



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی‌تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پایان‌نامه کارشناسی  
گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری

طراحی و پیاده‌سازی سامانه ردیابی مبتنی بر  
اینترنت اشیا

نگارش  
ساره سلطانی نژاد

استاد راهنما  
دکتر بهادر بخشی

استاد داور  
دکتر مهدی راستی

خرداد ۹۸

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

# صفحه فرم ارزیابی و تصویب پایان نامه- فرم تأیید اعضاء کمیته دفاع

در این صفحه فرم دفاع یا تایید و تصویب پایان نامه موسوم به فرم کمیته دفاع- موجود در پرونده آموزشی- را قرار دهید.

## نکات مهم:

- نگارش پایان نامه/رساله باید به **زبان فارسی** و بر اساس آخرین نسخه دستورالعمل و راهنمای تدوین پایان نامه های دانشگاه صنعتی امیرکبیر باشد.(دستورالعمل و راهنمای حاضر)
- رنگ جلد پایان نامه/رساله چاپی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باید به ترتیب مشکی، طوسی و سفید رنگ باشد.
- چاپ و صحافی پایان نامه/رساله بصورت **پشت و رو(دورو)** بلامانع است و انجام آن توصیه می شود.



به نام خدا

تاریخ: خرداد ۹۸

## تعهدنامه اصالت اثر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی‌تکنیک تهران)

اینجانب ساره سلطانی نژاد متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظرارت و راهنمایی استادی دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است. در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است.

ساره سلطانی نژاد

امضا

# سپاسگزاری

با سپاس فراوان از راهنمایی‌ها و زحمات استاد ارجمند، جناب آقای دکتر بخشی، که از ابتدای راه و در طی انجام این پژوهه، با رهنمودهایشان مرا در نگار این اثر یاری نمودند.

ساره سلطانی ترشاد

خرداد ۹۸

## چکیده

در علم فناوری اطلاعات، مفهوم اینترنت اشیا به اشیایی با هویت خاص اطلاق می‌شود که دارای شناسه منحصر به فرد بوده و توانایی انتقال داده روی شبکه، بدون نیاز به تعامل و دخالت انسان را دارند. در واقع هدف اصلی آن هوشمند سازی اشیا و فراهم آوردن بستری است که از طریق آن، اشیا قادر به ارسال و دریافت اطلاعات با یکدیگر می‌باشند.

در سال‌های اخیر فناوری اینترنت اشیا رشد چشمگیری داشته و در زمینه‌های مختلف توانسته نیازهای متعدد و پیچیده‌ای را برطرف کند. یکی از کاربردهای اینترنت اشیا در زمینه‌ی رדיابی اشیا متحرک می‌باشد که در حوزه‌های مختلف مانند امنیت، نظارت، حمل و نقل و ... می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. سیستم موقعیت‌یابی و رדיابی امکان ارائه راه حل‌هایی مطمئن برای تامین امنیت افراد و وسایل نقلیه را فراهم آورده است و همچنین تاثیر بسزایی در بهینه شدن کیفیت نظارت و مدیریت ناوگان‌های حمل و نقل، حرکت خودروها، افراد (کودکان و سالمندان) و یا هر شی متحرک دیگر دارد. در واقع سامانه رדיابی تکنولوژی است که امکان تعیین موقعیت دقیق و رדיابی افراد، وسایل نقلیه و یا هر جسم متحرک دیگر را با استفاده از متدهای مختلفی مانند سامانه موقعیت‌یاب جهانی فراهم آورده است.

در این پژوهه قصد داریم سامانه‌ای را پیاده‌سازی کنیم که بتوان توسط آن موقعیت دقیق، مسیر حرکت و مکان‌های پرتردد هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. در این سیستم، هر شی مجهر به یک مازول GPS است که موقعیت مکانی خود را هر دو دقیقه یکبار از ماهواره دریافت کرده و از طریق مودم GSM به سرورهای نرم‌افزاری ارسال می‌کند. سرورهای نرم‌افزاری پس از دریافت اطلاعات، آن‌ها را تحلیل می‌کنند. در این قسمت پژوهه یک نرم‌افزار تحت وب توسعه داده خواهد شد تا بتواند اطلاعات ارسالی را پردازش کرده و سپس آن‌ها را در یک پایگاه داده ذخیره کند و در انتهای اطلاعات ذخیره شده را به صورت قابل نمایش برای کاربران تبدیل کند. به این ترتیب می‌توان سرعت، مسیر حرکت و مکان‌های پرتردد شی را بر روی نقشه مشاهده کرد.

## واژه‌های کلیدی:

اینترنت اشیا، سامانه رדיابی بی‌درنگ، GPS، SIM808، GSM

# فهرست مطالب

عنوان

صفحه

۶	۲	مفاهیم اولیه	
۷	۱-۲	اینترنت اشیا	
۸	۱-۱-۲	سیر تکامل	
۹	۲-۱-۲	اکوسيستم	
۹	۳-۱-۲	معماری فنی اینترنت اشیا	
۱۲	۴-۱-۲	کاربردها	
۱۴	۲-۲	سیستم ردیابی	
۱۷	۳-۲	سامانه موقعیتیاب جهانی	
۱۸	۱-۳-۲	تاریخچه	
۱۹	۲-۳-۲	ساختار GPS	
۱۹	۳-۳-۲	بخش فضایی	
۲۰	۴-۳-۲	کنترل زمینی	
۲۱	۵-۳-۲	دقت اندازهگیری	
۲۲	۶-۳-۲	کاربردها	
۲۳	۳	اجزای مورد استفاده در سیستم ردیابی	
۲۴	۱-۳	مقدمه	
۲۴	۲-۳	طراحی و معماری سیستم	
۲۶	۳-۳	اجزاء سیستم	
۲۶	۱-۳-۳	اجزاء سختافزاری	
۳۱	۲-۳-۳	اجزاء نرمافزاری	
۳۳	۴	پیاده‌سازی سیستم ردیابی	
۳۵	۱-۴	بررسی عملکرد سیستم ردیابی	
۳۵	۴	۱-۱-۴	بررسی عملکرد مدار
۴۰	۲-۴	بررسی معماری مدار	

۴۱	۳-۴ برنامه کاربردی
۴۱	۱-۳-۴ پایگاه داده
۴۲	۲-۳-۴ نمایش اطلاعات
۴۶	۴-۴ تحلیل اطلاعات
۴۷	۵ جمع‌بندی و کارهای آتی
۴۸	۱-۵ جمع‌بندی
۴۸	۲-۵ کارهای آتی
۵۰	منابع و مراجع

# فهرست اشکال

صفحه

شکل

۱-۲	سیر تکامل ارتباطات موجودیت‌های جهان [۱]	۸
۲-۲	معماری اینترنت اشیا [۲]	۱۲
۱-۳	بلاک دیاگرام سیستم ردیابی [۱۶]	۲۵
۲-۳	معماری سیستم ردیابی پیشنهادی [۱۹]	۲۶
۳-۳	برد آردوبینو اونو	۲۷
۴-۳	نمایی از قسمت روبرو تراشه SIM808	۲۹
۵-۳	نمایی از قسمت پشت تراشه SIM808	۲۹
۶-۳	آنتن GPS	۳۰
۷-۳	مشخصات آنتن GSM [۱۶]	۳۱
۸-۳	آنتن GSM	۳۱
۹-۳	نمایی از نرمافزار آردوبینو	۳۲
۱-۴	سیستم ردیابی طراحی شده	۳۵
۲-۴	عملکرد کد پیاده‌سازی شده بر روی آردوبینو [۱۰، ۱۱، ۱۹]	۳۶
۳-۴	فلوچارت خواندن اطلاعات GPS [۸]	۳۷
۴-۴	فلوچارت نحوه کار GSM [۸]	۳۸
۵-۴	ادامه فلوچارت نحوه کار GSM [۸]	۳۹
۶-۴	شیوه اتصال آردوبینو به ماژول SIM808 [۳]	۴۰
۷-۴	معماری سیستم طراحی شده [۲۱]	۴۱
۸-۴	نمایش مسیر حرکت شی در برنامه کاربردی	۴۳
۹-۴	نمایش سرعت، زمان و تاریخ حرکت شی در هر موقعیت بر روی نقشه	۴۳
۱۰-۴	دریافت پیام ارسالی کاربر برای دریافت موقعیت توسط ماژول SIM808	۴۴
۱۱-۴	پیام دریافت شده توسط کاربر	۴۵
۱۲-۴	مشاهده موقعیت شی بر روی نقشه	۴۵
۱۳-۴	مکان‌های پرتردد شی بر روی هیت مپ	۴۶

# فصل اول

## مقدمه

مفهوم اینترنت اشیا<sup>۱</sup> به اشیایی با هویت خاص اطلاق می‌شود که دارای شناسه منحصر به فرد بوده و توانایی انتقال داده روی شبکه، بدون نیاز به تعامل و دخالت انسان را دارند. هدف اصلی آن هوشمند سازی اشیا و فراهم آوردن بستری است که از طریق آن اشیا قادر به ارسال و دریافت اطلاعات با یکدیگر می‌باشند. اینترنت اشیا به طور گستردگی به توسعه قابلیت محاسبه و ارتباطات شبکه‌ای اشیا، دستگاه‌ها، سنسورها یا هر مورد دیگری که به طور معمول به عنوان کامپیوتر در نظر گرفته نمی‌شود، اشاره دارد.

این اشیای هوشمند دارای قابلیت جمع‌آوری داده از راه دور، تحلیل و مدیریت آن‌ها هستند [۱۷].

اینترنت اشیا مجموعه وسیعی از سنسورها و عملگرهایی است که شرایط مختلف محیط را اندازه‌گیری و پردازش می‌کنند. در سال‌های اخیر فناوری اینترنت اشیا رشد چشمگیری داشته و توانسته در زمینه‌های مختلف، نیازهای متعدد و پیچیده‌ای را بطرف کند. به علت گسترش فناوری‌های جدید، تولید سنسورهای هوشمند، رشد تکنولوژی‌های ارتباطی و پیچیده شدن نیازها، اینترنت اشیا قدرت زیادی پیدا کرده و در زمینه‌های مختلف از آن استفاده می‌شود و باعث گسترش سیستم‌های هوشمند در محیط شده است [۲۲].

این سیستم‌ها برای اینکه بتوانند اثر مثبتی بر محیط بگذارند باید با یکدیگر در تعامل باشند. فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا نیازمندی‌های متفاوتی در مقایسه با سایر فناوری‌ها دارند. به طور معمول این سیستم‌ها حافظه، توان مصرفی و پهنه‌ای باند کمتری نسبت به سایر سیستم‌ها دارند. اکثر سیستم‌های هوشمند مبتنی بر باتری هستند و در مکانی دوردست قرار دارند به گونه‌ای که نمی‌توان به صورت مداوم آن‌ها را شارژ کرد. در نتیجه توان مصرفی و محدوده قابل پوشش برای این سیستم‌ها به ویژه آن‌هایی که در سطح کلان اجرا می‌شوند مانند کشاورزی هوشمند، شهر و خانه هوشمند و مسائل ردیابی، مسئله بسیار مهمی است. پروتکل‌های ارتباطی بی‌سیم متعددی وجود دارد که هر کدام ویژگی منحصر به فرد خود را دارند.

اینترنت اشیاء یک بستر ارتباطی جدید در جهت برقراری ارتباط بین اشیا هوشمند می‌باشد. معرفی این بستر موجب شده است تا امکانات جدیدی برای حل مسائلی همچون تعیین مکان و ردیابی اشیا متوجه از حمله وسایل نقلیه در سطح یک شهر، منطقه یا کشور فراهم گردد. اینترنت اشیا به سرعت در حال بدست آوردن راهکارهایی در رابطه با سناریوی ارتباط از راه دور می‌باشد و انتظار می‌رود که مبادله اطلاعات در رابطه با هر شی در شبکه‌های زنجیره‌ای منابع جهانی را آسان کند، شفافیت را افزایش دهد و کارایی‌شان را بالا ببرد.

به طور گسترده اینترنت اشیا می‌تواند به عنوان ستون اصلی سیستم‌های فرآگیر و فعال‌سازی محیط‌های هوشمند برای سادگی در تشخیص و شناسایی اشیا و بازیابی اطلاعات از اینترنت در هر زمان و در هر مکان به کار برد شود.

از یک دیدگاه مفهومی، اینترنت اشیا ممکن است با توانایی اشیا هوشمند باشد: ۱- قابلیت شناسایی (هر چیزی خود را شناسایی کند) ۲- قابلیت انتقال (هر چیزی دست به انتقال می‌زند) ۳- قابلیت تعامل (هر چیزی دست به تعامل می‌زند) یا در میان خودشان و یا با کاربران نهایی یا سایر نهادهای فعال در شبکه. اشیا معمولاً یا به صورت منحصر به فرد یا به عنوان عضوی از یک رده شناسایی می‌شوند.

یکی از مسائل مطرح امروزی، ردیابی بی‌درنگ اشیا متوجه می‌باشد که به ردیابی بی‌درنگ موقعیت فعلی یک شی متوجه معین اشاره دارد. سیستم ردیابی اشیا متوجه یک راه حل برای بسیاری از مشکلات از جمله مسائل امنیتی است. تکنولوژی است که برای مشخص کردن موقعیت شی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی از کاربردهای مهم اینترنت اشیا، سامانه‌های ردیابی است که در فناوری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم‌های ردیابی برای اولین بار برای صنعت حمل و نقل به وجود آمدند. از نیازهای اساسی صاحبان این صنعت، بررسی موقعیت وسایل نقلیه است. ابتدایی‌ترین سیستم ساخته شده برای یافتن موقعیت، سیستم‌های غیر فعال بودند که اطلاعات را در حافظه‌ای ذخیره می‌کردند و دسترسی به آن‌ها تنها زمانی ممکن بود که وسیله نقلیه در دسترس باشد. این نوع سیستم‌ها برای کاربردهای بلاذرنگ مناسب نیستند چون در این کاربردها نیاز است اطلاعات بلافاصله در اختیار کاربر قرار بگیرد. برای برطرف کردن این نیاز، سیستم‌های فعال به وجود آمدند که با استفاده از یک سخت‌افزار تعییه شده در وسیله نقلیه و سرور ردیابی از راه دور این امکان را فراهم می‌کنند.

امروزه امنیت افراد و وسایل نقلیه تبدیل به یک نگرانی همگانی شده است. سیستم موقعیت‌یابی و ردیابی امکان ارائه راه حل‌هایی مطمئن برای تامین امنیت افراد و وسایل نقلیه را فراهم آورده است و همچنین تاثیر بسزایی در بهینه شدن کیفیت نظارت و مدیریت ناوگان‌های حمل و نقل، حرکت خودروها، افراد (کودکان و سالمندان) و یا هر شی متوجه دیگر دارد. در واقع سامانه ردیابی تکنولوژی است که امکان تعیین موقعیت دقیق و ردیابی افراد، وسایل نقلیه و یا هر جسم متوجه دیگر را با استفاده از متدهای مختلفی مانند سامانه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۲</sup> میسر می‌سازد، البته شایان ذکر است که گاهی همین مشخص بودن موقعیت افراد و وسایل نقلیه در کنار تمام مزیت‌هایی که دارد، خطرات امنیتی را

Global Positioning System (GPS)<sup>۳</sup>

برای آن‌ها ایجاد می‌کند [۱۹].

امنیت در سیستم حمل و نقل تنها به حمل و نقل عمومی منتهی نمی‌شود. بلکه از مهم‌ترین نگرانی‌های صاحبان وسایل نقلیه شخصی، اطمینان از امنیت وسیله نقلیه آن‌ها است. سیستم‌های ردیابی در پیشگیری از سرقت یا یافتن وسیله سرقت شده می‌توانند کمک کنند. پلیس نیز با استفاده از اطلاعاتی که سیستم ردیابی تعییه شده در وسیله نقلیه ارسال می‌کند می‌تواند موقعیت را تشخیص بدهد.

علاوه بر وسایل نقلیه، سیستم‌های ردیابی در کاربردهای نظارت از راه دور و نظارت بر محیط زیست نیز نقش مهمی دارند. به عنوان مثال ردیابی حیوانات، انسان‌ها و موقعیت‌یابی اشیا از کاربردهای این سیستم می‌باشد. در مثال نظارت بر انسان‌ها، این سیستم برای افراد سالم‌مند که دارای بیماری‌های خاص چون آلزایمر هستند و احتمال گم کردن مسیر برای آنها بالا است، یا برای امنیت کودکان می‌تواند بسیار مفید باشد. خانواده‌ها می‌توانند از این سیستم برای یافتن موقعیت سالم‌مند یا کودک خود استفاده کنند [۲۰].

سیستمی که در این پروژه پیاده‌سازی کرده‌ایم می‌تواند در موارد مختلف مورد استفاده قرار بگیرد. یکی از کاربردهایی که می‌توان برای اینترنت اشیا متصور شد، پیاده‌سازی سامانه‌ای است که بتوان توسط آن موقعیت دقیق و مسیر حرکت هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. در این پروژه قصد داریم به ساخت یک سیستم ردیابی بپردازیم که قادر است موقعیت دقیق و مسیر حرکت یک شی متحرک را مشخص کند.

در انجام این پروژه ارتباط ما به صورت یک طرفه خواهد بود به این صورت که به طور پیوسته مختصات مکانی شی متحرک توسط مژول GPS<sup>۳</sup> اندازه گرفته و به یک سرور فرستاده می‌شود. این مژول به طور پیوسته با ماهواره برای گرفتن مختصات مکانی در ارتباط است. داده‌های GPS به آردوینو فرستاده می‌شود. در نهایت مودم GSM<sup>۴</sup> این اطلاعات را برای سرورهای نرم‌افزاری ارسال می‌کند. در این پروژه سرورهای نرم‌افزاری پس از دریافت اطلاعات، آن‌ها را تحلیل می‌کنند و درخواستی از سمت سرور نخواهیم داشت و ارتباط ما به صورت یک‌طرفه خواهد بود. در این قسمت پروژه یک نرم‌افزار تحت وب توسعه داده خواهد شد تا بتواند اطلاعات ارسالی را پردازش و در پایگاه داده ذخیره کند و در انتهای اطلاعات ذخیره شده را به صورت قابل نمایش برای کاربران تبدیل کند. در واقع برنامه کاربردی نوشته شده با استفاده از داده‌های ذخیره شده، موقعیت را در نقشه نمایش می‌دهد. از این طریق می‌توان موقعیت کنونی شی یا شخص مورد نظر را پیدا کرد. در انتها موقعیت فعلی و مسیر حرکت فرد بر روی نقشه نمایش داده

Global Positioning System (GPS)<sup>۳</sup>

Global system for mobile communications (GSM)<sup>۴</sup>

خواهد شد. یکی دیگر از کاربردهای این سیستم به دست آوردن مکان‌های پر تردد فرد از طریق تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده می‌باشد.

در ادامه‌ی این پایان‌نامه، در فصل دوم درباره مفاهیم مورد استفاده در این پروژه صحبت می‌کنیم و در فصل سوم معماری کلی سیستم را بیابی و اجزا تشکیل دهنده آن و سپس در فصل چهارم شیوه پیاده‌سازی این سیستم با استفاده از اجزا معرفی شده در فصل سوم را بیان می‌کنیم. در پایان نیز درباره نتایج پیاده‌سازی سیستم و کارهایی که در آینده مبتنی بر این پروژه می‌توان انجام داد صحبت می‌کنیم.

## فصل دوم

### مفاهیم اولیه

## ۱-۲ اینترنت اشیا

اینترنت اشیا که از آن به عنوان انقلاب صنعتی جدید یاد می‌شود، به دلیل تغییری که در شیوه زندگی، کار، سرگرمی و مسافرت مردم و ... ایجاد کرده، تعاملات بین دولتها و دنیای پیرامون‌شان را با دنیای مجازی و تکنولوژی نیز دگرگون ساخته است. ورود دستگاه اتومبیل با مجموعه‌ای از نرم‌افزارهای کاربردی جهت ایجاد تعامل بین کاربر، خانه‌ها و ساختمان‌های هوشمند، امکان پخش موسیقی تنها با ادای چند کلمه و هزاران کاربرد دیگر در مدیریت هوشمند شهر، حمل و نقل، کشاورزی، صنایع دفاعی، صنعت بیمه، صنایع مربوط به نفت، گاز و معدن، مدیریت انرژی، پایش و امنیت اماکن عمومی و خصوصی، بانک‌ها، بهداشت و درمان، هتل‌داری، مهر تاییدی بر اهمیت اینترنت اشیا است.

