

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



موسسه آموزش عالی انرژی

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

مهندسی شیمی - بهداشت. ایمنی. محیط زیست (HSE)

عنوان:

**ساخت و طراحی میچ بند حیات برای بالا بردن سطح سلامت و
ایمنی کارگران در فضای محصور**

استاد راهنما:

۱. دکتر یوسف یاسی

۲. دکتر طاهر طاهریان

استاد مشاور:

دکتر مصطفی عادل زاده

نگارش:

معین مافی غلامی

خرداد ۱۳۹۶

معاونت پژوهش و فن آوری

به نام خدا

مشور اخلاق پژوهش

بیاری از خداوند بجان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و بهاره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظریه ایست جایگاه دانشگاه در عملی فرهنگ و تمدن بشری، مادیان و اعضا نیست علمی و اصدای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

- ۱- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت.
- ۲- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهشگران (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.
- ۳- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه بکاران پژوهش.
- ۴- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.
- ۵- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.
- ۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.
- ۷- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب تقد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی.
- ۸- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به بکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.
- ۹- اصل برانست: التزام به برانست جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلائند

تشکر و قدردانی

سپاس بیکران خدای را که توان نوشتن از اوست تا به انجام برسانم هر آنچه را که به یادش آغاز کردم. حمد و ثنا دانای مطلق را که چراغ معرفت در عالم افروخت و توفیق دانش اندوزی و گام نهادن در گذرگاه معرفت را به من ارزانی داشت و سپاس آنان را که روشنایی ردای علمشان نردبان ناجی نادانی است، آنان که معلم میثاق مهرند و شکوفاگر شاخه شباب اندیشه.

از اساتید گرامی و بزرگوایم جناب آقای دکتر یوسف یاسی و جناب آقای دکتر طاهر طاهریان که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نموده اند، نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از جناب آقای دکتر مصطفی عادل زاده به عنوان مشاور که با راهنمایی های خود مرا مورد لطف خود قرار داده اند کمال تشکر را دارم.

همچنین از خانواده ی عزیزم که در این مسیر مشوق من بوده اند، کمال سپاس را دارم.

تقدیم به

به روح مادر مهربانم ،

که سایه حضورش را، در نبودش احساس می‌کنم،

پدرم،

بوسه می‌زنم بر دستان پر مهرش،

که عشق را با واژه ناب ایثار معنا کرد،

آنکه کوشید تا بیاسایم

رنج کشید تا بیارامم

صبر و بردباری‌اش تکیه‌گاهم

وجود و ایمانش افتخارم

و تداوم سایه‌اش آرزویم است

پشتوانه‌هایم، برادرانم

و همراه همیشگی‌ام خواهرم

چکیده

همه ساله در جهان ده ها میلیون کارگر قربانی حوادثی می شوند که منجر به کشته شدن و یا از کار افتادگی تعداد کثیری از آن ها می شود. ایمنی در این بخش موضوعی است که بدلیل داشتن خطرات زیاد از جمله تراکم گازهای قابل انفجار یا خفگی افراد مشغول بکار در این فضاها، بسیار توجه مسئولین بخش های مربوطه را به خود معطوف نموده است، از آنجایی که در حین کار در فضاها، بسته اطلاعاتی در خصوص وضعیت دقیق سلامتی، از قبیل ضعف جسمانی و مسمومیت شخص حاضر و همچنین اطلاعاتی از غلظت هوا و سایر گازها در این محیط ها، به اندازه کافی در دسترس نمی باشد ارائه راهنمایی به منظور انتخاب تجهیزات حفاظت فردی مناسب با توجه به نوع، محل و شرایط محیطی به منظور کاهش اثرات عوامل زیان آور و خطرات موجود در محیط کار، و نیز راحتی افراد و ایجاد نظم و انضباط در تأسیسات، می توان از خطرات احتمالی بسیاری پیش گیری نمود و به محض ایجاد خطر برای شخص حاضر در محیط بسته و به مخاطره افتادن سلامت وی، با وجود دستگاهی که سلامت شخص را گزارش می نماید از بروز خطرات بعدی جلوگیری نمود و به محض بروز خطر برای شخص کارگر، جان او را نجات داد. در این پروژه دستگاهی طراحی گردیده و ساخته شده است که شرایط گازهای خطرناک و همچنین وضعیت سلامت شخص حاضر در محیط بسته را در ضمن کارکردن شخص در این محیط به بخش ایمنی اطلاع رسانی می نماید و ضریب ایمنی کار در اینگونه فضا ها را بسیار افزایش می دهد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- تعریف مساله	۳
۱-۲-۱- خطرات بالقوه در فضاهای محصور	۴
۳-۱- ضرورت تحقیق	۵
۴-۱- روش ها	۶
۵-۱- اهداف	۶
۷-۱- دستاوردها	۸
۸-۱- جنبه های نوآورانه	۹
فصل دوم: فرضیه	۱۰
۱-۲- مشاهدات اولیه	۱۱
۱-۱-۲- خطرات پیرامون فضای بسته	۱۱
۲-۱-۲- اقدامات قبل از ورود به فضای بسته	۱۱
۱-۲-۱-۲- رویه های کنترل ورود و خروج	۱۲
۲-۲-۱-۲- الزامات تهویه	۱۲
۳-۲-۱-۲- الزامات روشنایی	۱۳
۴-۲-۱-۲- الزامات پایش جوی	۱۳
۵-۲-۱-۲- الزامات ایمنی تاسیسات برقی	۱۳
فصل سوم: پیشینه پژوهش	۱۵
۱-۳- دستگاه های جدید برای اندازه گیری اکسیژن اشباع خون	۱۶
۲-۳- کمبود اکسیژن	۱۸

۲۰	۳-۲-۱-دستورالعمل برای ورود به محوطه های محصور.....
۲۲	۳-۳-اکسیژن اشباع خون
۲۳	۳-۳-۱-دستگاه پالس اکسی متر
۲۷	۳-۳-۳-تأثیر هموگلوبین در انتقال خون.....
۲۹	۳-۳-۴- نحوه تست سنسورهای پالس اکسی متر
۲۹	۳-۳-۵- نحوه اکسیژن رسانی خودکار
۳۰	۳-۳-۷- الگوریتم کار دستگاه
۳۰	۳-۳-۸- عیب یابی دستگاه پالس اکسی متر.....
۳۲	۳-۳-۹- اشکالات دستگاه پالس اکسیمتر و اهمیت عملکرد صحیح آن.....
۳۳	۳-۴-۱- نبض
۳۶	۳-۴-۱-۱-روش اندازه گیری ضربان قلب
۳۷	۳-۴-۳- تندی ضربان قلب
۳۸	۳-۴-۴- ضربان نامنظم قلب
۳۹	۳-۴-۵- محل مناسب گرفتن نبض.....
۳۹	۳-۴-۶- علل ضربان نبض غیرطبیعی
۴۲	۳-۴-۹- فشار خون بالا در مقابل ضربان قلب بالا
۴۳	فصل چهارم: مواد و روش ها
۴۴	۴-۱-شرایط فضای بسته
۴۶	۴-۲-انواع سنسور ها و کاربرد آن ها
۵۱	۴-۲-۱- سنسور اکسیژن.....
۵۳	۴-۲-۲-سنسور های گاز سری MQ
۵۶	۴-۲-۳-نحوه عملکرد سنسور گاز
۵۶	۴-۲-۴- اجزاء سنسور گاز

۵۸	..... ۴-۲-۵- مدار تست سنسور گاز
۶۰	..... ۴-۲-۶- کاربرد سنسور گاز
۶۴	..... ۴-۳- قطعه واسطه
۶۵	..... ۴-۴- بخش گیرنده دستی
۶۸	..... ۴-۵- نحوه شروع بکار دستگاه
۷۱	..... ۴-۶- تعیین مکان
۷۴	..... فصل پنجم: جمع بندی
۷۵	..... ۵-۱- جدول شرح فعالیت ها
۷۶	..... ۵-۲- نوآوری تحقیق
۷۷	..... ۵-۳- زمان بندی
۷۸	..... ۵-۴- هزینه ها
۷۹	..... فهرست مراجع

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۷۵	جدول (۱-۵) شرح فعالیت ها
۷۶	جدول (۲-۵) جنبه های نوآوری تحقیق
۷۷	جدول (۳-۵) زمانبندی طرح
۷۸	جدول (۴-۵) هزینه های طرح

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱) ورودی های فضای بسته	۳
شکل (۱-۲) تهویه در فضای بسته	۱۲
شکل (۲-۲) روشنایی در فضای بسته	۱۳
شکل (۳-۲) ایمنی تجهیزات برقی در فضای بسته	۱۴
شکل (۱-۳) دستگاه پالس اکی متر پورتابل	۱۶
شکل (۲-۳) پراب پالس اکسی متر کوچک	۱۷
شکل (۳-۳) پالس اکسی متر بدون سیم و هوشمند	۱۷
شکل (۴-۳) دستگاه تست گاز	۱۹
شکل (۵-۳) میزان استاندارد گازهای CO و H ₂ S در فضای بسته	۱۹
شکل (۶-۳) نحوه عملکرد سنسور پالس اکسی متر با سنسورهای مجاور	۲۵
شکل (۷-۳) تغییرات هموگلوبین براساس تغییرات فشار	۲۸
شکل (۸-۳) محل نصب پراب پالس اکسی متر	۳۱
شکل (۹-۳) محل نصب پراب پالس اکسی متر در نوع پورتابل	۳۲
شکل (۱۰-۳) نحوه صحیح گرفتن نبض با دست	۳۴
شکل (۱-۴) برش مقطعی از سنسور اکسیژن	۵۲
شکل MQ (۲-۴) نمونه ای از سنسور	۵۴
شکل (۳-۴) مدار سنسور MQ	۵۴
شکل (۴-۴) نمایی از ساختار درونی سنسور تشخیص گاز	۵۶
شکل (۵-۴) سنسور تشخیص گاز CO	۵۷
شکل (۶-۴) اطلاعات سنسور تشخیص گاز CO	۵۷
شکل (۷-۴) مدار الکترونیکی سنسور گاز CO	۵۸

- شکل (۴-۸) تغییرات میزان مقاومت سنسور به تغییرات میزان غلظت گازهای هوا، متان، گاز مایع و مونو اکسید کربن در سنسور گاز MQ9 ۵۹
- شکل (۴-۹) نمایی از سنسور تشخیص غلظت اکسیژن ۶۱
- شکل (۴-۱۰) سنسور تشخیص گاز CO ۶۱
- شکل (۴-۱۱) برد مدارات بخش کمری ۶۱
- شکل (۴-۱۲) محل نصب سنسورهای گازی ۶۲
- شکل (۴-۱۳) پروب دستگاه ۶۳
- شکل (۴-۱۴) نقشه مدار الکترونیکی بخش پالس اکسی متر ۶۳
- شکل (۴-۱۵) تصویری از بخش اول مدار واسطه ۶۴
- شکل (۴-۱۶) بخش دوم مدار واسطه ۶۵
- شکل (۴-۱۷) محل نصب بوق هشدار روی مدار گیرنده دستی ۶۶
- شکل (۴-۱۸) نمایی از چگونگی عملکرد موتور ویبره ۶۷
- شکل (۴-۱۹) نمایشگر دستگاه ۶۷
- شکل (۴-۲۰) نمای بخش گیرنده دستی دستگاه بصورت مونتاژ شده ۶۹
- شکل (۴-۲۱) کلید سوئیچ پاک کردن حافظه ۷۱
- شکل (۴-۲۲) مدار R1 ۷۲
- شکل (۴-۲۳) نحوه مکان یابی توسط برد ها R1 و R2 ۷۳

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

ایران پس از روسیه دومین کشور دارای منابع گازی در دنیا می باشد. و بیش از پانزده درصد کل منابع گازی دنیا در ایران قرار دارند. همین دلیل کافی است تا ایران از نظر صنعت پالایش گاز در دنیا از موقعیت ممتازی برخوردار باشد.

در همین راستا با ساختن تاسیسات بسیار پیچیده و بزرگ برای استخراج و تصفیه و جداسازی و در نهایت ارائه این انرژی ها به بشریت شرایط ناایمن بسار زیادی در این تاسیسات به وجود آمده که تا امروزه هنوز دانش های زیادی برای بالا بردن سطح ایمنی نفرات در مواجهه با این شرایط بکر ناشناخته مانده است.

برای اینکه بشر بتواند از جان خود در مقابل قرار گرفتن در این شرایط نا ایمن محافظت کند دستگاههای بسیاری جهت اخطار دادن آگاهی و محافظت در برابر این خطرات ساخته است. یکی از مواردی که بسیار خطرناک است و بشر توانسته تا اندکی ازین فضا آگاهی پیدا کند فضای محصور می باشد که باز هنوز خیلی راه پیشرفت در شناخت این فضا باقی مانده است. تلاش من در این راستا این بوده که یک وسیله که بر روی بدن نفرات که مشغول کار در این فضاها هست تهیه نمایم که هر لحظه علائم حیاتی نفرات را گزارش داده و نفراتی که از طرف بخش ایمنی برای نظارت در بیرون این فضا قرار دارند را از شرایط بدنی خودشان آگاه سازند. بوسیله این دستگاه که روی کمر نفرات بسته می شود جان نفرات تا درصد خیلی بیشتر در برابر خطرات موجود محافظت می گردد.

۱-۲- تعریف مساله

هر فضای محصور که ورود و خروج در آن به سختی انجام گیرد و امکان آسیب رساندن به اشخاص را داشته باشد، فضای بسته^۱ نامیده می شود. در تصاویر زیر نمونه ای از فضای بسته را مشاهده می نمایید.



شکل (۱-۱) ورودی های فضای بسته

محیط های محصور در واقع مکان هایی هستند که محل ورود آن به اندازه یک فرد می باشد و نمی توان داخل آن توقف دائم و طولانی مدت داشت برای ورود به این مکانها حتما اخذ مجوز مربوطه الزامیست. اگر میزان اکسیژن کمتر از ۱۹,۵٪ درصد باشد استفاده از دستگاه هوای فشرده الزامیست.

مثال های از فضاهای بسته :

- مخازن
- ورودی ها^۲
- دیگهای بخار
- کوره ها
- مجراهای فاضلاب
- سیلو ها

^۱ . Confined Space
^۲ . Manhole

- قیف ها
- اطاقهای کنترل برق
- معادن زیر زمینی
- داخل لوله ها و کانال ها
- مجاری سیستم های تهویه
- تونل ها
- انبار های مسقف مواد شیمیایی
- گودال ها و چاله ها

۱-۲-۱- خطرات بالقوه در فضاهای محصور

- کمبود اکسیژن کمتر از ۱۹,۵ %
- گازهای سمی یا آتش گیر و گازهایی که جایگزین اکسیژن شده اند
- وسایل متحرک و گردنده که برق آنها قطع نشده باشد
- ورودی و خروجی هایی که blank نشده یا بسته نشده باشند
- باقیمانده فراورده های قبلی گاز، مایع و بخار
- لغزیدن، افتادن یا سقوط به داخل فضاهای محصور
- کمبود نور و روشنایی
- حرارت و گرما
- بوی نامطبوع
- برق گرفتگی

برای اینکه بشر بتواند از جان خود در مقابل قرار گرفتن در این شرایط نا ایمن محافظت کند دستگاه های بسیاری جهت اخطار دادن آگاهی و محافظت در برابر این خطرات ساخته است. یکی از مواردی که بسیار خطرناک است و بشر توانسته تا اندکی از این فضا آگاهی پیدا کند فضای محصور میباشد که باز هنوز خیلی راه پیشرفت در شناخت این فضا باقی مانده است.

با توجه به موارد خطر بسیار زیاد بالا، پیش بینی می شود علاوه بر تمامی راهکارهای موجود، اگر بتوان از وضعیت سلامت شخص در محیط بسته بصورت مستمر در جریان بود، می توان از خطرات احتمالی بسیاری پیش گیری نمود و به محض ایجاد خطر برای شخص

حاضر در محیط بسته و به مخاطره افتادن سلامت وی، با وجود دستگاهی که سلامت شخص را گزارش می نماید، می توان از بروز خطرات بعدی جلوگیری نمود و به محض بروز خطر برای شخص کارگر، جان او را نجات داد.

۱-۳- ضرورت تحقیق

با پیشرفت تکنولوژی گرایش بشر به سمت استفاده آن بسیار افزایش یافته است. امروزه بیماریها و حوادث ناشی از کار به یکی از نگرانی ها اجتماعی جامعه کارگری و دست اندرکاران مسائل بهداشت ایمنی محیط کار تبدیل شده است. علاوه بر عوامل مربوط به فرهنگ عمومی ایمنی و بهداشت عدم اجرای قوانین و مقررات مربوطه و کمبود آموزش می تواند فقدان برنامه ریزی و توجه کافی به ایمنی کارگران را در اغلب واحدهای صنعتی از جمله دلایل بالا بودن میزان حوادث ناشی از کار بر شمرده.

با توجه به اهمیت موضوع سلامت نیروی کار در تمامی کشورها نیاز به مدیریت در دستیابی به روشهای منسجم بهبود شرایط کار بیش از پیش نمایان می شود.

نیروی شاغل، بخش مولد جامعه را تشکیل می دهد. توسعه اقتصادی بر پایه سلامت نیروی کار استوار بوده و توسعه اجتماعی نیز نیازمند حفظ حقوق آنها از جمله حق داشتن سلامت جسم و روان و رفاه است. وجود حوادث ناشی از کار به لحاظ:

- هزینه درمانی
- ایجاد ناتوانی ها

عواملی نظیر زمان از دست رفته کاری و کاهش تولید، بار سنگینی بردوش اقتصاد ملی تحمیل می کند. بنابراین با توجه به اینکه نارسایی ایمنی موجب خسارات های مالی و جانی می گردد، این موضوع به تنهایی برای توجیه برنامه های بهسازی و ایمنی محیط کار دلیل قانع کننده ای است.

پرداختن به سلامتی کارگران و رسیدگی به مسائل رفاهی و آسایش و همچنین بکارگیری راهکارهایی در جهت تطبیق وضعیت کار با شرایط جسمی، روانی آنها، امروزه به عنوان یک امتیاز محسوب نگردیده بلکه یک وظیفه را تداعی می نماید و هر اندازه میزان رسیدگی به سلامت کارگران بالاتر باشد تاثیرگذاری بر روند رشد و توسعه سازمان ها و جامعه بیشتر

خواهد بود در این میان نقش مدیریت به عنوان عامل اصلی در ارتقاء سطح سلامت و رفاه سازمان و در نتیجه دستیابی به رشد سازمانی نمود بیشتری می یابد.

ایمنی در محیط های بسته در حرفه های مختلف مطرح بوده است اما در قرن بیستم با پیشرفت تکنولوژی و صنعتی شدن جهان، این علم عمدتاً در بیماریها و سوانح ناشی از صنعت خلاصه شد بنحوی که امروزه بعنوان دومین علل مرگ و میر در جهان صنعتی محسوب می شود. طبق آمار بدست آمده در ایران نیز در هر دقیقه ۷ نفر دچار سانحه می شوند. با توجه به این موضوع، اهمیت آموزش بهداشت حرفه ای در پیشگیری و کاهش عوارض فردی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از بیماریها و سوانح محیط کار بسیار مهم بنظر می رسد. با ساخت دستگاهی که بتواند شرایط خطر را و علائم حیاتی شخص حاضر در فضای بسته را گزارش کند، قطعاً از بسیاری اتفاقات بالقوه در فضای بسته ممانعت بعمل خواهد آمد.

۱-۴- روش ها

با توجه به انتخاب این موضوع که مربوط به یک دستگاه الکترونیکی می باشد، می بایست تمامی قطعات لازم جهت اندازه گیری غلظت های گازی و همچنین تجهیزاتی که مربوط به اندازه گیری علائم حیاتی بدن می باشند، فراهم گردد. بدلیل اینکه این دسته از تجهیزات همگی در زمینه الکترونیک می باشند، لذا برای کامل کردن دستگاه و همچنین ارتباط بین قطعات ذکر شده و نیز طراحی بخش های متعدد که مهمترین آن ها بخش کمری و گیرنده دستی می باشد، می بایست با علم مهندسی الکترونیک ساخته شوند. در مورد بخش علائم حیاتی، رفتار های دقیق بدن در شرایط فضاهای بسته با پزشکان و مهندسين پزشکی در میان گذاشته شود تا به بهترین کارایی از دستگاه دست یافته شود. پس از تکمیل ساخت دستگاه، طبیعتاً نیاز به آزمایش کارایی آن در شرایط مختلف می باشد، تا از عملکرد آن اطمینان حاصل نماییم.

۱-۵- اهداف

همه ساله در جهان ده ها میلیون کارگر قربانی حوادثی می شوند که منجر به کشته شدن و یا از کار افتادگی تعداد کثیری از آن ها می شود طبق آمار منتشر شده در کشورهای پیشرفته صنعتی سالانه از هر ده نفر کارگر یکی دچار سانحه شده و در نتیجه این گونه سوانح پنج درصد روزهای کار ملی به هدر می رود. از این رو حوادث ناشی از کار از سویی سبب

ناراحتی فرد، کارگروه یا افراد خانواده اش شده و از سوی دیگر سبب از بین رفتن سرمایه و تزلزل بنیان اقتصادی جامعه می گردد لذا این گونه حوادث از دیدگاه های زیر دارای اهمیت شایان توجهی می باشند:

از نظر انسانی ۲- از نظر اجتماعی ۳- از نظر اقتصادی.

