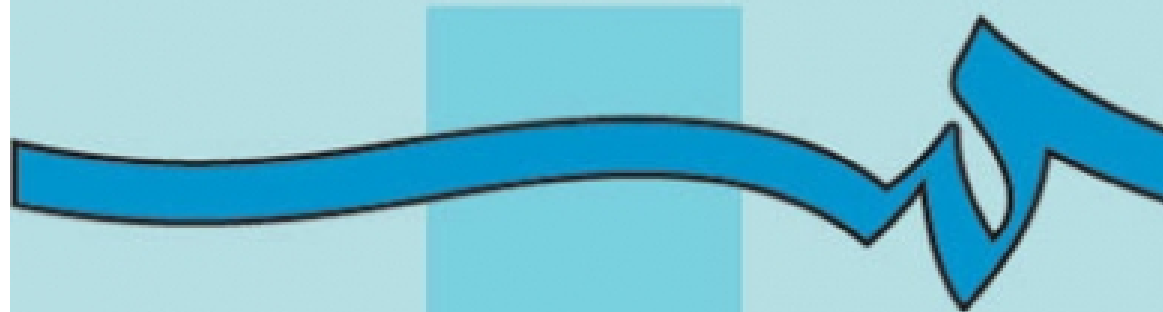




تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

دکتر علی رضائیان



رضائیان، علی، ۱۳۲۳-
تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم / علی رضائیان. — تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب
علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۷۶.
هشت، ۳۸۰ ص.: مصور، جدول، نمودار. — («سمت»؛ ۲۱۷. مدیریت؛ ۱۳)
ISBN 978-964-459-217-1
بها: ۸۵۰۰۰ ریال.
پشت جلد به انگلیسی: Ali Rezaian, Systems Analysis and Design.
چاپ اول: تابستان ۱۳۷۶، چاپ شانزدهم: تابستان ۱۳۹۳.
کتابنامه: ص. [۳۷۴] - ۳۸۰.
۱. تجزیه و تحلیل سیستمها. ۲. مدیریت. الف. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم
انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
QA ۴۰۲/۶ ۳ت
۱۳۷۶
شماره کتابشناسی ملی
۶۲۱/۳۸۲۲۳
۱۹۰۲۳۷۷

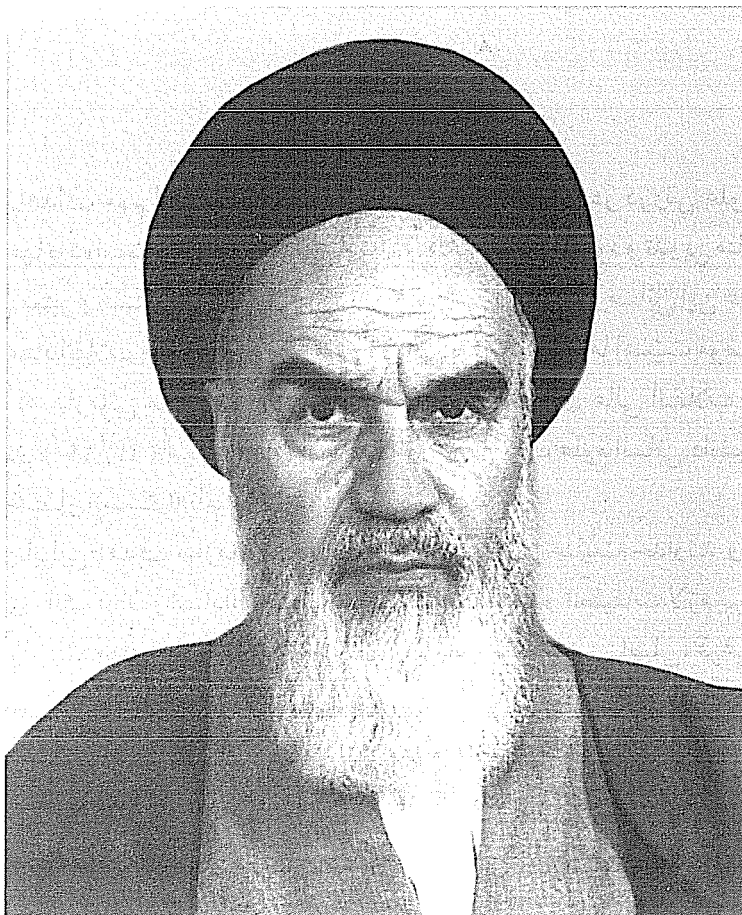
سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)
مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی



تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم
دکتر علی رضائیان (استاد دانشگاه شهید بهشتی)
ویراسته دکتر علی اصغر پورعزت (استاد دانشگاه تهران)
چاپ اول: تابستان ۱۳۷۶
چاپ شانزدهم: تابستان ۱۳۹۳
تعداد: ۵۰۰۰
حروفچینی و لیتوگرافی: «سمت»
چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات وابسته به اوقاف و امور خیریه
قیمت: ~~۸۵۰۰۰~~ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندگان و عوامل
توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.
نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)،
روبه روی پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۲-۴۴۲۴۶۲۵۰.
www.samt.ac.ir info@samt.ac.ir

هر شخص حقیقی یا حقوقی که تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر یا مؤلف، نشر یا
پخش یا عرضه یا تکثیر یا تجدید چاپ نماید، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



من امیدوارم که این وحدت کلمه و این انسجامی که ملت ما دارند، محفوظ باشد و این اشخاصی که افکار متعدده دارند اینها، خداوند آنها را برگرداند به فکر واحد و ملت ما را منسجم کند با هم به طوری که از آسیب مصون باشند.

صحیفه نور: ج ۱۱، ص ۱۶۲

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنای و مسائل این علوم است. ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن، باید بتدریج و پس از انتقادهای و یادآوریهایی پیاپی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته مدیریت در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به عنوان منبع اصلی درس «تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم» و منبع کمکی درس «سیستمهای اطلاعاتی مدیریت» تدوین شده است. امید است علاوه بر جامعه دانشگاهی، مدیران واحدهای اداری، بازرگانی و صنعتی نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

پیشگفتار

۱

۵

فصل اول: نگاهی کلی بر سیستمها

سیر تحول علم مدیریت (۵)؛ مروری بر سیستمها (۸)؛ تفکر سیستمی (۱۰)؛ نظریه عمومی سیستمها (۱۲)؛ منشأ و نحوه شکل‌گیری (۱۲)؛ ویژگیهای نظریه عمومی سیستمها (۱۵)؛ علم کنترل و ارتباطات (سایبرنتیک) (۱۷)؛ کاربرد «نظریه عمومی سیستمها» و «علم کنترل و ارتباطات» در سازمانها (۱۸)؛ طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان پیچیدگی (۲۱)؛ تأثیر نظریه عمومی سیستمها بر مطالعه سازمانها (۲۴)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل اول (۲۶)؛ پرسشهای فصل اول (۲۶).

۲۷

فصل دوم: مبانی سیستم

تعریف سیستم (۲۷)؛ نمایش هندسی سیستم (۲۷)؛ عناصر سیستم (۲۹)؛ روابط (۳۶)؛ ویژگیها (۳۹)؛ پویایی سیستم (۴۰)؛ مرز سیستم (۴۱)؛ تعمیر و نگهداری (۴۳)؛ دفاع (۴۴)؛ رشد (۴۵)؛ تعادل و تخصص‌گرایی (۴۶)؛ انواع سلولها (۴۷)؛ سلولهای تعمیراتی (۴۷)؛ سلولهای دفاعی (۴۸)؛ سلولهای حرکت‌دهنده و استفاده‌کننده از شرایط محیطی (۴۸)؛ سلولهای جذب (۴۹)؛ سلولهای کنترلی (۵۰)؛ محیط سیستم (۵۲)؛ سلسله‌مراتب سیستمها (۵۷)؛ سیستمهای باز و بسته (۵۸)؛ ویژگیهای سیستم باز (۵۹)؛ آگاهی نسبت به محیط (۵۹)؛ بازخور (۵۹)؛ تبعیت از الگوی تناوبی (۶۳)؛ آتروپی منفی (۶۳)؛ حالت ثبات - تعادل (۶۴)؛ حرکت به سوی رشد و توسعه (۶۴)؛ موازنه میان فعالیتهای انطباقی و نگهدارنده (۶۵)؛ همپایانی (۶۵)؛ اهمیت نگرش سیستمی (۶۵)؛ سیستمهای همشکل (۶۶)؛ سازگاری سیستم (۶۷)؛ ویژگیهای کارکردی (رفتاری) یا ساختاری سیستم (۶۸)؛ انواع رفتار سیستم (۷۰)؛ آرایش درونی سیستم (۷۲)؛ آرایش ساده (۷۲)؛ آرایش خودتنظیم (سایبرنتیکی) (۷۳)؛ آرایش سیستم معرفت‌پذیر (یادگیرنده) (۷۶)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل دوم (۷۸)؛ پرسشهای فصل دوم (۷۸).

۸۰

فصل سوم: علم کنترل و ارتباطات

طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان کنترل‌پذیری (۸۰)؛ بازخور به مثابه ابزاری برای کنترل (۸۴)؛ نمودار خانه‌ای (۸۵)؛ سیستمهای مدار بسته (۸۷)؛ سیستمهای مدار باز (۹۰)؛ نمودار خانه‌ای و

نظریه عمومی سیستمها (۹۱)؛ سیستمهای بازخور نوع اول (۹۲)؛ سیستمهای بازخور نوع دوم (۹۳)؛ سیستمهای بازخور نوع سوم (۹۴)؛ کنترل و قانون ضرورت تنوع (۹۶)؛ پیچیدگی و جعبه سیاه (۹۹)؛ پیچیدگی (۱۰۰)؛ جعبه سیاه (۱۰۲)؛ نظریه اطلاعات و نظریه ارتباطات (۱۰۷)؛ نظریه اطلاعات (۱۰۸)؛ نگرش جدید سیستمی (۱۱۸)؛ مجموعه‌های پیچیده «غیر قابل پیش‌بینی» و «قابل پیش‌بینی» (۱۱۸)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل سوم (۱۲۶)؛ پرسشهای فصل سوم (۱۲۶).

فصل چهارم: شناخت خرده سیستمها و ساده‌سازی الگوی تعاملی آنها ۱۲۹
شناخت خرده سیستمها (۱۲۹)؛ خرده سیستمهای هر سیستم (۱۳۰)؛ فراگرد تعریف خرده سیستمها (۱۳۰)؛ روشهای شناخت خرده سیستمها (۱۳۲)؛ روش جریان کار و عملیات (۱۳۲)؛ روش کارکردی (۱۳۵)؛ روش تغییر حالت (۱۳۶)؛ جداسازی (۱۳۷)؛ کاربرد جداسازی و تفکیک در مدیریت پروژه (۱۴۰)؛ ساده‌سازی الگوی تعاملی خرده سیستمها (۱۴۳)؛ روشهای ساده‌سازی (۱۴۴)؛ خروج از اتصال و روشهای آن (۱۴۷)؛ بهینه‌سازی بخشی (۱۵۱)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل چهارم (۱۵۲)؛ پرسشهای فصل چهارم (۱۵۲).

فصل پنجم: ساز و کار تداوم حیات سازمانها در محیطهای پویا ۱۵۴
تعریف محیط سازمان (۱۵۴)؛ تعامل سازمان و محیط (۱۵۶)؛ متغیرها و پارامترها (۱۵۸)؛ هدفمندی و اطلاع‌گیری در سیستمهای باز (۱۵۹)؛ ماهیت سیستم پیمایش (۱۶۳)؛ شدت پیمایش (۱۶۳)؛ روشهای پیمایش (۱۶۶)؛ اجزای مکانیکی سیستم پیمایش (۱۷۰)؛ روشهای پیمایش و علامت ناسازگار (۱۷۲)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل پنجم (۱۷۶)؛ پرسشهای فصل پنجم (۱۷۶).

فصل ششم: مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل، و طراحی نظام یافته سیستم ۱۷۹
چرخه حیات ایجاد سیستم (۱۸۳)؛ چرخه حیات سنتی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم (۱۸۳)؛ چرخه حیات نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم (۱۸۵)؛ مدل‌های منطقی و فیزیکی (۱۸۸)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل ششم (۱۹۲)؛ پرسشهای فصل ششم (۱۹۳).

فصل هفتم: شناخت بافت سازمانی ۱۹۴
روش عوامل حیاتی موفقیت (۱۹۴)؛ مطالعه سازمان (۱۹۵)؛ انتخاب افراد برای مصاحبه (۱۹۷)؛ برنامه‌ریزی و انجام مصاحبه (۲۰۰)؛ منابع عوامل حیاتی موفقیت سازمان (۲۰۰)؛ تجزیه و تحلیل «عوامل حیاتی موفقیت» سازمان (۲۰۲)؛ روش نمودار محتوایی (۲۰۴)؛ علائم نمودار محتوایی (۲۰۴)؛ سطوح سه گانه نمودار محتوایی (۲۰۵)؛ مطالعه موردی: نمودارهای محتوایی شرکت پخش عدالت گستر (۲۰۷)؛ ارزش نمودارهای محتوایی (۲۱۲)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل هفتم (۲۱۴)؛ پرسشهای فصل هفتم (۲۱۴).

نمودار جریان اطلاعات (۲۱۶)؛ علائم نمودار جریان اطلاعات (۲۱۶)؛ ساختار نمودار جریان اطلاعات (۲۲۵)؛ تفکیک نظام یافته یا هموارسازی نمودارهای جریان اطلاعات (۲۲۶)؛ نمودار سیستم (۲۳۱)؛ علائم نمودار سیستم (۲۳۳)؛ ساختار نمودار سیستم (۲۳۶)؛ سطوح نمودار سیستم (۲۳۷)؛ مقایسه نمودار جریان اطلاعات، نمودار سیستم، و نمودار برنامه (۲۴۰)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل هشتم (۲۴۲)؛ پرسشهای فصل هشتم (۲۴۲).

نگرش فلسفی به طراحی سیستم (۲۴۴)؛ هدف سیستم (۲۴۵)؛ طراحی سیستم (۲۴۶)؛ ضرورت طراحی سیستم بهینه (۲۴۶)؛ اهداف طراحی سیستم (۲۴۷)؛ ضرورت طراحی سیستم جامع (۲۴۸)؛ اهداف طراحی سیستم جامع (۲۴۸)؛ مفروضات زیربنایی طراحی سیستم (۲۵۰)؛ ضرورت طراحی گام به گام سیستم (۲۵۰)؛ ویژگیهای طراح یا تحلیلگر (۲۵۲)؛ ضرورت آشنایی طراح با سازمان (۲۵۳)؛ عوامل انسانی در تحلیل سیستم (۲۵۴)؛ نکاتی اساسی که باید توسط تحلیلگر رعایت شوند (۲۵۶)؛ طراحی پروژه (۲۵۷)؛ معیارهای ارزیابی یک پروژه (۲۵۸)؛ طرح پیشنهادی یک پروژه (۲۶۰)؛ ساختار تجزیه کار و مدیریت پروژه (۲۶۱)؛ نمودار جریان کار (۲۶۳)؛ انواع نمودار جریان کار (۲۶۴)؛ فنون برنامه‌ریزی سیستم و ساختار تجزیه کار (۲۷۲)؛ روش فهرست کنترل (۲۷۳)؛ روش ماتریسی (۲۷۸)؛ روش تحویلی (۲۷۸)؛ انتخاب بهترین روش (۲۸۴)؛ شبکه روش مسیر بحرانی (۲۸۵)؛ نمودار پرت (۲۹۱)؛ نمودار میله‌ای گانت و کاربرد آن (۲۹۲)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل نهم (۲۹۴)؛ پرسشهای فصل نهم (۲۹۵).

مفاهیم طراحی خام (۲۹۷)؛ تعریف مسائل (۲۹۸)؛ تعیین اهداف کوتاه مدت سیستم (۳۰۰)؛ تشخیص محدودیتها (۳۰۳)؛ تعیین نیازهای اطلاعاتی (۳۰۶)؛ تعیین منابع اطلاعاتی (۳۰۷)؛ تحلیل و ترکیب (۳۰۸)؛ طراحی طرحهای مفهومی بدیل و انتخاب یکی از آنها (۳۱۱)؛ مستندسازی محتوای سیستم (۳۱۲)؛ مراحل مستندسازی (۳۱۲)؛ روشهای دیگر مستندسازی (۳۱۶)؛ تهیه گزارش طراحی مفهومی (۳۱۷)؛ واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل دهم (۳۱۸)؛ پرسشهای فصل دهم (۳۱۸).

هدف طراحی تفصیلی سیستم (۳۲۰)؛ ضرورت آگاهی اعضای سازمان از هدف و نحوه طراحی سیستم (۳۲۱)؛ مدیریت پروژه و طراحی تفصیلی سیستم (۳۲۳)؛ تشخیص شاخصهای «غالب» و «داد و ستد» برای سیستم (۳۲۴)؛ تعریف و تشریح خرده سیستمها (۳۲۵)؛ شناسایی و ترسیم تفصیلی خرده سیستمهای عملیاتی و جریانهای اطلاعاتی (۳۳۱)؛ تعیین درجه عملیات

خودکار (۳۳۳)؛ ایجاد بانک اطلاعاتی (۳۳۵)؛ مدلسازی سیستم (۳۳۷)؛ تهیه نرم افزار (۳۴۰)؛ تعیین شکل باز داده ها برای مدیریت (۳۴۱)؛ آزمایش سیستم با استفاده از شبیه سازی (۳۴۲)؛ پیشنهاد ساختار سازمانی جدید برای اداره کردن سیستم (۳۴۴)؛ مستند سازی طرح تفصیلی (۳۴۵)؛ واژه ها و مفاهیم مهم فصل یازدهم (۳۴۶)؛ پرسشهای فصل یازدهم (۳۴۷).

فصل دوازدهم: استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم
۳۴۹
برنامه ریزی استقرار (۳۵۲)؛ تشخیص و تعیین کارهای استقرار (۳۵۴)؛ برقراری رابطه بین کارها (۳۵۴)؛ تهیه جدول زمانبندی شده (۳۵۵)؛ برنامه ریزی کار، زمان، و هزینه (۳۵۵)؛ طراحی سیستم کنترل و گزارش گیری (۳۵۷)؛ تأمین جا و مکان، و طراحی نحوه تخصیص آن (۳۵۷)؛ برنامه ریزی و تخصیص وسایل، و جا و مکان (۳۵۷)؛ سازماندهی نیروی انسانی برای استقرار (۳۵۸)؛ تنظیم رویه های استقرار (۳۵۹)؛ برنامه آزمایش سیستم (۳۶۰)؛ آموزش نیروی انسانی عملیاتی (۳۶۵)؛ قطع و نصب (۳۶۶) ارزیابی سیستم و اطمینان از کیفیت آن (۳۶۷)؛ کنترل و نگهداری سیستم (۳۶۸)؛ واژه ها و مفاهیم مهم فصل دوازدهم (۳۷۲)؛ پرسشهای فصل دوازدهم (۳۷۲).

تقدیم به:

کسانی که همواره در جهت حفظ وحدت امت
اسلامی می‌کوشند؛ کسانی که در فکر و عمل
استقلال دارند و بر مبنای بینش توحیدی خود عمل
می‌کنند؛ و کسانی که در صدد تجدید مجد و عظمت
اسلام، و تثبیت آرمانهای متعالی رهبر فقید انقلابند.

پیشگفتار

انسان عصر ماشین برای تحلیل محتوای عناصر درونی جهان، در صدد تجزیه آنها بود. جزءنگری به منزله اساس این روش تجزیه مدار، از این اعتقاد برمی‌خاست که همه اشیاء، رویدادها و خواص آنها، و حتی تجربه و دانش آدمی در مورد آنها، از یک سلسله اجزای تفکیک‌ناپذیر و نهایی همچون اتمها، ذرات شیمیایی، سلولها، ادراکات اولیه و ... تشکیل شده است. این موجودیتهای^۱ برحسب مجموعه‌ای از قوانین علی با هم ارتباط دارند. در عصر ماشین، نگرش رایج در جهان، مبتنی بر نوعی قطعیت^۲ یا جبر حاکمیت حدود و ثغور مشخص و ریز بود و تصور می‌شد که رویدادهای جهان براساس یک سلسله قطعیت‌های حتمی و قبلی معین می‌شوند و چنین فرض می‌شد که رویدادها صرفاً به کمک «قوانین حاکم بر ماده و حرکت» قابل توضیح هستند؛ از این رو، فقط معارف و روش‌شناسیهای علوم فیزیکی را برای توضیح حیات لازم می‌دانستند.

هنگامی که انسان موفق شد ماشین را به مثابه منبع کار فیزیکی، جایگزین نیروی کار کند، بخشی از کار به ماشین و بخشی دیگر به انسان واگذار گردید. بدین ترتیب، کار به اجزای ریزتر تشکیل‌دهنده خود تقسیم شد؛ بنابراین با قرار گرفتن محصول در خط تولید، ضمن افزایش بهره‌وری، جنبه‌های غیرانسانی (ماشینی) کار نیز فزونی یافت. در نتیجه، فراگردی که ابزارهای مکانیکی را جایگزین نیروی کار کرد، انسان را تا حدی تنزل داد که مانند ماشین عمل کند و به انجام دادن کارهای ساده، تکراری و کسل‌کننده پردازد.

1. entities

2. determinism

با جنگ جهانی دوم عصر سیستمها نیز آغاز شد. علی‌رغم تشکیل شدن سیستم از اجزای به هم وابسته و پیوسته، آن را باید به منزله یک کل غیرقابل تقسیم به اجزای خود در نظر گرفت. در آن زمان، به جای تشریح یک کل براساس اجزای تشکیل‌دهنده آن، نحوه قرار گرفتن اجزاء در کل مطالعه می‌شد؛ بدین ترتیب زمینه‌ای برای کل‌نگری فراهم گردید. هرچند در «کل‌نگری»، همه اشیاء، رویدادها، و تجارب مبتنی بر آنها به منزله «کلهایی» مستقل تلقی می‌شوند، ولی در پیوستار ملاحظات نسبی، همین «کلها» اجزای «کلهایی بزرگتر» را تشکیل می‌دهند.

عصر سیستمها انقلاب فراصنعتی را به ارمغان آورد. این انقلاب مبتنی بر استفاده از ماشینهای محاسباتی است که ضمن مشاهده، به تولید، پردازش منطقی، و انتقال اطلاعات می‌پردازند. با انقلاب صنعتی و ظهور ماشینهای پردازش و انتقال اطلاعات، امکان ماشینی کردن برخی از فعالیتهای ذهنی نیز فراهم شد.

در عصر ماشین که علم در صدد بود جهان و آنچه در آن است را تجزیه کند، خودش نیز به نظامهای محدودتری تقسیم شد؛ ولی اندکی پیش از آغاز جنگ جهانی دوم، علوم حرکت موضوعی خود را به سوی کلیتی جدید - در بستر جنبش ظهور علوم میان‌رشته‌ای - پیش گرفتند. در نتیجه، مباحث میان‌رشته‌ای - مانند تحقیق در عملیات، علم کنترل و ارتباطات، مهندسی سیستمها، رشد و تکامل، و بوم‌شناسی - در میان دانشمندان گسترش یافتند.

علوم سیستمی نیز علاوه بر مطالعه مفهوم «کلیت» و ماهیت «کلها»، جدایی علوم انسانی از سایر علوم را منکر شده، آنها را «دو روی یک سکه» فرض می‌کنند که هرچند به طور جداگانه قابل مطالعه هستند، نمی‌توان آنها را از هم جدا ساخت. موضوع علوم انسانی، مطالعه گوناگونیه‌ها و تمایزهای موجود میان پدیده‌هایی است که یکسان به نظر می‌رسند و موضوع سایر علوم، مطالعه تشابهات میان پدیده‌هایی است که با هم متفاوتند؛ بنابراین هر دوی آنها برای شناخت و حل مسائل، لازم هستند.

برای حل هر مسأله، دانستن دو موضوع لازم است: اینکه از چه جنبه‌هایی با مسائل حل شده شباهت دارد (برای آنکه بتوان از دانسته‌ها مدد گرفت)؛ و اینکه از چه ابعادی با آنها تفاوت دارد (برای آنکه بتوان فراگرفتنها را معین ساخت). به این ترتیب، می‌توان چنین ادعا کرد که علوم انسانی زمینه عمومی کاربرد مفاهیم نظری و شناختی، و اجرای جزء به جزء و تحقق خارجی روابط علی حاکم بر علوم تجربی (در حد سلولی)

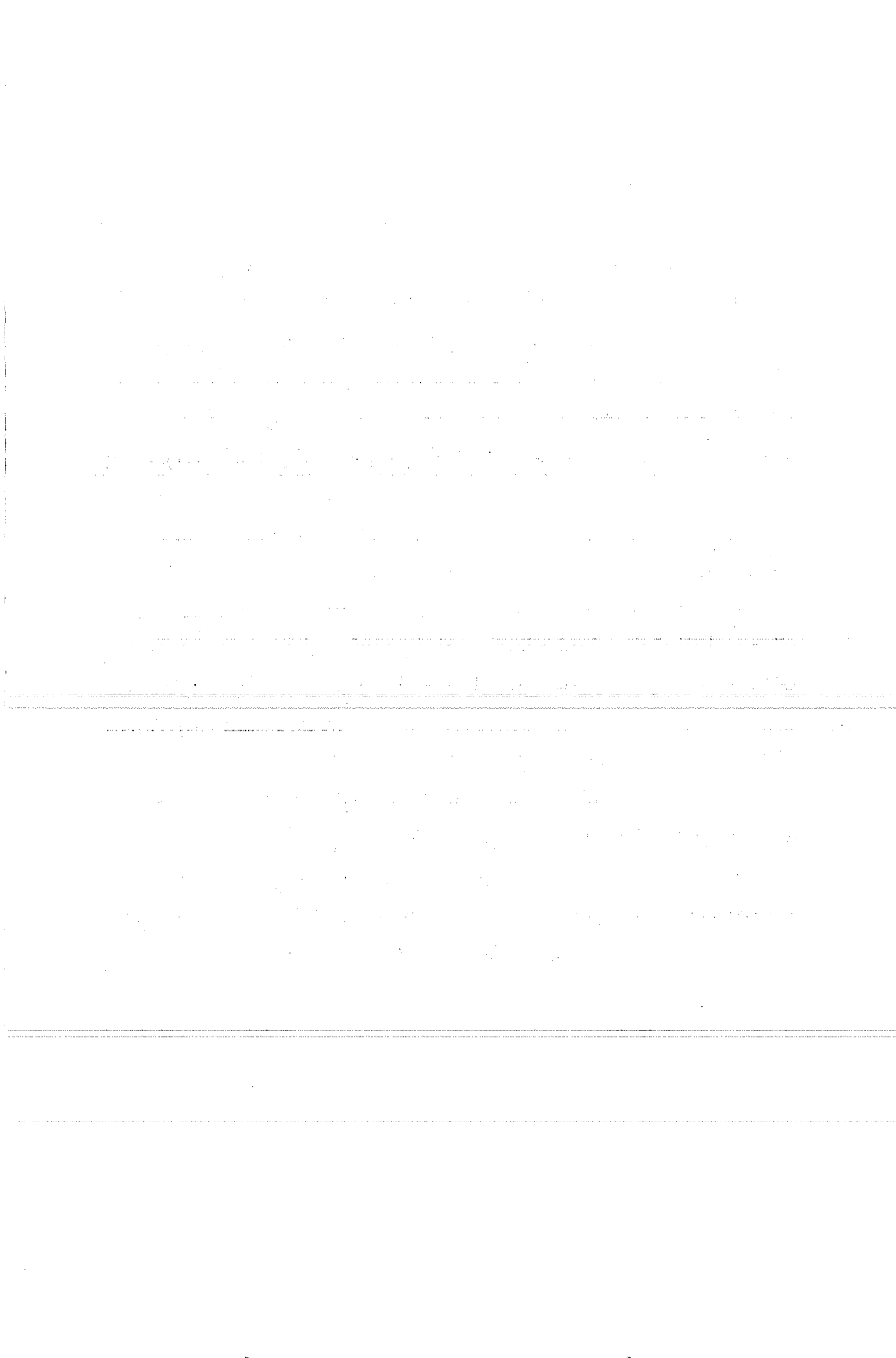
را فراهم می‌سازد؛ به این ترتیب، علوم انسانی در «شناخت مسائل» و سایر علوم «در حل آنها»، به انسان کمک می‌کنند.

میدان تجزیه و تحلیل سیستمها در دو الی سه دهه گذشته، بیش از هر رشته دیگری در مدیریت منابع اطلاعاتی، شاهد رویارویی ایدئولوژیها بوده است. یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل سیستمها، به استثنای برنامه‌نویسی و توسعه سخت‌افزارها، با دشواری به جایگاه و زمینه کاربرد خود در نزد کاربران و طراحان سیستم، دست یافته‌اند؛ به طوری که کتب درسی گذشته نیز تا حد زیادی منعکس‌کننده این موضع دمدمی مزاجانه بودند و آن را در خود متجلی می‌ساختند؛ در حالی که معمولاً بر توسعه مهارت‌های فنی و کار با کامپیوتر تأکید می‌کردند.

بسیاری از پژوهشگران چنین باور دارند که با توسعه سیستمهای اطلاعاتی، عصر جدیدی آغاز شده است. در این عصر جدید، کاربران به جای فن‌آوران، هدایتگر فراگرد ایجاد سیستم هستند؛ و نرم‌افزارهای کاربردی به جای مصارف کامپیوتری، مجریان پروژه‌ها را به خود مشغول می‌کنند؛ و انواع سیستمها و نحوه ساخت آنها به جای استعدادهای تحلیلگران سیستم و برنامه‌های بازاریابی کامپیوتر، بر مبنای نیازهای کاربران نهایی تعیین می‌شوند.

در تجدید نظر و تکمیل این کتاب - که پیش از این به صورت جزوه درسی منتشر شده بود - سعی شده است که این تحولات نیز در نظر گرفته شوند.

در پایان لازم می‌دانم از برادران گرانقدری که در تدوین این کتاب همکاری فراوان داشته‌اند، بویژه برادران اندیشمند علی‌اصغر پورعزت و مجتبی امیری و دانشجویان عزیزی که با نظرهای اصلاحی و پرسشهای کلاسی خود موجب تکمیل و بارورتر شدن آن شده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی کنم.



فصل اول

نگاهی کلی بر سیستمها

سیر تحول علم مدیریت

جوامع و سیر تحولات آنها را می‌توان با توجه به شیوه مدیریت حاکم بر آنها به صورت ذیل تقسیم کرد:

(۱) عصر شکار؛ (۲) عصر کشاورزی؛ (۳) عصر صنعتی؛ (۴) عصر فراصنعتی (اطلاعات)؛ و (۵) عصر خرد و فرزاندگی (حکمت).

آشکار است که روند تحولات مدیریتی، تابعی از نحوه یادگیری و روند کسب معرفت است. یادگیری در عصر شکار، در سطحی ابتدایی صورت می‌گرفت؛ به این ترتیب که روی پدیده‌ها اسم‌گذاری می‌شد تا قابل شناسایی بشوند. در واقع، این عصر را می‌توان مرحله ظهور «داده»‌ها دانست. سبک مدیریت در این عصر، آمرانه (چماقی) بود. در این زمان شکار به کمک «گرز» انجام می‌شد و نوع برخورد انسانها با یکدیگر نیز متأثر از این وضعیت بود. معرفت از طریق کارآموزی به دست می‌آمد؛ یعنی نوآموز در کنار استادکار می‌ایستاد و بتدریج با شیوه انجام دادن کار آشنا می‌شد و همان‌گونه که «گرز» حیطه عمل محدودی داشت و معمولاً در هربار استفاده، فقط برای صید «یک شکار» به کار می‌رفت؛ این گونه کارآموزی نیز بُرد محدودی داشت. عصر شکار هزاران سال به طول انجامید.

بعد از این مرحله، عصر کشاورزی فرا رسید که صدها سال دوام یافت. در این عصر، ساخت و پردازش داده‌ها تکامل بیشتری پیدا کرد و ترکیبی از داده‌ها ایجاد شد. ترکیب داده‌ها در این عصر گسترده‌تر از مرحله شکار بود. در این مرحله از تکامل، مدیریت از حالت چماقی به حالت شلاقی مبدل شد. مدیریت شلاقی، انعطاف و گستردگی حوزه عملکرد بیشتری نسبت به مدیریت چماقی داشت. در این حالت، یک متخصص عده‌ای را اداره می‌کرد.

برای آموزش و دانش‌اندوزی، روش پیروی از «انسان بزرگ» به کار گرفته می‌شد و تعداد کمی از افراد با استفاده از شیوه مکتب‌خانه‌ای (شیوه غیرکارآموزی)

آموزش می‌دیدند. این «انسان بزرگ» یا «پیر دانا» که معمولاً در گروه روشنفکران قرار داشت، همه موضوعات را تفسیر می‌کرد و فرض بر این بود که همه چیز را درک می‌کند. دانش‌آموزان مطیع استاد بودند؛ در نتیجه، به نظر می‌رسد که در این روش، فعالیت آنها برای یادگیری، کمتر از روش قبلی بوده است.

در ابتدای قرن نوزدهم برخی از کشورها وارد مرحله‌ای شدند که بعدها عصر صنعتی نام گرفت. در این دوران که یکصد و پنجاه سال طول کشید، نیروی کار و مدیریت بر همه چیز چیرگی داشت و عناصر تولید تکامل بیشتری پیدا کردند. تولید اطلاعات نیز رو به فزونی گذاشت؛ به طوری که با تلاش بیشتر، تبدیل اطلاعات به دانش میسر می‌شد. به این ترتیب هم از حجم آن کاسته می‌شد و هم کاربردی‌تر می‌گردید. به همین دلیل کارکنان مجبور بودند، علاوه بر استفاده از نیروی جسمانی خود، از فکرشان نیز برای انجام کارها بهره بگیرند. در این عصر ابتدا نظریه مدیریت «حماری» شکل گرفت که براساس آن، برای ایجاد انگیزه در افراد به وعده و وعید بسنده می‌شد. هرچند که مدیران می‌توانستند با وعده و وعید برای اندک مدتی کارکنان را به انجام کار ترغیب کنند، ولی هنگامی که کارکنان متوجه می‌شدند که در ازای کوشش بیشتر، بهبود چندانی در وضعشان حاصل نمی‌شود، دیگر همکاری نمی‌کردند. تأکید بر سرپرستی، یکی از پیامدها یا تبعات مدیریت توأم با درد و رنج جسمانی کارکنان بود.

وقتی بشر مفهوم صنعت و تکنولوژی را دریافت، اطلاعات قابل تولید بحدی رسید که دیگر نمی‌شد آن را در ذهن یک فرد - به تنهایی - نگهداری کرد. در این هنگام، افراد برای آموزش به کلاسهای تخصصی می‌رفتند. اعتقاد به «انسان بزرگ» نیز هنوز مطرح بود، ولی نه با وسعت پیشین.

در حدود اواسط قرن بیستم (دهه ۱۹۵۰) کشورهای صنعتی به مرحله جدیدی پای نهادند که طی آن به جوامعی خدمتگرا تبدیل شدند. در این دوره، جاذبه استخدام بیشتر مبتنی بر ارائه خدمات بود؛ ولی اکنون، این کشورها در عصر اطلاعات به سر می‌برند؛ یعنی عصری که در آن حاکمیت به کامپیوتر، تکنولوژی ارتباطات، و متخصصان و افراد بسیار ماهر تعلق دارد و به جای تلاش فیزیکی بر لزوم استفاده از قدرت فکر تأکید می‌شود (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۱، ص ۴).

در عصر صنعتی، «سرمایه» منبع استراتژیک به شمار می‌آمد؛ در حالی که در عصر اطلاعات، «دانش» منبع استراتژیک است. صاحب‌نظران، عمری پنجاه ساله را برای

عصر اطلاعات تخمین زده‌اند. در این دوره توان «تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم» بیش از هر زمان دیگری حائز اهمیت است؛ زیرا ماهواره‌ها و سایر شبکه‌های ارتباطاتی، کره زمین را به یک دهکده کوچک تبدیل کرده‌اند. به دیگر سخن، کوتاه شدن فاصله‌ها - به واسطه کاهش زمان برقراری ارتباطات - این امکان را به مدیر می‌دهد تا از طریق تماس فوری با سایر سازمانها یا کشورها، اطلاعات تجاری را بسیار زود و بموقع دریافت کند و به طور روز افزونی بر نیاز وی به تحلیلگران و طراحان سیستم افزوده می‌شود. البته باید یادآور شد که آشنایی با فراگردها و شناخت روشها نیز برای تحلیلگران و طراحان سیستمهای تجاری و دولتی ضرورت دارد. طراحی سیستم، علاوه بر دانش طراحی، دانشهای دیگری را نیز می‌طلبد. برخی از این دانشها عبارتند از: کاربرد کامپیوتر، برنامه‌نویسی، اصول مدیریت (و تجربه آن)، انتقال اطلاعات، بانک اطلاعاتی، اصول حسابداری و مالی، و دانش تولید (برحسب نوع صنعت).

در عصر اطلاعات ارزش افزوده از طریق تبدیل اطلاعات به دانش و همچنین سرعت انتقال آن، حاصل می‌شود. جریان اصلی عصر اطلاعات، مبتنی بر ارتباطات است. بنابراین اگر شبکه انتقال اطلاعات سرعت کافی نداشته باشد، ارزش سیستمی که طراحی می‌شود، صفر خواهد بود.

<p>شاخص عمده مدیریت در عصر شکار</p> <p>اولین مدل مدیریتی، همان مدل جمع‌آوری شکار بود که شامل گروههای بسیار کوچک مردم می‌شد. مردمی که همواره مشغول مهاجرت و تحرک بوده و دغدغه تهیه غذا و سایر مایحتاج زندگی را داشتند.</p>
<p>شاخص عمده مدیریت در عصر کشاورزی</p> <p>توانایی فرد در کار افزایش یافت؛ به طوری که قادر شد به اندازه‌ای غذا تولید کند که افراد غیرفعال نیز از آن بهره‌مند گردند.</p>
<p>شاخص عمده مدیریت در عصر صنعتی</p> <p>با استفاده از ماشینهای مکانیکی و افزایش خارق‌العاده تولیدات و محصولات کشاورزی (تولید انبوه)، قسمت بزرگی از نیروی کار بر تولید کالاهای مصرفی متمرکز شد.</p>
<p>شاخص عمده مدیریت در عصر اطلاعات</p> <p>اکثریت جامعه در کشورهای صنعتی دست‌اندرکار تولید محصولی به نام اطلاعات هستند؛ به طوری که تا سال ۲۰۰۰ میلادی عده قلیلی در امر تولید مواد غذایی و به طور نسبی، افراد کمتری در بخش تولید محصولات صنعتی اشتغال خواهند داشت؛ در حالی که بسیاری از افراد در امر تولید و پردازش اطلاعات مشغول خواهند بود.</p>

انتقال از عصر صنعتی به عصر اطلاعات، مستلزم کسب مهارت‌های زیادی است که بر تکنولوژی‌های جدید مبتنی هستند؛ افراد به جای متخصص شدن و کار کردن تا پایان عمر در یک زمینه، ناچارند که پیوسته دانش خود را با موقعیت زمانی جدید تطبیق دهند؛ و دانش «تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم»، ابزار اساسی این فراگرد مستمر بازآموزی است (لطیفی، ۱۳۶۹، ص ۱۵۰۵).

تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم، فعالیتی مکانیکی نیست و هیچ روشی، فنی، ابزار کاملی، و یا رموز سحرآمیزی برای موفقیت در آن وجود ندارد. برنامه‌نویسی کامپیوتر را می‌توان یک مهارت محسوب کرد، ولی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم هنوز تا حد زیادی هنر به شمار می‌آید. خوشبختانه، بیشتر افراد از توانایی‌ها و علایق طبیعی متنوعی برخوردارند که برای موفقیت در کسب و استفاده از این هنر، قابل توجه است. این افراد باید چگونگی کشف، پالایش و بسط توانایی‌های طبیعی خود را فراگیرند. این کتاب مفاهیم، ضرورت‌ها، و روندها یا به دیگر سخن، بنیانهای طراحی را مطرح می‌کند؛ زیرا اگر کسی با مفاهیم و بنیانهای طراحی آشنا شود، با اطمینان می‌تواند فنون و ابزارهای عملی را به کار گیرد و خود را با وضعیت‌ها و روش‌های جدید تطبیق دهد.

مروری بر سیستم‌ها

انسان به طور ذاتی کنج‌کاو است و از آغاز پیدایش درباره جهان پیرامون خود و نقش خود در این جهان پرسش‌هایی داشته است. به مرور که وقوف او بر پیچیدگی جهان افزایش می‌یافت، بخش فیزیکی، عینی، و خارجی جهان را از دنیای درون خود متمایز می‌ساخت؛ بدین ترتیب دانش فلسفه، و فلسفه علم، در نظریه مفهوم گسترده‌تری پیدا کرد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۵).

از این پس، علم فقط به موجودیتهای خارجی یا مادی دنیای انسان می‌پرداخت و این روند با رواج اصول نیوتن - که دیدگاهی جامع و مبتنی بر تجربه را از جهان فیزیکی ارائه داد - به اوج خود رسید. فیزیک کلاسیک نیز از اصول و قوانین منحصر به فردی برای تشریح و پیشگویی امور بهره می‌جست که در گستره وسیعی از پدیده‌های فیزیکی کاربرد داشتند؛ و به این ترتیب، اصول مذکور مدت زمان زیادی در سطح کلان بر تفکر علمی حاکمیت یافتند (بلوبرگ، سادورسکی و یودین، ۱۹۷۷، ص ۱۲۶). بتدریج دیدگاهی در فیزیک کلاسیک مطرح شد که به نظر می‌رسید براساس آن بهتر می‌توان

مسائل فیزیکی را - از طریق تقسیم به اجزای تشکیل دهنده - حل کرد. بدین ترتیب، اصول و قوانین فیزیک به گروههای کوچکتر پدیدههای فیزیکی نیز تسری یافتند و زمینههای علمی فرعی مرتبط و متعددی را پدید آوردند. بعدها در زیستشناسی و شیمی نیز به همین گونه عمل شد؛ در نتیجه، علوم جدیدی تحت عنوان میکروبشناسی در زیستشناسی، و شیمی آلی و معدنی در شیمی پدیدار شدند که با پدیدههای زیستی و شیمیایی در سطح خرد سروکار داشتند.

همه حوزههای علمی فرعی می‌کوشیدند تا از زبان عمومی ریاضیات بهره گیرند؛ با وجود این، شکاف ارتباطی قابل توجهی میان دانشمندان حوزههای علمی گوناگون - و حتی میان دانشمندان شاخههای فرعی یک حوزه علمی مرتبط - دانش بشری وجود داشت؛ به همین سبب - وجود موانع ارتباطی - انتشار دانش بشری دشوار بود (روزن، ۱۹۷۴، ص ۱۶۵-۱۷۴)؛ به این ترتیب، قرن بیستم شاهد تلاشهای پراکندهای در عرصه رشته‌ها، حوزه‌ها، و شاخه‌های علمی مختلف بود که به طور جداگانه و تجزیه گرا به تشریح و پیش‌بینی پدیده‌های خاص خود می‌پرداختند.

تنوع و تعدد حوزههای علمی در علوم طبیعی، از دیدگاه دانشمندانی نشأت می‌گرفت که باور داشتند مسائل موجود در قلمرو مورد نظر آنان، از طریق تقسیم و تجزیه بهتر قابل حل هستند؛ به این ترتیب، به زعم آنها شناخت و درک پدیده‌های جهان واقعی، وامدار این تقسیمات کم و بیش قراردادی است. با وجود این، برخی از پژوهشگران ژرف‌اندیش و موشکاف، متوجه شدند که مسائل مورد نظر دانشمندان حوزه‌های گوناگون دانش بشری، از حیث ماهیت، مشابه همدیگرند. تلاش برای ظاهر ساختن زمینه‌های مشترک علوم به شکل‌گیری حوزه‌های میان رشته‌ای معینی، مانند بیوفیزیک (فیزیک زیستی یا حیاتی) و بیوشیمی (شیمی زیستی یا حیاتی) انجامید.

پیدایش حوزه‌های علمی دو جنبه‌ای، راه را برای پژوهشهای میان رشته‌ای هموار ساخت؛ ولی جنبش واقعی مطالعات میان رشته‌ای، هنگامی آغاز شد که دانشمندان دریافتند «بیشتر پدیده‌های مورد نظر آنان از ویژگیهایی مشترک و نظام‌مند برخوردارند». به این ترتیب، این اعتقاد واقع‌بینانه مطرح شد که بسیاری از مسائل جامعه نظیر آلودگی هوا، جرم و جنایت، و ابتدال فرهنگی را نمی‌توان فقط با استفاده از یافته‌های یک حوزه علمی حل کرد؛ اما تفکر سیستمی که مبتنی بر تجسم ذهنی جهان

است (با تعبیراتی نظیر رویکرد سیستمی، مفاهیم سیستمی و دیدگاه یا نگرش سیستمی)، زمینه حل این گونه مسائل را فراهم می‌سازد (کوهن، ۱۹۶۳، ص ۴).

تفکر سیستمی

چگونگی شکل‌گیری جریانهای فکری، روشهای تحلیل در علوم، و روش‌شناسیها، از جالبترین مباحث فلسفه علم هستند. بررسی اجمالی خیزش جریانهای فکری در علم، بیانگر نحوه تأثیر دانشهای گوناگون بر همدیگر و زایش شیوه‌های نوین در آنهاست. تفکر سیستمی، برخلاف برخی از جنبشهای فکری که در یک رشته علمی و در محدوده معینی نشو و نما کرده‌اند، در خارج از محدوده یک علم معین متولد شد و در محیطی میان رشته‌ای رشد کرد. از آنجا که این شیوه تفکر، به طور کلی با مجموعه‌هایی متشکل از اجزاء سر و کار دارد، نه با خود اجزاء، ضرورتاً از مرزهای سنتی علوم خاص فراتر رفته و عمومیت یافته است.

شاید تأثیر تفکر سیستمی بیشتر بر حوزه ابعاد انسانی سازمان بوده است. در نمودار ۱-۱، سیر حرکت موضوعی مجموعه علوم به سوی یک کلیت، در بستر جنبش ظهور علوم میان‌رشته‌ای، ملاحظه می‌شود (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۰-۱۱). تفکر سیستمی، بر تغییر نگرش مبتنی بر تفکیک علوم به حوزه‌های تخصصی و ریز، به نگرش مبتنی بر ترکیب یافته‌های رشته‌های گوناگون علمی، تأکید دارد؛ به این ترتیب متفکران سیستمی، جو فکری موجود را به نحوی اثربخش تغییر دادند و اعتبار و کاربرد عام تفکر تحلیلی تجزیه مدار را - آن گونه که در فیزیک تکامل یافته و به کار گرفته می‌شد - زیر سؤال بردند.

به طور کلی تفکر تحلیلی تجزیه مدار را می‌توان بر مبانی چهارگانه ذیل استوار دانست:

۱. معطوف شدن ذهنیت غالب محقق به بخش فیزیکی یا خارجی جهان؛
 ۲. تأکید بر اینکه هر پدیده‌ای حاصل تجزیه یا ترکیب سایر پدیده‌هاست؛
 ۳. تأکید بر کمی کردن روابط علی؛
 ۴. افزایش دقت (که مطلوب غایی هر پژوهشگر است) (گیخ، ۱۹۷۴، ص ۴۸).
- در حالی که متفکران سیستمی با کسانی که بدین گونه به جهان و پدیده‌های پیرامون خود می‌نگرند، تفاوت دارند. در واقع نگرش متفکران سیستمی به جهان،

بر مبانی چهارگانه ذیل استوار است:

۱. تصور ارگانیسم، یعنی تصویری که ارگانیسم را در مرکز طرح ادراکی آدمی قرار می‌دهد؛

۲. کل‌نگری، یعنی هر پدیده به منزله موجودی زنده، دارای نظم، دارای روابط باز با محیط، خود تنظیم، و هدفمند در نظر گرفته می‌شود (در اینجا نگرش فرد، به جای توجه به اجزای پدیده‌ها، بر کلیت آنها تأکید دارد و بر آن متمرکز می‌شود)؛

۳. مدل‌سازی، یعنی متفکر سیستمی سعی می‌کند که به جای شکستن کل به اجزای قراردادی، ادراک خود از پدیده‌های واقعی را بر پدیده‌های واقعی منطبق کند (این عمل با تجزید بخشی از عوامل مرتبط با پدیده‌های واقعی که با مسائل مورد نظر فرد ارتباط دارند، و نادیده گرفتن ویژگیهایی که برای پیش‌بینی و توصیف رفتار سیستم مورد نیاز نیستند، صورت می‌پذیرد)؛

۴. بهبود شناخت، به طوری که یک متفکر و پژوهشگر نظام‌گرا درک کند که الف) زندگی در یک سیستم ارگانیسم و در فراگردی پیوسته، استمرار دارد؛ ب) شناخت آدمی از یک کل، از طریق مشاهده فراگردهایی که در درون آن به وقوع می‌پیوندد، به دست می‌آید، نه از طریق مشاهده اجزای آن کل؛ و ج) آنچه که فرد مشاهده می‌کند، خود واقعیت نیست، بلکه ادراک وی از واقعیت است.

در واقع، با توجه به محدودیتهای متعدد، پژوهشگر نظام‌گرا تلاش می‌کند به جای به دست آوردن اطلاعات کامل و دقیق از یک کل، اطلاعاتی کافی درباره آن به دست بیاورد. البته کسب دانش کامل درباره یک پدیده، مطلوب و آرزوی همیشگی پژوهشگران نظام‌گراست؛ ولی این آرزویی است که هیچ‌گاه نمی‌توان امید نیل به آن را داشت (برتalanفی، ۱۹۶۸، ص ۱۵).

بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که تفاوت بسیار زیادی بین تفکر سیستمی و تفکر تحلیلی تجزیه مدار وجود دارد و تأکید بر تفکر سیستمی، روش قابل اعتمادتری برای شناخت پدیده‌های پیچیده و مطالعه آنها ارائه می‌کند؛ البته تفکر سیستمی در تضاد با تفکر تحلیلی تجزیه مدار نیست؛ در واقع این دو روش مکمل یکدیگرند، نه جایگزین هم؛ با وجود این، همان‌گونه که متفکران سیستمی دریافته‌اند «مطالعه فراگردهای به هم پیوسته اجزای یک سیستم، مفیدتر از تحلیل ریز آنهاست».

نگرش سیستمی با رشد و توسعه دو جنبش جداگانه - که تقریباً هدف واحدی را

دنبال می‌کردند - هویت مستقل پیدا کرد:

۱. نظریه عمومی سیستمها؛^۱
۲. علم کنترل و ارتباطات (سایبرنتیک)^۲ (بولدینگ، ۱۹۷۱، ص ۲۲).

نظریه عمومی سیستمها

منشأ و نحوه شکل‌گیری

در سال ۱۹۵۴ میلادی، یک انجمن پژوهشی تحت رهبری لودینگ ون برتالانفی (زیست‌شناس)، کنت بولدینگ (اقتصاددان)، آنا تول راپوپورت (ریاضیدان)، و رالف جرارد^۳ (فیزیولوژیست) تشکیل شد (برتالانفی، ۱۹۵۰، ص ۱۳۴-۱۶۵). اهداف و وظایف اولیه این انجمن که بعدها «انجمن پژوهشی سیستمهای عمومی»^۴ نام گرفت، به شرح ذیل تدوین شد:

هدف این انجمن، توسعه آن دسته از سیستمهای نظری است که در بیش از یک بخش سنتی دانش، کاربرد دارند؛ و وظایف عمده آن عبارتند از:

۱. انتقال یافته‌های یک حوزه علمی به حوزه‌های دیگر، از طریق بررسی و مطالعه شباهتها و میزان همانندی مفاهیم، قوانین، و مدل‌های مورد استفاده در رشته‌های متفاوت علمی؛

۲. تشویق به ایجاد و طراحی مدل‌های نظری، در حوزه‌هایی که فاقد تعداد کافی مدل هستند؛

۳. به حداقل رساندن تکرار و دوباره کاری در مطالعات و تلاشهای نظری، در حوزه‌های علمی گوناگون؛

۴. ایجاد وحدت در میان علوم، از طریق بهبود ارتباطات میان متخصصان علوم گوناگون (بلوبرگ، سادورسکی و یودین، ۱۹۷۷، ص ۱۶۲).

نظریه عمومی سیستمها در یک مفهوم ارگانیسم و بیولوژیک که معمولاً «انقلاب ارگانیسم» نامیده می‌شود، ریشه دارد. برتالانفی این مفهوم را در عبارات ذیل خلاصه کرده است:

1. general system theory (G.S.T)

2. cybernetic

3. Ralph Gerard

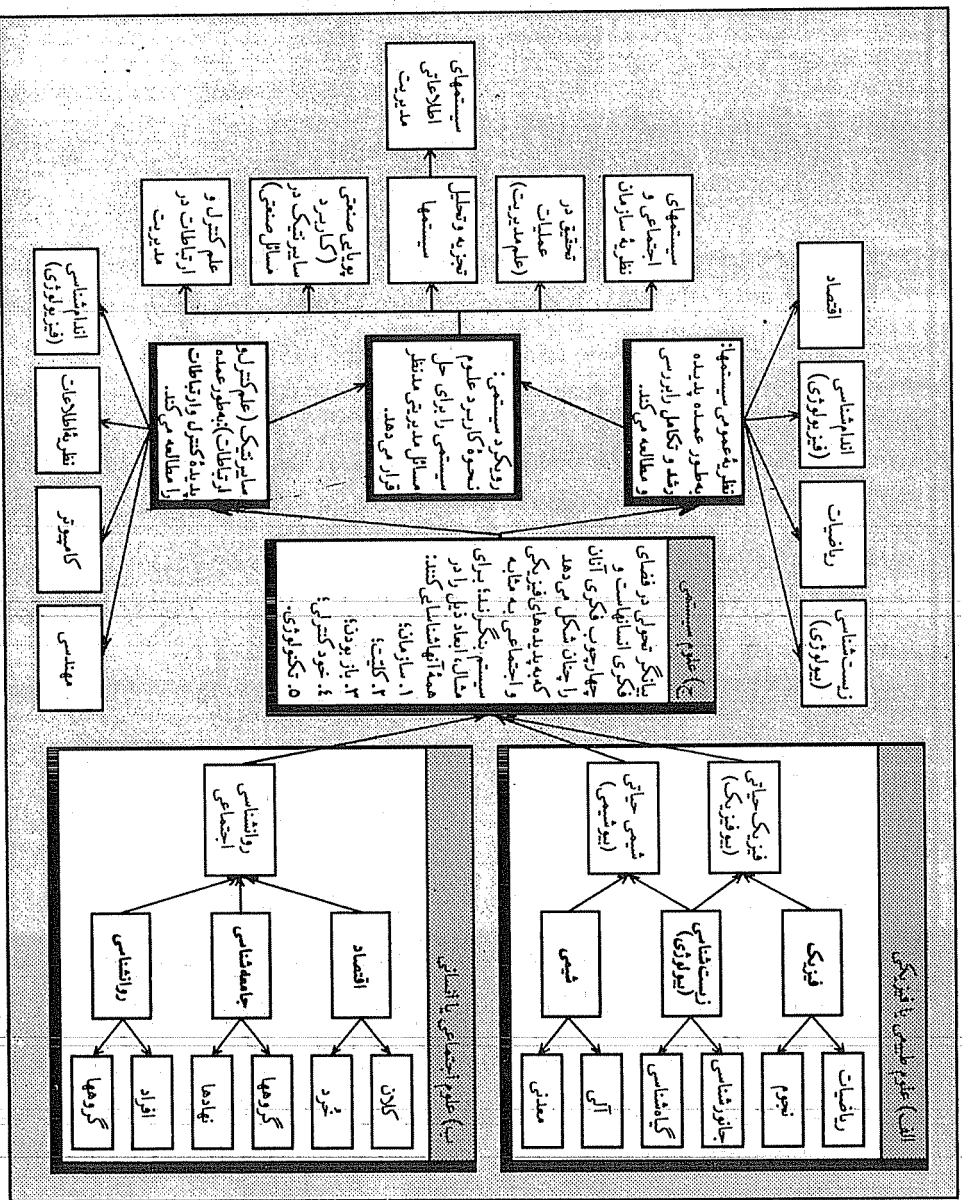
4. Society for General Systems Theory

«برخلاف پدیده‌های فیزیکی، مانند جاذبه و الکتریسیته، پدیده حیات فقط در «موجودیتهایی منحصر به فرد» به نام «ارگانیسم» یافت می‌شود. هر ارگانیسم یک سیستم است؛ بدین معنی که اجزاء و فراگردهای آن در تعاملی طرفینی، نظم‌ی پویا دارند» (برتalanفی، ۱۹۵۰، ص ۲۰۸).

نظریه عمومی سیستمها - مانند هر نظریه عمومی دیگر - می‌تواند یکی از دو رویکرد پیشنهادی کنت بولدینگ را به خدمت بگیرد. نخستین رویکرد آن است که «با توجه به دنیای واقعی، پدیده‌های معینی که در نظامهای گوناگون دانش بشری مطرح هستند، انتخاب و سپس برای ساختن مدل‌های نظری عمومی در مورد این پدیده‌ها، تلاش شود». رویکرد دوم آن است که «میدانهایی واقعی و عملی، در یک سلسله مراتب مبتنی بر پیچیدگی ساختار عناصر اساسی، یا پیچیدگی ساختار کنشها (به منزله کوچکترین واحد رفتار) در نظر گرفته شود و برای ایجاد سطح مناسبی از تجرد هریک از آن پدیده‌ها (مدلسازی) تلاش شود» (بولدینگ، ۱۹۷۱، ص ۲۲).

همان طور که در نمودار ۱-۱ ملاحظه می‌شود، نظریه عمومی سیستمها بشدت از یافته‌های زیست‌شناسی (بیولوژی)، ریاضیات، اندام‌شناسی (فیزیولوژی)، و اقتصاد بهره می‌گیرد. زمینه اصلی مطالعه و قلمرو موضوعی آن، «پدیده رشد و تکامل» است و فرض اصلی آن، این است که فراگرد رشد و مراحل بعدی و نهایی آن (تکامل)، از یک الگوی یکسان تبعیت می‌کند؛ خواه رشد یک ارگانیسم واحد مطرح باشد، خواه رشد گروهی از ارگانیسمها، خواه رشد یک جامعه (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۲).

برای مثال، اقتصاددانانی را در نظر بگیرید که به نظریه عمومی سیستمها گرایش دارند و متمایل به تحلیل و پیش‌بینی فراگرد رشد یک شرکت یا تحلیل مسائل اقتصاد کلان هستند. آنها می‌توانند به جهان واقع بنگرند و مطالعات زیست‌شناسان را در مورد پدیده رشد ارگانیسمها و گروههای ارگانیکی، بررسی کنند. سپس دانش گرد آمده توسط زیست‌شناسان را برای تشریح و پیش‌بینی پدیده رشد اقتصادی به کار ببرند. این عمل اقتصاددانان مذکور، کاملاً قابل توجیه است؛ زیرا زیست‌شناسان و اقتصاددانان بسیار علاقه‌مند به تشریح و پیش‌بینی پدیده‌های دارای «رشد متعادل» که بنا به فرض، از طریق انواع فراگردهای رشد جزئی و تدریجی (از رشد خطی ساده تا رشد تصاعدی) ایجاد می‌شوند، هستند. علاوه بر این، هر دو گروه علاقه‌مند به پیش‌بینی و تنظیم شرایطی



نمودار ۱-۱. مشتأ و سیر تحول جنبش میان رشته‌ای در علوم (جهت حرکت یکپارچه)؛ بنابراین مقاطع ظهور این علوم از نظر تاریخی نیست، بلکه مؤید این معنی است که روشهای تحلیل و اکتشاف این علوم، در این مسیر به سمت تفکر سیستمی جهت گرفته‌اند (شوردریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۱)

برای اجتناب از «رشد نامتعادل» - مانند رشد بیش از حد جمعیت موجودات یا رشد کم و انقراض نسل موجودات کمیاب (از نظر زیست‌شناسان)، و پیدایش سریع تورم یا رکود (از نظر اقتصاددانان) - هستند. بعلاوه، برای بررسی و تحلیل پدیده رشد، زبان واحدی به کار می‌رود؛ بدین ترتیب، اگر فراگرد رشد از نوع صعودی باشد - نظیر افزایش یک کمیت با درصد ثابتی نسبت به کل، در یک دوره زمانی معین - آنگاه برای مثال، فرمول محاسبه روند رشد یا محاسبه زمان دو برابر شدن جمعیت برای جمعیت‌شناسان، همانند فرمول محاسبه روند رشد پس‌اندازها و تشکیل سرمایه در بانک برای اقتصاددانان خواهد بود (راپوپورت، ۱۹۷۰، ص ۱۵-۲۵).

نکته قابل توجه آنکه مقصود از مباحث فوق، یکسانی فراگردهاست، نه یکسانی اشیاء یا چیزها؛ یعنی کسی مدعی آن نیست که میان پول و افراد تشابه وجود دارد، آنچه ادعا می‌شود این است که رشد صعودی جمعیت و پس‌انداز، از حیث کمی، ماهیت یکسانی دارد؛ یعنی جمعیتی که با نرخ هفت درصد در سال افزایش می‌یابد و سرمایه‌ای که سالی هفت درصد به آن افزوده می‌شود، هر دو با روندی یکسان (در یک مدت زمانی معین) «دو برابر» می‌شوند. به طور کلی اهمیت نقش ساختار، ترتیب، و ماهیت فراگردهای هر سیستم در تعیین رفتار آن سیستم، به اندازه اهمیت نقش آنها در شکل‌شناسی سیستم و اجزای تشکیل‌دهنده آن است.

برای تشریح نحوه عمل رویکرد اول، در قالب نظریه عمومی سیستمها، می‌توان از مثال ذیل استفاده کرد: پژوهشگری که به بررسی پدیده رشد و تکامل علاقه‌مند است، به پیمایش موارد ذیل در علوم مختلف می‌پردازد:

۱. شناسایی شباهتهای موجود در پدیده‌های مورد مطالعه در هر علم؛
 ۲. ساختن یک مدل برای تبیین شباهتهایی که حداقل میان دو حوزه علمی وجود دارند؛

۳. ارائه و پیشنهاد روشی برای تشریح و پیش‌بینی پدیده رشد (بلو برگ، سادورسکی و یودین، ۱۹۷۷، ص ۱۶۱).

ویژگیهای نظریه عمومی سیستمها

ویژگیهای برشمرده شده برای نظریه عمومی سیستمها، متعدد و متنوع هستند. هدف نظریه عمومی سیستمها، کشف قوانین و نظم ذاتی انواع پدیده‌هاست؛ از این رو، می‌توان

آن را سیالترین نظریه سیستمی به شمار آورد؛ زیرا در چهارچوب نظری آن، هیچ نظریه قاطعی^۱ ارائه نشده است.

ویژگیهای مرتبط و هماهنگ ذیل، مجموعاً با عنوان ویژگیهای نظریه عمومی سیستمها، به منزله یک سیستم نظری، شناخته می‌شوند. (البته ممکن است بتوان ویژگیهای دیگری نیز به آنها اضافه کرد):

۱. به هم پیوستگی و وابستگی اجزاء، ویژگیها، رخدادها، و مانند آن. هر نظریه سیستمی باید عناصر درون سیستم، کیفیت به هم پیوستگی آن عناصر و نحوه وابستگی اجزای تشکیل دهنده سیستم به یکدیگر را شناسایی و تبیین کند. عناصر ناپیوسته و مستقل، هرگز نمی‌توانند یک سیستم را تشکیل دهند.

۲. کل‌گرایی. رویکرد سیستمی، رویکردی تحلیلی و تجزیه مدار نیست که کل را به اجزای تشکیل دهنده آن بشکند و هر جزء آن را به طور جدا از هم مطالعه کند؛ این رویکرد، یک رویکرد کلی‌نگر است که کل را با همه اجزای تشکیل دهنده و به هم پیوسته و وابسته‌اش - که در تعامل با یکدیگرند - در نظر می‌گیرد؛ زیرا سیستم را باید یک کل تفکیک‌ناپذیر دانست، نه اجزایی که سرهم شده‌اند و یک کل را به وجود آورده‌اند.

۳. هدف‌جویی. سیستم از اجزایی متعامل تشکیل می‌شود. این تعامل به یک «حالت یا هدف نهایی» یا «وضعیت تعادلی» منجر می‌شود و فعالیتها را هدفدار می‌کند.

۴. ورودیها و خروجیها. همه سیستمها برای فعالیت در جهت کسب اهداف خود، به ورودیهای وابسته هستند. همچنین، همه سیستمها خروجیهای تولید می‌کنند که در سایر سیستمها مورد نیاز هستند. در سیستم بسته، ورودی یک بار و برای همیشه تعیین می‌شود؛ ولی در سیستمهای باز ورودیهای بیشتری، به دفعات از محیط پذیرفته می‌شوند.

۵. تبدیل. در همه سیستمها، ورودی به خروجی تبدیل می‌شود؛ یعنی هر چیزی که وارد یک سیستم می‌شود، تغییر پیدا می‌کند و توسط سیستم تعدیل می‌شود؛ به طوری که شکل خروجی آن با شکل اولیه‌اش (ورودی) تفاوت خواهد داشت.

۶. مقابله با بی‌نظمی و کھولت (آنروپی). این کلمه ریشه در ترمودینامیک دارد و

1. doctrine

۲. برای مثال حتی در اتم به مثابه بسته‌ترین سیستم قابل تصور، در ابتدای شکل‌گیری، نوعی ورودی در نظر گرفته شده و پس از طی یک فراگرد طولانی و تکراری، (در صورت شکستن) یک خروجی خواهد داشت.

بیانگر حالتی است که همه عناصر سیستم در حداکثر بی‌نظمی قرار دارند و سیستم رو به از هم گسیختگی و نابودی پیش می‌رود. به این ترتیب، برای سیستمهای باز، مفهوم حداکثر بی‌نظمی یعنی مرگ. حداکثر آنتروپی در یک سازمان رسمی، یعنی نداشتن اطلاعات کامل برای اداره سیستم یا حداکثر وضعیت بی‌سامانی. برای اینکه یک سیستم به حیات خود ادامه دهد، باید بتواند با چنین وضعیتی مقابله کرده، آنتروپی را مهار کند.

۷. تنظیم. سیستم مجموعه‌ای از اجزای به هم پیوسته و به هم وابسته است. این اجزاء باید به گونه‌ای تنظیم شوند که به کسب هدفهایی معین بینجامند. تحقق این امر در سازمانها، متضمن هدفگذاری و تعیین فعالیتهایی است که به کسب هدف منجر می‌شوند؛ بدین ترتیب، فراگرد برنامه‌ریزی و کنترل شکل می‌گیرد. کنترل متضمن وجود یک طرح اولیه برای انجام عملیات است تا بتوان براساس آن، هرگونه انحراف از عملیات را ثبت و آن را اصلاح کرد. برای اعمال یک برنامه کنترلی اثربخش، وجود بازخور ضرورت دارد.

۸. سلسله مراتب. هر سیستم، معمولاً کل پیچیده‌ای است که از خرده سیستمهای کوچکتری تشکیل می‌شود؛ ضمن آنکه خودش خرده سیستمی برای سیستمهای بزرگتر به شمار می‌آید. به این ترتیب سلسله مراتبی از سیستمها قابل تصور است.

۹. جداسازی. در سیستمهای پیچیده، واحدهای تخصصی متعددی برای انجام وظایف تخصصی سیستم ایجاد می‌شوند؛ یعنی یکی از ویژگیهای موجود در همه سیستمها این است که وظایفشان برحسب اجزای تشکیل دهنده آنها قابل تفکیک و جداسازی است. ۱۰. هم پایانی. در سیستمهای باز از وضعیتهای آغازین متفاوت می‌توان به یک

حالت نهایی معین رسید؛ یعنی هر حالت و نتیجه نهایی، ممکن است از مسیرهای گوناگونی قابل حصول باشد (لیترر، ۱۹۶۹، ص ۳-۶).

با توجه به ویژگیهای فوق، می‌توان یک شرکت، یک بیمارستان، یا یک دانشگاه را به منزله یک سیستم در نظر گرفت و آن را از ابعاد متعدد بررسی کرد.

علم کنترل و ارتباطات (سایرنتیک)

علم کنترل و ارتباطات در حیوان و ماشین، اندکی پیش از نظریه عمومی سیستمها مطرح شد. این علم نیز ماهیتی میان رشته‌ای دارد و از علوم مهندسی (بویژه نظریه کنترل از طریق بازخور و خودتنظیمی)، کامپیوتر، ریاضیات، ارتباطات از راه دور، و فیزیولوژی

بهره‌ وافر برده است تا اصول و قوانینی کلی را تنظیم کند که بتوان براساس آنها، پدیده‌ کنترل و ارتباطات را خواه در موجودات زنده و خواه در سیستمهای بیجان، بررسی و مطالعه کرد (آشی، ۱۹۶۰، ص ۲). نوربرت وینر - از پایه گذاران اصلی این علم - آن را علم کنترل و ارتباطات در حیوان و ماشین نامیده است. علم کنترل و ارتباطات، از برخی جنبه‌ها با علم هندسه قابل مقایسه است؛ بدین لحاظ، رابطه علم کنترل و ارتباطات با سیستمهای مکانیکی، الکترونیکی، عصبی، اجتماعی، و اقتصادی را مشابه رابطه علم هندسه با موجوداتی نظیر سنگ، درخت، و حیوان می‌دانند (وینر، ۱۹۶۱، ص ۲)؛ زیرا علم هندسه چهارچوبی ارائه می‌دهد که بیانگر ارتباط هندسی اشیای جهان و همگونیهای ظاهری آنهاست، و علم کنترل و ارتباطات نیز الگویی ارائه می‌دهد که همه سیستمهای دارای عامل کنترل را - خواه سیستمهای ماشینی و مصنوعی و خواه سیستمهای طبیعی - با یکدیگر مقایسه، و ارتباط میان آنها را کشف می‌کند.

کاربرد «نظریه عمومی سیستمها» و «علم کنترل و ارتباطات» در سازمانها

«رویکرد سیستمی» یا کاربرد نظریه عمومی سیستمها و علم کنترل و ارتباطات، بتدریج در مطالعه سازمانهایی که به دست انسان ساخته شده بودند، رایج شد. در واقع، پژوهشگران و نظریه پردازان، علاقه‌مند به بررسی مسأله رشد (پیدایش) و تکامل سازمان بودند. هرچند در نظریه عمومی سیستمها نیز به مسأله رشد و تکامل سیستمها پرداخته می‌شود، اما دانشجویان و علاقه‌مندان به مطالعه سازمان و مدیریت تمایل بیشتری به بررسی جنبه‌های کنترلی سازمان دارند. آنها به تعریف، توصیف، و پیش‌بینی توان سازمان (سیستم) در حفظ عملکرد واقعی و کنترل خروجیهای خود، در محدوده‌ای معین، علاقه‌مند هستند.

علم کنترل و ارتباطات به مسأله کنترل خرده سیستمها و ارتباطات درون سیستمها می‌پردازد. گاهی در نگرشی به مفهوم کلان سازمان، جامعه نیز به منزله یک سازمان در نظر گرفته می‌شود، و تعریف جامعی از جامعه، با تأکید بر مفهوم «یک سیستم پیچیده و انطباق‌پذیر» ارائه می‌شود (باکلی، ۱۹۶۷ و ۱۹۶۸، ص ۴۹۰-۵۱۳). در یک نگرش دیگر - بازهم با تأکید بر مفهوم کلان - سازمان به منزله یک خرده سیستم از

جامعه در نظر گرفته می شود و به اصطلاح «نظریه جدید سازمان» - با مضامینی مشابه نظریه عمومی سیستمها - مطرح می گردد.

در سطح خرد نیز استفاده از روشهای پژوهش عملیاتی، بر به کارگیری رویکرد سیستمی در سازمان دلالت دارد. در این زمینه چرچمن، آکف، و آرنوف تلاش کردند که ابعاد سیستمی تحقیق در عملیات را تا حد امکان روشن سازند. آنان در مقدمه کتاب تحقیق در عملیات نوشته اند که هدف از پژوهش عملیاتی، یافتن راههای «جامع و سیستمی» برای حل مسائل متنوع است (چرچمن، آکف و آرنوف، ۱۹۵۷، ص ۱).

تحقیق در عملیات، بر انجام عملیات ضروری برای دستیابی به هدفهای معین (از پیش تنظیم شده) سازمان تأکید دارد. متخصصان تحقیق در عملیات، ابتدا به تجزیه و تحلیل عمیق فعالیتهای سازمانی قابل اندازه گیری و قابل مشاهده مبادرت می کردند؛ ولی تحولات بعدی، آنها را به سمت کمی کردن، انجام محاسبات ریاضی، و کامپیوتری کردن عملیات (به جای گسترش مبانی مفهومی تحقیق در عملیات) متمایل ساخت.

پژوهشگران نظامگرا می توانند با استفاده از نظریه عمومی سیستمها و پیمایش در دنیای واقعی و کشف شباهتهای موجود در میان پدیده ها، مدلی برای آنها ارائه کنند و پس از آن به جمع آوری اطلاعات بپردازند. مدیران نیز می توانند براساس نظریه عمومی سیستمها، مدلی را برای کل سازمان خود تهیه کنند. همچنین پزشکی که می خواهد متخصص بیومکانیک شود، می تواند به همین شیوه عمل کند.

خلاصه اینکه در نتیجه این جنبش میان رشته ای در میان دانشمندان - که به قول بولدینگ با توسعه «زمینه های کلی» همراه بود - تقاضای فوق العاده ای برای تکنولوژیهای اخذ، ارزیابی، ذخیره سازی، و انتقال اطلاعات ایجاد شد؛ به طوری که گاهی این تحول در تکنولوژی اطلاعاتی را انقلاب صنعتی دوم می نامند. به هر حال، در اینجا فقط نقش تکنولوژی اطلاعاتی در به کارگیری رویکرد سیستمی، مدنظر قرار دارد.

یک سیستم اطلاعاتی مدیریت، شبکه ای از اطلاعات است که برای فراهم آوردن اطلاعات دقیق، در زمان مناسب و با کمترین هزینه، طراحی می شود و مشتمل بر بخشهای اساسی ذیل است:

۱. یک مدل از جریان اطلاعات - که از مبادی معین به مقاصد معین امتداد دارد

(با توجه به نظریه عمومی سیستمها)؛

۲. یک کامپیوتر - که ابزار پردازش اطلاعات است؛

۳. یک نرم افزار - که برای ترجمه مدل مبتنی بر نظریه عمومی سیستمها، به یک زبان قابل درک برای کامپیوتر به کار می رود.

علی رغم اینکه تجزیه و تحلیل سیستم باید مبتنی بر به کارگیری رویکرد سیستمی باشد (تا بتوان به طراحی و استقرار سیستمهای اطلاعاتی مدیریت مبادرت کرد)، بیشتر تلاشهایی که با این مقصود آغاز می شوند، صرفاً به کامپیوتری کردن مدل مفهومی سیستم می انجامند. به کارگیری علم کنترل و ارتباطات در حل مسائل صنعتی، پویایی صنعتی نامیده می شود که نخستین بار به وسیله جی فورستر، استاد دانشگاه ام. آی. تی.^۱ مطرح شد. هدف از این کار، آن است که سازمانها را با تأکید بر پویایی صنعتی، به طور اثربخش تری در نظر گرفته، مدیریت کنند (روبرتز، ۱۹۷۱، ص ۴۱۵).

در اوایل دهه هشتاد، فورستر و همکارانش پویایی صنعتی را برای مطالعه بزرگترین سیستم قابل تصور، یعنی «اکوسیستم جهانی» به کار گرفتند. این مطالعه را - که تحت نظارت باشگاه ژم^۲ انجام شد - می توان بلندپروازانه ترین طرح به کارگیری رویکرد سیستمی به حساب آورد (میدوز و دیگران، ۱۹۷۱، ص ۲۲).

مطرح شدن علم کنترل و ارتباطات در مدیریت، توسط بیر، بر کاربرد دیگری از رویکرد سیستمی در مسائل صنعتی دلالت دارد که به مقایسه پیوسته و خودکار برخی از ویژگیهای رفتاری یا متغیر سیستم (سازمان)، با یک استاندارد معین می پردازد و با فعالیت مستمر و خودکار بازخور همراه است (بیر، ۱۹۶۸، ص ۲۴۲).

به این ترتیب، روابط میان تفکر سیستمی، نظریه عمومی سیستمها، علم کنترل و ارتباطات، و رویکرد سیستمی به شرح ذیل قابل توضیح است:

۱. تفکر سیستمی نحوه نگرش جدیدی برای مطالعه پدیدههای طبیعی به مثابه یک سیستم، به شمار می آید؛

۲. نظریه عمومی سیستمها بر به کارگیری تفکر سیستمی، با توجه به مسائل رشد و تکامل تأکید دارد؛

1. M.I.T

۲. Club of Rome: یک سازمان بین المللی غیررسمی، برای مطالعه کلی جهان.

۳. علم کنترل و ارتباطات بر به کارگیری تفکر سیستمی، با توجه به مسائل کنترل و ارتباطات تأکید دارد؛

۴. رویکرد سیستمی بر نحوه به کارگیری «نظریه عمومی سیستمها» و «علم کنترل و ارتباطات» در مسائل صنعتی و اجتماعی دلالت دارد.

طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان پیچیدگی

هزاران سال است که آدمی در اندیشه طبقه‌بندی پدیده‌هاست. به طوری که انسانهای نخستین نیز گیاهان و جانوران را به گروه‌های «مفید یا مضر»، و «قابل استفاده یا غیرقابل استفاده» طبقه‌بندی می‌کردند. ارسطو با شناسایی تعداد هزار و چند حیوان و گیاه، آنها را رده‌بندی کرد. طرح رده‌بندی ساده‌ای که ارسطو ارائه داد، حیوانات را به سرخ خون (مهره‌داران) و غیر سرخ خون (بی‌مهرگان)، و گیاهان را (براساس اندازه و ظاهر آنها) به علفها، گیاهان بوته‌دار، و درختان تقسیم می‌کرد. این طرح تا قرن هجدهم - یعنی هنگام مطرح شدن اندیشه لزوم طبقه‌بندی اجزاء و عناصر پدیده‌ها توسط لیناوس^۱ - مورد استفاده بود (شودریک و دیگران، ۱۹۷۵، ص ۲۲).

هر طرح طبقه‌بندی، هرچند هم که قراردادی باشد، با یک هدف ذهنی ویژه تنظیم می‌شود. دانش‌آموزان را می‌توان بر مبنای میزان توانایی آنها، آب و هوا را می‌توان براساس درجه گرما و میزان بارندگی، و کتابها را می‌توان بر مبنای تخیلی بودن و واقعی بودن، طبقه‌بندی کرد. در همه این طبقه‌بندیها، مبنایی برای طبقه‌بندی مدنظر قرار می‌گیرد و نظمی در طرح طبقه‌بندی ایجاد می‌شود که به مطالعه پدیده‌های مشابه نیز کمک می‌کند. طبقه‌بندی سیستمها را نیز می‌توان بر مبنای عوامل متعددی انجام داد. یکی از این عوامل «میزان پیچیدگی» است.

بولدینگ سلسله مراتبی را برای طبقه‌بندی سیستمهای گوناگون ارائه داده است. در این سلسله مراتب، میزان پیچیدگی سیستمهای هر سطح، از سیستمهای سطح پیشین بیشتر است، و قوانین سطوح پیشین در سطوح بعدی نیز صدق می‌کند؛ در حالی که سطوح بعدی، هریک خصوصیات خاصی دارند که طبقات پیشین فاقد آنها هستند (بولدینگ، ۱۹۷۱، ص ۲۰-۲۸). این سطوح عبارتند از:

۱. سطح ساختارهای ایستا - این سطح، سطح چهارچوبها نیز نامیده می شود، مانند نقشه یک زمین یا یک نمودار سازمانی.

۲. سطح سیستمهای متحرک ساده - در این سطح که سطح ساعت گونه ها نیز نامیده می شود، حرکاتی از پیش تعیین شده مشاهده می شود، مانند حرکت دوچرخه، حرکت موتورهای بخار، و حرکت منظومه شمسی. بیشتر نظریه های علوم فیزیک، شیمی، و اقتصاد در این سطح قرار می گیرند.

۳. سطح سیستمهای سایبرنتیکی - یا سطح ساز و کارهای کنترل خودکار و خودتنظیم که می توانند تعادل خود را حفظ کنند، مانند ترموستات و موشکهای قاره پیما. در این سطح، رفتار سیستم هدفجوست، ولی نمی تواند تغییر هدف بدهد. در این سیستمها، ارتباط و کنترل، لازمه حفظ تعادل سیستم و ادامه عملیات در مسیر از پیش تنظیم شده است. نکته مهم این است که عمل ارتباط (مثل انتقال درجه حرارت در ترموستات) و کنترل (از طریق قطع و وصل جریان) توسط خود سیستم و بدون دخالت عوامل خارجی انجام می گیرد.

۴. سطح سیستمهای باز، سیستمهای خودکفا، و سیستمهای قادر به تولید مثل - این طبقه به سیستمهای یاخته ای یا سلولی که مرز جدایی موجود زنده از جماد هستند، اختصاص می یابد.

۵. سطح سیستمهای تکاملی رُستنی، نظیر گیاهان - در این سطح شکل ساده ای از تقسیم کار بین سلولها مشاهده می شود. همچنین در دوره زندگی سیستمهای مورد نظر در این سطح، مراحل مشخصی به صورت تکوینی برنامه ریزی شده اند.

۶. سطح سیستمهای حیوانی - سیستمهای این سطح، از تحرک و خودآگاهی بیشتری برخوردارند و دارای گیرنده های اطلاعاتی مخصوصی نظیر چشم و گوش بوده، از سیستم اعصاب و مغز نیز برخوردار هستند؛ بنابراین قادرند که اطلاعات را گرفته، تعبیر و تفسیر کرده، و نسبت به آن واکنش مناسب نشان دهند.

۷. سطح سیستمهای انسانی - این سیستمها خودآگاه هستند؛ در واقع سیستمهای این سطح، مخلوقات هستند که بر «توان کسب آگاهی خود» وقوف دارند؛ یعنی انسان «می داند که می تواند بداند». انسان علاوه بر هدف جو بودن، کمال جو نیز هست؛ و به دنبال مطلوبهایی است که رسیدن به آنها مشکل و گاهی محال است.

سطوح ۱، ۲، ۳	سطوح ۴، ۵، ۶	سطح ۷	سطح ۸	سطح ۹
علوم طبیعی و فیزیکی	علوم زیستی و حیاتی	علوم رفتاری	علوم اجتماعی	علوم ماوراء الطبیعه
فیزیک، شیمی، زمین شناسی، و غیره.	زیست شناسی، گیاه شناسی، جانور شناسی، و غیره.	مردم شناسی، علوم سیاسی، روانشناسی، جامعه شناسی، و غیره.	علوم رفتاری، کاربردی، اقتصاد، مدیریت، و غیره.	فلسفه، خداشناسی، و غیره.
مصادیق و نمونه‌ها	فقه، فلسفه، ادب، تاریخ، هنر، ورزش، بازی، و غیره.	انسانها، سازمانها و نهادهای اجتماعی	انسانها، سازمانها و نهادهای اجتماعی	همه سیستمهای ناشناخته
انواع سیستمها	سیستمهای بیجان سیستمهای بازخور (اعم از کامل و ناقص)	سیستمهای زنده سیستمهای باز	سیستمهای ناشناخته	سیستمهای ناشناخته

نمودار ۱-۲ طبقه بندی سیستمها

۸. سطح سیستمهای اجتماعی - این سطح شامل سیستمهای سازمانی می شود. این سیستمها تحت تأثیر عواملی نظیر ارزشها، نقشها، تاریخچه، فرهنگ، و آثار هنری قرار دارند. این دسته از سیستمها، در شمار پیچیده ترین سیستمهای شناخته شده قرار می گیرند. واحد تشکیل دهنده این گونه سیستمها، انسان نیست، بلکه نقشی است که انسان در سیستم اجتماعی بازی می کند؛ برای مثال در یک اداره، از میان سه نفر که کار معینی را انجام می دهند، یک نفر به خاطر دریافت حقوق، دیگری به خاطر علاقه به کار و شغل خود، و سومی به خاطر خدمت به مردم کار می کند؛ بدین ترتیب گرچه کار آنها یکسان است، ولی هریک نقشهای متفاوتی را اجرا می کنند (باکلی، ۱۹۶۷، ص ۴۹۰-۵۱۳).

۹. سطح سیستمهای ماوراءالطبیعه، نمادی، و مجرد دنیای ناشناخته‌ها - این سیستمها در مرتبه‌ای قرار دارند که گیرنده‌های اطلاعاتی بشر، قادر به گرفتن اطلاعات از آنها نیست و انسان از طریق دانش توانسته است به آنها راه یابد؛ از این رو ماهیت پدیده‌ها و حوادثی مانند مرگ برای او مبهم مانده است (هرچند مکتبهای توحیدی با اعتقاد به وحی و ارتباط انبیا با ماوراءالطبیعه و سرای دیگر، توانسته‌اند اطلاعاتی را فراتر از محدوده قدرت علم بشر در اختیار وی قرار دهند).

سه سطح اول که مشتمل بر سیستمهایی فیزیکی و مکانیکی هستند، با علوم «طبیعی - فیزیکی» سر و کار دارند. سه سطح بعدی از سیستمهای بیولوژیکی تشکیل شده‌اند و قلمرو زیست‌شناسی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، و پزشکی محسوب می‌شوند. سیستمهای سه سطح آخر نیز با علوم انسانی، اجتماعی، رفتاری، هنر، و مذهب سر و کار دارند. شواهد تجربی و پیشرفتهای نظری در نظریه سیستمها، حکایت از آن دارند که سیستمهای «طبیعی - فیزیکی»، «زیستی»، و «اجتماعی - فرهنگی»، رابطه‌ای به هم پیوسته دارند و به ترتیب پدیدار شده‌اند (نیکولاس، ۱۹۹۲، ص ۵۴). هرچند مدیریت عمدتاً با سیستمهای سطوح هفتم و هشتم ارتباط دارد، ولی برای تحقق هدفها، نتایج، و تنظیم فراگردها از سیستمهای سطوح دیگر نیز استفاده می‌کند (نمودار ۱-۲).

تأثیر نظریه عمومی سیستمها بر مطالعه سازمانها

کاربرد اصول نظریه عمومی سیستمها در تحلیل فراگرد تجسم و طراحی اهداف، ساختار کارها، ساز و کارهای کنترل، محیط، وابستگی و تعامل اجزاء، مرزها، خرده سیستمها، ورودیها، فراگرد تبدیل، و خروجیها اهمیت بیشتری می‌یابد؛ در واقع فقط از طریق شناخت آگاهانه سازمان به منزله یک سیستم است که مدیر می‌تواند بر پیچیدگی سازمانی که باید آن را اداره کند، واقف شود؛ بنابراین ذکر برخی از مزایای بالقوه تفکر سیستمی برای مدیران مفید خواهد بود. این مزایا عبارتند از:

۱. تفکر سیستمی، خطر محدود شدن نگرش مدیر به یک وظیفه را برطرف کرده، او را مجبور می‌سازد تا سایر خرده سیستمهایی که تأمین‌کننده ورودیها یا استفاده‌کننده از خروجیهای سیستم (سازمان) تحت مدیریت او هستند را شناسایی کند. بسیاری از سیستمها (سازمانها) از محصولات و خدمات سایر سیستمها (سازمانها) - نظیر سازمانهای حسابرسی، بانکها، نمایندگیهای کارگزاری بورس، مؤسسات مشاوره‌ای، تأمین‌کنندگان مواد اولیه، و غیره - استفاده می‌کنند. شناسایی این سیستمها (سازمان) یا

خرده سیستمهای خارجی، برای سازمان ضرورت دارد؛ زیرا سازمان به همکاری بسیاری از سیستمهای موجود در خارج از مرزهای خود (سیستم سازمانی) نیاز دارد.

۲. تفکر سیستمی این امکان را برای مدیر ایجاد می‌کند تا هدفهای خود را مرتبط با مجموعه هدفهای کلان سازمان در نظر بگیرد؛ زیرا مدیر موظف است که علاوه بر تلاش برای تحقق هدفهای خود، نحوه تلفیق آنها با هدفهای گسترده سیستم سازمانی را نیز شناسایی کند. مدیر باید بداند که جمع هدفهای هر سطح سازمانی، از مجموع هدفهای سطح قبلی بیشتر - یا با آن برابر - است. اگر اهداف مذکور به این صورت در نظر گرفته شوند، توجه همگان به وابستگی متقابل کارهایی که فرد فرد اعضای سازمان انجام می‌دهند، جلب می‌شود.

۳. تفکر سیستمی این فرصت را برای سازمان ایجاد می‌کند تا خرده سیستمهایش را به گونه‌ای ساختار دهد که با اهداف خودش سازگار باشند؛ یعنی سازمان می‌تواند با بهره‌گیری از تفکر سیستمی، از مزایای تخصص‌گرایی و تفکیک در درون سیستم و خرده سیستمهایش برخوردار شود؛ زیرا با در نظر گرفتن سازمان به مثابه یک سیستم، این واقعیت به ذهن متبادر می‌شود که به منظور تأمین نیازهای گوناگون سیستم، باید بخشهای تشکیل دهنده سازمان را به گونه‌ای طراحی کرد که کسب هدف آنها، اثربخشی مجموعه سازمان را به همراه داشته باشد.

۴. تفکر سیستمی با در نظر گرفتن مدل سیستم هدفمند، امکان ارزیابی سازمان و تعیین میزان اثربخشی خرده سیستمها را فراهم می‌سازد. به این ترتیب که در مدل مذکور سیستمها را با توجه به هدفهای مشخص آنها ارزیابی می‌کنند؛ زیرا مدل سیستم هدفمند مبتنی بر مفروضات ضمنی معینی است، نظیر اینکه: همه سازمانها هدفمند هستند؛ این هدفها قابل شناسایی هستند؛ و پیشرفت در مسیر تحقق آنها قابل سنجش و ارزیابی است. البته این مفروضات در بیشتر وضعیتهای فاقد استحکام کافی هستند؛ به طوری که استفاده از آنها امکانپذیر نیست (شودریک و دیگران، ۱۹۷۵، ص ۲۶).

خلاصه اینکه، تفکر سیستمی در طی سالیان طولانی، به منزله یک مرحله منطقی در سیر بهبود رویکرد آدمی به مطالعه پدیده‌های پیچیده، با تغییر از تأکید بر نگرش کلان به تأکید بر نگرش خرد و بازگشت به تأکید بر کلان‌نگری، شکل گرفت. با این تفاوت که در رویکرد کلان‌نخستین، بسیاری از جزئیات مربوط به مطالعات سطح خرد - که بعدها مورد توجه قرار گرفت - نادیده انگاشته می‌شد؛ در نتیجه، این جزئیات به صورت متمایز و جدای از یکدیگر در نظر گرفته می‌شدند؛ به طوری که نمی‌توانستند «معرف خوبی»

برای کارکرد کل سیستم باشند. در حالی که، در رویکرد کلان کنونی، اجزای تشکیل دهنده سیستم را در جایگاه مناسبی نسبت به یکدیگر در نظر می گیرند؛ به طوری که مطالعه تعاملهای طرفینی آنها و ارزیابی تأثیر این تعاملها بر کل سیستم و همچنین بررسی نحوه اثرگذاری متقابل سیستم و محیط امکانپذیر باشد.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل اول

سیستم	سیستم بسته
مدیریت	تفکر سیستمی
سازمان	نظریه عمومی سیستمها
یادگیری	علم کنترل و ارتباطات
سیستم باز	رویکرد سیستمی
پیچیدگی	تفکر تحلیلی تجزیه مدار

پرسشهای فصل اول

۱. رابطه میان سبک مدیریت و میزان معرفت انسانها را توضیح دهید.
۲. شاخصهای عمده مدیریتی در دوره‌های گوناگون بر چه اساسی شکل می گیرند؟
۳. نقش فلسفه و علم در شناخت پدیده‌ها چیست؟
۴. تفکر تحلیلی تجزیه مدار را با تفکر سیستمی مقایسه کنید.
۵. هدف و کارکرد نظریه عمومی سیستمها چیست؟
۶. ویژگیهای نظریه عمومی سیستمها را بنویسید.
۷. نقش مطالعات میان رشته‌ای در شناخت پدیده‌ها چیست؟
۸. ماهیت علم کنترل و ارتباطات را توضیح دهید.
۹. کاربرد نظریه عمومی سیستمها و علم کنترل و ارتباطات در سازمانها چگونه است؟
۱۰. نقش طبقه‌بندی در مطالعه پدیده‌ها چیست؟
۱۱. تأثیر تفکر سیستمی را بر سازمان و مدیریت توضیح دهید.
۱۲. رابطه تفکر سیستمی، نظریه عمومی سیستمها، علم کنترل و ارتباطات، و رویکرد سیستمی را توضیح دهید.
۱۳. نحوه طبقه‌بندی سیستمها را براساس میزان پیچیدگی توضیح دهید.
۱۴. منظور از نسبی بودن مفهوم «باز بودن» و «بسته بودن» سیستمها چیست؟ توضیح دهید.

فصل دوم

مبانی سیستم

تعریف سیستم

واژه «سیستم» از علوم دقیقه، بویژه فیزیک، به علوم اجتماعی راه یافته است. فیزیک با ماده، انرژی، حرکت، و نیرو سروکار دارد که همگی قابل سنجش بوده، از قوانینی معین پیروی می‌کنند. به همین دلیل، در فیزیک «سیستم» را با واژگانی بسیار دقیق و در قالب یک مدل ریاضی - که بر وجود روابط معینی میان متغیرها دلالت دارد - تعریف می‌کنند. به هر حال، در علوم اجتماعی که با متغیرهایی بسیار پیچیده‌تر و اغلب چند بعدی سروکار دارند، این نوع تعریف کاربرد کمتری دارد. تعریفی که در اینجا ارائه می‌شود، یک تعریف کاربردی است. با وجود آنکه این تعریف غیرکمی است، ولی مانند آنچه که در علوم دقیقه مطرح می‌شود، تعریفی کاملاً دقیق و جامع است:

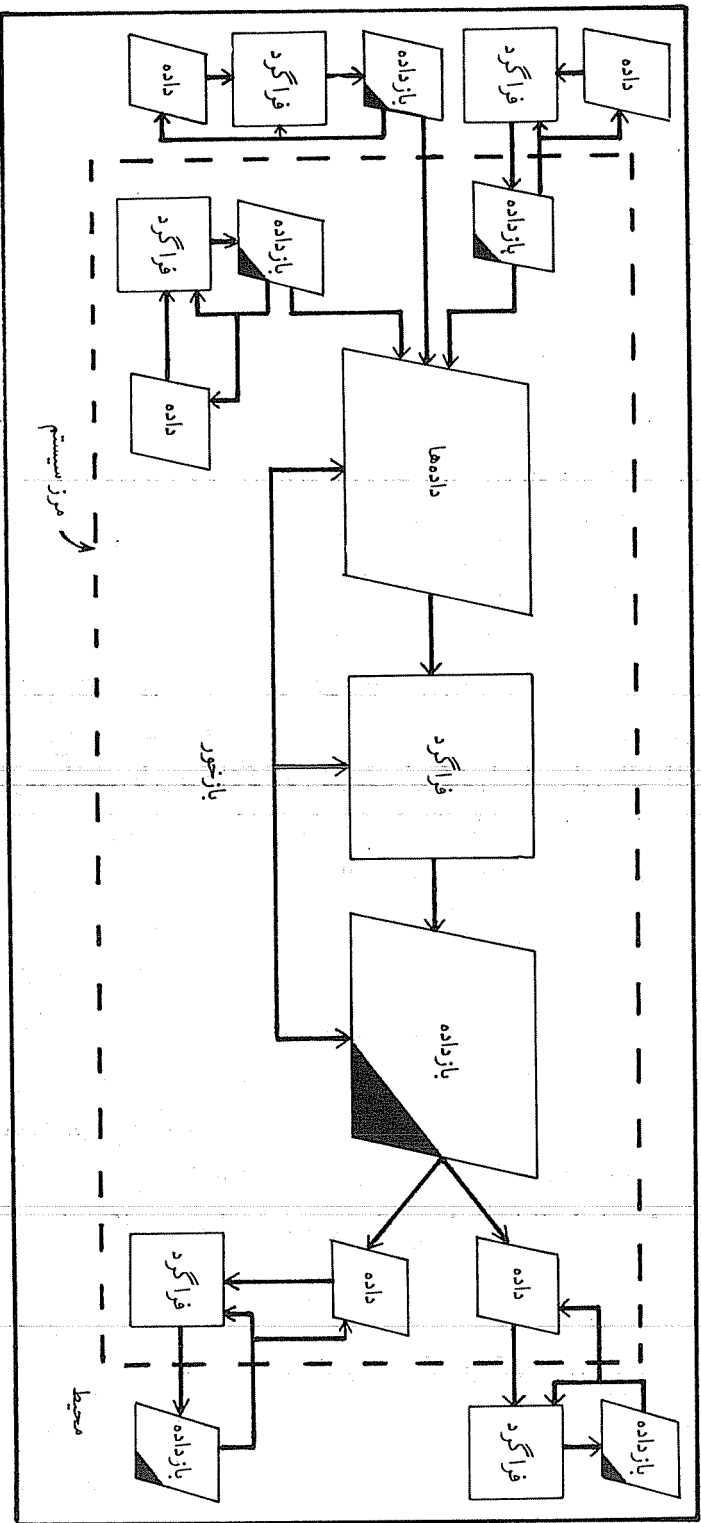
«سیستم، مجموعه‌ای از اجزاء و روابط میان آنهاست که توسط ویژگی‌هایی معین، به هم وابسته یا مرتبط می‌شوند و این اجزاء با محیطشان یک کل را تشکیل می‌دهند» (هال و فاگن، ۱۹۶۸، ص ۸۱). این تعریف دو ویژگی دارد:

۱. به اندازه کافی جامع است و کاربرد گسترده‌ای دارد؛
۲. به اندازه کافی ژرف‌نگری دارد؛ به گونه‌ای که همه عناصر لازم برای تمیز و شناسایی سیستمها را معرفی می‌کند.

برای رفع ابهام در مورد واژه‌های به کار رفته در تعریف فوق - یعنی اجزاء، روابط، ویژگی‌ها، محیط، و کل - در مباحث بعدی توضیح بیشتری ارائه خواهد شد.

نمایش هندسی سیستم

نمودار ۱-۲، یک سیستم باز را نشان می‌دهد. نخستین نکته‌ای که در این نمودار جلب توجه می‌کند، آن است که ورودی هر سیستم، خروجی سیستمی دیگر است و خروجی هر سیستم نیز ورودی سیستمهای دیگر محسوب می‌شود.



نمودار ۱-۱ سیستم باز

قسمتهای هاشور زده در باز داده ها مبین آن است که همیشه میزان باز داده های سیستم از نظر کثرتی، از داده ها کمتر است؛ هر چند که ممکن است باز داده ها ارزش افزوده ای پیدا کنند که به موجب آن نقصان کمیت آنها جبران شود.

نکته دوم، آن است که به دو دلیل، خط متمایزکننده سیستم از محیط (یعنی مرز سیستم) به صورت نقطه چین است: اولاً، چنین خطی بر تبادل مستمر انرژی یا اطلاعات میان سیستمهای باز و محیط آنها دلالت دارد؛ در واقع، مرز سیستم، مانند پرده سلول، بخش بیرونی را به بخش درونی آن متصل می‌کند؛ ثانیاً، محل واقعی مرز سیستم کم و بیش قراردادی است و به وسیله طراح ساختار سیستم، معین می‌شود. طراح ابتدا مرزی را برای سیستم در نظر می‌گیرد؛ سپس بررسی می‌کند که در درون سیستم چه می‌گذرد و برحسب فراگرد داخلی سیستم، مرز دیگری را برای آن ترسیم می‌کند.

نکته سوم، آن است که بخش کنترل مستقر در خروجی یا خانه پردازش نمودارهای سنتی^۱، در نمایش هندسی فوق حذف شده و وظیفه کنترل به سیستم بازخور محول شده است.

نکته دیگر آنکه، خطوطی که عناصر سیستم را به یکدیگر و سیستم را به محیط آن پیوند می‌دهند، بیانگر وجود روابط متقابل بین آنها هستند (بلانچارد و فابریکی، ۱۹۹۰، ص ۲۲-۲۴).

در اینجا برای درک بهتر مفهوم سیستم، واژه‌های مهم به کار رفته در تعریف آن توضیح داده می‌شوند: عناصر سیستم، روابط، و ویژگیها.

عناصر سیستم

عناصر هر سیستم همان اجزای تشکیل‌دهنده (یا رخدادهای قابل توصیف) آن هستند. البته بسیاری از این عناصر، خودشان یک سیستم به حساب می‌آیند؛ برای مثال، یک کلاس درس را می‌توان سیستمی متشکل از دانشجویان، استاد، میز، کتاب، و غیره دانست؛ در حالی که دانشجویان و اساتید نیز سیستمهای بسیار پیچیده‌ای هستند که از سیستمهای متعددی تشکیل شده‌اند. هنگامی که بتوان عنصری از یک سیستم را به منزله سیستمی جداگانه در نظر گرفت، آن عنصر، «خرده سیستمی» از سیستم بزرگتر تلقی می‌شود. هر خرده سیستم نیز - به منزله یک سیستم - ممکن است از خرده سیستمهای دیگری تشکیل شده باشد. همان طور که ذکر شد فقط رخدادهای قابل توصیف را به منزله عناصر شناخته شده سیستم به شمار می‌آوریم و هنگامی که نتوانیم درون و

۱. براساس نمودارهای سنتی، کنترل فقط بر خروجیهای سیستم اعمال می‌شود.

محتوای یک خرده سیستم را شناسایی کنیم، آن را «جعبه سیاه» می‌نامیم. جعبه‌های سیاه، عناصر ضروری اولیه یا اتمهای تشکیل دهنده یک سیستم هستند (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۷). با یک نگرش ایستا، عناصر هر سیستم، همان بخشهایی هستند که سیستم را شکل می‌دهند؛ در حالی که با یک نگرش کارکردی، بخشهایی که وظایف اساسی سیستم را برعهده دارند، عناصر آن سیستم هستند؛ به این ترتیب عناصر یک سیستم، عبارتند از:

۱. ورودیها؛
۲. فراگرد (خانه پردازش)؛
۳. خروجیها؛
۴. بازخور کنترلی.

۱. ورودیها

ورودی یک سیستم ممکن است ماده، انرژی، انسان، محصول، خدمت، و اطلاعات باشد. ورودی، همان نیروی محرکه سیستم است که نیازهای عملیاتی آن را برطرف می‌کند. برای نمونه، ورودیهای مورد استفاده در برخی از سیستمها عبارتند از: مواد اولیه‌ای که فراگردهای تولیدی را به کار می‌اندازند؛ کارهای مشخصی که به وسیله افراد شاغل در یک سیستم اداری انجام می‌شوند؛ بحثهایی که در یک محیط آموزشی مطرح می‌شوند؛ یا منابع مالی و خدمات معینی که سایر سازمانها ارائه می‌کنند. ورودیهای متعدد یک سیستم، ممکن است از خروجیهای سیستمهای دیگر تأمین شوند. ورودیهای هر سیستم، به سه طبقه اساسی ذیل قابل تقسیم هستند:

الف) ورودیهای زنجیره‌ای؛

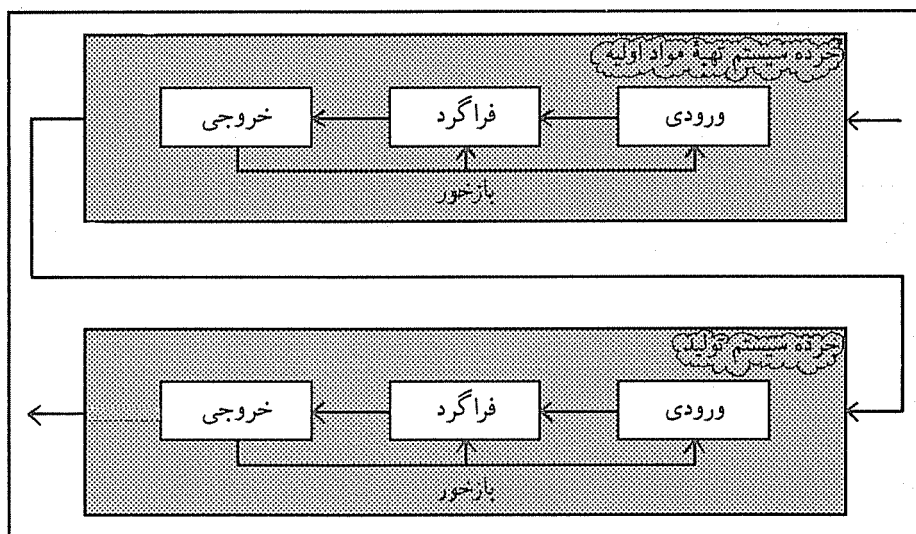
ب) ورودیهای تصادفی؛

ج) ورودیهای بازخور (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۳۲-۳۵).

الف) ورودیهای زنجیره‌ای. ورودی زنجیره‌ای، نوعی ورودی است که خودش نتیجه و خروجی سیستم دیگری است (مانند خروجی سیستم پیش‌بینی که ورودی برخی سیستمهای دیگر - نظیر سیستم طراحی محصول - است) که با سیستم موردنظر به طور زنجیره‌ای یا مستقیم مرتبط است. شناسایی و مطالعه این نوع ورودیها آسان است و مشکل زیادی را برای تحلیلگر ایجاد نمی‌کند؛ زیرا عدم وجود (قطع روند ورود) آن فوراً احساس می‌شود؛ مانند قطع روند حرکت در داخل سیستم. ورودیهای زنجیره‌ای یا

به هم پیوسته را «زوجی مستقیم» یا «ورودیهای متصل» نیز می‌نامند. برای مثال، نمونه ساده‌ای از ورودیهای زنجیره‌ای یک سازمان تولیدی، به شرح ذیل قابل تصور است:

یک سازمان تولیدی را به منزله یک سیستم تبدیل تصور کنید. این سیستم با استفاده از سه عامل «انسان»، «مواد» و «پول»، محصولات قابل فروش خود را تولید می‌کند. این فراگرد تبدیل از طریق تعامل تعداد زیادی از خرده سیستمها - که هریک دارای فراگرد خاصی برای تبدیل مواد هستند - صورت می‌پذیرد؛ به طوری که خروجی هریک از این خرده سیستمها، ورودی خرده سیستمهای دیگری را فراهم می‌آورد. نمودار ۲-۲، تعامل میان دو خرده سیستم را نشان می‌دهد. خرده سیستم تولید، عهده‌دار تبدیل فیزیکی است و برای انجام این کار به چندین ورودی نیاز دارد. یکی از این ورودیها، مواد اولیه است که کمیت و کیفیت آن، بازدهی سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.



نمودار ۲-۲ ورودیهای زنجیره‌ای یا به هم پیوسته

خروجی خرده سیستم تهیه مواد اولیه، ورودی خرده سیستم تولید است. این ورودی، یک ورودی زنجیره‌ای است؛ زیرا دو خرده سیستم را به طور مستقیم به هم مرتبط می‌کند.

ورودی زنجیره‌ای یک سازمان تولیدی، ممکن است از یک خرده سیستم محیطی گرفته شود؛ برای مثال، خرده سیستمهای محلی، فراهم کننده عمده منابع انرژی مورد نیاز در فراگرد تولید (مانند آب و برق) هستند. در میان سازمانهای خدماتی نیز

می‌توان نمونه‌هایی مانند بانک یا بیمارستان را ذکر کرد که برق و آب آنها به وسیله کارخانه برق منطقه‌ای و سازمان آب تأمین می‌شود؛ بنابراین، سیستمهای مذکور برای تأمین ورودیهای مورد نیاز خود، به طور مستقیم با یک یا چند سیستم دیگر مرتبط می‌شوند. **ب) ورودیهای تصادفی.** وجود ورودیهای تصادفی (در مفهوم آماری آن)، بر وجود ورودیهای بالقوه برای یک سیستم دلالت دارد. سیستم، ورودیهای خود را از میان خروجیهای خرده سیستمهای گوناگون موجود انتخاب می‌کند؛ به این ترتیب، می‌توان هریک از خروجیهای سیستمهای دیگر را به مثابه یک ورودی محتمل برای سیستم مورد بررسی، در نظر گرفت. در نتیجه، برای هریک از ورودیهای بالقوه سیستم مورد نظر، با توجه به درجه همبستگی میان نیازهای سیستم و ویژگیهای هریک از ورودیهای بالقوه در دسترس، یک احتمال وقوع - بین «صفر» و «یک» - معین می‌شود. به این ترتیب، انتخاب واقعی سیستم مذکور با توجه به توزیع احتمال و شاخص تصمیم‌گیری سیستم، قابل پیش‌بینی است.

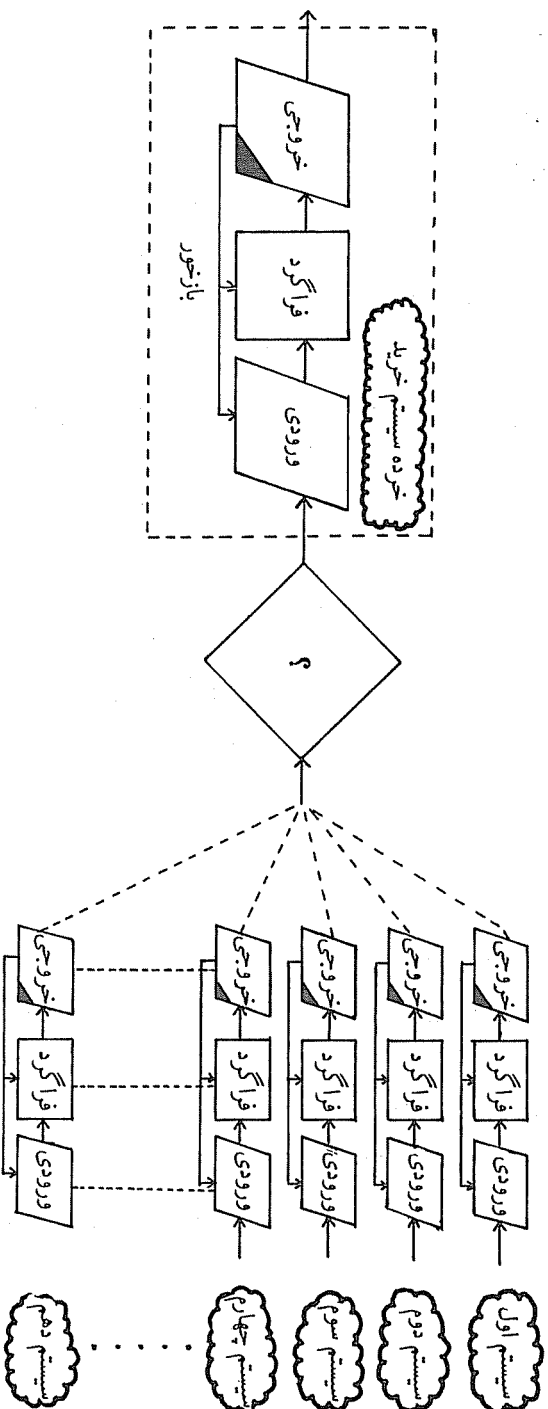
ورودیهای تصادفی، جالبترین نوع ورودی برای مطالعه تحلیلگران هستند؛ زیرا برخلاف ورودیهای زنجیره‌ای، تشخیص حضور یا عدم حضور ورودیهای تصادفی دشوار است؛ در حالی که گاهی حتی بیشتر از خود عملیات سیستم، بر درجه کیفیت محصول یا کارایی سیستم اثر می‌گذارند.

نمودار ۲-۳، شمایی از ورودیهای تصادفی را در «خرده سیستم خرید» یک سازمان نشان می‌دهد که هدفش، تضمین ورودیهای لازم (مانند مواد اولیه، لوازم دفتری، و ماشینها) برای فراگرد تبدیل سیستم اصلی است. در سمت راست این نمودار، منابع موجود برای تأمین این ورودیها - ورودیهای سیستم خرید - ترسیم شده‌اند. هیچ یک از این منابع برای تأمین ورودی خرده سیستم مذکور، حق انحصاری ندارند.

سیستم خرید ترسیم شده در سمت چپ نمودار مذکور، باید برای تأمین ورودی خود، خروجی یکی از سیستمهای موجود را انتخاب کند؛ بنابراین در مقام تصمیم‌گیری و انتخاب از میان شماری از سیستمها قرار می‌گیرد - این وضعیت تصمیم‌گیری با یک لوزی و علامت سؤال داخل آن نشان داده شده است. خرده سیستم خرید، براساس اطلاعات موجود خود از مختصات خرده سیستم تولید، درجه کیفیت محصول، سرعت و نحوه ارائه خدمات، و تجربیات کلی حاصل از سابقه همکاری با هریک از تأمین‌کنندگان مواد اولیه، یک فهرست ترجیحی در مورد آنها تنظیم می‌کند. این فهرست

تأمین کنندگان مواد اولیه

(سیستمهای تأمین کنندهای که در دسترس هستند)



نمودار ۴-۳ ورودیهای تصادفی یک خرده سیستم خرید

ترجیحی بیانگر میزان رضایت نسبی واحد خرید، از هریک از تأمین کنندگان مواد اولیه است. برای ارزیابی این اطلاعات و انتخاب راه کارهای مطلوب، از فنون متداول تحقیق در عملیات و روشهای مقداری تصمیم گیری استفاده می شود تا درجه مطلوبیت خروجیهای یک سیستم، برای استفاده به مثابه ورودی یک سیستم دیگر، معین شود.

ج) ورودیهای بازخور. برخی از ورودیهای یک سیستم، در واقع بخشی از خروجیهای قبلی همان سیستم هستند. این نوع ورودیها را بازخور می نامند. بازخور فقط نشان دهنده بخش کوچکی از خروجی یک سیستم است که برای نشان دادن تفاوت میان وضع مطلوب (دستیابی به هدف) و وضع موجود (عملکرد واقعی سیستم)، در نظر گرفته می شود. میزان انحراف از هدف، از طریق فرمول ذیل محاسبه می شود:

$IG - AP = \pm d$	➔	$IG =$ هدف مورد نظر $AP =$ عملکرد واقعی $d =$ انحراف
-------------------	---	--

در صورتی که تحلیلگر رفتار سیستم، با یک ورودی بازخور مواجه شود، دانستن موارد ذیل برای وی جالب خواهد بود: دلیل وجود این ورودی بازخور؛ مقدار آن؛ نشانه آن؛ و تأثیر و ارزش احتمالی آن برای سیستم.

۲. فراگرد (خانه پردازش)

در فراگرد سیستم، ورودی به خروجی تبدیل می شود. ممکن است عواملی نظیر ماشین، انسان، سازمان، کامپیوتر، مواد شیمیایی، و مانند آن انجام دهنده عمل تبدیل در فراگرد یک سیستم باشند. تحلیلگران همواره مترصد آن هستند که نحوه تبدیل ورودی به خروجی را در فراگرد سیستم شناسایی کنند. هنگامی که نحوه این تبدیل مشخص باشد، فراگرد را «جعبه سفید» می نامند. معمولاً فراگردها یا خانه های پردازش، توسط مدیران طراحی می شوند. با وجود این، در بیشتر موارد فراگرد تبدیل کننده ورودی به خروجی بتفصیل شناخته شده نیست؛ زیرا فراگرد تبدیل بسیار پیچیده است و نحوه تلفیق ورودیها یا ترتیب تنظیم آنها در آن، ممکن است به تولید خروجیهای متفاوتی بینجامد. در این حالت فراگرد را «جعبه سیاه» می نامند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۳۵).

این فراگرد ممکن است یک خط تولید باشد که مجموعه‌ای از ورودیها را به یک خروجی تبدیل می‌کند (مانند خط تولید اتومبیل)، یا ممکن است یک واحد جداسازی باشد که یک ورودی را به تعداد زیادی از خروجیها تبدیل می‌کند (مانند کارگاه بسته‌بندی گوشت). بسیاری از مدیران سازمانهای بزرگ، توان تشخیص روابط موجود میان اجزای متعدد تشکیل‌دهنده سازمان خود را ندارند؛ به همین دلیل نمی‌توانند عوامل مؤثر در کسب هدف آن را شناسایی کنند؛ برای مثال، اگر هدف سیستم کسب سود باشد و عملکرد واقعی نیز در حد مطلوبی به کسب سود انجامیده باشد، مدیر باید بتواند مقتضیات و شرایط منجر شده به این نتیجه را معین کند؛ یعنی باید بداند که این میزان سود نتیجه چیست و کدامیک از عوامل ذیل موجب موفقیت و دستیابی به هدف شده است: نحوه بسته‌بندی محصول؛ کیفیت آن؛ مسیرها و نحوه توزیع کالا؛ کیفیت ارائه خدمات پس از فروش؛ شهرت سازمان؛ نحوه تبلیغ؛ قیمت پایین؛ طراحی مطلوب محصول؛ یا عواملی دیگر. مدیران در بیشتر فعالیتهای خود به فراگردهای تبدیل ورودی به خروجی می‌پردازند؛ ولی تعیین و شناسایی تفصیلی همه این فراگردها امکانپذیر نیست؛ به همین دلیل، بخشی از این فراگردها را به منزله «جعبه‌های سیاه» در نظر می‌گیرند. یک واقعیت کنجکاوی برانگیز این است که در بنیان هر سیستم، ناشناخته‌های بسیاری وجود دارد که تحلیلگران و مدیران، آنها را تشخیص می‌دهند، ولی تصمیم می‌گیرند که آنها را روشن نسازند؛ زیرا «مصلحت نیست که از پرده برون افتد راز».

۳. خروجیها

خروجیهای یک سیستم نیز مانند ورودیهای آن، ممکن است نوعی ماده، انرژی، محصول، خدمت، و اطلاعات باشد؛ نظیر کاربرگهای کامپیوتری (خروجی یک سیستم اطلاعاتی)، برق تولید شده (خروجی یک نیروگاه برق)، و افراد آموزش دیده (خروجی یک سیستم آموزشی). معمولاً فراگردهای تبدیل، بیش از یک نوع خروجی دارند. این خروجیها را می‌توان به سه دسته طبقه‌بندی کرد:

دسته اول خروجیهایی هستند که به طور مستقیم توسط سیستمهای دیگر مصرف می‌شوند؛ برای مثال، خروجی اصلی یک شرکت تولیدی، برای مصرف یا پردازش بیشتر در اختیار مشتریان شرکت قرار می‌گیرد. یک بیمارستان یا واحد آموزشی نیز خدمات خود را به طور مستقیم به ارباب رجوع ارائه می‌دهد. در واقع، هدف همه

سیستمها به حداکثر رساندن این نوع خروجی است. معمولاً نسبت این نوع خروجی به کل ورودیها را کارآیی می‌نامند.

دسته دوم خروجیهایی هستند که در فراگرد تولید همان سیستم، در مرحله بعد مصرف می‌شوند. گاهی اوقات نیز ضرورت دارد که محصولات معیوب خروجی، دوباره به فراگرد تولید بازگردانده شوند؛ برای مثال، در فراگرد تولید شیشه لازم است که مقداری خرده شیشه به مواد اولیه ساخت شیشه افزوده شود. همچنین خروجی خرده سیستم حسابداری بانک یا بیمارستان، علاوه بر برآورده ساختن انتظارات سهامداران و دستگاههای نظارتی، برای بهبود و اصلاح عملکرد سیستم بانک یا بیمارستان نیز به کار می‌رود.

دسته سوم خروجیها برای خود سیستم یا سایر سیستمها قابل استفاده نیستند، بلکه ضایعاتی دور ریختنی هستند که وارد سیستم اکولوژیکی می‌شوند. همه سیستمها برای به حداقل رساندن این نوع خروجی تلاش می‌کنند؛ به طوری که کنترل ضایعات (خروجیهای دسته سوم)، یکی از مهمترین معضلات سازمانهای معاصر است.

۴. بازخور کنترلی

بازخورها، ابزار ایجاد تعادل در سیستم هستند (سیلر، ۱۹۸۷، ص ۱۲). در مباحث قبلی، مطالب مختصری در مورد «ورودیهای بازخور» ذکر شد. در مباحث بعدی نیز تحت عنوان «حلقه بازخور» و «بازخور به مثابه ابزاری برای کنترل» توضیحات بیشتری در این مورد ارائه خواهد شد.

روابط

مسیرهای ارتباطی عناصر سیستم با یکدیگر را «روابط» می‌نامند. در سیستمهای پیچیده‌ای که هر عنصر آن یک خرده سیستم (یا یک جعبه سیاه) به شمار می‌آید، اصطلاح «روابط» بر مسیرهای پیونددهنده خرده سیستمها دلالت دارد. با وجود آنکه هر رابطه وضعیتی منحصر به فرد دارد، همه روابط را باید در بافت عناصر سیستم بررسی کرد. به طور کلی روابط موجود در عالم واقع، در یکی از سه طبقه ذیل جای می‌گیرند:

۱. روابط حیاتی (منطقی)؛^۱

۲. روابط هم‌نیروزایی (مراوده‌ای)^۱؛
 ۳. روابط مکرر لازم (موقتی یا زمانی)^۲ (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۸).

۱. رابطه حیاتی

رابطه حیاتی، رابطه‌ای است که در صورت قطع آن، سیستمهای وابسته به آن نمی‌توانند به وظیفه خود عمل کنند. در برخی از موارد رابطه حیاتی یک سویه است و در یک جهت جریان دارد؛ در حالی که در برخی از موارد رابطه حیاتی دو سویه است؛ برای مثال، رابطه حیاتی میان یک انگل گیاهی و گیاه میزبان یک سویه است؛ زیرا انگل نمی‌تواند بدون گیاه میزبان به حیات خود ادامه دهد، ولی گیاه میزبان، بدون وجود انگل نیز می‌تواند زنده بماند؛ اما رابطه حیاتی میان خرده سیستمهای تولید و فروش دو سویه است؛ زیرا اگر فروش متوقف شود، ادامه تولید کاری عبث است؛ و اگر تولید متوقف شود، کالایی برای فروش ارائه نمی‌شود؛ بنابراین یک رابطه حیاتی دو سویه میان این دو خرده سیستم برقرار است. علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد «روابط حیاتی»، پژوهشگران علاقه کمی به آنها نشان می‌دهند؛ زیرا چنین تصور می‌شود که به طور نسبی، شناسایی و تشریح این روابط، کار آسانی است.

۲. رابطه هم‌نیروزایی

وجود رابطه «هم‌نیروزایی» از حیث کارکردی ضرورت ندارد، ولی به طور قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد سیستم تأثیر می‌گذارد. «هم‌نیروزایی» در اثر «اقدام تلفیقی» ایجاد می‌شود. در متون علمی سیستمها، واژه هم‌نیروزایی بر مفهومی متفاوت با «تلاش صرف و مبتنی بر همکاری و تشریک مساعی» دلالت دارد (شوتن، ۱۹۷۲، ص ۱۴-۲۷). رابطه هم‌نیروزایی، رابطه‌ای است که در صورت وجود آن، با همکاری و تشریک مساعی مجموعه‌ای از خرده سیستمهای نیمه مستقل، خروجی و بازده کل سیستم، بیش از جمع بازده‌ها و خروجیهای هریک از خرده سیستمها - در حالتی که تنها و مستقل عمل می‌کنند - خواهد شد؛ یعنی هم‌نیروزایی موجب می‌شود که حاصل تلاش جمعی دو عنصری که برای مثال هریک «دو واحد» نیرو دارند، چیزی بیش از «چهار» شود.

1. synergistic (transactional)

2. redundant (temporal or time)

در صورت وجود رابطه هم نیروزایی داریم: « $4 > 2 + 2$ »؛ برای مثال، « $5 \Rightarrow 2 + 2$ ».

مصادیق متعددی برای رابطه هم نیروزایی در طبیعت و همچنین در علوم یافت می‌شود. بویژه در شیمی موارد متعددی قابل مشاهده است؛ به طوری که یکی از صاحب‌نظران می‌گوید: «هم نیروزایی اساس علم شیمی است» (فولر، ۱۹۷۷، ص ۱۵). همچنین در علوم اداری و بازرگانی، مواردی وجود دارد که بر اهمیت رابطه هم نیروزایی دلالت می‌کند؛ برای مثال، سازمانی را در نظر بگیرید که می‌خواهد فروش خود را ده درصد افزایش دهد. این سازمان دو راهبرد برای این منظور دارد:

۱. پنج میلیون تومان بر هزینه تبلیغات بیفزاید تا براساس نظر واحد بازاریابی، پنج درصد بر میزان فروش افزوده شود؛

۲. پنج میلیون تومان بودجه را به جذب و استخدام نیروی انسانی اختصاص دهد تا به موجب آن بیست درصد به تعداد نیروی انسانی واحد فروش افزوده شود. چنین برآورد می‌شود که در این صورت پنج درصد بر میزان فروش افزوده خواهد شد.

مدیران سازمان تصمیم می‌گیرند که هر دو راهبرد را اجرا کنند؛ به این ترتیب که نخست مبادرت به افزایش تبلیغات کنند و سپس بر تعداد فروشندگان بیفزایند تا در مجموع ده درصد بر میزان فروش افزوده گردد؛ در حالی که اجرای توأم این دو راهبرد ممکن است به دوازده درصد افزایش در فروش بینجامد؛ یعنی میزان فروش، دو درصد بیش از میزان افزایش برنامه‌ریزی شده، افزایش یابد. در این صورت می‌توان گفت که این دو درصد در اثر «رابطه هم نیروزایی تبلیغات و خدمات فروش» ایجاد شده است.

۳. رابطه مکرر لازم (موقتی یا زمانی)

رابطه مکرر و لازم، بر تکرار یا بیان دیگری از روابط موجود، دلالت دارد. هدف از این تکرار، افزایش قابلیت اعتماد (اعتبار) است؛ زیرا وجود روابط مکرر و لازم، احتمال عدم توقف سیستم و استمرار فعالیت آن را افزایش می‌دهد. هرچه این گونه روابط بیشتر باشند، قابلیت اعتماد به سیستم بیشتر می‌شود، ولی هزینه آن نیز افزایش می‌یابد. از روابط مکرر و لازم (یا روابط پشتیبانی) به وفور در مجموعه ساخته‌های بشری استفاده می‌شود؛ برای مثال، در طراحی سیستمهای مورد استفاده فضاپیماها، ماهواره‌ها، و هواپیماها، با استفاده از روابط مکرر تلاش می‌شود که عملیات سیستم در همه وضعیتهای بالقوه، ایمن گردد.

با توجه به اینکه اطلاعات حاصل از مشاهده، بشدت متکی به میزان توان و تجربیات مشاهده گر هستند، نمی توانند اطلاعاتی یقینی به شمار آیند؛ لذا استفاده از این گونه اطلاعات، باید با در نظر گرفتن اصل عدم اطمینان^۱ باشد؛ برای مثال، اقتصاددانان در جستجوی تبیین روابط اقتصادی، بازاریابها مترصد بررسی رابطه خرید و مصرف، و متخصصان سیستمهای اطلاعاتی نیز به دنبال کشف روابط مبتنی بر تبادل اطلاعات هستند. روابط مکرر، از طریق محدود کردن رفتار عناصر به آن گونه رفتارهایی که بیشترین سهم را در کسب هدف دارند، به تحقق اهداف سیستم کمک می کنند.

هدف از وضع قوانین در جوامع بشری آن است که رفتارهای معینی را مجاز و رفتارهایی را نیز ممنوع کنند. دفترچه راهنمای رویه های سازمانی نیز به همین منظور تهیه می شود؛ به این ترتیب، روابط مجاز به طور صریح در این دفترچه راهنما ذکر می شوند؛ ولی گاهی اوقات این روابط به صورت نانوشته و ضمنی، و در عین حال به نحوی بسیار مشهود، رواج می یابند؛ نظیر ضوابط ضمنی حاکم بر نحوه لباس پوشیدن افراد یک سازمان (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۴-۸).

ویژگیها

خواص اجزاء، عناصر، و روابط درون هر سیستم را ویژگیهای آن سیستم می نامند. شناخت، مشاهده، و معرفی هر چیز به منزله یک فراگرد، با استفاده از ویژگیهای آن صورت می پذیرد؛ برای نمونه، یک ماشین دارای ویژگیهای ذیل است:

۱. شماره معین؛

۲. ظرفیت ورودی و خروجی معین، بر حسب واحد زمان؛

۳. جریان الکتریکی معین؛

۴. عمر فنی؛

۵. عمر مفید (از حیث صرفه اقتصادی) و مانند آن.

به این ترتیب، می توان ویژگیها را به دو نوع کلی تقسیم کرد: الف) ویژگیهای توصیفی؛ ب) ویژگیهای همراه.

1. principle of uncertainty

ویژگیهای توصیفی، ویژگیهایی هستند که یک موجودیت را آن گونه که هست توصیف می‌کنند؛ ولی ویژگیهای همراه، ویژگیهایی هستند که مطرح شدن یا مطرح نشدن آنها، برای توصیف جنبه‌های موردنظر از یک موجودیت، تفاوتی نداشته باشد. تقسیم‌بندی ویژگیهای عناصر سیستم به «توصیفی» و «همراه»، برای مدیری که مایل به طراحی و استفاده از یک سیستم است، کاربردهای بسیار سودمندی دارد؛ برای مثال، یک سازمان حمل و نقل را در نظر بگیرید که محصولاتی فاسد شدنی را به وسیله کامیونهای یخچالدار به مقصدهای گوناگون حمل می‌کند. این سازمان می‌خواهد با خریداری پنج کامیون یخچالدار جدید، آنها را جایگزین برخی از کامیونهای قدیمی خود کند یا بر تعداد کامیونهای خود بیفزاید. مدیر مسؤول خرید علاقه‌مند است که کامیونهای جدید ویژگیهای معینی داشته باشند؛ برای مثال، او می‌خواهد حداکثر ظرفیت حمل، سرعت، تناوب تعمیر، مصرف سوخت، و چند ویژگی فنی و اقتصادی دیگر هر کامیون را بداند. دانستن این ویژگیها، برای توصیف دقیق یک خودرو لازم است؛ از این رو، مختصات مذکور را ویژگیهای توصیف‌کننده کامیون می‌نامند. اما این کامیونها ویژگیهای دیگری نیز دارند که ممکن است در یک محدوده زمانی معین، قابل توجه و مهم به نظر نرسند؛ برای مثال، در ده سال گذشته به میزان آلودگی ناشی از موتور این کامیونها چندان توجه نمی‌شد؛ یعنی میزان آلوده‌سازی در شمار ویژگیهای همراه قرار می‌گرفت؛ در حالی که امروز، ویژگی میزان آلوده‌سازی هوا، یکی از مهمترین ویژگیهای توصیف‌کننده کامیون به شمار می‌آید و در شمار سایر ویژگیهای توصیفی (مانند ظرفیت، سرعت، و مصرف سوخت) قرار می‌گیرد. همچنین عکس این حالت نیز قابل تصور است؛ یعنی ممکن است ویژگیهای معینی از عناصر سیستم که توصیف‌کننده هستند، در آینده (یا در یک وضعیت دیگر) به منزله ویژگی «همراه» در نظر گرفته شوند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۳۸-۳۹).

پویایی سیستم

سیستمها در طی زمان تغییر می‌کنند. این تغییرات بر پویایی سیستم دلالت دارند؛ از این رو سیستمهای تغییرپذیر را سیستمهای پویا نیز می‌نامند. در واقع، روابطی که تعامل دو سوبیه عناصر، و همچنین تعامل عناصر با محیط را برای تعقیب هدفهای سیستم، محدود می‌سازند، منشأ اصلی این تغییرات هستند.

