

کنترل بهتر مرزهای دریایی ایران

شبکه حسگر بی سیم راهبردی جهت کنترل بهتر مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس

محسن جان پرور^۱، هادی زرقانی^۲، ریحانه صالح آبادی^۳، افشین جهان بین^۴

تاریخ دریافت ۹۲/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش ۹۳/۲/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: پیشرفت‌های صورت گرفته ناشی از جهانی شدن تحرکات بیشتر افراد، کالاها و ... را فراهم آورده و کنترل مرزها را سخت تر کرده است و حکومت‌ها را با مشکل مواجه ساخته است. این مشکلات ناشی از کاهش قدرت کنترل مرزها در منطقه‌ی خلیج فارس از اهمیت بر جسته تری برخوردار است زیرا کاهش کنترل مرزهای دریایی در این بخش می‌تواند امنیت ملی و منافع ملی کشور را با مشکل مواجه سازد. با توجه به پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی‌سیم توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده استفاده از آنها برای کنترل مرزهای دریایی شده است.

روش: مقاله حاضر به روش توصیفی تحلیلی در پی پاسخ به این سوال است که آیا می‌توان از شبکه حسگر بی سیم جهت کنترل بهتر مرزهای دریایی در خلیج فارس استفاده کرد؟

نتایج و یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان دهنده آن است که استفاده از شبکه‌ی حسگر بی سیم حرکت، تعرض، عملیات نظامی یا حتی کشتیرانی در آبهای سرزمینی کشور را به راحتی تشخیص داده و برای ایجاد امنیت وارد عمل می‌شود. این شبکه با توجه به افزایش سرعت دسترسی به اطلاعات در نقطه‌های مختلف، هزینه کم نگهداری، مصرف

^۱. استادیار جغرافیای سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول؛ ایمیل: janparvar@um.ac.ir)

^۲. دانشیار جغرافیای سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد

^۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد

^۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد، نرم افزار دانشگاه فردوسی مشهد

انرژی پایین می‌تواند راهبردی مناسب جهت کنترل مرزهای دریایی باشد. از سوی دیگر، زمانی که دشمن سعی دارد با فرستادن امواج رادارهای نظامی را از کار بیندازد این سیستم می‌تواند به کار خود ادامه دهد.

واژگان کلیدی: شبکه حسگر بی‌سیم، کنترل مرز، مرزهای دریایی ایران، خلیج فارس

مقدمه

اساساً کنترل قلمرو هر کشوری اولویت اول در برقراری امنیت آن کشور و دستیابی به منافع ملی محسوب می‌شود و در این چارچوب، کنترل مرزها مخصوصاً مرزهای دریایی از اهمیت زیادی برخوردار است. تنگه‌ها و آبراه‌های دریایی همواره برای قدرت‌های بزرگ حائز توجه بوده اند به طوری که کشورهای داعیه دار قدرت تلاش کرده اند بر آنها تسلط یابند. قدرت‌های بزرگ به دلیل نقش دریاها و آبراه‌های بین‌المللی در تجارت جهانی و کسب جایگاه سوق الجیشی از گذشته‌های دور تاکنون در صدد بوده اند که برتری نظامی خود در آن مناطق ثابت و تا حد امکان حضور کشورهای رقیب را کاهش دهند (حافظ نیا، ۱۳۸۵: ۲۲۸). اهمیت دریاها در کسب جایگاه برتر سیاسی و نظامی به حدی است که برخی نظریه پردازان مانند «آلفرد تایر ماهان» کنترل بر دریاها را شرط اصلی برای تبدیل شدن به یک قدرت جهانی دانسته اند. به نظر این اندیشمند، در نزاع بین قدرتها، نیروهایی که در موقعیت دریایی برتری قرار دارند از امکانات بیشتری برای در دست گرفتن ابتکار عمل بر خوردار هستند (عزتی، ۱۳۸۵: ۱۲۲). با گذشت زمان و افزایش توانایی و نیاز کشورها به استفاده از منابع موجود در دریاها نگاه صرف نظامی و حمل و نقل به این فضاهای عوض شد و بهره‌گیری از منابع و معادن موجود در دریاها جهت رشد و توسعه کشورها توانست جایگاه برجسته‌ای به خود اختصاص دهنده. یکی از اثرگذار ترین منابع که توانست در بخش‌ها و فضاهای ویژه دریایی نظیر خلیج‌ها با توجه به نیاز روز افزون جوامع به آن اهمیت و وزن ژئوپلیتیکی این فضاهای را بالا برد منابع نفت و گاز موجود

در آنها است. در این میان، منطقه خلیج فارس، به دلیل دارا بودن جایگاه سوق الجیشی و حد فاصل راه های موصلاتی غرب و شرق؛ و وجود منابع غنی نفت و گاز که ۶۵ درصد نفت جهان در این منطقه ذخیره شده است کشورهای این حوزه بیش از نیمی از ذخایر شناخته شده نفت را در اختیار دارند (ولدانی، ۱۳۸۷: ۲۵)، از جایگاه برجسته ای برخوردار می باشد. نکته حائز اهمیت آنکه تا کنون به دلیل ضعف قدرت دریایی کشورهای منطقه، تامین امنیت این منطقه در عرصه دریاهای متکی به حضور قدرت های فرامنطقه ای بوده است. خلیج فارس از منظر قابلیت ها و کارکردهای ژئوپلیتیکی، ژئواستراتژیکی و ژئوکونومیکی دارای ارزش و اهمیت فراوانی است. یکی از مهمترین مباحث در مورد مرزهای بین المللی به ویژه در مناطق پر تنش و ناامن، کنترل و مراقبت از مرزها می باشد. نظارت و کنترل مطلوب مرزها از آن حیث که تاثیر بسیار مهمی بر امنیت یک کشور دارد، همواره و در طی تاریخ مورد توجه حکومت ها بوده است (Glassner, 2004: 80). در واقع کنترل بهینه مرزهای سیاسی، همواره از دغدغه های اصلی حکومت ها بوده است. با این حال، هنوز هم در بخش های مختلف جهان، کنترل بهینه مرزها، معضلی برای حکومت هاست و دولت ها، همچنان در صدد یافتن راههای بهتر و موثرتری برای کنترل مرزهایشان هستند (زرقانی، ۱۳۸۶: ۵۸). کشور ایران نیز، در سال های اخیر به دلیل وجود شرایط نامناسب و حتی بحرانی در برخی کشورهای همسایه و پیامدهای منفی آن، سیاست کنترل مرزهای بین المللی را با جدیت مورد توجه قرار داده است. با این وجود در مرزهای دریایی، با توجه به محدودیت های گارد ساحلی ایران و مسئولیت های سنگین آن در زمینه هایی چون کنترل انواع قاچاق، تردد های غیر مجاز مرزی، نظارت بر تحرکات شناورهای بیگانه و دهها وظیفه دیگر که در این منطقه ژئواستراتژیکی بر عهده دارند و نیز با توجه به گستره عظیم دریایی حرکت جهت استفاده و بکارگیری از تکنولوژی های جدید و کارآمدتر جهت کنترل دقیقت و کارآمدتر مرزهای کشور در حوزه خلیج فارس از جایگاه برجسته ای برخوردار می باشد. در این

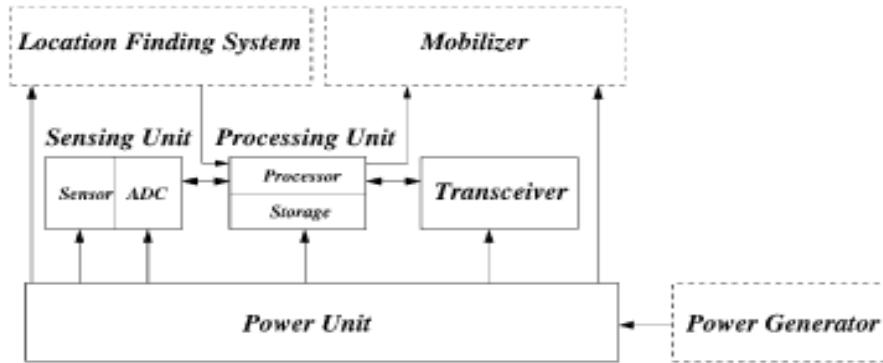
راستا، تحقیق حاضر در پی پاسخ به این سوال است که آیا می‌توان از شبکه حسگر بی سیم جهت کنترل بهتر مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس استفاده کرد؟ مفروضه‌ی اصلی پژوهش بر این پایه استوار است که با توجه به پیشرفت تکنولوژی درجهان باید همگام با علم و دانش حرکت کرد روش‌های قدیمی کنترل مرز دیگر جوابگوی نیازهای امنیتی کشور نمی‌باشد، از این رو شبکه حسگر بی سیم به عنوان روشی نوین جهت کنترل بهتر مرزها معرفی می‌گردد. بر این اساس، نویسنده‌گان مقاله حاضر سعی دارند گام مثبتی جهت دستیابی به این مهم از طریق معرفی و پیشنهاد شبکه حسگرهای بی سیم بردارند.