در محیط های صنعتی با وجود ماشین آلات و ابزار فراوان غا لبا کارگران در معرض خطرات گوناگون قرار دارند. با پیشرفت فن آوری و افزایش کاربرد ماشین در تولید نیز مخاطرات و احتمال بروز حوادث در این گونه محیط ها فزونی می گیرد. ایمنی صنعتی علمی است که در پیشگیری از بروز حوادث در محیط کار به یاری انسان می شتابد و همواره در راستای حفاظت و حراست از نیروی کار و سرمایه گام بر می دارد. اصولا ایمنی صنعتی رشته گسترده ای است که به مجموعه تدابیر، اصول و مقرراتی گفته می شود که با بکار گرفتن آن ها می توان نیروی انسانی و سرمایه را در برابر خطرات گوناگون در محیط های صنعتی بگونه ای موثر و کارا نگهداری کرد. لازمه کار و تلاش برخورداری از سلامت جسم و جان می باشد و برخورداری از سلامت جسم و جان به جزء از طریق توجه و رعایت اصول و مقررات ایمنی در محیط کار، منزل، جاده ها و... حاصل نخواهد شد. اندیشیدن به سرنوشتی که پس از بروز حادثه های منجر به فوت و ناتوان کننده گریبانگیر خانواده خواهد شد نباید حتی یک لحظه ما را از رعایت و احترام به این قوانین و مقررات غافل نماید. کسانی که برای تامین خانواده خود وارد صنعت در مناطق بد آب و هوا و شرایط سخت شده اند قطعاً افراد شریف و بزرگواری هستند که این شرایط سخت را برای داشتن زندگی شرافتمندانه ای پذیرفته اند. در نتیجه بی توجه بودن به سرنوشت خانواده بعد از خود اصلاً معقول نیست.

از جمله خطرات موجود در فضای بسته، کمبود اکسیژن، وجود گازهای سمی، مواد شیمیایی خورنده یا حلال های آتشگیر می باشد. همچنین گزینه کمبود اکسیژن در زیر آب برای غواصان یا کارگران مشغول کار در تونل ها و معادن می تواند خطر آفرین باشد و منجر به مرگ افراد شود. هدف از این اختراع این بوده که یک وسیله که بر روی بدن نفرات که مشغول کار در این فضاها هستند تهیه نمایم که هر لحظه علائم حیاتی نفرات را گزارش داده و نفرات آماده بکار که بیرون این فضا قراردارند را از شرایط بدنی خودشان آگاه سازند، تا در صورت بروز خطر و به مخاطره افتادن شخص در معرض خطر، افراد ایمنی و یا آماده به کار تدابیر لازم را جهت نجات شخص بکار بندند.

۱-۷-دستاوردها

مسلماً نیروی انسانی چرخ محرک صنعت در هر جامعه ای می باشد. از جمله موارد مهم برای حفظ سلامتی و جان نیروی انسانی، رعایت نکات ایمنی است. با توجه به گسترش صنایع مختلف و ایجاد بخش خطر آفرینی بنام فضای بسته در صنعت، تکنولوژی های جدیدی برای کاهش خطر و افزایش ضریب ایمنی ابداع و بکار گرفته شده است. اما در این بخش بدلائل عوامل متعدد خطر را مثل گاز گرفتگی، کمبود اکسیژن، عوامل فیزیکی و... همواره سلامتی و جان افراد مورد تهدید می باشد. لذا با ابداع این وسیله می توان در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع شیمیایی، معادن، کارهای زیر آب نظیر جوشکاری زیر دریا خطرات را کاهش داد. این وسیله با نشان دادن آنی علائم حیاتی شخص مشغول بکار در محیط های خطرناک و مرگ آور، می تواند شخص ناظر و مسئول ایمنی را از سلامتی شخص کارگر باخبر نموده و با استرسی کمتر و ایمنی بیشتر افراد را به پایان بی خطر کار امیدوار نماید.

مشارکت و همکاری در طراحی و ساخت دستگاه هشدار فضای بسته جهت مقابله با خطرات موجود در این گونه مکان ها در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به منظور کاهش خطرات، می تواند یکی از مهم ترین فعالیت های انجام شده در زمینه ایمنی باشد.

طبیعتاً با بکارگیری موارد درست و اجرای کامل آن، خطرات فضای بسته در حوزه HSE کاسته شده و صدمات کمتری در تاسیسات، تجهیزات و خسارت جانی خواهیم داشت.

به منظور اطمینان از حرکت صحیح در مسیر استقرار سیستم مدیریت HSE شاخص های عملکرد بر مبنای اهداف اصلی باید تعریف شود.

پایش و سنجش عملکرد دستگاه در سطوح و حیطه های مختلف عملیاتی یک ضرورت است تا بتوان پاسخ مناسب را در راستای تغییر و بهبود سیستم دریافت کرد.

مهمترین دستاورد این پروژه حفاظت از نیروی انسانی، پیشگیری و کاهش بیماری های ناشی از کار، ایمن سازی تجهیزات و حفاظت از دارایی های شرکت از جمله چشم انداز این تحقیق است.

۸-۱- جنبه های نوآورانه

در صنایع، برای ایمنی فضای بسته، قبل از ورود کارگر به محیط بسته، با دستگاه های مختلف از جمله دستگاه تست گاز وضعیت وجود اکسیژن کافی و همچنین نبود گازهای خطرناک اطمینان حاصل می شود و پس از این مرحله شخص ناظر برای نظارت به کارگرانی که درون فضای بسته مشغول بکارند، استفاده می گردد.

از جمله خطراتی که برای اشخاص حاضر در محیط های بسته حادث می شوند می توان به موارد زیر اشاره نمود:

ضعف بدنی - برق گرفتگی - اصابت جسم صلب از بیرون فضا به سر - وجود اتمسفر های سمی و موادی که در فضای محصور نگهداری می شود - تنش حرارتی - غرق شدن در مایعات یا مواد ریز دانه کوچک و ...

اما در محیط های بسته، اطلاعات در حین کار بصورت لحظه ای برای شخص ناظر ارسال نمی شود، که با طراحی این دستگاه می توان در ضمن کار در محیط بسته، وضعیت اکسیژن و گازهای سمی و همچنین سلامتی شخص از طریق رویت علائم حیاتی بدن وی، قابل رصد می باشد با بکارگیری این سیستم علاوه بر اینکه شخص ناظر در صورت کوچکترین اختلال در سلامتی شخص، که پیش از این بدون دستگاه امکان نداشته، را تشخیص داده و فرد را از محیط خطر خارج می نماید.

از جمله مهمترین مزایای دستگاه ساخته شده، می توان به گزینه های زیر اشاره نمود:

- تعیین سلامتی و حیات شخص از راه دور
- گزارش و اندازه گیری کوچکترین مشکل در وضعیت سلامت، به شخص ناظر
- اندازه گیری میزان خطر و تهدید و اعلام آن با بوق های متفاوت
- جلوگیری از مرگ در اثر خفگی در محیط های خطرناک
- ممانعت از ایجاد هرگونه آسیب تنفسی و شیمیایی در محیط های محصور و بسته
- تعیین موقعیت مکانی فرد در اثر رخداد به واحد مرکزی
- بهره گیری از موتور و پمپ در دستگاه دستی، جهت اطلاع موثرتر به شخص ناظر

فصل دوم: فرضیه

۲-۱-مشاهدات اولیه

در ابتدا برای اینکه اهمیت ساخت دستگاهی جهت اعلام شرایط محیطی کارگران در فضای بسته در ضمن کار کردن افراد، لازم است به خوبی با فضای بسته و خطرات موجود در این فضاها و همچنین راهکارهای مقابله با آن ها آشنایی کامل داشته باشیم:

۲-۱-۱- خطرات پیرامون فضای بسته

- محدود بودن فضای در دسترس
- وجود گازهای سمی در محیط های بسته
- احتمال کاهش و یا افزایش غلظت اکسیژن هوا
- وجود گاز ترش در این محیط ها
- تاریک بودن فضاهای کاری
- محدود بودن هوای آزاد و تازه
- غیر قابل پیش بینی بودن زمین
- وجود آب پیش بینی نشده در مقادیر زیاد
- بالا بودن دما و رطوبت در محیط کاری

پس طبیعتاً باید موارد زیر باید بخشی از برنامه آموزش کارکنان در عملیات حفاری تونل و ساخت و ساز زیرزمینی باشد.

۲-۱-۲- اقدامات قبل از ورود به فضای بسته

- رویه های کنترل ورود و خروج
- الزامات پایش هوا و تهویه
- الزامات روشنایی

- الزامات تاسیسات برقی

۲-۱-۲-۱- رویه های کنترل ورود و خروج

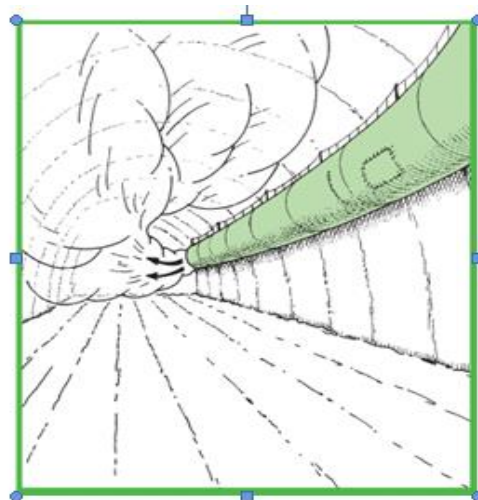
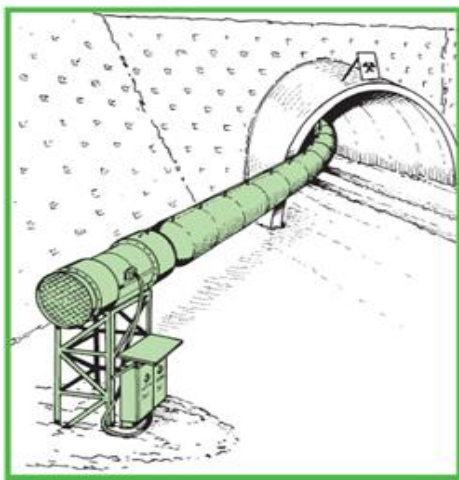
روش‌های کنترل ورود و خروج در محیط‌های بسته به شرح زیر می باشد:

- حضور حداقل یک نفر در سطح زمین بعنوان ناظر
- اخذ مجوز جهت ورود و خروج کلیه دستگاه‌ها، تجهیزات و ماشین آلات

٢-١-٢-٢-الزامات تهويه

الزامات تهویه می بایست به ازای هر کارگر باید ۵,۷ متر مکعب هوای تازه وجود داشته باشد. به کارگیری مکندہ‌های گرد و غبار و سیستم پاشش پودری آب هنگام عملیاتی نظیر دریل کاری بتن و سنگ. تهویه مناسب هوا با استفاده از فن های قوی. جلوگیری از چرخش مجدد جریان هوا که این امر باعث تهویه مناسب هوا نمی شود. اندازه گیری پارامترهای مشخص کننده از جمله گاز های خطرناک و غلظت اکسیژن هوا. امتداد کانال های هوا تا نزدیکی جبهه کار. کانال دارای پیچ و خم غیر ضروری نباشد

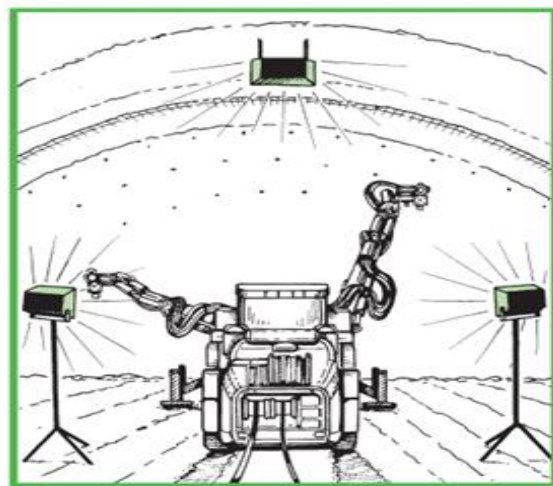
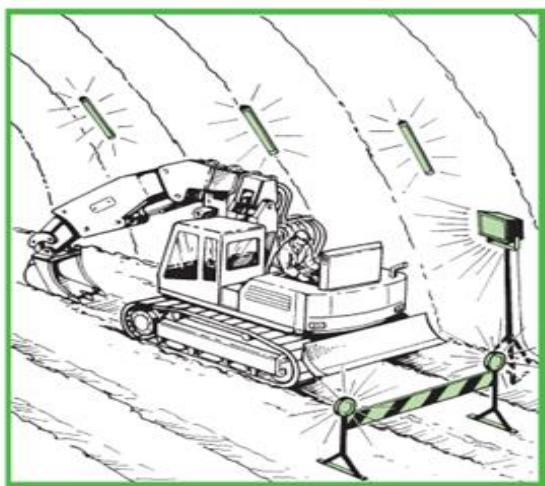
- هرگونه نقص و ایراد سریعاً باید برطرف شود
- اتصالات قسمت‌های مختلف کانال باید کاملاً آب‌بند باشد
- کانال هوا در فواصل مشخص باید دارای بست‌های ثابت باشد.



شکل (۲-۱) تهویه در فضای بسته

۲-۱-۲-۳- الزامات روشنایی

- تمام جبهه‌های کاری و راه‌های دسترسی باید روشنایی کافی داشته باشد.
- در بخش‌های خطرناک تونل باید از روشنایی‌های مخصوص استفاده شود.
- در مناطق حساس باید از چراغ‌های چشمک‌زن (هشدار دهنده) استفاده شود.
- کلیه چراغ‌ها اعم از روشنایی و هشداردهنده باید ضد آب باشند.
- چراغ‌های مورد استفاده باید دارای حفاظ از نوع مشبک باشند.
- کلیه چراغ‌ها باید در فواصل زمانی معین چک شده و تمیز شوند.



شکل (۲-۲) روشنایی در فضای بسته

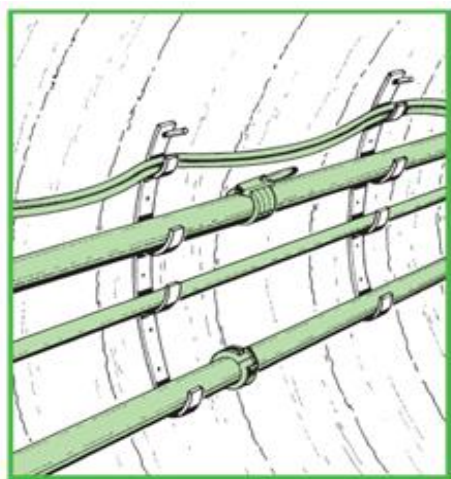
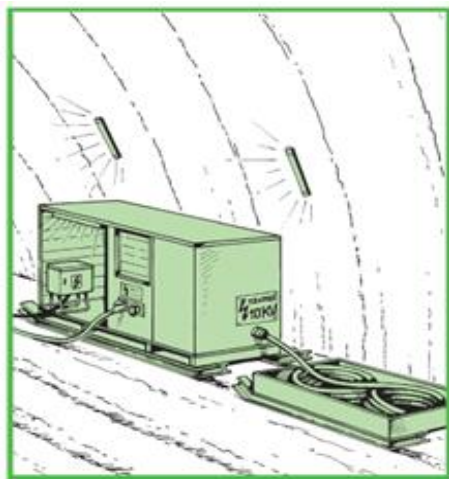
۲-۱-۲-۴- الزامات پایش جوی

- تست اکسیژن
- تست متان و دیگر گازهای قابل اشتعال
- تست گاز سولفید هیدروژن

۲-۱-۲-۵- الزامات ایمنی تاسیسات برقی

- تمامی تاسیسات برقی باید توسط تکنسین دارای صلاحیت آزمایش و نگهداری شود.
- هیچگاه شخصاً سعی در تعمیر وسایل برقی نکنید.
- قوس کابل‌ها از حداقل قابل قبول کمتر نشود.

- هرگونه ایراد و خرابی را گزارش کنید.
- برای کلیه لوله‌ها و کابل‌ها از بست‌ها و اتصالات مناسب استفاده کنید.
- کابل‌ها و لوله‌ها را از طریق بست‌های مناسب به دیوارهای تونل محکم کنید.



شکل (۲-۳) ایمنی تجهیزات برقی در فضای بسته

همانگونه که در بالا اقدامات ایمنی قبل و در هنگام کار در فضای بسته به تفصیل بیان گردید، واضح است که در حین کار در این مکان‌ها، اطلاعاتی در خصوص وضعیت دقیق سلامتی، از قبیل ضعف جسمانی و مسمومیت شخص حاضر در فضای بسته و همچنین نداشتن اطلاعات از غلظت هوا و سایر گازها در این محیط‌ها، در دسترس نمی باشد. لذا با یقین به اینکه سنسورهای مورد نیاز جهت اندازه گیری موارد بیان شده موجود می باشند، لذا پیش بینی می شود که با ساخت دستگاهی که در بتواند حین کار، اطلاعات سلامتی و میزان گازهای خطرناک در محیط‌های بسته را اعلام نماید، گام موثری در راستای افزایش ایمنی کار در فضاهای بسته برداشته می شود.

فصل سوم: پیشینه پژوهش

برای اطلاع از وضعیت سلامت شخص کارگر در محیط های بسته بهترین گزینه اندازه گیری اکسیژن اشباع خون و تعداد نبض وی می باشد. دستگاهی که این کارها را انجام می دهد، با نام پالس اکسی متر شناخته می شود. تا کنون اقدامات زیادی در جهان در خصوص ارتقاء و ساختن انواع متعددی از این دستگاه صورت پذیرفته است که در زیر به معرفی آنان می پردازیم و در ادامه اساس کار این دستگاه را بررسی می نماییم.

۳-۱- دستگاه های جدید برای اندازه گیری اکسیژن اشباع خون

از دستگاه پالس اکسی متر در بیمارستان ها استفاده می شود. اهمیت این دستگاه کاربرد های ویژه ای را برای آن بوجود آورده است.

اما بدلیل ابعاد بزرگ آن حمل و نقل آن را در محیط های بیرون بیمارستان سخت نموده است. برای حل این مشکل شرکتهایی دستگاه پالس اکسی متر را بصورت کوچک طراحی نموده و ساخته اند، که استفاده از آن را در هر محیطی میسر می سازد. تصویر زیر نوعی از نمونه جدید و کوچک را نمایش می دهد:



شکل (۳-۱) دستگاه پالس اکسی متر پورتابل

یکی از بخش های مهم این دستگاه پروب آن می باشد، که وظیفه آن ارسال و دریافت نور جهت اعلام میزان اکسیژن اشباع خون به پردازنده دستگاه می باشد. با تحقیقات انجام شده، امروزه مکانهای مختلفی از بدن برای نصب پروب در نظر گرفته شده اند و پروب مخصوص آن ها طراحی و ساخته شده است.

از مشکلات عمده پروب ها، اندازه آنها می باشد که در ضمن کارکرد دستگاه ممکن است در مواردی، ایجاد مزاحمت در کار کند. لذا برای حل این مشکل و کاهش ابعاد پروب ها نمونه های کوچکی از آن ها ارائه گردیده است.



شکل (۲-۳) پراب پالس اکسی متر کوچک

با ورود گوشی های هوشمند به بازار و قابلیت های بسیار زیاد این گوشی ها، پراب هایی ارائه شده است که قابلیت اندازه گیری و ارسال اطلاعات اکسیژن اشباع خون را بصورت بیسیم دارند.



شکل (۳-۳) پالس اکسی متر بدون سیم و هوشمند

۳-۲- کمبود اکسیژن

کمبود اکسیژن بعنوان بزرگترین عامل خطر در محوطه های محصور به حساب می آید. که کاهش غلظت آن در محیط های بسته، موجب سستی و در نهایت خفگی فرد می شود.

به دلایل مختلف ممکن است مقدار اکسیژن در فضای محصور کم یا اصلاً وجود نداشته باشد:

- پخش کردن گاز خنثی مانند نیتروژن
- جایگزینی با گازهای دیگر از واحدهای مجاور
- کمبود اکسیژن بخاطر اکسیده شدن (زنگ زدن) فلزات داخل محوطه محصور
- کمبود اکسیژن بخاطر آتش، جوشکاری یا برشکاری

یکی دیگر از عوامل مهم از خطرات محیط های بسته نشت گاز یا بخارات مایع از واحد های مجاور بعلت نقص در عایق کاری می باشد؛ بخارات مسموم و گازها که در زمان پاک کردن یا بازرسی از بهم خوردن لجن ها متصاعد می گردد، جزو این خطرات محسوب می شوند.

در واقع بخارات و ذرات خطرناک و مسموم کننده که از انجام کارهای مختلف در فضای سر بسته بوجود می آیند شامل موارد زیر هستند:

جوشکاری، برش با شعله، درز گیری با سرب، درز گیری با لاستیک گرم شده، برس زدن، رنگ پاشیدن، گرم کردن لوله های فایبر گلاس، کاربرد چسب، تینر، حلال ها و تولید یا احتراق سوخت های مختلف

برای جلوگیری از خطرات ایجاد شده در این مورد، انجام آزمایش برای تعیین وجود گازهای خطرناک یا بخارات مسموم و همچنین اکسیژن کافی و منبع تامین آن قبل از شروع هر کاری حتمی و لازم الاجراست.

برای بررسی میزان گازهای خطرناک در این محیط ها، قیل از ورود شخص کارگر به محیط، توسط مامور ایمنی، گازهای خطرناک محیط بسته با دستگاه آنالیز گاز، اندازه گیری می شوند. نمونه ای از این دستگاه را در تصویر زیر مشاهده می نمایید:



شکل (۳-۴) دستگاه تست گاز

این دستگاه در واقع موارد زیر را اندازه گیری می نماید:

- درصد حد پایین انفجار برای گازهای انفجاری^۳
- میزان غلظت گاز CO
- غلظت گاز اکسیژن
- غلظت گاز H₂S

حدود استاندارد موارد بالا که انجام کار در محیط های بسته قابل قبول می باشد، در جدول زیر آمده است :

MAXIMUM CONCENTRATIONS OF TOXIC GAS (PPM) FOR ENTRY			
Gas	Entry without Breathing Apparatus	Entry With Suitable Breathing Apparatus	No Entry Purge and Reset
Hydrogen Sulphide (H ₂ S)	< 1 PPM	1 to 20 PPM	> 20 PPM
Carbon Monoxide (CO)	< 1 PPM	1 to 250 PPM	> 250 PPM

شکل (۳-۵) میزان استاندارد گازهای CO و H₂S در فضای بسته

^۳ .LEL

۳-۲-۱- دستورالعمل برای ورود به محوطه های محصور

پس از عملیات گاز سنجی از محیط های بسته برگه یا مجوزی به نام پروانه کار یا Permit صادر می شود که با صدور این برگه می توان عملیات اجرایی در محیط بسته را با حضور شخص ناظر ایمنی، آغاز نمود.

