

## بررسی مقایسه ای سیستم های سنتی و کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری

یوسف برومند<sup>۱</sup>، بهروز امرایی<sup>۲</sup>، پرویز باورصاد<sup>۳</sup>

[Ybroumand@yahoo.com](mailto:Ybroumand@yahoo.com)

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خارک
- ۲- استادیار و هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خارک و خلیج فارس بوشهر
- ۳- استادیار و هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خارک و خلیج فارس بوشهر

### چکیده

با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد تجارت جهانی از طریق حمل و نقل دریایی صورت می پذیرد، ایمنی این شیوه از مباحث مهم آن به حساب می آید. علائم کمک ناوبری جهت افزایش ایمنی آبراه های بنادر مورد استفاده قرار می گیرند. جهت نظارت بر عملکرد علائم کمک ناوبری دو سیستم سنتی و کنترل از راه دور مورد استفاده قرار می گیرد. این تحقیق به بررسی مقایسه ای سیستم های سنتی و کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری، تاثیر سیستم کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری بر افزایش ایمنی آبراه های بنادر و همچنین انتخاب بهینه ترین سیستم مانیتورینگ علائم کمک ناوبری می پردازد. این تحقیق از لحاظ روش، از نوع توصیفی- پیمایشی و از لحاظ هدف نیز کاربردی می باشد. در جمع آوری اطلاعات این تحقیق از روش های مشاهدات عینی، مراجعه مستقیم و مصاحبه با متخصصین و صاحب نظران، منابع کتابخانه ای، مطالعات و تحقیقات انجام شده در این زمینه و شبکه جهانی اینترنت استفاده شده است. بر اساس نتایج تحقیق بازگشت سریع سرمایه، افزایش کیفیت خدمات ارائه شده در ارتباط با علائم کمک ناوبری، افزایش قابلیت اطمینان و روایی داده ها، کاهش هزینه های عملیاتی و افزایش ایمنی آبراه ها از مزایای سیستم کنترل از راه دور می باشد.

**واژگان کلیدی:** ایمنی دریایی، سوانح دریایی، سیستم کنترل از راه دور، علائم کمک ناوبری

تاریخ دریافت مقاله : ۹۴/۰۳/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۴/۰۷/۰۱

## ۱- مقدمه

با توجه به توضیحات فوق الذکر، این تحقیق به بررسی تاثیر سامانه های کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری بر ایمنی دریانوردی و ارائه راهکار های مناسب جهت روزآمد نمودن وضعیت موجود کنترل علائم در آبراه های بنادر کشور می پردازد

## ۲- حمل و نقل و اهمیت اقتصادی آن

یکی از نیازهای اولیه انسانی که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه گسترده تری پیدا کرده و امروزه جزء یکی از مظاهر تمدن بشمار می رود، مسئله حمل و نقل است. عده ای بر این عقیده اند که جهش اقتصادی کشورهای توسعه یافته به دلیل اتخاذ روش های صحیح حمل و نقلی بوده است. مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی<sup>۱</sup> تأکید بر آن دارد که بخش حمل و نقل با هموار کردن امر مبادله و تجارت، موجبات رشد را هم در سطح ملی و هم در سطح جهانی فراهم می آورد و زمینه های امکان دسترسی به رفاه و تسهیلات ملی را افزایش می دهد. از دیرباز توسعه اقتصادی در گرو توسعه بازرگانی بوده و توسعه بازرگانی نیز وابسته به پیشرفت تکنولوژی حمل و نقل بوده است. فرآیند شکل گیری ارزش افزوده تمامی فعالیت های اقتصادی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت های بخش حمل و نقل متأثر می شود به طوری که حتی یک فعالیت اقتصادی را هم نمی توان یافت که در طول چرخه خود از خدمات عرضه شده بخش حمل و نقل بهره مند نشده باشد.

## ۳- حمل و نقل دریایی

امروزه حمل و نقل دریایی باصرفه ترین روش انتقال کالا شناخته شده است. از آنجا که وسایل حمل و نقل در مسیر های دریایی از امکانات و ظرفیت بیشتری برخوردارند، تسلط دولت ها بر آبراه ها نه تنها می تواند به عنوان اقتصادی ترین راهکار حمل و نقل کالا محسوب گردد، بلکه در تحکیم اصول و مبانی استقلال اقتصادی و احیاناً سیادت و حفظ حقوق کشورها در دریا از موقعیت ویژه ای برخوردار شده است.

حمل و نقل دریایی کالاهای نقش کلیدی در تجارت خارجی به ویژه تجارت فرا قاره ای جهان دارد. کشورهایی که به آبراه های بین المللی دسترسی دارند، بالقوه از مزیت

نقش حمل و نقل دریایی در اقتصاد جهانی و توسعه تجارت بین المللی به ویژه در نیم قرن گذشته از اهمیت روزافزونی برخوردار شده است. امروزه بیش از ۹۰ درصد تجارت جهانی از طریق دریا صورت می پذیرد. جهت تسهیل امور ناوبری و هدایت صحیح کشتی ها در دریا، آدمی از دیرباز از روش های متفاوتی استفاده نموده است. قرار دادن اشیاء شناور در دریا و مهار آنها با روش های مختلف از صد سال پیش متداول بوده که یونانی ها و ایرانی ها از طلایه داران این امر بشمار می آمدند (صفا زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

علائم کمک ناوبری و چراغ های دریایی به معنای دستگاه یا وسایل خارجی کمک کننده به دریانوردان در تعیین و محاسبه موقعیت و یا مسیر دریانوردی و همچنین خطرات و موانع دریایی می باشند. این علائم شامل فانوس های دریایی، بویه ها، ریکن ها، علائم مخصوص مه و بیکن ها می باشند.

