

## طراحی سامانه موقعیت‌یابی و ارسال علائم حیاتی و شرایط محیطی نیروی عملیاتی

محمد حقیقت‌طلب<sup>۱</sup>، رضا حق‌مرام<sup>۲</sup>، سید محمد علوی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۲۰

### چکیده

حفاظت از جان نیروهای عملیاتی فعال در عملیات امداد و نجات در موقعیت‌های حساس ناشی از حوادث طبیعی و یا حملات دشمن، به‌عنوان یک راهبرد اساسی در مدیریت کلان ملی مطرح است. از این‌رو داشتن اطلاعات مفید در این زمینه حائز اهمیت فراوان و دارای جایگاه مهمی در افزایش توان دفاعی هر کشور می‌باشد. در این پژوهش، داده‌های حاصل از نصب حسگرهای خاص بر روی لباس و تجهیزات همراه یک نیروی عملیاتی پس از نمونه‌برداری و پردازش اولیه، ذخیره‌سازی می‌شوند. اطلاعات دریافتی که می‌توان آنها را در سه گروه دسته‌بندی کرد، در بسته‌های داده مناسب (با رمزنگاری در جهت حفظ امنیت اطلاعات)، و با استفاده از زیرساخت شبکه‌های مخابرات سلولی (از طریق سرویس رادیویی بسته‌های اطلاعاتی (GPRS))<sup>۴</sup> به مرکز کنترل سامانه منتقل می‌شوند. این داده‌ها پس از پالایش و نمایش در نرم‌افزار مانیتورینگ در پایگاه داده سامانه ذخیره می‌شوند. گروه اول اطلاعات دریافتی، حاوی علائم حیاتی نیرو از قبیل سیگنال‌های ضربان قلب، دمای بدن، فشار و قندخون است. گروه دوم، حاوی اطلاعات شرایط محیطی مانند دما و میزان رطوبت، میزان اکسیژن و CO<sub>2</sub>، فشار هوا، و میزان روشنایی محیط، و گروه سوم، حاوی اطلاعات مکانی-زمانی نیرو شامل طول و عرض جغرافیایی، زمان دقیق، سرعت و شتاب در صورت متحرک بودن نیرو است. با طراحی و پیاده‌سازی یک نمونه از سامانه مذکور، از اطلاعات فوق استفاده، و از موقعیت مکانی و شرایط محیطی نیرو اطلاع حاصل شد و وضعیت سلامتی و عملکرد نیرو با موفقیت تحت نظارت قرار گرفت. از نتایج حاصل می‌توان در مدیریت، برنامه‌ریزی و سنجش عملکرد تیم‌های امدادی در مواقع آموزش، مانورها و عملیات نجات واقعی استفاده نمود.

**کلیدواژه‌ها:** موقعیت‌یابی، GPS<sup>۵</sup>، علائم حیاتی<sup>۶</sup>، شرایط محیطی<sup>۷</sup>، سرویس GPRS

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه امام حسین (ع) mht.132@gmail.com - نویسنده مسئول

۲- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع) rhaghmrm@ihu.ac.ir

۳- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع) smalavi@yahoo.com

4- General Packet Radio Service

5- Global Positioning System

6- Vital Signs

7- Environmental Conditions

## ۱- مقدمه

داشتن اطلاعات صحیح در هر زمینه، لازمه مدیریت کارآمد بر آن موضوع است. برای مدیریت و فرماندهی یک «تیم عملیاتی پاسخ سریع امدادی» دانستن وضعیت و شرایط نیروها در دوره‌های آموزشی، مانورها و همچنین در پی وقوع حوادث واقعی، در کسب موفقیت مأموریت‌های محوله، لازم و بسیار حیاتی است.

با پیشرفت روزافزون علمی و عرضه فناوری‌های نوین، از جمله تولید حسگرهایی با دقت بالا، فراهم شدن امکان انتقال داده در بستر شبکه‌های مخابراتی سلولولی (شبکه تلفن همراه)، بهره‌برداری از سیستم‌های موقعیت‌یابی فضایی با پشتیبانی ایستگاه‌های زمینی و همچنین امکان استفاده از رایانه‌های بسیار سریع در پردازش و امکان ذخیره حجم بالای اطلاعات، می‌توان از قابلیت‌های مذکور به صورت یکپارچه در قالب یک سامانه خودکار موقعیت‌یابی و پایش عملکرد و سلامتی نیروهای عملیاتی به صورت بلادرنگ در طول عملیات گوناگون - اعم از آموزشی و واقعی - در راستای افزایش توان نیروها در دفاع از کشور استفاده نمود.

در پژوهش‌های صورت‌گرفته قبلی، سیستم‌های مشابهی طراحی و ساخته شده که دارای قابلیت دریافت اطلاعات علائم حیاتی و ارسال از طریق زیرساخت شبکه تلفن همراه هستند. اکثر سیستم‌ها برای پالایش علائم حیاتی بیماران و افراد سالمند طراحی شده‌اند و محدودیت‌هایی (از نظر قابلیت تحرک) دارند. بنابراین در این پژوهش با توجه به مزایا و معایب سیستم‌های موجود (استفاده از مزایا و رفع معایب)، هدف نهایی، ارائه سامانه‌ای کاربردی و قابل حمل توسط نیروهای عملیاتی و همچنین قابلیت جدید سامانه اضافه شدن امکان ارسال شرایط محیطی (دما، میزان رطوبت، میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، فشار هوا و میزان روشنایی محیط) است. ارسال شرایط محیطی مؤثر در عملکرد نیروهای عملیاتی به همراه علائم حیاتی و اطلاعات موقعیت به‌عنوان نوآوری در این نوع سیستم‌ها مورد توجه بوده است.

به‌طور خلاصه می‌توان ضرورت و اهمیت پژوهش حاضر را در محورهای ذیل بیان نمود.