از جمله مواردی که در برگه پروانه کار مطرح می شود، میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

- حصول اطمینان از قطع تمام اتصالات برقی.
- بررسی نمودن باز یا بسته بودن راه های ورود و خروج
- جلوگیری از فرو بردن سر و نیم تنه افراد در محیط های بسته بدلیل وجو احتمالی گاز H₂S
- بررسی نمودن راههای ارتباطی از جمله بیسیم
- قرار گیری شخص ایمنی در مکانی که با فرد حاضر در محیط بسته در ارتباط باشد
- تامین روشنایی محیط محصور که محتوی گاز، مایعات نفتی یا مواد شیمیائی بوده، با تجهیزات روشنایی که ضد شعله^۴.
- قبل از شروع و در طول مدت کار در محوطه های محصور باید عمل تهویه بخوبی صورت گیرد.
- کاربرد فن های الکتریکی جهت تهویه در محیط های محصور که قبلا محتوی گاز، مایعات نفتی و یا مواد شیمیائی بوده است ممنوع می باشد.
- فنی هایی که با فشار هوا کار می کنند برای اینکار مناسب هستند.
- هنگام ورود به کوره ها، برج ها یا ظروفی که تحت حرارت کار می کرده اند باید دقت نمود که لوله ها، دیواره ها و بطور کلی نقطه انجام کار به آن اندازه داغ نباشد که کار کردن غیر ممکن شود.
- حرارت محیط نیز باید برای انجام کار مناسب باشد.
- کار کرد تهویه های قوی برای چند ساعت محیط کار را آماده می سازد.
- برای کار در گرمای طبیعی در محوطه های محصور یا کارگاه های تعمیراتی مسقف، تهویه ها کمک بزرگی هستند.

⁴ . Flame Proof

- در بعضی از محوطه های محصور مانند برجها ، ظروف سربسته یا کانالهای پس آب، ممکن است بوهای نامطبوعی حاصل از فرایندهای مختلف بوجود آید که کار کردن را مشکل سازد و این در حالی است که دستگاه آزمایش گاز هم چیزی را نشان نمی دهد.

با توجه به موارد مذکور، تمامی این موارد ایمنی در خصوص اندازه گیری غلظت گازها، مربوط به قبل از شروع عملیات می باشند. بعبارتی اگر قبل از کار فرد ایمنی میزان گازهای خطرناک و اکسیژن را با دستگاه تست گاز اندازه گیری نمود، و اوضاع را برای کار مساعد اعلام کرد، و شخص مشغول کار شد، اما در حین انجام کار غلظت یکی از این گازها بالا رفت، خطرات بالقوه ای شخص کارگر را مورد تهدید قرار می دهند که در این وضعیت شخص آماده بکار و ناظر دیگر اطلاعاتی از وجود این غلظت های بالای گاز ندارد.

از آنجایی که افزایش هر یک از گازهای خطرناک پیرامون شخص حاضر در فضای بسته، بر روی سلامتی وی تاثیر گذار است، لذا اندازه گیری غلظت گازها در حوالی شخص کارگر در حین کار بسیار مهم می باشد. پس با همراه داشتن سنسور های اندازه گیر غلظت گازهای خطرناک و همچنین درصد اکسیژن موجود و گزارش آن به فرد ایمنی، می توان بصورت ضمنی از وضعیت سلامت هوا در محیط بسته آگاه شد.

یکی دیگر از عوامل آگاهی دهنده وضعیت سلامت شخص کارگر حاضر در فضای بسته، عوامل حیاتی خود شخص می باشند. باتوجه به اینکه مسمومیت و کم شدن غلظت اکسیژن بر روی پارامتری بنام اکسیژن اشباع خون تاثیر می گذارد و همچنین ضربان قلب شخص را تحت تاثیر قرار می دهد، این دو گزینه یعنی اکسیژن اشباع خون و میزان ضربان قلب شخص، می تواند بیانگر واضحی از سلامت شخص در فضای بسته باشد.

اندازه گیری میزان غلظت گازها نیازمند سنسورهای خاص آنان می باشد که با فراهم بودن آنها در بازار امکان پذیری این امر را ممکن می سازد. همچنین اندازه گیری غلظت اکسیژن اشباع خون و همچنین ضربان قلب شخص توسط دستگاه های پزشکی میسر می باشد. لذا با رایزنی با مهندسان پزشکی و الکترونیک می توان تمامی این سنسورها را در یک دستگاه که توسط شخص به داخل فضای بسته وارد می شود، را طراحی نمود که اطلاعات را بصورت لحظه ای و حین انجام کار به شخص ناظر ایمنی ارسال می نماید. با وجود این دستگاه با

ایجاد کوچکترین خطری در محیط های بسته در حین انجام کار، می توان از بروز حوادث جانی و مالی جلوگیری بعمل آورد.

ساخت دستگاهی که در نظر داریم بصورت همزمان علائم حیاتی و میزان غلظت های گازها را در فضای بسته به ما گزارش کند، نیاز به علوم از قبیل: پزشکی، مهندسی پزشکی، مهندسی الکترونیک، مهندسی ایمنی و... می باشد. در ادامه به بیشینه و تحقیقاتی که بطور تخصصی در هر یک از این زمینه ها صورت پذیرفته، خواهیم پرداخت.

۳-۳- اکسیژن اشباع خون

به عملیات اندازه گیری اکسیژن اشباع خون، پالس اکسی متری^۵ گفته می شود.

این روش، روشی غیرتهاجمی است که میزان مولکول های هموگلوبینی را که با اکسیژن آمیخته شده اند، اندازه گیری و به درصد بیان می کند. میزان نرمال آن ۹۵-۹۷٪ است اگر این میزان در بیماران کمتر از ۹۰٪ شود زنگ هشدار به صدا درمی آید.

اندازه گیری اکسیژن اشباع خون را می توان به اوایل دهه ۱۹۳۰ که محققان آلمانی از اسپکتروفتومتر (ابزار اندازه گیری طول موج و شدت نور مختلف) برای تحقیق انتقال نور از طریق پوست انسان استفاده می کردند، پیش بینی کرد. در سال ۱۹۳۴، یک محقق گزارش اندازه گیری اشباع اکسیژن در جریان خون از طریق رگ های بسته در حیوانات را ارائه نمود.

در سال ۱۹۳۹، محققان آلمانی از یک "اکسیژن متر در ناحیه گوش" استفاده نمودند، که نور قرمز و مادون قرمز برای تغییر در ضخامت بافت، محتوا خون، شدت نور و متغیرهای دیگر جبران گزارش می کرد. با این حال، ای راهکار را تا جنگ جهانی دوم در اکسیمتری بکار گرفتند. در آن زمان نیاز به ارزیابی اکسیژن اشباع خون در خلبانان ارتفاع بالا وجود داشت.

بین سال های ۱۹۴۰ و ۱۹۴۲، یک محقق بریتانیایی، با استفاده از دو طول موج نور برای تولید یک دستگاه بسیار سبک وزن برای نصب در ناحیه گوش ابداع کرد و کلمه "اکسیمتر"

⁵ . pulse oximetry

را به آن دستگاه اطلاق نمود. او اشاره کرد که عملکرد دستگاه بگونه ای است که انتقال نور از طریق یک فیلتر قرمز حساس اکسیژن اشباع صورت می پذیرد.

در سال ۱۹۶۴، یک جراح سان فرانسیسکو اکسیمتری که عملکرد آن با طول موج بود، توسط هیولت پاکارد در سال ۱۹۷۰ به بازار عرضه کرد. این سیستم در محیط های بالینی مورد استفاده قرار گرفت اما بسیار بزرگ بود، به وزن حدود ۳۵ پوند می رسید. این واحد همچنین بسیار گران قیمت (حدود ۱۰,۰۰۰,۰۰ \$) بود.

در اوایل دهه ۱۹۷۰، Takuo Aoyagi، یک مهندس زیستی ژاپنی، در تلاش بود تا یک روش غیر تهاجمی برای تعیین اکسیژن اشباع خون با استفاده از رنگ و اندازه گیری cardiogreen عبور نور را ابداع نماید. او متوجه شد که انتقال نور از طریق گوش تغییرات ضربان را به نمایش می گذارد. خوشبختانه، او همچنین در کار اکسیمتری قبلی آشنا بود. او تشخیص داد که ممکن است قادر به استفاده از تغییرات ضربان در انتقال نور از طریق گوش برای اندازه گیری اکسیژن اشباع اکسیژن خون شریانی. استفاده نماید. سپس در ادامه به منظور ساخت یک پالس اکسی متر جدید و برای ثبت اختراع در ژاپن اقدام نمود. در همان زمان، یکی دیگر از پژوهشگران ژاپنی در حال کار بر روی همان مفهوم بود. این ثبت اختراع در ژاپن رد شد اما در ایالات متحده مورد تایید قرار گرفت.

در اواخر سال ۱۹۷۰، شرکت Biox در کلرادو پیشرفت های قابل توجهی در پالس اکسیمتری دست یافت. آنها برای اولین بار استفاده از دیود ساطع نور^۶ برای منابع نور قرمز و مادون قرمز معرفی نمودند. آنها دستگاه خود را به پزشکان بخش تنفسی و متخصص بیهوشی که می توانستند به صورت مستمر، اشباع اکسیژن را ببینند ارائه نمودند. پس از آن در این زمینه پیشرفت های قابل توجهی صورت پذیرفت که کاهش هزینه دستگاه و توسعه پروب های اندازه گیر را در پی داشت.

۳-۳-۱- دستگاه پالس اکسی متر

دستگاه پالس اکسی متر به چه معنی است؟

Pulse: تغییرات شریان خونی با هر ضربان قلبی

^۶ . LED

Oxi: اکسیژن

Meter: اندازه گیری پالس اکسی متر وسیله ای است جهت اندازه گیری نرخ و میزان اکسیژن در هر ضربان شریان های خونی.

واحد اندازه گیری SpO_2 : %

نرخ پالس : ضربان بر دقیقه (BPM)

مقادیر نوع یا افراد بالغ

SpO_2 : % ۹۵-۱۰۰ ، نرخ پالس : ۵۰-۹۰ BPM

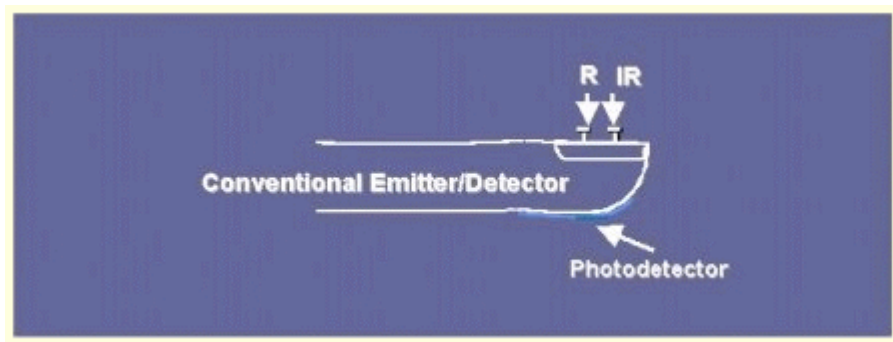
پالس اکسی متر ، بر اساس دو اصل فیزیکی بنا شده است؛

الف) وجود یک سیگنال ضربه ای توسط خون شریانی که دارای استقلال نسبت به سرخرگ ها، سیاه رگ ها و مویرگ های غیر ضربه ای و دیگر بافت ها است.
ب) این حقیقت که اکسی هموگلوبین و هموگلوبین دارای طیف جذبی متفاوتی هستند.

پالس اکسی مترهایی که اکنون استفاده می شوند دارای دو LED می باشند؛ یکی نوری با طول موج 660nm قرمز و دیگری نوری به طول موج 940 nm فروسرخ ایجاد می کند. این دو نور به این دلیل استفاده می شود چون Hb و O_2Hb دارای طیف جذبی متفاوتی در این طول موج به خصوص هستند. در ناحیه قرمز ، O_2Hb نور کمتری نسبت به Hb جذب می کند و در ناحیه فروسرخ برعکس این قضیه رخ ی دهد. سپس نسبت این مقادیر جذبی نسبت به اندازه گیری مستقیم مقدار اکسیژن اشباع شده در خون کالیبره می شود و سپس الگوریتم بدست آمده در میکرو پروسسوری درون دستگاه پالس اکسی متر قرار داده می شود. در زمانی که از دستگاه استفاده می شود، نمودار کالیبره شده برای تخمین میزان اکسیژن اشباع شده در خون استفاده می شود.

پروپ بر روی انگشتان گذاشته می شود. LED ها از بالای پروپ نور خود را می فرستند. در طرف دیگر LED ها حسگر های نوری قرار دارند. دیود ها تقریباً ۳۰ بار در ثانیه چشمک می زنند. دیود ها با یک ترتیب خاصی روشن و خاموش می شوند و مدتی هر دو با هم خاموش هستند. در این مدت نور اطراف سنجیده می شود تا مقدار نور LED تنظیم شود.

میکرو پروسسور تغییرات نور را در هنگام جریان ضربه ای تحلیل می کند و سیگنال جریان های غیر ضربه ای را نادیده می گیرد.



شکل (۳-۶) نحوه عملکرد سنسور پالس اکسی متر با سنسورهای مجاور

همانطور که گفته شد، مقدار اشباع اکسیژن از جذب نور تکفاز (منوکروماتیک) توسط بافت ضربه ای سنجیده می شود. این پدیده بر اساس قانون بیر- لمبرت توجیه می شود: قانون بیر می گوید مقدار شدت نور ارسال شده با تغیر غلظت ماده ای که از درون آن فرستاده شده، به صورت نمایی تغییر می کند.

قانون لمبرت می گوید: شدت نور ارسالی از درون ماده ای، با افزایش فاصله ای که نور از آن ماده عبور می کند به صورت نمایی کاهش می یابد.

نوری که توسط یک بافت غیر ضربه ای جذب می شود ثابت (DC) می باشد. جذب غیر یکنواخت (AC) در نتیجه ی ضربه های جریان خون ضربه ای است. حسگر نوری ولتاژی را متناسب با نور عبور کرده تولید می کند. قسمت متناوب موج ولتاژ دزیافتی تقریباً ۱-۵٪ آن را تشکیل می دهد. فرکانس بالای نور ارسالی دیود ها باعث می شوند که مقدار جذب به تعداد دفعات مکرر محاسبه شوند. این خود باعث شده که اثرات ناشی از حرکت کاهش پیدا کنند. مکان هایی که برای پالس اکسی متری در بزرگسالان بیشتر استفاده می شوند انگشت دست، انگشت پا و بالا یا پایین گوش است.

البته دو روش برای پالس اکسی متری وجود دارد. یکی روش عبوری و دیگری روش بازتاب است. روش بالا روش عبوری بوده یعنی مقدارنوری که در هنگام عبور جذب می

شود در طرف دوم بررسی می شود. در صورتی که در روش بازتاب، حسگر نوری در همان طرف LED ها قرار دارد و نور بازتاب شده را بررسی می کند.

۳-۳-۲- فیزیولوژی انتقال اکسیژن

واحد تنفسی در ریه ها شامل برونشیول ریوی، مجاری الوئولی، دهلیز ها و الوئول ها. در ریه ها تقریباً ۳۰۰ میلیون در داخل دو ریه وجود دارند. و هر الوئول 0.2 میلیمتر قطر دارند. دیواره های الوئولی بسیار نازک هستند و رگ ها از کنار این الوئول ها به صورت صفحه ای نازک عبور می کنند. هوا برای عبور باید از چند دیواره عبور کند:

۱- لایه ی سورفکتانت (ماده ای که کشش سطحی دیواره ی الوئولی را تنظیم می کند).

۲- اپی تلیوم الوئولی

۳- غشای اپیتلیوم قاعده ای

۴- فضای بسیار کم بین غشای مویرگ ها و اپی تلیوم الوئولی

۵- غشای مویرگی که در بسیاری از جا ها با غشای قاعده ای الوئولی پیوند خورده است

۶- اندوتلیوم مویرگی

این غشای تنفسی در حدود ۰,۲ میکرومتر است و بعضی موقع ها هم مقدار آن به ۰,۶ میکرومتر تجاوز می کند.

ظرفیت انتشار غشای تنفسی مقدار حجمی است که در یک دقیقه و با وجود 1mmHg اختلاف نسبی قادر است از غشای تنفسی عبور کند. این مقدار برای اکسیژن در حدود ۲۱ و برای دی اکسید کربن ۲۰ برابر مقدار اکسیژن است.

وقتی اکسیژن از الوئول ها به داخل خون انتشار پیدا می کنند، به بافت های اطراف ویرگ ها از طریق هموگلوبین انتقال می شود. وجود هموگلوبین باعث شده که ۳۰ تا ۱۰۰ برابر مقدار اکسیژن انتقال داده شده به بافت ها نسبت به حالتی که در داخل مایع حل شده، بیشتر شود. در بافت ها پس از سوخت و ساز دی اکسید کربن آزاد شده و از طریق مواد دیگر داخل خون انتقال پیدا می کند؛ مقدار دی اکسید کربن انتقال داده شده نیز در این حالت ۱۵ تا ۲۰ برابر بیشتر از مقدار آن در زمانی است که تنهایی در خون حل می شود.

دلیل انتشار اکسیژن و یا هر گاز از غشاء، اختلاف فشار بین گاز در دو طرف این غشاء است. به عنوان مثال، در ریه ها، زمان تبادل بین آلوئول و خون، فشار نسبی اکسیژن در طرف آلوئول ها 104mmHg بیشتر از فشار نسبی اکسیژن در طرف خون 40mmHg است. به همین دلیل اکسیژن از آلوئول ها به خون منتشر می شود.

وقتی خون به مویرگ ها اطراف بافت ها می رسند، مقدار فشار نسبی اکسیژن 95mmHg است. دلیل کاهش آن از 104 به 95 این است که در هنگام خروج از ریه ها، 98 درصد آن دارای فشار نسبی 104 است. 2 درصد باقی مانده خون سیاهرگی است که از ریه می آید. مقدار فشار آن 40mmHg است و وقتی که با خون دارای اکسیژن ریه مخلوط می شود، مقدار فشار نسبی آن را کاهش می دهد.

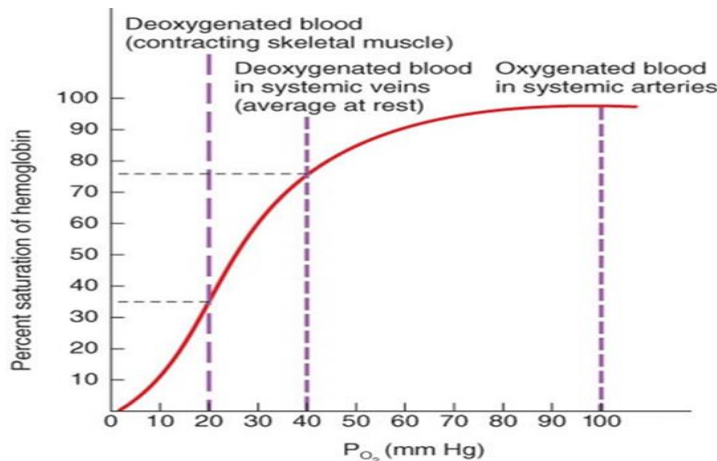
اکسیژن همواره توسط سلول های بافت ها در حال استفاده است. در نتیجه، همواره فشار نسبی اکسیژن در فضای بین سلولی کمتر از فشار داخل مویرگها کمتر است. همچنین به دلیل وجود فاصله بین سلولها و مویرگ ها، فشار بین سلولی بین 5 تا 40 میلی متر جیوه تغییر می کند. و به طور متوسط 23mmHg است. مقدار فشار مورد نیاز برای فعالیت های سلولی 3 تا 1 میلی متر جیوه است. پس با وجود فشار کم 23mmHg ، فشار بیشتر از کفایت وجود دارد و این خود فاکتور ایمنی است. البته از این جهت عامل ایمنی است که اگر اکسیژن به خون نرسد؛ یعنی در محیطی باشیم که به مدت کوتاه اکسیژن وجود ندارد. وجود این فشار باعث مس شود که بدن از سوخت و ساز باز نایستد.

۳-۳-۳- تأثیر هموگلوبین در انتقال خون

تقریباً 97 درصد از مقدار اکسیژنی که به بافت ها می رسد، از طریق ترکیب شیمیایی آن با هموگلوبین است. باقی 3 درصد آن از طریق حل شدن آن در آب پلاسما انتقال پیدا می کند. اکسیژن به هموگلوبین به صورت سست متصل می شود و قابلیت بازگشت دارد؛ یعنی واکنش آن تعادلی بوده و بازگشت پذیر.

زمانی که PO_2 بالا است، مثلاً در مویرگ های ریوی، اکسیژن به هموگلوبین وصل شده و وقتی فشار کم است، مثلاً در مویرگ های اطراف بافت، اکسیژن از هموگلوبین آزاد می شود. شکل زیر، تغییر درصد اشباع شدن هموگلوبین را با تغییر فشار نشان می دهد. فشار خون

هنگامی که از قلب خارج می شود 95mmHg است پس طبق نمودار درصد اشباع هموگلوبین ۹۷٪ است. فشار خون در داخل ورید ها هم 40mmhg است و طبق نمودار هموگلوبین به میزان ۷۵٪ اشباع می شود.



شکل (۷-۳) تغییرات هموگلوبین براساس تغییرات فشار

خون یک فرد عادی تقریباً ۱۵ گرم هموگلوبین در ۱۰۰ میلی لیتر خون دارد و هر گرم هموگلوبین می تواند با حد اکثر ۱,۳۴ میلیمتر اکسیژن ترکیب شود. (اگر هموگلوبین کاملاً خالص باشد، این مقدار ۱,۳۹ است ولی بعضی ناخالصی ها مانند متاموگلوبین این مقدار را کاهش می دهد). در نتیجه، ۲۰,۱ میلی لیتر اکسیژن در ۱۰۰ میلی لیتر است و وقتی که به این مقدار م رسد می گوئیم ۱۰۰ درصد اشباع شده است.