خارج از سرویس شدن علائم به طور قطع خطوط کشتیرانی را با چالش مواجه نموده و گاهی در برخی از کانال ها مخصوصاً در شب و تاریکی، امور ناوبری را برای کشتی های بزرگ غیر ممکن می سازد. امروزه تکنولوژی تمامی ابعاد زندگی بشری را تغییر داده است. بدیهی است که صنعت دریانوردی نیز دستخوش این تغییرات گردیده است. بنادر کشورهای توسعه یافته در بخش ایمنی دریانوردی، از فناوری های پیشرفته جهت کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری استفاده می کنند. با اجرای این امر، علاوه بر بهبود ایمنی آبراه های بنادر، هزینه های سرویس و نگهداری تجهیزات نیز کاهش می یابد.

امروزه نظارت بر عملکرد صحیح علائم کمک ناوبری در کشور ما به صورت ترددهای متعدد با شناورهای خدماتی انجام می شود که مشکلات ذیل را به همراه دارد:

- افزایش مصرف سوخت
- استهلاک ناشی از تردد بیش از حد شناورها
- هزینه بالای تردها و اتلاف وقت
- خارج از سرویسی اتفاقی و گاهی چند روزه
- احتمال بروز حوادث و جرائم احتمالی
- عدم آگاهی از وضعیت به موقع بویه ها
- کاهش ضریب ایمنی آبراه ها
- کاهش حجم تردها

<sup>1</sup> World Bank

بر این اساس علائم کمک ناوبری به ۶ دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- علائم لاترال<sup>۳</sup> ( جانبی)
- علائم کاردینال<sup>۴</sup> (جهت اصلی)
- علائم خطر مجزا<sup>۵</sup>
- علائم آب‌های ایمن<sup>۶</sup>
- علائم منطقه مخصوص<sup>۷</sup>
- علائم شناور مغروقی که به تازگی غرق شده است<sup>۸</sup>

#### ۶- روش های کنترل علائم کمک ناوبری

##### ۶-۱- سیستم سنتی کنترل علائم کمک ناوبری

سیستم پایش سنتی مورد استفاده، جهت نظارت بر عملکرد علائم کمک ناوبری دارای مشکلات عدیده‌ای است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به هزینه بر بودن، طاقت‌فرسا بودن عملیات کنترل، دسترسی دشوار به علائم و تجهیزات، کارایی پایین آن سیستم و کاهش ایمنی دریانوردی اشاره نمود.

##### ۶-۲- سیستم کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری

امروزه تکنولوژی‌های جدید، روش‌های مؤثر و قابل اطمینانی را برای نظارت و کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری دور دست ارائه می‌نماید. در طول سال‌های اخیر سیستم‌های پایش از راه دور، جایگزین سیستم‌های سنتی شده‌اند. سیستم‌های پایش از راه دور، بازگشت سرمایه سریعی دارند. این سیستم‌ها همچنین مزایای بسیار زیاد دیگری مانند افزایش کارایی و طول عمر تجهیزات، کاهش حوادث عملیاتی، بهبود ایمنی دریانوردی و کاهش انتشار گازهای کربنی (گازهای گلخانه‌ای) نیز دارند (هانگ و دانگ‌هوی<sup>۹</sup>، ۲۰۱۲). سیستم پایش از راه دور، اندازه‌گیری‌های میدانی را به‌طور خودکار از کلیه علائم جمع‌آوری و در سرور مرکزی ذخیره می‌نماید. سیستم پایش از راه دور می‌تواند زمان

نسبی برای تجارت و ترانزیت کالا برخوردار می‌باشند. اما بهره‌گیری از این برتری، نیازمند در اختیار داشتن ناوگان دریایی مناسب، مطمئن و منظم، تجهیزات بندری پیشرفته و حمل و نقل زمینی (با جاده یا راه‌آهن) سریع و منظم است (زارع و رحمانی مقدم، ۱۳۹۱).

عوامل اصلی برتری حمل و نقل دریایی بر سایر روش‌های حمل و نقل عبارتند از (صفارزاده و دیگران، ۱۳۸۵):

- هزینه پایین حمل و نقل کالا از طریق دریا
- حجم انبوه کالا
- وزن زیاد کالا
- انتقال سریع و بی‌خطر و به عبارت دیگر سلامت حمل کالا

#### ۴- ایمنی دریایی و سوانح دریایی

همانند دیگر صنایع ایمنی نیز از مهمترین ابعاد صنعت حمل و نقل دریایی به حساب می‌آید. این مساله در صنعت حمل و نقل دریایی به دلایل زیر از اهمیت بیشتری برخوردار است:

- ماهیت بین‌المللی صنعت حمل و نقل دریایی
- ذینفع یا دخیل بودن بخش‌های بیشتری در صنعت حمل و نقل دریایی
- بالا بودن حجم ضرر و زیان در صورت بروز سانحه

#### ۵- علائم کمک ناوبری

علائم کمک ناوبری و چراغ‌های دریایی به معنای دستگاه یا وسایل خارجی کمک‌کننده به دریانوردان در تعیین و محاسبه موقعیت و یا مسیر دریانوردی و همچنین آگاهی از خطرات و موانع دریایی می‌باشند. این علائم شامل فانوس‌های دریایی، سفینه‌های دریایی، بویه‌ها، ریکن‌ها، علائم مخصوص مه و بیکن‌ها می‌باشند. کلیه قوانین مربوط به چراغ‌های دریایی بر گرفته شده از قوانین تصویب شده انجمن بین‌المللی چراغ‌های دریایی<sup>۱</sup> بوده که به تصویب سازمان جهانی دریانوردی<sup>۲</sup> نیز رسیده است و کشورهای الحاقی به این کنوانسیون‌ها موظف به رعایت این قوانین هستند.