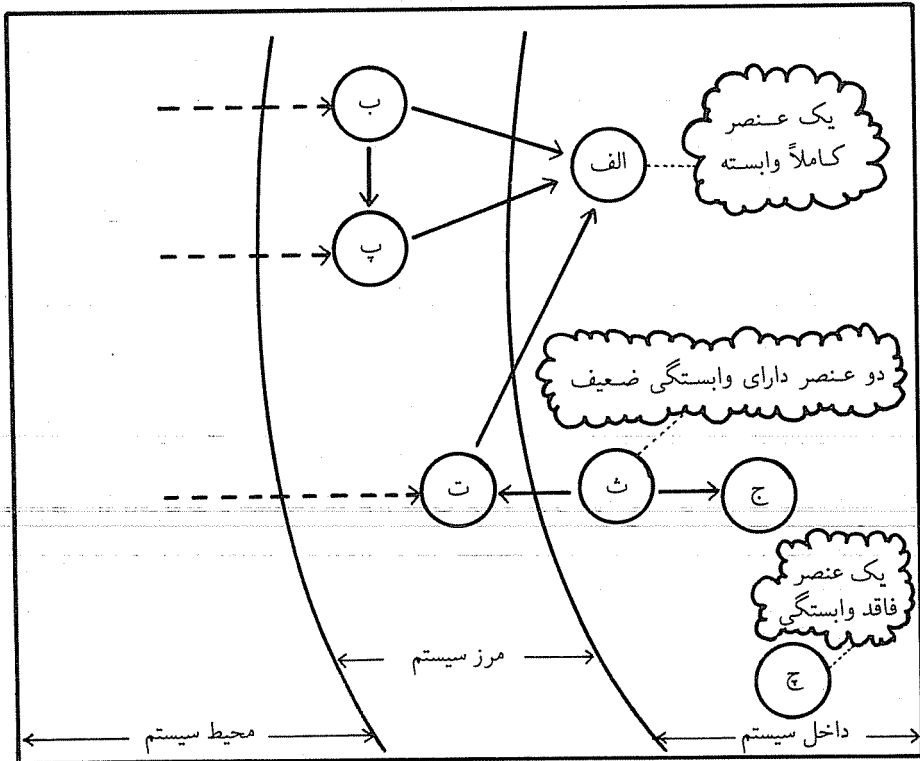
مرز سیستم

هرگاه پرسشی در مورد «محیط سیستم» مطرح می شود، در پاسخ سخن از «مرز سیستم» به میان می آید. مرز سیستم، مجموعه ای از عناصر سیستم است که علاوه بر عناصر درونی سیستم، عوامل دیگری نیز در تعیین رفتار آن مؤثر هستند؛ در واقع، رفتار عناصر درون هر سیستم تحت تأثیر محدودیتهایی است که از سوی همسایگان سیستم (در محیط خارجی) به آنها تحمیل می شود. البته عناصر موجود در طول مرزهای سیستم نیز نسبت به محیط خارجی واکنش نشان می دهند (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۱۰).

«مرز سیستم»، براساس یک تعریف عملیاتی، عبارت است از «یک خط منحنی بسته که دور متغیرهایی معین قرار دارد و در محدوده ای که از پیرامون این خط تا درون آن امتداد می یابد، میزان ارتباط و تبادل انرژی کمتر است». در واقع، «مرز» جداکننده سیستم از محیط آن است. البته معمولاً مرز سیستم را به صورت قراردادی و براساس متغیرهای موردنظر ترسیم می کنند. تحلیلگر می تواند مرز سیستم را به گونه ای تنظیم کند تا معلوم شود که «آیا متغیرهای معین موجود در محیط یا خارج از آن، به سیستم مربوط - یا نامربوط - هستند؟». قراردادی بودن مرز سیستم، الزاماً نامطلوب نیست؛ زیرا پژوهشگران و مقامات سازمانی، هر سیستم را از دیدگاه خود بررسی می کنند؛ همان طور که مدیران متمایل هستند که مسائل موردی را با دید تخصصی خود ارزیابی کنند. اهمیت چندانی ندارد که سیستم موردنظر یک تحلیلگر، از نظر دیگران، یک خرده سیستم از سیستمی بزرگتر قلمداد شود؛ ولی این امر که تحلیلگر بتواند میان عوامل سیستمی و عوامل محیطی تمایز روشنی قائل شود، حائز اهمیت فراوان است (چین، ۱۹۶۱، ص ۲۰۱-۲۱۴).

سیستم باید عوامل محیطی تحت نفوذ خود را کنترل و هدایت کند، و این مهم در مرز سیستم - که معمولاً جایگاه این گونه تلاشها و کشمکشهاست - عملی است. همان طور که در نمودار ۲-۴ ملاحظه می شود، رفتار عنصر «الف»، کاملاً تحت تأثیر عناصر «ب»، «پ»، و «ت» است؛ بنابراین تحلیلگر می تواند با کسب آگاهی درباره آنچه که «ب»، «پ»، و «ت» انجام می دهند، رفتار «الف» را پیش بینی کند؛ به این ترتیب، هرچند هم که روابط این سیستم پیچیده باشد، تحلیلگر می تواند به طور نسبی آن را تجزیه و تحلیل و شناسایی کند. ولی رفتار «پ»، شکل دیگری دارد. در واقع، عملکرد «پ»، علاوه بر عملکرد «ب»، به عملکرد محیط نیز بستگی دارد؛ برای مثال،

فرض کنید که واحد «پ»، مسئول نوشتن صورت کالا به مشتریان، و واحد «ب» مسئول تعیین قیمت هر واحد کالا باشد و کالای واقعی نیز به وسیله یک مشتری در خارج از سیستم، خریداری شود.



نمودار ۲-۴ مراتب وابستگی یک عنصر به رفتار سایر عناصر

نحوه و مقدار ارتباط رفتار یک عنصر به رفتار سایر عناصر، بر میزان «وابستگی» آن دلالت دارد؛ برای مثال در نمودار فوق، رفتار عنصر «الف» کاملاً وابسته است؛ رفتار عنصر «پ» وابستگی ضعیفی دارد؛ و رفتار عنصر «ب» وابستگی ندارد. بدیهی است که عناصر دارای وابستگی شدید، نمی توانند در مرز سیستم قرار گیرند؛ در حالی که عناصر فاقد وابستگی - یا دارای وابستگی اندک - معمولاً فقط در مرز سیستم یافت می شوند. تعیین میزان «وابستگی»، به میزان توانایی تحلیلگر و مشاهده گر در پیش بینی و تبیین رفتار یک عنصر بستگی دارد؛ بنابراین، «میزان عدم قطعیت»

نقش مهمی در تعیین جایگاه مرز سیستم دارد.

اصطلاح دیگری که در مباحث مربوط به «وابستگی» مطرح می‌شود، «زوجی بودن» است. سیستم زوجی، سیستمی است که عناصر آن به عناصر دیگری در همان سیستم وابسته باشند؛ به این ترتیب، اگر بیشتر عناصر یک سیستم به عناصر دیگر آن وابسته باشند، آن سیستم «زوجی شدید» نامیده می‌شود؛ ولی اگر بیشتر عناصر سیستم مذکور از هم مستقل باشند و فقط عناصر محدودی در آن تحت تأثیر یکدیگر باشند، آن سیستم را «زوجی ضعیف» می‌نامند. در واقع، فقط با بررسی چند عامل، می‌توان «زوجی شدید» را از «زوجی ضعیف» باز شناخت؛ ولی درجه زوجی بودن، از طریق بررسی تفصیلی تک تک عناصر سیستم تعیین می‌شود؛ زیرا هرچه در یک سیستم، «عدم وابستگی» یا «وابستگی کمتر» عنصر به عنصر، بیشتر محرز شود، می‌توان گفت که سیستم «زوجی ضعیف‌تری» است.

رفتار عناصر خارجی دور از «مرز سیستم» نیز تا حدودی قابل پیش‌بینی است؛ ولی این پیش‌بینی به میزان آگاهی سیستم از آن عناصر بستگی دارد. رفتار یک سیستم - برخلاف رفتار عناصر آن - تا حدی به محیط وابسته است؛ زیرا محیط همواره با سیستم سروکار دارد و اغلب بر آن اثر می‌گذارد. البته سیستم نیز به یکی از سه شیوه ذیل، در برابر محیط عکس‌العمل نشان می‌دهد: (۱) تعمیر و نگهداری؛ (۲) دفاع؛ (۳) رشد (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۱۱-۱۲).

۱. تعمیر و نگهداری

فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، کارهایی هستند که سیستم در درون مرز خود انجام می‌دهد و هدف از انجام آنها، حصول اطمینان از انجام صحیح وظایف، از راه‌های درست و مناسب است. فعالیت‌های «تعمیر و نگهداری»، دربرگیرنده موارد ذیل هستند:

(الف) شناسایی زمان وقوع مسأله؛

(ب) کسب دانش لازم برای حل مسأله؛

(ج) تأمین زمان و منابع لازم برای حل مسأله.

برخی از سیستم‌ها، واحدهایی تخصصی برای تعمیر و نگهداری دارند. تجزیه و تحلیل سیستم نیز در شمار وظایف تعمیر و نگهداری قرار می‌گیرد؛ زیرا

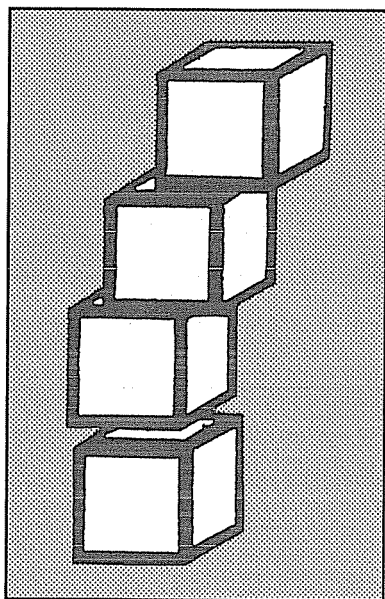
تجزیه و تحلیل سیستم، برای بهینه شدن عملیات و روان شدن نحوه فعالیت سیستم، انجام می‌شود.

۲. دفاع

هر سیستم هدفهایی دارد و ممکن است اهداف سیستمهای مختلف با هم در تضاد باشند؛ بنابراین، تلاش سیستمهای مختلف برای تحصیل منابع ضروری، تضادهایی را در میان آنها ایجاد می‌کند و به ایجاد رقابت بین آنها می‌انجامد. به این ترتیب که هر سیستم از دیدگاه سایر سیستمها به منزله یک «منبع» تلقی می‌شود؛ بنابراین، برای حفظ موجودیت خود، باید از خود دفاع کند. این فعالیتهای دفاعی در طول مرز سیستم یا نزدیک آن انجام می‌شوند.

وجود تلاشهای دفاعی، همواره حیاتی است. هنگامی که مرز یک سیستم بشکند، موجودیت آن به خطر می‌افتد و به نابودی تهدید می‌شود. هرچه یک سیستم از روابط زوجی شدیدتری برخوردار باشد، مرز آن برایش نقش حیاتی‌تری دارد؛ یعنی سیستمهای دارای روابط زوجی ضعیف، در برابر فشارها و تهدیدات احتمالی، از قابلیت تحمل بیشتری برخوردارند. در صورت شکستن مرز این سیستمها، ممکن است چند واحد فرعی آنها از بین بروند، ولی تمامیت آنها محفوظ می‌ماند؛ در حالی که سیستمهای دارای وابستگی زیاد، گاهی به موجب از دست دادن چند عامل مهم، یکباره در هم می‌پיچند؛ برای مثال، مجموعه مکعبهای برهم انباشته در نمودار ۲-۵، به مثابه یک سیستم دارای وابستگی زیاد، خیلی ضربه‌پذیر است. یکی از هدفهای عمده طراحی سیستمهای اطلاعاتی، ایجاد سیستمهای نسبتاً خود اتکاست؛ به طوری که سطوح دفاعی آنها به گونه‌ای مهیا شوند که شکست یک سطح دفاعی، برای کل سیستم فاجعه‌آمیز نباشد. همه سیستمها با مستحکم کردن عناصر مرزی خود در برابر تجاوز سیستمهای مجاور، از خود دفاع می‌کنند.

فعالیتهای دفاعی، علی‌رغم اینکه هزینه‌افزا هستند، به طور مستقیم به کسب هدفهای سیستم کمک نمی‌کنند؛ ولی وجود آنها برای سیستم ضرورت دارد؛ زیرا ممکن است سیستمهایی که نیازمند رشد هستند، سیستمهای بی‌دفاع را به منزله منابعی برای رشد خود در نظر بگیرند.



نمودار ۲-۵ سیستم ناپایدار (دارای وابستگی زیاد)

۳. رشد

رشد، سومین نوع فعالیت هر سیستم است که در مرز سیستم و مایورای آن انجام می‌شود. وقتی سیستم رشد می‌کند، به تعداد عناصر آن افزوده می‌شود. براساس تعریف سیستم، افزودن عناصر جدید، متضمن برقراری رابطه با آنهاست. این مفهوم در واژه «سازماندهی» نیز مستتر است؛ به این ترتیب، سیستمها با برقراری رابطه میان «عناصر درون خود» و «عوامل محیطی» رشد می‌کنند. رشد فیزیکی هنگامی تحقق می‌یابد که منابع اخذ شده از محیط به صورت مفیدی برای سیستم قابل استفاده شوند؛ خواه به مثابه یک ماده مغذی و

انرژی‌زا، خواه به مثابه مواد جایگزین، و خواه به مثابه یک واحد وظیفه‌ای یا خرده سیستم جدید. صرف غذا توسط انسان، تهیه لباس، ساخت خانه، ایجاد و استقرار کارخانه و غیره، همگی مصادیقی از تبدیل مواد خام، و سودمند ساختن آنها برای انسان هستند. البته باید به خاطر داشت که منابع مذکور، در زمان گذشته، یعنی قبل از آنکه در اختیار انسان قرار بگیرند، برای سیستمهایی که از آنها گرفته شده‌اند نیز مفید بوده‌اند. براساس اصول بوم‌شناسی، «هیچ چیز خام و بیفایده، در محیط وجود ندارد»؛ یعنی همه منابع موجود، در هر لحظه از زمان، هدفی را دنبال می‌کنند و این از خودخواهی انسان ناشی می‌شود که تصور می‌کند «مصارف خودش مهمتر از همه مصارف دیگر است».

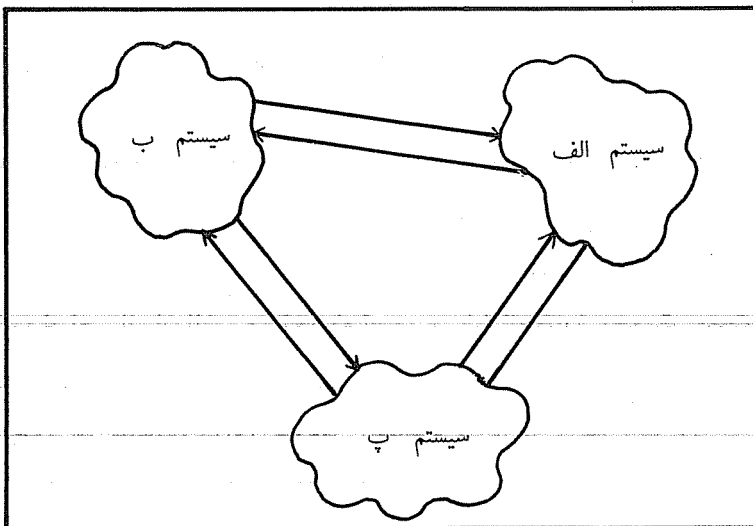
وجود هر سیستم، برای خودش اهمیت دارد. در واقع نگرش هر سیستم به خودش، مبتنی بر نوعی «خود را مهم دانستن» است. وجود این نگرش در سیستمهای خودآگاه، به انگیزه‌ای عمده برای رشد و دلیلی منطقی برای دفاع منجر می‌شود. فراگرد عملی رشد، دو سویه است و به تبادل منابع می‌انجامد. این حالت را در

نظریه عمومی سیستمها، حالت «تعادل نسبی» می‌نامند.

تعادل و تخصص‌گرایی

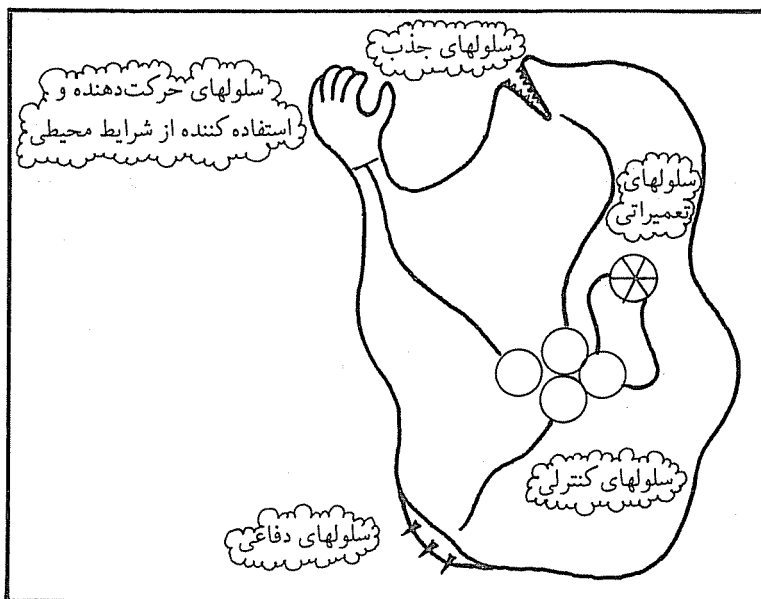
رشد سیستم، متضمن رقابت و تلاش سیستم برای دستیابی به منابع و دفاع از خود است. هنگامی که منابع مورد نیاز کمیاب هستند، رقابت برای تصاحب آنها شدید می‌شود؛ ولی هنگامی که منابع فراوانند، رقابت کمتری به وجود می‌آید. در محیطهای پیشرفته‌ای که همه منابع آنها در سیستمهای نظام‌یافته جذب شده‌اند، رقابت سازنده به صورت امری مستمر درمی‌آید؛ البته ممکن است همکاری نیز وجود داشته باشد که در قالب تبادل منابع میان سیستمها جلوه گر می‌شود.

نمودار ۲-۶، بر نحوه تبادل منابع میان سیستمها، در حالت تعادل نسبی دلالت دارد. تعادل نسبی به وضعیتی اطلاق می‌شود که سود و زیان سیستمهای رقیب، در مسیر دستیابی به تعادل، حالتی متقابل و دوسویه داشته باشد. رفتار سیستمهای رقیب تحت تأثیر برآیند این مبادله متعادل قرار دارد. اقدام سیستمها به تبادل در حالت تعادل را «داد و ستد» نیز می‌نامند. نحوه دستیابی سیستم به تعادل نسبی - که بر میزان فعالیت و میزان نوسان در اندازه و ثبات هریک از واحدهای آن دلالت دارد - به ماهیت این داد و ستدها بستگی دارد.



نمودار ۲-۶ تبادل منابع میان سیستمها، در حالت تعادل نسبی

تلاش برای کسب تعادل نسبی در مواجهه با یک محیط بزرگ و فعال، به شکل‌گیری واحدهایی تخصصی، به نام «سلول»، منجر می‌شود. نمودار ۲-۷، سیستمی را با سلولهای متخصص آن که در اثر مبادرت به فعالیتهای «تعمیر و نگهداری»، «رشد»، «کنترل»، و «دفاع» پدیدار شده‌اند، نشان می‌دهد.



نمودار ۲-۷. نمایی از سلولهای تخصصی

انواع سلولها

۱. سلولهای تعمیراتی

سلولهای تعمیراتی^۱، واحدهایی هستند که در امر تعمیر و نگهداری عناصر موظف در سیستم، تخصص دارند. این سلولها بسرعت به سوی محلی که خوب عمل نمی‌کند، حرکت می‌کنند و آن را تحت تعمیر و ترمیم قرار می‌دهند. سلولهای تعمیراتی بر دو نوع هستند: الف) سلولهای برقرار کنندهٔ یک رابطه. این نوع سلولهای تعمیراتی، رابطهٔ (داد و ستد) متوقف شده میان دو یا چند سلول را برقرار می‌کنند.

1. maintenance cells (M)

ب) سلولهای تثبیت‌کننده یک عنصر. این نوع سلولهای تعمیراتی، مبادرت به بازسازی عناصر متلاشی شده می‌کنند. در این حالت، ممکن است ابتدا عهده‌دار انجام کار سلول متلاشی شده شوند و سپس به نحو مقتضی آن را جایگزین کنند. همچنین ممکن است که سلول متلاشی شده را با مواد خامی که به همین منظور با خود می‌آورند، بازسازی کنند. گاهی نیز ممکن است از «سلولهای جایگزین پیش ساخته»، برای تعویض سلول متلاشی شده استفاده کنند.

۲. سلولهای دفاعی

سلولهای دفاعی^۱، واحدهایی هستند که به طور ویژه‌ای سخت و مقاوم شده‌اند تا بتوانند در برابر تحرکات بی‌نظم‌کننده سیستم در محیط، مقاومت کنند؛ زیرا بی‌نظمی موجب آزادسازی عناصر سیستم می‌شود و آنها را به منزله منابعی آزاد در اختیار سایر سیستمها قرار می‌دهد. سلولهای دفاعی، دو کار انجام می‌دهند:

الف) حفاظت از سیستم. یعنی با بهره‌گیری از توان مقاومتی که در خود ایجاد کرده‌اند، از فعالیتهای بی‌نظم‌کننده، جلوگیری می‌کنند. البته این مقاومت پس از مدتی کاهش می‌یابد و ممکن است به نابودی سلولهای دفاعی بینجامد.

ب) هشدار دادن به سیستم. برخی از سلولهای دفاعی با ارائه اطلاعاتی درباره خطر احتمالی برای سیستم، به آن هشدار می‌دهند. به این گونه سلولهای دفاعی، سلولهای حسی می‌گویند؛ زیرا سیستم را از تحرکات سیستمهای دیگر در محیط، آگاه می‌سازند و توان سیستم را برای مواجهه با آنها افزایش می‌دهند.

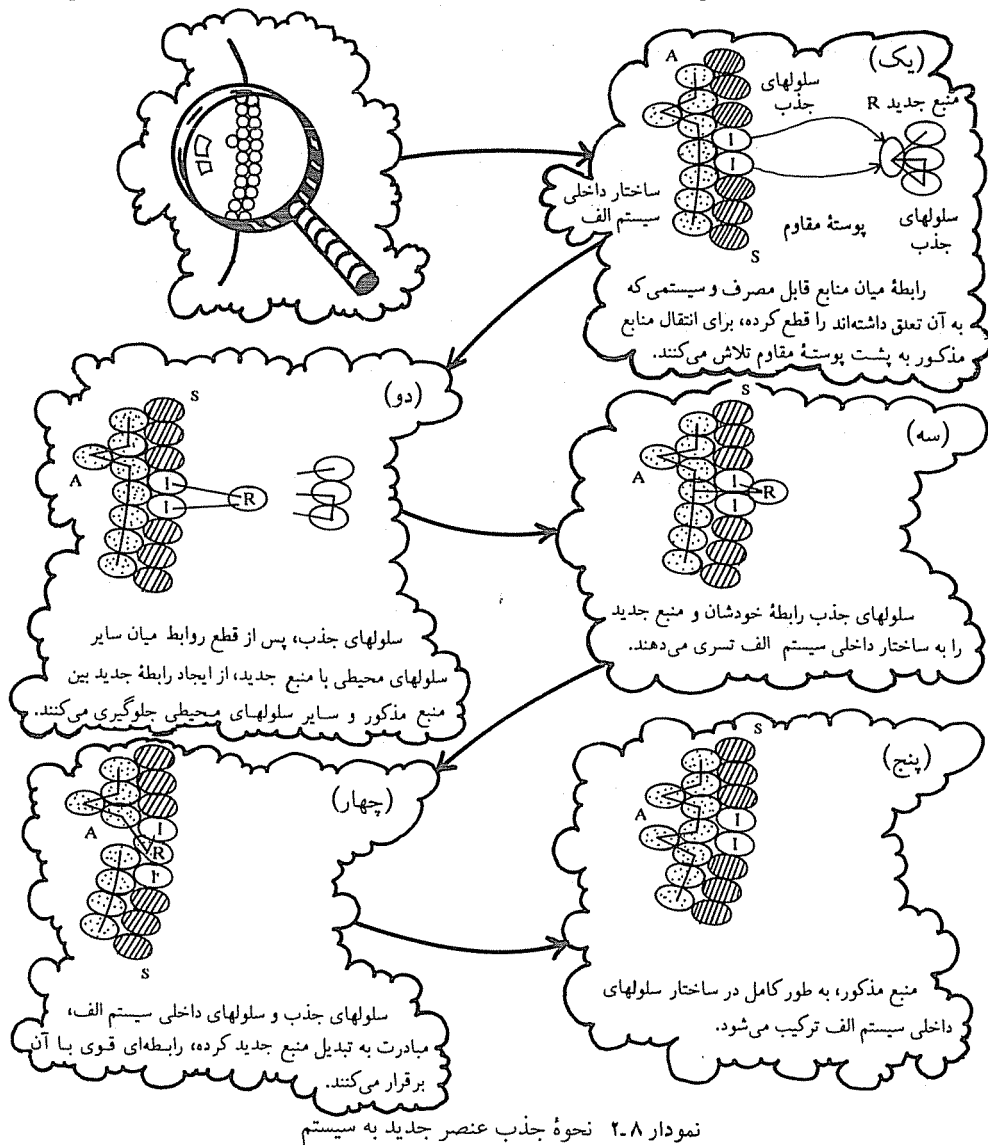
۳. سلولهای حرکت‌دهنده و استفاده‌کننده از شرایط محیطی

در سیستمهای متحرک، سلولهای دفاعی با سلولهای «حرکت‌دهنده و استفاده‌کننده از شرایط محیطی» همکاری می‌کنند تا کل سیستم را از منابع دور ساخته یا به آنها نزدیک کنند؛ بدین ترتیب، به نحو مطلوبی از محیط بهره‌برداری می‌شود و منابع موجود، برای استفاده مطلوبتر در سیستم، آماده می‌شوند؛ در حالی که سیستمهای ایستا، فاقد تحرک لازم برای دریافت منابع، ورشد و توسعه و حفظ خود هستند؛ بنابراین، احتمال بیشتری وجود دارد که این گونه سیستمها، طعمه سایر سیستمها شوند. درواقع، سیستمهای ایستا فقط می‌توانند به طور منفعل، منتظر دریافت منابع باشند؛ یعنی نمی‌توانند برای دستیابی به منابع حرکت کنند.

1. defensive cells(D)

۴. سلولهای جذب

سلولهای جذب^۱، واحدهایی هستند که در امر کسب و ربودن «منابع قابل مصرف^۲ و آزاد»، و «سلولهای عامل بی‌نظمی» در محیط، تخصص دارند و پس از جذب منابع



1. ingestor cells (I)
2. consumable resources (R)
3. hardened shell (S)
4. internal structure (A)

مذکور، آنها را در دسترس سیستم قرار می‌دهند. نمودار ۸-۲، نحوه فعالیت سلولهای جذب را هنگام کسب منابع از سیستمهای مجاور و انتقال آنها به داخل سیستم، نشان می‌دهد. مراحل جذب منابع عبارتند از:

۱. قطع روابط موجود میان منابع مورد نظر و سیستمی که به آن تعلق داشته‌اند (بخشی از آن بوده‌اند)؛

۲. برقراری روابط جدید بین منابع آزاد و سیستم جذب‌کننده؛

۳. توسعه روابط مذکور به ساختار داخلی سیستم.

۵. سلولهای کنترلی

سلولهای کنترلی، واحدهایی هستند که به نظارت و هدایت سایر سلولهای تخصصی می‌پردازند و فعالیتهای آنها را برای نیل به هدفهای کلی سیستم هماهنگ می‌کنند. سلولهای کنترل این وظیفه را با نگهداری و ارزیابی اطلاعات مربوط به جایگاه فعلی سیستم، در مقایسه با هدفهای آن، انجام می‌دهند. اطلاعات مورد نیاز درباره سیستم، توسط سلولهای حسی و آن دسته از سلولهای تعمیر و نگهداری که موظف به ذخیره‌سازی اطلاعات هستند، فراهم می‌شوند؛ البته اگر سلولهای تعمیر و نگهداری فقط عهده‌دار وظیفه نگهداری و یادآوری باشند و کار تعمیراتی انجام ندهند، سلولهای حافظه نامیده می‌شوند.

سلولهای کنترل، عهده‌دار چهار وظیفه عمده هستند:

۱. ثبت و یادآوری اطلاعات مربوط به وضعیت سیستم، به کمک سلولهای

حسی؛

۲. ثبت و یادآوری اطلاعات مربوط به وضعیت سیستم، به کمک سلولهای

تعمیراتی؛

۳. مقایسه وضعیت سیستم با هدفهای آن، بر مبنای اطلاعات اخذ شده در مورد

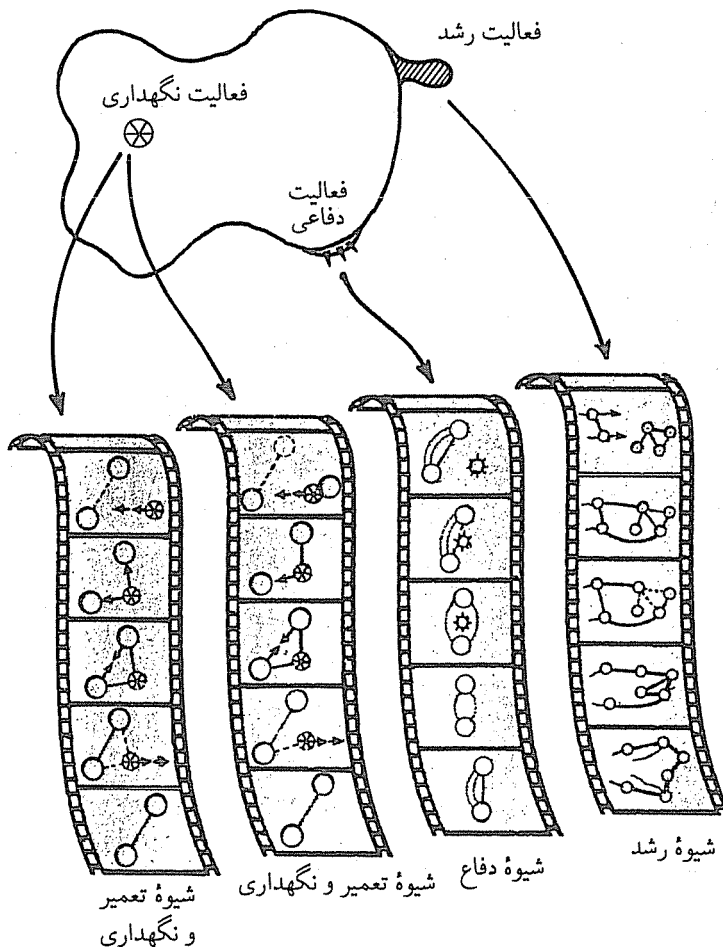
وضعیت و اهداف سیستم (که در سلولهای حافظه موجود است)؛

۴. انتخاب پاسخهای مناسب با استفاده از اطلاعات بازایی شده از سلولهای

حافظه و هدایت عملیات سایر سلولها.

نمودار ۹-۲، نمایانگر انجام فعالیتهای تعمیر و نگهداری، دفاع، و رشد، توسط

سلولهای تعمیراتی، دفاعی، و جذب است.



نمودار ۲-۹. فعالیتهای تعمیر و نگهداری، دفاع، و رشد

افزایش انواع سلولهای تخصصی (تعمیراتی، حافظه، دفاعی، حسی، جذب، حرکت دهنده و استفاده کننده از شرایط محیطی، و کنترل)، بر تمایل کلی سیستم به تخصص گرایی دلالت دارد. وضعیتی که این سلولهای تخصصی در آن شکل می گیرند، به دو چیز وابسته است: (۱) سیستم و هدفهای آن؛ (۲) میزان حساسیت و نحوه واکنش سیستم در برابر محیط. سیستمها باید نسبت به محیط خود حساس باشند و در برابر تحولات آن، واکنشهای مناسبی از خود نشان دهند (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۱۳-۱۶).

محیط سیستم

هر سیستم، علاوه بر چیزهایی در درون خود (که همان عناصر و روابط آنند)، با چیزهایی خارج از خود و مربوط به محیط نیز سروکار دارد. در واقع محیط هر سیستم، شامل آن چیزهایی است که خارج از کنترل کامل سیستم هستند، ولی به گونه‌ای بر عملکرد آن اثر دارند. با توجه به آنکه محیط، خارج از سیستم قرار دارد، سیستم نمی‌تواند کار چندانی برای «کنترل مستقیم» تغییر و تحولات آن انجام دهد؛ به همین دلیل، می‌توان محیط سیستم را به منزله عاملی ثابت یا «داده شده» (در مسائل سازمانی) در نظر گرفت. البته در عین حال که محیط، خارج از سیستم قرار دارد، باید تأثیر قابل ملاحظه و مهمی بر رفتار سیستم داشته باشد؛ در غیر این صورت می‌توان هر چیز موجود در این جهان را جزئی از محیط عام سیستم تلقی کرد و هنگام حل مسائل سیستم، آن را نیز به منزله عاملی که باید برای آن برنامه‌ریزی شود، در نظر گرفت؛ بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که هنگام تعریف محیط باید به هر دو شرط فوق توجه شود؛ یعنی محیط را باید چیزی دانست که «خارج از سیستم است» (مستقیماً تحت کنترل آن نیست) و «تأثیر مهمی بر عملکرد سیستم دارد».

هرچند که محیط، خارج از کنترل سازمان است، در برابر عملکرد سازمان نفوذناپذیر نیست؛ شاید به همین دلیل است که برخی از تحلیلگران سیستم، این نکته را به تعریف فوق از محیط اضافه می‌کنند که «علاوه بر موارد فوق، محیط دربرگیرنده آن چیزهایی است که ویژگیهای آنها تحت تأثیر عملکرد سیستم قرار دارند (هال و فاگن، ۱۹۶۸، ص ۱۸-۲۸). این تعریف، تأکید روشنتری بر مفهوم تعامل سیستم و محیط دارد؛ زیرا معرف آن است که هم محیط بر سیستم اثر می‌گذارد و هم سیستم بر محیط؛ بدین ترتیب، دو سازمان رقیب باید یکدیگر را در شمار عوامل و متغیرهای محیطی در نظر بگیرند.

برای تشخیص عوامل محیطی، می‌توان از پرسشهای ذیل که توسط چرچمن مطرح شده‌اند، استفاده کرد:

۱. آیا عامل مورد نظر با هدف سیستم ارتباط دارد؟

۲. آیا این عامل تحت کنترل سیستم قرار دارد؟

بدین ترتیب که اگر یک عامل فرضی، بر سیستم اثر داشته باشد و تحت کنترل آن نیز باشد، عاملی سیستمی به شمار می‌آید؛ ولی اگر یک عامل مؤثر بر سیستم، خارج از

کنترل آن باشد، عاملی محیطی محسوب می‌شود؛ و چنانچه یک عامل غیر مؤثر بر سیستم، تحت تأثیر سیستم نیز نباشد، ضمن اینکه سیستمی محسوب نمی‌شود، محیطی نیز به شمار نمی‌آید (نگاره ۲-۱).

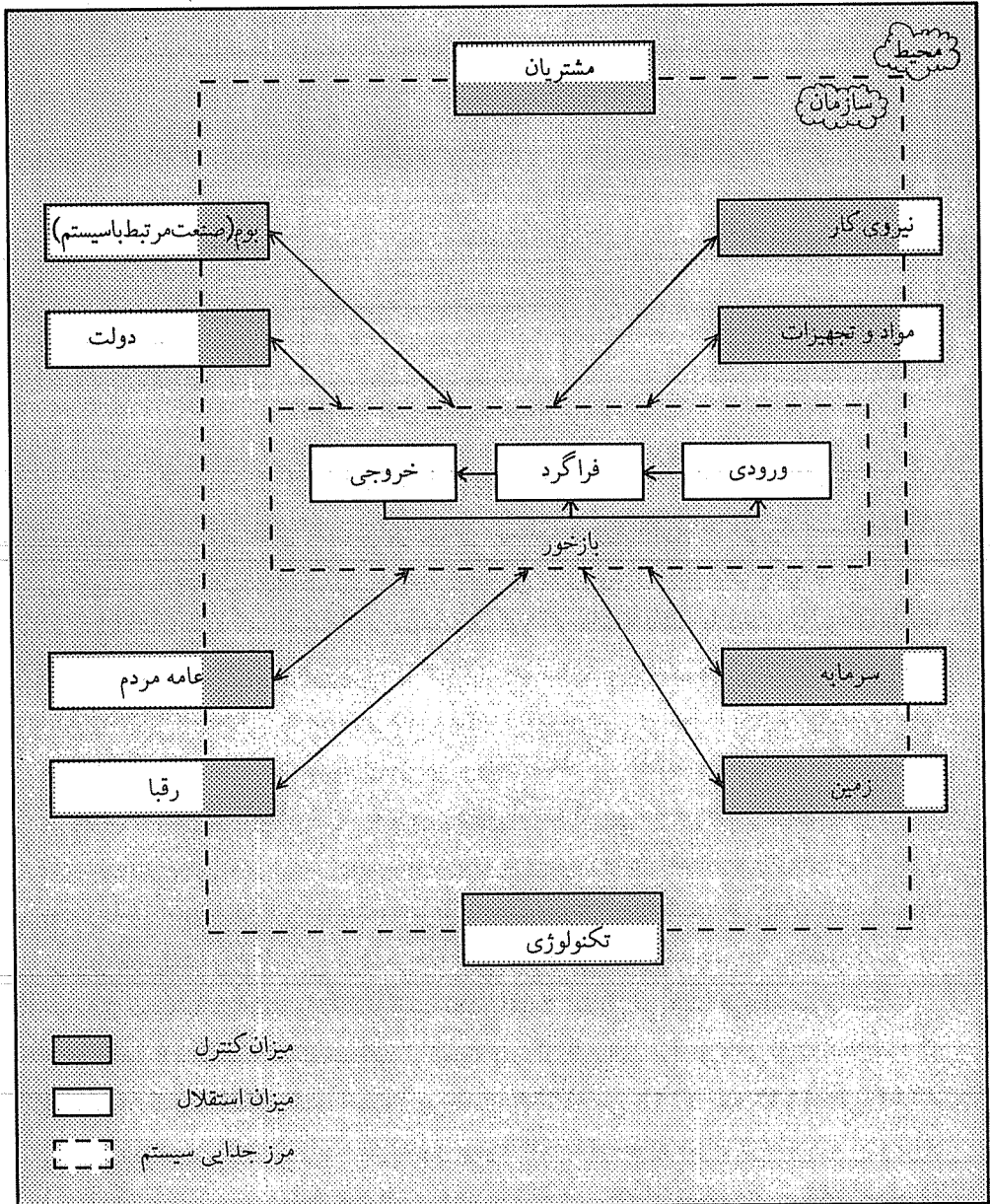
عوامل	مؤثر بر سیستم	بی تأثیر بر سیستم
تحت کنترل سیستم	سیستمی	نه سیستمی و نه محیطی
خارج از کنترل سیستم	محیطی	

نگاره ۲-۱ تعیین ماهیت عوامل مرتبط با سیستم

در واقع، ماهیت ارتباط یک عامل با سیستم، به نحوه اثرگذاری و تأثیرپذیری آن بستگی دارد. نکته حائز اهمیت برای هر سیستم، وجود «ارتباط مؤثر» است. هنگام بررسی سیستمها باید دقت کرد که فقط هنگامی به وجود ارتباط میان یک عامل با یک سیستم اذعان شود که آن عامل بر سیستم مذکور اثر داشته باشد یا تحت تأثیر آن باشد؛ زیرا به آسانی می‌توانیم هرچیزی را در این جهان، با چیزهای دیگر - از حیث رنگ، اندازه، شکل، چگالی، فاصله، و مانند آن - مقایسه کنیم و آنها را با هم مرتبط بدانیم؛ در حالی که ممکن است بسیاری از این روابط ساختگی باشند و چیزهای مذکور اثری بر یکدیگر نداشته باشند. شاید به همین دلیل است که پیر سه مرحله را برای شناخت هر سیستم مطرح می‌کند: مرحله نخست، اذعان به وجود روابط آشکار و ویژه‌ای میان دو یا چند عامل است؛ در این مرحله، صرفاً با جمع‌آوری اطلاعات، می‌توان «هیأت یا ترکیب» سیستم را شناسایی کرد. مرحله دوم، تشخیص الگوی مجموعه روابطی است که این «ترکیب یا هیأت» را به «ترکیب نظام یافته» تبدیل می‌کند؛ مرحله سوم، شناسایی هدف این «ترکیب» است. به این ترتیب، پس از طی این مراحل، می‌توان ادعا کرد که سیستم مذکور شناسایی شده است (چرچمن، ۱۹۶۸، ص ۱۲۴ و بیر، ۱۹۶۶، ص ۲۴۲).

در نمودار ۲-۱۰، رابطه سیستم و محیط آن، با توجه به میزان توانایی سیستم برای اعمال کنترل نسبی بر عوامل محیطی، به منزله شاخصی متمایزکننده مطرح شده است. در این نمودار، ده عامل خارجی (محیطی) برای دلالت بر تعدد عواملی که معمولاً محیط را

تشکیل می‌دهند، انتخاب و مطرح شده‌اند. اگر یک عامل، تا حد نسبتاً زیادی تحت کنترل سازمان باشد، می‌توان آن را جزئی از منابع سازمان محسوب کرد؛ ولی اگر سازمان کنترل



نمودار ۲-۱۰ میزان کنترل نسبی سیستم (سازمان) بر منابع سازمانی و عوامل محیطی

ناچیزی بر یک عامل داشته باشد، آن عامل جزئی از محیط سازمان به شمار می‌آید. بخش سایه‌دار عوامل مذکور (در نمودار ۱۰-۲) بر میزان کنترل نسبی سازمان بر آنها دلالت دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۴۱-۴۳). همان طور که ملاحظه می‌شود، عوامل عمده تولید، یعنی نیروی کار، مواد و تجهیزات، سرمایه، و زمین، بیشتر تحت کنترل سازمان هستند؛ بنابراین، در شمار منابع مهم سازمان قرار می‌گیرند؛ درحالی که میزان کنترل سازمان بر چهار عامل بوم (صنعت مرتبط با سیستم)، دولت، عامه مردم، و رقبا بسیار کم است؛ بنابراین، عوامل مذکور مهمترین عوامل محیطی سازمان محسوب می‌شوند. میان این دو گروه، یعنی عوامل بسیار قابل کنترل (منابع) و عوامل محیطی غیر قابل کنترل، عوامل دیگری نیز وجود دارند که کمتر از منابع سازمان و بیشتر از عوامل محیطی، تحت کنترل سازمان قرار دارند. این عوامل عبارتند از: مشتریان و تکنولوژی.

میزان کنترل‌پذیری عوامل مذکور به توان سازمان، در به کارگیری منابع خود برای نفوذ بر عوامل بیرونی و رفتار خرده سیستم‌هایش، بستگی دارد. این توان، تابعی است از میزان دسترسی به منابع، استعداد مدیریتی، و در دسترس بودن اطلاعات ویژه سازمانی. منظور از اطلاعات ویژه سازمانی، اطلاعاتی است که موجب افزایش توان سازمان در تشخیص میزان نیاز به کنترل عوامل خارجی مختلف شده، امکان طراحی استراتژی مناسب برای نفوذ بر آن عوامل را افزایش می‌دهد. برای روشن شدن مفهوم، ذکر چند نمونه از تفاوت‌های منابع سازمانی و عوامل محیطی، مفید است:

نیروی کار، مواد و تسهیلات، پول، و زمین عواملی هستند که به دلیل اهمیت نقش آنها در انجام وظایف یک واحد اقتصادی، و همچنین اهمیت ملاحظه آنها در برنامه‌ریزی تحولات اقتصادی، همواره مد نظر مدیریت قرار دارند. آشنایی با اصول اساسی اقتصاد سازمان (اقتصاد خرد) مدیر را قادر می‌سازد تا ضرورت تأثیر بر رفتار این خرده سیستم‌های اساسی را درک کند و دریابد که برای برخورد با آنها، نیازمند ابداع و به کارگیری فنونی پیچیده است؛ فنون پیچیده‌ای که با اقتصاد نیروی کار، مدیریت تدارکات و تأمین مواد و تسهیلات، مدیریت مالی و شیوه‌های به کارگیری فضای کار و زمین، و ابداع رویه‌های مناسب سر و کار دارند.

وضعیت صنعت، مقررات دولتی، عامه مردم و مسؤولیتهای اجتماعی، و رقابت و استراتژیهای رقابتی مفاهیمی هستند که دانش و آگاهی در مورد آنها، به اندازه کافی وجود ندارد؛ یعنی اطلاعات قابل دسترسی در مورد آنها به اندازه‌ای نیست که بتوان

براساس آن، چهارچوبی را برای نفوذ بر آنها، تشخیص نیازهایشان، و طراحی فنون اثربخش مدیریتی برای کنترلشان ارائه کرد. به همین دلیل، میزان کنترل نسبی سازمان بر عوامل محیطی، کمتر از میزان کنترل آن بر منابع سازمانی است؛ با وجود این، نمی‌توان اهمیت آنها را نادیده گرفت و این امید وجود دارد که با پیشرفت برنامه‌ریزی و فنون مدیریت استراتژیک، میزان نفوذ بر عوامل محیطی نیز افزایش یابد.

میزان کنترل نسبی یک سازمان بر این چهار خرده سیستم محیطی، به توان آن در به کارگیری برخی از فنون متداول و همچنین طراحی فنون و روشهایی اثربخش و جدید برای برخورد با آنها بستگی دارد؛ برای مثال، در مورد صنعت، سازمان می‌تواند فراگردهای معقولتری را برای تولید به کار بگیرد و میزان ضایعات تولید را به حداقل برساند. در مورد قوانین و مقررات دولتی، سازمانها تلاش می‌کنند با فرستادن نمایندگان خود به مجلس، میزان نفوذ خود را بر فراگرد تدوین قوانین و مقررات دولتی افزایش دهند؛ هرچند که مطالعه سوابق امر نشان می‌دهد که این روشها چندان کارساز نیستند و در آینده باید از فنون و روشهای پیشرفته‌تری برای برخورد با محیط استفاده کرد. برای کنترل امور مربوط به عامه مردم و مسؤولیتهای اجتماعی نیز مشارکت در فعالیتهای عام‌المنفعه اجتماعی و تبلیغات، معمولترین روشهایی هستند که توسط سازمانها به کار گرفته می‌شوند. در گذشته، موفقترین استراتژی برای نفوذ و اعمال کنترل مطلوب بر رقبای توسعه و تلفیق عمودی بود که بتدریج به دلیل طرح مسائل حقوقی ناشی از آن، و همچنین به صرفه نبودن توسعه و رشد خارجی سازمان (از طریق ادغام، خرید واحدهای جدید، و مانند آن)، این استراتژی نیز اثر خود را از دست داده است؛ بدین ترتیب، سازمانها بتدریج توان کنترل این بخش از محیط خارجی را از دست می‌دهند.

مشتریان و تکنولوژی نیز دو عامل از محیط خارجی سازمان محسوب می‌شوند که از حیث میزان کنترل‌پذیری در حد فاصل منابع سازمانی و عوامل محیطی سازمان قرار می‌گیرند. امور مربوط به مشتریان و بازاریابی، ابتدا به منزله یک وظیفه مدیریتی، در کنار فروشندگی مطرح شد؛ ولی به مرور، به موضوع یک رشته علمی جداگانه تبدیل شد که در آن از فنون پیچیده کمی و روشهای تحلیل رفتاری استفاده می‌شود. اهتمام به کنترل امور مربوط به تکنولوژی نیز به ایجاد واحدهای تحقیق و توسعه در سازمانها انجامید که با بهره‌گیری از نیروهای مبتکر و خلاق، برای حفظ و بقای سازمان تلاش می‌کنند. این واحدها بتدریج به موجودیتهای سازمانی پیچیده‌ای تبدیل شده‌اند که

آخرین روشهای پیش‌بینی تکنولوژیکی و دستاوردهای کمی و کامپیوتری را به کار می‌گیرند؛ بدین ترتیب، هرچند که سازمان نمی‌تواند این دو متغیر محیطی را مانند منابع داخلی خود، به طور کامل تحت کنترل درآورد؛ ولی به تلاشهای موفقیت‌آمیزی برای اعمال کنترل بیشتر بر آنها مبادرت کرده است.

نکته قابل توجه آنکه، «خط مرز» جداکننده سازمان از محیط آن، دیوار نیست و ارتباط سازمان را با محیط کاملاً قطع نمی‌کند؛ در واقع سیستمهای باز نمی‌توانند بدون ارتباط با محیط به حیات خود ادامه دهند. از آنجا که سازمانها نیز سیستمهایی باز هستند، تعامل و نفوذ متقابل آنها و محیط، از جمله شرایط ضروری برای بقایشان است.

سلسله مراتب سیستمها

سیستمها دارای سلسله مراتب آشکاری هستند. سیستم کلان هستی به سیستمهای متنوع و متعددی تقسیم می‌شود. هر سیستم به خرده سیستمهای متعددی قابل تقسیم است؛ و به همین صورت، این خرده سیستمها نیز برحسب سطح خاص تجزیه و تحلیل خود، به خرده سیستمهای دیگری تقسیم می‌شوند. به این ترتیب، سلسله مراتب سیستمها، در زنجیره سیستمهای طبیعی و حتی سیستمهای مصنوع انسان، قابل رؤیت است؛ برای مثال، سیستم هستی، خرده سیستمهایی دارد که کهکشان نامیده می‌شوند و هر کهکشان نیز در برگرفته خرده سیستمها یا منظومه‌هایی است که خود دارای خرده سیستمهایی نظیر ستاره‌ها هستند. سیستم انبار یک سازمان نیز خرده سیستمی از سیستم تولید است و سیستم تولید خرده سیستمی است که در سیستم سازمان فعالیت می‌کند و سازمان مذکور نیز خرده سیستمی است که در یک بخش صنعتی فعالیت دارد و آن بخش نیز خرده سیستم یک سیستم اقتصادی است.

انتخاب سطح تجزیه و تحلیل در سلسله مراتب سیستمی مورد بررسی، به ماهیت مسأله، عمق تجزیه و تحلیل، و مدل یا چهارچوب خاص مورد استفاده در مطالعه سیستم، بستگی دارد. شاید تمایل به تمرکز بر یک سیستم محدود، علت اصلی ناتوانی بسیاری از مدیران در حل شایسته و بایسته مسائل نهادی و سازمانی باشد؛ زیرا متمرکز شدن بر یک سیستم محدود، دید آنان را محدود می‌کند؛ به طوری که آنچه را که باید یک خرده سیستم فرض کنند، سیستم می‌انگارند؛ در نتیجه، روابط متقابل سیستم با سایر خرده سیستمها - که دارای اهمیت بسیاری هستند - را نادیده می‌گیرند و یا به طور کلی

فراموش می‌کنند. در واقع، آنچه که محیط خرده سیستم را تشکیل می‌دهد، بخش و جزئی از سیستم اصلی است؛ زیرا در عمل امکان ندارد که محیط خرده سیستم، خارج از سیستم اصلی باشد؛ بنابراین، برای حل مسائل خرده سیستمها، شناخت بافت سیستم اصلی ضرورت دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۴۵).

سیستمهای باز و بسته

طبقه‌بندی سیستمها به سیستمهای باز و بسته، مبتنی بر مفاهیم «مرز» و «منابع» سیستم است. در واقع، همه آن چیزهایی که برای اجرای فعالیتهای و تحقق اهداف سیستم در دسترس آن قرار می‌گیرند، جزئی از منابع سیستم هستند؛ بنابراین، مفهوم منابع، علاوه بر نیروی انسانی، پول، و تجهیزات، مصادیق دیگری نظیر فرصتهای موجود (در مقابل فرصتهای از دست رفته) برای ترفیع و توسعه قابلیتهای انسانی و غیر انسانی سیستم را نیز دربرمی‌گیرد. در سیستمهای بسته، میزان منابع ثابت است و همه منابع یکباره عرضه می‌شوند؛ یعنی ورود منابع اضافی یا نفوذ انرژی جدید از محیط به مرز سیستم و درون آن امکانپذیر نیست؛ در حالی که، سیستمهای باز می‌توانند به تبادل منابع و انرژی اضافی خود پردازند (دیویس و اولسون، ۱۹۸۴، ص ۲۷۴-۲۷۶).

سیستم بسته، سیستمی است که عملیات خودش را به طور خودکار، از طریق ابراز واکنش نسبت به اطلاعات تولید شده توسط خود، کنترل یا تعدیل می‌کند؛ برای مثال، چاپگرهای سریع سیستمهای کامپیوتری، معمولاً کلیدی دارند که وجود کاغذ در چاپگر را تشخیص می‌دهد و اگر کاغذ تمام شده باشد، با فرستادن علامت، سیستم را متوقف می‌سازد. به دیگر سخن، سیستم بسته به محیط خودش وابسته نیست، بلکه خوداتکاست و رابطه‌اش با محیط خارج قطع است. سیستم بسته، همه انرژی لازم برای انجام دادن وظیفه‌اش را داراست و بدون صرف منابع خارجی عمل می‌کند (روینز، ۱۹۸۷، ص ۱۳).

سیستم باز، سیستمی است که با محیط خود تبادل انرژی، ماده، و اطلاعات دارد. به دیگر سخن، سیستم باز ساز و کار خودکنترلی یا خودتعدیلی ندارد. «سیستمهای باز فاقد بازخور» نسبت به عملکرد خودشان آگاهی ندارند و نمی‌توانند بر آن نظارت کنند (فورستر، ۱۹۸۲، ص ۵)؛ بنابراین باید تحت نظارت یک عامل خارجی، نظیر انسان، قرار گیرند؛ برای مثال، اگر چاپگر سریع سیستم کامپیوتر، کلید مخصوص تشخیص وجود کاغذ را نداشته باشد، یک فرد باید مراقب باشد تا در صورت تمام شدن

کاغذ، کلید متوقف‌کننده دستگاه چاپ را فشار دهد.

شاید مناسبترین روش بررسی «میزان باز بودن و بسته بودن سیستم»، این باشد که آن را بر روی یک پیوستار در نظر بگیریم که در یک انتها سیستم باز و در انتهای دیگرش سیستم بسته قرار دارد؛ یعنی باز و بسته بودن سیستم، امری نسبی است که به میزان ارتباط آن با محیط بستگی دارد. یک سیستم کاملاً بسته، سیستمی است که به هیچ وجه از محیط انرژی دریافت نمی‌کند و به هیچ وجه نیز از خود به محیط، انرژی ساطع نمی‌کند. همان طور که ملاحظه می‌شود، تصور کردن چنین سیستمی بسیار دشوار است.

ویژگیهای سیستم باز

همه سیستمهای باز با برخورداری از ورودیها، فراگرد تبدیل، و خروجیها چیزهایی نظیر مواد خام، انرژی، اطلاعات، و منابع انسانی را گرفته و طی فراگردی خاص به محصول، خدمت، سود، مواد زاید، و مانند آن تبدیل می‌کنند.

سیستمهای باز ویژگیهای دیگری نیز دارند که شناخت آنها برای مطالعه سازمان - به منزله یک سیستم - مفید است (روبینز، ۱۹۸۷، ص ۱۴-۱۶). این ویژگیها عبارتند از:

۱. آگاهی نسبت به محیط

یکی از بارزترین ویژگیهای هر سیستم باز، آگاهی آن سیستم از وابستگی موجود بین خود و محیطش است. هر سیستم مرزی دارد که آن را از محیطش جدا می‌سازد. هیچ سیستمی بدون مرز نیست. مرزها، شروع و پایان هر سیستم یا خرده سیستم را مشخص می‌کنند. مرز یک سیستم، ممکن است ماهیتی فیزیکی داشته باشد - مانند خطوط مشخصی که کشوری را از همسایگانش جدا می‌سازند - یا ممکن است دارای ماهیتی غیرفیزیکی باشد - و برای مثال از طریق نشانه‌هایی مانند عنوانها، لباسهای رسمی، و شعائر دینی ایجاد گردد.

۲. بازخور

سیستمهای باز به طور مستمر اطلاعاتی را از محیط دریافت می‌کنند. وجود این اطلاعات، به تنظیم روابط سیستم با محیط کمک می‌کند و امکان انجام اقدامات اصلاحی، برای رفع انحرافات ایجاد شده از مسیر اصلی را میسر می‌سازد. به طور کلی دریافت اطلاعات از محیط را بازخور می‌نامند. بازخور فراگردی است که بخشی از باز داده‌ها مانند اطلاعات و پول را به منزله داده به داخل سیستم برمی‌گرداند، و

موجب تعدیل باز داده‌های بعدی سیستم می‌شود؛ به این ترتیب، می‌توان سیستمها را به سیستمهای باز و سیستمهای بازخور تقسیم کرد. البته ممکن است که هر سیستم باز، مشتمل بر تعداد زیادی سیستم بازخور باشد؛ برای مثال، بدن انسان، «به مثابه یک سیستم باز»، شامل سیستمهای بازخور تصفیه خون، تنظیم حرارت، کنترل رطوبت و غیره است.

در سیستم باز، باز داده‌ها یا خروجیها، واکنشی نسبت به داده‌ها محسوب می‌شوند و با آنها متفاوتند و هیچ تأثیری بر آنها ندارند. همان طوری که قبلاً ذکر شد، سیستم باز فاقد بازخور بر نحوه عملکرد خود نظارت ندارد. ماشین سواری، نمونه یک سیستم باز است که جهت حرکت یا عملکرد آن در گذشته، تأثیری بر جهت حرکت یا عملکرد آینده‌اش ندارد؛ یعنی مسافتی که قبلاً پیموده است، تأثیری بر جهت و مسافت بعدی آن ندارد. یک ساعت مچی، به خودی خود بر عدم دقت یا نحوه تنظیم خود، نظارتی ندارد، بنابراین یک سیستم باز است؛ در حالی که سیستم بازخور که گاهی سیستم بسته نیز نامیده می‌شود، تحت تأثیر عملکرد گذشته خود قرار دارد. سیستم بسته دارای یک حلقه بازخور بسته است که نتایج عملکرد گذشته را برای کنترل رفتار آتی به سیستم برمی‌گرداند. سیستمهای بازخور به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) سیستم بازخور مثبت. سیستم بازخور مثبت، سیستمی است که فراگردهای رشد را ایجاد و تقویت می‌کند. در این نوع سیستمها عملکرد، نتیجه‌ای را به بار می‌آورد که بتواند مولد عملکرد بیشتری برای آینده باشد.

ب) سیستم بازخور منفی. سیستم بازخور منفی، سیستمی است که نسبت به عدم تحقق هدف واکنش نشان می‌دهد.

سیستمهای بازخور، عملکرد را براساس نتایج به دست آمده از عملکرد قبلی، کنترل می‌کنند. سیستمهای گرم‌کننده‌ای که از ترموستات استفاده می‌کنند، در برابر میزان حرارت تولید شده قبلی (که از فعالیت دستگاه گرم‌کننده حاصل شده است)، واکنش نشان می‌دهند؛ به این ترتیب، گرمایی که هم اکنون به وسیله سیستم تولید می‌شود، میزان تولید گرما در مرحله بعد را تعیین می‌کند. این دستگاههای گرم‌کننده، مصادیقی برای سیستمهای بازخور منفی هستند و هدف آنها حفظ درجه حرارت مناسب است. همچنین یک ساعت مچی و صاحب آن، هنگامی که ساعت مچی با وقت صحیح - به عنوان هدف - مقایسه شده و تنظیم می‌گردد تا جلو یا عقب نباشد، یک سیستم

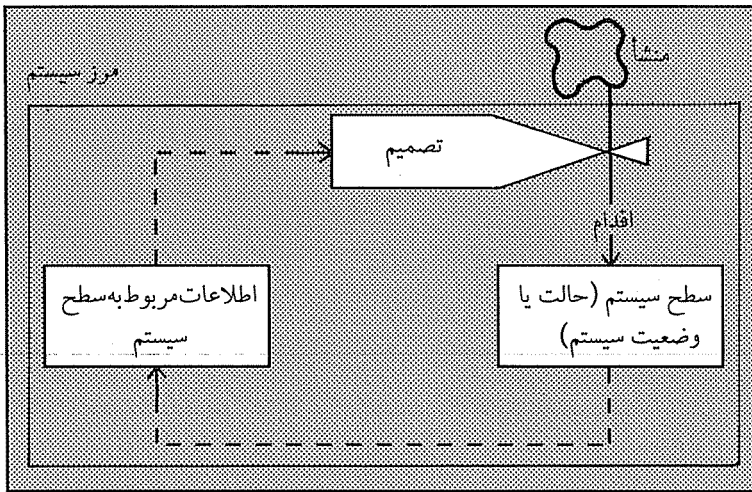
بازخور منفی را تشکیل می‌دهند. موتور ماشین و دستگاه تنظیم سرعت نیز - که ورود بنزین به موتور را کنترل می‌کند تا سرعت تنظیم شده حفظ شود - یک سیستم بازخور منفی است. در هر بار کشت باکتری، تعداد باکتریهای کشت شده چند برابر می‌شود. در این سیستم، به منزله یک سیستم بازخور مثبت، میزان تولید باکتریهای جدید به مجموع باکتریهای تولیدشده تا مرحله رشد قبلی بستگی دارد.

البته تقسیم‌بندی سیستمها به سیستمهای باز و بازخور، مبتنی بر ویژگی ذاتی آنها نیست، بلکه مبنای این تقسیم‌بندی، دیدگاه نظاره‌گر است؛ برای مثال، موتور ماشین، یک سیستم باز است؛ ولی با افزودن دستگاه تنظیم سرعت، به یک سیستم بازخور تبدیل می‌شود که موظف است سرعت ثابتی را حفظ کند. با وجود این، موتور به منزله بخشی از ماشین، یک سیستم باز است که بر نحوه عملکرد خودش نظارت ندارد؛ اما همین ماشین‌سواری و راننده آن، مجموعاً یک سیستم بازخور را تشکیل می‌دهند که از نتایج عملکرد خودش، به طور مستقل آگاهی دارد. بنابراین، برای تحقق اهداف گسترده، می‌توان از سیستمهای بازخوری استفاده کرد که خود دارای اجزای زیادی هستند و می‌توان هر جزء آنها را نیز یک سیستم بازخور محدودتر - از حیث ارتباط با هدف - به حساب آورد؛ بنابراین، باید سلسله مراتبی از ساز و کارهای بازخور را در نظر گرفت که با توجه به هدف گسترده موردنظر، میدان عمل سیستم مربوط به خود را معین می‌سازند.

انسان می‌تواند در ساختار سیستمهای بازخور مثبت، نیروهای رشد را بیابد؛ همچنان که در ساخت سیستمهای بازخور منفی یا هدفمند، ساز و کار مقاومت در برابر عدم ثبات و نوسان قابل رؤیت است.

حلقه بازخور - حلقه بازخور، مسیر بسته‌ای است که به ترتیب، تصمیم مبتنی بر کنترل یک عمل، سطح سیستم، و اطلاعات مربوط به سطح سیستم را به هم متصل می‌کند و به نقطه تصمیم‌گیری بازگشت می‌دهد (نمودار ۲-۱۱).

تصمیمهای جاری بر مبنای اطلاعاتی اخذ می‌شوند که در لحظاتی خاص به دست آمده‌اند. این تصمیمها جریان عمل را کنترل می‌کنند و جریان عمل نیز سطح سیستم را تغییر می‌دهد. در سطح واقعی سیستم، اطلاعاتی درباره سیستم تولید می‌شود که ممکن است به صورت نادرست یا با تأخیر در دسترس تصمیم‌گیرنده قرار بگیرد؛



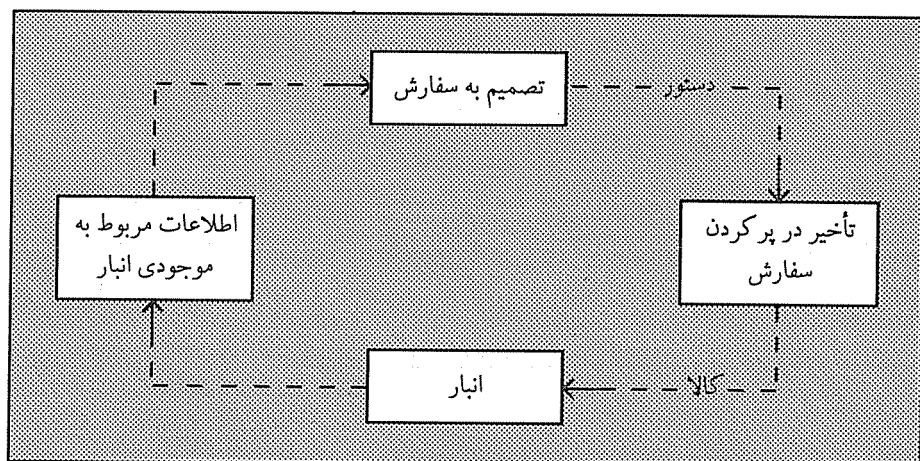
نمودار ۲-۱۱ حلقه بازخور برای تصمیم‌گیری

از این رو، اطلاعات حاصل از سطح سیستم را «سطح ظاهری سیستم»^۱ می‌گویند. این اطلاعات ممکن است با «سطح واقعی سیستم»^۲ تفاوت داشته باشد. نکته حائز اهمیت این است که «در واقع، مبنای فراگرد تصمیم‌گیری، سطح ظاهری سیستم است، نه سطح واقعی آن». ناگفته نماند که هدف مدیریت از ایجاد سیستم اطلاعاتی، آن است که حتی‌المقدور سطح ظاهری سیستم را بر سطح واقعی آن منطبق کند.

ساختار تک حلقه‌ای - ساختار تک حلقه‌ای، ساده‌ترین شکل یک سیستم بازخور است (نمودار ۲-۱۱). گاهی اوقات ممکن است که تأخیرها یا انحرافات در حلقه بازخور مشاهده شود؛ برای مثال، اجرای دستور جایگزینی کالا برای حفظ موجودی در انبار، مستلزم وجود یک ساختار حلقه‌ای علت و معلولی (بازخور) است. همان‌طور که در نمودار ۲-۱۲ ملاحظه می‌شود، تصمیم به سفارش کالا، جریانی به وجود می‌آورد که طی آن دستوراتی به فروشنده کالا داده می‌شود. فروشنده پس از اندکی تأخیر برای ارسال یا ساخت کالا، آن را به انبار تحویل می‌دهد. در این مثال، انبار منشأ اطلاعات درباره موجودی است؛ ولی این اطلاعات ممکن است توأم با درصدی خطا باشد، یا ممکن است با تأخیر تهیه شود؛ به طوری که هیچ‌گاه بیانگر سطح واقعی موجودی نباشد.

1. apparent level of the system

2. actual level of the system



نمودار ۲-۱۲ حلقه بازخورد برای سفارش موجودی

در فراگرد این تصمیم‌گیری، آگاهی از میزان موجودی به مثابه «داده» اطلاعاتی به کار می‌رود. البته در سیستمهای کاملتر، برای تصمیم‌گیری در مورد سفارش، ممکن است داده‌های دیگری نیز موجود باشد. حلقه کنترل موجودی، فعالیت پیوسته‌ای دارد و همواره محتمل است که تغییراتی در آن رخ دهد (فورستر، ۱۹۸۲، ص ۵-۱۰).

۳. تبعیت از الگوی تناوبی^۱

سیستمهای باز با دوره‌های تناوبی از حوادث سر و کار دارند؛ به این ترتیب که باز داده‌های سیستم تأمین‌کننده داده‌های جدیدی هستند که تکرار دوره تناوب را ممکن می‌سازند.

۴. آنتروپی منفی

واژه آنتروپی حاکی از تمایل سیستمها به کهرلت و بی‌نظمی است. سیستمهای بسته، به مرور زمان از هم گسیخته می‌شوند؛ زیرا انرژی یا داده جدیدی از محیط دریافت نمی‌کنند؛ ولی سیستمهای باز آنتروپی منفی دارند؛ یعنی می‌توانند خود را ترمیم کرده، با حفظ ساختار خود، زنده بمانند و حتی با وارد کردن انرژی اضافی - یعنی ورود انرژی بیش از صدور آن - رشد کنند.

1. cyclical pattern

۵. حالت ثبات - تعادل

سیستم برای جلوگیری از بی‌نظمی در ورود انرژی به خود، حتی المقدور تعادل در تبادل انرژی را حفظ کرده و حالتی حاکی از ثبات نسبی را ایجاد می‌کند. هرچند، همواره جریان پیوسته‌ای از ورود داده‌های جدید به سیستم و خروج باز داده‌ها از آن استمرار دارد؛ ولی به طور نسبی، شخصیت سیستم ثابت باقی می‌ماند؛ برای مثال، بدن آدمی بیشتر سلولهای مرده خود را در طول سال جایگزین می‌کند، ولی ظاهر فیزیکی انسان تغییر زیادی نمی‌کند. بنابراین، در حالی که سیستمهای باز در فراگرد تبدیل داده‌ها به باز داده‌ها فعال هستند، تمایل آنها به حفظ ثبات خود در طول زمان، پابرجاست.

۶. حرکت به سوی رشد و توسعه

حالت ثبات، ویژگی سیستمهای ساده یا ابتدایی است. بتدریج که سیستمهای باز پیچیده‌تر می‌شوند و به سوی خنثی‌سازی بی‌نظمی پیش می‌روند، رشد و توسعه می‌یابند. البته، این امر تناقضی با حفظ حالت ثبات ندارد.

سیستمهای پیچیده و بزرگ، برای اطمینان از تداوم حیات خود، به گونه‌ای عمل می‌کنند که برای مرتبه‌ای بالاتر از مرتبه وجودی فعلی خود، ایمنی داشته باشند. خرده سیستمهای متعدد موجود در درون هر سیستم - برای اجتناب از بی‌نظمی - بیش از نیاز خود برای تولید، انرژی وارد می‌کنند. در نتیجه، حالت تمایل سیستمهای ساده به ثبات و تعادل، در سیستمهای پیچیده‌تر - به دلیل وارد کردن انرژی بیشتر - به نگهداری نهاد سیستم در موقعیت رشد و توسعه می‌انجامد؛ برای مثال، می‌توان به چاق شدن بدن انسان در اثر ذخیره‌سازی کالری اضافی اشاره کرد؛ سازمانها و بوروکراسیهای دولتی ناراضی از وضع موجود نیز برای افزایش احتمال بقای خود، به رشد و توسعه سیستم موجود مبادرت می‌کنند.

ناگفته نماند که ماهیت سیستم اصلی به طور مستقیم در اثر رشد و توسعه، تغییر نمی‌یابد. متداولترین الگوی این نوع رشد، صرفاً بر چند برابر شدن همان نوع حلقه‌ها یا خرده سیستمهای موجود تأکید دارد. به این ترتیب، کمیت سیستم تغییر می‌یابد، در حالی که کیفیت به همان گونه باقی می‌ماند؛ برای مثال، بیشتر دانشکده‌ها و دانشگاهها، با تلاش به منظور توسعه فعالیت‌های جاری خود - به جای تعقیب فعالیت‌های جدید یا خلاق - گسترش می‌یابند.

۷. موازنه میان فعالیتهای انطباقی و نگهدارنده

سیستمهای باز، درگیر ایجاد سازگاری میان دو دسته از فعالیتهای هستند که اغلب با هم تضاد دارند: ۱) فعالیتهای نگهدارنده که موجب ایجاد تعادل میان خرده سیستمهای گوناگون، و همچنین هماهنگ ساختن کل سیستم با محیط می شوند. در نتیجه این فعالیتهای از تغییرات سریعی که ممکن است سیستم را از حالت تعادل خارج کنند، ممانعت می شود؛ ۲) فعالیتهای انطباقی که برای تنظیم نحوه دگرگونی نیازهای داخلی و خارجی سیستم در طی زمان، ضروری هستند. بنابراین، در حالی که یک دسته از فعالیتهای برای رسیدن به ثبات و حفظ وضع موجود سیستم - از طریق خرید، نگهداری، تعمیر اساسی تجهیزات، گزینش و آموزش کارکنان، و ایجاد ساز و کارهای تدوین و اجرای قوانین و رویه ها - فعال هستند، دسته دیگری از فعالیتهای - از طریق برنامه ریزی، پژوهش بازار، طراحی محصول جدید، و مانند آن - بر تغییر و دگرگونی وضع موجود تمرکز یافته اند. البته فعالیتهای نگهدارنده و فعالیتهای انطباقی، هر دو برای ادامه حیات سیستم ضروری هستند؛ زیرا سازمانهای منسجم و با ثباتی که با اوضاع متغیر، و شرایط زمانی و مکانی جدید، وفق نمی یابند، ثبات خود را از دست می دهند و عمری کوتاه خواهند داشت و بعید است که با این وضعیت بی ثبات راه به جایی ببرند.

۸. همپایانی

مفهوم همپایانی این است که برای انجام هر کار، شیوه های گوناگونی وجود دارد. به بیان دقیقتر، هر سیستم می تواند به طرق گوناگون و از نقاط شروع و وضعیتهای متفاوت، به یک حالت نهایی برسد؛ یعنی هر سیستم سازمانی می تواند با داده ها و فراگردهای تبدیل گوناگون، به اهداف خود دست یابد. این ویژگی، این کاربرد مدیریتی را دارد که مدیر را ترغیب می کند تا برای حل یک مسأله، راههای مختلف را بیازماید و فقط به یک راه حل مطلوب بسنده نکند (کتر و کوهن، ۱۹۷۸، ص ۲۸۶).

اهمیت نگرش سیستمی

نگرش سیستمی چهارچوب سودمندی را در اختیار مدیران و دانشجویان رشته مدیریت قرار می دهد تا بتوانند سازمان و اجزای در هم پیچیده آن را درک کنند. نگرش سیستمی این امکان را برای آنها ایجاد می کند که سازمان را به منزله یک «کل متشکل از اجزای

در هم تافته» در نظر بگیرند. این نگرش، مدیران عملیاتی را از ساده‌اندیشی و پندار مبتنی بر فرض ایستایی و مجزا بودن عوامل سازمانی، بازمی‌دارد و آنان را تشویق می‌کند تا محیطی را که سیستمشان در آن عمل می‌کند، بررسی کرده، آن را بخوبی شناسایی کنند؛ بعلاوه، این نگرش به مدیران کمک می‌کند تا سازمان خود را در قالب الگوها و فراگردهای پایدار در یک محدوده، در نظر بگیرند و در مورد علل مقاومت سازمانها در برابر تغییر و تحول، بینش کافی به دست بیاورند؛ و سرانجام، توجه مدیران را به وجود داده‌ها و فراگردهای جایگزین برای رسیدن به هدف معطوف می‌دارد.

به هر حال، نگرش سیستمی نباید درمان همه دردها تلقی شود؛ زیرا چهارچوب سیستمی نیز محدودیتهای خاص خود را دارد. یکی از مشهورترین ویژگیهای نگرش سیستمی، تجرد و انتزاعی بودن آن است. در واقع، ارزش نگرش سیستمی، بیش از آنکه به کاربرد مستقیم آن در حل مسائل سازمانی مربوط شود، در چهارچوب مفهومی آن نهفته است (فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۱، ص ۱۹-۲۰).

سیستمهای همشکل

به وفور می‌توان سیستمهایی را یافت که از حیث روابط ساختاری با هم شباهت دارند. گاهی نیز سیستمهایی یافت می‌شوند که روابط ساختاری آنها با هم یکسان است. به طور کلی، هدف از طراحی مدلها به نمایش گذاردن تشابهات ساختاری این گونه سیستمها، از طریق مدلسازی عناصر واقعی آنهاست. اگر طراحی مدلها خوب باشد، باید با چیزهایی که برای آنها مدلسازی شده‌اند، انطباق مورد به مورد داشته باشند. در این صورت، می‌گویند که میان عناصر مدل و اجزای تشکیل دهنده سیستم مدلسازی شده، تشابه یک به یک وجود دارد؛ برای مثال، می‌توان با نوشتن سی و دو حرف الفبای فارسی و اعداد ۱ تا ۳۲، بین آنها ارتباط یک به یک برقرار کرد. همچنین میان سیستمهای مکانیکی و الکتریکی شباهت جالبی وجود دارد؛ به طوری که می‌توان بین عناصر موجود در ساختار آنها، یک ارتباط یک به یک ملاحظه کرد. در واقع، روابط کمی مورد استفاده در سیستمهای مکانیکی و الکتریکی، با معادلاتی یکسان بیان می‌شوند. برخی از مفاهیم کمی مرتبط در این دو نوع سیستم عبارتند از: نیرو و ولتاژ؛ سرعت و جریان، جرم و مغناطیس؛ مقاومت مکانیکی و مقاومت الکتریکی؛ و قابلیت ارتجاع و ظرفیت الکتریکی (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۴۶).

تهیه مدلها و نقشه‌های دقیق، برای مطالعه اجزای سیستمهای همشکل اهمیت دارد؛ زیرا علاوه بر وجود تشابه ساختاری میان این سیستمها، بین ویژگیهای عملیاتی آنها نیز شباهت وجود دارد و در واقع، وجود همین شباهتهای کمی و کیفی میان سیستمهای همشکل است که پژوهشگران را قادر به بررسی و پیش‌بینی خواص سایر سیستمها می‌سازد. پیدایش و طرح علم کنترل و ارتباطات نیز - توسط نوربرت وینر - مبتنی بر این معنی بود که ساختار و نحوه فعالیت حیوانات و ساختار و نحوه عملکرد ماشینها، کاملاً مشابه یکدیگر هستند؛ بنابراین، می‌توان با مطالعه و بررسی فراگردهای کنترل در فعالیتهای حیوانات، سیستمهای کنترل ماشین را مدلسازی کرد.

سازگاری سیستم

قدرت سازگاری یک سیستم، مبتنی بر توان آن سیستم برای یادگیری و تغییر عملیات درونی، در پاسخ به تغییرات محیط بیرونی است. معمولاً تغییرات از بیرون بر سازمانها تحمیل می‌شوند؛ بنابراین، برای بررسی میزان سازگاری، به جای مطالعه تغییرات درونی بسیاری از خرده سیستمهای سازمان، باید تغییرات در نوع ورودیهای سازمان مطالعه شود. به هر حال، با وجود آنکه این «تغییرات تحمیلی محیط بیرونی» به واحدهای داخلی سیستم (افراد و گروهها) نیز منتقل می‌شوند، معمولاً قدرت سازگاری سیستم مانع از آن می‌شود که باز داده‌های سیستم اصلی تغییر یابند. یکی از پیش‌نیازهای سازگاری سیستمها - هم در سیستمهای طبیعی و هم در سیستمهای مصنوع بشر - آشنایی آنها با محیطشان است. همان‌طور که انسانها با استفاده از حواس پنجگانه خود، مبادرت به کسب اطلاعات محیطی می‌کنند، سازمانها نیز باید - پیش از آنکه تغییری در محیط ایجاد شود - مبادرت به کسب اطلاعات کرده، خود را با تغییرات محیطی منطبق سازند. سیستمهای انطباقی، سیستمهایی هستند که علاوه بر شناخت محیط خود و آگاهی از آن، دارای توان و تمایل مناسبی برای منطبق ساختن خود با تغییرات محیطی هستند. در واقع، همه سیستمهای زنده برای ادامه حیات خود به چنین قدرتی نیاز دارند.

سازمانها برای افزایش قابلیت انطباق خود با محیط، از دواستراتژی «متنوع ساختن محصولات و خدمات» و «منعطف ساختن ساختار سازمانی» استفاده می‌کنند. داشتن ساختار منعطف، مستلزم اجرای خط مشی عدم تمرکز است؛ زیرا در این صورت، مدت زمان لازم برای پاسخگویی و واکنش سازمان در برابر تغییرات سریع محیطی - در مقایسه

با یک ساختار بسیار متمرکز - کاهش می‌یابد (بلانچارد و فابریکی، ۱۹۹۰، ص ۱۳-۱۴).
توان و تمایل یک سازمان برای کسب اطلاعات در مورد اوضاع محیطی، عاملی حیاتی برای انطباق مطلوب با محیط به شمار می‌آید. در واقع، سازمان فقط از طریق کسب اطلاعات می‌تواند از تهدیدات یا فرصت‌های محیطی آگاه شود؛ تهدیداتی که ممکن است در قالب ظهور رقبای جدید، وضع قوانین و مقررات جدید، و تقاضا برای محصولات یا فراگردهای جدید جلوه‌گر شوند؛ و فرصتهایی که ممکن است مبتنی بر آگاهی از نیازهای مشتریان، توان ایجاد نیاز برای آنان، و امکان استفاده از تکنولوژیهای جدید و ابداعی خود سازمان باشد؛ برای مثال، ارائه بسیاری از داروهای جدید توسط شرکت‌های سازنده آنها، حاصل فرصتهایی است که در نتیجه فعالیت بخشهای تحقیقاتی وابسته به این شرکتها، برایشان به وجود آمده است.

غفلت از اهمیت سازگاری در سازمانهای کم توجه به تحولات محیطی، آنها را با مشکل مواجه می‌سازد؛ به گونه‌ای که گاهی نمی‌توانند به حیات خود ادامه دهند و گاهی نیز موقعیت و سهم بازار خود را از دست می‌دهند.

ویژگیهای کارکردی (رفتاری) یا ساختاری سیستم

تا اینجا با برشمردن و توصیف عناصر عمده سیستم، اقدام به تشریح آن شد. این تشریح، با زبان کارکردی صورت پذیرفت و بتدریج بر کارکردهای عناصر گوناگون سیستم متمرکز شد؛ یعنی توجه ما معطوف به عملیاتی بود که سیستم را شکل می‌دهند و در واقع، این مسأله برای ما مطرح بود که «ورودیها، فراگردها، و بازخورها چه می‌کنند؟» اگر عناصر سیستم را به صورت منفرد در نظر بگیریم، چنین تجزیه و تحلیلی، ماهیتی کارکردی دارد؛ ولی اگر کل سیستم را مدنظر قرار دهیم، ماهیت این تجزیه و تحلیل، ساختاری است. آنچه که از طریق تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم به دست می‌آید، چیزی نیست جز فهرستی از اقلام (عناصر) تشکیل‌دهنده ساختار سیستم؛ در حالی که تفکر سیستمی، مستلزم تجزیه و تحلیل کارکردی عناصر سیستم است. گاهی این سؤال برای تحلیلگر مطرح می‌شود که «آیا کارکرد (یا رفتار) سیستم، تحت تأثیر ساختار آن قرار دارد؟». در پاسخ باید گفت که نظریه پردازان سیستمی بر این باورند که «ساختار سیستم بر رفتار آن اثر دارد»؛ ولی این امر از اهمیت و مطلوبیت تجزیه و تحلیل کارکردی نمی‌کاهد (آکف، ۱۹۷۱، ص ۶۶-۷۱). در واقع بعد از شناخت سیستم و

ساختار آن، این پرسش مطرح می‌شود که «سیستم برای چیست؟» یا «قرار است چه کاری انجام دهد؟» و «چگونه باید آن کار را انجام دهد؟».

پاسخ به سؤالات فوق آشکارا به توصیف ماهیت تغییرات احتمالی در ویژگیهای عناصر سیستم و همچنین نحوه تعامل آنها با یکدیگر (در طی زمان) مربوط می‌شود. مطالعه پویایی سیستم را می‌توان در قالب یک تلاش دو بخشی پی‌گیری کرد:

۱. مطالعه فراگردهای برگشت پذیر یک سیستم، مانند رفتار آن؛

۲. مطالعه فراگردهای برگشت ناپذیر سیستم، مانند تکامل تدریجی آن.

معمولاً در مطالعه سیستم، بر ویژگیهای رفتاری آن تأکید می‌شود و مبحث تکامل فقط در صورت ضرورت - یا هنگامی که برای شناخت مفاهیم رفتاری مفید باشد - مطرح می‌گردد.

قبل از بحث درباره ویژگیهای کارکردی سیستم، تشریح مفهوم «رفتار سیستم» ضرورت دارد. منظور از کارکرد یا رفتار سیستم، زنجیره تغییراتی است که در یک یا چند ویژگی ساختاری سیستم صورت می‌پذیرد. (آکف، ۱۹۷۱، ص ۶۶۲). در واقع، رشته‌ای از رفتار سیستم، با در نظر گرفتن توالی حالت‌های سیستم و فواصل زمانی بروز این حالتها، مشخص می‌شود.

حالت یک سیستم در هر لحظه از زمان، مجموعه‌ای از فراگردهای سیستم در آن مقطع زمانی است (که به صورت عدد و رقم بیان می‌شود). ممکن است سؤال شود که چه چیزی حالت سیستم را معین می‌کند. در پاسخ باید گفت که حالت سیستم در یک مقطع معین، حاصل جمع یا تلفیق جریانها یا نرخهای گذشته آن است. بدین ترتیب، برای تشریح رفتار سیستم، با دو مفهوم سروکار داریم:

۱. حالتها (یا سطوح)؛

۲. جریانها (یا نرخها).

حالت‌های سیستم، تحت تأثیر نرخها یا جریانهای آن قرار دارند و متقابلاً، نرخها نیز تحت تأثیر حالتها یا سطوح سیستم هستند. اما سطوح یا حالتها، به طور مستقیم با حالتها و سطوح دیگر - و نرخها نیز با جریانها و نرخهای دیگر - تعامل ندارند (آکف و امری، ۱۹۷۲، ص ۱۴۷).

این دو مفهوم اساسی، تعیین‌کننده رفتار سیستم هستند و اهمیت زیادی در مطالعه سیستم دارند؛ زیرا نحوه حرکت سیستم و تغییرات آن را از یک دوره زمانی تا دوره

زمانی دیگر پی گیری می کنند؛ برای مثال، حالتها یا سطوح سیستم بر متغیرهایی نظیر «کمیت موجودی انبار در یک زمان خاص»، «تعداد فروشندگان»، و «میزان فروش» دلالت دارند؛ در حالی که نرخها یا جریانها، عواملی هستند که حالت یا سطح یک سیستم را در فاصله یک دوره زمانی تا دوره زمانی دیگر تغییر می دهند؛ نظیر «نرخ تولید»، «میزان استخدام»، و «سرعت بازگشت سرمایه». گزارشهای مالی به طور واضحی، هم «سطح» و هم «نرخ» متغیرها را معین می کنند و آنها را در ترازنامه و صورت حساب سود و زیان متمایز می سازند.

ترازنامه، وضعیت مالی (حالت) کنونی سیستم را براساس تلفیق نرخها یا جریانهای گذشته ارائه می دهد. متغیرهای سود یا زیان، نرخها یا جریانهایی هستند که متغیرهای حالت یا سطح را در ترازنامه تغییر می دهند؛ به طوری که گاهی این واقعیت که متغیرهای سود و زیان، مقدار واقعی را نشان نمی دهند - بلکه میانگینها را در طی دوره های زمانی معین نشان می دهند - نادیده گرفته می شود.

خلاصه اینکه، حالتها هر سیستم، با توجه به روند فعالیتهای گوناگون آن معین می شوند. جمع همه حالتها در یک مقطع زمانی معین، شکل دهنده حالت کلی سیستم در آن زمان است. «مسیر حرکت» از یک حالت به حالت دیگر، نشان دهنده «رفتار سیستم» است. حالت آغازین هر سیستم را «حالت نخستین»، و آخرین حالت آن را «حالت نهایی» می نامند. آگاهی از حالت نخستین یک سیستم معین، ممکن است اطلاعات نسبتاً دقیقی را درباره محتمل ترین حالت نهایی آن سیستم، فراهم آورد؛ هرچند در بیشتر سیستمها، آگاهی از حالت نخستین، شناخت زیادی درباره حالت نهایی ارائه نمی دهد. سیستمهایی که حرکت می کنند و رفتار خود را به نمایش می گذارند، سیستمهایی چند حالتی یا پویا هستند. سیستمهای یک حالتی، سیستمهایی ایستا هستند و حرکت یا رفتاری از خود بروز نمی دهند؛ برای مثال، میزها یا خانه ها، سیستمهایی یک حالتی هستند؛ در حالی که سازمانها یا ماشینهای سواری، سیستمهایی چند حالتی هستند. ذکر این نکته لازم است که در این کتاب فقط سیستمهای چند حالتی مدنظر قرار دارند.

انواع رفتار سیستم

سبب تغییر نرخها یا جریانهای سیستم چیست؟ چه چیزی ویژگیهای عناصر یا متغیرهای سیستم را در فاصله دو مقطع زمانی معین، تغییر می دهد؟ گاهی در پاسخ به چنین

سؤالاتی گفته می‌شود که سبب تغییر حالت سیستم «یک واکنش» یا «پاسخ» یا «اقدام» است (آکف، ۱۹۷۱، ص ۶۶۴).

«واکنش»، تغییری است در ویژگیهای ساختاری سیستم یا محیط که در برابر یک تغییر دیگر - که به طور تقریباً قطعی ایجاد شده است - رخ می‌دهد؛ بنابراین، «واکنش» رخدادی است که به دلیل وقوع رخداد دیگری در سیستم یا محیط، به وقوع می‌پیوندد. در این گونه مواقع، واکنش سیستم، امری «لازم و کافی» است؛ برای مثال، تغییر قوانین و مقررات مربوط به ایمنی و تأمین سلامت کارکنان در محیط کار، مستلزم تجدید ساختار سازمانی است؛ به طوری که در صورت تغییر این گونه قوانین، ممکن است سازمان مجبور شود که به تعداد متخصصان و کارشناسان خود در زمینه مسائل حقوقی، محیطی، و ایمنی بیفزاید. اتخاذ چنین تصمیماتی در سازمان، واکنشی است در برابر تغییراتی که توسط یک عامل محیطی (یعنی دولت) ایجاد می‌شود.

«پاسخ» نیز رخدادی سیستمی است که در برابر رخداد دیگری در همان سیستم یا محیط، به وقوع می‌پیوندد. ارائه پاسخ توسط سیستم، امری «لازم» است، ولی «کافی» نیست؛ زیرا در اینجا، سیستم خواص ساختاری خود را در برابر محرک محیطی، تغییر نمی‌دهد. به عبارت دیگر، «پاسخ» بر تغییری در حالت سیستم دلالت دارد که توأم با تحریک یک سیستم یا محرک خارجی صورت می‌پذیرد. تفاوت اساسی «واکنش» با «پاسخ» در این است که در هنگام «پاسخ» دادن، سیستم سازمانی نمی‌خواهد ترتیبات ساختاری خود را (به طور خودکار) تغییر دهد؛ فرض کنید که سیستم می‌کوشد تا با همکاری خرده سیستمها یا عوامل محیطی دیگر، پاسخی را از طریق مذاکره فراهم کند؛ برای مثال، صاحبان صنایع می‌کوشند با نمایندگان کارگران یا گروههای غیررسمی مذاکره کنند تا بدون تغییر ساختار سیستم، به نتیجه موردنظر خود دست یابند.

«اقدام» به منزله نوعی رفتار ارادی، رخدادی است که ضرورت آن ناشی از تغییر در سیستم یا محیط نیست؛ یعنی وقوع این رخداد اجباری و «لازم» نیست، بلکه سیستم خود آن را اراده می‌کند؛ از این رو، نمی‌توان حد کفایتی برای اقدام قائل شد. تغییرات ارادی، تغییراتی هستند که از درون سیستم (و توسط خود آن) پدید می‌آیند؛ نظیر ایجاد تنوع در محصولات و خدمات، ابداع، نوآوری، خلاقیت، و سایر اقداماتی که نتیجه رفتار ارادی خود سیستم هستند. در واقع اقدامها، رخدادهایی ارادی و برنامه‌ریزی شده هستند؛ زیرا تصمیم‌گیرندگان سازمانی پس از ارزیابی دقیق قابلیتها و تواناییهای توسعه

و بازسازی خطوط تولید سازمان و نحوه ارائه خدمات، مبادرت به اقدام می‌کنند؛ برای مثال، خط‌مشی‌هایی نظیر استخدام جانبازان و ایثارگران، و سایر تصمیماتی که سازمان برای انجام مسؤولیتهای اجتماعی خود به اجرا درمی‌آورد، معمولاً در نتیجه تغییر نگرشها و دیدگاههای مدیران سازمان اتخاذ می‌شوند.

خلاصه اینکه، رفتار سیستم ممکن است «واکنش»، «پاسخ»، یا یک «اقدام ارادی» باشد. هریک از حالت‌های رفتاری سیستم، روش آزمون خاص خود را می‌طلبد. مطالعه الگوهای رفتار واکنشی و پاسخی، آسانتر از مطالعه الگوی رفتار ارادی و اقدام است؛ زیرا رفتارهای ارادی و فعال، علل یا محرک‌های قابل شناسایی ندارند، بلکه در نتیجه سیر تحولات آگاهانه عناصر یا ویژگیهای درونی سیستم، به وقوع می‌پیوندند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۴۹-۵۱).

آرایش درونی سیستم

نحوه پردازش اطلاعات محیطی برای تطبیق با آن، بر روی یک پیوستار به شرح ذیل (با سه نوع آرایش عمده) قابل تصور است:

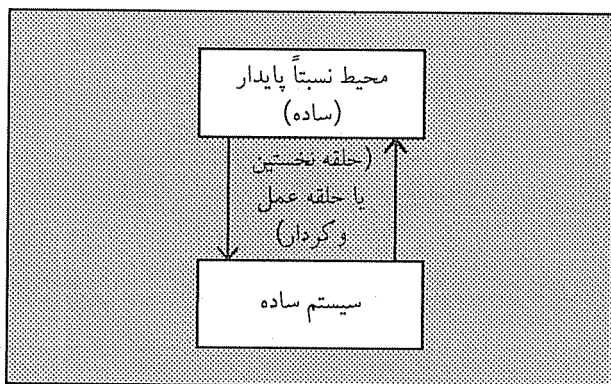
۱. آرایش ساده؛

۲. آرایش خود تنظیم (سایرنیکی)؛

۳. آرایش سیستم معرفت‌پذیر (فراگیرنده).

۱. آرایش ساده

نوع تعادل ایجاد شده در سیستمهای ساده، صرفاً به اندازه سیستم و محیط آن، و نیروهای نسبی آنها بستگی دارد. این تعادل از طریق حلقه کنش و واکنش ایجاد می‌شود که آن را «حلقه عمل» یا «حلقه نخستین» می‌نامند. معمولاً سیستمهای ضعیف فقط در محیطهای ثابت و ساده قادر به ادامه حیات هستند؛ نحوه ارتباط این گونه سیستمها با محیط، شکل ثابتی دارد؛ زیرا سیستمهای مذکور قادر به تغییر رفتار خود نیستند؛ بنابراین، وقوع تغییرات عمده در محیط، نابودی آنها را به همراه خواهد داشت. این گونه سیستمها بندرت مورد نظر قرار می‌گیرند؛ زیرا معمولاً تحلیلگران سیستم با سیستمهای ساده و محیطهای آرام سر و کار ندارند (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۲۰)، بلکه درگیر کار با سیستمهای پیچیده‌ای هستند که پیوسته با محیط در حال تحول خود تعامل دارند (نمودار ۱۳-۲).



نمودار ۲-۱۳ حلقه بازخور نخستین

۲. آرایش خودتنظیم (سایبرنتیکی)

در حلقه نخستین سیستمهای خودتنظیم، سیستمی با شکل ساده‌ای از تعامل قرار دارد (حلقه اول) که قلمرو آن «عمل و کردار» است؛ زیرا این نوع تعامل، با حجم و نوع عملیات مشخص می‌شود؛ ولی تعامل در سیستمهای خود تنظیم از تعاملهای فیزیکی حلقه نخستین، پیچیده‌تر شده، به برقراری تعامل اطلاعاتی با محیط می‌انجامد که حلقه دوم یا «حلقه کنترل» نامیده می‌شود.

حلقه‌های کنترل، سلولهای کنترل‌کننده‌ای هستند که نحوه رفتار سایر سلولها را برای مواجهه با محیط، هماهنگ می‌کنند. سلولهای حسی نیز رخدادهای خاص و مهم محیطی را شناسایی می‌کنند و به اصطلاح «زنگ خطر را به صدا درمی‌آورند»؛ برای مثال، موارد ذیل بر نمونه‌هایی از این گونه رخدادهای دلالت دارند:

- کاهش یافتن قیمت نفت تا حد بشکه‌ای ده واحد پولی و کمتر از آن؛
 - کاهش یافتن میزان فروش یک کالا تا حد کمتر از ۵۰ هزار فقره در ماه؛
 - مشاهده تأخیر در تهیه گزارش مالی ماهانه تا روز پنجم ماه بعد.
- در مثالهای بالا، برخی از متغیرهای حیاتی، در محور حدود تغییرات خود، از حد معینی تجاوز کرده‌اند؛ برای مثال، تا زمانی که قیمت هر بشکه نفت، بیشتر از ده واحد پولی باشد، یا میزان فروش یک کالا، بیش از ۵۰ هزار فقره در ماه باشد، مشکل عمده‌ای به وجود نمی‌آید؛ ولی در صورتی که تغییرات مذکور از این محدوده معین تجاوز کنند، علائم هشداردهنده فعال می‌شوند.

در واقع هر هشدار، بر ضرورت تنظیم یک برنامه یا اتخاذ یک خط‌مشی عملی برای هدایت رفتار واحدهای کنترل‌کننده، دلالت دارد؛ بدین ترتیب، واحدهای کنترل‌کننده می‌توانند براساس آن برنامه یا خط‌مشی، میزان حساسیت و بحران در وضعیت را شناسایی و ارزیابی کنند و پس از تجزیه و تحلیل هزینه و منفعت هر گزینه، اقدام مناسب را به اجرا درآورند. این خط‌مشی‌گذاری در قلمرو «تجزیه و تحلیل، و تفکر» صورت می‌پذیرد؛ یعنی از قلمرو «عمل و کردار» فراتر رفته، برای تفسیر آثار رخدادهای محیطی بر روی سازمان، تلاش می‌کند و پیشنهاداتی را برای ایجاد تغییرات درونی موردنیاز ارائه می‌دهد.

تشخیص رخدادهای محیطی و شناسایی آنها، در قلمرو «محتوا» یا «آنچه در حال رخ دادن است» صورت می‌پذیرد و تعبیر و تفسیر رخدادهای و تعیین آثار آنها، در قلمرو «فراگرد» یا «نحوه واکنش سازمان» انجام می‌شود (حلقه دوم یا حلقه کنترل). بدین ترتیب، حوزه‌های چهارگانه «عمل» در برابر «تفکر»، و «محتوا» در برابر «فراگرد»، آرایش پیچیده «خودتنظیمی» را - که برای مواجهه با تلاطمهای محیطی ضرورت دارد - شکل می‌دهند (نمودار ۱۴-۲).

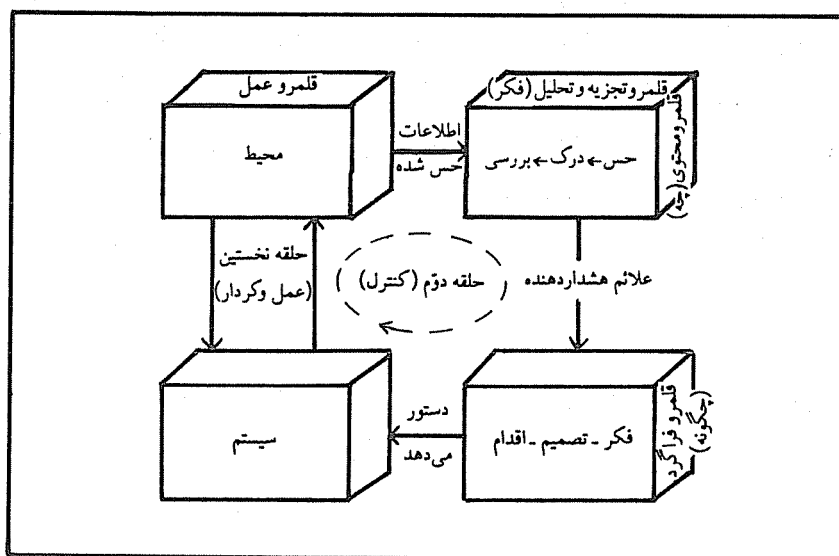
فعالیت حلقه کنترل، به جریان اطلاعات متکی است. به این ترتیب که سلولهای حسی (دریافت‌کننده علائم)، آنچه را که در حال وقوع است، ثبت می‌کنند و اگر متغیرهای حیاتی و مهم، در وضعیت نامناسبی قرار بگیرند، زنگهای خطر را به صدا درمی‌آورند. سلولهای کنترل نیز به ثبت آنچه که رخ داده است، می‌پردازند و پاسخهای مناسب، با صرفه، و اثربخش را جستجو می‌کنند و پس از آن، دستور اقدام عملی را صادر می‌کنند. همان طور که ملاحظه می‌شود، همه فعالیت‌های حلقه کنترل با جریان اطلاعات سروکار دارند.

حلقه کنترل، حلقه‌ای ظریف و شکننده است که ممکن است در برخی از موارد نتواند تلاطم موجود در محیط را تشخیص بدهد؛ برای مثال، ممکن است یکی از موارد ذیل رخ دهد:

۱. سلولهای حسی رخداد موردنظر را تشخیص ندهند؛
۲. سلولهای حسی به طور صحیح عمل نکنند؛
۳. هشدار سلولهای حسی به سلولهای کنترل نرسد؛ تحریف بشود؛ یا به طور ناقص ارائه شود؛

۴. سلولهای کنترل زنگ خطر را به صدا دریاورند؛
۵. سلولهای کنترل مشغول رسیدگی به سایر هشدارها شوند و فرصت رسیدگی به هشدارهای جدید را نداشته باشند.

حتی صحیح بودن اتصالات و کارکردها نیز نمی تواند تضمین کننده عملکرد مطلوب یک سیستم خود تنظیم باشد؛ زیرا ممکن است اقدامهای انتخابی مناسب نباشند؛ بسیار پرهزینه باشند؛ یا انجام آنها غیرممکن باشد. سلولهای کنترل، مانند برنامه های کامپیوتری عمل می کنند؛ یعنی در قبال ورودیها و هشدارهای معین، به اقدامهای معینی مبادرت می کنند؛ در غیر این صورت (یعنی در صورتی که ورودیها و علائم ناشناخته و پیش بینی نشده ای دریافت شوند) سیستم نمی تواند موفق شود، مگر اینکه رخداد پیش بینی نشده ای اتفاق بیفتد.



نمودار ۲-۱۴ حلقه های بازخور اول و دوم در سیستم تعاملی سازمان و محیط

وجود تلاطم در محیط، برای توسعه عملکرد سیستم حیاتی است؛ ولی حتی سیستمهای خود تنظیم نیز ممکن است در محیطهای پرتلاطم یا محیطهای درگیر با تلاطمهای بسیار قوی، ناموفق باشند؛ زیرا ممکن است رخدادی به وقوع بپیوندد که سلولهای حسی موجود، برای تشخیص آنها برنامه ریزی نشده باشند؛ یا هیچ گونه پاسخ و راه اثربخشی برای مقابله با آن پیش بینی نشده باشد. در واقع، نقطه ضعف سیستمهای

خودتنظیم آن است که نمی‌تواند استراتژی خود را تغییر دهند؛ در حالی که محیط می‌تواند تا کتیکهای خود را عوض کند. سیستمهای خودتنظیم فقط می‌توانند تغییرات محیطی را شناسایی و ثبت کنند، ولی نمی‌توانند برنامه خود را تغییر بدهند؛ در حالی که برای تطابق و سازگاری با محیط، وجود آرایش قویتر و پیچیده‌تری ضرورت دارد (آشی، ۱۹۶۵، ص ۶۰۱).

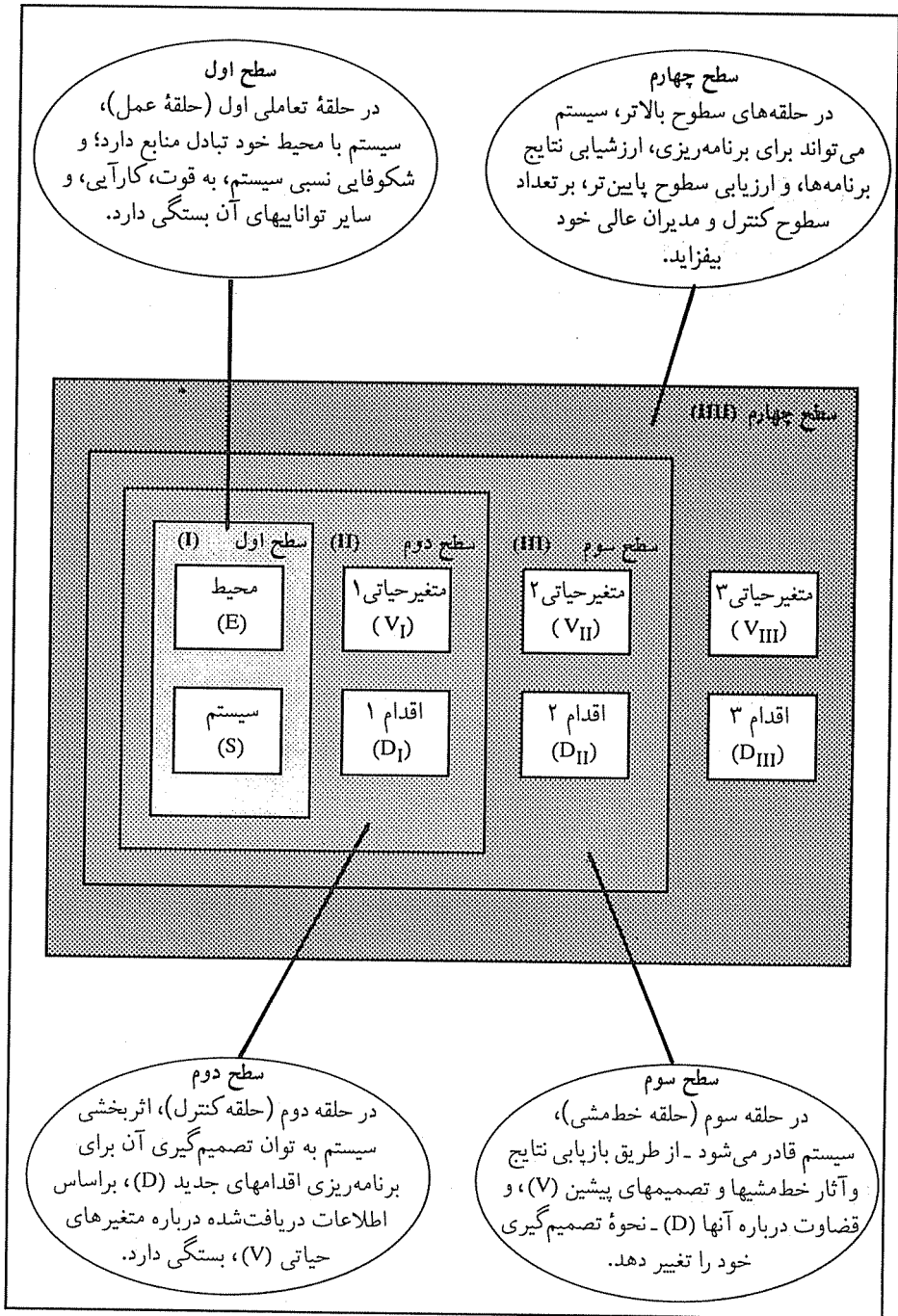
۳. آرایش سیستم معرفت‌پذیر (یادگیرنده)

در سیستمهای یادگیرنده، حلقه‌های بازخور اول و دوم، به وسیله حلقه بازخور سوم (یا حلقه خط‌مشی) حمایت می‌شوند (نمودار ۱۵-۲). وجود این حلقه، سیستم را قادر می‌سازد تا برنامه نحوه پاسخگویی (ارائه خط‌مشیهای) خود را با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل میزان موفقیت پاسخها و خط‌مشیهای قبلی، تغییر بدهد. در واقع، سیستمهای یادگیرنده (در قلمرو اصلاح خط‌مشی) به جمع‌آوری اطلاعات درباره ارزش خط‌مشیهای موردنظر می‌پردازند و آنها را براساس آنچه (با استفاده از سلولهای حسی) فرامی‌گیرند، تغییر می‌دهند. این عمل که در مدیریت «خط‌مشی‌گذاری» نامیده می‌شود، در مدیریت منابع اطلاعاتی «برنامه‌نویسی» نام دارد. حلقه خط‌مشی، سیستم را قادر می‌سازد تا هرچند وقت یک‌بار، خودش را براساس دانشی که از نتایج تعاملهای گذشته به دست آورده است، «بازسازی» (یا بازشناسی) کند.

بنابراین، اثربخشی خط‌مشی‌گذاری به مواردی نظیر موارد ذیل بستگی دارد:

۱. میزان تلاطم واقعی در محیط؛
۲. میزان حافظه موجود، برای ذخیره‌سازی تجارب گذشته؛
۳. توان تغییر سریع و دقیق خط‌مشی؛
۴. میزان حافظه موجود، برای ذخیره‌سازی خط‌مشی جدید؛
۵. توان سلول کنترل و سرعت آن در پیدا کردن خط‌مشی جدید (بیت‌سون، ۱۹۷۲، ص ۱۶۶-۱۷۶).

گاهی می‌توان حلقه‌های «عمل»، «کنترل»، و «خط‌مشی» را با توجه به سطوح سازمانی در سازمانهای بوروکراتیک، از هم متمایز ساخت؛ به این صورت که حلقه عمل را به کارگران سطوح عملیاتی، حلقه کنترل را به مدیران میانی، و حلقه خط‌مشی را



به مدیران عالی منسوب کرد. فایده این مقایسه از آن جهت است که ساخت حلقه‌ها و افزایش قلمروها، ممکن است تا بی‌نهایت ادامه یابد. در این صورت، سیستم می‌تواند برای انطباق با طبقات پرتلاطم‌تر، سطوح کنترلی خود را افزایش دهد و در طی زمان، آرایشهای پیچیده‌تری را ایجاد کند. نمودار ۱۵-۲، افزایش یک سطح دیگر را نشان می‌دهد. البته، به این ترتیب، بر هزینه نگهداری سلولهای حافظه، کنترل، و حس، افزوده می‌شود و به طور قابل ملاحظه‌ای از سرعت واکنش در برابر محیط کاسته می‌گردد (لیکر، ۱۹۸۷، ص ۲۳).

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل دوم		
تعریف کاربردی سیستم	عناصر	کنترل
ورودی	تعامل	رشد
فراگرد	حالت (سطح)	دفاع
خروجی	جریان (نرخ)	پویایی
تصمیم‌گیری	جعبه سفید	آرایش درونی سیستم
وابستگی	جعبه سیاه	سیستم ساده
محیط	ساختار سیستم	سیستم خودتنظیم
مرز	رفتار (کارکرد) سیستم	سیستم یادگیرنده
زوجی شدید	تعمیر و نگهداری	
زوجی ضعیف	حرکت	

پرسشهای فصل دوم

۱. تعریف کاربردی سیستم باید چه ویژگیهایی داشته باشد؟
۲. تفاوت نمایش هندسی سیستم با نمودارهای سنتی آن چیست؟
۳. انواع ورودیهای سیستم را با هم مقایسه کنید و توضیح دهید که جالبترین آنها از نظر محققان کدام است؟
۴. «جعبه سفید» و «جعبه سیاه» را با هم مقایسه کنید.
۵. با بررسی انواع خروجیهای هر سیستم، آنها را مقایسه کنید.

۶. منظور از روابط عناصر سیستم چیست؟ انواع آن را ذکر کنید و تأثیر هریک بر کارکرد سیستم را تحلیل کنید.

۷. آشنایی با ویژگیهای عناصر سیستم، چه نقشی در تصمیم‌گیری مدیران ایفا می‌کند؟

۸. فعالیت تعمیر و نگهداری سیستم چگونه صورت می‌پذیرد؟

۹. نقش تخصص‌گرایی را در شکل‌گیری فعالیتهای دفاعی سیستم تحلیل کنید.

۱۰. سیستم چگونه رشد می‌کند؟

۱۱. وظایف سلولهای کنترلی را بنویسید.

۱۲. با نگرشی سیستمی، محیط سیستم را تعریف کنید.

۱۳. میزان کنترل نسبی سازمان بر عوامل داخلی و خارجی را با رسم شکل، توضیح دهید.

۱۴. نحوه سازگاری سیستم با محیط را تحلیل کنید.

۱۵. پویایی سیستم را با توجه به حالتها و جریانهای آن تحلیل کنید.

۱۶. آشنایی با ویژگیهای سیستمهای باز، چه تأثیری بر حل مسائل سازمان دارد؟ توضیح

دهید.

۱۷. انواع رفتار سیستم را در برابر محرکها یا تحولات محیطی تحلیل کنید.

۱۸. آرایشهای درونی سیستم را در محیطهای گوناگون توضیح دهید.

۱۹. کارکرد حلقه‌های تعاملی را در سطوح مختلف سیستم، با رسم شکل، توضیح دهید.

فصل سوم

علم کنترل و ارتباطات

همان طور که در فصل اول ذکر شد، رویکرد سیستمی بر نحوه به کارگیری «نظریه عمومی سیستمها» و «علم کنترل و ارتباطات»، در مسائل صنعتی و اجتماعی تأکید دارد. علم کنترل و ارتباطات نیز بر به کارگیری «تفکر سیستمی» در حل مسائل مربوط به کنترل و ارتباطات تأکید می‌کند. استفاده از علم کنترل و ارتباطات، علاوه بر پاسخگویی به نیازهای مفهومی، نیازهای عملیاتی سیستم را نیز برآورده می‌سازد؛ در واقع، می‌توان این علم را به مثابه یکی از شاخه‌های کلی نظریه عمومی سیستمها در نظر گرفت. اصطلاح «علم کنترل و ارتباطات»، با توجه به اینکه این علم با انواع فراگردهای بازخور سروکار دارد، اصطلاح مناسبی محسوب می‌شود. قبل از پرداختن به اصل بازخور و نقش کنترلی آن، ارائه یک شیوه برای طبقه‌بندی سیستمها برحسب میزان کنترل‌پذیری، مطلوب به نظر می‌رسد. در فصل اول، شیوه طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان پیچیدگی مطرح شد. در اینجا با توجه به موضوع علم کنترل و ارتباطات، دو شاخص متمایز «میزان پیچیدگی» و «قابلیت پیش‌بینی»، به منزله مبنای طبقه‌بندی در نظر گرفته می‌شوند (بیر، ۱۹۶۴، ص ۱۸).

طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان کنترل‌پذیری

در صورتی که ویژگی «میزان پیچیدگی» را مبنای طبقه‌بندی سیستمها فرض کنیم، مجموعه‌ای مشتمل بر سیستمهای ساده، سیستمهای پیچیده، و سیستمهای بسیار پیچیده قابل تشخیص خواهد بود.

سیستم ساده، سیستمی است که تعداد اجزای تشکیل‌دهنده آن کم بوده و روابط محدودی میان آنها برقرار باشد؛ در حالی که سیستم پیچیده، سیستمی است که دارای اجزای بسیار زیاد و به هم وابسته‌ای باشد؛ و سیستم بسیار پیچیده نیز سیستمی است که

شناسایی و تشریح دقیق اجزاء و ویژگیهای آن، امکانپذیر نباشد.

ویژگی دوم (قابلیت پیش‌بینی) با ماهیت سیستم از حیث «میزان قطعی بودن یا احتمالی بودن»، سروکار دارد؛ در این مورد، دو وضعیت قابل تصور است: در وضعیت اول، اجزای سیستم به گونه‌ای کاملاً قابل پیش‌بینی با یکدیگر تعامل دارند؛ در حالی که در وضعیت دیگر، رفتار سیستم قابل پیش‌بینی نیست، ولی ممکن است آنچه اتفاق می‌افتد، قابل پیش‌بینی باشد. نگاره ۳-۱، ترکیبهای ششگانه حاصل از تلفیق طبقات و وضعیتهای فوق را نشان می‌دهد.

گرچه بیر تصریح می‌کند که این ترکیبها، وجوه تمایز نامعینی دارند (بنابراین مصادیق آنها نیز نامعین و نسبی خواهند بود)، ولی این شیوه دسته‌بندی، شیوه بالارزشی است؛ زیرا سیستمها را براساس انواع روشهای کنترل موردنیاز آنها دسته‌بندی می‌کند. بدیهی است که کنترل هر دسته از سیستمهای مذکور، از حیث دشواری و اهمیت، با دسته‌های دیگر تفاوت دارد.

رفتار سیستمهای قطعی قابل پیش‌بینی است و سازمانها در شمار مصادیق آنها قرار نمی‌گیرند (برخلاف سیستمهای باز که شامل سازمانها نیز می‌شوند)؛ از این رو، بندرت جلب توجه می‌کنند. همان طور که در نگاره ۳-۱ ملاحظه می‌شود، مجموعه سیستمهای قطعی، سیستمهایی نظیر قرقه، ماشین تحریر، ماشینهای اداری، پردازش قطعات بر روی خط تولید، پردازش خودکار چک در بانک، و غیره را دربرمی‌گیرد که در همه آنها خروجی سیستم از طریق نظارت بر ورودیهای سیستم، کنترل می‌شود.

پس از سیستمهای قطعی ساده، سیستمهای قطعی پیچیده مطرح می‌شوند که فقط از حیث «درجه پیچیدگی»، باهم تفاوت دارند؛ برای مثال، کامپیوترها که بسیار پیچیده‌تر از «سیستمهای قطعی ساده» هستند، به طور کاملاً قابل پیش‌بینی کار می‌کنند؛ همان طور که ذکر شد، وجوه تمایز این دسته‌ها، نسبی و نامعین است؛ برای مثال، کامپیوترها به منزله سیستمهای قطعی پیچیده مطرح شدند؛ در حالی که ممکن است از نظر یک متخصص، فاقد پیچیدگی باشند. همچنین بسیاری از افراد، موتور یک خودرو را سیستمی پیچیده به شمار می‌آورند؛ در حالی که همین سیستم، از نظر «نیروهای فنی» یک سیستم قطعی ساده محسوب می‌شود. در همه مثالهای فوق، ماهیت سیستم «یک حالت» است - یعنی رفتار آن به وسیله ترتیب ساختاری عناصر

تشکیل دهنده اش معین می‌شود؛ زیرا اگر ترتیب عناصر یک «سیستم قطعی» صحیح باشد، طبق الگویی که برایش تعیین شده است، عمل خواهد کرد.

اگر تعداد حالت‌های قابل تصور برای نتایج عملکرد یک سیستم، بیشتر از یک باشد، ماهیت سیستم «احتمالی» است. مجموعهٔ مصادیق سیستم‌های احتمالی، از ساده‌ترین موارد ممکن (مانند پرتاب سکه که فقط دو حالت محتمل دارد) تا پیچیده‌ترین سیستم‌های اجتماعی و سازمانها را (که حالت‌های محتمل بسیاری برای آنها قابل تصور است) دربر می‌گیرد.

مثالهایی نظیر سیستم کنترل کیفیت و تناوب توقف دستگاهها، برای سیستم‌های احتمالی ساده مطرح می‌شوند. در فراگردهای تولید دستی، با توجه به تفاوت‌های فردی کارکنان، ممکن است کیفیت محصولات تولیدی متفاوت باشد؛ به همین دلیل، برای تضمین حداقل کیفیت موردنظر، از فنون کنترل کیفیت آماری استفاده می‌شود. همچنین با توجه به میزان فرسودگی قطعات و تناوب استفاده از یک ماشین، باید آن را در فواصل زمانی معینی تعمیر کرد. در چنین مواردی نیز توصیه می‌شود که برای کنترل، از روش‌های آماری استفاده شود.

با افزایش پیچیدگی یک سیستم احتمالی و افزوده شدن بر تعداد حالت‌های ممکن برای آن، پیش‌بینی نتایج عملکرد و کنترل رفتار آن سیستم، دشوارتر خواهد شد؛ در واقع، کنترل ورودی‌های یک سیستم قطعی ممکن است به پیش‌بینی خروجی‌های آن بینجامد؛ در حالی که کنترل ورودی‌های یک سیستم احتمالی فقط می‌تواند به پیش‌بینی دامنهٔ نوسانات خروجیها منجر شود.

سیستم‌هایی نظیر انسان، سازمانهای بزرگ، و سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، نمونه‌هایی از سیستم‌های احتمالی بسیار پیچیده هستند. این گونه سیستمها، حالت‌های رفتاری و عملکردی متغیری دارند؛ برای مثال، یک سازمان بزرگ که خود از خرده سیستم‌های زیادی تشکیل شده است، با سیستم‌های بیرونی متعددی مانند دولت، رقبای اتحادیه‌ها، تأمین‌کنندگان مواد اولیه، و بانکها سر و کار دارد. گاهی تعامل واحدهای داخلی و اجزای تشکیل دهنده سازمان با خرده سیستم‌های محیطی، آنقدر با ظرافت و پویایی صورت می‌گیرد که تعریف تفصیلی سیستم را غیرممکن می‌سازد؛ در حالی که کنترل رفتار این «سیستم‌های احتمالی پیچیده»، بسیار حائز اهمیت است. همان طور که در نگاره ۳-۱ ملاحظه می‌شود، سیستم‌های احتمالی ساده با

روشهای آماری کنترل می‌شوند؛ در حالی که سیستمهای احتمالی پیچیده را باید با روشهای پیچیده تحقیق در عملیات کنترل کرد. البته کارآیی روشهای تحقیق در عملیات نیز محدود است؛ به طوری که برای کنترل «سیستمهای احتمالی بسیار پیچیده» - که به طور دقیق قابل تعریف نیستند - کفایت ندارند؛ زیرا این گونه سیستمها، جزئیاتی غیر قابل تعریف دارند و نمی‌توان آنها را با «روش سنتی تجزیه و تحلیل» بررسی کرد. با وجود این، سیستمهای احتمالی بسیار پیچیده نیز باید تحت کنترل درآیند. برای برخورد

	میزان پیچیدگی			
	قابلیت پیش‌بینی			
میزان	ساده	پیچیده	بسیار پیچیده	
مثال	قرقره ماشین تحریر	کامپیوتر سیاره	مجموعه تھی	قطعی (یک حالت)
	کنترل ورودیها	کنترل ورودیها	کنترل ورودیها	
مثال	کنترل کیفیت تناوب از کار افتادن ماشینها بازیهای شانسی	سطوح موجودی رفتارهای شرطی فروش	سازمانهای بزرگ انسان اقتصاد	احتمالی (چند حالت)
	روشهای کنترل آماری	روشهای تحقیق در عملیات	روشهای مبتنی بر علم کنترل و ارتباطات (سایبرنتیک)، مانند فن جعبه سیاه	
نوع کنترل				
مورد نیاز				

نگاره ۳-۱ طبقه‌بندی سیستمها براساس میزان کنترل‌پذیری

با این نوع سیستمها از «فن جعبه سیاه» استفاده می‌شود. در محیطهای کاری بندرت با سیستمهای قطعی مواجه می‌شویم؛ زیرا بیشتر سیستمها، هم از حیث ساختاری و هم از حیث رفتاری، سیستمهایی احتمالی به شمار می‌آیند. در واقع هر سیستمی که عملکرد آن احتمالاً توأم با درصدی از خطاست، سیستمی احتمالی محسوب می‌شود؛ بنابراین برای کنترل آن باید از روشهای آماری استفاده کرد. بررسی این گونه سیستمها و روشهای کنترل آنها، معمولاً به صورت مجرد و انتزاعی انجام می‌گیرد؛ با وجود این، نتایج حاصل از این بررسیها، در سیستمهای واقعی نیز قابل استفاده هستند.

ابزار تحلیل	ویژگیهای سیستم
اصل بازخور	خودتنظیمی ←
جعبه سیاه	پیچیدگی بسیار زیاد ←
نظریه اطلاعات	احتمالی بودن ←

نگاره ۳-۲ ویژگیها و ابزار تحلیل سیستمهای سایبرنتیکی

ویژگی دیگر سیستمهای سایبرنتیکی، ویژگی «خودتنظیمی» است. این ویژگی توسط پیر به ویژگیهای «احتمالی بودن» و «پیچیدگی بیش از حد» اضافه شده است. که وجود آن برای حفظ ساختار سیستمها ضرورت دارد. در واقع، نظارت بر سیستم باید با در نظر گرفتن ضریب معین و دامنه پذیرفته شدهای برای خطا، به مثابه ابزار کنترل درونی، انجام پذیرد.

برای تحلیل هریک از ویژگیهای فوق، ابزار خاصی به کار گرفته می شود. این ابزارها در نگاره ۳-۲ معرفی شده اند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۶۰).

بازخور به مثابه ابزاری برای کنترل

سیستمهای بازخور، ابزاری هستند که به وفور با آنها سر و کار داریم و از قدمت زیادی برخوردارند؛^۱ به طوری که پیشینه تاریخی آنها، حداقل به دو هزار سال پیش برمی گردد (مایر، ۱۹۶۹)؛ با وجود این، مفاهیم و اصول زیربنایی سیستمهای بازخور در قرن بیستم (آن هم در چند دهه اخیر) کشف شد. تبیین مفاهیم اصلی و پیدایش اندیشه های جدید درباره برخی از جنبه های سیستمهای بازخور، به کشف نکات جالب توجه، مهم، و عمیقی انجامید؛ به طوری که طراحی و ساختن سیستمهای مشابه سیستمهای بازخور، امکانپذیر شد. همزمان با این تحولات، نخستین نظریه در مورد سیستمهای بازخور ارائه شد؛ بدین ترتیب، شروع نظریه پردازی در مورد سیستمهای بازخور، با پیدایش و ارائه نظریه جهشهای کوانتومی (در چند دهه گذشته) همزمان بوده است (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۶۳).

سیستمهای بازخور کنترلی، ساختاری مدار بسته دارند و با توجه به همین ویژگی

۱. مفهوم بازخور سه مسیر تکاملی داشته است: ۱) ساعت آبی؛ ۲) دماسنج؛ ۳) ساز و کارهای کنترل آسیاب بادی. ساعت آبی نخستین مصداق برای سیستمهای بازخور است و به قرن سوم پیش از میلاد برمی گردد. دماسنج تاریخ جدیدتری دارد و در اوایل قرن هفدهم اختراع شد. ساز و کارهای کنترل خودکار آسیابهای بادی نیز در قرن هجدهم اختراع شدند.

تشخیص داده می‌شوند. این گونه سیستمها را می‌توان به صورت ذیل تعریف کرد: «سیستم بازخور کنترلی، متمایل به حفظ رابطه تجویز شده میان دو متغیر سیستمی است؛ و پس از بررسی کارکردهای دو متغیر مذکور، از مقایسه تفاوت عملکرد آنها به منزله ابزاری برای کنترل استفاده می‌کند». همچنین می‌توان عمل «بازخور» را «انتقال یک علامت از یک مرحله به مرحله پیش از آن» تعریف کرد (گزارش کمیته A.I.E، ۱۹۵۱، ص ۹۰۹). به منظور طرح مباحث عمیقتر (در این زمینه) باید سیستمهای بازخور کنترلی دستی را از سیستمهای بازخور کنترلی خودکار متمایز ساخت. در سیستمهای بازخور خودکار، حلقه بازخور به وسیله خود سیستم فعال می‌شود؛ در حالی که سیستمهای بازخور دستی، به افرادی برای بستن (کامل کردن) حلقه بازخور خود، نیاز دارند؛ برای مثال، افراد مذکور باید براساس اطلاعات دریافت شده از طریق بازخور، اقداماتی را انجام دهند. البته هر دو نوع این سیستمهای بازخور، مهم هستند؛ ولی سیستمهای بازخور کنترلی مستقر شده در سازمانها، برای تکمیل حلقه بازخور خود، از انسانها استفاده می‌کنند؛ بنابراین سیستمهای بازخور کنترلی دستی، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. با وجود این، سیستمهای بازخور کنترلی خودکار، «نمونه‌هایی عالی» برای نمایش مفهوم بازخور به شمار می‌آیند.

نمودار خانه‌ای^۱

با توجه به فقدان زبان مشترک میان پژوهشگران رشته‌های گوناگون، تلاشهایی برای انطباق و استانداردسازی واژگان و علائم مورد استفاده برای بررسی سیستمهای بازخور کنترلی صورت پذیرفته است. نمودار خانه‌ای، ابزاری اساسی برای نمایش کارکرد اجزای سیستم کنترلی است. در واقع، نمایش این چنینی سیستم، شباهتهای زیربنایی سیستمهای به ظاهر غیر مرتبط را به طور دقیق آشکار می‌سازد. هرخانه در یک نمودار خانه‌ای، به جای نشان دادن چیزهایی نظیر موجودیتهای فیزیکی و تجهیزات، چیزهایی را نشان می‌دهد که باید انجام شوند. در نمودارهای خانه‌ای، از چهار علامت اساسی استفاده می‌شود: بردارها، خانه‌های پردازش، عملیات تبدیل یا انتقال، و دایره‌ها. (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۶۴).

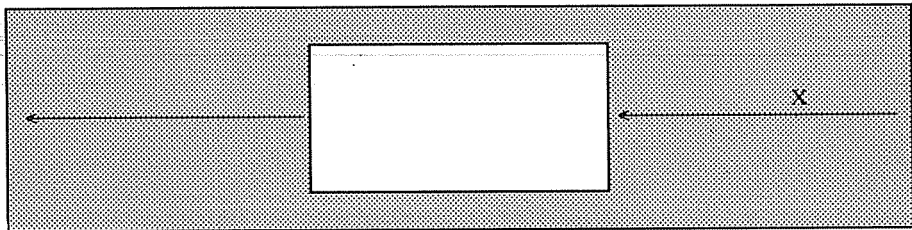
۱. «بردارها»، علامت یا فرمانی هستند که با دلالت بر یک مقدار فیزیکی معین، در جهت «پیکان» جاری می‌شوند. این جریان، یک جریان ثبت‌کننده انرژی نیست، بلکه

یک جریان اطلاعاتی است که بر وجود رابطه‌ای علی دلالت دارد. برای این ورودی از نامهای گوناگونی نظیر «فرمان»، «علامت»، «ارزش مطلوب»، و «متغیر مستقل» استفاده می‌شود و اغلب آن را به منزله «یک متغیر ریاضی» در نظر می‌گیرند (نمودار ۳-۱).



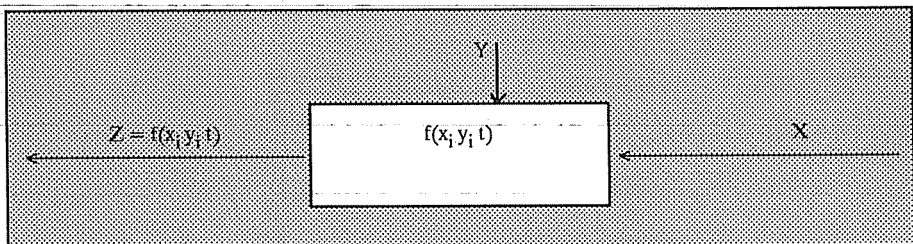
نمودار ۳-۱ «علامت» یا «فرمان»

۲. در نمودارهای خانه‌ای، متغیرهای سیستم از طریق «خانه‌های پردازش» به یکدیگر متصل می‌شوند (نمودار ۳-۲). خانه‌های پردازش، محلی برای انجام عملیات ریاضی بر روی علائم ورودی هستند (که به تولید خروجی می‌انجامد). علائمی که وارد خانه پردازش می‌شوند، مستقل هستند؛ ولی علائمی که آن را ترک می‌کنند، وابسته هستند؛ زیرا این علائم خروجیها یا آثار سیستم محسوب می‌شوند.