همانطور که روی شکل پیدا است، بعضی عوامل بر روی درصد اشباع هموگلوبین تاثیر می گذارند از جمله:

۱- تغییر در غلظت دی اکسید کربن در خون

۲-تغییر در دمای خون

۳- تغییر در مقدار BPG

۴-تغییر PH خون

۳-۳-۴- نحوه تست سنسورهای پالس اکسی متر

پروپ پالس اکسی متر از دو دیود فرستنده مادون قرمز و نور قرمز و یک سنسور گیرنده تشکیل شده است. دیود های آن را می توان با تست دیود مولتی متر چک نمود. سنسور گیرنده را نیز می توان به این نحو چک نمود که پایه های آن را به یک میلی ولت متر وصل نمود و با تغییر نور تابشی به آن باید میزان ولتاژ تولید شده توسط سنسور تغییر یابد. همچنین با اتصال آن به اهم متر و تغییر نور تابشی باید مقاومت آن تغییر کند. در غیر این صورت سنسور خراب است.

۳-۳-۵- نحوه اکسیژن رسانی خودکار

Sao2 که توسط پالس اکسی متر اندازه گیری می شود ، بیانگر میزان اشباع اکسیژن کارکردی بیمار است که در حالت طبیعی این مقدار باید ۹۸٪ تا ۹۹٪ باشد . معمولا پس از آنکه اشباع اکسیژن اندازه گیری می شود ، با توجه به صلاح دید پزشک و نوع بیماری فرد ، میزان کمبود اکسیژن جبران می شود . اما اینکه آیا پزشک یا پرستاران به موقع این موضوع را تشخیص بدهند یا اینکه بموقع عمل اکسیژن رسانی صورت بگیرد ، همواره یکی از دغدغه های کادر درمانی ، به خصوص در مواقع بحرانی است که با تعداد زیاد بیمار و در عین حال کمبود کادر درمانی مواجه هستند

برای حل این مشکلات و بالاتر بردن ضریب اطمینان در درمان بیماران دستگاهی جدید را طراحی کرده اند.

۳-۳-۶- نرم افزار دستگاه

نرم افزار موجود در دستگاه دارای قابلیت های زیر است :

- توانائی محاسبه میزان اکسیژن کارکردی خون
- مقایسه اکسیژن کارکردی بیمار با مقدار طبیعی
- اخطار جهت مطلع ساختن پزشک یا پرستار در هنگام بروز مشکل
- قابلیت کنترل شیر برقی متصل به کپسول اکسیژن جهت اکسیژن رسانی به موقع به بیمار

۳-۳-۷- الگوریتم کار دستگاه

در این دستگاه ابتدا توسط صفحه کلید نوع بیماری فرد وارد می شود. از آنجا که هر بیماری میزان خاصی از اکسیژن را می طلبد، دستگاه باید قابلیت تطبیق با این مقادیر مختلف اکسیژن را داشته باشد. به عنوان مثال، در بیماری برونشیت مزمن ۲ تا ۳ لیتر در دقیقه، بیماری اسم ۷ تا ۱۰ لیتر در دقیقه، بیماری ایسکمیک قلبی ۷ تا ۱۰ لیتر و در بیماری حاد تنفسی نیز ۷ تا ۱۰ لیتر در دقیقه اکسیژن برای بیمار لازم است. طبق این روش پس از اینکه saO_2 اندازه گیری شد، با کمک برنامه ریزی که صورت گرفته شده، این میزان با مقدار طبیعی اکسیژن مقایسه می شود و در صورتیکه از حد معمول پائین تر باشد، الارم در جهت مطلع ساختن پزشک و پرستار داده می شود و پیغام warning بر روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود، در ضمن به صورت خودکار دریچه شیر برقی متصل به کیسول اکسیژن باز و اکسیژن مورد نیاز بیمار تامین می شود. از آنجا که saO_2 به طور لحظه به لحظه کنترل می شود، تا زمانیکه این مقدار به حد طبیعی نرسیده باشد، عمل اکسیژن رسانی انجام می شود و پس از آنکه به حد طبیعی رسید، با بسته شدن دریچه شیر برقی، اکسیژن رسانی متوقف می شود. بدین ترتیب حتی اگر بیمار در خواب دچار کمبود اکسیژن شود، دستگاه به طور خودکار نیاز او را بر طرف می سازد و حتی اگر مشکلات ناشی از عدم توجه پزشک یا پرستار وجود داشته باشد، میزان آسیب رسیدن به بیمار کاهش می یابد. در ضمن اگر اکسیژن رسانی بیش از حد ادامه پیدا کند، طبق برنامه ریزی صورت گرفته پیغامی مبنی بر over saturation بر روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود و اکسیژن رسانی متوقف می شود. دستگاه ساخته شده کمک بسیار بزرگی به کادر پزشکی و پرستاران در زمینه بالا بردن میزان دقت و ضریب اطمینان در اکسیژن رسانی به موقع به بیمار و حتی جلوگیری از اکسیژن رسانی بیش از حد به بیمار بخصوص در مواقع بحرانی و حساس می کند.

۳-۳-۸- عیب یابی دستگاه پالس اکسی متر

- ۱- کابل پاور: اولین موردی که حتما باید چک شود کابل پاور دستگاه می باشد. برای خیلی اتفاق افتاده که دستگاهی را با این توصیف که سوخته و یا اصلا کار نمی کند به من تحویل دادند و بعد از چک کردن آن متوجه شدم که مشکل تنها از کابل پاور دستگاه بوده است.
- ۲- باتری دستگاه: یکی از قسمتهای اصلی دستگاههای پرتابل باتری آن است که بدلیل عدم استفاده صحیح از آن و در نظر نگرفتن دوره های شارژ و دشارژ آن زود خراب می شود. در

این موارد دستگاه بسته به نوع و مدل آن می تواند بی مشکل کار کند و یا هنگام روشن شدن صدای زنگ اخبار و یا مشابه آن از دستگاه شنیده می شود یا اینکه در بعضی از مدلها اصلا دستگاه روشن نمی شود

۳- فیوز دستگاه : دستگاههای پالس عموماً دارای یک و یا دو فیوز دقیقاً در ورودی برق شهری هستند. در صورتیکه برق شهری دارای نوسانات شدید باشد این فیوزها در فواصل زمانی کوتاه می سوزند. البته باید دقت داشت که سوختن این فیوزها ممکن است به دلیل مشکل برد پاور دستگاه نیز باشد. به همین دلیل دقت کنید که فیوزها را با فیوز مشابه جایگزین نمایید

۴- پروب دستگاه : دقت کنید با توجه به اینکه قسمت مهمی از مشکلات دستگاه می تواند به دلیل اشکال در پروب آن باشد حتماً دستگاه را برای تعمیر با پروب آن تحویل بگیرید. در مورد پروب هم ابتدا اتصالات مربوط به سوکت آن را چک کنید و سپس دیود منابع نور قرمز و مادون قرمز آن را چک کرده و دست آخر سنسور آن را به لحاظ سلامت چک کنید

۵- صفحه نمایش دستگاه : در حال حاضر تقریباً همه مدلها موجود در بازار ایران دارای صفحات نمایشگر می باشند. مشکلات صفحه نمایش می تواند عدم روشن شدن منبع تامین کننده نور ضمیمه و یا سوختن و صدمه خوردن خود صفحه نمایش باشد. توصیه می کنم اگر با چنین موردی روبرو شدید ابتدا این نکته را مد نظر بگیرید که آیا قادر به تهیه صفحه نمایش هستید و این صفحه نمایش در بازار پیدا می شود یا خیر و بعد دستگاه را برای تعمیر قبول کنید

۶- پاور دستگاه : برد پاور دستگاه یکی از حساسترین بردهای دستگاه می باشد که در صورت صدمه خوردن دستگاه اصلاً روشن نمی شود

۷- مشکلات دیگر : مشکلات دیگری نیز می تواند برای دستگاه بوجود آید. این مشکلات با توجه به نوع دستگاه و نحوه طراحی آن بسیار متنوع هستند و چون به سیستمهای میکروکنترلی و پردازنده های دستگاه بر می گردد توصیه می شود جهت تعمیر دستگاه را به نمایندگی های مجاز آن تحویل دهید.



شکل (۸-۳) محل نصب پراب پالس اکسی متر



پالس اکسیمتر

شکل (۹-۳) محل نصب پراب پالس اکسی متر در نوع پورتابل

۳-۳-۹- اشکالات دستگاه پالس اکسیمتر و اهمیت عملکرد صحیح آن

از آنجایی که این دستگاه در بخش های حساس مورد استفاده قرار می گیرد ، صحت عملکرد آن دارای اهمیت ویژه ای است ؛ چرا که خروجی این دستگاه به عنوان اساس تشخیص خطر قرار می گیرد. عمده اشکالات این دستگاه ها مربوط به سنسور آن و فرستنده و گیرنده نوری آن است. ضمن اینکه خود دستگاه نیز در قسمت تولید کننده نور و تحلیل آن ممکن است دچار اشکال شود. از مواردی که کاربران باید به آن توجه داشته باشند ، استفاده صحیح سنسور است ؛ چون در غیر این صورت داده ها دقیق نخواهد بود. (لذا در بعضی موارد به علت عدم دقت کاربران ، اطلاعات ناقص و اشتباه از این دستگاه گرفته می شود). سنسور پالس اکسی متر نباید در معرض ترکیب های نوری شدید قرار گرفته یا در آب ، حلال ها و دیگر محلول های پاک کننده فرو رود؛ چرا که این سنسورها نباید با اشعه، بخار یا گاز اتیلن

اکساید استریل گردد. متأسفانه در بعضی موارد این سنسور در معرض نورهای شدید، لامپ های بیلی روبین ، نور شدید فلورسنت، لامپ های گرمایش مادون قرمز یا نور مستقیم خورشید قرار می گیرد و اگر در این مواقع کاربران به این مسأله توجه نکنند ، اطلاعات ناقص و اشتباه مبنای تشخیص قرار می گیرند ، بنابراین آگاهی از عملکرد دستگاه و تست آن دارای اهمیت می باشد. از دیگر قابلیت های این دستگاه ، طراحی تستر سنسور انگشتی آن است که حالت چرخشی دارد. در نتیجه ضمن اینکه آسیب به آن وارد نمی شود ، قابلیت تست انواع سنسورهای یکبار مصرف یا چندبار مصرف وجود دارد.

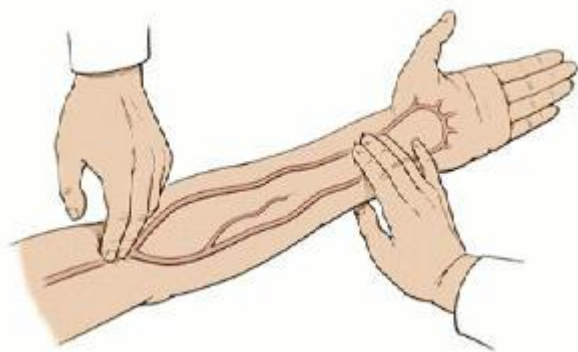
۳-۴- نبض

گرفتن نبض یکی از متداولترین و اولیه ترین معاینات پزشکی چه در رشته قلب و عروق چه در سایر رشته ها می باشد. نبض انسان یکی از علائم حیاتی او به شمار می رود و در تشخیص بسیاری از بیماریها پزشک را یاری می دهد . نبض در واقع موجی است که از مبداء سرخرگهای بدن به صورت گریز از مرکز به سرخرگهای کوچکتر و محیطی انتقال پیدا می کند. به عبارت دیگر تپش و ضربان قلب در سرخرگ ها به صورت نبض نمود پیدا می کند. بنابراین اگر کسی با گوشی پزشکی به صدای قلب گوش دهد و همزمان نبض بیمار را بگیرد، میان یکی از صداهای قلب و نبض همزمانی نسبی احساس می شود. همانگونه که گفته شد نبض در تمام سرخرگهای بدن وجود دارد اما در قسمتهایی قابل معاینه است که سرخرگ از بستر نسبتاً سفتی عبور کند. از نظر سهولت معاینه ، بهترین نبض ، نبض مچ دست می باشد. این نبض در سطح بدون موی مچ دست و نزدیک به قاعده شست قابل لمس است. برای گرفتن نبض کافی است که با انگشت سبابه محل نبض را پیدا کرده و در حدی آن را فشار دهیم که جریان خون بیمار متوقف نشود ولی ضربان آن به راحتی حس شود .

اولین چیزی که از نبض می توان برداشت کرد تعداد ضربات آن در یک دقیقه است . از آنجایی که نبض انسان معمولاً پدیده ای منظم است . اگر تعداد آن را در ۱۵ ثانیه یا ۳۰ ثانیه نیز بشماریم و حاصل را در ۴ یا ۲ ضرب کنیم تعداد نبض در دقیقه حاصل می شود. نبض انسان به طور طبیعی باید ۵۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه باشد . نبضهای تند تر یا کند تر از این محدوده غیر طبیعی است و باید علت آن بررسی شود . البته هنگام خواب نبض انسان به حداقل خود می رسد(اما نه کمتر از ۵۰ بار دقیقه) و در فعالیت ورزشی به حداکثر خود می رسد (اما

معمولاً نه بیشتر از ۱۵۰ ضربان در دقیقه). افراد ورزشکار نیز معمولاً در حالت استراحت نبض کند دارند (بین ۵۰ تا ۷۰ بار در دقیقه) که این امر نشانه سلامت قلب و عروق این افراد می باشد.

نکته دوم که باید در گرفتن نبض مورد دقت شود. منظم یا نامنظم بودن آن است. شاید شایعترین بی‌نظمی آن باشد که گاهی تند و گاهی کند می‌شود. اگر این تند و کند شدن نبض جرئی باشد، نشانه بیماری خاصی نیست. اما اگر این مساله شدت پیدا کند باید علت آن به دقت بررسی شود. بی‌نظمی نسبتاً شایع نبض آن است که گاهی حس می‌کنیم یک نبض ساکت می‌شود و ضربانی حس نمی‌شود گویی که قلب در آن لحظه نتوانسته ضربان موثری داشته باشد. علت چنین نبض هایی نیز در بیشتر موارد آریتمی‌های قلبی بویژه از نوع انقباض های زود هنگام بطنی است.



شکل (۳-۱۰) نحوه صحیح گرفتن نبض با دست

نکته پر اهمیت دیگر در گرفتن نبض، قوت و ضعف آن است. نبض افراد پر فشار و بویژه آنهایی که تفاوت فشار سیستولی و فشار دیاستولیشان بالاست، قوی می‌زند. در حالی که نبض افرادی که فشار پایین دارند یا به هر علتی دچار خونریزی یا اسهال استفراغ شدید شده‌اند ضعیف می‌باشد. به جز میچ دست قسمتهای دیگری نیز در بدن برای اندازه‌گیری نبض به کار می‌روند که فهرست وار به نام آنها اشاره می‌کنیم: نبض آرنج دست، نبض شاه‌رگ گردن، نبض کشاله ران، نبض پشت ران، نبض پشت قوزک داخلی پا و در نهایت نبض پشت کف پا.

قلب یک فرد بزرگسال سالم در حالت استراحت بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه دارد. زمانی که فردی ضربان قلبش را احساس کند تپش قلب معنا می‌گیرد، حال آنکه تپش قلب در اکثر اوقات مانند زمان بروز هیجانات، طبیعی است.

ضربان طبیعی قلب از امواج الکتریکی که در سلول‌های ضربان‌ساز موجود در گره‌های کوچک سینوسی دهلیزی دهلیز راست قلب آغاز می‌شود، منشاء می‌گیرد.

از آنجا امواج به سرتاسر دهلیز راست و سپس دهلیز چپ منتشر می‌شود و در نهایت به بطن راست و چپ منتقل می‌گردد و موجب هماهنگی انقباض عضلاتی که خون را به تمام بدن تلمبه می‌کند، می‌شود.

تعداد طبیعی ضربان قلب بین ۶۰ و ۱۰۰ ضربان در دقیقه و متوسط آن ۷۲ تا ۷۸ ضربان است. در قهرمانان ورزشی و افراد خیلی ورزیده ضربان قلب در حال استراحت ممکن است ۴۰ یا ۴۵ باشد.

در اکثر افراد ضربان قلب هنگام دم کمی افزایش و هنگام بازدم اندکی کاهش می‌یابد. این پدیده آریتمی سینوسی خوانده می‌شود و طبیعی است.

به طور کلی هرچه تعداد ضربان قلب در حالت استراحت پایین تر باشد، نشان دهنده فعالیت موثرتر قلب و سلامت بهتر سیستم قلبی عروقی است، به طور مثال ضربان قلب یک ورزشکار حرفه ای در حالت استراحت نزدیک به ۴۰ ضربه در دقیقه است.

ضربان قلبی که بیش از اندازه کم یا زیاد باشد، می تواند بیانگر وجود یک مشکل باشد. نقش ژنتیک در ابتلا به بیماری‌های قلبی مادرزادی بی‌تأثیر نیست. ژنتیک در بیماری‌هایی نظیر تپش قلب غیر طبیعی، نارسایی قلبی و همچنین بیماری‌های عضله قلب تا ۵۰ درصد نیز نقش دارد.

زمانی که فردی ضربان قلبش را احساس کند تپش قلب معنا می‌گیرد، حال آنکه تپش قلب در اکثر اوقات مانند زمان بروز هیجانات، طبیعی است.

در واقع افرادی که ضربان قلبشان یک مرتبه تند می‌شود (بالا تر از ۱۵۰ ضربه در دقیقه) و یا کند می‌شود (کمتر از ۴۰ ضربه در دقیقه)، به عنوان ضربان قلب غیر طبیعی تلقی می‌شوند.

۳-۴-۱- روش اندازه گیری ضربان قلب

برای اندازه گیری ضربان قلب به سادگی می توانید نبض خود را طبق روش های زیر چک کنید.

۱- انگشت اشاره و انگشت سوم خود را بین استخوان داخلی مچ و تاندون و روی شریان رادیال که در سمت انگشت شست بر روی مچ است قرار دهید.

۲- برای انجام این کار انگشت اشاره و انگشت سوم خود را روی گردن نزدیک به نای قرار دهید.

وقتی که نبض خود را احساس کردید تعداد ضربان در ۱۵ ثانیه را اندازه گیری کنید و برای محاسبه ی تعداد ضربان در یک دقیقه این عدد را در چهار ضرب کنید.

عوامل متعددی می تواند بر روی ضربان قلب اثرگذار باشد، این موارد شامل:

-نوع فعالیت بدنی

-سطح آمادگی جسمانی

-دمای هوا

-موقعیت بدن

-احساسات

-اندازه بدن

-داروهای مصرفی

اگرچه تعداد ضربان طبیعی طیف وسیعی را شامل می شود، ضربان قلبی که بیش از اندازه کم و یا زیاد باشد، می تواند بیانگر وجود یک مشکل باشد.

اگر ضربان قلب شما در حالت استراحت خیلی بیشتر از ۱۰۰ (تاکی کاردی) و یا خیلی کمتر از ۶۰ است (برادی کاردی)، حتما به پزشک مراجعه کنید.

اگر علائمی مانند ضعف، سرگیجه و یا تنگی نفس نیز دارید، این موضوع اهمیت بیشتری پیدا می کند.

نامنظمی و به هم خوردن آهنگ طبیعی ضربان قلب را آریتمی گویند.

۳-۴-۲- کندی ضربان قلب

ضربان قلب کمتر از ۶۰ در دقیقه برادیکاردی خوانده می شود. برادی از ریشه یونانی و به معنی کند است. کندی ضربان قلب همراه با کم کاری تیروئید، یرقان، برخی اختلالات گوارشی، بیماری قلبی، و مصرف داروهای خاص به ویژه مصرف بیش از حد دیجیتال دیده می شود. همان طور که قبلاً ذکر شد کندی ضربان قلب در حال استراحت در قهرمانان ورزشی شایع است.

ضربان قلب بین ۴۰ و ۶۰ در دقیقه معمولاً علائمی ایجاد نمی کند. کندی ضربان قلب که با ورزش یا هیجان افزایش نیابد معمولاً نشانه اختلال هدایت داخل قلبی (بلوک قلبی) است و باید در مورد آن با پزشک مشورت کنید. شروع ناگهانی افت ضربان قلب به زیر ۴۰ ضربان در دقیقه به ویژه اگر همراه با درد قفسه سینه، خستگی، یا تنگی نفس باشد، نشانگر یک حمله قلبی جدید است و یک فوریت پزشکی می باشد.

۳-۴-۳- تند ضربان قلب

ضربان قلب بیش از ۱۰۰ در دقیقه تاکی کاردی خوانده می شود. تاکی از ریشه یونانی و به معنی تند است. علل بسیاری شامل پرکاری تیروئید، نارسائی قلب، کم خونی، خونریزی، عفونت ها، و مخدرها (مثل نیکوتین، کافئین، الکل، ماری جوآنا) وجود دارند. اگر متوجه ضربان تند و مداوم قلب خود شدید و یا در گردن و قفسه سینه خود احساس ضربان کردید به پزشک مراجعه کنید.

گاهی ممکن است دچار شروع ناگهانی ضربان تند قلب که به آن تاکی کاردی حمله ای دهلیزی می گویند، شوید. این عارضه معمولاً در جوانی آغاز می شود و در طول زندگی تکرار می شود. اغلب هیچ گونه اختلال قابل تشخیص قلبی وجود ندارد و با وجود اینکه ممکن است هنگام حمله احساس ضعف و بی حالی کنید، این عارضه اساساً خوش خیم است. این حملات ممکن است در اثر اختلالات هیجانی، خستگی، سوء هاضمه، مصرف الکل یا دارو بروز کند. ضربان قلب ممکن است از ۱۴۰ تا ۲۵۰ ضربان در دقیقه تغییر کند. داروهای

متعدد قلبی برای جلوگیری از این حملات در دسترس است. وقتی این حمله شروع شد دراز بکشید و آرام باشید. ایستادن تنها باعث افزایش شدت حمله می‌شود. هنگامی که با این حملات آشنائی پیدا کردید، روش‌های خاصی ممکن است برای توقف آنها به کار گرفته شود. با وجود این استفاده از این روش‌ها هنگامی که تشخیص کاملاً مسجل شد باید توسط پزشک نشان داده شوند.