<sup>3</sup> Lateral Marks

<sup>4</sup> Cardinal Marks

<sup>5</sup> Isolated Danger Marks

<sup>6</sup> Safe Water Marks

<sup>7</sup> Special Marks

<sup>8</sup> Emergency Wreck Marking

<sup>9</sup> Hung and Donghui

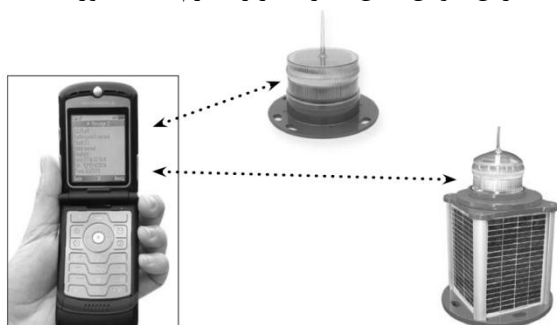
<sup>1</sup> IALA

<sup>2</sup> IMO

• سیستم مانیتورینگ رادیویی

۶-۲-۱- سیستم مانیتورینگ GSM

GSM یک اختصار پذیرفته شده برای استاندارد «سیستم بین‌المللی ارتباطات همراه» محسوب می‌شود و در واقع شبکه تلفن ثابتی است که بستر آن موبایل است. در این شیوه از ارسال اطلاعات و کنترل نظارت بر عملکرد علائم کمک ناوبری، از فن‌آوری موبایل استفاده می‌گردد و عملکرد تجهیزات الکتریکی به مراکز کنترل و نظارت ارسال می‌گردد. در هر بویه یک سیم کارت قرار داده می‌شود. در این صورت هر بویه دارای شماره تماس منحصر به فردی خواهد بود. کاربر یک پیام به ایستگاه بویه مورد نظر ارسال می‌کند و به صورت اتوماتیک یک پیام حاوی شرایط عملیاتی گوناگون بویه که از قبل پیش بینی شده است، دریافت می‌کند. ارسال یا دریافت پیام می‌تواند از طریق کامپیوتر یا تلفن همراه انجام پذیرد. در این سیستم علاوه بر انتقال اطلاعات، در صورت بروز هر گونه مشکل یک پیام هشدار به صورت اتوماتیک به کاربر ارسال می‌شود. این مشکلات می‌توانند شامل وضعیت باتری، جایجایی بویه به خارج از محدوده تعریف شده و سایر مشکلات تجهیزات سیستم روشنایی باشند. در این سیستم قابلیت انتقال اطلاعات و آژارم‌ها به طور همزمان به چند تلفن همراه نیز، میسر می‌باشد. حتی می‌توان دفترچه تلفنی ایجاد نمود تا در صورت در دسترس نبودن تلفن همراه کاربر، آژارم‌ها به صورت



شکل (۱) ساختار سیستم مانیتورینگ GSM

اندازه‌گیری را از یک یا دو ماه به چند دقیقه یا چند ساعت کاهش دهد و دیگر نیازی به پیمودن مسیرهای طولانی دریایی یا زمینی جهت بازرسی علائم نمی‌باشد. اندازه‌گیری‌های میدانی جمع‌آوری شده به صورت خودکار آنالیز می‌شوند و اگر مقادیر از حدود معین شده تجاوز کرده باشند، هشدارهای مربوطه صادر می‌گردد. هشدارها می‌توانند دیده شوند و یا به صورت خودکار به ایمیل‌های شخصی یا تلفن‌های همراه ارسال شوند. خرابی‌ها (سوء عمل‌ها) در اسرع وقت شناسایی و قبل از اینکه منجر به نقایص بحرانی شوند، اقدامات اصلاحی صورت می‌پذیرد. سیستم‌های پایش مدرن، اطلاعات جمع‌آوری شده را به صورت گرافیکی و در قالب داده‌های فهرست شده برای هر مشترک مجاز به اشتراک می‌گذارند. میانجی‌های گرافیکی می‌توانند به وسیله مرورگر وب و از هر کامپیوتر موجود در اینترنت (شبکه‌ی داخلی شرکت) مشاهده شوند. کاربران در دفاتر و محل‌های کار می‌توانند اندازه‌گیری‌های میدانی و اطلاعات جدید و قبلی را روی کامپیوترهایشان جستجو نمایند. اطلاعات حاصله، باعث افزایش اطلاعات میدانی در شرکت یا سازمان می‌شود. این داده‌ها به طور مثال برای تجزیه و تحلیل، گزارش دهی و نظارت و بهره‌وری می‌توانند استفاده شوند. بنابراین وجود یک سیستم مکانیزه پایش در آبراه‌های بنادر جهت نظارت بر عملکرد علائم، کاهش خطرات و هزینه‌های آن‌ها ضروری می‌باشد. این سیستم مکانیزه به مدیران بنادر کمک خواهد کرد تا اقدامات لازم و به موقع را در خصوص رفع نواقص احتمالی به وجود آمده، به منظور افزایش ایمنی آبراه‌های بنادر و شناورهای متردد انجام دهند.