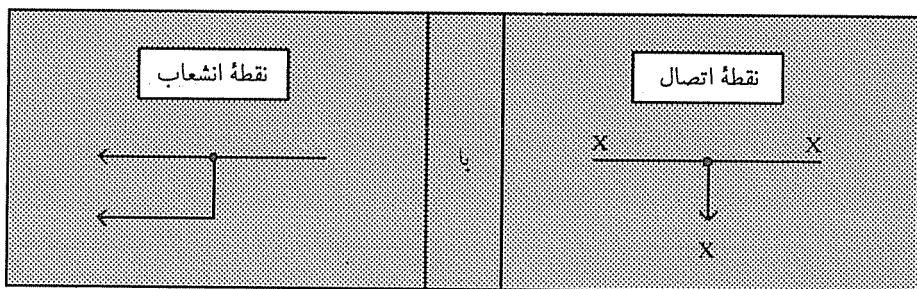
نمودار ۳-۲ خانه پردازش

۳. «عملیات انتقال» بر عملیاتی ریاضی که در خانه پردازش انجام می‌شوند، دلالت دارند. به این ترتیب خروجی خانه پردازش عبارت است از حاصلضرب عملیات انتقال در مقدار ورودیها (نمودار ۳-۳).



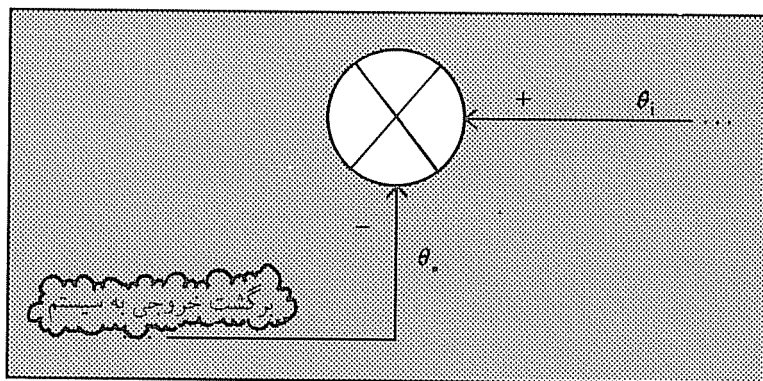
نمودار ۳-۳ خانه پردازش با عملیات انتقال

اگر یک علامت، دو اثر جداگانه داشته باشد، یا به سوی دو نقطه متفاوت برود، نقطه‌ای با عنوان «نقطه انشعاب» ایجاد می‌کند. همچنین اگر دو مسیر به یک نقطه واحد ختم شوند، یک «نقطه اتصال» خواهند داشت (نمودار ۳-۴).



نمودار ۳-۴ نقاط انشعاب و اتصال

۴. «نقطه جمع» نقطه‌ای است که در آن دو کمیت (یعنی «علامت فرمان یا وضع مطلوب» با «علامت بازخور یا وضع موجود») مقایسه می‌شوند. این نقطه را با یک دایره نشان می‌دهند که در آن علائم «به هم افزوده» یا «از هم کاسته» می‌شوند. در نمودار ۳-۵، θ_i یک علامت ورودی است که وارد سیستم می‌شود و θ_o خروجی آن است. در متون مربوط به سیستم، «نقطه جمع» را گاهی «نقطه خطایاب»، «نقطه مقایسه کننده»، یا «نقطه سنجش» نیز می‌نامند.

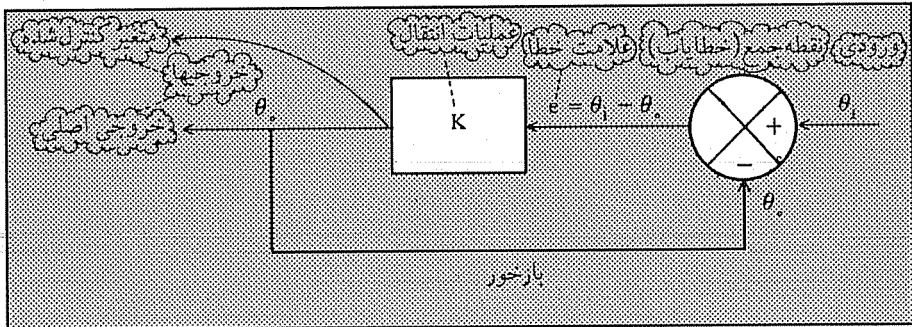


نمودار ۳-۵ نقطه جمع (نقطه مقایسه)

سیستمهای مدار بسته

در سیستمهای ساده‌ای که با حلقه بسته کار می‌کنند، خروجی دوباره به نقطه جمع بازمی‌گردد. در نمودار ۳-۵، خروجی θ_o با ورودی θ_i مقایسه شده است. بدیهی است

که این مقایسه، یکی از وظایف ضروری هر سیستم کنترل خودکار است. در اینجا «فرمان» با متغیر خروجی (تحت کنترل) مقایسه می‌شود و نتیجه مقایسه (میزان اختلاف و تفاوت) به مثابه ابزار کنترل به کار می‌رود. در صورت وجود «اختلاف»، آن را «بازخور منفی» می‌نامند. در نقطه مقایسه سیستمهای دارای بازخور منفی، عملیات تفریق انجام می‌شود. حاصل مقایسه، به مثابه یک علامت دور مدار بازخور می‌گردد. البته این علامت معکوس می‌شود؛ زیرا با توجه به وجود یک مدار بسته، بدون معکوس‌سازی علائم، سیستم ناپایدار خواهد شد؛ به همین دلیل معکوس‌سازی علائم، همراه و لازمه بازخور منفی است.



نمودار ۳-۶ سیستم بازخور مدار بسته

نمودار ۳-۶، یک سیستم بازخور مدار بسته را نشان می‌دهد. خروجی این سیستم، حاصل ضرب عملیات انتقال (در اینجا عملیات K) در ورودی خانه پردازش (e) است. در واقع، براساس این نمودار (به زبان ریاضی) داریم:

$$\begin{aligned} e = \theta_i - \theta_o &\Rightarrow \theta_o = K(\theta_i - \theta_o) \\ \theta_o = K \cdot e &\Rightarrow \theta_o = K\theta_i - K\theta_o \Rightarrow \theta_o + K\theta_o = K\theta_i \Rightarrow \theta_o(1 + K) = K\theta_i \Rightarrow \theta_o = \frac{K\theta_i}{1 + K} \\ \frac{\theta_o}{K} = \theta_i - \theta_o &\Rightarrow \theta_o = \theta_i - \frac{\theta_o}{K} \end{aligned}$$

همان طور که ملاحظه می‌شود، در معادله‌های $\theta_o = \frac{K\theta_i}{1 + K}$ و $\theta_o = \theta_i - \frac{\theta_o}{K}$ ، هرچه K بزرگتر شود، θ_o به θ_i نزدیکتر خواهد شد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۶۵-۶۶).

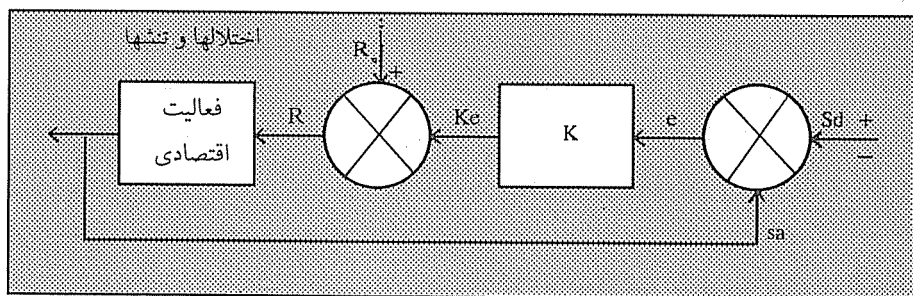
مثال ذیل، مدلی فرضی را برای یک سیستم اقتصادی معرفی می‌کند.

البته ادعا نمی‌شود که این مثال بر یک سیستم اقتصادی واقعی دلالت دارد؛ ولی می‌توان گفت که بینش خوبی در مورد ساز و کارهای کنترلی مورد استفاده یک دولت برای تصحیح وضعیتی ناپایدار، ارائه می‌کند. بعلاوه، با توجه به اینکه مدل‌های شبیه‌سازی شده اقتصادی (با استفاده از روشهای آماری) معمولاً با مسائل واقعی زندگی سر و کار دارند، مسائل اقتصادی موضوع مناسبی برای کنترل سایبرنتیکی محسوب می‌شوند.

در میان رویکردهای اقتصادی مبتنی بر بازخور کنترلی، رویکرد ذیل که به وسیله پورتر ارائه شده است، کارکرد مناسبتری برای به تصویر کشیدن مفهوم سایبرنتیک دارد (پورتر، ۱۹۷۰، ص ۱۴-۱۵).

S_d = سطح مطلوب هزینه S_a = سطح واقعی هزینه	R_o = سطح استاندارد سود R = سطح واقعی سود K = عملیات سیستم (انتقال)	اگر داشته باشیم:
$e = s_d - s_a$ آن تفاوت سطح مطلوب هزینه با سطح واقعی آن $r = -K * e$ تغییرات حاصل از اجرای فعالیت اقتصادی $R = R_o + r$ سطح واقعی سود		و:
$R = R_o - K * e$		آنگاه داریم:

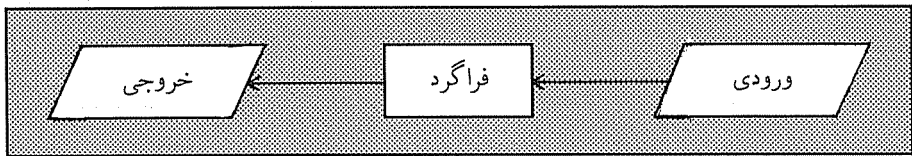
بنابراین میزان تغییر در سود، بستگی به مقدار e خواهد داشت که توسط سیستم کنترل به دست می‌آید (نمودار ۳-۷، نمودارخانه‌ای این سیستم اقتصادی را نشان می‌دهد).



نمودار ۳-۷ یک سیستم ساده کنترل فعالیت اقتصادی

سیستمهای مدارباز

«سیستمهای مدارباز»، سیستمهایی هستند که خروجیها و ورودیهای آنها، با هم پیوند ندارند. نمونه‌های مکانیکی «سیستمهای مدارباز» عبارتند از: دستگاه آب شیرین‌کن خانگی، ماشین رختشویی، سیستم آبیاش خودکار، و چراغ راهنمایی. در هیچ یک از این نمونه‌ها، خروجی با ورودی مقایسه نمی‌شود، بلکه به ازای هریک از ورودیها، یک وضعیت عملیاتی ثابت در نظر گرفته شده است که عملکرد سیستم با آن مقایسه می‌شود. بیشتر سیستمهای فوق براساس زمان کار می‌کنند. نمودار ۸-۳، یک سیستم را با مدار باز نمایش می‌دهد.



نمودار ۸-۳ سیستم بازخور مدارباز

ممکن است بتوان همه سیستمهای فوق را به سیستمهای مداربسته تبدیل کرد؛ مشروط بر آنکه شاخص مناسبی برای این گونه سیستمها در نظر گرفته شود. «افرادی که میزان خشک بودن یا تمیزی لباسها را بررسی و آن را با یک شاخص استاندارد مقایسه می‌کنند»، «کارگرانی که میزان رطوبت زمین را ارزیابی و آن را با شاخص موردنظر خود مقایسه می‌کنند»، و «افرادی که میزان نور اطاق را کنترل و آن را با میزان نور مطلوب مقایسه می‌کنند»، همگی مقایسه خود را با استفاده از یک شاخص اندازه‌گیری انجام می‌دهند و هدف معینی را از این مقایسه تعقیب می‌کنند.

سازمانها، بدون افراد شاغل در آنها، اساساً در شمار سیستمهای مدارباز قرار می‌گیرند؛ ولی با حضور مسؤولان کنترل (که ورودی و خروجی یک سازمان را با هم مقایسه می‌کنند و براساس میزان تفاوت عملکرد واقعی با عملکرد برنامه‌ریزی شده، اقدام اصلاحی به عمل می‌آورند)، درزمره سیستمهای مداربسته قرار می‌گیرند. علی‌رغم ضرورت و مطلوبیت استفاده از افراد در سیستمهای مداربسته، این کار مشکلاتی را به بار می‌آورد؛ برای مثال، مشکل عمده این است که تشریح رفتار انسان با زبان ریاضی تقریباً محال است؛ بعلاوه، اصلاح رفتار انسان از طریق یادگیری، کار وقت‌گیر و دشواری است. اگر تشریح سیستم با زبان ریاضی امکانپذیر نباشد، دقت علمی کاهش می‌یابد. البته حتی در

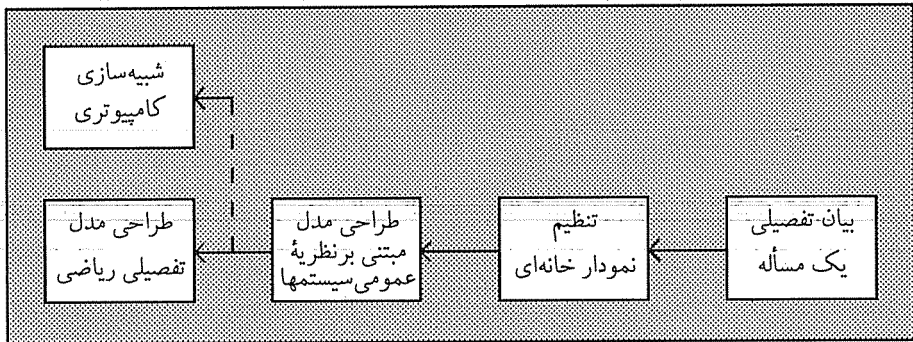
این صورت نیز مطالعه سیستم با ارزش است؛ برای مثال، بدیهی است که سیستم کنترل موجودی، دارای مدار بسته است؛ زیرا همواره سطح واقعی موجودی (خروجی سیستم) را با سطح مطلوب آن مقایسه می‌کند و در صورت مشاهده تفاوت، میزان تولید را توسط یک فرد مسؤول متعادل می‌سازد، به گونه‌ای که سطح موجودی انبار دوباره به سطح مطلوب برسد. هرچند در مباحث سیستمی، بیشتر به سیستمهای بازخور منفی توجه شده است، سیستمهای بازخور مثبت نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. سیستمهای بازخور مثبت بخشی از خروجی خود را به صورت ورودی به سیستم بازمی‌گردانند؛ و در واقع به جای حفظ وضع موجود، موجب رشد و توسعه بازده سیستم می‌شوند. همه فراگردهای رشد از سیستم بازخور مثبت استفاده می‌کنند؛ یعنی بخشی از خروجی خود را به سیستم برمی‌گردانند و بسط می‌دهند. این امر علاوه بر سیستمهای مکانیکی، در سیستمهای اجتماعی نیز مصداق دارد. «فرمان و ترمز خودکار»، نمونه‌هایی مکانیکی برای سیستمهای بازخور مثبت تقویت‌کننده قدرت، به شمار می‌آیند.

در سازمانها و سیستمهای اجتماعی، معمولاً از واژه «بازخور مثبت» به «اخبار خوب» و از واژه «بازخور منفی» به «اخبار بد» تعبیر می‌کنند. این گونه تعبیرها برای کارشناس سیستم بسیار گمراه‌کننده هستند. ساز و کارهای بازخور مثبت، ابزارهای تقویت‌کننده رشد هستند؛ در حالی که بازخورهای منفی، در شمار فراگردهای حفظ و کنترل قرار می‌گیرند. واحدهای بازاریابی و تحقیق و توسعه سازمان، با تلاش به منظور افزایش موارد کاربرد محصولات و خدمات، علاوه بر اهداف و کاربردهای قبلی، فراگردهای رشد را تقویت می‌کنند؛ در حالی که واحدهای حسابداری، کنترل کیفیت، و روابط عمومی عهده‌دار وظایفی کنترلی، با هدف به حداقل رساندن تفاوت میان استانداردها و عملکردهای واقعی (در مورد متغیرهایی نظیر بودجه، روحیه، حسن شهرت و مانند آن) هستند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۶۸-۶۹). در واقع، استفاده از مفاهیم بازخور مثبت و منفی برای شناخت و تحلیل مسائل مربوط به رفتار سازمانی و رفتار سیستم، بسیار مفید است.

نمودار خانه‌ای و نظریه عمومی سیستمها

با پیچیده‌تر شدن مسائل، ضرورت استفاده از کامپیوتر برای شبیه‌سازی و حل مسأله بیشتر می‌شود و نیاز به یک چهارچوب مفهومی، برای تعریف مسأله و حل آن افزایش

می‌یابد؛ از این رو بر ضرورت طراحی سیستم و تصمیم‌گیری درباره ساختار آن افزوده می‌شود. بنابراین، باید ابعاد ساختاری رفتار و عملیات سیستم تعیین شود. استفاده از نمودار خانه‌ای برای شناسایی روابط ساختاری سیستم، فوق‌العاده مفید است. برخی از صاحب‌نظران معتقدند که نمودار خانه‌ای و نظریه عمومی سیستمها، از این جنبه با یکدیگر پیوند می‌یابند؛ زیرا نظریه عمومی سیستمها در ملاحظات ساختاری، علاوه بر استفاده از سادگی و سهولت کاربرد نمودار خانه‌ای، از دقت ریاضیات نیز بهره می‌گیرد (مزاروویک، ۱۹۶۷، ص ۱۳). در واقع، طراحی مدل بر مبنای نظریه عمومی سیستمها (برای سیستمهای پیچیده)، گامی ضروری است که باید بعد از تنظیم نمودار خانه‌ای و قبل از طراحی مدل تفصیلی ریاضی، برداشته شود (نمودار ۳-۹).

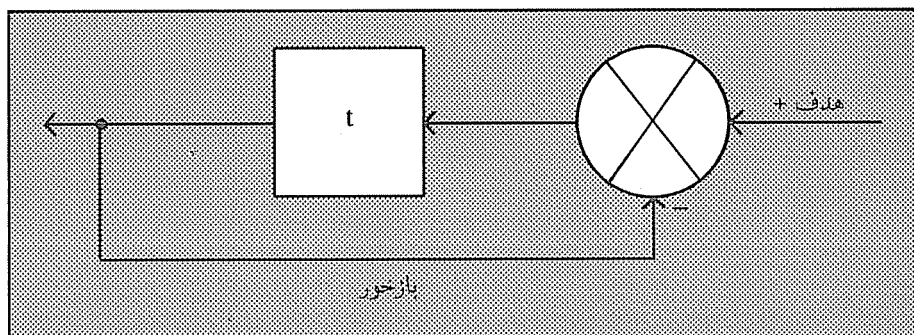


نمودار ۳-۹ رابطه نمودار خانه‌ای و نظریه عمومی سیستم

سیستمهای بازخور نوع اول (سیستمهای خودکار حفظ‌کننده هدف)

سیستمهای بازخور کنترلی مدار بسته‌ای که در مباحث پیشین مطرح شدند، همگی در شمار سیستمهای بازخور نوع اول قرار می‌گیرند؛ زیرا این سیستمها در برابر یک هدف خارجی هدایت می‌شوند (نمودار ۳-۱۰) و طبق برنامه‌ای ویژه، بدون در نظر گرفتن تغییرات محیطی و مانند آن، عمل می‌کنند. سیستمهای هدفمند دارای سیستم بازخور منفی، با شناسایی و اصلاح انحرافات، از هدف خود محافظت می‌کنند. در واقع این‌گونه سیستمها هیچ انتخاب دیگری جز اصلاح انحراف ندارند؛ بنابراین، هدف سیستمهای بازخور نوع اول، حفظ سیستم در یک حالت متعادل و مطلوب است. این سیستمها قادر به ارائه پاسخ شرطی به محیط نیستند؛ زیرا علاوه بر نداشتن حافظه، امکان انجام اقدامات دیگر نیز برای آنها پیش‌بینی نشده است. عملیات این نوع سیستمهای

کنترلی، کاملاً دورانی است؛ بدین ترتیب که پس از مقایسه با استانداردها، چرخه سیستم دوباره طی می‌شود. سیستمهای بازخور نوع اول، همیشه بدون توجه به تغییرات محیطی، براساس برنامه از پیش تنظیم شده خود عمل می‌کنند؛ برای مثال، در ترموستاتها یک درجه حرارتی معین، صرف نظر از وضعیت جوی محیط، حفظ می‌شود (چرچمن و دیگران، ۱۹۷۵، ص ۸۱).

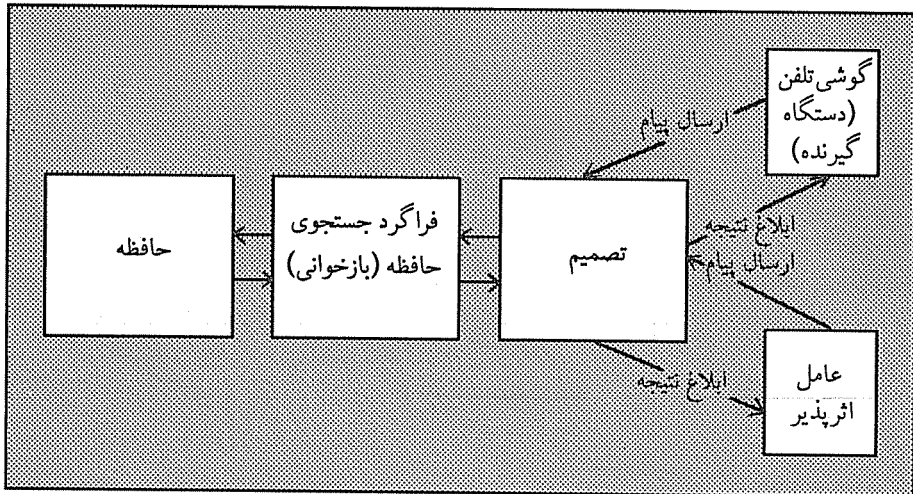


نمودار ۳-۱۰ سیستم بازخور نوع اول

سیستمهای بازخور نوع دوم (سیستمهای خودکار تغییردهنده هدف)

سیستمهای بازخور نوع دوم دارای حافظه هستند و می‌توانند به تغییرات و محرکهای خارجی پاسخ بدهند و از میان گزینه‌های متعدد، بهترین گزینه را برای مواجهه با وضعیتهای معین، انتخاب کنند. وجود حافظه در حلقه‌های بازخور، همه تسهیلات موردنیاز سیستم، برای ذخیره‌سازی اطلاعات موجود یا فراخوانی اطلاعات گذشته را فراهم می‌کند. در واقع، نیروهای انسانی، واحدهای ستادی، خط‌مشیها، سیستمهای بایگانی، و مانند آن، تأمین‌کننده این حافظه سازمانی هستند. مقصود از ارائه بازخور بر مبنای اطلاعات گذشته، کمک به اتخاذ تصمیمهای جاری است (دویچ، ۱۹۶۶، ص ۸۰-۹۱). سیستم بازخور نوع دوم می‌تواند هدفهای خود را متناسب با تغییر رفتار سیستم، تغییر دهد؛ یعنی تغییر هدف به منزله بخشی از فراگرد این سیستمهای بازخور تلقی می‌شود. چرچمن در نمودار ۳-۱۱، یک مدار تبدیل خط تلفن را به منزله نمونه‌ای از سیستمهای خودکار تغییردهنده هدف، مطرح می‌کند.

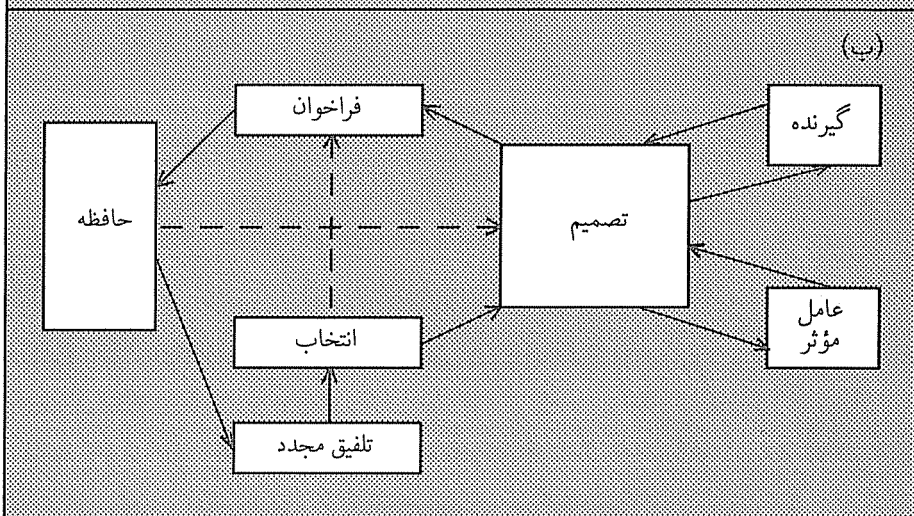
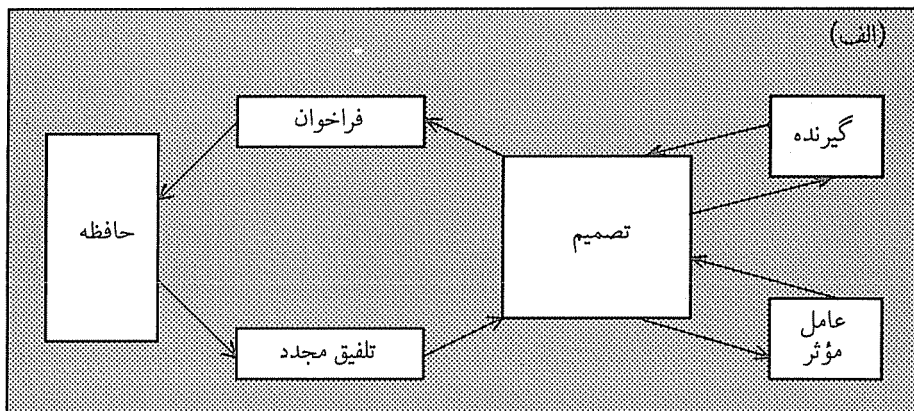
نمونه‌های بسیاری یافت می‌شوند که در آنها پس از تحقق هدف فرضی «الف»، اولویت به هدف فرضی «ب» داده می‌شود و هنگامی که هدف «ب» به دست آمد،



نمودار ۳-۱۱. مدار یک سیستم بازخور دارای حافظه (نوع دوم)

اولویت به هدف «الف» برمی‌گردد، یا به هدف «ج» اعطا می‌گردد. هر سیستمی که بتواند هدفهای خود را تغییر دهد، در زمره سیستمهای دارای کنترل داخلی قرار می‌گیرد. توان تغییر هدف متکی به وجود حافظه است. هنگامی که حافظه یک سیستم فاقد ظرفیت خالی (اضافی) باشد، یا ارتباط آن با اطلاعات قدیمی قطع شده باشد، یا فایده و اثربخشی اطلاعات آن از بین رفته باشد، امکان تغییر اهداف برای سیستم وجود ندارد؛ در نتیجه، سیستم مذکور کنترل رفتار خود را از دست می‌دهد و فقط به صورت دستگاه تنظیم‌کننده خودکار عمل می‌کند. هرچه ظرفیت حافظه بیشتر باشد، توان سیستم برای فراخوانی اطلاعات گذشته افزایش می‌یابد. توان ذخیره‌سازی و فراخوانی اطلاعات، و همچنین قدرت انتخاب گزینه‌های رفتاری برای پاسخگویی به تغییرات محیطی را «یادگیری» یا «معرفت‌پذیری» گویند. در واقع، حاصل این یادگیری، «افزایش توان سیستم برای تنظیم منابع توسط خودش» خواهد بود؛ به گونه‌ای که با اهداف سیستم و نحوه تحقق آنها هماهنگ باشد (دویچ، ۱۹۶۶، ص ۹۲). بدین ترتیب، یادگیری به اقداماتی نظیر افزودن یک مسیر ارتباطی جدید، ایجاد تغییر در اطلاعات ذخیره شده در حافظه، تغییر دادن فراگرد کنترلی یا اقداماتی نظیر آن می‌انجامد (چرچمن و دیگران، ۱۹۵۷، ص ۸۲).

سیستمهای بازخور نوع سوم (سیستمهای هوشمند تغییردهنده هدف)
سیستمهای بازخور نوع سوم، سیستمهایی هستند که می‌توانند نسبت به تصمیم‌گیری



الف) خودکنترلی: اگر امکان تلفیق مجدد اطلاعات حافظه و انتخاب گزینه‌ای جدید برای عمل (به وسیله خود ماشین یا سازمان) وجود داشته باشد، واحد کنترل فعالتر، روانتر، و دارای کنترل داخلی خواهد شد؛ به طوری که مجموعه این تشکیلات می‌تواند پیش‌بینیهای ساده (سطح اول) را انجام دهد.

ب) خودآگاهی: اگر تلفیق حافظه‌های متعدد امکانپذیر باشد و انتخاب تعدادی از تلفیقهای مذکور برای بررسی و تلفیق بیشتر ممکن باشد، واحد کنترل به روانی و خودکنترلی بیشتری دست می‌یابد. خطوط خطچین، آنچه را که در بیشتر سازمانها در حال رخ دادن است، با آنچه که در گذشته به وقوع پیوسته یا احتمالاً در آینده به وقوع خواهد پیوست، مقایسه می‌کند (پیش‌بینیهای سطح دوم و سوم)؛ هرچند در بسیاری از سازمانها، این مقایسه‌ها به شکلی ضعیف و ناقص انجام می‌شوند.

گذشته خود، واکنش نشان دهند؛ یعنی می‌توانند علاوه بر جمع‌آوری و ذخیره‌سازی اطلاعات در حافظه، از حافظه خود کمک بگیرند و اقدامهای جدیدی را برنامه‌ریزی کنند. بدیهی است که می‌توان هم انسانها و هم سازمانها را به مثابه مصادیق این گونه سیستمها در نظر گرفت؛ برای مثال، سازمان می‌تواند با کسب مداوم اطلاعات حیاتی از حافظه و تغییر هدفهای خود، فراگرد رشد خود را هدایت کند؛ به تحقیق پردازد؛ سیستم ارزشی نیروی انسانی خود را اصلاح کند؛ و الگوی عملیاتی خود را تغییر دهد.

سیستمهای بازخور نوع سوم، علاوه بر خودکنترلی، خودآگاهی نیز دارند. نمودار ۱۲-۳، مختصات احتمالی این نوع سیستمها را نشان می‌دهد (چرچمن و دیگران، ۱۹۵۷، ص ۸۴).

کنترل و قانون ضرورت تنوع

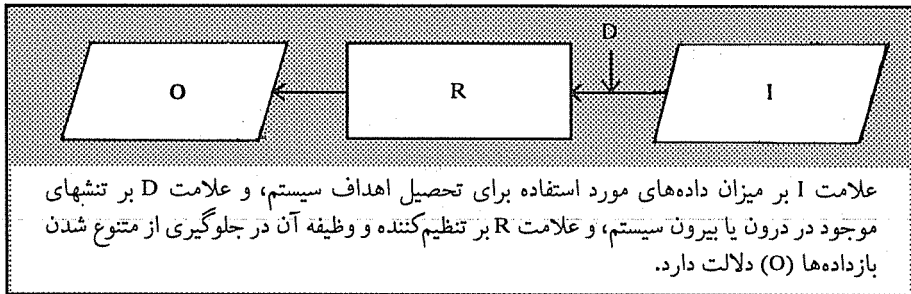
با افزایش پیچیدگی سیستم، شناخت و کنترل آن دشوارتر شده، تعریف و تبیین ساختار و روابط درونی آن نیز مشکل خواهد شد؛ در نتیجه، بر دشواری و صعوبت پیش‌بینی رفتار آن نیز افزوده می‌شود. با افزایش تعداد اجزای تشکیل‌دهنده یک سیستم، میزان روابط درونی اجزای آن افزایش می‌یابد؛ در چنین وضعیتی می‌گویند، «سیستم نسبت به گذشته خود، از تنوع بیشتری برخوردار شده است». اگر یک پیوستار را که در یک حد آن، سازمانی ساده (با چند کارمند و موارد معدودی ارتباط داخلی) و در حد دیگر آن، سازمانی پیچیده (که دارای کارکنان و تعداد روابط بیشتری است) قرار دارد، در نظر بگیریم، با حرکت به سمت پیچیدگی، تنوع و وضعیت عدم اطمینان افزایش می‌یابد. اگر پرسیده شود که «چگونه می‌توان عدم اطمینان را کاهش داد؟»، پاسخ این است: «از طریق افزایش اطلاعات». وجود اطلاعات به کاهش تنوع کمک می‌کند و کاهش تنوع، فراگرد مهارسازی و کنترل سیستم را بهبود می‌بخشد. البته کاهش تنوع، به طور مستقیم سیستم را ساده و قابل کنترل نمی‌سازد، بلکه از طریق افزایش قابلیت پیش‌بینی رفتار سیستم، فراگرد کنترل آن را تسهیل می‌کند (بیر، ۱۹۶۴، ص ۴۴).

بنابراین، با افزایش میزان تنوع در سیستم، باید تنوع موجود در ساز و کار کنترل آن نیز افزایش یابد. آشی این اصل مهم را «قانون ضرورت تنوع» نامیده است (آشی، ۱۹۶۳، ص ۸۶).

اگر میزان تنوع سیستم کنترلی به حدی باشد که با استفاده از ارتباط یک به یک بتواند پاسخگوی رفتارهای متفاوت سیستم باشد، می توان گفت که «تنوع به اندازه کافی» وجود دارد. همان طور که آشی بیان می کند، «فقط تنوع می تواند، اثر تنوع را خنثی کند». این مفهوم بنیادی، در مورد همه سیستمهای کنترلی صدق می کند. بنابر نظر بیر درباره «قانون ضرورت تنوع»، «تحلیلگران معمولاً با تقاضاهای خوشبینانه ای روبرو می شوند، نظیر اینکه، سیستم کنترلی ساده ای به ما بدهید که هیچ وقت خطا نکند؛ در حالی که مشکل این گونه سیستمهای کنترلی ساده، این است که به اندازه کافی تنوع ندارند و نمی توانند خود را با تنوع موجود در محیط سازگار کنند و وفق بدهند؛ به این ترتیب، با وجود آنکه ممکن است از خطا کردن مصون بمانند، نمی توانند عملکرد مطلوبی داشته باشند؛ در واقع، برای برخورد موفقیت آمیز با تنوع موجود در سیستم تحت کنترل، وجود تنوع در ساز و کار کنترلی ضرورت دارد» (بیر، ۱۹۶۴، ص ۵۰)؛ یعنی اگر فرد یا سیستم کنترل کننده ای بخواهد یک سیستم دیگر را کنترل کند، باید متناسب با تعداد حالت های قابل فرض برای سیستم مذکور، توان اقدام داشته باشد. این مفهوم ممکن است برای افراد عادی تازگی داشته باشد، ولی برای افراد عهده دار وظیفه کنترل، مفهومی آشناست. مدیران در همه سطوح سازمانی، برای انتخاب گزینه هایی متناسب با نتایج معین حاصل از اقدامهایی نظیر اقدامهای پیشین سازمان خود یا اقدامهای رقبا تلاش می کنند. اگر یک کنترل کننده، از همه علل ممکن برای توقف یک ماشین آگاهی داشته باشد و بتواند اقدام اصلاحی متناسب با آنها را انجام دهد، گفته می شود «کنترل کننده (ساز و کار کنترل) از تنوع لازم برخوردار است»؛ در واقع اگر کسی علل بروز وقفه در سیستم را شناسد، کنترل سیستم را نیز در دست ندارد؛ برای مثال، مردم عادی کنترل واقعی ماشین سواری خود را در دست ندارند؛ زیرا نمی دانند که چه علل و عواملی ممکن است به خرابی آن بینجامد.

بنابراین، هرچه قابلیت برخورد سیستم کنترلی متنوع تر باشد، بهتر می تواند سیستمهای دیگر را کنترل کند. همچنین هرچه امکان کاهش تنوع سیستم تحت کنترل - از طریق ساده سازی، جداسازی، یا روشهای دیگر - بیشتر باشد، بهتر می توان آن را کنترل کرد. یکی از راههای کاهش تنوع در داخل سازمان، استفاده دقیق از خط مشیهاست؛ برای مثال، به جای اینکه هر فروشنده بتنهایی در مورد تقاضاهای متنوع خرید نسبه تصمیم بگیرد، یک خط مشی جامع در مورد نحوه فروش اعتباری (نسبه)

تدوین می‌شود که راهنمای عمل همه فروشندگان باشد؛ در این مورد، خط‌مشی فروش اعتباری، تنظیم‌کننده‌ای است که وظیفه آن جلوگیری از ورود جریانهای متنوع به درون سیستم است.



نمودار ۳-۱۳ مدل ورودی / تنظیم‌کننده / خروجی

به منزله یک مثال دیگر، یک تیم فوتبال را در نظر بگیرید که برای یک بازی مهم آماده می‌شود و مترصد آن است که نقاط قوت و ضعف رقیب یا رقبای آینده را بدقت شناسایی کند تا الگوی مناسبی برای به کارگیری تاکتیکهای خود در بازی با هر رقیب، به دست آورد. بدیهی است که در هر تیم فوتبال متغیرهای زیادی وجود دارند که موجب کثرت حالات متنوع قابل تصور برای آن می‌شوند، ولی با استفاده از برخی الگوهای تنظیم‌کننده، می‌توان این تنوع قابل توجه را کاهش داد؛ برای مثال، می‌توان برای کنترل چند نفر از اعضای تیم مقابل تلاش کرد. در واقع هر تیم می‌کوشد تا برای در دست گرفتن کنترل وضعیت (بازی)، با ایجاد تنوع در تنظیم منابع خود، با رقیب مقابله کند (نمودار ۳-۱۳). با ملاحظه «قانون ضرورت تنوع» به منزله استراتژی سازمان، کار متصدیان و مسؤولان امور کنترل و ارتباطات، ساده می‌شود. در این مثال، همواره دغدغه کمبود اطلاعات درباره حالاتی که ممکن است به وقوع بپیوندند (حالات متنوع ممکن) وجود دارد. مشابه این وضعیت، موقعیت مدیری است که تلاش می‌کند تا یک سازمان بازرگانی، صنعتی، یا خدماتی را کنترل کند. مدیران سازمانها تلاش می‌کنند تا اطلاعاتی را درباره نحوه رقابت، عوامل سیاسی، روند اقتصادی، تکنولوژی، و وضعیت نیروی کار در محیط به دست آورند تا میزان عدم اطمینان در عملیات خود را کاهش دهند؛ بنابراین، مدیران موظف هستند که برای کنترل سیستم سازمانی خود، به مطالعه و بررسی محیط بپردازند.

معمولاً در سیستمهای کنترلی، از اهمیت «قانون ضرورت تنوع» غفلت می‌شود؛ اگر چنین نبود، تعداد سیستمهایی که بتدریج از کنترل خارج می‌شوند، کاهش می‌یافت. گاهی میزان غفلت از این قانون بحدی است که تصور می‌شود، به هیچ وجه به آن توجه نشده است؛ در حالی که هرچه تنوع موجود در یک سیستم افزایش یابد، ضرورت استفاده از روشهای متنوع برای کنترل آن بیشتر خواهد شد؛ در نتیجه، باید سرمایه‌گذاری برای کنترل آن افزایش یابد.

علی‌رغم غفلت از «قانون ضرورت تنوع» در طراحی سیستمهای کنترلی، این قانون در بسیاری از فعالیتهای روزانه رعایت می‌شود؛ برای مثال، مدیران با محدود کردن مباحث دستور جلسه، نشستهای اداری را کنترل می‌کنند. همچنین، افرادی که قصد سفر دارند، همواره با توجه به این نجوای درونی که «خود را آماده سفر کن»، با توجه به تنوع مقتضیاتی که ممکن است در سفر با آن روبرو شوند، تلاش می‌کنند تا آمادگی بیشتری کسب کنند؛ یعنی سعی می‌کنند تا «قانون ضرورت تنوع برای کنترل» را همواره به خاطر داشته باشند و با توجه به آن، هر آنچه نیاز دارند (یا گمان می‌کنند که مورد نیازشان است) با خود ببرند.

در عالم واقعی، بندرت می‌توان کسانی را یافت که میزان ضرورت تنوع را از ابعاد گوناگون، مد نظر قرار دهند. بیشتر مردم به گونه‌ای رفتار می‌کنند که گویی کنترل کامل امور را در دست دارند. انسانها فقط برای مقابله با اتفاقاتی که احتمال وقوع آنها را زیاد می‌دانند، تلاش می‌کنند. بدین ترتیب، همواره از اتفاقاتی که احتمال وقوع اندکی دارند، غفلت می‌شود؛ برای مثال، افراد قبل از یک سفر طولانی با ماشین، ماشین خود را فقط از جنبه‌هایی که احتمال خرابی بیشتری دارد، کنترل می‌کنند. در این گونه مواقع، به اجزایی که احتمال خطر کمتری دارند، حتی نگاه هم نمی‌شود؛ مگر آنکه ایراد آشکار و چشمگیری داشته باشند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۷۴-۷۶).

پیچیدگی و جعبه سیاه

همان طور که پیش از این ذکر شد، سیستمهای سایبرنتیکی با توجه به ویژگیهایی نظیر «پیچیدگی بسیار زیاد»، «احتمالی بودن»، و «خودتنظیمی» تعریف می‌شوند؛ همچنین برای هریک از این ویژگیها، ابزار تحلیل مناسبی معرفی شد. بدین ترتیب، برای تحلیل ویژگی، «خودتنظیمی» در یک سیستم سایبرنتیکی، «اصل بازخور» ابزار مناسبی است؛

در حالی که «احتمالی بودن» را با استفاده از واژگان و ابزارهای مفهومی «نظریه اطلاعات» بهتر می‌توان بررسی کرد؛ و برای بررسی ویژگی «پیچیدگی بسیار زیاد»، استفاده از «جعبه سیاه» توصیه می‌شود (آشبی، ۱۹۶۳، ص ۸۶-۹۲).

پیچیدگی

واژه «پیچیدگی» از ابعاد گوناگونی قابل بررسی است. از دیدگاه کمی و ریاضی، بهترین راه شناخت پیچیدگی آن است که آن را به مثابه یک مفهوم آماری در نظر بگیریم؛ یعنی مفهوم پیچیدگی، برحسب احتمال قرار گرفتن یک سیستم در یک حالت خاص، و در یک زمان معین، به بهترین وجه قابل تشریح است (بیر، ۱۹۶۴، ص ۳۶)؛ در حالی که از دیدگاه غیر کمی، پیچیدگی را کیفیت یا خاصیتی برای سیستم تلقی می‌کنند که در اثر تلفیق چهار عامل ذیل به وجود می‌آید:

۱. تعداد عناصر تشکیل‌دهنده سیستم؛
۲. ویژگیهای هریک از عناصر سیستم؛
۳. میزان و نحوه تعامل عناصر مختلف سیستم؛
۴. درجه نظام‌یافتگی ذاتی سیستم.

برای مثال، قوانین و مقررات مدون حاکم بر نحوه تعامل عناصر سیستم و عوامل تعیین‌کننده ویژگیهای آن عناصر، بر میزان پیچیدگی سیستم اثر می‌گذارند. البته، گاهی تلاش برای سنجش میزان پیچیدگی یک سیستم معین، حول دو شاخص ذیل متمرکز می‌شود:

۱. تعداد عناصر سیستم؛
۲. میزان تعامل عناصر مذکور.

این‌گونه تلاشها بیشتر در زمره بررسیهای سنتی آمار قرار می‌گیرند. این نوع سنجش پیچیدگی، بسیار سطحی و تا حدی نیز گمراه‌کننده است. اگر کسی بررسی خود را به این دو بعد محدود کند، به مسیری هدایت می‌شود که ممکن است در جریان آن، موتور ماشین سواری را در شمار سیستمهای بسیار پیچیده قرار دهد! زیرا

۱. با توجه به اهمیت نظریه اطلاعات در شناخت رفتار سازمانی، باید مبحث کاملی به مبانی، اصول، و منطق آن اختصاص داده شود.

موتور ماشین از تعداد قطعات زیادی تشکیل شده و به همین میزان نیز میان اجزای آن تعامل وجود دارد؛ همچنین براساس این دو شاخص پیچیدگی، تعامل میان دو نفر انسان، در شمار سیستمهای بسیار ساده قرار می‌گیرد! زیرا این سیستم فقط دو عنصر دارد و میان آنها فقط دو رابطه تعاملی قابل تصور است. در صورتی که اگر فرد مذکور، در تحلیل خود به نقش دو عامل دیگر مؤثر بر پیچیدگی (یعنی ویژگیهای هریک از عناصر و درجه نظام یافتگی ذاتی سیستم) نیز توجه کند، به نتیجه دیگری خواهد رسید. در مورد موتور ماشین، تحلیلگر مشاهده خواهد کرد که میزان تعامل موجود میان قطعات آن، از قوانین و توالی معینی تبعیت می‌کنند و ویژگیهای عناصر آن از پیش تعیین شده‌اند؛ بدین ترتیب، با استفاده از این چهار شاخص پیچیدگی، تحلیلگر متوجه می‌شود که موتور ماشین، در واقع یک سیستم بسیار ساده است؛ در حالی که سیستم «تعامل میان دو انسان» که به ظاهر ساده به نظر می‌رسید، در واقع سیستم بسیار پیچیده‌ای است؛ زیرا ویژگیهای هیچ یک از عناصر آن، از پیش قابل تعیین نیستند و از آنجا که احتمال شرطی بودن رفتار آنها، علی‌رغم وجود برخی قوانین ثابت در مکالمه و تعامل، بسیار کم است، نتیجه نهایی تعامل یا گفتگو قابل پیش‌بینی نیست؛ زیرا عناصر این سیستم در رعایت یا عدم رعایت آداب معاشرت، آزادی عمل دارند و درجه قابلیت پیش‌بینی حالت نهایی برخورد آنها، بسیار پایین است؛ بنابراین، تحلیلگر متوجه می‌شود که این سیستم دو نفره، در واقع یک سیستم بسیار پیچیده است.

رابطه میان عوامل چهارگانه مؤثر بر پیچیدگی (تعداد عناصر، ویژگیهای عناصر، نحوه تعامل میان عناصر و درجه نظام یافتگی سیستم) با میزان پیچیدگی، به آسانی - با استفاده از اصل ضرورت محدود بودن حیطه کنترل - قابل تصور است. براساس این اصل، «هر سرپرست فقط می‌تواند پنج یا حداکثر شش نفر را - که کارشان به هم وابسته است - تحت نظارت و کنترل مستقیم خود قرار دهد» (اورویک، ۱۹۳۸، ص ۸)؛ زیرا با افزایش تعداد کارکنان تحت نظارت هر سرپرست، بر میزان پیچیدگی افزوده می‌شود؛ به این ترتیب که با افزایش تعداد کارکنان، میزان روابط مستقیم و غیر مستقیم میان اعضا، بر مبنای یک تصاعد هندسی افزایش می‌یابد؛ برای مثال، اگر یک سرپرست، با هفت کارمند در تعامل باشد و آن افراد نیز با یکدیگر تعامل داشته باشند، در مجموع «چهارصد و نود» حالت بالقوه برای برقراری رابطه

میان آنها، قابل شناسایی است.^۱ بدیهی است که وجود این میزان رابطه می تواند منبع عظیمی برای افزایش پیچیدگی باشد.

بنابراین اکتفا به برخی از شاخصهای مذکور برای تشخیص میزان پیچیدگی، گمراه کننده است؛ در واقع، برای به دست آوردن یک شاخص معنی دارتر، باید علاوه بر «تعداد عناصر» و «تعاملهای میان آنها»، «ویژگیهای هریک از عناصر» و «درجه نظام یافتگی سیستم» نیز مورد ملاحظه قرار گیرند؛ به این ترتیب، تحلیلگر می تواند با استفاده از مجموعه این چهار شاخص، به مجموعه حالتیهای ممکن قابل تصور برای سیستم یا گروه دست یابد؛ برای مثال هنگام تعیین حیطه نظارت، اگر کار خیلی تکراری باشد و اعضای گروه نیز خوب آموزش دیده باشند، با فرض اینکه هیچ تلاش عمدی برای به زحمت انداختن سرپرست انجام نشود، و نسبت بالایی از تعاملهای بالقوه به تعامل بالفعل تبدیل نشود، سیستم مورد نظر، سیستمی ساده تلقی می شود؛ البته مجموعه قوانین و رویه های موجود نیز ممکن است موجب کاهش قابل ملاحظه تعاملهای مذکور شود. بنابراین، پیچیدگی یک مفهوم نسبی است که در اثر تعامل مجموعه عوامل چهارگانه مذکور معین می شود - نه فقط برخی از آنها، نظیر «تعداد عناصر» و «میزان تعامل»؛ برای مثال، سرپرستی که دو متخصص انرژی - که یکی ذغال سنگ را به مثابه امیدوارکننده ترین منبع انرژی آینده در نظر می گیرد و دیگری بر مزایای انرژی هسته ای تأکید دارد - زیر نظروی کار می کنند، در مقایسه با کسی که حدود بیست مهندس نفت را سرپرستی می کند، با سیستمی بمراتب پیچیده تر مواجه است (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۷۸).

جعبه سیاه

تا آنجا که به فراگرد سیستم مربوط می شود، سیستمهایی را که تعریف تفصیلی آنها امکانپذیر نیست، به منزله یک «جعبه سیاه» در نظر می گیرند. موضوع جعبه سیاه، ابتدا در مهندسی برق مطرح شد؛ بدین گونه که به هر مهندس برق، یک جعبه سیاه مهر شده - با چند ترمینال برای کار با آن - داده می شد تا توان وی در به کارگیری ولتاژها، تکانها، و

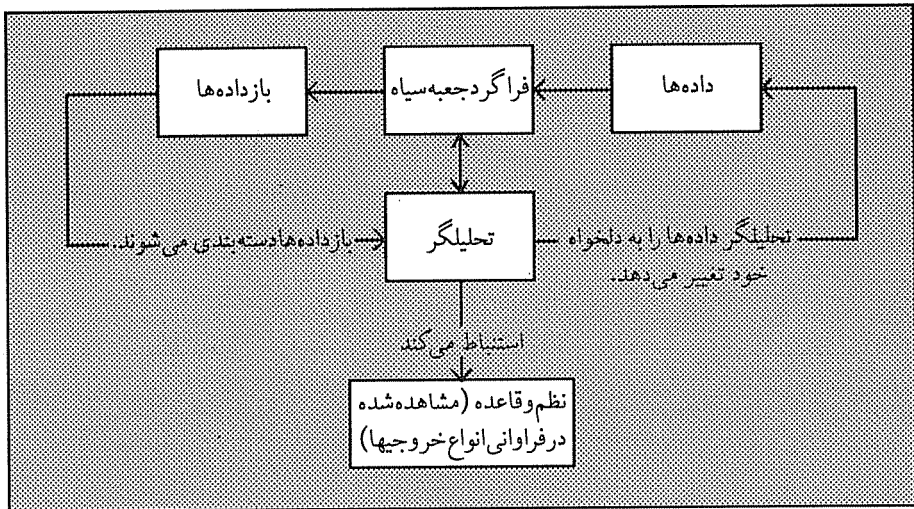
۱. تعداد روابط با استفاده از فرمول گرای کوناس (Grai Cunas) محاسبه شده است: $C = n \left[\frac{2^n}{4} + (n-1) \right]$.
n برابر است با تعداد کارکنانی که به یک سرپرست گزارش می دهند و C برابر است با تعداد روابط بالقوه.

سایر اغتشاشات، ارزیابی شود. هر جعبه سیاه دارای چند ترمینال خروجی بود؛ به طوری که وی می توانست از طریق آنها هرآنچه را که لازم بود بداند، ملاحظه کند؛ یعنی می توانست از طریق خروجیها، به محتویات جعبه سیاه پی ببرد.

البته، امروزه دامنه کاربرد جعبه سیاه بسیار گسترده شده است؛ برای مثال، پزشکی که بیماران صدمه دیده مغزی را معاینه می کند، با انجام آزمایشهای معین و مشاهده واکنشهای بیمار، می کوشد تا در مورد میزان آسیب دیدگی بافتهای متفاوت مغز آنها نتیجه گیری کند. همچنین هرگاه یک روانشناس یا مشاور سازمانی بخواهد با بررسی و کنترل ورودیهای معین سیستم، و ثبت تغییرات احتمالی در ترکیب خروجیهای آن، حالات رفتاری یک فرد یا سازمان را مطالعه کند، فن جعبه سیاه را به کار می برد؛ به این ترتیب که با ایجاد تغییر در ورودیهای سیستم، تغییر در خروجیهای آن را طبقه بندی و ارزیابی می کند.

اگر کاربرد جعبه سیاه در همین حد بود، حساب آن بسته می شد و هر تحلیلگری حق داشت که آن را در شمار روش شرطی کردن سنتی رفتار (یعنی فن محرک و پاسخ روانشناسان باستان) یا روش علت و معلولی در مطالعه پدیده ها به شمار آورد؛ زیرا در همه این روشها، وضعیتهای نسبتاً ساده ای که متشکل از روابط علی دوجنبه ای هستند، در نظر گرفته می شوند. آن هم وضعیتهایی که در بیشتر موارد ساخته و پرداخته خود مشاهده گران هستند. در حالی که استفاده کننده فن جعبه سیاه، پاسخ یا اثر معینی را به علت یا محرک مشخصی نسبت می دهد. در واقع، فن جعبه سیاه بر مطالعه روابط میان تحلیلگر و شیء (سیستم) و هرگونه اطلاعاتی که از شیء (سیستم) به دست می آید، و نحوه کسب آن اطلاعات دلالت دارد.

نحوه به کارگیری فن جعبه سیاه، در نمودار ۱۴-۳ ملاحظه می شود. این نمودار بخوبی نشان می دهد که تحلیلگر با وارد کردن اطلاعات به جعبه سیاه، و بررسی و کنترل آثار آن، بدون داشتن هرگونه پیش فرض و انتخاب ابزار ثبت مناسب (برای مثال: پیوند ورودی و خروجی) خودش را با جعبه سیاه مرتبط می کند؛ به گونه ای که مجموعه «تحلیلگر و جعبه سیاه»، با هم یک سیستم بازخور را شکل می دهند. هنگامی که ثبت میزان فراوانی انواع خروجیها به حد کافی رسید، تحلیلگر مترصد مشاهده نظم جدید در رفتار سیستم است. - نظامی که برآیند اقدامات تحلیلگر برای کنترل ورودیها و خروجیهای جعبه سیاه است.



نمودار ۳-۱۴ فن جعبه سیاه

موضوعات فوق را می‌توان با یک مثال ساده از آشنایی تشریح کرد. فرض کنید که سیستمی دارای دو ورودی بالقوه «الف» و «ب»، و چهار خروجی ممکن «ج»، «د»، «ه»، و «و» باشد. نگاره ذیل، نتایج مفروض برای ده مشاهده مبتنی بر پیوند ورودی و خروجی را نشان می‌دهد.

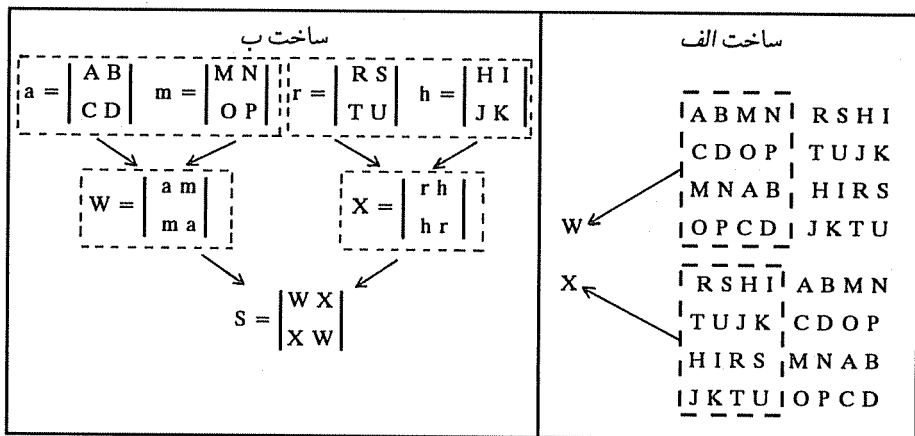
ج، د، ه، ز										خروجیها ورودیها
الف ج	ب ج	ب ز	ب ه	ب ج	الف ز	الف ج	الف ج	الف ز	الف د	الف یا ب
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شماره مشاهده

نگاره ۳-۳ ترکیبی مفروض مبتنی بر پیوند ورودیها و خروجیها

همان طور که ملاحظه می‌شود، نخستین داده در هر بار جستجوی جعبه سیاه، مرکب از توالی یکی از ورودیها با یکی از خروجیهای محتمل است. تحلیلگر می‌تواند قاعده (یا تکرار) مشاهده شده در رفتار جعبه سیاه را ثبت کند؛ برای مثال، ممکن است به دنبال پیوند ورودی «الف - ز»، همیشه یکی از پیوندهای «الف - ج» یا «ب - ج» بیاید؛ به این ترتیب می‌توان گفت «خروجی ز تک ارزشی است»؛ به این معنی که همواره بعد از آن خروجی «ج» می‌آید؛ ولی ورودی «الف» چنین نیست. هرچه میزان

شناخت تحلیلگر و توان وی برای تشخیص و متمایز ساختن قواعد رفتاری سیستم بیشتر شود، می توان گفت که دانش تحلیلگر در مورد جعبه سیاه افزایش یافته است. در برخی موارد، رفتار الگویی تلفیقی دارد؛ در حالی که ممکن است در سایر موارد، الگوی رفتاری صرفاً ترتیبی باشد (آشبی، ۱۹۶۳، ص ۸۶-۹۲).

سایمون برای ساده سازی سیستمهای پیچیده، بر جنبه میزان فراوانی تأکید می کند؛ برای مثال، آرایش «الف» از نگاره ۳-۴ را که ترکیبی از شصت و چهار علامت است، در نظر بگیرید:



نگاره ۳-۴ میزان فراوانی و ساده سازی سیستم

اگر مجموعه $\begin{bmatrix} AB \\ CD \end{bmatrix}$ را مساوی a ، مجموعه $\begin{bmatrix} MN \\ OP \end{bmatrix}$ را مساوی m ، مجموعه $\begin{bmatrix} RS \\ TU \end{bmatrix}$ را مساوی r ، و مجموعه $\begin{bmatrix} HI \\ JK \end{bmatrix}$ را مساوی h قرار دهیم، و سپس مجموعه $\begin{bmatrix} rh \\ hr \end{bmatrix}$ را مساوی X ، و مجموعه $\begin{bmatrix} am \\ ma \end{bmatrix}$ را مساوی W فرض کنیم، آنگاه می توان کل مجموعه را فقط برابر $\begin{bmatrix} WX \\ XW \end{bmatrix}$ دانست و آن را با s نشان داد. بنابراین، در حالی که نوشتن این مجموعه با ساختار الف به شصت و چهار (۱۶×۴) علامت نیاز دارد، تنظیم آن براساس ساختار ب فقط نیازمند سی و پنج علامت خواهد بود؛ به این ترتیب، تحلیلگر با تقلیل میزان فراوانی اجزای ساخت اصلی، برای دستیابی به سادگی و اختصار تلاش می کند؛ برای مثال، مجموعه $\begin{bmatrix} AB \\ CD \end{bmatrix}$ چهار بار در کل مدل تکرار شده است؛ بنابراین، نمایش آن با یک علامت «a»

باصرفه‌تر است؛ بدین ترتیب، تحلیلگر از طریق شناسایی میزان فراوانی می‌تواند پیچیدگی سیستم را نیز کاهش دهد (سایمون، ۱۹۶۹، ص ۱۰۹-۱۱۰).

این مقایسه، در وضعیت سازمانی نیز مصداق دارد؛ برای مثال، اگر یک سازمان بتواند هنگام ارزیابی تأثیر کاهش قیمت محصولات خود - با توجه به تجربیات گذشته - پیش‌بینی کند که سازمانهای رقیب نیز همین اقدام را خواهند کرد، پیچیدگی کار سیستم ارزیابی کاهش می‌یابد. سایمون به این نکته مهم نیز اشاره می‌کند که در سلسله مراتب سیستمها نیز هر سیستم فقط مرکب از چند خرده سیستم متفاوت است که به طرق گوناگون مرتب شده‌اند. اگر این امر واقعیت داشته باشد، پیچیدگی باز هم قابل کاهش است. به همین دلیل، می‌توان از علم کنترل و ارتباطات در همه انواع سیستمها استفاده کرد؛ برای مثال، فراگرد کنترل یک ترموستات با سیستمهای کنترل مورد استفاده در اکتشافات پیچیده فضایی شباهت دارد؛ در واقع، تفاوت بارز آنها فقط از حیث درجه پیچیدگی است.

یکی از مزایای فن جعبه سیاه این است که بهترین پادزهر را در برابر تمایل تحلیلگر به ساده‌سازی بیش از حد یک پدیده پیچیده - از طریق تفکیک آن به اجزای کوچکتر - ارائه می‌کند. فن جعبه سیاه در برخورد با پیچیدگی، فراگرد گزینش خاصی را برحسب مجموعه‌ای از «انشعابهای دوتایی» شکل می‌دهد. به این ترتیب، تحلیلگر با دستکاری ورودیهای جعبه سیاه (در یک وضعیت پیچیده) و دسته‌بندی خروجیهای آن (برحسب میزان شباهت آنها در حالت خروجی) در قالب طبقاتی مشخص و معین، هر دسته را از یک دستگاه تبدیل «چند به یک» عبور می‌دهد. به این طریق، تحلیلگر جعبه سیاه - که با یک خروجی دو حالتی، و تعداد زیادی متغیر ورودی سروکار دارد - متوجه می‌شود که برای نمایش یک حالت خروجی، چگونه باید روابط درونی سیستم موردنظر خود را تغییر دهد (بیر، ۱۹۶۴، ص ۵۲).

خلاصه اینکه، فن جعبه سیاه، متضمن طی گامهای متوالی ذیل است:

- (۱) دستکاری ورودی؛ (۲) طبقه‌بندی خروجی؛ (۳) استفاده از تبدیل‌کننده‌های «چند به یک». دستکاری ورودیها در جریان تعداد زیادی فراگرد «آزمون و خطا»، موجب آشکار شدن شباهتها یا تکرارهایی معین، در دسته‌بندی خروجیها می‌شود (نگاره ۳-۳). این شباهتها نیز از دستگاههای تبدیل‌کننده «چند به یک» عبور، و به مثابه ابزاری برای کنترل ضمنی عمل می‌کنند. وجود این تبدیل‌کننده‌های «چند به یک»، بدون استفاده از ساده‌سازیهای غیر ضروری، تنوع در سیستم را کاهش می‌دهد.

در طبیعت نمونه‌های زیادی یافت می‌شود که بر استفاده از فن جعبه سیاه برای برخورد با پیچیدگی، دلالت دارند؛ برای مثال، همه موجودات زنده، از روشهای مشترکی برای حفظ ویژگیهای ارثی در ساختار ژنتیکی (با صدها ژن)، کنترل تغییرات احتمالی در ماهیت ژنها (در اثر اتفاقات ناگهانی)، توزیع و تلفیق ژنهای گوناگون (از طریق تولیدمثل)، و ایجاد تغییرات ناگهانی مطلوب (برای تداوم حیات خود) استفاده می‌کنند. آثار به کارگیری این روشها، بتدریج به منزله موجودیتی عادی در ترکیبهای پیچیده ژنتیکی تلقی می‌شوند.

در سیستمهای صنعتی نیز مشابه چنین وضعیتی یافت می‌شود. اگر مدیر یک واحد صنعتی پیچیده امروزی بخواهد همه ترکیبهای ممکن از عناصر تشکیل دهنده سیستم خود را شناسایی کند، به طور قطع ناکام خواهد ماند؛ زیرا فقط تحلیل تفصیلی این ترکیبها، وی را سر درگم خواهد کرد.

اگر تعریف تفصیلی سیستم امکانپذیر نباشد، مدیر می‌تواند با استفاده از فن جعبه سیاه، به میزان کافی از روشهای تبدیل «چند به یک» استفاده کند و - به بیان بیر - خط‌مشیهایی را اتخاذ کند که تنوع سیستم را از بین ببرند و خطرهای ناشی از آن را نیز برطرف سازند. کامپیوترها نیز - به منزله یکی از ضروری ترین ابزار مورد استفاده مدیران امروز - براساس همان ساز و کار دستکاری ورودیها، دسته‌بندی خروجیها، و تبدیل «چند به یک» کار می‌کنند. در واقع، کامپیوترها نمونه‌های کاملی برای جعبه‌های سیاه - اعم از مجازی و واقعی - به شمار می‌آیند.

نظریه اطلاعات و نظریه ارتباطات

همان طور که در ابتدای فصل ذکر شد، سیستمهای سایبرنتیکی سه ویژگی دارند: خودتنظیمی؛ پیچیدگی بسیار زیاد؛ و احتمالی بودن. پیچیدگی بر میزان تنوع در درون سیستم دلالت دارد؛ یعنی تعداد عناصر متمایز موجود در یک سیستم، و میزان تعامل آن عناصر، تعیین‌کننده میزان پیچیدگی آن سیستم است. جعبه سیاه به مثابه ابزار مناسبی برای بررسی پیچیدگی مطرح شد، و اصل بازخور به منزله ابزار مطالعه خودتنظیمی در نظر گرفته شد. ویژگی سوم؛ یعنی «احتمالی بودن»، به «میزان قطعیت» رفتار سیستم اشاره دارد. براساس فرضیه فلسفی «عدم قطعیت»، «حصول قطعیت غیرممکن است و باور احتمالی برای کنترل ایمان و عمل کافی است»؛ یعنی «اگر امکان وقوف حقیقی و

یقینی بر عملکرد اخلاقی افراد وجود ندارد، می‌توان محتملترین فرض را انتخاب کرد). مفهوم احتمال در علم آمار عبارت است از «امکان وقوع یک رخداد معین» و بر «نسبت تعداد اتفاقات مطلوب به تعداد اتفاقات ممکن» دلالت دارد. بنابراین تعریف، می‌توان گفت که «میزان احتمالی بودن»، به میزان دانش انسان در مورد رفتار سیستم در مقاطع زمانی معین بستگی دارد. از آنجا که میزان دانش در مورد یک پدیده نیز به امکان کسب (دسترسی به) اطلاعات در مورد آن بستگی دارد، استفاده از روشهای آماری برای تحلیل اطلاعات مربوط به سیستمهایی که رفتار آنها کاملاً قابل پیش‌بینی نیست، ضرورت دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۸۶).

در اینجا به اختصار، مطالبی دربارهٔ نظریه اطلاعات، منشأ، منطق، کاربرد، و کاستیهای آن ارائه می‌شود. از آنجا که بیان دقیق موضوع به دانش ریاضی نیاز دارد، حتی‌المقدور از زبان سادهٔ ریاضی استفاده شده است.

در نخستین نوشته‌های مربوط به علم سایبرنتیک، واژه‌های «نظریهٔ ارتباطات» و «نظریهٔ اطلاعات» به جای هم به کار می‌رفتند؛ اما بتدریج «ارتباطات» به رشته‌ای علمی تبدیل شد که فقط بخش کوچکی از آن به نظریهٔ اطلاعات اختصاص یافت؛ به این ترتیب که فقط بخشی از مسائل ارتباطات انسانی در سازمان، از قوانین نظریهٔ اطلاعات تبعیت می‌کنند و نمی‌توان همهٔ مفاهیم مربوط به نظریه ارتباطات را در قالب نظریهٔ اطلاعات بیان کرد.

نظریه اطلاعات

با وجود آنکه سالیان متمادی است که موضوع ارتباطات توجه و علاقه اندیشمندان را به خود جلب کرده، ولی فقط در چند دههٔ اخیر است که ریاضیدانان توانسته‌اند این موضوع را به طور علمی بررسی کنند. مدتهاست که پژوهشگران اعتقاد راسخ یافته‌اند که بدون کمی کردن موضوع بحث، نمی‌توان آن را به طور مناسب تشریح کرد. به همین دلیل، برای تعریف دقیق و بدون ابهام مفهوم اطلاعات، از روشهای تحلیل ریاضی استفاده می‌شود. اصطلاح «نظریهٔ ریاضی ارتباطات»، با اشاره به تلاش برای کمی کردن اطلاعات، بیانگر ماهیت این گونه کوششهاست (شانون و ویور، ۱۹۴۹، ص ۱۹۵).

شایان ذکر است که برخورد ریاضی با مفهوم ارتباطات، فقط در مجموعه شرایطی خاص کاربرد دارد. در نظریهٔ اطلاعات، از واژه «اطلاعات» با معنایی بسیار

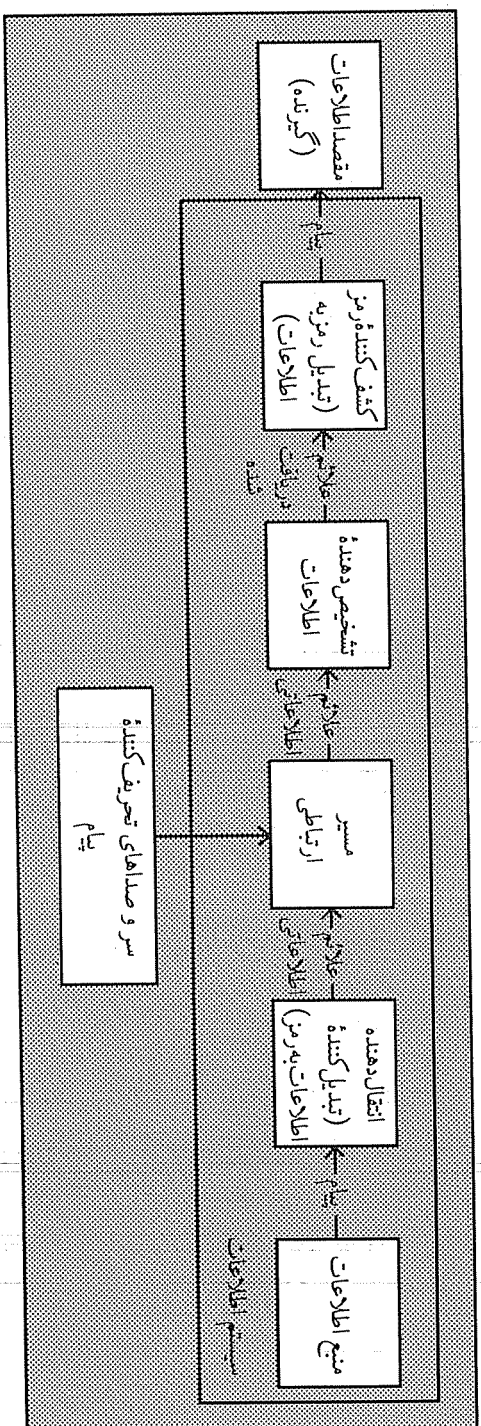
تخصصی استفاده می‌شود. نظریه ریاضی اطلاعات^۱، طی سالیانی که مهندسان ارتباطات برای سنجش میزان اطلاعات انتقالی از طریق تلفن، تلگراف، و رادیو کوشش می‌کردند، رشد کرد. البته میان مفاهیم ریاضی ارتباطات و ارتباطات انسانی شباهتهایی وجود دارد؛ ولی کاربرد مستقیم مفاهیم ریاضی، در مورد «تجهیزات ارتباطی» مورد نظر است، نه در مورد «کاربران آنها». علی‌رغم تلاش برای به کارگیری مفاهیم ریاضی در سایر شاخه‌های علمی، نتایج ناچیزی عاید شده است؛ به طوری که با وجود کسب تجربه، طی دو دهه، هنوز مباحث نظریه ریاضی ارتباطات، محدود به حوزه «ارتباطات از راه دور» است.

مهندسان علم ارتباطات به جنبه‌های آماری اطلاعات توجه کرده، آن را از حیث رابطه «احتمال تکرار هر پیام» با «حجم اطلاعات محتوی آن» بررسی کردند؛ بنابراین جنبه‌هایی آماری برای تعریف ریاضی اطلاعات مطرح شد؛ برای مثال، این مسأله مطرح شد که «احتمال انتخاب یک پیام ویژه، از میان مجموعه معینی از پیامها چقدر است؟».

نظریه‌های سنتی، اطلاعات را از حیث موجودیت آن مدنظر قرار می‌دهند؛ صرف نظر از آنکه «درست» یا «غلط»، «مهم» یا «کم اهمیت»، «قابل اعتماد» یا «غیر قابل اعتماد»، «قابل قبول» یا «غیر قابل قبول» باشد (شوتن، ۱۹۵۶، ص ۳۷-۴۱)؛ یعنی نه با معنی آن سر و کار دارند و نه با اثربخشی آن.

در واقع، هنگام انتقال علائم یا کلمات، خود علائم (به صورت فیزیکی) منتقل می‌شوند، نه معنی آنها؛ بنابراین، در نظریه سنتی اطلاعات، فقط به جنبه‌های کمی اطلاعات (صرف نظر از میزان عدم اطمینان و درجه ناآگاهی) پرداخته می‌شد. هر سیستم اطلاعاتی، مرکب از پنج عنصر ذیل است: ۱) منبع اطلاعات؛ ۲) انتقال دهنده یا تبدیل کننده اطلاعات به رمز؛ ۳) مسیر ارتباطی؛ ۴) تشخیص دهنده اطلاعات؛ و ۵) کشف کننده رمز اطلاعات (نمودار ۱۵-۳).

ابتدا منبع اطلاعات، پیام مطلوب را از میان مجموعه پیامها (در قالبهای کلامی، نوشتاری و غیره) انتخاب می‌کند. سپس پیام مذکور به رمز تبدیل می‌شود و به صورت علائم اطلاعاتی در مسیر ارتباطی قرار می‌گیرد و ارسال می‌شود (مسیر ارتباطی، رسانه‌ای



نمودار ۳-۱۵ مدل ارتباطات

است که برای ارسال پیامها از منبع تا مقصد (به کار می‌رود). دستگاه گیرنده نیز علائم ارسالی را دریافت می‌کند و سرانجام علائم اطلاعاتی از حالت رمز خارج می‌شوند و به صورت پیام درمی‌آیند.

بدیهی است که هنگام برقراری ارتباط، باید میان طرفین آن در مورد زبان ارتباطی (از حیث علائم، اصوات و غیره) توافق وجود داشته باشد؛ یعنی هم فرستنده و هم گیرنده اطلاعات، هر دو باید از حیث مجموعه علائم و زبان مورد استفاده برای برقراری ارتباط هماهنگ باشند. در واقع اگر علائم یا کلمات مورد استفاده فرستنده پیام، برای گیرنده آن ناشناخته باشند، هیچ اطلاعاتی منتقل نمی‌شود؛ زیرا علائم ارسالی از نظر گیرنده بی‌معنی هستند و بانک اطلاعاتی گیرنده، فاقد اطلاعات موجود در بانک فرستنده است؛ در حالی که طرفین ارتباط باید از مجموعه پیامهایی که احتمال انتخاب و ارسال آنها وجود دارد، مطلع باشند. ظرفیت بانک (منبع) اطلاعاتی که محدودکننده نحوه ارتباط فرستنده و گیرنده است، امکان «کمی کردن» اطلاعات را فراهم می‌آورد؛ در واقع، هرچه بانک اطلاعاتی فرستنده و گیرنده بزرگتر شود، بر تعداد انتخابهای ممکن افزوده می‌شود. در نتیجه برای کاهش عدم اطمینان، اطلاعات بیشتری مورد نیاز خواهد بود؛ برای مثال، اگر مجموعه واژگان مورد استفاده یک کودک، محدود به ده کلمه باشد، با اطمینان بیشتری می‌توان حدس زد که وی چه خواهد گفت. این کودک را با یک فرد بالغ که محدودیت واژگان کمتری دارد، مقایسه کنید.

همان طور که ملاحظه می‌شود، به طور کلی، میزان عدم اطمینان به دامنه انتخابهای اطلاعاتی ممکن بستگی دارد (رایزیک، ۱۹۶۵، ص ۲-۴).

اندازه گیری میزان اطلاعات

یکی از شاخصهای تعیین میزان اطلاعات موجود در یک جمله، شمارش تعداد «نتایج ممکن» قابل حذف توسط آن جمله است. اگر در یک موقعیت، فقط یک نتیجه ممکن قابل فرض باشد، وجود هیچ اطلاعات دیگری ضرورت ندارد؛ برای مثال، در زبان انگلیسی مشهور است که حرف q همیشه پیش از حرف u می‌آید؛ یعنی هنگام هجی کلماتی که در آنها حرف q به کار رفته است، هجی حرف u بعد از حرف q، هیچ اطلاعات جدیدی به دست نمی‌دهد. هنگامی که در یک موقعیت، میزان عدم اطمینان

صفر است، افزایش اطلاعات مربوط به آن موقعیت غیر ممکن است؛ به زبان ساده، عدم اطمینان با افزایش اطلاعات، کاهش می‌یابد؛ یعنی در این حالت که عدم اطمینان صفر است، در واقع اطلاعات کامل موجود است.

تعیین اندازه اطلاعات، با استفاده از یکی از دو عدد صفر و یک (در دستگاه دوتایی) صورت می‌پذیرد که بیانگر یک انتخاب از میان دو گزینه است؛ مانند انتخاب گزینه‌های «روشن یا خاموش»، «بله یا خیر»، «باز یا بسته»؛ و «صفر یا یک».

یک موضوع حائز اهمیت در نظریه اطلاعات، حداقل «اجزای اطلاعاتی»^۱ مورد نیاز فرستنده، برای انتقال مجموعه معینی از اطلاعات است که به مجموعه گزینه‌های داده شده بستگی دارد؛ برای مثال، دفترچه تلفن خود را بردارید و از کسی بخواهید که نام خاصی را از میان تلفنهای شخصی شما انتخاب کند. اکنون این سؤال مطرح می‌شود که «اگر آن شخص بخواهد شماره تلفن انتخابی را به اطلاع شما برساند، حداقل به چند جزء اطلاعاتی نیاز دارد؟» یعنی چند «جزء اطلاعاتی» مورد نیاز است تا فرستنده مطمئن شود که گیرنده، پیام را به طور صحیح دریافت کرده است. گفته می‌شود که اگر فقط امکان انتخاب دو گزینه موجود باشد، با یک «جزء اطلاعات» می‌توان پیام را منتقل کرد. البته در این مثال گزینه‌های زیادی وجود دارد؛ با وجود این یافتن جواب چندان دشوار نیست.

نگاره ذیل، رابطه تعداد گزینه‌ها و تعداد اجزای اطلاعاتی مورد نیاز (برای انتقال پیام) را نشان می‌دهد.

تعداد گزینه‌ها	۱	۲	۴	۸	۱۶	۳۲	۶۴	۱۲۸	۲۵۶	۵۱۲	۱۰۲۴	۲۰۴۸	۴۰۹۶
2^x	۲ ^۰	۲ ^۱	۲ ^۲	۲ ^۳	۲ ^۴	۲ ^۵	۲ ^۶	۲ ^۷	۲ ^۸	۲ ^۹	۲ ^{۱۰}	۲ ^{۱۱}	۲ ^{۱۲}
تعداد اجزای اطلاعاتی $x =$ مورد نیاز	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲

نگاره ۳-۵ رابطه تعداد گزینه‌ها و تعداد اجزای اطلاعاتی مورد نیاز برای کاهش عدم اطمینان و نیل به اطمینان

برای مثال، اگر تعداد گزینه‌ها «چهارهزار» مورد باشد، حداقل دوازده «جزء اطلاعاتی» برای معرفی کامل یک انتخاب (انتقال پیام) مورد نیاز است. فرض کنید دفترچه مذکور دارای پانصد صفحه باشد، حداقل نه «جزء اطلاعات» برای معرفی هر صفحه از آن مورد نیاز است. روش کار ساده است؛ و از طریق حذف متوالی نیمی از تعداد گزینه‌ها (به منظور کاهش عدم اطمینانها) انجام می‌شود؛ به این ترتیب که با طرح سؤالاتی نظیر سؤالات ذیل، نیمی از گزینه‌ها حذف می‌شوند: «آیا نام در نیمه اول دفترچه (صفحات ۱ الی ۲۵۰) است؟» اگر پاسخ مثبت بود، پرسش بعدی مطرح شود: «آیا نام در ربع اول دفترچه (صفحات ۱ الی ۱۲۵) است؟»؛ بنابراین برای تعیین شماره صفحه‌ای که نام در آن قرار دارد، کافی است که نه پاسخ «بله» یا «خیر» دریافت شود. اگر دفترچه تلفن مذکور چهار ستون داشته باشد، پاسخ دو سؤال اضافی دیگر مورد نیاز است؛ به این ترتیب که «آیا نام در دو ستون اول صفحه است؟» اگر هر ستون دفترچه، فهرستی مشتمل بر نام صد مشترک باشد، برای رسیدن به نام مورد نظر هفت «جزء اطلاعات» دیگر مورد نیاز است؛ یعنی در مجموع با هجده «جزء اطلاعاتی» می‌توان نام مورد نظر را در یک دفترچه تلفن پانصد صفحه‌ای مشخص کرد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۸۸).

همان طور که ذکر شد، برای انتقال هر نوع اطلاعات، وجود حداقل دو گزینه ضرورت دارد؛ در این صورت، ساده‌ترین نوع سیستم ارتباطی شکل می‌گیرد که سیستم دوتایی نامیده می‌شود؛ زیرا هر «جزء اطلاعاتی»، وضعیت دو گزینه را معین می‌کند؛ به همین دلیل، برای اندازه‌گیری میزان اجزای اطلاعاتی مورد نیاز، از «لگاریتم در مبنای ۲» استفاده می‌شود؛ به این ترتیب که تعداد «اجزای اطلاعاتی» مورد نیاز برای تعیین وضعیت هر گزینه، لگاریتم «(N)» بر مبنای ۲ است ($\log_2 N$) که در آن N برابر با تعداد گزینه‌هایی است که فرستنده و گیرنده در اختیار دارند. در وضعیتی که فقط یک نتیجه ممکن، موجود باشد ($N = 1$)، هیچ اطلاعاتی قابل انتقال نیست؛ یعنی نتیجه لگاریتم یک در مبنای «(دو)»، «(صفر)» است.

$$H = \log_2 1 = 0 \text{ (میزان اجزای اطلاعاتی مورد نیاز)}$$

ولی اگر دو گزینه مانند «بله» یا «خیر» موجود باشند، خواهیم داشت $N = 2$ ؛ بنابراین در این حالت یک «جزء اطلاعاتی» مورد نیاز است (نگاره ۳-۵)؛ زیرا $2^1 = 2$.

$$H = \log_2 2 = 1$$

بنابراین اگر چهار گزینه داشته باشیم ($N = 4$)، به دو «جزء اطلاعاتی» نیاز خواهیم داشت.

فرض کنید احتمال انتخاب همه حروف الفبا، مساوی باشد، و هر فاصله خالی نیز به منزله یک حرف در نظر گرفته شود؛ در این صورت، فهرست علائم جایگزین قابل استفاده در یک پیام، شامل ۲۷ گزینه خواهد بود (۲۶ حرف الفبا و یک علامت فاصله). بنابراین تعداد اجزای اطلاعاتی موردنیاز از رابطه ذیل به دست می آید:

$$H = \log_2 27 = 4.75$$

البته یک نگاه اجمالی به نگاره ۳-۵ نیز نشان می دهد که برای انتقال یک پیام با استفاده از ۲۷ گزینه، حداقل پنج «جزء اطلاعاتی» موردنیاز است. اگر تعداد گزینه های واقعی پیام را با n نشان دهیم، تعداد «اجزای اطلاعاتی» موردنیاز برای انتقال آن پیام (H_m)، با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می شود:

$$H_m = n * \log_2 N$$

برای مثال، برای انتقال پیام «(FOOTBALL)»، تعداد اجزای اطلاعاتی موردنیاز برابر است با:

$$H_m = 9 * \log_2 27 \rightarrow 9 \times 4.75 = 42.75$$

کلمه «(FOOTBALL)» از هشت حرف و یک فاصله تشکیل شده است؛ بنابراین $n = 9$. بدین ترتیب، برای ارسال این پیام $42.75 \approx 43$ «جزء اطلاعاتی» موردنیاز است. تا اینجا چنین فرض شد که احتمال انتخاب همه نتایج یکسان است؛ در حالی که به این ترتیب، وضعیت واقعی را بیش از حد ساده انگاشته ایم؛ برای مثال، همه ۲۶ حرف الفبای انگلیسی، احتمال یکسانی برای ظاهر شدن در کلمات ندارند؛ در واقع حروف صدا دار، بمراتب بیشتر از سایر حروف مشاهده می شوند؛ به طوری که حرف e ، تقریباً شصت مرتبه بیش از حرف z به کار می رود. (شوتن، ۱۹۵۶، ص ۳۶)؛ بنابراین احتمال

* عدد ۲۷ بر «تعداد حروف انگلیسی و یک علامت فاصله» دلالت دارد.

قرار گرفتن حرف z در یک کلمه، بمراتب کمتر از احتمال قرار گرفتن حرف e در آن است. اما نکته جالب توجه آن است که اگر حرف z در یک کلمه موجود باشد، محتوای اطلاعاتی آن بیش از محتوای اطلاعاتی وجود حرف e در آن کلمه است؛ زیرا وجود حرف z در یک کلمه، نقش بیشتری در تعیین هویت آن ایفا می کند؛ یعنی تعداد کلمات جایگزین (گزینه های ممکن) بیشتری را حذف می کند.

اگر بخواهیم میزان تفاوت احتمال وقوع پیام های مختلف را مقایسه کنیم، باید به هر پیام، یک احتمال وقوع (P) نسبت بدهیم. هنگامی که از یک مجموعه معین، $\frac{1}{P}$ انتخاب شده باشد، میزان اجزای اطلاعاتی لازم برای انتقال آن پیام برابر است با:

$$\text{Log}_2 \frac{1}{P} = -\text{Log}_2 P$$

اگر احتمال انتخاب همه پیام های مذکور برابر باشد، احتمال وقوع هر پیام از میان N پیام، عبارت است از:

$$P = \frac{1}{N}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$-\text{Log}_2 P = \text{Log}_2 N$$

اگر احتمال وقوع N پیام، عبارت از $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ باشد، آن گاه «میزان اطلاعات همراه هر پیام» برابر است با:

$$-\text{Log}_2 P_1, -\text{Log}_2 P_2, -\text{Log}_2 P_3, \dots, -\text{Log}_2 P_n$$

البته فرستنده پیام معمولاً بیش از یک پیام را ارسال می کند. از این رو ظرفیت مسیرهای ارتباطی ویژه ارسال پیام، و متوسط میزان اطلاعات قابل انتقال از هر مسیر، مدنظر قرار می گیرد. مقدار متوسط اطلاعات هر منبع خاص، با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می شود (چری، ۱۹۵۲، ص ۴۰: ۶۴۰-۶۶۳):

$$H = -(P_1 \text{Log}_2 P_1 + P_2 \text{Log}_2 P_2 + \dots + P_n \text{Log}_2 P_n)$$

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \text{Log}_2 P_i$$

ظرفیت مسیر

برای انتقال اطلاعات از یک محل به محل دیگر، وجود مسیر مناسب ضروری است. این مسیر باید از ظرفیت کافی برای انتقال مقدار معینی از اطلاعات، برخوردار باشد. برای

تعیین میزان اطلاعات و توصیف ظرفیت مسیر، از مفهوم «جزء اطلاعاتی» به منزله واحد اندازه گیری استفاده می شود. در اینجا، تدبیر رویه شماره گذاری رمز، به گونه ای که با ویژگیهای آماری منبع اطلاعات و مسیر انتقال آن سازگاری داشته باشد، اقدامی چالشی محسوب می شود. حد بالای میزان اطلاعات قابل انتقال از یک مسیر را «ظرفیت مسیر» می نامند؛ برای مثال، فرض کنید که مسیر ارتباطی یک ماشین تحریر خودکار، با دستگاه گیرنده پیام از مسافت دور و ظرفیت انتقال «یکصد کلمه در دقیقه»، می تواند ششصد حرف یا فاصله را در دقیقه (ده حرف در ثانیه) منتقل کند. از آنجا که برای انتقال هر حرف انگلیسی، حداکثر تا حدود $4/75$ «جزء اطلاعاتی» مورد نیاز است، مسیر ارتباطی مذکور ظرفیتی برابر با « $47/5$ جزء اطلاعاتی در ثانیه» دارد. هرچند در اینجا فقط از علائمی که مرکب از حروفی مشخص هستند، سخن به میان آمد، ولی ارسال پیامهای ارتباطی مستمر (که ارسال آنها قدری دشوارتر است) مانند امواج صوتی و تصویری (به صورت آهنگهای موسیقی و تصاویر ویدیویی) نیز از حیث ماهیت کار، تفاوت چندانی ندارد (رایزیک، ۱۹۶۵، ص ۴۵).

نظریه اطلاعات و سازمان

در سالهای اخیر، تأکید بر اهمیت نظریه اطلاعات و کاربرد آن در سازمان، مبالغه آمیز به نظر می رسد. با مطرح شدن نظریه کلاسیک اطلاعات توسط شانون و ویور (در سال ۱۹۴۹ میلادی)، تدوین آثار مکتوب در این زمینه به سرعت افزایش یافت؛ به طوری که رشد چشمگیری در ارائه مقاله های مربوط به نظریه اطلاعات و سازمانها مشاهده می شود. همراهی اصطلاح «نظریه اطلاعات» و «سازمان»، ناشی از استفاده مکرر از واژه «اطلاعات» در متون مدیریتی است؛ به طوری که در اغلب متون مذکور، مباحثی در مورد سیستمهای اطلاعاتی مدیریت، اطلاعات حسابداری، انفجار اطلاعات، نقش اطلاعات در تصمیم گیری، سیستمهای کنترل اطلاعاتی، و مانند آن مطرح می شود. البته در بیشتر این موارد، از واژه «اطلاعات» با مفهوم «اطلاعات صرف و داده های خام»، «جریان اطلاعات در سیستم»، و «مختصات کارکردی اطلاعات» استفاده می شود.

به هر حال، توسعه نظریه اطلاعات، در اصل برای کاربرد در ارتباطات از راه دور بوده است؛ زیرا ایجاد امکان محاسبه میزان اطلاعات قابل انتقال بر روی یک سیستم یا باند رادیویی، و ظرفیت مسیرهای ارتباطی، اهمیت زیادی در ارتباطات از راه دور دارد؛ اما در مورد سودمندی نظریه اطلاعات برای استفاده در سایر رشته های علمی تردید

وجود دارد؛ به طوری که تلاشهای پراکنده برای به کارگیری آن در فعالیتهای بازرگانی، مایوس‌کننده بوده است. با وجود این، در نیم قرن اخیر عده‌ای کوشیده‌اند تا نظریه اطلاعات را در زمینه‌های روانشناسی تجربی (چری، ۱۹۶۱، ص ۲)، جامعه‌شناسی (باکلی، ۱۹۶۷، ص ۲۳۲)، تصمیم‌گیری (آکف، ۱۹۵۷-۱۹۵۸، ص ۲۱۸-۲۳۴)، حسابداری (بدفورد و اُنسی، ۱۹۶۰، ص ۱۵-۲۲)، و سایر رشته‌های علمی به کار گیرند. نظریه اطلاعات، به کاهش عدم اطمینان ناشی از وجود گزینه‌های متعدد کمک می‌کند. تأکید صرف این نظریه بر میزان اطلاعات و عدم توجه آن به مسائل زبان‌شناختی، قابل توجیه است. البته هنوز نمی‌توان با اطمینان ادعا کرد که «کاربرد نظریه اطلاعات هرگز از حوزه فعلی خود فراتر نخواهد رفت». نتایج به کارگیری نظریه اطلاعات در سایر رشته‌های علمی (به غیر از مهندسی) در حد متوسط بوده است. این امر در مورد سایر مفاهیم علمی جدید که فاقد منشأ اصیل و مساعد هستند نیز صادق است؛ با وجود این، راپوپورت می‌گوید:

به هر حال، باید اذعان داشت که شکاف میان نتایج آزمایشهای مبتنی بر نظریه اطلاعات و مسائل مربوط به آن، و نحوه انتقال جریان اطلاعات از طریق مسیرهای انسانی، بسیار عظیم است. تا آنجا که ما می‌دانیم، تاکنون هیچ نظریه‌ای که قادر به ارائه شاخصهای روشن و بی‌ابهام برای سنجش چنین «جریانی از اطلاعات» باشد، ارائه نشده است؛ در واقع آنچه به نام «اطلاعات» در ارتباط با «علم معانی» مطرح می‌شود، مبتنی بر «فهرستی از داده‌ها» است که ممکن است برای هر گیرنده، مفهومی متفاوت داشته باشد. در نظر گرفتن اطلاعات، به منزله چیزی که همواره در یک ظرف خالی قابل نگهداری است (مانند مایعات یا مواد انرژی‌زا) گمراه‌کننده است (راپوپورت، ۱۹۶۵، ص ۳۰۳). خلاصه آنکه علی‌رغم محدودیت کاربرد مستقیم نظریه اطلاعات در وضعیتهای سازمانی، استفاده از علم سایبرنتیک در این زمینه‌ها سودمند است. همان طور که استفاده از انسان، برای انجام وظیفه «ارائه بازخور» در بسیاری از سیستمهای سایبرنتیکی ضرورت دارد، اتکای خرده سیستم ارتباطات به عناصر انسانی نیز برای حفظ عملکرد و کنترل سیستم، ضروری است. حتی با فرض نامناسب بودن جنبه‌های آماری نظریه اطلاعات برای سازمانها، می‌توان جنبه‌های دیگری از آن را که برای سازمانها مفید و سودمند است، مدنظر قرار داد.

نگرش جدید سیستمی

انسانها در طول حیات سازمانها عهده‌دار کنترل، هدایت، اداره ساختار، انجام وظایف، و تلاش برای تکامل آنها هستند. برای ایفای این نقش، وجود مجموعه‌ای از مفاهیم منسجم، منطقی، و قابل تعمیم، برای تغییر رفتار و ساختار سازمانها، و اعمال کنترل مؤثر بر آنها ضرورت دارد.

با ملاحظه منشأ تفکر سیستمی، معلوم می‌شود که مفروضات و مفاهیم خاصی که زیربنای تفکر سیستمی را تشکیل می‌دهند، مبتنی بر نگرشی «ارگانیک» هستند؛ یعنی نگرشی ارگانیک را به طرحها و ادراکات افراد اشاعه می‌دهند. واژه «ارگانیسم» اغلب مترادف «مجموعه‌هایی پیچیده و قابل پیش‌بینی» یا «سیستمهایی قابل پیش‌بینی» به کار می‌رود و به موجودیتهایی اطلاق می‌شود که خود مرکب از «خرده موجودیتهای» بسیار هستند. این خرده موجودیتهای، علاوه بر وابستگی به یکدیگر، با محیط و کل مجموعه نیز وابستگی و پیوستگی دارند؛ بنابراین، محقق نظام‌گرا، در تلاش خود برای شناخت مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، روشی کلی‌نگر را پیش می‌گیرد؛ یعنی قبل از پرداختن به کسب دانش دقیق در مورد طرز کار اجزاء، به کسب دانش کافی در مورد «کل» می‌پردازد.

مفروضات عمده فوق، در مورد نگرش متفکران جدید نظام‌گرا نسبت به ساختار سازمانها و فعالیتهای نیروی انسانی مطرح می‌شوند. هرچند مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، ویژگیهای مشترک معینی دارند؛ ولی تا حد قابل ملاحظه‌ای نیز از حیث سیستمهای تشکیل‌دهنده، با هم تفاوت دارند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۱۶-۱۱۷).

مجموعه‌های پیچیده «غیر قابل پیش‌بینی» و «قابل پیش‌بینی»

دوروش برای بررسی توده‌های متشکل از واحدهای اولیه (عناصر) وجود دارد:

۱. بیان و ثبت ویژگیهای تک تک اجزای توده‌ها؛

۲. تعیین میانگینهای کلی آماری برای هر ویژگی در هر توده.

هنگامی که تعداد عناصر یا واحدهای اولیه هر توده و ویژگیهای مورد بررسی در آنها کم باشد، روش اول مناسب است؛ برای مثال، در کلاسی که پنج دانش‌آموز دارد ($N = 5$)، برای تعیین ویژگی «سن» هریک از واحدهای اولیه (دانش‌آموزان)، از روش

اول استفاده می‌شود. در صورتی که اندازه (N) یا تعداد ویژگیها (X) افزایش یابد - برای مثال $N = 100$ و $X = 10$ - استفاده از روش اول عملی نیست. امروزه، پژوهشگران معمولاً با پدیده‌های پیچیده‌ای سر و کار دارند که تعداد واحدهای اولیه و ویژگیهای آنها بسیار زیاد است؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که در عمل، روش دوم کاربرد بیشتری دارد. این امر در مورد مجموعه‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی - که علاوه بر تعداد عناصر یا واحدهای اولیه و ویژگیهای بسیار زیاد، از نظم ساختاری بسیار کمی برخوردار هستند - نیز صدق می‌کند (باکلی، ۱۹۶۸، ص ۱۳)؛ هرچند اکثر پدیده‌هایی که معمولاً پژوهشگران جدید با آنها مواجه می‌شوند، پدیده‌هایی ساختاریافته و منظم هستند که مجموعه‌های قابل پیش‌بینی نامیده می‌شوند. مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، پدیده‌هایی هستند که از اجزای بسیار زیادی تشکیل شده‌اند و اجزای آنها به طور پیچیده‌ای با هم تعامل دارند؛ ولی این تعامل اجزاء، در قالب طرحی منظم، ساختاریافته، و هدفمند صورت می‌گیرد؛ یعنی مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، ساختار خاصی دارند که برای تبیین و تحقق اهدافی معین، تنظیم شده است. معمولاً سیستمهای ارگانیکی، سیستمهایی هدفیاب و غایت‌نگر هستند. اگر یک مجموعه، دارای ساختاری سلسله‌مراتبی و اهدافی معین باشد، رفتار آن قابل پیش‌بینی خواهد بود (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۱۸). دانشمندان قدیم، غایت‌نگری یا هدفمندی را ویژگی خاص موجودات زنده می‌دانستند و آن را وجه تمایز میان سیستمهای ارگانیکی و غیرارگانیکی محسوب می‌کردند. در مفاهیم نظریه‌های جدید سیستمی، غایت‌نگری بر یک مفهوم سایرنیتیکی دلالت دارد و به رفتارهای کنترل شده از طریق سیستمهای بازخور منفی اطلاق می‌شود (ناگل، ۱۹۵۳، ص ۵۳۹).

رفتار غایت‌نگر در سیستمهای سایرنیتیکی، از نیروی حیاتی خاص پدیده‌های بیولوژیکی منتج نمی‌شود، بلکه از عملیات مربوط به خطا و ساز و کار تصحیح آن - که در ماشینها و حیوانات به طور مشابه وجود دارد - ناشی می‌شود. در واقع، یک سیستم سایرنیتیکی، با مقایسه مستمر عملکرد واقعی خود با هدف، و اندازه‌گیری میزان انحراف از هدف، و انجام اقدام اصلاحی برای به حداقل رساندن تفاوت میان این دو حالت، خود را تنظیم می‌کند؛ بنابراین، در تفکر جدید سیستمی، «غایت‌نگری» مترادف «خودتنظیمی» است (روزنبلوث و وینر، ۱۹۶۸، ص ۲۳۲).

غایت‌نگری از یک ساختار سلسله‌مراتبی تبعیت می‌کند. واژه «سلسله‌مراتب» در

مفهوم سنتی‌اش، تداعی‌کننده یک ترتیب «مافوق-مادونی» مراتب اختیار در سازمانهاست. در اینجا برای تعریف واژهٔ سلسله مراتب و سیستم سلسله مراتبی، از گفتهٔ سایمون استفاده می‌شود: منظور از سیستم سلسله مراتبی، سیستمی است که از «خرده سیستمهایی به هم وابسته» تشکیل می‌شود و به همین ترتیب، هریک از این خرده سیستمها نیز «سیستمی سلسله مراتبی» تلقی می‌شوند؛ تا آنجا که به پایین ترین سطح خرده سیستمهای اولیه برسیم (سایمون، ۱۹۶۹، ص ۸۷). به این ترتیب در نگرش جدید سیستمی، وجود رابطه «مافوق-مادونی» مطلق در میان اجزاء، انکار می‌شود. در واقع، تقسیم یک «کل» به اجزای مستقل، برای شناخت آن، کاری اختیاری است - اگر نگوییم کاری بی معنی است؛ زیرا این گونه سیستمها دارای سلسله مراتبی از ساختارهای واسطه هستند که از حیث مراتب پیچیدگی، روندی صعودی دارد. البته بخشی از اجزاء به شناسایی برخی از ویژگیهای «کل» مورد نظر کمک می‌کنند؛ در حالی که بخش دیگر فقط بیانگر برخی از ویژگیهای خود اجزاء هستند. سیستمهای سلسله مراتبی ویژگیهای معینی از خود بروز می‌دهند که شناخت درست و صحیح آنها، برای یک تحلیلگر نظام‌گرای شایسته و با کفایت، فرصتی مغتنم و ابزاری قدرتمند محسوب می‌شود (کستلر، ۱۹۶۷، ص ۳).

در هر مجموعه پیچیده قابل پیش‌بینی، تعاملهایی، هم در داخل هر خرده سیستم و هم در میان خرده سیستمها، وجود دارد. ساختار خاص هر سلسله مراتب برحسب درجه تعامل میان خرده سیستمهای متفاوت آن شکل می‌گیرد؛ و درجهٔ تعامل نیز گاهی اوقات برحسب فواصل خرده سیستمها از یکدیگر تعیین می‌شود. البته، این امر در مورد آن دسته از سیستمهای مکانیکی که ارتباط بخشهای گوناگون آنها باهم، «زوجی مستقیم» است، صدق نمی‌کند. (رضائیان، ۱۳۷۴، ص ۹۵-۱۱۲) گسترش جغرافیایی واحدهای یک سازمان، معمولاً تأثیر اندکی بر ساختار آن دارد؛ با وجود این، علت انتخاب یک ساختار سازمانی ویژه در برخی از سازمانها، «میزان فاصله» است؛ هرچند که امروزه نقش فاصله، با توجه به امکان استفاده از سیستمهای ارتباط از راه دور و کامپیوترها، کاهش یافته است (سایمون، ۱۹۶۹، ص ۹۸).

چنین به نظر می‌رسد که در سیستمهای پیچیده قابل پیش‌بینی، حضور روابط رمزی غلبه دارد. در این گونه سیستمها، درجهٔ تعامل، و شکل و وسعت سلسله مراتب، وابسته به وجود ابزارهای پیمایش مسیرهای ارتباطی، ابزارهای تصمیم‌گیری، و کیفیت آنهاست. بدین ترتیب، آن دسته از مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی که دارای ابزار پیمایش نیرومند، مسیرهای ارتباطی کارآمد، و قدرت تصمیم‌گیری دقیق هستند،

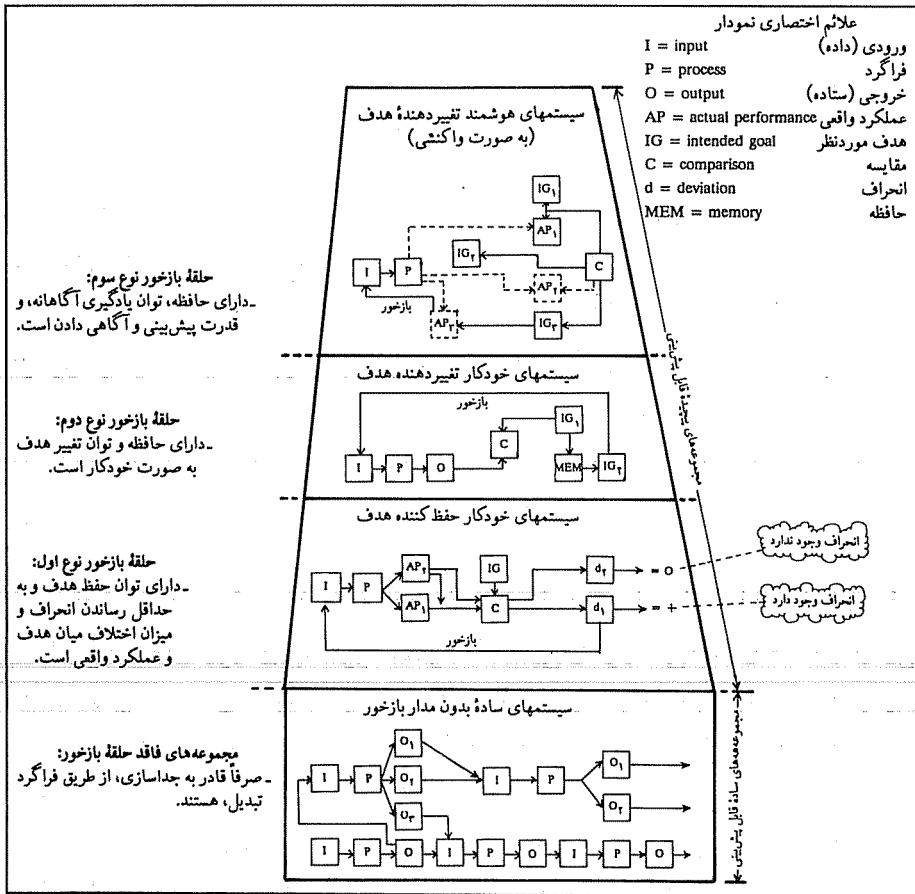
می‌توانند سلسله مراتب گسترده‌تری داشته باشند؛ زیرا حیطه نظارت مؤثر آنها بر خرده سیستم‌هایشان، از سیستم‌های فاقد این ویژگی‌ها وسیعتر است. به طور نسبی، این انتظار وجود دارد که بیشتر ساختارهای سلسله مراتبی، با توجه به محدودیت‌هایی که دارند، از یک حیطه نظارت متوسط برخوردار باشند.

فراگرد تعامل داخلی هر خرده سیستم و تعامل میان خرده سیستم‌ها، شکل حلقه‌های بازخور را به خود می‌گیرد. بدین ترتیب، اگر یک مجموعه پیچیده قابل پیش‌بینی، دارای ساختار سلسله مراتبی باشد، می‌توان آن را سلسله‌ای از حلقه‌های بازخور توصیف کرد که برحسب مراتب پیچیدگی، با روندی صعودی تنظیم شده‌اند (چرچمن، آکف و آرنوف، ۱۹۵۷، ص ۲۵۰-۲۶۰). هرچند در آغاز این فصل انواع حلقه‌های بازخور مطرح شدند، در اینجا ساختار سلسله مراتب حلقه‌های بازخور در مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، بررسی می‌شود.

در سطوح پایه این سلسله مراتب، سیستم‌های تبدیل و جداسازی ساده بدون حلقه بازخور قرار می‌گیرند (نمودار ۱۶-۳). یک واحد تبدیل ساده، با استفاده از یک سلسله از داده‌های ورودی، به طور مستمر ستاده‌هایی را تولید می‌کند. واحدهای تبدیل ساده، هدف عمده‌ای ندارند. در واحدهای جداسازی، هر داده به چند ستاده تبدیل می‌شود (در مثال مربوط به نمودار ۱۶-۳، هر داده ورودی به «دو ستاده خروجی» تبدیل می‌گردد) (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۲۰).

در سطح سیستم‌های جداسازی ساده (سطح پایه)، درباره نسبت‌های مناسب ستاده‌ها تصمیم‌گیری می‌شود؛ ولی قانون یا شاخص تصمیم‌گیری در سطح بالاتر از سطح پایه سیستم تعبیه شده است. اگر تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده زیاد شود، سیستم‌های تبدیل و جداسازی ساده، پیچیده خواهند شد. به هر حال، علت سادگی این سیستم‌ها آن است که حق انتخاب داده و ستاده، و همچنین حق انتخاب هدف ندارند؛ بنابراین می‌توان گفت که این سطح را سیستم‌های ساده قابل پیش‌بینی اشغال کرده‌اند.

در اولین سطح سلسله مراتب مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی، خرده سیستم‌های ساده حفظ‌کننده هدف قرار دارند. در این سطح است که ساده‌ترین شکل خودتنظیمی، مشاهده می‌شود. این سیستم‌ها با استفاده از سیستم بازخور منفی، هدف‌های خود را به دست می‌آورند. درجه حفظ هدف، بیانگر میزان کنترل سیستم است. هرچند که هدف این سیستم‌ها ممکن است توسط مقام بالاتر (فردی در سازمان) تعیین شود؛ ولی درجه حفظ هدف، تابع توان سیستم در درک، اندازه‌گیری، و رفع انحراف‌های احتمالی از



نمودار ۳-۱۶ ترتیب سلسله مراتبی حلقه‌های بازخور در مجموعه‌های پیچیده قابل پیش بینی

هدف و عملکرد واقعی است. در واقع، حلقه‌های بازخور نوع اول توسط سیستمهای سایبرنتیکی مشهور شدند. به همین دلیل برخی از صاحب نظران، سیستمهای سایبرنتیکی را در شمار این نوع سیستمهای بازخور قرار می‌دهند.

سطح دوم این سلسله مراتب، به سیستمهایی اختصاص یافته است که می‌توانند، به طور خودکار، اهداف خود را تغییر دهند. سیستمهای بازخور نوع دوم دارای حافظه برای ذخیره سازی بدیل‌های ممکن هستند؛ بدین ترتیب، این سیستمها علاوه بر اینکه می‌توانند - مانند سیستمهای نوع اول - به طور خودکار تفاوت میان هدف و عملکرد واقعی خود را به صفر برسانند، قادر هستند که هدف خود را نیز تغییر بدهند؛ یعنی می‌توانند انتخاب کنند که انحراف را صفر کنند یا تغییر هدف بدهند. درجه استقلال قابل ملاحظه این

سیستمها بر زیاد بودن ظرفیت حافظه و توان بازخوانی آنها دلالت دارد.

در سطح سوم سلسله مراتب حلقه‌های بازخور، سیستمهایی قرار دارند که قادر هستند به طور واکنشی هدف خود را تغییر دهند. بازخورهای نوع سوم به دو نوع «پیش‌بینی کننده» و «آگاهی دهنده» تقسیم می‌شوند.

بازخورهای «پیش‌بینی کننده» در سیستمهایی یافت می‌شوند که ماهیت خرده سیستم اجرایی آنها به گونه‌ای است که با تأخیر زمانی عمل می‌کند. در چنین سیستمهایی، بازخور از طریق یک خرده سیستم «جبران‌کننده» به فعالیت «ساز و کار اقدام» سرعت می‌بخشد؛ در واقع این خرده سیستم، به منزله یک «پیشگویی کننده» یا «پیش‌بینی کننده» کار می‌کند. بیشتر سازمانها از این نوع سیستم بازخور استفاده می‌کنند. مدیران برای پیش‌بینی فروش، معمولاً از تجزیه و تحلیل روند آن استفاده می‌کنند؛ همچنین ممکن است براساس بررسی بازار، منابعی را برای برنامه‌های تبلیغاتی آینده خود در نظر بگیرند؛ یا با استفاده از تجربه‌های گذشته، هزینه‌هایی را برآورد کنند؛ یا بر مبنای اطلاعات مربوط به مجموع درآمدها در سنوات گذشته، وضعیت آینده را پیش‌بینی کنند. در این گونه موارد، مدیر «نباید و نمی‌تواند» صبر کند تا تأثیر همه عوامل بررسی شود؛ یعنی وی مجبور است اقداماتی را انجام دهد؛ بنابراین پیش‌بینیهای وی با استفاده از سیستمهای بازخور «پیش‌بینی کننده» صورت می‌پذیرند (وینر، ۱۹۶۱، ص ۴۰-۴۵).

سیستمهای بازخور «آگاهی دهنده»، به کارگیرنده اقداماتی ابتکاری برای کنترل یک سیستم معین هستند؛ بدین ترتیب که اجازه می‌دهند تا سیستم در مدت یا حدود معینی از کنترل خارج شود. بیشتر عوامل کنترل‌کننده در سازمانها، چنین انحرافهایی را مجاز می‌دانند. هدف از اتخاذ چنین تدابیری، جلوگیری از ابراز واکنش شدید در برابر یک پدیده یا وضعیت موقتی در بازار است؛ برای مثال، ممکن است که مدیر یک مؤسسه بتواند کشش قیمت محصولات خود را با استفاده از مجموعه تغییراتی جزئی و نامحسوس، آزمایش کند؛ تغییراتی که به هیچ وجه وضعیت مالی سازمان را به خطر نمی‌اندازند، ولی اطلاعات مفیدی را درباره بازار به سازمان ارائه می‌دهند. سیستمهای بازخور نوع سوم را می‌توان در شمار «فراگردهای خودآگاهانه یادگیری» به حساب آورد که تجربه گذشته را در موارد مشابه بازبینی می‌کنند و هنگام تجدیدنظر در روشهای کنترل خود، به کار می‌گیرند.

معمولاً در سطح دوم هر سلسله مراتب، در مقایسه با سطح اول، آزادی عمل بیشتری وجود دارد. در این سطح، افراد می توانند سطوح عملکرد، هدفها، و استانداردها را به انتخاب خود تعیین کنند. البته مجموعه ای از شاخصها و هدفها، توسط سطوح بالاتر سلسله مراتب معین می شود؛ ولی مدیران میانی نیز در انتخاب هدفها و تعیین سطح عملکرد، تا حدی آزادی عمل دارند. اقدام به جمع آوری آمار و ارقام، و تولید اطلاعات توسط مدیران میانی، بر میزان آزادی آنان می افزاید؛ برای مثال، اگر مدیران عالی هدفهایی «غیر قابل دسترسی» را برای مدیران میانی تعیین کنند، مدیران میانی می توانند با استناد بر آمار و اطلاعات حمایت کننده از موضع خود، به منظور تغییر هدفها و عملکردهای تعیین شده (مورد انتظار) اقدام کنند.

البته، خطی که سیستمهای بازخور نوع دوم و نوع سوم را از هم جدا می سازد، بسیار نازک است. مدیران عالی سازمان، در سیستمهای بازخور نوع سوم مجموعه ای از اهداف و سیستمهای بازخور ضروری را برای بخشها و سطوح دیگر سازمان در نظر می گیرند. سیستم بازخور نوع سوم از سایر انواع سیستمهای بازخور پیشرفته تر است. سازمانهایی که مایلند به حیات خود ادامه دهند؛ باید ساز و کارهای سیستم بازخور نوع سوم را در خود ایجاد کنند؛ زیرا همه سازمانها برای ادامه حیات خود به اطلاعاتی درباره محیط، وضعیت جاری عملیات داخلی، و رخدادهای گذشته نیاز دارند. این اطلاعات باید توسط سیستم حافظه، قابل بازیابی باشند (مانند خط مشیهای سازمان، سوابق فروش و تولید، سوابق دانشجویان یک دانشگاه، و سوابق بیماران یک بیمارستان).

وجود این گونه اطلاعات، آگاهیها، و تواناییها در سازمان، به فراگرد یادگیری در سیستم کمک می کند و عامل تعیین کننده ای برای کنترل رفتار سیستم محسوب می شود. به محض اینکه منابع اطلاعاتی مذکور از سازمان جدا شوند، سیستم سازمانی کنترل رفتار خود را از دست می دهد؛ زیرا سازمانها نمی توانند بدون دسترسی به اطلاعات حاصل از رخدادهای گذشته، به فعالیت خود ادامه دهند؛ برای مثال، اگر سازمانها از کمیت و کیفیت محصولات خود و میزان رضایت مشتریان بی اطلاع باشند، نمی توانند عملکرد خود را بهبود بخشند؛ همچنین، اگر جریانهای اطلاعاتی بخشهای گوناگون یک سازمان از هم جدا باشند، آن سازمان نمی تواند به طور مطلوب از عهده وظیفه خود برآید. اگر یک سازمان نداند که در محیطش چه می گذرد، نمی تواند خود را متناسب با آن

تطبیق دهد؛ بنابراین وجود شبکه‌های اطلاعاتی مذکور، برای تداوم حیات سازمان و کنترل رفتار آن ضرورت دارد.

ناگفته نماند که هر سه نوع این سیستمهای بازخور، به طور سلسله مراتبی عمل می‌کنند؛ به طوری که خروجیهای سیستمهای سطوح پایین‌تر، به منزله ورودیهای سیستمهای سطوح بالاتر در نظر گرفته می‌شوند. این امر، این امکان را برای سیستم مورد نظر به وجود می‌آورد که برای خرده سیستمهای خود هدفگذاری کرده، این چرخه را دوباره تکرار کند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۲۴).

خلاصه اینکه علم کنترل و ارتباطات با همه انواع فراگردهای بازخور سر و کار دارد و با استفاده از مفاهیم پیچیدگی، احتمالی بودن، و خودتنظیمی تبیین می‌شود. این مفاهیم به ترتیب، با فن جعبه سیاه، نظریه اطلاعات، و اصل بازخور تحلیل می‌شوند. مفهوم سایبرنتیک (علم کنترل و ارتباطات) برای تحلیل مسائل بسیار پیچیده - بویژه مسائلی که به وسیله رهیافتهای سنتی، قابل تجزیه و تحلیل نیستند - به کار می‌رود.

سیستمهای بازخور کنترلی مدار بسته، از بازخورهای مثبت و منفی استفاده می‌کنند؛ البته استفاده آنها از بازخور منفی متداولتر است. نمودار خانه‌ای که به مثابه زبان مشترک برای کاربرد سایبرنتیک به کار می‌رود، برای شناسایی روابط ساختاری یک سیستم، وسیله مناسبی است. انواع سیستمهای بازخور کنترلی عبارتند از: سیستم بازخور نوع اول (سیستمی که با توجه به یک هدف خارجی هدایت می‌شود)؛ سیستم بازخور نوع دوم (سیستمی که می‌تواند گزینه‌هایی را در حافظه خود ذخیره کرده، بهترین آنها را انتخاب کند)؛ و سیستم بازخور نوع سوم (سیستمی که می‌تواند راه جدیدی را برنامه‌ریزی کرده و حتی خط‌مشی خود را تغییر دهد).

بر اساس قانون ضرورت تنوع، با افزایش پیچیدگی یک سیستم، میزان عدم اطمینان و تنوع آن افزایش می‌یابد؛ بنابراین برای کنترل یک سیستم پیچیده، باید میزان تنوع ساز و کار کنترل آن، با میزان تنوع خود سیستم برابر باشد. استفاده از سیستمهای کنترلی ساده فقط در جایی مفید است که تنوع سیستم تحت کنترل، اندک و محدود شده باشد.

طرز کار کامپیوتر، نمونه‌ای تقریباً کامل برای معرفی فن جعبه سیاه است که در آن از دستکاری ورودی، دسته‌بندی خروجی، و تبدیلیهای «چند به یک» استفاده می‌شود.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل سوم

اطلاعات	جعبه سیاه	کنترل
فراوانی	نظریه اطلاعات	پیچیدگی
ارتباطات	نمودار خانه‌ای	قابلیت پیش‌بینی
جزء اطلاعاتی	نقش کنترلی بازخور	تنوع
گزینه	سیستم‌های بازخور مدار بسته	سیستم‌های ساده
ظرفیت مسیر ارتباطی	سیستم‌های بازخور مدار باز	سیستم‌های پیچیده
نگرش سیستمی جدید	سیستم‌های بازخور	سیستم‌های قطعی
غایت‌نگری	حفظ‌کننده هدف	(یک حالت)
مجموعه‌های پیچیده	سیستم‌های بازخور خودکار	سیستم‌های احتمالی
غیرقابل پیش‌بینی	تغییردهنده هدف	(چند حالت)
مجموعه‌های پیچیده قابل	سیستم‌های بازخور هوشمند	خودتنظیمی
پیش‌بینی	تغییردهنده هدف	پیچیدگی بسیار زیاد
سلسله مراتب حلقه‌های	رابطه رمزی	احتمالی بودن
بازخور	قانون ضرورت تنوع	اصل بازخور
	عدم قطعیت	

پرسش‌های فصل سوم

۱. رابطه رویکرد سیستمی با علم کنترل و ارتباطات چیست؟
۲. با ذکر مثال، سیستم‌های قطعی ساده، پیچیده، و بسیار پیچیده را با هم مقایسه کنید.
۳. با ذکر مثال، سیستم‌های احتمالی ساده، پیچیده، و بسیار پیچیده را با هم مقایسه کنید.
۴. چگونه می‌توان سیستم‌های قطعی را کنترل کرد؟
۵. چگونه می‌توان سیستم‌های احتمالی ساده، پیچیده، و بسیار پیچیده را کنترل کرد؟
۶. ابزار تحلیل ویژگی خودتنظیمی سیستم چیست؟
۷. ابزار تحلیلی ویژگی پیچیدگی بسیار زیاد چیست؟
۸. ابزار تحلیلی ویژگی احتمالی بودن چیست؟
۹. سیستم‌های بازخور را تعریف کرده و پیشینه تاریخی آنها را بیان کنید.
۱۰. نقش ساختار مدار بسته سیستم‌های بازخور کنترلی چیست؟

۱۱. نمودار خانه‌ای چیست و چه ارتباطی با سیستمهای بازخور کنترلی دارد؟
۱۲. وظیفه نقطه جمع یا خطایاب در نمودار خانه‌ای چیست؟
۱۳. سیستمهای مدار بسته و سیستمهای مدار باز را با ذکر مثال مقایسه کنید.
۱۴. مشکلات استفاده از افراد در سیستمهای مدار بسته کدام است؟
۱۵. سیستمهای بازخور مثبت و منفی را تعریف کرده، آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.
۱۶. سیستمهای بازخور مثبت در چه فراگردهایی به کار می‌روند؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۱۷. نمودار خانه‌ای و نظریه عمومی سیستمها چگونه با هم پیوند می‌یابند؟
۱۸. ضمن تعریف سیستمهای بازخور نوع اول، نوع دوم، و نوع سوم، نحوه عمل آنها را با هم مقایسه کنید.
۱۹. قانون ضرورت تنوع را توضیح دهید و با ذکر مثال، نقش آن را در کنترل سیستم بیان کنید.
۲۰. اثر میزان تنوع را در قابلیت پیش‌بینی رفتار سیستم بیان کنید.
۲۱. نحوه شناسایی پیچیدگی را از دیدگاههای کمی و کیفی توضیح دهید.
۲۲. با توجه به چهار عامل کیفی مؤثر بر پیچیدگی، اصل ضرورت محدود بودن حیطه نظارت را تحلیل کنید.
۲۳. چرا فن جعبه سیاه از روش شرطی کردن سنتی رفتار، و رهیافت علت و معلولی، کاربرد بیشتری دارد؟ توضیح دهید.
۲۴. تحلیلگران چگونه از فن جعبه سیاه برای برخورد با پیچیدگی استفاده می‌کنند؟ با رسم نمودار توضیح دهید.
۲۵. منظور از فرضیه فلسفی «عدم قطعیت» چیست؟
۲۶. مفهوم احتمال در علم آمار چیست؟
۲۷. نظریه ارتباطات چه ارتباطی با نظریه اطلاعات دارد؟ توضیح دهید.
۲۸. نظریه ریاضی ارتباطات چیست و چه کاربردهایی دارد؟
۲۹. در نظریه‌های سنتی، اطلاعات را از چه بُعدی بررسی می‌کردند؟
۳۰. نحوه اندازه‌گیری اجزای اطلاعاتی را، با ذکر مثال شرح دهید.
۳۱. ساده‌ترین نوع سیستم ارتباطی چیست و چگونه شکل می‌گیرد؟
۳۲. منظور از «ظرفیت مسیر» در ارتباطات چیست؟

۳۳. هدف از توسعه نظریه اطلاعات چه بود؟
۳۴. منظور از مجموعه‌های پیچیده قابل پیش‌بینی و مجموعه‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی چیست؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۳۵. نظر دانشمندان قدیمی در مورد موجودات غایت‌نگر چه بود؟
۳۶. منظور از مفهوم غایت‌نگری در مباحث جدید سیستمی چیست؟
۳۷. رابطه سلسله مراتبی سیستم و خرده سیستم‌های آن را توضیح دهید.
۳۸. منظور از سیستم‌های ساده قابل پیش‌بینی چیست؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۳۹. چرا باید در سطوح بالاتر سلسله مراتب، میزان آزادی عمل افزایش یابد؟
۴۰. انواع مدارهای بازخور را در سیستم‌های خودکار حفظ‌کننده هدف، سیستم‌های خودکار تغییردهنده هدف، و سیستم‌های هوشمند تغییردهنده هدف (با رسم شکل) مقایسه کنید.
۴۱. وجود چه نوع اطلاعات و آگاهی‌هایی به کنترل رفتار سیستم و یادگیری آن کمک می‌کند؟
۴۲. سیستم‌های بازخور منفی چگونه عمل می‌کنند؟
۴۳. رابطه پیچیدگی، میزان عدم اطمینان، و تنوع را در سیستم تشریح کنید و بنویسید که سیستم‌های ساده کنترلی در چه مواردی قابل استفاده هستند؟

فصل چهارم

شناخت خرده سیستمها و ساده سازی الگوی تعاملی آنها

شناخت خرده سیستمها

هنگامی که آدمی برای نخستین بار با وضعیتی ناآشنا روبرو می شود، ابتدا آن را در هاله ای از ابهام می بیند؛ بنابراین برای زدودن ابهامها به فعالیت ذهنی می پردازد. در نگاه اول، بسیاری از مسائلی که تحلیلگران سازمان با آنها مواجه می شوند، مبهم و اسرارآمیز به نظر می آیند. در فراگرد ابهام زدایی، تحلیلگران با تجربه از کسانی که فاقد تجربه هستند، موفقترند. البته میزان اثر مشاهدات و تجارب پیشین افراد در فراگرد کسب شناخت، متفاوت است؛ برای مثال، ممکن است که تحلیلگران دارای تجربه قبلی، برای اقدام به تنظیم روابط ساختاری بین خرده سیستمها و همچنین تجسم مدلهای خاص درباره عملیات ماشینی، مشکل ناچیزی داشته باشند؛ در حالی که حتی متخصصان با تجربه بازاریابی در تنظیم روابط گوناگونی که رفتار مصرف کننده را هنگام خرید ماشینهای خانگی پیشگویی می کند، با مشکل مواجه باشند. یکی از دلایل بروز این مشکل، آن است که پیش بینی درباره چنین اموری، مستلزم شناخت رفتار مصرف کننده است و تبیین و تحلیل فراگردهای رفتاری از تبیین و تحلیل فراگردهای ساخت یک محصول، دشوارتر است؛ زیرا در مورد فراگردهای رفتاری عواملی مطرح هستند که کمتر شناخته شده اند. بعلاوه، امور بازاریابی تحت تأثیر جریانهای اطلاعاتی در درون سیستم - نظیر تبلیغات - قرار دارند که رؤیت آنها از رؤیت جریانهای مواد در یک کارخانه، بسیار دشوارتر است.

شاید مهمترین نکته درباره نحوه تنظیم مسأله این باشد که تحلیلگر باید در مورد وضعیت و شرایط موجود و مبانی نظری مربوط به آن (از طریق تجربه پیشین یا مطالعه زیاد و فشرده)، شناخت کامل پیدا کرده باشد. وظیفه تحلیلگر در این مرحله، نمایش وضعیت در قالب یک مدل است. تحلیلگر فقط در صورتی می تواند یک مدل پیش بینی کننده را ارائه کند که از عوامل و روابط مؤثر بر رفتار سیستم، آگاه باشد؛

در واقع، تحلیلگر علاوه بر مشاهده سیستم و کسب ادراک صحیح از نحوه کارکرد آن، باید در مورد نظریه‌های مربوط به «چرایی رفتار سیستم» نیز به شناختی درست و صحیح نایل شود. شبیه‌سازی موفقیت‌آمیز فراگرد تولید یک مجتمع پتروشیمی، مستلزم آشنایی کافی با علوم شیمی، ترمودینامیک، و مکانیک است؛ در حالی که شبیه‌سازی رفتار در یک بازار مصرف معین، مستلزم آشنایی با نظریه‌های روانشناختی و جامعه‌شناختی مربوط به آن رفتار، و نحوه توزیع محصول در آن بازار است (امشوف و سیزون، ۱۹۹۰، ص ۶۴-۶۵). اگر تحلیلگر کاملاً نسبت به وضعیت ناآشنا باشد، می‌تواند از روشهای چندی برای خروج از ابهام در یک وضعیت ناآشنا (یا هنگام مواجهه با یک سیستم پیچیده) استفاده کند. این روشها تحت عنوان روشهای شناخت خرده سیستمها مطرح خواهند شد.

خرده سیستمهای هر سیستم

شناخت خرده سیستمها به منزله اجزای تشکیل دهنده یک سیستم، اساس تجزیه و تحلیل و طراحی آن است؛ به همین دلیل، شناخت اصول حاکم بر نحوه شکل‌گیری و ساخت سیستم از خرده سیستمها ضرورت می‌یابد (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۷۷). برای تحلیل تفصیلی و جامع سیستمهای بزرگ و پیچیده، ابتدا باید آنها را به خرده سیستمهایی تقسیم و تفکیک کرد؛ از این رو، پس از طی فراگرد تعریف خرده سیستم، باید روشهای شناسایی خرده سیستمهای هر سیستم را شرح داد و نحوه تقسیم و تفکیک هر سیستم به چند خرده سیستم، و کاربرد این جداسازی در مدیریت پروژه را تشریح کرد.

فراگرد تعریف خرده سیستمها

فراگرد تعریف خرده سیستمهای تشکیل دهنده یک سیستم، ابتدا با استفاده از مجموعه اطلاعات اساسی حاصل از طرح مفهومی (خام)، و «معیارهای غالب و داد و ستد»^۱ شکل می‌گیرد.^۲ سپس براساس ویژگیهای ذیل، برای دسته‌بندی فعالیتها و تعیین موقعیت آنها در یک خرده سیستم، اقدام می‌شود:

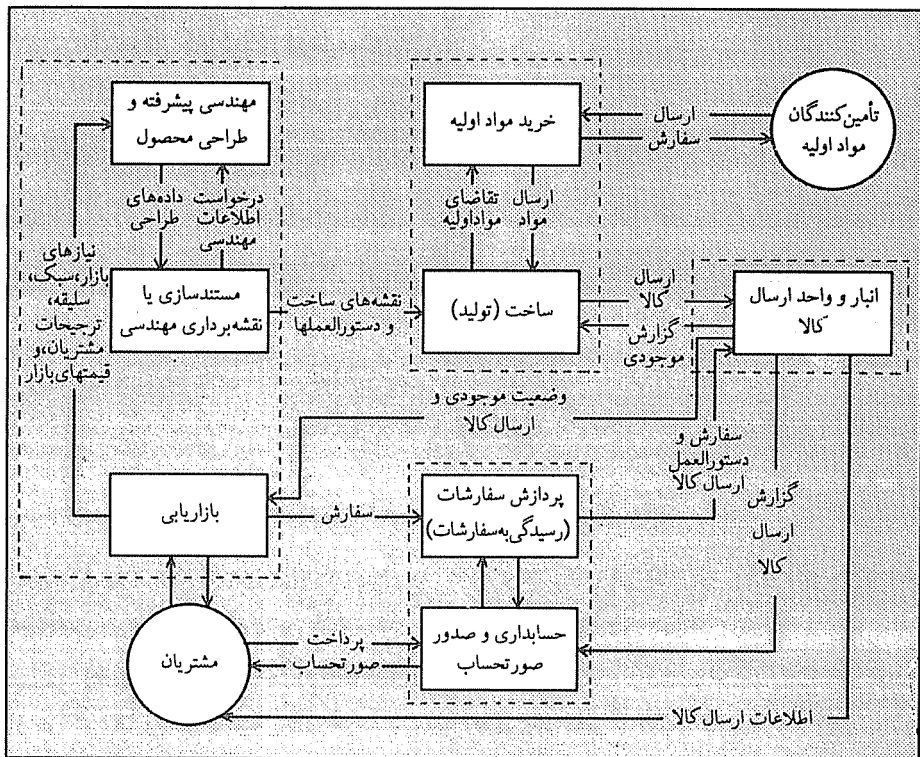
۱. وظایف مشترک؛
۲. فنون و رویه‌های مشترک؛

1. dominant and trade-off criteria

۲. برای آشنایی بیشتر با مفهوم معیارهای غالب و داد و ستد، به مباحث مربوط به طراحی تفصیلی سیستم (در فصل یازدهم) مراجعه شود.

۳. ارتباط منطقی جریان کار؛

۴. داده‌ها یا باز داده‌های مشترک.