سایر علل تاکی کاردی لرزش (فلوتر، ضربان یا لرزش سریع را فلوتر گویند) دهلیزی، فیبریلاسیون دهلیزی، تاکی کاردی بطنی و نشانگان ولف-پارکینسون وایت (این نشانگان نوعی تحریک زودرس بطنی است) می‌باشد. کلیه این موارد مهم هستند و برای تشخیص آنها نوار قلبی و سایر آزمایش‌ها ضروری است.

۳-۴-۴- ضربان نامنظم قلب

ضربان نامنظم قلب یا آریتمی علل متعددی دارد. اکثر موارد ضربان نامنظم قلب (اگر نه همه آنها) که بیش از چند دقیقه طول می‌کشند باید توسط پزشک مورد بررسی قرار گیرند.

یکی از علل ضربان نامنظم قلب که اکثر افراد گاه‌به‌گاه دچار آن می‌شوند و کاملاً بی‌خطر است ضربان زودرس دهلیزی است. این ضربان‌ها معمولاً با احساس لرزش در گردن و قفسه سینه مشخص می‌شوند و در اثر ضربان‌های قلبی دوره‌ای که دارای قدرت بیشتری هستند پدید می‌آیند. علت ضربان زودرس دهلیزی یک تحریک الکتریکی دوره‌ای است که به جای گره سینوسی دهلیزی از عضلات دهلیز آغاز می‌شود.

ضربان زودرس دهلیزی معمولاً بی‌خطر است و اکثر افراد به آن توجهی نمی‌کنند مگر آنکه تکرار آن نگران‌کننده شود. این ضربان‌ها معمولاً توسط مخدرهای محرک قلب مثل نیکوتین، کافئین، ماری‌جوآنا، و الکل ایجاد می‌شوند.

خودداری از مصرف آنها معمولاً از بروز این عارضه جلوگیری می‌کند مگر آنکه زمینه بیماری قلبی وجود داشته باشد. اگر تعداد این ضربان‌ها زیاد شود و یا باعث نگرانی شما گردد، باید به پزشک مراجعه کنید. داروهای متعددی برای کاهش یا توقف این ضربان‌ها وجود دارند. در موارد استثنائی یک دستگاه الکترونیکی ضربان‌ساز که باعث ایجاد ضربان قلب می‌شود، ممکن است زیر پوست تعبیه شود تا ضربان طبیعی قلب را حفظ کند.

۳-۴-۵- محل مناسب گرفتن نبض

رایج‌ترین دو شریانی که برای گرفتن نبض به کار می‌روند، شریان رادیال در طرف درونی مچ در نزدیکی کنار شست دست، و شریان کاروتید در گردن در میان نای و عضله گردن.

نبض را می‌توان با گذاشتن انگشت روی شریان رانی در کشاله ران اندازه گرفت، و اغلب برای آزمایش‌های کاتتریزاسیون قلب برای مثال در آنژیوگرافی قلب از این محل استفاده می‌شود؛ و نبض‌های پشت‌پایی در پاها برای بررسی جریان خون در اندام‌های تحتانی به کار می‌روند.

به گفته کارشناسان گذاشتن انگشت بر روی این شریان‌ها و شمردن ضربان‌ها در ۶۰ ثانیه دقیق‌ترین اندازه‌گیری را به دست خواهد داد. همچنین می‌توانید ضربان‌های نبض را برای ۱۵ ثانیه بشمارید و عدد به دست آمده را در چهار ضرب کنید، یا برای ۱۰ ثانیه این کار را انجام دهید و عدد به دست آمده را شش ضرب کنید، اما اغلب کارشناسان شمردن برای ۶۰ ثانیه کامل در صورت امکان را توصیه می‌کنند.

۳-۴-۶- علل ضربان نبض غیرطبیعی

اختلال ریتم قلب (آریتمی) باعث می‌شود قلب با سرعت بیش از حد بالا یا بیش از حد پایین، یا با ریتم نامنظم بتپد.

"تاکیکاردی" را عموماً به عنوان رسیدن سرعت ضربان قلب به بالای ۱۰۰ تپش در دقیقه تعریف می‌کنند و معمولاً ناشی از آن است که گسیل پیام‌های الکتریکی که از حفره قلب منشأ می‌گیرند، وضعیتی نابهنجار پیدا کرده است.

رسیدن سرعت ضربان قلب به ۱۵۰ و بالاتر ناشی از عارضه‌ای است که "تاکیکاردی فوق‌بطنی" نام دارد.

سرعت ضربان قلب کمتر از ۶۰ ضربه در دقیقه را "برادیکاردی" می‌نامند و ممکن است بیانگر آسیب‌دیدن قلب به علت حمله قلبی یا سایر بیماری‌های قلبی-عروقی یا مشکلات به گره سینوسی-دهلیزی-که به عنوان ضربان‌ساز قلب عمل می‌کند-باشد.

رابطه محکمی میان فشار خون و سرعت ضربان قلب وجود ندارد، و ممکن است با وجود سرعت ضربان قلب طبیعی، فشار خون شما بالا باشد.

سرعت ضربان قلب در هنگام فعالیت جسمی شدید افزایش می‌یابد، اما چنین فعالیتی ممکن است تنها اندکی فشار خون را بالا ببرد. هنگامی که فشار خون بیش از حد پایین می‌آید، بدن با افزایش سرعت ضربان قلب برای تشدید برون‌ده قلب به آن واکنش نشان می‌دهد.

نکات:

- با انگشت شست نبض را لمس نکنید زیرا خود شست نبض قابل لمس دارد.
- هر دو شریان کاروتید را همزمان لمس نکنید و فشار زیادی بر روی این شریان وارد ننمائید. زیرا در ریتم ضربان قلبی اختلال ایجاد می‌کند.
- در بزرگسالان رایج ترین محل، برای لمس نبض، شریان رادیال بوده و مطمئن ترین محل شریان کاروتید می باشد.
- در افرادی که خونریزی دارند نبض ضعیف ولی تعدادش زیاد است
- در افراد دچار اسهال و استفراغ شدید نبض ضعیف و حتی غیر قابل لمس است.
- تعداد نبض در شرایط طبیعی با افزایش سن تا رسیدن به سن بلوغ کاهش می‌یابد.
- جثه: تعداد نبض در افراد با جثه بزرگ و ورزشکار کمتر از افراد با جثه کوچک است.
- ضربان قلب، که از آن با نام نرخ پالس نیز یاد می‌شود در واقع تعداد ضربان قلب هر فرد در دقیقه است. ضربان قلب نرمال بستگی به سن و اندازه بدن دارد. شرایط قلب به عواملی مانند اینکه فرد در حالت نشسته و یا در حال حرکت، یا استفاده از داروهای مختلف و یا حتی دما و هوا بستگی دارد.
- احساسات نیز بر روی ضربان قلب تاثیر گذارند. به عنوان مثال زمانی که شما هیجان زده یا دچار ترس می‌شوید، ضربان قلب شما افزایش می‌یابد. اما مهمتر از همه زمانی است که سرعت ضربان قلب کاهش می‌یابد. این کار به ساخت عضلات قلب کمک می‌کند و برای قلب موثر است.
- اطلاعات داشتن درباره ضربان قلب به شما کمک می‌کند تا سطح تناسب خود را کنترل نمایید و به شناسایی دیگر بیماریهایی که سلامت شما را به خطر می‌اندازد کمک نماید.

۳-۴-۷- ضربان قلب ماکزیمم

ضربان قلبی که همیشه بالا است می تواند فشار زیادی را به قلب و دیگر اندامها وارد نماید. اگر فردی ضربان قلب بالایی در حالت استراحت داشت و علائم دیگری را نیز تجربه می کرد، دکترها می بایست عملکرد قلبش را مورد بررسی قرار دهند. بر طبق نظر AHA، ضربان قلب نرمال هر فرد بین ۵۰ تا ۸۵ درصد ماکزیمم ضربان قلب او می باشد. و رایج ترین راه پیدا کردن ضربان قلب ماکزیمم از کسر سن فرد از عدد ۲۲۰ بدست می آید.

برای مثال فردی ۳۰ سال سن دارد، پس حداکثر ضربان قلب او ۱۹۰ است.

ضربان قلب نرمال برای فرد سی ساله از رقمی بین ۵۰ و ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلبش است، یعنی عددی بین ۹۵ ضربه در دقیقه و ۱۶۲ ضربه در دقیقه.

این فرمول برای افراد زیر ۴۰ سال به خوبی جواب می دهد اما برای افراد بالای ۴۰ سال ممکن است تخمین بیشتری بزند. برای افراد مسن تر.

۳-۴-۸- کاهش ضربان قلب بالا

ضربان قلب بالا ممکن است به دلایل عصبی، استرس، کم آب ماندن بیش از حد بدن رخ دهد. یک جا نشستن و نفس های سنگین و عمیق کشیدن می تواند باعث کاهش ضربان قلب شود و همچنین ورزش کردن نیز یکی دیگر از عوامل کاهش تپش قلب می باشد. آریتمی، تاکیکاردی و شرایط دیگر

برخی شرایط بر روی ضربان قلب افراد تاثیر می گذارد. آریتمی، باعث ضربان قلب سریع و در برخی موارد خیلی آهسته می شود که ریتم غیر طبیعی دارد. تاکیکاردی، شرایطی است که در حالت استراحت ضربان قلب به بالای ۱۰۰ ضربه در دقیقه می رسد و عموماً به علت سیگنالهای الکتریکی در دهلیز بالای قلب است که به درستی کار نمی کنند. اگر ضربان قلب نزدیک ۱۵۰ یا بالاتر باشد، اصطلاحاً شرایطی است که به آن تاکیکاردی حاد (SVT) می گویند. در SVT، سیستم الکتریکی قلب شما که ضربان قلب را کنترل می کند، دیگر کار نمی کند. و در این شرایط مراقبتهای پزشکی نیاز است که انجام گیرد.

برادیکاردیا، شرایطی است که در آن قلب بسیار آرام میزند و عموماً این ضربان زیر ۶۰ ضربه در دقیقه است. این مورد می تواند ناشی از مشکلات گره های سینوسی - دهلیزی در

قلب باشد، که مثل یک ضربان ساز عمل می کنند، یا به قلب به صورت حملات قلبی و یا بیماریهای قلبی عروقی آسیب وارد می کنند.

۳-۴-۹- فشار خون بالا در مقابل ضربان قلب بالا

برخی افراد فشار خون بالا را با ضربان قلب بالا اشتباه می گیرند. فشار خون در واقع میزان فشار خون در دیواره های رگهای قلب است در حالیکه ضربان قلب، تعداد دفعات تپیدن قلب در هر دقیقه است.

هیچ ارتباط مستقیمی بین این دو موضوع وجود ندارد و فشار خون بالا لزوماً باعث ضربان قلب بالا نمی شود و برعکس. ضربان قلب در حین فعالیت شدید در تمرینات ورزشی سنگین، شاید به آرامی فشار خون را بالا ببرد.

میزان ضربان قلب افراد در یک دقیقه، متفاوت است ولی معمولاً از ۱۸ سال به بالا، ضربان بین ۶۰ تا ۱۰۰ بار در دقیقه طبیعی لحاظ می شود.

فصل چهارم: مواد و روش ها

۴-۱- شرایط فضای بسته

از جمله خطرات موجود در فضای بسته، کمبود اکسیژن، وجود گازهای سمی، مواد شیمیایی خورنده یا حلال های آتشگیر می باشد. همچنین گزینه کمبود اکسیژن در زیر آب برای غواصان یا کارگران مشغول کار در تونل ها و معادن می تواند خطر آفرین باشد و منجر به مرگ افراد شود. هدف از این اختراع این بوده که یک وسیله که بر روی بدن نفرات که مشغول کار در این فضاها هستند تهیه نمایم که هر لحظه علائم حیاتی نفرات را گزارش داده و نفرات آماده بکار که بیرون این فضا قراردارند را از شرایط بدنی خودشان آگاه سازند، تا در صورت بروز خطر و به مخاطره افتادن شخص در معرض خطر، افراد ایمنی و یا آماده به کار تدابیر لازم را جهت نجات شخص بکار بندند.

در صنایع مختلف که خطرات زیادی افراد را مورد تهدید قرار می دهد، شخصی را بعنوان آماده بکار و ناظر بر شخص قرار می دهند که از دور وی را تحت نظر داشته باشد تا در صورت بروز حادثه، درخواست کمک نماید. همچنین در معادن یا تونل ها نیز در موارد حساس، شخصی ناظر بر افراد در معرض خطر گمارده می شود. با بکارگیری این سیستم علاوه بر اینکه شخص ناظر در صورت کوچکترین اختلال در سلامتی شخص، که پیش از این بدون دستگاه امکان نداشته، را تشخیص داده و فرد را از محیط خطر خارج می نماید، اتاق ایمنی هم حتی بدون حضور فرد ناظر، از عدم سلامتی افراد توسط سیستم مرکزی مطلع شده و سلامتی و حیات تمام افراد را تحت نظر دارد.

در صورت ثبت علائم حیاتی استاندارد هر شخص و اختصاص دادن یک کد مخصوص به تک تک افراد، زمانی که هر شخص وارد محیط خطرناک گردد، با دادن کد وی به سیستم می توان سلامتی شخص را بصورت بسیار دقیقی بررسی نمود. همچنین می توان از سیستم مکان یاب پیشرفته، برای مکان یابی دقیقی از مکان شخص مورد مطالعه، روی سیستم استفاده نمود.

قسمت مچ بند روی دست شخص در معرض خطر که در محیط بسته یا زیر آب مشغول بکار است نصب می شود و در صورت لزوم بخش اندازه گیر اکسیژن اشباع خون توسط سیم رابط به گوش و یا انگشت شخص متصل می گردد. بخش دوم در دست ناظر ایمنی قرار گرفته و هنگام استفاده با اطمینان از شارژ بودن دستگاه آنرا روشن نموده تا در صورت بروز خطر برای سلامتی شخص در معرض خطر، اقدامات لازم را اندیشیده تا از خطرات بعدی ممانعت بعمل آید.

از این وسیله می توان در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع شیمیایی، معادن، کارهای زیر آب نظیر جوشکاری زیر دریا استفاده نمود. این وسیله با نشان دادن آنی علائم حیاتی شخص مشغول بکار در محیط های خطرناک و مرگ آور، می تواند شخص ناظر و مسئول ایمنی را از سلامتی شخص کارگر باخبر نموده و با استرسی کمتر و ایمنی بیشتر افراد را به پایان بی خطر کار امیدوار نمود.

سیستم از سه بخش تشکیل شده است:

۱. فرستنده: که روی بدن شخص مورد مطالعه نصب می گردد.

۲. گیرنده، فرستنده دستی: که توسط شخص ناظر حمل می شود.

گیرنده دستی باید توانایی نمایش ضربان قلب را با یک عدد LED را داشته باشد.

همچنین باید قابلیت گرفتن نبض را در یک بازه زمانی ۱۵ ثانیه ای را داشته باشد، یعنی در مدت ۱۵ ثانیه تعداد ضربان قلب را اندازه بگیرد و اگر از رنج نرمال تجاوز کند (کمتر یا بیشتر شود) با روشن شدن یک آژیر یا آلامر خطر که به مدت چند ثانیه ادامه دارد و نیز با یک LED قرمز چشمک زن، ما را از خطر آگاه سازد.

سیتم باید بتواند بصورت خودکار هر ۱۵ ثانیه یکبار عملیات گرفتن نبض را انجام دهد بدون اینکه نیاز به زدن دکمه فشاری یا میکروسوییچی باشد.

گزارش اخطار ها در هر دو سیستم ضربان قلب و اکسیژن اشباع، بصورت زیر می باشد:

در صفحه نمایش، در صورت بروز خطر، نوشته مربوط به عاملی که در آن خطر ایجاد شده، به حالت چشمک زن درآمده و LED اخطار آن نیز چشمک زده و بوق نیز به صدا درآمده و ویبره هم روشن شود.

از دیگر قابلیت ها باید ارسال میزان اکسیژن اشباع خون است، بطوری که دور شدن درجه اشباع اکسیژن خون از میزان استاندارد نیز توسط همان خطوط اعلان میزان خطر و LED قرمز چشمک زن و صدای بوق را در پی داشته باشد.

چون هم دستگاه اندازه گیر و فرستنده میزان نبض و ضربان و هم دستگاه گیرنده دستی باید توسط اشخاص حمل گردند، از باطری قابل شارژ و سبک مانند باطری موبایل استفاده گردد.

گزینه های زیر در گیرنده دستی اعمال شده اند:

۱. کلید on/off کلی دستگاه

۲. کلید ریست حافظه مجهز به قفل

۳. کلید خاموش/روشن کردن سیستم تعداد نبض برای بوق اخطار و ویبره

۴. کلید Memory جهت نمایش حافظه خطرات ثبت شده

۴-۲- انواع سنسور ها و کاربرد آن ها

سنسور^۷ یعنی حس کننده، و از کلمه sens به معنی حس کردن گرفته شده و می تواند کمیت هایی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما، و ... را به کمیتهای الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل کند. سنسورها در انواع دستگاههای اندازه گیری، سیستمهای کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاههای مختلف از جمله PLC باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد. سنسور ها بر اساس نوع و وظیفه ای که برای آن ها تعریف شده اطلاعات را به سیستم کنترل کننده می فرستند و سیستم طبق برنامه تعریف شده عمل می کند.

⁷ . sensor

سنسورهای مجاورتی:

نوری: این نمونه سنسورها به دو صورت کار می کنند. یا دو سنسور که به صورت ارسال و دریافت در مقابل هم هستند یا یک سنسور که قابلیت ارسال و دریافت امواج فروسرخ را دارد و در مقابل آن یک اینه قرار گرفته است. در صورتی که جسم امواج ارسالی را قطع کند نور به فتو ترانزیستور گیرنده نمی رسد و خاموش می شود و در نتیجه یک پالس به کنترلر ارسال می شود.

باید توجه داشت، دستگاههایی که با این سنسورها کار می کنند در صورت بروز خطا پاک بودن اینه ها و صحت ارسال و دریافت سنسورها را چک کنید.

خازنی: این سنسورها همانند خازنها کار می کند و در صورت حضور جسم در میدان آن ظرفیتش تغییر می کند و یک سگنال به کنترلر ارسال می کند.

القایی: این سنسورها همانند یک سلف کار می کنند و از خاصیت القایی آن جهت اشکار سازی حضور جسم استفاده می شود. میدان دارای یک دامنه و فرکانس معین است در صورت حضور جسم نوسانات و دامنه صفر می شود و یک سیگنال (سطح صفر) به کنترلر ارسال می شود.

التراسونیک: این سنسور ها از امواج ما فوق صوت که در محدوده ۲۰ تا ۵۰ کیلو هرتز است استفاده می کند.

کاربرد مهم آن استفاده در سرعت سنج ها و اشکار سازی سطح مخازن و اندازه گیری فلو و ... است.

نحوه کار آن به این صورت است که با محاسبات سرعت موج و اختلاف زمان بین ارسال و دریافت فاصله را اندازه گیری می کنند. این سنسورها به صورت پالسی کار می کنند مثلاً در هر ۲ ثانیه یکبار یک پالس ارسال و فاصله را اندازه گیری می کند.

سنسورهای بیوالکتریک^۸

^۸ . Biosensors

بیوسنسورها طی سالهای اخیر مورد توجه بسیاری از مراکز تحقیقاتی قرار گرفته است. بیوسنسورها یا سنسورهای بر پایه مواد بیولوژیکی اکنون گستره وسیعی از کاربردها نظیر صنایع دارویی، صنایع خوراکی، علوم محیطی، صنایع نظامی و ... را شامل می شود.

توسعه بیوسنسورها از ۱۹۵۰ با ساخت الکتروکسایش توسط لی لند کلارک در سین سیناتی آمریکا برای اندازه گیری غلظت اکسیژن حل شده در خون آغاز شد. این سنسور همچنین بنام سازنده ی آن گاهی الکتروکلارک نیز خوانده میشود. بعداً با پوشاندن سطح الکتروکد با آنزیمی که به اکسیده شدن گلوکز کمک میکرد از این سنسور برای اندازه گیری قند خون استفاده شد. بطور مشابه با پوشاندن الکتروکد توسط آنزیمی که قابلیت تبدیل اوره به کربنات آمونیوم را داراست در کنار الکتروکد از جنس یون NH_4^{++} بیوسنسوری ساخته شده که میتواند میزان اوره در خون یا ادرار را اندازه گیری کند. هر کدام از این دو بیوسنسور اولیه از ترنسادیوسرمتفاوتی در بخش تبدیل سیگنال خویش استفاده میکردند. در نوع اول میزان قند خون با اندازه گیری جریان الکتریکی تولید شده اندازه گیری می شد (آمپرومتریک) در حالیکه در سنسور اوره اندازه گیری غلظت اوره بر اساس میزان بار الکتریکی ایجاد شده در الکترودهای سنسور صورت می پذیرد.

ممکن است روزی فرا رسد که بیمار بدون نیاز به مراجعه به پزشک و تنها بر مبنای اطلاعاتی که توسط یک COBD یا Chip-on-Board-Doctor فراهم می شود، نوع بیماری تشخیص داده شده و سپس داروهای مورد نیاز مستقیماً درون خون تزریق شود. این مسئله باعث خواهد شد که دوز مصرفی دارو بسیار پایین آمده و ضمناً از میزان اثرات جانبی دارو Side-Effect بطرز فاحشی کاسته شود، چرا که دارو مستقیماً به محل مورد نیاز در بدن ارسال می شود.