روش تحقیق

روش کلی تحقیق حاضر توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات مربوط به بخش نظری پژوهش به شیوه کتابخانه‌ای و با مراجعه به کتب، مقالات و سایت‌های معتبر اینترنتی گردآوری شده است و سعی گردیده که ضمن معرفی مرزهای دریایی و اختلافاتی که بین کشورهای منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای در این منطقه‌ی حساس وجود دارد راهبرد جدیدی مبنی بر استفاده از حسگرها بی‌سیم برای کنترل مرزهای دریایی خلیج فارس با کمک دانش مهندسی معرفی نماید. شبکه حسگر بی‌سیم می‌توانند جزء لاینفک عملیات فرماندهی نظامی، کنترل امور، مخابرات، فعالیت‌های کامپیوتري، امور جاسوسی و مراقبتی و سیستم‌های هدف گیری باشند. ویژگی‌های شبکه‌های حسگر که شامل استقرار نصب سریع و کم خطا بودن آنها می‌باشد، استفاده آنها را در امور نظامی افزایش داده است چون شبکه‌های حسگر مبتنی هستند بر وسائل کوچک و فشرده و ارزان قیمت، لذا در صورتی که این قطعات توسط نیروهای دشمن از بین برونده، تهدیدی برای عملیات نظامی محسوب نمی‌شوند و بدین ترتیب شبکه‌های حسگر می‌توانند روش بهتری برای کنترل عملیات در میادین جنگ باشند. گره حسگر بی‌سیم از قسمت‌های اصلی زیر تشکیل شده که در طراحی‌های مختلف آن با توجه به نوع کاربرد، انتخاب درست هر یک از این

قسمت‌ها اهمیت پیدا می‌کند. این اجزا همانطور که در شکل ۱ آمده است، عبارتند از: منبع تغذیه، واحد پردازش، واحد حسگر، واحد انتقال و واحد حافظه.

شکل ۱: قسمتهای اصلی گره حسگر بی سیم



پیشیه تحقیق

پژوهش‌های گوناگونی در جهت مدیریت و کنترل مرزها در کشور صورت گرفته است از جمله: دکتر محمدحسین افسردی و دکتر محسن جانپرور در قالب کتابی با عنوان الگوی مدیریت مرزهای سرزمینی (مطالعه موردی مرزها دریایی ایران در خلیج فارس) عوامل موثر بر کنترل و مدیریت مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس را در قالب ۲۵ شاخص مورد ارزیابی قرار داده اند.

دکتر علی اصغر روشن و حسن سعادتی جعفرآبادی در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی نقش و کارکرد کنترل مرز استان خراسان رضوی با افغانستان و تاثیر آن بر امنیت استان» به مولفه‌ها و فاکتورهای موثر بر کنترل و مدیریت مرز با توجه به متغیرهای مستقل و وابسته‌ی تعریف شده در مناطق تربت جام، تایباد و خوف میپردازند و تاکید مینمایند که ایجاد مدل تلفیقی و احداث بازارچه‌های مرزی در رونق اشتغال نقش بسزایی دارد و خود نمونه‌ای بارز در ایجاد امنیت نواحی مرزی محسوب میشود.

دکتر محمود حیدری و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «ژئوپلیتیک مرز و الگوی مدیریت و کنترل مرزهای شرقی ایران» بیان می‌کنند که پاسگاه، برجک، بازارچه‌های مرزی و راه مرزی مهم ترین نقش

را در کنترل و امنیت مرز ایفا مینمایند و اقداماتی از جمله مناسبات دیپلماتیک، موانع فیزیکی، راه اندازی هنگ های مرزی و استفاده از تجهیزات الکترونیکی و ایجاد قرارگاه شرق از منظر کارایی و اثر بخشی در اولویتهای چهارم تا هشتم قرار میگیرند.

دکتر سیدهادی زرقانی، دکترهادی اعظمی و امین لطفی در مقاله ای تحت عنوان «بررسی شیوه‌ها و سیاستهای مدیریت مرزها و نقش آن در امنیت مرز» بیان می‌نمایند که سه شیوه‌ی مختلف برای نظارت و امنیت مرز در منطقه‌ی خراسان رضوی وجود دارد از جمله: ۱-شیوه‌های فیزیکی، ۲-شیوه‌های الکترونیکی، ۳-طرح‌ها و سیاستهای کنترل مرز که این ۳ شیوه نقش اساسی در کنترل و مدیریت مرزهای شرقی را بر عهده دارند.

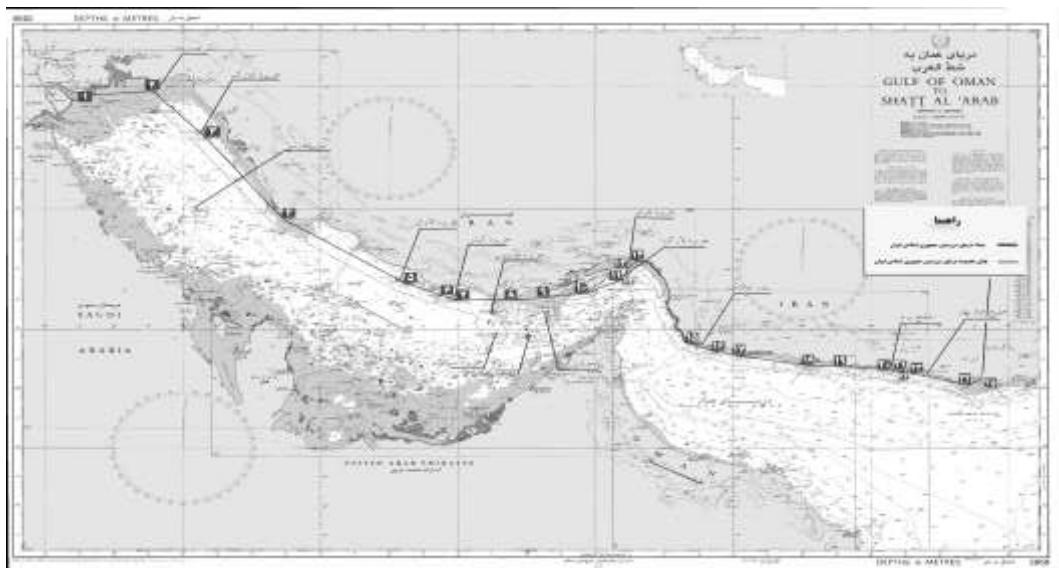
ادیبات و مباحث نظری

مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس: مرزهای جنوبی ایران را تماماً مرزهای آبی و دریایی تشکیل میدهد که از خلیج گواتر در دریای عمان تا دهانه‌ی فاو در منتهی‌الیه غربی خلیج فارس کشیده شده است این نوع مرزها جزء مرزهای طبیعی کشور محسوب می‌گردند و در اکثر مقاطع تاریخی، مرز سیاسی دولت ایران به شمار می‌رفته‌اند. تنها در برخی مقاطع تاریخی نظری عصر هخامنشیان، ساسانی، صفویه و افشاریه، مرزهای سیاسی ایران تا سواحل جنوبی خلیج فارس پیش رفته است (قیادی، ۱۳۸۸: ۳۸۳). بر این اساس می‌توان گفت، در واقع با پیدایش نفت در خلیج فارس، مسئله سرحدات مرزی آبی و خاکی و حدود قلمرو حاکمیت کشورهای ساحلی مطرح شد و اختلاف‌ها و رقابت‌های سیاسی جنبه ملموس پیدا کرد. قبل از آن دوران، مرزهای سیاسی کشورهای حاشیه خلیج فارس مبهم و نامشخص و حاکمیت آنها بر دریایی مجاورشان مقوله‌ای نه در قلمرو حقوق بین‌الملل، بلکه در گرو قدرت و سیاست استعمارگران و بیگانگان بود. در حقیقت قلمرو حاکمیت شیوخ و