- اطلاع از موقعیت جغرافیایی، شرایط محیطی و وضعیت سلامتی نیروهای فعال عملیاتی
- تصمیم‌سازی در مواقع حساس و پیش‌بینی‌نشده در طول عملیات به منظور حفظ جان نیروها
- در اختیار داشتن اطلاعات لازم برای برنامه‌ریزی، سنجش، مدیریت و فرماندهی تیم‌های عملیاتی

دستاورد این پژوهش فراهم نمودن یک زیرساخت مناسب با چشم‌انداز کاهش آسیب‌پذیری و بهبود عملکرد نیروهای فعال عملیاتی و امدادی است. در واقع با در اختیار داشتن اطلاعات علائم

حیاتی، شرایط محیطی و همچنین اطلاعات موقعیت مکانی نیروها و ارسال این اطلاعات از طریق بستر شبکه مخابراتی سلولولی به مرکز کنترل سامانه و در نهایت، ذخیره اطلاعات می‌توان به مدیریت و فرماندهی بهتر تیم‌های عملیاتی کمک نمود. انجام امور ذکر شده در راستای سه محور ذیل انجام می‌شود.

- نظارت بر سلامتی نیروهای فعال در عملیات
  - پایش و سنجش عملکرد نیروهای عملیاتی
  - مدیریت و تصمیم‌سازی در مواقع اضطراری
- در این مقاله ابتدا مفاهیم اولیه برای ورود و شناخت بحث بررسی می‌شوند. این موضوعات شامل موارد ذیل است.

- علائم حیاتی
  - شرایط محیطی
  - سامانه موقعیت‌یابی جهانی (GPS)
  - سرویس GPRS
  - رمزنگاری به روش متقارن AES
- در پایانبا توجه به مطالب فوق، سامانه‌ای کاربردی طراحی می‌شود. در این مسیر با بررسی سیستم‌های موجود سعی شده است از مزایای آنها بهره‌گیری و معایبشان رفع شود.

## ۲- مفاهیم اولیه

## ۲-۱- علائم حیاتی

علائم حیاتی علائمی هستند که ما را از نحوه کارکرد دستگاه عصبی، تنفسی و گردش خون مطلع ساخته و شرایط خطرناک را هشدار می‌دهند. علائم حیاتی به طور عمومی شامل هفت مورد است: سطح هوشیاری، رنگ پوست، مردمک چشم، نرخ تنفس<sup>۱</sup>، ضربان قلب<sup>۲</sup> (نبض)، دمای بدن<sup>۳</sup> و فشارخون<sup>۴</sup>. در سامانه مورد نظر مقاله حاضر، علاوه بر چهار مورد آخر، قند خون<sup>۵</sup> و اکسیژن اشباع خون<sup>۶</sup> برای بررسی وضعیت سلامتی و عملکرد نیرو ارسال می‌شوند.

## الف) دمای بدن

دمای متوسط طبیعی بدن انسان ۳۷ درجه سانتی‌گراد است. دمای بیشتر از ۳۸ درجه تب محسوب می‌شود. تب بالا با از بین بردن آنزیم‌های بدن، در واکنش‌های زیستی اختلال ایجاد می‌کند و تشنج از نتایج تب بالاست [۶].

1- Respiration Rate  
2- Heart rate  
3- Body Temperature  
4- Blood Pressure  
5- Blood Glucose  
6- SPo2

**ب) نرخ تنفس**

باعث اشباع آن شده و ایجاد اکسیژن اشباع خون می‌کند؛ درحالی که ۳٪ باقیمانده اکسیژن به صورت محلول در پلاسما در می‌آید. مقدار اکسیژن اشباع خون در واقع نشان‌دهنده کارایی عملکرد ریه‌ها است. از این بررسی برای تشخیص و پیگیری بیماری‌های ریه مثل ذات‌الریه استفاده می‌شود. مقدار اکسیژن اشباع خون برای افراد بالغ، برابر ۹۵٪ تا ۱۰۰٪ است [۱۱].

**۲-۲- شرایط محیطی**

شرایط محیطی، شرایطی هستند که بیشترین تأثیر را بر نحوه عملکرد دستگاه‌های بدن در طول یک فعالیت دارند. طبیعی بودن آنها باعث افزایش تمرکز و کارایی شده و در مقابل، عدم توجه به تغییرات این شرایط باعث کاهش کارایی و در شرایط بد باعث آسیب به نیرو خواهد شد. شرایط محیطی شامل موارد بسیاری است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به دما و رطوبت محیط، فشار هوا، روشنایی محیط و آلودگی هوا اشاره نمود.

**ج) نبض**

ضربان قلب حاوی اطلاعات بسیار مفیدی در زمینه سلامتی و نحوه فعالیت بدن است و آن را می‌توان با نبض شریانی لمس کرد، با گوشی شنید و یا با اکوکاردیوگرافی مشاهده کرد. واحد اندازه‌گیری ضربان قلب، ضربان بر دقیقه است. تعداد ضربان طبیعی برای بزرگسالان بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه است [۷].

**د) فشار خون**

فشار خون به نیرویی گفته می‌شود که توسط خون در جریان، به دیواره رگ‌ها وارد می‌آید. فشار خون به دو نوع فشار خون سیستولیک<sup>۱</sup> و دیاستولیک<sup>۲</sup> مجزا می‌شود. فشار خون سیستولیک معمولاً به فشار خونی که در سرخرگ‌ها است، و فشار خون دیاستولیک به فشار خون ورید اجوف گفته می‌شود. واحد اندازه‌گیری فشار خون، میلی‌متر جیوه<sup>۳</sup> است. معمولاً فشار خون سیستولیک در حدود ۱۲۰ و فشار خون دیاستولیک در حدود ۸۰ میلی‌متر جیوه را طبیعی می‌دانند [۱۳].

**ه) قند خون**

قند خون به میزان قند موجود در خون گفته می‌شود. قند خون از علائم حیاتی نیست اما در این پژوهش، به دلیل اهمیت قند خون در بررسی عملکرد بدن (میزان و نرخ سوخت‌وساز بدن و انرژی باقی‌مانده برای فرد)، همراه علائم حیاتی ارسال می‌شود. به‌طور متوسط سطح قند خون در انسان حدود چهار میلی‌گرم بر لیتر است [۸].