متداول‌ترین و مؤثرترین شیوه‌های مانیتورینگ علائم کمک ناوبری که تا کنون در جهان ابداع گردیده و توسط کشورهای پیشرفته بکار گرفته شده‌اند عبارت‌اند از (قاسمی و باقرخانی، ۱۳۸۸):

- سیستم مانیتورینگ GSM<sup>۱</sup>
- سیستم مانیتورینگ SCADA<sup>۲</sup>
- سیستم مانیتورینگ ماهواره‌ای
- سیستم مانیتورینگ AIS<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> Global system for Mobile communications

<sup>۲</sup> Supervisory Control And Data Acquisition

<sup>۳</sup> Automatic Identification System

- امنیت ارسال و دریافت اس ام اس به دلیل ذخیره شدن پیامکها در کامپیوتر شخصی و عدم دسترسی افراد غیرمجاز.

#### معایب:

- نداشتن استانداردهای معتبر بین‌المللی
- نیاز به پرداخت آبونمان و هزینه
- عدم امکان رؤیت بویه و بیکن توسط شناورها با رادار خاموش از طریق این سیستم
- عدم امکان کنترل وضعیت بویه‌ها از طریق سیستم کنترل ترافیک دریایی (VTS)

#### ۶-۲-۲- سیستم مانیتورینگ اسکادا

امروزه به سیستم‌های کنترل دیجیتالی، معمولاً SCADA<sup>۳</sup> گفته می‌شود. سیستم‌های کنترل دیجیتالی به منزله مغز کنترل و پایش سیستم‌های زیرساخت حیاتی نظیر شبکه‌های انتقال و توزیع برق، پالایشگاه‌ها، شبکه‌های آب، کنترل ترافیک و ... می‌باشند. سیستم‌های اسکادا با هدف کنترل نظارتی، مدیریت و مانیتورینگ فرآیندها طراحی شده‌اند. جهت نیل به اهداف فوق لازم است داده‌ها جمع‌آوری و آنالیز گردد. RTU مخفف Remote Terminal Unit (پایانه راه دور) می باشد که وسیله ای برای جمع‌آوری اطلاعات و ارسال آن جهت مرکز کنترل می باشد. RTU ها وظیفه‌ی جمع‌آوری اطلاعات از سنسورها را به عهده دارند و آن‌ها را به شکل مناسبی برای استفاده‌ی پروتکل مخابراتی درآورده (در بعضی حالت‌ها تبدیل) و برای انتقال روی بستر مخابراتی آماده می‌نمایند. هر RTU اطلاعات مورد نیاز را یا از طریق ارتباط با سیگنال‌های الکتریکی و یا از درگاه‌های سریال تجهیزات هوشمند کسب می‌نماید. پروتکل مخابراتی، زبان مورد استفاده برای دریافت و انتقال اطلاعات بر روی شبکه می‌باشد. پروتکل می‌تواند مشخص کند که چه کسی اطلاعات را می‌فرستد، چه کسی دریافت می‌کند، معنای داده‌ها در پیام چیست، اطلاعات را برای اطمینان از صحت دریافت، بازبینی نماید و در صورت رخداد خطا، آن را تصحیح نماید. فرستنده و گیرنده‌ی پیام باید پروتکل مشابهی را به کار گیرند تا اطلاعات پیام را درک نمایند.



شکل (۲) جایگذاری سیم کارت در لنترن

اتوماتیک به شماره تلفن های همراه دیگری انتقال یابند. این سیستم برای فواصل بسیار دور مناسب نمی‌باشد. در این سیستم به علت عدم استفاده از GPS موقعیت و جابجایی علائم (فرار بویه) مشخص نمی‌گردد. قابلیت اعتماد این روش بسیار پایین بوده و چنانچه در شبکه خطوط تلفن همراه اشکالاتی به وجود آید، این روش از نظارت عملاً غیرفعال خواهد شد.

#### مزایا و معایب سیستم مانیتورینگ GSM

این سیستم دارای مزایا و معایبی است که در زیر به اختصار بیان شده‌اند (بنگالی، رامیا و همکاران، ۲۰۱۲)<sup>۱</sup> (شالیگرام، ۲۰۱۳)<sup>۲</sup>

#### مزایا:

- عدم وابستگی به ماهواره و اطمینان از عملکرد بدون وقفه سیستم
- امکان ارسال اطلاعات وضعیت بویه به تلفن همراه و کنترل از طریق تلفن‌های همراه
- ذخیره اطلاعات شناورهای در حال تردد و ارسال آن به مرکز کنترل
- فعال کردن چراغ یا بوق یا ارسال پیام در صورت نزدیکی بیش از حد به بویه یا به منطقه خطر
- عدم نیاز به اخذ مجوز از سازمان تخصیص فرکانسی
- کاهش هزینه ارسال پیام با استفاده از راهکارهایی مانند سیم‌کارت‌های پیام‌رسان و طرح‌های ارائه شده توسط اپراتورهای تلفن همراه