دولت‌های حاشیه خلیج فارس، محدوده به «مرزهای مصلحتی» با ترسیم خطوط مبهم می‌شد. به زبان دیگر اساس حاکمیت سرزمینی در مفهوم و تعبیر غربی آن مقوله‌ای ناشناخته بود و تنها محدوده استقرار قبیله‌ها ملاک تعیین مرزها محسوب می‌شد، حتی اکثر فمانروایان سنتی این منطقه از تثییت حدود مرزهای خود گریزان بودند؛ از جمله نقل می‌کنند که ابن سعود با پیشنهاد سرپرستی کاکس در مورد تثییت مرزها ناخشنود بود. توجیه ساده و بعضًا منطقی این مخالفت این بود که حکمرانان سنت-گرا و روسای قبایل این منطقه فایده اند کی در ترسیم خطوط مجازی در پهنه کویرها و شنزارها می-دیدند. آنچه در این وادی بی‌آب و علف مهم به حساب می‌آمد، وجود چاه و چشمه آب در واحه‌ای کوچک با چند نخل خرما بود. در جهت مقابل در ناحیه شمالی خلیج فارس، مسئله تحدید حدود مرزی شکل پیشرفته‌تری داشت و قواعد حقوقی - سیاسی حاکم در غرب ناظر بر حدود حاکمیت دولت ایران بر قلمرو خشکی و آبی و جزایر از اعتبار و ملاک خاصی برخوردار بود (کاظمی، ۱۳۶۸: ۲-۳). به طوری که، قبل از آن که کشورهای کنونی جنوبی خلیج فارس بر روی نقشه‌های جهان پیدا شوند در مناطق شمالی آن ایران، عثمانی، هند و سایر قدرت‌های موجود، بخش زیادی از مرزهای خود را مشخص و محدوده‌های خود را تعیین کرده بودند. اما در کرانه‌های جنوبی خلیج فارس که قدرت‌های خارجی قرن‌ها در آن حضور داشته و به نوعی آن را اداره می‌کردند تعیین مرزها همچنان مبهم و نامشخص بود. از نیمه دوم قرن بیست به تدریج تعیین مرزهای سیاسی اهمیت پیدا کرد و کشورهای منطقه شروع به تعیین مرزهای خود کردند (ربیعی، ۱۳۸۸: ۱۰۳). در این راستا، کشور ایران مرزهای خود در این قلمرو دریایی (دریای عمان و خلیج فارس) را، در چهارچوب قوانین ملی و متأثر از قواعد بین‌المللی شروع به تعیین کرد و اولین قانون دریایی خود را در سال ۱۳۱۳ه.ش/ ۱۹۳۳م و دومین قانون را در سال ۱۳۳۸ه.ش/ ۱۹۵۹م به تصویب رساند. سومین قانون دریایی ایران در چهارچوب کنوانسیون ۱۹۸۲ در تاریخ ۳۱ فروردین ۱۳۷۲ه.ش به تصویب مجلس شورای اسلامی رسید و امروزه

ملاک تحديد حدود مناطق دریایی ایران در دریای عمان و خلیج فارس محسوب می شود. در این قانون، تصویب‌نامه مورخ ۱۳۵۲ ه.ش هیأت وزیران در خصوص تعیین خط مبدأ و آبهای داخلی ایران نیز مورد تأیید قرار گرفته است. مطابق این مصوبه خط مبدأ ایران که مبنای تعیین حدود سایر مناطق دریایی است، از دهانه فاو تا خلیج گواتر ۲۵ نقطه مشخص دارد (نقشه(۱)) (حافظ نیا، ۱۳۸۱: ۳۳۷).

نقشه ۱: نقاط ترسیم خط مبدأ و محدوده دریای سرزمین، در جنوب کشور جمهوری اسلامی ایران



کنترل مرز: مرز و مرزبانی دارای تاریخچه‌ای بسیار کهن است. بشر از زمانی که توانست محدوده‌های تحت حاکمیت خویش را مشخص سازد در اندیشه‌ی حفاظت از آن برآمده و سعی کرده است با روش‌های مختلف مرزهای قلمرو خود را تا حد امکان کنترل و مدیریت کند. با شکل‌گیری حکومت‌ها کنترل و حفاظت از محدوده‌های قلمرو کشورها جهت برقراری نظم و امنیت جایگاه برجسته و پر اهمیتی به خود اختصاص داد و حکومت‌ها به صورت‌های مختلف سعی در کنترل محدوده‌ها و مرزهای قلمرو خود کرده‌اند که ساخت دیوار چین، هاردن، دیوار گرگان و ... از سوی حکومت‌ها شواهدی بر این مدعای ادوار گذشته است؛ البته نمونه‌هایی از این انسداد مرزی در عصر حاضر نیز

مشهود است که نمونه های بارز آن عبارتند از دیوار مرزی عربستان با کشورهای یمن و عراق، دیوار حایل رژیم صهیونیستی با فلسطین، دیوار مرزی اکراین و روسیه، هند و بنگلادش، ایران و پاکستان و با گذشت زمان اندیشه ها و تلاش هایی جهت دستیابی به کنترل و مدیریت صحیح مرزها با توجه به تحولات صورت گرفته در طول زمان توسعه پیدا کرده است تا حکومت ها بتوانند کنترل و مدیریت مرزهای خود را با پیشرفت های صورت گرفته در عرصه های مختلف فناورانه و علمی هماهنگ نمایند. مدیریت مرز اغب به روشهای فناوری هایی که به افراد، دولتها و حکومتها کمک میکند تا مسایل مرزی، عبور و مرور افراد، کالا و ... را منطبق با قوانین و مقررات کشور انجام دهنند، اشاره میکند (حافظ نیا و جانپرور، ۱۳۹۲: ۴). پیشرفت های روزافزون در فناوری و تجهیزات در قرن حاضر تا حدی بوده است که آن را به قرن انفجار اطلاعات موسوم نموده است. در این مسیر لازم است جوامع و حکومت ها خود را با آخرین دست آوردهای بشری آشنا و مجهز نمایند. عرصه مرز و مرزبانی نیز از این قاعده مستثنی نیست و کنترل و مدیریت مرزها به نحو بهینه نیازمند استفاده و بکارگیری از تجهیزات و فناوری روزآمد و پیشرفتی است تا این طریق بتوان نظم و امنیت را در مناطق مرزی به صورت خاص و در کل کشور به صورت عام برقرار کرد. گستردگی مرزهای جغرافیایی کشور و شرایط فیزیوگرافی مرزها سبب شده تا کنترل مرزها با تدبیری خاصی همراه گردد این تدبیر مشکلات اساسی برای کنترل صحیح مرزهای کشور فراهم نموده است و در عمل سبب شده تا مدیریت و کنترل مرزها به صورت صحیح انجام نپذیرد و علاوه بر هزینه های هنگفت، تلفات جانی نیز افزایش یابد. برای کاهش هزینه های جانی و مالی باید از روش های نوین و متناسب با زمان بهره گرفت از جمله ای تکنولوژی های نوینی که میتوان به عنوان سیستم کارآمد کنترل مرزی اشاره کرد سیستم حسگرهای بی سیم است.

شبکه حسگر بی‌سیم راهبرد جدید کنترل و مدیریت مرزها: پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی‌سیم، توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربردهای گوناگون را بوجود آورده است. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده‌ای برای ایجاد و گسترش شبکه‌هایی موسوم به شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده‌اند. این شبکه‌ها که کنترل با اطمینان بالا از راه دور را فراهم می‌کنند، اساساً شبکه‌های جمع‌آوری داده هستند و کاربر نهایی نیازمند توصیف سطح بالا از محیطی است که حسگرها در آن قرار دارند (Hatime, Heinzelman, 2009: 955). شبکه‌های حسگر بی‌سیم یکی از جدیدترین تکنولوژی‌های ساخته شده تا امروز است که با استفاده از این شبکه می‌توان بطور مداوم و بویژه در شرایط خاص بعنوان مثال مرزهای کشور در طول منطقه کوهستانی صعب العبور یا منطقه عملیاتی را مورد مانیتورینگ قرار داد. همچنین از آنجایی که نیروی انسانی همراه به طور ۱۰۰ درصد قادر به کنترل تمام مرزها نیست و خطاهای ناشی از او همیشه محتمل است، بنابراین استفاده از اینگونه شبکه‌ها بسیار احساس می‌شود. لازم بذکر است این سیستم حتی میتواند مسیر حرکت را به طور واضح و دقیق برای نشان دهد و ما از وجود مسیر حرکت بعدی اطلاع حاصل کنیم و تصمیم‌گیری لازم را بعمل آوریم. ویژگیهای این طرح عبارت است از:

- ۱- تشخیص و تعیین نوع جسم حرکت کننده
- ۲- تشخیص مسیر حرکت شی و پیش‌بینی مسیر حرکت بعدی
- ۳- استئار بسیار عالی در محیط (کتاب هنر جنگ؛ اگر میخواهی دیده نشوی جلو چشم باش)
- ۴- نبود نیروی انسانی در محیط و مشکلاتی مانند اسیر شدن و تلفات ناشی از زیر نظر داشتن
- ۵- هزینه کم در مقایسه با سیستم‌های نظارتی دیگر.