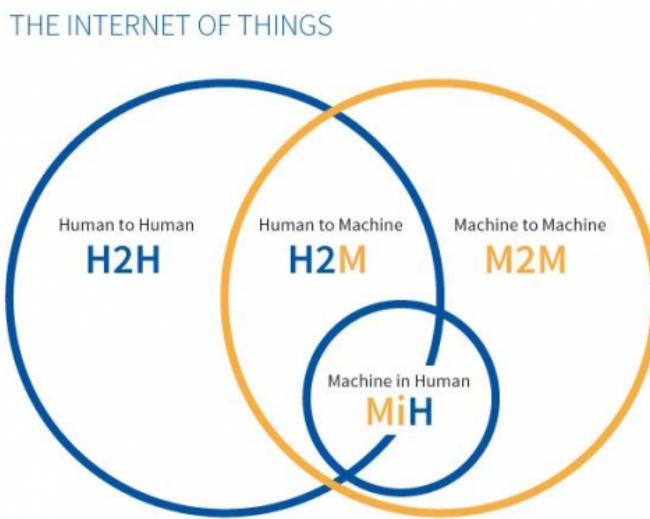
اینترنت اشیا، برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیا بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشد و به کامپیوترها اجازه دهنده تا آن‌ها را سازماندهی و مدیریت کنند [۱۳].

در سال‌های بعد، تعاریف دیگری از اینترنت اشیا توسط افراد و شرکت‌های مختلف ارائه گردید. اینترنت اشیا مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است که به طور خلاصه می‌توان گفت، اینترنت اشیا فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان، حیوان و یا اشیا) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترانت، فراهم می‌گردد. در این فناوری، اشیا پیرامون ما قادرند از محیط اطراف خود داده‌های مفیدی را از طریق حسگرهای مختلف جمع‌آوری کرده و آن‌ها را برای پردازش و اتخاذ تصمیمات لازم به یک سیستم مرکزی منتقل کنند. در واقع ایده کلی فناوری اینترنت اشیا دریافت، ذخیره‌سازی و ارسال اطلاعات از محیط به منظور تحلیل آن‌ها و در نهایت ارائه خدمات بهتر و هوشمندتر به کاربر نهایی است. به عبارتی اینترنت اشیا را می‌توان به عنوان تکامل بعدی اینترنت دانست که جهش بزرگی در توانایی جمع‌آوری، تحلیل و توزیع داده دارد.

اینترنت اشیا یک شبکه داخلی متشکل از دستگاه‌های فیزیکی، وسایل نقلیه، ساختمان‌ها، سایر موارد الکترونیکی، نرم‌افزارها، حسگرها، محرک‌ها و یک اتصال به شبکه که اشیا را به جمع‌آوری و تبادل داده‌ها قادر می‌سازد، می‌باشد. در سال ۲۰۱۳ میلادی استانداردهای جهانی، برای اینترنت اشیا تعریف "زیرساخت‌های جامعه اطلاعاتی" را مطرح کردند. اینترنت اشیا امکان حس و کنترل شدن اشیا از راه دور را با استفاده از زیرساخت شبکه فراهم می‌سازد، فرصت ادغام مستقیم دنیای فیزیکی با سیستم‌های کامپیوتری را بالا می‌برد و در نتیجه بهبود بهره‌وری، دقت و سود اقتصادی را علاوه بر کاهش دخالت انسان به همراه دارد.

## ۱-۱-۲ سیر تکامل

تغییراتی که در تعامل و ارتباطات بین موجودیت‌های (اشیای) موجود در جهان، در طول زمان (قبل از ظهور اینترنت، بعد از ظهور آن تا مطرح شدن ایده اینترنت اشیا) بوجود آمده، در شکل ۱-۲ به تصویر کشیده شده است:



شکل ۱-۲: سیر تکامل ارتباطات موجودیت‌های جهان [۱]

تکامل در ارتباطات شامل مراحل زیر است:

۱. قبل از اینترنت: ارتباط انسان با انسان
۲. اینترنت محتوا: وب نسل ۱ بر روی بستر شبکه‌های IP
۳. اینترنت سرویس: وب نسل ۲ و امکان تولید محتوا توسط کاربران
۴. اینترنت افراد: شبکه‌ها و رسانه‌های اجتماعی
۵. اینترنت اشیا: اتصالات ماشین به ماشین

ارتباطات ماشین به ماشین اصطلاحی است که برای توصیف هر فناوری که دستگاه‌های شبکه را قادر به تبادل اطلاعات و انجام برخی عملیات بدون دخالت انسان می‌کند، به کار گرفته می‌شود. در واقع به عنوان بخشی از اینترنت اشیا در نظر گرفته می‌شود. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تعداد اتصالات اینترنت اشیا در سال‌های آینده رشد قابل توجهی خواهد داشت.

مفاهیم مرتبط به اینترنت اشیا سال‌ها قبل توسط مارک ویسر در شرکت زیراکس مطرح شده بود و در قالب حوزه پردازش فراگیر در حال رشد بود. هدف حوزه پردازش فراگیر شکل‌گیری جهانی است که در آن اشیا اطراف ما (که به طور روزمره با آن‌ها سر و کار داریم) دارای قدرت پردازش بوده و به صورت بی‌سیم یا کابلی با شبکه جهانی در ارتباط باشند. دورنمای دیدگاه اولیه مارک ویسر دستیابی به سیستم‌های شبکه‌ای در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات است که نهفته در محیط پیرامون، پنهان از دید کاربر و خودکار هستند. چنین سیستم‌هایی کاربر و فعالیت‌هایش را دنبال کرده و به نیازمندی‌های آن پاسخ می‌دهد. لذا به عبارتی کاربر را قادر می‌سازد با محیط فیزیکی اطرافش سازگار شود و سرویس هوشمندتری را دریافت کند.

## ۲-۱-۲ اکوسیستم

با توجه به تعاملی که اینترنت اشیا بین عناصر و اشیا متنوع ایجاد کرده و با درنظر گرفتن این موضوع که فناوری‌های اینترنت اشیا مختص یک صنعت و یا زنجیره تامین خاصی نیستند، این مسئله باعث ایجاد روابط پیچیده‌ای می‌شود که شامل تعداد زیادی از بازیگران خواهد بود. در این صورت بایستی با استفاده از مفهوم اکوسیستم، به این شرایط پیچیده سامان بخشید.

هدف اینترنت اشیا قابلیت بخشی به اشیا برای ارتباط با هم در همه جا، هر زمان و با هر وسیله، راه و شبکه ارتباطی است. با این وجود اینترنت اشیا، تعامل چند دنیا است که دارای اجزای مختلفی است که خود حاصل تعامل سه دنیا است و گاه‌ها از این سه دنیا تحت عنوان اجزای اینترنت اشیا نیز یاد می‌شود که عبارتند از:

۱. دنیای دیجیتال

۲. دنیای سایبری

۳. دنیای فیزیکی واقعی

## ۳-۱-۲ معماری فنی اینترنت اشیا

اینترنت اشیا، ارتباطات ماشین به ماشین، وب فیزیکی و فناوری‌های متعدد دیگری که با توسعه شبکه‌های ارتباطی و تکنولوژی‌های تجمعی و تحلیل داده‌ها در سال‌های اخیر به آن‌ها پرداخته می‌شود، عملاً یک هدف ثابت را دنبال می‌کنند. این هدف بکارگیری هوشمند داده‌های تولیدی از ابزارهای متصل به شبکه

و سابقه قبلی اتصال آنها با هدف ارائه سرویس بهتر به مشتریان انتهایی است.  
معماری اصلی این سرویس‌ها را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم‌بندی کرد:

- سخت‌افزار (شامل حسگرهای عملگرها و دروازه‌های اتصال به شبکه)
- شبکه مخابراتی ارتباطی (شامل شبکه انتقال مبتنی بر دسترسی)
- بستر ابری و مدیریت سرویس (مرکز داده، پلتفرم تحلیل کلان داده و میان‌افزار ارائه سرویس)
- برنامه‌های کاربردی (شامل توسعه‌دهنده‌گان سرویس و سرویس گیرنده‌گان)

در ادامه به توضیح ۴ لایه معماری اینترنت اشیا می‌پردازیم:

### ۱-۳-۱-۲ لایه حسگرها

لایه حسگرها در پایین‌ترین سطح قرار دارد و شامل حسگرهای فعال کننده‌ها و تگ‌ها است که اتصال حسگر و شبکه‌ای را فراهم می‌کند. سنسورها داده‌ها را از محیط یا اشیا جمع‌آوری می‌کنند و آن‌ها را به داده‌های مفیدی تبدیل می‌سازند. در این لایه اطلاعات به صورت لحظه‌ای جمع‌آوری و پردازش شده و به دلیل نرخ انتقال داده پایین حسگرها، به یک شبکه حسگر بی‌سیم نیاز است تا بتواند پس از جمع‌آوری اطلاعات، آن‌ها را در اختیار مقصد مورد نظر قرار دهد.

### ۲-۳-۱-۲ لایه شبکه

این لایه امکانات شبکه‌ای مورد نیاز را فراهم می‌نماید و فناوری‌های متعددی را به خدمت می‌گیرد. امکانات تعییه شده در این لایه می‌بایست از حجم بالای داده اینترنت اشیا تولید شده توسط حسگرهای بی‌سیم و دستگاه‌های هوشمند حمایت کند. عملکرد این لایه صرف نظر از ماهیت شبکه (خصوصی، عمومی یا ترکیبی) مطمئن و قابل اعتماد باشد. همچنین یکپارچه سازی پلتفرم‌های اینترنت اشیا در این لایه از اهمیت بالایی برخوردار است.

شبکه‌های اینترنت اشیا می‌بایست مقیاس‌پذیر باشند تا بتوانند از مجموعه‌ای گسترده از سرویس‌ها و برنامه‌ها بر روی شبکه‌های بسیار بزرگ به طرز موثری حمایت نمایند. برخی از این شبکه‌ها دارای پروتکل‌ها و نیازهای امنیتی مختص به خود می‌باشند.

داده‌های دریافتی از سنسورها، به شکل آنالوگ هستند. به همین خاطر چنین داده‌هایی باید جمع‌آوری و به روش‌های دیجیتال تبدیل شوند تا بتوان در فرایندهای پردازش بعدی از آن‌ها استفاده کرد.

سیستم کسب داده‌ها، این تجمعیع داده‌ها و تبدیل آن‌ها را بر عهده می‌گیرد. این سیستم به شبکه سنسورها متصل می‌شود، خروجی را تجمعیع می‌کند و تبدیل آنالوگ به دیجیتال را انجام می‌دهد. دروازه اینترنت (Gateway) داده‌های تجمعیع شده و دیجیتالی شده را دریافت می‌کند و آن را از طریق وای فای، شبکه محلی سیمی یا اینترنت به مرحله سوم هدایت می‌نماید تا پردازش‌های بعدی بر روی آن صورت گیرد. سیستم‌های مرحله دوم، اغلب در نزدیکی سنسورها و فعال کننده‌ها قرار می‌گیرند.

### ۳-۳-۱-۲ لایه مدیریت خدمات

این لایه مسئولیت تجزیه و تحلیل اطلاعات، کنترل امنیت، مدل سازی فرآیندها و مدیریت دستگاه‌ها، مدیریت جریان داده‌ها و اطلاعات، یکپارچه‌سازی مکانیزم‌های دستیابی به اطلاعات را بر عهده دارد. داده ارسالی از سمت حسگرها می‌تواند به صورت متناوب و یا نامتناوب باشد. با توجه به حجم بالای داده، نیاز به فرآیند استخراج اطلاعات وجود خواهد داشت تا بتوان بر اساس پردازش انجام شده به یک دید مناسب از داده‌های کلان دست یافت.

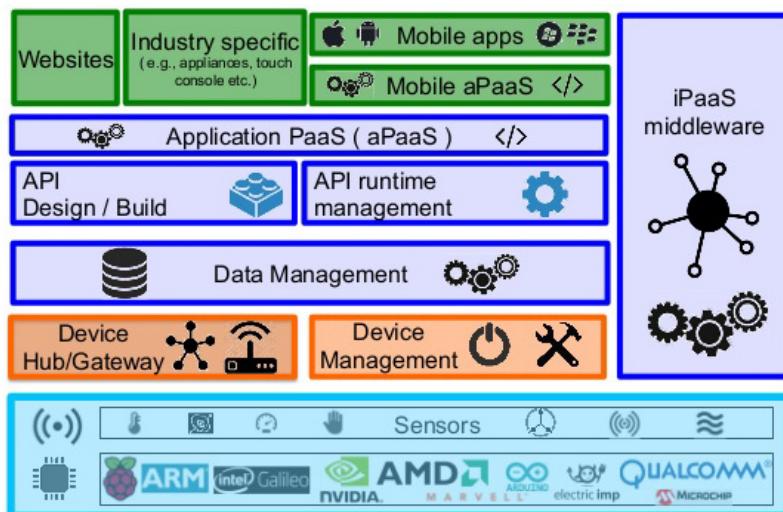
### ۴-۳-۱-۲ لایه برنامه

در آخرین لایه خانواده‌ای بزرگ از برنامه‌های کاربردی وجود دارد که ممکن است مختص به یک صنعت بخصوص و یا چندین صنعت طراحی و پیاده‌سازی شده باشند. صنایع مختلف می‌توانند با استفاده از برنامه‌های متنوع از اینترنت اشیا برای بهبود خدمات خود استفاده نمایند.

برنامه‌ها را می‌توان بر اساس نوع شبکه در دسترس، همگرایی، اندازه، مدل کسب و کار، نیازهای بلاذرنگ و... گروه بندی کرد. برخی از برنامه‌های اینترنت اشیا مختص استفاده فردی و یا بکارگیری در منازل طراحی و پیاده‌سازی می‌گردند. ابعاد این نوع برنامه‌ها کوچک است و صرفا قادر به تامین خواسته تعداد اندک و محدودی از کاربران می‌باشند. برخی از برنامه‌های اینترنت اشیا در ابعاد بسیار بزرگی طراحی و پیاده‌سازی می‌شوند و می‌توان آن‌ها را در سطح یک سازمان به خدمت گرفت. تلفن‌های هوشمند به دلیل ویژگی‌های برجسته، دارای جایگاه ویژه و تعیین کننده‌ای در برنامه‌های اینترنت اشیا می‌باشند.

ابعاد شبکه، پهنای باند مورد نیاز و نوع اتصال به شبکه در برنامه‌های اینترنت اشیا متفاوت است و هر یک ملزمات مختص به خود را دارا می‌باشند. آشنایی با نیازهای هر برنامه در ایجاد زیرساخت لازم و بکارگیری فناوری مناسب در هر لایه بسیار ضروری است.

این معماری چند لایه‌ای در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۲-۲: معماری اینترنت اشیا [۲]

## ۴-۱-۲ کاربردها

سرویس‌ها و کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه‌های متنوعی مطرح هستند، که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: ساختمان، انرژی، خانه و مشتری، سلامت، صنعت حمل و نقل، امنیت عمومی، شبکه و فناوری اطلاعات. میزان محبوبیت کاربردهای این حوزه متفاوت است. محبوب‌ترین کاربردها به ترتیب عبارتند از: ابزارهای پوششی، شهر هوشمند، خانه هوشمند، اینترنت صنعتی، توزیع هوشمند برق، سلامت، کشاورزی و دامپوری، زنجیره تامین. در ادامه به شرح برخی از این کاربردها می‌پردازیم.

## ۱-۴-۱ سلامت الکترونیک

اینترنت اشیا در حوزه سلامت الکترونیک فرصت‌های زیادی ایجاد می‌کند. در واقع این فناوری می‌تواند خدمات سلامت را بهبود داده و منجر به نوآوری‌های مختلفی در این ارتباط شود. بطور مشخص با کمک اینترنت اشیا فرآیندهای مراقبت پزشکی آسان‌تر شده و خدمات درمانی از طریق هوشمندتر شدن سیستم، ارتقا می‌یابند. بطور مشخص اینترنت اشیا بستری برای تحقق اهداف حوزه ارتقا کیفی زندگی در تسهیل زندگی روزمره افراد معلول و درگیر بیماری‌های مزمن، فراهم می‌آورد. همچنین این فناوری ارائه خدمات درمانی فرآگیر و کم‌هزینه‌تر را ممکن می‌سازد.

خدمات نوینی که با بکارگیری اینترنت اشیا در حوزه سلامت قابل ارائه هستند، عبارتند از:

- جمع‌آوری داده‌های مرتبط با علائم حیاتی بیمار از طریق شبکه سنسورهای متصل به تجهیزات پزشکی و بدن بیمار
- ارسال داده‌های جمع‌آوری شده به بستر ابری مرکز پزشکی مربوطه برای ذخیره‌سازی و پردازش آنها
- تحلیل و مدیریت اطلاعات فراهم شده از طریق سنسورها
- تضمین دسترسی فراگیر و به اشتراک گذاری داده‌های پزشکی

## ۲-۴-۱-۲ شهر هوشمند

بطور خلاصه، در یک شهر هوشمند از اینترنت اشیا برای دستیابی به اهداف زیر استفاده می‌شود:

- افزایش کیفیت و کارایی خدمات شهری
- کاهش هزینه‌ها و مصرف منابع
- تسهیل ارتباط مابین شهروندان و نهادهای حاکمیتی

## ۳-۴-۱-۲ خانه هوشمند

برای اینترنت اشیا مبتنی بر بستر ابری می‌توان کاربردهای زیادی در محیط خانه متصور شد. در واقع با ترکیب قابلیت‌های تجهیزات نهفته در محیط خانه و بستر ابری، انجام خودکار بسیاری از فعالیت‌های خانگی وجود دارد. همچنین امکان اتصال به وسایل منزل از طریق اینترنت به منظور مانیتورینگ رفتار آن‌ها از راه دور (برای مثال، مانیتورینگ میزان انرژی مصرفی وسایل منزل و بکارگیری این اطلاعات برای بهبود الگوی مصرف برق) یا کنترل آنها از راه دور (برای مثال، مدیریت هوشمند روشنایی، گرما و تهویه هوا) وجود دارد. قابل ذکر است که ۱۹ درصد مصرف برق خانگی متعلق به روشنایی است که از طریق مدیریت هوشمند ۴۵ درصد کاهش خواهد یافت. در این راستا، بستر ابری بهترین کاندید برای توسعه سریع و آسان کاربردهای اتوماسیون خانگی است.

راهکارهای مبتنی بر بستر ابری، فضایی فراگیر که در آن هر تجهیزی از هر جا با یک روش استانداردشده قابل دسترس است، فراهم می‌آورد. همچنین پشتیبانی همزمان از چندین کاربر از طریق

وب را تضمین می‌کند. چالش‌های اصلی این حوزه عبارتند از استانداردسازی و قابلیت اطمینان. در ارتباط با استانداردسازی می‌توان به لزوم وجود یک واسط استاندارد مبتنی وب، برای توصیف سرویس و ارتباطات، در وسایل خانگی اشاره کرد. قابلیت اطمینان هم شامل در دسترس بودن تجهیزات، خرابی آنها و کیفیت سرویس متغیر می‌باشد.

#### ۴-۱-۲ مدیریت هوشمند انرژی و شبکه هوشمند توزیع برق

ترکیب بستر ابری و اینترنت اشیا کاربردهای متنوعی را در حوزه مدیریت هوشمند توزیع انرژی ممکن می‌سازد. اغلب توان حسگری، پردازشی و قابلیت‌های شبکه‌ای سنسورهای این حوزه محدود است. لذا برای پردازش اطلاعات و اتخاذ تصمیمات جامع، نیازمند قابلیت‌های بستر ابری هستیم. ناهمگونی سنسورها، اندازه بزرگ داده، نرخ جمع‌آوری داده، تاخیر متغیر، یکپارچه‌سازی داده‌های جمع‌آوری شده از منابع مختلف با مالکیت متفاوت، امنیت و حریم خصوصی از چالش‌های این حوزه هستند.