<sup>1</sup> Bangali and Ramya et al

<sup>2</sup> Shaligram

<sup>3</sup> Supervisory Control And Data Acquisition

### ۶-۲-۳- سیستم مانیتورینگ رادیویی

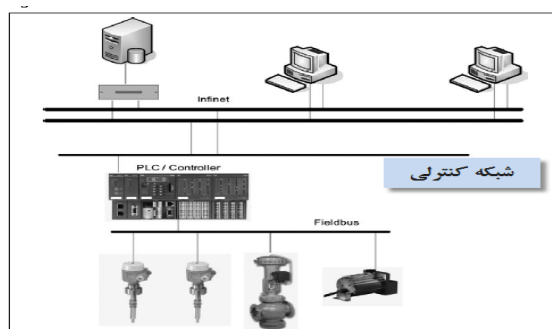
در این سیستم برای ارسال اطلاعات علائم کمک ناوبری به مراکز کنترل ساحلی از باند VHF استفاده می شود. بدین منظور، بر روی هر یک از علائم کمک ناوبری یک دستگاه فرستنده رادیویی VHF با توان حدود ۵ وات نصب می گردد. معمولاً چنانچه فاصله بویه ها تا ساحل زیاد باشد، توان رادیویی مورد نیاز بویه های دورتر بیشتر خواهد بود. لذا جهت بالا بردن ضریب اطمینان، چند بویه در میان راه وظیفه تقویت سیگنال و ارسال مجدد آن به مرکز کنترل را ایفا می نماید. در سیستم مانیتورینگ رادیویی بر روی هر یک از چراغ های دریایی یک RTU<sup>۱</sup> نصب می گردد که وظیفه آن دریافت وضعیت روشنایی چراغ و تبدیل آن به سیگنال رادیویی مناسب جهت ارسال به مرکز کنترل می باشد. در مرحله بعد سیگنال تولید شده توسط یک دستگاه فرستنده به مرکز کنترل وضعیت ارسال می گردد. در مرکز کنترل، با استفاده از کمک ناوبری دریافت و مجتمع گردیده و به یک سرور ارسال می شوند. سپس اطلاعات دریافتی در یک بانک اطلاعاتی ذخیره شده و به منظور تولید گزارش های آماری و نیز ارائه نمایش گرافیکی آنلاین (زنده) چراغ های دریایی به کار گرفته می شوند. یک نمونه از سیستم های رادیویی، سیستم مانیتورینگ و کنترل رادیویی سی لایت<sup>۲</sup> می باشد (هانگ و دانگ هوی، ۲۰۱۲).

### مزایا و معایب سیستم مانیتورینگ رادیویی

مزایای و معایب این دستگاه عبارتند از (شیفباور و موری، ۲۰۱۲):



شکل (۴) سیستم مانیتورینگ رادیویی



شکل (۳) ساختار سیستم مانیتورینگ اسکادا

شبکه های مخابراتی، بستر لازم را برای انتقال اطلاعات (پیام) از RTU به سیستم اسکادا، از RTU به RTU دیگر و بین سیستم های اسکادا فراهم می سازد. شبکه های مخابراتی متنوعی در سیستم های تله متری مورد استفاده قرار می گیرند که انتخاب آن ها بسته به محدودیت ها و هزینه ها می باشد. گسترش استفاده از سیستم های اسکادا به اندازه ای است که هم اینک اغلب زیرساخت های حیاتی و مهم یک کشور به آن ها وابسته شده اند. امروزه سیستم های اسکادا دارای جایگاهی بسیار مهم در بسیاری از صنایع از جمله صنایع آلومینیوم سازی، خودروسازی، پتروشیمی، فولاد، غذایی، تأسیسات هسته ای، شبکه های توزیع نفت و گاز، شبکه های توزیع مخابراتی است (سخایی، ۱۳۸۹).

### مزایا و معایب سیستم مانیتورینگ SCADA

این سیستم همانند هر سیستم دیگر دارای مزایا و معایبی می باشد. از جمله:

#### مزایا:

- صرفه جویی زیاد در هزینه های عملیاتی
- بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات
- کاهش نیازمندی های نگهداری
- امکان کنترل وضعیت بویه ها از طریق سیستم کنترل ترافیک دریایی
- عدم نیاز به پرداخت آبونمان و هزینه

#### معایب:

- نداشتن استانداردهای معتبر بین المللی این سیستم
- عدم امکان رؤیت بویه و بیکن توسط شناورها با رادار خاموش از طریق این سیستم

<sup>۱</sup> Remote Terminal Unit

<sup>۲</sup> Sealite

<sup>۳</sup> Schiffbauer and Mowrey

- با توجه به وابستگی کامل سیستم به ماهواره و چنانچه ارتباط به دلیل مشکلات بین المللی، قطع شود مانیتورینگ امکان پذیر نخواهد بود.
- آبونمان و هزینه زیاد ماهواره
- امکان تداخل فرکانس به دلیل نزدیکی بیش از حد فرکانس ها نیاز به UPGRADE نمودن در مقاطع خاص

#### ۶-۲-۵- سیستم مانیتورینگ<sup>۱</sup> AIS

سیستم شناسایی خودکار (AIS) یک سیستم پخش و انتشار خودکار است که در باند<sup>۲</sup> VHF دریایی کار می-کند. این سیستم قابلیت ارسال اطلاعات مربوط به علائم کمک ناوبری و کشتی از قبیل شناسایی، موقعیت، مسیر، سرعت و ... را به کشتی‌ها و به ایستگاه های ثابت ساحلی دارد. براساس الزامات سازمان جهانی دریانوردی و کنوانسیون سولاس<sup>۳</sup>، تمامی شناورهای کنوانسیون موظف به نصب فرستنده های AIS به منظور ارسال اطلاعات خود می باشند. (توصیه نامه A126 انجمن بین المللی چراغ های دریایی)