یافته‌های تحقیق

الف) نقش تجهیزات و امکانات در اداره و کنترل مرزها

پیشرفت‌های روزافرون در فناوری و تجهیزات قرن ما را به قرن انفجار اطلاعات موسوم نموده است. در این مسیر لازم است جوامع خود را با آخرین دست آوردهای بشری آشنا و مجهز نمایند (فن آوری و تجهیزات). پلیس یکی از ارکان اصلی کشور است که وظیفه برقراری و حفظ امنیت را از مرز تا عمق کشور به عهده دارد. برای انجام این ماموریت مهم داشتن تجهیزات کیفی و فن آوری پیشرفت‌هه و امکانات ضروری امری اجتناب ناپذیر است. برقراری امنیت در مرز نیازمند تجهیزات و امکانات تسليحاتی، ارتباطی و خدماتی متناسب با شرایط فیزیکی و جوی منطقه مرزی نیز می‌باشد به نحوی که تحرک و حضور سریع پرسنل مرزی را در کوتاه‌ترین مدت در هر منطقه‌ای از مرز که لازم باشد، به ویژه در مرزهایی از کشور که در مجاورت تهدیدهای بزرگ، از جمله ورود مواد مخدر، قاچاق کالا و اسلحه، انسان و ... قرار دارند، تأمین نماید (صنایعی، ۱۳۸۶: ۴۱). تجهیزات و امکانات کنترل مرزها را می‌توان به دو دسته به شرح زیر تقسیم نمود:

تجهیزات فیزیکی - فنی کنترل مرز: در این روش مراقبت از مرزها، ضمن استفاده از عامل انسانی وظیفه مراقبت از مرزها با اتکا و استفاده از تاسیسات ایجاد شده چون حفر کanal، انسداد دهانه‌های مرزی، سیم خاردار، پاسگاهها و برجک‌های مرزی، خاکریز و راه مرزی صورت می‌گیرد.

حفر کanal: این نوع استحکامات که بیشتر به انسداد فیزیکی نیز معروف هستند در بخشی از استان سیستان و بلوچستان که شامل نوار جنوبی مرز شهرستان زابل از قلعه رستم تا قره قرقوک جنوبی به طول ۴۰ کیلومتر و همچنین منطقه‌ی میرجاوه به طول ۳۰ کیلومتر و منطقه‌ی مرزی ریمدان در شهرستان چابهار انجام شده است.

انسداد دهانه های مرزی: مشخصه‌ی این نوع استحکام ایجاد دیوار بتنی در معبراز طریق اتصال دو طرف کوه به یکدیگر می‌باشد. با اجرای این شیوه از استحکام مرزی استفاده‌ی قاچاقچیان از گلوگاهها و به عبارتی کوره راهها غیر ممکن می‌شود. این طرح نیز در بخش‌هایی از مناطق زاهدان، میرجاوه، خاش، سراوان و ایرانشهر اجرا شده است.

سیم خاردار: این شیوه از استحکام عمدتاً در بخش‌های دشت و هموار که عبور قاچاقچیان و متجاوزین مرزی به صورت پیاده و یا با شتر و موتور صورت می‌گرفته است، اجرا شده است. این شیوه در مناطق مرزی تربت جام، تایباد در استان خراسان رضوی و منطقه‌ی میرجاوه در استان سیستان و بلوچستان اجرا شده است. مشخصه‌ی این طرح استفاده از دو ردیف سیم خاردار در دو طرف و یک تا پنج ردیف سیم خاردار حلقوی در وسط می‌باشد.

پاسگاه و برجک‌های مرزی: این پاسگاهها در فواصل معینی در مناطق مرزی ایجاد می‌شوند تا عملیات نظامی سریعتر صورت گیرد. در مرزهای شرقی به جز بخش‌هایی از مناطق مرزی سراوان و ایرانشهر که پاسگاههای مرزی مصوب احداث نشده است در سایر مناطق این پاسگاههای مرزی فعال می‌باشند.

خاکریز: این شیوه از انسداد مرزی عمدتاً در خراسان اجرا شده است، بدین صورت که با احداث خاکریز در منطقه‌ی صفر مرزی در برابر ورود کاروان‌های قاچاق مواد مخدر به ویژه کاروان‌های خودرویی و موتوری مانع ایجاد نموده و همچنین به عنوان عاملی جهت پشتیبانی از عملیات و حضور نیروهای مرزی در مقابله با قاچاقچیان و عوامل ناامنی در مناطق مرزی در نظر گرفته شده است.

راه مرزی: به منظور حضور سریع و به موقع نیروهای مرزی در مناطق پر خطر جهت مقابله با عوامل تنش زا از دهه ۶۰ احداث راه مرزی به طور مستقیم و غیر مستقیم در دستور کار قرار گرفته است به

نحوی که در حال حاضر هزاران کیلومتر راه مرزی که بخش عمده‌ای از آن آسفالته می‌باشد احداث گردیده است (قبادی، ۱۳۸۸: ۲۵۲).

تجهیزات الکترونیکی کنترل مرزها: تجهیزات و سیستم‌های مختلف فنی، وسائلی هستند که توانمندی نیروهای عمل کننده را در کنترل و مراقبت از مرز افزایش می‌دهند (خبری و نامی، ۱۳۸۸: ۹۸). وجود مرزهای طولانی کشور، وضعیت توپوگرافیکی زمین (پستی‌ها و بندهای)، پوشش گیاهی و جنگلی، سواحل و باتلاق‌ها، رودخانه‌ها و کویری بودن مناطق مرزی موجب شده است که تنها عامل نیروی انسانی و روش‌های فیزیکی یا ساخت سازه‌ها در زمین برای حفاظت و مراقبت از مرزها کافی نباشد امروزه تجهیزات و استفاده بهینه از آنها از مشکلات استفاده محض از انسان و اتلاف سرمایه‌ها می‌کاهد، راندمان کار را افزایش داده و نقش امیدوار کننده‌ای در اداره مرزها دارد). استفاده از دوربین‌های دوربرد الکترونیکی، نصب سیستم‌های هوشمند و هشدار دهنده در نقاط صفر مرزی، به کارگیری سیستم‌های مخابراتی پیشرفته، دوربین‌های دید در شب، استفاده از پهبت از جمله نمونه‌های از دانش نوین فنی در کنترل مرز است. پوشش کامل و مراقبت دائمی از مرزها احتیاج به دهها هزار نیرو در خط دارد، اگر نیروهای پشت خط و نیروهای پشتیبان و تدارکاتی به آنها اضافه شود، رقمی در حدود چند صد هزار نفر خواهد شد که تامین این نیرو و هزینه نگهداری و تدارک آن نیز مشکلات بعدی را در بر خواهد داشت. در کشورهای پیشرفته، برای مراقبت از مرز، بیشتر از تجهیزات فنی و الکترونیکی همراه با تاسیسات استفاده می‌شود (لطفی، ۱۳۹۰: ۱۷۴).