وظیفه دتکتور تبدیل تغییرات فیزیکی یا شیمیایی با تشخیص ماده مورد تجزیه به یک سیگنال الکتریکی است. کاملاً واضح است که دتکتورها قابلیت انتخاب در نوع واکنش صورت گرفته را ندارند. انواع دتکتورهای (یا ترانسادیوسرها یا مبدلها یا آشکارسازها) مورد استفاده در بیوسنسورها شامل: الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک و حرارتی میباشند. در نوع الکتروشیمیایی عمل تبدیل به یکی از صورتهای: آمپرومتریک، پتانشیومتریک، وامپدانسی صورت میپذیرد. متداولترین الکترودهای مورد استفاده در نوع پتانشیومتریک شامل: الکتروکد

شیشه ای Glass Electrode، الکتروود انتخابگر یونی Ion-Selective، و ترانزیستور اثر میدان حساس یونی Ion-sensitive FET یا ISFET هستند.

بطور کلی یک بیوسنسور شامل یک سیستم بیولوژیکی ایستا Immobilized نظیر یک دسته سلول، یک آنزیم، و یا یک آنتی بادی و یک وسیله اندازه گیری است. در حضور مولکول معینی سیستم بیولوژیکی باعث تغییر خواص محیط اطراف میشود. وسیله اندازه گیری که به این تغییرات حساس است، سیگنالی متناسب با میزان و یا نوع تغییرات تولید میکند. این سیگنال را سپس میتوان به سیگنالی قابل فهم برای دستگاههای الکترونیکی تبدیل کرد.

مزایای بیوسنسورها بر سایر دستگاههای اندازه گیری موجود را میتوان بطور خلاصه بصورت زیر بیان کرد:

مولکولهای غیر قطبی زیادی در ارگانهای زنده شکلمیگیرند که به بیشتر سیستمهای موجود اندازه گیری پاسخ نمی دهند. بیوسنسورها میتوانند این پاسخ را دریافت کنند.

مبنای کار آنها بر اساس سیستم بیولوژیکی ایستا Immobilized تعبیه شده در خود آنهاست، در نتیجه اثرات جانبی بر سایر بافتهای دارند.

کنترل پیوسته و بسیار سریع فعالیتهای متابولیسمی توسط این سنسورهای امکان پذیر است.

سنسورهای گرمایی^۹

یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمینستورها هستند. این سنسورها المانهای مقاومتی پسیوی هستند که مقاومتشان متناسب با دمایشان تغییر می کند. بسته به اینکه در اثر گرما مقاومتشان افزایش یا کاهش می یابد، برای آنها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می کنند. نوع دیگری از سنسورهای گرمایی ترموکوپل ها هستند که آنها نیز در اثر تغییر دمای محیط ولتاژ کوچکی را تولید می کنند. در استفاده از این سنسورها معمولاً یک سر ترموکوپل را به دمای مرجع وصل کرده و سر دیگر را در نقطه ای که باید دمایش اندازه گیری شود، قرار می دهند

^۹ . Heat Sensors

تا همین اواخر سنسوری که بتواند مشابه حس بویایی انسان عمل کند، وجود نداشت. آنچه که موجود بود یک سری سنسورهای حساس برای شناسایی گازها بود که اصولاً هم برای شناسایی گازهای سمی کاربرد داشتند. ساختمان این سنسورها به این صورت است که یک المان مقاومتی پسیو که از منبع تغذیه‌ای مجزا، با ولتاژ $+5$ ولت تغذیه می‌شود، در کنار یک سنسور قرار دارد که با گرم شدن این المان حساسیت لازم برای پاسخ‌گویی سنسور به محرک‌های محیطی فراهم می‌شود. برای کالیبره کردن این دستگاه ابتدا مقدار ناچیزی از هر بو یا عطر دلخواه را به سیستم اعمال کرده و پاسخ آن را ثبت می‌کنند و پس از آن این پاسخ را به عنوان مرجعی برای قیاس در استفاده‌های بعدی به کار می‌برند. اصولاً در ساختمان این سیستم چند سنسور، به طور همزمان عمل می‌کنند و سپس پاسخ‌های دریافتی از آن‌ها به شبکه عصبی ربات منتقل شده و تحلیل و پردازش لازم روی آن صورت می‌گیرد. نکته مهم درباره کار این سنسورها در این است که آن‌ها نمی‌توانند یک بو یا عطر را به طور مطلق اندازه بگیرند. بلکه با اندازه‌گیری اختلاف بین آن‌ها به تشخیص بو می‌پردازند.

سنسور مادون قرمز بدون حساسیت به نور محیط

یک سنسور مادون قرمز که نسبت به نور روز حساسیت ندارد و با استفاده از یک PLL کار می‌کند.

این سنسور از یک IC استفاده می‌کند که دارای یک اوسیلاتور که روی فرکانس KHz 4.5 تنظیم شده است که این فرکانس توسط یک فرستنده مادون قرمز فرستاده می‌شود و توسط گیرنده مربوطه گرفته شده و ولتاژ DC آن حذف می‌گردد (که معمولاً این ولتاژ متناسب با نورهای محیط می‌باشد) سپس توسط یک Phase Detector با فاز فرستنده مقایسه می‌شود و اگر برابر بود خروجی صفر گردد، وجود یک PLL در مدار باعث می‌شود که حساسیت مدار به نورهای پراکنده جلوگیری کند. البته برای تنظیم حساسیت می‌توان از پتانسیومتر مدار استفاده نمود.

¹⁰. Smell Sensors

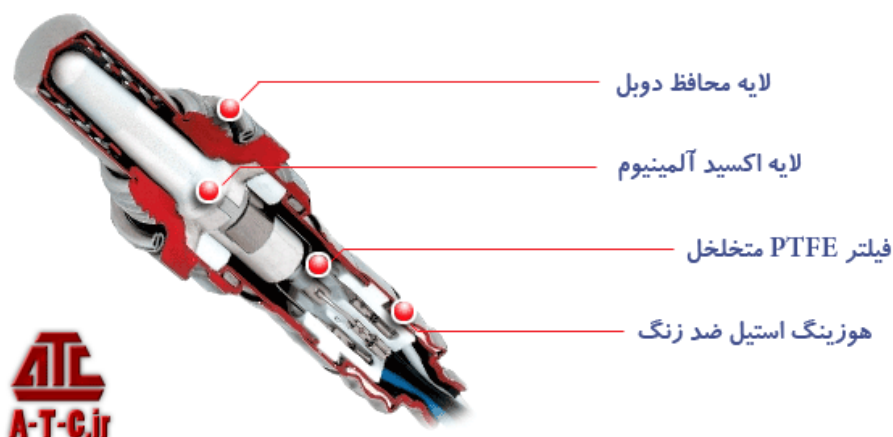
از این مدار می توان هم برای تشخیص وجود یک مانع و هم برای تشخیص رنگ سیاه از سفید استفاده نمود. فرستنده و گیرنده مدار رو می توان رو بروی هم قرار داد که با اینکار اگر مانعی در بین این دو باشد تشخیص داد می شود. می توان هر دو رو کنار هم قرار داد. البته باید مراقب بود که نور فرستنده در این حالت مستقیم به گیرنده نرسد و فقط انعکاس آن را دریافت کند که با این کار اگر مانعی نزدیک این دو قرار گیرد، تشخیص داده شود. این فاصله حدود ۲ cm است که بستگی به رنگ جسم و جنس فرستنده و گیرنده دارد، البته می توان آن را با پتانسیومتر مدار کمتر نمود. با همین روش می توان رنگ سیاه رو از سفید تشخیص داد.

مزیت این مدار این است که با کم و زیاد شدن نور تنظیمات بهم نمی خورند.

۴-۲-۱- سنسور اکسیژن

سنسور اکسیژن شبیه یک ژنراتور کار می کند و هنگامی که به اندازه کافی گرم شود از خود ولتاژ تولید می کند. قسمتی از سنسور که در درون هوای محیط قرار دارد، یک حباب سرامیکی زیرکونیومی است که انتهای آن روی برد الکترونیکی، نصب می شود. قسمت بیرونی حباب با یک لایه متخلخل از جنس پلاتین پوشیده شده و در درون آن دو نوار پلاتینی وجود دارد که به عنوان الکترودها به کار می روند. قسمت بیرونی حباب در معرض گازهای محیط قرار دارد. اما در درون حباب، سنسور (الکتروود) در هوای محیط قرار گرفته است. در سنسورهای اکسیژن قدیمی یک سوراخ کوچک در پوسته ضخیم سنسور وجود داشت که هوا از طریق آن وارد سنسور می شد. در سنسورهای جدید تنفس از میان کانکتور سیم ها انجام می شود و این فضای کم بین عایق بندی و سیم ها محلی مناسب برای نفوذ هوا به درون سنسور است. بنابراین نباید هرگز روی کانکتورهای سنسور اکسیژن را روغنکاری و چرب نمود زیرا این امر سبب مسدود شدن جریان هوا می شود. این روش نسبت به روش قدیمی ترجیح داده می شود، زیرا خطر کثیف شدن یا گرفتگی توسط آب که می تواند از درون سنسور را کثیف یا معیوب کند، کاهش پیدا می کند.

برش مقطعی از سنسور اکسیژن



شکل (۴-۱) برش مقطعی از سنسور اکسیژن

غلظت اکسیژن در درون سنسور، سبب تولید ولتاژ نسبت جریان در میان حباب سرامیکی می‌شود. هرچه اختلاف اکسیژن بیشتر باشد، ولتاژ تولیدی سنسور نیز بیشتر خواهد بود. به طور نمونه یک سنسور اکسیژن هنگامی که اکسیژن کمی در هوا وجود دارد، ولتاژی در حدود ۰,۹ ولت تولید می‌کند. زمانی که هوا رقیق است، ولتاژ خروجی سنسور افت کرده و به حدود ۰,۲ ولت می‌رسد. هنگامی که غلظت هوا بالانس شده یا در نقطه‌ای ثابت در حدود ۱۴,۷ : ۱ قرار گرفته، سنسور ولتاژی در حدود ۰,۴۵ ولت را تولید می‌کند.

اما محل نصب سنسور اکسیژن بر روی بخشی از برد است که هوای محیط در جوار آن در جریان باشد. این سنسور وظیفه دارد تا نشان دهد که میزان اکسیژن، چقدر است. اگر درصد اکسیژن در هوا، غنی (اکسیژن کمتر) یا رقیق (اکسیژن بیشتر) باشد، سنسور اکسیژن این تغییرات را به واحد کنترل الکترونیکی گزارش می‌دهد. در هوای سرد و هوای گرم یا در هوای کم فشار یا پر فشار این نسبت تغییر می‌کند. غنی یا رقیق بودن میزان اکسیژن در هوای محیط بسیار حساس است و تحت تاثیر عواملی زیادی می‌باشد. عوامل بسیاری در این موضوع تاثیرگذارند. بنابراین بروز هر نوع مشکلی در سنسور اکسیژن می‌تواند کل سیستم را از شرایط عادی خارج کند.

قبل از اینکه سنسور عمل نماید باید در حدود ۳۰۰ درجه سلسیوس گرم گردد (در حدود ۶۰۰ درجه فارنهایت) و بهترین عملکرد را در حدود دمایی ۱۴۰۰ درجه فارنهایت دارا می

باشد. تا قبل از اینکه دمای سنسور به دمای نامی عملکرد برسد، واحد کنترل الکترونیکی به صورت Open Loop عمل کرده بطوریکه ریز پردازنده بدون اینکه فیدبکی داشته باشد، فقط اطلاعات را از سنسور اکسیژن گرفته و مقادیر قابل قبول را گزارش می نماید. در هنگام شروع که سنسور سرد است، میزان درصد اکسیژن در حالت غلیظ کار می کند.

از آنجائیکه سنسور اکسیژن برای انجام عملکرد صحیح باید پیش گرم شود، برخی واحد های جدید تر شامل یک هیتر دوازده ولتی بوده تا اینکه سنسور را هر چه سریعتر به دمای عملکرد برسانند، زیرا در غیر اینصورت همانطوریکه قبلا توضیح داده شد تا زمانیکه سنسور به دمای عملکرد نرسد، ریزپردازنده به صورت Open Loop کار کرده می کند. این سنسورها می توانند با تعداد سیم هایی که از این واحد خارج می شوند، شناسایی گردند اگر سنسوری یک سیم داشته باشد، این سنسور فاقد هیتر است. اگر دارای سه سیم باشد، یکی از آنها برای سیگنال بوده و دو سیم دیگر برای هیتر استفاده شده است. برخی دیگر دارای چهار سیم بوده که یکی از آنها برای سیگنال های محیط اطراف (جلوگیری از اثرات نویز و افزایش دقت اندازه گیری) و دو تای دیگر برای هیتر می باشد. در این حالت سیم سیگنال در مقابل اثرات جانبی محافظت شده و شکل ظاهری آن شبیه آنتن تلویزیون به صورت تو در تو و هم محور، کشویی می باشد.

این سنسور کوچک نمی تواند عیوب زیادی را در دستگاه ایجاد کند که در ادامه به اختصار به مرور آنها می پردازیم.

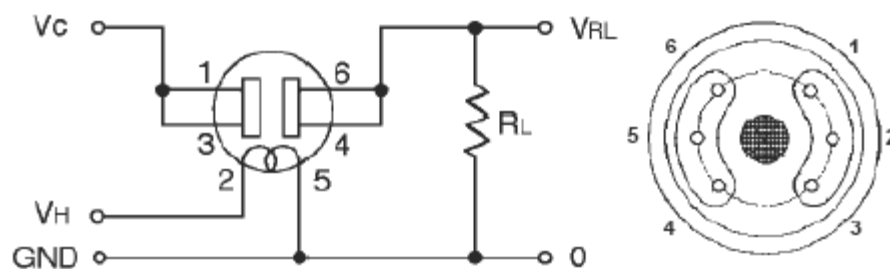
۴-۲-۲- سنسور های گاز سری MQ

از سری سنسور های تشخیص انواع گاز، سنسور های سری MQ می باشد که کاربرد فراوانی دارند و با قیمت های متفاوتی و در مدل های مختلفی در بازار ایران یافت می شود.



شکل (۴-۲) نمونه ای از سنسور MQ

از نظر کارایی و نحوه استفاده نیز بسیار ساده می باشد اما تنها مشکل موجود در دانلود دیتا شیت های آن می باشد که براحتی یافت نمی شود. در زیر کاربرد هریک از آن ها را آورده شده اند.



شکل (۴-۳) مدار سنسور MQ

همانطور که در شکل بالا می بینید یک هیتر برای گرم شدن سنسور هست که پایه vh مربوط به آن می باشد و باید به آن ولتاژ ۵ ولت وصل نمائید تا هیتر شما روشن شود در این صورت سنسور کمی گرم می شود که جای نگرانی نیست.

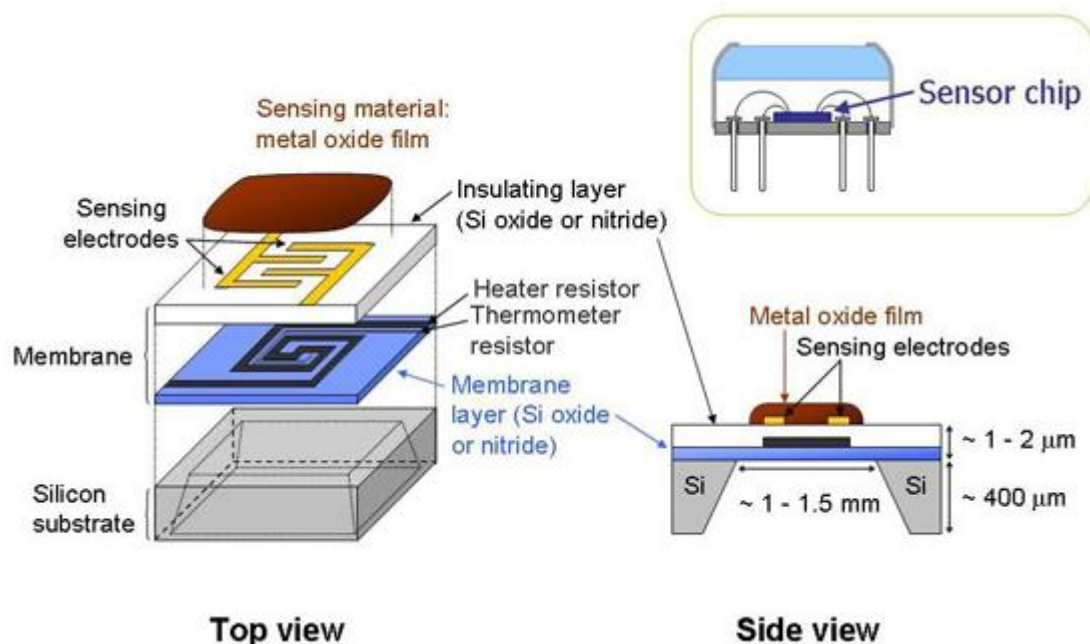
اما پایه دیگر VC نام دارد که به آن ولتاژ ۵ الی ۲۴ ولت وصل می شود البته در سنسور های مختلف این ولتاژ تغییر می کند که با افزایش گاز میزان هدایت در سنسور افزایش یافته و ولتاژ خروجی در پایه vrl تغییر می کند و با افزایش گاز ولتاژ خروجی نیز افزایش پیدا می کند که با وصل آن به adc میکرو می توان ولتاژ را اندازه گرفت و در هنگام افزایش گاز و افزایش ولتاژ خروجی، دستگاه پردازش مورد نظر را انجام دهد.

این سنسورها بگونه ای هستند که برای فعال شدن آن ها از یک هیتر داخلی استفاده می شود. پس توجه داشته باشید که هرچه این سنسور مدت زمان بیشتری روشن بماند، دقت و حساسیت آن بیشتر می شود. در ابتدای اتصال این سنسورها به برق ولتاژ خروجی از ۵ ولت شروع به کم شدن کرده و نهایتاً بعد از حدود یک ساعت به یک سطح ولتاژ نسبتاً ثابتی می رسد که در حدود ۱۰۲ تا ۲۰۴ ولت برای هرکدام از سنسورها، این مقدار متفاوت است. این کم شدن ولتاژ ادامه دارد و بعد از ۲۴ ساعت روشن بودن مداوم تقریباً ثابت می ماند.

باید توجه داشت که در صورت استفاده از adc باید از این ولتاژ صرف نظر شود و در برنامه بعد از یک ساعت شروع به اندازه گیری کند و مقدار به دست آمده توسط adc با مقدار قبلی مقایسه و در صورت کمتر بودن مقدار کمتر به عنوان مبنا انتخاب شود.

عمر این سنسورها در صورت قرار نگرفتن در معرض گرد و خاک و رطوبت، حدود ۵ سال است. دما و رطوبت در میزان اندازه گیری اثر دارند.

از سنسور گاز برای اندازه گیری مقدار گاز موجود در محیط استفاده می شود. میزان گاز به صورت "قسمت در میلیون قسمت" یا "PPM" بیان می شود. سنسورهای گاز جزء سنسورهای شیمیایی محسوب می شوند. سنسورهای شیمیایی سنسورهایی هستند که بر اساس تغییرات شیمیایی که در ساختار آنها ایجاد می شود عمل می کنند. به طور مثال در سنسور MQ9 از اکسید روی (SnO_2) استفاده شده است که این ماده در هوای تمیز (بدون گاز) از هدایت الکتریکی پایینی برخوردار است. این سنسور از روش زیاد و کم شدن دما برای آشکار سازی استفاده می کند، و گاز منواکسید کربن را در دمای پایین (ولتاژ گرمایش ۱,۵ ولت) آشکار سازی می کند.



شکل (۴-۴) نمایی از ساختار درونی سنسور تشخیص گاز

۴-۲-۳- نحوه عملکرد سنسور گاز

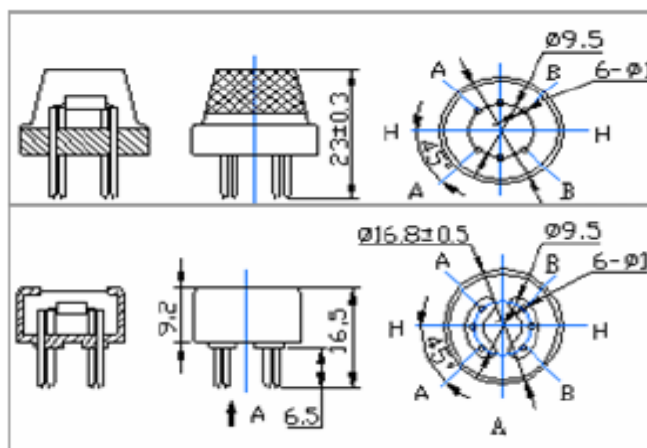
هدایت الکتریکی سنسور با زیاد شدن غلظت گاز در محیط به شدت افزایش می یابد. وقتی سنسور در شرایط دمای بالا کار می کند می تواند گازهای متان و پروپان و غیره را آشکار سازی نماید و نسبت به گازهایی که در دمای کاری پایین جذب می شوند حساس نمی باشد. در واقع برخورد مولکولهای گاز با آلیاژ به کار رفته در سنسور باعث تغییرات شیمیایی در این آلیاژ و در نتیجه تغییر در رسانایی سنسور می شود و با تبدیل این تغییرات به ولتاژ می توان میزان تغییرات در غلظت گاز محیط را اندازه گیری کرد.