نمودار ۴-۱ طرح مفهومی ساده یک واحد تولیدی و خرده سیستمهای آن

در نمودار ۴-۱، با رسم خطوط نقطه‌چین یا منحنی به دور هر گروه از فعالیتها، قلمرو هر خرده سیستم با توجه به این ویژگیها مشخص شده است. در این حالت، آن دسته از خطوط ارتباطی میان فعالیتها که یک منحنی یا نقطه‌چین را قطع می‌کنند، داده یا ستاده‌ای برای آن خرده سیستم به شمار می‌آیند؛ بنابراین منحنی مذکور، علاوه بر مشخص کردن مرز هر خرده سیستم، نحوهٔ تعامل آن خرده سیستم با خرده سیستمهای دیگر را نیز نشان می‌دهد. معمولاً اختیارات سازمانی و مسؤولیتها، با مرز خرده سیستمها مشخص می‌شوند؛ از این رو، مسائل خرده سیستمهایی که با هم تعامل دارند، باید با یکدیگر متناسب باشند (برای درک بهتر این معنی، به نمودار ۴-۱ مراجعه شود) (موردیک، راس، وکلاگت، ۱۹۹۱، ص ۳۱۰).

روشهای شناخت خرده سیستمها^۱

روشهای گوناگون شناسایی خرده سیستمهای هر سیستم، عبارتند از:

۱. روش جریان کار و عملیات؛

۲. روش کارکردی (وظیفه‌ای)؛

۳. روش تغییر حالت.

۱. روش جریان کار و عملیات^۲

متداولترین روش درک یک وضعیت، تعقیب جریان عوامل عمده‌ای است که در آن پردازش می‌یابند و روی آنها کار می‌شود؛ برای مثال، در واحدهای تولیدی، باید جریان و فراگرد تولید کالا را دنبال کرد. بدین منظور باید ابتدا از مواد اولیه ضروری برای تولید کالا آغاز کرد و سپس نحوه ورود سایر مواد و ملزومات را در طی فراگردهای ساخت و تکمیل پی‌گیری کرد. بعد از این مرحله، از طریق یک مشاهده منظم علمی، روشن می‌شود که آیا می‌توان توالی برخی از گامها در سیستم را به منزله تبدیل از نوعی پردازش به پردازشی دیگر (تغییر کالا)، و حرکت به فراگرد بعدی تلقی کرد یا خیر. با این روش، سرعت می‌توان تأخیرهای احتمالی در هر فراگرد را آشکار ساخت و مشخص کرد که اثرات چنین تأخیرهایی بر فراگرد بعدی چه خواهد بود.

بدیهی است که هنگام استفاده از روش تجزیه و تحلیل جریان کار، باید هر گروه از فراگردها را در قالب یک خرده سیستم اصلی در نظر گرفت. هر فراگرد جدید، در نقطه‌ای از عملیات آغاز می‌شود که محصول در آن نقطه دستخوش تغییر شده باشد. معمولاً هر فراگرد، شامل تسهیلات و عواملی مانند پردازشگر، مواد، و رویه پردازش برای تغییر است (آمس‌توتز، ۱۹۸۷، ص ۴۰-۵۲). جزئیات بیشتر فراگرد عملیات، از طریق مشاهده و مطرح کردن پرسشهای هدفمند و منظم آشکار می‌گردد؛ برای مثال، ممکن است توجه تحلیلگر به پیچیدگیهای غیرعادی موردنیاز برای حفظ تسهیلات و شرایط مناسب کار جلب شود.

پس از اینکه خرده سیستمها شناسایی شدند و بررسیهای اقتصادی اولیه نیز صورت پذیرفت، باید تعیین شود که بهبود در چه قسمتهایی بیشترین بازدهی را خواهد داشت. پس از آنکه تحلیلگر با استفاده از روش جریان کار، ادراکی کلی از مجموعه

سیستم دریافت کرد و تصویری از آن در ذهن خود مجسم ساخت، می تواند از این روش برای مطالعه خرده سیستمهای شناسایی شده، استفاده کند.

برای مثال، اگر روش جریان کار، برای شناسایی عملیات خاصی نظیر برچسب زدن بر روی کالاها (به مثابه یک جریان مسأله دار)، در نظر گرفته شود، هرچند که در واقع چیزی جریان ندارد، ولی می توان جریانی از حرکت ماشینها را تصور کرد که هنگام بروز نقص از فراگرد تولید خارج، و به فراگرد تعمیر می روند، و پس از تعمیر دوباره به فراگرد تولید برگردانده می شوند. تصور یا تجسم ذهنی این گونه جریانها، برای تنظیم مسأله بسیار مفید است.

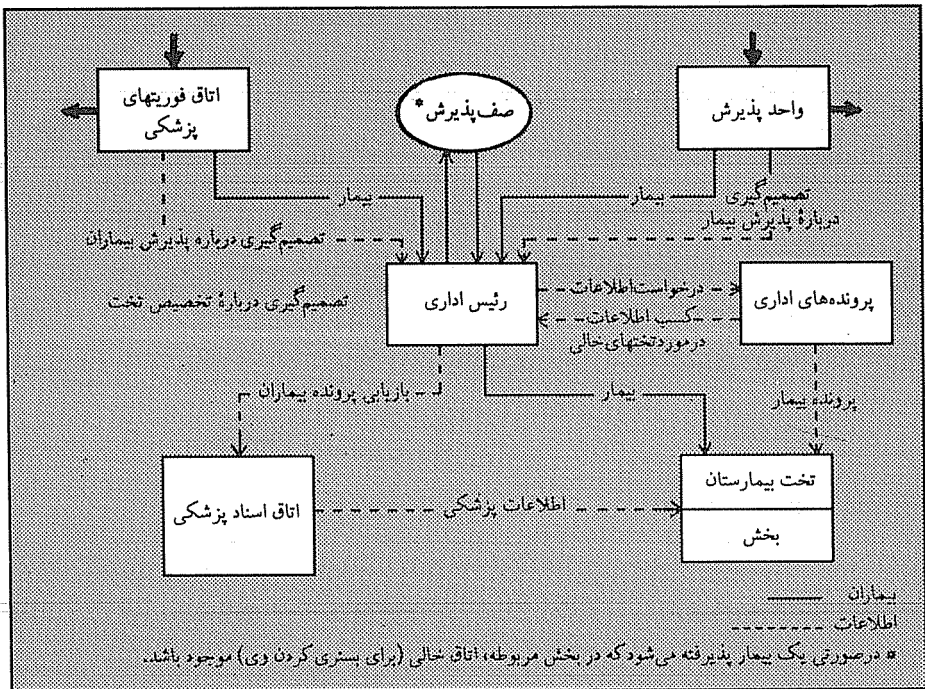
در بیشتر سیستمها، دو جریان فیزیکی قابل مشاهده است: یکی «جریان فیزیکی کالاها» و دیگری «جریان فیزیکی افراد». انواع دیگری از جریانها نیز وجود دارند که دو تا از مهمترین آنها عبارتند از: «جریان اطلاعات» و «جریان پول». البته ممکن است تصور شود که «جریانهای مالی»، صرفاً نوع خاصی از «جریانهای اطلاعاتی» هستند؛ یعنی اطلاعاتی هستند که بر میزان سرمایه و ارزش پولی دلالت دارند؛ اما در اینجا، این نکته مدنظر نیست.

پی گیری جریانهای اطلاعاتی دشوارتر از جریانهای فیزیکی است؛ زیرا بیشتر اطلاعاتی که توسط افراد یا کامپیوترها، پردازش یا منتقل می شوند، سیری پنهانی دارند. تحلیلگر می تواند با مطالعه اسناد و مدارکی مانند سفارشها، پیامهای تبلیغاتی، گزارشهای عملکرد (گزارشهای دریافت مواد یا تولید محصول و تأیید آنها)، رویه های فنی، رویه های ساخت، گزارشهای وضع موجود، رسیدگیها، بیانیه های خط مشی، و مانند آنها، ادراک و شناخت مناسبی از جریانهای اطلاعاتی به دست بیاورد.

در برخی از سازمانها مانند شرکتهای بیمه، جریان اطلاعات، جریان عمده در گردش است. در پی گیری جریان اطلاعات، ملاحظه می شود که الگوهای جایگزین متعددی برای ارتباطات و گامهای پردازش اطلاعات وجود دارند؛ به همین دلیل، تحلیلگر تمایل پیدا می کند که گروهی از گامهای پردازش اطلاعات را به مثابه یک خرده سیستم در نظر بگیرد.

در بیشتر وضعیتهای پیش از شناسایی خرده سیستمهای هر سیستم، باید همه جریانهای عوامل عمده را بررسی کرد. مجموعه خرده سیستمهایی که صرفاً پس از بررسی جریانهای فیزیکی تعریف می شوند، از حیث غنا و تکامل، با مجموعه

خرده سیستمهایی که پس از بررسی تعامل میان جریانهای فیزیکی، اطلاعاتی، و مالی تعریف می‌شوند، تفاوت دارد؛ برای مثال، فرض کنید که مسؤولان یک بیمارستان با مشکل تعریف مسأله پردازش اطلاعات مواجه هستند. مسأله اصلی این است که «چگونه می‌توان از کامپیوتر برای بهبود درمان بیماران استفاده کرد؟» هنگامی که جریان حرکت بیماران در سیستم بیمارستان ترسیم شود، پیشرفت واقعی در امر تنظیم و تعریف مسأله آغاز خواهد شد. نمودار ۴-۲، شکل ساده شده این جریان را نشان می‌دهد (امشوف و سیزون، ۱۹۹۰، ص ۶۶-۶۷). در این مورد، روش «جریان کار و عملیات»، به پیمایش فراگردهای خاصی - که کامپیوتر می‌تواند در آنها مفید باشد - نظیر تخصیص تخت و بازیابی پرونده بیماران کمک می‌کند. بعلاوه، این روش می‌تواند برای شناسایی مسائل و اتخاذ تصمیمهای مهم بسیار سودمند باشد.^۱



۱. برای مطالعه بیشتر درباره نحوه شکل‌دهی مدل‌های جریان کار، به کتاب پویایی صنعتی، فصول چهارم و پنجم، مراجعه شود (فورستر، ۱۹۶۱، ص ۶۷-۹۷).

۲. روش کارکردی (وظیفه‌ای)^۱

گاهی اوقات، استفاده از روش «جریان کار و عملیات»، برای شناسایی خرده سیستمهای سازمانهای پیچیده‌ای نظیر سازمان تأمین اجتماعی، زیاد مطلوب نیست؛ زیرا ممکن است هیچ جریان آشکاری از یک عامل وجود نداشته باشد؛ در این صورت بهتر است از روش «شناسایی کارکردها و وظایف» هر سیستم، و پی‌گیری توالی آنها استفاده شود. فرض کنید حوزه مسأله، «بخش کنترل تولید در یک کارخانه» باشد. ابتدا این سؤال مطرح می‌شود که در این بخش چه چیزی جریان دارد. البته ممکن است پاسخ در نگاه اول روشن نباشد، ولی سرعت می‌توان توالی وظایف خاص را شناسایی کرد. به طور معمول جرقه اولیه انجام این وظایف، توسط مشتریان زده می‌شود؛ در غیر این صورت، هر فراگرد در زمانی معین شروع می‌شود - به جای اینکه تا ورود یک اطلاعات خارجی معطل بماند؛ برای مثال، در صورت دریافت سفارش از مشتری، می‌توان شاهد انجام وظایف ذیل بود:

۱. برآورد قیمت و تعیین تاریخ تحویل؛

۲. طراحی محصول، مطابق با مشخصات درخواستی مشتری؛

۳. زمانبندی کار؛

۴. ارجاع کار به واحدها؛

۵. بارگیری ماشین؛

۶. پردازش موجودی؛

۷. ارسال؛

۸. محاسبه قیمت تمام شده و صدور صورتحساب.

تحلیلگر اکنون می‌تواند هریک از وظایف را به طور عمیقتری بررسی کند و معین سازد که چه کسی عهده‌دار انجام آنهاست؛ چه تسهیلات و اطلاعاتی مورد نیاز است؛ چه رویه‌هایی باید دنبال شوند؛ و چه باز داده‌هایی باید تحصیل شوند. با بررسی و تحلیل هر وظیفه و دسته‌بندی گروههای وظایف اصلی و فرعی، خرده سیستمها شکل می‌گیرند. هنگام تصمیم‌گیری در سیستمهای صنعتی، هفت نوع وظیفه عمده، به شرح ذیل قابل تعریف است:

۱. تهیه مواد اولیه؛

۲. حمل و نقل؛

۳. انبارداری؛

۴. پردازش اطلاعات؛

۵. ارتباطات؛

۶. ذخیره سازی اطلاعات؛

۷. تصمیم گیری.

در بیشتر موارد، دو مجموعه وظیفه متوالی، به طور موازی پیش می روند:

۱. وظایفی که با حرکات فیزیکی سر و کار دارند (نظیر پردازش مواد، حمل و نقل، و انبارداری)؛

۲. وظایفی که با کنترل سازمانی سر و کار دارند (نظیر پردازش اطلاعات، بایگانی، تصمیم گیری، و ارتباطات).

برای سیستمی که تا حد زیادی به فعالیتهای کنترلی می پردازد، بهتر است که به جای تجزیه و تحلیل «جریان کار و عملیات»، از روش «تجزیه و تحلیل وظیفه ای» (کارکردی) استفاده کند.

پس از شناسایی وظایف، مدلسازی سیستم با تشریح رویه هایی که وظایف به وسیله آنها انجام می شوند - یا قابل انجام هستند - آغاز می گردد (اغلب به شکل یک نمودار جریان کار). به این ترتیب، شناخت کارکردها و وظایف، روشی را برای آغاز کار طراحی و مدلسازی برای خرده سیستمها ارائه می دهد (امشوف و سیزون، ۱۹۹۰، ص ۶۷).

۳. روش تغییر حالت^۱

این روش، کاربردهای متعددی دارد؛ اما بیشتر برای تجزیه و تحلیل مسائلی مناسب است که برای حل آنها می توان از شبیه سازی استفاده کرد. در این روش، زمان به مجموعه ای از لحظات یا نقاط تقسیم می گردد؛ به طوری که تحلیلگر بتواند در هر لحظه، تصویری از وضعیت سیستم را در همان لحظه، در ذهن مجسم کند. در واقع، وضعیت سیستم در هر لحظه از زمان، با مشخص کردن وضعیت متغیرهای داخلی و خارجی مربوط به آن، نمایش داده می شود (زیمخ، ۱۹۶۸، ص ۱۰۸).

نخستین مرحله استفاده از روش تغییر حالت برای ادراک و شناخت یک وضعیت،

شناسایی متغیرهای مربوط به آن است. اقدام بعدی - که مشکلترین گام نیز به شمار می آید - تعریف روابطی است که حالات هریک از متغیرها را در طی زمان توصیف می کنند. نباید فراموش کرد که متغیرها الزاماً با گذشت زمان تغییر نمی کنند؛ در واقع، روابط وابسته به زمان را می توان به صورت مشروط (بین حال یا گذشته) در نظر گرفت؛ یعنی هر متغیر خاص، فقط هنگامی می تواند تغییر یابد که وضع کنونی سیستم از ویژگیهای معینی برخوردار باشد. بنابراین در روش تغییر حالت، تعیین رویه های ذیل ضرورت دارد:

۱. رویه ای برای معین کردن اینکه «آیا تغییر یک متغیر یا گروهی از متغیرها الزامی است؟»؛

۲. رویه ای محاسباتی برای به روز کردن اطلاعات در مورد تغییرات متغیرها. خرده سیستمها باید به گونه ای تعریف شوند که آثار تغییر در یک خرده سیستم بر رفتار سایر خرده سیستمها، به حداقل برسد. در روش تغییر حالت، خرده سیستمها، همان رویه های فرعی هستند؛ برای مثال، در عملیات برچسب زدن بر روی کالا، برخی از متغیرهای توصیف کننده حالت، عبارتند از:

۱. آیا ماشین برچسب زن، آماده به کار است (یا خراب است)؟
۲. مدت زمانی که ماشین برچسب زن خراب است (مجموعاً) چقدر است؟
۳. آیا تعمیرکاران مشغول تعمیر ماشین هستند (یا خیر)؟
۴. زمان لازم برای تنظیم دستگاه چقدر است؟
۵. آیا ماشین در حال برچسب زدن بر روی کالاهاست (یا بیکار، ولی آماده به کار است)؟

۶. سرعت فراگرد برچسب زدن (پردازش) چقدر است؟
نا گفته نماند که هر مدل شبیه سازی، معمولاً یک مدل تغییر حالت نیز هست.

جداسازی (تفکیک)^۱

هنگامی که «سیستمی پیچیده»، به منزله یک کل واحد در نظر گرفته می شود، شناخت و

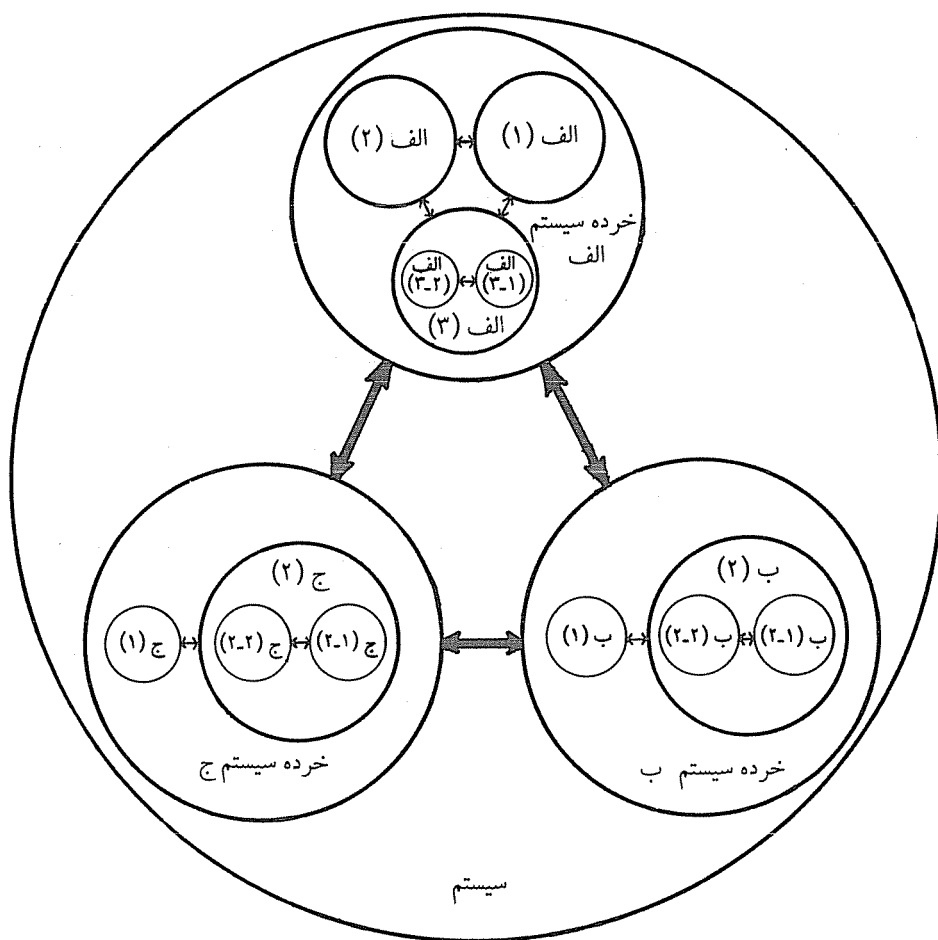
۱. برخی از نویسندگان، فراگرد «تفکیک و جداسازی» (Decomposition) را دقیقاً مشابه استراتژی «تفرقه بینداز و حکومت کن» (Divide & Rule) می دانند که در عالم سیاست مورد استفاده قرار می گیرد، و از واژه های «تکه تکه کردن» (chunking) یا «هموارسازی» (Leveling) نیز با همین مفهوم استفاده می کنند.

تحلیل کارکرد آن دشوارتر است. البته نگرش نظامگرا، طراحان و تحلیلگران سیستم را بر آن می‌دارد که هر سیستم را به مثابه یک کل در نظر بگیرند؛ ولی برای شناخت هرچه بهتر یک سیستم، باید مرزها و نحوه تعامل خرده سیستمهای آن با یکدیگر را به گونه‌ای تعریف کرد که معرفی‌کننده کل سیستم باشند.

فراگرد جداسازی در هر سیستم باید تا جایی ادامه پیدا کند که خرده سیستمهای تفکیک شده، قابل اداره و قابل کنترل باشند (اهیتوو و نیومن، ۱۹۹۰، ص ۸۵). در این مرحله، برخی از خرده سیستمها به صورت جعبه‌هایی سیاه در نظر گرفته می‌شوند؛ زیرا ساختار داخلی آنها شناخته شده نیست، ولی رفتار آنها قابل پیش‌بینی است.

در فراگرد جداسازی، مرزهای جدید خرده سیستمها، با دقت مطالعه و تعیین می‌شوند؛ سپس، براساس ساختار جدید، تعامل لازم میان آنها برقرار می‌گردد؛ و در نهایت، این خرده سیستمها در قالب یک ساختار سلسله مراتبی (نمودار ۴-۳) شکل می‌گیرند (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۷۷ و همچنین شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۴۵)؛ به طوری که هر خرده سیستم در این سلسله مراتب، عنصری از یک آبر سیستم (سیستم فوقانی خود) به شمار می‌آید (نمودار ۴-۳). ساختار سلسله مراتبی، بیانگر چگونگی تقسیم هدفهای کلی سیستم در قالب مجموعه‌ای از هدفهای فرعی است؛ به این ترتیب، هر خرده سیستم یک وظیفه تخصصی دارد که با انجام آن به تحقق هدفهای ابر سیستم کمک می‌کند. مسأله عمده‌ای که در فراگرد جداسازی باید مدنظر قرار گیرد، خطر بهینه نشدن بازدهی کل عملیات است. در واقع با محدودتر شدن مرزها، ممکن است که احتمال این خطر افزایش پیدا کند؛ به این ترتیب که بهینه‌سازی بخشی جایگزین بهینه‌سازی کلی عملیات گردد.

همان گونه که برای تجزیه و تحلیل سیستمها می‌توان از روش تفکیک خرده سیستمها استفاده کرد، کاربری این روش در طراحی و استقرار سیستم جدید نیز می‌تواند کارساز و راهگشا باشد. در این مورد نیز تحلیلگر یا طراح باید درباره نحوه تفکیک سیستم به چند خرده سیستم، و محل ترسیم خطوط مرز، تصمیم بگیرد. تصمیمهای متخذه درباره نحوه تفکیک، تحت تأثیر هدفهای جداسازی و همچنین تفاوتهای فردی طراحان قرار می‌گیرد؛ تا حدی که تلاش برای کاهش دخالت سلیقه‌های فردی طراحان، ضروری به نظر می‌رسد.



نمودار ۴-۳ رابطه سلسله مراتبی خرده سیستمها

در فراگرد جداسازی، رعایت یک اصل کلی ضروری است. براساس این اصل - که «انجام کارکردی»^۱ نامیده می شود - هدفهای سیستم دیکته کننده نحوه تفکیک هستند. آن دسته از اجزای یک سیستم، که عهده دار وظیفه ای واحد هستند، یک خرده سیستم را تشکیل می دهند؛ یعنی همه اجزایی که در رابطه با یک وظیفه فعالیت

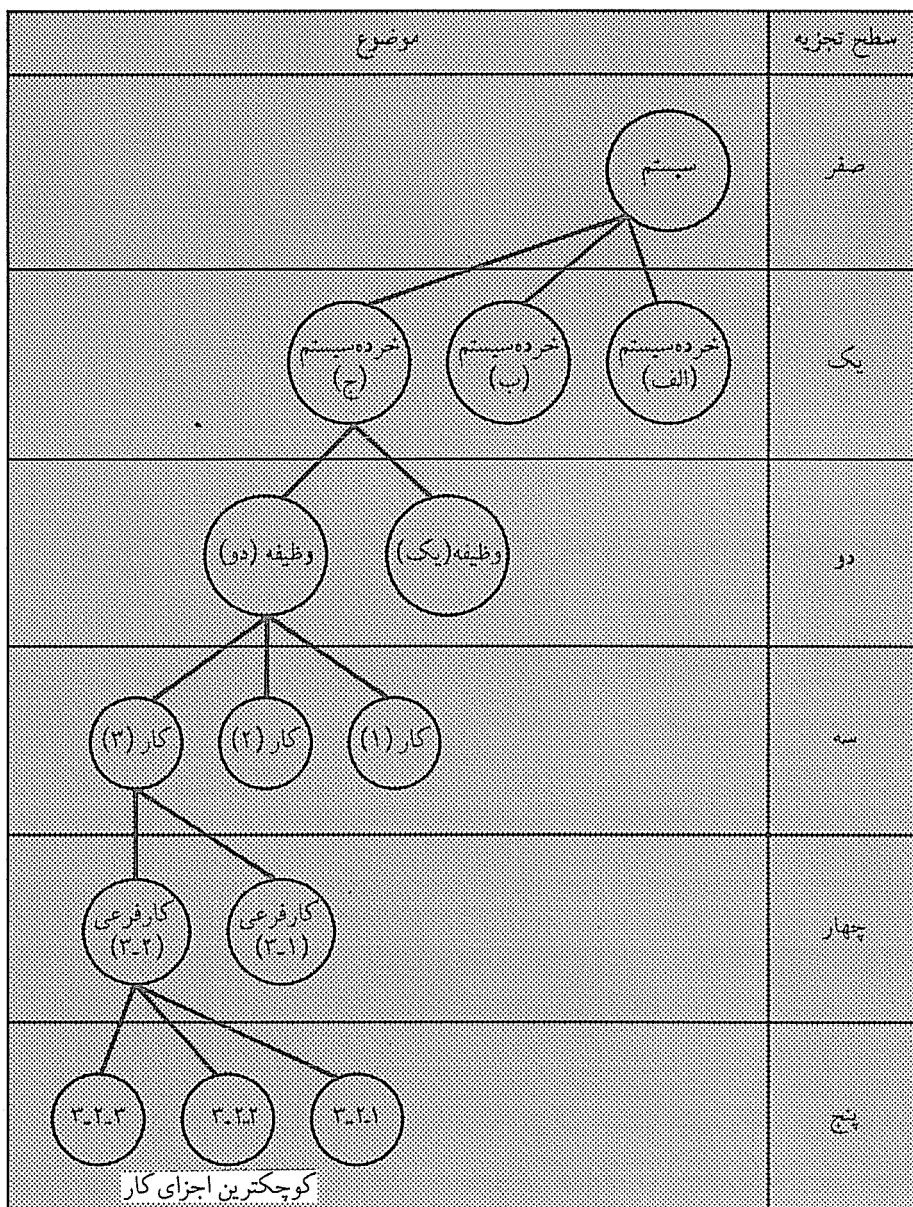
می‌کنند، یک خرده سیستم محسوب می‌شوند؛^۱ برای مثال، می‌توان امور مالی یک برنامه آموزش‌کاربردی را به خرده سیستمهایی نظیر «محاسبه ساعتهای انجام کار»، «محاسبه کسورات»، «صدور چک»، و غیره - که در جهت کارکردهای عمده برنامه هستند - تقسیم کرد. اولین گام در طراحی سیستم، تعیین هویت خرده سیستمهایی است که کارکرد منسجمی دارند. پس از آن باید مرز مشترک هر خرده سیستم با خرده سیستمهای دیگر را به طور واضح مشخص کرد و سپس به ساده‌سازی تعامل میان خرده سیستمها و برقراری ارتباطات مناسب میان آنها مبادرت کرد (اکتاس، ۱۹۸۷، ص ۴۱ و دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۷۸-۲۷۹).

کاربرد جداسازی و تفکیک در مدیریت پروژه (ساختار تجزیه کار)^۲ به منظور جلوگیری از دوباره کاریها و پراکنده کاریهایی که خطر بهینه نشدن عملیات را به همراه دارند، در مدیریت پروژه از یک روش مهم به نام «ساختار تجزیه کار»، استفاده می‌شود. این روش مبتنی بر تفکیک طبیعی پروژه و نتایج آن است و به ترتیب ذیل انجام می‌شود:

- سطح ۱. تجزیه هر سیستم به چند خرده سیستم؛
 - سطح ۲. تجزیه هر خرده سیستم برحسب کارکردها و وظایفی که برعهده دارد؛
 - سطح ۳. تجزیه هر وظیفه (کارکرد) به کارهایی که باید در آن صورت پذیرد؛
 - سطح ۴. تجزیه هر کار به کارهای فرعی؛
 - سطح ۵. تجزیه هر کار فرعی به جزء کارها.
- سلسله مراتب سطوح این تقسیم‌بندیها در نمودار ۴-۴ نشان داده شده است (موردیک، راس و کلاگت، ۱۹۹۱، ص ۲۶۹-۲۷۰).

۱. رالف دیویس در مبحث برنامه‌ریزی عقلایی بیان می‌کند که ساختار سازمانی، نتیجه منطقی اهداف سازمان است. به دیگر سخن، نحوه برقراری رابطه و تدوین قوانین حاکم بر روابط افراد و گروههای کاری، باید مبتنی بر هدفهای بلند مدت سازمان باشد؛ در واقع، سازمان فقط در این صورت می‌تواند به هدفهایش دست یابد (روبینز، ۱۹۸۷، ص ۳۷).

تجربه‌های انقلاب شکوهمند اسلامی نیز ثابت کرد که ساختار حاکم بر وزارتخانه‌های به جا مانده از نظام قبل، توان تطبیق با هدفهای انقلاب را ندارد؛ بنابراین، به طور طبیعی، نهادهای انقلاب اسلامی ایجاد شدند و با روابطی مبتنی بر اهداف مقدس نظام جدید، شکل گرفتند.



نمودار ۴-۴ روش ساختار تجزیه کار

برای مثال، فراگرد تقسیم «سیستم پردازش اطلاعات» به خرده سیستمهای تشکیل دهنده آن را می توان به منزله نمونه ای از نحوه «جداسازی و تفکیک» در نظر گرفت (به شرح ذیل):

سطح ۱. سیستم پردازش اطلاعات به خرده سیستمهایی مانند خرده سیستمهای ذیل تقسیم می‌شود:

۱-۱. ثبت سفارش و فروش؛

۱-۲. کنترل موجودی؛

۱-۳. تولید؛

۱-۴. پرداخت به نیروی انسانی؛

۱-۵. خرید؛

۱-۶. کنترل و حسابداری؛

۱-۷. برنامه‌ریزی؛

۱-۸. پیمایش محیط.

سطح ۲. هریک از خرده سیستمها به اجزای بیشتری تقسیم می‌شود؛ برای مثال، می‌توان خرده سیستم پرداخت به نیروی انسانی (۱-۴) را به شرح ذیل تقسیم کرد:

۱-۴-۱. ایجاد پرونده پرداخت حقوق و دستمزد به نیروی انسانی، و به روز کردن آن؛

۱-۴-۲. تهیه گزارش کار نیروی انسانی؛

۱-۴-۳. ثبت اطلاعات مربوط به تعیین حقوق و دستمزد و تأمین اعتبار برای آنها؛

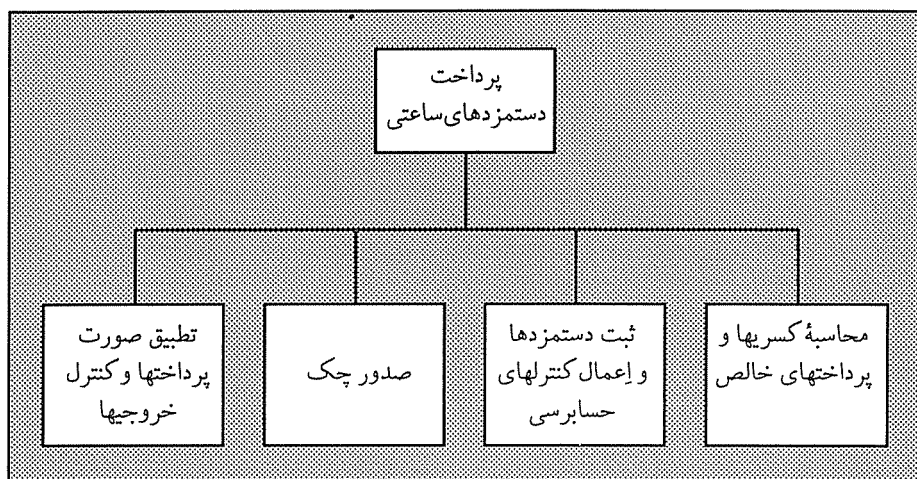
۱-۴-۴. پرداخت دستمزدهای ساعتی؛

۱-۴-۵. پرداخت حقوق و دستمزد ماهیانه؛

۱-۴-۶. تهیه گزارش حقوق و دستمزد برای مدیریت؛

۱-۴-۷. تهیه گزارش حقوق و دستمزد برای پرداخت مالیات.

سطح ۳. اگر مقصود، طراحی و برنامه‌ریزی یک سیستم جدید باشد، می‌توان هر خرده سیستم سطح دوم را نیز به خرده سیستمهای کوچکتری (سلولی) تقسیم کرد؛ برای مثال، خرده سیستم پرداخت دستمزدهای ساعتی (۱-۴-۴) را می‌توان به خرده سیستمهای «محاسبه کسریها و پرداختهای خالص»، «ثبت دستمزدها و اعمال کنترلهای حسابرسی»، «نوشتن چک و ثبت آن»، و «کنترل خروجی» تقسیم کرد (نمودار ۴-۵).



نمودار ۴.۵ ساختار سلسله مراتبی خرده سیستم پرداخت دستمزدهای ساعتی

ساده سازی^۱ الگوی تعاملی خرده سیستمها

پس از فراگرد جداسازی می توان به تعریف نحوه تعامل در میان تعداد زیادی از خرده سیستمها مبادرت کرد؛ برای مثال، ممکن است میان چهار خرده سیستم، شش رابطه تعاملی برقرار باشد. همچنین ممکن است که همه خرده سیستمهای یک سیستم با یکدیگر در تعامل باشند؛ بدین ترتیب، اگر یک سیستم دارای بیست خرده سیستم باشد، صد و نود رابطه تعاملی میان آنها برقرار خواهد بود. باید توجه داشت که با افزایش تعداد خرده سیستمها، تعداد روابط تعاملی نیز بسرعت افزایش می یابد. اگر همه خرده سیستمها با هم در تعامل باشند، تعداد روابط تعاملی از طریق رابطه ذیل قابل محاسبه است:

n برابر است با تعداد خرده سیستمهای هر سیستم

$$\frac{1}{2} n (n - 1) = \text{تعداد روابط تعاملی خرده سیستمهای هر سیستم}$$

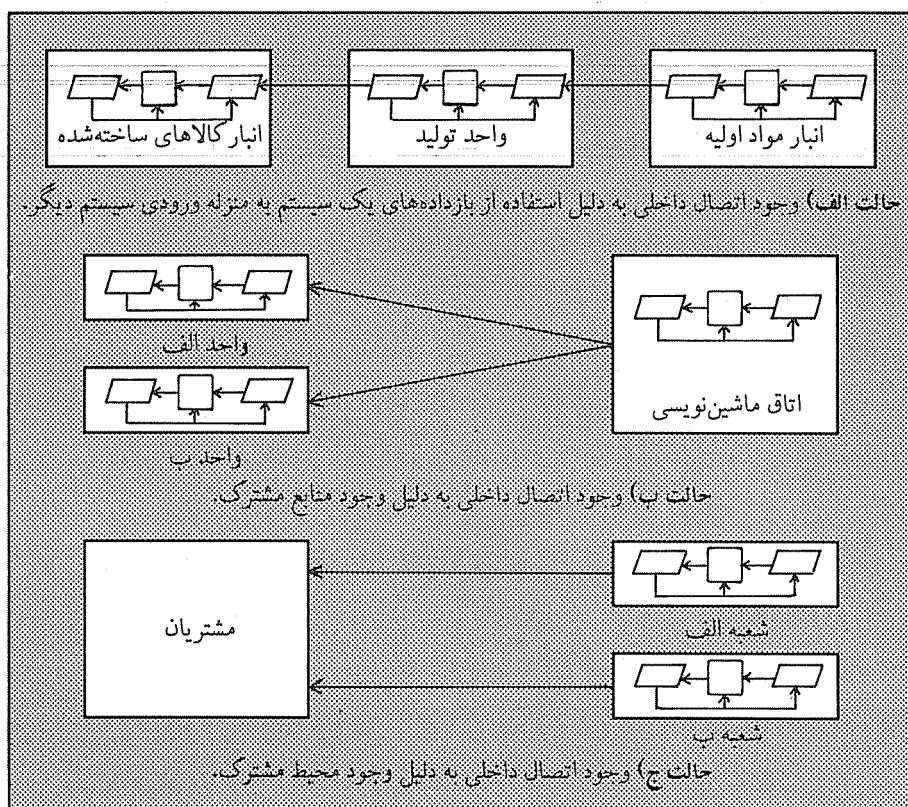
وجود هر اتصال داخلی قابل فرض، زمینه ای بالقوه برای برقراری ارتباط تعاملی میان خرده سیستمهاست و هر تعامل نیز متضمن تعریف یک مسیر ارتباطی است (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۷۹).

روشهای ساده سازی

فراگرد ساده سازی و سازماندهی خرده سیستمها باید به گونه ای تنظیم شود که تعداد اتصالات داخلی کاهش یابد. از آنجا که تعریف داده ها و باز داده ها، و تعریف نحوه تعامل هر خرده سیستم با سایر خرده سیستمهای موجود در سیستم ضرورت دارد، مطالعه سیستم و بررسی نحوه پیدایش تعداد قابل ملاحظه تعاملهای آن دشوار است؛ زیرا همان طور که گفته شد، با افزایش تعداد خرده سیستمها، تعداد تعاملها نیز به سرعت افزایش می یابند.

تعامل خرده سیستمها، سه منشأ دارد:

۱. وجود اتصال داخلی به دلیل قرار گرفتن باز داده های یک خرده سیستم به مثابه داده ها یا ورودی خرده سیستم دیگر (نمودار ۴-۶، حالت الف).



نمودار ۴-۶ سه منشأ متفاوت تعامل

۲. وجود اتصال داخلی به دلیل وجود منابع مشترکی که مورد استفاده بیش از یک خرده سیستم هستند (نمودار ۶-۴، حالت ب).

۳. وجود اتصال داخلی به دلیل وجود محیط مشترک؛ برای مثال، اگر یک واحد از سازمانی که از نظر جغرافیایی به صورت غیر متمرکز اداره می شود، حسن شهرت خود را از دست بدهد، بر سایر واحدها - در نواحی دیگر - نیز اثر خواهد گذاشت. در این مثال، مصداق محیط مشترک برای واحدهای مختلف، مشتریان آنها هستند (نمودار ۶-۴، حالت ج) روشهای ساده سازی الگوی تعاملی خرده سیستمهای هر سیستم، عبارتند از:

۱. انتخاب ساختار مناسب؛

۲. استفاده از اصل استثنا برای کاهش تعامل؛

۳. ایجاد خوشه ای از خرده سیستمها؛

۴. خروج از اتصال برای کاهش تعامل.

۱. انتخاب ساختار مناسب

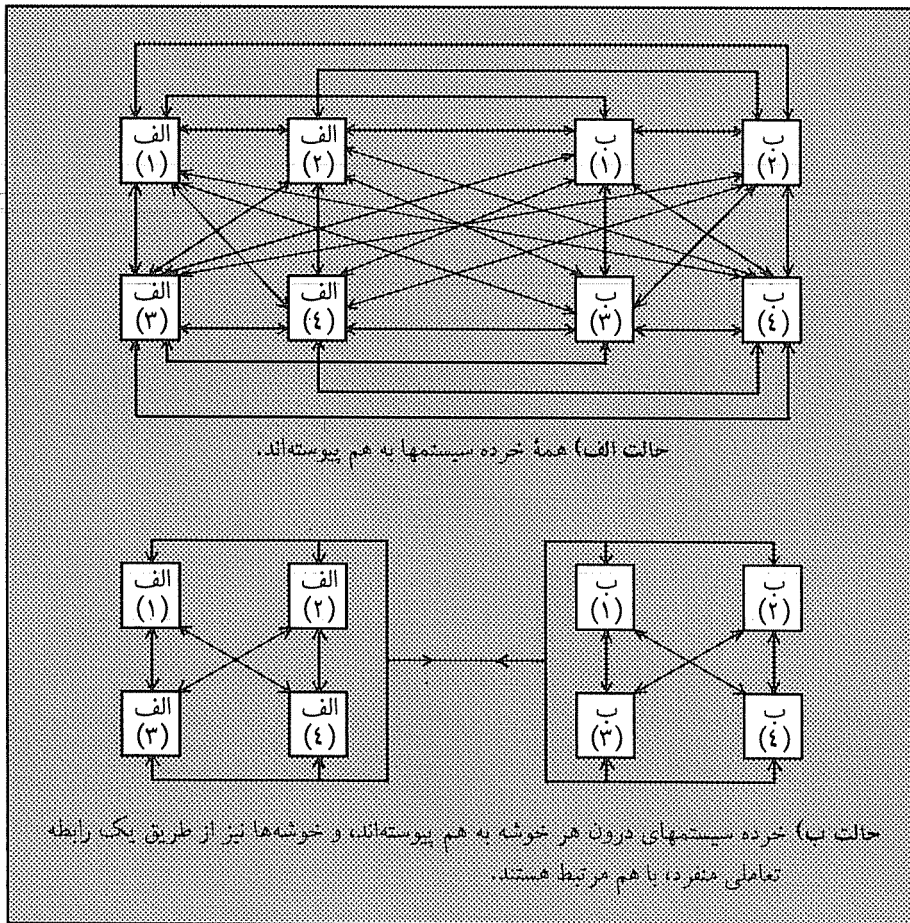
ساختار هر سیستم باید به گونه ای تنظیم شود که فعالیتهای آن پیوند بسیار نزدیکی با یکدیگر داشته باشند و در یک مسیر قرار بگیرند. اگر در سازماندهی و طراحی یک سیستم سازمانی، از طراحی بر مبنای پروژه استفاده شود (برای مثال، پروژه تولید موشک، و پروژه تولید هواپیما)، پروژه ها مستقلتر عمل خواهند کرد و تعامل کمتری میان واحدهای آنها برقرار می شود؛ در حالی که اگر از طراحی بر مبنای وظیفه استفاده شود (برای مثال، واحد تولید، واحد نیروی انسانی، واحد امور مالی و حسابداری، و واحد بازاریابی)، تعداد تعاملها افزایش می یابد. باید مراقب بود که در فراگرد ساده سازی، تصمیم به کاهش هزینه تعامل از طریق طراحی سازمانها بر مبنای پروژه، موجب افزایش هزینه های ناشی از عدم رعایت اصل تخصص در انجام کارها نگردد؛ یعنی هنگام ساده سازی از طریق ساختار، باید مزایای کاهش تعامل خرده سیستمها و مزایای سازماندهی تخصصی کارها باهم مقایسه شوند و روش با صرفه تر انتخاب گردد.

۲. استفاده از اصل استثنا برای کاهش تعامل

تا زمانی که یک خرده سیستم در قلمروی از پیش تعیین شده فعالیت می کند، موقتاً به منزله یک واحد مستقل در نظر گرفته می شود. هنگامی که این خرده سیستم از قلمرو مذکور فراتر برود و با خرده سیستم دیگری تعامل پیدا کند، باید پس از شناسایی این تعامل، به طور مناسبی با آن برخورد شود.

۳. ایجاد خوشه‌ای از خرده سیستمها

در این روش، خوشه‌هایی از خرده سیستمها ایجاد می‌شوند؛ به طوری که همه خرده سیستمهای داخل یک خوشه با یکدیگر تعامل داشته باشند، ولی هر خوشه فقط از طریق یک مسیر تعاملی، با سایر خوشه‌ها یا خرده سیستمها ارتباط برقرار کند؛ برای مثال، می‌توان یک پایگاه اطلاعاتی را تصور کرد که چندین برنامه از آن استفاده می‌کنند، ولی فقط از طریق ارتباط با مدیر پایگاه اطلاعاتی می‌توانند به پایگاه مذکور متصل شوند (نمودار ۴-۷).



نمودار ۴-۷ خوشه‌ای کردن خرده سیستمها، برای ساده‌سازی الگوی تعاملی آنها

۴. «خروج از اتصال» برای کاهش تعامل

خروج از اتصال، به معنی تضعیف اتصال خرده سیستمهاست؛ به گونه‌ای که بتوانند در کوتاه مدت، با استقلالی نسبی به فعالیت پردازند (اهیتوو و نیومن، ۱۹۹۰، ص ۸۵-۸۸ و دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۷۹)

خروج از اتصال و روشهای آن

اگر دو خرده سیستم پیوند بسیار نزدیکی با یکدیگر داشته باشند، باید میان آنها هماهنگی بسیار دقیقی وجود داشته باشد؛ برای مثال، اگر مواد اولیه، به محض ورود به کارخانه، به طور مستقیم وارد فراگرد تولید شوند، می‌توان گفت: «سیستم تهیه مواد اولیه با سیستم تولید، پیوند محکمی دارد». در چنین شرایطی، باید نحوهٔ تحویل مواد اولیه (ورودی سیستم تولید و خروجی سیستم تهیه مواد اولیه) بدقت برنامه‌ریزی شود تا موجب تأخیر در تولید نشود. بعلاوه، به این ترتیب می‌توان از ورود پیش از موعد مواد اولیه - که جایی برای انبار آنها پیش‌بینی نشده - نیز جلوگیری کرد. وجود چنین پیوند محکمی مستلزم هماهنگی و زمانبندی بسیار دقیقی در سیستم است و هزینهٔ ویژه‌ای را به آن تحمیل می‌کند؛ زیرا با توجه به آنکه هر سیستم تا حدودی مستقل از سیستم دیگر است، وادار کردن دو سیستم به «انجام عملیاتی بسیار منسجم و هماهنگ با یکدیگر»، کار دشواری است.

بروز رخدادهای تصادفی، زمان تحویل مواد اولیه را متغیر می‌سازد و احتمال بروز تأخیر را در ورود مواد اولیه افزایش می‌دهد. به همین سبب، ممکن است فراگرد تولید با تأخیرهای تصادفی یا برنامه‌ریزی نشده‌ای مواجه شود. در این گونه موارد، می‌توان با «جداسازی» یا «ضعیف کردن اتصال»، برای حل مشکل اقدام کرد؛ به طوری که دو سیستم موردنظر بتوانند، در کوتاه مدت، تا اندازه‌ای مستقل از یکدیگر فعالیت کنند. برخی از روشهای خروج از اتصال عبارتند از:

۱. ذخیره‌سازی و تنظیم ورودیها (تشکیل خط نوبت)؛

۲. منعطف ساختن منابع؛

۳. تعیین استانداردها.

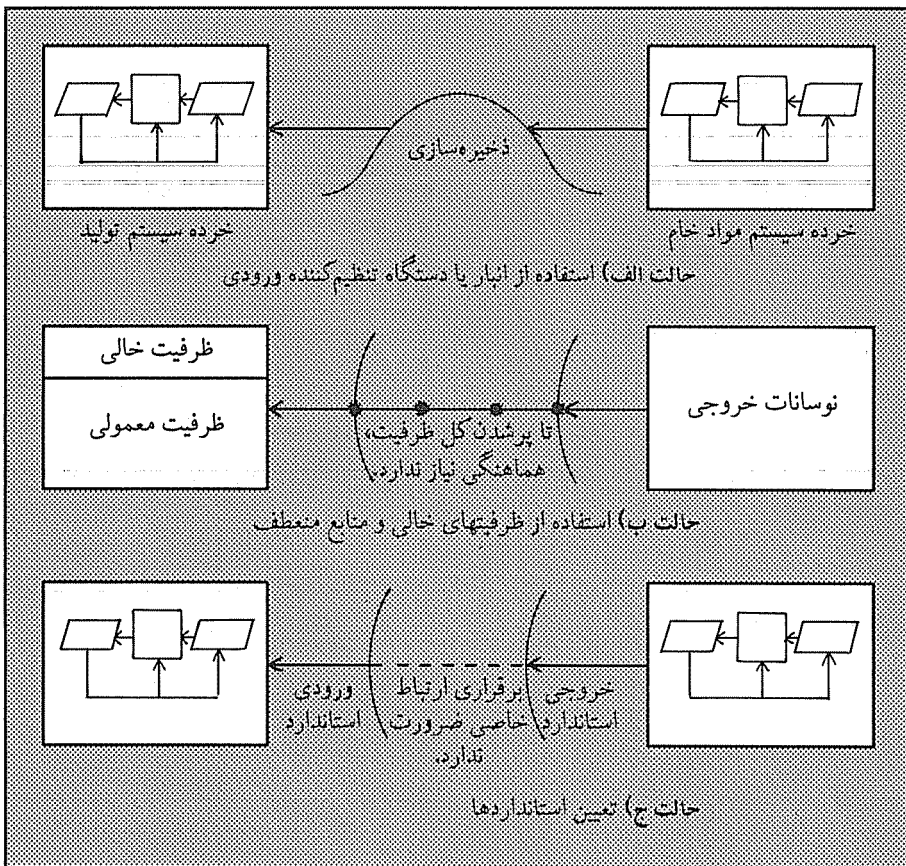
۱. ذخیره‌سازی و تنظیم ورودیها (تشکیل خط نوبت)

برای تضعیف اتصال دو خرده سیستم (نظیر خرده سیستم تأمین مواد اولیه و خرده

سیستم تولید)، می توان با ذخیره سازی و استفاده از یک انبار مواد اولیه برای هر سیستم، این امکان را ایجاد کرد که در کوتاه مدت، مستقل از یکدیگر فعالیت کنند. همچنین می توان از دستگاه تنظیم میزان ورود داده ها، برای تعدیل نرخ ورود و خروج داده ها در برخی از سیستمهای ارتباطی و کامپیوترها، استفاده کرد (نمودار ۴-۸).

۲. منعطف ساختن منابع

هنگامی که خروجی (بازداده) یک خرده سیستم، منبع ورودی (داده) خرده سیستم دیگر محسوب شود، وجود منابع اضافی ذخیره شده، این امکان را فراهم می آورد تا دو خرده سیستم مذکور تا حدودی مستقلتر از یکدیگر فعالیت کنند. البته این احتمال نیز



نمودار ۴-۸ مجموعه روشهای جداسازی و تفکیک، برای کاهش نیاز به «ارتباط» و «اتصال نزدیک» میان خرده سیستمها

وجود دارد که هر خرده سیستم، به نیازهای خرده سیستمهای متعددی پاسخ دهد؛ برای مثال، بیشتر سیستمهای پردازش اطلاعات می توانند از ظرفیت خالی خود برای تهیه گزارشها یا تحلیلهای اضافی استفاده کنند. بدیهی است که در صورت استفاده از منابع و ظرفیتهای اضافی، توان سازمان برای پاسخگویی به تقاضاهای گوناگون افزایش می یابد؛ البته در صورتی که منابع موجود برای مقاصد گوناگون قابل استفاده باشند؛ برای مثال اگر یک سازمان ارائه کننده خدمات سیستمی، برای تحلیلگری سیستم و برنامه نویسی، از نیروی انسانی موجود خود به صورت چند پیشه استفاده کند، در مقایسه با سازمانی که با همان تعداد نیروی انسانی و برای همان منظور، از روش یک پیشه استفاده می کند، انعطاف پذیری بیشتری دارد؛ زیرا در روش یک پیشه، تحلیلگران فقط به تجزیه و تحلیل و طراحی، و برنامه نویسان نیز فقط به برنامه نویسی می پردازند. همچنین ممکن است که یک سیستم سازمانی، نیازهای خود را از منابع متعدد و متنوع تأمین کند؛ در این صورت نیز توان سازمان برای پاسخگویی به تقاضاهای متنوع و متغیر افزایش می یابد.

۳. تعیین استانداردها

استاندارد کردن هزینه ها، ویژگیها و نظایر آن، به دلیل کاهش دادن نیاز به برقراری ارتباط با سایر خرده سیستمها، برنامه ریزی و سازماندهی را ساده تر می سازد؛ برای مثال، اگر خرده سیستم تولید از مختصات استاندارد محصولات، و تعداد مورد نیاز از هر محصول مطلع باشد، تعاملش با خرده سیستم فروش کاهش می یابد. همچنین اگر واحد تولید، مایل به طراحی یک مرکز اطلاعاتی برای کالاهای ساخته شده باشد و برای هر محصول کدهایی استاندارد را به کل سازمان معرفی کند، نیازی به برقراری ارتباط و مذاکره جداگانه با سایر واحدها نخواهد بود. همچنین اگر مدیر یک مرکز اطلاعات بتواند مجموعه ای از استانداردها و اطلاعات مورد نیاز استفاده کنندگان (واژگان اطلاعات) را تدوین کند، امکان استفاده از مرکز را بدون نیاز به کنترلهای خسته کننده و وقت گیر، و بدون لزوم هماهنگی با سایر خرده سیستمهای استفاده کننده از همان مرکز، فراهم می آورد (نمودار ۸-۴، حالت ج).

مسائل ناشی از اتصال نزدیک، هم به مشکلات فیزیکی هماهنگی و جابجایی منابع، و هم به دشواری برقراری ارتباط مربوط می شوند. روشهای گوناگون جداسازی،

نیاز به ارتباط را کاهش می‌دهند و در عین حال، امکان ایجاد ارتباط بین خرده سیستمها را در موارد استثنایی فراهم می‌آورند. در اینجا یک سؤال مطرح می‌شود: «در صورتی که یک خرده سیستم به فعالیتهایی خارج از محدودیتهای معین مبادرت کند، آیا ضرورت دارد که سایر خرده سیستمهای مرتبط با آن نیز از این امر آگاه شوند؟»؛ برای مثال، اگر فراگرد پرداخت به واسطه‌ها، به یک خرده سیستم «حسابداری و پردازش داده‌ها» واگذار شود، این خرده سیستم ممکن است بتواند به طور متوسط دو «صورت پرداخت» را در هر روز - با ظرفیت سیصد پرداخت - پردازش کند. در این صورت، اگر خرده سیستم خرید به گونه‌ای سفارش دهد که بار پردازش در خرده سیستم پرداخت، فقط تا حد سیصد پرداخت در روز افزایش یابد، گزارش دادن تغییرات میزان سفارش به خرده سیستم پرداخت ضرورت ندارد؛ ولی اگر تعداد سفارش بیش از سیصد مورد در هر روز باشد، گزارش دادن آن به سیستم پرداخت ضرورت دارد. بنابراین می‌توان از روشهای جداسازی به مثابه جایگزینی برای افزایش ارتباطات استفاده کرد. البته ممکن است سیستم اطلاعات یا ارتباطات بهینه نیز بتواند امکان برقراری اتصال بسیار نزدیک را فراهم سازد و نیاز به ساز و کارهای جداسازی را کاهش دهد.

فراگرد جداسازی و اعطای قدری استقلال به خرده سیستمها - برای اداره امور خودشان - مزایای متعددی دارد، ولی بدون افزایش هزینه‌ها امکانپذیر نیست. هزینه‌های مربوط به روشهای جداسازی برای اموری نظیر ذخیره‌سازی، تهیه دستگاه تنظیم‌کننده ورودیها، تشکیل خط نوبت (صف)، تأمین منابع احتیاطی، و تعیین استانداردها صرف می‌شود.

بعلاوه، با توجه به این واقعیت که «بهینه شدن عملکرد انفرادی هر خرده سیستم، نمی‌تواند تضمین‌کننده بهینگی مجموع عملکرد سازمان باشد»، ممکن است اقدام به بهینه‌سازی انفرادی موجب افزایش هزینه‌ها شود. این مسأله از بهینه‌سازی بخشی - در مقابل بهینه‌سازی سراسری - ناشی می‌شود؛ برای مثال، خرده سیستم تولید می‌تواند به گونه‌ای سازمان یابد که با یک زمانبندی چند هفته‌ای به طور بهینه از تجهیزات تولید استفاده کند؛ در حالی که در این صورت خرده سیستم فروش از پاسخگویی سریع به تقاضاهای فوری مشتریان باز می‌ماند (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۲۸۰-۲۸۱).

بهینه سازی بخشی^۱

در عین حال که بهینه سازی بخشی یکی از آثار منفی تجزیه سیستمها محسوب می شود، روشی برای برخورد با مسائل جهان واقعی است؛ به طریقی که یک چهارچوب مفهومی را با کاربری راه حلها در جهان واقعی ترکیب می کند. به بیان ساده، بهینه سازی بخشی عبارت است از انتخاب بهترین گزینه (بدیل) برای رفتار یک خرده سیستم، در درون یک سیستم کلی تصمیم گیری.

تمایل طبیعی مدیر - هم در بخش خصوصی و هم در بخش دولتی - این است که توجه خود را بر یک وظیفه معین تخصصی متمرکز کند، به جای اینکه بر سیستم پیچیده ای مرکب از سازمان و محیط آن متمرکز شود. این تمایل اغلب به اجتناب از مشکلات تصمیم گیری واقعی منجر می شود.

با وجود آنکه معمولاً حل مسائل سیستمهای پیچیده دشوار است و تنظیم آنها به شکل قابل درک مشکل به نظر می رسد، سازمان باید خود را برای مواجه شدن با مسائل واقعی و مهم آماده کند. اگر اقدام برای بهبود عملکرد یک بخش، به عملکرد بخش دیگری صدمه بزند، مجموع تشکیلات پیشرفت نخواهد کرد؛ یعنی این گونه اقدامات فقط به بهینه شدن بخشی می انجامند.

در نگرش سیستمی، روش تجزیه و تحلیل سیستم باید متمایل به کشف و طراحی راه حلهای بهینه مسائل، و انتخاب بهترین گزینه ها و تلاش برای دستیابی به راه حلهای خوب و مطلوب برای کل سازمان باشد؛ یعنی به جای اینکه مترصد بهینه کردن یک بخش از آن باشد، باید مجموعه کلی سازمان را مدنظر قرار دهد. بنابراین در نگرش سیستمی، مدیریت صحیح با این طرز فکر که باید یک بخش وظیفه ای را مانند یک فروشگاه خانوادگی اداره کرد، سازگاری ندارد؛ زیرا بسیار اتفاق می افتد که کاهش اندکی در عملکرد ظاهری یک بخش وظیفه ای، موجب افزایش چشمگیری در عملکرد کل سازمان می گردد.

برای مثال، هنگامی که یک مدیر در بخش دولتی، برای کاهش میزان مرگ و میر، برنامه ایمن سازی بزرگراهها را برمیگزیند - با این امید که با هزینه ای معین، حتی المقدور به کاهش مرگ و میر ناشی از تصادفات بینجامد - به بهینه سازی بخشی

مبادرت کرده است؛ زیرا سایر روشهای نجات جان انسانها - نظیر بهبود تغذیه خانمهای باردار و غیره - را ملاحظه و ارزیابی نکرده است. اگر هدف واقعاً نجات جان انسانها باشد، اقدامات دولت باید فراگیرتر بوده و برنامه‌ها و وزارتخانه‌های متعددی را برای نیل بدان هدف بسیج کند. در این صورت، تصمیم‌گیری دولت برای نجات جان انسانها دربرگیرنده اقداماتی نظیر ایمن‌سازی بزرگراهها، برنامه‌های بهداشتی، و کاهش آلودگی محیط زیست خواهد بود (کله‌لند و کینگ، ۱۹۶۸، ص ۱۱۴-۱۱۵).

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل چهارم

دسته‌بندی خوشه‌ای	جداسازی	ابهام
خروج از اتصال	ساختار تجزیه کار	معیارهای غالب و دادوستد
ذخیره‌سازی	الگوی تعاملی	فراگرد تعریف خرده سیستم
منعطف ساختن منابع	ساده‌سازی	جریان کار و عملیات
تعیین استانداردها	ساختار ارتباطی مناسب	کارکرد
بهینه‌سازی بخشی	اصل استثنا	تغییر حالت

پرسشهای فصل چهارم

۱. انسان هنگام مواجهه با ابهام چه می‌کند؟
۲. شرط موفقیت تحلیلگر در امر تعریف و تنظیم صحیح مسأله چیست؟
۳. روشهای گوناگون خروج از ابهام در وضعیتهای ناآشنا یا سیستمهای پیچیده، کدامند؟
۴. اساس تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم چیست؟ توضیح دهید.
۵. برای تعریف خرده سیستمهای یک سیستم سازمانی چه باید کرد؟
۶. چگونه یک خرده سیستم از سایر خرده سیستمها مجزا می‌شود؟
۷. متداولترین روش درک یک وضعیت پیچیده چیست؟ توضیح دهید.
۸. با توجه به روش جریان کار و عملیات، توضیح دهید که فراگردهای جدید در چه نقطه‌ای از عملیات آغاز می‌شوند.
۹. جریانهای عمده موجود در سیستمهای سازمانی کدامند؟ پی‌گیری کدام جریان دشوارتر از بقیه است؟
۱۰. برخی از کاربردهای مفید روش جریان کار و عملیات را توضیح دهید.

شناخت خرده سیستمها و ساده سازی ... ۱۵۳

۱۱. برای شناخت خرده سیستمهای سازمانهای پیچیده (نظیر سیستم تأمین اجتماعی)، از چه روشی استفاده می شود؟
۱۲. وظایف عمده سیستمهای صنعتی را ذکر کنید.
۱۳. معمولاً دو مجموعه وظایف متوالی در هر سازمان وجود دارد. این مجموعه ها کدامند؟ توضیح دهید.
۱۴. روش تغییر حالت در چه مواردی بیشترین کاربرد را دارد؟ توضیح دهید.
۱۵. «زمان» در روش تغییر حالت چگونه در نظر گرفته می شود؟
۱۶. ضمن بیان مراحل روش تغییر حالت، مشکلترین مرحله آن را مشخص کنید.
۱۷. در روش تغییر حالت، خرده سیستمها چگونه تعریف می شوند؟ این خرده سیستمها با رویه های فرعی چه رابطه ای دارند؟
۱۸. فراگرد جداسازی خرده سیستمها تا چه حدی باید ادامه یابد؟ توضیح دهید.
۱۹. ساختار سلسله مراتبی خرده سیستمها بیانگر چیست؟
۲۰. در فراگرد جداسازی چه خطر عمده ای ممکن است به وجود بیاید؟ توضیح دهید.
۲۱. رعایت کدام اصل کلی در فراگرد جداسازی ضرورت دارد؟ توضیح دهید.
۲۲. کاربرد جداسازی در مدیریت پروژه چگونه است؟ توضیح دهید.
۲۳. تعداد روابط تعاملی خرده سیستمهای یک سیستم چگونه تعیین می شود؟
۲۴. فراگرد ساده سازی الگوی تعاملی خرده سیستمها را تشریح کنید.
۲۵. تعامل خرده سیستمها چند منشأ دارد؟ توضیح دهید.
۲۶. روشهای ساده سازی الگوی تعاملی خرده سیستمها را ذکر کنید.
۲۷. هنگام ساده سازی از طریق انتخاب ساختار مناسب، چه نکته ای را باید در نظر گرفت؟
۲۸. نحوه استفاده از اصل استثنا برای کاهش تعامل را توضیح دهید.
۲۹. منظور از خوشه های متشکل از خرده سیستمها چیست؟ چگونه ایجاد این خوشه ها به کاهش تعامل می انجامد؟
۳۰. روشهای خروج از اتصال را بیان کنید.
۳۱. منظور از بهینه سازی بخشی را بیان کرده، آثار مثبت و منفی آن را تحلیل کنید.

فصل پنجم

سازوکار تداوم حیات سازمانها در محیطهای پویا

در دهه‌های اخیر، صاحب‌نظران سازمان و مدیریت بحثهای گسترده‌ای را در زمینه ضرورت توجه به عوامل محیطی در مطالعه سازمانها مطرح کرده‌اند. هر محیطی انتظارات خاصی از سازمان دارد و در مقابل، موقعیتهای و فرصتهایی را نیز برای آن فراهم می‌آورد. سازمان با جمع‌آوری اطلاعات درباره رخدادهای محیطی و تحلیل و ارزیابی آنها، از وجود تقاضاها و موقعیتهای آگاهی می‌یابد و با استفاده از این اطلاعات، استراتژی خود را برای تحقق شایسته اهداف، طراحی یا تعدیل می‌کند. به این ترتیب، منظور از عوامل محیطی، مجموعه‌ای از ویژگیهای قابل اندازه‌گیری محیطی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم توسط سازمان ادراک می‌شوند و بر عملیات آن مؤثر هستند (امری، ۱۹۶۹، ص ۲۰۳).

تعریف محیط سازمان (نگرشی سیستمی)

در بعضی از موارد، تعریف محیط سازمان چندان دشوار نیست. هنگامی که پژوهشگری صرفاً قصد توصیف محیط سازمان را دارد، می‌تواند به این تعریف متداول بسنده کند که محیط سازمان عبارت است از «مجموعه شرایط و عوامل خارجی مؤثر بر سازمان» (ویستر، ص ۶۰۹)؛ ولی وقتی هدف پژوهشگر تحلیل ویژگیهای محیطی و نقش آنها در فعالیت سازمان باشد، مفهوم محیط سازمان پیچیده‌تر می‌گردد.

به طور کلی در متون تخصصی مدیریت، واژه محیط به «پدیده‌های اطراف سازمان» اطلاق می‌گردد که نوعاً عواملی نظیر دولت، رقبا، تکنولوژی، عرضه و تقاضای نیروی کار، مشتریان و ارباب رجوع، و اخیراً بوم (صنعت مرتبط با سیستم) را دربرمی‌گیرد (گلوئک، ۱۹۷۷، ص ۵۳۶).

برخی از صاحب‌نظران، برای جبران نارساییهای موجود در تعریف محیط،

به جای تعریف عینی، به ارائه تعریفی ذهنی برای آن تمسک می‌جویند و محیط را «تصور مدیر از پدیده‌های پیرامون سازمان» - نه خود آن پدیده‌ها - معرفی می‌کنند (پنروز، ۱۹۵۹، ص ۲۵).

یکی از صاحب‌نظران نگرش سیستمی، تعریفی ارائه داده است که در حد وسط دو تعریف عینی (چیزهای اطراف سازمان) و ذهنی (تصور مدیر از عوامل) فوق قرار می‌گیرد. او در تعریف محیط سیستم، عواملی را که خارج از سیستم قرار دارند، ولی تا اندازه‌ای در عملکرد آن دخالت دارند، محیط سیستم محسوب می‌کند. به نظر وی امور تحت کنترل سیستم عبارتند از منابع و ابزاری که ممکن است به نحو مقتضی در سازمان به کار گرفته شوند، بنابراین جزء محیط به حساب نمی‌آیند. بعلاوه، چیزهایی که بر عملکرد سازمان تأثیر مستقیمی ندارند نیز جزء محیط واقعی سازمان نیستند و فقط در صورت تغییر اهداف کوتاه مدت و بلند مدت سازمان ممکن است جزء محیط آن به حساب آیند (چرچمن، ۱۹۶۸، ص ۳۶).

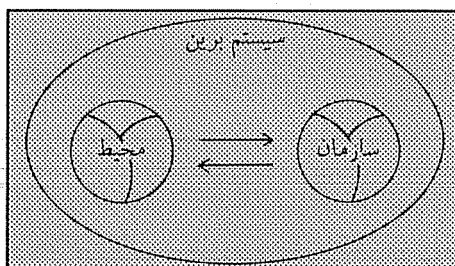
بنابراین، شمارش صرف چیزهایی که در اطراف سازمان قرار دارند نمی‌تواند اطلاعات ویژه‌ای از محیط در اختیار سازمان قرار دهد. در واقع این شمارش فقط داده‌هایی را در مورد منابع بالقوه‌ای که سازمان باید برای هدایت و استفاده از آنها برنامه‌ریزی کند، ارائه می‌دهد؛ در حالی که اطلاعات محیط خارجی سازمان، دربرگیرنده نتایج ارزیابی و تحلیل ویژگی‌های این داده‌ها (منابع) است که با تصور مدیر از محیط، مجموعه جهان‌بینی او را تشکیل می‌دهد.

در بیشتر بررسیها و تحقیقات انجام شده در مورد سازمانها و محیط آنها، بر این فرض تأکید شده که تقاضاها و فرصتهای محیطی معمولاً در قالب یک «مسأله» برای سازمان جلوه‌گر می‌شوند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۳۵)؛ برای مثال، ممکن است رقیب سازمان الف، شیوه عملیاتی جدیدی را به کار گیرد و سازمان الف را مجبور سازد که رویه‌های عملیاتی خود را به روز کند - تا بتواند همچون گذشته با آن سازمان رقابت کند. در اینجا، عملکرد سازمان رقیب، توانسته است سازمان الف را با مشکل روبرو کند. با توجه به فرض بالا، ممکن است این سؤال پیش بیاید که «چگونه سازمانها از وجود مسائل آگاه می‌شوند؟» یا «چگونه به وجود خطرات قریب‌الوقوع و تهدیدکننده پی می‌برند؟». در واقع استراتژیهای سازمانی، حاصل «توان» و «تمایل» هر سازمان به پیمایش در محیط خارجی برای شناسایی مسائل

محیطی هستند. بدیهی است که نحوهٔ پیمایش، نقش مهمی در موفقیت سازمان دارد و باید مورد توجه قرار گیرد.

تعامل سازمان و محیط

در مجموعه مفاهیم سیستمی، به سیستم تعاملی «سازمان و محیط آن»، «سیستم برین» اطلاق می‌شود که از نوع سیستمهای پویاست؛ به طوری که محیط و سازمان، بخشهایی از این سیستم برین هستند که باید جایگاه ارزشی آنها نسبت به سیستم برین شناسایی و بررسی شود. بعلاوه، مطالعهٔ نوع روابط موجود میان بخشهای سیستم برین، برای شناخت نحوهٔ تعامل آنها ضرورت دارد (نمودار ۵-۱).



نمودار ۵-۱ تعامل سازمان و محیط

بدیهی است که تحلیلگران به مطالعه تعامل «سازمان و محیط» و انواع روابط موجود میان اجزای این مجموعه علاقه دارند. بعلاوه، با مطالعهٔ تغییرات سازمانی ملاحظه می‌شود که محیط سازمان در یک حالت تغییر و تحول مستمر قرار دارد؛ بنابراین، پیش از بررسی یک سازمان در حال تحول در محیطی متحول و پویا، بهتر است پژوهشگر مترصد شناخت فراگردهایی باشد که سازمان برای انطباق با تغییرات محیطی، به کار می‌گیرد. به نظر برخی از صاحب نظران، نحوهٔ تبادل سازمان و محیط، در قالب نگاره ۵-۱ قابل تعریف است.

محیط	سازمان	مقصد باز داده ها / منشأ داده ها
		سازمان
L۱۲	L۱۱	سازمان
L۲۲	L۲۱	محیط

نگاره ۵-۱ ماتریس حالت های تبادل میان سازمان و محیط

حرف L در ماتریس فوق انواع روابط بالقوه میان سازمان و محیط را نشان می‌دهد. عدد ۱ به سازمان، و عدد ۲ به محیط اشاره دارد؛ بدین ترتیب L۱۱ صرفاً مربوط به فراگردهای داخلی سازمان، L۱۲ و L۲۱ نشان‌دهنده تبادلهای میان سازمان و محیط، و L۲۲ صرفاً به فراگردهای محیطی مربوط می‌شود؛ بنابراین از میان این چهار نوع رابطه، روابط L۱۱ و L۲۲ به مسأله تبادل سازمان و محیط مربوط نمی‌شوند. برحسب جریان اطلاعات و بستگی تبادلی، می‌توان تعامل سازمان و محیط (L۱۲) و محیط و سازمان (L۲۱) را به بهترین وجه بررسی کرد. برای شناسایی و پی‌گیری تبادلهای L۱۲ و L۲۱، پژوهشگر باید بتواند مرز میان دو بخش سیستم برین «سازمان و محیط آن» را مشخص کند؛ یعنی باید مرز جدایی دو سیستم سازمان و محیط را تعریف کند (امری و تریست، ۱۹۶۵، ص ۲۱-۳۲)؛ هرگاه ورودی یک فراگرد سازمانی، عاملی از درون خودش باشد و خروجی نیز در خود سازمان مورد استفاده قرار گیرد، رابطه L۱۱ برقرار می‌گردد؛ نظیر مواردی که برخی از سازمانهای آموزشی، عده‌ای از کارکنان خود را در یک دوره آموزشی شرکت می‌دهند تا پس از کسب دانش و آگاهی بیشتر، مجدداً در همان سازمان به کار بپردازند؛ اما اگر قرار باشد که برخی از شرکت‌کنندگان این دوره آموزشی به سازمان دیگری منتقل شوند، رابطه L۱۲ برقرار می‌شود؛ در حالی که هرگاه ورودی سازمانی از محیط تأمین شود و خروجی آن نیز به محیط برگردد، رابطه L۲۲ شکل می‌گیرد؛ نظیر فعالیتی که در اکثر سازمانهای آموزشی صورت می‌پذیرد؛ اما اگر یک سازمان آموزشی برخی از فارغ‌التحصیلان خود را استخدام کند، رابطه L۲۱ برقرار خواهد شد.

در مطالعه تشریحی سیستم برین «سازمان و محیط» (برای بررسی تحولات ایجاد شده در شکل سیستم)، تعریف مرز به مسأله‌ای حاد تبدیل می‌شود؛ زیرا هرچند که از جنبه تشریحی و نظری، تمایز روشن و دقیقی میان دو بخش سیستم برین «سازمان و محیط» قابل تصور است؛ ولی از جنبه وظیفه‌ای و کارکردی - علی‌رغم نادیده گرفتن تغییراتی که صرفاً در شکل سیستم ایجاد می‌شود - تقسیم سیستم برین به دو خرده سیستم سازمان و محیط، بسیار دشوار و ابهام برانگیز است. به همین دلیل، یکی دیگر از صاحب‌نظران برجسته سیستم معتقد است که «در واقع سازمان و محیط آن، باید به مثابه یک سیستم واحد در نظر گرفته شود؛ زیرا جداسازی سازمان و محیط به صورت انتزاعی انجام می‌شود و فقط امری قراردادی است» (آشبی، ۱۹۵۴، ص ۴۰).

متغیرها و پارامترها

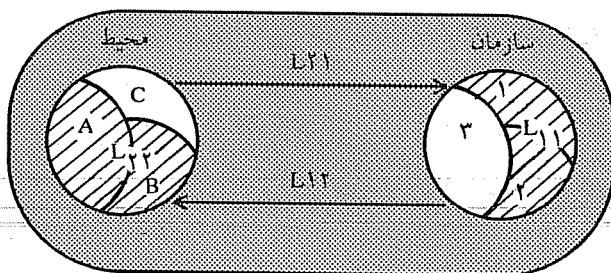
هنگامی که تعامل سازمان و محیط از بعد وظیفه‌ای و کارکردی بررسی می‌شود، لازم است که تحلیلگر در وضعیتی قرار گیرد که بدون واسطه بتواند حدود سیستم را تعریف کند. اولین گام، شناسایی و تعیین جایگاه همه عوامل ممکن، در دو دسته ذیل است:

۱. عوامل داخل سیستم؛

۲. عوامل خارج سیستم.

در اینجا، عوامل داخل سیستم را «متغیر» و عوامل خارج از سیستم را «پارامتر»

می‌نامیم.



نمودار ۵-۲. متغیرها و پارامترهای دو سیستم سازمان و محیط

در نمودار ۵-۲، دو خرده سیستم سازمان و محیط در کنار یکدیگر ترسیم شده‌اند. حروف A، B، و C مشخص‌کننده عناصر خرده سیستم محیط، و شماره‌های ۱، ۲، و ۳ مشخص‌کننده عناصر خرده سیستم سازمان هستند. عناصر A و B از محیط، و ۱ و ۲ از سازمان، متغیرهای دو سیستم هستند (یعنی: $L_{22} = \{B \text{ و } A\}$ و $L_{11} = \{۲ \text{ و } ۱\}$). عنصر C از محیط به طریق معینی بر سازمان اثر دارد. این عنصر محیطی، پارامتری مؤثر بر سازمان است. به همین ترتیب، عنصر سازمانی ۳ نیز پارامتری مؤثر بر محیط است. گرایشی سنتی وجود دارد که پارامترهای هر سیستم، ثابت در نظر گرفته شوند؛ در حالی که در نگرش سیستمی، بندرت وضعیتی قابل تصور است که در آن بتوان پارامتر را - حتی فقط برای یک مدت محدود - ثابت در نظر گرفت. نمودار ۵-۲ بر این دلالت دارد که رفتار سیستم متعامل «سازمان و محیط»، توسط دو دسته متغیر «L11» و «L22»، و دو دسته پارامتر «L12» و «L21» تعیین می‌شود؛ بنابراین، برای بقای این سیستم برین، علاوه بر اینکه لازم است که هر دو خرده سیستم به طریقی رفتار کنند که متغیرهای ضروری «L11» و «L22» در محدوده‌ای مطلوب و معین نگه داشته شوند، ضرورت دارد که

پارامترهای مؤثر «L۱۲» و «L۲۱» نیز در محدوده‌ای مطلوب و معین حفظ گردند. حیات سیستمهای باز به میزان توان آنها در تنظیم متغیرهای خود، برای انطباق با اغتشاشهای بیرونی، بستگی دارد. این ویژگی سیستمهای باز - یعنی مقاومت در برابر اثرات تغییر در پارامترهایشان - را «سازگاری» گویند. سازگاری، ثبات، و حیات سیستم متعامل سازمان و محیط - که به منزله یک سیستم باز در نظر گرفته می‌شود - به ترکیب هردو خرده سیستم آن بستگی دارد و نمی‌تواند فقط به یکی از آنها متکی باشد. سیستمهای پویا - نظیر سیستم متعامل سازمان و محیط - حیاتشان را با ایجاد ثبات در مجموعه متغیرها و پارامترهای مؤثر خود، تضمین می‌کنند (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۳۹).

هدفمندی و اطلاع‌گیری در سیستمهای باز

به طور کلی وابستگیهای تعاملی سازمان و محیط (L۱۲ و L۲۱) ممکن است شکل تبادل انرژی («و») («یا») تبادل اطلاعات پیدا کند؛ همان‌گونه که همه سیستمهای باز نیز با محیط خود به تبادل انرژی و اطلاعات می‌پردازند. به نظر یکی از صاحب‌نظران، فراگردهای اساسی سازمانها (و سیستمهای باز) عبارتند از:

۱. وارد کردن منابع و مواد خام معینی از محیط، برای تبدیل به محصول یا خدمتی که متعاقباً برای مصرف در همان قسمت یا سایر قسمت‌های محیط صادر می‌شود.
۲. کسب اطلاعات از محیط و بخشهای درونی خود، برای استفاده در تعریف مسأله و تصمیم‌گیری به منظور ایجاد تغییر آگاهانه در وضع موجود آموزش، نحوه انجام وظیفه و کارکرد، ساختار درونی سیستم، و جنبه‌ها یا حوزه‌هایی از محیط (این فراگرد، یعنی اطلاع‌گیری از محیط، فراگرد پیمایش نامیده می‌شود) (تایر، ۱۹۶۸، ص ۱۰۱).

هر سیستم هدفمند، باید از دو طریق با محیط بیرونی مرتبط باشد:

۱. سیستم پیمایش که از طریق آن اطلاعات مورد نیاز را از محیط به دست می‌آورد.
۲. سیستم تصمیم‌گیری که به وسیله آن برای مواجهه با تحرکات محیط، عمل می‌کند (سایمون، ۱۹۶۹، ص ۶۶).

رابطه سازمان و محیط در نمودار ۳-۵ نشان داده شده است. یکی دیگر از صاحب‌نظران، خرده سیستم بهینه‌سازی و بهنگام‌سازی اطلاعات (یا سیستم ساختاردهی درونی) را برای تکمیل منطقی فراگرد فوق، به آن اضافه کرده است. افزودن این

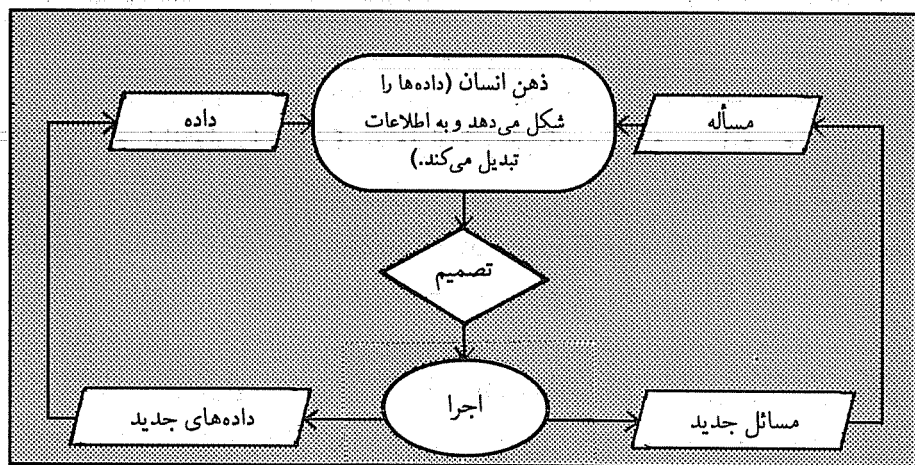


خرده سیستم، بیانگر درک نقش اطلاعات در فراگرد تصمیم گیری است. عملکردها و رفتار سازمان، به منزله باز داده خرده سیستم تصمیم گیری، مبتنی بر باز داده های خرده سیستم پیمایش نیست، بلکه مبتنی بر باز داده های خرده سیستم بهینه سازی و بهنگام سازی اطلاعات است - که به عنوان ارزیابی کننده سیستم پیمایش عمل می کند. برخلاف تصور معمول (حداقل در نظریه های مدیریت)، داده های ارزیابی شده، فقط در صورتی به اطلاعات تبدیل می شوند که وارد سیستم تصمیم گیری بشوند. آنچه سیستم پیمایش از محیط دریافت می کند، مشتمل بر داده های حسی خامی درباره بعضی از جنبه های محیط بیرونی است.

گام بعدی در این توالی، تبدیل داده های پیمایش شده انتخابی، به شکل مناسب برای مصرف است. در واقع این فراگرد تبدیل، داده ها را به صورت اطلاعات درمی آورد. این اطلاعات، مبنایی برای تصمیم گیری خواهند شد. نسبت میان داده های بالقوه موجود برای تبدیل، و اطلاعات قابل مصرف فوری، با توجه به مسأله موجود تعیین می گردد؛ یعنی این نسبت براساس میزان اختلاف وضع مطلوب (x) با وضع موجود سیستم (y) مشخص می شود (یا همان طور که در نمودار ۳-۵ ملاحظه می شود، جهت و اندازه آن برحسب فاصله (x و y) به دست می آید). آنچه واقعاً وارد سیستم تصمیم گیری می شود، مجموعه داده های ارزیابی شده ای است که هنوز به صورت اطلاعات در نیامده اند؛ یعنی اطلاعات در ذهن تصمیم گیرنده یا حل کننده مسأله، و در نتیجه مقایسه میان مسأله و داده ها، شکل می گیرد. یکی از صاحب نظران، نحوه شکل گیری اطلاعات را با نمودار ۴-۵ نشان می دهد.

نکته ای که باید مورد توجه قرار گیرد، این است که خرده سیستم های پیمایش، بهینه سازی و بهنگام سازی اطلاعات، و تصمیم گیری، هیچ گاه واحد جداگانه ای را در سازمان تشکیل نمی دهند و به صورت مستقل عمل نمی کنند؛ بنابراین منظور از نمودار ۳-۵، فقط بیان این نکته است که طراح یا تحلیلگر سیستم می تواند از حیث مفهومی، میان جریانهای ورودی و خروجی خرده سیستمها تمایز قائل شود. در واقع، احتمال دارد در زمانهای مختلف، یک نفر کاملاً درگیر یکی از سه خرده سیستم مذکور (یا همه آنها) باشد.

تا اینجا، از حیث مفهومی مطالبی در مورد سیستم متعامل سازمان و محیط، به مثابه یک سیستم سلسله مراتبی، ارائه شد. سیستم سلسله مراتبی، سیستمی است مشتمل بر مجموعه ای از خرده سیستمهای مربوط به هم؛ به طوری که هر سیستم برین، دربرگیرنده



نمودار ۵-۴. نمودار تبدیل داده به اطلاعات

خرده سیستم‌های خود باشد. در آخرین ردهٔ سلسله مراتب، کوچکترین خرده سیستم - که بعد از آن خرده سیستمی وجود ندارد - قرار می‌گیرد. مقصود از به کارگیری این شیوهٔ «تجسم لایه‌های تو در تو در مورد پدیده‌های پیچیده»، فقط تقسیم‌بندی عناصر آنها نیست، بلکه این شیوه، نشان‌دهنده نحوهٔ به هم پیوستگی خرده سیستم‌های مختلف به یکدیگر، و به کل سیستم است.

نحوهٔ تعامل سازمان و محیط آن، طی فراگرد تصمیم‌گیری تنظیم می‌گردد. در واقع تصمیم‌گیرندگان، آینده سیستم سازمانی را همراه با محیطی که بر آن کنترل ندارند، با هم شکل می‌دهند. فراگرد تصمیم‌گیری (شامل خرده سیستم پیمایش، خرده سیستم بهینه‌سازی و بهنگام‌سازی اطلاعات، و خرده سیستم تصمیم‌گیری)، در مجموع خرده سیستمی از سیستم متعامل سازمان و محیط است.

سازمانها با استفاده از این سه خرده سیستم در فراگرد تصمیم‌گیری، تلاش می‌کنند که میان «حالتها و تغییرات محیط» و «فعالتهای سازمانی» هماهنگی برقرار کنند تا در سیستم متعامل سازمان و محیط، شبکه ارتباطی موزونی به وجود بیاید. سازمانها، پیامها را از طریق خرده سیستم پیمایش جستجو و دریافت می‌کنند. این پیامها به خرده سیستم بهینه‌سازی و بهنگام‌سازی اطلاعات منتقل می‌شوند تا مورد ارزیابی قرار گیرند، و سرانجام وارد خرده سیستم تصمیم‌گیری می‌شوند و به اطلاعات قابل استفاده در اجرا مبدل می‌گردند. سیستم پیمایش، داده‌های مربوط به هر رخداد را برحسب میزان تفاوت وضع

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۶۳

موجود با وضع مطلوب - که در نمودار با فاصله $(y - x)$ مشخص شده است - جمع آوری می‌کند. تأیید وجود فاصله میان (x) و (y) ، و ارزیابی جهت و اندازه آن، وظیفه سیستم پیمایش است؛ در حالی که کاهش فاصله وضع موجود با وضع مطلوب، وظیفه فراگرد تصمیم‌گیری است (سایمون، ۱۹۶۹، ص ۸۷ و مک‌کی، ۱۹۶۷، ص ۲۲۸ و مک دوناف، ۱۹۶۳، ص ۷۱).

ماهیت سیستم پیمایش

معمولاً تأثیر عوامل محیطی (نظیر تهدیدات، فرصتها، یا محدودیتها) بر سازمان، به صورت «یک مسأله» جلوه‌گر می‌شود. این گونه مسائل را «مسائل استراتژیک» می‌گویند. ایجاد هماهنگی میان تغییرات محیطی خاص و فعالیتهای انطباقی سازمان، «حل مسأله استراتژیک» خوانده می‌شود. در اینجا، اصطلاح «حل مسأله استراتژیک»، به یکی از ویژگیهای اساسی هر سیستم باز، یعنی تنظیم و حفظ جریان اطلاعات میان سیستم و محیط آن، اشاره دارد. تلاش برای سازگاری سیستم با فرصتها و تقاضاهای محیطی، حالتی اجتناب‌ناپذیر بوده، مقدمه‌ای ضروری برای بقای سیستم باز است. در واقع استفاده از واژه استراتژیک، برای تأکید بر این ضرورت است.

شدت پیمایش

براساس روش «آزاد از تجربه»^۱ چنین فرض می‌شود که درجه و شدت پیمایش محیط توسط سازمان، به موارد ذیل بستگی بیشتری دارد:

۱. میزان دسترسی سازمان به منابع اقتصادی؛
۲. نحوه ادراک مدیر از ماهیت روابط سازمان و محیط آن؛
۳. میزان و گستردگی تغییرات در وضعیت محیط - تا آنجا که به سازمان مربوط می‌شود.

برای مثال، برای کاهش فاصله میان وضع موجود تا وضع مطلوب، اگر از منابع اقتصادی تخصیص یافته برای گردآوری اطلاعات صرف‌نظر شود، درجه و شدت پیمایش به موارد دوم و سوم بستگی خواهد داشت.

فرض کنید که می‌توانیم فقط دو نوع رابطه میان سازمان و محیط برقرار کنیم:

۱. ر.ک.: رضائیان، علی؛ اصول مدیریت؛ ص ۶۵.

(الف) رابطه حیاتی^۱؛ و (ب) رابطه هم‌نیروزایی^۲. رابطه حیاتی، رابطه‌ای است که از حیث کارکردی، برقراری آن ضرورت دارد؛ یعنی رابطه‌ای که وجود آن میان دو سیستم، برای حیات هر دو سیستم لازم است؛ در حالی که رابطه هم‌نیروزایی، رابطه‌ای است که برقراری آن، از حیث کارکردی لازم نیست، ولی وجود آن میان دو سیستم آنها را قادر می‌سازد که به اتفاق، عملکردی بیش از مجموع عملکرد هریک به طور جداگانه داشته باشند.

در صورت نادیده گرفته شدن رابطه حیاتی، احتمال اینکه این رابطه سرانجام از کنترل خارج شود، افزایش می‌یابد. همچنین ممکن است در کوتاه مدت به بهره‌برداری نادرست از هر دو سیستم بینجامد و در نهایت منجر به متلاشی شدن هر دو سیستم بشود؛ در این صورت، در سیستم متعامل سازمان و محیط، به طور قطع «سازمان بازنده نهایی خواهد بود»؛ زیرا این به عهده سازمان است که خود را با شرایط محیطی تطبیق دهد.

در صورت نادیده گرفته شدن رابطه هم‌نیروزایی نیز احتمال اینکه این رابطه سرانجام از کنترل خارج شود، افزایش می‌یابد؛ ولی پیامد آن در اینجا توأم با آشفته‌گیها و عوارض بسیار کمتری - نسبت به حالت قبل - است؛ زیرا در اینجا، آنچه که در معرض خطر قرار دارد، کل رابطه نیست، بلکه فقط ممکن است توان هم‌نیروزایی سیستم، محدود یا متنفی شود.

میزان پیمایش یک سیستم باز در محیط، به میزان اهمیت رابطه میان دو خرده سیستم سازمان و محیط بستگی دارد. این اهمیت، تحت تأثیر میزان تعامل آنهاست. آزمون شدت تعامل، با آزمون میزان وابستگی یک سیستم به عوامل معین (پارامترها)، شباهت دارد. برای آزمون میزان اثربخشی نقش یک عامل معین، باید رفتار سیستم را در دو موقعیت متفاوت - که عامل مذکور در آنها ارزشهای متفاوتی دارد - مشاهده کرد.

اگر عامل سوم - یعنی تناوب و میزان تغییرات در وضعیت محیط - با توجه به فاصله وضع موجود تا وضع مطلوب مدنظر قرار گیرد، تصور رابطه «شدت پیمایش و وضعیتهای متفاوت محیطی»، به طور قابل ملاحظه‌ای پیچیده‌تر خواهد شد (شودریک و

1. symbiotic relationship

2. synergistic relationship

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۶۵

دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۴۳). اگر محیطی را که به آرامی در حال تغییر است، به منزله محیطی نسبتاً یکنواخت، و محیطی را که به طور متناوب تغییر می‌کند، به منزله محیطی نسبتاً پویا، دسته‌بندی کنیم، انتظار می‌رود که میزان پیمایش در محیط پویا، بیشتر از میزان پیمایش در محیط یکنواخت باشد. این انتظار، برخاسته از این اصل است که تنوع ذاتی در محیطی که به طور متناوب در حال تغییر است، فقط زمانی قابل کنترل و اداره است که سیستم طراحی شده برای هدایت آن از قابلیت‌هایی با تنوع کافی، برخوردار باشد. وجود «اطلاعات، تنوع را کاهش می‌دهد»؛ بنابراین محیط‌های پویا، نیازمند سیستم‌های پیمایش فعالتری هستند.

در نگاره ۵-۲، هر دو عامل تعیین‌کننده شدت پیمایش، با هم ترکیب شده‌اند. برای نشان دادن شدت پیمایش موردنیاز، از شماره‌های «۱» الی «۴» استفاده شده است؛ به طوری که شماره‌های بزرگتر، بر ضرورت پیمایش بیشتر تأکید دارند. همان طور که ملاحظه می‌شود، جهت پیکان بر افزایش میزان پیمایش موردنیاز، متناسب با افزایش پویایی سازمانها، دلالت دارد؛ برای مثال، فرض کنید میزان اطلاعات موردنیاز برای تداوم حیات یک سازمان، در یک محیط نسبتاً پایدار «یک» است؛ اگر همین سازمان بخواهد بهره‌وری خود را افزایش دهد، باید «دو برابر» پیمایش کند؛ همچنین اگر محیط چنین سازمانی پویاتر شود، برای تداوم هم‌نیروزی به «سه برابر» پیمایش نیاز دارد؛ در حالی که اگر حیات همین سازمان در محیط پویا به خطر بیفتد، باید «چهار برابر» پیمایش کند.

ماهیت رابطه درجه تغییر محیط	حیاتی	هم‌نیروزی
نسبتاً یکنواخت	۴	۲
نسبتاً پویا	۱	۳

نگاره ۵-۲ عوامل تعیین‌کننده شدت پیمایش

در واقع، آن بخش از محیط که تصور می‌شود با سازمان رابطه حیاتی داشته و از تغییرات متناوب و زیادی نیز برخوردار است، نیازمند هدایت بیشتری است. عکس این

حالت، در ترکیب رابطه حیاتی و محیط یکنواخت مصداق دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۷، ص ۱۴۴-۱۴۵).

روشهای پیمایش

همان طور که ذکر شد، پیمایش فراگردی است که سازمان در طی آن، اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیری را کسب می کند. این فراگرد مطمئناً دربرگیرنده برخی فعالیتهای انسانی بوده، همانند همه فعالیتهای انسانی، تابع مقتضیات اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، روانی، و زیستی تعیین کننده رفتار انسان است (مارچ و سایمون، ۱۹۵۸، ص ۱۶۹).

امروزه، از نظر زیست شناسی، فراگرد اطلاع گیری در حد نسبتاً خوبی شناخته شده است. این فراگرد، از ابعاد روانی، فرهنگی، و اجتماعی، بخشی از فراگرد اندیشیدن و حل مسأله محسوب می شود.

از حیث اقتصادی، اطلاع گیری تابع قانون کارایی است؛ یعنی هزینه اخذ اطلاع نباید از منافع حاصل از آن تجاوز کند (مارشاک، ۱۹۵۴، ص ۷۷-۸۲). علی رغم منطق آشکار این اصل، تا کنون تحقیقات تجربی نتوانسته اند، شواهد قابل ملاحظه ای برای تأیید عملی بودن آن فراهم کنند. به هر حال، اصل کارایی، ممیز مفهومی مفیدی ارائه می کند. در واقع، هر فعالیت آدمی که با تخصیص و مصرف منابع کمیاب - با مصارف متعدد - سر و کار دارد، یک فعالیت اقتصادی است. از آنجا که فعالیتهای گوناگونی - برحسب منابع محدود قابل تخصیص به هر فعالیت - قابل بررسی و انتخاب هستند، افراد باید با توجه به شرایط، برای تخصیص صحیح منابع محدود موجود به فعالیتهای مختلف، تمهیدی بیندیشند. بعلاوه، هر فرد برای به حداقل رساندن هزینه - یا به حداکثر رساندن بازده - در هر فعالیت، نوعی شیوه کار را طراحی می کند. پیمایش نیز همانند بسیاری از فعالیتهای رفتاری انسان، دربرگیرنده پیوستار گسترده ای از انتخابهای ممکن است که به طور نامحسوسی در یکدیگر ادغام شده اند. به هر حال، می توان به منظور تجزیه و تحلیل (البته به صورت اختیاری)، از نقاط مراجعاتی^۱ یا تکیه گاههای قابل تشخیصی بر روی پیوستار استفاده کرد.

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۶۷

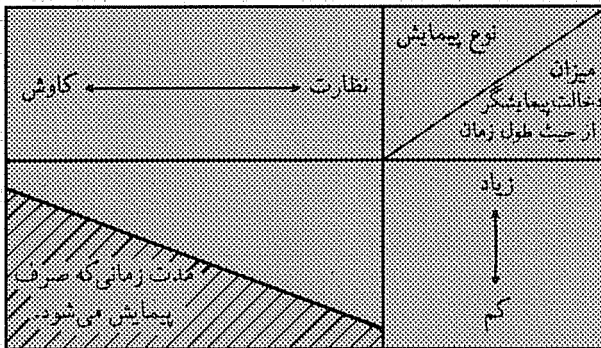
در اینجا، سازمان و محیط آن، به منزله بخشهایی از یک سیستم در نظر گرفته شده‌اند؛ بنابراین، انتخاب شیوه‌های گوناگون مورد استفاده سازمان برای پیمایش، به وضعیت متغیرهای تعریف‌کننده روابط سازمانی (یعنی L۱۱)، و وضعیت پارامترهای تعیین‌کننده نحوه تبادل سازمان و محیط (یعنی L۲۱ و L۱۲)، بستگی خواهد داشت. با وجود اینکه این عوامل تعیین‌کننده شیوه‌های پیمایش، از یکدیگر مستقل نیستند، ولی در اینجا فقط دسته دوم (L۲۱ و L۱۲) بررسی خواهد شد؛ زیرا همان طوری که یکی از صاحب‌نظران بیان می‌کند «در جامعه تکنولوژیک ما، تغییرات محیطی آنقدر سریع هستند که شرط انطباق انسان امروزی با محیط، حفظ ثبات محیط داخلی است (روش، ۱۹۶۷، ص ۴۶۶)»؛ یعنی در صورتی یک سازمان می‌تواند به حیات خود ادامه بدهد که تنشها و مشکلات درونی خود را به حداقل رسانده باشد و بیشتر نیروی خود را صرف برنامه‌ریزی استراتژیک و مدیریت عوامل محیطی کند. شاید بتوان با اطمینان فرض کرد «از آنجا که محیط خارجی، تعیین‌کننده شرایط نیل به اهداف است و داده‌هایی که بر میزان تحقق هدف دلالت دارند، از طریق خرده سیستم پیمایش جمع‌آوری می‌شوند (نمودار ۳-۵)، روش پیمایش در بیشتر موارد به وسیله محرکهای محیط خارجی تعیین می‌شود».

به طور کلی، دو روش اساسی پیمایش عبارتند از: (۱) نظارت؛ و (۲) کاوش (تفحص) (آگویلار، ۱۹۶۷، ص ۳۲-۳۸).

واژه نظارت بر مراقبت از یک موقعیت دلالت دارد که به تحصیل آگاهی متعارفی می‌انجامد و نقش آن ایجاد دانشی کلی پیرامون موضوع موردنظر پژوهنده اطلاعات است؛ در حالی که هدف از کاوش، دستیابی به اطلاعاتی اولیه و خاص، برای حل یک مسأله است.

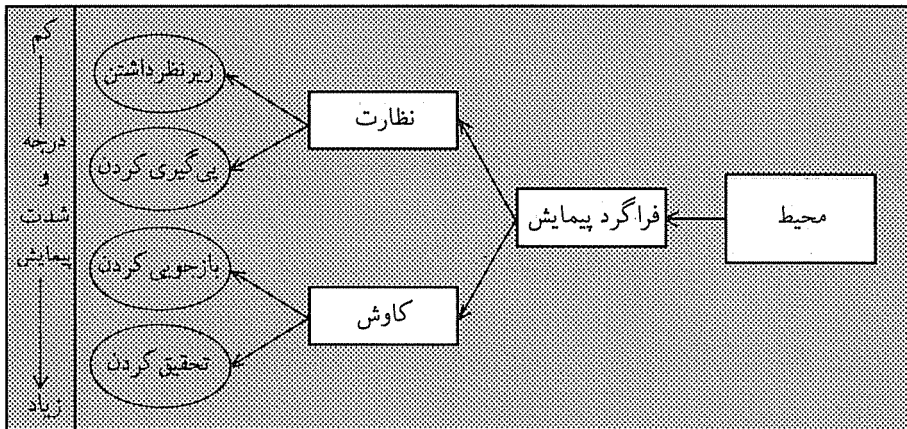
تفاوت دو روش فوق، از حیث «میزان دخالت پیمایشگر»، و «میزان تخصیص منابع کمیاب در طول زمان»، قابل بررسی است.

همان طور که ذکر شد، میزان دخالت سیستم پیمایش (دستگاه گیرنده)، تحت تأثیر تناوب و میزان تغییرات در محیطی است که سیستم پیمایش برای کنترل آن طراحی می‌شود. نمودار ۵-۵، پیوستاری را نشان می‌دهد که در سمت راست آن نظارت و در سمت چپ آن کاوش قرار دارد، و بیانگر میزان دخالت پیمایشگر، برحسب «طول زمان» و «نوع پیمایش» است.



نمودار ۵-۵ مقایسه روشهای پیمایش: هرچه «پیمایش» بیشتر ماهیت کاوشی به خود می گیرد، مدت زمان دخالت پیمایشگر، افزایش می یابد.

هریک از این دو روش اساسی پیمایش، به دو بخش قابل انشعاب هستند؛ به این ترتیب که نظارت به «زیر نظر داشتن» و «پی گیری کردن»، و کاوش به «بازجویی کردن» و «تحقیق کردن» منشعب می شود. نحوه این انشعاب، در نمودار ۵-۶ با عنوان «درخت کامل پیمایش» - که مرکب از دو شاخه اصلی و چهار شاخه فرعی است - مشاهده می شود.



نمودار ۵-۶ انشعاب درخت پیمایش

کلیه روشهای پیمایش، فراگردهایی هستند، برای تحقق موارد ذیل:

(الف) جستجو و یافتن یک راه حل برای مسأله؛

(ب) جمع آوری داده ها درباره ساخت مسأله، به منظور کشف راه حل؛

(ج) افزایش آگاهی تحلیلگر و آشنایی وی با محیط؛

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۶۹

(د) اخذ یک «تصمیم اطلاعاتی»^۱ (گریسون، ۱۹۶۰، ص ۱۱۰).

پیمایشگران، ارزشهای متفاوتی برای روشهای چهارگانه پیمایش قائل می شوند. البته ارزشهای مورد نظر، واقعی نیستند، بلکه مبتنی بر برآوردهایی از نتیجه مورد انتظار از پیمایش بیشتر در هر شاخه هستند. نگاره ۵-۳، چهار روش پیمایش و مطلوبیت یا ارزش نسبی هر یک را مقایسه می کند؛ برای مثال، روشهای نظارت (زیر نظر داشتن و پی گیری کردن)، در امر جمع آوری اطلاعات عملکرد خوبی دارند؛ اما در امر یافتن راه حل برای مسأله، از کارآیی کافی برخوردار نیستند. در حالی که عملکرد روشهای کاوش (بازجویی کردن و تحقیق کردن)، در امر یافتن راه حل، مطلوب هستند. یافتن یک راه حل رضایتبخش برای یک مسأله خاص، به پژوهش زیادی نیاز دارد. فعالیت پژوهشی، مانند همه فعالیتهای انسانی برای حل مسأله، درگیر انتخاب از آمیزه متنوعی از روشهای آزمون و خطاست. در فراگرد انتخاب و گزینش، پس از بررسی تجربیات گوناگون و روشهای ابتکاری مختلف، معین می شود که اول باید چه الگویی آزموده شود، و کدام موارد اطمینان بخش تر هستند.

میزان کارآیی با توجه به نوع کاربردها و مصارف		(الف) میزان کارآیی در جستجوی راه حل برای یک مسأله	(ب) میزان کارآیی در جمع آوری داده ها درباره ساخت مسأله	(ج) میزان کارآیی در افزایش آگاهی فرد نسبت به محیط	(د) میزان کارآیی برای اخذ «تصمیم اطلاعاتی»	(ه) طول زمان فعالیت پیمایشگر
نظارت:	زیر نظر داشتن	کم	نسبتاً زیاد	زیاد	نسبتاً کم	کم
	پی گیری کردن	نسبتاً کم	زیاد	زیاد	نسبتاً زیاد	نسبتاً کم
کاوش:	بازجویی کردن	نسبتاً زیاد	زیاد	نسبتاً زیاد	زیاد	نسبتاً زیاد
	تحقیق کردن	زیاد	نسبتاً کم	کم	نسبتاً زیاد	زیاد

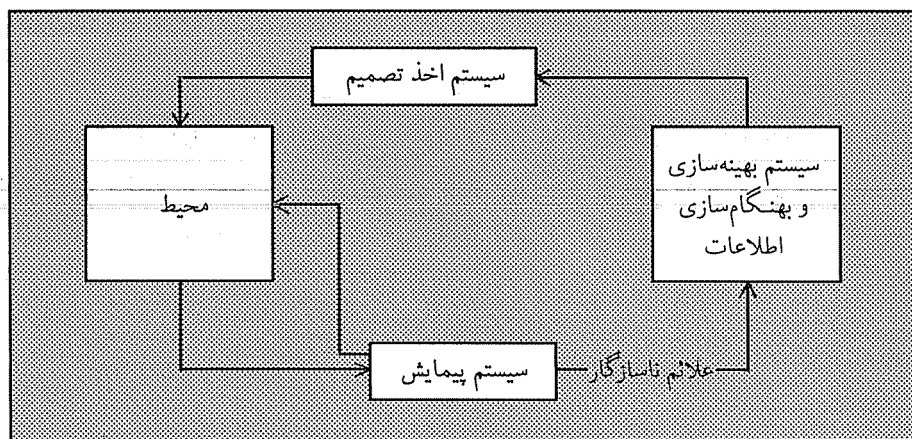
نگاره ۵-۳. روشهای پیمایش و مطلوبیت یا ارزش نسبی هریک

۱. information decision: واژه تصمیم اطلاعاتی، بر تصمیمی دلالت دارد که تصمیم گیرنده باید یکی از موارد ذیل را انتخاب کند: (۱) براساس اطلاعات موجود تصمیم بگیرد؛ (۲) بعد از جمع آوری اطلاعات بیشتر تصمیم بگیرد. در واقع می توان نتیجه «تصمیم اطلاعاتی» را معادل «ادامه یا خاتمه کاوش» تلقی کرد.

اجزای مکانیکی سیستم پیمایش

اهمیت فعالیت کسب اطلاعات سازمانی را نباید جدا از نقش اطلاعات در حیات سیستم بررسی کرد. بقای سازمانها، به مثابه سیستمهایی باز و هدف جو (هدفگرا)، به توان آنها در انطباق با حالتهای محیطی بستگی دارد. ارزیابی مقتضیات محیطی از طریق سیستم پیمایش (دستگاه گیرنده) انجام می پذیرد.

نمودار ۵-۷ (که شکل ساده تری از نمودار ۵-۳ است) نشان می دهد که افزایش قابلیت انطباق، و نیل به اهداف غایی در یک سیستم باز هدفگرا، به عملکرد صحیح سیستم پیمایش وابسته است.



نمودار ۵-۷ سیستم باز هدفگرا

سیستم پیمایش باید بتواند با کسب اطلاعات مطلوب از محیط، موارد ذیل را درباره فاصله x و y ، روشن کند:

۱. تأیید وجود فاصله میان وضع موجود تا وضع مطلوب (یعنی $X - Y \neq 0$)؛
۲. تعیین جهت این فاصله (یعنی منفی یا مثبت بودن نتیجه مقایسه x و y $\Rightarrow x - y = \pm$)؛
۳. تعیین مقدار این فاصله (یعنی مقدار تفاضل x و y که با C نشان داده می شود. $\Rightarrow x - y = C$).

دریافت علائم و اطلاعاتی که بر فاصله X و Y دلالت دارند، به مثابه بازخوری از محیط تلقی می شود. اگر از سیستمهای بازخور منفی «مستقیم»، «حقیقی»، یا «پیشگو»

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۷۱

استفاده شود، کار آسان خواهد بود. در این صورت، با این فرض که حدود فاصله X و Y بین Y_1 الی Y_2 (برای وضع موجود) تا X_1 الی X_2 (برای وضع مطلوب) متغیر است، سیستم پیمایش با ماتریسی 3×3 (از علائمی که باید مراقب آنها باشد) روبرو خواهد شد. در این حالت، سیستم پیمایش باید اطلاعاتی را در مورد «وجود»، «مقدار»، و «جهت» تغییرات X و Y ، برای هریک از این وضعیتهای نه گانه (در ماتریس مذکور) کسب، و به سیستم «بهینه و بهنگام سازی اطلاعات» انتقال دهد. بعلاوه، سیستم پیمایش باید تحرک هر وضعیت را به طور جداگانه کنترل کند. بدین ترتیب، می توان چهار بازخور اضافی دیگر را مدنظر قرار داد: « $(X_2 - X_1)$ »، « $(X_2 - X_1)$ »، « $(Y_2 - Y_1)$ »، و « $(Y_2 - Y_1)$ ».

بازخور اطلاعات مربوط به تغییرات در وضع موجود و وضع مطلوب، در محیط بیرونی سیستم ساده ای که دارای وضع مطلوب و وضع موجود معینی است، با استفاده از علامت ناسازگاری ($Y - Y \neq 0$) به سیستم «بهینه و بهنگام سازی اطلاعات» ارائه می شود. علاوه بر اینکه ظرفیت سیستم پیمایش در انتقال علامت ناسازگاری مؤثر است، در «تأیید وجود فاصله X و Y »، «تعیین جهت آن»، «برآورد مقدار آن»، و «تعیین تعداد آزمونهایی که سیستم تصمیم گیری باید انجام دهد تا به طور مناسبی خود را با محیط خارجی منطبق سازد»، نیز نقش مؤثری دارد (مک کی، ۱۹۶۸، ص ۳۵۹-۳۶۲ و وینر، ۱۹۶۷، ص ۹۵).

بدیهی است که سازمان تلاش می کند تا تعداد آزمونهایی مورد نیاز، برای «انطباق مطلوب خود با محیط» و «تضمین بقای خود» را به حداقل برساند. به هر حال، به حداقل رساندن فاصله X و Y ، به میزان تمایل و توان سازمان برای نگهداری یک گیرنده اطلاعات یا یک سیستم پیمایش مناسب بستگی دارد؛ سیستم پیمایشی که قادر باشد با استفاده از علائم ناسازگاری، علاوه بر تشخیص وجود فاصله X و Y ، جهت و مقدار آن را نیز تعیین کند. البته باید توجه شود که منافع حاصل از به حداقل رساندن تعداد آزمونها، از هزینه های ایجاد این سیستم پیمایش کمتر نباشد. البته، در اینجا مقصود سازمان صرفاً بهینه سازی راه حل از حیث به حداقل رساندن هزینه ها یا به حداکثر رساندن منافع نیست، بلکه جنبه رضایت بخش بودن آن نیز مطرح است. یک راه حل خوب، باید قادر به تحقق هدف - علی رغم همه محدودیتهای آن - باشد. دستیابی به چنین راه حلی، مستلزم بهره گیری از یک سیستم پیمایش چند مرحله ای (نمودار ۶-۵) است.

روشهای پیمایش و علامت ناسازگار

روشهای پیمایش، برحسب درجات متفاوتی از وضعیت علامت ناسازگار (از حیث وجود ناسازگاری، جهت مثبت یا منفی آن در زمانهای مختلف، و مقدار آن) تعیین می‌شوند.

$$\text{مقدار ناسازگاری} \Leftarrow C \geq 0 \text{ و } |x - y| = C$$

$$\text{جهت ناسازگاری} \Leftarrow (x - y)_{t_1} < (x - y)_{t_2} \text{ یا } (x - y)_{t_1} > (x - y)_{t_2}$$

$$\text{وجود ناسازگاری} \Leftarrow x - y \neq 0$$

نگاره ۴-۵ روابط قابل پیش‌بینی، میان روشهای پیمایش و وضعیت ناسازگاری را نشان می‌دهد؛ برای مثال، «(زیر نظر داشتن)» (ضعیفترین روش پیمایش) هیچ سهمی در کاهش تعداد آزمونهای مورد نیاز، برای ایجاد انطباق مناسب ندارد. در واقع این روش فقط ممکن است بتواند اطلاعاتی درباره وجود فاصله X و Y ارائه کند و احتمالاً سایر روشهای پیمایش را از جستجو برای کسب این نوع اطلاعات، آزاد سازد. در واقع فقط به همین دلیل می‌توان ارزش «(زیر نظر داشتن)» را مثبت ارزیابی کرد. به این ترتیب، سیستم پیمایشی که از «(زیر نظر داشتن)» استفاده می‌کند، «جهت‌دهنده کاوش» به حساب می‌آید، نه «انجام‌دهنده کاوش». اگر روشهای نظارت را در انتهای یک پیوستار قرار دهیم، روشهای کاوش در انتهای دیگر آن قرار می‌گیرند. باز داده مرحله کاوش یک سیستم پیمایش، باید کامل باشد؛ یعنی گزارش تشریح فاصله X و Y ، باید بیانگر جهت و مقدار آن نیز باشد. در روش کاوش، تعداد آزمونها تا حد ممکن کاهش می‌یابد. البته لازم است تأکید شود که کاوش، آخرین مرحله از یک فراگرد چند مرحله‌ای پیمایش است، نه یک فعالیت کاملاً مستقل؛ به طوری که چهار روش پیمایش، به ترتیب، مراحل این فراگرد را شکل می‌دهند. از آنجا که همه مراحل چهارگانه این فراگرد به سیستم جامع پیمایش وابسته هستند، می‌توان ارزش نقش مراحل اولیه آن را در ذخیره‌سازی نیرو برای مراحل بالاتر تعیین کرد؛ در واقع چنین مطلوب است که کاوش، با ارزیابی جهت فاصله X و Y آغاز شود؛ یعنی باید قبلاً وجود فاصله را از طریق یکی از روشهای نظارت تشخیص داد. توان سازمان در تعیین جهت و مقدار فاصله X و Y ، تحت تأثیر دو عامل ذیل قرار دارد:

۱. قابلیت داخلی سازمان در هدفگذاری و تنظیم صحیح وضع مطلوب (X)، و تعیین مختصات واقعی وضع موجود (Y)، برای برآورد میزان فاصله آنها.

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۷۳

۲. ماهیت محیط.

عامل اول به فراگرد کسب آگاهی ارتباط می‌یابد و به موضوع هدفگذاری، هدف‌جویی، و کسب هدف مربوط می‌شود؛ اما عامل دوم به طور مستقیم بر اثرات ماهیت محیط تأکید دارد.

اگر مقدار بازخور، متناسب با شدت محرکهای محیطی تعیین شود، آنگاه می‌توان انتظار داشت که انحرافهای بزرگ همواره با بازخورهایی سریع و هشداردهنده، همراه باشند (برای مثال، ممکن است علائم کشف نشده‌ای از محیط، بر حادثه‌ای، به منزله یک «فرصت یا تهدید»، دلالت کند که شدت تأثیر آن حادثه با شدت علامت متناسب باشد)؛ بنابراین، از آنجا که این انحرافها در هیچ جا پالایش نمی‌شوند، تحلیلگر باید مترصد آن باشد که این نوع محیط را به طور نسبتاً شدید کنترل کند.

به هر حال، انتخاب یک روش خاص برای پیمایش، به جهت فاصله X و Y بستگی دارد. هنگامی که $X_1 - Y_1 > X_0 - Y_0$ ، یعنی هنگامی که بازخور در زمان «یک»، شدیدتر از بازخور در زمان «صفر» باشد، بازخور منفی بر تحولی نامطلوب در رابطه L_{12} یا L_{21} دلالت دارد. در این حالت، اختلاف میان هدف مطلوب و میزان تحقق واقعی آن، بیشتر از گذشته است. وجود این اختلاف، مطمئناً مسأله ایجاد می‌کند؛ بنابراین به عقیده برخی از صاحب‌نظران، در این حالت باید «کاوش» را به منزله روش عمده پیمایش در نظر گرفت؛ زیرا کاوش همیشه به دلیل وجود یک مسأله ضرورت می‌یابد؛ بنابراین همه کاوشهای سازمانی را می‌توان «کاوش برای حل مسأله» نامید.

وضعیت ناسازگاری	تأیید وجود فاصله XY ($X - Y \neq 0$)	تعیین جهت فاصله XY ($(X_0 - Y_0) < (X_1 - Y_1)$)	تعیین مقدار فاصله $X - Y = C$	تعداد آزمایشهای مورد نیاز	پوستار پیمایش
زیر نظر داشتن	شاید	خیر	خیر	خیلی زیاد	نظارت:
پی‌گیری کردن	آری	شاید	خیر	زیاد	
بازجویی کردن	آری	آری	شاید	نسبتاً کم	کاوش:
تحقیق کردن	آری	آری	آری	خیلی کم	

هنگامی که $X_2 - Y_2 > X_1 - Y_1$ ، یعنی هنگامی که بازخور در زمان «دو» کوچکتر از بازخور در زمان «صفر» باشد، آنگاه بازخور منفی دلالت بر بهبود رابطه L_{21} یا L_{12} دارد. در این حالت، اختلاف میان هدف و میزان تحقق آن (وضع واقعی سیستم) کمتر از گذشته است؛ بنابراین در این مورد، نظارت را باید به منزله روش عمده پیمایش و کسب اطلاعات در نظر گرفت (سیرت و مارچ، ۱۹۶۴، ص ۱۵۴). به عقیده یکی از صاحب نظران، نقش روشهای نظارت در پیمایش، کشف فرصتهاست؛ بنابراین همه نظارتهای سازمانی را می توان «نظارت برای شناسایی موقعیت» نامید.

هر دو حرکت، یعنی حرکت در مسیر دور شدن از وضع مطلوب و حرکت به سوی آن را باید مسائلی درخور توجه به حساب آورد؛ اما مسأله «دور شدن از هدف» ($X_1 - Y_1 > X_2 - Y_2$)، مسأله ای بسیار حادث تر از مسأله «عملکرد بهتر از انتظار» ($X_2 - Y_2 < X_1 - Y_1$) محسوب می شود.

انتخاب روش پیمایش، تحت تأثیر میزان اهمیت منابع محیطی شکل دهنده علامت بازخور نیز قرار دارد. اگر بازخور محیطی، تعداد نسبتاً زیادی از متغیرهای سیستمی را تحت پوشش قرار دهد، توان سیستم برای کنترل انواع انحرافها و اختلافها کاهش می یابد؛ در نتیجه، میزان اطلاعات ضروری و تعداد آزمونهای مورد نیاز برای رسیدن به وضع مطلوب (غایی)، افزایش می یابد؛ به این ترتیب، علی رغم پویایی محیط، باید از سیستمهای بازخور منفی استفاده شود؛ یعنی سیستم کنترل باید نسبتاً بسته باشد. در اینجا نیز وضعیت علامت بازخور، تعیین کننده روش پیمایش خواهد بود (تامپسون و باتیس، ۱۹۵۷، ص ۳۲۵-۳۴۳).

در این فصل تلاش شد تا چهارچوبی مفهومی برای بررسی سازمان و محیط ارائه گردد و فراگرد پیمایش به مثابه فراگردی که سازمان را به محیط متصل می کند، در نظر گرفته شود. سازمان به منزله یک سیستم باز، با بهره گیری از دو ساز و کار موجود در همه سیستمهای باز، یعنی خرده سیستم حسی و خرده سیستم حرکت دهنده، با محیط خود مرتبط می گردد. در اینجا، این دو خرده سیستم به ترتیب، «خرده سیستم پیمایش» و «خرده سیستم تصمیم گیری» نامیده شدند.

سازمانها، سیستمهایی ساخت بشر هستند و به همین جهت، «سیستمهای مصنوعی» نامیده می شوند. فعالیتهای این سیستمها، در مقایسه با سیستمهای زیستی، از انسجام کمتری برخوردار است. به همین دلیل، لازم است که به دو

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۷۵

خرده سیستم اصلی (پیمایش و تصمیم‌گیری)، یک خرده سیستم سوم نیز افزوده شود که در اینجا سیستم «بهینه و بهنگام‌سازی اطلاعات» یا «سیستم سازماندهی درونی» نامیده شد.

این سه خرده سیستم، ایجادکننده ساز و کارهایی هستند که سازمان را به انتخاب فعالیت صحیح (برای کاهش اختلاف میان وضع مطلوب و وضع موجود) قادر می‌سازند. سرنوشت سازمان یا بهتر بگوییم، «سرنوشت سیستم جامع سازمان و محیط»، به نگهداری متغیرهای «(L۱۱)» و «(L۲۲)»، و عوامل ثابت «(L۱۲)» و «(L۲۱)»، در محدوده‌ای مطلوب و معین بستگی دارد. بقای سیستم جامع، باید به منزله علاقه ذاتی مشترک دو خرده سیستم متعامل سازمان و محیط، مدنظر هر دوی آنها قرار گیرد - نه به طور جداگانه یا فقط در یکی از آن دو.

وظیفه «خرده سیستم پیمایش»، ارزیابی رابطه وضع مطلوب و وضع موجود است. داده‌های مربوط به این دو وضعیت، از طریق علامت‌سازی، به «خرده سیستم بهینه و بهنگام‌سازی اطلاعات» منتقل شده و پس از ارزیابی در آنجا، به «خرده سیستم تصمیم‌گیری» - برای آرایش اطلاعات موردنیاز - فرستاده می‌شود. در واقع سازمان تلاش می‌کند تا با استفاده از این سه خرده سیستم، میان وضعیتها و تغییرات محیطی، و فعالیتهای سازمان - که برای قرار دادن سیستم جامع سازمان و محیط در یک وضعیت موزون انجام می‌شوند - هماهنگی ایجاد کند.

برای پیمایش در محیطهای گوناگون، باید از روشهای متفاوتی استفاده شود. در محیطهای پایدار - که اختلاف وضع موجود و وضع مطلوب زیاد نیست و بندرت تغییر ایجاد می‌شود - میزان پیمایش موردنیاز، نسبتاً کم خواهد بود. در این گونه محیطها پیمایش بخوبی سازمان می‌یابد و ماهیت آن به طور قابل ملاحظه‌ای «رسمی» است؛ ولی محیطهای پویا، پیمایش بسیار زیادی را می‌طلبند؛ در حالی که درجه رسمیت پیمایش در این گونه محیطها بسیار کمتر از محیطهای پایدار است.

روشهای مناسب برای پیمایش در محیط، براساس مقدار و جهت اختلاف میان هدف مطلوب و میزان تحقق واقعی آن تعیین می‌گردند. این انتظار وجود دارد که بخشهای محیطی ارائه دهنده بازخور برای شناسایی فرصتهای جدید، بر استفاده از روشهای نظارت اصرار بیشتری داشته باشند؛ در حالی که بخشهای محیطی مسأله‌خیز، طالب استفاده بیشتر از روشهای کاوش باشند.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل پنجم

حیات سیستم	هدفمندی	فراگرد پیمایش
پویایی محیط	اطلاع‌گیری	نظارت
عوامل داخل سیستم	خرده سیستم پیمایش	کاوش
عوامل خارج سیستم	خرده سیستم بهینه‌سازی و	زیر نظر داشتن
تعامل سازمان و محیط	بهنگام‌سازی اطلاعات	پی‌گیری کردن
سیستم برین	خرده سیستم تصمیم‌گیری	بازجویی کردن
متغیرها و پارامترها	شدت پیمایش	تحقیق کردن
وضع مطلوب	رابطه حیاتی	علامت‌ناسازگاری
وضع موجود	رابطه هم‌نیروزی	جهت و مقدار فاصله

پرسشهای فصل پنجم

۱. «تعاریف عینی، ذهنی، و سیستمی محیط» را ذکر کرده، آنها را با هم مقایسه کنید.
۲. روابط تبدلی خرده سیستمهای سازمان و محیط را با مقایسه منشأ و مقصد ورودیها و خروجیهای هریک از دو خرده سیستم مذکور، تحلیل کنید.
۳. منظور از متغیرها و پارامترها (عوامل معین)، در سیستم برین سازمان و محیط چیست؟
۴. تأثیر محیط بر سیستم و تأثیر سیستم بر محیط چه نامیده می‌شود؟ توضیح دهید.
۵. برخورد سنتی با پارامترها چگونه بود؟
۶. مفهوم سازگاری در سیستمهای باز چیست؟ توضیح دهید.
۷. سازگاری، ثبات، و حیات سیستم متعامل سازمان و محیط، به چه چیز بستگی دارد؟
۸. سیستمهای پویا تداوم حیات خود را چگونه تضمین می‌کنند؟
۹. انواع وابستگیهای تبدلی خرده سیستمهای سازمان و محیط را بیان کنید.
۱۰. فراگردهای اساسی هر سازمان (به مثابه یک سیستم باز) را توضیح دهید.
۱۱. طرق ارتباط سیستمهای هدفمند با محیط را بیان کنید.
۱۲. چرا وجود «خرده سیستم بهینه و بهنگام‌سازی اطلاعات» ضرورت دارد؟
۱۳. نحوه تبدیل داده‌ها به اطلاعات را با رسم شکل توضیح دهید.

سازوکار تداوم حیات سازمانها در ... ۱۷۷

۱۴. نقش نیروهای انسانی فعال در یک سازمان در خرده سیستمهای پیمایش، بهینه و بهنگام سازی اطلاعات، و تصمیم گیری چیست؟
۱۵. کدامیک از خرده سیستمها موظف است که اختلاف مقداری و کمی میان وضع موجود و وضع مطلوب را بیان کند؟
۱۶. منظور از مسأله استراتژیک چیست؟ توضیح دهید.
۱۷. عوامل عمده ای که درجه و شدت پیمایش را در سطح سازمان تعیین می کنند، ذکر کنید.
۱۸. ماهیت رابطه سازمان و محیط چه تأثیری بر شدت پیمایش دارد؟
۱۹. ماهیت روابط حیاتی و هم نیروزی (میان خرده سیستمهای سازمان و محیط) را توضیح دهید.
۲۰. رابطه میزان اطلاعات و تنوع چیست؟ توضیح دهید.
۲۱. اگر سازمان بخواهد در یک محیط نسبتاً پایدار به حیات خود تداوم بخشد (در مقایسه با زمانی که حیات آن در یک محیط پویا به خطر افتاده باشد)، به چه میزان پیمایش در محیط احتیاج دارد؟
۲۲. پیمایش تابع چه مقتضیاتی است؟
۲۳. اطلاع گیری و پیمایش، از جنبه اقتصادی تابع چه قانونی است؟ توضیح دهید.
۲۴. روشهای پیمایش را بیان کنید.
۲۵. تفاوت دو روش اساسی پیمایش (نظارت و کاوش) چیست؟ توضیح دهید.
۲۶. هدف عمده هر یک از شیوه های پیمایش را بیان کنید و موارد کاربرد آنها را ذکر کنید.
۲۷. سیستم پیمایش باید قادر به کسب چه اطلاعاتی درباره وضع موجود و وضع مطلوب سازمان در محیط باشد؟
۲۸. فاصله وضع مطلوب و وضع موجود را با چه علائمی نشان می دهند؟
۲۹. برای تشخیص وجود فاصله میان وضع موجود و وضع مطلوب سازمان، باید از کدام روش پیمایش استفاده کرد؟
۳۰. برای تعیین جهت فاصله وضع موجود و وضع مطلوب سازمان، باید از کدام روش پیمایش استفاده کرد؟

۳۱. کدام روش پیمایش برای تعیین مقدار فاصله وضع موجود و وضع مطلوب سازمان، قابل استفاده است؟

۳۲. جهت و مقدار فاصله میان وضع مطلوب و وضع موجود سازمان به چه عواملی بستگی دارد؟

۳۳. چرا استفاده از روشهای کاوش در سازمان ضرورت دارد؟

۳۴. نقش روشهای نظارت در پیمایش چیست؟

فصل ششم

مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل، و طراحی نظام یافته سیستم

در دهه‌های اخیر، پیش از پیدایش سیستمهای کامپیوتری قدرتمند روشهای سنتی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم تکامل یافتند. ابزارها و فنون تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم - شامل نمودار جریان کار، نمودار سازمانی، و شرح جزئیات کار - معمولاً به دست مهندسان صنایع که بیشتر به طراحی فراگرد فیزیکی کار علاقه‌مند بودند، شکل داده می‌شدند. طراحان سیستمهای سازمانی نیز این فنون را به عاریت گرفتند؛ زیرا ابزار دیگری در دسترس آنان نبود. قبل از وقوع این تحول، «سیستمهای مدیریت» جریانهای از کاغذ - که از یک فرد، میز، یا پرونده، به فرد، میز، یا پرونده دیگری منتقل می‌شوند - تلقی می‌شدند. این نگرش، پیش از به صحنه آمدن کامپیوتر، خیلی هم خطا نبود (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۵۰).

با پیچیده‌تر شدن سیستمهای مدیریتی، این فنون نیز بیشتر پالایش می‌یافتند؛ به این ترتیب، میان تحلیلگران سیستم و کاربران آنها تفاهم بیشتری ایجاد می‌شد. مفهوم «برنامه‌ریزی نظام یافته»^۱ نیز در حدود سال ۱۹۶۹ میلادی، برای رفع نیازهای نرم‌افزاری پدیدار شد که ادگار دیجسترا^۲ مهمترین نقش را در ایجاد آن داشت (دمارکو، ۱۹۷۸، ص ۱-۳۰).

پیشرفتهای بعدی، در زمینه «طراحی سلسله مراتبی»^۳ به وقوع پیوست که تا حد زیادی مرهون تلاش یکی از کارشناسان شرکت «آی. بی. ام» به نام اچ. مایلز^۴ بود. وی روش «سلسله مراتب داده، فراگرد، باز داده» را ارائه کرد - این روش با نام اختصاری «هیو»^۵ مشهور شده است (گین و سارسون، ۱۹۷۹، ص ۶۴-۶۸ و فیتز جرالده و

1. structured programming

2. Edsgar Dijkstra

3. hierarchial design

4. H.Miles

5. hierarchy plus input-process-output. (H.I.P.O)

فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۵۶۲-۵۷۴). طراحی سلسله مراتبی، اساساً فراگردی است که به وسیله آن یک سیستم، برحسب ساختار، از بالا به پایین طراحی می شود (اولیری و ویلیامز، ۱۹۸۹، ص ۳۷۵-۳۷۸).

در حالی که پیشرفتهای مزبور (در اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی) در شرکت آی.بی.ام. به وقوع می پیوست، فردی به نام جی. وارنیر^۱ از شرکت «هانی - ول - بال»^۲ فرانسه، «فنون نظام دهی اطلاعات»^۳ را برای تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم ابداع کرد (دیجسترا و هوآر، ۱۹۷۸، ص ۷۰۶-۷۱۹). در فنون نظام دهی اطلاعات نیز از یک روش سلسله مراتبی استفاده می شود که از اطلاعات خروجی سیستم (باز داده ها) شروع می کند و معین می سازد که چه داده هایی برای به دست آوردن این باز داده ها مورد نیاز هستند. این روش تا مشخص شدن عوامل اصلی اطلاعات ورودی تکرار می شود (وثرپ، ۱۹۸۴، ص ۲۸). در صورت استفاده مستقیم از فنون نظام دهی به اطلاعات، می توان برنامه نرم افزاری آن را نیز تهیه کرد.

در اواسط دهه ۱۹۷۰ میلادی، در ادامه پیشرفتهای قبلی، «فنون تفکیک وظیفه ای»^۴ توسط ال. کنستانتین^۵ و ای. یوردن^۶ از شرکت یوردن، و دی. راس^۷ از شرکت سوف. تیج^۸ ابداع شد. در فنون تفکیک وظیفه ای (کارکردی) نیز از روش سلسله مراتبی استفاده می شود؛ به این ترتیب که ابتدا از یک وظیفه یا کارکرد سیستم آغاز می شود و پس از تعیین وظایف، هریک از آنها به چند وظیفه فرعی تفکیک می گردد (یوردن، ۱۹۸۹، ص ۱-۲۰).