(ب) روش‌های کنترل مرز

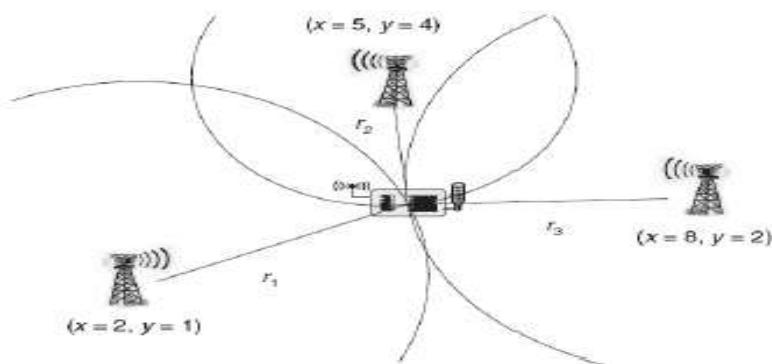
روش‌های موقعیت‌یابی: اطلاعات موقعیت گره‌ها می‌تواند به صورت نسبی یا مطلق مطرح گردد. در صورت استفاده از دستگاه مختصات مطلق، چند anchor یا مرجع مورد نیاز است (برای سیستم‌های ۲ بعدی حداقل سه تای آنها مورد نیاز است). مرجع‌ها در واقع گره‌هایی از شبکه هستند

که مختصات خود را در دستگاه مختصات مطلق می‌دانند از اصطلاحات استفاده شده دیگر برای مرجع می‌توان به landmarks و یا beacons نام برد. به طور کلی سه روش اصلی برای محاسبه موقعیت یک گرہ در شبکه وجود دارد. که عبارتند از: استفاده از اطلاعات گره‌های همسایه (Proximity)، استفاده از قضایای هندسی مانند trilateration، triangulation و در نهایت بررسی و تجزیه تحلیل مشخصات موقعیت در مقایسه با اطلاعات جمع آوری شده از قبل که به آن scene analysis می‌گویند.

در روش Proximity در صورتی که گرہ‌های مرجع، مختصات مطلق خود را توسط سیگنال‌های رادیویی ارسال کنند، با توجه به آنکه برد این سیگنال‌ها کوتاه است؛ گرہ‌های نزدیک به یک مرجع می‌توانند موقعیت تقریبی خود را با استفاده از اطلاعات ارسالی از طرف گرہ مرجع، بدست آورند. با توجه به این که اطلاعات دریافتی تا حدودی کلی می‌باشد، در برخی از موارد می‌تواند بسیار مفید واقع گردد. مثلاً با توجه به ماهیت ذاتی امواج مادون فرماز که توسط دیوار محدود می‌شوند، یک گرہ می‌تواند از این که در کدام اتاق قرار دارد مطلع گردد. در صورتی که یک گرہ بتواند از چندین مرجع اطلاعات مربوط به مختصات آنها را دریافت کند، می‌تواند با استفاده از محاسباتی مختصات مطلق خود را تخمین بزند. در روش Triangulation و Trilateration ارتباط مخابراتی بین دو گرہ می‌تواند موقعیت جغرافیایی آنها را نیز نسبت به هم مشخص کند، برای نمونه فاصله میان دو گرہ یا زوایایی که نسبت به یک مرجع واحد با یکدیگر می‌سازند می‌تواند موقعیت آنها را نسبت به هم مشخص کند. با استفاده از این اطلاعات مقدماتی می‌توان با دقت خوبی به موقعیت مطلق آنها دست پیدا کرد هنگامی که از فاصله بین موجودیت‌ها استفاده شود به این روش Lateration گویند و هنگامی که از زاویه استفاده شود بدان Angulation می‌گویند. برای استفاده از روش Lateration در یک صفحه لازم است یک گرہ فاصله دقیق خود را با (حداقل) ۳

مرجع داشته باشد. با استفاده از این ۳ فاصله یک گره می تواند محل طلاقی مکان هندسی نقاطی را که از هر یک از مرجع ها به همان فاصله از گره مذکور هستند بدست آورد (شکل ۲). ولی با توجه به اینکه اندازه گیری فاصله در روش های موجود هیچگاه بی نقص نیست لذا نقطه برخورد نیز در این حالت منحصر به فرد نخواهد بود و می تواند تشکیل یک ناحیه را بدهد. برای حل این مشکل می توان از تعداد بیشتری مرجع استفاده کرد که به مسئله Multilateration می انجامد. این روش یک روش پایه است که در بسیاری از روش های مورد بحث در این مقاله نیز از آن استفاده می شود. روش Angulation نیز بر این اساس است که در یک مثلث هنگامی که فاصله و زوایای دو رأس معین باشد، می توان رأس سوم را از طلاقی دو ضلع باقی مانده محاسبه کرد. مشکل عدم دقت کافی در اندازه گیری های انجام شده در این روش با استفاده از اندازه گیری های متعدد قابل حل خواهد بود.

شکل ۲: trilateration با استفاده از ۳ مرجع



برای استفاده از Multilateration، تخمینی از فاصله گره تا تعدادی از گره های مرجع مورد نیاز است. روش های متعددی برای تعیین فاصله وجود دارد که می توان به ToA، RSSI اشاره کرد

در RSSI با فرض اینکه توان سیگنال ارسالی P_{tx} مدل افت مسیر و ضریب افت مسیر α مشخص هستند. گیرنده می‌تواند از توان سیگنال دریافتی P_{rcvd} به فاصله d بین خودش و فرستنده، استفاده کند روش کار بقرار زیر است (Langendoen, 2002; Sichitiu, 2000: 300-305).

$$(1) P_{rcvd} = c \frac{P_{tx}}{d^\alpha} \leftrightarrow d = \sqrt[{\alpha}]{\frac{cP_{tx}}{P_{rcvd}}}$$

از آنجا که این روش نیازی به سخت افزار اضافی ندارد و همچنین فاصله براحتی و بدون نیاز به هماهنگی و ارسال سیگنالهای اضافی بدست می‌آید روش مناسبی به نظر می‌رسد.

در روش ToA زمان ورود یا همان Time of Flight که در برخی از متون به آن نیز می‌گویند روشی است که در آن از رابطه بین فاصله و زمان ارسال سیگنال، در صورت دانستن سرعت انتشار می‌توان استفاده کرد (Srivastava, 2001: 166-179). با فرض آنکه فرستنده و گیرنده زمان شروع ارسال را می‌دانند، با استفاده از زمانی که طول می‌کشد سیگنال از لحظه شروع به گیرنده برسد t و سرعت انتشار سیگنال v می‌توان فاصله بین دو گره را به صورت $d = v \cdot t$ محاسبه کرد. از آنجا که نیاز است بین فرستنده و گیرنده سنکرون سازی دقیقی صورت گیرد، لذا در صورت سنکرون نبودن فرستنده و گیرنده خطای اندازه گیری رخ خواهد داد، از اشکالات دیگر این روش آن است که سرعت انتشار بسته به محیط متفاوت عمل می‌کند و لذا شرایط محیطی بر اندازه گیری تأثیر گذار خواهد بود.

روش دیگر اندازه گیری فاصله، استفاده از اندازه گیری زاویه است. این زاویه می‌تواند زاویه مابین خط واصل گره با anchor نسبت به یک جهت مرجع مثلاً صفر درجه شمالی باشد. در روش های قدیمی اندازه گیری، زاویه را با استفاده از آتنن های جهت دار دور همانند ایستگاههای رادار اندازه گیری می‌کردند. روش دیگر، استفاده از چندین آتنن نصب شده با فواصل معین بر روی

سنسور است که در این حالت از اختلاف زمانی سیگنال دریافت شده توسط این آتنن ها جهت سیگنال ارسال شده محاسبه می گردد. هر چه اندازه و فواصل این آتنن ها از یکدیگر کمتر باشد، جهت اندازه گیری شده دقیق تر خواهد بود. از آنجا که این راه حل بسیار پر حجم است و گران تر از روش‌های یاد شده تمام می شود. معمولاً از آن کمتر استفاده می شود (Nasipuri, 2002).

شبکه حسگر بی سیم روش پیشنهادی: در این سیستم گره ها قادرند فاصله را بر اساس قدرت سیگنال دریافتی اندازه گیری کنند. تمام نودها در تمام زمان روشن هستند و هیچگاه به حالت Sleep نمی رود (به دلیل کنترل تمام وقت مرز دریایی). گره ها از کنترل توان برای تنظیم سطح توان ارسالی خود استفاده می کنند. انرژی گره ها چندان که در دیگر شبکه های حسگر حساسیت دارد حساس نیست و دوباره شارژ کردن آنها مشکل نیست. گره ها از لحاظ توان پردازشی و ارتباطی یکسان هستند و اهمیت مساوی دارند. گره ها در محیط ثابت هستند و از مکان جغرافیایی خود آگاه هستند. شکل چیدمان این شبکه پیشنهادی به صورت Mesh است.