۴-۲-۴- اجزاء سنسور گاز

همان طور که در شکل پایین مشاهده می شود سنسورهای گاز عموماً دارای ۶ پین می باشند که به شرح زیر می باشند:



شکل (۴-۵) سنسور تشخیص گاز CO



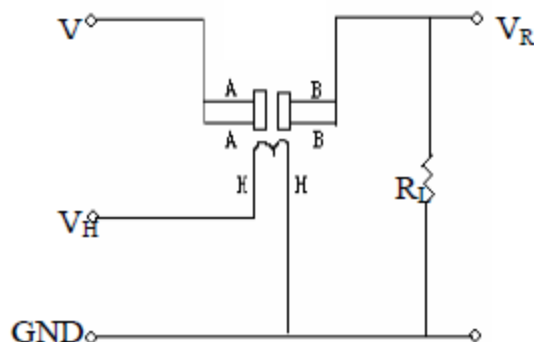
شکل (۴-۶) اطلاعات سنسور تشخیص گاز CO

در سنسور مشاهده شده در تصویر، دو پین **A** به هم متصل هستند و دو پین **B** به هم متصل هستند و دو صفحه ای را تشکیل می دهد که بر اثر برخورد مولکول های گاز راسانایی الکتریکی آنها تغییر می کند.

دو پین **H** که از طریق یک هیتز به یکدیگر و با اعمال ولتاژ عملیات گرم کردن فضای بین دو صفحه **A** و **B** را جهت آماده سازی محیط بین دو صفحه برای ایجاد حساسیت مناسب سنسور را انجام می دهد.

۴-۲-۵- مدار تست سنسور گاز

در شکل پایین یک مدار الکتریکی نمونه برای تست سنسور به تصویر کشیده شده است که شرح زیر می باشد:



شکل (۷-۴) مدار الکترونیکی سنسور گاز CO

GND نقطه صفر الکتریکی

V_H ولتاژ تغذیه هیتر سنسور که مقدار مناسب آن در دیتاشیت هر سنسور قید شده است

V_H

V ولتاژ تغذیه اصلی سنسور که عموماً مقدار ۵ VDC می باشد

V_R ولتاژ خروجی سنسور

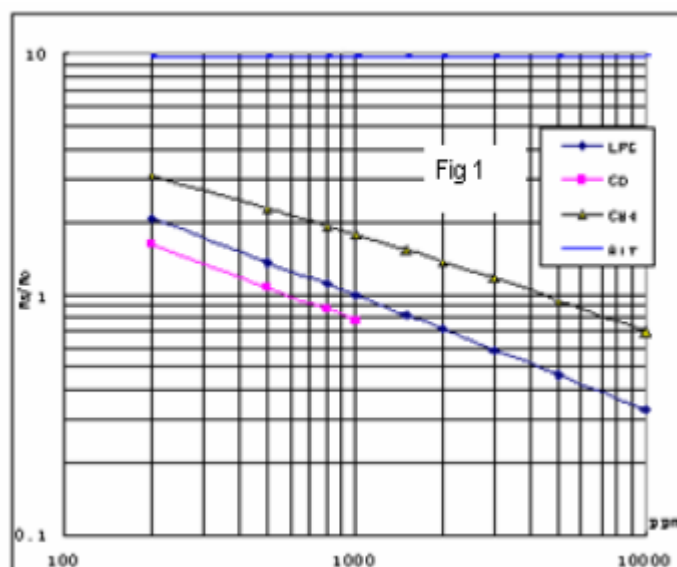
R_L مقاومت آشکار ساز ولتاژ خروجی سنسور که میتواند قابل تنظیم باشد.

تغییرات خروجی سنسور گاز نوع MQ به شکلی است که در حالت عادی در ابتدای اتصال منبع تغذیه به سنسور گاز چون هنوز فضای بین دو صفحه اصلی سنسور سرد است هدایت الکتریکی آنها بسیار پایین و در نتیجه در خروجی سنسور V می باشد. با گذشت زمان و با گرم شدن فضای بین دو صفحه اصلی سنسور هدایت الکتریکی سنسور بیشتر می شود و مقدار ولتاژ کاهش میابد (این کاهش به صورت نوسانی است) تا جایی این کاهش ولتاژ ادامه میابد که در نهایت ولتاژ خروجی به حالت پایدار می رسد و ثابت می شود. حالا سنسور گاز در حالت آماده به کار می باشد.

در این وضعیت (ولتاژ خروجی پایدار) با رسیدن مولکولهای گاز به سنسور گاز و یونیزه شدن فضای بین صفحات A و B و در نتیجه افزایش رسانایی سنسور، ولتاژ خروجی سنسور افزایش میابد که میزان این افزایش ولتاژ متناسب با میزان غلظت گاز موجود در محیط است.

در زیر نمودار تغییرات میزان مقاومت سنسور (R_s/R_L) به تغییرات میزان غلظت (PPM) گازهای هوا، متان، گاز مایع و مونو اکسید کربن در سنسور گاز MQ9 بررسی شده است

Sensitivity Characteristics



شکل (۸-۴) تغییرات میزان مقاومت سنسور به تغییرات میزان غلظت گازهای هوا، متان، گاز مایع و مونو اکسید کربن در سنسور گاز MQ9

همانطور که در نمودار بالا ملاحظه میشود تغییر در غلظت گازهای مختلف تاثیر متفاوت بر روی مقاومت سنسور MQ9 دارد به طوری که تغییرات گاز هوا هیچ تاثیری ندارد و بیشترین تاثیر در تغییرات گازهای منواکسید کربن ایجاد می شود.

۴-۲-۶- کاربرد سنسور گاز

از سنسورهای گاز در محلهایی که احتمال نشت گاز وجود دارد مانند منازل مسکونی، بخاری یا آشپزخانه، گلخانه ها، معادن و غیره استفاده می شود. این سنسورها همچنین در صنایع تولیدی و همچنین در آزمایشگاه ها نیز کاربرد دارد.

در زیر لیستی از سنسورهای گاز سری MQ آورده شده است:

- ۱- سنسور MQ-2 حساس به کلیه گازهای مشتعل و دود
- ۲- سنسور MQ-3 حساس به گازهای طبیعی - متان
- ۳- سنسور MQ-4 حساس به گازهای طبیعی - متان
- ۴- سنسور MQ-5 حساس به گازهای LPG - گازهای ایجاد شده از سوختن
- ۵- سنسور MQ-6 حساس به گازهای LPG - Propane - iso-butane
- ۶- سنسور MQ-7 حساس منواکسید کربن
- ۷- سنسور MQ-8 حساس به هیدروژن و گازهای ایجاد شده از سوختن
- ۸- سنسور MQ-9 حساس به کلیه گازهای مشتعل و CO
- ۹- سنسور MQ214 حساس متان
- ۱۰- سنسور MQ216 حساس به کلیه گازها و گازهای ایجاد شده از سوختن
- ۱۱- سنسور MQ306A حساس به گازهای LPG - گازهای طبیعی - گازهای ایجاد شده از سوختن
- ۱۲- سنسور MQ307A حساس منواکسید کربن
- ۱۳- سنسور MQ309A حساس به کلیه گازهای مشتعل و CO

همان طور که گفته شد یکی از مهمترین بخش های دستگاه، قسمت کمری آن می باشد. در این قسمت سنسورهای اکسیژن، سنسور گاز های اشتعالی و سنسور گاز کربن منو اکسید وجود دارند. قسمت اصلی این سنسورها به شکل زیر می باشند:

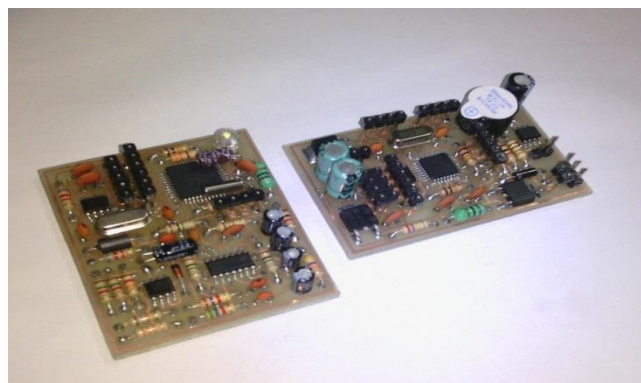


شکل (۹-۴) نمایی از سنسور تشخیص غلظت اکسیژن



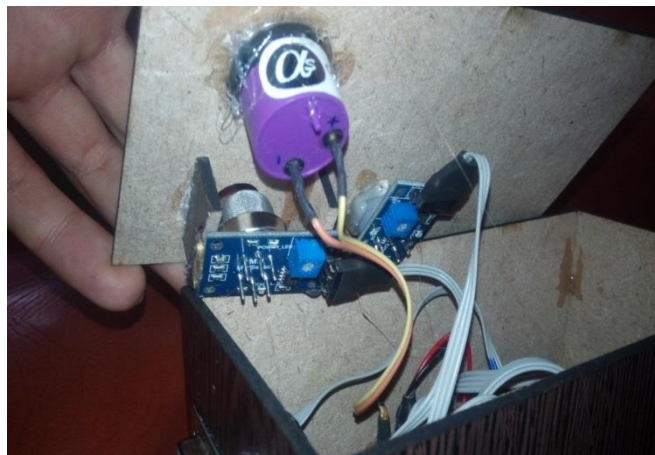
شکل (۱۰-۴) سنسور تشخیص گاز CO

همانطوری که مشهود است این سنسورها فضایی را اشغال می کنند، ارتباط این سنسورها همگی با برد اصلی می باشند و روی آن نصب می گردند. در واقع برد اصلی اطلاعات را از سنسورها گرفته و پس از پردازش آن ها، اطلاعات را به مدار بخش گیرنده دستی ارسال می نماید. در زیر برد اصلی که سنسورها به آن متصل می باشند، مشهود است.



شکل (۱۱-۴) برد مدارات بخش کمری

جای دادن سنسورها و برد مربوط به آن ها و همچنین باطری تغذیه کننده برد، فضایی را اشغال می نماید. با توجه به اینکه فردی که در فضای بسته مشغول بکار است، سیستم ایمنی نباید مزاحمتی برای کار وی ایجاد نماید، پس دستگاه را در جعبه ای قرار داده و بر روی کمر بند شخص نصب می گردد. با این کار تقریباً مزاحمت دستگاه برای شخص از بین می رود. محل نصب سنسورهای گازی، در پشت درپوش بخش کمری می باشد، که در تصویر زیر قابل مشاهده است.



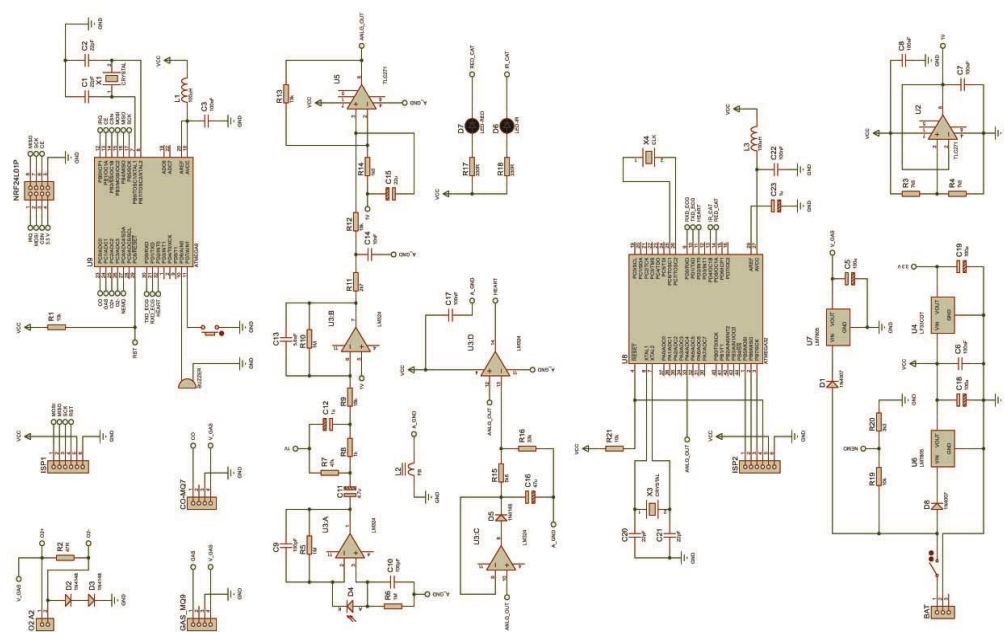
شکل (۴-۱۲) محل نصب سنسورهای گازی

در مرود علائم ایمنی شخص، نیاز است پروب بخش پالس اکسی متر و نبض روی نوک انگشت شخص تعبیه شود. پروب ها هم بدلیل اندازه بزرگ قعلاً مشکلی را برای عملکرد شخص هنگام کار ایجاد می ماید و موجب مزاحمت برای وی می گردد. برای رفع این مشکل کوچکترین پروب موجود در بازار انتخاب گردیده که حداقل مزاحمت برای شخص هنگام کار را داشته باشد. تصویری از پروب در نظر گرفته شده برای طرح در زیر قابل مشاهده است.



شکل (۴-۱۳) پروب دستگاه

نقشه مدار الکترونیکی بخش پالس اکسی متر بصورت زیر می باشد.



شکل (۴-۱۴) نقشه مدار الکترونیکی بخش پالس اکسی متر

با طراحی های صورت گرفته از نظر انتخاب مکان نصب بخش اصلی که سنسور ها را در خود جای داده است، و همچنین پراب کوچک، بهترین و کمترین فضا برای طرح می باشند که در بهترین وضعیت ارگونومی قرار دارند.

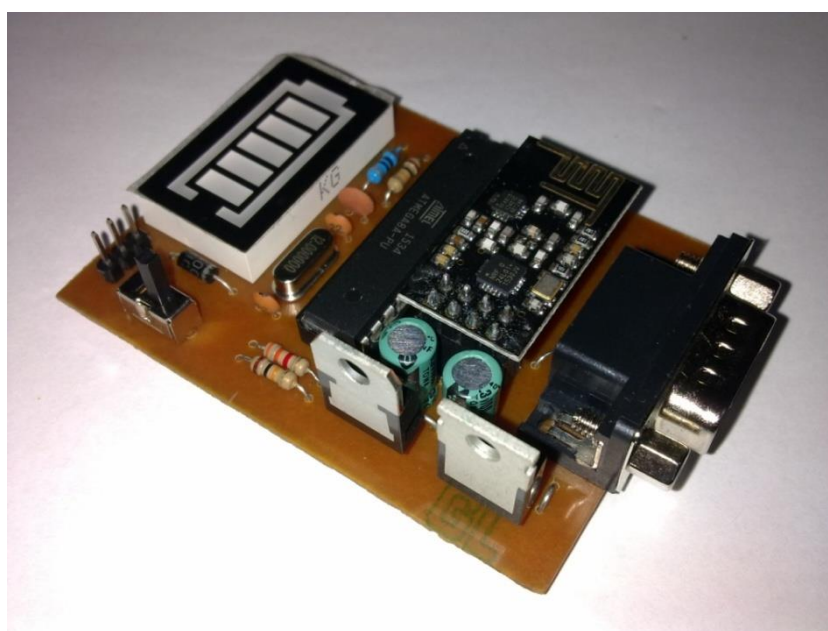
وزن این بخش بسیار سبک بوده و در حدود ۱۰۰ گرم می باشد که مزاحمتی برای شخص در حین کار ایجاد نخواهد کرد.

۴-۳- قطعه واسطه

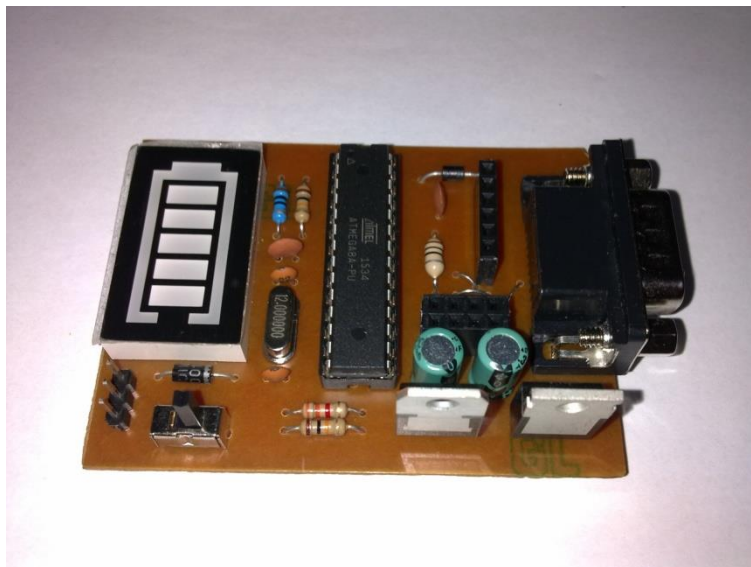
بدلیل اینکه ارتباط بین بخش کمری و گیرنده دستی از نوع رادیویی می باشد، در صورتی که شخص کارگز در فضای بسته درحین کار باشد و ضخامت دیواره های فضای بسته زیاد باشد، امکان دارد که ارتباط بین بخش کمری و گیرنده دستی برقرار نشود و امواج نتوانند از ضخامت جداره فضای بسته عبور کنند. پس در این وضعیت عملاً دستگاه بی استفاده می شود. پس برای رفع این مشکل، نیاز به یک قطعه واسطه می باشد که این قطعه در دو سمت دیواره های فضای بسته نصب می شود و شامل دو قطعه می باشد؛

قطعه اول داخل فضای بسته است که اطلاعات را از بخش کمری می گیرد و از طریق کابلی کوتاه اطلاعات را به قسمت دوم واسطه می دهد و اطلاعات از بخش دوم به گیرنده دستی منتقل می شوند.

با این کار مشکل عدم ارتباط گیرنده دستی و بخش کمری که بدلیل موانع و یا ضخامت قطعات واسطه بوده، مرتفع می گردد. در تصویر زیر برد های مدارات واسطه مشهودند:



شکل (۴-۱۵) تصویری از بخش اول مدار واسطه



شکل (۴-۱۶) بخش دوم مدار واسطه

همانطور که مشاهده می شود، برای ارتباط بین این دوبخش کابل پیچ دار صنعتی انتخاب شده است که در حین انجام کار به هیچ وجه از نشستگاه خود جدا نمی شود و ضریب ایمنی کا را بالا می برد.

همچنین بدلیل اینکه تغذیه این بخش از طریق باتری قابل شارژ می باشد، نمایشگر میزان شارژ باتری برای آن در نظر گرفته شده است، تا قبل از شروع بکار دستگاه، از میزان شارژ دستگاه مطمئن شویم تا در حین عملیات به مشکلی برنخوریم.

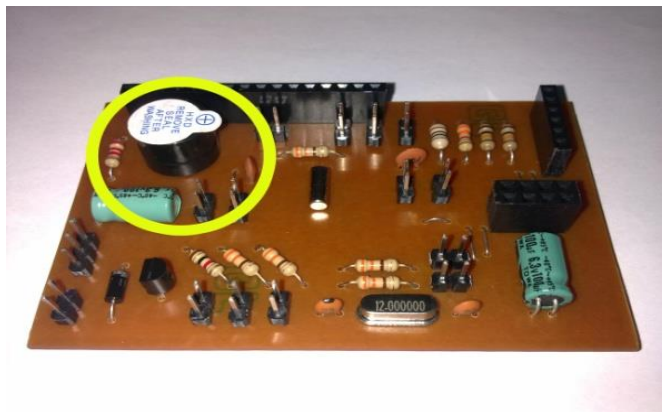
۴-۴- بخش گیرنده دستی

این قسمت وظیفه دریافت اطلاعات و نمایش نتایج آن ها را به شخص ناظر ایمنی دارد.

از نظر فنی این بخش تشکیل شده از یک مدار گیرنده که پس از دریافت اطلاعات، آن ها را به بخش پردازنده ارسال می کند. این بخش پس از پردازش اطلاعات، نتایج آن ها را در بخش مانیتور به نمایش در می آورد. در ضمن لامپ هایی که عموماً برای هشدار می باشند روی دستگاه تعبیه شده اند.

در مواردی که درجه خطر بالا می رود از یک بوق با صدای زیر استفاده می شود که با نوع صدای خروجی از آن میزان خطر مشخص می گردد.

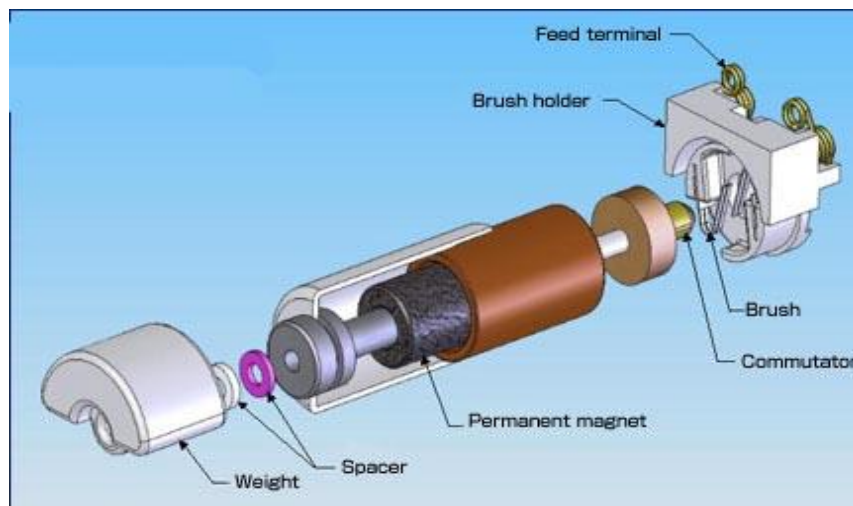
در مواردی که خطر و میزان فاصله گیری از حد نرمال در هریک از موارد قابل اندازه گیری، طبیعی باشد، صدایی از دستگاه بگوش نمی رسد. در صورت ایجاد خطر به میزان متوسط صدای بوق به حالت قطع و وصل به گوش می رسد. اگر خطر ادامه یابد و میزان بالایی برسد، صدای بوق ممتد خواهد شد. همانطور که گفته شد، صدای بوق از نوع صدای زیر می باشد؛ زیرا در مناطق صنعتی بدلیل وجود سروصداهای زیاد احتمال شنیدن صدای دستگاه کم است، لذا با انتخاب صدای بوق از نوع صدای زیر، با اطمینان خاطر در هر مکانی صدای بوق قابل شنیدن است. تصویری از بوق استفاده شده در روی برد را مشاهده می نمایید.