امروزه بر مبنای همین پیشرفتها، مجموعه ای از روشهای نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی برای تحلیلگران سیستم فراهم آمده است که شامل روشهای تفکیک از بالا به پایین، طراحی سلولی، و سایر فنونی است که طراح با استفاده آگاهانه از آنها، سیستمهایی منعطف و قابل نگهداری طراحی می کند. اگر طراحی نظام یافته به نحو احسن صورت پذیرد، می توان با بررسی تصویر جامع سیستم و پیشرفتهای حاصل شده در زمینه طراحی، سیستم مورد نظر کاربران را به طور مفصلتر و منطقی تر طراحی کرد. در آغاز پروژه، با نگاهی به تصویر جامع سیستم، می توان هدفهای کلی را بدون درگیر شدن با جزئیات شناسایی کرد.

1. J.Warnier

2. Honey-Well-Bull

3. data structured techniques

4. functional decomposition techniques

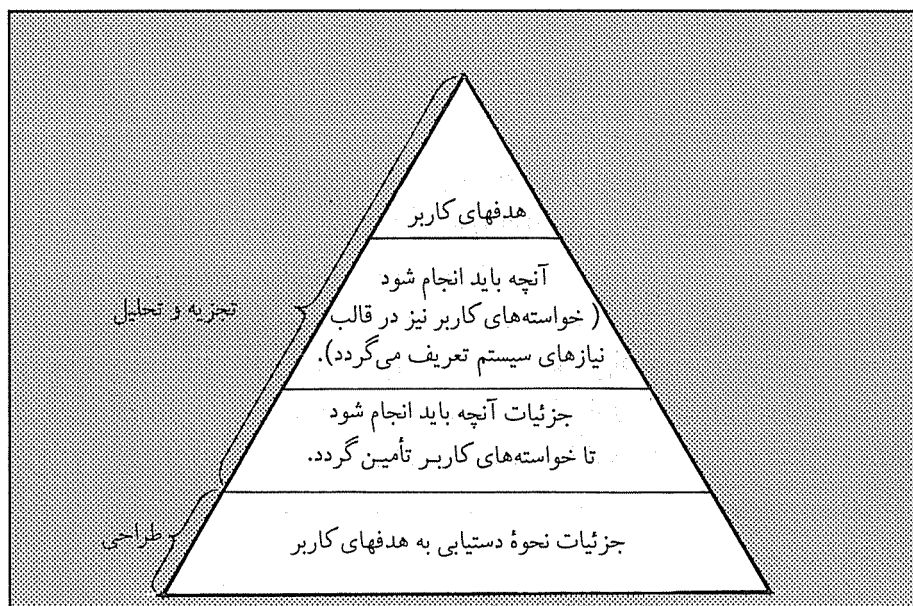
5. L.Constantine

6. E.Yourdon

7. D.Ross

8. Sof.Tech

تجزیه و تحلیل نظام‌یافته، روش منظمی است که از بالا به پایین، هدفهای بلند مدت و کوتاه مدت سیستم را پالایش کرده و به وسیله یک مدل سلسله مراتبی، نیازهای سیستم را مطرح می‌کند. به بیان دیگر، روش منظمی است که همانند نورافکن، از بالا به جزئیات سطح پایتتر نظر می‌افکند و نیاز کاربران را نیز از طریق به کارگیری نمودارهای جریان اطلاعات - که به‌طور سلسله‌مراتبی تنظیم شده‌اند - مد نظر قرار می‌دهد. تجزیه و تحلیل نظام‌یافته، نیازهای سیستم جدید را به گونه‌ای تعریف می‌کند که مشتمل بر خواسته‌ها و نیازهای کاربران نیز باشد. تجزیه و تحلیل نظام‌یافته را می‌توان به صورت یک هرم در نظر گرفت که - از بالا به پایین - نخست به هدفهای سیستم می‌پردازد و سپس به بررسی آنچه که باید انجام شود، مبادرت می‌کند. بعد از آن، شرح تفصیلی‌تر آنچه که باید انجام شود را مطرح می‌سازد و سپس، طراحی بسیار تفصیلی اموری را که انجام آنها برای تحقق هدفهای سیستم ضروری است ارائه می‌کند. (نمودار ۶-۱) (فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۷، ص ۵۴). مدل نیازهای سیستم، شاخصی برای سنجش موفقیت سیستم به شمار می‌آید.



نمودار ۶-۱ مدل نیازهای سیستم

نتیجه نهایی تجزیه و تحلیل نظام‌یافته، دستیابی به مختصاتی است که ابزار

اساسی چندی را - به شرح ذیل - به کار می گیرند:

۱. انواع نمودار، و اولویت استفاده از آنها؛

۲. واژگان اطلاعات؛^۱

۳. نمودار ساخت اطلاعات^۲ و نمودار دستیابی به اطلاعات^۳؛

۴. شرح مختصات جزئی^۴.

ابزارهای نظام یافته تجزیه و تحلیل، «مدلهایی منطقی» هستند و منظور از طراحی نظام یافته، استقرار فیزیکی این مدل‌های منطقی است که با یک تقسیم‌بندی سلسله مراتبی، با استفاده از ساختار سلولی (واحدهای تک وظیفه‌ای)، از بالا به پایین صورت می‌پذیرد. در این کتاب فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی در قالب چرخه حیات طراحی سیستم تشریح می‌شود.

نکته حائز اهمیت این است که تجزیه و تحلیل، همیشه در مورد یک بخش «قابل اداره» از یک سیستم انجام می‌شود. در آغاز - با توجه به اینکه ابزارهای نظام یافته تجزیه و تحلیل تا حدود سال ۱۹۸۱ میلادی ابداع نشده بودند - طراحان این درس را آموختند که تجزیه و تحلیل نباید به ایجاد سیستمهای گرانتری بینجامد که با وجود عدم تأمین نیازهای کاربران، نگهداری آنها در بلند مدت پرهزینه‌تر است. آنها همچنین (در دهه ۱۹۷۰ میلادی) دریافته‌اند که ایجاد هرگونه تغییر در مراحل اولیه «تجزیه و تحلیل»، کم‌هزینه‌تر خواهد بود؛ یعنی هرچه برنامه طراحی و استقرار بیشتر پیشرفت کند، هزینه تغییر نیز بیشتر خواهد شد؛ بنابراین در مرحله تجزیه و تحلیل باید سیستم را بخوبی بررسی کرد و مدل‌های منطقی آن را به گونه‌ای طراحی کرد که از تغییرات پرهزینه در مرحله طراحی فیزیکی و استقرار اجتناب شود.

مسئله عمده دیگری که در اولین تجربه‌های طراحی و ایجاد سیستم مطرح شد، این بود که قبلاً مستندسازی تا مرحله استقرار سیستم به تعویق می‌افتاد و در نهایت نیز طراحان معمولاً از آن طفره می‌رفتند. در نتیجه، اصلاح و نگهداری غالب این گونه سیستمها دشوار بود؛ ولی از آنجا که تجزیه و تحلیل نظام یافته، فراگردی «خود مستندساز» است، در واقع مستندات یکی از محصولات فرعی این فراگرد به حساب می‌آیند؛ به طوری که با کمک این مستندات، می‌توان سیستم را به طور منطقی و قابل درک برای دیگران تشریح کرد؛ در حالی که پیش از این، چنین امکانی وجود نداشت.

1. data dictionaries

2. data structure diagram

3. data access diagrams

4. mini specifications

مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل، و ... ۱۸۳

ابزارها و فنون عمده‌ای که هنگام ایجاد نظام‌یافته سیستم، برای مستندسازی به کار می‌روند، عبارتند از: نمودار محتوایی، نمودار جریان اطلاعات، واژگان اطلاعات، هموارسازی یا تفکیک^۱، نمودار ساخت اطلاعات، نمودار دستیابی به اطلاعات، نمودار ساخت سیستم^۲، و سایر شیوه‌های مستندسازی - مانند استفاده از جدول تصمیم‌گیری، درخت تصمیم‌گیری، و شماره‌های رمز مستعار^۳ - که بعداً برخی از آنها تشریح خواهند شد (ویتن، بنتلی و بارلو، ۱۹۹۰، ص ۱۱۲-۱۲۴).

چرخه حیات ایجاد سیستم

چرخه حیات ایجاد (طراحی و استقرار) سیستم، روشی منظم و با قاعده است که برای نظام‌دهی به کاربرد فراگرد ایجاد سیستم و فعالیتهای لازم برای نگهداری، توسعه و گسترش سیستم، در چهارچوب یک برنامه عملیاتی ساده به کار می‌رود. این روش، فراگرد ایجاد سیستم را به مثابه مجموعه‌ای از گامهای معین در نظر می‌گیرد که از مرحله بررسی تقاضا تا مرحله استقرار و نگهداری کل سیستم استمرار دارد (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۵۲-۵۵).

فعالتهای ایجاد سیستم را می‌توان به طرق گوناگونی انجام داد؛ برای مثال، دو نمونه از این طریقه‌ها در ذیل تشریح می‌شوند.

الف) چرخه حیات سنتی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

همان طور که گفته شد، چرخه حیات ایجاد سیستم، فراگردی است که تحلیلگران سیستم، مهندسان نرم‌افزار، و برنامه‌نویسان کامپیوتر، سیستم را به وسیله آن بنا می‌کنند؛ بنابراین، ابزاری برای مدیریت پروژه ایجاد سیستم محسوب می‌شود که برای برنامه‌ریزی، اجرا، و کنترل پروژه‌های مذکور به کار می‌رود. چرخه حیات سنتی ایجاد سیستم بر این نکته تأکید دارد که فراگرد ایجاد یک سیستم، فراگردی منظم و چند مرحله‌ای است که شامل مراحل ذیل می‌شود (نمودار ۶-۲):

۱. بررسی اولیه (تشخیص نیاز)؛

1. leveling or decomposition

2. system structure charts

3. pseudocode

شماره	مرحله	پرسش مهم	نتیجه
۱	بررسی اولیه (تشخیص نیاز)	مسأله چیست؟	۱. تبیین هدفها؛ ۲. تعیین شاخصهای عملکرد.
۲	مطالعه امکانپذیری	واقعيتها چیست؟ خواسته های کاربر کدام است؟	۱. تجزیه و تحلیل هزینه - منفعت؛ ۲. تبیین هدفهای جدید.
۳	طراحی مفهومی (طراحی خام)	برای حل مسأله چه باید کرد؟	۱. یافتن گزینه های جدید؛ ۲. تصویب یکی از گزینه ها.
۴	طراحی تفصیلی	مسأله چگونه باید حل شود؟	۱. طراحی سیستمهای نمونه؛ ۲. تنظیم برنامه آزمایش.
۵	استقرار	عملیات واقعی چیست؟ آیا دستورالعمل کاربر آماده است؟	۱. مستندسازی مناسب برای ارائه به کاربر؛ ۲. تدوین برنامه کارآموزی.
۶	نگهداری	آیا سیستم باید اصلاح شود (یا بهبود یابد؟)	۱. پاسخ به خواسته های کاربر؛ ۲. تأمین رضایت کاربر.

مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل، و ... ۱۸۵

۲. مطالعه میزان امکانپذیری (جمع‌آوری اطلاعات و ارزیابی سیستم موجود)؛
۳. طراحی مفهومی یا طراحی خام (ارزیابی سیستمهای جایگزین و تجزیه و تحلیل هزینه و منفعت هریک از آنها)؛
۴. طراحی تفصیلی (تعیین مختصات جزئی و کلی باز داده‌ها، داده‌ها، پرونده‌ها، رویه‌ها، شماره گذاری رمز، و آزمایش سیستم)؛
۵. استقرار سیستم (ارائه یک سیستم کاملاً عملیاتی به کاربران، و آموزش نحوه استفاده از آن)؛
۶. نگهداری سیستم (حصول اطمینان از تداوم پاسخگویی سیستم به نیاز کاربران، و توسعه توانمندیهای آن) (اوبرین، ۱۹۸۸، ص ۳۶۰-۳۶۳).

ب) چرخه حیات نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

در این چرخه حیات، از فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی - که مبتنی بر نگرش علمی جدیدی به تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم هستند - استفاده می‌شود. این چرخه حیات سه بخش کلی ذیل را در بر دارد:

بخش اول - تجزیه و تحلیل سیستم موجود؛

بخش دوم - تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم مطلوب؛

بخش سوم - استقرار سیستم مطلوب.

همان طور که در نمودار ۶-۳ ملاحظه می‌شود، بخش اول دربرگیرنده چهار گام عملیاتی مستقل است؛ در حالی که بخش دوم، پنج گام دارد - گامهای پنجم تا نهم - و بخش سوم دارای یک گام است که طی آن سه کار مهم انجام می‌شود. در نمودار مذکور، همچنین نحوه ارتباط فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی با هریک از گامهای دهگانه چرخه حیات سیستم نشان داده شده است. در واقع این فنون با هر گام در نمودار مرتبط هستند.

گام اول: تعریف مسأله

۱. تعیین، تبیین، و تصویب هدفهای بلند مدت و کوتاه مدت؛

۲. شرح توصیفی مسأله؛

۳. استفاده از نمودار محتوایی؛

۴. تعیین بخش (ناحیه) مورد مطالعه؛

۵. آغاز تهیه واژگان اطلاعات.

گام دوم: تهیه برنامه مطالعه سیستم

۱. تهیه برنامه‌ای کاربردی برای مطالعه؛

۲. کنترل پروژه.

گام سوم: جمع‌آوری اطلاعات درباره بخش مورد مطالعه و بررسی نحوه تعامل میان بخشها

۱. تهیه مدل فیزیکی سیستم موجود با استفاده از نمودار جریان اطلاعات؛

۲. آغاز شناسایی محتوای پایگاههای اطلاعاتی موجود؛

۳. توسعه واژگان اطلاعات؛

۴. گرفتن پذیرش برای ادامه کار.

گام چهارم: شناخت سیستم موجود

۱. تهیه مدل منطقی سیستم موجود با استفاده از نمودار جریان اطلاعات؛

۲. تکمیل شناسایی محتوای پایگاههای اطلاعاتی موجود.

گام پنجم: تعریف نیازهای سیستم جدید

۱. گرفتن پذیرش برای ادامه کار؛

۲. تهیه مدل منطقی سیستم جدید با استفاده از نمودار جریان اطلاعات؛

۳. آغاز تعیین مختصات جزئی؛

۴. تعیین محتوای پایگاههای اطلاعاتی سیستم جدید؛

۵. آغاز فراگرد عادی سازی یا پالایش واژگان اطلاعات.

گام ششم: طراحی سیستم جدید

۱. تکمیل فراگرد عادی سازی یا پالایش واژگان اطلاعات؛

۲. تهیه نمودار ساخت سیستم و نمودار ساخت اطلاعات و نمودار دستیابی

به اطلاعات؛

۳. تهیه مدل فیزیکی سیستم جدید با استفاده از نمودار جریان اطلاعات.

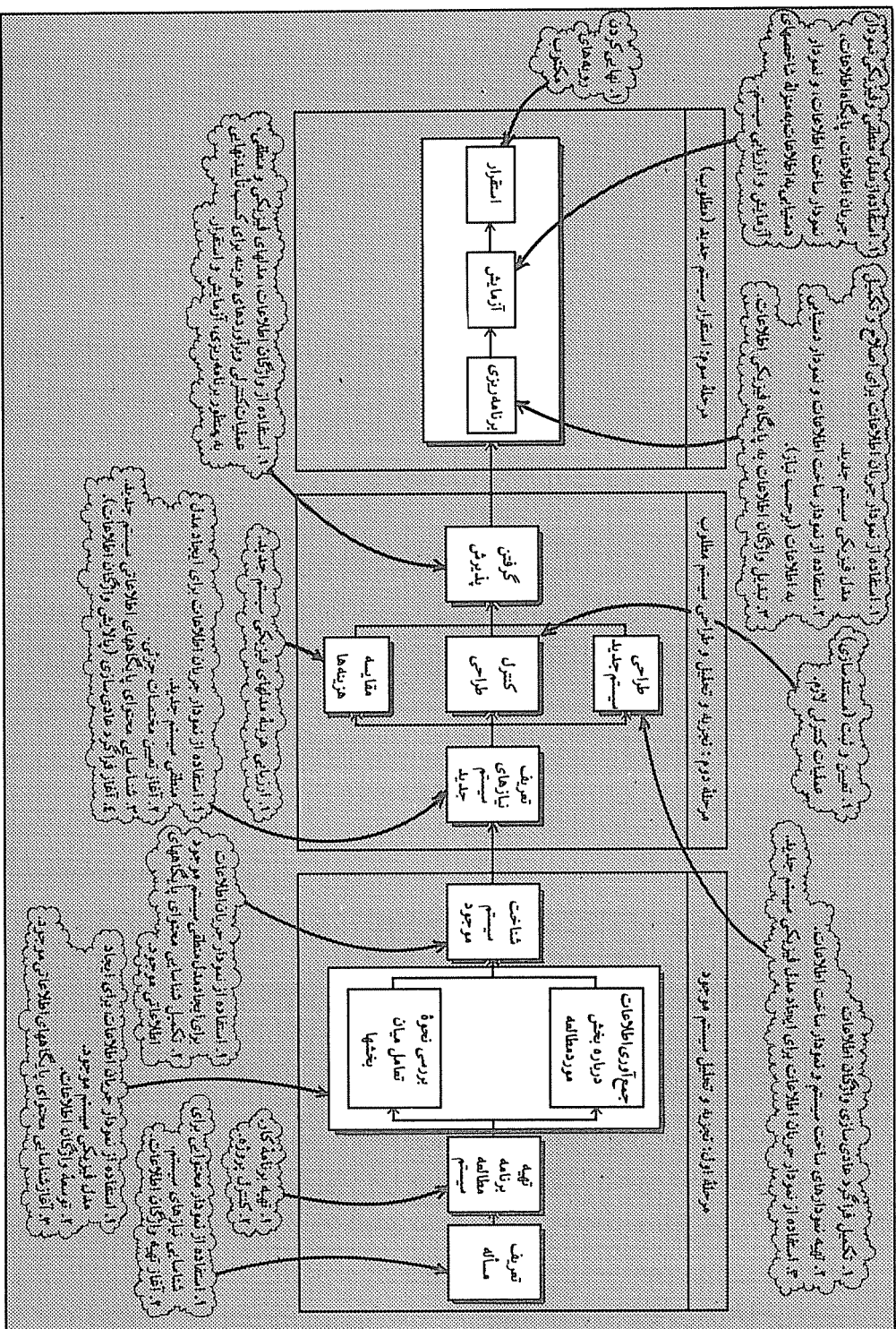
گام هفتم: کنترل طراحی

- تعیین و ثبت (مستندسازی) عملیات کنترلی لازم.

گام هشتم: مقایسه هزینه‌ها از حیث اقتصادی (باصرفه) بودن عملیات

۱. برآورد هزینه برای مدل‌های مبتنی بر جایگزینی انسان و ماشین؛

۲. برآورد هزینه برای مدل‌های فیزیکی سیستم جدید.



گام نهم: گرفتن پذیرش برای سیستم جدید

- تصویب نهایی فراگردهای برنامه‌ریزی، آزمایش، و اجرا - با استفاده از واژگان اطلاعات، مدل‌های فیزیکی و منطقی، عملیات کنترلی، و برآوردهای هزینه.

گام دهم: استقرار سیستم جدید

الف) برنامه‌ریزی:

۱. تکمیل شماره گذاری رمز در برنامه؛

۲. اصلاح و تکمیل مدل فیزیکی سیستم جدید با استفاده از نمودار جریان اطلاعات، نمودار ساخت اطلاعات، نمودار دستیابی به اطلاعات، و نمودار ساخت سیستم (برحسب نیاز)؛

۳. تبدیل واژگان اطلاعات به پایگاه فیزیکی اطلاعات.

ب) آزمایش:

- استفاده از نمودارهای جریان اطلاعات، مدل‌های فیزیکی و منطقی، پایگاه اطلاعات، نمودار دستیابی به اطلاعات، و نمودار ساخت اطلاعات به مثابه شاخصهای آزمون و ارزیابی.

ج) استقرار:

۱. تثبیت رویه‌های مکتوب؛

۲. آموزش کاربران (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۵۳-۵۶).

مدل‌های منطقی و فیزیکی

همان گونه که پیش از این نیز اشاره شد، به منظور تهیه مدل سیستم موجود و سیستم مطلوب، از فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی استفاده می‌شود. هر مدل، تصویری از یک سیستم ارائه می‌دهد (آواد، ۱۹۸۸، ص ۴۵۹ و کورتیس، ۱۹۸۹، ص ۳۲۵-۳۳۶). مزیت مدلسازی برای سیستم، این است که مدل را براحتی می‌توان برای ارزیابی و آزمایش در کاربردهای گوناگون، تغییر داد؛ برای مثال، طراحان هواپیما، مدل‌هایی می‌سازند که با استفاده از آنها می‌توان آزمایشهای ضروری را در مورد ویژگیهای طراحی شده در بالها، میزان ثبات آنها، وضعیت جریان هوا در اطراف هواپیما و غیره انجام داد. طراحان اتومبیل نیز برای آزمایش اثر ویژگیهای مختلف طراحی شده در وسایل نقلیه، مدلسازی می‌کنند. در سازمانهای اداری نیز می‌توان برای آزمایش سیستمهای مدیریت - مانند سیستم حسابداری، پرداخت دستمزد، و صدور صورتحساب - مدل‌هایی را طراحی کرد.

الف) مدل فیزیکی سیستم موجود.

کارکردها:

۱. بررسی کیفیت کارکرد سیستم موجود؛
۲. تعیین موارد ذیل:
 - ۲-۱. موجودیتهای خارجی؛
 - ۲-۲. فراگردهای صورت پذیرفته؛
 - ۲-۳. توالی فراگردها؛
 - ۲-۴. اطلاعات به کار رفته در این فراگردها؛
 - ۲-۵. نحوه انجام فراگردها شامل بررسی وضعیت افراد، کاربرگها، کامپیوترها و غیره.

ب) مدل منطقی سیستم موجود.

کارکردها:

۱. بررسی کیفیت عملکرد سیستم موجود، بدون توجه به چگونگی انجام فراگردها (دستی یا کامپیوتری)؛
۲. تعیین موارد ذیل:
 - ۲-۱. فراگردهای مورد نیاز؛
 - ۲-۲. جریان اطلاعات مورد نیاز؛
 - ۲-۳. اطلاعات مورد نیاز؛
 - ۲-۴. موجودیتهای خارجی مورد نیاز (تعاملهای ضروری سیستم با سایر سیستمها).

ج) مدل منطقی سیستم مطلوب.

کارکردها:

۱. تعیین کیفیت عملکرد سیستم مطلوب در رفع نیازهای سازمان؛
۲. تعیین موارد ذیل:
 - ۲-۱. فراگردهای مورد نیاز؛
 - ۲-۲. جریان اطلاعات مورد نیاز؛
 - ۲-۳. اطلاعات مورد نیاز؛
 - ۲-۴. موجودیتهای خارجی مورد نیاز (تعاملهای ضروری سیستم با سایر سیستمها).

د) مدل فیزیکی سیستم مطلوب.

کارکردها:

۱. تعیین کیفیت عملکرد واقعی سیستم مطلوب؛
۲. تعیین موارد ذیل:
 - ۲-۱. فراگردهایی که باید صورت پذیرند؛
 - ۲-۲. توالی فراگردها؛
 - ۲-۳. اطلاعات مورد نیاز برای فراگردها؛
 - ۲-۴. نحوه انجام فراگردها؛ شامل بررسی وضعیت افراد، کاربرگها، کامپیوتر و غیره؛
 - ۲-۵. مرز میان فراگردهای دستی و ماشینی.

نگاره ۶-۱ چهار مدل نظام یافته در حال تکامل، برای تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

برای طراحی نظام یافته، می توان چهار نوع مدل را به کار برد:

۱. مدل فیزیکی سیستم موجود؛

۲. مدل منطقی سیستم موجود؛

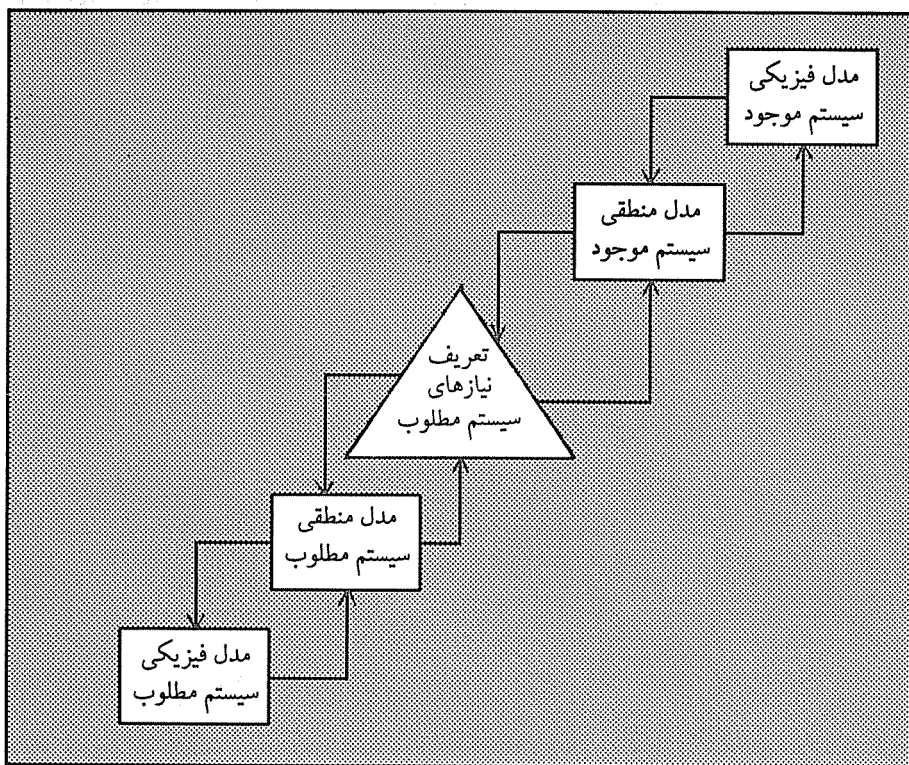
۳. مدل منطقی سیستم مطلوب؛

۴. مدل فیزیکی سیستم مطلوب.

کارکردها و موارد قابل بررسی به وسیله این مدلها در نگاره ۶-۱ مطرح شده اند (فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۷، ص ۵۴-۵۵).

هر مدل فیزیکی، تصویری از یک سیستم ارائه می کند که نشان می دهد که کار، از لحاظ فیزیکی، چگونه صورت می پذیرد. بعلاوه، می توان وضعیت عواملی نظیر توالی عملیات، افراد، پردازش کامپیوتری، و کاربرگهای کاغذی را نیز با استفاده از مدل فیزیکی نشان داد. باید توجه کرد که امور مربوط به پردازش، همواره با توالی واقعی خود نشان داده می شوند. همچنین هر مدل فیزیکی باید نشان دهد که «هر فراگرد چگونه انجام می گیرد؟» یا «چگونه انجام خواهد گرفت؟»؛ در حالی که یک مدل منطقی، تصویری از یک سیستم ارائه می کند و نشان می دهد که چه «فراگردهایی باید صورت پذیرند؟»؛ «جریان اطلاعات در داخل سیستم چگونه است؟»؛ و «ذخیره کردن چه نوع اطلاعاتی ضرورت دارد؟». در اینجا، این امر با منطقی ترین توالی (بدون توجه به توالی پردازش در عالم واقعی یا فیزیکی) صورت می پذیرد. به بیان دیگر، مدلهای منطقی، آنچه را که سیستم باید انجام دهد، به تصویر می کشند. بعلاوه، مدل منطقی برای تجزیه و تحلیل سیستم نیز به کار گرفته می شود و تعیین می کند که «چه فعالیتهایی باید در فراگرد سیستم صورت پذیرند؟»؛ «اطلاعات مورد نیاز سیستم چیست؟»؛ و «جریان اطلاعات میان فراگردها و مخازن (پایگاههای) اطلاعاتی چگونه است؟». مدل فیزیکی سیستم مطلوب نیز در طراحی نهایی، برای تشریح میزان دقت فراگردهای متوالی سیستم به کار می رود.

برای مثال، مهندسان معماری برای طراحی یک ساختمان جدید، نخست شکل سیستم مطلوب را طراحی کرده، آن را بر روی کاغذ ترسیم می کنند. مدل منطقی ساختمان، شامل نقشه، اندازه، و مشخصات تفصیلی آن است. بعد از طراحی مدل منطقی، مدل سه بعدی کوچکی ساخته می شود. این مدل، در واقع همان مدل فیزیکی است که به کارفرما نشان می دهد که ساختمان دقیقاً چگونه خواهد بود. کارفرما و مهندس طراح درباره طرح بحث می کنند و مهندس طراح ممکن است بارها در مدلهای



نمودار ۶-۴ سازوکار آشنایی^۱ مدلسازی، در تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

منطقی خود تجدیدنظر کند تا مدل مطلوب به دست آید. هنگامی که کارفرما از مدل راضی شد، ایجاد ساختمان واقعی شروع می‌شود. در سیستمهای مدیریتی نیز زمانی اقدام به برنامه‌نویسی می‌شود که کارفرما از مدل راضی شده باشد. نمودار ۶-۴، فراگرد ترتیبی ساخت مدلها را نشان می‌دهد (آلتر، ۱۹۹۲، ص ۶۳۰-۶۳۵ و فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۷، ص ۵۷). نکته حائز اهمیت این است که فراگرد تجزیه و تحلیل و طراحی، با ساختن مدل فیزیکی سیستم موجود آغاز می‌شود؛ هرچند که بعضی از طراحان سیستم، از ساختن این مدل - به دلیل آشنایی خود و کارفرما با سیستم موجود - طفره می‌روند. سپس مدل منطقی سیستم موجود ایجاد می‌شود. گذر از مدل فیزیکی سیستم موجود و دست یافتن به مدل منطقی آن، به شناخت اطلاعات مورد نیاز و مسیرهای جریان

1. a waterfall diagram

اطلاعات میان فراگردهای گوناگون سیستم موجود، کمک می‌کند.

حتی اگر مدل‌های فیزیکی و منطقی سیستم موجود کامل شده باشند، پیش از آغاز کار بر روی مدل‌های سیستم مطلوب، باید نیازهای سیستم مطلوب را به طور قطعی تعریف کرد. نیازهای سیستم مطلوب، نقش حلقه واسطه را میان مدل‌های منطقی سیستم موجود و مدل‌های منطقی سیستم مطلوب ایفا می‌کنند؛ در واقع پیش از تعیین نیازهای سیستم مطلوب، تفاوتی میان مدل‌های منطقی مذکور وجود ندارد.

گام بعدی، تجزیه و تحلیل سیستم مطلوب به منظور طراحی مدل منطقی آن است. مدل منطقی سیستم مطلوب، جریان اطلاعات، گام‌های پردازش، و نیازهای اطلاعاتی آن را - بدون توجه به روش‌های کاربردی برای استقرارشان - نشان می‌دهد.

سرانجام، مدل فیزیکی سیستم مطلوب، به منظور شناخت بهتر روش‌های فیزیکی مورد نیاز برای استقرار فراگردها و گام‌های پردازش و جریان اطلاعات، و کنترل توالی عملیات ایجاد می‌گردد.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل ششم

روش‌های سنتی تجزیه و	ابزارهای نظام یافته	حلقه بازخور آزمایش
تحلیل و طراحی	مستندسازی	حلقه بازخور نگهداری
تجزیه و تحلیل و طراحی	نمودار محتوایی	چرخه حیات سنتی ایجاد سیستم
نظام یافته	جدول تصمیم‌گیری	چرخه حیات نظام یافته ایجاد سیستم
هدف‌های کاربر	درخت تصمیم‌گیری	
خواسته‌های کاربر	شماره‌های رمز	سیستم کنترل طراحی
نیازهای سیستم	چرخه حیات ایجاد سیستم	
هموارسازی (تفکیک)	تشخیص نیاز	مدل فیزیکی سیستم موجود
تقسیم‌بندی سلسله مراتبی	مطالعه امکان‌پذیری	مدل منطقی سیستم موجود
نمودار جریان اطلاعات	طراحی مفهومی (خام)	مدل منطقی سیستم مطلوب
واژگان اطلاعات	طراحی تفصیلی	مدل فیزیکی سیستم مطلوب
ساختار اطلاعات	گرفتن پذیرش	سازوکار آشنایی مدل‌سازی سیستم
مختصات جزئی	استقرار	

پرسشهای فصل ششم

۱. ابزارهای تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم را نام ببرید.
۲. چرا روش برنامه‌ریزی نظام‌یافته ابداع شد؟
۳. منظور از طراحی سلسله‌مراتبی چیست؟ توضیح دهید.
۴. فنون نظام‌دهی اطلاعات به چه منظور به کار گرفته می‌شوند؟ و برای نظام‌دهی از چه روشی استفاده می‌کنند؟
۵. فنون تفکیک وظیفه‌ای چگونه به کار می‌روند؟
۶. روشهای نظام‌یافته تجزیه و تحلیل و طراحی کدامند؟
۷. منظور از تجزیه و تحلیل نظام‌یافته چیست؟ نحوه استفاده از آن را توضیح دهید.
۸. چه رابطه‌ای میان «ابزارهای نظام‌یافته تجزیه و تحلیل»، و «طراحی نظام‌یافته» وجود دارد؟ توضیح دهید.
۹. رعایت چه نکاتی برای کاهش هزینه طراحی ضرورت دارد؟
۱۰. در تجارب اولیه طراحی و ایجاد سیستم، چه مشکلاتی از حیث مستندسازی وجود داشت؟ توضیح دهید که چرا استفاده از تجزیه و تحلیل نظام‌یافته، این مشکل را برطرف می‌سازد.
۱۱. ابزارها و فنون عمده‌ای که برای مستندسازی در طراحی و ایجاد سیستم به کار می‌روند، کدامند؟
۱۲. منظور از چرخه حیات ایجاد سیستم چیست؟ توضیح دهید.
۱۳. چرخه حیات سنتی و چرخه حیات نظام‌یافته ایجاد سیستم را با هم مقایسه کنید.
۱۴. سؤالات مهمی که هنگام بررسی چرخه حیات سنتی ایجاد سیستم، باید مد نظر قرار گیرند، کدامند؟
۱۵. مراحل چرخه حیات سنتی ایجاد سیستم را بنویسید.
۱۶. حلقه بازخور آزمایش و حلقه بازخور نگهداری را با هم مقایسه کنید.
۱۷. مدل‌های چهارگانه طراحی نظام‌یافته را نام ببرید.
۱۸. منظور از مدل‌های فیزیکی و منطقی چیست؟ این مدل‌ها را در وضع موجود و وضع مطلوب مقایسه کنید.
۱۹. سازوکار آشنایی مدلسازی را در تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم، توضیح دهید (با رسم شکل).

فصل هفتم

شناخت بافت سازمانی^۱

قبل از هرگونه اقدام برای تعیین نیازهای سازمان به سیستمهای اداری، شناخت آن ضرورت دارد. برای شناخت محیط سازمانی سیستمهای اداری، از دو روش استفاده می‌شود:

(الف) عوامل حیاتی موفقیت^۲: این روش بر نحوه استفاده از عوامل حیاتی موفقیت در ایجاد معرفت در مورد سازمان و نیازهای آن دلالت دارد.

(ب) نمودار محتوایی^۳: این نمودار برای ایجاد معرفت در مورد نقش سیستم پیشنهادی در سازمان، به کار می‌رود.

تحلیلگران، این دو روش را برای تعیین مجموعه نیازهای مقدماتی، و مرزبندی میان خرده سیستمها به کار می‌برند.

روش عوامل حیاتی موفقیت

تحلیلگران ابتدا باید هدفها و محدودیتهای سازمان را بشناسند؛ در حالی که معمولاً در هنگام تعیین نیازها، بیشترین توجه آنها معطوف به شناخت برخی از خرده سیستمها می‌شود. شناخت نوع نیازهای سازمان به طراحی سیستم، مبتنی بر چهار عامل ذیل است:

۱. هدفهای خرد و کلان سازمان؛

۲. استراتژیها و خط مشیهای سازمان؛

۳. ساختار سازمان؛

۴. عوامل حیاتی موفقیت سازمان.

در اینجا سه عامل اول نیز در قالب عامل چهارم بررسی می‌شوند و روش عوامل

1. understanding the organizational context

2. critical success factors

3. context diagrams

حیاتی موفقیت، به مثابه فن و شیوه‌ای برای شناسایی نیازهای اطلاعاتی سازمان، تشریح می‌شود (بولن و روکارت، ۱۹۸۱، ص ۳۸۳-۴۲۳). عوامل حیاتی موفقیت، عوامل محدودی هستند که در موفقیت سازمان نقشی حیاتی دارند و اگر سازمان بخواهد حیات خود را ادامه بدهد، باید آنها را مهیا کند؛ به دیگر سخن، هر «عامل حیاتی موفقیت»، زمینه‌ای است که باید کارهای مربوط به آن به بهترین وجه انجام شوند تا سازمان موفق گردد. مراحل ذیل، به مثابه گامهای اساسی روش عوامل حیاتی موفقیت، در نظر گرفته می‌شوند:

۱. مطالعه سازمان و بررسی هدفهای خرد و کلان، استراتژیها، و خط‌مشیهای آن؛
۲. شناسایی مدیران اصلی، برای مصاحبه درباره عوامل حیاتی موفقیت؛
۳. برنامه‌ریزی و اجرای مصاحبه؛
۴. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده؛ به گونه‌ای که فهرستی از عوامل حیاتی موفقیت برای کل سازمان تهیه شود و مورد استفاده قرار گیرد (مارتین، ۱۹۸۲، ص ۴).

مطالعه سازمان

در واقع، در هر صنعت و در هر سطحی از مدیریت کارهای حساسی وجود دارند که تحقق اهداف سازمان در گرو انجام صحیح آنهاست (روکارت، ۱۹۷۹، ص ۸۶)؛ بنابراین نخستین گام در تعیین عوامل حیاتی موفقیت، شناسایی هدفهای سازمانی و پیدا کردن سرنخهایی است که به نحوه کسب آن اهداف دلالت دارند.

هدفهای هر سازمان، دلایل اصلی وجود آن سازمانند و مقاصد بلند مدت سازمان نیز بر نحوه نیل به آنها تأکید دارد. هدف اصلی بیشتر سازمانها ارائه محصول یا خدمت با رعایت تناسب هزینه و اثربخشی است. سازمان برای دستیابی به این هدف، هدفهای کوتاه مدتی را تعیین می‌کند و انجام کارهای خاصی را در یک محدوده زمانی معین برنامه‌ریزی می‌کند؛ نظیر اینکه «باید پانزده درصد از هزینه‌های تولید، طی دو سال آینده کاهش یابد» یا «سهم بازار باید در سال مالی آتی، سی درصد افزایش یابد».

نگاره ۷-۱ برخی از هدفهای بلند مدت و کوتاه مدت بیمارستان شفا را فهرست کرده است. این نگاره، نحوه انعکاس هدفهای سازمانی (بیمارستان) در هدفهای یک بخش وظیفه‌ای (داروخانه)، و سیستم اطلاعاتی یکی از خرده سیستمهای آن (سیستم فروش دارو) را نیز نشان می‌دهد.

موضوع	شرح
۱. هدف کلی سازمان: ۲. هدف کوتاه مدت (مربوط به سیستم داروخانه):	ارائه خدمات بهداشتی به جامعه. بهبود نحوه ارائه خدمات دارویی به ارباب رجوع، از طریق بهینه‌سازی رویه‌های فروش دارو در سال آتی.
۳. هدف کلی بخش داروخانه (به منزله یک بخش وظیفه‌ای): ۴. هدف کوتاه مدت داروخانه:	ارائه خدمات دارویی به ارباب رجوع، و ثبت و حفظ سوابق همه معاملات دارویی. بهبود کارآیی بخش داروخانه در سال آتی، از طریق استفاده از کامپیوتر برای پردازش و ثبت معاملات دارویی.
۵. هدف کلی خرده سیستم فروش دارو: ۶. هدف کوتاه مدت خرده سیستم فروش دارو:	بهبود کارآیی بخش داروخانه، از طریق کامپیوتری کردن سیستم بایگانی معاملات دارویی. تهیه یک جدول زمانبندی برای تحلیلگر؛ به طوری که بتواند در مدت یک ماه، نیازهای خود را تعیین کند.

نگاره ۷-۱ نمونه‌هایی از هدفهای خرد و کلان سه سطح مدیریت در بیمارستان شفا

تحلیلگر برای شناخت بهتر سازمان باید تلاش کند تا آن مجموعه از خطوط کلی که سازمان برای نیل به هدفهای خود ترسیم می‌کند را نیز شناسایی کند. این خطوط کلی همان استراتژیهای سازمان هستند. این استراتژیها بر نحوه تخصیص منابع سازمان برای کسب هدفهای سازمانی دلالت دارند. سازمانها منابع محدودی دارند که نحوه استفاده آنها از این منابع، بیانگر آن است که «سازمانهای مذکور چه چیزی را مهم به شمار می‌آورند؟»؛ «بخشها و نواحی حیاتی‌تر از دیدگاه آنان کدامند؟»؛ و «از چه جنبه‌هایی باید بیشترین حمایت را به عمل آورند؟». بنابراین، استراتژیهای هر سازمان برای استفاده از عوامل حیاتی موفقیت خودش، بیانگر نحوه نگرش آن سازمان به پدیده‌های مختلف است.

استراتژیهای هر سازمان از طریق خط‌مشیهای سازمانی، به منزله خطوطی راهنما برای عملیات روزانه آن، به اجرا درمی‌آیند. این خط‌مشیها چهارچوبی را برای تصمیم‌گیری ارائه می‌کنند تا سازمان بتواند با مسائلی که هنگام پی‌گیری هدفهای خود با آنها مواجه می‌شود، برخورد کند.

هنگامی که یک سیستم اطلاعاتی ایجاد می‌شود، بسیاری از استراتژیها و

موضوع	شرح
۱. استراتژی واحد داروخانه:	پی گیری و گزارش کردن همه معاملات دارویی.
۲. خط مشی واحد داروخانه:	ثبت روزانه اطلاعات مربوط به فروش دارو بر روی کاربرگ، و تهیه خلاصه گزارش در پایان هر روز.
۳. نیازهای سیستم اطلاعاتی:	ثبت اطلاعات مربوط به فروش دارو (به طور خودکار)، و ارائه خلاصه گزارش به واحد اداری، در پایان هر روز.

نگاره ۷-۲ استراتژیها و خط مشیهای مؤثر بر هدف سیستم در بیمارستان شفا

خط مشیهای سازمان، به مثابه عواملی برای تعیین نیازهای اطلاعاتی در نظر گرفته می شوند. در نگاره ۷-۲، نمونه هایی از استراتژیها و خط مشیهای تعیین کننده نیازهای اطلاعاتی سیستم داروخانه ارائه شده اند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۹۱).

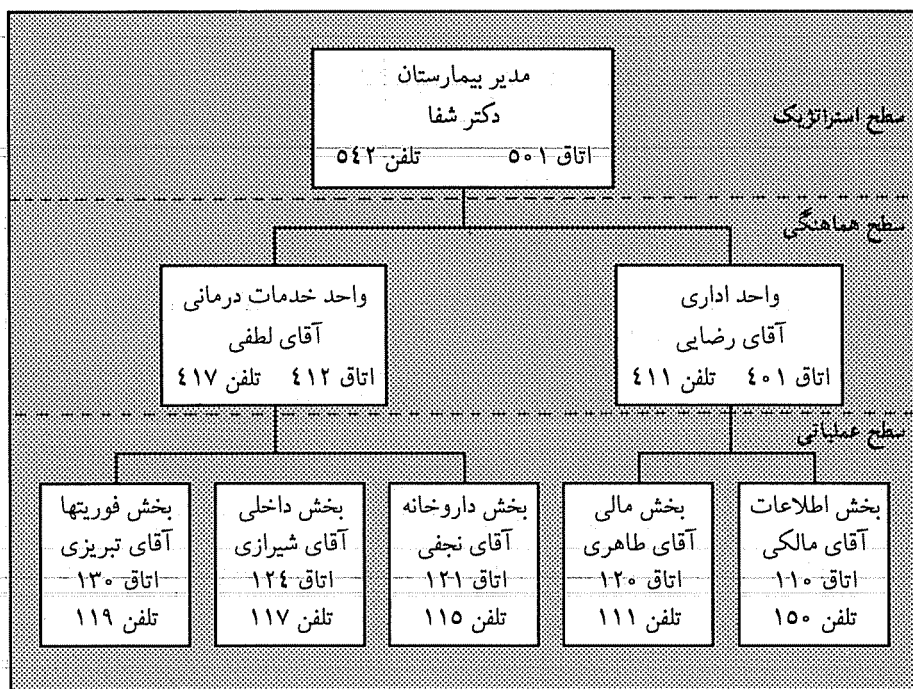
انتخاب افراد برای مصاحبه

معمولاً سه سطح تصمیم گیری در هر سازمان وجود دارد:

۱. سطح استراتژیک (که استراتژیها و هدفهای کلی سازمان را تعیین می کند)؛
۲. سطح میانی یا هماهنگی (که به اتخاذ تصمیمهای کلی در یک ناحیه وظیفه ای پرداخته، آن را کنترل می کند و منابع موجود را برای کسب هدفهای سازمانی، تخصیص می دهد)؛
۳. سطح عملیاتی (که به طور «روز به روز» و «ساعت به ساعت»، نحوه عملکرد سازمان را کنترل می کند).

یک روش ترسیمی برای نشان دادن سطوح سازمانی مختلف، استفاده از نمودار سازمانی است. نمودار سازمانی، اسامی نواحی و بخشهای وظیفه ای و مدیران سطوح مختلف را ارائه می کند. برای مثال، نحوه سازماندهی بیمارستان شفا، در نمودار ۷-۱ مشاهده می شود. همچنین در نگاره ۷-۳ ویژگیهای یک نمودار سازمانی خوب، فهرست شده اند.

در نمودار ۷-۲، با رسم یک خط منحنی بسته، خرده سیستم داروخانه از بقیه خرده سیستمها جدا شده، مرز و نحوه ارتباطات آن مشخص گردیده است؛ به این ترتیب



نمودار ۷.۱ نمودار سازمانی بیمارستان شفا

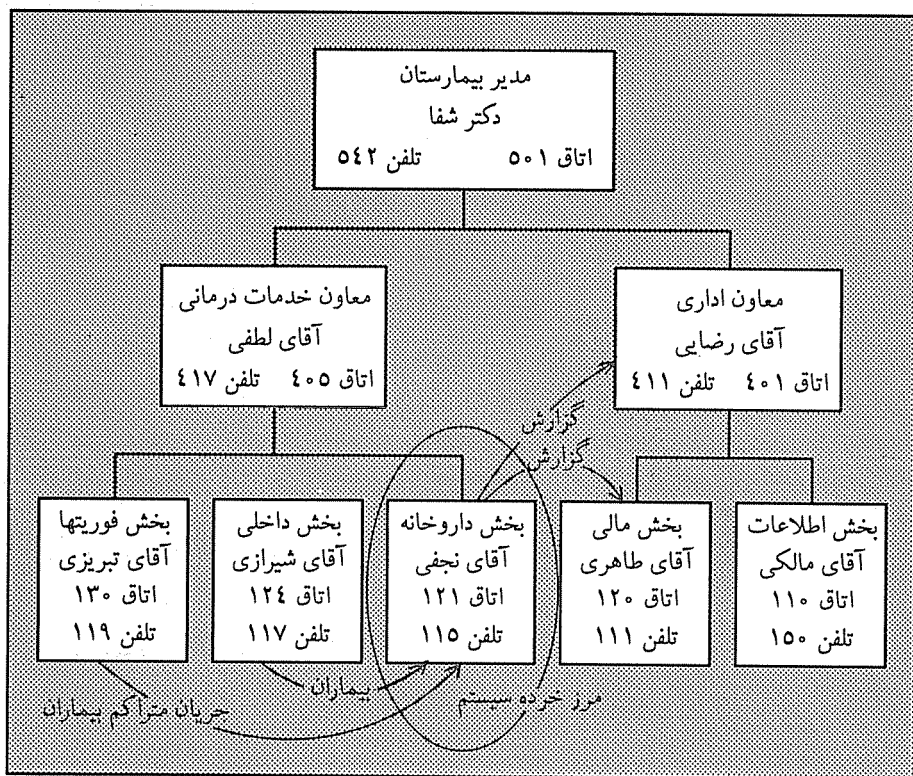
در یک نمودار سازمانی خوب:

۱. نواحی و بخشهای وظیفه‌ای به نحو مطلوب سازمان یافته‌اند؛
۲. خطوط فرماندهی به طور واضح در میان سطوح عملیاتی، میانی، و عالی تبیین شده‌اند؛
۳. برای هر بخش و ناحیه وظیفه‌ای، عنوان مناسبی انتخاب شده است؛
۴. عناوین ارائه شده بیانگر زمینه مسئولیت هر ناحیه هستند؛
۵. نام تصمیم‌گیرندگان اصلی، مشخص شده است؛
۶. شماره اتاق و تلفن داخلی هر تصمیم‌گیرنده اصلی، ذکر شده است.

نگاره ۷.۳ ویژگیهای یک نمودار سازمانی خوب

که نواحی و بخشهای دیگر نیز با یک پیکان نامگذاری شده، به داروخانه متصل شده‌اند. این اتصال بیانگر جهت و ماهیت تعامل آنها نیز هست؛ برای مثال، بیماران از بخشهای داخلی و فوریتهای پزشکی به داروخانه می‌روند و گزارشهای داروخانه نیز به بخش اداری و مالی ارسال می‌شود.

تحلیلگر با بررسی کلی سازمان و مطالعه سیستم پیشنهادی می‌تواند افراد را برای



نمودار ۷.۲. نمودار سازمانی بیمارستان شفا و تعیین مرزهای مقدماتی برای خرده سیستم داروخانه

مصاحبه دعوت کند. هرچند سرانجام توجه تحلیلگر به کارکنان بخش داروخانه معطوف خواهد شد، ولی در این مرحله باید دید گسترده‌تری وجود داشته باشد و برنامه‌ای نیز برای مصاحبه با مدیرانی که بخش آنان از این سیستم تأثیر می‌پذیرد (مانند بخش مالی و اداری)، تنظیم گردد. اگر اهداف و خط‌مشی‌های سازمان و آن دسته از بخش‌های وظیفه‌ای که به طور مستقیم تحت تأثیر سیستم هستند، بوضوح تعیین شده باشند و مرز سیستم پیشنهادی نیز به طور مطلوب تعریف شده، و هدف سیستم مذکور روشن باشد، مصاحبه فقط برای بررسی گسترده هدفها انجام می‌شود. به هر حال، اگر پروژه مخاطره‌آمیز به نظر برسد، ممکن است تحلیلگر بخواهد - در هر سطح - حداقل با یک یا دو مدیر دیگر (نظیر دکتر شفا و آقای لطفی) نیز مصاحبه کند؛ هرچند که آنان به طور مستقیم تحت تأثیر سیستم نباشند (جویدن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۹۲).

برنامه‌ریزی و انجام مصاحبه

بعد از اینکه تحلیلگر هدفها و خط‌مشیهای سازمان را شناخت و افراد مهم و اصلی را شناسایی کرد، باید جدول زمانبندی مصاحبه را تهیه کند. هنگامی که تحلیلگر برای مصاحبه آماده می‌شود، باید بر دلایل برگزاری مصاحبه واقف باشد. هدفهای مصاحبه عبارتند از:

۱. شناخت سازمان، و نقش مصاحبه شونده در آن؛
۲. شناخت هدفهای خرد و کلان مصاحبه شونده؛
۳. ایجاد معرفت برای مصاحبه شونده درباره عوامل حیاتی موفقیت؛
۴. کمک به مصاحبه شونده، برای اینکه بتواند نیازهای اطلاعاتی خود را بنحوی کاملتر از پیش، بررسی کند.

اکنون پس از بررسی تفصیلی موارد اول و دوم، برای درک مورد سوم باید چهار منبع را در خصوص «عوامل حیاتی موفقیت» در سازمان، ملاحظه و بررسی کرد. این چهار منبع عبارتند از:

۱. صنعتی که سازمان به آن تعلق دارد؛
۲. استراتژی رقابتی، وضعیت صنعت، و محل جغرافیایی سازمان؛
۳. عوامل محیطی؛
۴. عوامل موقتی.

منابع عوامل حیاتی موفقیت سازمان

صنعتی که سازمان به آن تعلق دارد - هر سازمان در خصوص مواردی نظیر ترکیب محصول، سهم بازار، قیمت، و کنترل هزینه در بخش صنعتی خود، مجموعه‌ی ویژه‌ای از «عوامل حیاتی موفقیت» را در اختیار دارد؛ برای مثال، کاهش هزینه‌ی یک بیمارستان، با هر اندازه و در هر مکان که باشد، برای آن اهمیت دارد.

استراتژی رقابتی، وضعیت صنعت، و محل جغرافیایی سازمان - در هر سازمان عوامل ویژه‌ای وجود دارد که موقعیت آن را در صنعت و نحوه‌ی پاسخگویی به رقبا تعیین می‌کند. اگر داروخانه‌های سایر بیمارستانها برای نگهداری حسابهای فروش دارو از کامپیوتر استفاده می‌کنند، بیمارستان شفا نیز مجبور است که برای حفظ توان رقابتی خود، همان کار را انجام دهد.

عوامل محیطی - عواملی نظیر قوانین و مقررات دولتی، شرایط اقتصادی، و ترکیب جمعیت بر نحوه عملکرد سازمان و اولویت بندی نیازهای آن مؤثر هستند؛ برای مثال، اگر سازمان تأمین اجتماعی، سیستم پرداخت حق بیمه خود را کامپیوتری کرده باشد، ممکن است بیمارستان شفا نیز به ایجاد سیستم کامپیوتری صدور صورتحساب علاقه مند شود.

عوامل موقتی - برخی از امور در یک زمان خاص، برای سازمان اهمیت ویژه ای دارند؛ برای مثال، ممکن است در صورت کاهش تعداد بیماران در چند ماه آینده، مدیر بیمارستان شفا به کاهش هزینه های عملیاتی کوتاه مدت بسیار علاقه مند شود.

تحلیلگر باید مجموعه پرسشهایی را تهیه کند که طرح آنها مصاحبه شونده را به تفکر درباره این منابع وادار کند. وی می تواند دو یا سه روز پیش از مصاحبه، یادداشتی برای هریک از مصاحبه شوندگان بفرستد و با یادآوری هدف مصاحبه، مطالبی را به اختصار درباره «عوامل حیاتی موفقیت» مطرح کند؛ به این ترتیب مدیر می تواند با فرصت کافی در مورد این عوامل بیندیشد. نگاره ۴-۷، مجموعه ای از پرسشهای مهم برای مطرح کردن در مصاحبه را نشان می دهد (بولن و روکارت، ۱۹۸۱، ص ۸۶-۸۷).

شماره	مجموعه پرسشها
۱	نقش خود را در این سازمان چگونه ارزیابی می کنید؟
۲	رسالت عمده شغل شما چیست؟
۳	هدفهای رسمی و غیررسمی بخش یا ناحیه وظیفه ای شما چیست؟ به چه اطلاعاتی برای تحقق این هدفها نیاز دارید؟
۴	به کدام جنبه از شغل خود باید بیشترین توجه را داشته باشید؟
۵	کدام جنبه از شغل شما نقش حساسی در موفقیت شما - در بخش وظیفه ای - دارد؟ در موفقیت کل سازمان چطور؟ چگونه می توان درباره آنها به جمع آوری اطلاعات پرداخت؟
۶	وجود چه عواملی برای موفقیت واحد شما و کل سازمان حیاتی است؟ چگونه آن عوامل را اولویت بندی می کنید؟
۷	در کدام بخشها وقوع شکست ممکن است بیشترین صدمه را به بخش شما - یا به کل سازمان - بزند؟
۸	اگر مجاز باشید فقط در سه مورد به اطلاعات موجود درباره ناحیه وظیفه ای یا سازمان خود دسترسی داشته باشید، کسب چه اطلاعاتی را - پیش از سایر اطلاعات - در اولویت قرار می دهید؟
۹	کدام عوامل محیطی بر نحوه کار شما بیشترین تأثیر را دارند؟
۱۰	مواردی را بیان کنید که اگر رقیب شما انجام دهد، می تواند به طور مستقیم بر بخش یا سازمان شما اثر بگذارد؟
۱۱	مهمترین کارها و برنامه های شما در کوتاه مدت چیست؟ در بلند مدت چطور؟
۱۲	چگونه از میزان تحقق هدفهایتان مطلع می شوید؟ شاخصهای تشخیص موفقیت شما کدامند؟
۱۳	میزان مطلوبیت عملکرد بخش یا سازمان خود را در دستیابی به عوامل حیاتی موفقیت ارزیابی کنید؟

نگاره ۴-۷. نمونه ای از پرسشهای مهم برای مصاحبه در مورد عوامل حیاتی موفقیت سازمان

تجزیه و تحلیل «عوامل حیاتی موفقیت» سازمان

پس از انجام دادن مجموعه مصاحبه‌ها می‌توان فهرستی از عوامل حیاتی موفقیت سازمان را تهیه کرد. برای این منظور، عوامل حیاتی موفقیت موردنظر مصاحبه‌شوندگان مرور می‌شود و هر عامل در یکی از چهار گروه مذکور طبقه‌بندی می‌شود. آنگاه عوامل حیاتی موفقیت ذکر شده در هر دسته، تلفیق می‌گردند تا ضمن اجتناب از تکرار، مشخص شود که «آیا می‌توان از آنها الگویی به دست آورد یا خیر؟». گاهی ممکن است چند مدیر عوامل یا متغیرهای مشابهی را ذکر کنند؛ برای مثال، پس از مصاحبه با مدیران بیمارستان شفا، ممکن است آشکار شود که یک عامل حیاتی موفقیت از نظر مدیر بیمارستان، ارائه خدمات دارویی در محل بیمارستان است؛ در حالی که برای مدیر رده پایین‌تر، وجود اطلاعات دقیق و بموقع درباره فروش دارو اهمیت دارد؛ ولی در سطح عملیاتی، ثبت اطلاعات در مورد کارآیی فروش دارو و تهیه خلاصه گزارش، در شمار عوامل حیاتی موفقیت قرار دارد. اگرچه در اینجا عامل حیاتی موفقیت سازمان، در هر سطح مدیریت به گونه‌ای خاص بیان شده است، می‌توان آن را با عنوان «تجهیز مدیریت و ارائه کارآمد خدمات دارویی در محل بیمارستان» جمع‌بندی کرد. در نگاره ۷-۵، نمونه‌هایی از عوامل حیاتی موفقیت بیمارستان شفا فهرست شده است.

با توجه به موارد ذیل، می‌توان گفت که شناخت عوامل حیاتی موفقیت موجب

تسهیل برنامه‌ریزی در سیستم می‌شود:

۱. اگر تحلیلگر بداند که سازمان به چه چیزی بیش از همه بها می‌دهد، بهتر می‌تواند هدفهای سیستم را با هدفهای سازمان همسو کند.

۲. در صورت تشخیص عوامل حیاتی موفقیت، تحلیلگر می‌تواند به صورت اثربخش‌تری قابلیت‌های سیستم را با نیازهای اطلاعاتی سازمان تطبیق دهد. همچنین، شاید بتواند تسهیلاتی را برای تأمین نیازهای کاربران و نیازهای کلی سازمان ایجاد کند؛ برای مثال، آقای طاهری در بیمارستان شفا، راهی را پیشنهاد می‌کند تا ضمن تهیه گزارشهای مورد نیاز در بخش اداری، حجم کار دستیاران داروخانه نیز - با حذف موارد تکراری از رویه‌های ثبت اطلاعات - کاهش یابد؛ زیرا آقای طاهری هم عوامل حیاتی موفقیت اداره‌کنندگان بیمارستان (دسترسی بموقع به اطلاعات دقیق درباره فروش دارو) و هم عوامل حیاتی موفقیت کارکنان عملیاتی داروخانه (ثبت اطلاعات در مورد کارآیی فروش دارو) را در نظر دارد؛ بنابراین می‌تواند با ایجاد یک سیستم واحد، نیاز هر دو گروه را برطرف کند.

شماره	سطح عوامل حیاتی موفقیت	شرح
۱	سازمان	- استمرار فعالیت بخش فوریتهای پزشکی به صورت شبانه‌روزی - ارائه خدمات فوق‌العاده در بخش بیماران داخلی - ارائه خدمات دارویی در محل بیمارستان - ارائه خدمات روان‌درمانی در محل بیمارستان
۲	بخش وظیفه‌ای سازمان - بخش اداری - بخش داروخانه	- ایجاد بایگانی جامع برای ارائه خدمات بموقع به آرباب رجوع - به حداقل رساندن زمان انجام دادن کارهای اداری - ثبت روزانه فروش دارو - تهیه خلاصه گزارش برای بخش اداری
۳	سیستم اطلاعاتی - بخش داروخانه	- اصلاح سیستم اطلاعاتی؛ به طوری که اطلاعات مربوط به هر بیمار، فقط یکبار ثبت شود. - شماره‌گذاری رمز داده‌های ذخیره شده برای پردازش بیشتر - آماده‌سازی خلاصه گزارش و مشروح آن، در پایان هر روز

نگاره ۷.۵ نمونه‌ای از عوامل حیاتی موفقیت سیستم داروخانه

۳. شناخت عوامل حیاتی موفقیت به تحلیلگر کمک می‌کند تا مزایای احتمالی سیستم را ارزیابی کند. سیستمی که کنترل عوامل حیاتی موفقیت چندین مدیر را هدف قرار دهد (مانند خرده سیستم داروخانه در بیمارستان شفا)، بهتر می‌تواند هزینه‌های ایجاد خود را توجیه کند و حتی می‌تواند اولویت بیشتری کسب کند (جوردن و میچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۹۴)؛ برای مثال، در بررسی برخی از مؤسسات مالی، فهرستی اولویت‌بندی شده از عوامل حیاتی موفقیت آنها به دست آمد که راهنمای خوبی برای ایجاد یک ساختار سازمانی جدید (برای آنها) محسوب می‌شد و به منزله دستور کار جلسه سالیانه ستاد برنامه‌ریزی آن مؤسسه‌ها قابل استفاده بود. این عوامل عبارت بودند از:

۱. جلوگیری از ضرر، از طریق کنترل وضعیتهای مخاطره‌آمیز؛
۲. افزایش تنوع مشتریان (جذب مشتریان متنوعتر)؛
۳. بهبود بهره‌وری نیروهای حرفه‌ای شاغل در مؤسسه؛
۴. کسب وجهه برای مؤسسه، در میان عامه مردم و بازارهای موجود برای آن (شانک، بویتون و زمیود، ۱۹۸۵، ص ۱۲۴).


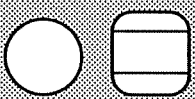

روش نمودار محتوایی

نمودار محتوایی، یک ابزار ترسیمی نظام یافته است که برای شناسایی بخشها و نواحی وظیفه‌ای سازمان و فراگردهای موجود در این نواحی، و فراگردهای موجود میان آنها و سازمان و محیط آن، به کار می‌رود. همچنین برای تعیین مرزها و هدفهای کلی سیستم، و بررسی رویه‌های پیشنهادی و نیازهای اطلاعاتی آن، از این نمودار استفاده می‌شود (اور، ۱۹۸۱، ص ۶۷).

علائم نمودار محتوایی

در نمودار محتوایی، از سه علامت برای نمایش موجودیتهای خارجی، داخلی، و جریان اطلاعات استفاده می‌شود. سازمانها، شرکتها، و افراد خارج از سازمان، «موجودیت خارجی» به شمار می‌آیند؛ در حالی که اشخاص، اماکن، و نواحی وظیفه‌ای درون سازمان، «موجودیت داخلی» محسوب می‌شوند. هر جریان اطلاعات، اطلاعات را میان دو موجودیت انتقال می‌دهد؛ برای مثال، مشتری (موجودیت خارجی) درخواست کالا (جریان اطلاعات) را به واحد پردازش سفارش (موجودیت داخلی) ارسال می‌کند.

علائم نمودار محتوایی در نمودار ۷-۳ نشان داده شده‌اند. هر موجودیت خارجی با یک مربع برجسته (یا ساده) و هر موجودیت داخلی با یک مستطیل

شماره	علامت	نام	مفهوم
۱		موجودیت خارجی	بیانگر آن است که منشأ یا مقصد اطلاعات خارج از سازمان است.
۲		موجودیت داخلی	بیانگر آن است که منشأ یا مقصد اطلاعات در داخل سازمان است.
۳		جریان اطلاعات	بیانگر آن است که انتقال اطلاعات در جهت نوک پیکان صورت می‌پذیرد. بر روی هر پیکان باید برجستگی زده شود که نشان‌دهنده نوع اطلاعات باشد.

نمودار ۷-۳ علائم نمودار محتوایی

گرد شده (یا دایره) نشان داده می‌شود. اگر برای نشان دادن موجودیت داخلی از یک مستطیل گرد شده استفاده شود، در قسمت پایین آن نامگذاری می‌شود. هرچند که این دو علامت بیانگر مفهومی مشابه هستند، ولی مربعها و دایره‌های ساده معمولاً در نمودارهای دستی به کار می‌روند؛ در حالی که مربعهای برجسته و مستطیل‌های گرد شده در نمودارهای کامپیوتری به کار گرفته می‌شوند. جریان اطلاعات نیز همواره با یک پیکان نامگذاری شده، نشان داده می‌شود (جواردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۹۸-۱۹۹).

سطوح سه گانه نمودار محتوایی

سه سطح نمودار محتوایی عبارتند از:

۱. نمودار سطح کاربر (که نحوه فعالیت عملیاتی یک ناحیه وظیفه‌ای را نشان می‌دهد)؛
۲. نمودار تلفیقی سطح کاربر (که نگرشی کلی در مورد فعالیت‌های گروه‌های کاربر ایجاد می‌کند)؛
۳. نمودار سطح سازمان (که نگرش جامعی در مورد فعالیت‌های سازمان ایجاد می‌کند).

ابتدا باید نمودار محتوایی سطح کاربر ترسیم شود؛ به این ترتیب که با انجام دادن مصاحبه‌ای با کاربران هر بخش یا ناحیه وظیفه‌ای، ماهیت جریان اطلاعات میان آن ناحیه و سایر موجودیتهای داخل و خارج سازمان معین گردد. به محض پایان یافتن مصاحبه با کاربران، می‌توان یک نمودار محتوایی برای کمک به آنها - در مجسم کردن عناصر و جریانهای اطلاعاتی - و تبیین شناخت به دست آمده از نقش هر ناحیه وظیفه‌ای در سازمان، رسم کرد.

پس از اینکه برای هر ناحیه وظیفه‌ای، یک نمودار محتوایی ترسیم شد، امکان ترکیب این نمودارها در یک نمودار تلفیقی سطح کاربر فراهم می‌شود. در طول این فراگرد، علاقه و توجه اصلی طراح باید به سازگار کردن دیدگاههای فردی کاربران با یکدیگر معطوف باشد. اگر هنگام تهیه نمودار تلفیقی، ناسازگاریهایی مشاهده شود، ممکن است طراح ناگزیر از مصاحبه دوباره با برخی از کاربران گردد.

هنگامی که میان دیدگاههای فردی سازگاری ایجاد شد، می‌توان نمودار محتوایی تلفیقی سطح کاربر را با تمرکز صرف بر موجودیتهای و جریانهای اطلاعاتی مؤثر بر سیستم پیشنهادی، ساده کرد؛ بنابراین گام بعدی، رسم مرز سیستم به دور همه

مرحله	شرح اقدام
۱	با استفاده از نام سازمان، بخش کاربر، پروژه ایجاد سیستم، و تاریخ مصاحبه، عنوانی برای نمودار تعیین کنید.
۲	الف) موجودیتهای داخلی عمده را به کمک نمودار سازمانی تعیین کرده، نواحی وظیفه‌ای را با توجه به موجودیتهای داخلی ترسیم کنید. ب) به خاطر داشته باشید که باید موجودیتهای خارجی - مانند مشتریان، صاحبان مواد اولیه، و سازمانهای دولتی - را نیز در نظر بگیرید.
۳	الف) با استفاده از نمودار سازمانی، مدیر مسؤول هر موجودیت عمده را معین کنید. ب) با هریک از مدیران برای تعیین جریانهای اطلاعاتی مورد نیاز میان موجودیتهای مصاحبه کنید.
۴	الف) اطلاعات جمع‌آوری شده از هر مدیر را به کمک یک نمودار محتوایی سطح کاربر، مستند کنید. ب) نام ناحیه وظیفه‌ای را با علامت مخصوص نمایش موجودیت داخلی ثبت کنید و علائم را از بالا به پایین، و از راست به چپ شماره گذاری کنید. ج) پیکانهای جریان اطلاعات میان موجودیتهای را با ذکر نام اطلاعات انتقالی، مشخص کنید.
۵	گام چهارم را آنقدر تکرار کنید تا با همه کاربران مصاحبه شود و اطلاعات به دست آمده از هر مصاحبه روی یک نمودار محتوایی سطح کاربر منعکس گردد.
۶	با مقایسه جریانهای اطلاعاتی ورودی و خروجی هر موجودیت، میزان سازگاری و کامل بودن آن را تعیین کنید. در صورت بروز نقص، مصاحبه‌ای دیگر را - برای بار دوم - ترتیب دهید.
۷	برای ایجاد یک نمودار محتوایی تلفیقی در سطح کاربر، نمودارهای سطح کاربر را ترکیب کنید.
۸	برای نشان دادن مرز سیستم، خطی به دور نمودار محتوایی تلفیقی سطح کاربر بکشید.
۹	موجودیتهای داخلی سیستم را (در داخل مرز آن) با هم ادغام کنید تا نشان‌دهنده وضعیت کل سازمان باشد و بدین ترتیب نمودار محتوایی سطح سازمان به دست آید.
۱۰	با استفاده از نمودار محتوایی سطح سازمان، نیازهای کلی سازمان را معین کنید.

نگاره ۷.۶. مراحل که برای تهیه نمودار محتوایی باید طی شود.

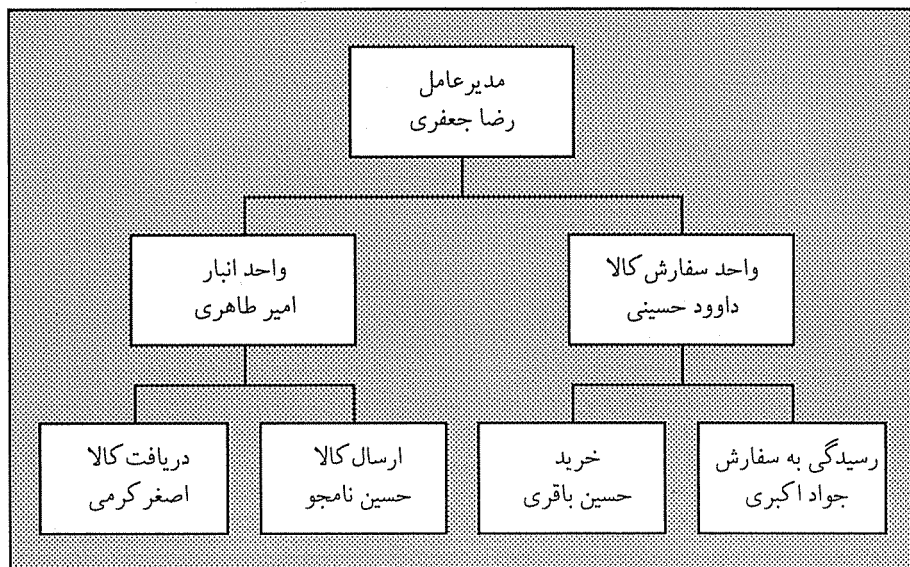
موجودیتهای داخلی به کار رفته در سیستم پیشنهادی است؛ نظیر مرزی که در نمودار ۷-۲ ترسیم شده است. تأیید این مرزبندی توسط کاربران، حائز اهمیت است؛ زیرا این مرزبندی محدوده کار تحلیلگر و سیستم پیشنهادی وی را تعریف و معین می‌کند. پس از این مرحله می‌توان موجودیتهای داخلی را در هم ادغام کرد تا نمودار محتوایی سطح

سازمان شکل بگیرد. براساس این نمودار می‌توان نیازهای کلی سازمان را - که بسیاری از آنها نیازهای کلی سیستم پیشنهادی نیز هستند - تعیین کرد. مرحله‌ای که تحلیلگر باید برای تهیه نمودارهای محتوایی (در سطوح کاربر، تلفیقی کاربران، و سازمان) طی کند، در نگاره ۶-۷ ذکر شده‌اند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۹۹-۲۰۰).

مطالعه موردی: نمودارهای محتوایی شرکت پخش عدالت گستر

شرکت عدالت گستر، یک شرکت خرده‌فروشی و پخش بود که طی چند سال متوالی، رشد سریعی پیدا کرد؛ به طوری که استفاده از فراگردهای دستی پی‌گیری سفارش، برای چنین شرکتی رو به رشدی، نارسا و ضعیف به نظر می‌رسید. پس از تأیید ضرورت استفاده از سیستمهای غیردستی، برای بررسی فراگرد جاری و تنظیم مراحل ایجاد سیستم جدید کامپیوتری از یک مشاور دعوت شد.

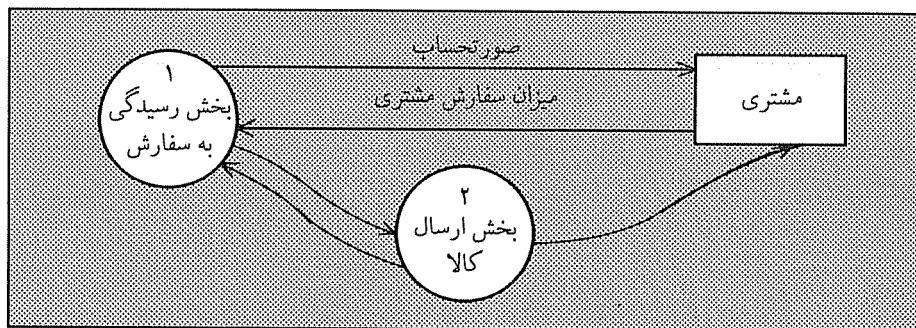
مشاور مدعو بررسی خود را از نمودار سازمانی (نمودار ۴-۷) و مستنداتی که بر هدفهای بلند مدت و کوتاه مدت، استراتژیها، و خط‌مشیهای سال بعد شرکت دلالت داشتند، آغاز کرد و پس از تجزیه و تحلیل مستندات مذکور، برای مصاحبه با مسئولان هریک از نواحی وظیفه‌ای، برنامه‌ای زمانبندی شده را تنظیم کرد. در اولین مصاحبه، آقای جواد اکبری نحوه ارتباط بخش رسیدگی به سفارش را با



نمودار ۷-۴. نمودار سازمانی شرکت پخش عدالت گستر

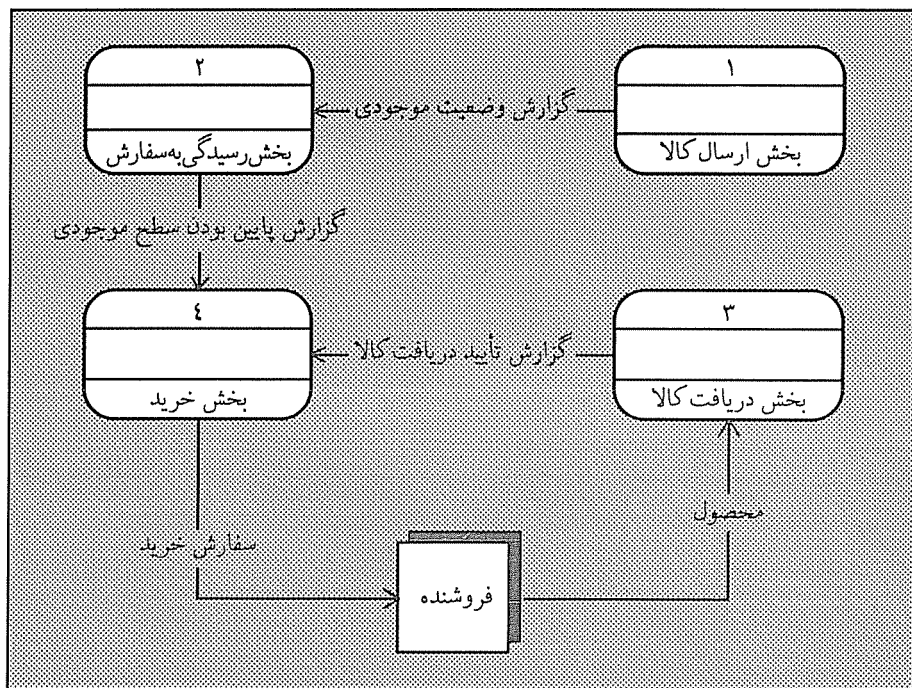
مشتری (یک موجودیت خارجی) و بخش ارسال کالا (یک موجودیت داخلی) شرح داد. به این ترتیب که نخست، مشتری سفارش را به بخش رسیدگی به سفارش ارائه می‌دهد؛ سپس بخش رسیدگی به سفارش از بخش ارسال کالا درخواست می‌کند تا کالا را برای مشتری ارسال کند. واحد انبار، کالا را برای مشتری ارسال می‌کند و به بخش رسیدگی به سفارش اطلاع می‌دهد که کالای درخواستی ارسال شده است. بعد از آن، بخش رسیدگی به سفارش، صورتحساب را آماده می‌کند و برای مشتری می‌فرستد. مشاور نیز نتیجه مصاحبه با آقای اکبری را با سرعت با رسم یک نمودار محتوایی (نمودار ۷-۵) خلاصه کرد. توجه کنید که نمودار محتوایی ابتدا باید با دست رسم شود؛ ولی نمودارهای بعدی به کمک خط کش مخصوص^۱ رسم خواهند شد.

در مصاحبه بعدی، مدیر بخش ارسال کالا، آقای حسین نامجو، گفته‌های آقای اکبری را تأیید کرد. همچنین آقای نامجو اظهار کرد که بخش ارسال کالا، مسؤول اداره و کنترل موجودی انبار است و هنگامی که ذخیره کالا کم است، بخش ارسال کالا به بخش رسیدگی به سفارش گزارش می‌دهد؛ به این ترتیب که یک نسخه از گزارش کاهش سطح موجودی انبار را نگه می‌دارد و نسخه اصلی آن را برای بخش رسیدگی به سفارش می‌فرستد. بخش رسیدگی به سفارش، به فروشنده کالا (یک موجودیت خارجی) سفارش می‌دهد. هنگامی که کالا از فروشنده دریافت شد، بخش دریافت کالا، طی گزارشی از انبار، دریافت کالا را تأیید می‌کند و برای بخش خرید می‌فرستد. مشاور مذکور، اطلاعات دریافت شده از آقای نامجو را در قالب یک نمودار محتوایی دیگر (نمودار ۷-۶) ثبت کرد. قابل توجه است که بایگانی شدن یک نسخه از گزارش کاهش موجودی انبار، در این نمودار محتوایی نشان داده نشده است و فقط جریان اطلاعات میان موجودیتها ترسیم شده است.



نمودار ۷-۵ نمودار محتوایی سطح کاربر، براساس نتیجه مصاحبه با مدیر بخش رسیدگی به سفارش

۱. Silverrun-DFD ruler: نوعی خط کش مخصوص ترسیم نمودارهای جریان اطلاعات



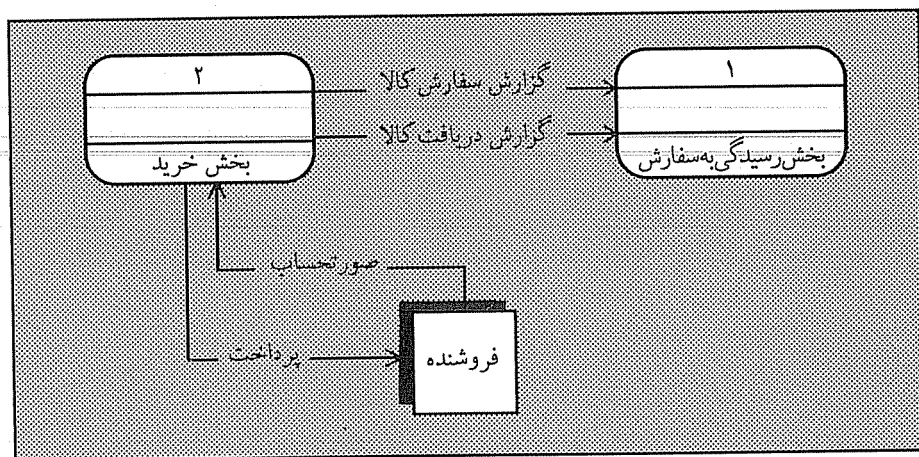
نمودار ۷-۶. نمودار محتوایی سطح کاربر، براساس نتیجه مصاحبه با مدیر بخش ارسال کالا

سپس برای ایجاد شناخت تفصیلی‌تری از این رویه‌ها، مصاحبه‌ای نیز با مدیر بخش خرید، آقای حسین باقری، انجام شد. آقای باقری توضیح داد که بخش خرید یک بار هنگام سفارش کالا، و بار دوم هنگام دریافت کالا به بخش رسیدگی به سفارش گزارش می‌دهد و پیش از آنکه صورتحساب فروشنده را بررسی و پرداخت کند، منتظر وصول رسید و تأییدیه دریافت کالا می‌ماند. مشاور مذکور، این اطلاعات را نیز در یک نمودار محتوایی دیگر (نمودار ۷-۷) منعکس کرد.

پس از مصاحبه با آقای اصغر کرمی - مدیر بخش دریافت کالا - نیز اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل تأیید شد؛ بنابراین مشاور آمادگی پیدا کرد که نمودارهای سطح کاربر را با هم تلفیق کند و به نمودار محتوایی تلفیقی سطح کاربران دست یابد (نمودار ۷-۸)؛ سپس با در هم ریختن همه موجودیتهای داخلی، برای ترسیم نمودار محتوایی سطح سازمان (نمودار ۷-۹) اقدام کرد؛ و در مرحله

بعد، با استفاده از این نمودار، فهرستی مقدماتی از رویه‌های اساسی سیستم پی‌گیری سفارش (به شرح ذیل) تهیه کرد:

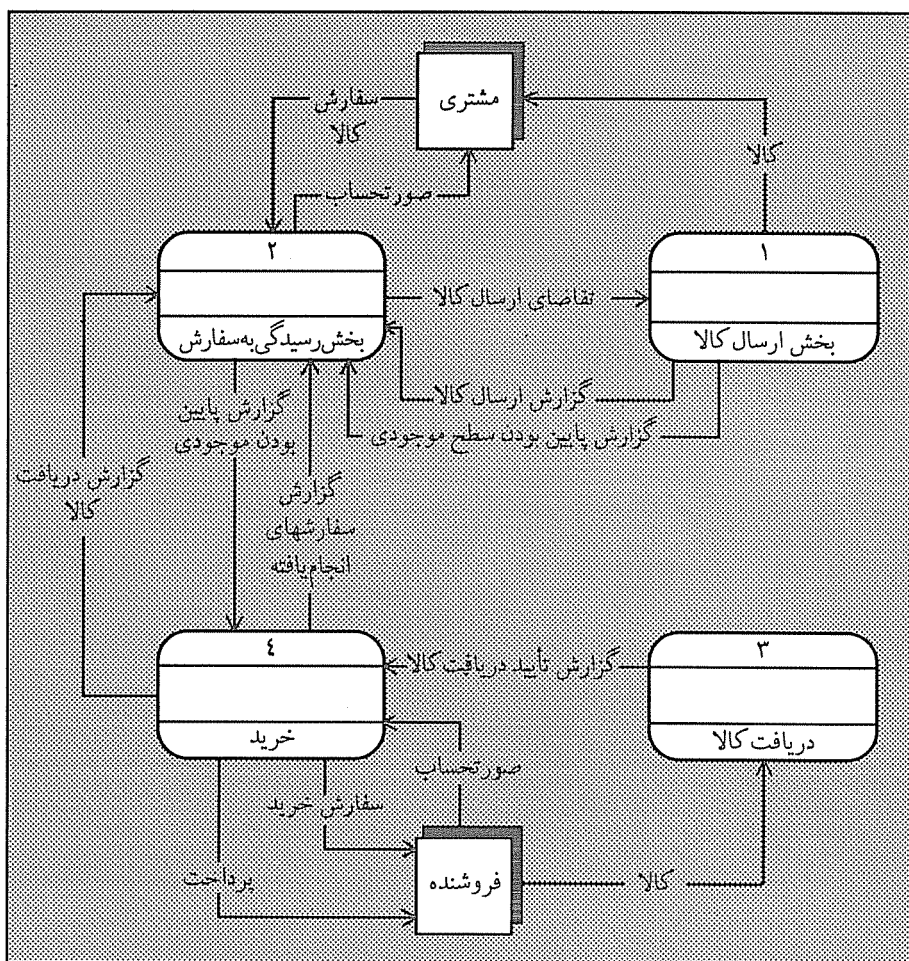
۱. دریافت سفارش از مشتریان؛
۲. ارسال صورتحساب برای مشتریان؛
۳. ارسال کالا برای مشتریان؛
۴. ارسال سفارش برای فروشندگان (صاحبان کالا و مواد اولیه)؛
۵. دریافت صورتحساب از فروشندگان؛
۶. پرداخت مبلغ صورتحساب به فروشندگان؛
۷. دریافت محصول از فروشندگان.



نمودار ۷-۷. نمودار محتوایی سطح کاربر، براساس نتیجه مصاحبه با مدیر خرید

سپس مشاور مذکور، «نمودار محتوایی سطح سازمان» و «فهرست مقدماتی رویه‌ها» را برای تصویب، به مدیران کل واحدهای «سفارش کالا» و «انبار» ارائه داد. آقای حسینی - مدیر کل واحد سفارش کالا - با نگاهی اجمالی به نمودار، لبخندی زد و گفت: «خوب جناب مشاور، همه چیز عالی به نظر می‌رسد، به جز یک مورد که از قلم افتاده است». وی (با اشاره به نمودار ۷-۸) گفت:

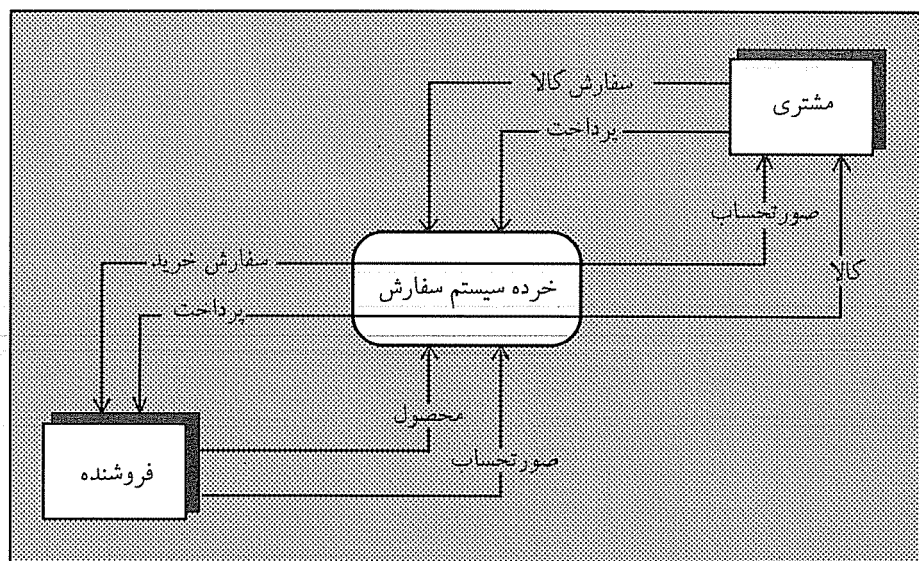
«مشتري سفارش می‌دهد و ما برایش صورتحساب و کالا ارسال می‌کنیم؛ در این مرحله، اگر مشتری پولی پرداخت نکند، شرکت نمی‌تواند برای مدت زیادی دوام بیاورد؛ بنابراین مشاور فوراً جریان اطلاعاتی پرداخت را نیز به نمودار اضافه کرد (نمودار ۷-۹).



نمودار ۷-۸. نمودار محتوایی تلفیقی سطح کاربر شرکت پخش عدالت گستر

سپس، از مدیران کل واحدهای «سفارش کالا» و «انبار» درخواست کرد که مرز سیستم را ملاحظه کنند. ایجاد یک سیستم خودکار که بتواند همه جریانهای اطلاعاتی نمودار محتوایی ۷-۵ را پردازش کند، به طور قابل ملاحظه‌ای می‌توانست عملیات شرکت را بهبود ببخشد؛ ولی ایجاد و بهره‌برداری از سیستم نهایی، حداقل یک سال وقت لازم داشت. آقای حسینی (مدیرکل واحد سفارش کالا) به بهبود فراگردهایی که به طور مستقیم بر مشتری مؤثرند، علاقه‌مند بود؛ زیرا این فراگردها تأثیر مطلوبی بر سود شرکت دارند؛ بنابراین، او از مشاور درخواست کرد که هرچه زودتر این قسمت را کامل کند و

مشاور نیز پیشنهاد کرد که این کار را در اولین مرحله پروژه انجام دهند. به این ترتیب مرز نخستین مرحله پروژه بر روی نمودار ۷-۱۰ مشخص شد - که جریان پرداخت نیز در آن نشان داده شده است؛ مرحله دوم به جریان اطلاعات ارسال کالا برای مشتریان اختصاص داده شد؛ و مرحله سوم برای جریانهای اطلاعاتی مربوط به دریافت کالا و فروشنده آن، در نظر گرفته شد.



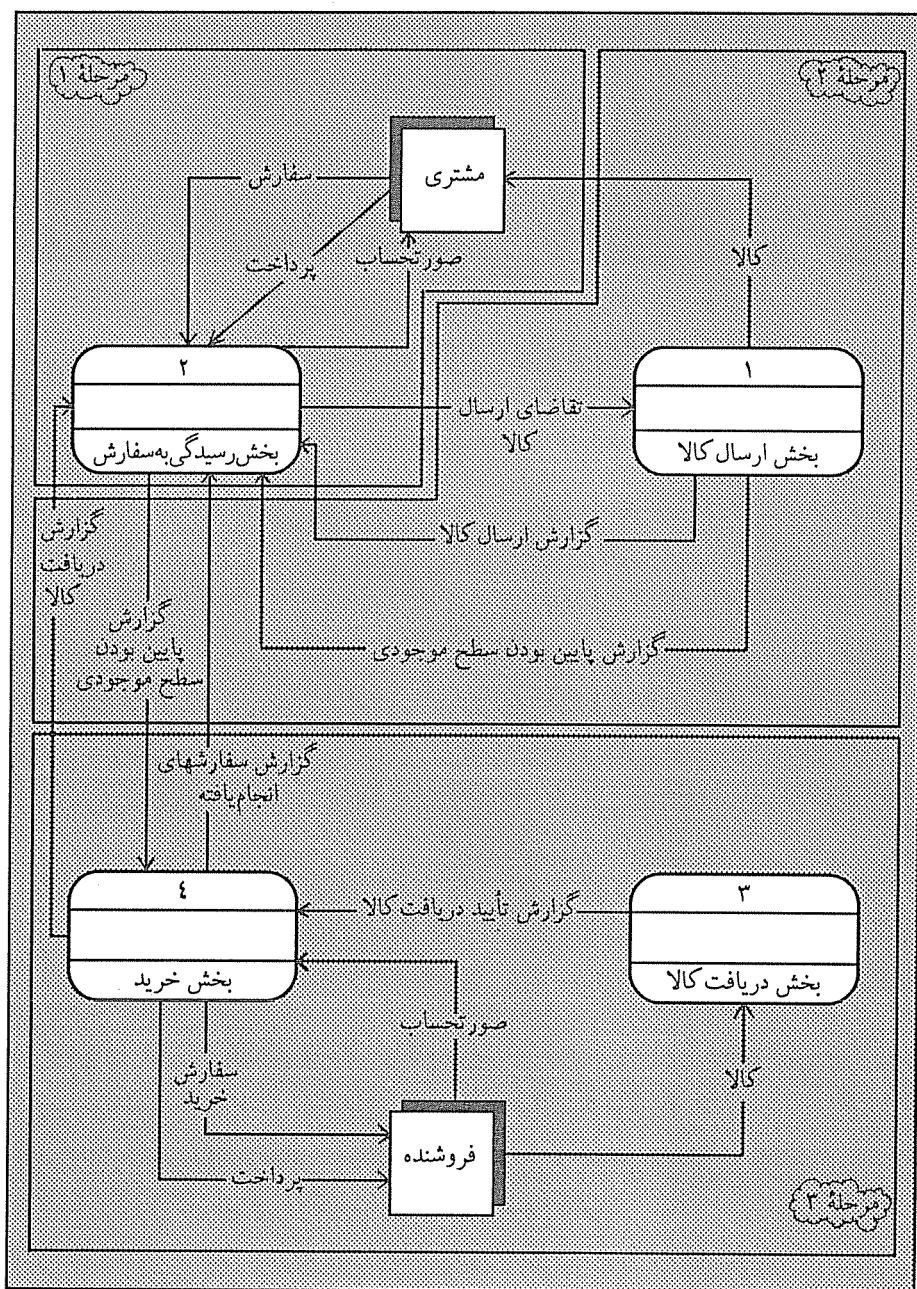
نمودار ۷-۹. نمودار محتوایی سطح سازمان، برای شرکت پخش عدالت گستر

هر دو مدیر کل مذکور، فهرست نیازهای سیستم را - که توسط مشاور ارائه شده بود - تأیید کردند و همچنین نمودار محتوایی تجدیدنظر شده و فهرست مقدماتی رویه های اساسی ایجاد سیستم را به تصویب رساندند. مشاور نیز به بررسی شرکت، برای ارائه طرح پیشنهادی تجدیدنظر در سیستم سفارش، ادامه داد (جو ردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۰۱-۲۰۵).

ارزش نمودارهای محتوایی^۱

نمودارهای محتوایی، هنگام تعیین نیازهای مقدماتی، با سه هدف عمده تنظیم می شوند:

۱. حمایت از روش طراحی سیستم بر مبنای اطلاعات؛
۲. کمک به بررسی نیازهای قسمت ورودی و فراگرد سیستم سازمانی؛



۳. کمک به تعریف مرزهای سیستم پیشنهادی.

بعلاوه، نمودارهای محتوایی کمک می‌کنند تا «اطلاعات» به مثابه «یک منبع مشترک سازمانی» - یعنی منبعی که به کل سازمان مربوط است، نه فقط به یک ناحیه وظیفه‌ای یا یک خرده سیستم - در نظر گرفته شود؛ بنابراین، با استفاده از نمودار محتوایی برای تعیین نیازهای سیستم مطلوب، از یک روش مبتنی بر اطلاعات حمایت می‌شود.

ترسیم موقعیت تقریبی موجودیتها و جریانهای اطلاعاتی، در آغاز فراگرد مطالعه و بررسی سیستم موجود، بهترین راه برای استخراج نیازهای اطلاعاتی کاربران است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۰۶).

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل هفتم

عوامل حیاتی موفقیت	استراتژی رقابتی
نمودار محتوایی	عوامل محیطی
مصاحبه	عوامل موقتی
مدیران اصلی	علائم نمودار محتوایی
سطوح سازمانی	نمودار سطح کاربر
نواحی وظیفه‌ای	نمودار تلفیقی سطح کاربر
منابع عوامل حیاتی موفقیت	نمودار سطح سازمان
صنعت (بوم)	

پرسشهای فصل هفتم

۱. روشهای شناخت بافت سازمانی را نام ببرید.
۲. چه عواملی در شناخت «نیازهای سازمان به طراحی» مؤثر هستند؟
۳. مراحل اساسی روش عوامل حیاتی موفقیت را ذکر کنید.
۴. منظور از عوامل حیاتی موفقیت چیست؟ توضیح دهید.
۵. رابطه سلسله مراتبی استراتژی، خط‌مشی، رویه، و روش را توضیح دهید.
۶. سطوح گوناگون تصمیم‌گیری سازمان را با توجه به نوع تصمیمهای قابل اتخاذ در هر سطح، مقایسه کنید.

۷. ویژگیهای یک نمودار سازمانی خوب را بنویسید.
۸. هدف تحلیلگر از اقدام به مصاحبه چیست؟
۹. منابع عوامل حیاتی موفقیت سازمان را تشریح کنید.
۱۰. پنج نمونه از پرسشهای مهم برای «مصاحبه در مورد عوامل حیاتی موفقیت» را بیان کنید (به ترتیب پرسشهایی را مطرح کنید که از نظر شما مهمتر هستند).
۱۱. چگونه شناخت عوامل حیاتی موفقیت موجب تسهیل برنامه‌ریزی در سیستم می‌شود؟
۱۲. برخی از عوامل حیاتی موفقیت که برای مؤسسات مالی اهمیت بیشتری دارند را ذکر کنید.
۱۳. منظور از نمودار محتوایی چیست؟ توضیح دهید.
۱۴. سطوح گوناگون نمودار محتوایی را بیان کنید.
۱۵. اهداف تحلیلگران از به کارگیری نمودارهای محتوایی چیست؟

فصل هشتم

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی

نمودار جریان اطلاعات^۱

در فصل هفتم، «نمودار محتوایی» به منزله یک ابزار ترسیمی برای تعیین جریان اطلاعات و تعریف مرزهای یک سیستم معرفی شد که می توان آن را به مثابه ابزاری برای تعیین نیازهای طراحی نیز در نظر گرفت. در این فصل، ابتدا روش نظام یافته دیگری با عنوان «نمودار جریان اطلاعات» معرفی می شود؛ سپس دستورالعمل تفصیلی رسم «نمودار سیستم» ارائه می گردد؛ بنابراین موارد ذیل مورد توجه قرار می گیرند:

۱. شرح به کارگیری هر علامت در نمودار جریان اطلاعات؛
۲. ارائه قواعد ترسیم، و نمایش گام به گام نحوه رسم نمودار جریان اطلاعات؛
۳. معرفی علائم و تشریح نحوه ترسیم نمودار سیستم؛
۴. جمع بندی تفاوت های موجود میان «نمودار جریان اطلاعات»، «نمودار برنامه»، و «نمودار سیستم» (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۳۰).









علائم نمودار جریان اطلاعات

آماده سازی یک نمودار محتوایی، مرحله ای مقدماتی برای تهیه «نمودار جریان اطلاعات» است. نمودار جریان اطلاعات، بیانگر جریانهای عمده اطلاعاتی در درون مرزهای سیستم، فراگردها (رویه ها و نرم افزارها)، و نواحی ذخیره اطلاعات است. برای ترسیم نمودار جریان اطلاعات، فقط از چهار علامت استفاده می شود. سه علامت اول که در نمودار محتوایی نیز به کار می رفتند عبارتند از: مربع برجسته (یا ساده)، مستطیل گرد شده (یا دایره)، و پیکان. علامت چهارم نیز دو خط موازی

1. data flow diagram (DFD)

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۱۷

همراه با دو خط متصل کننده در سمت راست (یا بدون آن) است که نشان دهنده یک پایگاه اطلاعاتی است. این علائم در نمودار ۸-۱ نشان داده شده اند. نمودار ۸-۲ نیز مثالی برای نحوه کاربرد این علائم به شمار می آید. نمودار جریان اطلاعات، فراگردها و موجودیتهای داخلی را تفصیلی تر از نمودار محتوایی معین می کند. علامت مشخص کننده «موجودیت داخلی» در نمودار محتوایی، در نمودار جریان اطلاعات به منزله یک «خانه پردازش» در نظر گرفته می شود (براون و هربانک، ۱۹۸۴، ص ۲۳۰).

شماره	علامت		نام	مفهوم
	کامپیوتری	دستی		
۱			موجودیت خارجی	مشتقاً یا مقصد اطلاعات خارج از سیستم است.
۲			فراگرد (خانه پردازش)	منظور فراگردهای (دستی یا کامپیوتری) است که اطلاعات را تغییر می دهد.
۳			جریان اطلاعات	اطلاعات در جهت توک پیکان منتقل می شوند. هر پیکان باید دارای یک برچسب باشد تا بیان کند که چه اطلاعاتی در حال انتقال است.
۴			پایگاه اطلاعات	محل ذخیره سازی اطلاعات (به صورت دستی یا کامپیوتری) است.

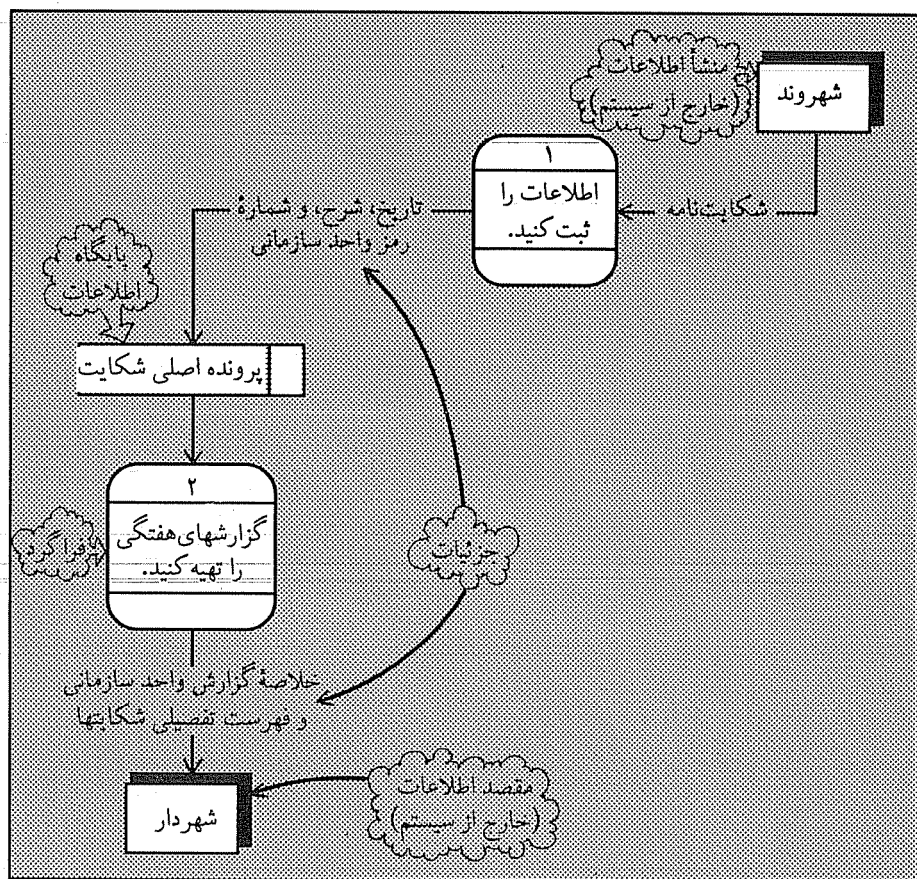
نمودار ۸-۱ علائم نمودار جریان اطلاعات

خانه های پردازش

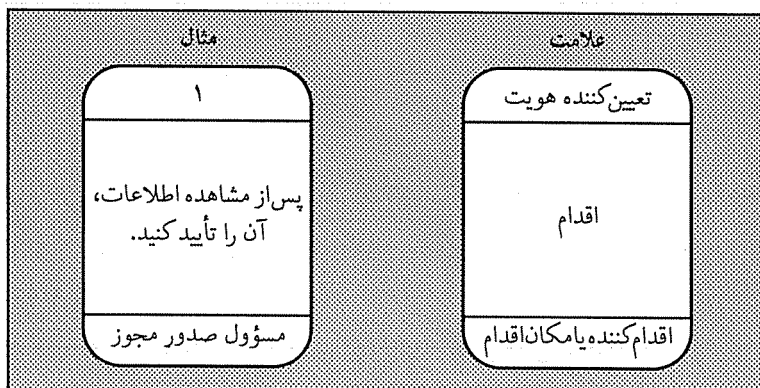
خانه های پردازش در نمودار جریان اطلاعات، تشریح کننده کارهایی هستند که بر روی «اطلاعات» انجام می شود. هر خانه پردازش باید سه نوع برچسب داشته باشد (نمودار ۸-۳):

۱. «نشانگر» یا «تعیین کننده هویت» که بیانگر مرحله پردازش در توالی

عملیات است.



نمودار ۸-۲. نمودار جریان اطلاعات با علائم نامگذاری شده برای پی گیری شکایت نامه ها در شهرداری



نمودار ۸-۳. علامت خانه پردازش و نحوه نامگذاری آن

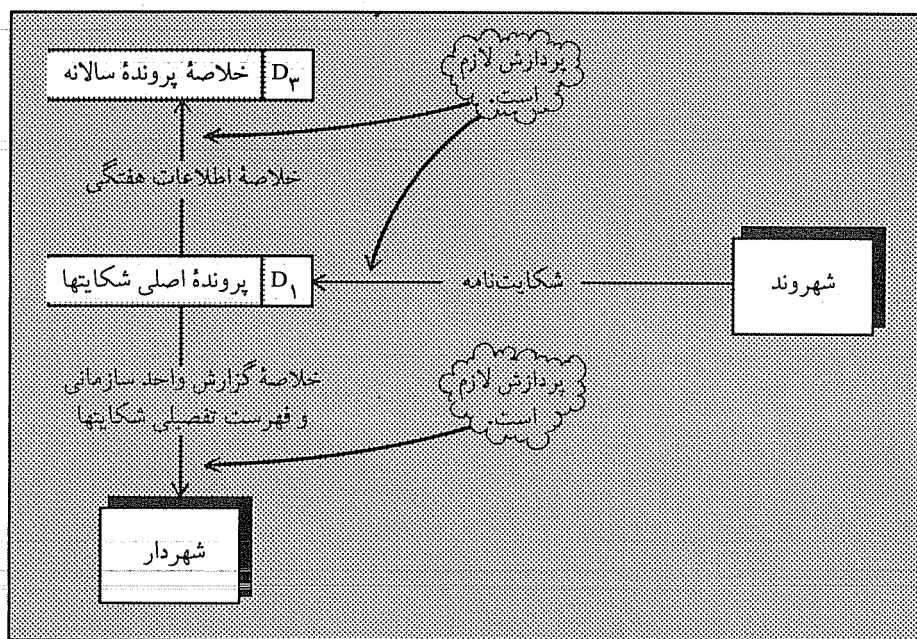
فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۱۹

۲. «اقدام» که همراه با یک عبارت خبری مشخص کننده، «عمل» و «اطلاعاتی که عمل باید روی آن صورت پذیرد» را مشخص می کند.
۳. «اقدام کننده» یا «مکان» که با یک اسم برای تعیین فرد اقدام کننده یا محل اقدام، تعریف می شود. استفاده از فعل معلوم برای نامگذاری هر «اقدام» در خانه پردازش، تعیین شکل اطلاعات در سیستم را آسانتر می کند. در نگاره ۸-۱، افعالی که در خانه های پردازش به طور عمده از آنها استفاده می شود، فهرست شده اند.

شماره	فعل	شماره	فعل	شماره	فعل
۱	اضافه کنید (add)	۸	پاک کنید (delete)	۱۵	درج کنید (insert)
۲	بسازید (build)	۹	معین کنید (determine)	۱۶	فهرست کنید (list)
۳	بشمارید (calculate)	۱۰	توزیع کنید (distribute)	۱۷	ادغام کنید (merge)
۴	تغییر دهید (change)	۱۱	وارد کنید (enter)	۱۸	انجام دهید (perform)
۵	کنترل کنید (check)	۱۲	اصلاح کنید (edit)	۱۹	تولید کنید (produce)
۶	محاسبه کنید (compute)	۱۳	پیدا کنید (find)	۲۰	ثبت کنید (record)
۷	ایجاد کنید (create)	۱۴	شکل دهید (format)		

نگاره ۸-۱ نمونه هایی از افعال امری معمول برای نامگذاری روابط در نمودار جریان اطلاعات

نمودار جریان اطلاعات نشان دهنده مجموعه اقدامهایی است که روی اطلاعات صورت می پذیرد؛ برای مثال نمودار جریان اطلاعات ۸-۲ به صورت ذیل خوانده می شود: «شکایت نامه های دریافتی از شهروندان، در یک پرونده اصلی ویژه برای شکایتها، ثبت می شود. تاریخ ورود، شماره رمز واحد سازمانی، و شرح شکایت در هر مورد ذخیره می گردد. گزارشهای هفتگی از پرونده اصلی شکایتها تهیه، و به شهردار ارائه می شود. دو نوع گزارش هفتگی تهیه می گردد: خلاصه گزارش واحد سازمانی؛ و فهرست تفصیلی». برای هر مورد انتقال اطلاعات (از پایگاه اطلاعاتی یا به آن) باید یک گام «پردازش» صورت گیرد؛ زیرا اطلاعات فقط با پردازش و برای پردازش از مکانی به مکان دیگر منتقل می شوند. به این ترتیب همواره باید یک «خانه پردازش» میان پایگاه اطلاعاتی و کاربر خارجی وجود داشته باشد. نمودار ۸-۴، سه نوع خط را که با حذف فراگردهای وارد کردن و بازایی اطلاعات از پایگاه اطلاعاتی رخ می دهند، نشان می دهد. تأکید بر این نکته لازم است که اگر برای ترسیم «نمودار جریان اطلاعات»، از شیوه مطرح شده در این فصل استفاده شود، تحلیلگر مرتکب چنین خطاهایی نخواهد شد. «نمودارهای جریان اطلاعات» مشخص نمی کنند که پردازش با رویه های دستی



نمودار ۸-۴ «خانه‌های پردازش» جا افتاده

انجام می‌پذیرد یا کامپیوتری. همچنین این نمودارها اطلاعاتی درباره نحوه کنترل ارائه نمی‌دهند و در آنها هیچ نشانه‌ای نیز برای تشخیص وضعیتهای شرطی وجود ندارد؛ زیرا «شرایط»، «پردازش» نیستند و اطلاعاتی را انتقال نمی‌دهند که پردازش به شمار بیاید. این گونه اطلاعات ممکن است در مختصات پردازش ارائه شوند. این مختصات همه فعالیت‌های جزئی «خانه‌های پردازش» را - همان طور که در مثال ارائه شده در نمودار ۸-۳ - ملاحظه می‌شود - شرح می‌دهند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۳۱-۲۳۲).

پیکان جریان اطلاعات

پیکانها در نمودارهای جریان اطلاعات، خانه‌های پردازش و پایگاه‌های اطلاعاتی را به هم وصل می‌کنند. این پیکانها را همواره باید نامگذاری کرد تا قابل شناسایی باشند. یکی از پژوهشگران برای قانون «برچسب‌زنی یا نامگذاری» استثنائی قائل شده است. این استثنا در مورد جریانهای ساده اطلاعات به داخل و خارج از پرونده‌هاست؛ زیرا «مدل اطلاعات»^۱، ساختار هر پایگاه اطلاعاتی را تشریح می‌کند؛ بنابراین فهرست کردن

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۲۱

جزئیات آن بخش از جریان اطلاعات که فقط مربوط به مطالب بایگانی شده در یک پرونده است، تکراری خواهد بود.

نمودارهای جریان اطلاعات، جریان مواد را نشان نمی‌دهند، بلکه فقط جریان اطلاعات را نشان می‌دهند. در یک سیستم توزیع، معمولاً صورتحسابها به همراه بسته‌ای از کالا فرستاده می‌شوند؛ با وجود این فقط صدور صورتحساب را در نمودار جریان اطلاعات نشان می‌دهند و از بسته کالا نامی برده نمی‌شود. میزان اطلاعات جزئی ذکر شده در نامگذاری پیکانها، به میزان اطلاعات موجود و ماهیت هدف نمودار بستگی دارد (دمارکو، ۱۹۷۸، ص ۲۳۵).

مستطیل پایگاه اطلاعاتی

دو خط موازی همراه با دو خط عمودی در سمت راست (یا بدون آن)، نشان‌دهنده «پایگاه یا بانک اطلاعاتی» هستند. پایگاه اطلاعاتی می‌تواند دستی (مانند پرونده‌ها، پوشه‌ها، و قفسه‌ها) یا کامپیوتری (مانند دیسکها، نوارها، و کارتها) باشد. نوع پرونده در نمودار جریان اطلاعات معین نمی‌شود؛ ولی همه جزئیات ماهوی پایگاه اطلاعاتی در «مدل اطلاعات» ارائه می‌شود.

هنگامی که اطلاعات به یک پایگاه وارد می‌شود، ماهیت آن پایگاه تغییر می‌کند. اضافه کردن یا حذف یک کاربرگ (سند) یا تغییر میزان فضای اختصاص یافته^۱ به یک اطلاع، به منزله یک جریان اطلاعات ورودی تلقی می‌شود و در پایگاه اطلاعاتی تغییر ایجاد می‌کند؛ ولی دستیابی ساده به یک پرونده، جریان اطلاعاتی به حساب نمی‌آید؛ برای مثال، خواندن (بازیابی ساده) تاریخ شکایت‌نامه، از پرونده اصلی شکایتها در نمودار ۲-۸، به منزله یک جریان اطلاعات نشان داده نمی‌شود؛ زیرا دستیابی صرف به مخزن اطلاعات، موجب تغییر اطلاعات نمی‌شود. پایگاه اطلاعاتی هرگز نمی‌تواند به طور مستقیم، اطلاعات پردازش نشده‌ای را از منابع خارجی یا پایگاههای اطلاعاتی دیگر دریافت کند. همچنین، هرگز از یک پایگاه اطلاعات، به طور مستقیم اطلاعاتی به یک پایگاه یا مقصد خارجی ارسال نمی‌شود؛ یعنی باید یک مرحله پردازش در میان باشد. در نمودار ۴-۸، مراحل پردازش مورد نیاز درج نشده‌اند؛ بنابراین مجموعه راه کارهایی غلط ارائه شده است که بر مبنای آن شهروندان

مربع موجودیت خارجی

```
graph TD
    A[شهروند] -- "شکایت نامه" --> B[۱ اطلاعات وارد دفتر شود.]
    B -- "شکایت نامه" --> C[۲ گزارش هفتگی تهیه شود.]
    B -- "شکایت نامه" --> D[۳ تشکر نامه نوشته و ارسال شود.]
    C -- "خلاصه گزارش واحد و فهرست تفصیلی" --> E[شهردار]
    D -- "تشکر نامه" --> A
```

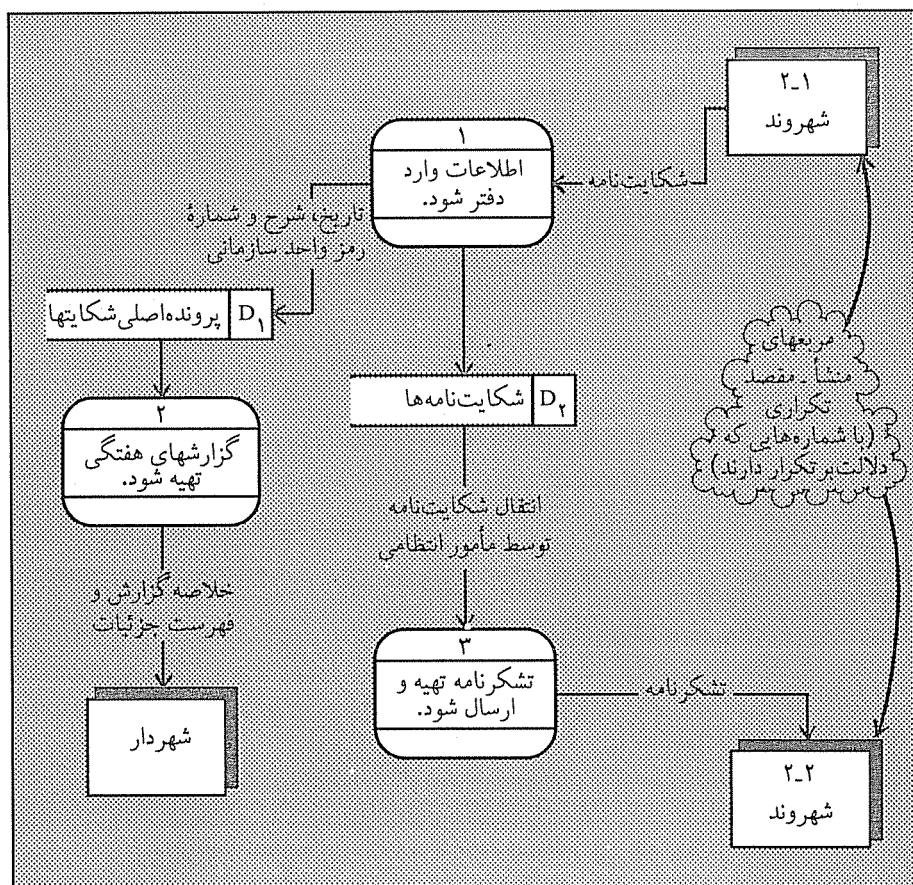
The flowchart illustrates the process of handling complaints in a city council. It begins with a citizen (شهروند) submitting a complaint letter (شکایت نامه) to the council's information desk (۱ اطلاعات وارد دفتر شود.). From there, the complaint letter is distributed to two parallel paths. The first path involves preparing a weekly report (۲ گزارش هفتگی تهیه شود.), which is then summarized and detailed into a report for the city manager (شهردار). The second path involves writing and sending a thank-you letter (۳ تشکر نامه نوشته و ارسال شود.) back to the citizen. A cloud labeled 'حلقه منشأ - مقصد' (Origin-Destination Loop) is positioned between the two paths, indicating a feedback loop. The entire process is titled 'فرآیند رسیدگی به شکایات' (Complaint Handling Process).

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۲۳

استفاده می شود - که بیانگر تعاملهای بلافاصله سیستم با دنیای خارج هستند. این علائم در روش طراحی سیلوران^۱ به کار می روند.

هنگامی که مقصد اطلاعات، همان منشأ خارجی اطلاعات باشد، یا از یک حلقه بازخور (مانند حلقه منشأ - مقصد در نمودار ۵-۸) و یا از روش تکرار مربع (مانند مربع تکراری شهروند در نمودار ۶-۸) استفاده می شود.

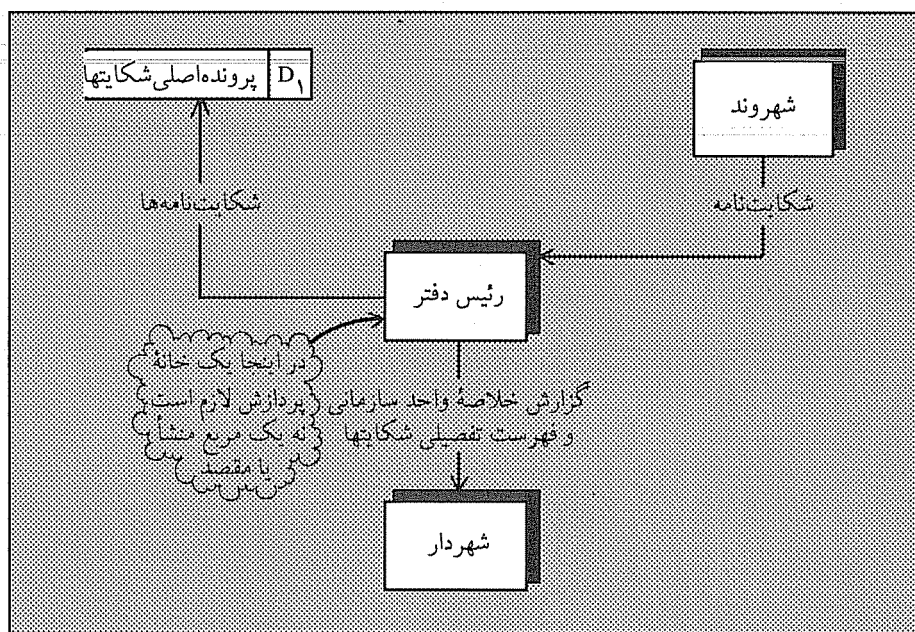
هنگامی که موجودیت خارجی تکرار می شود، تکرار آن با شماره هایی که دلالت بر تکرار دارند، مشخص می شود (برای مثال در مورد «شهروند»، علامت ۲-۱



نمودار ۸-۶ استفاده از مربع موجودیت خارجی تکراری، به منزله منشأ و مقصد (برای بهبود قابلیت خواندن)

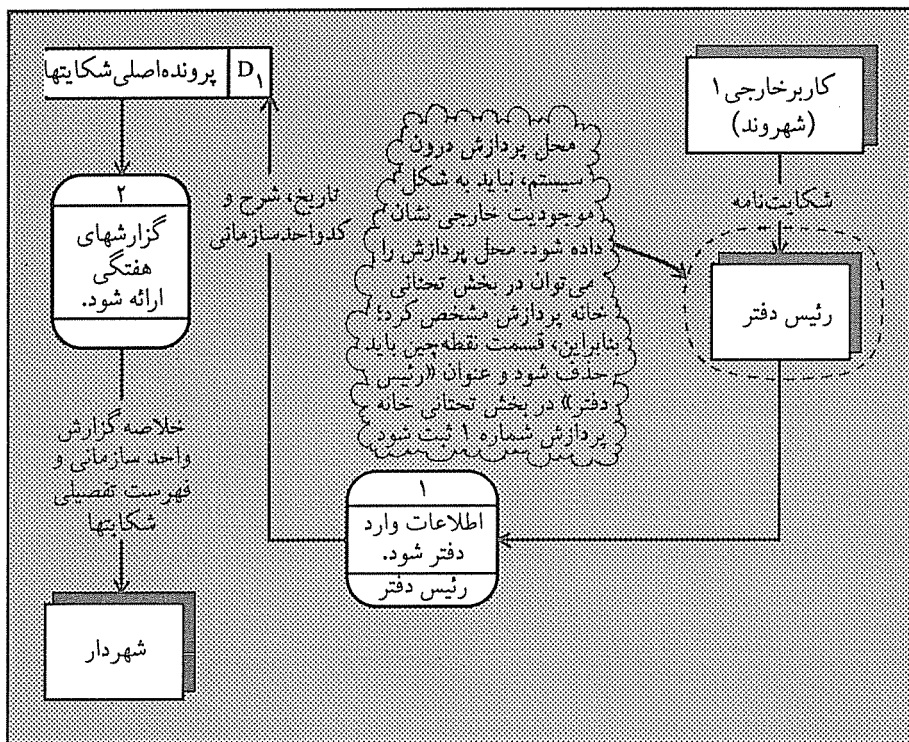
به معنی نخستین تکرار از دو تکرار به کار رفته است). در این مثال، ارتباط داده‌ها و باز داده‌ها به اندازه‌ای ساده است که هر دو روش مذکور قابل قبولند. در نمودارهای پیچیده جریان اطلاعات، ممکن است خواندن یک حلقه بازخورد، دشوار باشد. بعلاوه ممکن است به دلیل عدم آشنایی با قاعده «ترسیم از بالا به پایین و از راست به چپ» در ترسیم نمودار جریان اطلاعات، این دشواری مضاعف شود.

در صورتی که مقاصد (کاربردهای اطلاعات تولید شده) شناخته شده نباشند، جریان اطلاعات به جایی نمی‌رود؛ یعنی پیکان جریان اطلاعات به سوی بیرون سیستم رسم می‌شود، بدون آنکه مربعی - به منزله دریافت‌کننده گزارش و سایر اطلاعات خروجی - برای آن رسم شود. به همین ترتیب، منشأ جریان اطلاعات نیز می‌تواند نامعین باشد.



نمودار ۸.۷ استفاده نادرست از مربع موجودیت خارجی برای پردازش داخلی

خطایی که اغلب دانشجویان تازه کار به طور مکرر مرتکب آن می‌شوند، این است که مکانها را با فراگردها اشتباه می‌کنند؛ برای مثال، اگر نامه‌ای برای رئیس دفتر شهردار فرستاده شود و منشی دفتر، اطلاعات نامه را در دفتر ثبت کند، فراگرد ثبت اطلاعات را



نمودار ۸-۸ ذکر نابه جای محل پردازش در داخل سیستم

باید با یک خانه پردازش نشان داد - نه یک مربع، نظیر آنچه که در نمودار ۸-۷ مشاهده می شود. اگر پردازش در داخل سیستم صورت پذیرد، مکان آن را به شکل مربع مقصد یا منشأ نشان نمی دهند؛ زیرا مقصود از رسم نمودار جریان اطلاعات، به تصویر کشیدن جریانها و فراگردهای داخلی سیستم است. محلی از سیستم را که پردازش در آن انجام می شود، می توان - همان طور که در فراگرد نخست نمودار ۸-۸ آمده است - در بخش تحتانی خانه پردازش مشخص کرد (الیسون، ۱۹۸۷، ص ۲۸۴-۲۹۴).

ساختار نمودار جریان اطلاعات

میزان تشریح جزئیات در نمودار جریان اطلاعات، به هدف آن بستگی دارد؛ برای مثال، اگر هدف نشان دادن همه گامهایی است که کاربران باید بردارند، نمودار جریان اطلاعات باید فراگرد تفصیلی گامها را نیز ارائه کند؛ ولی اگر هدف نشان دادن نحوه برقراری ارتباط با مدیران باشد، یک نمودار کلی و ساده، مناسبترین نمودار جریان

اطلاعات به شمار می‌آید. البته در این مرحله درباره میزان تشریح جزئیات در نمودار، تصمیم‌گیری نمی‌شود؛ در واقع، در فراگرد اولیه ایجاد سیستم، تحلیلگران به طور دوراندیشانه‌ای با تمرکز بر جریان اطلاعات، تصمیم‌گیری در مورد میزان ارائه جزئیات را تا کسب شناخت بهتر از سیستم به تعویق می‌اندازند.

برای خوانایی بهتر نمودارها، باید جریانهای اطلاعات را از راست به چپ و از بالا به پایین ترسیم کرد. البته این توصیه را باید در ساختار کلی نمودار رعایت کرد، نه در هر تبدیل یا تغییر جزئی اطلاعات؛ برای مثال، در فراگردهای تعاملی، نمی‌توان هر اقدام را پاسخی به اقدام قبلی تلقی کرد. در واقع، مفهوم چنین مواردی آن است که جریان اطلاعات به منشأ اصلی خارجی برمی‌گردد (رجوع شود به حلقه بازخور «تشکرنامه» در نمودار ۵-۸). گاهی با قرار دادن یک «علامت ذخیره اطلاعات ورودی» بعد از هر فراگرد، خوانایی نمودار بیشتر می‌شود. یک روش برای ترسیم ساختار کلی نمودار، از راست به چپ و از بالا به پایین، قرار دادن یک «منشأ خارجی اصلی و مهم» یا یک «فراگرد اولیه» در گوشه سمت راست و بالای صفحه و ادامه کار ترسیم به طرف پایین و سمت چپ است.

قواعد ترسیم نمودار جریان اطلاعات در نگاره ۲-۸ خلاصه شده است. این نوع قواعد را می‌توان، همانند استانداردهای برنامه‌نویسی، به مثابه استانداردهایی برای مستندسازی وضعیت یک سازمان به کار برد (سن، ۱۹۹۰، ص ۱۶۰-۱۶۳).

تفکیک نظام یافته یا هموارسازی نمودارهای جریان اطلاعات^۱

نمودار جریان اطلاعات یک سیستم پیچیده، ممکن است یک یا چند برگ کاغذ بزرگ را پُر کند. رسم بیش از حد جزئیات در یک نمودار، ایجاد ابهام می‌کند؛ بنابراین برای خوانا تر کردن نمودار جریان اطلاعات، ابتدا باید یک نمودار جریان اطلاعات کلی - براساس نمودار محتوایی - تهیه شود و سپس آن نمودار کلی، به نمودارهای جریان اطلاعات جزئی تر تفکیک گردد.

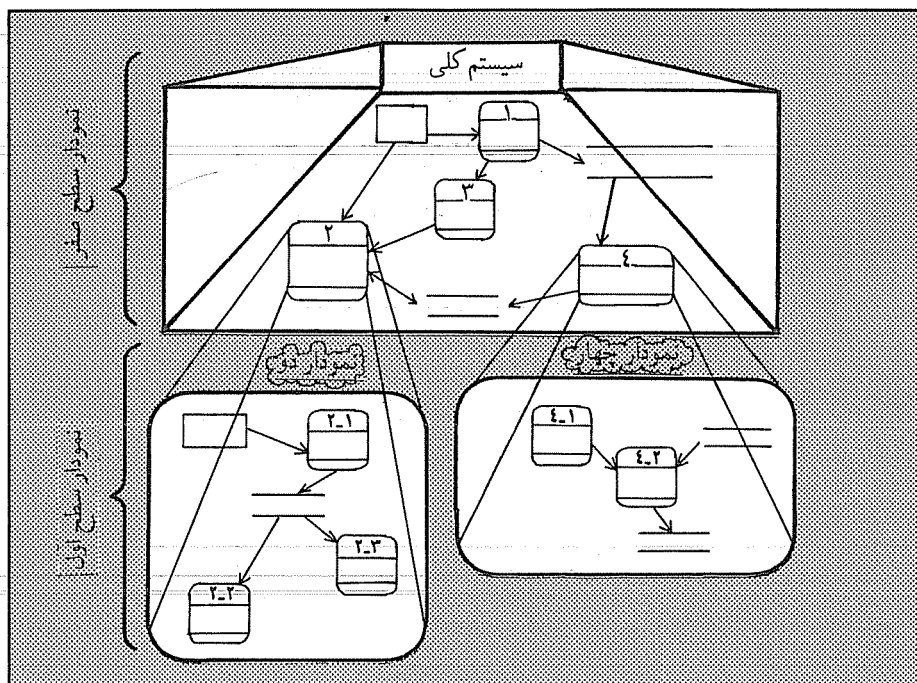
روش جداسازی نظام یافته - یا هموارسازی فراگرد سازماندهی نمودارهای جریان اطلاعات - در قالب دیدگاهی سلسله مراتبی و برحسب میزان تفصیل فراگردها

1. structured decomposition or leveling data flow diagrams

موضوع قواعد	شماره	شرح
قواعد کلی	۱	باید هدف از ترسیم نمودار جریان اطلاعات را در نظر بگیرید؛ زیرا هدف تعیین کننده میزان جزئیاتی است که باید در نمودار قید شود.
	۲	نمودار جریان اطلاعات را به گونه ای سامان دهید که توالی عملیات - اقدامهای - اصلی، از راست به چپ و از بالا به پایین خوانده شود.
قواعد مربوط به فراگردها	۳	همه فراگردهای داخلی سیستم (اعم از دستی و کامپیوتری) را با «دایره» یا «مستطیلی با رئوس منحنی» نشان دهید.
	۴	هر علامت فراگرد را با استفاده از «اصطلاحات متداول و معمول» و اطلاعات مربوط به موضوع، نامگذاری کنید.
	۵	برای هر تبدیل و انتقال اطلاعات، یک فراگرد لازم است؛ بنابراین هرگز برای اتصال یک پایگاه (یا مخزن) اطلاعاتی به یک منشأ یا مقصد اطلاعات (یا یک پایگاه دیگر)، فقط به رسم یک پیکان جریان اطلاعات اکتفا نکنید.
	۶	تصریح نکنید که فراگرد دستی است یا کامپیوتری.
	۷	اطلاعات کنترلی - مانند «اگر»، «و»، «یا» - را نادیده بگیرید.
قواعد مربوط به جریان اطلاعات	۸	همه جریانهای اطلاعات مربوط به مراحل مختلف پردازش - بجز بازیهایی ساده - را مشخص کنید.
	۹	جریانهای اطلاعات را بر روی پیکانها نامگذاری کنید.
	۱۰	از پیکان جریان اطلاعات، فقط برای بیان مسیر حرکت اطلاعات استفاده کنید - نه برای بیان مسیر انتقال مواد، یا هر چیز دیگری غیر از اطلاعات.
قواعد مربوط به پایگاههای اطلاعاتی	۱۱	هنگام ذخیره اطلاعات، نوع پرونده را ذکر نکنید.
	۱۲	جریان اطلاعات به پایگاه اطلاعاتی را فقط در صورت تغییر اطلاعات ذخیره شده، رسم کنید.
قواعد مربوط به موجودیتهای خارجی	۱۳	هنگامی که منشآت و مقاصد اطلاعات، شناخته شده هستند، آنها را با مربع نشان دهید.
	۱۴	هر بار که یک موجودیت خارجی تکرار می شود آن را شماره گذاری کنید تا تعداد تکرارها مشخص باشد.
	۱۵	هنگامی که پردازش داخلی است، مکانها و اقدام کنندگان را با مربع موجودیت نشان ندهید.