در این بخش به بررسی روش پیشنهادی موقعیت یابی که با استفاده از سنсорهای ضربه سنج باعث تشخیص شی در مکان می شوند میپردازیم. در این روش فرض شده است نودها ثابت هستند. پروتکل پیشنهادی دارای ۳ فاز است:

- فاز چینش نودها به صورت Mesh
- فاز شناسایی همسایگان
- فاز انتقال اطلاعات به BS

هایتلمن مدلی برای مصرف انرژی به صورت زیر ارائه کرده است (Balakrishnan, 2002; Rosenberg, 2013: 178-183 , Yudhvir Singh, 2003: 45-63 , 660

از آن می‌توانیم انرژی مصرفی هر گره برای ارسال را بدست آوریم. هر گره برای ارسال L بیت داده به فاصله d از خود به اندازه E_s انرژی مصرف می‌کند که این از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$(2) \quad \begin{cases} L * E_{elec} + L * \varepsilon_{fs} * d^2 & d < d_{co} \\ E_s = \\ L * E_{elec} + L * \varepsilon_{mp} * d^4 & d \geq d_{co} \end{cases}$$

که در آن E_{elec} انرژی لازم برای فعالسازی مدارات الکترونیکی فرستنده است. d_{co} یک حد آستانه است. ε_{fs} و ε_{mp} انرژی فعالسازی تقویت کننده توان برای دو وضعیت چند مسیره و فضای باز است. در صورت بیشتر بودن فاصله از آستانه d_{co} با تنظیم تقویت کننده توان، فرستنده از مدل چند مسیره می‌توان استفاده نمود؛ در غیر این صورت از مدل فضای باز برای کانال استفاده می‌شود.

مقدار d از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$(3) \quad d = \sqrt{E_{fs}/E_{mp}}$$

همچنین مقداری انرژی برای دریافت این L بیت، در گره گیرنده صرف می‌شود:

$$(4) \quad E_r = L * E_{elec}$$

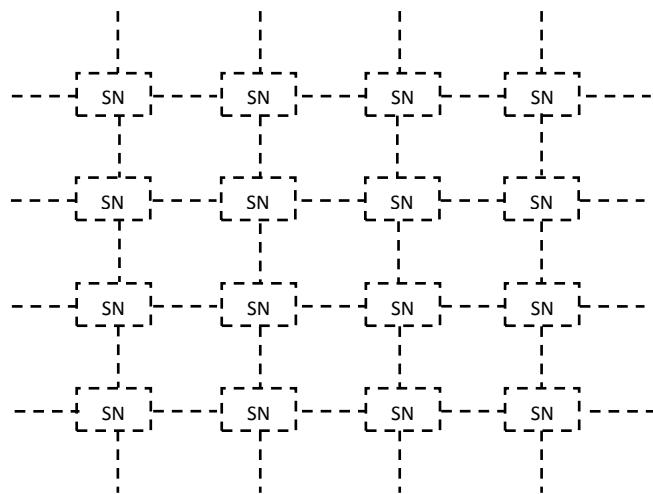
نحوه کار به این صورت است که در ابتدا BS با ارسال یک پیام به تمامی نودهای شبکه، شبکه را راه اندازی می‌کند و این کار باعث شروع بکار شبکه حسگر می‌شود. علت اصلی این کار این است که گاهی شاید ما با پخش سنسورها در یک محیط عملیاتی نیاز نداشته باشیم که سنسورها بلافاصله شروع بکار کنند و نیاز به این داشته باشیم که از یک زمان خاص مدنظر ما شبکه شروع بکار کند و وقتی یک سیگنال از BS دریافت می‌کنند چون در حالت Sleep قرار دارند بیدار می‌شوند و شروع بکار می‌کنند. این کار باعث کیفیت دقیق انجام کار و زمان بندی می‌شود. همچنین چون نودها قابلیت این را

دارند که با توجه به قدرت سیگنال دریافتی، فاصله خود را تا فرستنده تشخیص دهنند، این سیگنال فرستاده شده تا نودها فاصله خود را از BS بدانند تا بتوانند در فرایند مسیر یابی از آن استفاده کنند و کوتاه ترین مسیر به BS را پیدا کنند.

بر این اساس می‌توان گفت از یک راه بسیار ساده اما ابداعی استفاده و با توجه به میزان جابجایی آب، محدوده و مسیر کشته را پیش‌بینی کرد. نه اینکه با ارسال امواج مانند رادار مکان کشته را تشخیص داد، چون امکانات دشمن مانند کشته می‌تواند رادار گریز باشد و امواج ارسالی از سوی نودهای ما را از بین برنده و خیلی راحت اختلال ایجاد می‌کند و کار را می‌تواند مختل کند. در این طرح بر اساس تغییر مکان آب و میزان ضربه موج آب این رد گیری را انجام می‌گیرد. این کار توسط سنسورهای مخصوص این طرح انجام می‌شود. یعنی بر اساس قدرت موج دریافتی می‌توانند فاصله خود را تا کشته را تشخیص داده و چون همسایگان خود را نیز در ابتدا شناخته اند، می‌توانند مکان آن و محدوده آن را به ما اطلاع دهند.

سنسورهای ما دارای ۴ زاویه در ۴ جهت می‌باشند. به عبارتی هد نود دارای ۴ سنسور در ۴ جهت می‌باشد و هر سنسور همسایه‌های سمت خود را می‌شناسد و به محض دریافت ضربه موج آب، بسته ای را حاوی اطلاعاتی به BS ارسال می‌کند. این بسته شامل ID نود ارسال کننده پیام بنام (Send-ID)، میزان فاصله تقریبی شی مشکوک تا نود بنام (Dis-SEN)، همچنین ID همسایگان خودش بنام (Neighbors-ID) می‌باشد. با داشتن این اطلاعات می‌توان مکان تقریبی شی مشکوک را تشخیص داد. فازهای انجام این روش پیشنهادی را بصورت ساده و کاربردی برای مرزدریایی به دوبخش قابل تقسیم بنده است که به صورت زیر بیان می‌شود:

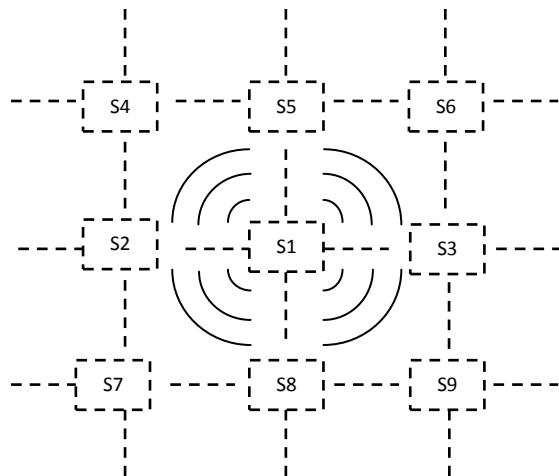
فاز ساخت خوشه: در این فاز به صورت دستی نودها را در مکانی که قصد داریم منطقه را تحت پوشش داشته باشیم به صورت دستی نصب می کنیم. این نودها باید به صورت Mesh در محیط قرار گیرند. نودها را در حالت Sleep قرار می دهیم تا به محض نصب شروع بکار نکنند و انرژی خود را ذخیره کنند و به محض دریافت پیامی از BS ضمن محاسبه فاصله خود از BS، بیدار می شوند و کار شکل ۳: نمای چیشم نودها به صورت Mesh شبکه آغاز می شود.



فاز شناسایی همسایگان: نودهای ما دارای ۴ سنسور در ۴ جهت می باشند و زمانی که از سوی BS فرمان شروع بکار دریافت کنند، اقدام به شناسایی همسایگان خود می کنند. هر کدام از ۴ سنسور نودهای ما با ارسال سیگنال باید ۳ سنسور دیگر را شناسایی کند تا بتواند در بسته ارسالی به BS، مکان شی را با اطلاع BS برساند. عمل شناسایی بدین صورت انجام می گیرد که هر سنسور یک پیام ID ارسال می کند و سنسورهایی که این پیام را دریافت می کنند با ارسال پیامی حاوی خودشان به آن پاسخ می دهند که هر سنسور همسایگان خودش را بشناسد. شکل (۴) زیر بیان گر این

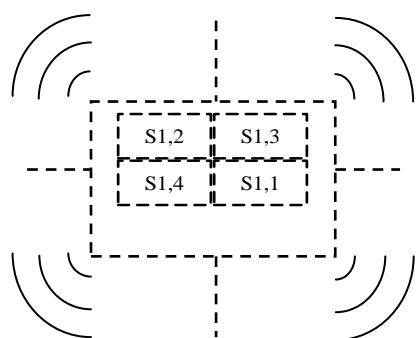
مهم می باشد:

شکل ۴: چگونگی ارسال سیگنال توسط نودها و کشف نودهای همسایه



و هر نod بصورت زیر دارای ۴ سنسور است. برای مثال نod S_1 دارای ۴ سنسور بنام $\{s_{1,1}|s_{1,2}|s_{1,3}|s_{1,4}\}$ می باشد. در این مدل سنسور $s_{1,1}, s_{1,2}, s_{1,3}, s_{1,4}$ در فاز شناسایی همسایه، سنسورهای $\{s_{3,4}|s_{9,2}|s_{8,3}\}$ را شناسایی می کند و اگر شی جنبدهای را در این منطقه تشخیص دهد در بسته ارسالی خود به سوی BS این شماره سنسورها را ارسال می کند.