#### ۴-۱-۳ مانیتورینگ محیطی

ترکیب بستر ابری و اینترنت اشیا می‌تواند به توسعه سریع‌تر کاربردهای متنوع مانیتورینگ محیطی همچون اندازه‌گیری سطح آب، میزان آلودگی هوا، رطوبت خاک، شرایط نور محیط، تشخیص وقوع آتش‌سوزی و ردیابی حیوانات، اشاره کرد. همچنین می‌توان به مانیتورینگ امنیت غذایی، آبیاری قطره‌ای، محافظت و نگهداری از درختان و جنگل‌ها اشاره کرد. چالش‌های اصلی این حوزه شرایط محیطی متغیر و امنیت سنسورهای محیطی است.

یکی از کاربردهای مهم اینترنت اشیا، سامانه‌های ردیابی است که در فناوری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بخش بعدی به طور مفصل این کاربرد شرح داده شده است.

## ۲-۲ سیستم ردیابی

همانطور که گفتیم اینترنت اشیا چهارچوبی است که در آن هر شی دارای قابلیت اتصال به اینترنت است. این اتصال به اینترنت دستگاه‌های محاسباتی تعییه شده در هر شی، آن را قادر به ارسال و دریافت اطلاعات می‌کند. اینترنت اشیا به طور گستردگی به گسترش ارتباط شبکه‌ای و قابلیت محاسبه اشیا، دستگاه‌ها، حسگرها و هر چیزی که به طور عادی کامپیوتر حساب نمی‌شود، اشاره دارد. کوین اشتون، پدر اینترنت

اشیا، اشاره می‌کند که "اطلاعات و داده‌ها راه عالی برای کاهش هدرروی و افزایش بهره‌وری می‌باشد و این دقیقاً آن چیزی است که اینترنت اشیا فراهم می‌کند." این اشیا هوشمند دارای حداقل نیاز انسان برای تولید، مبادله و محاسبه داده می‌باشند. زمینه‌های کاربرد تکنولوژی اینترنت اشیا روز به روز در حال افزایش است. یکی از کاربردهای اینترنت اشیا در رדיابی و سایل نقلیه است [۱۵، ۱۶].

انتظار می‌رود تعداد کل سایل نقلیه روز به روز افزایش یابد با توجه به اینکه مالکیت آن‌ها برای افراد با توجه به اقتصاد رو به رشد کشورهایی مثل چین و هند، مقرون به صرفه می‌باشد. اما با این وجود کمبود سیستم رדיابی همچنان حس می‌شود. چنین سیستمی در زمینه‌های مختلفی از چمله امنیت خودرو شخصی، سایل نقلیه عمومی، مدیریت ناوگان و ... کاربرد دارد [۱۷].

امروزه سیستم‌های رדיابی مختلفی در بازار وجود دارد اما آن‌ها دارای کاربرد مشخص، ناحیه کاری مشخص و عمدتاً هم بسیار هزینه‌بر می‌باشند [۱۸]. بنابراین سیستم رדיابی طراحی شده برای امنیت خودرو برای مدیریت ناوگان مناسب نمی‌باشد [۲۳]. پس باید سیستمی را پیاده‌سازی کنیم که به راحتی برای کاربردهای مختلف قابل استفاده و مقرون به صرفه باشد.

همانطور که اشاره کردیم سیستم رדיابی راه‌حلی برای مدیریت ناوگان و امنیت اشیا متحرک از جمله افراد، سایل نقلیه و ... می‌باشد. این تکنولوژی برای مشخص کردن مکان شی متحرک در هر زمان از متدهای مختلفی مثل سامانه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۱</sup> که به ماهواره‌های اطراف پایگاه زمین متصل می‌باشد، استفاده می‌کند. سیستم‌های رדיابی مدرن از تکنولوژی GPS برای مانیتور و موقعیت‌یابی و سایل نقلیه در هر کجای زمین استفاده می‌کنند. این سیستم رדיابی در داخل خودرو یا هر شی متحرکی که می‌خواهیم آن را رדיابی کنیم، قرار می‌گیرد و امکان موقعیت‌یابی در هر لحظه را فراهم می‌آورد و اطلاعات لازم برای رדיابی را در اختیار افراد می‌گذارد. این سیستم یک دستگاه ضروری برای رדיابی اشیا متحرک مخصوصاً سایل نقلیه است که صاحبان آن‌ها بتوانند هر زمان وسیله نقلیه خود را رדיابی کنند. همچنین از این سیستم می‌توان برای رדיابی و پیدا کردن سایل دزدیده شده استفاده نمود. داده جمع‌آوری شده از طریق این سیستم را می‌توان بر روی نقشه الکترونیکی از طریق اینترنت یا نرم‌افزارهای کاربردی مشاهده نمود [۱۹].

سیستم رדיابی متشکل از اجزای سخت افزاری و نرم افزاری است که با کمک آن‌ها می‌توان شی مورد نظر را رדיابی کرد. این سیستم از سه بخش اصلی تشکیل شده است: شی متحرک، بخش سخت افزاری و بخش نرم افزاری. بخش سخت افزاری متشکل از برد آردوینو، آنتن GPS و GSM متصل به ماژول SIM808 در داخل شی که قرار است رדיابی شود، قرار می‌گیرد. این بخش سیگنال حاوی مختصات

GPS<sup>۱</sup>

مکانی و زمانی است را به کمک آنتن GPS از ماهواره دریافت می‌کند. مودم GSM این اطلاعات را به سرور می‌فرستد که پس از دریافت و تحلیل بر روی نقشه می‌توان مسیر حرکت را مشاهده نمود. یکی از نگرانی‌های اصلی صاحبان وسیله نقلیه، امنیت آن‌ها می‌باشد. از این رو همواره به دنیال سیستم امنیتی جدید و کارآمد هستند. با پیشرفت تکنولوژی امروزه قادر خواهیم بود در هر زمان وسیله نقلیه را ردیابی و موقعیت آن را در هر لحظه مشاهده کنیم. سیستم ردیابی با استفاده از ردیابی کردن فعالیت‌های وسیله نقلیه در بازه‌های زمانی مشخص کمک بسزایی در تامین امنیت آن‌ها کرده است. این سیستم از GPS برای پیدا کردن اطلاعات مربوط به مکان هر شی استفاده می‌کند و سپس این اطلاعات برای نمایش مسیر حرکت به سرور فرستاده می‌شوند.

بخش سخت‌افزاری سیستم ردیابی در داخل وسیله نقلیه به نحوی قرار می‌گیرد که از بیرون آن قابل مشاهده نباشد. درواقع به عنوان یه بخش پنهان شده عمل می‌کند که به طور مداوم مختصات مکانی شی را به سرور می‌فرستد. در سمت سرور برنامه کاربردی تحت وب توسعه داده می‌شود که این امکان را فراهم می‌کند مسیر حرکت شی را بر روی نقشه مشاهده کرد.

سیستم ردیابی بزرگترین پیشرفت تکنولوژی در زمینه تامین امنیت می‌باشد. این سیستم صاحبان وسال نقلیه را قادر می‌سازد بتوانند از راه دور در هر زمانی وسیله نقلیه خویش را ردیابی کنند. سیستم ردیابی همچنین به عنوان دستگاه پیشگیری از سرقت و بازیابی وسیله نقلیه در میان مردم مشهور شده است. وقتی وسیله نقلیه دزدیده می‌شود، اطلاعات ارسال شده توسط سیستم ردیابی را می‌توان در اختیار پلیس گذاشت تا آن‌ها به راحتی با دنیال کردن سیگنال‌های دریافتی موقعیت علی وسیله نقلیه موردنظر را پیدا کنند.

سیستم ردیابی زمانی که به عنوان یک سیستم امنیتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند حایگرین مناسبی برای سیستم‌های هشدار دهنده سنتی خودروها باشد. برخی از سیستم‌های ردیابی قادر هستند از راه دور وسیله نقلیه را کنترل کنند که این کنترل شامل قفل کردن در خودرو و خاموش کردن موتور آن در موارد اضطراری می‌باشد. با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی، سیستم ردیابی قادر هستند که حرکت غیر عادی وسیله نقلیه را تشخیص داده و به صاحب آن هشدار دهند.

سیستم ردیابی در داخل شی که قرار است آن را ردیابی کنیم، قرار می‌گیرد. این شی از طریق یک تلفن همراه که به کاربر امکان ارتباط از راه دور با سیستم تعییه شده را فراهم می‌کند. سیستم ردیابی از یک سیم‌کارت برای ارسال و دریافت پیام کوتاه استفاده می‌کند. کاربر می‌تواند با استفاده از تلفن همراه خویش یک پیام کوتاه به سیم‌کارت تعییه شده در سیستم ردیابی بفرستد و از طریق بتواند وسیله نقلیه خود را ردیابی کند. به طور کلی عملکرد سیستم ردیابی را می‌توان دو بخش کرد:

### ۱. ردیابی وسیله نقلیه

### ۲. تامین امنیت وسیله نقلیه

این سیستم از یک آنتن GPS تشکیل شده است که ردیابی واقعی شی را ممکن می‌سازد. مودم GSM که مستقیم به میکروکنترلر متصل است امکان ارسال و دریافت پیام کوتاه و فرستادن داده به سرور را فراهم می‌کند. این مودم اطلاعات را دریافت می‌کند و آن را به تلفن همراه کاربر که با آن تقاضا دریافت موقعیت مکانی را کرده بود، می‌فرستد. این اطلاعات شامل طول جغرافیایی<sup>۲</sup>، عرض جغرافیایی<sup>۳</sup> به همراه یک لینک می‌باشد که با کلیک کردن بر روی آن می‌توان موقعیت شی را بر روی نقشه مشاهده کرد [۱۴].

## ۳-۲ سامانه موقعیت‌یاب جهانی

سیستم موقعیت‌یاب جهانی توسط دولت و ارتش ایالت متحده آمریکا طراحی شد که از آن برای اهداف نظارتی استفاده می‌کردند. ماژول GPS توسط وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا و دکتر ایوان<sup>۴</sup> به عنوان سیستم ناوبری ماهواره‌ای اختراع شد.

سیستم موقعیت‌یاب جهانی منظومه‌ای متشکل از ۲۴ ماهواره است که زمین را دور می‌زنند و در هر مدار ۴ ماهواره قرار دارد. راکت‌های کوچکی نیز ماهواره‌ها را در مسیر صحیح نگاه می‌دارد. این ماهواره‌ها شناسایی موقعیت جغرافیایی بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر را امکان‌پذیر می‌سازد. این ماهواره‌ها از محاسبات ریاضی ساده‌ای برای پخش اطلاعات استفاده می‌کنند که به عنوان طول و عرض و ارتفاع جغرافیایی، توسط گیرنده‌های زمین ترجمه شده‌اند [۱۲].

سیستم GPS بدون وابستگی به گیرنده‌های تلفن یا اینترنت عمل می‌کند. اگر چه با این فناوری‌ها می‌توان اطلاعات دریافتی از این سیستم موقعیت‌یابی را مناسب‌تر و کاربردی‌تر کرد. سیستم GPS می‌تواند توانایی‌های حیاتی در زمینه موقعیت‌یابی برای کاربران نظامی، مدنی یا کاربران عادی در سراسر جهان فراهم کند.

پروژه GPS در سال ۱۹۷۳ برای غلبه بر محدودیت‌های سیستم‌های موقعیت‌یابی پیشین شروع شد. وزارت دفاع آمریکا سیستمی را توسعه داد که به شکل پیش‌فرض ۲۴ ماهواره را به کار می‌برد. طراحی و

Longitude<sup>۳</sup>

Latitude<sup>۴</sup>

Dr. Ivan<sup>۴</sup>

توسعه و پشتیبانی این سیستم بر عهده وزارت دفاع ایالات متحده است. ماهواره‌های GPS در تمام شرایط به صورت ۲۴ ساعت در شبانه روز و در تمام دنیا قابل استفاده است و هیچ‌گونه بهایی بابت این خدمات اخذ نمی‌شود. این ماهواره‌ها هر روز دوبار در یک مدار دقیق دور زمین می‌گردند و سیگنال حاوی اطلاعات را به زمین می‌فرستند. سیستم‌های مشابهی نیز وجود دارند که در حال استفاده یا طراحی هستند. سیستم روسی گلوناس مهم‌ترین آن‌ها است که تقریباً همزمان با GPS تکامل یافته اما از سال ۲۰۰۸ به بهره‌برداری کامل رسیده است. اتحادیه اروپا، هند و چین نیز هر یک سیستم‌های مشابهی را در دست توسعه دارند.

### ۱-۳-۲ تاریخچه

از اوایل دهه ۶۰ میلادی، نیروی هوایی و نیروی دریایی آمریکا همواره در حال مطالعه یا اقدام جهت دستیابی به یک سیستم ناوبری ماهواره‌ای بوده‌اند. نیروی دریایی دو طرح عمده Timation و Transit را در دست اقدام داشته‌است. Transit توسط آزمایشگاه‌های فیزیک کاربردی جان هاپکینز طراحی و در سال ۱۹۶۴ به حالت عملیاتی درآمد. این سیستم اکنون اطلاعات ناوبری سطح را به صورت دو بعدی (طول و عرض جغرافیایی) و بر مبنای اصول شیفت داپلر برای کاربران دریانوردی فراهم می‌آورد. سیستم Timation طرحی تحقیقاتی با فناوری پیشرفته از آزمایشگاه تحقیقات نیروی دریایی آمریکا بود که یک سیستم ناوبری دو بعدی (طول و عرض جغرافیایی) را بر مبنای زمان‌سنجی دقیق ارائه می‌کرد. در همین دوره زمانی، نیروی هوایی نیز تحقیقات پژوهشی را برای ارائه یک سیستم ناوبری سه بعدی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) انجام می‌داد. این سیستم بر مبنای فاصله‌یابی ماهواره‌ای به کمک «دبaleه‌های دیجیتال قابل تکرار» و «نویز شبه تصادفی» پایه‌ریزی شده بود

اولین ماهواره GPS در سال ۱۹۷۸ با موفقیت به فضا پرتاب شد. هدف اصلی و اولیه از طراحی GPS، اهداف نظامی بوده اما از سال ۱۹۸۰ به بعد برای استفاده‌های غیرنظامی نیز در دسترس قرار گرفت. این سیستم در سال ۱۹۹۵ و با تکمیل تعداد ماهواره‌ها به توان پیش‌بینی شده نهایی خود دست یافت. افتخار اختراع این سیستم به راجر ال استون، ایوان ای گتینگ و برادفورد پارکینسون از آزمایشگاه فیزیک پیشرفته ایالات متحده تعلق دارد.

پیشرفتهای تکنولوژیکی و نیازهای جدید باعث تمایل زیادی برای ارتقا و مدرنیزه کردن سیستم موجود و توسعه نسل جدید ماهواره‌ها با عنوان GPS بلوک ۳ آ و نسل جدید سیستم‌های کنترل عملیاتی شده‌اند. این تغییرات از سال ۱۹۹۸ با دستور کاخ سفید شروع شدند و در سال ۲۰۰۰ با تصویب کنگره

آمریکا شروع به عملیاتی شدن کردند و در نهایت به GPS نسل سوم خواهند انجامید.

## ۲-۳-۲ ساختار GPS

GPS فعلى از سه بخش اساسی تشکیل شده است. این سه بخش اصلی عبارتند از: بخش فضایی، بخش کنترل و بخش کاربر. قسمت های کنترل و فضایی توسط نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا پایه گذاری شده و توسعه یافته اند و اکنون نیز به کار خود ادامه می دهند [۹].

امواع منتشر شده از فضا توسط ماهواره های GPS، توسط گیرنده های GPS دریافت می شوند؛ این گیرنده ها به وفور در اختیار انواع کاربران قرار دارند و برای محاسبه کردن موقعیت سه بعدی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) محل مورد نظر و زمان به کار می روند.

- بخش فضایی: از ۲۴ تا ۳۲ ماهواره تشکیل شده است که در مدار میانی زمین قرار گرفته اند و همچنین شامل تأسیساتی هم می شود که برای آماده سازی و پرتاب آن ها به کار می روند.
- بخش کنترل: از یک ایستگاه اصلی کنترل زمینی، یک ایستگاه اصلی کنترل زمینی دیگر به عنوان پشتیبان، یک میزبان آنتن های اختصاصی و اشتراکی برای سیستم و ایستگاه های پایش تشکیل شده است.
- بخش کاربری: از صدها هزار کاربر نظامی آمریکایی و متحдан آن که از GPS کدگذاری شده برای تعیین موقعیت دقیق استفاده می کنند و صدها میلیون کاربر مدنی، عمومی یا علمی تشکیل شده است که از امکانات موقعیت یابی استاندارد استفاده می کنند.

## ۳-۳-۲ بخش فضایی

بخش فضایی از ماهواره های مستقر در مدار زمین تشکیل شده است که به اختصار ماشین های فضایی نیز نامیده می شوند. در طراحی اولیه GPS ۲۴ ماشین فضایی مورد نیاز بود که در ۸ مدار دایره ای و در هر مدار حداقل ۳ ماهواره قرار می گرفتند. بعدها این طرح تبدیل به ۶ مدار شد و در هر مدار حداقل ۴ ماشین فضایی در نظر گرفته شد.

نقشه ۶ مداری حداقل ۵۵ درجه انحراف مداری دارد که هر مدار  $60^{\circ}$  درجه فاصله از گره نزولی دارد. زمان مداری نصف یک روز نجومی است؛ معنی آن است که روزانه حدود ۱۱ ساعت و ۵۸ دقیقه طول می کشد تا ماهواره از روی مکان قبلی یا تقریباً نزدیک آن عبور کند.

مدارها به شکلی تنظیم شده‌اند که در تمام ساعت شبانه روز و تقریباً از تمام نقاط سطح زمین، حداقل ۶ ماهواره در خط دید باشند. برای تحقق این موضوع فاصله یکسانی برای ماهواره‌های موجود در مدار مشترک در نظر گرفته نشده است. اگر ساده‌تر در نظر بگیریم فاصله زاویه‌ای بین بین ماهواره‌ها به این شکل است:  $30^\circ$ ,  $105^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $105^\circ$  درجه که در مجموع  $360^\circ$  درجه می‌شود.

ارتفاع مداری حداقل حدود  $20200$  کیلومتر است، یعنی شعاع مداری حداقل  $26600$  کیلومتر است. هر ماشین فضایی، در هر روز نجومی دو بار و همان مسیر قبلی را نسبت به زمین می‌پیماید. این مسئله مخصوصاً هنگام ارتقا و تکمیل سیستم خیلی کمک کننده بود چرا که حتی فقط با ۴ ماهواره و جاگیری صحیح، هر چهار ماهواره در طی چند ساعت، از یک نقطه خاص قابل رویت بودند. برای عملیات‌های نظامی، تکرار گذرهای زمینی از یک منطقه می‌تواند منجر به اطمینان از پوشش خوب منطقه نبرد باشد. در فوریه  $2016$ ،  $32$  ماهواره در سیستم GPS حضور داشتند که  $31$  عدد از آن‌ها فعال بودند. ماهواره‌های اضافی دقت محاسبات گیرنده‌های GPS برای اندازه‌گیری‌های دقیق را افزایش می‌دهند. با افزایش تعداد ماهواره‌ها چینش آن‌ها در مدارها به شکل ناهمسانی تغییر کرد. مزیت این شکل از چینش نسبت به فرم استاندارد این است که در صورت از دست رفتن یکی از ماشینها فضایی (عدم کارکرد صحیح)، در دسترس بودن سیستم کاهش نمی‌یابد و هنوز مورد اعتماد باقی می‌ماند. با وضعیت فعلی از هر نقطه زمین و در هر زمانی در حدود  $9$  ماهواره به شکل همزمان در خط دید قرار دارند. این امر باعث افزایش قابل توجه اعتماد به دقت، نسبت به حضور حداقل  $4$  ماهواره، برای تعیین مکان می‌شود.

#### ۴-۳-۲ کنترل زمینی

بخش کنترل این بخش شامل ایستگاه‌های کنترل زمینی است که دارای مختصات معلوم هستند و موقعیت آن‌ها از طریق روش‌های کلاسیک تعیین موقعیت نظیر روش تعیین فواصل بلند و روش فاصله‌سنگی ماهواره‌ای با امواج لیزر بدست آمده است. این ایستگاه‌ها وظیفه تعقیب چندجمله‌ای ریاضی به طریق کمترین مربعات، پارامترهای مداری و موقعیت ماهواره‌ها را نسبت به یک سیستم مختصات ژئودتیک ژئوسنتریک (مبدأ سیستم مختصات تقریباً در مرکز زمین قرار دارد) محاسبه می‌نماید.