**و) اکسیژن اشباع خون**

اکسیژن در عرض ۰/۲۵ ثانیه از دیواره کیسه هوایی تنفسی عبور و وارد خون می‌شود. حدود ۹۷٪ اکسیژن به هموگلوبین چسبیده و

**الف) دما و رطوبت هوا**

دمای هوای محیط، تأثیرات مختلفی بر روی سلامتی نیروهای عملیاتی داشته و همچنین انجام مطلوب وظایف محوله به ایشان را به صورت مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. بدن انسان به‌خاطر سوخت‌وساز مواد غذایی، حرارت و گرما تولید می‌کند. دفع گرمای بدن در محیط‌هایی که دمای پایین‌تر از ۳۰ درجه دارند آسان‌تر انجام می‌شود. عامل رطوبت نقش کلیدی را در انرژی‌زایی انرژی حرارتی بازی می‌کند؛ زیرا انسان محیط‌های گرم و خشک را راحت‌تر از محیط‌های گرم و مرطوب تحمل می‌کند. دمای محیط با درجه سانتی‌گراد و رطوبت هوا با درصد بیان می‌شود.

**ب) فشار هوا**

یکی از عواملی که سلامتی فرد و میزان کارایی او را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد فشار هوا است. هرچه ارتفاع از سطح دریا بیشتر باشد، فشار هوا کمتر می‌شود و مقدار حجم اکسیژن در فضا کاهش می‌یابد و بالعکس. این اختلالات در فشار هوا مخصوصاً اگر به یک‌باره صورت بگیرد، می‌تواند تأثیرات مخرب بر روی انسان و عملکرد وی بگذارد. فشار هوا در مجاورت دریا ۷۶۰ میلی‌متر جیوه است [۱].

**ج) روشنایی محیط**

از مهم‌ترین حواس انسان، حس بینایی است. روشنایی خوب، بازدهی و راندمان کار را بالا برده و با کاهش حوادث ناشی از نور ناکافی به ایمنی کمک می‌کند. در مقابل در اثر کمبود روشنایی، اثرات سوء به‌صورت خستگی چشم، سردرد، نقص بینایی و افزایش حوادث ناشی از کمبود نور یا درخشندگی و چشم زدگی قابل پیش‌بینی است. با

1- BPM(Beats Per Minute)

2- Systolic

3- Diastolic

4- mmHg

این اطلاعات از سه ماهواره یا بیشتر، آن‌ها را پردازش کرده و موقعیت کاربر را در هر نقطه زمین، در هر ساعتی از شبانه‌روز و در هر وضعیت آب و هوایی محاسبه و اعلام می‌کند. با چندین اندازه‌گیری متعدد، گیرنده به محاسبه سرعت، مدت زمان سفر، فاصله تا مقصد، مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)، زمان طلوع و غروب خورشید و ماه (در تقویم نجومی)، تعداد ماهواره‌ها، زمان محلی و ... می‌پردازد و آن را در اختیار کاربر قرار می‌دهد [۹].

گیرنده‌های GPS به صورت ماژول (OEM) موجود بوده و با استفاده از استاندارد NMEA-0183<sup>۴</sup> اطلاعات کامل موقعیت جغرافیایی را به صورت خروجی‌های استاندارد روی پورت سریال در اختیار کاربر قرار می‌دهند. برای استفاده از آنها باید برد ارتباطی طراحی شود.

خروجی استاندارد با نام GPRMC<sup>۵</sup> که در این پروژه از آن استفاده شده شامل اطلاعات زمان، طول و عرض جغرافیایی، سرعت، جهت تاریخ به صورت ذیل است.

\$GPRMC,151229.487,A,3723.2475,N,12148.3416,W,0.13,30  
9.62,120598,.,,A\*5F

#### ۲-۴- سرویس رادیویی بسته‌های اطلاعاتی (GPRS)

یکی از سرویس‌های افزوده شبکه‌های مخابرات سلولی، GPRS نام دارد که عبارت است از یک زیرشبکه سوئیچینگ بسته‌ای که روی شبکه GSM<sup>۶</sup> با اضافه کردن دو گره جدید کار می‌کند. این سیستم امکان ردوبدل کردن بسته‌های داده IP<sup>۷</sup> را برای تلفن‌های همراه در شبکه فراهم می‌کند. GPRS برای این منظور از برش‌های زمان و فرکانس‌های اختصاصی استفاده می‌کند که تعداد و محل آنها به نسبت ترافیک صوت و داده در سلول به‌طور دینامیک تعیین می‌شود.

برای ارسال یک بسته IP، تلفن همراه، درخواستی برای تخصیص یک یا چند برش زمانی به ایستگاه مرکزی می‌فرستد؛ اگر این درخواست بدون مشکل به ایستگاه مرکزی برسد، ایستگاه مرکزی فرکانس و برش‌های زمانی تخصیص یافته را به تلفن همراه اعلام می‌کند و تلفن همراه شروع به ارسال داده می‌کند. همین‌که بسته‌های IP ارسالی به ایستگاه مرکزی رسید، ایستگاه مرکزی از طریق ارتباطی که دارد آنها را به اینترنت متصل می‌کند.

سرویس GPRS محدودیت زیادی روی حجم داده‌ای که مشترک در هر بار دستیابی به شبکه می‌تواند منتقل کند، ایجاد نمی‌کند اما از آنجایی که انتقال بسته‌های بزرگ تعداد مالی پلکس کردن‌ها را کاهش می‌دهد، این سیستم برای موارد زیر مناسب شناخته شده است [۳].

توجه به اهمیت موضوع، اطلاع از وضعیت روشنایی محیط عملیات برای مدیریت و فرماندهی ضروری می‌نماید. شدت روشنایی هر سطح، میزان نور دریافتی آن سطح است. واحد آن لوکس<sup>۱</sup>، برابر مقدار روشنایی‌ای است که جریان نوری یک لومن روی سطح یک متر مربع ایجاد می‌کند [۱۲].