شکل ۵: نمای داخلی هر نod که دارای ۴ سنسور مجزا



اگر مثلاً یکی از سنسورها در اثر ضربه جریان موج به خودش سیگنالی را ارسال کند و دیگر سنسورهای اطراف آن ضربه را دریافت نکنند و اگر بعد از برخورد ضربه به سنسور اولی سنسور دیگری ۱ چنین ضربه ای را دریافت کند ما متوجه وجود شی ناشناس در منطقه می‌شویم. این طرح زمانی کاراییش آشکار می‌شود که یا رادارهای ما از کار افتاده باشند و یا شیء رادار گریز در منطقه وجود داشته باشد.

در الگوی پیشنهادی هر گره مجهز به یک سنسور ضربه سنج می‌باشد که برای دریافت شدت ضربه موج پیش‌بینی شده است که دارای ۳ نوع threshold می‌باشد.

- اگر گرهی ضربه ای بیشتر یا برابر مقدار ۱ threshold تعیین شده دریافت کرد بدین مفهوم است که شی به طور تقریبی در فاصله بین ۱۵ متری خودش تا ۱۵ متری خودش قرار دارد.

- اگر گرهی ضربه ای بین ۱ و ۲ threshold دریافت کند بدین مفهوم است که گره در بین فاصله ۱۵ متری خودش تا ۳۰ متری خودش قرار دارد.

- اگر گره ای ضربه ای کمتر از ۲ threshold دریافت کند یعنی شی وجود ندارد امواج دریاست.

- اگر تمام گره‌های یک منطقه همزمان ضربه دریافت کردند یعنی شی وجود ندارد. یکی از ویژگی‌های اصلی این طرح که می‌توان با استفاده از آن مکان کشی را تشخیص داد و ویژگی منحصر به فردی است که تاکنون در مرزهای دریایی ما استفاده نشده است این است که با استفاده از تغییرات جابجایی آب دریا می‌توانیم مکان کشی را تشخیص دهد.

این شکل سنسورها معمولاً به عنوان تشخیص شرایط آب و هوایی استفاده می‌شوند و استفاده دیگری ندارند، یعنی از استثار خوبی در منطقه برخوردارند (اگر می‌خواهید دیده نشود در جلوی چشم باشید (Art of Ware, Sun Tzu)). در این طرح ما مکان سنسورهای خود را از قبل می‌دانیم یعنی وقتی

سنсорی اعلام جابجایی غیر معمول آب را می دهد ما می توانیم مکان آن جا بجایی را داشته باشیم و به محض دریافت تغییرات جابجایی توسط سنسور دیگر می توانیم مسیر حرکت آن را نیز تشخیص دهیم و از پوشش مناسب در منطقه برخوردار شویم. یکی دیگر از ویژگی های منحصر بفرد تعیین مسیر یا پیش بینی مسیر حرکت کشتی با استفاده از مکان های قبلی کشتی است که میتوانیم با استفاده از ویژگی قبلی که مکان کشتی را به ما اطلاع میداد، با داشتن حداقل ۲ مکان قبلی، مسیر حرکت بعدی آن را پیش بینی کنیم و بتوانیم ابتکار عمل را در مناطق عملیاتی بدست گیریم و از نفوذ و یا غافلگیری جلوگیری کنیم، یعنی قبل از رسیدن کشتی به حسگرهای دیگر (که این حسگرها در محدوده کشور است) بتوانیم حدس بزنیم که کشتی به کدام سمت حرکت میکند. یکی دیگر از ویژگی های قدرتمند این طرح که آن را از دیگر طرح ها متمایز میکند این است که اگر در بعضی مواقع رادارهای ما به دلایل امنیتی از سوی هدف از کار بیافتد یا اینکه خود کشتی قابلیت رادارگریز بودن را داشته باشد این پدافند با قدرت به کار خود ادامه داده و ما را از وجود هر جنبه ای در مرزهای دریایی با خبر می کند. این خاصیت این طرح دیگر مشکل رادار گریز بودن کشتی ها را برای ما حل کرده و خیلی راحت از وجود هر کشتی در منطقه خود با خبر شویم. یکی از مشکلات اساسی در شبکه حسگر بیسیم با آن مواجه هستیم بحث انرژی است. اما در این طرح بدلیل ثابت بودن مکان و اینکه ما از مکان دقیق هر سنسور مطلع هستیم و همچنین اندازه این سنسور ها که از سنسورهای معمولی بزرگتر است (به دلیل اینکه باید روی آب شناور باشد و ضد آب) برای می توانیم انرژی مورد نیاز آن را تامین کنیم و تا طولانی مدت کار کرد آن را تضمین نماییم و از خدمات آن بهره مند شویم. به دلیل ساختار mesh مانند طرح ارائه شده، خود یک مزیت بحساب می آید که چون مسائل پردازشی الگوریتم ساده است پس انرژی کمی برای آن مصرف می شود و تمام گره می توانند تا مدت زمان بیشتری بکار خود ادامه دهند و نیاز به شارژ نداشته باشند. برای در که بهتر به این مساله توجه کنید که در این طرح هر سنسور

نیازمند برقراری ارتباط به همسایگانش است و به همین دلیل سربار اضافی ناشی از الگوریتم های پیچیده به حداقل ممکن رسیده و این خود از ویژگی های این طرح محسوب می شود.

نتیجه گیری

مرزها و مطالعات مرزی با توجه به اینکه زمینه تأمین امنیت کشورها را فراهم می آورند از جایگاه و اهمیت برجسته ای برای حکومتها برخودار می باشند به نحوی که هر حکومت جهت دستیابی به توسعه و امنیت در فضای کشور خود و جلوگیری و کاهش ورود چالش ها و مسائل فراسوی مرزهای خود به درون کشور وابسته به مرزهای خود می باشد. دستیابی به این مهم نیازمند کنترل دقیق و نظام مند مرزها به صورت های مختلف بوده که با توجه به تحولات و پیشرفت های صورت گرفته در عرصه های مختلف چگونگی و ابزار کنترل مرزها دچار تغییر شده و توسعه پیدا کرده است. در طی دهه های اخیر پیشرفت های صورت گرفته ناشی از جهانی شدن تحرکات بیشتر افراد، کالاها و ... را فراهم آورده است و سبب شده است که کنترل مرزها سخت تر شده است و حکومت ها برای کنترل مرزهای خود با مشکل موافق گردند. جهت کاهش این مشکلات و کنترل بهتر مرزها راهبردهای مختلف از سوی کشورها در پیش گرفته شده است که بیشتر آنها به دلایل مختلف نظیر هزینه بر بودن، نیازمند تکنولوژی پیشرفتی بودن و ... نتوانسته است به عنوان راهبردی اصولی جهت کنترل مرزهای کشور به ویژه در مناطق حساسی نظیر خلیج فارس مورد استفاده قرار گیرند. برای برطرف ساختن این مشکل راهبرد استفاده و کاربرد شبکه های حسگر بی سیم پیشنهاد گردیده است. این شبکه ها دارای توانایی بالا جهت کنترل عبور و مرور بوده و از سوی دیگر هزینه ساخت و نگهداری پایینی دارا می باشند و تکنولوژی مورد استفاده در انها نیز ساده و در دسترس می باشد. شبکه های حسگر بیسیم از تعدادی حسگر کوچک در اندازه های یک تا دو میلیمتر ساخته شده است که به همراه یک دستگاه فرستنده و