تعداد این ایستگاه‌های زمینی  $5$  عدد است که ایستگاه اصلی با نام کلرادو اسپرینگ در آمریکا قرار دارد و  $4$  ایستگاه فرعی دیگر در نقاط دیگر کره زمین مستقر هستند. آخرین بخش از سیستم GPS، قسمت کاربران سیستم است که خود شامل دو بخش است:

۱. آنتن دریافت کننده اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها

## ۲. گیرنده (پردازش کننده اطلاعات دریافتی و تعیین کننده موقعیت محل آنتن)

نرم افزار و ریز پردازنده داخل گیرنده فاصله بین آنتن زمینی تا ماهواره های مرتبط با گیرنده را تعیین می کند سپس با استفاده از حداقل ۴ ماهواره موقعیت طول، عرض و ارتفاع محل استقرار آنتن یا همان GPS گیرنده تعیین می شود. نکته مهمی که می بایست مورد توجه قرار گیرد این است که ارتفاعی که به ما می دهد با ارتفاع موجود در نقشه ها و اطلس ها فرق می کند. ارتفاع GPS نسبت به سطح مبنایی به نام بیضوی است در حالی که ارتفاع موجود در نقشه ها ارتفاع اورتومتریک است که از سطح دریاهای آزاد محاسبه می گردد. مقدار این اختلاف در بیشترین حالت در حدود ۱۰۰ متر است.

### ۳-۵-۲ دقت اندازه گیری

دستگاه های GPS انواع گوناگونی دارند و در وسایل مختلفی استفاده می شوند؛ ولی یکی از جاهایی که بیشتر در آن استفاده می شود گوشی های موبایل است که دقت آن در شرایط مختلف متفاوت است. به عنوان مثال:

- فضای باز: ۳ تا ۷ متر
- داخل ماشین: ۵ تا ۱۰ متر
- داخل خانه دو طبقه: ۲۰ تا ۵۰ متر
- داخل آپارتمان: ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و در شرایطی قطع
- در جنگل: ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
- داخل هواپیما: ۵۰ متر
- داخل تونل: قطع کامل
- بر پشت بام آپارتمان: ۲ تا ۴ متر
- زیر پل ها: قطع کامل

## ۳-۲ کاربردها

اساس کار دستگاه موقعیت یاب تعیین موقعیت است و این کار با دریافت امواج ماهواره‌های موقعیت یاب که در مدارهایی به دور کره زمین در چرخش هستند، انجام می‌شود. برای تعیین موقعیت، گیرنده موقعیت یاب زمان‌های دریافت شده را با زمان خود مقایسه می‌کند. تفاوت این دو مشخص کننده فاصله گیرنده موقعیت یاب از ماهواره مجبور می‌باشد. این عملی است که دقیقاً یک گیرنده موقعیت یاب انجام می‌دهد. با استفاده از حداقل سه ماهواره یا بیشتر، موقعیت یاب می‌تواند طول و عرض جغرافیایی مکان خود را تعیین نماید. (که آن را تعیین دو بعدی می‌نماید) و با تبادل با چهار (و یا بیشتر) ماهواره یک موقعیت یاب می‌تواند موقعیت سه بعدی مکان خود را تعیین نماید که شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. با انجام پشت سر هم این محاسبات، موقعیت یاب می‌تواند سرعت و جهت حرکت خود را نیز به دقت مشخص نماید.

امروزه در بعضی مکان‌های ایران قادر به دریافت اطلاعات تا ۱۰ ماهواره می‌باشیم و حداقل به ۴ تا ۵ ماهواره در هر زمان از شبانه روز و در هر مکان دسترسی داریم. هر قدر تعداد ماهواره‌های قابل مشاهده بیشتر شود معادلات اساسی تعیین موقعیت بیشتر خواهند شد و بنابراین زمان لازم برای تعیین موقعیت یک نقطه کاهش یافته و دقت تعیین موقعیت نیز افزایش خواهد یافت.

نکته مهمی که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد این است که ارتفاعی که موقعیت یاب به ما می‌دهد با ارتفاع موجود در نقشه‌ها و اطلس‌ها فرق می‌کند. ارتفاع موقعیت یاب ارتفاع ژئودتیک است که نسبت به سطح مبنایی به نام بیضوی مقایسه اندازه‌گیری می‌شود، در حالی که ارتفاع موجود در نقشه‌ها ارتفاع اورتومتریک یا ارتفاع از سطح ژئوئید می‌باشد که از سطح دریاهای آزاد محاسبه می‌گردد. مقدار اختلاف این دو مقیاس در بیشترین حالت حدود ۱۰۰ متر است. موقعیت یاب اطلاعات موقعیتی را توسط اعداد و در یک سیستم مختصاتی بیان می‌کند.

دستگاه GPS یک رایانه کوچک است که جهت انجام امور خاصی برنامه‌ریزی شده است؛ بنابراین این رایانه با داشتن مختصات شما می‌تواند کارهای دیگری هم انجام بدهد. مثلاً می‌تواند زمان طلوع و غروب خورشید را در موقعیت شما بگوید. همچنین زمان طلوع و غروب ماه. شاید خیلی جالب باشد ولی GPS می‌تواند زمان باقی‌مانده برای رسیدن به مقصد مورد نظر را با توجه به سرعت شما محاسبه کند. همچنین میانگین سرعت شما، بیشترین سرعت، میانگین سربالایی و سرازیری مسیر، سرعت عمودی، موقعیت منطقه از نظر شکار و ماهیگیری و شکار در هر نقطه جهان، محاسبه مساحت یک نقطه ناشناخته و برگرداندن شما از مسیر آمده را نیز می‌تواند انجام دهد.

## فصل سوم

### اجزای مورد استفاده در سیستم ردیابی

## ۱-۳ مقدمه

هدف اصلی پژوهش ما طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌ای است که بتوان توسط آن موقعیت دقیق و مسیر حرکت هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. سامانه ذکر شده باید علاوه بر عملکرد مناسب، از لحاظ هزینه هم به صرفه باشد.

برای این که بتوانیم چنین سامانه‌ای را طراحی کنیم اول باید نیازمندی‌های سامانه را تشخیص دهیم، معماری کلی سامانه موردنظر خود را به دست آوریم و سپس با استفاده از این معماری و نیازمنجی انجام شده برای پیاده‌سازی از ماثول‌های مناسب استفاده کنیم. در این فصل در قسمت ۲-۳ ابتدا طرح کلی سامانه ردیابی را توضیح می‌دهیم و سپس در بخش ۳-۳ اجزاء مورد استفاده در این طرح را معرفی می‌کنیم.

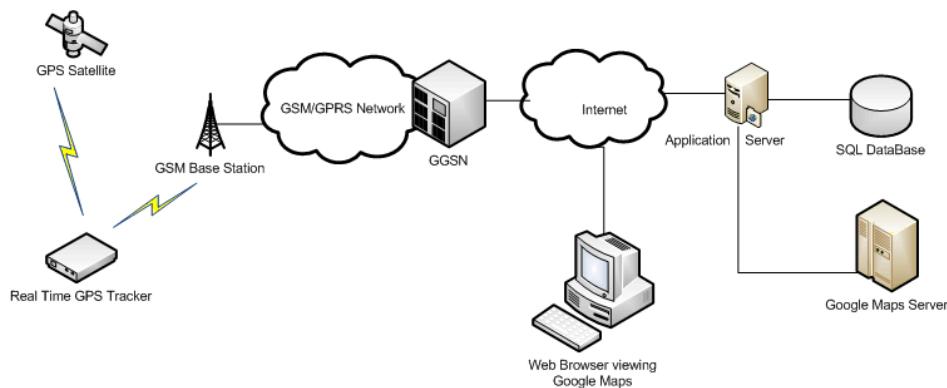
## ۲-۳ طراحی و معماری سیستم

در این قسمت به طراحی سیستم خود می‌پردازیم. با توجه به نیازمندی‌های پژوهش باید ماثول‌های فرستنده و گیرنده، پروتکل ارتباطی و برنامه کاربردی برای نمایش اطلاعات را مشخص کنیم. هدف اصلی یک سیستم ردیابی این است یک شی خاص را ردیابی کرده و مسیر حرکت آن را در هر زمانی بدست آوریم. در واقع سیستم ردیابی اطلاعاتی درباره مکان فعلی و سرعت شی مورد نظر را در اختیار ما می‌گذارد. در انجام این پژوهش ارتباط ما به صورت یک طرفه بوده است، به این صورت که به طور پیوسته مختصات مکانی شی متحرک اندازه گرفته می‌شود و به یک سرور فرستاده می‌شود و سپس پردازش‌های لازم در سمت سرور بر روی این اطلاعات صورت می‌گیرد. با توجه به توضیحات گفته شده می‌توان به سه قسمت اصلی در این سیستم اشاره کنیم [۶]:

- بدست آوردن موقعیت مکانی شی متحرک با استفاده از ماثول GPS
- ارسال اطلاعات مکانی به سرورهای نرمافزاری توسط مودم GSM
- ذخیره اطلاعات مکانی در سمت سرور و پیاده‌سازی برنامه کاربردی برای نمایش مسیر حرکت شی بر روی نقشه

همانطور که دیدیم معماری سیستم ما دارای چهار بخش اصلی است. بخش اول مربوط به گرفتن موقعیت مکانی شی از ماهواره با استفاده از ماثول GPS است. بخش دوم مربوط به ارسال اطلاعات دریافتی به

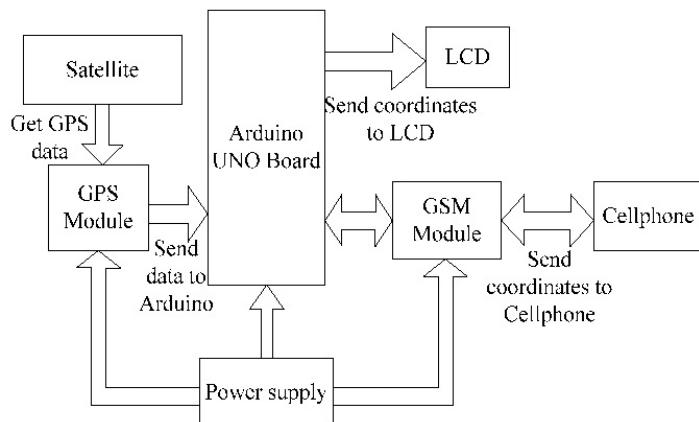
سورور با استفاده از مودم GSM است و بخش سوم هم توسعه برنامه کاربردی است که با استفاده از اطلاعات دریافت شده موقعیت شی مورد نظر بر روی نقشه نمایش داده می‌شود.



شکل ۳-۱: بلاک دیاگرام سیستم ردیابی [۱۶]

شکل ۳-۱ نمای کلی از معماری سیستم طراحی شده و ارتباط بین بخش‌های آن را نشان می‌دهد. برای انتخاب مازول‌ها لازم است وظیفه هر بخش را دقیق بدانیم و مازول مورد نظر برای آن را انتخاب کنیم [۵].

- در بخش اول لازم است ما موقعیت مکانی شی مورد نظر را به طور پیوسته اندازه بگیریم. در واقع به محض حرکت کردن شی، مازول GPS به طور پیوسته اطلاعات مکانی و زمانی شی مورد نظر را از ماهواره دریافت می‌کند. سیگنال دریافتی از ماهواره ضعیف می‌باشد و لذا باید از یک آنتن برای تقویت سیگنال مورد نظر استقاده کنیم و در انتهای سیگنال تقویت شده که حاوی اطلاعات مکانی و زمانی شی متحرک می‌باشد را به برد آردوینو می‌فرستد.
- در بخش دوم اطلاعات دریافتی از مازول GPS، توسط مودم GSM به سمت سورور فرستاده می‌شود.
- سورورهای نرم‌افزاری پس از دریافت اطلاعات آن‌ها را تحلیل می‌کنند. ارتباط ما در این پروژه به صورت یک‌طرفه می‌باشد و درخواستی از سمت سورورهای نرم‌افزاری نخواهیم داشت. در این قسمت پروژه یک نرم‌افزار تحت وب توسعه داده خواهد شد تا بتواند اطلاعات ارسالی را پردازش و در پایگاه داده ذخیره کند. در قسمت آخر هم این اطلاعات ذخیره شده در صفحه وب طراحی شده نمایش داده می‌شود.



شکل ۳-۲: معماری سیستم ردیابی پیشنهادی [۱۹]

### ۳-۳ اجزاء سیستم

در قسمت قبل معماری سیستم را مشخص کردیم. حال اجزاء این معماری را به طور دقیق بیان و معرفی می‌کنیم.

#### ۱-۳-۳ اجزاء سختافزاری

اجزای سختافزاری که برای پیاده‌سازی این سامانه استفاده شده است عبارتند از:

- مژول آردوینو
- SIM808<sup>۱</sup>
- آنتن GPS<sup>۲</sup>
- آنتن GSM<sup>۳</sup>

#### ۱-۱-۳ مژول آردوینو

آردوینو یک ریزپردازنده متن‌باز است که برای نوشتن برنامه‌هایی که با محیط و اشیا بیرون در تعامل هستند مناسب است. این برد مناسب نمونه‌سازی می‌باشد و نرم افزار و طرح سختافزار آن به صورت آزاد

SIM 808<sup>۱</sup>

GPS Antenna<sup>۲</sup>

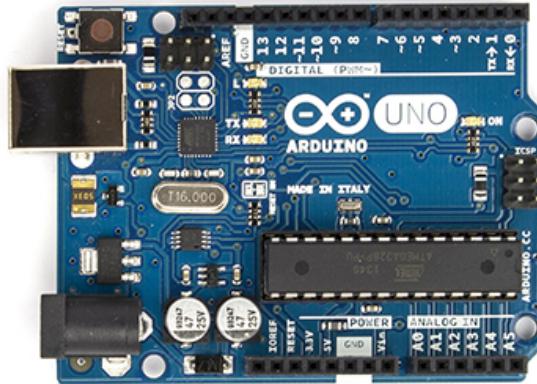
GSM Antenna<sup>۳</sup>

در اختیار تمام افراد قرار گرفته است و هر فرد علاقه‌مند حتی با دانش و تجربه اندک در حوزه الکترونیک می‌تواند از آردوینو برای انجام پروژه‌های خود استفاده نماید.

آردوینو محیط ساده‌ای برای برنامه‌نویسی دارد که هر شخصی با اندکی آشنایی با زبان سی<sup>۴</sup> و سی‌پلاس‌پلاس<sup>۵</sup> می‌تواند در این محیط برنامه‌نویسی کند و برنامه نوشته شده را در آردوینو اجرا نماید. به میکروکنترلر آردوینو می‌توان حسگرهای مختلف متصل و آن‌ها را کنترل کرد. ریزپردازنده به کار رفته بر روی برد آردوینو بر اساس زبان برنامه‌نویسی آردوینو برنامه‌ریزی شده است و برای کدنویسی به نرم‌افزار یا کامپایلر جانبی نیازی ندارد.

آردوینو انواع مختلفی دارد که ما از آردوینو اونو<sup>۶</sup> در این پژوهه استفاده کرده‌ایم. R3 سومین و آخرین نسخه آردوینو اونو می‌باشد. برد آردوینو اونو یک میکروکنترلر بر پایه ATmega328 می‌باشد [۵]. ولتاژ کاری آن ۵ ولت می‌باشد. ولتاژ ورودی این برد می‌تواند در بازه ۷ تا ۲۰ ولت باشد. این برد دارای ۶ پین ورودی آنالوگ، ۱۴ پین ورودی و خروجی دیجیتال، یک پورت یواس‌بی<sup>۷</sup>، یک ورودی منبع تغذیه و یک دکمه بازنشانی<sup>۸</sup> است که اجزاء اتصال بردگاهی توسعه مختلفی را فراهم می‌آورد.

در شکل ۳-۱ برد آردوینو Uno را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۳: برد آردوینو اونو

---

C<sup>۹</sup>  
C++<sup>۱۰</sup>  
Arduino Uno R3<sup>۱۱</sup>  
USB Port<sup>۱۲</sup>  
Reset<sup>۱۳</sup>

### ۲-۱-۳-۳ مژول SIM808

ماژول SIM808 یک ماژول ترکیبی از GPS و ماژول GSM/GPRS با قابلیت پشتیبانی از چهار باند فرکانسی ۸۵۰/۹۰۰/۱۸۰۰/۱۹۰۰ مگاهرتز برای ارسال داده، پیام کوتاه و برقراری تماس صوتی می‌باشد. این ماژول دارای یک سوکت سیم‌کارت می‌باشد که سیم‌کارت در داخل آن قرار می‌گیرد. این ماژول آخرین و جدیدترین محصول شرکت SIMCOM می‌باشد که از شبکه چهار باند GSM/GPRS پشتیبانی و برای ردیابی ماهواره‌ای از فناوری GPS استفاده می‌کند. در واقع با استفاده از مودم GSM/GPRS و ماژول SIM808 می‌توان به تبادل داده روی شبکه GSM از طریق واسطه یواس‌بی پرداخت و از طریق به اطلاعات دستگاه‌های مستقر در مکان‌های دور دسترسی یافت.

طراحی فشرده این تراشه که دو سیستم مخابراتی و موقعیت‌یاب را در یک بسته ادغام می‌کند موجب کاهش هزینه و زمان برای انجام پروژه‌های مبتنی بر GPS شده است. این ماژول با تکنولوژی ذخیره انرژی<sup>۹</sup> طراحی شده است و مصرف انرژی آن در حالت خواب بسیار کم در حدود یک میلی آمپر می‌باشد. این ماژول دارای ۶۸ پین، سوکت یو اس بی، سیم‌کارت، بلوتوث می‌باشد. دارای حساسیت بالای دریافت موقعیت جهانی با ۲۲ کanal ردیابی و ۶۶ کanal گیرنده می‌باشد. علاوه بر این از A-GPS پشتیبانی می‌کند که برای موقعیت‌یابی داخل ساختمان استفاده می‌شود. این ماژول توسط فرمان AT کنترل می‌شود و از سطح منطقی ۳.۳ تا ۵ ولت پشتیبانی می‌کند [۴]. از جمله ویژگی‌های این تراشه می‌توان موارد زیر را نام برد:

- پشتیبانی از سیم‌کارت تمامی آپراتورها

- دارای مدار کنترل شارژ

- پشتیبانی از فرکانس ساعت

- پشتیبانی از کanal‌های آنالوگ

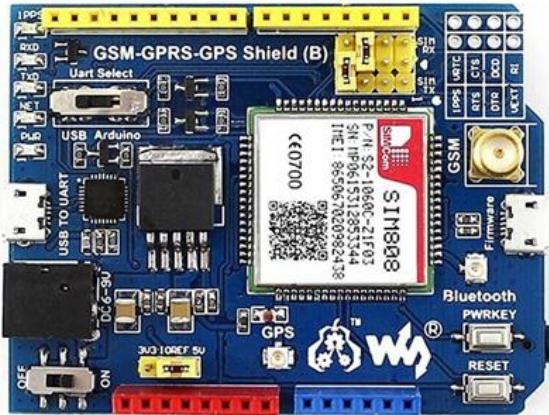
- کم‌صرف (۱ میلی آمپر در حالت خواب)

- ولتاژ ورودی ۴.۳ تا ۴.۴ ولت

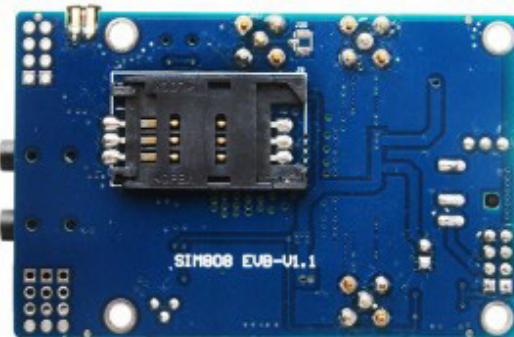
- قابلیت نصب ۳ آنتن GPS، GPS و بلوتوث

در شکل ۲-۳ و ۳-۳ این تراشه را مشاهده می‌کنید.