نگاره ۸-۲ قواعد ترسیم نمودار جریان اطلاعات

به کار می رود؛ به این ترتیب که «نمودار کلی» یا «نمودار مادر» فقط فراگردهای اصلی را نشان می دهد؛ بنابراین نمودار جریان اطلاعات سطح صفر نامیده می شود. هر فراگرد

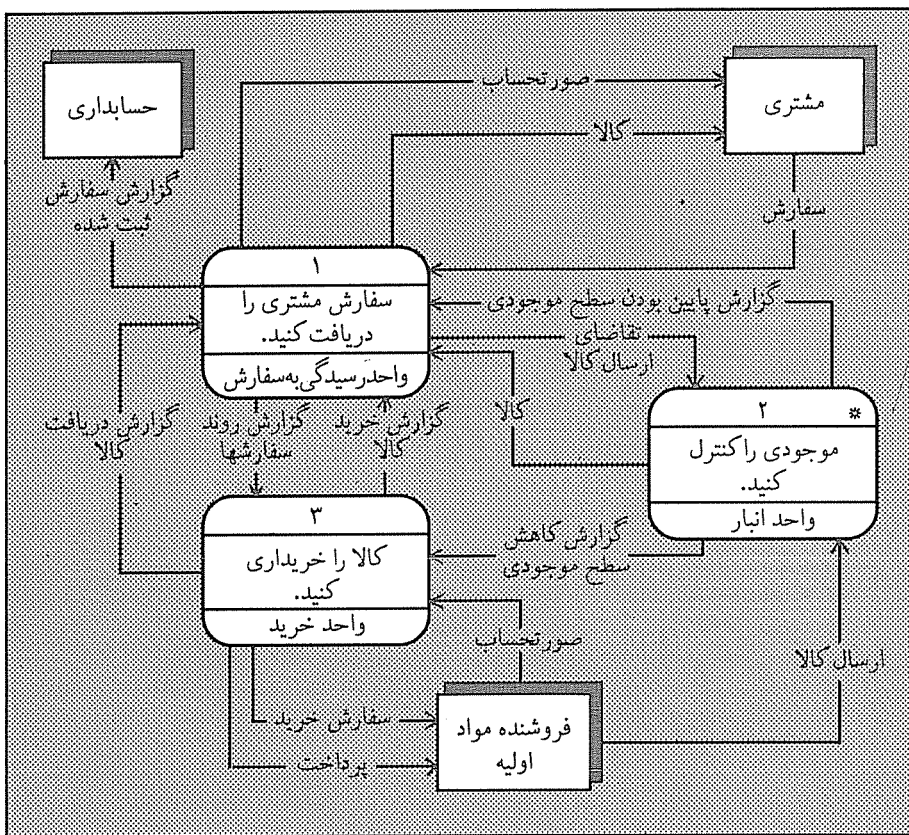


نمودار ۸-۹ تفکیک نظام یافته نمودار جریان اطلاعات

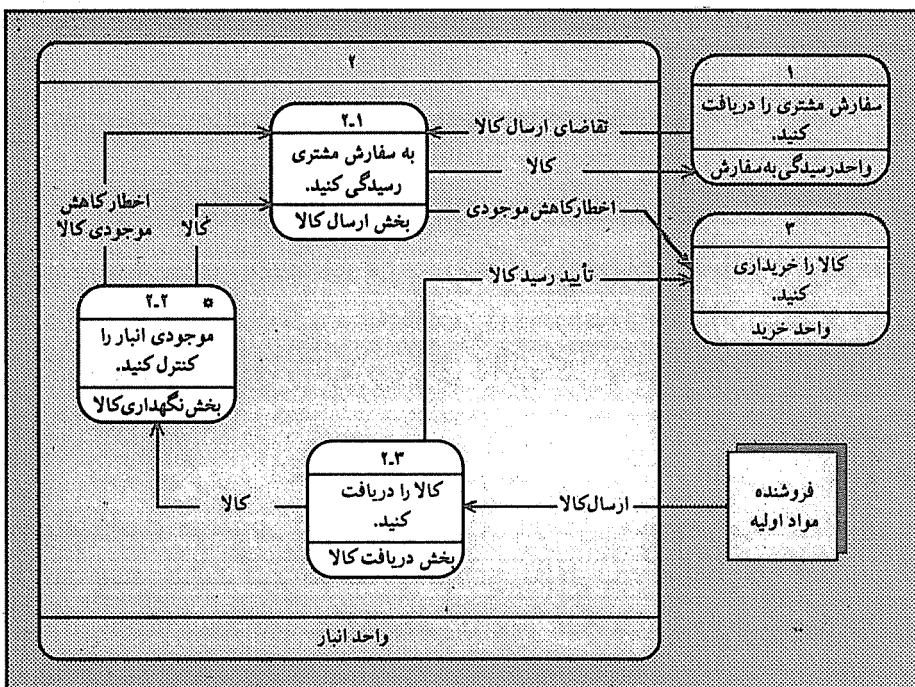
اصلی یا مادر به فراگردهایی جزئی تر، به نام خرده فراگرد، تفکیک می گردد. جزئی ترین فراگردی را که دیگر قابل تقسیم نباشد، کوچکترین جزء کارکردی^۱ می نامند. هنگام تدوین مشخصات هر فراگرد اصلی، این خرده فراگردهای غیرقابل تفکیک را ثبت می کنند (الیسون، ۱۹۸۷، ص ۹۴-۹۶).

نمودار ۸-۹، دو سطح از یک نمودار جریان اطلاعات را نشان می دهد. سیستم کلی نمودار جریان اطلاعات - یا «نمودار صفر» - فقط چهار فراگرد (خانه پردازش) دارد که هریک از آنها برای سهولت در مراجعه بعدی، شماره گذاری شده است. در اینجا فقط نمودارهای دو و چهار تشریح شده اند؛ ولی سطح اول این نمودار جریان اطلاعات، چهار صفحه دارد؛ یعنی برای هریک از این چهار فراگرد عمده، یک صفحه لازم است. خرده فراگردهای ۲-۱، ۲-۲، و ۲-۳ نیز فراگردهای جزئی تر «فراگرد مادر شماره دو»

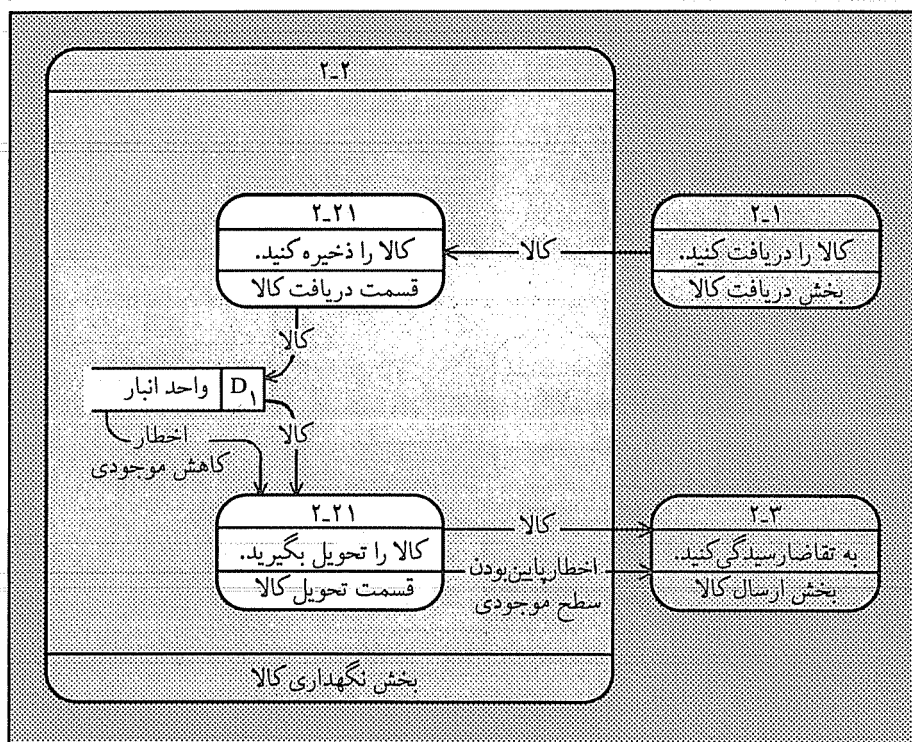
1. functional primitives



نمودار ۸-۱۰. نمودار جریان اطلاعات سطح صفر



نمودار ۸-۱۱. نمودار جریان اطلاعات سطح اول



نمودار ۸-۱۲ نمودار سطح دوم جریان اطلاعات

هستند. برحسب میزان پیچیدگی سیستم، می‌توان هریک از خرده فراگردها را نیز دستخوش تفکیک بیشتری ساخت و نمودارهای سطح دوم فراگردهای ۲-۱، ۲-۲ و ۲-۳ را ترسیم کرد. اطلاعات ورودی و خروجی یک سطح، نباید با سطح جزئی‌تر آن ناسازگار باشد. منشأ و مقصد خارجی یک فراگرد کلی یا مادر باید با خرده فراگردهای آن نیز مرتبط باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در نمودار چهار (از نمودار ۸-۹)، دو پایگاه اطلاعاتی ورودی و خروجی، برای فراگرد کلی و خرده فراگرد ۲-۴، ترسیم شده است.

نمونه دیگری از تفکیک نظام‌یافته در نمودارهای ۸-۹، ۸-۱۰ و ۸-۱۱ نشان داده شده است. در نمودار ۸-۹، نمودار جریان اطلاعات سطح صفر خرده سیستم توزیع شرکت پخش عدالت گستر ملاحظه می‌شود. این نمودار نیز - که شکل کلی آن با نمودار محتوایی تلفیقی سطح کاربر شرکت مذکور (نمودار ۷-۸) شباهت دارد - بر چهار فراگرد

متمرکز شده است. موجودیتهای داخلی بخش ارسال کالا و بخش دریافت کالا، در آن تفکیک شده‌اند و نمودارهای «یک»، «دو» و «سه» را به وجود آورده‌اند. فراگرد «دو» و خرده فراگرد ۲-۲، در نمودارهای ۸-۱۱ و ۸-۱۲ تفکیک بیشتری شده‌اند؛ به این ترتیب که نمودار ۸-۱۲، نشان‌دهنده سطح دوم فراگرد شماره «دو» است. مشخص کردن فراگردهای کلی یا مادر، با علامت ستاره (*)، نشان‌دهنده تفکیک بیشتر آن فراگردها در یک نمودار دیگر است (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۴۵-۲۴۹).

نمودار سیستم

نمودار سیستم، ابزاری ترسیمی است که سخت‌افزارها، برنامه‌ها، و پرونده‌ها را به تصویر می‌کشد. دو هدف عمده از ترسیم نمودار سیستم عبارتند از:

۱. مستندسازی سخت‌افزارها، برنامه‌ها، و نحوه پردازش پرونده‌ها در وضع موجود؛

۲. نشان دادن سخت‌افزارها، برنامه‌ها، و طرحهای تعامل پرونده‌ها.

برخی از علائم نمودار برنامه، در نمودار سیستم نیز به کار می‌روند. همچنین در هردوی آنها مسیر حرکت از راست به چپ، و از بالا به پایین است.

هدف از ترسیم نمودار سیستم، با هدف از ترسیم نمودار برنامه متفاوت است.

نمودار سیستم به جای تبیین نحوه پردازش پرونده‌ها، نشان می‌دهد که چه پرونده‌هایی پردازش شده‌اند. حتی در جزئی‌ترین سطح نمودار سیستم نیز هر برنامه با یک مستطیل پردازش مشخص می‌شود؛ البته در سطوح کلی آن، ممکن است که هر مستطیل پردازش بیانگر یک سیستم چند برنامه‌ای باشد.

در مستندسازی فنی نیز برای نشان دادن سخت‌افزارها و سلولهای برنامه‌ای

سیستم موجود، از نمودار سیستم استفاده می‌شود؛ برای مثال، نمودار ۸-۱۳ از دفتر راهنمای مستندسازی یک سیستم اخذ شده است. نامگذاری فراگردها و پرونده‌ها، باید با وضعیت سیستم نصب شده متناسب باشد.

تحلیلگران سیستم، از نمودار سیستم برای هم‌بانی با سایر تحلیلگران

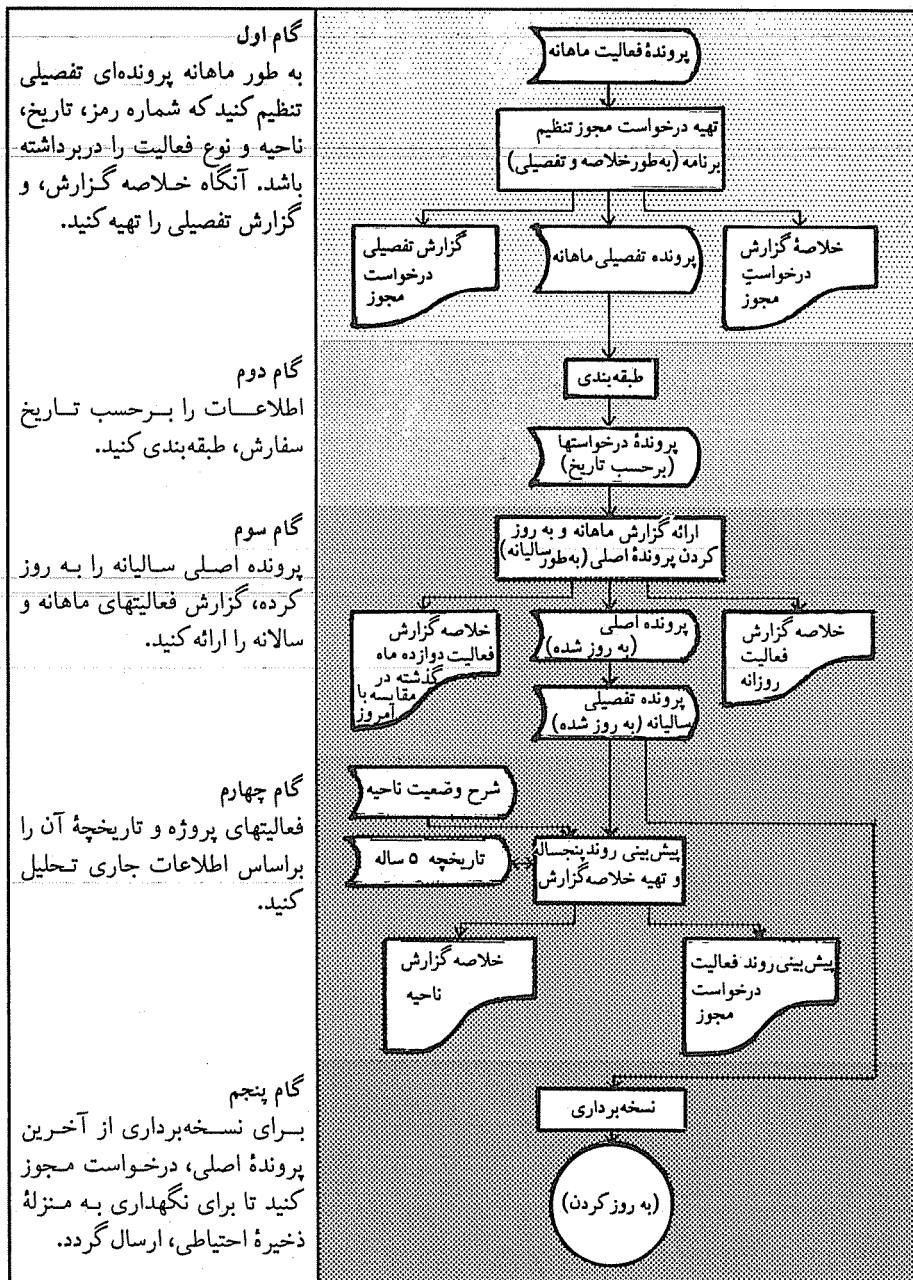
و برنامه‌نویسان گروه «طراحی و ایجاد سیستم» استفاده می‌کنند. البته «نمودار سیستم»

مورد استفاده برای مباحثه و بررسی در فراگرد ایجاد سیستم، کلی‌تر از نمودار ۸-۱۳

است؛ در واقع، در این گونه نمودارها معمولاً نام برنامه و پرونده‌ها قید نمی‌شود و فقط

نامهای مورد استفاده برای تشریح فعالیتها و شرح عملیات پیشنهادی ذکر می‌شوند

(الیسون، ۱۹۸۷، ص ۸۶-۹۰ و جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۵۰-۲۵۱).



فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۳۳

علائم نمودار سیستم


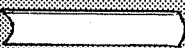



در نمودار سیستم، برای نشان دادن سخت افزارها، از علائم گوناگونی استفاده می شود. سه علامت فراگرد که در نمودار ۸-۱۴ نشان داده شده اند، تمایز میان فراگردها را در سطح کلی نشان می دهند؛ به این ترتیب که هر مستطیل یک فراگرد کامپیوتری را نشان می دهد؛ هر مربع علامت یک فراگرد اجرا شده توسط وسایل جانبی، نظیر چاپگر است؛ و هر دوزنقه بیانگر یک فراگرد دستی است.

علائم نشان دهنده ابزارهای متنوع ذخیره سازی، اطلاعات واضحتری را درباره سخت افزارها ارائه می دهند. در نمودار ۸-۱۵ علائم نشان دهنده نوار، وسایل دسترسی مستقیم، و کارت و نوار منگنه معرفی شده اند. از این علائم برای نشان دادن ورودی و خروجی سیستم نیز استفاده می شود. همچنین در نمودار ۸-۱۶ نیز برخی دیگر از علائم سخت افزاری معرفی شده اند که برای نشان دادن انواع ورودی و خروجی قابل استفاده هستند - مانند: سند، صفحه نمایش، وارد کردن داده ها به صورت دستی (ماشین کردن داده ها)، و ابزار انتقال اصوات. علائم مطرح شده در نمودار ۸-۱۶ فقط به ورودیها و خروجیها اختصاص دارند. در واقع پیش از آنکه بتوان اطلاعات را ذخیره کرد، باید با استفاده از ابزار ورودی، آنها را برای کامپیوتر قابل خواندن کرد. به همین ترتیب، اطلاعات مورد نیاز کاربران نیز با استفاده از یک فراگرد یا خانه پردازش قابل خواندن می شود؛ بنابراین برای ورود به پرونده ها یا خروج از آنها باید از فراگردها یا خانه های پردازش استفاده شود.






پردازش کامپیوتری	
پردازش با وسیله کمکی	
پردازش دستی ^۱	

نمودار ۸-۱۴ علائم نشان دهنده انواع پردازش در نمودار سیستم

۱. فراگردهای دستی فقط هنگامی روی نمودار سیستم نشان داده می شوند که مرحله ای غیر قابل اجتناب در «یک مجموعه متوالی از عملیات کامپیوتری» باشند. فراگرد تکمیل کاربرگها و سایر فراگردهای دستی که معمولاً روی نمودار جریان اطلاعات نشان داده می شوند، روی نمودار سیستم رسم نمی شوند.

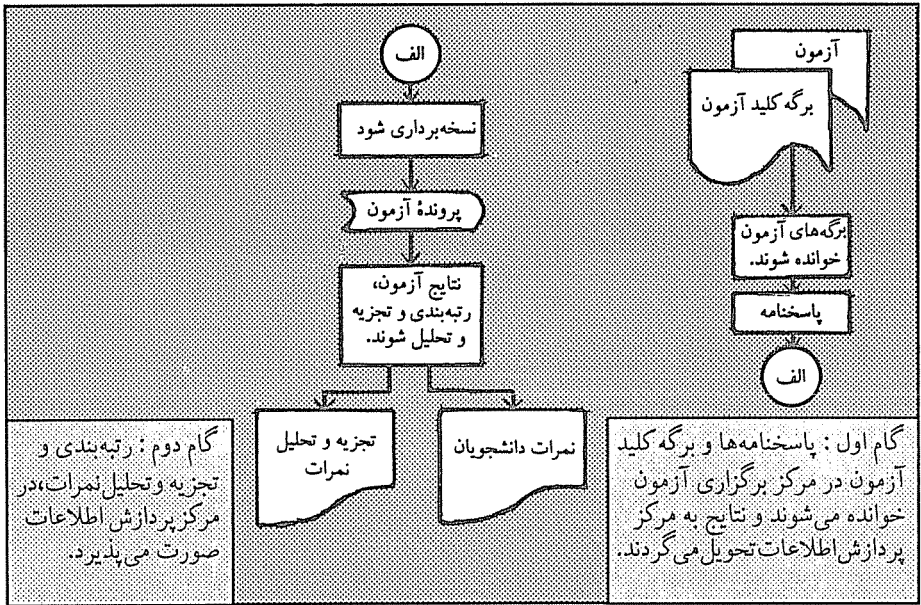
نوار مغناطیسی	
وسیله دسترسی مستقیم	
وسیله دسترسی مستقیم چندگانه	
کارت منگنه	
نوار منگنه	

نمودار ۸-۱۵ علائم نشان دهنده انواع سخت افزار ذخیره سازی در نمودار سیستم

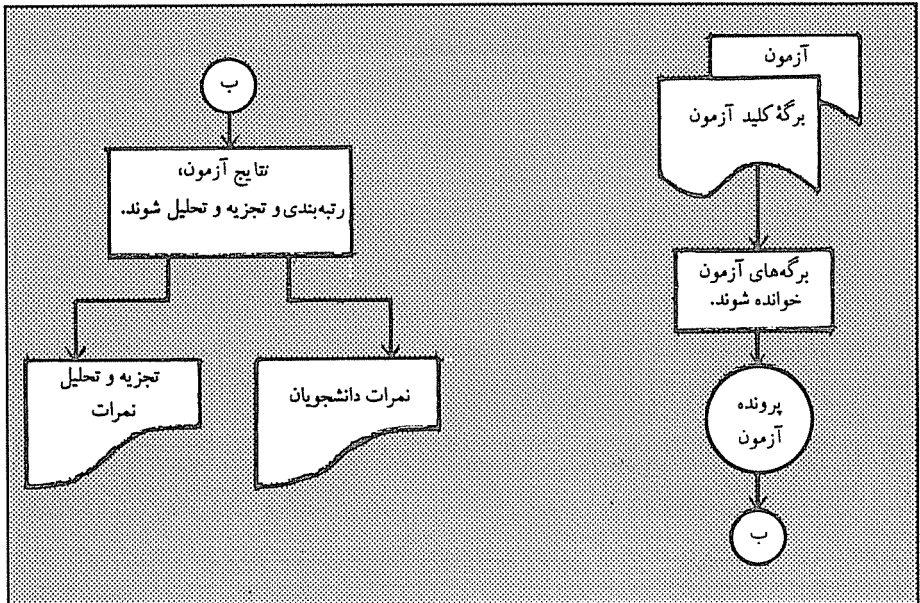
سند	
نشان دادن بر روی صفحه نمایش	
داده دستی (تایپ)	
ورودی صوتی	
خروجی صوتی	

نمودار ۸-۱۶ علائم ورودی و خروجی در نمودار سیستم

جزئیات سخت افزاری در نمودار سیستم، مبنای بحثهای ویژه‌ای را درباره داد و ستدهای سیستم، فراهم می‌آورد. نمودارهای ۸-۱۷ و ۸-۱۸ دو روش پردازش پاسخنامه‌های آزمون دانشجویان را نشان می‌دهند. دستگاه پیمایش می‌تواند از کارت یا نوار استفاده کند. در نمودار ۸-۱۷ فراگرد پیمایش - که به منزله یک وسیله کمکی با یک مربع (خانه پردازش) نشان داده شده است - از کارت استفاده می‌کند. به منظور جلوگیری از تکرار فراگرد نسبتاً کند کارت خوانی، ابتدا اطلاعات موجود در کارتها به یک نوار منتقل می‌شوند و سپس توسط کامپیوتر پردازش می‌گردند.



نمودار ۸-۱۷ فراگرد خواندن کارت در نمودار سیستم



نمودار ۸-۱۸ فراگرد خواندن نوار در نمودار سیستم

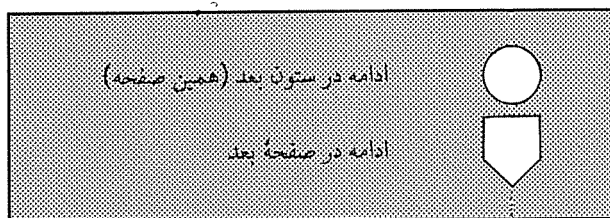
علامت	توضیح	مثال	توضیح
	اتصال ارتباطی		ارتباط میان ورود اطلاعات و نشان دادن آن بر صفحه نمایش
	جریان ورودی		ورود اطلاعات برای پردازش
	جریان خروجی		خروج اطلاعات پس از پردازش
	جریان ورودی / خروجی		اطلاعات ورودی، در پرونده تغییر ایجاد می‌کند و خارج می‌شود.

نمودار ۸-۱۹. نمایش طرق مختلف دستیابی به پرونده‌ها (الیسون، ۱۹۸۷، ص ۲۳۶)

در نمودار ۸-۱۸ مرحله نسخه‌برداری حذف شده است؛ زیرا فراگرد پیمایش به جای کارت، از نوار استفاده کرده است. در نمودار ۸-۱۹، علائم ارتباطی، و خطوط جریان اطلاعات برای طرق مختلف دستیابی به پرونده‌ها (جریان ورودی، جریان خروجی، و جریان ورودی / خروجی) نشان داده شده‌اند. نمودار سیستم، فقط هنگامی دستیابی به پرونده را نشان می‌دهد که اطلاعات پرونده، در نتیجه آن دستیابی تغییر یابد. از پیکانهای «ورود» یا «ورود / خروج» اطلاعات، نباید برای نشان دادن دستیابی صرف به پرونده‌ها استفاده کرد. برای ورود و خروج مستقیم به پرونده‌ها نیز فقط باید از طریق خانه پردازش اقدام کرد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۴۷-۲۴۹).

ساختار نمودار سیستم

نمودار سیستم معمولاً به صورت ستونی تنظیم می‌شود. اگر یک نمودار سیستم بیش از حد طولانی باشد، به طوری که در طول یک صفحه نگنجد، از یک دایره برای اتصال آن با ستونهای بعدی، در همان صفحه، استفاده می‌شود. همچنین برای اشاره به ادامه نمودار در صفحه دیگر، از یک پیکان عریض استفاده می‌شود. این دو علامت در نمودار ۸-۲۰ نشان داده شده‌اند. نمودار سیستم، ابتدا برای سیستمهایی که به صورت دسته‌ای پردازش می‌کنند، ابداع شد. رعایت ترتیب ترسیم از بالا به پایین، و از راست به چپ، برای ترسیم این گونه نمودارها نیز مناسب است.



نمودار ۸-۲۰ علائم ادامه نمودار سیستم

به هر حال استفاده از ساختار ستونی برای ترسیم نمودار کلی سیستم (مانند نمودار ۸-۲۱) یا ترسیم نمودار پردازش تعاملی (مانند نمودار ۸-۲۲)، چندان مناسب نیست؛ زیرا ساختار چنین نمودارهایی، حول یک «خانه پردازش عمده» (نمودار ۸-۲۱) یا «یک پرونده اصلی» (نمودار ۸-۲۲) متمرکز می شوند. این گونه نمودارها، به جای از بالا به پایین، از راست به چپ خوانده می شوند (الیسون، ۱۹۸۷، ص ۱۵۶-۱۶۰ و جوردن و میچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۵۴).

سطوح نمودار سیستم

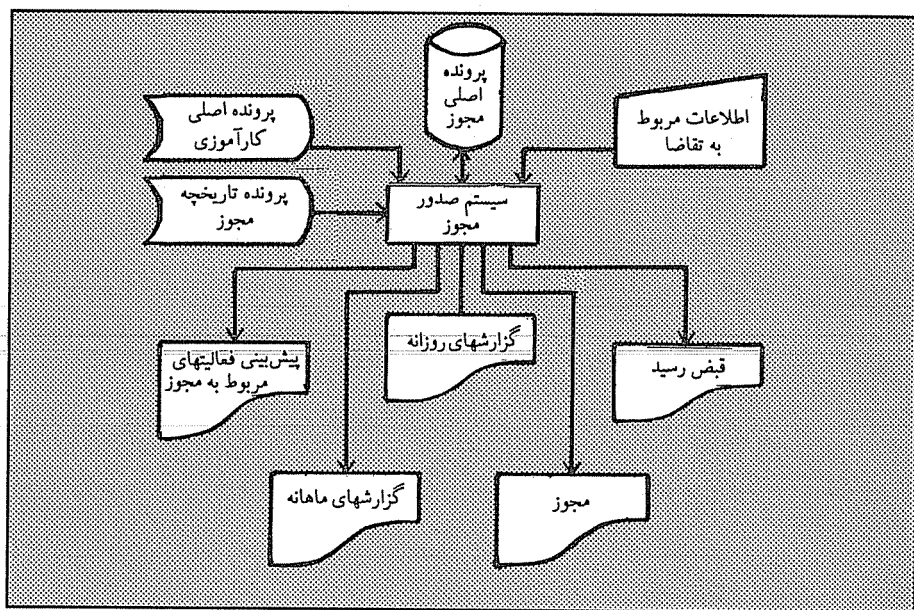
نمودار سیستم از دو سطح اساسی برای بیان جزئیات استفاده می کند: (۱) سطح کلی سیستم؛ (۲) سطح شغل (کار).^۲

در تفصیلی ترین سطح، نمایشی از دستورات صادر شده برای پردازش یا انجام یک کار ارائه می شود. نمونه هایی از ترسیم نمودار سیستم برای سطح شغل در نمودارهای ۸-۱۳، ۸-۱۷، ۸-۱۸، و ۸-۲۲ مشاهده می شود. در این گونه نمودارها، هر خانه پردازش نشان دهنده یک برنامه است.

نمودار اولین سطح، یک نمودار کلی خواهد بود؛ مانند آنچه که در نمودار ۸-۲۱ ملاحظه می شود. ترسیم نمودار سیستم برای سطح کلی، متضمن ترسیم تصویر کارهایی متعدد و متنوع است.

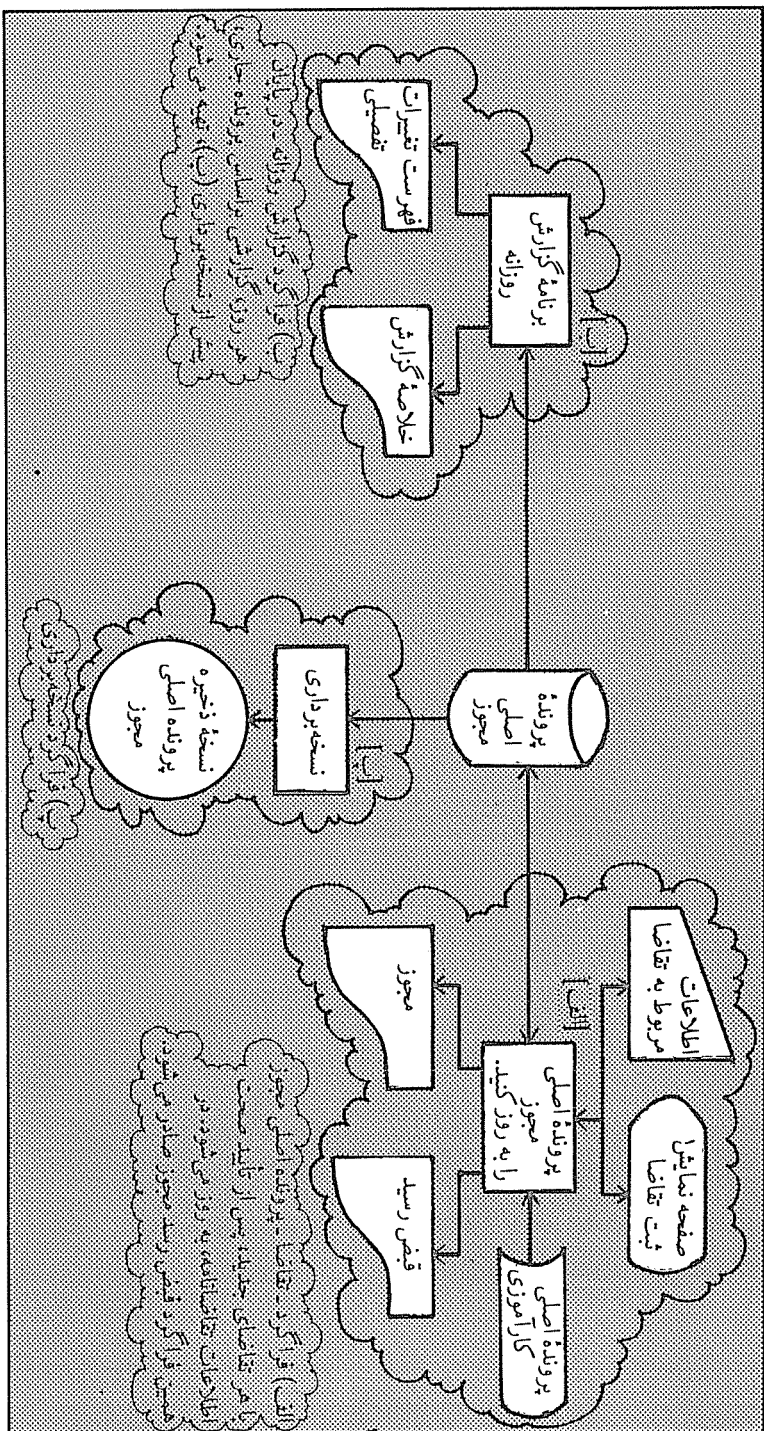
خانه های پردازش، ممکن است مشتمل بر چند برنامه باشند. نمودار ۸-۲۱، یک نمودار کلی سیستم صدور مجوز است و پرونده ها و گزارشهای عمده را برای پردازش ماهیانه (طبق نمودار ۸-۱۳) ارائه می کند. نکته قابل توجه آنکه، همه گزارشها و

پرونده‌های ارائه شده در نمودار ۸-۱۳، در نمودار کلی ۸-۲۱ تکرار نشده‌اند؛ زیرا هدف از ترسیم نمودار کلی، نشان دادن کار یا کارهای اساسی سیستم است - نه کارهای جزئی و خاص آن. در نگاره ۸-۳، به طور خلاصه، قواعد و توصیه‌هایی برای ترسیم نمودارهای سیستم ارائه شده است (گین و سارستون، ۱۹۸۲، ص ۲۵۴ و جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۵۲-۲۵۴).



نمودار ۸-۲۱ نمودار سیستم برای سطح کلی

شماره	قواعد و توصیه‌هایی برای ترسیم نمودار سیستم
۱	طراح باید هدف از ترسیم نمودار سیستم را بداند. نمودار سیستم، سطح جزئیات مورد نیاز را معین می‌کند؛ برای مثال، نمودارهای کلی سیستم و نمودارهای مصور، در مقایسه با نمودار مستندسازی رویه‌ها، باید از جزئیات کمتری برخوردار باشند.
۲	تعداد «خانه‌های پردازش» مورد نیاز را متناسب با هدف نمودار تعیین کنید.
۳	ورودیها و خروجیهای هریک از خانه‌های پردازش را با علائم مناسب مشخص کنید.
۴	همه علائم را نامگذاری کنید.
۵	در مستندسازی جزئیات، برای نمودارهای سطح شغل از توصیف داستانی استفاده کنید.
۶	خروجیها حتماً باید از یک فراگرد گرفته شوند؛ بنابراین، خروجیها را به طور مستقیم به علائم ورودی یا پایگاههای اطلاعاتی متصل نکنید.



نمودار ۸-۲۲ نمودار پردازش تعاملی

مقایسه نمودار جریان اطلاعات، نمودار سیستم، و نمودار برنامه

هریک از نمودارهای جریان اطلاعات، سیستم، و برنامه، هدفهای خاصی را دنبال می‌کنند. در واقع، مشکلات رسم نمودار هنگامی بروز می‌کند که یک نوع نمودار را برای دستیابی به هدفهای متعددی رسم کنند یا نمودار مذکور را برای نیل به هدفی در نظر بگیرند که متناسب با آن نیست. این سه نمودار در نگاره ۴-۸ با هم مقایسه شده‌اند. همان طور که پیش از این ذکر شد، نمودار جریان اطلاعات، ابزاری ترسیمی است که برای نشان دادن جریانهای اطلاعاتی در یک سیستم به کار می‌رود. این نمودار یکی از چهار ابزار نظام‌یافته قابل استفاده برای تعیین نیازهای یک سیستم یا سازمان - یعنی نمودار محتوایی، نمودار جریان اطلاعات، مدل‌های اطلاعات، و مختصات پردازش - است. که به منظور اداره کردن نیازهای سیستمهای در حال تکامل در محیطهای متحول سازمانی، طراحی شده است.

نمودار جریان اطلاعات بر اجزای اطلاعات و فراگردهای تبدیل اطلاعات در سیستم تمرکز دارد. در این نمودار از علائم ساده‌ای استفاده می‌شود تا کاربران براحتی بتوانند آن را درک کنند. در نمودار جریان اطلاعات از نشان دادن سخت‌افزارها و سایر جزئیات فنی اجتناب می‌شود.

نمودار سیستم برای توصیف سخت‌افزار سیستم به کار می‌رود. در این نمودار از علائم متعددی استفاده می‌شود که ابزارهای ویژه ذخیره‌سازی و گامهای برنامه در سیستمهای خودکار را مشخص می‌کنند. استفاده از چنین نموداری برای مستندسازی فنی سیستم، ضروری است.

نمودار برنامه - برخلاف نمودار سیستم و نمودار جریان اطلاعات - بر جزئیات خاص نحوه پردازش در برنامه تمرکز دارد. هرچند که نمودار برنامه نیز بیشتر از همان علائم نمودار سیستم استفاده می‌کند، ولی نمودار سیستم - در مقایسه با نمودار برنامه - نگرش کلی‌تری به سیستم دارد. نمودار برنامه بر اطلاعات در سطح «مکان»^۱ تمرکز دارد؛ در حالی که نمودار سیستم بر اطلاعات در سطح «پرونده»^۲

۱. field: مکانی که برای درج اطلاعات لازم است.

۲. file: هر پرونده از تعدادی سابقه (record) تشکیل می‌شود و هر سابقه مشتمل بر اطلاعاتی است که در مکانهای مختلف درج می‌شوند.

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۴۱

انواع نمودار ابعاد مورد نظر	نمودار سیستم	نمودار برنامه	نمودار جریان اطلاعات
هدف اصلی	ایجاد سیستمهای کامپیوتری برای پردازش دسته‌ای	طراحی برنامه	بررسی نیازهای سیستم
سخت افزار	فقط ابزارهای ذخیره سازی نشان داده می شوند.	ابزارهای ذخیره سازی نشان داده نمی شوند.	ابزارهای ذخیره سازی نشان داده نمی شوند.
برنامه ها	خانه های پردازش عمدتاً نشان دهنده برنامه یا دستورالعمل هستند.	جزئیات برنامه فرعی ارائه می شود.	از این نمودار فقط تا مرحله قبل از شروع گامهای برنامه نویسی، استفاده می شود.
اطلاعات	فقط در سطح پرونده ها ذکر می شوند.	کلیه جزئیات در همه سطوح ذکر می شوند.	اطلاعات مربوط به ذخیره سازی پرونده ها و جریان اطلاعات در سطح «مکانها» ذکر می شوند.
رویه ها	به طور عمده در مورد کامپیوتر و تجهیزات کمکی آن مطرح می شوند.	فقط در مورد پردازش کامپیوتری و محتوای برنامه مطرح می شوند.	هم در هنگام استفاده از سیستمهای دستی، و هم در هنگام استفاده از سیستمهای کامپیوتری مطرح می شوند.
افراد و مکانها	نشان داده نمی شوند.	نشان داده نمی شوند.	منشأ و مقصد اطلاعات در خارج از سیستم نیز نشان داده می شود.

نگاره ۴-۸ مقایسه نمودارهای جریان اطلاعات، سیستم، و برنامه

متمرکز می شود. نگرش نمودار جریان اطلاعات به سیستم، از نگرش نمودارهای سیستم و نمودار برنامه کلی تر است. این نمودار در زمان مناسب، اطلاعاتی را درباره نحوه تبدیل داده ها در سطح «پرونده» و «مکان»، ارائه می دهد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۲۵۵-۲۵۸ و مینیوم، ۱۹۸۹، ص ۲۵۹-۲۶۰).

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل هشتم

نمودار جریان اطلاعات	ساختار نمودار جریان اطلاعات	ساختار نمودار سیستم
علائم نمودار جریان اطلاعات	تفکیک نظام یافته (هموارسازی)	سطوح نمودار سیستم
خانه‌های پردازش	سخت افزار	نمودار برنامه
پیکان جریان اطلاعات	نرم افزار	ابزار ذخیره سازی
مستطیل پایگاه اطلاعاتی	نمودار سیستم	
مربع موجودیت خارجی	علائم نمودار سیستم	

پرسشهای فصل هشتم

۱. قبل از تهیه نمودار جریان اطلاعات، کدام مرحله مقدماتی باید طی شود؟
۲. نمودار جریان اطلاعات بیانگر چیست؟
۳. علامت موجودیت داخلی نمودار محتوایی، در نمودار جریان اطلاعات چه مفهومی دارد؟
۴. در هر خانه پردازش از چند نوع برچسب استفاده می شود؟ با رسم شکل توضیح دهید.
۵. برچسب مشخص کننده مکان پردازش در توالی عملیات چیست؟
۶. نقش خانه‌های پردازش در انتقال اطلاعات چیست؟
۷. مجموعه اطلاعاتی که در نمودار جریان اطلاعات ارائه نمی شوند، کدامند؟
۸. چه استثنائی برای قانون «برچسب زدن» یا نامگذاری پیکانهای جریان اطلاعات قائل شده اند؟ این نامگذاری چگونه و با چه ملاحظات انجام می گیرد؟
۹. پایگاه اطلاعاتی، در چه مواردی قادر به دریافت اطلاعات نیست؟
۱۰. در چه مواردی می توان در نمودار جریان اطلاعات از حلقه بازخور استفاده کرد؟
۱۱. برای خواناتر شدن نمودارهای پیچیده جریان اطلاعات، چه باید کرد؟
۱۲. میزان تشریح جزئیات در نمودار جریان اطلاعات به چه چیز بستگی دارد؟
۱۳. منظور از فراگرد تفکیک نظام یافته یا هموارسازی چیست؟ با رسم شکل توضیح دهید.
۱۴. نمودار سیستم چیست؟ اهداف آن کدامند؟

فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی ۲۴۳

۱۵. فایده نمودار سیستم برای تحلیلگران چیست؟
۱۶. فایده مطرح شدن جزئیات سخت افزاری در نمودار سیستم چیست؟
۱۷. نحوه تنظیم نمودار سیستم را توضیح دهید.
۱۸. منظور از سطوح اساسی نمودار سیستم چیست؟ توضیح دهید.
۱۹. نمودار سیستم، نمودار جریان اطلاعات، و نمودار برنامه را از حیث هدف و کاربرد با هم مقایسه کنید.

فصل نهم

طراحی و برنامه ریزی سیستم

نگرش فلسفی به طراحی سیستم

هنگام به کارگیری فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم، یکی از مفاهیم فلسفی مهم که طراح و تحلیلگر سیستم باید آن را درک کند، تفاوت چیزهای فیزیکی با چیزهای منطقی است. فرهنگهای لغت برای تشخیص تفاوت این دو قابل استفاده نیستند؛ زیرا برای مثال درباره «منطقی» در آنها چنین می نویسند: «براساس اصول منطقی»؛ درباره «فیزیکی» نیز در آنها چیزی جز این نمی نویسند: «مربوط به چیزهای مادی». در واقع، آنچه که تحلیلگر باید بداند، معنی خاص این واژه ها نیست؛ تحلیلگر به توان تشخیص تفاوت مفهومی چیزهای «فیزیکی» و «منطقی» نیاز دارد. شاید همه افراد فی البداهه ادراکی در مورد این مفاهیم داشته باشند؛ ولی برای شناخت کامل تفاوت آنها، باید به مباحث تفصیلی پردازند.

برای مثال، شماره تلفن افراد یک جنبه فیزیکی دارد و یک جنبه منطقی. جنبه فیزیکی تلفن یک فرد معین، همان جایی است که دستگاه تلفن در آنجا قرار گرفته است. برای نصب خط تلفن، شرکت مخابرات باید نشانی فیزیکی او را بداند، برای مثال: تهران، خیابان شهید مطهری، کوچه گلها، پلاک ۱۲. هنگامی که کارکنان شرکت مخابرات، برای نصب خط واگذار شده به خانه وی می روند، او اتاقی که خط تلفن باید در آن نصب شود را نشان می دهد. بدین ترتیب تلفن وی از نظر فیزیکی نصب می شود و شماره فرضی ۷۰۰۵۰۰۲ به وی واگذار می شود. در اینجا منظور از نشانی فیزیکی، محل استقرار دستگاه تلفن است، در حالی که نشانی منطقی، شماره تلفن وی خواهد بود؛ بنابراین میان نشانی فیزیکی (مکان) و نشانی منطقی (شماره تلفن) تفاوت وجود دارد.

هنگام به کارگیری فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی، می توان از واژه های

«فیزیکی و منطقی» به نحوی مرتبط با مفاهیم سیستمی استفاده کرد. فرض کنید یک نفر بخواهد سیستمی را تشریح کند. شرح منطقی، بیان وضع موجود و وضع مطلوب سیستم است؛ ابعاد منطقی سیستم مورد مطالعه (خواه دستی یا کامپیوتری) تقریباً ثابت است؛ در حالی که شرح فیزیکی، چگونگی انجام دادن کار را بیان می‌کند؛ برای مثال شرح فیزیکی، مواردی نظیر افراد درگیر با کار، کاربرگهای مورد استفاده در سیستم دستی، یا ریزپردازنده‌های به کار رفته در سیستم کامپیوتری را معرفی می‌کند. به این ترتیب، شرح منطقی، فقط آنچه را که سیستم انجام می‌دهد، تشریح می‌کند؛ در حالی که شرح فیزیکی، نحوه انجام شدن کار را توضیح می‌دهد.

در تجزیه و تحلیل و طراحی نظام یافته، مدل‌های فیزیکی و منطقی سیستم را با استفاده از نمودار جریان اطلاعات می‌سازند. مدل، تصویر یا ترسیمی از فراگرد یک سیستم ارائه می‌دهد. با استفاده از نمودارهای جریان اطلاعات، می‌توان مدلی از سیستم ارائه کرد که جریان اطلاعات را در مراحل پردازش (دستی یا کامپیوتری) و سایر نقاطی که داده‌ها در آنها ذخیره یا بازیابی می‌شوند، نشان دهد (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۱۹-۲۰).

هدف سیستم

هدف هر سیستم سازمانی، ایجاد هماهنگی میان تلاشهای مدیریتی برای کسب اهداف سازمانی است. در واقع، هدف از مطالعه سیستم باید چیزی بیش از اقدام صرف به مطالعه مستندات و ارائه رویه‌های ساده باشد. این مطالعه باید با حداکثر ژرف‌نگری صورت گیرد؛ به طوری که فلسفه وجودی، اهداف، خط‌مشیها، تعامل‌های اجزاء، و نظرهای مدیریت در چهارچوب سازمان را در بر بگیرد و نتایج ذیل را به بار آورد:

۱. اطلاعات صحیح را در زمان مناسب و با هزینه مناسب - و برآورد دقیق - در اختیار فرد مناسب قرار دهد؛
۲. به افزایش ضریب اطمینان در تصمیم‌گیریها و بهبود کیفیت تصمیمها منجر شود؛

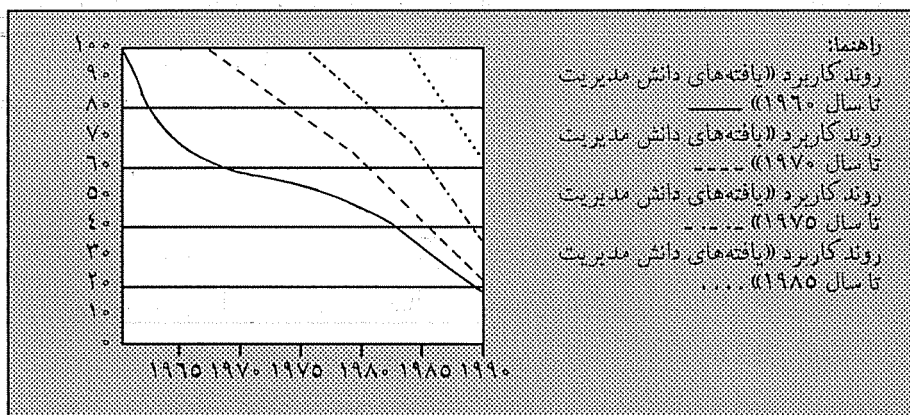
۳. موجب افزایش ظرفیت پردازش توده‌های کار، در زمان حال و آینده گردد؛
۴. توان انجام دادن کار سودآور را - بیش از حدی که قبلاً وجود داشته است - ایجاد کند؛

۵. موجب افزایش بهره‌وری افراد و سرمایه‌ها، و کاهش مجموعه هزینه‌ها شود (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۴).

طراحی سیستم

ضرورت طراحی سیستم بهینه

تحول سریع شرایط محیطی هر سازمان، دانش مدیران را بسرعت کهنه می‌سازد؛ به طوری که در هر پنج سال حداقل یک بار، بازآموزی و آشنایی با اوضاع و اطلاعات جدید، برای آنها ضرورت دارد. عوامل عمده‌ای که در تسریع این تحول نقش دارند، عبارتند از جنگ قدرت رقبا، پیشرفت تکنولوژی، افزایش قدرت رقابت خارجی تراستهای برخوردار از تکنولوژی سطح بالا در کشورهای پیشرفته، و نرخ پایین دستمزد در سایر کشورها (نمودار ۹-۱).



نمودار ۹-۱ افزایش نسبی سرعت متروک شدن یافته‌های دانش مدیریت، طی سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ برای مثال، کاربرد مجموعه یافته‌های دانش مدیریت در سال ۱۹۶۰ (با ۱۰۰٪ کاربرد بالقوه)، تا سال ۱۹۷۰ به ۶۰٪ می‌رسد؛ در حالی که مجموعه یافته‌های دانش مدیریت در سال ۱۹۸۵ (با ۱۰۰٪ کاربرد بالقوه)، در سال ۱۹۹۰ فقط حدود ۶۳٪ کاربرد داشته است.

بعلاوه، انقلاب صنعتی، اقتصاد «کشاورزی و تجاری» کشورهای غربی را به اقتصاد صنعتی تبدیل کرد و به نتایجی نظیر روی آوردن به تولید انبوه انجامید. همزمان با جنگ جهانی دوم، عصر سیستمها پدیدار شد و در دهه‌های آخر قرن بیستم، شاهد استقرار سیستمهای جهانی متنوعی نظیر بانک جهانی و شرکتهای چند ملیتی بودیم که پا

را از مرزهای سیاسی و ملی فراتر گذاشتند. این سیستمها به جریان عظیمی از اطلاعات نیاز داشتند که چند دهه قبل، حتی تصور وجود آن نیز مشکل بود. از آنجا که امروزه مدیریت گرایشی سیستمی یافته است و فنون پیچیده‌تری را به کار می‌گیرد، تجزیه و تحلیل مداوم سیستمهای موجود، و طراحی سیستمهای مطلوب و متناسب با نیازهای روز، برای تداوم و بقای همه سازمانهای اداری، ضرورت دارد (شودریک و دیگران، ۱۹۷۵، ص ۱۰-۱۱ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۴۲).

اهداف طراحی سیستم

طراحی سیستمها، با چهار هدف عمده صورت می‌گیرد:

۱. بالا بردن میزان اطمینان؛
 ۲. افزایش جنبه اقتصادی (با صرفه بودن) عملیات؛
 ۳. متمرکز شدن بر نیل به مقاصد و اهداف؛
 ۴. ایجاد ابزاری برای کنترل عملیات.
- پیشرفت تکنولوژی کامپیوتر و تأثیر گسترده آن در افزایش سرعت و دقت عملیات اداری نیز از عوامل دیگری است که نیاز به طراحی سیستم را افزایش می‌دهد. تا زمانی که «اهداف سازمانی» مشخص نباشند، امکان برنامه‌ریزی وجود ندارد؛ بنابراین، اهداف و نتایج مورد انتظار، باید به صورتی «قابل اندازه‌گیری»، تعریف شوند و محدوده زمانی و هزینه نیل به آنها نیز مشخص باشد، تا طراحی سیستم امکانپذیر گردد. برای این منظور باید به پرسشهای ذیل پاسخ داده شود:
۱. ماهیت سازمان در آینده چگونه خواهد بود؟

۲. چه اطلاعاتی برای رفع نیازهای مدیریت در محیط متحول آتی، مورد نیاز است؟

۳. خدمات، محصولات، ارباب رجوع، مشتریان، رقبا، و مجاری ارتباطی و توزیعی سازمان چگونه خواهند بود؟

طراح سیستم پس از پاسخ به این پرسشها، می‌تواند هدف از طراحی سیستم را ذکر کند، کم و کیف اطلاعات مورد نیاز را برشمارد، و منابع گوناگون اخذ اطلاعات را مشخص سازد (موردیک و مانسون، ۱۹۸۰، ص ۲۱۸-۲۱۹).

ضرورت طراحی سیستم جامع

علی‌رغم کاربرد وسیع و روزمره کامپیوتر در سازمانها، مشاهده می‌شود که نحوه ایجاد سیستم، معمولاً تک‌موردی است؛ به طوری که از هرگونه طراحی جامع و استفاده از چهارچوب واحد برای آن پرهیز می‌شود. این امر چندین عیب دارد:

نخستین عیب از ماهیت ناپیوسته خرده سیستمها ناشی می‌شود؛ به بیان دیگر، بسیار دیده می‌شود که بخشها و قسمتهای مشابه یک سازمان، به ایجاد یک خرده سیستم اقدام کرده‌اند، بدون آنکه کاربرد و نحوه تعامل^۱ آن با اجزای دیگر سازمان را در نظر بگیرند. اولین نتیجه چنین اقدامی، عدم موفقیت در برقراری ارتباط بین خرده سیستمهاست؛ برای مثال، ممکن است واحدهای فروش، تولید، حسابداری، و کارگزینی، هریک برای خود، یک سیستم بایگانی تنظیم کنند که پرونده‌های بایگانی شده در آن مشابه پرونده‌های موجود در بخشهای دیگر باشد، اما ارتباطی بین آنها وجود نداشته باشد؛ در نتیجه با آنکه در یکی از واحدهای یک سازمان - که در مکانهای گوناگون شعبه‌های متعددی دارد - کمبود شدید مهندس و کارگر ماهر محسوس است، واحدهای دیگر همان سازمان، با تورم نیروی انسانی مواجه می‌شوند؛ به این ترتیب، چون مدیریت فاقد یک سیستم اطلاعاتی جامع و مطلوب در مورد نیروی انسانی است، امکان شناسایی نیروی اضافی برایش میسر نیست.

عیب دوم مربوط به هزینه‌هاست. هزینه ممکن است ناشی از به کارگیری نادرست منابع و سرمایه‌ها، و فزونی فرصتهای از دست رفته باشد. در این صورت، هر اندازه که ایجاد یک طرح جامع به تعویق بیفتد، هزینه آن بیشتر خواهد شد (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۱).

اهداف طراحی سیستم جامع

اهدافی که در طراحی سیستم جامع پی‌گیری می‌شوند، عبارتند از:

۱. اجتناب از تکرار یا ایجاد غیرضروری عوامل عمده در سیستم؛
۲. کمک به یافتن مبنایی واحد برای تعیین نحوه توالی عوامل سیستم، با در نظر گرفتن نکاتی نظیر الف) توانایی بازپرداخت هزینه‌ها، ب) تقدم و تأخر طبیعی عوامل، ج) اثر هر عامل در موفقیت.

۳. به حداقل رساندن هزینه ترکیب خرده سیستمهای مرتبط با یکدیگر؛
۴. کاهش تعداد کل خرده سیستمهای جداگانه‌ای که باید ایجاد، راه‌اندازی، و نگهداری شوند؛
۵. ایجاد انعطاف در سیستم، برای تطابق با رشد و تحول (بدون نیاز به تغییرات تناوبی و دوره‌ای)؛
۶. ایجاد مبنایی برای گسترش هماهنگ خرده سیستمها و بسط آنها در سطح کل سازمان؛
۷. تهیه راهنمای اجرای پروژه‌ها و انجام دادن مطالعات مداوم به منظور بهبود سیستم.

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت، ضرورت وجود موازنه بین فرصتها و هزینه‌های ناشی از ایجاد سیستم جدید است. مزایای مستقل انجام دادن هر عمل در بادی امر ممکن است در دراز مدت، در مقایسه با هزینه‌های اضافی ناشی از آن در سایر قسمت‌های سیستم، مقرون به صرفه نباشد. برای نمونه، سازمانها معمولاً به انتخاب روشهای ساده متمایل هستند؛ برای مثال به «خودکار کردن» کارهای جاری، مانند حسابداری علاقه دارند؛ زیرا منافع ناشی از آن بیشتر قابل لمس است. اما این عمل به طور معمول کار صحیحی نیست؛ زیرا در بیشتر سازمانها، صرفه‌جویی در هزینه‌های برنامه‌ریزی و کنترل (در مقایسه با کاهش هزینه‌های اداری) اولویت بیشتری دارد. هزینه‌های اداری بندرت، آن هم در سازمانهایی نظیر اداره مالیات، حائز اهمیت هستند. بعلاوه، منافع طراحی سیستم برای امور برنامه‌ریزی و کنترل بسهولت قابل لمس نیستند؛ در حالی که این امور بیشترین تأثیر را بر هزینه‌ها و عملیات سازمان دارند (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۱).

یکی از صاحب‌نظران، سه زمینه ذیل را از هم متمایز کرده است. به نظر وی، طراحی سیستمهای صنعتی برای برنامه‌ریزی و کنترل این زمینه‌ها، بیشترین نتیجه را خواهد داد:

۱. برنامه‌ریزی و کنترل کالاهای ساخته شده (در شبکه توزیع)؛
۲. برنامه‌ریزی و کنترل مصرف مواد اولیه، ماشین‌آلات، و نیروی انسانی (در عملیات تولیدی)؛

۳. برنامه‌ریزی و کنترل تهیه مواد اولیه.

وی همچنین متذکر می‌شود که بهتر است بین آنچه که قبلاً به صورت خودکار انجام می‌شده و آنچه که هم اکنون می‌خواهد خودکار شود، ارتباط برقرار گردد؛ برای مثال، اگر قرار است در این مرحله، برنامه‌ریزی مواد اولیه به طور خودکار انجام شود، در مرحله بعد باید به پیش‌بینی یا کنترل انبار موجودی مبادرت کرد؛ زیرا این عملیات به یکدیگر مربوط هستند. خلاصه اینکه، تحلیلگر یا طراح سیستم، باید طرح جامع را بر عملیاتی متمرکز سازد که برای تحقق اهداف برنامه‌ریزی و کنترل، بیشترین بازده را دارند (ارلیکی، ۱۹۶۹، ص ۹۱-۹۶ و موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲ و بلومنتال، ۱۹۶۹، ص ۱۳).

مفروضات زیربنایی طراحی سیستم

طراحی سیستم نیز مانند برنامه‌ریزی بر مفروضاتی اساسی به شرح ذیل، استوار است:

۱. همه کارها را می‌توان برنامه‌ریزی و کنترل کرد - یکی از صاحب‌نظران مدیریت معتقد است که «هرچه قابل تصور باشد، قابل انجام دادن هم هست» (می، ۱۹۵۱، ص ۶۶)؛

۲. هرچه برنامه‌ریزی یک کار خاص مشکلتر باشد، در آن کار نیاز به برنامه‌ریزی بیشتر خواهد بود - در واقع، از فنون برنامه‌ریزی برای برخوردی منطقی با کار استفاده می‌شود؛

۳. تفویض مسئولیتهای انجام دادن یک کار به یک مدیر، نقش بسزایی در افزایش احتمال انجام موفقیت‌آمیز آن کار دارد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۲۳).

ضرورت طراحی گام به گام سیستم

حتی با استفاده از کامپیوتر نیز نمی‌توان کل یک سیستم سازمانی را به منزله یک پروژه کوتاه مدت، طراحی کرد. دلایل این امر عبارتند از:

۱. سازمان نمی‌تواند به یکباره پذیرنده تغییراتی عظیم باشد؛
 ۲. مدیریت باید ابتدا مسائل و مشکلات خود را تعریف کند؛ از این رو ناگزیر است که نخست کل سیستم را به خرده سیستمها تقسیم کند و سپس جزئیات هر خرده سیستم را در اختیار تحلیلگر سیستم قرار دهد.
- در بیشتر سازمانهایی که سیستم کامپیوتری ندارند، ثبت اطلاعات بر مبنای زمان

انجام می‌گیرد؛ یعنی ثبت اطلاعات در هر بخش به صورت متناوب و دوره‌ای انجام می‌شود و اطلاعات به صورت دستی در پرونده ثبت می‌گردد. این عملیات شامل تدوین نسخ اضافی، انتخاب اطلاعات، و خلاصه‌برداری از پرونده‌ها - برای کنترل مدیریت و به روز کردن اطلاعات - می‌شود. در مراحل بعدی، تکمیل، انتخاب، و خلاصه‌برداری اطلاعات انجام می‌شود. این فراگرد ادامه می‌یابد تا دوره بعدی فرا رسد. معمولاً این گونه خلاصه‌برداری از اطلاعات، بیشتر بر مبنای زمان انجام می‌گیرد - نه بر مبنای درجه اهمیت و اولویت اطلاعات.

بعلاوه، اطلاعات کامپیوتر بیشتر مبتنی بر داده‌های محیط داخلی و خارجی تهیه شده در سطح سرپرستان سازمان است. برخی از داده‌های داخلی عبارتند از:

- گزارش اصلاح حسابداری داخلی؛
- گزارش کالاهای ساخته شده.

داده‌های خارجی نیز ممکن است شامل موارد ذیل باشند:

- سفارشهای ارباب رجوع یا مشتری؛
- صورتحسابها؛
- مالیات بر درآمد کارکنان.

اگر سیستم کامپیوتری در این سطح ایجاد شود، می‌تواند اطلاعات ذیل را برای سطح میانی مدیریت تهیه کند:

- تحلیل‌های تاریخی؛
- خلاصه گزارشها؛

- پرونده‌های داده‌های داخلی؛

- صدور صورتحساب برحسب داده‌های خارجی.

پس از اینکه نیازهای مدیریت به طراحی سیستم تعریف شد، تحلیلگر باید شرحی درباره «نحوه به دست آوردن باز داده‌ها از داده‌ها» ارائه کند. ناگفته نماند که گاهی تحلیلگر مجبور می‌شود که خودش حتی داده‌های مورد نیاز را نیز تعیین کند. در هر صورت، یک طراحی خوب سیستم، دارای ویژگیهای ذیل است:

۱. اهداف مدیریت را برآورده می‌سازد؛
۲. سیستم کامپیوتری مورد نیاز را دقیقاً مشخص می‌کند؛

۳. با توجه به ملاحظات انسانی تنظیم می شود؛

۴. عملیات برنامه ریزی شده در آن، بموقع و به حد کافی اجرا می شوند؛

۵. قبل از استقرار، آزمایش می شود؛

۶. هزینه های آن، به طور دقیق برآورد می شوند؛

۷. روش طراحی بسیار دقیقی دارد.

طراحی سیستم طی چهار مرحله عمده انجام می شود:

۱. طرحریزی و برنامه ریزی (این مرحله شامل طرحریزی، سازماندهی، و کنترل

عوامل ویژه ایجاد سیستم است)؛

۲. طراحی خام یا مطالعه امکانپذیری یا طراحی مفهومی^۱ (این مرحله، طراحی

راههای گوناگون و ابتدائی ایجاد سیستم را دربر می گیرد)؛

۳. طراحی تفصیلی^۲ (عملیات جزء به جزء ایجاد سیستم، در این مرحله طراحی

می شوند)؛

۴. اجرا یا استقرار^۳ (نتیجه طراحی، معمولاً به صورت مجموعه ای از مختصات

ارائه می شود. تبدیل این مختصات به سیستم، مرحله اجرا یا استقرار نامیده می شود).

در اینجا، پیش از پرداختن به مراحل گوناگون طراحی سیستم، ویژگیهای

ضروری برای طراح یا تحلیلگر سیستم توصیف می شوند و مواردی که تحلیلگر باید در

کار خود به آنها توجه کند، بررسی می گردند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۴۶-۲۴۷).

ویژگیهای طراح یا تحلیلگر

یکی از نارساییهای تعیین فهرست ویژگیهای لازم برای تصدی هر شغل این است که

معمولاً هیچ فردی پیدا نمی شود که ویژگیهای وی، کاملاً با ویژگیهای تعیین شده برای

احراز یک شغل، منطبق باشد؛ با وجود این، بهتر است که ویژگیهای مذکور شناسایی و

تعیین شوند؛ با این فرض که افراد می توانند با طی دوره های کارآموزی، ویژگیهایی را که

فاقد آنها هستند، به دست آورند.

هنگام تهیه طرح مناسب برای یک سیستم، طراح باید بتواند منطق اصلی آن

1. conceptual design or feasibility study or gross design

2. detailed design

3. implementation

طراحی و برنامه‌ریزی سیستم ۲۵۳

سیستم را کشف کند و همچنین از نحوه تأثیر رخدادهای جدید در طرح خود آگاه باشد. به طور کلی، هر تحلیلگر و طراح باید دارای ویژگیهای فردی و رفتاری مهم ذیل باشد:

۱. از اظهار نظر دیگران استقبال کند، اما سریع نتیجه گیری نکند؛
۲. در غلبه بر مشکلات و موانع، پایدار باشد و کندی پیشرفت کار، مانع وی در تنظیم طرح و برنامه عملیاتی نگردد؛
۳. فردی مصمم و قاطع باشد و از نگرش وسیع و انعطاف پذیر برخوردار باشد؛
۴. پریشان افکار نبوده، از رفتاری منظم و نزاکتی منطقی برخوردار باشد (زیرا کار وی ایجاب می‌کند که سرپرست مستقیم نداشته باشد)؛
۵. قادر باشد افکار، عقاید، و پیشنهادهاى خود را به صورت کتبی و شفاهی بیان کند؛
۶. شنونده‌ای خونسرد باشد؛
۷. محاوره‌گری دقیق و منصف باشد (به طوری که بتواند در مصاحبه‌های متعدد با افراد گوناگون، در سازمان یا خارج از آن، کنترل خود را حفظ کند)؛
۸. در کار با دیگران و برقراری ارتباط با آنان، برخوردی اجتماعی‌تر از افراد معمولی داشته باشد؛
۹. دارای تجربه تحلیل مسائل بازرگانی و برنامه‌ریزی کامپیوتر باشد؛
۱۰. به میزان کافی با کامپیوتر، طرز کار آن، و وسایل جانبی آن آشنا باشد؛
۱۱. با برنامه‌های آماده کامپیوتری (نرم‌افزارها) آشنایی داشته باشد؛
۱۲. واجد قدرت تشخیص عمیقی باشد (دانیلز و یتز، ۱۹۷۱، ص ۱-۲).

ضرورت آشنایی طراح با سازمان

هر سیستمی که در یک سازمان طراحی می‌شود، نمایانگر ساخت و هدف آن سازمان است و تا حدودی تحت تأثیر مدیریت و کارکنان آن سازمان قرار دارد. هنگامی که تحلیلگر سیستم در نظر دارد کاری را بر روی یک پروژه آغاز کند، باید اطلاعات کافی درباره سازمانی که در آن کار می‌کند، داشته باشد؛ زیرا در این صورت، بهتر می‌تواند جزئیات سیستم را - با در نظر گرفتن جایگاه آن - تحلیل کند.

عوامل انسانی در تحلیل سیستم

تحلیلگر سیستم باید همواره به خاطر داشته باشد، سیستمی که او طراحی می‌کند بر افراد تأثیر خواهد گذاشت؛ بنابراین باید واکنشهای احتمالی در برابر سیستم جدید پیش‌بینی شوند. حتی اگر واکنشهای مذکور غیر منطقی به نظر برسند، باید دلایل آنها تحت بررسی و شناسایی قرار گیرند. برخی از این واکنشها عبارتند از:

۱. برداشت نادرست مبتنی بر مفروضات قبلی. انسانها اعتقاداتی دارند که آراء و نظریاتشان از آنها ناشی می‌شوند؛ در حالی که بافت مجموعه اعتقاداتشان نیز بر اساس تجارب، آگاهیهای عمومی، هوش، دانش تخصصی، علایق ویژه، و احساساتشان شکل می‌گیرد.

اگرچه ممکن است مجموعه اطلاعات انسانهای عادی با اطلاعات افراد بسیار باهوش و منطقی وجوه مشترکی داشته باشد، احتمال دارد عقاید و نظریاتشان (در عین حال که مستدل است)، با نظر افراد عادی کاملاً متفاوت باشد. این تفاوت نظر، ناشی از تفاوت مفروضات اساسی یا نحوه نگرش افراد به پدیده‌هاست؛ مفروضاتی که طی سالیان دراز شکل گرفته‌اند و مبتنی بر تصورات افراد از عوامل متعدد غیرقابل اندازه‌گیری در محیط هستند.

باید توجه داشت که الزاماً افراد بسیار باهوش، کاملاً منطقی نیستند؛ زیرا منطقی بودن لازمه باهوش بودن نیست؛ بلکه توانایی کنترل احساسات در مواجهه با رویدادهاست که موجب منطقی شدن انسان می‌شود؛ زیرا احساسات آدمیان زود برانگیخته می‌شود و این امر تأثیر فراوانی بر اندیشه آنان دارد.

گرایش کلی موجود در نوع انسان این است که همواره سعی دارد طرحهای ذهنی خود را باور کند، نه واقعیتهای موجود و آنچه که هست را. ذهن خودآگاه انسان، برخی از چیزهای غیر منطقی - ولی عادی - را به منزله وسیله‌ای برای گریز^۱ می‌پذیرد، مانند:

(الف) تعمیم دادن موارد ویژه به کل؛

(ب) قائل شدن به وجود رابطه علی بین دو پدیده، به صرف وجود یک رابطه همبستگی میان آنها - بدون توجه به اینکه ممکن است علت سومی هم موجود باشد؛

(ج) منطقی جلوه دادن اعتقادات احساسی؛

- د) انتساب بدبینیهای ضمیر ناخودآگاه به مردم و اشیاء (فرافکنی).
۲. عادت‌زدگی. یعنی ترجیح رفتار جاری به رفتار جدید. عادت‌زدگی با مسائل عدم یادگیری همراه است؛ زیرا تغییر دادن «واکنشهای عکس‌العملی در برابر محرکهای خارجی» کار دشواری است.
۳. نگرانی از احتمال عدم ارضای نیازها و انگیزه‌ها. بخشی از نیازهای افرادی که در داخل یک سیستم فعالیت می‌کنند، از طریق شغلشان ارضا می‌گردد؛ از این رو ترس از احتمال بیکار شدن و در نتیجه، عدم ارضای این دسته از نیازها، مانعی قوی در سر راه پویایی آنان به شمار می‌آید. بنابراین، تحلیلگر باید افراد را تشویق کند تا بر این احساس و پیامدهای آن غلبه کنند (دانیلز و یتز، ۱۹۷۱، ص ۳-۵).

علل مقاومت کارکنان

- تحلیلگر باید دلایل احتمالی مقاومت کارکنان در برابر تحول را بررسی کند. واکنش مقاومت در برابر تغییر ممکن است به صورت ذیل باشد:
۱. نگرانی از بیکار شدن و مسائل وابسته به آن، مانند الف) کاهش دستمزد، ب) عدم توانایی یادگیری مهارتهای لازم برای تصدی شغل جدید، ج) از دست دادن مقام و موقعیت قبلی، د) عدم علاقه به شغل جدید؛
 ۲. سوءظن به انگیزه‌های مدیران از ایجاد تغییر؛
 ۳. ضعف شخصیتی فرد و وجود این احساس در فرد که هر تغییر، یک انتقاد شخصی از نحوه کارکرد اوست؛
 ۴. نگرانی از احتمال فروپاشی گروه دوستان و همکاران؛
 ۵. جهل یا ترس از وضعیت ناشناخته و مبهمی که می‌خواهد جایگزین وضع موجود شود.

راههای غلبه بر مقاومت کارکنان

- زمینه‌های مقاومت کارکنان را می‌توان با روشهای ذیل از بین برد:
۱. کارکنان را از قبل، خوب در صحنه نگه داشت؛ یعنی دلایل کارها را به طور کامل برای آنها شرح داد و محاسن آن را برایشان متذکر شد؛
 ۲. برای افراد، فرصت شرکت در تصمیم‌گیری و ارائه پیشنهاد را فراهم کرد؛

۳. با تضمین مزایای مالی آتی یا ایجاد تسهیلات بازآموزی، برای آنها اطمینان ایجاد کرد؛

۴. برنامه تحول را در فرصتهای مقتضی به افراد معرفی کرد و قبل از اجرای طرح جدید، زمینه مناسبی را برای خو گرفتن کارکنان با فکر و طرح تحول فراهم کرد؛

۵. برای معرفی افراد نمونه و قابل قبول تلاش کرد - معمولاً موفقیت در این تلاشها، به درجه اعتماد کارکنان به مدیریت بستگی دارد؛

۶. عادت به تغییر و تحول را تقویت کرد - در صورت ایجاد تغییرات مکرر، عادت به تغییر افزایش می یابد و آمادگی برای پذیرش تغییرات جدید بیشتر می شود (سن، ۱۹۹۰، ص ۸۰۱-۸۰۲).

نکاتی اساسی که باید توسط تحلیلگر رعایت شوند

الف) قبل از طراحی و تجزیه و تحلیل نظرها و هنگام جمع آوری اطلاعات، تحلیلگر باید موارد ذیل را رعایت کند:

۱. تا آنجا که می تواند به جمع آوری اطلاعات در مورد مجموعه اعتقادات افراد و علل اعتراضات احتمالی آنها پردازد و تلاش کند تا از راه تشویق، مقبولیت بیشتری برای سیستم جدید به دست آورد؛

۲. اعتماد افراد را جلب کند و نشان دهد که به منافع آنان توجه دارد؛

۳. ایرادهای وضعیت موجود را بخوبی نشان دهد و دیگران را نیز به انتقاد ترغیب کند تا علاقه به تحول ایجاد شود؛

۴. مراحل تغییر را با حوصله طراحی کند و با دقت به اجرا بگذارد و انتظار تغییر فوری نداشته باشد؛

۵. سعی کند دیگران را در تصمیم گیری شرکت دهد؛ زیرا این امر موجب تضمین اجرای تصمیمها خواهد شد؛

۶. در تأکید بر ضرورتها از مجادله اجتناب کند؛

۷. پرسشهایی را مطرح کند که بیشتر به قسمتهای مورد توافق طرفین معطوف می شوند؛

۸. همواره راه حلهایی را برگزیند که موجب رضایت طرفین باشد؛ یعنی کاملاً یکجانبه نباشد؛

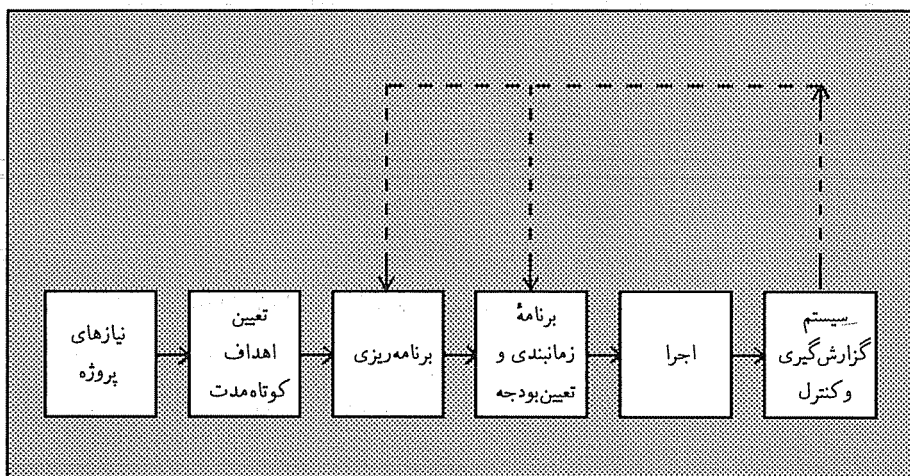
۹. به جای انتقاد در مورد گذشته بر جنبه‌های مثبت تحول تأکید کند و باعث ایجاد علاقه مشترک به پیشرفت و بهبود شود؛
 ۱۰. با ابراز همدردی، به مسائل و مشکلات افراد گوش دهد؛ اما دقت کند که همه اعتراضات، ضرورتاً اعتراضاتی منطقی نیستند، بلکه ممکن است اعتراضاتی احساسی باشند که منطقی جلوه داده می‌شوند (در این حالت ممکن است فرد بداند که اعتراضاتش غیرمنطقی است، اما از قبول آن طفره برود)؛
 ۱۱. سعی کند به اطرافیان خود حق انتخاب بدهد؛ برای مثال، از افراد بپرسد که آیا ترجیح می‌دهند مدل «الف» را خریداری کنند یا مدل «ب» را؛
 ۱۲. هنگام استفاده از «سخنان متضمن پاسخ منفی^۱»، دقت کند؛ برای مثال، پیش از آنکه درخواستی بشود، بگوید:
- «اگر می‌توانستیم چنین و چنان کنیم، خیلی خوب بود، اما این کار واقعاً در توان شرکت کوچکی مانند شرکت ما نیست».
- ب) پس از تجزیه و تحلیل نظرها و طراحی (با فرض جلب نظر موافق اکثریت و تأکید بر محاسن و منافع سیستم جدید و اظهار آمادگی برای تحمل مشکلات موجود در راه عملی شدن طرحها)، تحلیلگر باید نکات ذیل را رعایت کند:
۱. اطمینان دهد که مدیریت قادر است بر مشکلات اجتناب‌ناپذیر دوره تحول فائق آید و سیستم جدید را به کار اندازد؛
 ۲. به طور آشکار، در مورد نحوه حل مسائل، نظرخواهی کند و بر آمادگی خود برای حمایت و ارائه کمک - هم در حین ایجاد تحول و هم بعد از آن - تأکید کند؛
 ۳. هنگامی که از توافق مدیریت و کارکنان مطمئن شد، فوراً طرحهای خود - از جمله برنامه زمانبندی هر طرح - را به تصویب برساند؛
 ۴. موفقیت تحول را به حساب مدیریت و کارکنان بگذارد و از آنان تشکر کند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۵۴).

طراحی پروژه

پروژه عبارت است از مجموعه کارهایی که در قالب یک روش کوتاه مدت و

تک موردی، برای کسب هدف انجام می‌شود. پروژه‌ها از نظر فراگرد با هم تفاوت دارند؛ زیرا از هم مجزا هستند و برخلاف فراگردهای پیوسته، مانند بازاریابی، تولید، و حسابداری، زمان آغاز و پایان مشخصی دارند. وظیفه اصلی یک مدیر پروژه، برنامه‌ریزی صحیح و کنترل خرده سیستمهای موجود در چرخه مدیریت پروژه است.

مدیر پروژه باید یک طرح کلی بریزد که در آن برنامه تفصیلی اجرای پروژه، روش کنترل پیشرفت کار، هزینه، و زمان اجرای پروژه مشخص شود (نمودار ۹-۲)، (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۵۵-۲۵۶).



نمودار ۹-۲ چرخه مدیریت پروژه

معیارهای ارزیابی یک پروژه

معمولاً می‌توان پروژه‌ها را با توجه به معیارهای ذیل، ارزیابی کرد:

۱. ارزش راه‌حلهای ارائه شده در آنها، برای حل مشکل سازمان یا استفاده از فرصتها (مانند گسترش سازمان یا شرکت، نفوذ در بازار کالاهای جدید، و تجدید سازمان) چقدر است؟

۲. ارزش یک پروژه خاص، برای حل مشکل یا استفاده از فرصت چقدر است؟ بازدهی خالص آن چقدر است؟

۳. پروژه مذکور به چه نوع تکنولوژی نیاز دارد؟

به منظور انجام دادن ارزیابیهای فوق، می‌توان از سؤالات ذیل استفاده کرد:

۱. اهداف مدیریت کدامند؟ این اهداف از حیث نوع محصولات و خدمات، وضعیت در بازار، و بازدهی سرمایه‌گذاری، شرکت را به چه جهتی هدایت می‌کنند؟ یعنی براساس این اهداف، شرکت یا سازمان در آینده چه شکلی خواهد داشت؟
 ۲. آیا طراحی یک سیستم جامع امکانپذیر است؟ گستردگی پروژه‌هایی که برای ایجاد سیستم جامع طراحی می‌شوند، چقدر است؟ آیا به قدری گسترده‌اند که در هر زمان، فقط امکان اجرای تعداد کمی از آنها وجود دارد؟
 ۳. آیا حوزه و قلمرو عمل هر پروژه، تعریف شده است؟ آیا با توجه به ویژگیهای پروژه و سهم آن در رسیدن به هدف، و میزان منابعی که باید بدان اختصاص یابد، می‌توان آن را ارزیابی و طبقه‌بندی کرد؟
 ۴. مفروضات عمده‌ای که زیربنای طراحی هر پروژه را تشکیل می‌دهند (و معمولاً به عواملی نظیر محیط، نیازها و اهداف مدیریت، منابع موجود در داخل شرکت، یا عامل زمان مربوط می‌شوند) کدامند؟
 ۵. چه معیارهای ویژه‌ای را باید برای ارزیابی و طبقه‌بندی پروژه‌ها به کار برد؟ آیا باید معیارهایی مدنظر قرار گیرند که به نحوی نادرست، صرفاً بر هزینه ایجاد سیستم و صرفه‌جویی در هزینه‌های شرکت تأکید دارند؟
 ۶. آیا پروژه از نظر فنی منطقی است؟ یعنی براساس یافته‌های علوم مدیریت، کامپیوتر، و رفتار سازمانی، عملی است؟
 ۷. آیا زمان واقعی پایان پروژه، به طور دقیق تعیین شده است (یا فقط یک زمان مطلوب برای پایان آن برآورد گردیده است)؟
- این مرحله تحقیق را «تحلیل مقدماتی» یا «مرحله پیشنهادی» می‌نامند (بلومتال، ۱۹۶۹، ص ۱۰۲-۱۰۵).

تعیین اهداف کوتاه مدت پروژه

پس از تعریف کلی اهداف طراحی پروژه، در چرخه «طراحی - برنامه‌ریزی - کنترل»، باید هدف را با تفصیل بیشتری، برای هر پروژه بالقوه، تعریف کرد.

یک هدف کوتاه مدت، نتیجه‌ای نهایی است که باید از اجرای یک پروژه

به دست آید. مانند ادغام سیستم حسابداری و مالی در یک شرکت بزرگ؛ یا ایجاد یک سیستم اطلاعاتی با بازده فوری، برای کنترل حجم وسیع مواد اولیه و کالاهای ساخته شده شرکت - با توجه به اینکه ممکن است در انبار یا در راه رسیدن به انبار باشند (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۵۷).

طرح پیشنهادی یک پروژه

برای ارائه طرح پیشنهادی پروژه و اخذ نظر موافق مدیریت، معمولاً یکی از دو روش ذیل به کار می‌روند:

۱. ویژگیهای پروژههای گوناگون با تأکید بر نیازها، اهداف، تعریف مقدماتی محدوده عمل، برنامه زمانبندی، و هزینه‌ها و منافع هریک مشخص می‌شوند؛ به طوری که مدیریت بتواند با ارزیابی خود، یکی از آنها را انتخاب کند. سپس طرحهای تفصیلی تهیه می‌شوند و بار دیگر برای تجدیدنظر مدیریت ارسال می‌گردند.

۲. ابتدا یک پروژه خاص انتخاب می‌شود، سپس طرح تفصیلی، بودجه و برنامه زمانبندی استقرار آن آماده می‌گردد و برنامه تفصیلی آن - برای تصویب یا رد - به مدیریت ارائه می‌شود. بدیهی است که هزینه این روش خیلی زیاد است؛ به طوری که فقط در مورد پروژههایی قابل استفاده است که امکان تصویب آنها زیاد باشد (کله‌لند و کینگ، ۱۹۶۸، ص ۲۶۴-۲۸۵ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۵۸).

اطلاعاتی که باید در یک طرح پیشنهادی ارائه شوند، عبارتند از:

۱. مقدمه. مقدمه باید شامل موارد ذیل باشد:

(الف) بیان مختصر و واضح مسأله (نیاز فنی)؛

(ب) بیان اهداف پروژه پیشنهادی؛

(ج) تخمین قریب به واقع عملکردها، محدودیتها، عمر، و هزینه آن؛

(د) تبیین مفروضات اساسی طرح (شامل محدودیتهای سازمانی، خواسته‌های

ویژه مدیران و مشتریان، محدودیتهای محیطی، و غیره).

۲. آنچه پیشنهاد شده است. در این قسمت باید موارد ذیل بیان شوند:

(الف) مشخصات روش فعلی انجام عملیات، نقاط ضعف، و مشکلات آن؛

(ب) نیازهای اطلاعاتی حال و آینده، و مشخصات کلی بانک اطلاعاتی پیشنهادی؛

(ج) ویژگیهای سخت‌افزار موجود در شرکت، و آنچه که در آینده ممکن است در دسترس شرکت قرار گیرد؛
(د) شرح تفصیلی‌تر پروژه پیشنهادی (طرح کلی، بودجه تخمینی مورد نیاز، و برنامه زمانبندی عملیات)؛

ه) اقداماتی که مدیریت باید برای پذیرش و تکمیل طرح انجام دهد.
۳. روش برخورد. در این قسمت، فهرستی از اقدامهایی که باید قبل از تهیه طرح خام، طرح تفصیلی، و استقرار سیستم انجام شوند، به شرح ذیل ارائه می‌شود:
الف) تعیین روش جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل آنها؛
ب) تعیین کارکنانی که باید در خدمت پروژه قرار گیرند؛
ج) تعیین فنون برنامه‌ریزی مورد نیاز برای استفاده در پروژه؛
د) بررسی نحوه ارائه گزارشهای مربوط به پروژه، و ارزیابی آنها؛ و تهیه شرحی در مورد انواع و تناوب گزارشهایی که مدیریت را در جریان نحوه پیشرفت پروژه قرار می‌دهند.

۴. نتیجه. در این قسمت، فقط در صورتی که پیش‌بینی شود که طرح به نتایجی ملموس، و موفقیتی قابل ملاحظه دست خواهد یافت، بخشی به عنوان نتیجه آورده می‌شود که مشتمل بر خلاصه‌ای از نقاط قوت طرح خواهد بود تا بر اهمیت آن - بویژه از حیث ویژگیهای فنی - بیشتر تأکید شود.

۵. ضمائم. در این قسمت می‌توان این موارد را ارائه کرد: نمودارهای سازمانی؛ برنامه زمانبندی؛ شمای عملیاتی (نمودار جریان کار)^۱؛ تحلیلهای مقداری؛ و سایر اطلاعات تفصیلی و فنی مورد نیاز مدیریت یا گروه فنی سازمان - به منظور ارزیابی پیشنهاد مورد نظر (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۵۹-۲۶۰).

ساختار تجزیه کار^۲ و مدیریت پروژه

ساختار تجزیه کار یکی از مفاهیم اساسی در مدیریت پروژه است که با کارهای عمده‌ای که برای تحقق «اهداف پیش‌بینی شده» انجام می‌شوند، آغاز و به تک تک

<p>مرحله مطالعه و بررسی امکانپذیری (اولیه)</p> <p>کار شماره ۱: مطالعه اهداف سازمانی و مسائل آن.</p> <p>خرده کار ۱-۱: مصاحبه با مدیران و مطالعه مدارک داخلی.</p> <p>خرده کار ۱-۲: بررسی مشکلات عملیاتی.</p> <p>خرده کار ۱-۳: ارزیابی موقعیت رقابتی.</p> <p>کار شماره ۲: مطالعه منابع و فرصتهای شرکت یا سازمان.</p> <p>خرده کار ۲-۱: ارزیابی منابع شرکت.</p> <p>خرده کار ۲-۲: مطالعه نیازهای بازار و گرایشهای محیطی.</p> <p>خرده کار ۲-۳: مطالعه و بررسی نارساییهای اطلاعاتی.</p> <p>کار شماره ۳: مطالعه تواناییهای کامپیوتری (تجهیزات جانبی و مهارتهای نیروی انسانی).</p> <p>کار شماره ۴: تهیه طرح پیشنهادی.</p>
<p>مرحله طراحی مفهومی (خام)</p> <p>کار شماره ۱: تشخیص خرده سیستمهای مورد نیاز (نیازهای اطلاعاتی).</p> <p>خرده کار ۱-۱: مطالعه جریان کار و شناسایی مرزهای طبیعی نواحی متمرکز بر مهارتهای خاص.</p> <p>خرده کار ۱-۲: تعیین سایر ویژگیهای خرده سیستمها.</p> <p>خرده کار ۱-۳: طراحی سیستم جامع بر مبنای فهرست ویژگیهای خرده سیستمها.</p> <p>خرده کار ۱-۴: تعیین محدوده کاری که باید انجام پذیرد (بر مبنای نیاز شرکت و تخمین منابعی که به طرح اختصاص داده می شوند).</p> <p>خرده کار ۱-۵: تهیه یک طرح مرجع (که جنبه های بنیادی طرح، تغییرات سازمانی، تجهیزات کامپیوتری، و نرم افزار مورد نیاز را نشان می دهد).</p>
<p>مرحله طراحی تفصیلی سیستم</p> <p>کار شماره ۱: تفکیک و تجزیه سازمان، و تعیین ماهیت پروژه های آتی آن.</p> <p>کار شماره ۲: تعریف مجدد خرده سیستمها با تفصیل بیشتر.</p> <p>خرده کار ۲-۱: ترسیم شمای عملیاتی (نمودار جریان کار) سیستمهای در حال کار.</p> <p>خرده کار ۲-۲: مصاحبه با مدیران و کارکنان مهم در بخش اجرایی.</p> <p>خرده کار ۲-۳: ترسیم شمای جریانهای اطلاعاتی (نمودار جریان اطلاعات).</p> <p>کار شماره ۳: تعیین میزان امکانپذیری خودکار کردن عملیات (برای هر فعالیت یا دادوستد).</p>
<p>مرحله استقرار</p> <p>کار شماره ۱: طراحی نحوه توالی در استقرار.</p> <p>خرده کار ۱-۱: تشخیص کارهای استقرار.</p> <p>خرده کار ۱-۲: ایجاد رابطه بین کارها و خرده کارها.</p> <p>خرده کار ۱-۳: تهیه برنامه «عملکرد - هزینه - زمان».</p> <p>کار شماره ۲: سازماندهی نحوه استقرار سیستم.</p> <p>کار شماره ۳: برنامه ریزی نحوه تهیه تجهیزات و فراگرد نصب آنها.</p>

کارهای جزئی ختم می‌شود. ساختار تجزیه‌کار بر تجزیه طبیعی پروژه و تبیین نتایج آن دلالت دارد و به ترتیب ذیل انجام می‌شود:

۱. تقسیم سیستم به خرده سیستمها؛

۲. تقسیم خرده سیستمها به کارها؛

۳. تقسیم کارها به خرده کارها؛

۴. تقسیم خرده کارها به کارهای جزئی.

برای مثال، اگر فراگرد «چرخه طراحی سیستم» را یک سیستم فرض کنیم، نمونه‌ای از نحوه استفاده از مفهوم ساختار تجزیه‌کار، در نگاره ۹-۱ قابل ملاحظه است (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۵۶-۲۶۱).

نمودار جریان کار

به زعم فردریک تیلور، «برای انجام هر کار، همواره یک بهترین طریقه عمل وجود دارد». هنگام مشاهده نحوه انجام برخی از کارها در یک سازمان، ممکن است موارد ذیل توجه شما را جلب کند:

- انجام فلان مرحله از کار، چه ضرورتی دارد؟

- آیا در صورت انجام کار «ب» به جای کار «الف»، بخشی از مشکلات سازمان حل خواهد شد؟!

- انجام دادن کارهای «ج»، «د»، و «ه» چه ضرورتی دارد؟

این گونه پرسشها، بر ضرورت طراحی خام و مقدماتی، و لزوم تجزیه و تحلیل منظم فعالیتها (برای بالا بردن کارایی سازمان) تأکید دارند؛ با این هدف که ضمن جلب رضایت ارباب رجوع سازمانهای دولتی و مشتریان مؤسسات خصوصی، از به هدر رفتن انرژی کارکنان، و خستگی بیهوده آنان جلوگیری شود.

نمودار جریان کار، ابزاری برای «نمایش هندسی» در مهندسی صنعتی است که گامهای متوالی یک رویه یا سیستم را تجزیه و تحلیل می‌کند. به کمک این نمودار می‌توان ساده‌ترین و کوتاهترین ارتباط میان دو کار (مجموعه فعالیت) را با تأکید بر ضرورت صرف کمترین زمان، هزینه، و انرژی، و دستیابی به بیشترین کارایی، نشان داد. مهندسان صنایع، هنگامی که فراگردهای ساخت را به منظور بهبود سیستم مطالعه می‌کنند، از نمودارهای جریان کار بهره می‌گیرند. همچنین تحلیلگران سیستم هنگام

پی‌گیری اثربخش جریان یک گزارش یا کاربرگ در سازمان، از این نمودارها استفاده می‌کنند (باریش، ۱۹۸۱، ص ۷۴-۸۷). در واقع، از نمودار جریان کار، برای تحلیل ابعاد گوناگون فراگردهای کاری استفاده می‌شود. برخی از موارد استفاده این نمودار، عبارتند از:

۱. بررسی تعداد افراد مورد نیاز برای اشتغال در سازمان؛
۲. بررسی علل مواجهه سازمان با افزایش حجم کار، در برخی از مواقع؛
۳. بررسی دلایل ایجاد وقفه در برخی از مراحل کار، و ایجاد «نوعی تراکم» بیهوده در یک مرحله؛
۴. ساده‌سازی و کاهش پیچیدگیهای کارهای تخصصی؛
۵. بررسی علل بروز «خستگی بیش از حد» در کارکنان؛
۶. بررسی دلایل پایین بودن کارایی ماشینها و ابزارآلات؛
۷. بررسی علل افزایش غیرعادی هزینه‌ها (فیتزجرالد و فیتزجرالد، ۱۹۸۷، ص ۱۲).

انواع نمودار جریان کار

نمودارهای جریان کار، انواع متعددی دارند و به شیوه‌های متنوعی تهیه و تنظیم می‌شوند؛ اما به طور کلی می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد:

الف) نمودارهای جریان کار عمودی (یک ستونی)؛ ب) نمودارهای جریان کار افقی (چند ستونی) (فیتزجرالد و فیتزجرالد، ۱۹۸۷، ص ۱۵).

نمونه‌ای از نمودارهای جریان کار عمودی

برای ترسیم نمودار جریان کار عمودی، از علائم خاصی استفاده می‌شود. نحوه استفاده از این علائم، به نوع نمودار جریان کار بستگی دارد. نمودار ۳-۹، نمونه‌ای از یک «نمودار جریان کار» تکمیل شده را همراه با علائم مورد استفاده در آن، نشان می‌دهد (فیتزجرالد و فیتزجرالد، ۱۹۸۷، ص ۱۸). هنگام ترسیم نمودار جریان کار، توجه به نکات ذیل ضرورت دارد:

۱. «عملیات» بر حالتی دلالت دارد که چیزی تغییر یابد، افزوده یا کاسته شود، و یا اینکه ایجاد گردد؛ بنابراین اگر فعالیتی فقط به انتقال شیء از یک مکان به مکان دیگر

بینجامد، یا اگر هدف آن فقط نوعی کنترل یا تأیید باشد و تغییری در یک «سابقه»، «شیء»، یا «وضعیت» ایجاد نکند، به منزله عملیات تلقی نمی‌شود؛

۲. انتقال هنگامی رخ می‌دهد که یک «شیء، کاربرگ، نامه، یا فکر» از یک مکان به مکانی دیگر حرکت داده شود؛

۳. بازرسی هنگامی رخ می‌دهد که یک «شیء، کاربرگ، نامه، یا فکر» بررسی شود و تأیید یا رد گردد؛

۴. تأخیر بر وضعیتی دلالت دارد که انتقال، انجام عملیات، یا بازرسی یک «شیء، کاربرگ، نامه یا فکر» برای مدتی متوقف شود؛

۵. بایگانی حاکی از آن است که یک «شیء، کاربرگ، نامه یا فکر» تا زمان انتقال، انجام عملیات، یا بازرسی بعدی، تحت حفاظت و نگهداری قرار دارد.

نخستین گام برای تهیه یک نمودار جریان کار، تعریف دقیق مجموعهٔ فعالیتی است که باید ترسیم شود؛ بویژه از این حیث که نقطهٔ آغاز آن کدام است و به کجا ختم می‌شود.

پس از تعریف و تعیین قلمرو فعالیت مورد نظر، باید سعی کنید که فقط در همان محدوده کار کنید؛ یعنی به هیچ وجه از قلمرو تعریف شده خارج نشوید. سپس مراحل فعالیت را به ترتیب معین سازید؛ به گونه‌ای که هیچ مرحله‌ای از فعالیت مذکور، فراموش نشود. اگر در مورد یک مرحلهٔ جزئی تردید داشتید که «آیا باید آن را ذکر کنید یا خیر؟»، آن را در نمودار ذکر کنید. هر مرحله را به گونه‌ای تشریح کنید که بروشنی از مراحل دیگر متمایز شود. در مورد مراحل مربوط به «حرکت یا انتقال»، فاصله را برحسب متر معین کنید؛ و در مورد مراحل مربوط به «تأخیر» و «بایگانی»، مدت زمان آنها را ذکر کنید. نمودار ۹-۴، نمونه‌ای از یک نمودار جریان کار برای فعالیت «سفارش خرید» در یک سازمان است. به شرح هر مرحله از این فعالیت که توسط تحلیلگر تهیه شده است، توجه کنید.

همان طور که ملاحظه می‌شود، نمودار جریان کار، تجزیه و تحلیل فعالیت «سفارش خرید» را آسانتر می‌کند. البته می‌توان فراگرد انجام این فعالیت را کوتاه‌تر کرد و در آن از حیث «میزان مسافت و تعداد مراحل نقل و انتقال»، «مدت زمان تأخیر در کار»، و تعداد مراحل انجام «عملیات»، «بازرسی»، و «بایگانی و انبار» تجدیدنظر کرد.

علامت	مفهوم
○	عملیات
←	انتقال یا حرکت
□	بازرسی یا کنترل
D	تأخیر یا توقف
▽	بایگانی یا انبار

الف) علائم نمودار جریان کار

شماره ردیف	شرح هر مرحله در روش موجود	بایگانی	تأخیر	بازرسی	انتقال	عملیات
۱	واحد خرید، کاربرگ سفارش خرید را پر می‌کند. (این کاربرگ در چهار نسخه تهیه می‌شود).	▽	D	□	→	●
۲	واحد خرید، نسخه چهارم کاربرگ را برای مراجعه‌های بعدی بایگانی می‌کند.	▽	D	□	→	○
۳	واسطه فروش کالا، نسخه اول کاربرگ را دریافت می‌کند.	▽	D	□	→	○
۴	واحد دریافت کالا، نسخه دوم کاربرگ را دریافت می‌کند.	▽	D	□	→	○
۵	واحد دریافت کالا، به طور موقت نسخه دوم را بایگانی می‌کند، تا کالاها دریافت شوند.	▽	D	□	→	○
۶	واحد حسابهای پرداختی، نسخه سوم را دریافت می‌کند.	▽	D	□	→	○
۷	واحد حسابهای پرداختی، به طور موقت نسخه سوم را بایگانی می‌کند تا نسخه دوم نیز از واحد دریافت کالا برسد.	▽	D	□	→	○
۸	واحد حسابهای پرداختی، نسخه دوم را از واحد دریافت کالا دریافت می‌کند.	▽	D	□	→	○

ب) بخشی از یک نمودار جریان کار

نمودار ۹-۴ با در نظر گرفتن دو ستون جداگانه برای «زمان» و «مسافت»، تجزیه و تحلیل جریان کار را برای کاهش مراحل انجام فعالیت مذکور تسهیل می‌کند. در این نمودار علائمی از پیش ترسیم شده‌اند که به وسیله خط شکسته به هم وصل می‌شوند. این کار ترسیم مراحل مختلف فعالیت مذکور و شمارش تعداد آنها را آسان می‌سازد. تعداد مراحل هر یک از ستونها (پنج ستون) باید با هم جمع شوند تا جمع کل مراتب انجام یک نوع فعالیت را در فراگرد کار نشان دهند.

استفاده از این نمودار برای تجزیه و تحلیل، ویژگیهای متعدد فراگردها و رویه‌ها را به نمایش می‌گذارد. این ویژگیها عبارتند از:

۱. قبل یا بعد از هر عمل (یا مجموعه عملیات)، معمولاً یک بایگانی انجام می‌شود؛
۲. اگر هر مجموعه از عملیات، بلافاصله در همان «کاربرگ، سند، شیء یا ماشین» مورد استفاده در عملیات قبل انجام نشود، معمولاً یک مرحله تأخیر میان آن دو عملیات در نظر گرفته می‌شود؛

۳. در عملیاتی که به طور متوالی توسط افراد گوناگون انجام می‌شوند، معمولاً یک انتقال صورت می‌پذیرد.

نمودار جریان کاری که برای فعالیت سفارش خرید کالا تهیه شد، دارای هفت مرحله عملیات، هشت مرحله انتقال، شش مرحله بازرسی، و پانزده مرحله بایگانی بود. این نمودار نشان می‌دهد که جمع نقل و انتقالات ۵۲۶ متر، و مجموع زمان تأخیر و بایگانی، ۴۷۵ دقیقه است. اکنون، پس از شناسایی دقیق وضع موجود، تحلیلگر سعی می‌کند به این سؤال پاسخ گوید که «چگونه می‌توان این رویه را بهبود داد؟».

برای تجزیه و تحلیل منظم وضع موجود، مجموعه پرسشهای ذیل توسط تحلیلگر مطرح می‌شوند:

۱. آیا طی کردن گامهای بازرسی و کنترل با صرفه‌تر است یا قبول برخی مخاطرات قابل پیش‌بینی در بلند مدت؟

۲. آیا سیستم تا حد امکان خودکار شده است؟

۳. آیا مراحل (یا چرخه‌ای از مراحل) تکرار می‌شوند؟ تکرار مراحل بیانگر تداخل فعالیتها و دوباره کاری در سیستم است؛ بنابراین باید همه مراحل، به طور انفرادی و با یک توالی منظم بررسی شوند و اصلاحات لازم در آنها اعمال شود.

ردیف	شرح هر مرحله	نمودار جریان کار: سفارش خرید کالا					زمان به دقیقه
		S بایگانی	D تأخیر	I بازرسی	T انتقال	O عملیات	
۱	«سفارش خرید مداد» به وسیله مأمور خرید آماده می شود؛	▽	○	□	→	●	
۲	سفارش مذکور در محل ارسال نامه ها قرارداد می شود؛	▽	◐	□	→	○	۲۰
۳	سفارش به قسمت ثبت سفارش منتقل می شود؛	▽	○	□	→	○	۱۸۰
۴	در محل دریافت نامه های واحد ثبت سفارش قرار می گیرد؛	▽	◐	■	→	○	۱۵
۵	از نظر «کامل بودن و صحت» کنترل می شود؛	▽	○	□	→	●	
۶	شماره پستی روی نامه نوشته می شود؛	▽	○	□	→	○	۲۰
۷	در محل ارسال نامه ها قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۳۵
۸	به اتاق ماشین نویسی ارسال می شود؛	▽	○	□	→	○	
۹	در نوبت ماشین کردن قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۱۵
۱۰	متن نامه سفارش ماشین می شود؛	▽	○	□	→	●	
۱۱	از نظر «کامل بودن و صحت» کنترل می شود؛	▽	○	□	→	○	
۱۲	شماره پستی در دفتر کنترل نامه ها درج می شود و شماره دبیرخانه روی نامه ثبت می گردد؛	▽	○	□	→	●	
۱۳	در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۱۰
۱۴	به محل جداسازی نامه ها ارسال می شود؛	▽	○	□	→	○	۱۰
۱۵	برحسب ترتیب شماره نامه ها، دسته بندی می شود؛	▽	○	□	→	●	۵
۱۶	به اتاق ماشین نویسی ارسال می شود؛	▽	○	□	→	○	
۱۷	در نوبت ماشین کردن قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۵۰
۱۸	شماره پستی، ماشین می شود؛	▽	○	□	→	●	
۱۹	سفارش ماشین شده در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۱۵
۲۰	به میز «تأیید صحت» منتقل می شود؛	▽	○	□	→	○	۳۰
۲۱	در محل نامه های ورودی قرار می گیرد؛	▽	◐	■	→	○	۲۵
۲۲	صحت «سفارش» بررسی می شود؛	▽	○	□	→	○	۲۰
۲۳	در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۱۶
۲۴	به میز «کنترل» منتقل می شود؛	▽	○	□	→	○	
۲۵	در محل نامه های ورودی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۱۵
۲۶	از نظر «کامل بودن و صحت» کنترل می شود؛	▽	○	□	→	●	
۲۷	در دفتر کنترل ثبت می شود؛	▽	○	□	→	○	۴۵
۲۸	در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۲۲۰
۲۹	به واحد خرید ارسال می شود؛	▽	○	□	→	○	
۳۰	در محل دریافت نامه های ورودی قرار می گیرد؛	▽	◐	■	→	○	۱۰۰
۳۱	سفارش خرید مرور و امضا می شود؛	▽	○	□	→	○	
۳۲	در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛	▽	◐	□	→	○	۲۰
۳۳	برای مأمور خرید ارسال می شود؛	▽	○	□	→	○	۱۰
۳۴	در محل دریافت نامه های ورودی قرار می گیرد؛	▽	◐	■	→	○	۴۵
۳۵	سفارش خرید مرور می شود؛	▽	○	□	→	○	
۳۶	در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد.	▽	○	□	→	○	۲۰
جمع							۵۲۶

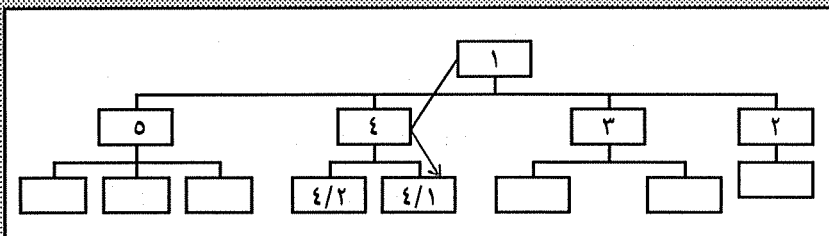
نمودار ۹-۴ نمودار جریان کار وضع موجود

		O عملیات	T انتقال	I بازرسی	D تأخیر	S بایگانی	نمودار جریان کار: سفارش خرید کالا
							شرح هر مرحله
		●	→	□	D	▽	۱ سفارش خرید «مداد» به وسیله مأمور خرید آماده می شود؛
۲۰		○	→	□	◐	▽	۲ سفارش مذکور در محل ارسال نامه ها قرار داده می شود؛
	۴۴	○	→	□	D	▽	۳ به سرپرستی واحد ماشین نویسی ارسال می شود؛
۱۵		○	→	□	◐	▽	۴ در محل دریافت نامه های ورودی قرار می گیرد؛
	۵	○	→	□	D	▽	۵ برای ماشین نویس ارسال می شود؛
۵۰		○	→	□	◐	▽	۶ در نوبت ماشین کردن قرار می گیرد؛
		●	→	□	D	▽	۷ متن نامه سفارش و شماره پستی آن ماشین می شود؛
۱۵		○	→	□	◐	▽	۸ در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛
	۱۰	○	→	□	D	▽	۹ به میز تأیید صحت منتقل می شود؛
۲۵		○	→	□	◐	▽	۱۰ در محل نامه های ورودی قرار می گیرد؛
		○	→	■	D	▽	۱۱ از نظر «کامل بودن و صحت» کنترل می شود؛
۲۰		○	→	□	◐	▽	۱۲ در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛
	۳۸	○	→	□	D	▽	۱۳ به واحد خرید ارسال می شود؛
۴۵		○	→	□	◐	▽	۱۴ در محل دریافت نامه های ورودی قرار می گیرد؛
		○	→	■	D	▽	۱۵ سفارش خرید مرور و امضا می شود؛
۲۰		○	→	□	◐	▽	۱۶ در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛
	۲۰	○	→	□	D	▽	۱۷ برای مأمور خرید ارسال می شود؛
۱۰۰		○	→	□	◐	▽	۱۸ در محل دریافت نامه های ورودی قرار می گیرد؛
		○	→	■	D	▽	۱۹ سفارش خرید مرور می شود؛
۲۰		○	→	□	◐	▽	۲۰ در محل ارسال نامه های خروجی قرار می گیرد؛
							۲۱
							۲۲
							۲۳
							۲۴
							۲۵
							۲۶
							۲۷
							۲۸
							۲۹
							۳۰
							۳۱
							۳۲
							۳۳
							۳۴
							۳۵
							۳۶
۳۳۰	۱۱۷						جمع

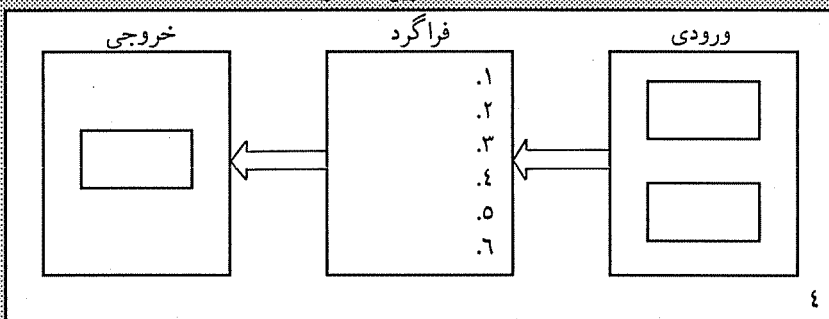
۴. چرا طی کردن یک مرحله یا مجموعه‌ای از مراحل، ضرورت دارد؟
 ۵. اگر مرحله مورد نظر حذف شود، چه اتفاقی می‌افتد؟
 ۶. چه کسی باید یک مرحله یا مجموعه‌ای از مراحل را طی کند؟ آیا واحد یا شخص دیگری می‌تواند این کار را به نحوی آسانتر (از طریق تلاش کمتر، زمان کوتاه‌تر، انتقال، یا ذخیره‌سازی) انجام دهد؟ آیا می‌توان کار را به فردی با مهارت کمتر واگذار کرد؟
 ۷. چگونه باید فعالیت مورد نظر را انجام داد؟ آیا کاربرگها، تجهیزات، و روشهای انجام کار، به طور صحیح طراحی شده‌اند؟
 ۸. در چه زمانی باید یک مرحله یا مجموعه‌ای از مراحل انجام شوند (در آغاز فراگرد یا در انتهای آن)؟
 ۹. هر مرحله از کار، در کجا باید انجام شود؟ آیا تغییر در توالی انجام آن، موجب کاهش تعداد مراحل انتقال می‌شود؟
- در نتیجه بررسی دقیق فعالیت سفارش خرید، فراگرد جدیدی برای انجام آن فعالیت پیشنهاد می‌شود و یک نمودار جریان کار جدید تنظیم می‌گردد (نمودار ۹-۵).
- همان طور که ملاحظه می‌شود در فراگرد جدید، جمع کل مراحل از ۳۶ مرحله به ۲۰ مرحله کاهش یافته است؛ به این ترتیب که چهار مرحله عملیات، سه مرحله انتقال، سه مرحله بازرسی و پنج مرحله بایگانی حذف یا ادغام شده‌اند؛ میزان مسافت نقل و انتقالات، از ۵۲۶ متر به ۱۱۷ متر، و زمان صرف شده برای تأخیر یا بایگانی، از ۴۷۵ دقیقه به ۳۳۰ دقیقه، کاهش یافته است (باریش، ۱۹۸۱، ص ۸۸-۱۰۲).

نمونه‌ای از نمودارهای جریان کار افقی (نمودار هیپو)

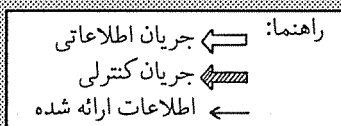
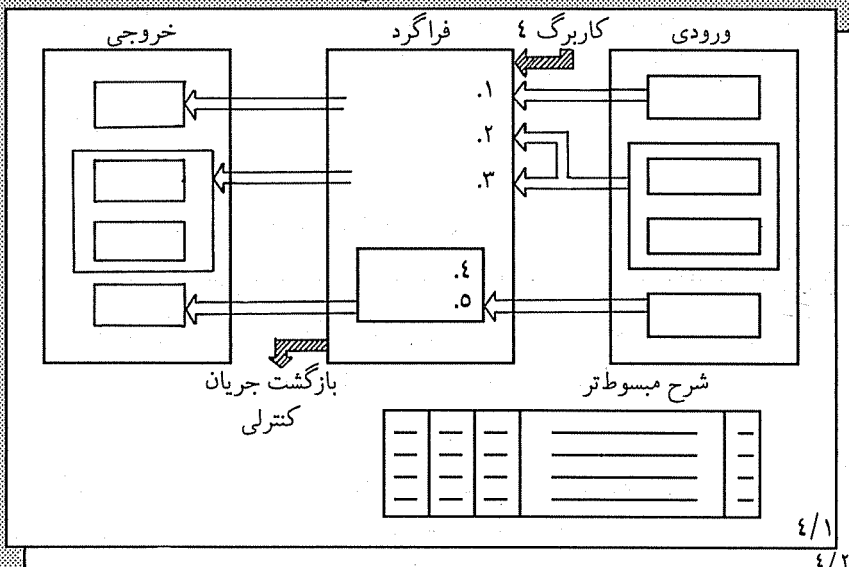
- نمودار سلسله مراتب «ورودی - فراگرد - خروجی» (هیپو)،^۱ یک ابزار مستندسازی در برنامه‌نویسی سیستم است. این ابزار برای رفع نیازهای گوناگون افرادی که مستندسازی را برای مقاصد متفاوت به کار می‌برند، قابل استفاده است. برخی از موارد استفاده از نمودار «هیپو» عبارتند از:
۱. مدیران می‌توانند با استفاده از این ابزار مستندسازی، دیدی کلی در مورد سیستم به دست آورند؛



الف) شمای تصویری محتویات



ب) نمودار کلی



ج) نمودار تفصیلی

۲. برنامه‌نویسان ماهر می‌توانند با استفاده از این ابزار مستندسازی، کارکردهای یک برنامه را با شماره گذاری رمز معین سازند؛

۳. راهبران سیستم می‌توانند با استفاده از این ابزار مستندسازی، سرعت مشخص کنند که چه بخشهایی از یک برنامه باید اصلاح شوند.

استفاده از هیپو به مثابه یک ابزار طراحی و مستندسازی، سه هدف عمده دارد:

۱. ارائه ساختاری که امکان شناخت وظایف (کارکردهای) سیستم را فراهم

سازد - مجموعه نمودارهای هیپو، ساختاری سلسله مراتبی دارند؛

۲. بیان وظایفی که باید براساس برنامه انجام شوند - نه بیان جملاتی که برای انجام یک وظیفه، در برنامه ذکر می‌شوند؛

۳. ارائه گزارش مصوری در مورد ورودیها و خروجیهای هر سیستم وظیفه‌ای، در سطوح متعدد نمودار.

در روش طراحی و مستندسازی هیپو، از یک مجموعه نمودار سه سطحی استفاده می‌شود که مشتمل بر موارد ذیل است: ۱) شمای تصویری محتویات؛ ۲) نمودار کلی؛ ۳) نمودار تفصیلی (نمودار شماره ۶-۹)، (مک مولن، ۱۹۸۴، ص ۳۴-۴۳).

فنون برنامه‌ریزی سیستم و ساختار تجزیه کار

در اینجا ضمن بررسی فنون مهم برنامه‌ریزی و استقرار سیستم (نمودار میله‌ای و شبکه روش مسیر بحرانی)، نخست نحوه استفاده از ساختار تجزیه کار در یک پروژه بررسی می‌شود و سپس هریک از فنون، اهداف آن، قواعد و رویه‌های استفاده از آنها، تعریف و تشریح می‌شوند.

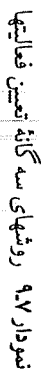
ساختار تجزیه کار^۱، فهرستی سلسله مراتبی از فعالیتهای ضروری برای ایجاد یک سیستم ارائه می‌کند. در این فهرست، نکات عمده ذکر می‌شوند و شیوه‌ای برای شماره گذاری رمز به منظور شناسایی هر فعالیت، تهیه و به کار گرفته می‌شود. در ساختار تجزیه کار، یکی از روشهای ذیل برای تعیین فعالیتها، به کار می‌رود: ۱) روش فهرست کنترل؛ ۲) روش ماتریسی؛ ۳) روش تحویلی.

این روشها به صورت ترکیبی یا منفرد، به مثابه مبنایی برای ساختار تجزیه کار قابل استفاده هستند (نمودار ۷-۹)، (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۰۵).

روش فهرست کنترل^۱

روش فهرست کنترل، یک روش برنامه‌ریزی است که به منظور شناسایی و تعیین فعالیتها، و تهیه جدول زمانبندی ایجاد سیستم به کار می‌رود. نمونه‌ای از فهرست کنترل ایجاد سیستم و فعالیتهای مدیریتی، در نگاره ۲-۹ ارائه شده است. هریک از فعالیتهای ایجاد سیستم، در یکی از چهار مرحله چرخه حیات طراحی سیستم، طبقه‌بندی شده است و به هر فعالیت براساس حروف اول نام مرحله مورد نظر و نشانگر عددی آن فعالیت، یک شماره رمز اختصاص یافته است. تحلیلگر باید پس از معین کردن فعالیتهای مدیریتی ضروری (مانند برنامه‌ریزی و بازنگری)، فعالیتهای ایجاد سیستم را زمانبندی کند. تعداد و ترتیب این فعالیتها، به اندازه و نوع سیستم مورد نظر بستگی دارد. مزیت روش فهرست کنترل در این است که بسادگی قابل اجراست و به فعالیت اندکی نیاز دارد؛ به طوری که می‌توان فهرست کنترل ارائه شده در نگاره ۲-۹ را (با توجه به فعالیتهای مدیریتی ذکر شده در آن) به همین صورت، برای ایجاد سیستمهای کوچک و کم مخاطره، به کار برد. نگاره ۳-۹، نمونه‌ای از یک فهرست تفصیلی‌تر را نشان می‌دهد که در آن فعالیتهای مدیریتی مشخص، با هم تلفیق شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فعالیت دوم مرحله تعیین خواسته‌ها «خ (۲)» یا تشکیل گروه کار پروژه»، یک فعالیت هماهنگی و فعالیت پنجم آن «خ (۵)» یا تهیه جدول زمانبندی کلی»، یک فعالیت برنامه‌ریزی است. البته فعالیت برنامه‌ریزی در نخستین گام مرحله طراحی (ط-۱) نیز مطرح شده است. همچنین اقداماتی برای بازنگری و تأیید مدیریت، در پایان هر مرحله پیش‌بینی شده‌اند.

برخی از سازمانها در هنگام طراحی، از فهرستهای کنترل تجویز شده‌ای استفاده می‌کنند که صدها فعالیت را دربرمی‌گیرند. این فهرستهای استاندارد شده، بویژه در مواقعی که ایجادکنندگان سیستم پس از پایان یک پروژه به کار در پروژه‌ای دیگر مشغول می‌شوند، مفید هستند.



فعالیت‌های مدیریتی	فعالیت‌های ایجاد سیستم
برنامه‌ریزی پی‌گیری و هدایت هماهنگی بازنگری	<p>تعیین خواسته‌ها:</p> <p>خ (۱). شناسایی هدفها.</p> <p>خ (۲). شناسایی محدودیتها.</p> <p>خ (۳). بررسی خواسته‌ها.</p> <p>ارزیابی گزینه‌ها:</p> <p>ار (۱). شناسایی گزینه‌ها.</p> <p>ار (۲). ارزیابی گزینه‌ها.</p> <p>ار (۳). مستندسازی گزینه‌ها.</p> <p>ار (۴). اخذ تأیید مدیریت.</p> <p>طراحی تفصیلی:</p> <p>ط (۱). مشخص کردن افراد.</p> <p>ط (۲). مشخص کردن رویه‌ها.</p> <p>ط (۳). مشخص کردن اطلاعات.</p> <p>ط (۴). مشخص کردن نرم‌افزار.</p> <p>ط (۵). مشخص کردن سخت‌افزار.</p> <p>استقرار:</p> <p>اس (۱). طراحی فیزیکی.</p> <p>اس (۲). آزمون سیستم.</p> <p>اس (۳). نصب سیستم.</p>

نگاره ۹.۲ فهرست کنترل فعالیت‌های ایجاد سیستم

عیب فهرست کنترل، تأخیر آن در ارائه بازخور است؛ زیرا این روش از یک چرخه حیات خشک تبعیت می‌کند و کاربر با هیچیک از بخشهای سیستم تا مرحله استقرار ارتباط ندارد؛ در حالی که اگر طراح بخواهد توجه و علاقه کاربران به پروژه را حفظ کند، نباید فهرست طولانی خواسته‌های طراحی و ارزیابی را قبل از ارائه نمونه کار به کاربران، تکمیل کند. همواره باید به یاد داشت که تأکید بر مدیریت محصول (نه مدیریت فراگرد) رمز موفقیت در طراحی یک سیستم اثربخش است؛ بنابراین - هنگام تهیه فهرست فعالیتها - فعالیت‌های لازم‌الاجرا را براساس نقاط تحویل محصول فراگرد و سیستم، طبقه‌بندی کنید. اگر مراحل برجسته ملموسی در فهرست کنترل معین کردند، گرایش فراگردی شدید این روش، جبران می‌شود. بعلاوه، می‌توان با استفاده ترکیبی از روشهای ماتریسی، تحویلی، و فهرست کنترل، تمرکز بر محصول - به جای فراگرد - را افزایش داد (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۰۶-۱۰۹).

مرحله تعیین خواسته‌ها:

- خ (۱). شناسایی مسأله یا فرصت.
- خ (۲). تشکیل گروه کار پروژه.
- خ (۳). تعیین هدفها.
- خ (۴). تعیین محدودیتها.
- خ (۵). تهیه برنامه زمان‌بندی کلی (تنظیم نمودار میله‌ای و شبکه روش مسیر بحرانی).
- خ (۶). تعیین خواسته‌های عملیاتی.
- خ (۶۱). تعریف سیستم موجود (رسم نمودار جریان اطلاعات، تعیین ویژگیهای ورودیها و خروجیها).
- خ (۶۲). تعریف مدل فیزیکی (رسم نمودار محتوایی و نمودار سیستم).
- خ (۶۳). تهیه فهرست خواسته‌های عملیاتی.
- خ (۷). تعیین منبع نرم‌افزار.
- خ (۸). ارزیابی امکانپذیری (باید به تفصیل صورت پذیرد تا خواسته‌ها بهتر توجیه شوند. ابتدا باید گزارشی مبتنی بر مطالعه اولیه میزان امکانپذیری تهیه شود).
- خ (۸۱). ارزیابی امکانپذیری فنی.
- خ (۸۲). ارزیابی امکانپذیری با توجه به میزان هزینه.
- خ (۸۳). ارزیابی امکانپذیری با توجه به جدول زمانبندی.
- خ (۹). تعیین خواسته‌های ویژه.
- خ (۹۱). رسم مدل منطقی.
- خ (۹۲). تکمیل تعریف سیستم.
- خ (۹۳). تعیین مختصات مسأله.
- خ (۹۴). تکمیل خواسته‌های ویژه.
- خ (۱۰). ارزیابی امکانپذیری (باید به تفصیل صورت پذیرد تا احتمال مواجه شدن با مشکل در مرحله ارزیابی و استقرار به حداقل برسد. البته در صورت نیاز، در گزارش امکانپذیری تجدیدنظر خواهد شد).
- خ (۱۰۱). ارزیابی امکانپذیری فنی.
- خ (۱۰۲). ارزیابی امکانپذیری با توجه به میزان هزینه.
- خ (۱۰۳). ارزیابی امکانپذیری با توجه به جدول زمانبندی.
- خ (۱۱). تهیه گزارش برای مدیریت.
- خ (۱۲). اخذ تأیید مدیریت.

مرحله ارزیابی:

- ار (۱). تعیین گزینه‌ها.
- ار (۱۱). تعیین اجزای هر گزینه.
- ار (۱۲). تعیین راه‌حلهای بدیل.
- ار (۲). ارزیابی بدیلها.
- ار (۲۱). تعیین شاخصها.
- ار (۲۲). طبقه‌بندی شاخصها و وزن دادن به آنها.
- ار (۲۳). رتبه‌بندی گزینه‌ها.
- ار (۲۴). ارزیابی ترکیب رتبه‌بندیها.
- ار (۲۵). انتخاب یک یا دو گزینه.
- ار (۳). مستندسازی (یا نمایش) همه گزینه‌های انتخابی.
- ار (۳۱). تهیه شرح هزینه و زمان‌بندی تفصیلی.
- ار (۳۲). ارائه یک گزارش مختصر، مبتنی بر تناسب راه‌حل با مسأله.

ادامه نگاره در صفحه بعد

مرحله طراحی:

- ط (۱). برنامه ریزی جدول زمانبندی و منابع مرحله طراحی و استقرار.
- ط (۲). طراحی نحوه تعامل با کاربران.
- ط (۲۱). مشخص کردن نحوه آزمایش سیستم.
- ط (۲۲). مشخص کردن رویه های «نصب».
- ط (۲۳). مشخص کردن رویه های «قطع و نصب».
- ط (۳). طراحی (مشخص کردن) برنامه ها.
- ط (۴). مشخص کردن پایگاه اطلاعاتی؛
- ط (۵). مشخص کردن سخت افزار؛
- ط (۶). مشخص کردن رویه ها؛
- ط (۶۱). مشخص کردن رویه های نصب، برای کاربران.
- ط (۶۲). مشخص کردن رویه های تولید، برای کاربران.
- ط (۶۳). مشخص کردن رویه های عملیاتی.
- ط (۷). طراحی بخش انسانی؛
- ط (۷۱). نوشتن و تنظیم کردن شرح شغل.
- ط (۷۲). تعیین ساختار سازمانی.
- ط (۷۳). طراحی مواد آموزشی.
- ط (۸). مستندسازی (یا نمایش) طراحی.
- ط (۸۱). به روز کردن جزئیات جدول زمان و هزینه.
- ط (۸۲). بیان میزان تناسب راه حل، برای برخورد با مسأله (به طور خلاصه).
- ط (۹). اخذ تأیید مدیریت (کارفرما) و تصویب طرح.
- ط (۹۱). اخذ تأییدیه فنی طرح و تصویب آن.
- ط (۹۲). اخذ تأییدیه اداری طرح.

مرحله استقرار:

- اس (۱). پی ریزی بنای اولیه.
- اس (۱۱). آماده سازی محل.
- اس (۱۲). نصب سخت افزار.
- اس (۱۳). شماره گذاری رمز برای برنامه ها.
- اس (۱۴). ایجاد پرونده های آزمایش.
- اس (۲). آزمایش اولیه.
- اس (۲۱). آزمایش اولیه بخشهای مستقر شده.
- اس (۲۲). آزمایش اولیه کل سیستم.
- اس (۳). تکمیل بنا (نهایی کردن سیستم).
- اس (۳۱). تجدیدنظر در برنامه ها.
- اس (۳۲). ایجاد پرونده های تولید.
- اس (۳۳). تدوین راهنمای رویه ها.
- اس (۳۴). استخدام و آموزش نیروی انسانی.
- اس (۴). آزمایش.
- اس (۴۱). آزمایش خرده سیستمها.
- اس (۴۲). آزمایش کل سیستم.
- اس (۵). نصب سیستم.
- اس (۶). اخذ تأیید مدیریت برای اتمام پروژه.
- اس (۷). قطع سیستم قدیمی و نصب سیستم جدید.

نگاره ۹.۳ یک فهرست کنترل تفصیلی متعارف، برای ایجاد یک سیستم

روش ماتریسی^۱

ماتریس فراگرد ایجاد سیستم نیز یک فهرست کنترل دو بُعدی است که فعالیتهای ضروری ایجاد سیستم را دربرمی گیرد. این ماتریس به تحلیلگر کمک می کند تا روابط میان اجزای تشکیل دهنده هر سیستم را با مراحل ایجاد آن مقایسه کند؛ به این ترتیب که مراحل طراحی را بر محور افقی ماتریس و اجزای پنجگانه تشکیل دهنده هر سیستم را روی محور عمودی آن درج می کنند؛ بنابراین بُعد افقی، «فراگرد» و بُعد عمودی، «محصول» را تعریف می کند (قسمت بالای نمودار ۷-۹).

مزیت روش ماتریسی در این است که بُعد اجزای تشکیل دهنده سیستم در ماتریس، توجه تحلیلگر را بر سیستم متمرکز می کند؛ در حالی که بُعد دیگر آن (مراحل طراحی) به فراگرد ساختن یک سیستم کامل اشاره دارد. مزیت بالقوه دیگر روش ماتریسی این است که یک توالی از پیش تعریف شده را برای فعالیتهای تجویز نمی کند؛ یعنی افراد می توانند برحسب هدفهای خود، توالی فعالیتهای خود را در هر سلول ماتریس تنظیم کنند. انعطاف موجود در روش ماتریسی نیز مزیتی برای تحلیلگران با تجربه محسوب می شود؛ در حالی که ممکن است در نظر تحلیلگران تازه کار، انعطاف روش ماتریسی، آن را روش ناقص و گیج کننده ای جلوه دهد (الیسون، ۱۹۸۷، ص ۲۶۶-۲۷۲).

روش تحویلی^۲

روش تحویلی یک روش برنامه ریزی برای تقسیم پروژه های بزرگ در قالب چندین مرحله است؛ به این ترتیب می توان هر مرحله از یک پروژه را پیش از اتمام آن پروژه، در قالب خرده سیستمها یا تواناییهای اطلاعاتی، به طور جداگانه به کاربر تحویل داد. دلایل تفکیک طراحی سیستم به چند مرحله، عبارتند از:

۱. وجود تقاضا برای ایجاد تغییراتی در سیستم، پس از نصب آن: معمولاً به محض اینکه کاربر دید جدیدی به کار با سیستم پیدا می کند، متقاضی تغییر در بخشهایی از سیستم می شود. احتمالاً این فراگرد یادگیری (کسب دید جدید) بر سیستمهای بزرگتر (نسبت به سیستمهای کوچکتر) تأثیر بیشتری دارد؛ بنابراین بهتر است که سیستمهای بزرگتر به سیستمهای کوچکتری تفکیک شوند.