#### د) آلودگی هوا

آلودگی هوا یعنی افزایش میزان گازهای سمی و ذرات ریز جامد و مایع در هوا در غلظت‌هایی که تهدیدکننده سلامتی هستند. از مهم‌ترین آلوده‌کننده‌های هوا می‌توان به ذرات جامد، ازن، دی‌اکسید نیتروژن، منواکسیدکربن، سرب، دی‌اکسیدگوگرد، سولفات‌ها و سولفید هیدروژن، آکرولین و دی‌اکسیدنیتروژن اشاره نمود. آلودگی هوا در طولانی‌مدت می‌تواند برای انسان کشنده باشد. آلودگی هوا باعث تحریک مجاری هوایی و تشدید آسم می‌شود.

دی‌اکسیدکربن یک گاز آلاینده نبوده و بر سلامتی انسان تأثیر مستقیم ندارد، اما در میزان خستگی نیرو مؤثر است. این گاز به‌عنوان یک عامل مهم در بررسی کیفیت هوای محیط مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان غلظت آن به صورت بخش در میلیون<sup>۲</sup> بیان می‌شود [۱].

در این سامانه برای سنجش کیفیت هوا و میزان آلودگی محیط عملیات، اقدام به ارسال میزان گازهای مونواکسید و دی‌اکسیدکربن شده است.

پس از آشنایی با علائم حیاتی و شرایط محیطی و بیان اهمیت نسبی هر یک در عملکرد یک نیروی عملیاتی، توجه به محدوده تغییرات هر یک از این کمیت‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. اهمیت موضوع در طراحی پروتکل‌های ارتباطی و در نحوه انتخاب بستر مناسب (با توجه به نوع و حجم داده) برای انتقال داده‌ها به مرکز کنترل سامانه خودنمایی می‌کند.

#### ۲-۳- سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS)

GPS، یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره‌ای متشکل از شبکه‌ای با حداقل ۲۴ ماهواره است که به کمک گروهی از ماهواره‌ها موقعیت-یابی می‌کند. این ماهواره‌ها در مدارهای شش‌گانه به دور زمین در گردش‌اند و با ایستگاه‌های ویژه‌ای بر روی زمین در تماس‌اند و همواره موقعیت آن‌ها در فضا مشخص است. دستگاه گیرنده GPS، ضمن ارتباط با تعدادی از این ماهواره‌ها، فاصله خودش را تا آنها تعیین می‌کند و سپس موقعیت دقیق روی زمین به‌دست می‌آید [۲]. در واقع اساس کار این سامانه، فرستادن سیگنال‌های رادیویی با فرکانس بالا و به‌طور پیوسته است که زمان و مکان ماهواره را نسبت به زمین مشخص می‌کند و یک گیرنده GPS روی زمین، با گرفتن

3- Original Equipment Manufacturer

4- National Marine Electronics Association

5- Recommended Minimum Specific GNSS Data

6- Global System for Mobile Communications

7- Internet Protocol

1- Lux

2- Part Per Milion

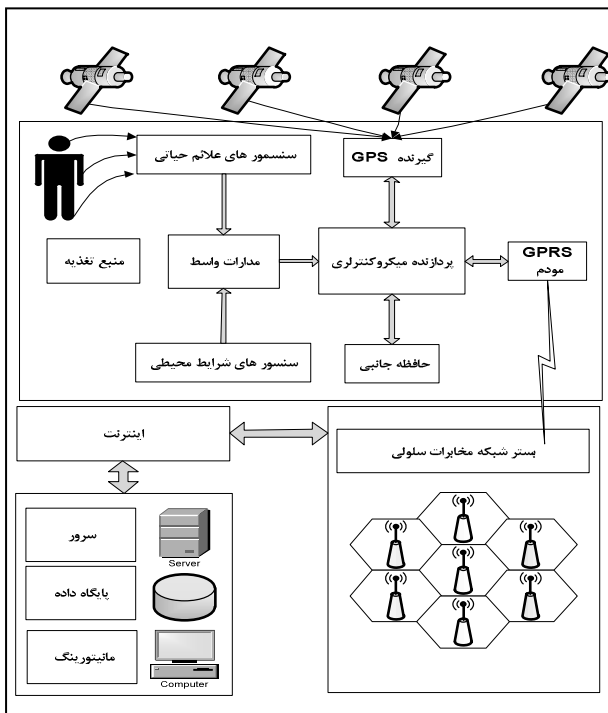
داشته اما امکان تصحیح خطا در سیستم وجود ندارد. در صورت تشخیص خطا در هر طرف درخواست ارسال مجدد در دستور کار قرار خواهد گرفت.

### ۳- پیاده‌سازی سامانه

#### ۳-۱- طراحی مفهومی

برای پیاده‌سازی هر سامانه لازم است ابتدا یک طراحی کلی یا طراحی مفهومی<sup>۴</sup> انجام گیرد. در طراحی مفهومی تلاش خواهد شد که اهداف، اجزای اصلی و ساختار سامانه شناسایی شده و وظایف و نحوه عملکرد آنها مورد بحث قرار گیرد. پس از طراحی مفهومی، اقدام به تهیه شمای عملیاتی و معرفی وظیفه و عملکرد هر بخش خواهد شد. پس از ساخت مدارات، تست و بهینه‌سازی خروجی کار به‌طور مستمر تا رسیدن به نقطه مطلوب انجام می‌گیرد.

سامانه دارای سه بخش مجزا است. بخش اول، تجهیزات قابل حمل همراه نیروی عملیاتی است. وظیفه این تجهیزات دریافت، پردازش اولیه و انتقال اطلاعات سامانه شامل علائم حیاتی، شرایط محیطی و موقعیت نیروی عملیاتی است. بخش دوم کانال انتقال، شامل زیرساخت شبکه مخابرات سلولی برای تبادل داده‌ها بین تجهیزات همراه نیرو و مرکز است. بخش سوم، مرکز کنترل شامل سرور و بانک اطلاعات به همراه نرم‌افزارهای کنترلی و گزارش‌دهی است.