سیستم نمایشگر AIS قابلیت نمایش علائم کمک ناوبری، توابع اخطاردهی در زمینه عملکرد صحیح آنها و سایر اطلاعات ارسالی از فرستنده AIS نصب شده بر روی علائم کمک ناوبری را دارا می‌باشد. اطلاعات مربوط به علائم کمک ناوبری در قالب پیام استاندارد ۲۱ به تمامی شناورها و مرکز مانیتورینگ علائم ارسال می‌گردد. اطلاعات این پیام شامل نوع علامت، نام، موقعیت، شاخص صحت موقعیت، وسیله سنجش موقعیت، جابجایی و یا عدم جابجایی از موقعیت اصلی، حقیقی و یا مجازی بودن علامت، اندازه و وضعیت سیستم روشنایی می‌باشد. علاوه بر پیام یاد شده، پیام استاندارد ۶ نیز جهت مانیتورینگ و پایش از راه دور علائم کمک ناوبری به مراکز مانیتورینگ و مجامع متولی ارسال می‌گردد. اطلاعات این پیام شامل موقعیت علامت و مشخصات فنی چراغ، باطری و سولار می‌باشد. راهنمای ۱۰۹۸ انجمن بین المللی چراغ های دریایی)

#### ▪ مزایا

- نسبت به سایر سیستم‌های مشابه ارزان تر می‌باشد.
- عدم وابستگی به زیرساخت‌های ماهواره و GSM
- قابلیت ملی/ بومی بودن شدن سیستم
- برخلاف سیستم ماهواره‌ای نیاز به پرداخت هزینه آبونمان و شارژ سالانه ندارد.

#### ▪ معایب

- برخلاف سیستم AIS، دید راداری بویه‌ها توسط کشتی‌ها امکان پذیر نیست.
- نداشتن استانداردهای معتبر بین‌المللی.
- نیاز به اخذ مجوز از سازمان تخصیص فرکانس

#### ۶-۲-۴- سیستم مانیتورینگ ماهواره‌ای

ارسال و دریافت از طریق ماهواره معمولاً روی امواج مایکروویو صورت گرفته و ارسال اطلاعات توسط فرستنده‌های زمینی به گیرنده/ فرستنده فضایی با توانی در حدود ۴۰۰ میلی وات صورت می‌گیرد. فرکانس دریافت و ارسال اطلاعات معمولاً در حدود ۱/۴ الی ۱/۶ گیگاهرتز بوده که در این روش از ارسال منطقه وسیعی تحت پوشش فرستنده قرار می‌گیرد. در این روش اطلاعات هر بویه (وضعیت باطری، تعداد چراغ‌های سالم، سطح شارژ) از طریق یک آنتن و یک فرستنده کوچک که بر روی بویه نصب می‌گردد به سوی گیرنده/ فرستنده فضایی ارسال شده و می‌توان اطلاعات دریافتی از ماهواره را توسط شبکه کامپیوتری (اینترنت) مشاهده نمود. این سیستم برای کشور هایی مناسب می باشد که خود صاحب ماهواره باشند.

#### ▪ مزایای سیستم پایش ماهواره‌ای

- توان مصرفی کم سیستم
- استفاده از ماهواره پوشش نسبتاً خوبی را فراهم می‌سازد
- اشغال فضای کم

#### ▪ معایب

- نداشتن استاندارد های معتبر بین المللی

<sup>1</sup> Automatic Identification System

<sup>2</sup> Very-High Frequency

<sup>3</sup> SOLAS

## مزایا و معایب سامانه مانیتورینگ AIS (هراتی

مختاری، ۱۳۸۵)

## ▪ مزایا

- داشتن استانداردهای معتبر بین‌المللی
- عدم وابستگی به ماهواره و اطمینان از عملکرد بدون وقفه سامانه
- عدم نیاز به پرداخت آبونمان و هزینه ماهواره
- امکان رؤیت بویه و بیکن توسط شناورها حتی با رادار خاموش از طریق سامانه AIS نصب شده بر روی آن‌ها
- ذخیره اطلاعات شناورهای در حال تردد و ارسال آن به مرکز کنترل
- فعال کردن چراغ یا بوق یا ارسال پیام در صورت نزدیکی بیش از حد به بویه یا به منطقه خطر
- کنترل وضعیت بویه‌ها از طریق سیستم کنترل ترافیک دریایی

## ▪ معایب

- اشغال فضا در این سیستم به نسبت بیشتر از سیستم ماهواره‌ای می‌باشد.

## ۷- شاخص‌های انتخاب بهینه‌ترین سیستم

شاخص‌های مهمی که در انتخاب بهینه‌ترین سامانه کنترل از راه دور علائم کمک ناوبری برای بنادر کشور باید در نظر گرفته شوند، شامل موارد زیر می‌باشد:

- تطابق با کنوانسیون‌های دریایی
- قابلیت اطمینان و پایداری
- مشاهده لحظه‌ای (آنلاین) اطلاعات
- امکان توسعه آتی
- انتقال انواع پیام
- مشاهده اطلاعات پایش از طریق دیگر سیستم‌های کنترلی
- نیروی ماهر و متخصص در استفاده از سیستم‌های پایش
- وسعت محدوده پوشش
- بازگشت سرمایه
- تعمیر و نگهداری
- سیاست‌های بین‌المللی

- تطابق با استانداردهای معتبر مخابراتی و الکترونیکی

نتایج به دست آمده از مقایسه سیستم‌های مانیتورینگ بر اساس شاخص‌های فوق‌الذکر به شرح ذیل می‌باشد: سیستم GSM از متداول‌ترین استانداردهای مخابراتی می‌باشد که جهت ارسال صوت یا دیتا استفاده می‌شود. بنابراین سیستم مانیتورینگ GSM بیشترین تطابق را با استانداردهای مخابراتی دارد. سیستم AIS نیز از آنجا که فقط با استانداردهای IMO و ILAI تطابق دارد (استانداردهای دریایی) دارای کمترین تطابق با این شاخص است.