برنامه ریزی پروژه		صفحه ۱ از ۱ صفحه															
سیستم: اصلاح خرده سیستم موجودی انبار		تاریخ: ۷۱/۱۱/۳															
نام تحلیلگر:	امضای تحلیلگر:	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>علامت: فعالیتهای زمانبندی شده</p> <p>فعالیت‌های انجام شده</p> </div> </div>															
زمان (هفته)		فعالیت															
۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
																	بک. برنامه ریزی کلی برای سه خرده سیستم.
																	بک. خ (۱). تشکیل گروه موظف به بررسی کلی.
																	بک. خ (۲). تعیین هدفهای سیستم جامع.
																	بک. خ (۲۱). تعیین هدفهای سیستم صدور صورتحساب.
																	بک. خ (۲۲). تعیین هدفهای سیستم فروش نقدی.
																	بک. خ (۲۳). تعیین هدفهای سیستم حسابهای دریافتی.
																	بک. خ (۳). تعیین محدودیتها.
																	بک. ار (۱). تعیین گزینه ها.
																	بک. ار (۲). انتخاب نحوه به روز کردن (توسعه) سیستم.
																	اس. توسعه سیستم صدور صورتحساب.
																	اس. خ (۱). تشکیل گروهی که عهده دار بررسی سیستم صدور صورتحساب است.
																	اس. خ (۲۱). تعیین هدفها.
																	اس. خ (۲۲). تعیین محدودیتها.
																	اس. خ (۲۳). بررسی خواسته ها.
																	اس. ار (۱). تعیین بسته های نرم افزاری بدیل.
																	اس. ار (۲). انتخاب بهترین بسته نرم افزاری.
																	اس. ط (۱). مشخص کردن سخت افزار.
																	اس. ط (۲). مشخص کردن طرحهای منعطف گزارش گیری و گزارش دهی.
																	اس. ط (۳). آزمایش سیستم از طریق بررسی پرونده توزیع کنندگان.
																	اس. اس (۱). مشخص کردن رویه های سازمان.
																	اس. اس (۱۲). ایجاد پرونده آزمایشی.
																	اس. اس (۱۳). آزمایش سیستم از طریق پرونده آزمایشها.
																	اس. اس (۲). ایجاد پرونده تولید.
																	اس. اس (۳). آموزش کاربران.
																	اس. اس (۴). انجام آزمایش جامع با مشارکت کاربران.

این بخش باید برای دریافت نقدی و سیستم حسابهای دریافتی تکرار شود

برنامه ریزی پروژه																	صفحه ۱ از ۳ صفحه
سیستم: تلفیق سه خرده سیستم پرداخت مشتری																	تاریخ ۷۴/۱۱/۳
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div>نام تحلیلگر:</div> <div>امضای تحلیلگر:</div> </div> </div>																	
زمان (هفته)																	
۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	فعالیت
																	بک. برنامه ریزی سیستم.
																	بک. خ. تعیین خواسته ها.
																	بک. ار. ارزیابی برنامه های بدیل.
																	بک. ط. آماده سازی مختصات طراحی.
																	پ. ایجاد پایگاه اطلاعاتی.
																	پ. خ. تعیین خواسته ها.
																	پ. ار. ارزیابی ساختارهای بدیل.
																	پ. ط. طراحی ساختار اطلاعاتی و نحوه تعاملها.
																	پ. اس (۱). ساختن پایگاه اطلاعات مربوط به آزمایش.
																	پ. اس (۲). شماره گذاری تعامل و آزمایش آن.
																	پ. اس (۳). ساختن پایگاه اطلاعاتی تولید.
																	ب. طراحی نحوه بازیابی اطلاعات.
																	ب. اس (۱). آموزش ابزارها.
																	ب. اس (۲). شماره گذاری برنامه ها.
																	ب. اس (۳). آزمایش، به وسیله پایگاه اطلاعات مربوط به آزمایش.
																	ب. اس (۴). آزمایش به وسیله پایگاه تولید.
																	ک. اخذ اطلاعات.
																	ک. خ. تعیین خواسته ها.
																	ک. ار. ارزیابی گزینه ها.
																	ک. ط. طراحی رویه ها و صفحه های نمایش.
																	ک. اس (۱). شماره گذاری رمز، برای برنامه ها.
																	ک. اس (۲). نوشتن دستورالعمل اجرای رویه ها.
																	ک. اس (۳). آموزش کاربران نهایی.
																	ک. اس (۴). آزمایش نحوه ثبت اطلاعات.
																	ک. اس (۵). ایجاد ظرفیت لازم برای ثبت اطلاعات.

نمودار ۹.۹ نخستین صفحه از یک نمودار میله ای خام، برای نشان دادن اطلاعات

در مورد زمان تحویل محصول (هر بخش از سیستم)

۲. کاهش هزینه‌های ارتباطی: تفکیک پروژه‌ها، به دلیل ساده‌سازی ارتباطات، موجب کاهش هزینه‌های سربار می‌شود.
۳. جلب علائق کاربر: هر بار نصب خرده سیستم‌های یک پروژه تفکیک شده، محرکی برای حفظ علاقه‌مندی کاربر به سیستم محسوب می‌شود.
۴. کاهش میزان تغییرات بعدی: با طولانی‌تر شدن و افزایش زمان تحویل، احتمال تغییر خواسته‌ها نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین با تفکیک و قسمت‌بندی یک سیستم بزرگ، به دلیل کاهش زمان تحویل هر قسمت، میزان تغییرات پس از نصب نیز کاهش خواهد یافت.

برای مثال، اگر یک شرکت تولیدی بخواهد خرده سیستم‌هایی را برای صورتحساب مشتری، حسابهای دریافتی، و فروش نقدی ایجاد کند (همان‌طور که در نمودار ۸-۹ ملاحظه می‌شود)، نخستین فعالیت، مرور خواسته‌های کلی مربوط به سه خرده سیستم مذکور است؛ زیرا هر سه خرده سیستم به بخشی از رویه‌های شرکت برای کنترل پرداختهای مشتریان ارتباط دارند. اگر خرده سیستم صورتحساب مشتری، حیاتی‌ترین خرده سیستم به شمار آید، آن را زودتر از دو خرده سیستم دیگر بررسی می‌کنند. فرض کنید که اکنون سه سیستم مذکور در این شرکت تولیدی، به طور جدا و منفک از هم کار می‌کنند، ولی مدیریت شرکت قصد دارد یک سیستم جامع جدید ایجاد کند تا ثبت اطلاعات تکراری و میزان خطا کاهش یابد. بدیهی است که سیستم جدید باید وظایف هر سه سیستم قدیمی را انجام دهد. اگر به این کار به منزله یک پروژه واحد نگریسته شود و از روش فهرست کنترل (براساس مراحل چرخه حیات سنتی ایجاد سیستم) استفاده شود، نتیجه کار فاجعه‌آمیز (طولانی و پرهزینه) خواهد بود. در اینجا باید از روش ایجاد سیستم به صورت مرحله‌بندی شده، برحسب خرده سیستمها، استفاده شود. طبقات عمده ساختار تجزیه کار برای این خرده سیستمها، همانند آن چیزی است که در نمودار ۹-۹ آمده است. باز هم نخستین کار تحلیلگر، تعیین برنامه کلی و خواسته‌های عمومی سیستم جامع است. سپس سیستم صورتحساب مشتری، به منزله نخستین خرده سیستم ایجاد می‌شود تا کاربران بتوانند کار را با بخشی از سیستم جامع شروع کنند. بازخور کاربران به تحلیلگر کمک خواهد کرد تا پیش از آنکه جزئیات سایر خرده سیستمها معین شوند، در این بخش از سیستم جامع تجدید نظر کند. این روش طول مدت ایجاد سیستم

را کاهش می‌دهد؛ زیرا تحلیلگر را موظف می‌سازد که مسائل طراحی هر خرده سیستم را پیش از ساخت و آزمون کل سیستم، حل کند. همان طور که ذکر شد، یک پروژه بزرگ را به دو صورت می‌توان مرحله‌بندی کرد: (۱) مرحله‌بندی براساس خرده سیستمها؛ (۲) مرحله‌بندی براساس تواناییهای اطلاعاتی.

۱. تفکیک پروژه به چند خرده سیستم - این کار دو مسأله ایجاد می‌کند: نخست اینکه، باید برنامه‌های ویژه‌ای طراحی، نوشته، و آزمون شوند تا بخش جدید سیستم بتواند با سیستمهای منفک قدیمی، تعاملی مطلوب داشته باشد. البته ساده شدن انتقال از سیستم قدیم به سیستم جدید، صرف کردن این وقت و تلاش اضافی را توجیه می‌کند. دوم اینکه، مرزهای بسیاری از سیستمهای قدیمی، بر میزان توانایی افراد در استفاده از ماشین تحریر و ماشین حساب مبتنی شده است. در صورت پیروی تحلیلگر از رهنمودهای قدیمی، بعید است بتواند سیستمی ایجاد کند که قابلیت استفاده کامل از توان کامپیوتری را داشته باشد. تحلیلگر باید در صورت برخورد احتمالی با چنین موانعی، هوشیار باشد و سیستمی را طراحی کند که بتواند براساس قابلیتهای موجود در سیستم قدیمی بنا شود، ولی خود را به آنها محدود نکند.

۲. تفکیک پروژه براساس تواناییهای اطلاعاتی (زمانبندی تحویل محصول) - این شیوه مبتنی بر دیدگاهی است که «اطلاعات» را محصول اساسی یک سیستم اطلاعاتی می‌داند (آپلتون، ۱۹۸۶، ص ۷۱-۷۶). در این حالت، می‌توان فعالیتهای ایجاد سیستم را به مراحل برای تحویل بخشهای طراحی شده سیستم، به منظور انجام موارد ذیل تقسیم کرد:

۱. کسب اطلاعات؛

۲. ذخیره‌سازی اطلاعات؛

۳. پردازش اطلاعات؛

۴. بازیابی اطلاعات؛

۵. توزیع اطلاعات.

انواع تواناییهای اطلاعاتی در نگاره ۴-۹ تعریف شده‌اند. ترتیب تحویل تواناییهای اطلاعاتی توسط طراح، به وضعیت سیستم و نظر کارفرما بستگی دارد.

مثال	تعریف	قابلیت (توانایی)
۱. پیمایش شماره‌های رمز کامپیوتری ۲. ثبت اطلاعات توسط راه‌بر روی صفحه ثبت اطلاعات ۳. پر کردن جاهای خالی مربوط به شماره دانشجویی و شماره درس، هنگام ثبت نام دانشجویان	ثبت اطلاعات	کسب اطلاعات
۱. ذخیره‌سازی اطلاعات روی کاربرگی که با ابزار نسل چهارم کامپیوترها بسادگی قابل دستیابی باشد. ۲. ذخیره‌سازی اطلاعات روی نوار برای نگهداری در خارج از پایگاه	ذخیره‌سازی اطلاعات روی دیسک، نوار، میکروفیش، یا سایر وسایل ذخیره‌سازی، برای دستیابی بعدی به اطلاعات	ذخیره‌سازی اطلاعات
۱. محاسبه نسبت‌های مالی	پردازش اطلاعات	تعبیر و تفسیر اطلاعات
۱. بازیابی ماهیانه اطلاعات فروش ۲. بازیابی اطلاعات تولید از پایگاه اصلی، برای پردازش به وسیله نرم‌افزار «صفحه گستر» ^۱ یا «ریزپردازنده» ^۲	استخراج اطلاعات برای پردازش و توزیع (تهیه گزارش به صورت چاپی، روی صفحه نمایش، دیسک، و غیره)	بازیابی اطلاعات
۱. تعیین رویه برای دستیابی گسترده به اطلاعات ۲. فروش نوار حاوی فهرست نشانها ۳. فروش دیسک حاوی اطلاعات (برای تجزیه و تحلیل) ۴. امکانپذیر ساختن دستیابی به مجموعه پرونده‌های ارباب رجوع، در همه شعبه‌های یک شرکت	ارسال اطلاعات (به شکلهای مختلف، نظیر گزارش چاپی، صفحه نمایش، و دیسک) به خارج از پایگاه، با استفاده از وسایل ارتباطی و سیستم پستی (به جای تحویل مستقیم آن به یک کاربر نهایی)	توزیع اطلاعات

نگاره ۹.۴. تعریف پنج توانایی اطلاعاتی مهم و ارائه نمونه‌هایی برای آنها

به این ترتیب، در این روش، برای استقرار مرحله‌ای سیستم در شرکت تولیدی مذکور، یک برنامه جدید مورد نیاز است. فرض کنید که مطرح شدن یک شکایت عمده، مدیریت را به اتخاذ تصمیمی مبنی بر تلفیق سه خرده سیستم هدایت کند؛ زیرا تحلیلگران مالی شرکت نیز بارها از نحوه ارائه گزارشهای تفصیلی توسط سه سیستم

موجود، شکایت کرده‌اند. این تحلیلگران معتقدند که بدون هیچ دلیلی، تجزیه و تحلیل شیوه‌های پرداخت مشتری دشوار شده است؛ زیرا گزارشهای ارسالی سه سیستم مذکور، جدا از یکدیگر تنظیم می‌شوند و تجدیدنظر در آنها نیز به زمان نیاز دارد. اجرای مطلوب روش تحویل محصول (بخشی از سیستم جدید)، به سرعت «تجدیدنظر در گزارشها» و «ایجاد پایگاه اطلاعاتی»، برای سیستم جامع جدید بستگی دارد. به این ترتیب باید به تحلیلگران مالی اجازه داده شود تا اطلاعات را با استفاده از ابزارهای پیشرفته‌تر، بازیابی و پردازش کنند.

براساس این منطق، تحلیلگر باید نخست نحوه طراحی و استقرار پایگاه اطلاعاتی جدید را برنامه‌ریزی کند؛ بنابراین همان‌طور که در نمودار ۹-۹ ملاحظه می‌شود، دومین دسته عمده فعالیتها، به ایجاد پایگاه اطلاعاتی (پ) اختصاص یافته است. در فعالیت عمده بعدی به توانایی طراحی و ایجاد امکان بازیابی اطلاعات (ب) پرداخته می‌شود. با آموزش کاربران نهایی (برای مثال در هفته هشتم)، تحلیلگر می‌تواند سرعت نخستین محصول کار خود را تحویل بدهد. کاربران نهایی می‌توانند با فراگیری نحوه استفاده از ابزارهای موجود، گزارشهای مورد نظر خود را از طریق دسترسی به پایگاه اطلاعاتی جامع به دست آورند. در عین حال، گروه مسؤول اجرای پروژه، به کار خود روی بخش بعدی سیستم جامع (یعنی کسب اطلاعات) ادامه می‌دهد. نکته قابل توجه آنکه پیشنهادها و شکایتهای کاربران نهایی در مورد بخشهای ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها، اطلاعات باارزشی برای کار گروه مذکور است (جوردن و میچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۱۲-۱۱۴).

انتخاب بهترین روش

به منظور انتخاب روش مناسب برای برنامه‌ریزی و تشریح ساختار تجزیه کار، می‌توان برخی از ویژگیهای پروژه، نظیر ویژگیهای ذیل را در نظر گرفت:

۱. اندازه پروژه؛

۲. میزان مخاطره در پروژه؛

۳. میزان تجربه گروه مجری.

پروژه‌های کوچک و کم مخاطره را می‌توان به‌سوی با پیروی از روش فهرست کنترل، برنامه‌ریزی کرد. اگر پروژه مذکور، مطابق برنامه آغاز شود و پایان یابد، احتمالاً

هدفها، محدودیتها، و خواسته‌های کارکردی آن هماهنگ می‌شوند و انجام مراحل (خ-۱) تا (اس-۳) در فهرست کنترل نگاره ۹-۳ کافی خواهد بود. اندازه کوچک پروژه و ثبات خواسته‌ها، تضمین‌کننده مقبولیت «روش فهرست کنترل»، برای یک پروژه خاص انتخابی است.

گروههای کم تجربه‌تر، ترجیح می‌دهند که در طراحی از روش فهرست کنترل و روش ماتریسی استفاده کنند. مبتدیان بندرت به روش تفکیک و تقسیم پروژه در مراحل نخستین برنامه‌ریزی اعتماد می‌کنند؛ مگر آنکه نحوه جداسازی سیستم در قالب خرده سیستمهای تشکیل‌دهنده آن واضح باشد. در این صورت، ابتدا باید خرده سیستمی را مطرح کرد که برای کاربران مزیتی آشکار و مخاطره‌ای اندک داشته باشد. اگر تفکیک یک پروژه بزرگ و مخاطره‌آمیز، دشوار باشد، باید زمان بیکاری قابل ملاحظه‌ای را برای آن پروژه در نظر گرفت تا پس از نصب اولیه بتوان در آن بازنگری کرد.

برای برنامه‌ریزی پروژه‌های بزرگ و مخاطره‌آمیز، باید از روش تحویلی استفاده کرد. البته می‌توان فعالیتهای مربوط به هر مرحله از تحویل پروژه را با استفاده از روش فهرست کنترل یا روش ماتریسی، برنامه‌ریزی کرد. در هر صورت، برنامه‌ریزی تحویل پروژه در چندین مرحله، ضرورت بازنگریهای پس از نصب را - که جزئی از چرخه حیات یک پروژه طولانی و جامع است - کاهش می‌دهد (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۵۳۶-۵۳۷).

شبکه روش مسیر بحرانی

شبکه روش مسیر بحرانی ابزاری ترسیمی است که توالی کارها، فعالیتهای همزمان، و زمان لازم برای اجرای یک پروژه را نشان می‌دهد. مسیر بحرانی عبارت از توالی فعالیتهایی است که مجموعاً در مقایسه با سایر مسیرها، بیشترین زمان را می‌طلبند؛ به طوری که کاهش مدت زمان اجرای پروژه، به کاهش مدت زمان انجام هر مرحله از کار در مسیر بحرانی بستگی دارد. این شبکه در موارد ذیل قابل استفاده است:

۱. تعیین نحوه توالی کارها؛
۲. شناسایی فعالیتهای همزمان؛
۳. تخصیص نیروی انسانی؛
۴. محاسبه جداول زمانی برای کلیه فعالیتهایی که باید برای اجرای پروژه، انجام شوند.

استفاده از این روش با بهبود فعالیتهای برنامه‌ریزی، هدایت، هماهنگی، و کنترل، به تحقق اهداف مدیریت پروژه کمک می‌کند.

سطح تجزیه و تحلیل یک شبکه روش مسیر بحرانی، به هدف آن بستگی دارد؛ برای مثال، هنگامی که یک گروه عملیاتی، گامهای ضروری برای اجرای یک پروژه را مرور می‌کند، اعضای آن گروه می‌توانند از یک شبکه با تعدادی گره، برای نمایش مراحل متعدد کار استفاده کنند. شبکه را می‌توان به صورت بسیار گسترده‌ای نیز ترسیم کرد؛ ولی بهتر است که برای خوانا تر شدن آن در گزارشها، در هر صفحه فقط ده فعالیت (یا کمتر) ترسیم شود. در پروژه‌های بزرگ که بیان جزئیات بیشتری - برای هدایت و هماهنگی تک تک فعالیتها - ضرورت دارد، ممکن است استفاده از نمودارهای میله‌ای، مناسبتر باشد (گلوئک، ۱۹۷۷، ص ۵۰-۵۳).

شماره	شرح
۱	هر کار یا فعالیت را با یک خط (یا پیکان) نشان دهید.
۲	شروع و پایان هر کار را با یک دایره (یا نشانگر گره) نشان دهید.
۳	توالی کارها را با شروع هر کار، بلافاصله بعد از پایان یافتن کارهای پیشین (بدون واسطه) نشان دهید.
۴	نام هر «کار» یا «حرف بیانگر آن» (نشانگر فعالیت) را روی خط (یا پیکان) بنویسید.
۵	عددی که بیانگر زمان تخمینی پایان یافتن هر کار است (نشانگر مدت) را در زیر خط (یا پیکان) بنویسید.
۶	با استفاده از پاورقی، واحد زمانی مورد استفاده در تخمین (نظیر روز، هفته، و ماه) را معین کنید.
۷	گره‌ها را از راست به چپ شماره گذاری کنید (البته شماره گذاری گره‌ها به شیوه‌های دیگری نیز معمول است).
۸	از خط پُر یا رنگی برای نشان دادن مسیر بحرانی استفاده کنید (مسیر بحرانی، توالی کارهایی است که اجرای مجموعه آنها، در مقایسه با سایر مسیرها، بیشترین زمان را می‌طلبد).

نگاره ۹.۵ قواعد ترسیم شبکه روش مسیر بحرانی

قواعد ترسیم شبکه روش مسیر بحرانی






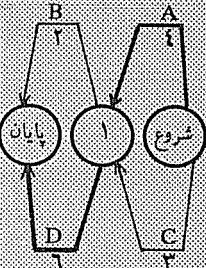
علائم مورد استفاده برای ترسیم شبکه روش مسیر بحرانی در نمودار ۹-۱۰ ارائه شده‌اند. در شبکه روش مسیر بحرانی فقط علائم پیکان و دایره به کار می‌روند. هر پیکان در شبکه روش مسیر بحرانی، بر انجام یک کار دلالت دارد. دایره‌های کوچک یا گره‌ها نیز بیانگر شروع شدن یا پایان یافتن کارها هستند. فقط در صورت

پایان یافتن کارهای قبل از یک گره، می‌توان کار بعدی را شروع کرد. ساده‌ترین راه ترسیم یک شبکهٔ روش مسیر بحرانی برای یک پروژه، کامل کردن ماتریس فراگرد انجام آن پروژه است؛ زیرا با استفاده از ماتریس مذکور به‌سهولت می‌توان با تعیین نقطهٔ شروع، شبکه را ترسیم کرد. همچنین گاهی از یک فهرست کنترل تفصیلی - مانند آنچه که در نگاره ۹-۳ ملاحظه می‌شود - برای این منظور استفاده می‌شود. بهتر است ترسیم نمودار روش مسیر بحرانی از گوشهٔ سمت راست و بالای صفحه شروع شود و پیکان نخستین فعالیت از آنجا رسم گردد. هنگامی که نوبت به کارهای بعدی می‌رسد، بهتر است کارهای پیشین (در میان گره‌های قبلی) مرور شوند. البته، احتمالاً اولین شبکه‌ای که رسم می‌شود، چندان کامل و تمیز نخواهد بود و به ترسیم مجدد نیاز دارد. استفاده از این روش برای راه‌حل جویی قیاسی مستقیم^۱ مزایای بسیاری دارد - بویژه برای کمک به یادآوری همهٔ کارهای مهم. استفاده از یک بسته نرم‌افزاری روش مسیر بحرانی، به اجرای این فراگرد کمک می‌کند. البته تحلیلگر باید احتمال بدهد که چندین بار تجدیدنظر در فعالیت‌هایش ضرورت پیدا کند؛ همان گونه که گاهی باید چندین بار نمودار آن را روی کاغذ اصلاح کند.

مفهوم مهمی که در شبکهٔ روش مسیر بحرانی بر آن تأکید می‌شود، تفاوت میان مجموع زمان لازم برای اجرای یک پروژه، با حداقل زمانی است که پروژه در آن قابل اجراست؛ برای مثال، همان طور که در شبکه سادهٔ انتهای نمودار ۹-۱۰ ملاحظه می‌شود، چهار فعالیت باید انجام شود تا پروژه به پایان برسد. مجموعهٔ زمان لازم برای اجرای پروژه، عبارت است از جمع زمانهای لازم برای اجرای هریک از این فعالیتها. در این مثال زمان لازم برای اجرای کل فعالیتها (با توجه به اطلاعات ارائه شده در نمودار ۹-۱۰)، به طریق ذیل محاسبه می‌شود:

$$۱۵ = ۶ + ۳ + ۲ + ۴$$

فعالیت‌های ضروری برای اجرای یک پروژه، معمولاً برحسب «نفر - هفته» یا «نفر - ماه» محاسبه می‌شوند. گاهی از واژه‌های «تلاش در هفته» یا «تلاش در ماه» نیز استفاده می‌شود؛ به این ترتیب، بروشنی می‌توان همهٔ تلاشهای لازم برای اجرای یک پروژه را در قالب یک جدول زمانبندی مطرح کرد و فعالیت‌های مختلف را از هم متمایز ساخت.

علامت	نام	توضیح
	گره	این دایره، بیانگر شروع و خاتمه فعالیتها (کارها) است.
	کار	این پیکان معرف کاری است که انجام می شود. وجود خطوط موازی، بیانگر امکان انجام کارها به صورت همزمان است.
	نشانگر فعالیت	برای شناسایی یک خط فعالیت، حروف یا نامهایی روی آن نوشته می شود.
	نشانگر مدت	برای نشان دادن برآورد زمانی انجام هر فعالیت، اعدادی ذیل خط مربوط به آن فعالیت نوشته می شود.
	نشانگر گره	هر گره با یک شماره که معرف آغاز یا پایان یک کار یا فعالیت است، مشخص می شود.
	مسیر بحرانی	مسیر بحرانی، توالی مجموعه کارهایی را که در مقایسه با سایر مسیرها، بیشترین زمان را می طلبد، نشان می دهد. در این مثال چهار مسیر وجود دارد: A و B که به شش هفته زمان نیاز دارد. A و D که به ده هفته زمان نیاز دارد. B و C که به پنج هفته زمان نیاز دارد. C و D که به نه هفته زمان نیاز دارد. بنابراین، مسیر بحرانی یا طولانی ترین مسیر، مسیر A و D است.

نمودار ۹.۱۰ علائم شبکه روش مسیر بحرانی

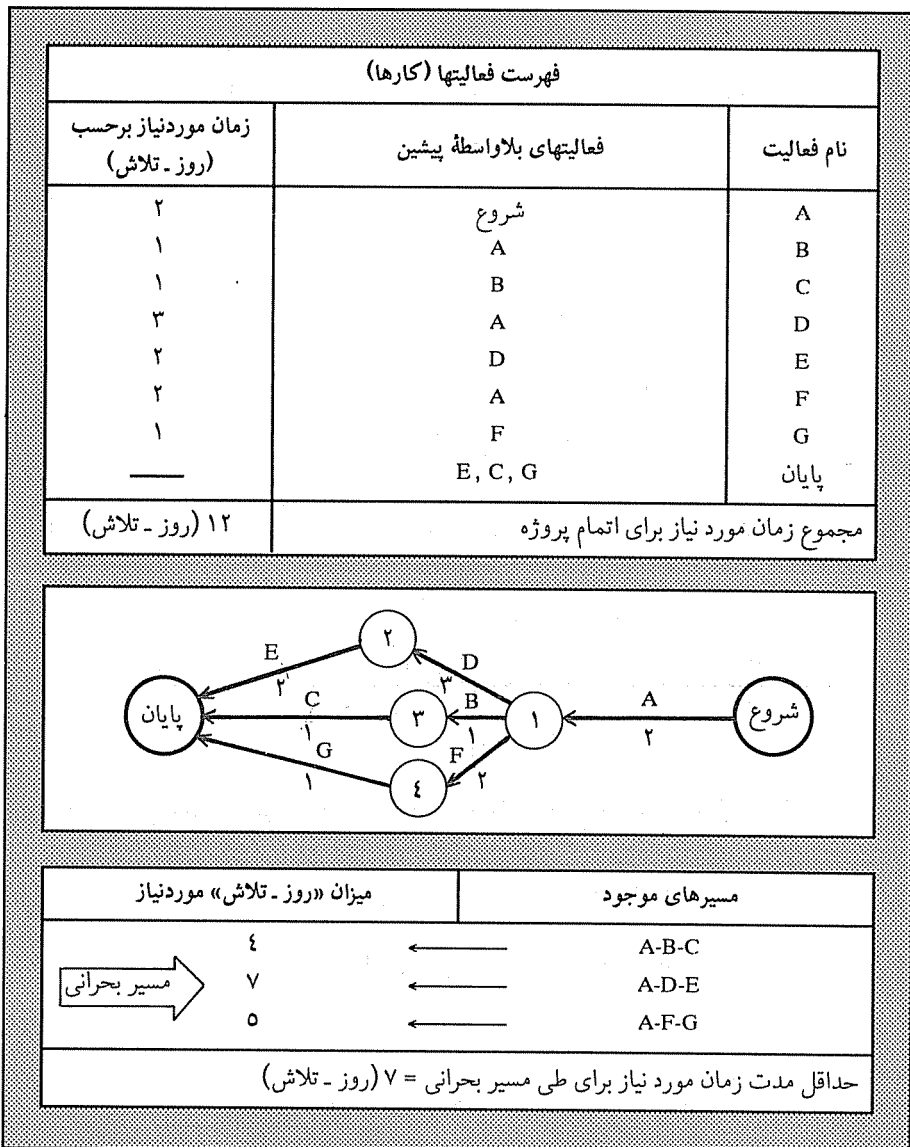
میزان «تلاش در ماه» فقط هنگامی که همه کارها به ترتیب انجام شوند و فقط یک نفر مأمور انجام آنها باشد، با زمان لازم برای اجرای کل فعالیتها (طبق جدول زمانبندی) مساوی خواهد شد؛ در حالی که برخی از کارها را می توان به افراد دیگر واگذار کرد و به طور همزمان انجام داد. در مثال مطرح شده در نمودار ۹.۱۰ کارهای A و C به طور همزمان قابل انجامند؛ همان گونه که کارهای B و D را می توان همزمان انجام داد؛ بنابراین حداقل زمان مورد نیاز برای تکمیل پروژه، از زمان لازم برای اجرای کلیه فعالیتها توسط یک نفر، کمتر است؛ زیرا حداقل زمان لازم برای تکمیل پروژه، برابر است با جمع زمانهای مورد نیاز برای انجام کارهایی که روی مسیر بحرانی قرار دارند. به این ترتیب، با فرض اینکه نیروی انسانی به اندازه نیاز در دسترس باشد، حداقل زمان

طراحی و برنامه‌ریزی سیستم ۲۸۹

مورد نیاز برای تکمیل پروژه موردنظر در این مثال، به طریق ذیل محاسبه می‌شود:

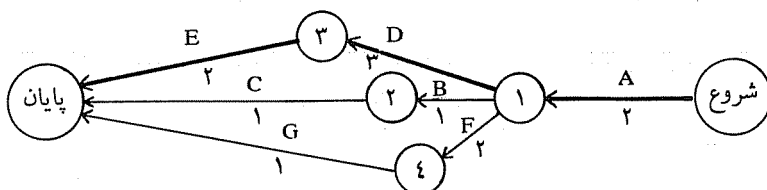
$$4 + 6 = 10$$

گاهی اوقات برای متمایز ساختن این شاخص زمانی برحسب هفته و ماه، از واژه‌های جدول زمانی هفتگی و جدول زمانی ماهیانه استفاده می‌شود. در این حالت نیز

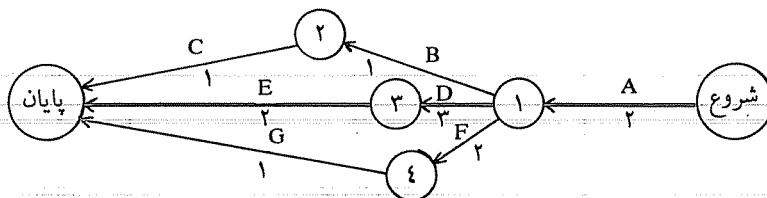


نمودار ۹.۱۱ نمونه‌ای از شبکه‌ی روش مسیر بحرانی

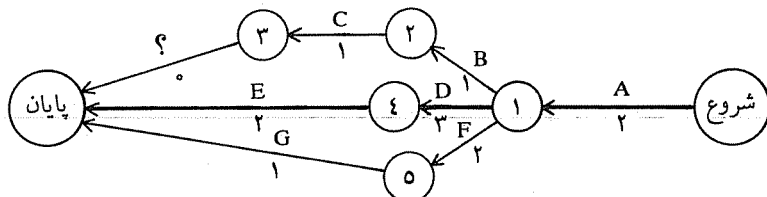
حداقل زمان لازم برای تکمیل یک پروژه ماهیانه، تقریباً همیشه از میزان تلاش ماهیانه برحسب (نفر - ماه) کمتر است؛ زیرا معمولاً می‌توان برخی از کارها را با مأمور کردن تعداد بیشتری از افراد برای اجرای پروژه، به طور همزمان انجام داد.



بدیل (۱): همان مسیرهای نمودار ۹-۱۱، فقط شماره گره‌ها تغییر کرده است؛ بنابراین، بدیل فوق قابل قبول است.



بدیل (۲): در این نمودار فقط نحوه ترسیم مسیرها تغییر کرده است؛ بنابراین بدیل فوق نیز قابل قبول است.



بدیل (۳): در این حالت، مسیر «گروه شماره ۳ ← پایان» به مجموعه مسیرهای قبلی اضافه شده است، در حالی که چنین فعالیتی وجود ندارد؛ بنابراین بدیل فوق نادرست است.

نمودار ۹-۱۲ چند شبکه بدیل برای فهرست فعالیتهای نمودار ۹-۱۱

گاهی لازم است که دو فعالیت A و B به طور همزمان انجام شوند؛ به طوری که فقط بعد از کامل شدن هر دوی آنها، فعالیت دیگری مانند C می‌تواند شروع شود. اگر فعالیت A چهار روز طول بکشد و فعالیت B دو روز، در مسیر B دو روز «زمان بیکاری» وجود خواهد داشت. «زمان بیکاری»، هنگامی به وجود می‌آید که یک مسیر یا بخشی از آن، از مسیر دیگری که باید همزمان با آن طی شود، کوتاهتر باشد. قواعد ترسیم شبکه

مسیر بحرانی در نگاره ۹-۵ فهرست شده است. نمودار ۹-۱۱ نیز نحوه توالی کارها را در یک شبکه مسیر بحرانی نمایش می‌دهد و در نمودار ۹-۱۲، چند «شبکه مسیر بحرانی» بدیل، برای یک «مجموعه فعالیت» معین، ارائه شده‌اند (جوردن و مچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۱۶-۱۱۸).

نمودار پرت^۱

نمودار پرت، با توسعه شبکه مسیر بحرانی ابداع شد. در این نمودار به جای برآورد یک زمان برای هر کار، از سه برآورد زمانی استفاده می‌شود: «کوته‌ترین زمان ممکن»؛ «محتمل‌ترین زمان»؛ و «طولانی‌ترین زمان». این سه برآورد زمانی، برآوردی کلی از زمان لازم برای اجرای پروژه ارائه می‌دهند^۲. البته امروزه به دلیل کسالت‌آور بودن فراگرد محاسبه دستی برآورد مذکور، از یک نرم‌افزار کامپیوتری ویژه برای این منظور استفاده می‌شود.

فن ارزشیابی و بازنگری برنامه (پرت)، ابزار مطلوبی برای برنامه‌ریزی و کنترل فعالیتها و تلاشهای پیش‌بینی شده برای تحقق هدفهای پروژه (طبق برنامه زمانی) به شمار می‌آید. این فن توجه مدیریت را به موارد ذیل جلب می‌کند:

۱. علائم خطری که بر ضرورت اتخاذ تصمیمهایی عاجل برای جلوگیری از وقوع مشکلات دلالت دارند؛

۲. زمینه‌هایی که تلاش بیشتر در آنها (از حیث صرف زمان، صرف منابع، یا تخصیص عملکرد فنی بالاتر)، احتمال اتمام موفقیت‌آمیز پروژه را در موعد مقرر افزایش می‌دهد.

برخی از صاحب‌نظران، پرت را یک روش آماری محسوب می‌کنند که علاوه بر قابلیت تشخیص، توان پیش‌بینی نیز دارد و برای کمی کردن اطلاعات درباره عدم اطمینانها - که همه فعالیتهای پروژه با آنها مواجه هستند - قابل استفاده است. این روش به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند، ولی تصمیم‌گیری نمی‌کند؛ در واقع تحلیلگر سیستم در موارد ذیل می‌تواند از آن استفاده کند:

۱. کلمه PERT از حروف اول اصطلاح «program evaluation & review technique» (فن ارزشیابی و بازنگری برنامه) تشکیل شده است.

۲. برای آشنایی بیشتر با نحوه استفاده از نمودار پرت، مراجعه کنید به: رضائیان، ۱۳۶۹، ص ۱۱۷-۱۲۰.

۱. تعیین فعالیتهای کاری معین و هماهنگ، حتی در پایین ترین سطوح مسؤولیت در سازمان؛
۲. تعیین اهمیت نسبی فعالیتهای مذکور؛
۳. شبیه سازی تغییرات پیشنهادی یا واقعی در پروژه، و نشان دادن اثر این تغییرات بر آن (کوندون، ۱۹۷۵، ص ۷۲-۷۵).

نمودار میله ای گانت و کاربرد آن

نمودار میله ای گانت نیز مانند شبکه روش مسیر بحرانی، ابزاری ترسیمی برای برنامه ریزی، هدایت، و هماهنگی محسوب می شود.

در نمودار میله ای، مدت زمان در نظر گرفته شده برای انجام هر فعالیت را با یک میله افقی نشان می دهند و به این ترتیب، زمان دقیق شروع و پایان هر فعالیت را مشخص می کنند (نمودارهای ۸-۹، ۹-۹، و ۱۳-۹). ستونهای در نظر گرفته شده، تاریخ اتمام هر مرحله از پروژه را نشان می دهند و فعالیتها و کارهای جزئی، واضحتر از شبکه روش مسیر بحرانی نشان داده می شوند. در این نمودار می توان

شماره	شرح
۱	همه کارها و فعالیتها را در نخستین ستون عمودی درج کنید.
۲	در مواردی که فهرست فعالیتها طولانی است، از روش ساختار تجزیه کار، یا شماره گذاری ترتیبی (مانند نمودار ۱۳-۹) استفاده کنید.
۳	فواصل زمانی معینی (روز، هفته) را برای ستونهای مربوط به زمان در نظر بگیرید (حتی المقدور تاریخ دقیق را ذکر کنید).
۴	برای نشان دادن زمان تخصیص یافته به هر کار، از میله نشانگر استفاده کنید (علائم نمودارهای ۸-۹، ۹-۹، و ۱۳-۹).
۵	پس از تکمیل هر مرحله از کار، میله رسم شده برای آن را پررنگ کنید. در مواردی که انجام یک فعالیت یا کار بیش از زمان پیش بینی شده طول می کشد، خط پر را ادامه دهید (مانند نمودار ۱۳-۹).
۶	در صورت امکان برای هر کار، افرادی را به عنوان مسؤول معین کنید.
۷	برای افزایش هماهنگی و هدایت بهتر اعضای گروه، حداقل یک فعالیت قابل اندازه گیری (در هفته) را به منزله نقطه عطف فعالیت هریک از آنها، معین کنید؛ به گونه ای که نخستین وظیفه هریک از اعضای گروه معین باشد.

برنامه ریزی پروژه																
سیستم: اصلاح خرده سیستم موجودی انبار										صفحه ۱ از ۱ صفحه						
تاریخ: ۷۴/۱۱/۱۴																
نام تحلیلگر: رضا آرام										امضای تحلیلگر:						
<div> <div></div> <div></div> </div>										علائم فعالیتهای برنامه ریزی شده فعالیتهای انجام شده						
زمان (هفته)										فرد مأمور						
۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
										به پروژه						
										فعالیت						
										خ. تعریف خواسته‌ها.						
										خ (۱). تشکیل گروه پروژه.						
										خ (۲). تعریف هدف و محدودیتها.						
										خ (۳). مصاحبه با کارکنان انبار برای تهیه فهرست خواسته‌ها.						
										خ (۴). طبقه‌بندی خواسته‌ها.						
										خ (۵). بازنگری.						
										ط. طراحی.						
										ط (۱). تجدیدنظر در مختصات برنامه.						
										ط (۲۱). مشخص کردن صفحه‌ها.						
										ط (۲۲). مشخص کردن گزارشها.						
										ط (۳). مشخص کردن تغییرات.						
										ط (۴). بازنگری توسط مدیران.						
										اس. استقرار.						
										اس (۱). شماره گذاری رمز برای تغییرات برنامه.						
										اس (۲۱). ایجاد پرونده آزمایشها.						
										اس (۲۲). ایجاد پرونده تولید.						
										اس (۳). تجدیدنظر در دفتر راهنمای رویه‌ها.						
										اس (۴۱). آزمون «خلاصه پرونده».						
										اس (۴۲). آزمون پرونده تولید.						
										اس (۵). بازنگری مدیریت.						
										اس (۶). نصب بخش اول انبار.						
										اس (۶۱). آموزش رویه‌های جدید.						
										اس (۶۲). نصب.						
										اس (۶۳). بازنگری مدیریت.						

ستونی را برای ذکر نام مسئولان انجام هر فعالیت، در نظر گرفت. وجود این تسهیلات اضافی، نمودار میله‌ای را بویژه برای تخصیص منابع انسانی و کنترل برنامه زمانبندی، کارآتر می‌سازد.

قواعد ترسیم نمودار میله‌ای

قواعد ترسیم نمودارهای میله‌ای، در نگاره ۹-۶ ملاحظه می‌شود. نمودار میله‌ای با متمایز ساختن فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده از فعالیت‌های انجام یافته، به هدایت پروژه کمک می‌کند. میله‌های افقی پررنگ در نمودار ۹-۱۳، بیانگر میزان کار انجام شده هستند. با بهنگام‌سازی هفتگی این نمودار، می‌توان عملیات پیشرفت پروژه را هدایت کرد (جوردن و میچسکی، ۱۹۹۰، ص ۱۱۸-۱۲۱).

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل نهم

مفاهیم فلسفی طراحی	عدم ارضای نیاز	طرح پیشنهادی
شرح فیزیکی	مقاومت	اهداف کوتاه مدت
شرح منطقی	کسب مقبولیت	روش برخورد
هدف سیستم	جلب اعتماد	ساختار تجزیه کار
سیستم بهینه	انتقادپذیری	بررسی امکانپذیری
سیستم جامع	صبر و دقت	طراحی مفهومی (خام)
اهداف طراحی	ترغیب به مشارکت	طراحی تفصیلی
ضرورت طراحی	اجتناب از مجادله	استقرار
روند کاربرد یافته‌های علمی	تأکید بر وجوه توافق	کار
مفروضات زیربنایی طراحی	پرهیز از یکجانبه بودن	خرده کار
طراحی گام به گام	تأکید بر جنبه‌های مثبت	نمودار جریان کار
ویژگیهای تحلیلگر	توجه به اعتراضات واقعی	عمودی (یک ستونی)
آشنایی با سازمان	حق انتخاب	افقی (چند ستونی)
عوامل انسانی	سخنان متضمن پاسخ منفی	عملیات
واکنشهای رفتاری	طراحی پروژه	انتقال (حرکت)
برداشت نادرست	معیارهای ارزیابی پروژه	بازرسی (کنترل)
عادت زدگی	چرخه مدیریت پروژه	تأخیر (توقف)

شبکه‌ی روش مسیر بحرانی	نمودار تفصیلی	بایگانی (انبار)
زمان بیکاری	روش فهرست کنترل	مسافت
نمودار پرت	روش ماتریسی	زمان
نمودار میله‌ای (گانت)	روش تحویلی	نمودار هیپو
	تفکیک پروژه	شمای تصویری محتویات
	انتخاب روش	نمودار کلی

پرسشهای فصل نهم

۱. منظور از تفاوت مفهوم چیزهای «فیزیکی» با چیزهای «منطقی» چیست؟
۲. کدام نمودار برای ساختن مدل‌های فیزیکی و منطقی، مورد نیاز است؟
۳. هدف سیستمهای سازمانی چیست؟
۴. هدف از مطالعه سیستم را بیان کنید و بنویسید که این مطالعه باید چه نتایجی داشته باشد.
۵. چرا طراحی سیستم بهینه ضرورت دارد؟ چه عواملی این ضرورت را افزایش می‌دهند؟
۶. اهداف عمده تحلیلگر از طراحی سیستم چیست؟
۷. برای برنامه‌ریزی به منظور نیل به اهداف سازمانی، این اهداف باید چه ویژگیهایی داشته باشند؟
۸. مطرح کردن کدام پرسشها در مورد آینده سازمان می‌تواند به تدوین اهداف قابل اندازه‌گیری و مطلوب کمک کند؟
۹. چرا طراحی جامع بر طراحی جزء به جزء برتری دارد؟ توضیح دهید.
۱۰. سرعت متروک شدن یافته‌های دانش مدیریت چقدر است؟ با رسم شکل توضیح دهید.
۱۱. اهداف طراحی سیستم جامع را بیان کنید.
۱۲. طراحی سیستمهای صنعتی در چه زمینه‌هایی اولویت بیشتری دارد؟
۱۳. مفروضات زیربنایی برنامه‌ریزی و طراحی سیستم را بنویسید.
۱۴. چرا نباید طراحی تفصیلی سیستم برای بخشهای مختلف یک سازمان را با هم (یکباره) انجام داد؟
۱۵. تحلیلگر سیستم باید دارای چه ویژگیهایی باشد؟

۱۶. منظور از عوامل انسانی مؤثر بر فراگرد تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم چیست؟ توضیح دهید.
۱۷. نکاتی که تحلیلگر باید قبل از طراحی سیستم، آنها را رعایت کند، کدامند؟
۱۸. نکاتی که باید پس از طراحی سیستم، توسط تحلیلگر رعایت شوند کدامند؟
۱۹. علل مقاومت کارکنان در برابر تغییر چیست؟ توضیح دهید.
۲۰. راههای غلبه بر مقاومت کارکنان کدامند؟
۲۱. چرخه مدیریت پروژه را با رسم شکل توضیح دهید.
۲۲. پروژه را تعریف کنید.
۲۳. معیارهای ارزیابی یک پروژه را بیان کنید.
۲۴. هنگام ارزیابی یک پروژه، چه پرسشهایی مطرح می شوند؟
۲۵. چه روشهایی برای ارائه طرح پیشنهادی، قابل استفاده هستند؟
۲۶. در مدیریت پروژه از روش ساختار تجزیه کار چگونه استفاده می شود؟
۲۷. به زعم تیلور «برای انجام هر کار، همواره یک بهترین طریقه عمل وجود دارد»، منظور از این عبارت چیست؟ توضیح دهید.
۲۸. منظور از نمودار جریان کار چیست؟ انواع آن را ذکر کنید.
۲۹. کاربرد نمودار جریان کار عمودی و علائم مورد استفاده در آن را ذکر کنید.
۳۰. نحوه کاربرد فن هیپو را با ذکر مثال توضیح دهید.
۳۱. روشهایی که در ساختار تجزیه کار، برای تعیین فعالیتها به کار می روند، کدامند؟
۳۲. روش «فهرست کنترل» را شرح دهید و مزایا و معایب آن را بنویسید.
۳۳. روش ماتریسی را شرح دهید و مزایا و معایب آن را بنویسید.
۳۴. منظور از روش تحویلی چیست؟ دلایل استفاده از این روش را توضیح دهید و مزایا و معایب آن را ذکر کنید.
۳۵. برای انتخاب بهترین روش برای برنامه ریزی و تشریح ساختار تجزیه کار، چه عواملی را باید در نظر گرفت؟
۳۶. سطح تجزیه و تحلیل در شبکه های روش مسیر بحرانی چگونه تعیین می شود؟
۳۷. نحوه استفاده از شبکه مسیر بحرانی و مفهوم «زمان بیکاری» را توضیح دهید.
۳۸. روش پرت را توضیح داده، موارد استفاده از آن را بیان کنید.
۳۹. نمودار میله ای را توضیح داده، موارد کاربرد آن را بیان کنید.
۴۰. فنون مختلف برنامه ریزی را با هم مقایسه کنید.

فصل دهم

طراحی مفهومی سیستم جدید

مفاهیم طراحی خام (مفهومی)

از آنجا که طراحی مفهومی، تعیین‌کننده چهارچوب و مسیر اجرای پروژه طراحی و ایجاد سیستم است، مشارکت فعال مدیریت در آن حیاتی است؛ بنابراین نباید طراحی مفهومی سیستم را به کارشناسان کامپیوتر واگذار کرد. طراحی مفهومی را گاهی «بررسی امکان‌پذیری»، «طراحی خام» و «طراحی کلان» نیز می‌نامند. هریک از این اصطلاحات، فقط بر بخشی از معنای کامل این مرحله از طراحی سیستم دلالت دارند (هارپول، کولپ و گیل‌هاوس، ۱۹۸۷، ص ۹۰-۹۳ و فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، ص ۳۴-۳۵). هنگام طراحی مفهومی، توجه به سه نکته اساسی ذیل ضروری است:

۱. ملاحظه و بررسی «علائق مراجعاتی»^۱. مدیریت عالی باید هنگام برنامه‌ریزی دراز مدت خود، جهت‌گیرها و استراتژیهای رشد سازمان را در نظر بگیرد. اگر هدف از اجرای پروژه، طراحی سیستمهای اطلاعاتی مدیریت است، مفاهیم به کار رفته در طراحی باید همسو با اهدافی باشند که سازمان - به احتمال زیاد - تعقیب خواهد کرد. «علائق مراجعاتی»، همان وضعیتهای عالی و مطلوبی هستند که تصمیم‌گیرندگان اصلی، برای آینده سازمان در نظر گرفته‌اند. انتخاب بدیل‌های عملی برای طراحی سیستم، باید با طرز تفکر مدیریت درباره آینده سازمان همسو و هماهنگ باشد؛ زیرا نیروهای فنی رده عملیاتی، فاقد بینش کافی برای انجام این کار هستند.

۲. اهمیت خلاقیت در طراحی خام. طراحی خام وظیفه‌ای خلاق بوده، متضمن ایجاد الگوها و ترتیبات جدیدی برای پردازش منابع و اطلاعات است. به همین دلیل

1. interests reference

مستلزم وجود نگرش وسیع، تجربه کافی، و توان خلاقیت در کارکنانی است که به رده‌های مدیریتی ارتقا یافته‌اند. به هر حال، به مثابه امری قابل درک، مؤثر، و عملی، مشارکت فعال و الزامی مدیریت در ایجاد سیستم توصیه می‌شود.

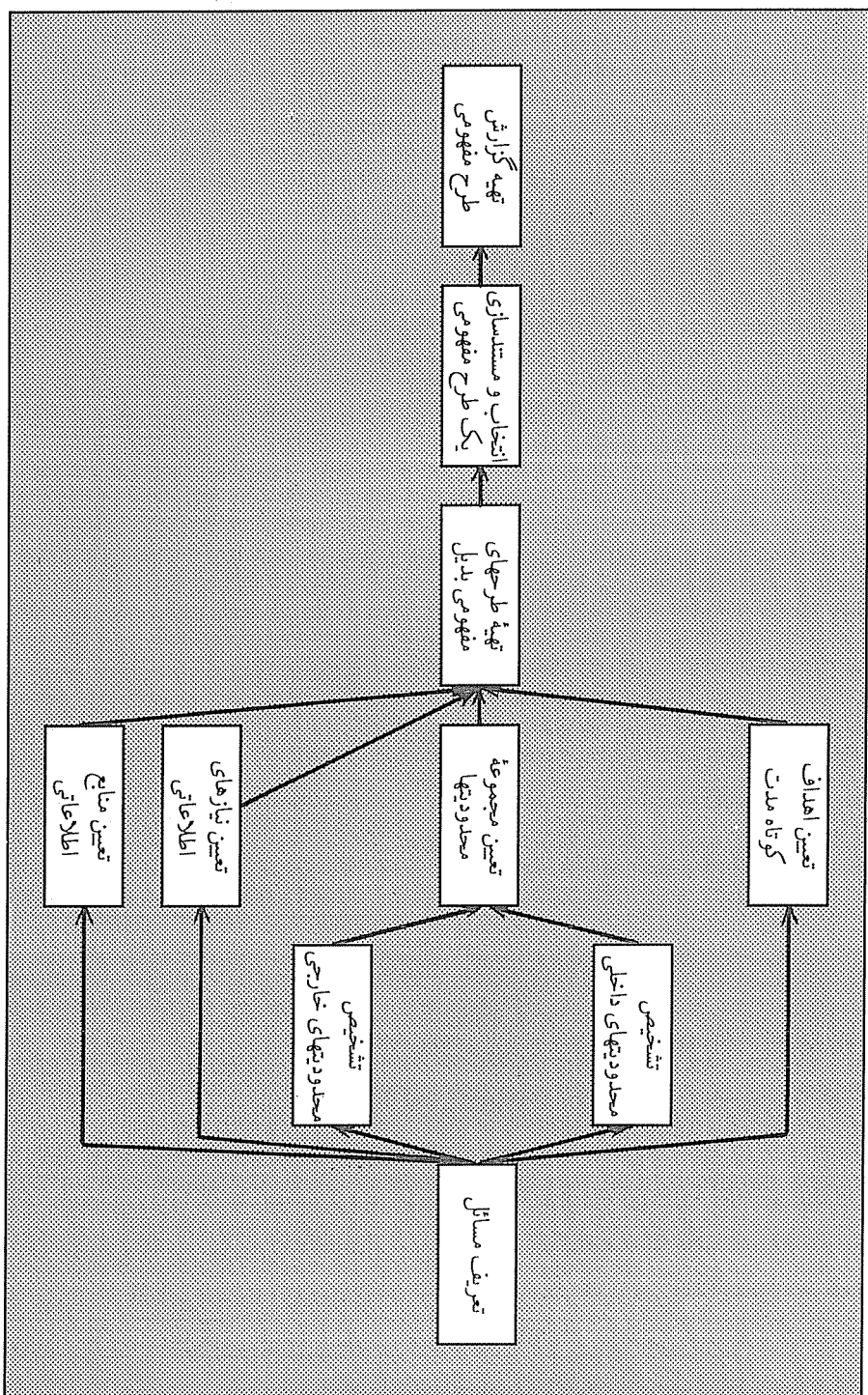
۳. اهمیت پیش‌بینی بروز مسائل بالقوه، در جریان طراحی تفصیلی و استقرار سیستم. در واقع، با توجه به امکان بروز مسائل پیش‌بینی نشده، بهتر است مجموعه‌ای از طرح‌های مفهومی بدیل - با توجه به میزان امکانپذیری طراحی تفصیلی و استقرار آنها - در نظر گرفته شوند و مورد ارزیابی قرار گیرند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۷۲).
توالی، و تقدم و تأخر مراحل گوناگون طراحی مفهومی (خام)، در نمودار خانه‌ای ۱-۱۰ ملاحظه می‌شود (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۷۰-۲۷۱).

تعریف مسائل

بی‌شک هر کسب و کار پویا با مسائل و مشکلاتی مواجه می‌شود. آنچه که معمولاً به آن توجه نمی‌شود، ارائه تعاریف واضحی از مسائل موجود، و تعیین یک سیستم مرجع برای حل آنهاست؛ بنابراین، مدیریت باید در اولین گام طراحی سیستم، به تعریف و تنظیم مسائلی اقدام کند که باید حل شوند. البته مقصود فقط حل مسائل جاری نیست، بلکه طراحی سیستم باید با برنامه‌ریزی دراز مدت سازمان مرتبط باشد. اجرای برنامه‌های دراز مدت به تواناییهای سیستم بستگی دارد. در واقع، مفاهیم طراحی سیستم باید با علایق مراجعاتی آتی سازمان همسو باشد. برنامه تفصیلی، تشریح‌کننده نحوه دستیابی به علایق مراجعاتی یا وضعیت مطلوب آینده سازمان، از نظر تصمیم‌گیرندگان اصلی است. برای طراحی مفهومی، باید علایق مراجعاتی بالقوه و بدیل سازمان را برای یک الی پنج سال آینده، مدنظر قرار داد. اگر بتوان برای هریک از چند طرح مفهومی موجود، چند برنامه درازمدت بدیل در نظر گرفت، می‌توان فرصت و توانایی انتخاب بهترین ترکیب را افزایش داد و مفاهیم سیستم را با هم منطبق کرد.

موارد ذیل به منزله برخی از اطلاعات اساسی مورد نیاز مدیریت (که باید مدنظر

طراحان سیستم قرار گیرند)، فهرست شده‌اند:
- فروش (برحسب میزان و واحد پول)؛



نمودار ۱۰-۱ مراحل طراحی مفهومی

- محصولات (میزان فروش و سهم بازار هر محصول)؛

- مشتریان (تعداد و نشانی آنها)؛

- کارگاهها (محل و اندازه هریک)؛

- انبارها (محل و اندازه هریک)؛

- تعداد کارکنان؛

- هیأت اجرایی اصلی (مشخصات هریک)؛

- تعداد مسئولان اجرایی (سطح میانی)؛

- واسطه‌ها (تعداد و نشانی هریک)؛

- سرمایه در گردش و موجودی نقدی؛

- رقبا (مشخصات و سهم هریک در بازار)؛

- تواناییهای کامپیوتری و مکان آنها؛

- شبکه ارتباطی داخل سازمان؛

- عوامل محیطی (مانند شرایط کلی کسب و کار، عوامل اقتصادی، سیاسی،

قانونی، و اجتماعی).

هنگام جمع‌آوری این اطلاعات، باید مسائل مترتب بر دستیابی به یک «علاقه مراجعاتی ویژه» را نیز در نظر گرفت؛ پس از تعریف مسائل نیز باید اهداف کوتاه مدت سیستمهایی را که برای حل این مسائل به کار می‌آیند، معین کرد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۷۳).

تعیین اهداف کوتاه مدت سیستم

باوجود شناخته شده بودن اهداف کوتاه مدت فعالیتهای عملیاتی سازمان، بیان اهداف کوتاه مدت برای سیستمهایی که در نواحی وظیفه‌ای خود، به طور مستمر فعالیتی تکراری را انجام می‌دهند، بسیار دشوار است.

معمولاً کارشناسان کامپیوتر، به طور تکراری، موضوعاتی مانند ساختار پرونده و فنون بازیابی را بررسی می‌کنند؛ بنابراین اهداف کوتاه مدت یک خرده سیستم کامپیوتری، فقط برحسب ورودیهای آن از سیستم بزرگتر تغییر می‌کند؛ مدیران موظفند اهداف کوتاه مدت سیستم را برحسب نیازهای اطلاعاتی واقعی تعریف کنند، نه برحسب مجموعه وسیعتری از اطلاعات درخواست شده‌ای که ارتباطی با هدف

کوتاه مدت ندارند. تحلیلگران سیستم (و فروشندگان کامپیوتر) بر کارایی در پردازش تأکید دارند و سرپرستان نواحی وظیفه‌ای معمولاً معتقدند که هدف آنها «تکمیل بموقع گزارشهای مورد نیاز مدیران» است. این گونه نگرشها، هدف اصلی طراحی سیستمها را که افزایش اثربخشی مدیریت است، نادیده می‌گیرند. ارزش سیستمها به منافع آنها برای مصرف‌کنندگانشان بستگی دارد، نه به کارایی صرف در داد و ستدها؛ برای مثال، در برخی از سازمانهای دولتی، هدف از طراحی سیستمهای اطلاعاتی، خودکارسازی نحوه تهیه صدها گزارش، بدون توجه به نیاز مدیران، بوده است. چنین تأکیدی بر «خودکارسازی نحوه ارائه مدارک یا پردازش اطلاعات» بدون توجه به میزان وظایف مدیریت و تنوع موضوعات هر گزارش (نظیر آموزش، روابط کارکنان، ایمنی، استخدام، و سازماندهی)، علت وجودی سازمان عملیاتی را از نظر دور می‌دارد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۷۳-۲۷۴)؛ بنابراین، تعیین اهداف کوتاه مدت اصلی برای سیستم اطلاعاتی، از تعیین اهداف کوتاه مدت برای سیستم عملیاتی - که از سیستم اطلاعاتی کمک می‌گیرد - آسانتر نیست. خطاهای معمول در بیان اهداف کوتاه مدت، شامل مواردی نظیر تأکید بر موارد واضح یا توضیح واضحات، و بیان اهداف با واژه‌هایی مبهم - نظیر «کاهش هزینه‌ها»، «بهبود کارایی»، «نگهداری سابقه دقیق هر فعالیت»، «کار کردن برحسب جدول زمانبندی تولید» - است. هنگامی که از اهداف کوتاه مدت یک رئیس دانشگاه پرسیده شود، ممکن است بر «ارائه آموزش با کیفیت عالی» تأکید کند. همچنین ممکن است یک بوروکرات دولتی در بیان اهداف کوتاه مدت سازمان خود بر «افزایش فرصتهای اشتغال برای بیکاران» تأکید کند. اهداف در هیچ کدام از این موارد، به طور دقیق بیان نشده‌اند و برای ارائه یک مقیاس عملکرد به سیستم، یا طراحی یک سیستم اطلاعاتی برای کمک به تحقق هدف سازمان، مناسب نیستند.

بیان دقیق هدف ضرورت دارد، هرچند کار مشکلی است. اهداف سیستم باید برحسب موارد ذیل تعیین شوند: اهداف بخشها؛ اهداف گروهها؛ هدف از انجام وظایف؛ اهداف مدیران کاربر سیستم؛ و ماهیت وظایف سیستم اطلاعاتی. در واقع، اهداف سیستم باید برحسب نتایج مورد انتظار مدیران (پس از برآورده شدن نیازهای اطلاعاتی آنها) بیان شوند. برای نیل به تفاهم (میان طراحان و مدیران کاربر) در مورد اهداف، می‌توان از جملات تشریحی، شمای عملیاتی، و هر وسیله دیگری که مبین اهداف مورد نظر طراحان سیستم هستند، استفاده کرد. حتی المقدور بهتر است اهداف

کیفی، به صورت کمی بیان شوند؛ به طوری که بتوان ارزش طرحهای بدیل و نحوه عملکرد سیستم را ارزیابی کرد. در واقع بیانیه اهداف، باید دقیقاً شامل آن چیزی باشد که قرار است سیستم به انجام برساند و مشخص کننده نیازهایی باشد که متعاقباً باید توسط سیستم رفع شود (کرتیس، ۱۹۸۹، ص ۳۴۲-۳۴۳). نگاره ۱-۱۰، نمونه ای از چنین بیانیه ای را نشان می دهد. این نگاره، بیانیه ای از اهداف سیستم کنترل مواد اولیه را در یکی از مراکز عمده تولید وسایل برقی نشان می دهد. دقت کنید که چگونه اهداف ((به طور دقیق)) تعریف شده اند.

خرده سیستم	هدف
موجودی انبار	به حداقل رساندن هزینه های نگهداری موجودی در انبار، از طریق طراحی قوانین مطلوب برای تصمیم گیری (مشمول بر تعیین نقاط مطلوب برای سفارش مجدد، سطوح ذخیره سالم، و میزان سفارش)؛ به طوری که بتوان در هر مورد به طور خودکار و مداوم تجدیدنظر کرد.
حسابهای پرداختی	رسیدگی به امور حسابها؛ به طوری که کلیه صورتحسابها قبل از موعد مقرر پرداخت شوند.
خرید	تهیه گزارش عملکرد مسؤول خرید، براساس مذاکره وی با تهیه کنندگان مواد اولیه در مورد قیمت؛ بدین منظور که بتوان اختلاف قیمت خرید را در مقاطع زمانی مختلف، در محدوده تعیین شده ای کنترل کرد.
کنترل تولید	تعیین هزینه و تغییرات میزان تولید روزانه؛ به منظور اعمال کنترل دقیقتر بر این متغیرها.
کنترل پروژه	ارزیابی عملکرد واقعی در مقایسه با برنامه از پیش تنظیم شده؛ به طوری که بتوان به نحو مقتضی و مطلوب در برابر حوادث، افزایش هزینه ها، و ضرورت تغییر مختصات پروژه، واکنش نشان داد.

نگاره ۱۰-۱ بیانیه هدف خرده سیستم کنترل مواد اولیه (در یک مرکز عمده تولید وسایل الکتریکی)

در نگاره ۱۰-۲ نیز مجموعه دیگری از خرده سیستمهای وظیفه ای، و بیانیه فرضی اهداف کوتاه مدت هریک، فهرست شده است.

به طور خلاصه، اولین گامهای طراحی سیستم، شامل کوششهایی برای پاسخ به پرسشهای ذیل است:

۱. هدف سیستم چیست؟

۲. چرا این سیستم مورد نیاز هست؟

خرده سیستم	هدف
تعیین مسیر	مقایسه مسیرهای قدیمی و جدید، و کسب اطلاعات در مورد ارزش زمان قابل صرفه جویی (از حیث تأثیر در هزینه انجام کار و هزینه نیروی انسانی)، آثار تغییرات در مسیرهای جدید، و غیره.
تعیین وضعیت سازمان	ایجاد سیستمی که بتواند با تعیین حجم کار، ظرفیت خالی و امکان قبول کار اضافی، تأثیر قبول کارهای جدید در مراکز گوناگون هزینه، قابلیت خودکارسازی فعالیتها و غیره، به شناسایی و تعیین وضعیت سازمان کمک کند.

نگاره ۱۰-۲ بیانیه هدف خرده سیستمها

۳. انتظار می رود که این سیستم چه کاری را انجام بدهد؟

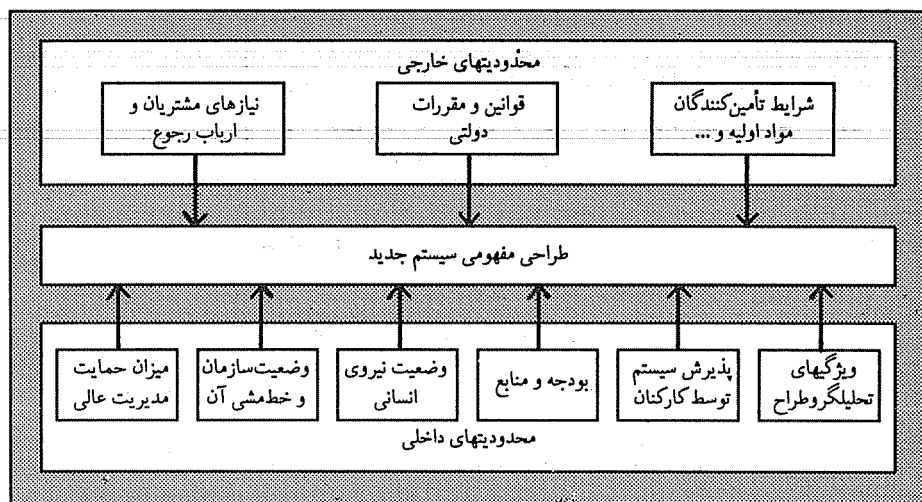
۴. چه کسانی این سیستم را به کار می برند و اهداف آنان چیست؟

این پرسشها را اصطلاحاً «چراهای طراحی سیستم» می نامند که در گامهای بعدی به نحوه پاسخگویی به آنها پرداخته می شود. اهداف سیستم اطلاعاتی مدیریت^۱، باید با اهداف بلندمدت و کوتاه مدت سازمانی هماهنگ باشد. اهداف کوتاه مدت سیستم، معمولاً به منظور برنامه ریزی و کنترل تصمیمات متخذ مدیریت - نظیر پایین آوردن هزینه ها، تقویت کنترل عملیاتی، بهبود جریان داده ها، و برآوردن تقاضاهای خارجی و تأمین نیازهای مشتریان - تنظیم می شوند.

هنگام تنظیم اهداف کوتاه مدت سیستم، باید محیطی که سازمان در پنج الی ده سال آینده در آن فعالیت خواهد کرد، در نظر گرفته شود؛ یعنی طرح امروز ما برای طراحی سیستم، باید مبتنی بر پیش بینی وضعیت محیط آینده باشد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۴۰).

تشخیص محدودیتها

طبیعت تکراری فراگرد طراحی سیستم، سهولت قابل درک است. هنگامی که سومین گام در فراگرد طراحی برای تعیین محدودیتها برداشته می شود، مرور مداوم اهداف کوتاه مدت ضروری خواهد بود؛ به طوری که گاهی این دو مرحله - تعیین اهداف کوتاه مدت و تعیین محدودیتها - را یک مرحله واحد محسوب می کنند. تعیین محدودیتها به اطمینان از واقعی بودن و قابل اجرا بودن طراحی، کمک می کند. محدودیتها بر دو نوعند: داخلی و خارجی (نمودار ۱۰-۲).



نمودار ۱۰-۲ محدودیت‌های طراحی سیستم جدید

محدودیت‌های داخلی

۱. حمایت مدیریت عالی. اگر مدیران رده‌های عالی سازمان از محتوای سیستم حمایت نکنند و اهمیت نقش حیاتی سیستم اطلاعاتی کامپیوتری را در برنامه‌ریزی و کنترل درک نکنند، امکان تکمیل طرح وجود نخواهد داشت.
۲. سازمان و خط‌مشی آن. ملاحظات سازمانی، سیاست‌ها، و خط‌مشی‌های آن به طور مکرر محدودیت‌هایی بر نحوه‌ی تحصیل اهداف کوتاه مدت تحمیل می‌کنند و موجب تعدیل روش‌های در نظر گرفته شده برای طراحی سیستم می‌شوند؛ برای مثال، ممکن است خط‌مشی‌های مربوط به تعیین نوع محصول، نحوه‌ی ارائه خدمات، تحقیق و توسعه، بهبود، تولید، بازاریابی، امور مالی و مسائل نیروی انسانی، نحوه‌ی تحقق اهداف را تحت تأثیر قرار دهند. ساخت سازمان و عملکرد مدیران آن نیز - در موقعیت‌های گوناگون - بر جریان اطلاعات و نحوه‌ی به کارگیری باز داده‌های سیستم اثر می‌گذارند. همچنین یکی دیگر از مشکلات طراحی سیستم، مسأله‌ی تعویض و استعفای مدیران است.
۳. نیاز به نیروی انسانی متخصص. افراد ماهر و مسلط به استفاده از کامپیوتر و سیستم کمیاب هستند. بندرت می‌توان مدیری یافت که مدعی وجود نیروی انسانی کافی برای طراحی، استقرار، راه‌اندازی، و اداره‌ی سیستم‌های مورد نظر خود باشد؛ در حالی که

برای به کارگیری تکنولوژیهای برتر، وجود نیروی انسانی ماهر ضرورت دارد.

۴. پذیرش کارکنان. شاید مهمترین محدودیت داخلی، مسأله عدم مقبولیت استقرار سیستم جدید در نظر افراد باشد. بارها مشاهده شده است که مقاومت طبیعی افراد در برابر تحول و تغییر، در قالب رفتاری خصومت آمیز و حاکی از عدم علاقه و عدم حمایت از تغییرات، بروز می کند و مشکلاتی را برای طراحان و مدیران سیستم جدید ایجاد می کند.

۵. هزینه و بودجه. یکی از موارد عمده محدودیت آفرین، هزینه است؛ همواره باید هزینه کسب اهداف کوتاه مدت را با منافع حاصل از آنها مقایسه کرد. همچنین باوجود اینکه «تحلیل هزینه - منفعت» کار مشکلی است، باید به مثابه روشی برای تعیین اولویتها به کار گرفته شود. بعلاوه، به منزله اقدامی برای کاهش هزینهها، باید حداکثر استفاده را از ظرفیت کامپیوترها و سایر تجهیزات پردازش اطلاعات به عمل آورد.

۶. محدودیتهای ایجاد شده توسط طراح سیستم. هنگام طراحی سیستم - برای کسب اهداف کوتاه مدت - ممکن است طراح مجبور شود برای دستیابی به میزان مطلوبی از باز داده ها و مقابله با محدودیتهای از تأمین چندین نیاز صرف نظر کند؛ برای مثال، او ممکن است بخواهد سیستمی آزمایشی (مقدماتی) را برای یک محصول، کارخانه، یا قسمتی از یک عملیات، طراحی (نمونه سازی) کند - بدون آنکه امکان استفاده از آن در جاهای دیگر وجود داشته باشد؛ در این صورت، نوع داده های مورد نیاز، حجم داده ها، و میزان و سرعت پردازش، محدودیتهایی هستند که توسط طراح ایجاد می شوند و در سر راه کاربران (استفاده کنندگان) سیستم قرار می گیرند.

محدودیتهای خارجی

۱. مشتریان. مشتریان یا ارباب رجوع از جمله مهمترین عواملی هستند که در محیط خارجی سازمان، به مثابه محدودیتی برای طراحی سیستم عمل می کنند. نحوه ارائه سفارشها، ارسال صورتحسابها، و سایر مواردی که به مشتریان یا ارباب رجوع مربوط می شود، باید به گونه ای مطابق با نیازها و علایق آنان طراحی شود.

خرده سیستم	نمونه ای از محدودیتهای موجود
انبار	صاحبان مواد اولیه در تعیین سطح سفارش مجدد و تعداد سفارش نقش داشته و علاوه بر آن، سفارشهای کمتر از یک کانتینر ۱۲ x ۷ را قبول نمی کنند.
پرداخت	فردی که چک پرداخت صورتحسابها را تهیه می کند، نباید همان کسی باشد که پرداخت را تصویب می کند.
خرید	برای خریدهای کمتر از ۱۰۰۰ تومان، به عقد قرارداد نیازی نیست.

۲. دولت. دولت محدودیتهای خاصی در پردازش اطلاعات ایجاد می‌کند. یکی از آن موارد، لزوم دقت در نگهداری بعضی از اطلاعات خصوصی افراد است؛ به گونه‌ای که کسی نتواند از آنها سوءاستفاده کند. بعلاوه، در یک سازمان یا شرکت تجاری، رعایت قوانین و مقررات دولتی از حیث نحوه حسابداری و پرداخت مالیات الزامی است.

۳. صاحبان مواد اولیه یا عمده‌فروشان. گروه مهم دیگری که در امر طراحی سیستم، محدودیت ایجاد می‌کنند، صاحبان مواد اولیه یا عمده‌فروشان هستند که سیستم دائماً با آنها سروکار دارد.

نمونه‌هایی از محدودیتهای موجود در خرده سیستمهای مختلف، در نگاره ۱۰-۳ ارائه شده است (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۷۶-۲۷۸).

تعیین نیازهای اطلاعاتی

تعریف واضح نیازهای اطلاعاتی، لازمه یک طراحی خوب برای سیستم است. نیاز واقعی مدیریت، دستیابی به اطلاعاتی است که آگاهی و شناخت مدیران را در مورد مسائل و مشکلات، راه کارهای گوناگون، فرصتها، و طرحها افزایش دهد. اگر یک مدیر بتواند هدف کوتاه مدت خود را تعریف کند و اطلاعات مورد نیاز برای تحقق آن را برشمارد، بخش مهمی از کار را انجام داده است. طراح سیستم باید بارها با مدیران ملاقات و مصاحبه کند تا بتواند نیازهای آنها را تعیین کند. یک روش برای واداشتن مدیران به بیان نیازهای اطلاعاتی خود، آن است که مدیریت عالی سازمان از آنها بخواهد که اطلاعات مورد نیاز خود را - به طور کتبی - به شرح ذیل گزارش کنند:

۱. فهرستی از چهار یا پنج مسئولیت عمده که خود را عهده‌دار آن می‌دانند، ارائه کنند؛

۲. چهار یا پنج نیاز اطلاعاتی ویژه را که برای انجام این مسئولیتها لازم است، بیان کنند؛ برای مثال می‌توان از آنها درخواست کرد که وظایف و تصمیمات متخذه خود را به طور خلاصه بیان کنند. هدف از این کار، واداشتن مدیران به تفکر درباره نیازهای اطلاعاتی خویش است.

خرده سیستم	نمونه‌ای از اطلاعات مورد نیاز
انبار	گزارش روزانه دربارهٔ اقلامی که موجودی آنها به زیر سطح تعیین شده رسیده است. این گزارش به منظور اقدام سریع برای جبران کمبود این اقلام تهیه می‌شود.
پرداخت	گزارش صورتحسابهای ورودی که باید براساس سررسید پرداخت، شماره گذاری شوند؛ زیرا پرداخت هیچ یک از صورتحسابها، نباید زودتر از دو روز اداری به موعد سررسید آنها صورت گیرد. این تصمیم به دلیل حفظ نقدینگی موجود، اتخاذ گردیده است.
خرید	گزارش کیفیت عملکرد هر خریدار. این گزارش از طریق مقایسهٔ قیمت خریدهای واقعی و تخمینی وی با قیمتهای استاندارد، تنظیم می‌شود.

نگاره ۱۰-۴ نیازهای اطلاعاتی برخی از خرده سیستمها

روش دیگر، اجتناب از سؤال مستقیم است؛ یعنی به جای اینکه پرسیده شود «نیاز اطلاعاتی شما چیست؟»، طراح از آنان می‌خواهد که آنچه را در فراگرد تصمیم‌گیری رخ می‌دهد، شرح دهند؛ به این ترتیب، طراح تشخیص خواهد داد که برای تعیین نیازهای اطلاعاتی آنان، باید چه پرسشهایی را طرح کند. نمونه‌هایی از نیازهای اطلاعاتی در خرده سیستمهای مختلف، در نگاره ۱۰-۴ ارائه شده‌اند (ویتن، بتلی و بارلو، ۱۹۹۰، ص ۵۷).

تعیین منابع اطلاعاتی

تکمیل مرحلهٔ تعیین نیازهای اطلاعاتی، بدون بررسی منابع آن امکانپذیر نیست. هرچند طراحی بعضی از سیستمها، نیازمند اطلاعات خارجی قابل ملاحظه‌ای است، اما بدیهی‌ترین مکان برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد بیشتر قسمتهای سازمان، داخل سازمان یا شرکت - دفاتر، پرونده‌ها، مدارک حسابداری، سوابق آماری، و غیره - است؛ بدین ترتیب، در مرحله تعیین نیازهای اطلاعاتی، بخش عمده‌ای از کار صرف مطالعهٔ سیستم موجود می‌شود. در مورد ضرورت مطالعهٔ سیستم موجود، نظرهای گوناگونی مطرح می‌شوند:

۱. عده‌ای معتقدند که تحلیل تفصیلی سیستم موجود، باید قدم اولیهٔ تعیین نیازهای اطلاعاتی باشد؛ زیرا:

۱-۱. ممکن است یک اصلاح جزئی در سیستم موجود کافی باشد و به طراحی

کلی سیستم نیازی نباشد؛

- ۱-۲. بررسی سیستم موجود برای تعیین قسمتهایی که باید بهبود یابند، ضرورت دارد؛
- ۱-۳. بیشتر سیستمها از منابع ورودی مشابهی استفاده می کنند و مطالعه سیستم موجود برای تعیین این منابع، ضروری است؛
- ۱-۴. مطالعه سیستم موجود برای تعیین میزان داده ها و هزینه دستیابی به آنها در طرحهای جدید، ضرورت دارد.
۲. عده ای دیگر - طبق نظریه ای که «برخورد تازه» یا «برخورد منطقی» نامیده می شود - مطالعه تفصیلی سیستم موجود را ضروری نمی دانند؛ زیرا با وجود تغییرات عمده ای که در سیستم جدید ایجاد می شود، نباید آن را براساس محدودیتهای موجود در سیستم فعلی طراحی کرد.
- انتخاب یکی از دو روش فوق برای طراحی سیستم، به عواملی نظیر وضعیت سیستمهای موجود در سازمان، اهداف کوتاه مدت آنها، و میزان ضرورت ایجاد تغییر در آنها بستگی دارد (اسکات، ۱۹۸۶، ص ۵۰-۵۱).

تحلیل و ترکیب

در این مرحله از طراحی سیستم، پس از تعیین منابع اطلاعاتی سیستم جدید، باید علاوه بر شناسایی منابع اطلاعاتی هر خرده سیستم معین، نحوه قرار گرفتن منابع مذکور در طرح کلی منابع اطلاعاتی نیز بررسی گردد. این منابع اطلاعاتی را می توان به ترتیب ذیل طبقه بندی کرد:

۱. مدارک داخلی و خارجی. مدارک داخلی معمولاً به صورت مطالب مکتوب - نظیر نمونه هایی از داده ها و باز داده ها، یادداشتهای، نامه ها، و گزارشها - در داخل سازمان موجود هستند؛ در حالی که مدارک خارجی ممکن است از منابعی گوناگون - نظیر نشریات وزارت بازرگانی، و آمارهای دولتی - تهیه شوند.
۲. مصاحبه با مدیران و نیروهای عملیاتی. این مصاحبه روش گرانمایی برای تعیین منابع اطلاعاتی احتمالی، و تحلیل سیستم موجود است.
۳. نمونه گیری. نمونه گیری و تخمین، روشهایی هستند که از آنها در حین جمع آوری اطلاعات - بویژه زمانی که حجم اطلاعات خیلی زیاد است - استفاده می شود. مزیت مهم استفاده از نمونه گیری، صرفه جویی در زمان و هزینه است.
- فنون متعددی برای «تحلیل و ترکیب» اطلاعات وجود دارند. دو نوع عمده آنها که برای مقصود ما مناسب هستند، عبارتند از:

طراحی مفهومی سیستم جدید ۳۰۹

الف) تحلیل داده‌ها و باز داده‌ها؛ همان طور که در نگاره ۵-۱۰ ملاحظه می‌شود، با تنظیم ستون عمودی داده‌ها و ردیف افقی باز داده‌ها، می‌توان رابطه آنها را با قراردادن علامت «✓» در محل تقاطع، نشان داد. در این نگاره بعضی از باز داده‌ها، مجدداً در ردیف داده‌ها ذکر شده‌اند؛ یعنی همان اطلاعات برای به دست آوردن باز داده‌هایی جدید، مجدداً پردازش یافته‌اند. نگاره ۶-۱۰ نشان می‌دهد که چگونه فن ترکیب می‌تواند تعداد این گونه موارد تکراری را کاهش دهد. نگاره ۷-۱۰ نیز بر استفاده‌ای چند جانبه از اطلاعات دلالت دارد.

باز داده‌ها (خروجیها)		صورتحسابها	مدارک ارسال کالا	تهیه برچسب برای کالاهای ارسالی	مقدار کالاهای ارسالی	سفارشهای برگشتی	قیمت خالص	هزینه و شرایط ارسال کالا	تحلیلهای آماری
۱. سفارشات مشتری:	۱-۱. شماره سفارش	✓					✓		
	۱-۲. مقدار سفارش				✓	✓		✓	
	۱-۳. شماره رمز کالا		✓			✓		✓	
	۱-۴. قیمت برای فروشنده						✓		✓
۲. شماره سفارش سازمان		✓	✓	✓		✓			
۳. پرونده‌های ورودی سازمان:	۳-۱. سیاست قیمت‌گذاری	✓					✓	✓	✓
	۳-۲. مسیر حمل و نقل		✓					✓	
	۳-۳. مالیاتهایی که باید محاسبه شود	✓							
۴. مقدار کالاهای ارسالی			✓						✓
۵. قیمت خالص		✓							✓
۶. رسیده‌ها						✓			✓
۷. صورتحسابها									✓
۸. مدارک ارسال کالا		✓							

نگاره ۵-۱۰ داده‌های ورودی و خروجی (قبل از تحلیل و ترکیب)

تجلیهای آماری	هزینه و شرایط ارسال کالا	قیمت خالص	سفارشهای برگشتی	مقدار کالاهای ارسالی	تهیه برچسب برای کالاهای ارسالی	مدارک ارسال کالا	صورتحسابها	بازدادهها (خروجیها)	دادهها (ورودیها)
					✓	✓	✓	۱. شماره ردیف سفارش مشتری	
✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	۲. شماره هویت مشتری	
✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	۳. شماره هویت جنس	
✓		✓	✓	✓		✓	✓	۴. مقدار سفارش	
✓			✓	✓		✓	✓	۵. رسیدهها	

نگاره ۱۰-۶ دادههای ورودی و خروجی (پس از تحلیل و ترکیب)

دفتر کل	حسابهای پرداختی - دریافتی	سفارش خرید مواد	واسطهها	جدول زمانبندی عملیات کل کارگاه	برنامه ریزی نیروی انسانی	قطعات	قبول سفارش	محصول	مشتری	پروندهها	فعاليتها
				✓		✓		✓	✓		بررسی اولیه
							✓	✓	✓		پردازش سفارش
			✓			✓	✓				طراحی و مستندسازی محصول
✓		✓	✓	✓		✓					خرید مواد و خدمات
✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓		ساخت محصول
								✓	✓		توزیع محصول و خدمات پس از نصب
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		گزارش وضعیت کار
✓	✓				✓				✓		گزارش هزینه انجام کار

نگاره ۱۰-۷ استفاده چندگانه و مشترک از پروندههای اطلاعاتی

نیازهای اطلاعاتی	منابع اطلاعاتی			
	حسابداری	تولید	خرید	سایر واحدها
هزینه‌های سفارش کالا	✓			
هزینه‌های نگهداری کالا	✓			
ملزومات		✓		✓
زمان مصرف		✓		
نرخ مصرف		✓		
زمان انتظار (تأخیر)			✓	
موارد دیگر				✓

نگاره ۸-۱۰ ماتریس نیازها و منابع اطلاعاتی

ب) تنظیم جریان اطلاعات به صورت چند بُعدی؛ این فن نیز برای سازماندهی منابع اطلاعاتی یا ترسیم طرح موجود یک خرده سیستم به کار می‌رود (نگاره ۸-۱۰). در این فن، از یک شمای عملیاتی (نمودار جریان کار) برای تعیین مسیر جریان اطلاعات - از ابتدا تا انتها - و تنظیم آن بر حسب توالی زمانی، استفاده می‌شود (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۸۴-۲۸۸).

طراحی طرحهای مفهومی بدیل و انتخاب یکی از آنها

اگر طرح مفهومی (خام) را استخوان‌بندی یک طراحی فرض کنیم، طرح تفصیلی گوشت و پوست آن به شمار می‌آید. طرحهای مفهومی را می‌توان به طُرق ذیل ارزیابی کرد:

۱. مقایسه عملکرد پیش‌بینی شده در هر طرح مفهومی با اهداف کوتاه مدت سیستم طراحی شده؛

۲. تهیه یک تحلیل اولیه یا مقدماتی از «هزینه - منفعت» یا «هزینه - اثربخشی» سیستم، به گونه‌ای که امکان مقایسه کمی سیستمهای پیشنهادی فراهم آید؛

۳. تهیه شمای عملیاتی (نمودار جریان کار) هر طرح مفهومی و تشخیص نقاط ضعف و قوت هریک از آنها، از حیث کیفیت بانک اطلاعاتی و اطلاعاتی که باید تهیه

شوند، تعداد عملیات ضروری برای تکثیر و انتشار پرونده‌ها، و تعداد نقاط بالقوه‌ای که عملیات در آنها تجزیه می‌شوند؛

۴. اگر در هیچ یک از موارد مذکور، طرح برتر معین نشود، باید طرح‌های مفهومی را با تفصیل بیشتری بیان کرد تا امکان مقایسه دقیق‌تر آنها فراهم آید (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۸۹).

مستندسازی محتوای سیستم

تا این مرحله از طراحی مفهومی، اطلاعات کافی برای تشریح تفصیلی‌تر محتوای سیستم، جمع‌آوری شده است. در اینجا نحوه مشارکت مدیر در طراحی سیستم، بررسی می‌شود. مشارکت مدیر در طراحی سیستم، مانند مشارکت صاحبخانه در طراحی نحوه معماری خانه خود است؛ بدیهی است که طرح اصلی سازمان و بیشتر جزئیات آن، مطابق آرزوها و نیازهای مدیر شکل می‌گیرد. پس از تعیین نیازها و خواسته‌های مدیریت، طراح سیستم جزئیات طرح را معین می‌سازد و دستورالعملهایی را به صورت مکتوب ارائه می‌کند؛ مبنی بر اینکه «چه اطلاعاتی باید اخذ شوند؟»، «چه زمانی باید اخذ شوند؟»، «چه پرونده‌هایی باید به کار گرفته شوند؟»، «جزئیات نحوه پردازش چیست؟»، «چه باز داده‌هایی باید به دست آیند؟»، و «باز داده‌ها و پرونده‌ها چگونه باید توزیع شوند؟». قواعد و برنامه‌های پردازش اطلاعات عبارتند از:

۱. پردازش داده‌های ورودی با داده‌های پرونده اصلی و تولید یک باز داده جدید؛

۲. پردازش داده‌های ورودی برای به روز کردن پرونده اصلی؛

۳. پردازش داده‌های ورودی و تولید باز داده جدید، بدون رجوع به پرونده اصلی؛

۴. تولید باز داده جدید از پرونده اصلی، بدون پردازش داده‌های ورودی.

به طور کلی، محتوای سیستم بدون توجه به ساخت سیستم پردازش مرکزی اطلاعات، و بدون ذکر روشهای تفصیلی استقرار آن، طراحی می‌شود؛ یعنی محتوای سیستم، بیشتر به تشریح کاری که باید انجام گیرد، اختصاص می‌یابد (ویتن، بتلی و بارلو، ۱۹۹۰، ص ۸۵).

مراحل مستندسازی

۱. تهیه شمای عملیاتی سیستم جامع

تهیه شمای عملیاتی سیستم جامع، یک روش معمول برای نشان دادن ساخت کلی یک

سیستم کامپیوتری است. در شمای عملیاتی، باید تصویری کلی از سیر منطقی پردازش اطلاعات نشان داده شود. شمای عملیاتی منعکس کننده کوششهایی است که تا این مرحله از طراحی (مرحله تهیه شمای عملیاتی) به عمل آمده‌اند؛ مانند تعیین اهداف کوتاه مدت، محدودیتها، نیازهای اطلاعاتی، و منابع اطلاعاتی.

ویژگیهای عمده یک شمای عملیاتی عبارتند از:

۱. اهداف کوتاه مدت سیستم در آن منعکس می‌شوند (برای مثال، به حداقل رساندن هزینه‌های انبارداری با استفاده از روشهای علمی تصمیم‌گیری، شامل تعیین سطح مطلوب برای سفارش مجدد، تعیین سطح مطلوب موجودی، و تعیین میزان سفارش مجدد)؛
۲. نیازهای اطلاعاتی و منابع تأمین آنها در سیستم، در آن مشخص می‌شوند؛
۳. قواعد و نقاط تصمیم‌گیری در آن معین می‌شوند؛
۴. شمای کلی داده‌ها و باز داده‌ها در آن طراحی می‌شود؛
۵. (مهمتر از همه) نحوه تلفیق و ترکیب خرده سیستمها، در آن نشان داده می‌شود.

۲. تعریف و مستندسازی داده‌های سیستم

از نظر کاربران سیستم، داده‌ها باید زمانی تنظیم شوند که منابع اطلاعاتی مشخص شده باشند. به هر حال، شکل کلی داده‌های ورودی باید طراحی شود؛ البته داده‌ها باید به طور مستمر و مکرر، به همان صورتی که از خارج شرکت دریافت می‌شوند، به قسمت پردازش ارسال گردند؛ در واقع موضوع طراحی داده‌های ورودی عبارت است از تبدیل داده‌های دریافت شده، به شکلی که برای ماشین قابل استفاده باشند.

۳. تعریف و مستندسازی باز داده‌های سیستم

تعریف داده‌های خروجی سیستم (باز داده‌ها) از نظر فنی به مختصات مقصد مربوط می‌شود؛ برای مثال، تعریف مذکور باید پاسخ مناسبی برای این سؤالات دربرداشته باشد: «باز داده‌ها باید به کجا بروند؟» «باز داده‌ها باید چه شکلی داشته باشند؟» و «چه کسی مسؤول دریافت آنهاست؟». این تعریف همچنین باید دربرگیرنده مختصات توزیع باز داده‌ها باشد و پاسخ این سؤالات را ارائه کند: «چه کسی، چه باز داده‌هایی را دریافت می‌کند؟» «باز داده‌ها (در چند نسخه) به چه وسیله‌ای دریافت می‌شوند؟» «باز داده‌ها چند مرتبه درخواست می‌شوند؟» و «زمانبندی و شکل کلی ارائه آنها چگونه است؟ (به صورت

نوار، کارت، رایانه، و غیره)». همچنین سؤالاتی که طراح باید در حین طراحی باز داده‌ها مطرح کند، عبارتند از: «باز داده‌ها گرایش دارند که چه شکلی را به خود بگیرند؟»، «آیا شکل آنها می‌تواند به صورت مجزا باشد؟ (برای مثال به شکل نوار و دیسک)»، «اطلاعات باید تفصیلی باشند یا باید به طور خلاصه ارائه شوند؟»، «با باز داده‌هایی که مجدداً به کار خواهند رفت، چه باید کرد؟»، «چه شکلی از باز داده‌ها (در چند نسخه) درخواست شده است؟»، «گزارشها بر چه مبنایی تولید می‌شوند؟ (برحسب زمان، به طور استثنائی، یا برحسب جدول زمانبندی)».

الف) گزارش سریع روزانه در مورد تأمین مواد اولیه واحد: خرده سیستم انبار							
شماره جنس	شرح	واحد	مقدار سفارش اقتصادی	نقطه سفارش مجدد	باقیمانده	مقدار سفارش داده شده	مقدار دریافت شده
ی.ی.	واشر نواری	یارد	۹۰۰	۴۰۰	۳۲۷	۹۰۰	—
							بلافاصله علت عدم دریافت از تأمین کننده پرسیده شود.
ف.۷۳	فتر	دوجین	۶۰	۱۰	۱۲	۶۰	۴۲
							قبض رسید انبار کنترل شود.

ب) گزارش انحراف معیار کارگاه واحد: خرده سیستم کنترل تولید							
شماره	گروه	شرح	تعداد	در گردش	شروع	موعدمقرر	کارگاه
۳.ب.۲	ر. ۴۴	لوله آلومینیوم	یک	۲	۶/۱۳	۶/۱۹	انحراف معیار پذیرفته شده = ۵٪
							انحراف معیار واقعی هزین = ۷/۲٪
ی.ی.و. ۴۴	ر. ۴۴	لوله آلومینیوم	یک	۳	۶/۱۳	۶/۲۶	انحراف معیار واقعی زمان (روز) = ۷٪
							شکل دهی

ج) گزارش انحراف معیار مذاکره برای خرید واحد: خرده سیستم خرید							
مواد اولیه	واحد	شماره قطعه	واسطه	هزینه استاندارد	هزینه واقعی	انحراف معیار	
						واقعی	پذیرفته شده
صفحه استیل میل گاردان	پوند عدد	۲۷۴۳۴۵ ب ۳۳-۱۶۵	شرکت الف شرکت ب	۰/۳۲ ۹/۵۵	۰/۳۵ ۸/۷۲	۰/۰۳ ۰/۸۳	۹/۴٪ + ۸/۷٪ +

نگاره ۹-۱۰ باز داده‌های انتخابی برای سه خرده سیستم انبار، کنترل تولید، و خرید

علی‌رغم نیاز به تعیین مختصات تفصیلی باز داده‌ها برای پاسخ به سؤالات مذکور، مدیران در درجه اول علاقه‌مندند که نیازهای اطلاعاتی خود را طبق روال سابق برطرف سازند؛ به این ترتیب، باید بررسی شود که «چگونه می‌توان اطلاعات را در حیطه دید مدیر قرار داد یا به گوش او رساند؟». پاسخ این سؤال را می‌توان در قالب چند و چون محتوا و نحوه طراحی کاربرگ باز داده‌ها جستجو کرد. نحوه طراحی کاربرگ، تابعی مستقیم از نیازهای اطلاعاتی است؛ یعنی کاربرگ را باید برای رفع بموقع آن نیازها طراحی کرد. باید دقت شود که «اطلاعات خیلی زیاد و خیلی متناوب»

فعالیت: کنترل انبار			
خرده سیستم تعیین سطح موجودی انبار			داده‌ها
شماره رمز	نام	حجم	
۱۶۰۰	موارد دریافت شده	۱۰۰	مورد در هرروز
۱۶۱۰	موارد ارسال شده	۱۰۰۰	مورد در هرروز
۱۶۲۰	معاملات متفرقه	۱۰۰	مورد در هرروز
خرده سیستم تعیین نقطه سفارش مجدد			باز داده‌ها
شماره رمز	نام	حجم	
۲۶۰۰	وضعیت موجودی انبار	۴۰۰	مورد در هرروز
۲۶۱۰	سفارش خرید	۲۵	مورد در هرروز
۲۶۲۰	گزارش فوری	۱۰۰۰	خط در هرروز
۲۶۳۰	موارد استثنا	۲۰۰	قلم در هرروز
۲۶۴۰	گزارش وضعیت موجودیها	۵۰۰۰	خط در هر هفته
خرده سیستم تعیین مقدار اقتصادی سفارش			پرونده‌ها
شماره رمز	نام	حجم	
۳۶۰۰	پرونده مقدار اقتصادی	۵۰۰۰	مدرک کتبی سفارش و نقطه سفارش مجدد
۳۶۱۰	ذخیره کلی	۵۰۰۰	مدرک کتبی
۳۶۲۰	پرونده دریافت	۵۰۰۰	مدرک کتبی
۳۶۳۰	پرونده واسطه	۱۰۰	مدرک کتبی
یادآوری: کارت سفارش خرید محصول را در قسمت کارتها قرار دهید.			

نگاره ۱۰-۱۰ نحوه تشریح سیستم، با استفاده از کاربرگ فعالیت (برای خرده سیستم مدیریت انبار)

خواسته نشود؛ در واقع، دو اصل راهنما برای طراحی کاربرگ، «مدیریت بر مبنای استثنا» و «ضرورت تلخیص اطلاعات» هستند. خرده سیستمهایی که در مثالهای این فصل برای طراحی به کار رفته‌اند، عبارتند از: خرده سیستم انبار، خرده سیستم کنترل تولید، و خرده سیستم خرید. نگاره ۹-۱۰، نمونه‌هایی از باز داده‌های قابل طراحی برای تأمین نیازهای اطلاعاتی مدیران این خرده سیستمها (در تصمیم‌گیری) را نشان می‌دهد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۰-۹۹۲).

روشهای دیگر مستندسازی

دو روش دیگر که به طور مکرر برای تشریح یا مستندسازی مفهومی سیستم به کار می‌روند، عبارتند از: استفاده از «کاربرگ فعالیت» و تهیه «شرح مکتوب سیستم». نگاره ۱۰-۱۰ کاربرگ یک خرده سیستم مدیریت انبار است و اطلاعاتی را درباره رابطه «زمان و حجم تولید» و «وظایف ویژه و نیازهای ویژه سیستم» ارائه می‌کند.

«شرح مکتوب»، روش دیگری برای مستندسازی و تشریح سیستم است. ضرورت این گونه مستندسازی، مبتنی بر احتیاط طراح سیستم، با الهام از این عبارت است که «اگر آنچه را که در ذهن داری مکتوب نکنی، مثل این است که آن فکر

خرده سیستم مدیریت انبار (مواد اولیه)

وظیفه این خرده سیستم، کنترل موجودی مواد اولیه برای تولید است. در این خرده سیستم چهار مرکز کنترل تعیبه شده است که هر کدام، یک کامپیوتر مختص به خود داشته و روش یکسانی را برای کنترل موجودی به کار می‌برند. مواد اولیه از محل تحویل به انبار می‌روند و از آنجا طبق برنامه، به سالن تولید ارسال می‌شوند. سه دسته عملیات عمده، در هر خرده سیستم مدیریت انبار اجرا می‌شود: «تعیین سطح موجودی انبار» (با توجه به درخواستها)؛ «تعیین نقطه سفارش مجدد» (با توجه به میزان آمادگی خرده سیستم سفارش)؛ و «تعیین مقدار اقتصادی سفارش».

تعیین سطح موجودی انبار، برای تعیین سطح موجودی انبار، به ترتیب ذیل عمل می‌شود:

۱. همین که مواد اولیه به محل تحویل می‌رسد، کمیت و کیفیت آن بر روی گزارش دریافت منعکس می‌شود؛ به این ترتیب که «گزارش دریافت» را با «پرونده دریافت سفارش»، تطبیق می‌دهند و مقدار واقعی محموله دریافت شده، تاریخ دریافت، و کیفیت آن را روی کارت منگنه می‌کنند. سپس کارت دریافت سفارش، برای به روز کردن پرونده موجودی انبار، به مرکز کامپیوتر انتقال می‌یابد
۲. به محض اینکه انباردار، اقلامی را از انبار می‌فرستد، یک کارت منگنه می‌شود

هرگز به ذهن تو نرسیده باشد». نگاره ۱۱-۱۰، به طور خلاصه شرح مکتوب خرده سیستم مدیریت انبار، و نحوه تجزیه و تحلیل و تشریح آن را (که باید در پایان گزارش تشریح تفصیلی ارائه شود) ارائه می دهد.

به محض اینکه طرح مفهومی به صورت مستند در آمد، مدیر مسئول یا رهبر گروه کاری، باید گزارشی به مدیریت عالی - برای تصویب ادامه کار ایجاد سیستم - ارائه کند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۴).

تهیه گزارش طراحی مفهومی

گزارش طراحی مفهومی را می توان پیشنهادی برای نحوه خرج کردن «منابع مالی در نظر گرفته شده برای تغییرات سازمانی» به حساب آورد. از آنجا که مخاطب این گزارش، مدیریت عالی سازمان است، باید توضیحی خلاصه و کوتاه درباره مسائلی که ایجاد سیستم را ضروری می سازند، اهداف کوتاه مدت سیستم، ماهیت عمومی سیستم، دلایل انتخاب آن از میان سیستمهای بدیل، و زمان و منابع مورد نیاز برای طراحی و استقرار آن، دربرداشته باشد. بهتر است که همراه این گزارش خلاصه، مستندات مورد نیاز نیز در یک مجلد مجزا ارسال گردند. در واقع این طرح پیشنهادی، مختصات عملکرد سیستم را نشان می دهد. این مختصات عملکرد، مشتمل بر شرح وظایفی است که سیستم باید انجام دهد و همچنین دربرگیرنده مشخصات ابزاری است که وظایف مذکور به وسیله آنها ارزیابی می شوند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۵).

خلاصه اینکه طرح خام (مفهومی)، ساختار کلی سیستم را نشان می دهد و تصویری از عملکرد مطلوب سیستم، برای مرحله طراحی تفصیلی ارائه می کند. از آنجا که طرح خام، تعیین کننده دامنه گسترده ای برای فعالیتهای سیستم در آینده است، مشارکت فعال کارفرما (مدیریت) در طراحی و ارزیابی آن الزامی است. مدیریت سازمان باید خودش مقاصد و اهداف اساسی سیستم را معین سازد. هر سیستم با مسائل و محدودیتهایی مواجه است. ماهیت این محدودیتها ممکن است محیطی، فنی، یا مربوط به نوع صنعتی باشد که سیستم در آن زمینه فعالیت می کند. این طرح خام، در نهایت باید به وسیله ابزار رسمی مستندسازی (نظیر نمودار جریان کار، ماتریسهای ورودی و خروجی، و مختصات بانک اطلاعاتی)، و با توجه به نیازهای سخت افزاری و نرم افزاری، تغییرات سازمانی مورد نیاز، و روشهای صرفه جویی در هزینه و زمان، مدون و مکتوب شود.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل دهم

طراحی خام (مفهومی)	اهداف کوتاه مدت
بررسی امکانپذیری	تعریف مسأله
طراحی کلان	محدودیت
علاقه مراجعاتی	منابع اطلاعاتی
خلاقیت	نیازهای اطلاعاتی
پیش‌بینی	مستندسازی
بیانیه هدف	گزارش دهی

پرسشهای فصل دهم

۱. توجه به چه نکاتی برای طراحی مفهومی ضرورت دارد؟
۲. منظور از علاقه مراجعاتی چیست؟ توضیح دهید.
۳. اهمیت نقش خلاقیت و پیش‌بینی در طراحی مفهومی چیست؟ توضیح دهید.
۴. تعریف مسائل چه اهمیتی دارد؟ توضیح دهید.
۵. مراحل طراحی مفهومی را با رسم شکل بنویسید.
۶. منظور از بیانیه هدف چیست؟ این بیانیه باید شامل چه مواردی باشد؟
۷. منظور از محدودیتهای خارجی و داخلی در طراحی چیست؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۸. مهمترین محدودیت داخلی طراحی مفهومی چیست؟
۹. روشهای تعیین نیازهای اطلاعاتی را تشریح کنید.
۱۰. نظرهای گوناگونی را که در مورد «ضرورت تعیین منابع اطلاعاتی» ارائه شده‌اند، بیان کنید.
۱۱. چگونه می‌توان منابع اطلاعاتی سازمان را طبقه‌بندی کرد؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۱۲. فنون تحلیل و ترکیب اطلاعات را با رسم شکل توضیح دهید.
۱۳. شاخصهای ارزیابی طرحهای مفهومی بدیل را ذکر کنید.
۱۴. منظور از مستندسازی محتوای سیستم چیست؟
۱۵. قواعد پردازش اطلاعات را بنویسید.
۱۶. ویژگیهای عمده یک «شمای عملیاتی» را بیان کنید.
۱۷. به نظر کاربران، داده‌های ورودی را در چه زمانی باید تنظیم کرد؟

۱۸. مقصود از طراحی داده‌های ورودی چیست؟
۱۹. هنگام طراحی باز داده‌ها، چه پرسشهایی باید پاسخ داده شوند؟
۲۰. طراحی کاربرگها باید تابع چه چیز باشد؟
۲۱. اصول راهنمای طراحی کاربرگهای اطلاعاتی چیست؟
۲۲. روشهای گوناگون مستندسازی طرح مفهومی را تشریح کنید.
۲۳. گزارش طراحی مفهومی باید چه ویژگیهایی داشته باشد؟
۲۴. یکی از اقدامات ضروری مدیریت که پس از انقلاب کمتر مورد توجه قرار گرفته است، مستندسازی تجربیات است. در مورد اهمیت این اقدام توضیح دهید.

فصل یازدهم

طراحی تفصیلی سیستم جدید

هدف طراحی تفصیلی سیستم

هدف طراحی تفصیلی، تهیه توصیف مشروحی از سیستم است؛ به طوری که به تحقق اهداف طرح خام بینجامد. این توصیف مشروح دربرگیرنده ترسیمها، نمودارهای عملیاتی، مختصات تجهیزات و افراد، مختصات روشها، مختصات پرونده‌های اطلاعاتی، راهنمای سازمانی، و دستورالعملهای اجرایی مورد نیاز برای راه‌اندازی سیستم است. مستندسازی فراگرد تحلیل و آزمایش سیستم نیز بخشی از طراحی است که برای توجیه طرح انجام می‌شود. طرح تفصیلی باید به اندازه کافی به جزئیات پردازد، تا مدیر مسؤول استقرار سیستم و همکارانش بتوانند سیستم را براساس آن مستقر کنند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۶۴-۲۶۶).

پس از تعیین مختصات کلی سیستم، می‌توان طراحی تفصیلی آن را آغاز کرد. البته با توجه به دلایل ذیل، ارائه توصیف گام به گام نحوه انجام عملیات در طراحی تفصیلی، به طوری که در همه سیستمها قابل استفاده باشد، غیرممکن است:

۱. تنوع زیاد عواملی که در طراحی سیستمهای گوناگون - از حیث سازماندهی، نحوه انجام عملیات، و تعریف باز داده‌ها - باید مد نظر قرار گیرند؛
۲. وجود یک سؤال اساسی درباره میزان ضرورت پیشرفته بودن تکنولوژی مورد استفاده در طراحی - منظور از این سؤال که بندرت مدنظر قرار می‌گیرد، این است که: «آیا طراحی باید براساس جدیدترین ابداعات کامپیوتری باشد، یا بر پایه پیشرفتی که در پنج سال آینده حاصل خواهد شد؟»؛

۳. طراحی سیستم آمیزه‌ای است از فعالیتهای همزمان؛ در حالی که فراگرد توصیف (به طور طبیعی)، فقط می‌تواند خط به خط پیش روی کند؛

۴. طراحی سیستم، فراگردی «منطقی» و «اجتماعی» است و توصیف چنین فراگردهایی - که هرچند وقت یکبار باید میزان پذیرش آنها در نظر کارکنان،

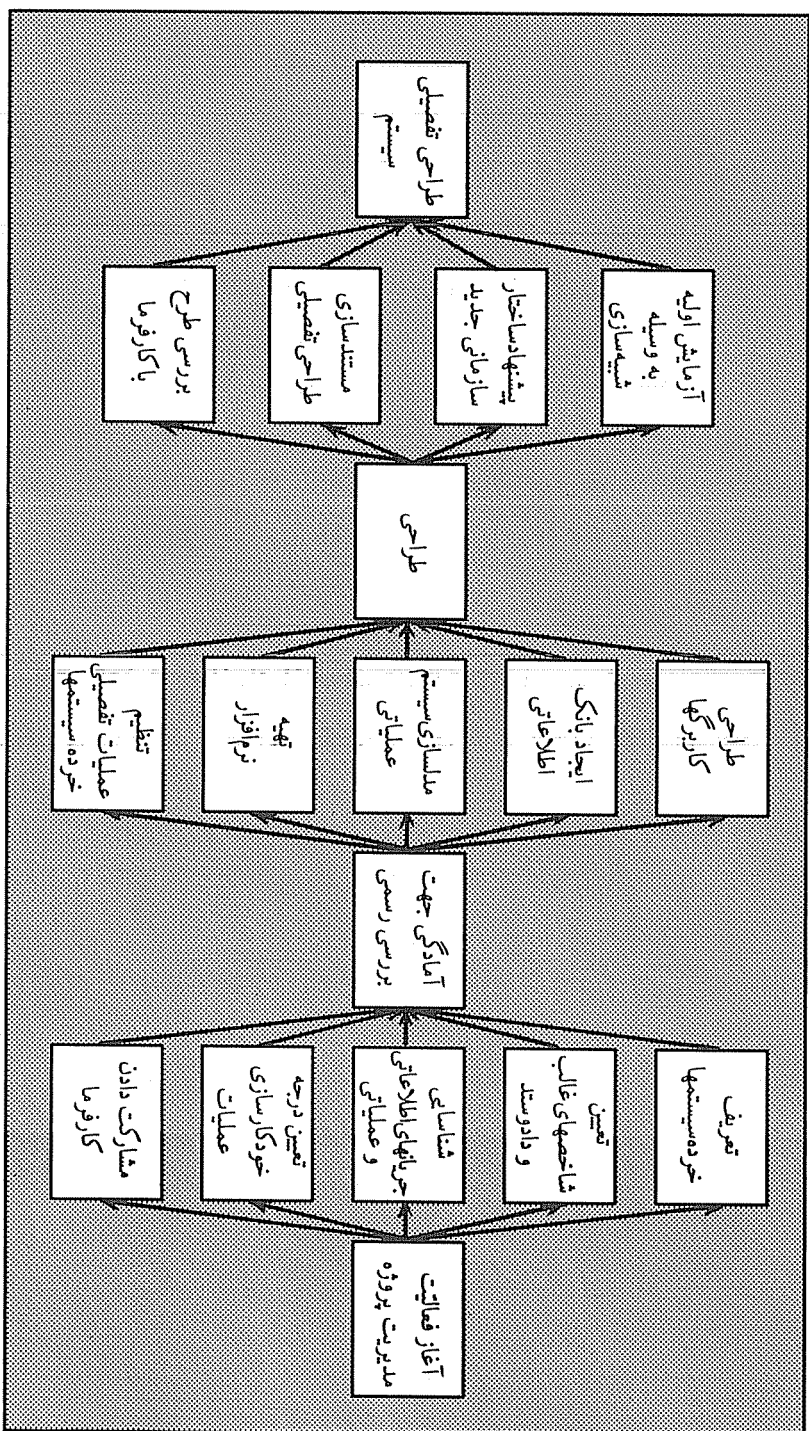
آزمایش شود - کار مشکلی است؛

۵. اگر توصیف سیستم خیلی کلی باشد، سرنخی درباره جزئیات به دست نمی‌دهد و اگر خیلی تفصیلی باشد، تصور شکل کلی آن امکانپذیر نخواهد بود و اگر برای پیدا کردن یک روش میانی تلاش شود، مزایای هردو حالت فوق نادیده گرفته می‌شود، بدون اینکه تحلیلگر بتواند از حالت میانی چیزی به دست آورد؛

۶. شرح جزئیات طرح تفصیلی سیستم، به طور مکرر با برداشتهای جدید طراح در مورد برخی از ابعاد سیستم، مورد تجدیدنظر قرار می‌گیرد و از هم گسیخته می‌شود. البته در صورت پیشرفت تکنولوژی، ممکن است برخی از موانع فوق برطرف شوند. علی‌رغم امکان‌ناپذیر بودن ارائه «یک مدل طراحی تفصیلی برای همه سیستمها»، نمودار ۱-۱۱ به طور کلی، گامهایی اساسی را برای طراحی تفصیلی سیستم ارائه می‌دهد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۳۰۶).

ضرورت آگاهی اعضای سازمان از هدف و نحوه طراحی سیستم

اولین گام طراحی سیستم، گامی برای پیشرفت فنی آن نیست، بلکه گامی است برای جلب حمایت از اقدامات بعدی در طراحی سیستم. طراح سیستم باید به منظور دریافت اطلاعات لازم برای طراحی، و کسب پذیرش برای سیستم نهایی، از حمایت بیشتر اعضای سازمان برخوردار باشد؛ بدین منظور، اعضای سازمان باید حتی‌المقدور از اهداف و نحوه طراحی سیستم آگاه شوند؛ بنابراین بهتر است تا حدی که امکان دارد - ولو به طور جزئی - اعضای بیشتری در مطالعه و طراحی سیستم به کار گرفته شوند. بعلاوه، لازم است که به کارکنان اطمینان داده شود که تغییرات به سود آنان خواهد بود و استقرار سیستم جدید، هیچ‌گونه ضرر مادی برای آنها نخواهد داشت. با وجود این، همواره امکان مقاومت طبیعی افراد در برابر تغییر وجود دارد؛ بنابراین باید با ارائه اطلاعات کافی درباره پیشرفت کلی کار طراحی، بتدریج زمینه‌آشنایی کارکنان با نقش آینده خود را فراهم کرد و آنها را به موقعیت جدید عادت داد. در مقابل این نگرش، نگرش دیگری مطرح می‌شود که براساس آن نباید با ارائه اطلاعات به کارکنان - در طول طراحی سیستم - موجبات نگرانی آنان فراهم شود. پیروی از این نگرش زیانبار خواهد بود؛ زیرا اگر خودمان، افراد را از جریان طراحی سیستم آگاه نکنیم، آنها بر مبنای اطلاعات پراکنده‌ای که کسب می‌کنند، تصوراتی نادرست پیدا می‌کنند و در نتیجه



نمودار ۱۱-۱ طراحی تفصیلی سیستم

واکنشهای نامطلوبی بروز می دهند. در این صورت، ممکن است معرفی سیستم نهایی، با برخورد خشن و خشونت آمیز افراد مواجه شود و به بروز مقاومت علنی و پنهان آنها بینجامد (اسکات، ۱۹۸۶، ص ۴۵۷).

مدیریت پروژه و طراحی تفصیلی سیستم

هر کوششی برای طراحی سیستم، جزئی از عملیات اجرایی یک پروژه محسوب می شود. در پروژه های کوچک می توان همه مراحل را قبل از مطالعه امکان پذیری، برنامه ریزی کرد؛ ولی در پروژه های بزرگتر، قبل از مطالعه امکان پذیری، اطلاعات چندانی در مورد طرح کلی در دست نیست؛ بنابراین نمی توان قبل از این مرحله، مراحل طرح تفصیلی را برنامه ریزی کرد؛ زیرا اگر طرح مفهومی دلالت بر آن داشته باشد که اقدام به طراحی سیستم جدید در مقطع زمانی مورد نظر، مناسب نیست، تلاش برای برنامه ریزی طراحی تفصیلی، بیهوده خواهد بود (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۵۷۲-۵۷۳).

برنامه ریزی پروژه

برنامه ریزی پروژه فراگردی است که هفت مرحله ذیل را دربرمی گیرد:

۱. تعیین اهداف کوتاه مدت پروژه (شامل مروری بر هدفهای عملیاتی تعیین شده در طراحی مفهومی، و تفکیک و پالایش آن اهداف)؛
۲. تعریف کارهای ضروری در پروژه (در این مرحله سلسله مراتب انجام کارها مشخص می شود و در پروژه های بزرگ، در قالب دستورالعمل انجام کارها ارائه می گردد)؛
۳. برنامه ریزی پیشرفت منطقی کارهای متوالی و همزمان (در این مرحله معمولاً از یک نمودار شبکه برای نشان دادن رخدادها و فعالیتها، استفاده می شود)؛
۴. تهیه جدول زمانبندی کار، مطابق خواسته مدیریت (که در آن محدودیتهای موجود در شبکه فعالیتها، و زمان پایان هر فعالیت مشخص باشد)؛ به طوری که با تکمیل یک نمودار پرت، نحوه ارتباط کارها و برنامه زمانبندی آنها معین شود؛
۵. برآورد هزینه نیروی انسانی، تجهیزات، و سایر لوازم پروژه؛
۶. تعیین بودجه طرح (به گونه ای که در آن به طور ماهیانه در طول مدت پروژه،

مبالغی برای هر کار در نظر گرفته شده باشد)؛

۷. سازماندهی نیروی انسانی مورد نیاز در طول مدت پروژه (نیکولاس، ۱۹۹۰، ص ۲۳۸).

کنترل پروژه

هنگام کنترل پروژه، باید موارد ذیل را در نظر گرفت:

۱. میزان تحقق اهداف کوتاه مدت پروژه، همگام با پیشرفت پروژه؛
۲. استمرار کنترل بر اجرای برنامه زمانبندی شده، متناسب با تغییر حجم کار، و تأکید بر ضرورت رخ ندادن تأخیر زمانی در فعالیتهای مسیر بحرانی؛
۳. ارزیابی میزان هزینه مالی و زمان صرف شده، نسبت به کار انجام شده، و تجدیدنظر در اقلام مورد نظر در بودجه، برای انعکاس تغییرات در تعریف کارهای لازم الاجرا؛

۴. ارزیابی نحوه به کارگیری نیروی انسانی و پیشرفت کار افراد، و انجام اصلاحات ضروری؛

۵. ارزیابی عملکرد، با توجه به هزینه و زمان صرف شده (برحسب جداول زمانبندی و بودجه)، و مقایسه آن با عملکرد سایر پروژهها، برای تشخیص مشکلات قابل شناسایی از طریق مقایسه و بررسی نحوه ارتباط متقابل پروژهها (نیکولاس، ۱۹۹۰، ص ۳۷۶-۳۷۷).

تشخیص شاخصهای «غالب» و «داد و ستد» برای سیستم

شاخصهای غالب، شاخصهایی هستند که یک فعالیت را آنقدر مهم می سازند که همه فعالیتهای دیگر را تحت الشعاع خود قرار دهد؛ برای مثال، یک شاخص غالب عبارت است از: «سیستم باید طوری کار کند که هرگز موجودی انبارش تمام نشود». این شاخص، معیار به حداقل رساندن هزینه انبارداری را نادیده می گیرد و بر آن غالب است. چنین شاخصی را باید برای حفظ موجودی در بانک خون، داروهای نجات بیمار از مرگ، یا تأمین انرژی الکتریسته برای جلوگیری از خاموشی برق در نظر گرفت. همچنین شرکتی که فروشنده محصولات مصرفی است و نداشتن کالا را موجب از دست دادن مشتری برای همیشه می داند، چنین شاخصی را انتخاب می کند. در مواردی که همه

رقبا از خط‌مشی حفظ موجودی جنس در انبار و ضرورت صفر نشدن آن^۱ پیروی می‌کنند نیز از چنین شاخصی استفاده می‌شود.

نمونه‌هایی دیگر برای شاخصهای غالب، عبارتند از:

۱. ارائه خدمات یک روزه (برای مثال، استفاده از شعار «لباسهای شما، حداکثر

در مدت یک روز شسته شده، اتو می‌شوند»؟

۲. ارائه محصولات بی‌عیب؟

۳. تعیین قیمت‌های ثابت برای محصولات؟

۴. حفظ دو منبع تهیه مواد اولیه (فروشنده) برای خرید همه مواد و تسهیلات

مورد نیاز.

واضح است که شناسایی شاخصهای غالب، قبل از طی گامهای بعدی طراحی

سیستم، لازم است (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۶۹).

شاخصهای داد و ستد، شاخصهایی هستند که میزان عملکرد در یک فعالیت را

برای افزایش عملکرد در فعالیت دیگر کاهش می‌دهند؛ برای مثال، از شاخص پایین

نگاهداشتن هزینه‌های تولید صرف‌نظر می‌شود و بودجه‌ای برای کاهش آلودگی ناشی از

تولید در نظر گرفته می‌شود؛ به این ترتیب، اعتبار دراز مدت و وجهه عمومی خوبی که

شرکت با کاهش آلودگی محیط زیست به دست می‌آورد، جبران‌کننده هزینه‌های مذکور

خواهد بود. همچنین ممکن است شاخص تولید سبکها و مدلهای متنوع کالا، برای

تصاحب سهم عمده‌ای از بازار، تحت الشعاع شاخص پایین نگاهداشتن هزینه تولید و

خدمات قرار گیرد و متعادل شود (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۳۰).

تعریف و تشریح خرده سیستمها

طراحی تفصیلی، مستلزم شناخت خرده سیستمهاست. فراگرد تعریف و تشریح

خرده سیستمها، با تشریح دو منبع اطلاعاتی اصلی آغاز می‌شود:

۱. طراحی مفهومی؛

۲. شاخصهای غالب و داد و ستد.

همچنان که قبلاً ذکر شد، طرح مفهومی را باید کاملاً تعریف کرد؛ به طوری که

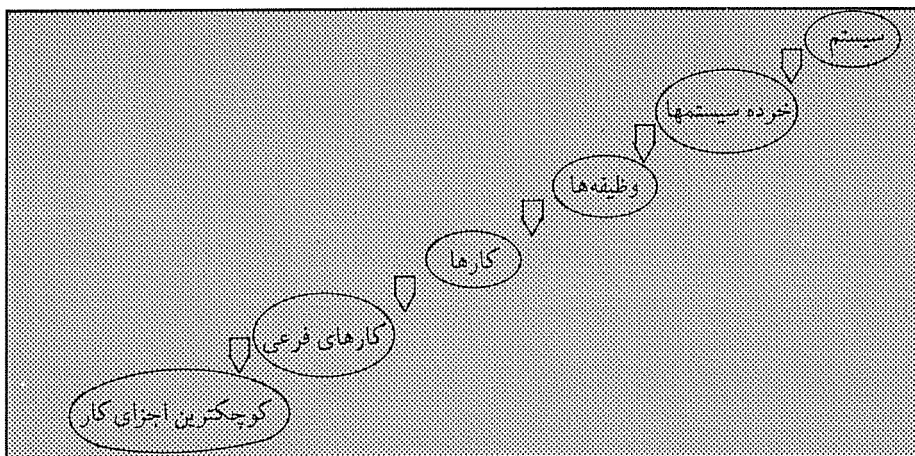
نوع فعالیت: داد و ستد		شماره فعالیت در نمودار شبکه:
هدف و شرح فعالیت:		
داده‌های مورد نیاز:		تأمین کننده:
باز داده‌ها:		مصرف کننده:
نحوه توالی عوامل هر فعالیت:	مجری:	قاعده تصمیم‌گیری:

نگاره ۱۱-۱ کاربرگ طراحی و تشریح فعالیت

همه مراحل عمده موجود در آن، حتی‌المقدور به بخشهای کوچکتری تقسیم شوند و مجموعه فعالیتها و اطلاعات مورد نیاز - نظیر مختصات داده‌ها و باز داده‌های هر فعالیت - معین گردد. نگاره ۱۱-۱، کاربرگی را نشان می‌دهد که به تشریح فعالیتها کمک می‌کند (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۴۱-۴۵ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۳۱).

میزان ضرورت تجزیه و تشریح فعالیتهای عمده، تابع اندازه و پیچیدگی آنهاست. اگر فعالیتها به اجزائی خیلی کوچک تقسیم شوند، ممکن است طراحی سیستم هرگز به پایان نرسد؛ زیرا می‌توان هر فعالیت جزئی را نیز به اجزای کوچکتری تقسیم کرد؛ با وجود این اگر یک فعالیت عمده را به چند قسمت بزرگ تقسیم کنیم نیز ممکن است نیازهای تصمیم‌گیری، و اطلاعات و اجزای حیاتی تشکیل دهنده آن فعالیت، در طراحی گنجانده نشوند (از آنها غفلت شود). اگر سلسله مراتب فعالیتها را (همانند نمودار ۱۱-۲) در نظر بگیریم و بخواهیم شبکه فعالیت را در سطح نواحی وظیفه‌ای معین

کنیم، به محض آنکه شبکه‌های فعالیتی عمده (در طرح مفهومی) شناسایی شدند، خرده سیستمهای جدیدی تعریف می‌شوند؛ تا جایی که ممکن است یک خرده سیستم فقط از فعالیتهای مربوط به یک «خانه فعالیت عمده» (در طرح مفهومی)، تشکیل شود (نیکولاس، ۱۹۹۰، ص ۲۴۲-۲۴۳).



نمودار ۱۱-۲ ساختار تجزیه کار

اطلاعات مورد نیاز برای تشریح خرده سیستمها

هدف از جمع‌آوری اطلاعات برای طراحی سیستم، یافتن مجموعه‌ای از خرده سیستمها برای رفع نیازهای کاری تعریف شده در طراحی خام است؛ بنابراین باید درصدد کسب اطلاعاتی بود که برای انتخاب و تشریح خرده سیستمها مفید باشند. در ذیل نمونه‌هایی از این گونه اطلاعات مطرح می‌شوند:

۱. شاخصهای غالب، و داد و ستد موجود در سراسر سیستم؛ برای مثال اگر شاخصهایی غالب، نظیر «اکتفا به مکان موجود، برای تولید محصولات» یا «ضرورت در نظر گرفتن همه فروشندگان شرکت به منزله نمایندگان آن» یا «لزوم استفاده از تسهیلات کامپیوتری موجود، و اجتناب از نصب پایانه‌های دارای بازده قوی» در خرده سیستمها موجود باشند، طراح با محدودیتهای آشکاری در ارائه طرحهای جایگزین مواجه خواهد شد. اگر شاخص غالب وجود نداشته باشد، باید آن دسته از شاخصهای داد و ستد که بر انجام فعالیتهای مختلف تأکید دارند، شناسایی شوند؛ برای مثال، اگر تحلیلگر سیستم تشخیص دهد که برای افزایش کارایی باید قسمت تدارکات از

مدیریت تولید و بازاریابی جدا شود، این امر به مطالعه برای ایجاد یک خرده سیستم تدارکاتی نیاز دارد که بتواند فعالیتهای خود را با خرده سیستمهای تولید و بازاریابی هماهنگ کند؛

۲. آن دسته از منابع موجود که به سیستم اختصاص خواهند یافت؛ زیرا طراحی سیستم باید برحسب منابعی باشد که پس از استقرار، برایش مهیاست؛

۳. فعالیتهای ضروری برای انجام عملیات و نحوه ارزیابی عملکرد سیستم؛ در واقع باید همه فعالیتهای ضروری و ارتباط آنها با سایر فعالیتهای شناسایی شوند؛

۴. نقاط کنترلی مورد نیاز سیستم؛ نقاط کنترلی موجود در هر سیستم باید از یک ساختار سلسله مراتبی تبعیت کنند که معمولاً با ساختار مسئولیت سازمانی ارتباط دارد؛

۵. مواضع مدیریتی اتخاذ تصمیم در مورد برنامه ریزی و کنترل سیستم؛ در سطوح عالی مدیریت، تصمیمهای مهمی راجع به عملیات سیستم و جلوگیری از انحراف آن از مسیر تحقق اهداف، اتخاذ می شوند؛ این مواضع و نیازهای اطلاعاتی آنها باید مشخص شوند؛

۶. اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیری برنامه ریزی شده؛ تعیین نیازهای اطلاعاتی دقیق، برای تصمیمهایی که می توان آنها را با استفاده از جداول و الگوهای تصمیم گیری و کامپیوتر اتخاذ کرد، بسیار حائز اهمیت است؛

۷. ویژگیهای باز داده های مورد نیاز از خرده سیستمهای پیش بینی شده؛ شامل فهرست تفصیلی اهدافی که باید با این باز داده ها برآورده شوند؛ محتوای خاص هر باز داده (گزارش) و نحوه استفاده از آن؛ چگونگی تناوب باز داده ها و شکل آنها (گزارشهای کتبی، مصور، صوتی و غیره)؛ و نحوه ثبت، انتشار، و بایگانی هریک از آنها. وجود این اطلاعات برای تشریح نحوه فعالیت خرده سیستمها مفید است. این اطلاعات را می توان روی کاربرگ مخصوص ثبت کرد (فیتز جرالده و فیتز جرالده، ۱۹۸۷، صص ۱۷۳-۱۷۶ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، صص ۲۷۳).

نحوه کسب اطلاعات

تحلیلگران، اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سیستم جدید را از چهار منبع ذیل کسب می کنند:

۱. جلسات هماهنگی با افراد و نیروهای ویژه طراحی و استقرار سیستم؛

۲. مصاحبه های شخصی؛

۳. مدارک و اسناد داخلی و خارجی؛

۴. مشاهده مستقیم عملیات و ارتباطات موجود.

۱. جلسات هماهنگی با نیروهای کار ویژه طراحی و استقرار سیستم. معمولاً برای

طراحی سیستمهای بزرگ، استفاده از نیروهای کار ویژه، برای تهیه اطلاعات و ایجاد زمینه نوآوری، مفید است. برای طراحی یک «مجموعه فعالیت» عمده، نیروی کار باید مرکب از دو گروه مدیران و کارشناسان اصلی باشد. وظیفه طراح عبارت است از سرپرستی گروه کار مذکور؛ گرفتن اطلاعات و نظرها؛ جمع بندی آنها و افزودن نظرهای خود؛ و استفاده از نمودار برای نمایش آنها به منظور ارزیابی و اصلاح. جلسات هماهنگی، به طور مستمر و مکرر، برای برطرف ساختن شکافهای اطلاعاتی، نیازهای عملیاتی، و نکات بحث انگیز در طراحی یک خرده سیستم، تشکیل می شوند.

۲. مصاحبه. طراح می تواند به جای جلسات هماهنگی (یا به منظور تکمیل آن)،

مصاحبه هایی با مدیران مهم و اصلی سطوح عالی و میانی، کارشناسان اصلی، و برخی از کارکنان عملیاتی انجام دهد. هم در مصاحبه با مدیران عالی و هم در مصاحبه با کارکنان سطوح عملیاتی، نقش طراح باید پژوهش و اکتساب اطلاعات باشد، نه سخنرانی درباره سیستم.

طراح باید هنگام مصاحبه با مدیران، اطلاعاتی را درباره موارد ذیل کسب کند:

۱. اهداف کوتاه مدت سازمان یا واحدهای سازمانی؛

۲. خط مشیهای عمده رایج و خط مشیهای ضروری برای کسب اهداف؛

۳. آن بخش از طبقات اطلاعاتی که مدیران تمایل دارند به آنها دسترسی

داشته باشند؛

۴. سرعت مطلوب برای دستیابی به طبقات گوناگون اطلاعات، از نظر مدیران؛

۵. فواصل زمانی مطلوب برای دریافت انواع اطلاعات؛

۶. شکل مطلوب ارائه اطلاعات به مدیران؛

۷. سبک تصمیم گیری مدیران؛

۸. منابعی که برای استقرار و اداره سیستم، تخصیص داده می شوند؛

۹. درجه دخالت مدیر در اتخاذ انواع تصمیمها - نظیر تصمیمهای فردی، گروهی،

و تصمیمهای نیمه برنامه ریزی شده؛

۱۰. روابط سازمانی تسهیل کننده عملیات سیستم، و تصمیم گیری مدیریت.

هنگام تعریف نیازهای اطلاعاتی، طراح سیستم نباید توقع داشته باشد که کمک فوق‌العاده‌ای از مدیران دریافت کند، بلکه باید برای تعیین اهداف کوتاه مدت، و تنظیم و تدوین برنامه با آنها همکاری کند؛ در این صورت، اطلاعات مورد نیاز نیز مشخص خواهند شد.

۳. منابع داخلی و خارجی. تحلیلگر کار خود را با استفاده از منابع داخلی آغاز می‌کند؛ زیرا معمولاً در همه سازمانها مستنداتی در قالب گزارشهای عملکرد گذشته، به منظور حفظ سوابق و ایجاد ثبات در عملیات سازمان، نگهداری می‌شوند؛ به طوری که روشهای موجود، در نتیجه بهبود مستمر (هرچند جزئی) عملیات گذشته، شکل می‌گیرند. البته همواره طراح می‌تواند با تجدیدنظر در دسته‌بندی فعالیتها یا داده‌ها، اصلاحاتی را در آنها اعمال کند. برحسب نوع سازمان، ممکن است تعداد منابع داخلی بسیار زیاد باشد؛ به طوری که ارائه یک فهرست کامل، دشوار گردد؛ اما به طور کلی می‌توان دفتر راهنمای خط‌مشیها و رویه‌های سازمان، و گزارشهای وظیفه‌ای متعدد بخشهای مهندسی، تولید، بازاریابی، خرید، روابط عمومی، و امور کارکنان را - برحسب ارتباط آنها با سیستم - بررسی کرد. گاهی اوقات، گزارشهایی نظیر گزارش شکایتهای مشتریان، می‌توانند نقش سازنده‌ای در تعیین نیازها داشته باشند.