شکل ۱- نمای کلی سامانه

- انتقال منظم و مکرر بسته‌های داده تا سقف ۵۰۰ بایت  
- انتقال نامنظم بسته‌های داده تا سقف چندین کیلوبایت  
در این پروژه بسته‌های داده با حجم‌های زیر ۵۰۰ بایت و به صورت دوره‌ای ارسال می‌شوند که سرویس GPRS برای این کار مناسب است.

فرستنده/گیرنده GSM به صورت ماژول OEM موجود بوده و با مجموعه دستوره‌های هایس<sup>۱</sup> که یک زبان فرمان خاص برای ارتباط با مودم‌ها است کنترل می‌شود. برای استفاده باید برد ارتباطی طراحی شود.

#### ۲-۵- رمزنگاری

اغلب، این مسئله باید تضمین شود که یک پیغام فقط می‌تواند توسط کسانی خوانده شود که پیغام برای آنها ارسال شده است و دیگران این اجازه را ندارند. روشی که تأمین‌کننده این مسئله باشد، «رمزنگاری»<sup>۲</sup> نام دارد.

تقسیم‌بندی‌های مختلفی از روش‌های رمزنگاری وجود دارد. یکی از متعارف‌ترین این تقسیم‌بندی‌ها که بر اساس نوع کلید انجام می‌شود، به صورت رمزنگاری کلید متقارن و رمزنگاری کلید نامتقارن (کلید عمومی) بیان می‌شود [۱۰].

رمزنگاری دارای دو جزء اصلی به نام الگوریتم و کلید است. الگوریتم یک مبدل یا فرمول ریاضی است. تعداد کمی الگوریتم قدرتمند وجود دارد که به‌عنوان استاندارد یا مقالات ریاضی منتشر شده‌اند. کلید، یک رشته مخفی از ارقام دودویی (صفر و یک) است.

در این پروژه برای حفظ امنیت داده‌ها از روش رمزنگاری متقارن AES استفاده شده است. AES یک روش رمزنگاری قطعه‌ای است؛ یعنی بر روی قطعات با طول ثابتی از بیت‌ها به نام بلوک کار می‌کند. در AES از کلیدهایی با طول ۱۲۸، ۱۹۲ و ۲۵۶ بیت استفاده می‌شود. AES فقط اندازه بلوک‌های ۱۲۸ بیتی (داده) و طول کلیدهای گفته‌شده را می‌پذیرد [۴].

الگوریتم AES دارای چهار عملکرد اصلی زیر است :

- جانشینی بایت
- شیفت چرخشی کلمات به اندازه یک بایت
- تلفیق و درهم‌سازی ستونی
- جمع (XOR) کلید با کلمات در هر دور

این مراحل در پردازنده برد اصلی پیاده‌سازی شده و تمام داده‌ها قبل از ارسال رمز می‌شوند و داده‌ها پس از دریافت در مرکز کنترل رمزگشایی می‌شوند. امکان تشخیص خطا با استفاده از روش کدافزونی چرخشی (CRC)<sup>۳</sup> در سیستم ارسال و دریافت وجود

1- Hayes Command Set  
2- Cryptography  
3- Cyclic Redundancy Check

### ۳-۲- فعالیت‌های اجرایی

برای پیاده‌سازی تجهیزات بخش اول سامانه، برد اصلی پردازنده به همراه برد ارتباطی دومتوره شامل گیرنده GPS برای موقعیت‌یابی و همچنین مودم GSM برای انتقال داده‌ها در بستر شبکه تلفن همراه با استفاده از سرویس GPRS طراحی و ساخته شده است. اطلاعات حس‌گرهای علائم حیاتی و شرایط محیطی نیز به‌وسیله یک برنامه کامپیوتری، شبیه‌سازی و توسط پورت سریال و طبق پروتکل‌های طراحی‌شده، در اختیار پردازنده اصلی قرار گرفته است. در بخش دوم (کانال انتقال) با در اختیار گرفتن سیم‌کارت یکی از اپراتورهای فعال کشور از سرویس GPRS برای انتقال داده استفاده شده است. در بخش سوم (مرکز کنترل) از یک سرور متصل به اینترنت (با آدرس IP ثابت، حاوی بانک اطلاعاتی و نرم‌افزارهای دریافت اطلاعات و گزارش‌دهی) استفاده شد.

### الف) طراحی پروتکل‌های ارتباطی

«پروتکل» قراردادی میان دو گره در شبکه‌های کامپیوتری برای برقراری ارتباط بوده و ضمن کنترل انتقال داده بین آن دو، تبادلات را ممکن می‌کند. پروتکل‌ها در سخت‌افزار یا نرم‌افزار یا ترکیبی از این دو پیاده‌سازی می‌شوند [۵]. منظور ما از پروتکل، نحوه چیدمان اطلاعات در بسته‌های ارسالی بین برد اصلی و مرکز کنترل سامانه است. حالت کلی بخش‌بندی اطلاعات<sup>۱</sup> برای بسته‌های داده در این پروژه به صورت ذیل طراحی و اجرا شده است.

اختتام	بسته داده			سرآیند
بایت پایان	اطلاعات	کد	طول	بایت شروع
۱ بایت	بایت n	۱ بایت	۲ بایت	۱ بایت
0x9E		کد	n+1	0x7E

تمامی بسته‌های داده با عبارت "0x7E" شروع و با عبارت "0x9E" خاتمه می‌یابند. طول هر بسته محاسبه و همراه آن ارسال می‌شود. اقدامات فوق به منظور تسهیل روند شناسایی بسته‌های داده در گیرنده انجام پذیرفته است. در سامانه از چهار گروه دستور ذیل استفاده می‌شود:

### - دستورات شناسایی

دستورات شناسایی، آغازکننده عملیات شناسایی است. دستگاه با ارسال جواب فرمان شناسایی، درخواست اتصال می‌کند. با این کار سرور ضمن آگاهی از وجود یک دستگاه جدید، فرمان شناسایی را برای دستگاه ارسال می‌کند و دستگاه دوباره جواب فرمان شناسایی را برای سرور ارسال می‌کند.