شکل (۴-۱۷) محل نصب بوق هشدار روی مدار گیرنده دستی

برای اطمینان از مطلع نمودن شخص آماده بکار ایمنی از بروز خطر نیاز است دستگاه با لرزش خود وی را از خطر جدی، مطلع سازد. پس یمک موتور لرزشی برای این کار انتخاب گردیده است که ناظر ایمنی را از بروز خطر در محیط های شلوغ مطلع می کند.

موتور ویبره از یک موتور چرخشی الکتریکی ساده تشکیل شده است که به محور آن یک وزنه با نسبت چگالی بالا نصب شده است. این وزنه به طور معمول بین ۲۵٪ تا ۵۰٪ محور ۳۶۰ درجه موتور را پر می کند. زمانی که موتور ویبره شروع به چرخش می کند، به سبب جابجایی نقطه ثقل ویبراتور با سرعت زیاد، حرکت لرزشی در کل دستگاه ایجاد می شود.



شکل (۴-۱۸) نمایی از چگونگی عملکرد موتور ویبره

برای راحتی استفاده از این بخش، ساختار آن بگونه ای طراحی شده است که ابعاد متناسبی جهت قرار گیری در دست داشته باشد. تا در هنگام انجام کار براحتی بتوان از آن استفاده نمود.

همچنین به هر دلیلی ممکن است شخص ناظر ایمنی، برای انجام کاری، دستگاه را روی کمر خود قرار دهد، که در این صورت، در صورت بروز حادثه دقیقاً در همان لحظه، با وجود ویبره دستگاه و بوق آن از خطر مطلع می گردد.

بر روی گیرنده دستی، نمایشگری تعبیه شده است تا بتواند تمام گزینه های اساسی را نمایش دهد. تصویر زیر، نمایشگر دستگاه را نشان می دهد.



شکل (۴-۱۹) نمایشگر دستگاه

اطلاعاتی موجود در نمایشگر، به شرح زیر می باشند؛

SPO₂ : اکسیژن اشباع خون

DIV : تعداد نبض

O₂ : درصد اکسیژن هوا در محیط

CO : درصد گاز کربن منو اکسید در محیط

LEL : درصد گازهای اشتعالی (حد پایین انفجار)

نمایشگر میزان شارژ باتری

زمان

تاریخ

۴-۵- نحوه شروع بکار دستگاه

بدلیل اهمیت کار در فضای بسته، قبل از شروع بکار، پروانه کار^{۱۱} صادر می شود که یکی از مهمترین عوامل ذکر شده در این برگه، زمان و تاریخ شروع و اتمام کار در فضای بسته می باشد.

به همین خاطر، در هنگام روشن نمودن دستگاه، نخستین چیزی که از جانب دستگاه، از کاربر درخواست می شود، تنظیم زمان و تاریخ است، که کاربر پس از تنظیم زمان و تاریخ صحیح و مطابق با پروانه کار، وارد صفحه اصلی دستگاه می شود. برای این بخش سه عدد کلید فشاری تعبیه شده است که کلید های چپ و راست، افزایشی و کاهشی بوده و کلید وسط، کلید تایید می باشد. در تصویر زیر کلید ها نمایش داده شده اند.

^{۱۱} . Permit



شکل (۴-۲۰) نمای بخش گیرنده دستی دستگاه بصورت مونتاز شده

بهتر است دستگاه را ۲۰ دقیقه قبل از شروع بکار در محیط بسته، روشن نموده تا سنسورهای گازهای قابل اشتعال، اکسیژن و کربن منواکسید، بخوبی گرم شوند و خطای آن‌ها به حداقل میزان ممکن برسد. دلیل این کار وجود گرمکن‌های موجود در ساختار سنسورها می‌باشد.

بخش نبض بدلیل اینکه حساسترین قسمت در این سیستم می‌باشد، امکان دارد اختلالات بسیار زیادی که مبنی بر ناسالم بودن حال شخص کارگر حاضر در فضای بسته ارائه دهد، که این امر موجب به صدا درآمدن بوق ممتد و همچنین ویبره دستگاه می‌شود. حساسیت این بخش به دو دلیل می‌باشد؛

اول اینکه؛ نبض را بصورت استاندارد در بازه ۶۰ ثانیه ای اندازه می‌گیرند و با شمردن تعداد آن، گزارش می‌نمایند. بدلیل بالا بودن ضریب خطر در فضاهای بسته، مدت زمان ۶۰ ثانیه را به ۱۵ ثانیه کاهش داده ایم. پس با این کار، تعداد ضربان نرمال هم بر ۴ تقسیم می‌شود. بعبارتی در ۱۵ ثانیه ای که سیکل دستگاه نبض شمار است، هر یک درجه جابجایی معادل ۴ عدد نبض در بازه ۶۰ ثانیه ای می‌باشد که حساسیت دستگاه را بالا می‌برد.

دوم اینکه؛ بدلیل اینکه نبض انسان عبارتی برای میزان تپش قلب می‌باشد، تحت عوامل زیادی چون ضعف جسمانی، ترس و استرس فضای کاری، تاثیر سر و صداهای جانبی و

تغییراتی دارد که گاهی این تغییرات زیاد می باشد. ولی این مورد دلیلی برای نامساعد بودن حال کارگر نیست.

با توجه به ۲ عامل گفته شده در بالا، تغییرات زیادی برای نبض پیش بینی می شود، که بهمین دلیل یک کلید فشاری در کنار دستگاه گیرنده دستی در نظر گرفته شده که با فشردن آن، حالت بوق و ویبره در خصوص نبض، خاموش می شود. پس در صورت تجاوز میزان نبض از حالت تعریف شده خود، میزان خطر فقط در نمایشگر قابل مشاهده است.

حال مساله پیش رو این است که شاید تغییرات گزارش شده از شخص نمایانگر حال وخیم وی باشد. پس برای صحت سنجی این گزینه، باید آن را با مورد دیگری مقایسه نمود. برای این مورد، می بایست میزان نبض را با اکسیژن اشباع خون مقایسه نمود؛ اگر هر دو عامل نبض و اکسیژن اشباع خون، پایین بودند و رو به کاهش می رفتند، شخص حاضر در محیط بسته، در خطر می باشد، اما در صورتی که اکسیژن اشباع میزان قابل قبولی بود و فقط میزان نبض در حال اختار بود، شخص در سلامت کامل بسر می برد و این اختار بدلیل استرس و عوامل ذکر شده بالا می باشد.

بدلیل اهمیت ویژه کار در فضای بسته، بدلیل خطر آفرین بودن این فضا، ثبت اتفاقات با تاریخ و زمان مربوط به آن ها، بسیار حائز اهمیت می باشد.

در این خصوص، حافظه ای برای دستگاه تعبیه شده است که بطور خودکار در صورت بروز هرگونه خطر در فضای بسته، از قبیل افزایش غلظت گاز کربن منواکسید، کاهش اکسیژن و ... تمامی داده ها را در آن لحظه با قید زمان و تاریخ مربوط به آن، در حافظه خود ثبت می نماید. با این قابلیت، تمام خطرات رخ داده در محیط، با ذکر تاریخ و زمان خاص خود که در حافظه ثبت شده اند، در هر زمان قابل دسترسی می باشد که خود در واقع سندی از چگونگی انجام کار به لحاظ شرایط ایمنی می باشد.

برای پاک نمودن حافظه دستگاه، قطعاً نیاز به کلیدی برای این کار می باشد. در کنار دستگاه در سمت راست، کلیدی تعبیه شده است که با فشردن آن، حافظه دستگاه پاک می شود. اما بدلیل اهمیت داشتن اطلاعات حافظه، نباید این اطلاعات براحتی از حافظه پاک گردند، چون امکان دارد در محیط بسته، اتفاقی رخ دهد که منجر به حادثه گردد و شخص ناظر ایمنی، بدلیل سهل انگاری، از اتفاق غافل باشد. با توجه به اینکه اطلاعات خطر با زمان و

تاریخ دقیق اتفاق در حافظه ذخیره می باشند، ممکن است شخص ایمنی برای عدم اثبات اتفاق رخ داده، اقدام به پاک کردن حافظه دستگاه نماید. پس می بایست امنیت حافظه دستگاه را بسیار بالا برد.

برای این امر، کلیدی تعبیه شده که دارای سوئیچ مخصوصی می باشد، که در تصویر زیر قابل مشاهده است.



شکل (۴-۲۱) کلید سوئیچ پاک کردن حافظه

در صورت بسته بودن این کلید، حتی با زدن دکمه پاک کننده حافظه، نمی توان حافظه را پاک نمود. پاک کردن حافظه فقط در صورتی امکان پذیر است که سوئیچ باز باشد؛ آنگاه با فشردن کلید فشاری، حافظه دستگاه پاک می گردد.

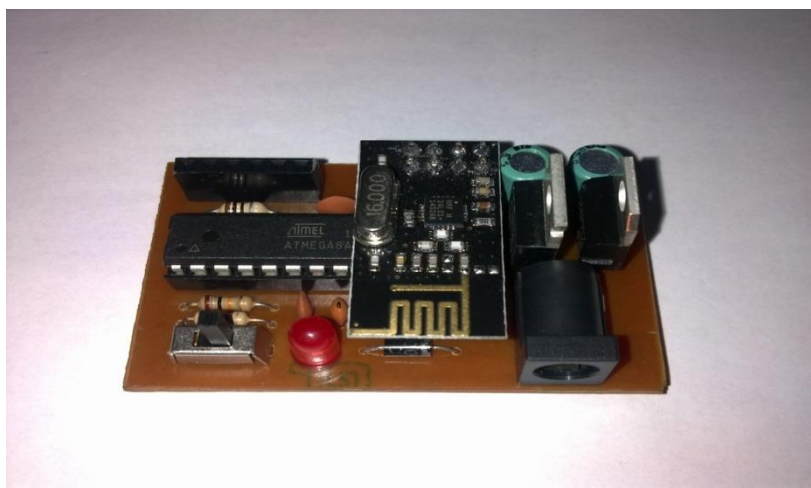
بدلیل اهمیت بالای این کلید، فقط در اختیار رئیس بخش ایمنی قرار می گیرد، که در زمان اتمام عملیات کار در فضای بسته و موفقیت آمیز بودن آن، به تایید وی، می توان با قرار دادن سوئیچ در دستگاه و فشردن دکمه مربوطه، حافظه دستگاه را پاک نمود.

۴-۶- تعیین مکان

در صنعت ممکن است فضای بسته، مساحت زیادی را شامل شود. در این وضعیت ممکن است فاصله شخص ناظر ایمنی از شخص کارگر حاضر در فضای بسته دور باشد. در این وضعیت در صورت بروز حادثه برای شخص کارگر، ممکن است تا رسیدن شخص ناظر ایمنی، خسارات شدید جانی و مالی رخ دهد. اینجاست که مکان شخص کارگر هم اهمیت

پیدا می کند. پس با داشتن اطلاعات صحیحی از مکان شخص و در واقع مکانی که اتفاق در آن جا رخ داده است، می توان ضریب ایمنی را افزایش داد.

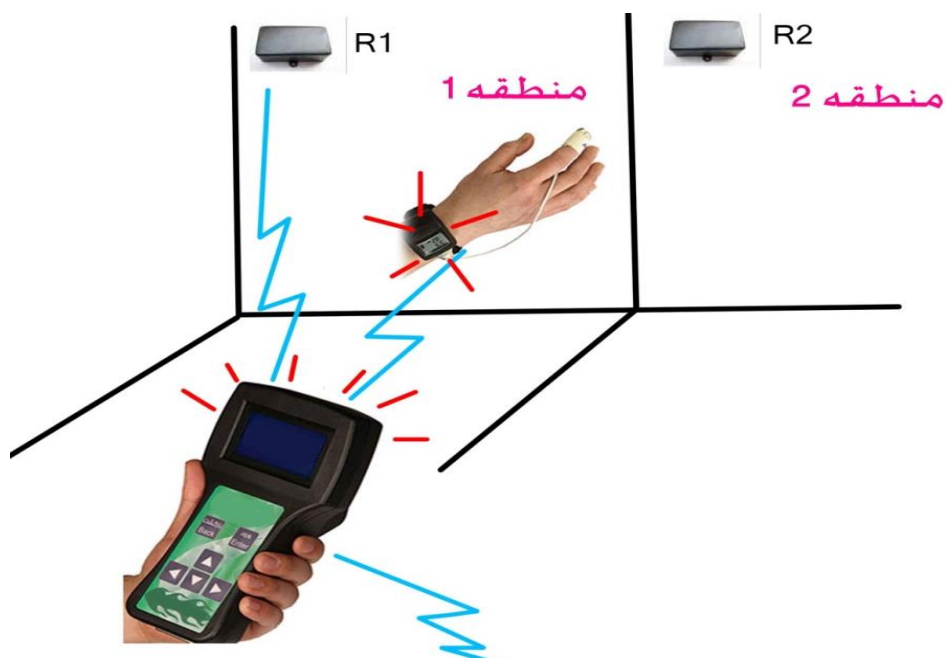
در مورد اعلام و یا نشان دادن مکان شخص کارگری که در فضای بسته مشغول بکار و در معرض خطر است، دو قطعه بصورت نمونه، طراحی و ساخته شده اند. این قطعات الکترونیکی در بخش هایی از سایت قرار می گیرند و هر کدام بخشی از فاز را مورد پوشش قرار می دهند. برای مثال اگر منطقه کار را به دو قسمت تقسیم نماییم، قطعه R1 را برای پوشش بخش اول و قطعه R2 را برای پوشش بخش دوم قرار می دهیم. حال در صورت بروز حادثه در بخش اول، علامت R1 در بخش حافظه دستگاه در جلوی نوع اتفاق رخ داده شده نوشته می شود، که بیانگر وقوع حادثه در منطقه تحت پوشش R1 می باشد. برای نمونه کار، دو عدد از مدارات R طراحی شده که در تصویر زیر مشهود است.



شکل (۴-۲۲) مدار R1

همانطور که مشاهده می گردد، این قسمت فاقد باتری می باشد و از طریق برق مستقیم تغذیه می شود. دلیل این کار هم این است که این قطعات باید در قسمتی از سایت روی دیوار، ستون و... بصورت ثابت نصب گردند و قطعات متحرکی به شمار نمی آیند، پس در مورد این قطعات استفاده از باتری معنایی ندارد.

در تصویر زیر نمایی از عملکرد قطعات R1 و R2 نمایش داده شده است.



شکل (۴-۲۳) نحوه مکان یابی توسط برد ها R1 و R2

فصل پنجم: جمع بندی

این فصل شامل نتیجه گیری از کلیات ارائه شده در فصول قبلی به همراه ذکر اهداف، دستاوردهای احتمالی رساله و کاربردهای آن می باشد که در قسمت های جدول شرح فعالیت، نوآوری، زمانبندی و هزینه های تحقیق به ذکر آن ها پرداخته شده است.

۵-۱- جدول شرح فعالیت ها

فعالیت هایی که پیش بینی می شود در ادامه تحقیق صورت پذیرد به همراه اهداف و انتظارات مربوط به آن در جدول زیر آمده است.

جدول (۵-۱) شرح فعالیت ها

شرح فعالیت	هدف از انجام	انتظارات
مشاوره با پزشکان متخصص	کسب اطلاعات بیشتر در خصوص رفتار های خاص بدن انسان در شرایط خاص	افزایش ضریب ایمنی برای اشخاص در محیط های بسته
آزمایش در تونل ها و معادن	صحت عملکرد دستگاه	کاهش میزان ریسک پذیری دستگاه
آزمایش عملکرد دستگاه زیر آب	صحت عملکرد دستگاه	قابل استفاده بودن برای غواصان و جوشکاری زیر آب

۵-۲- نوآوری تحقیق

مهمترین جنبه های نوآوری در این طرح به شرح جدول زیر می باشند:

جدول (۵-۲) جنبه های نوآوری تحقیق

ردیف	جنبه های نوآوری
۱	تعیین سلامتی و حیات شخص از راه دور
۲	گزارش و اندازه گیری کوچکترین مشکل در وضعیت سلامت، به شخص ناظر
۳	اندازه گیری میزان خطر و تهدید و اعلام آن با بوق های متفاوت
۴	جلوگیری از مرگ در اثر خفگی در محیط های خطرناک
۵	ممانعت از ایجاد هرگونه آسیب تنفسی و شیمیایی در محیط های محصور و بسته
۶	تعیین موقعیت مکانی فرد در اثر رخداد به واحد مرکزی
۷	بهره گیری از موتور ویبره در دستگاه دستی، جهت اطلاع موثرتر به شخص ناظر

۵-۳- زمان بندی

جدول (۵-۳) زمانبندی طرح

زمانبندی (ماه)	شرح فعالیت
۳	تکمیل ایده طرح
1	مشاوره با مهندسین HSE
۰,۵	مشاوره با پزشکان
۰,۵	مشاوره با مهندسین پزشکی
۱	مشاوره با مهندسین الکترونیک جهت ساخت
۱	برگزاری جلسات توجیهی با برنامه نویسان الکترونیک جهت طراحی و برنامه نویسی ریز پردازنده ها
۱,۵	سفارش سنسورهای گاز و پراب پالس اکسی متر
۱	تامین و خرید سایر قطعات الکترونیکی مورد نیاز
۶	برنامه نویسی ریز پردازنده ها
۰,۵	طراحی بدنه مناسب و ارگونومیک برای دستگاه
۱,۵	ساخت بدنه طراحی شده
۰,۵	مونتر قطعات
۲	آزمون نهایی محصول در شرایط فضای بسته
۲۰	جمع

۵-۴- هزینه ها

هزینه های طرح، از زمان شروع تحقیقات تا اتمام آن به شرح جدول زیر می باشد:

جدول (۵-۴) هزینه های طرح

نوع هزینه	شرح	مبلغ (تومان)
هزینه خرید تجهیزات	شامل خرید تمامی سنسورها و قطعات الکترونیکی جهت ساخت دستگاه	۴۸۰,۰۰۰
برنامه نویسی	شامل هزینه طراحی و برنامه نویسی ریز پردازنده و مونتاژ قسمت الکترونیکی	۱,۲۰۰,۰۰۰
بدنه تجهیزات	شامل هزینه طراحی، برش CNC و ساخت پوسته ها برای تمامی قطعات	۱۱۰,۰۰۰
هزینه آزمایشگاهی	شامل هماهنگی با واحد ایمنی پارس جنوبی و آزمایش سیستم در محیطهای خطرناک	۳۰۰,۰۰۰
هزینه مشاوره ای و اطلاعاتی	مشاوره و ملاقات با طراحان سیستم های الکترونیکی، پزشکان، برنامه نویسان و اساتید دانشگاه	۱۰۰,۰۰۰
هزینه متفرقه	شامل هزینه های حمل و نقل، و خرید احتمالی تجهیزات مورد نیاز اضافه بر موارد فوق	۲۵۰,۰۰۰
جمع		۲,۴۴۰,۰۰۰

فهرست مراجع

- ۱- لاهیجانی، سارا. شاهی، خسرو. (۱۳۹۳) "سیستم های مدیریت HSE". انتشارات فدک ایساتیس.
- ۲- نتاج، علیرضا. (۱۳۹۳). "راهنمای کاربردی تجهیزات حفاظت فردی". انتشارات حک.
- ۳- الهی، ناصر (۱۳۸۴). "شناسایی عوامل حوادث شغلی در کارکنان مناطق نفت خیز جنوب". اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE.
- ۴- رجبی، ابراهیم (۱۳۶۲). "ایمنی در صنایع". انتشارات تهران.
- ۵- زاهدی، سید اصغر (۱۳۶۹). "روابط صنعتی". مرکز نشر دانشگاهی.
- ۶- محسنی، پارسا (۱۳۶۴). "مطالعه آماری حوادث کاری". مدرسه ایمنی و بهداشت کار تهران.
- ۷- گنجی پور، محمد. (۱۳۹۰). "ارگونومی در مجتمع پتروشیمی اراک". اداره تضمین کیفیت و کمیته ارگونومی مجتمع پتروشیمی اراک.
- 8- Aastrand,P, and rodahl,K.(1986). "textbook of work physiology". McGraw Hill Book company.
- 9- Cloinger,j. Charles,R. Pandya,R.D.(2005) "Job analysis system". Us pat.no6865581.
- 10- www.jobhazardanalysis/OSHAaccident case student
- 11- www.jobhazardanalysis/University of Delaware
- 12- Health and Safety Management System, risk management office, University of Melborn,1997
- 13- Rogers R,L. "Risk Assessment of Unit Operations and Equipment",AICHE. March2000
- 14- Stranks,J, "Management Systems for Safety", Financial Times Pitman Publishing, London,1994
- 15- Steven,R. "Integrating Hazard Analysis", Profesional Safety,2003

Abstract

Making and designing Life wristband for improving level of workers safety and healthy in parcel places.

Every years in the world Millions of workers are victims of events which is become cuase of their dying or failing of work.

Because of many dangers includes of accumulation of flammable gases or stiffness for workers who work in this kind of places, safety become an important thing for person who is in charge in the safety part.

Because of working in parcel placees it is important to access workers healthy information including weakness or poisoning of person and information about air accumulation and other gases in this kind of plases are not available.

Offering guidance for choosing appropriate equipment for protecting workers base on kind and place and circumferential conditions for decreasing prejudicial factors and dangers in work condition and person comfert and making discipline in installations can anticipant many possible dangers and as soon as danger possibility for person who work in parcel places and danger for workers healthy with existance of an equipment wich send report of worker healthy can prevent of possible dangers and if workers are in danger, save their life immediately.

In this project i designing and making an equipment which is send information about danger gases and healthy condition of workers who working in parcel places to the Safety part and improve level of safety in this kind of places.



Energy institute for higher education

Faculty of engineering

Department of chemical engineering –HSE

Thesis For

Degree Of Master Of Science (M.Sc)

Title:

**Design and production of life wristband
for enhancing the health and safety
condition of workers in confined spaces.**

Supervisor:

1.Yousef yassi PH.D

2.Taher taherian PH.D

Advisor:

Mostafa Adeli

By:

Moein Mafi Gholami

May/2017