مجموعه منابع خارجی، شامل اطلاعات اقتصادی، بازاریابی، مالی، صنعتی، و سایر اطلاعات مربوط به شرکت می‌شود. این اطلاعات نیز نقش مهمی در طراحی دارند. ۴. مشاهده مستقیم. تحلیلگر نباید خودش را در دفتر طراحی محبوس کند. وی باید نحوه اجرای عملیات جاری را در محل اجرا مشاهده و بررسی کند؛ برای مثال، سیستمی را در نظر بگیرید که در آن سرکارگران کارخانه باید به طور ساعتی گزارشهای شخصی خود را به یک مرکز برنامه‌ریزی و کنترل ارائه کنند. اگر طول این کارخانه یک کیلومتر باشد یا فاصله مقرر گروه برنامه‌ریزی و کنترل تا کارخانه زیاد باشد، نحوه طراحی این سیستم، عاقلانه نیست. نمونه این وضعیتهای نامعقول را می‌توان در نحوه طراحی «خرده سیستم تهیه گزارش فروش» یا «استقرار تجهیزات و توزیع فیزیکی فضای کارخانه‌ها» مشاهده کرد. اگر مشاهده و بازرسی در محل انجام گیرد، محدودیتهای احتمالی در زمینه‌های مذکور آشکار خواهند شد؛ به طوری که وجود این محدودیتهای ممکن است به طراحی یک سیستم جدید بینجامد. همچنین، ممکن است که این بازرسی به تجدیدنظر عمده‌ای در امکانات فیزیکی موجود، برای افزایش تناسب با طراحی

سیستم موجود ختم شود.

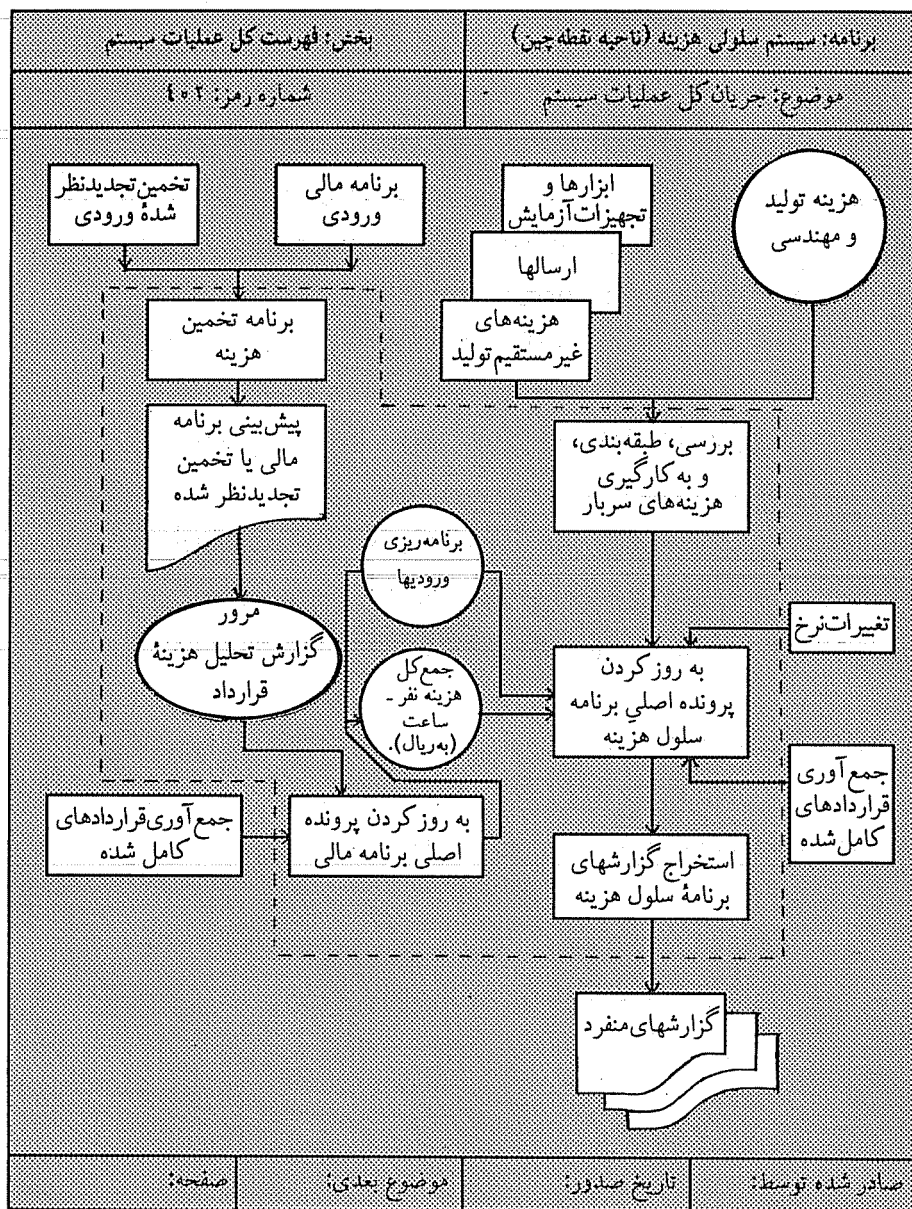
طراح باید بتدریج در جریان پیشرفت کار، داده‌های مربوط - و احتمالاً خیلی از داده‌های نامربوط - را جمع‌آوری و ثبت کند. البته در مورد مستندات طولانی و مفصل، وی صرفاً می‌تواند یادداشتهایی در مورد نکات عمده مورد نظر خود بردارد. در پایان مراحل معین، وی باید کوشش خود را به سازماندهی داده‌ها معطوف کند؛ به طوری که اطلاعات جمع‌آوری شده، مبنای کسب اطلاعات آتی شوند. سرانجام، طراح در جریان عمل، بحدی از شناخت می‌رسد که می‌تواند طرحهایی بدیل را برای خرده سیستمها رسم کند (فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۷، ص ۱۳۰-۱۳۵).

شناسایی و ترسیم تفصیلی خرده سیستمهای عملیاتی و جریانهای اطلاعاتی طرحهای تفصیلی، به ترتیب برای خرده سیستمها، نواحی وظیفه‌ای هر خرده سیستم، و سطوح مختلف اجزای کار در هر ناحیه وظیفه‌ای، تهیه می‌شوند. این فراگرد به طراحی تفصیلی مهندسی شباهت زیادی دارد؛ یعنی نیازمند آزمایش و خطا، تغییر عملیات برای یافتن ترتیبات بهتر، و انجام محاسبات برای کنترل سیستم است. برای طراحی تفصیلی از سه نوع نمودار یا شمای عملیاتی استفاده می‌شود:

۱. شمای عملیاتی نشان‌دهنده کار. منظور نوعی نمودار خانه‌ای است که روابط بین کارها و فعالیتهای گوناگون را نشان می‌دهد و سپس نخستین گامهای ضروری برای تکمیل شرح تفصیلی هر فعالیت را (روی کاربرگ تجزیه عملیات) تعریف می‌کند (نمودار ۱۱-۳).

۲. شمای عملیاتی نشان‌دهنده کاربرگها. نوعی نمودار است که کاربرگهای به کار رفته برای برقراری ارتباط و ارائه گزارش را نشان می‌دهد و جریان همه نسخه صادره را در سازمان پی‌گیری می‌کند. همچنین در برخی از موارد، بر برنامه زمانی انتقال کاربرگها تأکید می‌کند.

۳. شمای عملیاتی برنامه. این شمای عملیاتی توسط کسانی آماده می‌شود که برای کامپیوتر دستورالعمل تنظیم می‌کنند؛ در واقع شمای عملیاتی برنامه، ابزار اساسی برنامه‌نویسی است و برای نشان دادن ترتیب منطقی مراحل که باید توسط کامپیوتر طراحی شود، به کار می‌رود. این ابزار، نظم منطقی را پی‌ریزی می‌کند که حاصل آن تنظیم برنامه‌هایی با علائم اختصاری است.



نمودار ۱۱.۳ نمودار جریان عملیات کار مدار (شمای عملیاتی نشان دهنده کار)

شمای عملیاتی، یک طرح تفصیلی کامل نیست؛ زیرا فقط جریانها و روابط را نشان می دهد. داده ها و باز داده ها نیز فقط به صورت خام در آن ارائه می شوند؛

در حالی که طرح تفصیلی باید روابط کمی بین عناصر سیستم را برحسب مدل‌های ریاضی بیان کند. اگر بیان روابط به این صورت امکانپذیر نباشد، برای طراحی تفصیلی عملیات باید از شرح تفصیلی مکتوب استفاده کرد. به هر حال، شمای عملیاتی نقش مهمی در کسب اطلاعات لازم برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی - با توجه به مدل‌های تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی شده - در عملیات سیستم دارد (هارپول، کولپ و گیل‌هاوس، ۱۹۸۷، ص ۳۵-۳۶ و موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۷۴-۲۷۷).

تعیین درجه عملیات خودکار

در شمای عملیاتی باید حتی‌المقدور، وضعیت هریک از عملیات را از حیث میزان نیاز به خودکار شدن، بررسی کرد. سطوح عملیات خودکار را می‌توان مطابق نگاره ۲-۱۱ طبقه‌بندی کرد (کارجر و موردیک، ۱۹۶۹، ص ۳۲۵). همچنین می‌توان برحسب تمایل مدیریت، به شیوه‌های ذیل عمل کرد:

۱. کار و کنترل آن به صورت دستی - غیرخودکار - انجام شود. در این حالت کار را افراد انجام می‌دهند و حداکثر از ابزارهای دستی استفاده می‌کنند.

۲. کار و کنترل آن به صورت خودکار انجام شود. در این حالت کار را ابزارهای الکتریکی - مکانیکی انجام می‌دهند؛ ولی باید یک نیروی انسانی آنها را به کار بیندازد.

۳. کار و اخذ بازخور از نتیجه کار به صورت خودکار انجام شود؛ ولی کنترل آن به صورت دستی انجام گیرد. به این حالت - در مقایسه با حالت قبلی - حلقه بازخوری افزوده می‌شود که اطلاعاتی را به «راهبران سیستم»^۱ ارائه می‌دهد؛ ولی هنوز برای تکمیل فراگرد کار، اقدام نیروی انسانی ضرورت دارد؛ برای مثال، کارت‌خوان کامپیوتری، در ورودی ساختمان را کنترل می‌کند و هنگامی که فردی با کارت قلابی وارد شود، دستگاه زنگ خطر را در دفتر حفاظت به صدا درمی‌آورد؛ ولی این نگهبان است که برای دستگیری فرد مظنون اقدام می‌کند.

سطح خودکار بودن عملیات	مختصات	نوع عمل انجام شده به وسیله ماشین	توضیح
۱	هیچ	انجام همه کارها به دست نیروی انسانی؛ با استفاده از ابزارهای دستی کمکی	
۲	اجرای عمل، ایجاد انرژی	تأمین انرژی مکانیکی یا الکتریکی برای انجام عملیات اساسی	
۳	تولید انرژی برای اجرای کل عملیات	تأمین انرژی برای کل عملیات اساسی و کنترل آنها	
۴	ذخیره سازی دستورالعملهای کنترل	پیروی ماشین از دستورالعملهای گام به گام ذخیره شده	
۵	کنترل عملیات کمکی و میانی (برحسب میزان اهمیت)	استفاده از بازخور در مدارهای کوچک، برای کمک به کنترل	
۶	کنترل باز داده ها به وسیله بازخور مدار اصلی	تولید باز داده های کنترل شده در فراگردهای تکراری (با استفاده از بازخور مدار بسته)	
۷	ایجاد یا اصلاح دستورالعملهای کنترل	تعیین نوع عملیات توسط ماشین و عدم نیاز به کنترل به وسیله نیروی انسانی	

نگاره ۱۱.۲ سطوح عملیات خودکار

۴. کار، اخذ بازخور از نتیجه کار، و کنترل، هر سه به صورت ماشینی انجام شود. این سیستم پس از نصب و شروع به کار، به اقدام نیروی انسانی کمترین نیازی ندارد. بسیاری از سیستمهای خودتنظیم الکتریکی، مانند دستگاههای گرم کننده و خنک کننده، و دستگاههای کنترل درجه نور و رطوبت هوا، کاملاً خودکار و خودتنظیم هستند (ویتن، بنتلی و بارلو، ۱۹۹۰، ص ۴۸۸-۵۰۰ و موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۷۸).

استفاده از سطوح عملیات خودکار متفاوت در کنار هم (در یک سیستم)، ممکن است موجب بدگمانی شود؛ بنابراین بهتر است در مورد چنین سیستمهایی تجدیدنظر شود. در واقع، حتی انتخاب یک سیستم کاملاً دستی - در سطوح پایین عملیات خودکار - ممکن است کار درستی باشد. حتی می توان گفت که استفاده از سطوح پایین عملیات

- خودکار، در برخی از موارد ارجحیت دارد. مانند مواردی که:
 ۱. نتوان مسائل را به اندازه کافی سازمان داد؛
 ۲. ملاکهای تصمیم‌گیری، بخوبی قابل تعریف نباشند؛
 ۳. ضرورت داشته باشد که قواعد تصمیم‌گیری به طور مداوم اصلاح شوند یا تغییر یابند؛
 ۴. شکافهایی در جریان ورود داده‌ها به سیستم، وجود داشته باشد؛
 ۵. داده‌های ورودی سیستم، مبهم، متباین، یا قدری غیر قابل اعتماد باشند؛
 ۶. مراحل پردازش، ساده باشند و تعداد آنها اندک باشد؛
 ۷. هزینه نیروی انسانی در مقایسه با هزینه تجهیزات، پایین باشد؛
 ۸. نیاز به ذخیره‌سازی داده‌ها اندک باشد (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، صص ۲۷۸-۲۷۹).

ایجاد بانک اطلاعاتی

- بانک اطلاعاتی، مشتمل بر داده‌هایی است که باید کسب شوند. همچنین گاهی به مجموعه داده‌های ذخیره‌شده‌ای اطلاق می‌شود که معمولاً طی بازیهایی بعدی برای تصمیم‌گیری مدیریت، از آنها استفاده می‌شود. بانک اطلاعاتی همچنین دربرگیرنده داده‌هایی است که در تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی شده و کنترل به وسیله «سیستم بازده فوری»^۱، به کار می‌روند. در واقع، بانکهای اطلاعاتی، به دلیل نیاز مدیریت به اطلاعات گوناگون برای هدایت کل سیستم، تشکیل می‌شوند.
- کار طراحی، با مطالعه مسائل و نیازهای اطلاعاتی مدیریت آغاز می‌شود، و با ایجاد شمای عملیاتی برای سیستمهایی که این نیازها را برطرف می‌سازند، ادامه می‌یابد. سپس داده‌های مورد نیاز سیستمهای مذکور بتفصیل مشخص می‌شوند.
- یک روش منظم برای ایجاد بانک اطلاعاتی، شامل مراحل ذیل است:
۱. تشخیص کلیه نقاط نیازمند به داده‌های ورودی، با استفاده از شمای عملیاتی - معمولاً از این داده‌ها برای پردازشها، داد و ستدها، و همچنین تنظیم جداول تصمیم‌گیری و مدل‌سازی عملیات استفاده می‌شود.

پرونده‌های اصلی														اجزای تشکیل دهنده سازمان							
پرونده	پرونده حسابهای	سابقه اصلی	ی حسابها	ی حسابها	پرونده خرید های جاری	پرونده واسطه های جاری	برنامه زمانبندی کارخانه	برنامه ریزی نیروی انسانی	فهرست لوازم یدکی	پرونده حساب جاری	پرونده محصول	پرونده مشتری	تولید	عملیات کارگاه	خرید	بازار-پایی	مالی	مهندسی و تحقیق	رابطه کارکنان		
✓				✓			✓		✓		✓	✓				✓	✓	✓		پیش فروش	
							✓			✓	✓	✓	✓				✓	✓		پردازش سفارش	
✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	طراحی و مستندسازی	
✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			عقد قرارداد	
✓							✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			انبارداری	
✓		✓																	✓	حسابداری کارکنان	
✓			✓	✓				✓			✓	✓			✓	✓	✓			مالی	
							✓			✓	✓	✓				✓	✓			توزیع و خدمات	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	برنامه ریزی و کنترل مدیریت	

یک «سیستم اطلاعاتی مدیریت» جامع که از پرونده‌ها به صورت توأم استفاده می‌کند.

عملیات سیستم اطلاعاتی مدیریت در همه بخشهای سازمان

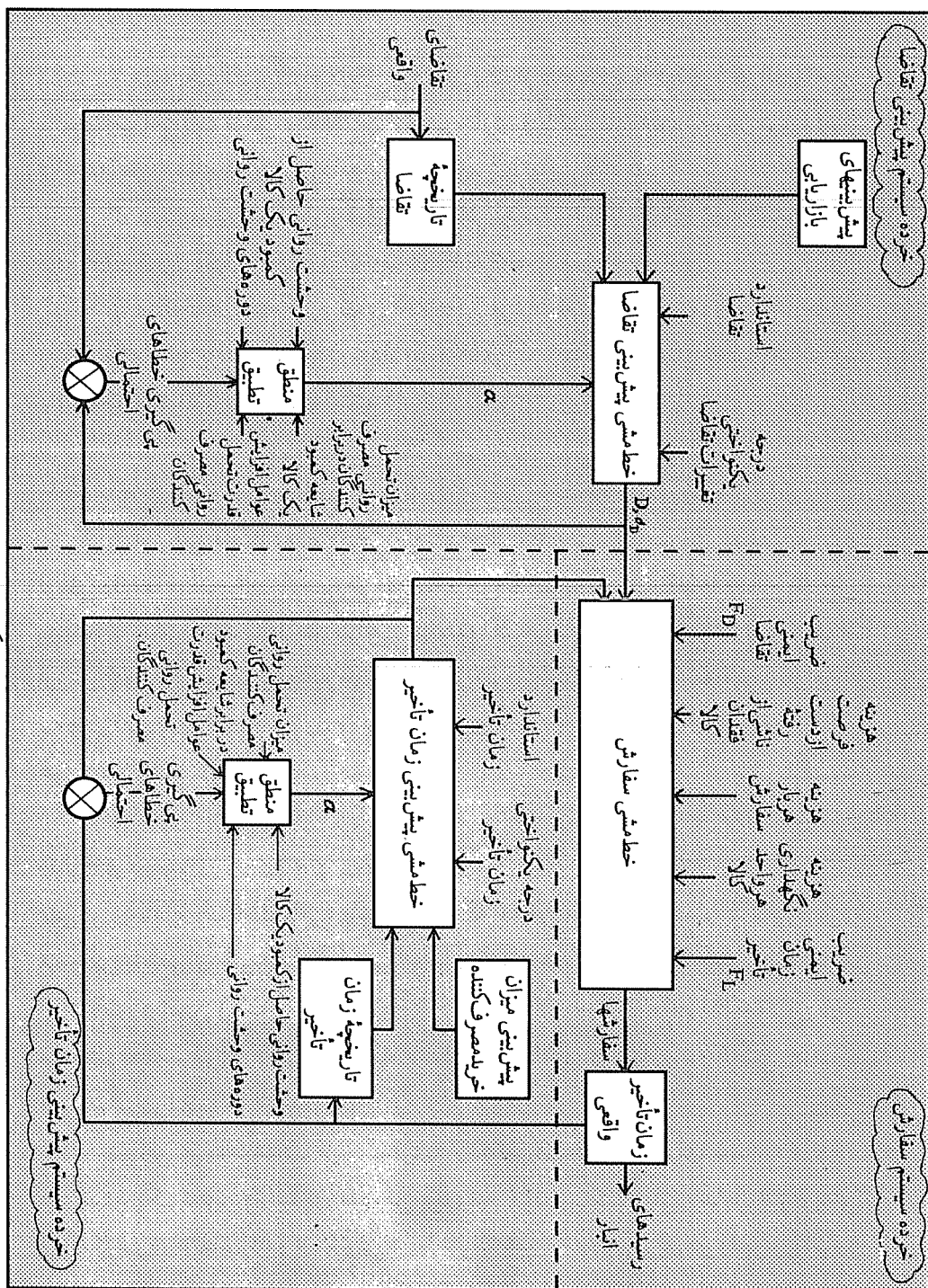
نگاره ۱۱.۳ رابطه خرده سیستمهای سازمان و پرونده‌های اصلی

۲. تهیه یک کاربرگ اطلاعاتی برای هریک از داده‌ها، با تأکید بر ذکر الف) منبع داده‌ها؛ ب) طول و شکل داده‌ها؛ ج) تناوب جاری و بالقوه داده‌ها، و به روز کردن آنها؛ د) جدول زمانبندی نگهداری داده‌ها؛ و ه) مصرف نهایی داده‌ها.
۳. دسته‌بندی همه کاربرگهای اطلاعاتی سیستم (کاربرگهای تهیه شده برای داده‌ها) و کنترل آنها از حیث آنکه چیزی جا نمانده باشد.
۴. دسته‌بندی همه کاربرگهای اطلاعاتی مربوط به یک فعالیت، واحد سازمانی، یا کل سازمان، و یادداشت کردن تعداد نسخه‌های آن - استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای، مانند نگاره ۳-۱۱، بسیار مفید است.
۵. برطرف ساختن نیازهای اطلاعاتی مشابه، با ایجاد یک بانک اطلاعاتی کامل - که بتواند به طور متقاطع از پرونده‌های اصلی استفاده کند (نگاره ۳-۱۱).
۶. ارزیابی مجموعه اطلاعات پرونده اصلی، از حیث تناوب نیاز سیستم به آن و ارزش داده‌های آن برای سیستم، در مقایسه با هزینه کسب آنها - در اینجا هنگام پالایش پرونده به منظور تجدیدنظر در طراحی سیستم، اگر هزینه ساخت و نگهداری پرونده از ارزش تخمینی سیستم یا منابع موجود بیشتر شود، باید با قضاوت شخصی، در مورد به صرفه بودن ایجاد پرونده، تصمیم‌گیری کرد (اپراگو و مک‌نورلن، ۱۹۸۶، ص ۸۵-۹۶).

مدلسازی سیستم

پس از ایجاد بانک اطلاعاتی، باید تا آنجا که ممکن است، سیستم را «کمی» کرد. همچنین باید برای تعیین دامنه کمی داده‌ها و باز داده‌ها، تعیین روابط کمی برای انتقال اطلاعات، و تعیین زمان پاسخگویی به کارکنان و میزان پذیرش روانی آنان، تلاش کرد. مدل‌های تصمیم‌گیری گاهی در قالب معادلات ریاضی و گاهی به شکل جداول تصمیم‌گیری تنظیم می‌شوند.

در این مرحله، هدف از مدلسازی، ارائه تعریف دقیق‌تری برای سیستم، و بهبود آن است. یک نمونه مدلسازی مفهومی برای سه خرده سیستم خیلی متعامل «پیش‌بینی زمان تأخیر»، «تقاضا»، و «سفارش» - با عنوان «مدل تصمیم‌گیری در مدیریت انبار» در نمودار ۴-۱۱ ملاحظه می‌شود. این نمودار نشان می‌دهد که همواره می‌توان داده‌ها و



طراحی تفصیلی سیستم جدید ۳۳۹

باز داده‌ها را به صورت کمی بیان کرد. جداول تصمیم‌گیری، مجموعه‌ای از مبانی کمی و کیفی را برای اتخاذ تصمیم، ارائه می‌کنند (نگاره ۱۱-۴). نحوه طرح تصمیم در جداول تصمیم‌گیری، به صورت ذیل است:

«اگر این شرایط موجود باشند» — «پس عملیات را انجام بده.»

شرایط تصمیم‌گیری	نوع بیمه	الف	ب	ج	د
مسافت طی شده در سال	کمتر از ۲۰ هزار کیلومتر	کمتر از ۲۰ هزار کیلومتر	کمتر از ۳۰ هزار کیلومتر	کمتر از ۳۰ هزار کیلومتر	کمتر از ۳۰ هزار کیلومتر
سن راننده	بیشتر از ۲۵ سال	بیشتر از ۲۵ سال	بیشتر از ۲۵ سال	کمتر از ۲۵ سال	کمتر از ۲۵ سال
میزان نقص عضو راننده (یک چشم، یک دست، ...)	هیچ	هیچ	هیچ	هیچ	هیچ
تعداد سانحه در سه سال گذشته	یک مورد	حداکثر یک مورد	حداکثر یک مورد	حداکثر دو مورد	حداکثر دو مورد
سابقه جرمه سرعت	هیچ	هیچ	هیچ	هیچ	هیچ
کاربرد عمده	تفریحی	تجاری	تجاری	تفریحی	تجاری
میزان پوشش بیمه	۱۰۰ هزار تومان تا ۳۰۰ هزار تومان	۱۰۰ هزار تومان تا ۲۰۰ هزار تومان	۱۰۰ هزار تومان تا ۱۰۰ هزار تومان	۵۰ هزار تومان تا ۱۰۰ هزار تومان	۲۵ هزار تومان تا ۵۰ هزار تومان
نرخ بیمه (برای هر هزار تومان)	۱/۱۲ تومان	۱/۵۰ تومان	۱/۷۴ تومان	۲/۵۰ تومان	۲/۵۰ تومان

نگاره ۱۱-۴ جدول تصمیم‌گیری برای بیمه

در فهرست جملات ذیل، نخست جملات شرطی با واژه «اگر» مطرح می‌شوند، «آنگاه» تصمیم مقتضی بیان می‌گردد:

«اگر خودرویی کمتر از ۲۰ هزار کیلومتر در سال رانده شود»؛

و «اگر سن راننده آن بیش از ۲۵ سال باشد»؛

و «اگر راننده آن نقص عضوی نداشته باشد»؛

و «اگر در سه سال گذشته، برای راننده آن، بیش از یک سانحه پیش نیامده باشد»؛

و «اگر راننده آن جریمه سرعت نداشته باشد»؛

و «اگر کاربرد عمده آن خودرو، تفریحی باشد»؛

«آنگاه، حد پوشش بیمه، بین ۱۰۰ هزار تومان الی ۳۰۰ هزار تومان خواهد

بود»، و «نرخ آن ۱/۱۲ تومان به ازای هر ۱۰۰۰ تومان حد پوشش بیمه تعیین می شود»

و «نوع بیمه الف خواهد بود» (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۸۲-۲۸۳ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۰-۲۹۲).

تهیه نرم افزار

از نظر مدیریت، ابعاد فنی برنامه ریزی نرم افزاری، چندان مورد توجه نیست؛ اما اطمینان یافتن از به صرفه بودن و مؤثر بودن آن، از وظایف مدیریت است. برنامه ریزی نرم افزاری خوب، فعالیت پرخرجی است و هزینه قابل ملاحظه ای دارد. از زمان آغاز کار طراحی مفهومی، باید بین گروه طراح سیستم و مرکز کامپیوتر، هماهنگی وجود داشته باشد. همچنین توصیه می شود که برنامه نویسان آموزش دیده، از آغاز کار طراحی تفصیلی - و حداقل ۹ ماه قبل از نصب و استقرار سیستم - آماده خدمت باشند. برای تهیه برنامه نرم افزاری (قبل از نصب) باید مراحل متعددی طی شوند و مدیریت موظف است که با کمک طراحان سیستم، بر مراحل ایجاد آن نظارت کند. مراحل ذیل باید توسط مرکز کامپیوتر انجام شود:

۱. تعیین استانداردها و رویه هایی برای برنامه نویسی، با استفاده از علائم استاندارد. نگهداری رویه ها و سوابق برنامه نویسی، برای ترسیم شمای عملیاتی آینده سازمان ضرورت دارد.

۲. مطالعه مختصات طرح مفهومی (خام) سیستم و همکاری با طراحان طرح تفصیلی. برنامه نویسان کامپیوتر را باید به منزله اعضای گروه طراحی تلقی کرد تا در صورت نیاز، از مهارت های آنان استفاده شود.

۳. ترسیم مدار منطقی پردازش اطلاعات و تهیه شمای عملیاتی برنامه نویسی. هنگامی که شمای عملیاتی برنامه نویسی کامل شد، گروه طراحان سیستم در آن تجدید نظر می کنند.

۴. ترجمه دستورالعمل های پیش بینی شده در شمای عملیاتی، به زبان کامپیوتر.

طراحی تفصیلی سیستم جدید ۳۴۱

یعنی باید برای کامپیوتر دستورالعمل تفصیلی تهیه کرد. شماره گذاری خوب، با توجه به منافع حاصل از صرفه جویی در استفاده از ظرفیت حافظه کامپیوتر و افزایش سرعت عملیات ماشینی، اهمیت زیادی دارد. هدف مهم دیگر فراگرد شماره گذاری، تعبیه ساز و کار کنترل خطا، در دستورالعمل ماشینی است.

۵. آزمایش برنامه، هدف از آزمایش برنامه، تشخیص، یافتن، و تصحیح خطاها با بررسی مسائل نمونه و بررسی برنامه‌های کامپیوتر است. هرچند که این عمل «رفع نقص»، اغلب تا مرحله استقرار ادامه می‌یابد، ولی رفع نقص در مرحله استقرار، خیلی پرهزینه‌تر خواهد بود.

۶. مستندسازی برنامه‌ها، شماره گذاری رمز، و آزمایش آنها. این مرحله بسیار مهم است؛ زیرا معمولاً در امر به روز کردن اطلاعات در مورد وضعیت نهایی طرحها، برنامه‌ها، شماره‌های رمز اولیه، و نتایج آزمایشها کوتاهی می‌شود؛ در حالی که، علاوه بر ضرورت به روز کردن اسناد طرحها، باید محتوای آنها نیز به گونه‌ای تنظیم شود که برای یک فرد ماهر در آن زمینه، به آسانی قابل تفسیر باشد (فریند، ۱۹۸۲، ص ۲۳۰). اطمینان یافتن از تهیه مستندات مناسب، جزئی از وظایف مدیریت است.

تعیین شکل باز داده‌ها برای مدیریت

کمتی کردن اطلاعات و زمانبندی برای ارائه آن به مدیران، نقش مهمی در اتخاذ تصمیمهای مؤثر دارد. مدیران، هنگام بروز مسأله، حداقل به یک روز وقت برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد آن نیاز دارند. هنگام طراحی باز داده‌های سیستم، گروه طراح باید به پرسشهای ذیل پاسخ دهد:

۱. خروجیهای مورد نظر سیستم جدید کدامند؟
۲. به طور منطقی، هر کاربرگ، گزارش، یا صفحه نمایش خروجی باید چه محتوایی داشته باشد؟
۳. از نظر فیزیکی، هر کاربرگ، گزارش، یا صفحه نمایش خروجی باید چه ترکیبی داشته باشد؟
۴. چگونه باید کاربرگها، گزارشها، و صفحه‌های خروجی مورد نظر را نمایش داد؟
۵. مطلوبترین ابزار پردازش برای تهیه خروجیهای مورد نظر کدام است؟

بهرتر است گزارشهایی که برای مدیران تهیه می‌شود، به یکی از دو صورت ذیل باشد:

۱. ارائه جمع‌بندی مختصری از وضعیت کلی سیستم حوزه مسئولیت وی؛
 ۲. ارائه اطلاعاتی در مورد مسائل ویژه‌ای که او بر روی آنها کار می‌کند.
- این مسائل معمولاً از سه طریق ذیل کشف می‌شوند:
۱. کشف مسائل جاری یا آتی توسط افراد مافوق، این‌گونه مسائل معمولاً از عوامل خارج از سیستم تحت نظارت مدیر ناشی می‌شوند؛
 ۲. تشخیص مسائل توسط خود مدیر، از فحوای خلاصه گزارشها و نیازهای آتی سازمان؛

۳. طرح مسائل توسط زیردستان، به منزله بخشی از وظیفه آنان در سیستم.

سیستم گزارش دهی باید به گونه‌ای عمل کند که علاوه بر آگاه ساختن مدیر از جزئیات امور جاری، شرح مبسوطی را در مورد هر سطح از عملیات، در اختیارش قرار دهد؛ به گونه‌ای که نیاز اطلاعاتی مدیر برای تصمیم‌گیری و حل مسائل، برطرف شود.

گزارشهای تاییبی استاندارد و خلاصه گزارشهای منظم کامپیوتری، هنوز به منزله روشهای اصلی مراوده با مدیریت مطرح هستند. سیستمهای ارتباطی تصویری و اشعه‌ای، به نحوه ارائه اطلاعات، سرعت و انعطاف می‌دهند. در سازمانهایی که معمولاً برای حل مسائل عمده، از روشهای تصمیم‌گیری گروهی استفاده می‌شود، یک «اتاق تصمیم‌گیری» یا «اتاق جنگ» - که روی دیوارهای آن نمودارها و ابزارهایی برای نمایش سریع وضعیت یا اطلاعات در مورد صحنه عملیات وجود دارد - در نظر گرفته می‌شود.

به مرور، استفاده از «کامپیوترهای قابل حمل» برای دستیابی به اطلاعات افزایش می‌یابد. به این ترتیب، مدیران عالی بیشتر سازمانها، همواره می‌توانند به بانکهای اطلاعاتی مورد نیاز خود دسترسی پیدا کنند. خلاصه اینکه، باید شیوه‌ای برای ارائه اطلاعات انتخاب کرد که حتی المقدور در وقت مدیر صرفه جویی شود؛ بدین منظور، طراح سیستم باید با شیوه‌های جدید ارائه اطلاعات آشنا باشد (سن، ۱۹۹۰، ص ۷۱۴-۷۱۹ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۸۰-۲۸۲ و الیسون، ۱۹۸۷، ص ۳۲۳).

آزمایش سیستم با استفاده از شبیه‌سازی

شاید بهترین شیوه آزمایش سیستمهای خیلی کوچک، شبیه‌سازی با استفاده از

سیستمهای «بازده فوری»^۱ باشد. در سازمانهای خیلی بزرگ، شبیه سازی همه عملیات سازمان، کاری بسیار پیچیده و پرهزینه است؛ با وجود این، برای آزمایش بسیاری از خرده سیستمها و اجزای وظیفه ای سیستمهای بزرگ، باید از روش شبیه سازی استفاده کرد طول زمان مرحله انتقال از سیستم قدیم به سیستم جدید و رفع نقص و طراحی مجدد آن، باید به حداقل ممکن کاهش یابد تا به روحیه افراد مسؤول استقرار سیستم، لطمه کمتری وارد شود و از هزینه اجرای طرح نیز کاسته شود. مزیت دیگر شبیه سازی، ایجاد امکان ارزیابی سیستم جدید از حیث میزان کارآیی، در مقایسه با معیارها و مختصات عملکردی پیش بینی شده در طرح مفهومی است.

برای آزمایش کل سیستم از طریق شبیه سازی، به ترتیب ذیل عمل می شود:

۱. ارزش داده های خارجی (نظیر سهم بازار، نرخ کارمزد، و هزینه نیروی انسانی) در دامنه پیش بینی شده، با استفاده از جدول اعداد تصادفی معین می شود؛ برای مثال، سهم بازار رقیب اصلی یک واحد تجاری، یک متغیر خارجی است که به منزله داده ای اطلاعاتی برای آن واحد تجاری در نظر گرفته می شود. در این مثال، می توان فرض کرد که دامنه این متغیر، ۲۰ الی ۳۵ درصد کل بازار است. روش کار به این صورت است که یک عدد تصادفی انتخاب، و با استفاده از فن مونت کارلو^۲، ارزش واقعی آن متغیر خارجی معین می شود (برای مثال مشخص می شود که سهم بازار رقیب، ۲۳ درصد است). همین کار را می توان برای سایر داده های خارجی، نظیر شاخصهای اقتصادی، نرخ کارمزد، هزینه مواد اولیه، اندازه بازارهای جدید، و هزینه های نیروی انسانی انجام داد. با این روش می توان به سبب داده های غیر کمی را با فهرست کردن راه کارهای گوناگون، و انتخاب یکی از آنها به کمک اعداد تصادفی، قابل ارزیابی کرد.

۲. تأثیر داده های خارجی در داخل سیستم، پی گیری می شود. این امر در مواردی که پردازش اطلاعات خودکار است، نظیر سیستمهای کامپیوتری و جداول تصمیم گیری، فراگرد ساده ای دارد؛ ولی در جایی که نیروی انسانی دخالت دارد، به طور طبیعی احتمال بروز خطا و تأخیر زمانی افزایش می یابد و پی گیری تأثیر داده های خارجی بر سیستم، دشوارتر می شود. اما به منزله روشی تقریبی، می توان تأثیر عملکرد نیروی انسانی بر کارآیی سیستم را مانند اثر عملکرد ماشین بر کارآیی سیستم، در نظر گرفت؛ در واقع،

1. on.line

2. Monte Carlo Technique

همواره باید سیستم را با بهترین کیفیت طراحی کرد؛ بدین منظور، در مواردی که تأثیر داده‌های خارجی روی سیستم باید توسط یک انسان تحلیل گردد، لازم است از باتجربه‌ترین و ماهرترین افراد استفاده شود؛ به این ترتیب، با استفاده از این نوع شبیه‌سازی، می‌توان میزان «نقص اطلاعاتی و ناآگاهی مدیر در مورد وضعیت» و میزان «ناتوانی سیستم در کنترل خطاها و قضاوت‌های انسانی» را معین کرد.

۳. باز داده‌های حاصل از خرده سیستم‌های گوناگون، برای پاسخگویی به سؤالاتی نظیر سؤالات ذیل، آزمایش می‌شوند:

- آیا متغیرهای هزینه، تحت کنترل درآمده‌اند؟

- آیا باز داده‌ها به دامنه‌های معینی محدود هستند؟

- آیا خرده سیستم می‌تواند پاسخگوی نسبتاً سریع داده‌ها باشد (به طوری که کل

سیستم بتواند بموقع برای حفظ خویش در محیط اقدام کند)؟

- آیا همه عملیات، مطابق مختصات انجام می‌شوند (یا باید برای تطبیق آنها با

مختصات، به طور مداوم به اخذ تصمیمات بحرانی مبادرت کرد)؟

۴. در صورتی که پاسخهای مورد نظر در مرحله سوم مثبت نباشند، مراحل یک

الی سه تکرار می‌شوند. همه نارساییهای سیستم با استفاده از شبیه‌سازی قابل رفع

نیستند؛ زیرا این روش بسیار پرهزینه است؛ ولی امکان اجرای آن وجود دارد. به این

ترتیب که با استفاده از فن مونت کارلو و جدول اعداد تصادفی می‌توان چندین هزار

چرخه شبیه‌سازی را - در صورت نیاز - ایجاد و بررسی کرد؛ زیرا این فراگرد به حد کافی

خودکار و ماشینی شده است و با استفاده از کامپیوتر قابل اجراست (موردیک و

دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۸۴-۲۸۵).

پیشنهاد ساختار سازمانی جدید برای اداره کردن سیستم

ایجاد تغییر جدی در یک ساختار سازمانی، بویژه هنگامی که سازمان مذکور دارای

هیأت مدیره و تشکیلات جاافتاده‌ای است، با موانع عملی بسیاری مواجه خواهد شد؛

به‌خصوص اگر در تشکیلات جدید، ضرورت تغییر در گروه‌بندیها مطرح شود. همچنین

اگر پُست یک مدیر حذف شود، ممکن است از سیستم جدید به منزله یک سیستم

تحمیلی یاد شود. طراحان باید تغییرات سازمانی مورد نیاز در سیستم جدید را به

متصدیان و مدیران رده عالی پیشنهاد کنند. طراحان حق ندارند با اعمال فشار و استفاده

از قدرت تخصصی، تجدید ساختار را به سازمان تحمیل کنند؛ زیرا ایجاد تغییرات عمده در سازمان، حق ویژه مدیریت عالی است.

نگرش سیستمی به تشکیلات مدیریت، با نگرش حرفه‌ای به این تشکیلات تفاوت دارد؛ در واقع مدیران خرده سیستمها، باید تشخیص بدهند که هدف عمده آنان این است که «خرده سیستم، به طریقی عمل کند که بهترین نتیجه عاید کل سیستم شود». برای بهینه‌سازی عملکرد سیستم، مدیریت خرده سیستم باید در مورد ماهیت پویای سیستمها و نحوه داد و ستدهای آنها، دانش کافی داشته باشد. مدیر باید بتواند عملیات خرده سیستم خود را به طور مؤثری با خرده سیستمهای دیگر هم جهت سازد.

سلسله مراتب مدیریت باید از سلسله مراتب سیستمها و خرده سیستمها پیروی کند؛ یعنی سیستمهای فنی در سطوح پایین قرار گیرند و فعالیتهای مربوط به آنها نیز به سطوح پایین واگذار شوند. به استثنای بعضی از سیستمهای خدماتی خاص، مانند سیستم برنامه‌ریزی مالی و سیستم کنترل که باید جایگاه ویژه خود را داشته باشند (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۳۰۱-۳۰۲).

مستندسازی طرح تفصیلی

نتیجه پروژه طراحی تفصیلی، تنظیم اسنادی است که سیستم، عملیات آن، و دلایل توجیهی آن را به دقت تشریح می‌کنند و معمولاً مشتمل بر موارد ذیل هستند:

۱. شمای عملیاتی مختصر سیستم؛
۲. شمای عملیاتی تفصیلی سیستم؛
۳. کاربرگهای عملیاتی نشان‌دهنده داده‌ها، باز داده‌ها، و وظایف مربوط به انتقال اطلاعات؛
۴. مختصات پرونده اصلی یا پایگاه اطلاعاتی؛
۵. نیازهای سخت‌افزاری سیستم؛
۶. برنامه‌ها و نرم‌افزارهای مورد نیاز؛
۷. نیروی انسانی مورد نیاز - با ذکر نوع مهارت و تخصص؛
۸. مختصات عملکرد نهایی (به روز)؛
۹. هزینه نصب و استقرار سیستم؛
۱۰. هزینه اداره سیستم بر حسب واحد زمان؛

۱۱. برنامه اصلاح یا تکمیل استقرار سیستم؛

۱۲. شرح خلاصه‌ای از طراحی سیستم برای گزارش به مدیریت عالی.

به این ترتیب، مدیریت عالی می‌تواند به منظور کسب آگاهی از ماهیت سیستم، توانایی بالقوه آن برای سازمان، و هزینه‌ها و ترکیب کلی آن، بسرعت خلاصه این گزارش را مطالعه کند.

یکی از مدیران عالی سیستمهای اطلاعاتی مدیریت، متذکر می‌شود که «اگر برای توجیه یک سیستم اطلاعاتی مدیریت، فقط بتوان بر صرفه‌جوییهای ناشی از آن تأکید کرد، آن سیستم، سیستم اطلاعاتی مطلوبی نیست». گزارشی که برای مدیریت عالی تهیه می‌شود، باید کوتاه بوده، در عین حال برای کمک به تصمیم‌گیری مدیران مفید باشد و بموقع ارائه شود.

برخی از اسناد را باید روی کاربرگهای استاندارد ثبت کرد؛ مانند نمودار جریان داده‌ها و باز داده‌ها. در شمای عملیاتی نیز باید از علائم استاندارد استفاده شود و یک دفتر راهنما برای استفاده از شمای عملیاتی تهیه شود. بعضی از اسناد که مختص به یک پروژه هستند - مانند پروژه طراحی پایگاه اطلاعاتی و سیستم طبقه‌بندی محتوای آن - باید متناسب با نیازهای ویژه کاربران آن پروژه‌ها تنظیم شوند؛ ولی در مورد سایر اسناد، رعایت شیوه‌های مطلوب تهیه گزارش، کافی است (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۸۶-۲۸۷).

خلاصه اینکه، طراحی تفصیلی پس از آماده شدن طرح مفهومی (خام) سیستم آغاز می‌شود و حاصل آن دستیابی به مجموعه مختصاتی برای ساختن سیستم است. البته ارائه یک دستورالعمل واحد، برای طراحی تفصیلی همه سیستمها امکانپذیر نیست؛ زیرا طراحی، فعالیتی خلاق برای حل مسأله است و باید هر طرح را به منزله یک مسأله جدید، به طور جداگانه بررسی کرد.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل یازدهم

طراحی تفصیلی	شاخصهای غالب	حفظ سطح موجودی انبار
مدیریت پروژه	شاخصهای داد و ستد	(صفر نشدن)
برنامه‌ریزی پروژه	خدمات یک روزه	کاهش آلودگی محیط
کنترل پروژه	محصولات بدون نقص	خط‌مشیهای جاری

طراحی تفصیلی سیستم جدید ۳۴۷

تعریف خرده سیستمها	عملیات خودکار	اتفاق تصمیم گیری (اتفاق
منابع داخلی و خارجی	سطوح خودکاری سیستم	جنگ)
مشاهده مستقیم	بانک اطلاعاتی	کمی کردن اطلاعات
شمای عملیاتی	منبع داده ها	گزارش دهی
منابع اطلاعات	طول داده ها	شبیه سازی
نیروی کار ویژه	شکل داده ها	فن مونت کارلو
جریان عملیات	تناوب جاری داده ها	اعداد تصادفی
طبقات اطلاعات	بازیابی اطلاعات	داده های اطلاعاتی
جریان اطلاعات	نرم افزارها و سخت افزارها	متغیرهای خارجی
سرعت دستیابی	رفع نقص	مستند سازی

پرسشهای فصل یازدهم

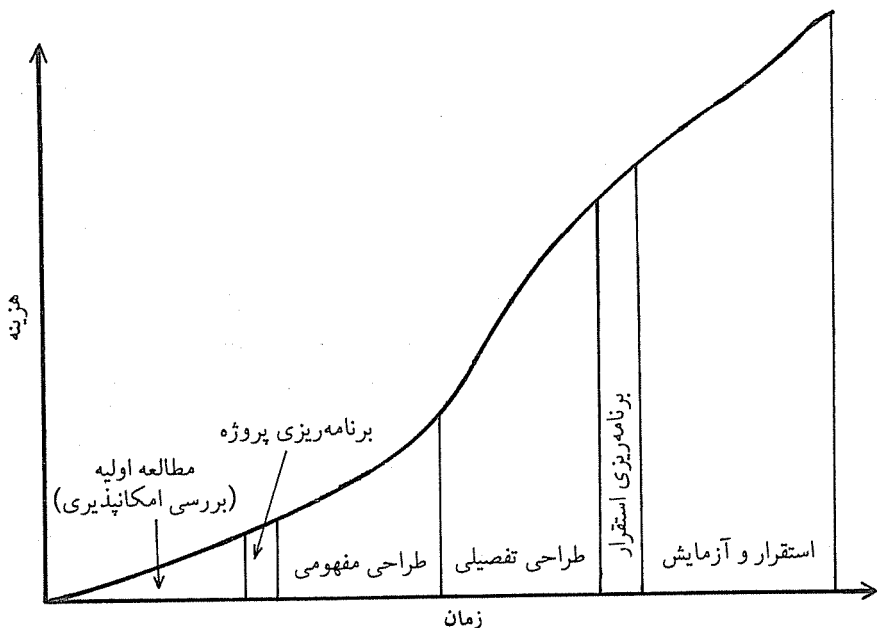
۱. چرا نمی توان مدلی برای طراحی تفصیلی سیستم ارائه کرد که برای طراحی همه سیستمها قابل استفاده باشد؟
۲. اولین گامی که باید برای طراحی تفصیلی سیستم برداشته شود، چیست؟ توضیح دهید.
۳. هدف از طراحی تفصیلی سیستم چیست؟
۴. مراحل فراگرد برنامه ریزی پروژه را بیان کنید.
۵. هنگام کنترل پروژه، چه مواردی را باید در نظر گرفت؟
۶. منظور از شاخصهای غالب چیست؟ با ذکر مثال شرح دهید.
۷. منظور از شاخصهای داد و ستد چیست؟ با ذکر مثال شرح دهید.
۸. تحلیلگران برای طراحی تفصیلی سیستم، به چه نوع اطلاعاتی نیاز دارند؟ نمونه هایی از این گونه اطلاعات را ذکر کنید.
۹. تحلیلگران برای کسب اطلاعات در مرحله طراحی تفصیلی، از چه منابعی استفاده می کنند؟
۱۰. هنگام مصاحبه با مدیران، باید کسب چه اطلاعاتی مدنظر باشد؟
۱۱. فایده برگزاری جلسات هماهنگی با نیروی کار ویژه طراحی چیست؟
۱۲. چرا مشاهده مستقیم جریان کار توسط تحلیلگر، ضرورت دارد؟
۱۳. نحوه استفاده تحلیلگر از منابع داخلی و خارجی را توضیح دهید.

۱۴. برای طراحی تفصیلی از چه نمودارهایی استفاده می‌شود؟
۱۵. سطوح عملیات خودکار، چگونه طبقه‌بندی می‌شوند؟
۱۶. در چه مواردی، خودکار کردن عملیات امکانپذیر نیست (به صلاح نیست)؟
۱۷. برای ایجاد بانک اطلاعاتی، چه مراحل باید طی شوند؟
۱۸. انواع مدل‌های قابل استفاده برای پردازش اطلاعات در سیستم، کدامند؟
۱۹. در کدام مرحله، پیوستن برنامه‌نویسان به گروه طراحی سیستم ضرورت دارد؟ چرا؟
۲۰. انواع گزارش‌هایی که برای مدیران تهیه می‌شوند را ذکر کنید.
۲۱. مدیران برای کشف مسائل، از چه راه‌هایی می‌توانند استفاده کنند؟
۲۲. تصمیم‌گیری گروهی در مورد مسائل عمده، به چه شرایطی نیاز دارد؟
۲۳. نحوه آزمایش سیستم به وسیله شبیه‌سازی را توضیح دهید.
۲۴. چرانی‌توان همهٔ قسمت‌های سیستم‌های مورد نظر را باروش شبیه‌سازی آزمایش کرد؟
۲۵. هنگام پیشنهاد تغییرات سازمانی یا تجدید ساختار، چه نکاتی باید مدنظر قرار گیرند؟ چرا؟
۲۶. هنگام مستندسازی طرح تفصیلی، چه مواردی مدنظر قرار می‌گیرند؟

فصل دوازدهم

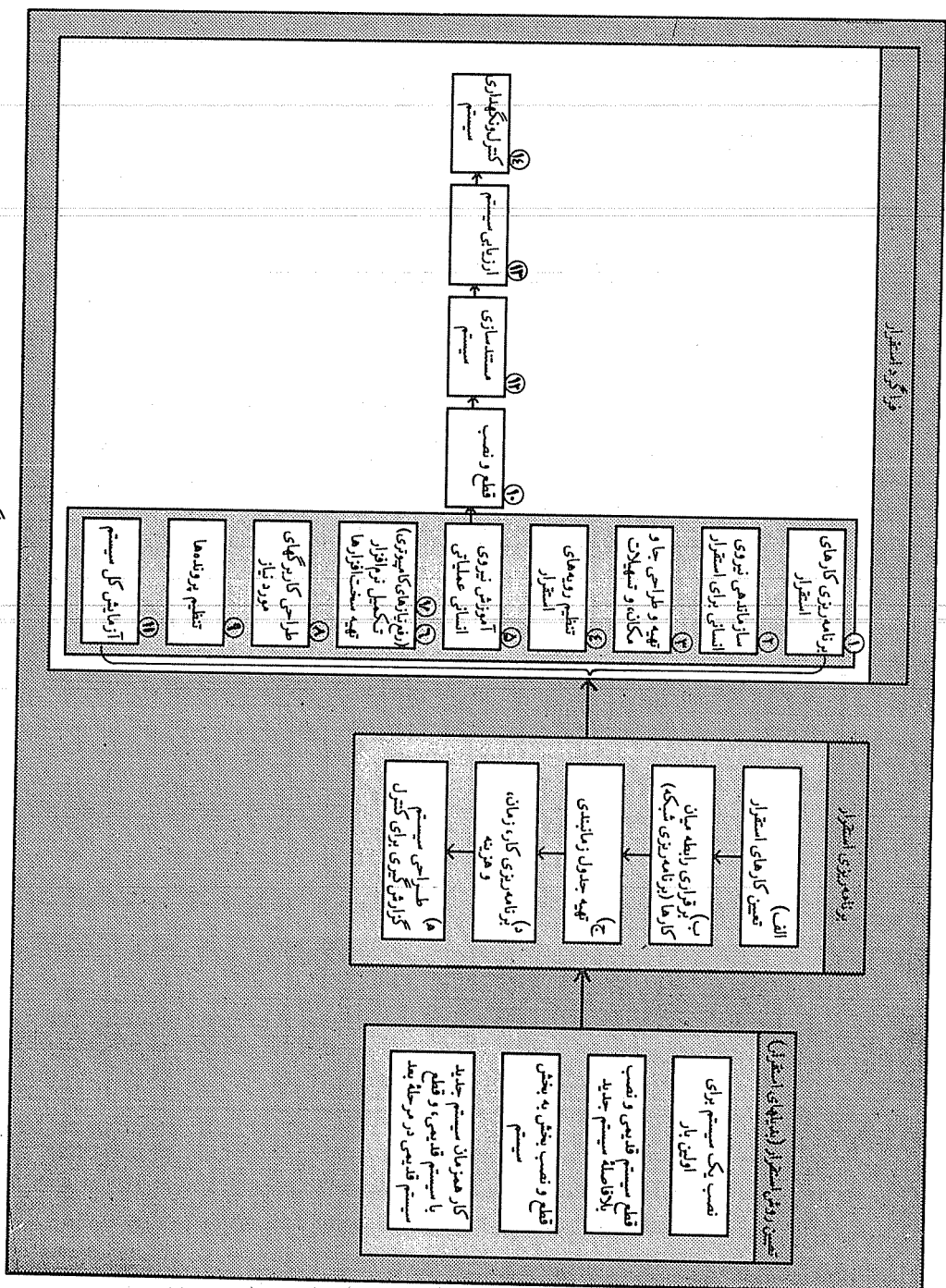
استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم

استقرار سیستم از مهمترین و حساسترین مراحل یک طرح جامع - شامل مراحل برنامه ریزی پروژه، طراحی مفهومی و تفصیلی، برنامه ریزی استقرار، و اجرا و آزمایش سیستم است. از حیث میزان هزینه نیز هزینه استقرار رضایتبخش یک سیستم، گاهی با مجموع هزینه های مراحل مختلف طراحی آن برابری می کند (نمودار ۱-۱۲).



نمودار ۱۲-۱ روند رشد هزینه های طراحی سیستم (سطح زیرمنحنی، نشان دهنده میزان نسبی هزینه، در هر مرحله است؛ یعنی مجموع هزینه مراحل مذکور ۱۰۰ درصد می شود).

گامهای عمده ای که باید برای استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم برداشته شوند، در نمودار ۱۲-۲ فهرست شده اند.



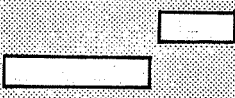

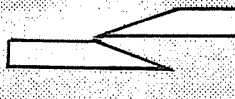

روشهای اصلی استقرار سیستم عبارتند از:

۱. روش نصب سیستم جدید، برای اولین بار - در این حالت سیستمی را که تازه طراحی شده و قبلاً وجود نداشته است، مستقر می‌سازند. به این صورت که سیستم جدید در جریان یک مجموعه عملیات جدید یا در قالب یک سازمان جدید نصب می‌شود.

۲. روش قطع سیستم قدیمی و نصب سیستم جدید - در این حالت یک شکاف زمانی ایجاد می‌شود که در آن هیچ سیستمی در حال فعالیت نیست؛ بنابراین این روش فقط در سازمانهای کوچک برای نصب سیستمهای کوچکی که استقرار آنها به یک یا دو روز وقت نیاز دارد، قابل استفاده است؛ مگر در حالتی استثنائی که بتوان یک سیستم بزرگتر را به هنگام تعطیلی سازمان - زمانی که دستگاههای آن کار نمی‌کند و سازمان غیرفعال است - نصب کرد.

۳. روش قطع و نصب بخش به بخش سیستم - این روش را «روش استقرار تدریجی سیستم جدید» نیز می‌نامند. در این حالت، بتدریج قسمتهای جدید، جایگزین قسمتهای قدیمی موجود در یک خرده سیستم می‌شوند. اعمال این روش در صورتی امکانپذیر است که بتوان به سؤال مهم و دقیق ذیل دربارهٔ مقتضیات طراحی سیستم جدید، پاسخ مثبت داد: «آیا واقعاً سیستم جدید، فقط ترکیبی از فعالیتهای خودکار و منفک از هم است؟» البته نمی‌توان همهٔ قسمتهای مختلف سیستم جدید را به طور متوالی در سیستم قبلی یا در یک وضعیت فاقد سیستم، جایگزین کرد؛ با وجود این، استفاده از این روش می‌تواند برای بهبود یک سیستم قدیمی، بسیار مطلوب باشد.

۴. نصب سیستم جدید، کار همزمان، و قطع سیستم قدیمی در مرحلهٔ بعد - در این حالت، ابتدا سیستم جدید نصب می‌شود و به طور موازی در کنار سیستم موجود کار می‌کند تا پس از رفع نواقص و عیوب احتمالی سیستم جدید، سیستم قدیمی قطع شود. استفاده از این روش، به دلیل افزایش نیاز به نیروی انسانی و افزایش هزینه‌های جانبی، بسیار پرهزینه است؛ بویژه در سیستمهای خاصی که فعالیت مستمر آنها ضرورت دارد؛ مانند سیستم پرداخت یا تهیه صورتحساب مشتریان. مزیت عمدهٔ این روش آن است که فرصتی ایجاد می‌کند تا عیبهای سیستم جدید قبل از شروع به کار، کاملاً برطرف شوند. با در نظر گرفتن زمانبندی استقرار و تفاوتهای آشکار روشهای فوق، در عمل می‌توان از هر چهار روش استفاده کرد (نمودار ۳-۱۲). فرض بر این است که مختصات ارائه شده، بیانگر شرح کلی و تفصیلی سیستم هستند و ویژگیهای رویه‌های عملیاتی،

۱	استقرار سیستم برای نخستین بار		در حالتی که سیستم جدید برای اولین بار نصب می‌شود، قبل از استقرار دائمی، مدتی به صورت آزمایشی نصب می‌گردد.
۲	تبدیل مستقیم		سیستم قدیم قطع می‌شود و بلافاصله سیستم جدید نصب می‌گردد.
۳	استقرار بخش به بخش		تدریج بخشهایی از سیستم قدیم قطع می‌شوند و بخشهایی از سیستم جدید نصب می‌گردند.
۴	فعالیت موازی سیستمهای قدیمی و جدید		هر دو سیستم قدیم و جدید، برای مدتی در کنار هم کار می‌کنند و پس از رفع عیب از سیستم جدید، انتقال صورت می‌پذیرد؛ یعنی با قطع کامل سیستم قدیم، سیستم جدید به طور دائم نصب می‌شود و فعالیت آن استمرار می‌یابد.

نمودار ۱۲-۳ روشهای استقرار سیستم جدید

کاربرگها، و پایگاههای اطلاعاتی مورد نیاز در ساختار سازمانی جدید - مشتمل بر شرح وظایف، تجهیزات، و تسهیلات - را در بردارند.

گاهی اوقات، کار طراحی و استقرار به طور همزمان انجام می‌شود. در چنین شرایطی، عملیات طراحی دائماً تحت آزمایش قرار می‌گیرند؛ اما امکان بررسی طرحهای دیگر به منزله طرح جایگزین محدود می‌شود؛ بنابراین روش مذکور، روشی مبتنی بر آزمون و خطا به شمار می‌آید؛ درحالی که اگر طرحهای مفهومی و تفصیلی، قبل از نصب تجهیزات تکمیل شوند، این امر، علاوه بر کاهش هزینه، مزایای دیگری را نیز در بر خواهد داشت؛ نظیر کوتاه شدن زمان طراحی و استقرار سیستم.

اگر زمان استقرار سیستم بیش از حد طولانی شود، همه دست اندرکاران، دچار خستگی و حالت عجز و ناکامی می‌شوند؛ بنابراین، با وجود آنکه لازم است «برنامه‌ریزی استقرار» به تفصیل و با دقت صورت پذیرد، باید برای تکمیل و استقرار بموقع آن، اهتمام شود (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۲۹۴ و سن، ۱۹۹۰، ص ۷۹۴).

برنامه‌ریزی استقرار

مراحل اصلی استقرار عبارتند از: (۱) نصب اولیه؛ (۲) آزمایش سیستم (به طور کلی)؛

۳) ارزیابی، نگهداری، و کنترل سیستم.

برای کاهش مدت استقرار باید فعالیتهای متعددی را به طور موازی انجام داد؛ برای مثال، اخذ داده‌ها برای پایگاه اطلاعاتی، و طراحی کاربرگها برای جمع‌آوری و انتشار اطلاعات را می‌توان به طور موازی انجام داد. همچنین آموزش نیروی انسانی و تنظیم برنامه‌ها را می‌توان همزمان با یکدیگر انجام داد (نمودار ۲-۱۲)، (گریمزبرگ، ۱۹۷۸، ص ۴۶).

برنامه‌ریزی استقرار، اولین مرحله در فراگرد مذکور است؛ هرچند عده‌ای از طراحان، برنامه‌ریزی استقرار را بخشی از طراحی سیستم می‌دانند، ولی با توجه به دلایل ذیل، در نظر گرفتن برنامه‌ریزی استقرار در چهارچوب عملیات استقرار، مطلوبتر است:

۱. باید میان برنامه‌ریزی استقرار سیستم با اجرای آن، ارتباطی بسیار نزدیک وجود داشته باشد؛

۲. فراگرد «ارزیابی فوری سیستم طراحی شده پس از استقرار آن» تا حد زیادی با برنامه‌ریزی استقرار ارتباط دارد؛ زیرا برنامه‌ریزی اولین گام در مدیریت است؛
۳. فراگرد برنامه‌ریزی استقرار، با توجه به تصمیمات بنیادی و برنامه‌های گوناگون استقرار - وظیفه مدیران صفی است.

تحلیلگر سیستم می‌تواند برای کمک به مدیران، برنامه‌هایی را برای آنها آماده سازد، اما تصمیم‌گیری نهایی برای تصویب برنامه‌های مذکور، به عهده مدیران است. مدیران برای اجرای طرحهای تفصیلی، به خدمات تحلیلگران سیستم نیازمندند؛ زیرا ترجیح می‌دهند که تصمیمات را براساس تازه‌ترین اطلاعات درباره مختصات سیستم، طرحهای پیشنهادی تحلیلگران، و وضعیت عملیات جاری اخذ کنند. برای برنامه‌ریزی استقرار، باید از روشهای برنامه‌ریزی پروژه استفاده کرد. پس از تعیین روش تبدیل، طی کردن این گامها در فراگرد برنامه‌ریزی استقرار، ضرورت دارد: الف) تشخیص و تعیین کارهای استقرار؛ ب) برقراری رابطه بین کارهای مذکور؛ ج) تهیه برنامه زمانبندی شده؛ د) تنظیم بودجه، با توجه به کارها و زمان انجام آنها؛ ه) طراحی سیستم کنترل و گزارش‌گیری.

در واقع پیمودن گامهای مذکور، زمینه مساعدی را برای تسهیل فراگرد برنامه‌ریزی استقرار، ایجاد می‌کند (فیتز جرال و فیتز جرال، ۱۹۸۷، ص ۴۹۴-۴۹۷ و موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۵).

الف) تشخیص و تعیین کارهای استقرار

کارهای عمده‌ای که باید برای استقرار سیستم انجام شوند، معمولاً عبارتند از:

۱. برنامه‌ریزی کارهای استقرار؛
۲. سازماندهی نیروی انسانی برای استقرار؛
۳. تهیه و طراحی جا و مکان و تسهیلات؛
۴. تنظیم رویه‌های نصب و آزمایش؛
۵. برنامه‌ریزی برای آموزش نیروی انسانی عملیاتی؛
۶. تکمیل نرم‌افزار مورد نیاز سیستم؛
۷. تهیه سخت‌افزار مورد نیاز؛
۸. طراحی کاربرگها؛
۹. تنظیم پرونده‌ها؛
۱۰. قطع سیستم جاری، و تکمیل و آغاز فعالیت سیستم جدید؛
۱۱. آزمایش کل سیستم؛
۱۲. مستندسازی سیستم؛
۱۳. ارزیابی سیستم؛
۱۴. نگهداری سیستم (رفع عیب از سیستم و بهبود آن).

در برنامه‌ریزی باید همهٔ خرده فعالیت‌های مستتر در فعالیتهای عمده را نیز فهرست کرد؛ به طوری که امکان «واگذاری مسؤولیتهای معین به افراد سازمان» فراهم شود (اپراگو و نورلن، ۱۹۸۶، ص ۸۰).

ب) برقراری رابطه بین کارها

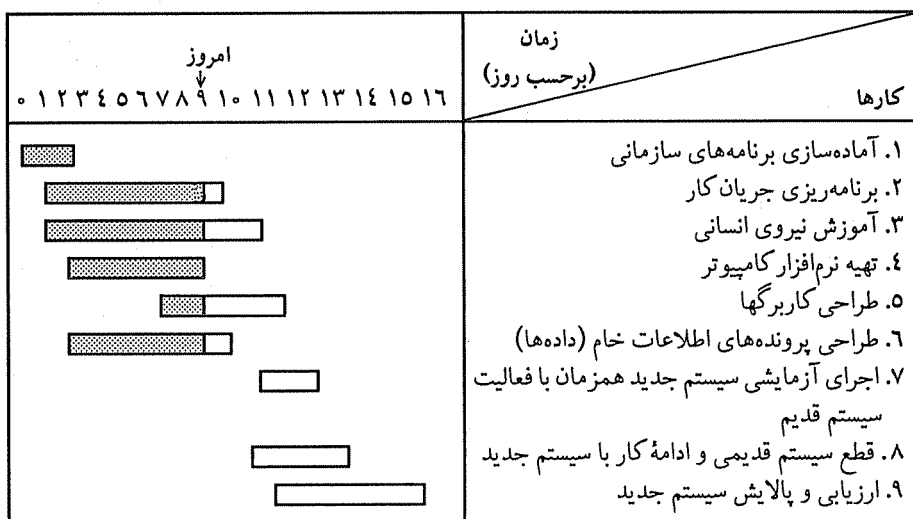
روابط موجود میان کارها و ترتیب انجام آنها در پروژه‌های کوچک، به طور خیلی ساده قابل تصور و تشریح است؛ با وجود این حتی در پروژه‌های کوچک نیز استفاده از نمودار میله‌ای «گانت» و نمودار شبکه، تصور طرح و برنامهٔ زمانبندی آن را بسیار روشتر می‌سازد. ضرورت اجرای همزمان و توالی بسیاری از فعالیتهای پروژه‌های بزرگ، تحلیلگران را تشویق می‌کند تا از نمودار شبکه استفاده کنند. نمودار ۴-۱۲، یک نمودار میله‌ای و نمودار ۵-۱۲، یک نمودار شبکه را نشان می‌دهد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۶-۲۹۷).

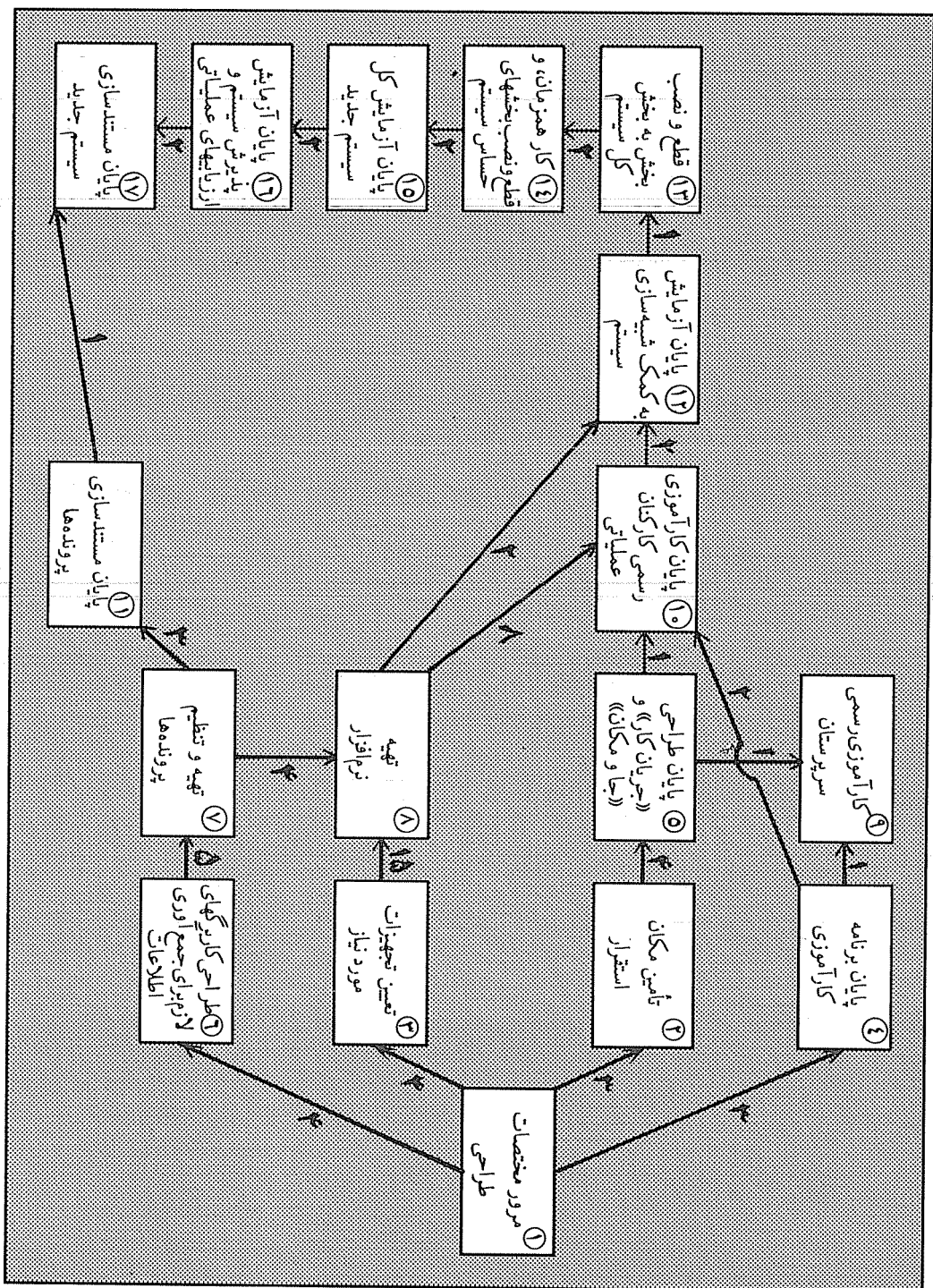
ج) تهیه جدول زمانبندی شده

ابتدا طراحان سیستم با یک زمانبندی تخمینی و برآورد زمان متوسط هر فعالیت در یک شبکه، برنامه‌ای زمانبندی شده را تنظیم می‌کنند و سپس مسیر بحرانی شبکه یا طولانی‌ترین مسیر آن از حیث زمان، محاسبه می‌شود. بدین ترتیب پس از تعیین نقطه شروع، طراح می‌تواند تاریخ پایان برنامه را معین کند (نمودارهای ۱۲-۴، ۱۲-۵). براساس این اطلاعات، زمان پایانی مطلوب و واقعی توسط مدیریت پیش‌بینی می‌شود. بدیهی است که مدیریت می‌تواند با وارد آوردن فشار، یا فراهم کردن نیروی انسانی اضافی، زمانهای برآورد شده در شبکه را کوتاهتر کند؛ زیرا طراح معمولاً حدود دو برابر زمان لازم یا قدری بیشتر از آن را به منزله برآورد خود ارائه می‌دهد؛ در حالی که مدیریت سعی می‌کند آن را به نصف یا قدری بیشتر از نصف مدت تخمین زده شده، کاهش دهد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۸).

د) برنامه‌ریزی کار، زمان، و هزینه

برآورد هزینه تکمیل هر مرحله عمده، و کارهای ضروری برای تکمیل هر مرحله، باید





استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم ۳۵۷

به مثابه قسمتی از برنامه‌ریزی تلقی شود. سپس، با توجه به میزان هزینه برآورد شده، بودجه‌بندی می‌شود و هزینه و زمان مورد نیاز برای اجرای کل پروژه معین می‌شود.

ه) طراحی سیستم کنترل و گزارش‌گیری

گزارش‌گیری یا کنترل کار را می‌توان در حین اجرای آن، از طریق «ملاقات‌های هفتگی با کارکنان اصلی و صاحب‌نظر دیگر در کار» یا «مطالعه خلاصه گزارش‌های مکتوب» انجام داد. کارکنان مالی باید از قابلیت کاربرگ‌های گزارش، در نشان دادن رابطه «هزینه و پیشرفت فنی» و همچنین رابطه «هزینه و زمان»، مطمئن شوند.

هنگامی که تعداد زیادی از افراد، در جریان انجام عملیات مقرر، با تجهیزات، ترتیبات، و عملیات جدید آشنا می‌شوند، امکان قدری سردرگمی وجود دارد. هدف از طراحی سیستم کنترل، به حداقل رساندن این سردرگمی، و کاهش هزینه‌ها و تأخیرهای ناشی از آن است (نیکولاس، ۱۹۹۰، ص ۲۳۹).

تا اینجا گام‌های پنجگانه‌ای که باید برای برنامه‌ریزی استقرار طی شوند، تشریح شد. اکنون به توضیح برخی از کارهای عمده‌ای که در گام الف فهرست شده بودند، می‌پردازیم.

تأمین جا و مکان، و طراحی نحوه تخصیص آن

نصب یک سیستم جدید به جای سیستم موجود، ممکن است انجام تغییرات عمده‌ای را در تسهیلات، دفاتر، و اتاق کامپیوتر - و به طور کلی در طرح جا و مکان سازمان - ایجاد کند. مدیر پروژه طراحی سیستم ابتدا باید نقشه‌ای از فضای خالی موجود تهیه کند و تخمین بزند که برای استقرار تسهیلات جدید، به چه میزان جای خالی احتیاج دارد. آنگاه باید هزینه آن را برآورد کند و پیشنهاد خود را به تصویب مدیریت برساند.

برنامه‌ریزی و تخصیص وسایل، و جا و مکان

به محض تصویب مدیریت، باید تخصیص کلی آغاز شود. به دو دلیل اقدام فوری برای این کار ضرورت دارد:

۱. اگر به دیوارکشی، برقکاری، نصب تهویه، و بنای ساختمان‌های جدید نیاز است، زمان کافی برای این گونه اقدامات باقی بماند؛

۲. اگر فراگرد انجام تفصیلی سایر کارها با ترتیبات فیزیکی ساختمانها ارتباط داشته باشد، در انجام آن کارها تأخیری رخ ندهد.

اگر برنامه کارآموزی کارکنان عملیاتی، بر ملاحظه دقیق روابط فیزیکی افراد و تجهیزات مبتنی باشد، موفقتر خواهد بود. در طرحریزی جا و مکان، باید اموری نظیر فضای اشغال شده به وسیله افراد و تجهیزات، و حرکت آنها در فراگرد کاری را به حساب آورد. تعداد و نوع خروجیها، انبارها، مسیرهای جریان آب و برق، طرح کلی ساختمانها، نقاط کنترل، ملاحظات محیطی مرتبط با تجهیزات، عوامل ایمنی، و شرایط کاری نیروی انسانی نیز باید در طرحریزی جا و مکان در نظر گرفته شوند. افزایش سرمایه گذاری برای ایجاد شرایط کاری خوب، چندین برابر هزینه آن سودآور خواهد بود. سطحی گذشتن از امور مربوط به تسهیلات و محیط کار انسانی - بویژه هنگام تجدیدنظر در وضع موجود یا هنگام مبادرت به تعمیر و تغییرات عمده اصلاحی برای نصب سیستم جدید - نشانه کوتاه بینی تصمیم گیرندگان است و به اتخاذ خط مشیها و رویه هایی می انجامد که در آینده پیامدهای پرهزینه ای خواهند داشت (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۹).

سازماندهی نیروی انسانی برای استقرار

هنگامی که کارهای استقرار در مرحله برنامه ریزی آن تعریف شد، مدیریت سازمان معمولاً یک مدیر پروژه را برای هدایت عملیات استقرار منصوب می کند. البته می توان این مسئولیت را به طور دائمی به عهده یک مدیر از واحد طراحی سیستمها و تشکیلات گذاشت. در شرکتهای کوچکتر - که فاقد واحد طراحی سیستمها و تشکیلات هستند - فردی از قسمت حسابداری، امور مالی، یا مدیر مرکز کامپیوتر، این مسئولیت را به عهده می گیرد. البته بهترین فرد برای انجام این کار، کسی است که به عنوان مدیر پروژه، مسئول طراحی همه بخشهای سیستم و اداره مرحله استقرار آن باشد. به هر حال باید به نقش و میزان مشارکت مدیران صنفی تصریح شود و نیاز آنها تأمین گردد؛ زیرا این گروه از مدیران هستند که باید پس از استقرار سیستم، با آن کار کنند. بدین منظور، مدیریت عالی باید گامهای آشکاری را برای آگاهی مدیران میانی از این امر - و تأکید بر ضرورت دخالت آنان در مرحله استقرار - بردارد. در واقع، متخصصان کامپیوتر، فقط برای کمک به مدیران مسئول استقرار، به طور موقت به سیستم طراحی و استقرار پروژه مأمور می شوند. بنابراین، مدیران عالی، متخصصان سیستم، و برنامه نویسان کامپیوتر باید

اطمینان حاصل کنند که کارکنان اجرایی و صفی، شرکت فعالی در مرحله استقرار خواهند داشت؛ زیرا همین افراد هستند که سیستم را اداره خواهند کرد؛ لذا باید احساس کنند که سیستم متعلق به خودشان است.

سازماندهی مناسب نیروی انسانی و واگذاری صحیح رهبری و مسئولیت کار می تواند از بروز مسائلی که اغلب پس از نصب یک سیستم به وجود می آید و به شکست آن می انجامد، پیشگیری کند. افراد بالغ متمایل به قبول کاری هستند که همه استعدادهای آنان را به کار اندازد؛ ولی در مقابل روشهای کنترل ضمنی در سیستم جدید - حتی در صورتی که دقیقاً با نحوه اداره آن آشنا باشند - مقاومت می کنند؛ در حالی که اگر در شکل دادن به سیستم و ساختن آن نقش داشته باشند، واکنش موافق نشان خواهند داد؛ به این ترتیب، افراد مذکور، سیستم جدید را می پذیرند و جو مطلوبی به وجود می آید. در غیر این صورت، عواملی نظیر بی حالی، بی علاقهگی، مقاومت در برابر تغییر، و احساس عدم امنیت کارکنان، سیستم را با شکست مواجه خواهد کرد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۳۱۵).

تنظیم رویه های استقرار

پس از تنظیم و برنامه ریزی شبکه فعالیت های استقرار و ارائه آن به مدیر پروژه، باید افرادی که در پروژه دارای نقش مهم و اصلی هستند، برای آماده کردن رویه های تفصیلی نصب سیستم فراخوانده شوند؛ برای مثال، فرض کنید براساس مختصات طرح تفصیلی، مدیر تولید در پایان هر روز، گزارشی درباره مواد خام انبار شده در کارخانه دریافت می کند. منبع داده ها، سرکارگری است که کاربرگها را پر می کند و برای گردآوری به واحد برنامه ریزی تولید می فرستد. تحلیلگر باید با ارائه دستورالعملها و کاربرگها به سرکارگران، رویه ای را به منظور ایجاد هماهنگی و یکسانی میان این بخش کوچک (که به منزله یک سیستم اطلاعاتی در نظر گرفته می شود) با سایر بخشهای سیستم (نظیر بخش تولید)، ایجاد کند. در یک مثال دیگر، فرض کنید مخزن ذخیره سازی بعضی از پرونده ها، باید از قفسه بایگانی به نوار مغناطیسی یا نوعی دیگر از ابزار ذخیره سازی که دارای قابلیت دسترسی تصادفی^۱ هستند، تبدیل شود. تحلیلگر

1. random-access storage

سیستم باید بدون آنکه نحوه استفاده فعلی از پرونده‌ها را برهم بزند، به اتخاذ رویه‌هایی برای این تبدیل مبادرت کند. همچنین لازم است که رویه‌هایی برای ارزیابی و انتخاب سخت‌افزار، و خرید یا ساخت نرم‌افزار تدوین شوند. بعلاوه، باید رویه‌هایی برای برنامه‌ریزی و استقرار بخش به بخش سیستم اطلاعاتی جدید و کار همزمان سیستم اطلاعاتی موجود (به طور موازی با سیستم جدید) تهیه شود. بدیهی است که اگر قرار است همه مراحل استقرار، بدون هرج و مرج اجرا شوند، باید رویه‌های زیادی را از قبل پیش‌بینی و تنظیم کرد.

یک مرحله عمده در استقرار سیستم به آزمایش بخشهای نصب شده سیستم جامع اختصاص می‌یابد. قبلاً، در طول مرحله طراحی تفصیلی، سیستم فقط از طریق شبیه‌سازی آزمایش می‌شد. آزمایش بخشهای متعدد سیستم در حال نصب، نیازمند استفاده از کارکنان صفی، برای کار روی پرونده‌های واقعی، نرم‌افزارها، و سخت‌افزارهاست که از طراحی خاصی برخوردارند. این امر با آزمایش قطعات یک محصول طراحی شده در آزمایشگاه فیزیکی - بعد از ارزیابی نظری و قبل از ساخت آن قطعات - شباهت دارد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۸).

برنامه آزمایش سیستم

برای آزمایش هر سیستم، از یک برنامه آزمایش استفاده می‌شود. این برنامه باید به گونه‌ای تنظیم شود که ارتباط خوبی میان کاربران و گروه طراح ایجاد کند و تعداد آزمایشهای ضروری و بخشهایی که به آزمایش نیاز دارند را معین سازد (سن، ۱۹۹۰، ص ۷۹۰).

تنظیم رویه‌های صحیح برای آزمایش «طراحی» و «ویژگیهای سیستم طراحی شده» ضرورت دارد. رویه‌های مذکور باید این موارد را معین کنند:

۱. کدام بخشهای سیستم آزمایش خواهند شد؟
۲. این آزمایشها در چه زمانی باید انجام گیرند؟
۳. نمونه مسائلی که سیستم با حل آنها آزمایش می‌شود، کدامند؟
۴. چه کسی این آزمایشها را انجام خواهد داد؟
۵. این آزمایشها چگونه انجام خواهند شد؟

۳۶۱ استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم

۶. چه کسی نتایج آزمایش را ارزیابی، و اقدام به اصلاح بخش خاصی از سیستم را تصویب، و احتمالاً پیشنهادهای اصلاحی را ارائه خواهد کرد؟ اکنون می‌توان مراحل تهیه آزمونها و اجرای آنها را تا «مرحله قبل از پذیرش سیستم» مرور کرد. مراحل مذکور، به ازای مراحل طراحی سیستم و متناسب با آنها، در ذیل مطرح می‌شوند:

۱. در مرحله طراحی تفصیلی. شرحی برای هر آزمایش آماده کنید. این شرح باید مشتمل بر بیانیه فشرده‌ای از هدف نهایی آزمایشهای سیستم، محتوای آنها، و وسایل مورد نیاز آنها باشد.

۲. در مرحله استقرار (تعیین مختصات). مختصات هریک از آزمایشها را معین کنید. این مختصات، از شرح هر آزمایش استخراج می‌شوند و به طور کاملاً تفصیلی، اطلاعاتی را درباره شرایط آزمایش، مدت آزمایش، روش و رویه‌هایی که باید به کار گرفته شوند، داده‌هایی که باید جمع‌آوری شوند، تناوب اخذ آنها، و تحلیلهایی که باید روی آنها انجام شوند، ارائه می‌دهند.

۳. در مرحله استقرار (تعیین رویه آزمایش). رویه انجام هر آزمایش را مشخص کنید. این رویه باید به طور کاملاً تفصیلی، با توجه به مختصات هر آزمایش تهیه شود. این مختصات معمولاً مشتمل بر موارد ذیل هستند:

(الف) نحوه سازماندهی نیروی انسانی برای انجام آزمایش؛

(ب) نحوه تدارک کاربرگهای مورد نیاز برای آزمایش و ثبت داده‌ها؛

(ج) شرایط شروع هر آزمایش؛

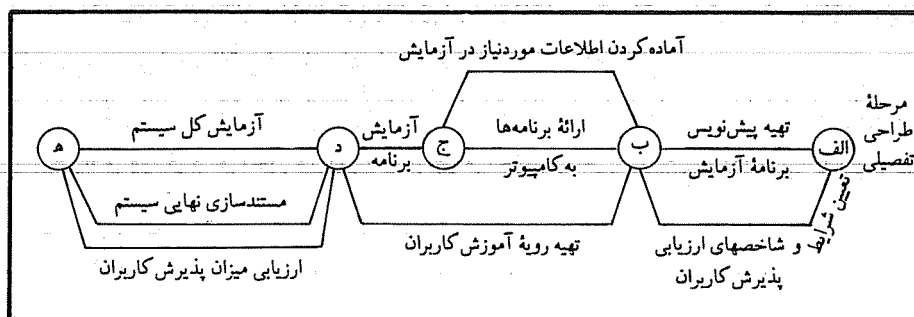
(د) فهرست کلیه تجهیزات، نرم‌افزارها، و پرونده‌های داده‌های مورد نیاز

برای آزمایش؛

(ه) جزئیات رویه گام به گام نحوه همکاری کلیه افراد شرکت‌کننده در آزمایش.

۴. در مرحله استقرار (آزمایش میزان مقبولیت سیستم و پذیرش آن توسط کارکنان).

برنامه آزمایش «میزان مقبولیت و پذیرش سیستم» را آماده کنید. برای انجام این امر، آگاهی از شرح آزمایش، مختصات آزمایش، و رویه آزمایش کل سیستم، ضرورت دارد تا پیش از پذیرفته شدن سیستم توسط کارکنان عملیاتی، نواقص آن برطرف شوند و سیستم برای ادامه کار آماده شود (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۲۹۹).



نمودار ۱۲.۶ برنامه آزمایش سیستم

برنامه آزمایش باید موارد ذیل را مشخص کند (نمودار ۱۲-۶):

۱. شاخصهایی برای ارزیابی میزان پذیرش سیستم توسط کاربران (و توافق با آنها در مورد فراگرد آزمایش و طول مدت آن)؛
۲. برنامه اخذ اطلاعات مورد نیاز در آزمایش، از پرونده‌های کاربر (یا برنامه ایجاد اطلاعات مصنوعی، به منظور استفاده در آزمایش)؛
۳. رویه آموزش کاربران، مواد آموزشی مورد نیاز، دفتر راهنمای آموزش کاربران، و سخت‌افزار قابل استفاده در آموزش؛
۴. مستندات برنامه (شامل نام برنامه‌نویس و نمودارهای برنامه)؛
۵. زمان و نحوه برنامه‌نویسی و آزمایش سیستم؛
۶. زمان و نحوه تکمیل مستندات سیستم؛
۷. زمان و نحوه آزمایش میزان پذیرش کاربر (الیاس، ۱۹۸۸، ص ۵۱۴).

روش آزمایش

پس از آماده شدن برنامه آزمایش، تهیه رویه آن، با تأکید بر آزمایش برنامه، آزمایش سیستم، و آزمایش میزان پذیرش کاربران آغاز می‌شود.

آزمایش برنامه. این آزمایش برای شناسایی و اصلاح نارساییهای منطقی و ساختاری برنامه انجام می‌شود. وجود خطاهای ساختاری، قواعد زبان برنامه‌نویسی را برهم می‌زند؛ برای مثال، در برنامه‌نویسی dBase III. plus، عدم تعیین یک متغیر عددی برای نقل قولها، یک خطای ساختاری محسوب می‌شود، در حالی که انحراف از

۳۶۳ استقرار، ارزیابی، و نگهداری سیستم

«محدوده قابل قبول»، یک خطای منطقی به شمار می آید؛ برای مثال، اگر یک برنامه تعیین حقوق و دستمزد، ساعات کار عادی افراد را هفته ای صد ساعت (بدون اضافه کار) محاسبه کند، مرتکب خطایی منطقی شده است.

در تنظیم برنامه آزمایش، ابتدا هر سلول برنامه را به طور جداگانه کنترل می کنند (آزمایش بنیانها)، سپس آزمایش را از پایین به بالا ادامه می دهند تا نارساییهای کل برنامه رفع گردد. بدین ترتیب، اگر خطاها در مرحله آزمایش نهایی سیستم رفع شده باشند، در صورت بروز خطاهای احتمالی در هنگام کار، کنترل و رفع آنها (با توجه به سلولی بودن برنامه) آسانتر خواهد بود؛ زیرا بررسی کل برنامه ضرورت نخواهد داشت (الیاس، ۱۹۸۸، ص ۵۱۵).

آزمایش سیستم. این مرحله برای اطمینان از هماهنگی عملکرد مجموعه برنامه ها، اجرا می شود؛ برای مثال، ممکن است که اطلاعات تولید شده در یک برنامه، به منزله اطلاعات ورودی سایر برنامه ها در نظر گرفته شود. آزمایش سیستم، ضرورت ایجاد تغییرات منطقی در برنامه را کنترل می کند و به کشف خطاهایی که در مرحله آزمایش برنامه شناسایی نشده بودند، کمک می کند. عواملی که هنگام آزمایش سیستم مدنظر قرار می گیرند و پرسشهایی که در مورد هریک از آنها مطرح می شوند، عبارتند از: ۱. سازگاری داده ها؛ آیا شکل داده های تولید شده در یک سلول، برای استفاده

در سایر سلولهایی که از آن داده ها استفاده می کنند، قابل قبول است؟

۲. به هم پیوستگی داده ها؛ آیا داده های نامگذاری شده در یک سلول، در سایر سلولها نیز با همان نام قابل ارجاع هستند؟

۳. ظرفیت پرونده؛ آیا اندازه پرونده، برای رفع نیازهای عملیاتی (کاربرد) کافی است؟

۴. توالی داده ها؛ آیا داده های ذخیره شده و قابل دسترسی، از نظم کافی و مطلوب برخوردارند؟ آیا برای حفظ نظم مورد نظر در داده ها، رویه های مناسب طبقه بندی و فهرست نویسی به کار گرفته شده اند؟

این آزمایشها، فعالیت عادی سیستم را ارزیابی می کنند. دسته دیگری از

آزمایشها، آزمایشهای ویژه نامیده می‌شوند که اطلاعاتی را دربارهٔ میزان مطلوبیت عملکرد سیستم، فراهم می‌کنند (سن، ۱۹۹۰، ص ۷۹۰).

آزمایش میزان پذیرش کاربران. برخلاف آزمایش سیستم که با استفاده از اطلاعات ویژه آزمایش، توسط برنامه‌نویسان انجام می‌شد، این آزمایش با استفاده از اطلاعات واقعی (در یک دورهٔ زمانی معین)، توسط کاربران صورت می‌پذیرد. این آزمایش که پیش از تحویل سیستم و ارزیابی آن توسط کاربر نهایی، صورت می‌گیرد، آزمایش نهایی نامیده می‌شود.

آزمایش نهایی در چند سطح صورت می‌پذیرد و پرسشهای ذیل در آن مطرح می‌شوند:

۱. چقدر زمان برای پردازش «میزان معینی از کار» مناسب است؟
۲. آیا یادگیری نحوهٔ استفاده از سیستم جدید، آسان است؟ چقدر؟
۳. این سیستم، چقدر می‌تواند با ظرفیت کامل خود کار کند و عملکرد خوب و مطلوبی نیز داشته باشد؟
۴. آیا دفتر راهنمای کاربران به صورت خودآموز تهیه شده است؟ تا چه حد؟

نوع آزمایش	روش آزمایش
آزمایش برنامه	پس از آزمایش هر سلول به طور مجزا، رابطهٔ آن سلول با سایر سلولهای برنامه نیز آزمایش می‌شود.
آزمایش سیستم	برای اطمینان از هماهنگی کار برنامه‌ها با یکدیگر، مجموعهٔ برنامه‌ها آزمایش می‌شود. در اینجا، برنامه‌نویسان از اطلاعات فرضی استفاده می‌کنند.
آزمایش میزان پذیرش سیستم در میان کاربران	کاربران با استفاده از اطلاعات واقعی، میزان مطلوبیت سیستم را طی یک دورهٔ زمانی طولانی، ارزیابی می‌کنند.

نگاره ۱۲-۱ روشهای آزمایش سیستم

هنگامی که کاربران سیستم را به طور آزمایشی به راه می‌اندازند و با آن کار می‌کنند، واحد نگهداری مترصد کشف نواقص سیستم و رفع عیوب آن است. در این مرحله، برنامه‌نویسان ماهر می‌توانند میزان رضایت کاربران را از میزان اصلاحاتی که در سیستم به وجود می‌آورند، ارزیابی کنند و پذیرش نهایی کاربران را در همین مرحله، اخذ کنند (الیاس، ۱۹۸۸، ص ۵۱۵).

آموزش نیروی انسانی عملیاتی

با توجه به اهمیت شناساندن ماهیت و اهداف سیستم به مدیریت و نیروی انسانی، و همچنین تقویت و آموزش کارکنان سطوح عملیاتی - برای انجام وظایف جدیدشان - تهیه برنامه‌های آموزشی ضرورت می‌یابد. در مورد مدیرانی که بیشتر آنها در ایجاد سیستم سهیم بوده‌اند، معمولاً ارائه دو سمینار کوتاه کفایت می‌کند. اگر اولین جلسه آموزش، هنگامی تشکیل شود که برنامه طراحی تفصیلی بخوبی در حال پیشرفت باشد، می‌توان پیشنهادهای اصلاحی خوبی از افراد دریافت کرد و از آنها در طراحی استفاده کرد. بهتر است جلسه بعدی، نزدیک به پایان مرحله استقرار تشکیل شود تا در جریان آن بتوان مزایای سیستم جدید و نقش مدیران اجرایی را تحت بررسی قرار داد (کارجر و موردیک، ۱۹۶۹، ص ۳۵۰).

آموزش سرپرستان سطح اول، در خور توجه خاصی است. آنان باید شناخت کاملی از کم و کیف کار با سیستم جدید داشته باشند؛ زیرا آنان هستند که باید عملیات سیستم را زیر نظر بگیرند. آنان باید با نحوه کار سیستم بخوبی آشنا باشند؛ زیرا در سیستم جدید با تغییرات زیادی در نیروی کار خود مواجه خواهند شد و باید برای پذیرش این تغییرات توسط کارکنان، زمینه مناسبی را به وجود بیاورند. به همین دلیل، سرپرستان علاقه وافری به دانستن پاسخ پرسشهای ذیل دارند:

۱. ما و افرادمان چه مهارت‌های جدیدی را باید فرا بگیریم؟
۲. تعداد افرادی که به نیروی ما افزوده - یا از آن کاسته - خواهند شد، چقدر است؟
۳. چه تغییری در رویه‌های انجام کار ایجاد خواهد شد؟
۴. چه کاربرگ‌های جدیدی مورد نیاز هستند؟ آیا به تعداد کاربرگ‌ها افزوده می‌شود یا از آنها کاسته خواهد شد؟

۵. چه مشاغلی ارتقا - یا تنزل - خواهند یافت؟

۶. نحوه سنجش عملکردها چگونه خواهد بود؟

نیروهای انسانی پشتیبانی، در حرفه‌های معینی نظیر متخصصان مرکز کامپیوتر، بازاریاب‌ها، برنامه‌ریزان تولید، و حسابداران که در پردازش داده‌ها و اطلاعات ذی نفع هستند نیز باید در یک یا چند جلسه توجیهی شرکت کنند؛ با وجود آنکه این گونه افراد فقط با بخش کوچکی از سیستم کار می‌کنند، باید شناختی از کل سیستم داشته باشند. این جلسات توجیهی به کار آنان جهت می‌دهد و نگرش آنها را در مورد سیستم، جامعتر

می‌سازد و احتمال خطا را کاهش می‌دهد.

افرادی که کارهای عملیاتی روزانه سیستم را انجام می‌دهند نیز باید آموزش داده شوند؛ برای مثال، کارکنان دفاتر، راهبران کامپیوتر^۱، راهبران مسئول کنترل ورودیها و خروجیهای سیستم، کارکنان بایگانی، کارکنان چاپ و تولید، و متخصصان طراحی تصاویر نیز به آموزش نیاز دارند. که برنامه آموزشی آنها باید به طور رسمی و در مدت زمان طولانی تری اجرا شود (اسکات، ۱۹۸۶، ص ۴۵۰).

قطع و نصب

هنگامی که جزئی از سیستم جدید جایگزین قسمتی از سیستم قدیمی شود (یا کل سیستم جدید جایگزین سیستم قدیمی گردد)، اصطلاحاً گفته می‌شود که سیستم قطع و نصب شده است. این مرحله معمولاً به انتقال فیزیکی مقدار زیادی از پرونده‌ها، تغییر وضعیت جا و مکان و تجهیزات دفاتر، و جابجایی مراکز کار و محل استقرار افراد می‌انجامد (موردیک و راس، ۱۹۸۳، ص ۳۰۱-۳۰۲).

علی‌رغم آزمایش سیستم و اجزای آن، هنوز احتمال دارد که نارساییها و نقایصی در سیستم موجود باشد. یکی از علل عمده ایجاد این نارساییها، کافی نبودن میزان آموزش نیروهای عملیاتی است؛ زیرا این افراد به طور ناگهانی با وضعیت، تجهیزات، و رویه‌ها و همکاران جدیدی مواجه می‌شوند. اگر آموزش آنها سطحی باشد، موجب ابهام در فراگیری می‌گردد. یکی از راههای جلوگیری از اضطراب و نگرانی کارکنان آن است که در اولین روز استقرار سیستم جدید، با ارائه رهنمودهای حضوری فوق‌العاده، توسط طراحان سیستم، به آنها کمک شود.

فراگردهای رفع عیب، قطع و نصب، و انتقال به سیستم جدید ممکن است برای ماهها ادامه یابند. احتمال دارد که برخی از برنامه‌ها اصلاح شوند. همچنین احتمال دارد برای افزایش کارایی عملیات، در برخی از کاربرگها تجدیدنظر شود. گاهی نیز ممکن است که برخی از کارکنان، متقاضی انتقال برای تصدی مشاغل دیگری در داخل سیستم جدید باشند (دیویس و اولسون، ۱۹۸۵، ص ۵۷۰).

ارزیابی سیستم و اطمینان از کیفیت آن

به منظور حفظ کیفیت عملکرد سیستم، باید تدابیری برای کنترل آن اتخاذ شود. برنامه‌نویسان، هنگام آزمایش سیستم، مراحل را برای اطمینان از بی‌عیب بودن نرم‌افزارها و محتوای سیستم در نظر می‌گیرند. در واقع، حصول اطمینان از کیفیت سیستم حائز اهمیت فراوانی است و در همه مراحل چرخه حیات طراحی سیستم بر آن تأکید می‌شود؛ با این هدف که حتی‌المقدور همه برنامه‌ها عاری از خطا و قابل اطمینان باشند. طراحان سیستم، معمولاً کیفیت آن را با توجه به میزان بازدهی اقتصادی آن در نظر می‌گیرند. معمولاً کیفیت نرم‌افزارها، با توجه به ظرفیت آنها، از حیث موارد ذیل ارزیابی می‌شود:

۱. نحوه کنترل فراگرد دسترسی به برنامه. میزان کنترل مورد نیاز و محدودیتهای ضروری در مسیر دسترسی کاربران مختلف به سیستم؛
۲. صحت. میزان توان سیستم در امر اصلاح ورودیها، محاسبات، و خروجیها؛ این امر موکول به تعیین میزان قابلیت اعتماد مورد نیاز در سیستم است؛ یعنی ابتدا باید مشخص شود که چقدر باید برای تطبیق با استانداردها، دقت کرد؛
۳. قابلیت توسعه سیستم. قابلیت شناسایی نیازهای جدید و ارزیابی امکان توسعه سیستم برای رفع نیازهای مذکور؛
۴. قابلیت نگهداری سیستم. توان شناسایی خطاهای برنامه و اصلاح آنها، و میزان سولوی بودن و سادگی برنامه؛
۵. قابلیت حمل و کاربرد مجدد. قابلیت استفاده از یک برنامه روی سخت‌افزارهای گوناگون؛

۶. قابلیت اعتماد. میزان دقت عملکرد یک سیستم با توجه به استانداردها. چرخه حیات ایجاد سیستم باید به گونه‌ای تنظیم شود که همواره بتوان وضعیت عناصر سیستم را ارزیابی و پی‌گیری کرد؛ برای مثال، برای اطمینان از کیفیت یک «نرم‌افزار»، باید بتوان آن را به طور کلی ارزیابی کرد تا معلوم شود که تا چه حد می‌تواند نیازهای نرم‌افزاری سیستم را برآورده سازد.

بنابراین، پس از استقرار باید از کیفیت عملکرد سیستم (از حیث قابل اعتماد بودن برنامه، راههای بهبود و رفع معایب سیستم، و قابلیت تطبیق آن با استانداردها)، اطمینان حاصل شود (اسمولنسکی، ۱۹۸۱، ص ۹۱-۹۵).

کنترل و نگهداری سیستم

مسئولیت کنترل و نگهداری سیستم برعهده مدیران صفی است. عملکرد سیستم باید به گونه‌ای باشد که برای آن طراحی شده است. گاهی برخی از راهبران سیستم، خودشان رویه‌های ویژه‌ای را ابداع می‌کنند یا در مسیر رویه‌های طراحی شده، از راههای میانبر استفاده می‌کنند. همچنین گاهی برخی از افراد خوش نیت با هدف بهبود سیستم، به ایجاد مجموعه‌ای از تغییرات غیرمجاز، مبادرت می‌کنند. این اعمال، وحدت رویه را تحت الشعاع خود قرار می‌دهند؛ لذا باید از همه آنها جلوگیری شود.

نگهداری، ارتباط نزدیکی با کنترل دارد و مشتمل بر فعالیتهای مستمری است که سیستم را در بالاترین سطح کارآیی و اثربخشی حفظ می‌کنند. در واقع، نگهداری سیستم به کاهش خطاهای ناشی از طراحی می‌انجامد و موجب تطبیق سیستم با تغییرات محیطی، و بهبود خدمات و بهبود محیط کار آن می‌شود. فعالیتهای مربوط به نگهداری را می‌توان به ترتیب ذیل دسته‌بندی کرد:

۱. تعمیرات فوری؛

۲. تعمیرات جاری؛

۳. رسیدگی به تقاضاهای مربوط به گزارشهای خاص (تکی)؛

۴. بهبود سیستم.

سیستم نگهداری ممکن است مشتمل بر خرده سیستمها و فعالیتهای ذیل باشد:

۱. تغییر بیانیه‌های خط‌مشی؛

۲. تغییر گزارشهای دریافتی مدیریت؛

۳. تغییر کاربرگها؛

۴. تغییر سیستمهای عملیاتی؛

۵. تغییر رویه‌ها؛

۶. تغییر سخت‌افزارها یا مختصات آنها؛

۷. افزایش یا تعدیل نرم‌افزارها؛

۸. تأمین نیازهای ایمنی و کنترلی سیستم؛

۹. تأمین ابزار مورد نیاز برای دریافت ورودیها از محیط (اسمیت و ولف، ۱۹۷۴،

ص ۳۱۰).

مورد نهم به تأمل بیشتری نیاز دارد؛ زیرا اگر تغییرات محیطی به دقت پی‌گیری،

شناسایی، و کنترل نشوند، ممکن است جریان مستمری از خطاها را وارد سیستم کنند؛ به همین دلیل، ذکر مطالب ذیل در این مورد، ضروری به نظر می‌رسد.

تغییرات محیطی

برخی از عوامل وقوع تغییر و تحول در محیط عبارتند از:

۱. خط‌مشیها، قوانین، و مقررات دولتی. سازمانها برای بررسی تغییرات گوناگون در زمینه نحوه تنظیم گزارش، قوانین و مقررات، و میزان نیاز به سازگاری با تغییر، از تعدادی کارشناس استفاده می‌کنند تا با ارائه توصیه‌های ضروری، به مدیریت کمک کنند؛ برای مثال، اطلاع از «تغییرات میزان کارمزد و نحوه پرداخت قسط»، برای بانکها ضرورت دارد. همچنین اطلاع از تغییرات قانون کار و بازنشستگی، و روشهای دستیابی به اطلاعات مالی و اقتصادی، برای واحدهای تولیدی ضروری است.

۲. شرایط اقتصادی. تغییر اوضاع اقتصادی، نقش عمده‌ای در تعریف نیازهای «سیستمهای اطلاعاتی مالی» ایفا می‌کند. اگر چنین سیستمی خوب طراحی شود، می‌تواند پاسخگوی نیازهای کاربران متنوعی - اعم از مدیران واحدهای مالی و حسابداری - باشد. اوضاع اقتصادی جامعه، از جنبه‌های گوناگون بر خط‌مشیهای کل سازمان اثر می‌گذارد. بخش عمده‌ای از برنامه یک طراحی خوب، برای ایجاد توان تطبیق با این تحولات تنظیم می‌شود. از آنجا که در هر زمان فقط بخشی از این تغییرات قابل پیش‌بینی است، سیستم باید به طور دائم و متناوب مورد ارزیابی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که «تأثیر تغییر و تحولات محیطی»، تحت کنترل سیستم قرار دارد و سیستم برای تطبیق با این تحولات از قابلیت کافی برخوردار است؛ برای مثال، تغییر میزان بیکاری در سطوح ملی و محلی، به طور مستقیم هزینه نیروی کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است برنامه زمانبندی تکمیل پروژه‌های برنامه‌ریزی شده را تغییر دهد.

۳. صنعت و موقعیتهای رقابتی. تغییر در مقتضیات صنعتی نیز مانند تغییر در شرایط اقتصادی در نظر گرفته می‌شود، ولی سرعت پاسخگویی به متغیرهای صنعتی، ضرورت بیشتری دارد؛ زیرا توسعه یا رکود بازار محصولات یک سازمان، بحدی برای آن اهمیت دارد که اگر در ابراز «واکنش بموقع»، اندکی تأخیر کند، ممکن است کل سازمان با شکست مواجه شود. استراتژیهای رقابتی، خط‌مشیهای قیمت‌گذاری، شیوه‌های استخدام، و روشهای سرمایه‌گذاری بشدت تحت تأثیر تغییرات تجاری

هستند. تحولات فنی در فراگردهای تولید یا طراحی محصولات جدید، ممکن است حتی مبانی تعیین هدفهای سازمان را نیز تحت تأثیر قرار دهند.

۴. تکنولوژی جدید. توسعه و پیشرفت تکنولوژی کامپیوتر، برنامه‌های کاربردی، و فنون مدیریت، چنان سرعتی یافته است که در سالهای اخیر به طور اغراق آمیزی اظهار می‌شود که امکان طراحی یک سیستم اطلاعاتی جامع، همواره در حد یک افسانه خواهد ماند. طراحی و ابداع سیستمهای انتقال دهنده اطلاعات، سیستمهای متعامل قابل اتصال به ویدئو، مخازن عظیم ذخیره سازی اطلاعات، و کامپیوترهای فوق العاده سریع، مدیران نسلهای گذشته را مبهوت ساخته است. این تکنولوژی جدید، معمولاً به وسیله انبوه فارغ التحصیلان حسابداری و مدیریت به کار گرفته می‌شود. بعلاوه، رشد سریع شرکتهای «کامپیوتری - نرم افزاری»، همواره نقش عمده‌ای در پیشرفت و توسعه سیستمها ایفا می‌کند. در واقع، اهمیت تغییرات در حوزه تکنولوژی بحدی است که نگهداری، اصلاح، و تعدیل مستمر سیستم را ایجاب می‌کند (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۳۱۳-۳۱۴).

محدودیتهای نگهداری سیستم

وجود محدودیتهای ذیل، ممکن است نگهداری سیستم را با مشکل مواجه کند:

۱. فقدان برنامه برای نگهداری سیستم؛
۲. فقدان منابع قابل تخصیص به نگهداری سیستم؛
۳. بی اطلاعی، عدم علاقه، و عدم تعهد مدیران به نگهداری سیستم؛
۴. ناآشنایی و همکاری نکردن کاربران؛
۵. فقدان مستندات کافی درباره سیستم؛
۶. کمبود نیروی انسانی کیفی.

نیازی به توضیح درباره این محدودیتها نیست. تأمل بر این نکته کافی است که «با اجرا شدن یک پروژه طراحی و استقرار سیستم، نباید آن را پایان یافته تلقی کرد»؛ زیرا مرحله حائز اهمیتی باقی می‌ماند که تلاش فوق العاده‌ای را می‌طلبد و هزینه قابل توجهی را به سیستم تحمیل می‌کند. این مرحله با عنوان «نگهداری سیستم»، تضمین کننده اثربخشی مستمر و حفظ ویژگیهای مفید سیستم است (سن، ۱۹۹۰، ص ۸۰۸).

مسئولیت نگهداری سیستم

مسئولیت نگهداری سیستم باید به عهده یک سرپرست گذارده شود و گروهی از

تحلیلگران، برنامه‌نویسان، و کارشناسان سیستم، تحت نظری به این مهم پردازند. اگر مسئولیت نگهداری سیستم، میان تحلیلگران، کارشناسان کامپیوتر، و تهیه‌کنندگان کاربرگها پراکنده شود، و واحدی نیز برای ایجاد هماهنگی میان فعالیتهای نگهداری در نظر گرفته نشود، مسائل نگهداری برهم انباشته خواهند شد. بسیاری از افراد، عمده فعالیتهای نگهداری سیستم را معطوف بر نگهداری برنامه‌های کامپیوتری می‌دانند؛ در حالی که ممکن است مهمترین فعالیتهای نگهداری، قبل از نگهداری برنامه‌های کامپیوتری انجام پذیرند.

فعالیت نگهداری ممکن است با دریافت گزارشهایی مبنی بر بروز خطا، تغییر نیازهای کاربران، یا پیشنهاد یکی از اعضای گروه («طراحان و مدیران») آغاز شود. معمولاً ابتدا کاربرگهای ویژه دریافت گزارش خطا یا تقاضای تغییر، پر می‌شوند. استفاده از کاربرگهایی که جزئیات تفصیلی خطاها یا تغییرات احتمالی در آنها معین شده‌اند، مانعی در مسیر دریافت اطلاعات محسوب می‌شود؛ بنابراین، استفاده از کاربرگهای ساده‌ای که به طور کلی تنظیم می‌گردند و اصلاحات یا تغییرات پیشنهادی، بدون محدودیت در آنها ذکر می‌شوند، مفیدتر است و تحلیلگران واحد نگهداری می‌توانند مستندات تفصیلی تر مورد نیاز خود را پس از انجام مصاحبه، به آنها بیفزایند.

برنامه‌ریزی نگهداری

نگهداری سیستم را نباید به صورت غیررسمی و تصادفی، یا بر مبنای زمان ارائه گزارشها انجام داد. یک برنامه خوب برای نگهداری سیستم، باید چهارگام داشته باشد:

۱. همه تقاضاهای تغییر را ثبت کند؛ فقط تقاضاهای کتبی پذیرفته می‌شوند؛
۲. همه تقاضاها را اولویت‌بندی کند؛ این اولویتها بر مبنای «فوریت»، «مزایای بلند مدت»، «زمان و منابع مورد نیاز»، و «ملاحظات و نظرهای مدیریت»، تنظیم می‌شوند؛

۳. برنامه‌های سالانه و برنامه‌های کوتاه مدت ماهانه را تنظیم کند؛

۴. تعمیرات انجام شده را برحسب زمان انجام ثبت کند؛ پس از پایان یافتن هر پروژه، دفتر راهنمای طراحی سیستم اصلاح می‌شود (موردیک و دیگران، ۱۹۹۱، ص ۳۱۵-۳۱۶).

در خاتمه باید یادآوری کرد که بسیاری از طراحان سیستم معتقدند که طراحی و

استقرار سیستم، فراگردی مستمر و تکاملی است و طراحی مجدد کل یک سیستم، در زمان استمرار فعالیت سیستم قدیم، علی‌رغم مشکلات نصب آن، مزایای فراوانی دارد.

واژه‌ها و مفاهیم مهم فصل دوازدهم

استقرار	رابطه کارها (تقدم و تأخر کارها)
ارزیابی	جدول زمانبندی کار
نگهداری	گزارش‌گیری
کنترل	طراحی جا و مکان
آزمایش	سازماندهی نیروی انسانی
قطع و نصب	رویه‌های استقرار
کار همزمان	طراحی کاربرگها
تعیین کارهای استقرار	مستندسازی

پرسشهای فصل دوازدهم

۱. روشهای اصلی استقرار سیستم را به اختصار شرح دهید.
۲. هزینه مرحله استقرار را با هزینه سایر مراحل چرخه حیات ایجاد سیستم مقایسه کنید (با رسم نمودار).
۳. مراحل اصلی استقرار سیستم را بیان کنید.
۴. چرا باید برنامه‌ریزی استقرار را در چهارچوب عملیات استقرار انجام داد؟
۵. کارهای عمده‌ای را که انجام آنها برای استقرار سیستم ضرورت دارد ذکر کنید.
۶. چه ابزارهایی برای نشان دادن رابطه میان کارهای استقرار، به کار می‌روند؟
۷. هدف از طراحی سیستم کنترل چیست؟
۸. چرا برنامه‌ریزی و تخصیص جا و مکان فوریت دارد؟
۹. بهترین فرد برای مدیریت پروژه استقرار سیستم، کیست؟
۱۰. چرا باید برنامه‌ریزی استقرار را دقیقاً قبل از مرحله استقرار انجام داد؟ به نظر شما، مدت زمان لازم برای استقرار یک سیستم، چگونه باید برآورد شود؟
۱۱. مختصات هر آزمایش شامل چه مواردی می‌شود؟ توضیح دهید.
۱۲. چرا تدوین دقیق رویه‌های استقرار سیستم، ضرورت دارد؟

۱۳. انواع آزمایشهای ضروری برای ارزیابی یک سیستم را نام ببرید.
۱۴. رویه‌های آزمایش باید معین‌کننده چه مواردی باشند؟
۱۵. برنامه آزمایش باید مشخص‌کننده چه مواردی باشد؟
۱۶. منظور از آزمایش برنامه چیست؟ این آزمایش چگونه انجام می‌شود؟ توضیح دهید.
۱۷. منظور از آزمایش سیستم چیست؟ این آزمایش چگونه انجام می‌شود و چه چیزی را کنترل می‌کند؟ در جریان آزمایش سیستم باید به چه پرسشهایی پاسخ داده شود؟
۱۸. آزمایش پذیرش کاربران توسط چه کسانی انجام می‌شود؟ در جریان این آزمایش چه پرسشهایی مطرح می‌شوند؟
۱۹. هدف از آموزش نیروی انسانی عملیاتی چیست؟ این آموزش چگونه انجام می‌شود؟
۲۰. چرا سرپرستان سطح اول آموزش داده می‌شوند؟ این افراد به چه نوع اطلاعاتی علاقه دارند؟
۲۱. منظور از قطع و نصب سیستم چیست؟ این فراگرد در چه زمانی پایان می‌یابد؟ چه مشکلاتی در این مرحله ایجاد می‌شود؟ اتخاذ چه تدابیری برای رفع این مشکلات توصیه می‌شود؟
۲۲. ارزیابی سیستم و حصول اطمینان از کیفیت آن، در چه مراحل از چرخه حیات ایجاد سیستم صورت می‌پذیرد؟
۲۳. کنترل کیفیت عملکرد سیستم با توجه به چه جنبه‌هایی انجام می‌شود؟
۲۴. مسئولیت کنترل و نگهداری سیستم به عهده چه کسانی است؟
۲۵. مفاهیم «نگهداری» و «کنترل» سیستم، چه ارتباطی با هم دارند؟
۲۶. انواع فعالیتهایی را که در قالب فراگرد نگهداری سیستم انجام می‌شوند، ذکر کنید.
۲۷. عوامل وقوع تغییر و تحول در محیط را شرح دهید.
۲۸. محدودیتهای نگهداری سیستم را بنویسید.
۲۹. تبلور اصل وحدت فرماندهی در فراگرد نگهداری سیستم، چگونه است؟
۳۰. فعالیتهای نگهداری سیستم چگونه آغاز می‌شوند؟
۳۱. برنامه نگهداری سیستم باید مشتمل بر چه گامهایی باشد؟

منابع فارسی

رضائیان، علی؛ اصول مدیریت؛ تهران: سمت، ۱۳۶۹.
رضائیان، علی؛ «طراحی برنامه نظام یافته»، دانش مدیریت؛ دانشکده علوم اداری و مدیریت
بازرگانی دانشگاه تهران، شماره «۲۷ و ۲۸»، و «۲۹ و ۳۰»، ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴.
لطیفی، محمدحسین؛ «جهت‌گیریهای عمده و استراتژیک آینده در ساختار آموزش و پرورش»،
دانش مدیریت، دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران، شماره ۱۱، ۱۳۶۹.

منابع انگلیسی

Ackoff, R. L. & F.E. Emery; *On Purposeful Systems*; Chicago: Aldine-Athertone, 1972.
Ackoff, R. L.; "Toward a Behavioral Theory of Communication", In *Management Science*; Vol. 4, 1957-1958.
Ackoff, R. L.; "Toward a System of Systems Concepts", *Management Science*; Vol. 17, No. 11, July 1971.
Aguilar, F. J.; *Scanning the Business Environment*; New York: MacMillan Publishing Co., 1967.
Ahituv, Niv & Seev Neumann; *Principles of Information Systems for Management*; 3rd edition, USA: Wm C. Brown Publishers, 1990.
Aktas, A. Ziya; *Structured Analysis & Design of Information Systems*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1987.
Alter, Steven; *Information Systems: A Management Perspective*; New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1992.
Amstutz, A. E.; *Computer Simulation of Competitive Market Response*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1987.
Appleton, Daniel S.; "Information Asset Management", *Datamation*; Vol. 32, No. 3, Feb., 1, 1986.
Ashby, Ross W. *An Introduction to Cybernetics*; London: Chapman & Hall, 1960.
Ashby, Ross W.; *An Introduction to Cybernetics*; London: University Paperbacks, 1965.
Ashby, W. Ross; "An Introduction to Cybernetics", *Science Edition*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1963.
Ashby, W. Ross; *Design for a Brain*; London: Scientific Paperback, Chapman & Hall Ltd., 1954.

- Awad, Elias M.; *Management Information Systems: Concepts, Structure, and Applications*; Menlo Park, California: The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc., 1988.
- Barish, Norman N.; *Systems Analysis for Effective Administration*; New York: Funk & Wagnalls Co., 1981.
- Bateson, Gregory; *Steps to an Ecology of Mind*; San Francisco: Chandler, 1972.
- Bedford, Norton M. & Mohamed Onsi; Measuring the Value of Information: An Information Theory Approach", *Management Services*; January-February 1960.
- Beer, Stafford; "Cybernetics and Management", *Science Edition*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1964.
- Beer, Stafford; *Decision and Control*; London: John Wiley & Sons Inc., 1966.
- Beer, Stafford; "Management Science: The Business Use of Operations Research", *Doubleday Science Series*; Garden City, New York: Doubleday & Co., 1968.
- Bertalanffy, Ludwig von; "An Outline of General System Theory", *Brit. J. Philos. Sci*; Vol. 1.
- Bertalanffy, Ludwig von; *General Systems Theory*; New York: George Braziller, 1968.
- Blanchard, Benjamin S. & Wolter J. Fabrycky; *Systems Engineering and Analysis*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1990.
- Blauberg, I. V., V. N. Sadorsky, E. G. Yudin; *Systems Theory: Philosophical and Methodological Problems*; Moscow: Progress Publishers, 1977.
- Blumental, Sherman C.; *Management Information Systems: A Framework for Planning and Development*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1969.
- Boulding, Kenneth; "General Systems Theory: The Skeleton of Science", In Peter P. Schoderbek (Ed.), *Management Systems*; 2nd edition, New York: John Wiley & Sons Inc., 1971.
- Brown, David B. & Jeffrey A. Herbanek; *Systems Analysis for Applications Software Design*; Oakland, California: Holden-Day, 1984.
- Buckley, Walter; *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*; 1968.
- Buckley, Walter; *Sociology and Modern Systems Theory*; Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall Inc., 1967; and *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*; Chicago, IU: Aldine Publishing Co., 1968.
- Bullen, C. V. & J. F. Rockart; "A Primer on Critical Success Factors", *Center for Information Systems Research Working Paper*; No. 69, Cambridge, Mass: Sloan School of Management, MIT, June 1981.
- Cherry, E. Colin; *On Human Communication*; New York: Science Editions, 1961.
- Cherry, E. Colin; "The Communication of Information", *American Scientist*; 1952.
- Chin, Robert; "The Utility of System Models and Developmental Models for Practitioners",

- In Warren G. Bennis, et al., *The Planning of Change*; New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1961.
- Churchman, West; C. *The Systems Approach*; New York: Delacorte Press, 1968.
- Churchman, West C., R. C. Ackoff, & E. L. Arnoff; *An Introduction to Operations Research*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1957.
- Cleland, David I. & William R. King; *Systems Analysis and Project Management*; 2nd edition, New York: McGraw-Hill Book Co., 1968.
- Committee Report, A.I.I.E.; "Proposed Symbols and Terms for Feedback Control Systems", *Electrical Engineering*; Vol. 70, 1951.
- Condon, Robert J.; *Data Processing Systems Analysis & Design*; Virginia: Reston Publishing Co., 1975.
- Curtis, Graham; *Business Information Systems: Analysis, Design, and Practice*; Menlo Park, California: Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
- Curtis, Graham; *Business Information Systems: Analysis, Design, and Practice*; New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
- Cyert, R. W. & G. March; *The Behavioral Theory of the Firm*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1964.
- Daniels, Alan & Donald Yeates; *Systems Analysis Editors*; CEA, Science Research Associates, Inc., 1971.
- Davis, Gordon B. & Margaret H. Olson; *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development*; 2nd edition, New York: McGraw-Hill Book Co., 1984.
- Davis, Gordon B. & Margaret H. Olson; *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development*; 2nd edition, New York: McGraw-Hill Book Co., 1985.
- DeMarco, Tom; *Structured Analysis and System Specification*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1978.
- Deutsch, Karl W.; *The Nerves of Government*; New York: The Free Press, 1966.
- Dijkstra, Edward O. Dahl & Charles Hoare; *Structured Programming*; New York: Yourdon Press, 1978.
- Eliason, Alan L.; *Systems Development: Analysis, Design, and Implementation*; Boston: Little, Brown and Co., 1987.
- Emery, F. E. & E. I. Trist; "The Causal Texture of Organizational Environments", *Human Relation*; Vol. 18, 1965.
- Emery, F. E. (Ed.); *Systems Thinking*; Great Britain: Richard Clay Ltd., 1969.
- Emshoff, James R. & Roger L. Sisson; *Design and Use of Computer Simulation Models*; New York: MacMillan Publishing Co. Inc., 1990.

- Ernest, Nagel; "Teleological Explanations and Teleological Systems", *Readings in the Philosophy of Science*; New York: Appleton-Century-Crofts Inc., 1953.
- FitzGerald, Jerry & Andra FitzGerald; *Fundamentals of Systems Analysis: Using Structured Analysis and Design Techniques*; 3rd edition, New York: John Wiley & Sons Inc, 1981.
- FitzGerald, Jerry & Andra FitzGerald; *Fundamentals of Systems Analysis: Using Structured Analysis and Design Techniques*; 4th edition, New York: John Wiley & Sons Inc., 1987.
- Forrester, J. W.; *Industrial Dynamics*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1961.
- Forrester, Jay W.; *Principles of Systems*; 2nd edition, Cambridge, Mass: MIT Press, 1982.
- Friend, David; "Graphics for Managers: The Distributed Approach", *Datamation*; July 1982.
- Fuller, R. Buckminster; *Operating Manual for Spaceship Earth*; New York: Pocket Books, 1977.
- Gane, Chris & Trish Sarson; *Structured Systems Analysis: Tools and Techniques*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1979.
- Gane, Chris & Trish Sarson; *Structured System Analysis: Tools and Techniques*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1982.
- Gigch, J. P. van; *Applied General Systems Theory*; New York: Harper & Row Publishers, 1974.
- Glueck, W. F.; *Management*; Illinois: Dryden Press, 1977.
- Grayson, J. C.; *The Decisions Under Uncertainty: Drilling Decisions by Oil and Gas Operations*; Cambridge, Mass: Harvard Business School, Division of Research, 1960.
- Grimsberg, Michael J.; "Steps Toward More Effective Implementation of MS and MIS", *Interfaces*; May 1978.
- Hall, A. D. & R. E. Fagen; "Definition of System", *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*; Chicago, Ill: Aldine Publishing Co., 1968.
- Harpool, Jack O., Richard T. Culp, & Roberta J. Galehouse; *Systems Analysis and Design Projects*; St. Louis, Mo: Times Mirror/Mosby College Publishing Co., 1987.
- Jordan, Eleanor W. & Jeffrey J. Machesky; *Systems Development: Requirements, Evaluation, Design, and Implementation*; Boston, Mass: PWS-KENT Publishing Co., 1990.
- Karger, Delmar W. & Robert G. Murdick; *Managing Engineering and Research*; 2nd edition, New York: The Industrial Press, 1969.
- Katz, D. & R. L. Kahn; *The Social Psychology of Organizations*; 2nd edition, New York: John Wiley & Sons Inc., 1978.

- Koestler, A.; *The Ghost in the Machine*; New York: MacMillan Publishing Co., 1967.
- Kuhn, Alfred; *The Study of Sociology: A Unified Approach*; Homewood, Ill: Dorsey Press, 1963.
- Licker, Paul S.; *Fundamentals of Systems Analysis: With Application Design*; Boston: Boyd & Fraser Publishing Co., 1987.
- Litterer, Joseph A.; *Organization: Systems, Control, and Adaptation*; Vol. 2, 2nd edition, New York: John Wiley & Sons Inc., 1969.
- MacKay, D.; "The Mechanization of Normative Behavior", In *Communication: Theory and Research, Proceedings of the First International Symposium*; Lee Thayer (Ed.), Springfield, Ill: Charles C. Thomas Publishers, 1967.
- MacKay, D.; "Towards an Information-Flow Model of Human Behavior", in W. Buckley (Ed.), *Modern Systems Research for Behavioral Scientists*; Chicago: Aldine Publishing Co., 1968.
- March, J. & H. A. Simon; *Organizations*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1958.
- Marschak, J.; "Towards an Economic Theory of Organization and Information" in R. M. Thrall et al. (Eds.), *Decision Processes*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1954.
- Martin, E. W.; "Critical Success Factors of Chief MIS/DP Executives", *MIS Quarterly*; June 1982.
- McDonaugh, A. M.; *Information Economics and Management Systems*; New York: McGraw-Hill Book Co., 1963.
- Meadows, Dennis et al.; *The Limits to Growth*; New York: Universe Books, 1971.
- Mee, John F. (Ed.); *Personnel Handbook*; New York: Ronald Press Co., 1951.
- Mesarovic, Mihajlo D.; "General Systems Theory and Its Mathematical Formulation", *IEFF*; Boston; Mass: October 1967.
- Minium, Dennis; *A Guide to Information Engineering Using the IEE TM: Computer-Aided Planning, Analysis, and Design*; 2nd edition, Plano TX: Texas Instruments, 1989.
- Murdick, Robert G., Joel E. Ross, & James R. Clagette; *Information Systems for Modern Management*; 3rd edition, New Delhi: Prentice-Hall of India, 1991.
- Murdick, Robert G. & Joel E. Ross; *Information Systems for Modern Management*; 2nd edition, New Delhi: Prentice-Hall of India, 1983.
- Murdick, Robert G. & John C. Munson; *Management Information Concepts & Design*; 2nd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1980.
- Murdick, Robert G. & John C. Munson; *Management Information Concepts & Design*; 2nd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1980 & Starling, Grover; *The Changing Environment of Business*; Boston: Kent Publishing Co., 1980.
- Nicholas, John M.; *Managing Business and Engineering Process*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1992.

- Nicholas, John M.; *Managing Business and Engineering Projects: Concepts and Implementation*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1990.
- O'Brien, James A.; *Information Systems in Business Management*; 5th edition, Homewood, Ill: IRWIN, 1988.
- O'Leary, T.J. & Brian K. Williams; *Computers and Information Systems*; 2nd edition, New York: The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc., 1989.
- Orlicky, Joseph; *The Successful Computer System*; New York: McGraw-Hill Book Co., 1969.
- Orr, Ken; *Structured Requirements Definition*; Topeka, Kan: Ken Orr and Associates, 1981.
- Penrose, E. T.; *The Theory of Growth of the Firm*; New York: John Wiley & Sons Inc., 1959.
- Porter, Arthur; *Cybernetics Simplified*; New York: Barnes and Noble, 1970.
- Raisbeck, Gordon; *Information Theory: An Introduction for Scientists and Engineers*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1965.
- Rapoport, A.; "Modern System Theory: An Outlook for Coping With Change", *General Systems*; Vol. 15, 1970.
- Rapoport, A.; "The Promise and Pitfalls of Information Theory", *Behavioral Science*; Vol. 1, 1965.
- Robbins, Stephen P.; *Organization Theory: Structure, Design, and Applications*; 2nd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1987.
- Roberts, Edward B.; "Industrial Dynamics and the Design of Management Control Systems", In *Management Systems*; 2nd edition, Peter P. Schoderbek (Ed.), New York: John Wiley & Sons Inc., 1971.
- Rockart, John F.; "Chief Executives Define Their Own Data Needs", *Harvard Business Review*; Vol. 1, No. 2, March-April 1979.
- Rosenblueth, A. & N. Wiener; "Purposeful and Non-Purposeful Behavior", In Walter Buckley, *Modern Systems Research*.
- Rosen, R.; "Biological Systems as Organizational Paradigm", *Int. J. General Systems*: Vol. 1, 1974.
- Ruesch, Jurgen; "Technology and Social Communication", in Lee Thayer (Ed.), *Communication: Theory and Research*; Springfield, Ill: Charles C. Thomas Publishers, 1967.
- Schoderbek, Peter P. & Others; *Management Systems: Conceptual Considerations*; Texas: Business Publications Inc., 1975.
- Schoderbek, Peter P. & Others; *Management Systems: Conceptual Considerations*; Dallas, Texas: Business Publications Inc., 1977.

- Schouten, F.; "Business Synergism: When $1 + 1 > 2$ ", *Innovation*; No. 31, May 1972.
- Schouten, F.; "Ignorance, Knowledge, and Information", In *Information Theory*; New York: Academic Press Inc., 1956.
- Scott, George M.; *Principles of Management Information Systems*; New York: McGraw-Hill Book Co., 1986.
- Seiler, John A.; *Systems Analysis in Organizational Behavior*; Homewood, Ill: IRWIN Inc., 1987.
- Senn, James A.; *Information Systems in Management*; 4th edition, 1990.
- Shank, Michael E., Andrew C. Boynton, & Robert W. Zmud; "Critical Success Factor Analysis as a Methodology for MIS Planning", *MIS Quarterly*; June 1985.
- Shannon, Claude E. & Warren Weaver; *A Mathematical Theory of Communication*; Urbana, Ill: University of Illinois Press, 1949.
- Simon, H. A.; *The Sciences of the Artificial*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1969.
- Smith, Jr., William A., & Alan M. Wolf; *Guide for Evaluation of Information Systems*; Atlanta: American Institute of Industrial Engineers, 1974.
- Smolenski, Robert J.; "Test Plan Development", *Journal of Systems Management*; February 1981.
- Sprague, Jr., Ralph H. & Barbara C. McNurlin; *Information Systems Management in Practice*; USA: Prentice-Hall Inc., 1986.
- Thayer, L.; *Communication and Communication Systems*; Homewood, Ill; Richard D. Irwin Inc., 1968.
- Thompson, J. D. & Frederick L. Bates; "Technology, Organization, and Administration", *Administrative Science Quarterly*; December 1957.
- Urwick, Lyndall F.; *Scientific Principles and Organization*; New York: American Management Association, 1938.
- Wetherbe, James; *Systems Analysis and Design: Traditional, Structured, and Advanced Concepts and Techniques*; 2nd edition, St. Paul, Minn: West, 1984.
- Wiener, N.; *Cybernetics*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1961.
- Wiener, N.; *Cybernetics*; Cambridge, Mass: MIT Press, 1967.
- Whitten, Jeffrey L., Lennie D. Bentley, & Victor M. Barlow; *Systems Analysis and Design Methods*; 2nd edition, Homewood, Ill; Richard D. IRWIN Inc., 1990.
- Yourdon, Edward; *Modern Structured Analysis*; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1989.
- Zemach, R.; "A State Space Model for Resource Allocation in Higher Education", *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*; Vol. SSC-4, No. 2, July 1968.