### - دستورات احراز هویت

احراز هویت در دو مرحله و با به چالش کشیدن سرور و دستگاه با دستورات احراز هویت انجام می‌گیرد. در مرحله اول، سرور با انتخاب و رمزکردن عددی تصادفی با کلید سرور، آن را برای دستگاه ارسال می‌کند. دستگاه پس از دریافت این پیام، عدد تصادفی را با کلید سرور رمزگشایی کرده و خود نیز عدد تصادفی دیگری تولید می‌کند. سپس هر دو عدد را با کلید دستگاه رمز کرده و ارسال می‌کند. مرحله دوم، شامل رمزگشایی دو عدد در سرور با کلید دستگاه است. سرور عدد اول را با عدد تصادفی خود مقایسه می‌کند؛ اگر برابر باشد ارتباط ادامه پیدا می‌کند. در ادامه، عدد دوم را با کلید سرور رمز کرده و برای دستگاه ارسال می‌کند. دستگاه با دریافت این پیام آن را با کلید سرور رمزگشایی کرده و با عدد تصادفی خود مقایسه می‌کند، اگر برابر بود سرور تصدیق شده و ارتباط برقرار می‌گردد.

### - دستورات تنظیم

دستورات تنظیم، امکان تغییر آدرس‌های IP سرور و اعمال تغییرات در دوره ارسال را فراهم می‌کند. در صورت نیاز، ارسال دستور تنظیم از سرور به دستگاه شروع شده و دستگاه با دریافت این دستور ضمن اعمال تغییرات، به‌عنوان تصدیق، جواب دستور را برای سرور ارسال می‌کند.

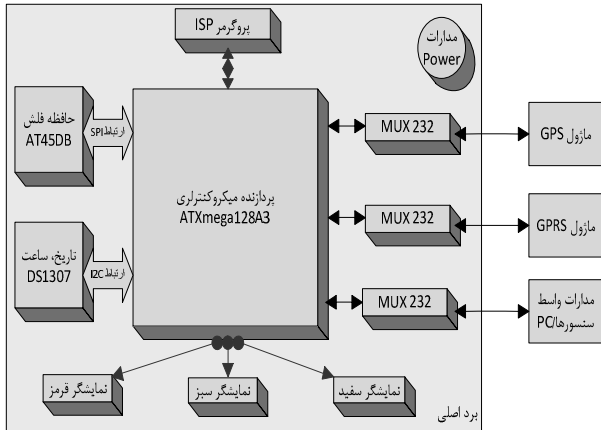
### - دستورات ارسال داده

داده‌ها شامل موقعیت، علائم حیاتی و شرایط محیطی هستند. از طریق دستورات ارسال داده، داده‌ها به مرکز کنترل ارسال می‌شوند.

### ب) طراحی و ساخت برد ارتباطی (گیرنده GPS و مودم GSM)

برد ارتباطی به‌عنوان یک واسطه بین پردازنده اصلی با سایر اجزاء است. از طرفی سیگنال‌های ماهواره را دریافت می‌کند و از طرف دیگر با شبکه تلفن همراه در ارتباط است. وظایف برد ارتباطی را می‌توان بدین ترتیب برشمرد:

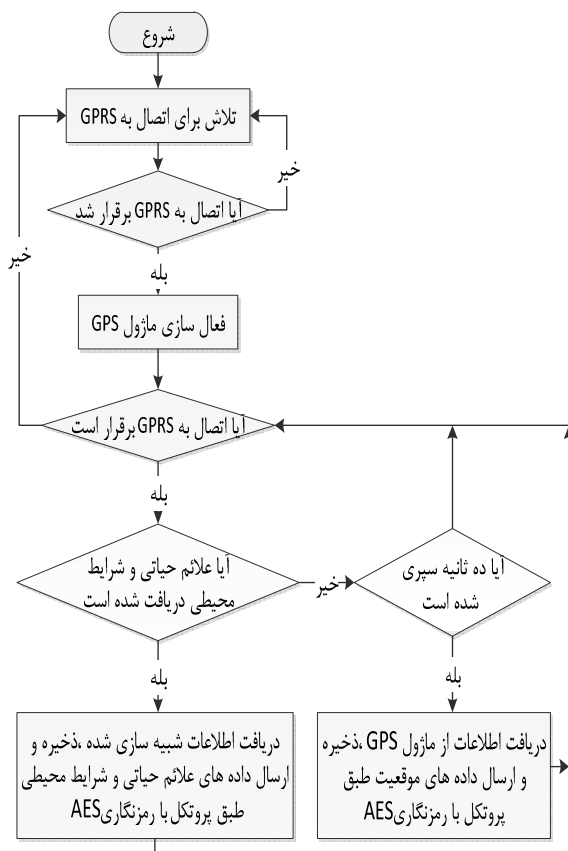
- محاسبه موقعیت جغرافیایی با پایش و دریافت سیگنال ماهواره‌های GPS
- ارتباط با برد اصلی از طریق پورت سریال و قرار دادن اطلاعات فوق در اختیار پردازنده اصلی در مواقع نیاز
- ارتباط با شبکه مخابرات سلولی به‌وسیله سیم‌کارت و گرفتن خدمات لازم جهت تبادل داده از طریق سرویس GPRS
- برای طراحی این برد از ماژول SIM908 استفاده شده است. پردازنده اصلی برای ارتباط با ماژول SIM908 و در پی آن، اتصال به شبکه تلفن همراه برای استفاده از سرویس GPRS و انتقال داده از این طریق از دستورات مخصوص به این مودم استفاده می‌کند. ارتباط پردازنده با ماژول از طریق پورت سریال انجام می‌شود.