سیستم مانیتورینگ AIS بر پایه کنوانسیون‌های دریایی و استانداردهای IALA ایجاد شده است، لذا دارای بیشترین تطابق با استانداردهای دریایی می‌باشد و سیستم مانیتورینگ GSM به این دلیل که کاربری آن در خصوص سیستم ارتباطات تلفن است (مختص خشکی است) دارای کمترین تطابق با این شاخص می‌باشد.

سیستم پایش SCADA، به صورت ماژولار طراحی و ساخت می‌گردد (ماژول‌های ارتباطی GSM، رادیویی و ...) و مجموعه‌ای از استانداردها را پوشش می‌دهد و همچنین قابلیت ارتباط با انواع پروتکل‌های مخابراتی را نیز دارد. بنابراین این سیستم دارای بیشترین تطابق با استاندارد انتقال انواع پیام است. سیستم مانیتورینگ ماهواره‌ای کمترین قابلیت برقراری ارتباط با انواع پروتکل‌های الکترونیکی و مخابراتی را دارد. زیرا همانگونه که از نام این سیستم مانیتورینگ مشخص است، تنها با پروتکل‌های ماهواره‌ای تطابق دارد، لذا دارای کمترین تطابق با این شاخص می‌باشد.

از آنجا که سیستم مانیتورینگ AIS، کاربرد فراوانی در ارگان‌های دریایی داشته و زیرساخت‌های آن در اکثر بنادر وجود دارد، کارشناس‌های متخصص در این حوزه نیز در اکثر بنادر وجود دارد، لذا این سیستم بیشترین تطابق را با شاخص نیروی انسانی مورد نیاز دارد. همچنین با توجه به اینکه در حوزه تجهیزات ماهواره‌ای، کمترین تعداد متخصص در بنادر وجود دارد، این سیستم کمترین تطابق را با شاخص نیروی انسانی مورد نیاز دارد. سیستم مانیتورینگ رادیویی دارای کمترین قابلیت اطمینان می‌باشد؛ زیرا در این سیستم از فرکانس‌های آماتور استفاده می‌گردد و امکان تداخل فرکانسی با دیگر



تجهیزات و قطعات یدکی دارای کمترین احتمال ایجاد سرویس، تعمیر و نگهداری می باشد. در ارتباط با قابلیت توسعه آتی می توان چنین نتیجه گرفت، با توجه به تکنولوژی ساخت و پردازنده ی مرکزی و RAM بالای سیستم پایش AIS و اینکه اختصاصاً جهت مانیتورینگ بویه ها ساخته می شود، می توان تمهیدات لازم را جهت افزایش احتمالی بویه ها در آینده، در سیستم لحاظ نمود. با توجه به اینکه سیستم SCADA بر اساس طرح اولیه و تعداد هدف مشخصی ساخته می شود و هزینه زیادی نیز جهت اجرا در بر می گیرد، لذا دارای کمترین قابلیت توسعه آتی را دارد.

#### ۸- نتیجه گیری

با توجه به اینکه علائم کمک ناوبری به عنوان یک سیستم هدایت دریایی و جهت افزایش ضریب ایمنی دریانوردی مورد استفاده قرار می گیرند، نظارت بر عملکرد دائمی آن ها و اطمینان از صحت کارکرد این تجهیزات، از اهمیت بالایی برخوردار است. این امر متعاقباً نیازمند مراقبت فیزیکی وسیع و نیروی انسانی پشتیبان در سطح آب های ساحلی یا آزاد و همچنین صرف هزینه های زیاد خواهد بود. بر اساس بررسی های انجام گرفته مشخص گردید، امروزه نظارت بر عملکرد علائم کمک ناوبری در کشور ما، به صورت تردهای متعدد با شناورهای خدماتی انجام می پذیرد. این روش های سنتی مشکلات ذیل را بدنبال دارد:

- مصرف سوخت
  - استهلاک ناشی از تردد بیش از حد شناورها
  - هزینه بالای تردها و اتلاف وقت
  - خارج از سرویسی اتفاقی و گاهاً چند روزه
  - عدم آگاهی از وضعیت بموقع بویه ها
  - احتمال بروز حوادث و جرائم احتمالی
  - اعلان ناامن بودن کانال از طرف IMO
  - کم شدن حق ترانزیت و تعرفه تردد کشتی ها
- بنابراین وجود یک سیستم مکانیزه کنترل عملکرد علائم کمک ناوبری، جهت افزایش ایمنی دریانوردی در آبراه های بندر، کاهش خطرات و هزینه های آن ها ضروری می باشد. نتایج به دست آمده از این تحقیق، به مدیران بنادر کمک خواهد کرد ضمن آشنایی با سیستم های مانیتورینگ علائم کمک ناوبری و فاکتورهای موثر در

تجهیزات متعارف رادیویی زیاد است. در سیستم AIS از آنجا که طراحی بر اساس استانداردهای دریایی صورت می گیرد و از یک فرکانس خاص دریایی که مشابه کانال های دریایی ITU نمی باشد استفاده می شود، امکان تداخل وجود نخواهد داشت.