Power Saving<sup>۹</sup>



شکل ۳-۴: نمایی از قسمت رو برو تراشه SIM808



شکل ۳-۵: نمایی از قسمت پشت تراشه SIM808

### ۳-۱-۳-۳ آنتن GPS

بهتر است قبل از معرفی آنتن GPS، شیوه موقعیت یابی توسط سیستم موقعیت یاب جهانی را به طور مختصر توضیح بدھیم. GPS در واقع شامل ۲۷ ماهواره است که در اطراف زمین در حال گردش هستند که از این ۲۷ ماهواره ۳ تای آنها به صورت رزرو شده می‌باشند. هر ماهواره سیگنال‌های منحصر به فرد و پارامترهای مداری را ارسال می‌کند و هر گیرنده‌ای که این سیگنال را دریاف کند، با رمزیشایی اطلاعات دریافتی می‌تواند موقعیت دقیق ماهواره را پیدا کند. با اتصال سیستم موقعیت یاب به سه ماهواره می‌توان موقعیت دو بعدی یعنی طول و عرض جغرافیایی و با اتصال به چهار ماهواره می‌توان موقعیت سه بعدی را

به دست آورده [۵].

GPS با دریافت سیگنال‌های ماهواره، موقعیت و مکان شی را مشخص می‌کند. برای دریافت درست سیگنال باید از آنتن استفاده شود. سیگنال‌های ماهواره‌ای GPS در خطوط L1 و L2 به ترتیب دارای فرکانس‌های ۱۵۷۵.۴۲ و ۱۲۲۸ مگاهرتز می‌باشند اما قدرت سیگنال دریافتی عموماً ضعیف بوده و در حدود ۱۶۶ دسی‌بل<sup>۱۰</sup> می‌باشد که این موضوع لزوم وجود آنتن و تقویت کننده سیگنال GPS را نشان می‌دهد. این آنتن سیگنال را به اندازه ۲۸ دسی‌بل تقویت می‌کند و جریان حدود ۱۰ میلی‌آمپر می‌کشد و دارای کابلی به طول ۵ متر می‌باشد که این موجب می‌شود به راحتی به هر جایی که لازم است دسترسی پیدا کند. این آنتن مغناطیسی است و می‌تواند به بالای ماشین یا هر ساختار فلزی دیگر بجسبد. دارای فرکانس کاری ۱۵۷۲.۴۲ مگاهرتز و محدوده ولتاژ ۲.۵ تا ۵.۵ ولت می‌باشد.

همانطور که گفتیم سیگنال GPS بسیار ضعیف هستند و برای تقویت آن‌ها به آنتن نیاز داریم. از این رو انتخاب آنتن مناسب نقش مهمی در عملکرد GPS دارد. یک واحد GPS به یک دید واضح و بدون مانع با آسمان نیاز دارد تا بتواند بهترین سیگنال‌هایی که موجب می‌شود با ماهواره ارتباط برقرار کند را دریافت کند. GPS برای کابل‌های طویل از مبدل بالا/پایین استفاده می‌کند. به این صورت که آنتن سیگنال GPS را دریافت می‌کند، آن را به یک فرکانس پایین‌تر تبدیل می‌کند و سپس از طریق کابل آن را می‌فرستد. در سمت گیرنده GPS هم یک مبدل بالا وجود دارد که فرکانس آن را به فرکانس سیگنال اصلی بر می‌گرداند و آن را به گیرنده GPS می‌فرستد. در شکل ۳-۴ این آنتن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۶: آنتن GPS

dB<sup>۱۰</sup>

### ۴-۱-۳-۳ آنتن GSM

ارتباطات سیستم موقعیت‌بای جهانی وابسته به آنتن می‌باشد. آنتن به سیگنال‌های ارتباطی اجازه می‌دهد، ارسال و دریافت شوند. آنتن مورد استفاده در این پژوهش در چهار بند فرکانسی با بهره ۲ دسی‌بل کار می‌کند. در واقع فرکانس کاری آن  $890^{\circ}$ ,  $960^{\circ}$ ,  $1710^{\circ}$ ,  $1880^{\circ}$  مگاهرتز می‌باشد [۵]. شکل ۳-۵ برخی از مشخصات آنتن را نشان می‌دهد. در شکل ۳-۶ این آنتن را مشاهده می‌کنید.

Item	Value
Frequency	850 MHz-900 MHz-2.1 GHz-1800 MHz-1900 MHz
Impedance	50 Ohms
Mounting	on glass
Polarization	horizontal
Gain	2.14dBi
VSWR	< 2:1
Power handling	25W
Connector	RPSMA Male
Size	117mm x12.5mm x 4mm
Operating temperature	-40°C to +85°C

شکل ۳-۷: مشخصات آنتن GSM [۱۶]



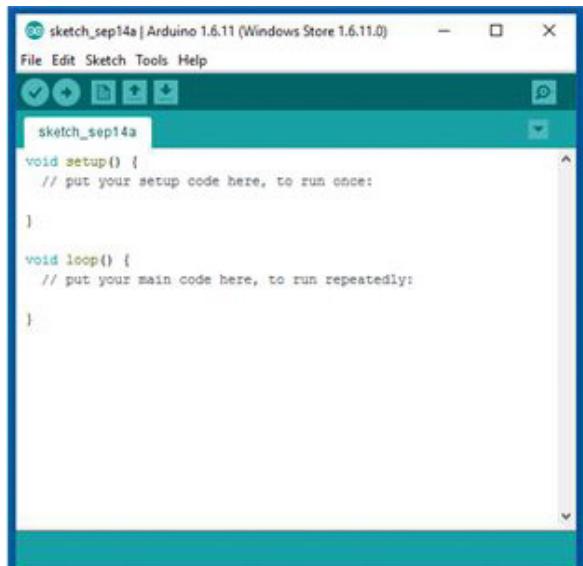
شکل ۳-۸: آنتن GSM

### ۲-۳-۳ اجزاء نرم‌افزاری

#### ۱-۲-۳-۳ نرم‌افزار Arduino IDE

نرم‌افزار مورد استفاده برای برنامه‌ریزی آردوینو، نرم‌افزار Arduino IDE می‌باشد که در شکل ۳-۷ نمای کلی از ظاهر این برنامه را مشاهده می‌کنید. با استفاده از زبانی شبیه سی می‌توان برنامه مورد نیاز را نوشت

و بعد از کامپایل، کد هگز تولید شده بر روی آردوینو باز می‌شود. کتابخانه‌های مختلف و مناسب با مژول‌های مختلف وجود دارد که کدنویسی را راحت‌تر می‌کند. برای دریافت داده از ماهواره و ارسال آن به تلفن همراه، برنامه با استفاده از ان نرمافزار نوشته می‌شود [۱۹].



شکل ۳-۹: نمایی از نرمافزار آردوینو

## فصل چهارم

### پیاده‌سازی سیستم ردیابی

در بخش قبلی معماری کلی سیستم و مژول‌های موردنیاز برای پیاده‌سازی سیستم ردیابی را بیان و به صورت اجمالی معرفی کردیم. در این فصل به چگونگی قرار گرفتن و ارتباط بخش‌های مختلف می‌پردازیم و پیاده‌سازی سیستم را توضیح خواهیم داد.

سیستم ردیابی طراحی شده در این پروژه از مژول آردوینو و SIM808 که شامل آنتن GPS و GSM می‌باشد، برای ردیابی استفاده می‌کند. هسته اصلی این پروژه میکروکنترلر آردوینو می‌باشد. موقعیت جغرافیایی شی توییط آنتن GPS دریافت شده و سپس این اطلاعات با استفاده از تکنولوژی GSM به وب سرور فرستاده می‌شود. برای مشاهده کردن و ردیابی شی بر روی نقشه، یک برنامه کاربردی تحت وب توسعه داده شده است. این برنامه کاربردی از دو بخش فرانت‌اند و بک‌اند تشکیل شده است که قسمت فرانت‌اند<sup>۱</sup> با استفاده از فریمورک Angular و قسمت بک‌اند<sup>۲</sup> آن با استفاده از فریمورک Express توسعه داده شده است.

در ابتدا مژول SIM808 برای گرفتن موقعیت مکانی از ماهواره مقداردهی اولیه می‌شود. تنظیمات اولیه این دستگاه با استفاده از دستورات AT انجام می‌شود. با متصل کردن آنتن چی‌پی‌اس این مژول قادر خواهد بود مختصات مکانی را از ماهواره دریافت کند. سپس تنظیمات مربوط به شبکه GPRS انجام می‌شود.

آنتن‌های GPS و GSM به مژول SIM808 متصل می‌شوند. برد آردوینو و مژول SIM808 دارای Arduino IDE پیش اتصال به زمین مشترک هستند. برنامه نوشته شده به زبان سی، با استفاده از نرم‌افزار روی برد آردوینو آپلود می‌شود.

در شکل ۱-۴ نحوه اتصال مژول‌های مختلف در سیستم ردیابی نشان داده شده است:



شکل ۱-۴: سیستم ردیابی طراحی شده

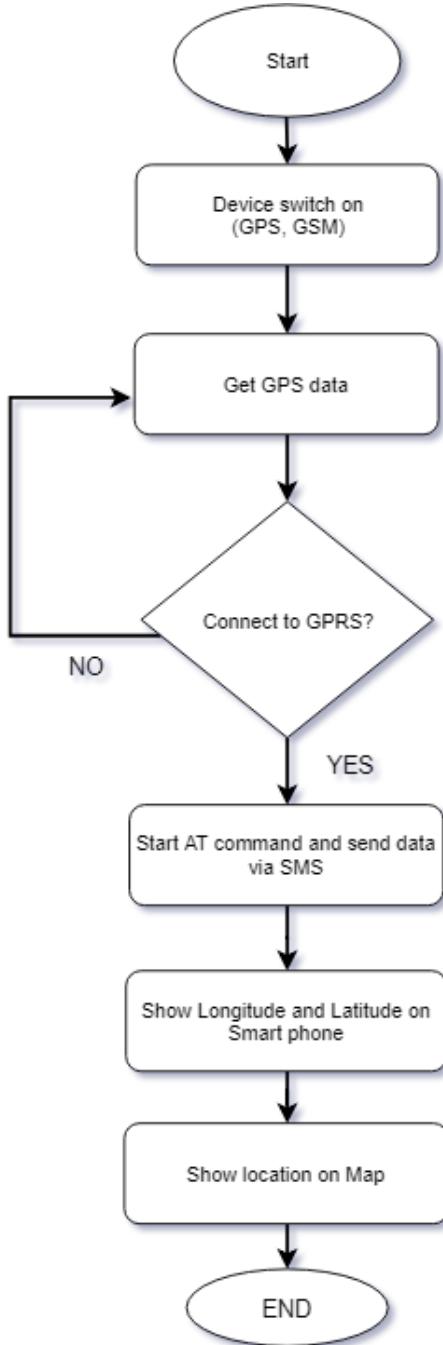
## ۱-۴ بررسی عملکرد سیستم ردیابی

همانطور که گفته شد، قسمت سخت افزاری سیستم ما از چهار مژول GSM، گیرنده GPS و میکروکنترلر آردوینو تشکیل شده است. در این قسمت، پیاده‌سازی سیستم طراحی شده، شیوه ارتباط اجزای مختلف و کد پیاده‌سازی شده را توضیح خواهیم داد.

### ۱-۱-۴ بررسی عملکرد مدار

پیش از پرداختن به مژول‌ها و شیوه اتصال آن‌ها، لازم است شیوه عملکرد میکروکنترلر سیستم و نحوه پردازش اطلاعات را در فلوچارتی مشاهده کنیم. عملکرد کلی سیستم در بخش قبل توضیح داده شد. اکنون با ارئه فلوچارتی درباره الگوریتم پیاده‌سازی شده می‌توانیم درک بهتری نسبت به روند کار در مدار سخت‌افزاری طراحی شده و کد نوشته شده برای آن داشته باشیم.

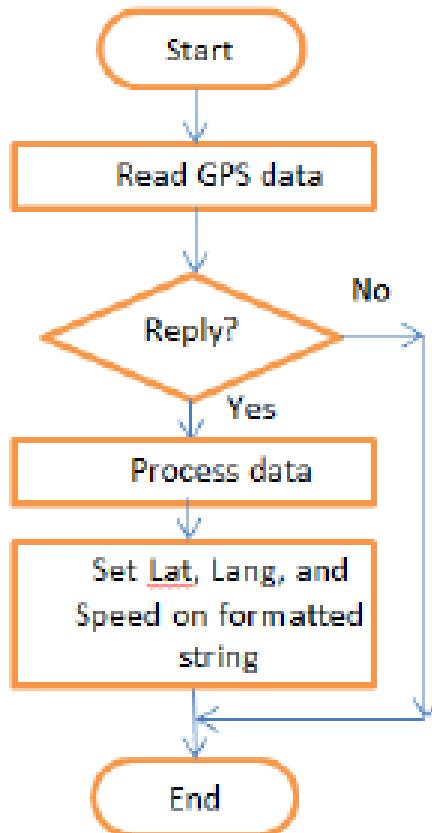
فلوچارت شکل ۲-۴ روند کلی کد پیاده‌سازی شده بر روی آردوینو را نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۴: عملکرد کد پیاده‌سازی شده بر روی آردوینو [۱۹، ۱۱، ۱۰]

در ابتدای کار برای تست سیستم طراحی شده، آنتن GPS به مazzoول SIM808 متصل می‌شود تا موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) شی را از ماهواره دریافت کند. برای انجام این کار از نرم‌افزار Arduino IDE برای پروگرم کردن کد نوشته شده بر روی برد آردوینو استفاده می‌شود.

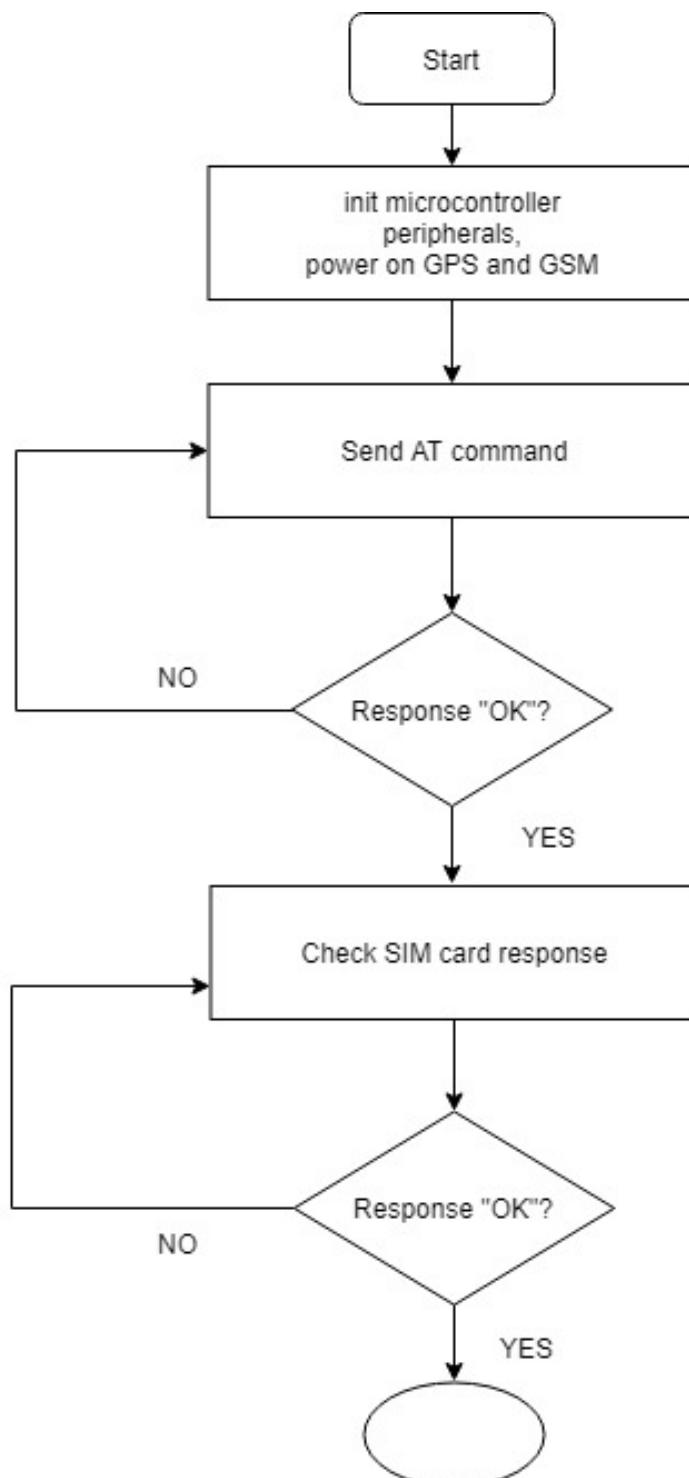
در فلوچارت شکل ۳-۴ نحوه کار GPS نشان داده شده است.



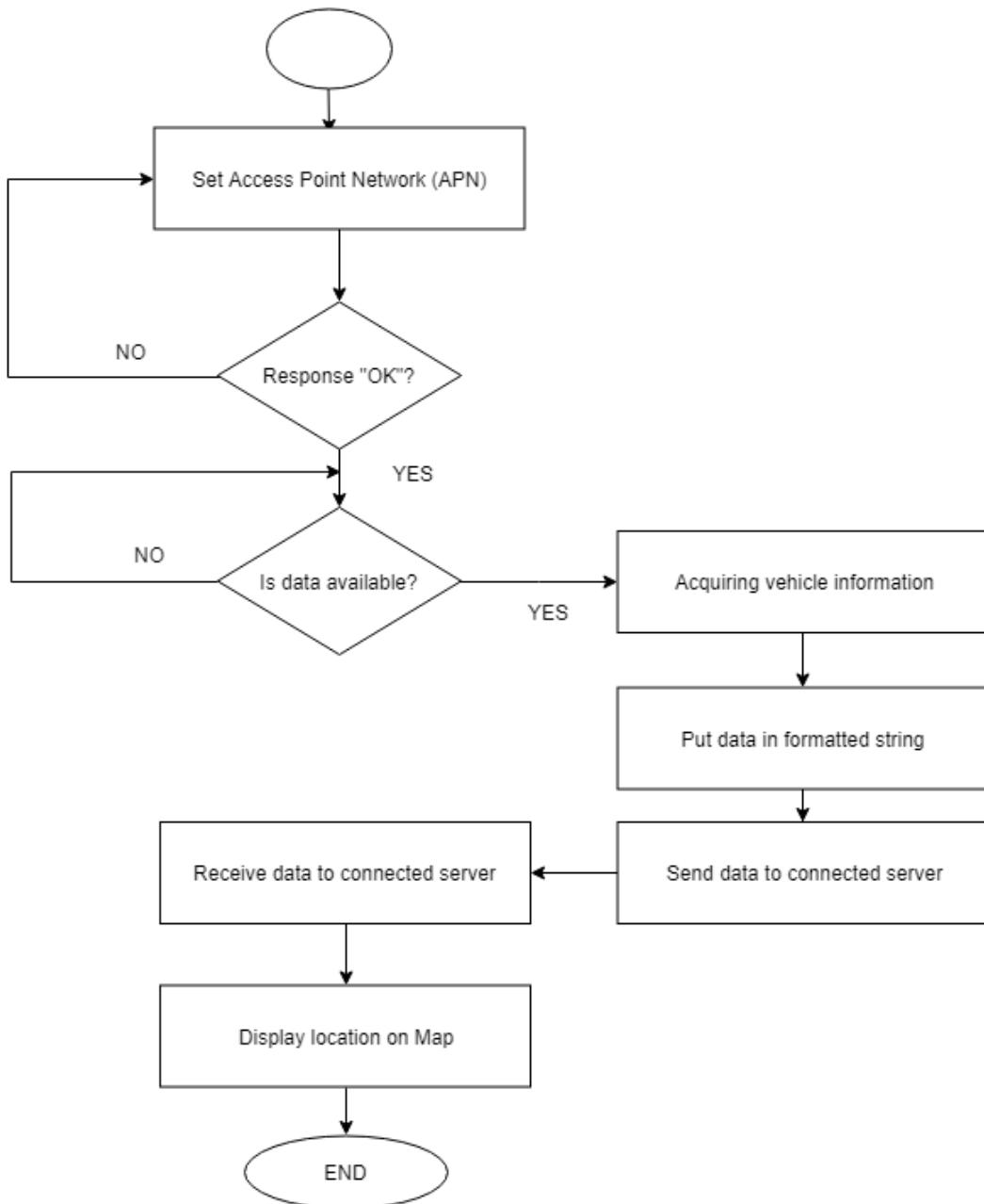
[A] شکل ۳-۴: فلوچارت خواندن اطلاعات GPS

برای ارسال موقعیت مکانی شی به کاربر از طریق شبکه GSM از مژول SIM808 و میکروکنترلر آردوینو متصل به آن استفاده می‌شود. برای ارتباط مژول SIM808 با شبکه GSM از دستورات AT برای برنامه‌نویسی و کنترل آن استفاده می‌کنیم.