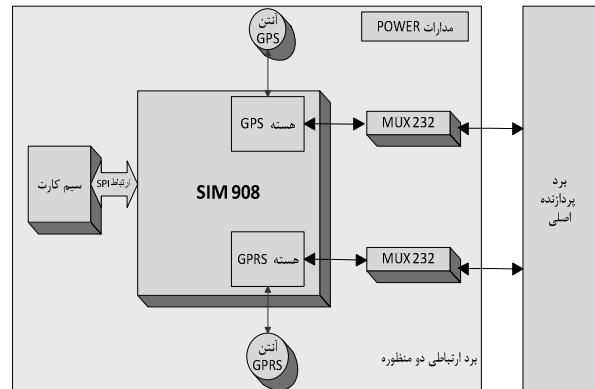
شکل ۳- شمای برد اصلی پردازنده

### ه) تولید میان‌افزار برد اصلی

اصطلاح میان‌افزار برای کدهای پردازنده میکروکنترلی به کار می‌رود. این کدها با زبان C نوشته و به وسیله نرم‌افزار Codevision کامپایل شده و کد برنامه به درون حافظه فلش میکروکنترلر انتقال می‌یابد؛ پس از آن، وظایف تعریف‌شده برای پردازنده قابلیت اجرا خواهند یافت. بدین ترتیب که با شروع به کار دستگاه پردازنده به ترتیب و طبق الگوریتم برنامه، وظایف و کارهای تعریف‌شده را انجام می‌دهد.



شکل ۴- الگوریتم برنامه برد اصلی پردازنده میکروکنترلی



شکل ۲- شمای برد ارتباطی دو منظوره

ماژول SIM908 پس از روشن شدن و دریافت دستورات راه‌اندازی و تنظیمات از پردازنده اصلی، خروجی GPRMC حاوی اطلاعات موقعیت را به صورت دوره‌ای روی پورت سریال در اختیار پردازنده قرار خواهد داد. پردازنده اصلی نیز مطابق شرایط از پیش تعریف‌شده اقدام به استفاده از اطلاعات به صورت ذخیره‌سازی و یا ارسال به مرکز طبق پروتکل‌های تعریف‌شده می‌نماید.

### ج) طراحی و تولید برد اصلی (پردازنده میکروکنترلی)

برد اصلی بخش مرکزی تجهیزات همراه نیروی عملیاتی است. در طراحی آن ضمن حفظ کارایی، به کوچکی اندازه (وزن کم و راحتی حمل‌ونقل) و توان مصرفی پایین برد توجه شده است. وظایف اصلی این برد شامل موارد ذیل است.

- دریافت اطلاعات علائم حیاتی و شرایط محیطی از مدار واسط حس‌گرها (نرم‌افزار شبیه‌سازی)
- دریافت اطلاعات موقعیت از گیرنده GPS در برد ارتباطی
- ذخیره‌سازی اطلاعات سامانه در حافظه
- رمزنگاری اطلاعات (با روش AES) و بخش‌بندی داده‌ها طبق پروتکل‌های طراحی شده
- ارسال داده‌ها از طریق GPRS توسط برد ارتباطی

### د) تولید نرم‌افزار شبیه‌سازی علائم حیاتی و شرایط محیطی

در مرحله اول پیاده‌سازی سامانه، به منظور شبیه‌سازی علائم حیاتی و شرایط محیطی، نرم‌افزار کامپیوتری تولید شد. وظیفه این نرم‌افزار، شبیه‌سازی علائم حیاتی و شرایط محیطی با دریافت مقادیر اولیه از کاربر و تولید بسته‌های داده طبق پروتکل‌های تعریف‌شده و در نهایت، قرار دادن داده‌های نهایی بر روی پورت سریال کامپیوتر از طریق فرمان کاربر است. دریافت فرمان از طریق فشردن کلید ارسال اطلاعات تعبیه‌شده در نرم‌افزار انجام‌پذیر است.

### ۳-۳- شرح عملیات

پس از شرح مراحل ساخت تجهیزات مورد نیاز و همچنین فراهم نمودن سایر مقدمات از قبیل آماده کردن سرور مرکز کنترل طبق شرایط ذکر شده (اتصال به اینترنت با آدرس IP ثابت) و حصول اطمینان از در دسترس بودن زیرساخت شبکه تلفن همراه (آنتن دهی مناسب و معتبر بودن سیم کارت) به بیان روند کامل عملیات می پردازیم:

- شروع کار با تجهیز نیروها به تجهیزات که از این پس دستگاه نامیده می شوند، آغاز می شود.
- هر دستگاه پس از روشن شدن و اتصال به شبکه، برای اتصال به سرور سامانه تلاش می کند.
- در صورت برقراری اتصال و طی مراحل شناسایی و احراز هویت، دستگاه برای کار آماده است.
- از این پس اطلاعات مورد نظر شامل موقعیت کامل جغرافیایی، علائم حیاتی و شرایط محیطی، پس از پردازش اولیه (اندازه گیری، انجام محاسبات، ذخیره سازی، قالب بندی طبق پروتکل ها و رمزنگاری) از طریق بستر مخابرات سیار به مرکز منتقل می شوند.
- در مرکز کنترل پس از دریافت، داده ها رمزگشایی شده و اطلاعات در بانک داده ذخیره می شود. با در اختیار داشتن این اطلاعات ارائه گزارش های توصیفی و تحلیلی امکان پذیر است.

### ۳-۴- آزمایش

با پیاده سازی سامانه در فاز اول، داده های جغرافیایی، اطلاعات علائم حیاتی و شرایط محیطی (شبه سازی شده توسط نرم افزار) طبق پروتکل های طراحی شده، توسط سخت افزار ساخته شده ارسال شد. داده های ارسالی به صورت کامل در مدت زمانی کمتر از یک ثانیه به یکی از سرورهای شرکت سامانه الکترونیک انصار منتقل شد. شایان ذکر است که مسئله تأخیر در شبکه به ترافیک شبکه و حجم داده مرتبط است. در این تست از سیم کارت اعتباری شرکت ایرانسل استفاده شد.