از آنجا که در سیستم مانیتورینگ ماهواره ای ارسال اطلاعات از طریق ماهواره و فضا صورت می گیرد، محدوده وسیعی از زمین را تحت پوشش خود قرار می دهد، لذا این سیستم، دارای بیشترین تطابق با شاخص محدوده تحت پوشش می باشد. سیستم مانیتورینگ GSM کمترین وسعت محدوده تحت پوشش را دارد؛ زیرا این سیستم مانیتورینگ، فقط در محدوده آنتن دهی دکل های BTS مخابراتی فعال می باشد.

در شاخص رؤیت آنلاین اطلاعات، سیستم مانیتورینگ AIS بیشترین امتیاز و سیستم مانیتورینگ ماهواره ای، کمترین امتیاز را کسب نمودند. از آنجا که سیستم مانیتورینگ AIS بر اساس امواج رادیویی عمل می کند، لذا قادر به ارسال اطلاعات به صورت مداوم می باشد و با توجه به طراحی ساخت این سیستم (CPU با قدرت پردازش بالا) می تواند اطلاعات را به صورت آنلاین ارسال نماید. در سیستم مانیتورینگ ماهواره ای، ارسال اطلاعات با فواصل زمانی صورت می پذیرد. با توجه به هزینه گران ارسال دیتا، دارای کمترین مقدار ارسال در دقیقه می باشد.

در خصوص شاخص مربوط به بازگشت سرمایه، سیستم مانیتورینگ AIS بیشترین مقدار را کسب نموده است. زیرا این سیستم، جهت سرویس دهی به یگان های دریایی می باشد و می توان بر اساس قوانین ملی از مجموعه های بهره مند از این سیستم، هزینه دریافت نمود. بدیهی است این امر باعث بازگشت سریع تر سرمایه خواهد شد. سیستم مانیتورینگ ماهواره ای بدلیل هزینه بالای آبونمان و ارسال اطلاعات، در طولانی مدت هزینه بالایی را طلب می کند که باعث می شود کمترین تطابق را با این شاخص داشته باشد.

در ارتباط با تعمیر و نگهداری، با توجه به حضور گسترده متخصصان حوزه سیستم های GSM در کشور، تعمیر و نگهداری آن به سهولت قابل انجام می باشد. لذا این سیستم دارای بیشترین تطابق با شاخص یاد شده می باشد. سیستم پایش ماهواره ای نیز با توجه به عدم وجود

[7] سخایی، م. (۱۳۸۹)، امنیت سیستم های اسکادا، مرکز آموزش مخابرات، ۱۳۸۹، سمینار آموزشی مبارزه با بد افزار Stuxnet، شرکت مخابرات ایران، تهران.

[8] صفارزاده، م.، عزیزآبادی، ا.، حمیدی، ح؛ شهبا، م. ع، حمل و نقل دریایی، ۱۳۸۵، انتشارات اسرار دانش، تهران.

قاسمی، ع.، و باقرخانی، م.، سیستم های مخابراتی و کمک ناوبری دریایی، ۱۳۸۸، انتشارات اسرار. دانش، تهران.

[9] هراتی مختاری، ع، تاثیر سیستم شناسایی اتوماتیک (AIS) بر ایمنی دریانوردی، پایان نامه دکترای دانشگاه موزر لیورپول، لیورپول، ۱۳۸۵.

انتخاب سیستم های مانیتورینگ، با توجه به شرایط جغرافیایی محیطی، نسبت به انتخاب سیستم مانیتورینگ مناسب اقدام نمایند. با توجه به موارد یاد شده فوق، نتایج این تحقیق به شرح زیر می باشد:

پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی، سیستم مانیتورینگ AIS بهینه ترین سیستم انتخاب می گردد. پس از آن، سیستم مانیتورینگ رادیویی و سیستم SCADA، در اولویت های بعدی قرار می گیرند.

شایان ذکر است در حال حاضر جهت سرویس، تعمیر و نگهداری هریک از علائم کمک ناوبری و سیستم روشنایی آنها، در سال مبالغ بسیار زیادی هزینه صرف می گردد. با عنایت به تعداد زیاد علائم کمک ناوبری در سواحل جنوبی کشور و همچنین دریای خزر، با نصب سیستم های مانیتورینگ تشریح شده، ضمن افزایش ضریب ایمنی و کیفیت خدمات دریایی، صرفه جویی چشمگیری نیز در بودجه های تعمیر و نگهداری سازمان های ذیربط بعمل خواهد آمد.

#### ۹- منابع

- [1] Hwang, H. and Donghui, Y. Remote Monitoring and Controlling System Based on ZigBee Networks, International Journal of Software Engineering and Its Applications Vol. 6, No. 3. PP. 35-42. ۲۰۱۲
- [2] Bangali, J. and Shaligram, A. Design and Implementation of Security Systems for Smart Home based on GSM technology International Journal of Smart Home Vol.7, No.6 (2013), pp.201-208. ۲۰۱۳
- [3] IALA Guideline No.1098 on the Application of AIS - AtoN on Buoys, Edition 1, May 2013
- [4] IALA Recommendation A-126 on the Use of the Automatic Identification System (AIS) in Marine Aids to Navigation Services Edition 1.5 June 2011
- [5] پورتال اینترنتی اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر (<http://bikport.pmo.ir>)، دسترسی ۱۳۹۳/۰۶/۲۸، ساعت ۱۲:۰۰.
- [6] زارع دوست، م.، حیدری نسب، م.، سبزهعلیان، م.، سیستم کمک ناوبری و بویه گذاری مجازی، اداره بندر امام خمینی، ۱۳۹۱، ص ۱-۱۴. (۵)