در فلوچارت شکل ۴-۴ نحوه کار GSM نشان داده شده است.



شکل ۴-۴: فلوچارت نحوه کار GSM [۸]

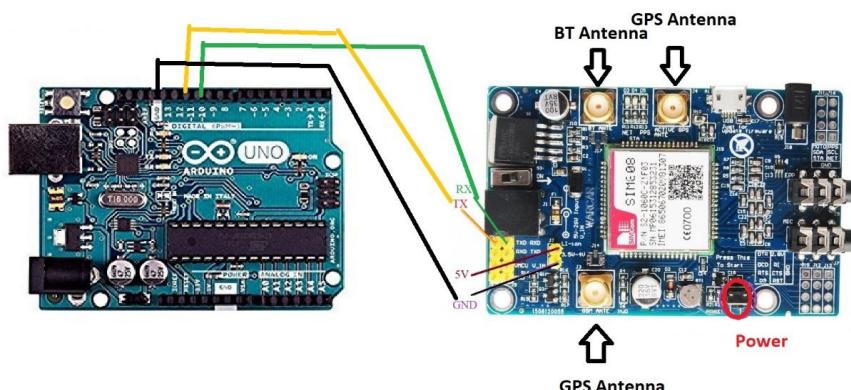


شکل ۴-۵: ادامه فلوچارت نحوه کار [۱] GSM

سیستم ردیابی طراحی شده متشکل از مژول SIM808 متصل به برد آردوینو می‌باشد. این مژول دستور AT را می‌فرستد، اگر جواب این دستور OK باشد وضعیت شبکه چک می‌شود. بعد از چک شدن وضعیت شبکه و وصل شدن به آن، وضعیت GPS چک شده و موقعیت مکانی شی از آن دریافت می‌شود. پس از دریافت اطلاعات جغرافیایی، درخواست ارسال اطلاعات به سرور ارسال می‌شود. در انتها داده ارسال شده در سمت سرور پردازش شده و مسیر حرکت شی بر روی نقشه نشان داده خواهد شد.

## ۲-۴ بررسی معماری مدار

در این قسمت بخش سخت افزاری سیستم پیشنهادی را توضیح می‌دهیم. همانطور که در قسمت‌های قبل مشخص شد، با استفاده از آنتن GPS متصل به ماژول SIM808 اطلاعات مربوط به موقعیت مکانی، از هر دو دقیقه یکبار از ماهواره دریافت شده و سپس از طریق شبکه GSM به سرور فرستاده می‌شود. در شکل ۴-۷ شیوه اتصال ماژول SIM808 به آردوینو را مشاهده می‌کنید.

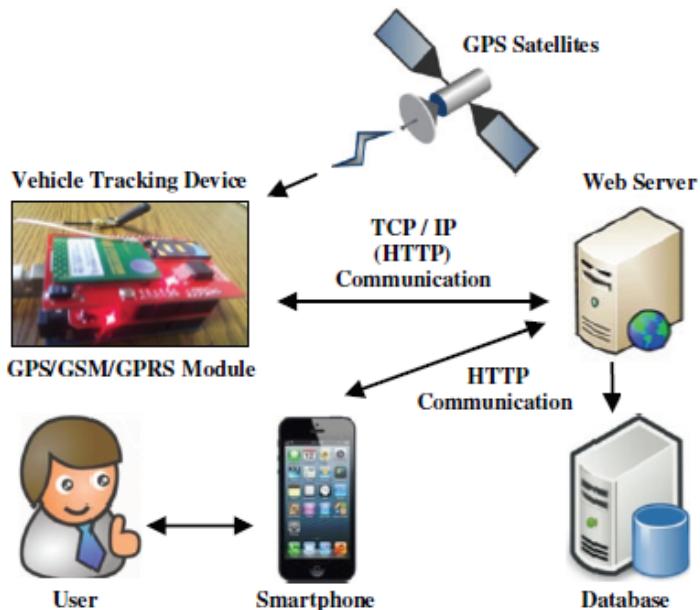


شکل ۴-۶: شیوه اتصال آردوینو به ماژول SIM808 [۳]

ماژول SIM808 با استفاده از رابط سریال به آردوینو متصل شده است، دارای دو پایه TX و RX است که به ترتیب به پایه دیجیتال ۱۰ و ۱۱ آردوینو متصل شده‌اند. پایه اتصال به زمین این ماژول هم به پایه اتصال به زمین برد آردوینو متصل شده است. ولتاژ موردنیاز ماژول SIM808 را از طریق آداپتور ۹ ولت خروجی تامین می‌کنیم.

### ۳-۴ برنامه کاربردی

شکل زیر معماری پیاده‌سازی شده در سیستم ردیابی پیشنهادی را نشان می‌دهد:



شکل ۷-۴: معماری سیستم طراحی شده [۲۱]

در قسمت بکاند یک وب سرویس با معماری RESTful توسعه داده شده است که این وب سرویس داده‌های دریافتی را در پایگاه داده موردنظر ذخیره می‌کند و برنامه تحت وب این اطلاعات را دریافت کرده و نمایش می‌دهد.

REST یک معماری وب سرویس است که از HTTP برای تبادل اطلاعات میان دو سیستم استفاده می‌کند. ایده اصلی این معماری این است که به جای استفاده از مکانیزم‌های پیچیده برای اتصال ماشین‌ها از HTTP برای برقراری اطلاعات بین ماشین‌ها استفاده کند. در این قسمت ابتدا ساختار پایگاه داده و شیوه ارتباط با آن را بیان می‌کنیم. در پایان نیز برنامه تحت وب نوشته شده را که مسیر حرکت شی را بر روی نقشه نمایش می‌دهد، را توضیح می‌دهیم.

### ۴-۳-۱ پایگاه داده

برای ذخیره اطلاعات و مدیریت سرور از پایگاه داده مانگو<sup>۳</sup> استفاده کردہ‌ایم. مانگو دی‌بی یک پایگاه داده NOSQL است که روی سیستم عامل‌های مختلف از جمله ویندوز، مکینتاش و لینوکس اجرا می‌شود

<sup>۳</sup>MongoDB

و همچنین اغلب زبان‌های برنامه‌نویسی را پشتیبانی می‌کند. مانگو دی‌بی کارایی بالا، دسترس پذیری، مقیاس پذیری، قابلیت تکرارهای سریع و اشتراک پذیری خودکار را فراهم می‌کند. مانگو دی‌بی به دلیل ساختار NOSQL تنها داده‌ها را ذخیره و جستجو می‌کند و در نتیجه سرعت دستیابی و ذخیره داده‌ها به شدت افزایش می‌یابد.

در پایگاه داده اطلاعات دریافتی از سمت سخت‌افزار، که هر دو دقیقه یکبار موقعیت شی از ماهواره دریافت می‌شود، را ذخیره می‌کنیم که این اطلاعات شامل طول و عرض جغرافیایی، سرعت، زمان و تاریخ است.

## ۲-۳-۴ نمایش اطلاعات

### ۱-۲-۳-۴ وب اپلیکیشن

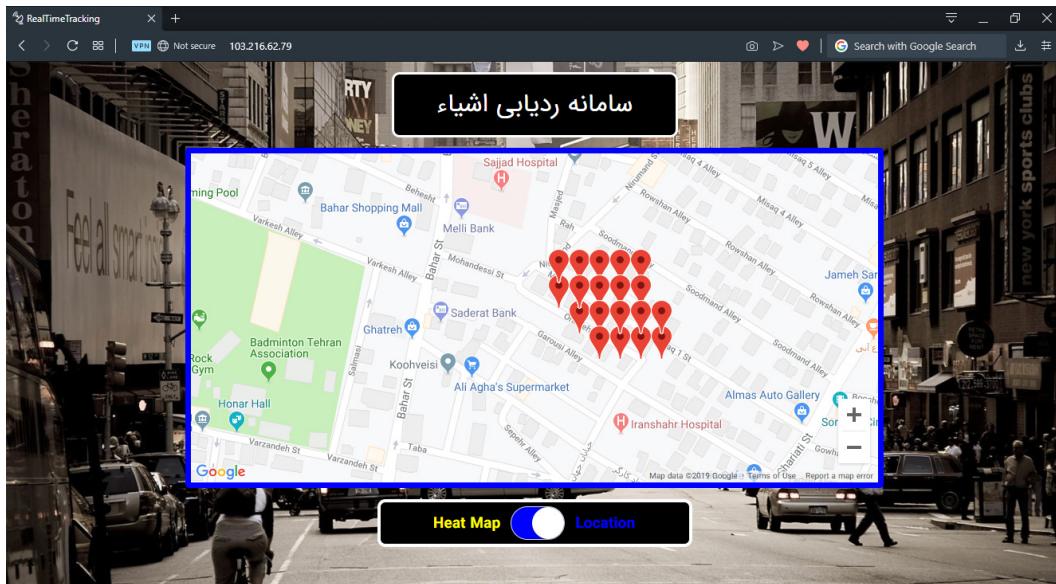
برای نمایش اطلاعات ذخیره شده در پایگاه داده، یک وب اپلیکیشن توسعه داده شده است. قسمت فرانت‌اند این وب اپلیکیشن با استفاده از فریمورک Angular پیاده‌سازی شده و برای نمایش مسیر حرکت شی از Google Map استفاده می‌کنیم.

این وب اپلیکیشن از طریق آدرس زیر در دسترس است: <http://103.216.62.79>

پردازش‌های سمت سرور با استفاده از فریمورک Express پیاده‌سازی شدند. نحوه عملکرد کد سمت سرور به این صورت است که به محض دریافت داده‌های جدید از سمت سخت‌افزار، این داده‌ها در پایگاه HTTP داده مانگو ذخیره می‌شوند. سخت‌افزار برای فرستادن داده جدید به سرور، هر بار یک درخواست /api/device/add:

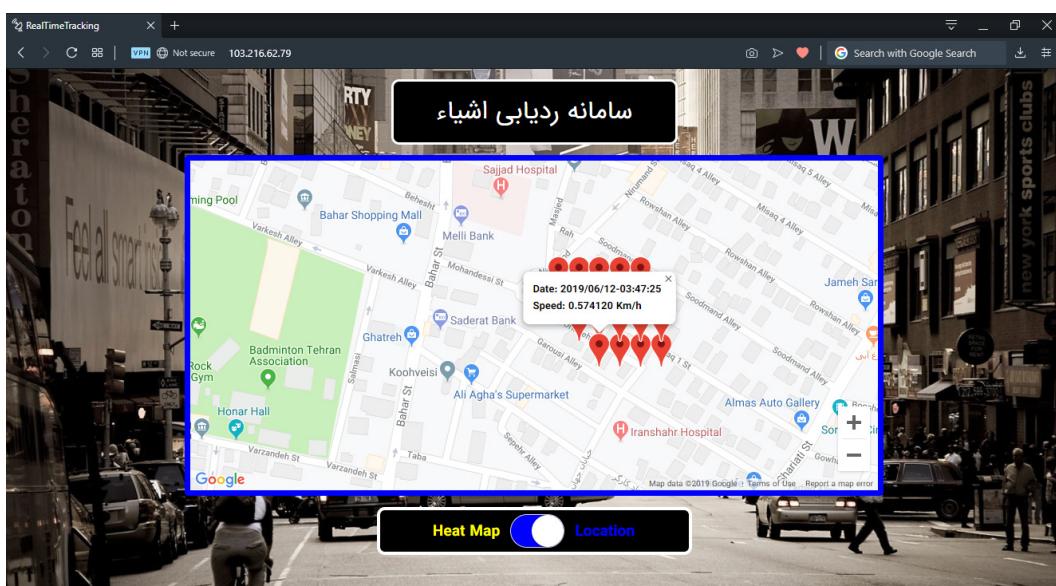
کد نوشته شده در سمت سرور به این صورت عمل می‌کند که هر ۶۰ ثانیه یکبار به پایگاه داده مراجعه می‌کند و با توجه به آخرین زمان دریافت اطلاعات از آن، اطلاعات دریافتی از آن زمان به بعد را دریافت کرده و بدین ترتیب مسیر حرکت شی را بر روی نقشه نمایش می‌دهد.

شکل ۴-۷: برنامه کاربردی طراحی شده را نمایش می‌دهد.



شکل ۴-۸: نمایش مسیر حرکت شی در برنامه کاربردی

اگر بر روی هر کدام از مارکرهای موجود در نقشه که بیانگر موقعیت شی در هر لحظه می‌باشند، کلیک کنیم میتوان سرعت حرکت شی، زمان و تاریخ را در آن موقعیت را مشاهده خواهیم کرد. در شکل زیر نمایی از این خروجی را مشاهده می‌کنیم:



شکل ۴-۹: نمایش سرعت، زمان و تاریخ حرکت شی در هر موقعیت بر روی نقشه

## ۲-۲-۳-۴ پیام کوتاه

یکی از قابلیت‌های منحصر به فرد سیستم ردیابی پیاده‌سازی شده این است که میتوان به شماره سیم‌کارت درج شده بر روی ماژول SIM808، برای دریافت موقعیت فعلی شی مورد نظر، پیامی فرستاد. این ماژول هم پس از دریافت پیام، موقعیت مکانی شی را از طریق GPS دریافت کرده و اطلاعات لازم برای ردیابی را در پاسخ به پیام دریافتی ارسال می‌کند. این اطلاعات شامل طول و عرض جغرافیایی و سرعت شی می‌باشد. همچنین یک لینک هم به این پیام پیوست شده است که کاربر با کلیک بر روی آن می‌تواند موقعیت شی را بر روی نقشه مشاهده نماید.

در شکل‌های زیر پیام ارسال شده و پاسخ آن از طریق سیستم طراحی شده را مشاهده می‌کنید.

```

COM9
Open the GPS power success
Init Success, please send SMS message to me!
messageIndex: 18
From number: +989164450465
Datetime: 19/05/24,10:07:42+18
Recieved Message: Hi
2019/6/7 6:29:34:97
latitude :35.71
longitude :51.43
speed_kph :0.20
heading :200.64

Sim808 init success
Start to send message ...
Latitude : 35.71
Longitude : 51.43
Wind Speed : 0.20 kph
You can see your device in this location:
http://maps.google.com/maps?q= 35.71, 51.43

+989164450465

```

The terminal window includes standard controls like 'Send', 'Autoscroll', 'Show timestamp', and baud rate selection (Both NL & CR, 9600 baud, Clear output).

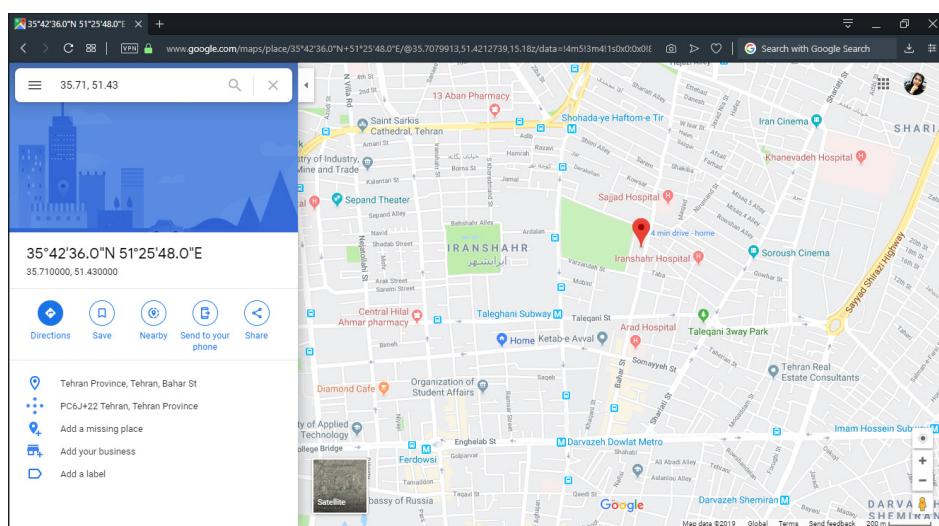
شکل ۴-۱۰: دریافت پیام ارسالی کاربر برای دریافت موقعیت توسط ماژول SIM808

شکل ۴-۱۰: پیام ارسال شده برای کاربر را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱: پیام دریافت شده توسط کاربر

با کلیک بر لینک دریافت شده میتوان موقعیت فعلی شی را بر روی نقشه مشاهده نمود.



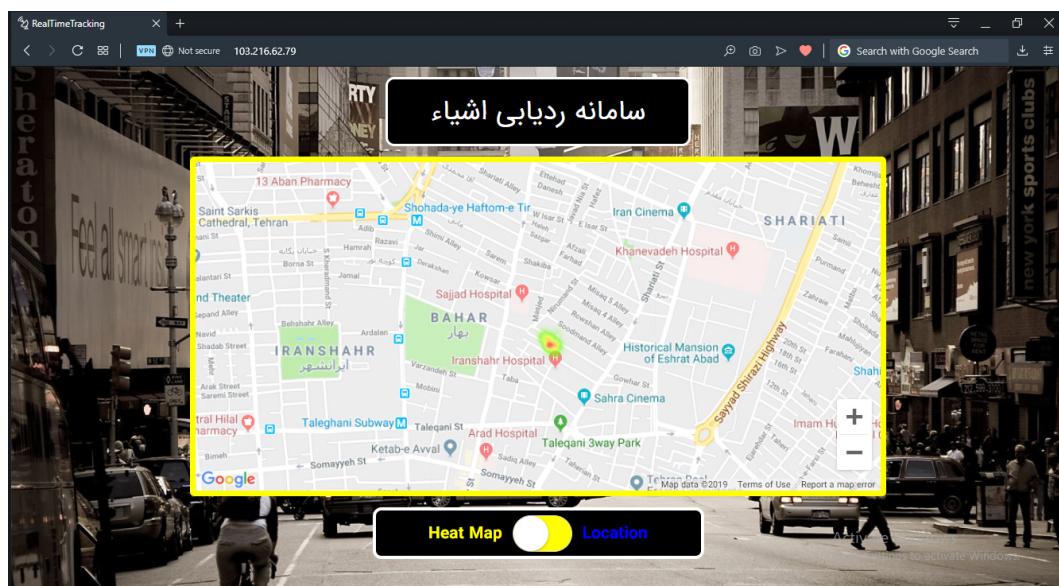
شکل ۴-۱۲: مشاهده موقعیت شی بر روی نقشه

## ۴-۴ تحلیل اطلاعات

با استفاده از سیستم ردیابی بی‌درنگ طراحی شده، توانستیم موقعیت مکانی شی رو به طور پیوسته اندازه‌گیری کرده و این اطلاعات را در پایگاه داده ذخیره کنیم. یکی دیگر از قابلیت‌های این سیستم بدست آوردن مکان‌های پر تردد فرد در یک بازه زمانی مشخص است. برای این کار از هیت مپ (نقشه حرارتی)<sup>۴</sup> استفاده کردیم.

هیت مپ داده‌های گرافیکی و رنگی هستند که ما را قادر می‌سازند تا رفتار کاربرانمان را شناسایی کنیم. در این پروژه، هیت مپ را با استفاده از اطلاعات ذخیره شده که در واقع موقعیت‌های مکانی شی دز زمان‌های مختلف بوده است، پیاده سازی کردیم. مکان‌های پر تردد فرد که فراوانی آن‌ها در مجموعه داده ما بیشتر از بقیه بوده، به صورت نواحی قرمز رنگ بر روی نقشه قابل مشاهده خواهند بود.