### ۴- نتیجه گیری و جمع بندی

در این پژوهش با توجه به اهمیت موضوع نظارت بر سلامتی و عملکرد نیروهای عملیاتی (تیم های امدادی) و همچنین برنامه ریزی (مانورها، عملیات آموزشی و واقعی) و تصمیم سازی در مواقع اضطراری برای فرماندهان، تلاش شد آسیب های انسانی کاهش یابد.

با توجه به پیشرفت فناوری و ضرورت استفاده از آن، یک سامانه زیرساختی با به کارگیری اطلاعات حس گرهای نصب شده در لباس و تجهیزات همراه نیرو به منظور دریافت، پردازش و ذخیره سازی علائم حیاتی، شرایط محیطی و همچنین اطلاعات موقعیت مکانی نیروهای عملیاتی و ارسال این اطلاعات از طریق بستر شبکه مخابراتی سلولی به مرکز کنترل سامانه، فراهم شد.

نتایج حاصل از آزمایش سامانه کاملاً رضایت بخش بوده و داده های مورد نظر مقاله در مدت زمان تعیین شده بدون خطا به مرکز کنترل ارسال شده و در بانک اطلاعاتی سامانه ذخیره سازی شد. با توجه به گستردگی موضوع برای تکمیل کار و دستیابی به نتایج کامل در موضوعات ذیل می توان تحقیق را ادامه داد:

- تحقیق در زمینه دریافت سیگنال های حیاتی انسان و شرایط محیطی (نحوه نصب مناسب حس گرها با طراحی لباس مناسب، بالا بردن کیفیت سیگنال با افزایش دقت حس گرها و بهینه سازی مدارات واسط)
- مطالعه در زمینه تأثیر شرایط محیطی در عملکرد نیروها به منظور مدیریت بهتر تیم های عملیاتی
- جایگزین نمودن سیستم موقعیت یابی و سامانه ارتباطی با رویکرد نظامی (بومی سازی سیستم ها و استفاده در زمان های حساس)
- بهبود امنیت سامانه با رویکرد محافظت از داده ها در مقابل حملات احتمالی
- ارائه گزارش های مناسب شامل شرح وضعیت فعلی نیرو و بررسی عملکرد وی (سلامتی، خستگی، مصرف انرژی، توان عملیاتی و سایر شاخص های سنجش) در مرکز کنترل

### مراجع

۱. اکبر خانزاده، فرهنگ؛ «گرما و انسان؛ جنبه های بهداشتی، مهندسی و فیزیولوژیکی کار و زیست در محیط گرم»، انتشارات اباصالح، (۱۳۸۳).
۲. اسداللهی، احسان؛ خلیل زاد، محمدرضا؛ «سیستم های رادیویی در ناوبری هوایی»، انتشارات فرات، چاپ اول، (۱۳۸۱).
۳. قاضی زاده، رضا؛ «سیستم های مخابرات سیار»، انتشارات استاد، (۱۳۸۴).
۴. ذاکر الحسینی، علی؛ ملکیان، احسان؛ «امنیت داده ها»، انتشارات نص، (۱۳۹۰).
5. Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks", Fourth Edition. (2003).
6. Kelly GS, "Body Temperature Variability (Part2): Masking Influences of Body Temperature Variability and a Review of Body Temperature Variability in Disease". March (2007).
7. C. Guyton, John E. Hall, "Text Book of Medical Physiology", (2005).
8. Renschler Weicker, Von Baeyer, "The Upper Limit of Glucose Concentration in the Urine of Healthy Subjects", (1965).
9. Georg zurBonsen, Daniel Ammann, Michael Ammann, Etienne Favey, Pascal Flammant, "Continuous Navigation Combining GPS with Sensor-Based Dead Reckoning", (2005).
10. BellarMihir, Rogaway, Phillip, "Introduction to Modern Cryptography", (2005).
11. <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Spo2>
12. <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Illuminance>
13. <http://www.healthlifeandstuff.com/2010/06/normal-blood-pressure-range-adults/>



---

## Designing a Positioning System and Transmitting Vital Signs and Environmental Conditions of Operating Team

M. Haghighat Talab<sup>1</sup>

R. Hagh Maram<sup>2</sup>

S. M. Alavi<sup>3</sup>

### Abstract

Protecting active operational forces in rescue operations in sensitive situations due to natural disasters or enemy attacks is considered as a basic strategy in national macro management strategy. Therefore, having useful information in this regard is of utmost importance and has a significant position to increase the defensive power of every country.

In this study, data from specific sensors installed on clothes and carry-on equipment of an operational force are saved after sampling and initial processing. The received information can be classified in three categories. This information in appropriate data packages (with encryption to protect data security) are transmitted to the control center of system using cellular telecommunications network infrastructure (using GPRS service). These data packages after being filtered and displayed in monitoring software, are stored in main system database. The first group of received information contains vital signs such as heart rate signals, body temperature, blood pressure and blood sugar. The second group contains environmental condition information such as temperature, humidity, amount of oxygen and CO<sub>2</sub>, air pressure and lighting of environment. The third group contains spatial-time information such as latitude and longitude, the precise time, speed and the tempo in case of the force mobility.

By designing and implementing prototype of this system, using the said information, the location and environmental conditions of the forces were informed and the health and performance of the forces were successfully monitored. The results can be used in management planning and performance measurement of rescue teams in training, maneuvers and real rescue operations.

**Key Words:** *Positioning, GPS, Vital Signs, Environmental Conditions, GPRS Service*

---

1- M.S Candidate, Imam Hossein Comprehensive University (mht.132@gmail.com) - Writer in Charge

2- Assistant Professor and Academic Member of Imam Hossein Comprehensive University (rhaghmrm@ihu.ac.ir)

3- Assistant Professor and Academic Member of Imam Hossein Comprehensive University (smalavi@yahoo.com)