برنامه کاربردی طراحی شده شامل دو نقشه است. به این صورت است که در ابتدا موقعیت‌های شی را بر روی نقشه نشان می‌دهد و با انتخاب گزینه هیت‌مپ می‌توان هیت مپ این نقاط را مشاهده نمود. در شکل ۱۳-۴ بر روی هیت مپ مکان‌های پر تردد شی که به صورت نواحی قرمزرنگ نشان داده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳-۴: مکان‌های پر تردد شی بر روی هیت مپ

Heat Map<sup>۴</sup>

## فصل پنجم

### جمع‌بندی و کارهای آتی

## ۱-۵ جمع‌بندی

در این پروژه هدف ما پیاده‌سازی یک سیستم رديابی بی‌درنگ برای رديابی اشیا متحرک بوده است. لذا در این پروژه سیستم رديابی، برای مانیتور کردن موقعیت شی متحرک از طریق پیام کوتاه و همچنین به صورت آنلاین بر روی نقشه تست و پیاده‌سازی نمودیم. هسته اصلی سیستم طراحی شده، برد آردوینو و ماژول SIM808 می‌باشد. مودم GSM با استفاده از دستورات AT کنترل شده و از این طریق امکان تبادل اطلاعات با استفاده از شبکه GSM را فراهم می‌آورد. در این پروژه برای یافتن موقعیت شی از ماژول GPS استفاده شده است. GPS هر دو دقیقه یکبار موقعیت مکانی شی را از ماهواره دریافت کرده و این اطلاعات به سمت سرور فرستاده می‌شوند. سرور اطلاعات دریافتی را برای وب سرویس پیاده‌سازی شده، ارسال می‌کند. در نهایت این داده‌ها در پایگاه داده ذخیره شده و در برنامه کاربردی نمایش داده می‌شوند و میتوانیم مسیر حرکت شی را بر روی نقشه مشاهده کنیم.

برنامه پیاده‌سازی شده بر روی آردوینو به این صورت نوشته شده است که هر دو دقیقه یکبار موقعیت مکانی شی را با استفاده از GPS دریافت می‌کند و به سرور می‌فرستد. در سمت سرور این اطلاعات در پایگاه داده مانگو ذخیره شده و سپس با استفاده از این اطلاعات مسیر حرکت شی بر روی نقشه داده می‌شود. کد سمت سرور به این صورت نوشته شده است که هر یک دقیقه یکبار به پایگاه داده مراجعه کرده و نقشه حاوی مسیر حرکت شی به روزرسانی می‌شود.

در پایان این پروژه توانستیم سیستم رديابی بی‌درنگی را طراحی کنیم که امروزه دارای کاربرد فراوان در زمینه‌های مختلف مانند رديابی وسایل نقلیه، کودکان و سالمندان و ... می‌باشد و با استفاده از آن قادر خواهیم بود اقدامات لازم را در سریع‌ترین زمان ممکن انجام دهیم.

## ۲-۵ کارهای آتی

ماژول GPS توان مصرفی نسبتاً بالایی دارد. دو راه پیشنهادی برای کاهش توان مصرفی در این سیستم وجود دارد. اولین راهی که میتوان برای این سیستم پیشنهاد داد استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی حرکت جسم است. روش دیگر عدم استفاده از GPS و استفاده از پروتکل LoRaWAN برای یافتن موقعیت سیستم است.

یکی دیگر از کارهایی که در ادامه این پروژه می‌توان انجام داد، اضافه کردن حسگرها و عملگرها به این سیستم است. به عنوان مثال از سنسور شتاب‌سنج میتوان استفاده نمود که حرکت سیستم را

بررسی کنیم و تنها زمانی که سیستم در حال حرکت باشد، اطلاعات GPS به سرور فرستاده شود که این کار موجب کاهش توان مصرفی خواهد شد.

همچنین میتوان بر روی سیستم طراحی شده یک دوربین هم نصب نمود تا علاوه بر اطلاعات ارسالی از طریق GPS، بتوانیم با استفاده از تصاویر این دوربین هم موقعیت مکانی را رصد کنیم.

همانطور که گفتیم یکی از قابلیت‌های این سیستم دریافت موقعیت فرد با ارسال پیام به شماره سیم‌کارت درج شده در این سیستم بود که موجب می‌شد این قابلیت علی‌رغم مزیت‌هایی که دارد، خطرات امنیتی را برای افراد ایجاد کند. لذا میتوان امنیت سیستم ردبایی موردنظر را بهبود بخشد و مشخص نمود در صورت دریافت پیام از شماره مشخص و از پیش تعیین شده، موقعیت فرد را ارسال کند و در غیر این صورت هیچ‌گونه اطلاعاتی مبادله نشود.

این سیستم به‌گونه‌ای طراحی شده است که میتوان آن را برای کاربردهای مختلف شخصی‌سازی نمود. به عنوان مثال با مشخص کردن محدوده مجاز برای حرکت شی، میتوان سیستم را به‌گونه‌ای طراحی کرد که به محض خروج از محدوده مشخص شده، سیستم به صورت خودکار با نهادهایی مثل پلیس و ... تماس برقرار کند و خطاهای انسانی را به حداقل برساند.

# مراجع و مراجع

- [1] <https://www.commsbusiness.co.uk/features/what-are-the-internet-of-things-and-m2m/>.
- [2] <https://www.slideshare.net/sumitcan/iot-architecture>.
- [3] <https://maker.pro/arduino/projects/build-a-car-tracking-system-with-the-sim808-module>.
- [4] [https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808<sub>Hardware + Design</sub>V1.00.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_Hardware+DesignV1.00.pdf).
- [5] Agrawal, Tarun and Qadeer, Mohamaad Abdul. Tracing path with arduino uno using GPS and GPRS/GSM. in *2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*. IEEE, September 2018.
- [6] Bidabad, Behroz and Tayebi, Akbar. Design and implementation of vehicle tracking system using gps/gsm/gprs technology and smartphone application. *arXiv preprint arXiv:0710.2816*, 2014.
- [7] Cui, Youjing and Ge, Shuzhi Sam. Autonomous vehicle positioning with gps in urban canyon environments. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, February 2003.
- [8] ElShafee, Ahmed, Menshawi, Mahmoud El, and Saeed, Mena. Integrating social network services with vehicle tracking technologies. *International Journal of Computer Applications*, June 2013.
- [9] Falih, Muntasser and Salim, Khalifaa. *Design and Implementation of GPS Based Navigation System*. Ph.D. thesis, September 2013.

- [10] Hazza Alshamisi, Veton Këpuska. Real time gps vehicle tracking system. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*, March 2017.
- [11] Humaid Alshamsi, Veton Këpuska, Hazza Alshamsi. Real time vehicle tracking using arduino mega. *International Journal of Science and Technology*, December 2016.
- [12] Koyuncu, Baki and Özdemir, Zeynep. Real time position detection by using gps+gsm+gprs and arduino mega based telit gl865. *International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering*, December 2016.
- [13] Madakam, Somayya, Ramaswamy, R., and Tripathi, Siddharth. Internet of things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 2015.
- [14] Mahamulkar, Snehal Uttam and Yawale, Prof. R. U. Design and development of vehicle tracking and monitoring system. in *2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC)*. IEEE, September 2017.
- [15] Mangla, Neha, Sivananda, G, Kashyap, Aishwarya, and Vinutha. A GPS-GSM predicated vehicle tracking system, monitored in a mobile app based on google maps. in *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. IEEE, August 2017.
- [16] Mohamad, Omar Abdulwahabe, Hameed, Rasha Talal, and Tapus, Nicolae. Design and implementation of real time tracking system based on arduino intel galileo. in *2016 8th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*. IEEE, June 2016.
- [17] Mukhtar, Mashhood. GPS based advanced vehicle tracking and vehicle control system. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, February 2015.

- [18] Pham, Hoang Dat, Drieberg, Micheal, and Nguyen, Chi Cuong. Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem. in *2013 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*. IEEE, December 2013.
- [19] Rahman, Md. Marufi, Mou, Jannatul Robaiat, Tara, Kusum, and Sarkar, Md. Ismail. Real time google map and arduino based vehicle tracking system. in *2016 2nd International Conference on Electrical, Computer & Telecommunication Engineering (ICECTE)*. IEEE, December 2016.
- [20] Saranya, J. and Selvakumar, J. Implementation of children tracking system on android mobile terminals. in *2013 International Conference on Communication and Signal Processing*. IEEE, April 2013.
- [21] SeokJu Lee, Girma Tewolde, Jaerock KwonBidabad. Design and implementation of vehicle tracking system using gps/gsm/gprs technology and smartphone application. *arXiv preprint arXiv:0710.2816*, 2014.
- [22] Shah, Sajjad Hussain and Yaqoob, Ilyas. A survey: Internet of things (IOT) technologies, applications and challenges. in *2016 IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*. IEEE, August 2016.
- [23] Song, H., Zhu, S., and Cao, G. SVATS: A sensor-network-based vehicle anti-theft system. in *IEEE INFOCOM 2008 - The 27th Conference on Computer Communications*. IEEE, April 2008.

# پیوست

## ۱. کد پیاده‌سازی شده بر روی آردوینو

```
1 //*****
2 * Bsc Final Project
3 * Real Time Tracking system
4 * Sareh Soltani Nejad, Email: sare.soltani74@gmail.com / sare1996@aut.ac.ir
5 * 13/june/2019
6 *****/
7
8 #include<SoftwareSerial.h>
9 extern uint8_t SmallFont[];
10
11 #define rxPin 11
12 #define txPin 10
13
14 SoftwareSerial mySerial(txPin, rxPin);
15
16 const char url[] = "http://103.216.62.79/api/device/add/";
17 char response[200];
18 char latitude[15];
19 char longitude[15];
20 char altitude[16];
21 char date[24];
22 char TTFF[3];
23 char satellites[3];
24 char speedOTG[10];
25 char course[15];
26
27 void setup(){
28     mySerial.begin(9600);
29     Serial.begin(9600);
30     Serial.println("Starting...");
31     power_on();
```

```

32     start_GPS();
33     while (sendATcommand("AT+CREG?", "+CREG: 0,1", 2000) == 0);
34     sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"Contype\"", "GPRS\"", "OK", 2000);
35     sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"APN\"", "mtnirancell\"", "OK", 2000);
36     sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"USER\"", "\",\"", "OK", 2000);
37     sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"PWD\"", "\",\"", "OK", 2000);
38     // gets the GPRS bearer
39     sendATcommand("AT+SAPBR=0,1", "OK", 20000);
40     while (sendATcommand("AT+SAPBR=1,1", "OK", 20000) == 0){
41         delay(5000);
42     }
43 }
44
45 void loop(){
46     // gets GPS data
47     get_GPS();
48     // sends GPS data to the script
49     send_HTTP();
50     //sendNMEALocation("989164450465",frame);
51     delay(12000);
52 }
53
54 void power_on(){
55     uint8_t answer=0;
56     // checks if the module is started
57     answer = sendATcommand("AT", "OK", 2000);
58     if (answer == 0){
59         // waits for an answer from the module
60         while(answer == 0){
61             // Send AT every two seconds and wait for the answer
62             answer = sendATcommand("AT", "OK", 2000);
63         }
64     }

```

```

65     Serial.println("Power on");
66 }
67
68 int8_t start_GPS(){
69     // starts the GPS
70     while(sendATcommand("AT+CGNSPWR=1", "OK", 2000)==0);
71     while(sendATcommand("AT+CGPSRST=0", "OK", 2000)==0);
72     // waits for fix GPS
73     while((
74         sendATcommand("AT+CGPSSTATUS?", "2D Fix", 5000) ||
75         sendATcommand("AT+CGPSSTATUS?", "3D Fix", 5000)) == 0 ) );
76     return 1;
77 }
78
79 int8_t get_GPS(){
80     int8_t answer;
81     char * auxChar;
82     // request Basic string
83     sendATcommand("AT+CGPSINF=0", "O", 8000);
84     auxChar = strstr(response, "+CGPSINF:");
85     if (auxChar != NULL){
86         // Parses the string
87         memset(longitude, '\0', 15);
88         memset(latitude, '\0', 15);
89         memset(alitude, '\0', 16);
90         memset(date, '\0', 24);
91         memset(TTFF, '\0', 3);
92         memset(satellites, '\0', 3);
93         memset(speedOTG, '\0', 10);
94         memset(course, '\0', 15);
95         strcpy (response, auxChar);
96         Serial.println(response);
97     }

```

```

98     strtok(response, ",");
99     strcpy(latitude,strtok(NULL, ",")); // Gets longitude
100    strcpy(longitude,strtok(NULL, ",")); // Gets latitude
101    strcpy(altitude,strtok(NULL, ",")); // Gets altitude
102    strcpy(date,strtok(NULL, ",")); // Gets date
103    strcpy(TTFF,strtok(NULL, ","));
104    strcpy(satellites,strtok(NULL, ",")); // Gets satellites
105    strcpy(speedOTG,strtok(NULL, ",")); // Gets speed over ground. Unit is knots.
106    strcpy(course,strtok(NULL, "\r")); // Gets course
107    convert2Degrees(latitude);
108    convert2Degrees(longitude);
109    answer = 1;
110 }
111 else
112     answer = 0;
113 return answer;
114 }
115
116 void sendNMEALocation(char * cellPhoneNumber, char * message) {
117     char ctrlZString[2];
118     char sendSMSString[100];
119     // Started sendNMEALocation.
120     memset(ctrlZString, '\0', 2);
121     ctrlZString[0] = 26;
122     memset(sendSMSString, '\0', 100);
123     sprintf(sendSMSString,"AT+CMGS=\"%s\"",cellPhoneNumber);
124     // request Basic string
125     sendATCommand(sendSMSString, ">", 2000);
126     mySerial.println(message);
127     sendATCommand(ctrlZString, "OK", 6000);
128     //Ended sendNMEALocation.
129 }
```

```

131 int8_t send_HTTP(){
132     int8_t answer;
133     char aux_str[200];
134     char frame[200];
135     // Initializes HTTP service
136     answer = sendATcommand("AT+HTTPINIT", "OK", 10000);
137     if (answer == 1){
138         // Sets CID parameter
139         answer = sendATcommand("AT+HTTPPARA=\"CID\",1", "OK", 5000);
140         if (answer == 1){
141             // Sets url
142             memset(aux_str, '\0', 200);
143             sprintf(aux_str, "AT+HTTPPARA=\"URL\", \"%s\", url");
144             mySerial.print(aux_str);
145             Serial.println(aux_str);
146             sprintf(frame, "?visor=false&lat=%s&lon=%s&alt=%s&date=%s&TTFF=%s&sat=%s&speedOTG=%s&course=%s"
147             , latitude, longitude, altitude, date, TTFF, satellites, speedOTG, course);
148             Serial.println(frame);
149             mySerial.print(frame);
150             answer = sendATcommand("", "OK", 5000);
151             if (answer == 1){
152                 // Starts GET action
153                 answer = sendATcommand("AT+HTTPACTION=0", "+HTTPACTION: 0,200", 30000);
154                 if (answer == 1){
155                     Serial.println(F("Done!"));
156                 }
157                 else{
158                     Serial.println(F("Error getting url"));
159                 }
160             }
161             else{
162                 Serial.println(F("Error setting the url"));
163             }
164 }
```

```

164     }
165     else{
166         Serial.println(F("Error setting the CID"));
167     }
168     else{
169         Serial.println(F("Error initializing"));
170     }
171
172     sendATcommand("AT+HTTPTERM", "OK", 5000);
173     return answer;
174 }
175
176 int8_t sendATcommand(char* ATcommand, char* expected_answer1, unsigned int timeout){
177     uint8_t x=0, answer=0;
178     unsigned long previous;
179     char readVar[200];
180     char * auxChar;
181
182     memset(response, '\0', 200); // Initialize the string
183     memset(readVar, '\0', 200); // Initialize the string
184
185     while( mySerial.available() > 0) mySerial.read(); // Clean the input buffer
186     while( Serial.available() > 0) Serial.read(); // Clean the input buffer
187
188     mySerial.write(ATcommand); // Send the AT command
189     mySerial.write("\r\n\r\n"); // Send enter
190
191     Serial.println(ATcommand);
192
193     x = 0;
194     previous = millis();
195

```

```

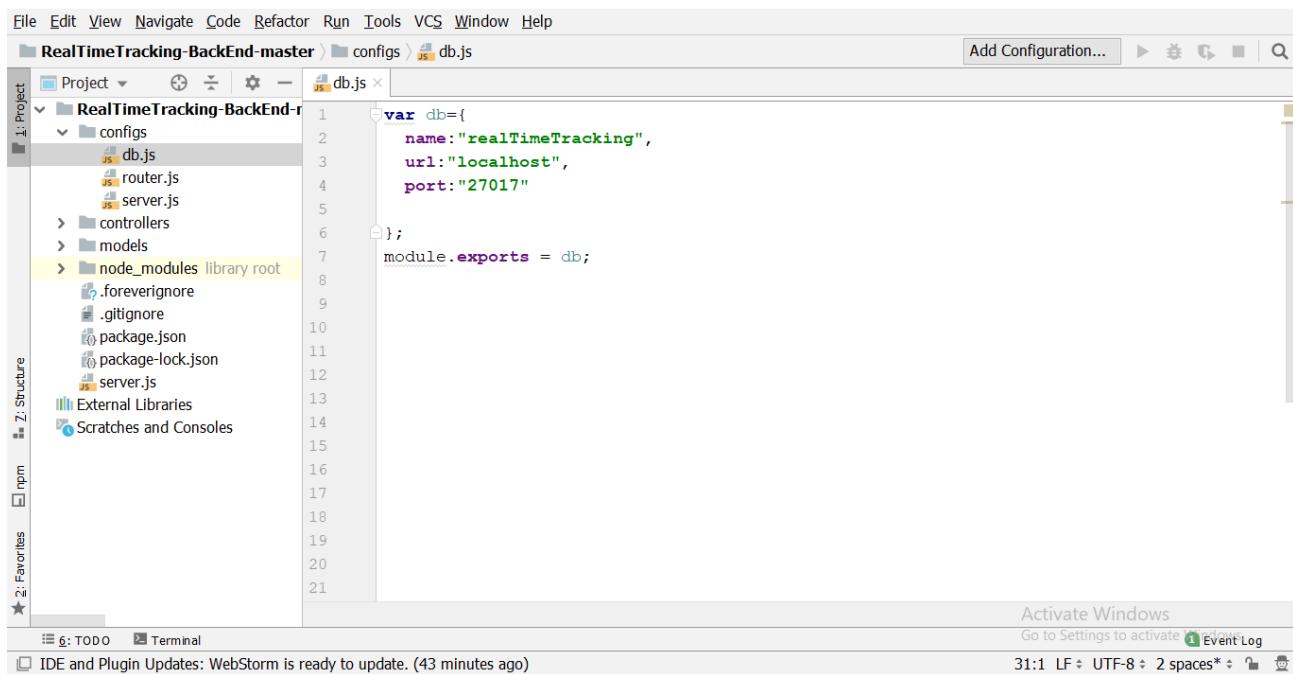
196     // this loop waits for the answer
197     do{
198         if(mySerial.available() != 0){
199             readVar[x] = mySerial.read();
200             x++;
201             // check if the desired answer is in the response of the module
202             auxChar = strstr(readVar, expected_answer1);
203             if (auxChar != NULL){
204                 if( strstr(readVar, "+CGPSINF:") == NULL)
205                     strcpy (response, auxChar);
206                 else
207                     strcpy (response, readVar);
208                 answer = 1;
209             }
210         }
211         // Waits for the asnwer with time out
212     }
213     while((answer == 0) && ((millis() - previous) < timeout));
214     if(auxChar == NULL)
215         Serial.println(readVar);
216     return answer;
217 }
218
219 void convert2Degrees(char* input){
220     char res[40];
221     float deg;
222     float minutes;
223     float seconds;
224     char aux[10] ="";
225     //latitude format: DDmm.mmummm'
226
227     // get 'degrees' from input parameter

```

```

227 // get 'degrees' from input parameter
228 aux[0] = input[0];
229 aux[1] = input[1];
230 aux[2] = '\0';
231
232 // convert string to integer and add it to final float variable
233 deg = atoi(aux);
234 // get 'minutes' from input parameter
235 for ( int i=0; i<7; i++ ){
236     aux[i] = input[i+2];
237 }
238 aux[7] = '\0';
239 // convert string to integer and add it to final float variable
240 minutes = atoi(aux);
241
242 // get 'seconds' from input parameter
243 for ( int i=0; i<2; i++ ){
244     aux[i] = aux[i+3];
245 }
246 aux[3] = '\0';
247 seconds = atoi(aux);
248
249 // add minutes to degrees
250 deg = deg + minutes/60 + seconds/3600;
251 dtostrf(deg, 2, 10, res);
252 strncpy(input, res, 9);
253 }
```

## ۲. کد پیاده‌سازی شده سمت بک‌اند



```
var router = {
  controllers : "../controllers",
  apiPrefix : "/api",
  devicePrefix: "/device",
  userPrefix: "/user",
  add:function(app){
    var path = require('path');
    app.use(this.apiPrefix+this.devicePrefix,require(path.join(this.controllers,'deviceController')));
    app.use(this.apiPrefix+this.userPrefix,require(path.join(this.controllers,'userController')));
  }
};
module.exports = router;
```

The screenshot shows the WebStorm IDE interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Navigate, Code, Refactor, Run, Tools, VCS, Window, and Help. The title bar indicates the project is "RealTimeTracking-BackEnd-master" and the current file is "configs/server.js". A toolbar on the right contains icons for Add Configuration..., Run, Stop, Refresh, and Search. The left sidebar has sections for Project, Favorites, Structure, npm, and Scratches and Consoles. The main workspace shows the file "server.js" with the following code:

```
var path = require('path');
var server = {
  portNumber: 8080,
  publicDirectoryLocation: path.join(__dirname, '../public'),
};
module.exports = server;
```

The screenshot shows the WebStorm IDE interface with the following details:

- File Menu:** File, Edit, View, Navigate, Code, Refactor, Run, Tools, VCS, Window, Help.
- Title Bar:** RealTimeTracking-BackEnd-master > controllers > deviceController.js
- Add Configuration... button:** Located in the top right corner.
- Project Tree (Left):**
  - RealTimeTracking-BackEnd-<-- (selected)
  - configs
  - controllers
    - deviceController.js (selected)
    - userController.js
  - models
  - node\_modules (library root)
    - .foreverignore
    - .gitignore
    - package.json
    - package-lock.json
    - server.js
  - External Libraries
  - Scratches and Consoles
- Code Editor (Right):** Displays the content of deviceController.js. The code handles an incoming POST request to '/add' with parameters lat, lon, alt, date, and speedOTG. It validates the input, creates a LocationModel instance with the provided data, and returns a response. Error handling is included for invalid dates and database errors.

The screenshot shows the WebStorm IDE interface with the following details:

- File Menu:** File, Edit, View, Navigate, Code, Refactor, Run, Tools, VCS, Window, Help.
- Title Bar:** RealTimeTracking-BackEnd-master > controllers > UserController.js
- Add Configuration...:** A button in the top right corner.
- Project Tree:** Shows the project structure: RealTimeTracking-BackEnd->controllers->UserController.js.
- Code Editor:** The file UserController.js contains the following code:

```
const express = require('express');
const fs = require('fs');
const path = require('path');
var locationModel = require('../models/Location');
var router = express.Router();

router.post("/mapCenter", (req, res) => {
  var center = {
    lat: 35.706421,
    lon: 51.426771
  };
  return res.status(200).json(center);
});

router.post("/mapData", (req, res) => {
  var lastDate = new Date(value: 'January 1, 1970 00:00:00');
  if(req.body.lastDate)
  {
    var userlastDate = Date.parse(req.body.lastDate);
    if(!isNaN(userlastDate))
      lastDate = userlastDate;
  }
  locationModel.find({date: {$gt: lastDate}}).sort({date:1}).exec(function(error, locations){
    if(error)
      return res.sendStatus(statusCode: 500);
    return res.status(200).json(locations);
  });
});
```

The code handles POST requests to '/mapCenter' and '/mapData'. The '/mapCenter' endpoint returns a JSON object representing a map center with latitude 35.706421 and longitude 51.426771. The '/mapData' endpoint finds documents in the 'locationModel' collection where the 'date' field is greater than a specified date ('January 1, 1970 00:00:00') and sorts them by 'date'. It then returns the results as a JSON array.

## منابع و مراجع

The screenshot shows the WebStorm IDE interface with the project 'RealTimeTracking-BackEnd-master' open. The left sidebar displays the project structure with 'controllers' and 'models' folders expanded. The 'UserController.js' file is selected and shown in the main editor area. The code implements a POST endpoint for mapping data, setting a last date, and returning locations sorted by date.

```
11     return res.status(200).json(locations);
12   });
13   router.post('/mapData', (req, res) => {
14     var lastDate = new Date(value: 'January 1, 1970 00:00:00');
15     if(req.body.lastDate)
16     {
17       var userlastDate = Date.parse(req.body.lastDate);
18       if(!isNaN(userlastDate))
19         lastDate = userlastDate;
20     }
21     locationModel.find({date:{$gt: lastDate}}).sort({date:1}).exec(function(error, locations){
22       if(error)
23         return res.sendStatus(statusCode: 500);
24       return res.status(200).json(locations);
25     });
26   });
27 );
28 module.exports = router;
```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log  
IDE and Plugin Updates: WebStorm is ready to update. (53 minutes ago)  
1:36 LF ⚡ UTF-8 ⚡ 2 spaces\* 📁 🗑

The screenshot shows the WebStorm IDE interface with the project 'RealTimeTracking-BackEnd-master' open. The left sidebar displays the project structure with 'models' expanded. The 'Location.js' file is selected and shown in the main editor area. It defines a Mongoose schema for a 'Location' model with properties for lat, lon, alt, speed, and date.

```
1 var mongoose = require('mongoose');
2 var locationSchema = new mongoose.Schema({
3   lat: String,
4   lon: String,
5   alt: String,
6   speed: String,
7   date: Date
8 });
9 mongoose.model(name: 'Location', locationSchema);
10
11 module.exports = mongoose.model(name: 'Location');
```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log  
IDE and Plugin Updates: WebStorm is ready to update. (54 minutes ago)  
12:1 LF ⚡ UTF-8 ⚡ 4 spaces 📁 🗑

### ۳. کد پیاده‌سازی شده سمت فراتر اند

```

<div class="title">
  <div class="banner">
    {{ title }}
  </div>
</div>
<div class="mapContainer">
  <agm-map class="map" [streetViewControl]="false" [latitude]="mapCenterLat"
    [longitude]="mapCenterLng" [zoom]="15"
    [ngClass]="'locationBorder':showLocation, 'heatMapBorder':!showLocation"
    (mapReady)="onMapLoad($event)">
    <div *ngIf="showLocation">
      <agm-marker *ngFor="let marker of mapData" [latitude]="marker.lat"
        [longitude]="marker.lon">
        <agm-info-window>
          <strong>Date: {{marker.date}}</strong><br/>
          <strong>Speed: {{marker.speed}} Km/h</strong>
        </agm-info-window>
      </agm-marker>
    </div>
  </agm-map>
</div>
<div class="buttonContainer">
  <span class="switchLabel" style="...>Heat Map</span>
  <ui-switch class="switch" [(ngModel)]="showLocation" (change)="toggleLocation()">
    <span class="switchLabel" style="...>Location</span>
  </ui-switch>
</div>

```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log  
3:16 LF + UTF-8 + 2 spaces\* + 🔍

TSLint is enabled: 'tslint' is listed in package.json. // Disable TSLint (25 minutes ago)

```

<div *ngIf="showLocation">
  <agm-marker *ngFor="let marker of mapData" [latitude]="marker.lat"
    [longitude]="marker.lon">
    <agm-info-window>
      <strong>Date: {{marker.date}}</strong><br/>
      <strong>Speed: {{marker.speed}} Km/h</strong>
    </agm-info-window>
  </agm-marker>
</div>
</agm-map>
</div>
<div class="buttonContainer">
  <span class="switchLabel" style="...>Heat Map</span>
  <ui-switch class="switch" [(ngModel)]="showLocation" (change)="toggleLocation()">
    <span class="switchLabel" style="...>Location</span>
  </ui-switch>
</div>

```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log  
3:16 LF + UTF-8 + 2 spaces\* + 🔍

TSLint is enabled: 'tslint' is listed in package.json. // Disable TSLint (26 minutes ago)

```

1 import { Injectable } from '@angular/core';
2 import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
3
4 @Injectable({
5   providedIn: 'root'
6 })
7 export class Data ApiService {
8   prefix:string = "/api/user"
9   constructor(private http: HttpClient) {
10 }
11   getMapCenter() {
12     return this.http.post<any>( url: this.prefix+"/mapCenter", body: null);
13   }
14   getMapData(date) {
15     return this.http.post<any>( url: this.prefix+"/mapData", body: {lastDate:date});
16   }
17 }
18
19
20
21

```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log

1:1 LF + UTF-8 + 2 spaces\*

TSLint is enabled: 'tslint' is listed in package.json. // Disable TSLint (29 minutes ago)

```

1 <!doctype html>
2 <html lang="en">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <title>RealTimeTracking</title>
6     <base href="/">
7
8     <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
9     <link rel="icon" type="image/x-icon" href="favicon.ico">
10
11   </head>
12   <body>
13     <app-root></app-root>
14   </body>
15

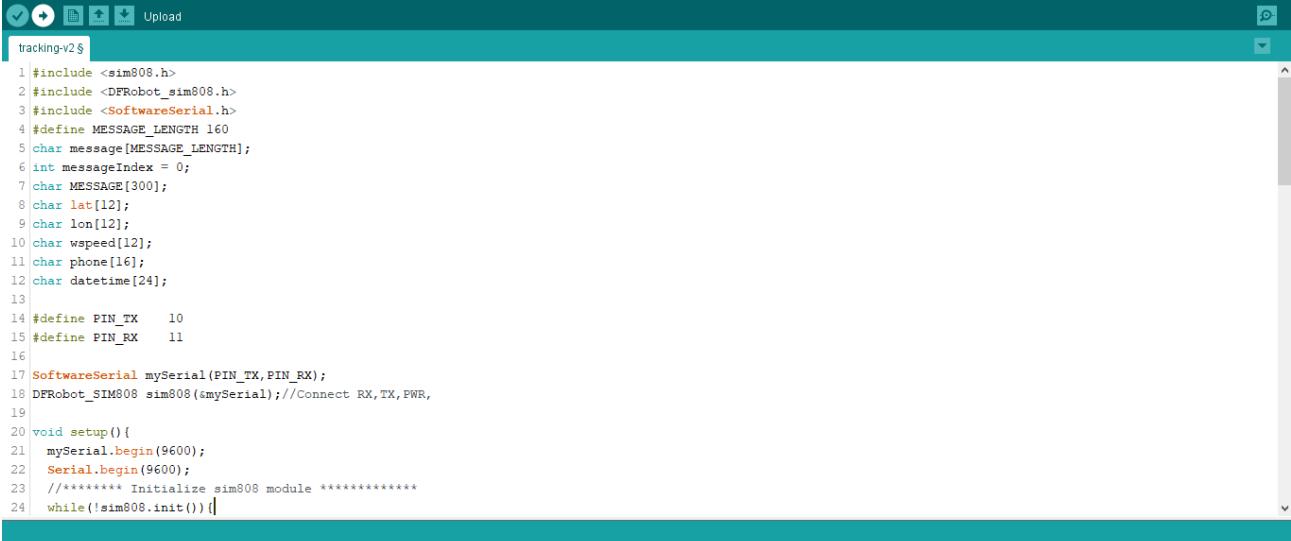
```

Activate Windows  
Go to Settings to activate Event Log

15:1 LF + UTF-8 + 2 spaces\*

TSLint is enabled: 'tslint' is listed in package.json. // Disable TSLint (35 minutes ago)

#### ۴. کد پیاده‌سازی بر روی آردوینو برای ارسال و دریافت پیام کوتاه



```

tracking-v2 $ 
1 #include <sim808.h>
2 #include <DFRobot_sim808.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4 #define MESSAGE_LENGTH 160
5 char message[MESSAGE_LENGTH];
6 int messageIndex = 0;
7 char MESSAGE[300];
8 char lat[12];
9 char lon[12];
10 char wspeed[12];
11 char phone[16];
12 char datetime[24];
13
14 #define PIN_TX    10
15 #define PIN_RX    11
16
17 SoftwareSerial mySerial(PIN_TX,PIN_RX);
18 DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial); //Connect RX,TX,PWR,
19
20 void setup(){
21   mySerial.begin(9600);
22   Serial.begin(9600);
23   //***** Initialize sim808 module *****
24   while(!sim808.init()){

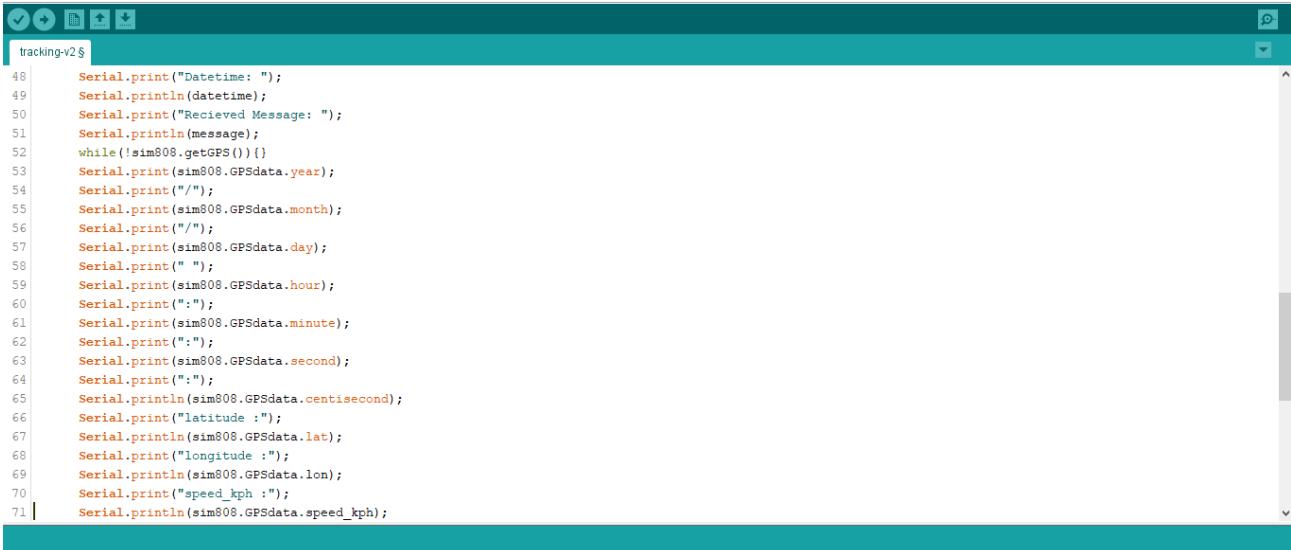
```



```

tracking-v2 $ 
25   Serial.print("Sim808 init error\r\n");
26   delay(1000);
27 }
28 delay(3000);
29 if( sim808.attachGPS() )
30   Serial.println("Open the GPS power success");
31 else
32   Serial.println("Open the GPS power failure");
33 Serial.println("Init Success, please send SMS message to me!");
34 }
35
36 void loop(){
37   //***** Detecting unread SMS *****
38   messageIndex = sim808.isSMSunread();
39   //***** At least, there is one UNREAD SMS *****
40   if (messageIndex > 0){
41     Serial.print("messageIndex: ");
42     Serial.println(messageIndex);
43     sim808.readSMS(messageIndex, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime);
44     //*****In order not to full SIM Memory, is better to delete it*****
45     sim808.deleteSMS(messageIndex);
46     Serial.print("From number: ");
47     Serial.println(phone);
48     Serial.print("Datetime: ");

```

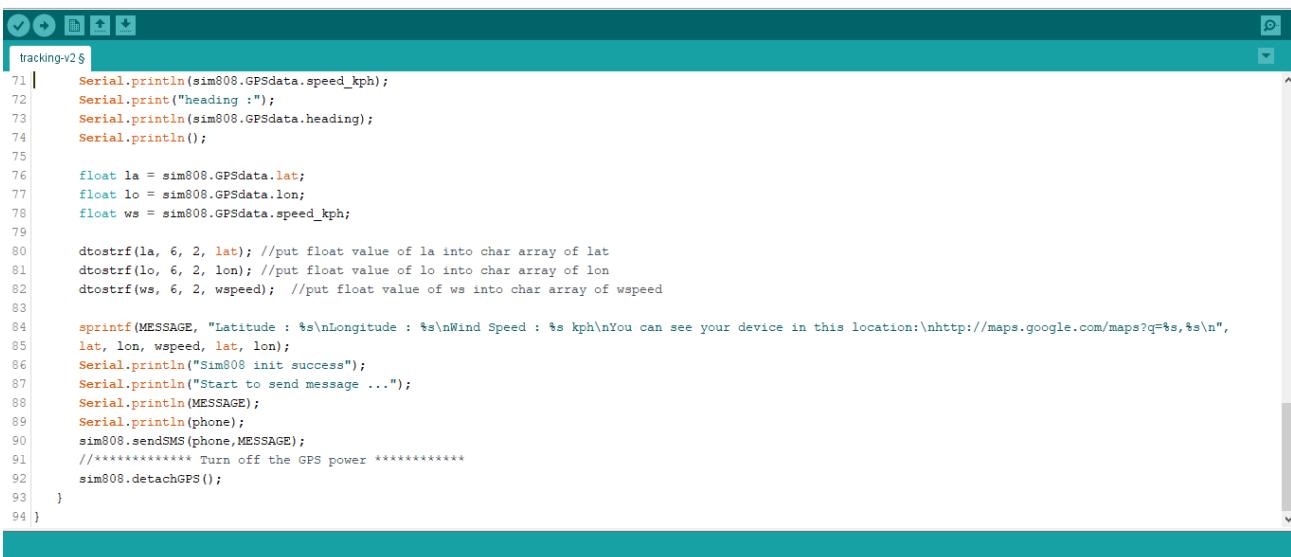


```

tracking-v2 $

48     Serial.print("Datetime: ");
49     Serial.println(datetime);
50     Serial.print("Received Message: ");
51     Serial.println(message);
52     while(!sim808.getGPS()){}
53     Serial.print(sim808.GPSdata.year);
54     Serial.print("/");
55     Serial.print(sim808.GPSdata.month);
56     Serial.print("/");
57     Serial.print(sim808.GPSdata.day);
58     Serial.print(" ");
59     Serial.print(sim808.GPSdata.hour);
60     Serial.print(":");
61     Serial.print(sim808.GPSdata.minute);
62     Serial.print(":");
63     Serial.print(sim808.GPSdata.second);
64     Serial.print(":");
65     Serial.println(sim808.GPSdata.centisecond);
66     Serial.print("latitude :");
67     Serial.println(sim808.GPSdata.lat);
68     Serial.print("longitude :");
69     Serial.println(sim808.GPSdata.lon);
70     Serial.print("speed_kph :");
71     Serial.println(sim808.GPSdata.speed_kph);

```



```

tracking-v2 $

71     Serial.println(sim808.GPSdata.speed_kph);
72     Serial.print("heading :");
73     Serial.println(sim808.GPSdata.heading);
74     Serial.println();
75
76     float la = sim808.GPSdata.lat;
77     float lo = sim808.GPSdata.lon;
78     float ws = sim808.GPSdata.speed_kph;
79
80     dtostrf(la, 6, 2, lat); //put float value of la into char array of lat
81     dtostrf(lo, 6, 2, lon); //put float value of lo into char array of lon
82     dtostrf(ws, 6, 2, wspeed); //put float value of ws into char array of wspeed
83
84     sprintf(MESSAGE, "Latitude : %s\nLongitude : %s\nWind Speed : %s kph\nYou can see your device in this location:\nhttp://maps.google.com/maps?q=%s,%s\n",
85     lat, lon, wspeed, lat, lon);
86     Serial.println("Sim808 init success");
87     Serial.println("Start to send message ...");
88     Serial.println(MESSAGE);
89     Serial.println(phone);
90     sim808.sendSMS(phone,MESSAGE);
91     //***** Turn off the GPS power *****
92     sim808.detachGPS();
93 }
94 }

```