گیرنده بی سیم، اطلاعات را به دستگاه مرکزی به عنوان کاربر نهایی می فرستد. کار بر روی شبکه های حسگر در ابتدا با اهداف و کاربردهای نظامی و دفاعی آغاز شد ولی به سرعت کاربردهای بسیار دیگری نیز پیدا کرد که برخی از کاربردهای این فناوری در کاربردهای نظامی و امنیتی (کنترل نیروها و تجهیزات نظامی، تشخیص نفوذ و تجسس در محیط های جنگی) است. در واقع تفاوت اساسی این شبکه ها ارتباط آن با محیط و پدیده های فیزیکی است. شبکه های سنتی ارتباط بین انسانها و پایگاه های اطلاعاتی را فراهم می کند در حالی که شبکه های فیزیکی کار مستقیما با جهان فیزیکی در ارتباط است. با استفاده از حسگرها محیط فیزیکی را مشاهده کرده، بر اساس مشاهدات خود تصمیم گیری نموده و عملیات مناسب را انجام می دهن. دیگر خصوصیت های منحصر به فرد شبکه های حسگر، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره های حسگری است. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره های که مسئول پردازش و نتیجه گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می دهد و سپس داده های نیمه پردازش شده را ارسال می کند. در صورتی که گره ها توانایی حرکت داشته باشند شبکه می تواند گروهی از ربات های کوچک در نظر گرفته شود که با هم بصورت تیمی کار می کنند. در واقع قدرت شبکه های بی سیم حسگر در توانایی به کار گیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیر یابی هم زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند. در این سیستم ها برخلاف سیستم های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید دستگاه های کوچکی را که تقریباً به اندازه یک سکه هستند را در نقاط مورد نظر قرار داد. شبکه به سادگی با اضافه کردن چند گره گسترش می یابد و نیازی به طراحی پیکربندی پیچیده نیست. با توجه به افزایش

روزافرون کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم در مکان‌هایی که امکان دسترسی به آنها دشوار است و نقش مؤثر این شبکه‌ها در پردازش و جمع‌آوری اطلاعات، امروزه توجه به چگونگی طراحی و ساخت گره‌های حسگر که نقش اساسی در این شبکه‌ها دارا می‌باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله تلاش شده است که طرحی ساده با استفاده از قطعات قابل دسترس و نه چندان گران قیمت، با قابلیت‌های لازم و توان مصرفی مناسب، ارائه گردد. این گره حسگر بی‌سیم طوری طراحی شده است که قابلیت استفاده در مرزهای دریایی را دارا باشد. جمهوری اسلامی ایران با داشتن مرزهای دریایی طولانی، مجاورت با منابع عظیم دریایی و موقعیت سوق الجیشی، منابع عظیم انرژی نفت و گاز که در اختیار دارد می‌تواند به قدرت دریایی منطقه‌ای تبدیل شود. برای تبدیل شدن به قدرت دریایی و استفاده از این قدرت در جهت اهداف ژئوکconomیک لازم است با استفاده از تجهیزات و امکانات مدرن از قلمرو دریایی و مرزهای سرزمینی حراست و دفاع صورت گیرد. حفاظت از قلمرو دریایی و بسط قدرت دریایی در ورای مرزهای سرزمینی مستلزم استفاده از روش‌ها و تجهیزات مختلفی چون پایگاههای دریایی، شناورهای نظامی سطحی و زیر سطحی، رادارهای دقیق و ... می‌باشد. یکی از مهمترین شیوه‌های کنترل و نظارت بر مرزهای دریایی که محور بحث این مقاله است، استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم می‌باشد که به اعتقاد نگارندگان با توجه به مواردی که بیان گردید، کاربرد موثری در حراست از مرزهای دریایی به خصوص در منطقه خلیج فارس دارد. با این شبکه می‌توان کشتی‌های بیگانه را در صورت لزوم از لحظه ورود به آبراه تنگه هرمز و خلیج فارس رهگیری کرد و از مهمترین مزیت‌های طرح ارائه شده تشخیص کشتی‌های رادار گریز است که با رادارها توانایی تشخیص آنها را در منطقه وجود نداشته و می‌تواند باعث بروز ناامنی در منطقه شود.

پیشنهادات برای کارهای آتی

پیشرفت‌های صورت گرفته در دهه‌های اخیر کنترل مرزها را دچار تغییر و زمینه برای بکارگیری راهکارهای جدید در این حوزه با هزینه کمتر و کارایی بهتر را الزام‌آور کرده است. در این بین راهکار پیشنهادی تحقیق حاضر یعنی استفاده از حسگرهای بی‌سیم روشی جدید است که می‌تواند روشی مفید و مناسب برای کنترل مرزها باشد. پیشنهادات تکمیل کننده برای این روش می‌تواند در قالب موضوعات ذیل باشد:

- تحقیق در زمینه روش‌های مشابه در کشورهای دیگر جهت کنترل مرزها
- عملیاتی کردن این طرح در قالب طرح‌های محدود و بعد طرح‌های بزرگ مقیاس
- سنجش میزان حساسیت حسگرهای بی‌سیم نسبت به اشیاء و حیوانات در عمل
- ... و ...

فهرست منابع

- اخباری، محمد و نامی، محمدحسین (۱۳۸۸). جغرافیای مرز با تاکید بر مرزهای ایران. تهران: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- افسردمی، محمدحسین و جانپور، محسن (۱۳۹۲). الگوی مدیریت مرزهای سرزمینی (مورد پژوهی: مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس). تهران: انتشارات دانشگاه عالی.
- جعفری ولدانی، اصغر (۱۳۸۷). ژئوپلیتیک دریای سرخ و خلیج فارس. انتشارات وزارت امور خارجه.
- حافظ نیا، محمدرضا (۱۳۸۱). جغرافیای سیاسی ایران. انتشارات سمت.
- حافظ نیا، محمدرضا (۱۳۸۵). اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک. مشهد: انتشارات پاپلی.
- حافظنیا، محمدرضا، جانپور، محسن (۱۳۹۲). مرزها و جهانی شدن با نگاهی کوتاه به مرزهای ایران. پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- حیدری، محمود و همکاران (۱۳۹۱). ژئوپلیتیک مرز و الگوی مدیریت و کنترل مرزهای شرقی ایران. فصلنامه ژئوپلیتیک. دوره هشتم. شماره ۳ (پیاپی ۲۷).
- روشن، علیاصغر و سعادتی جعفر آبادی، حسن (۱۳۹۱). بررسی نقش و کارکرد کنترل مرز استان خراسان رضوی با افغانستان و تاثیر آن بر امنیت استان. فصلنامه ژئوپلیتیک. دوره هشتم. شماره ۳ (پیاپی ۲۷).
- زرقانی، سید هادی (۱۳۸۶). مقدمه ای بر شناخت مرزهای بین المللی. تهران: انتشارات دانشگاه علوم انتظامی.

- زرقانی، سیدهادی و همکاران (۱۳۹۲). بررسی شیوه‌ها و سیاست‌های مدیریت مرزها و نقش آن در امنیت مرز نمونه موردی: مرزهای شرقی ایران(خراسان رضوی – افغانستان). *فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*. سال ۱۱. شماره ۲۰.
- صنایعی، ابراهیم (۱۳۸۶). فرماندهی پاسگاه مرزی. تهران: مرکز فناوری و آموزش.
- عزت الله (۱۳۸۵). *ژئوپلیتیک*. تهران: انتشارات سمت.
- قبادی، خسرو (۱۳۸۸). مرزهای ملی مسایل و راهبردها. *مجموعه مقالات همایش ملی مرزها*. تهران انتشارات جهاد دانشگاهی. جلد دوم.
- قبادی، خسرو (۱۳۸۸). مرزهای ملی مفاهیم و رویکردها. *مجموعه مقالات همایش ملی مرزها*. تهران انتشارات جهاد دانشگاهی. جلد اول.
- لطفی، امین (۱۳۹۰). بررسی شیوه‌ها و سیاست‌های کنترل مرز نمونه مورد مطالعه (خراسان رضوی)– افغانستان. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی به راهنمایی دکتر سید هادی زرقانی دانشگاه فردوسی مشهد.

- Glassner,M&Fahrer,C(2004); *Political Geography* ; USA : john Wiley and Son s
- C. Savarese, J. Rabay, and K. Langendoen. Robust Positioning Algorithms for Distributed Ad-Hoc Wireless Sensor Networks. In *Proceedings of the Annual USENIX Technical Conference*, Monterey, CA, 2002.
- V. Ramadurai and M. L. Sichitiu. Localization in Wireless Sensor Networks: A Probabilistic Approach. In *Proceedings of 2003 International Conference on Wireless Networks (ICWN 2003)*, pages 300–305, Las Vegas, NV, June 2003.

-
- Savvides, C.-C. Han, and M. Srivastava. Dynamic Fine-Grained Localization in Ad-Hoc Networks of Sensors. *Proceedings of the 7th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*, pages 166–179. ACM press, Rome, Italy, July 2001.
 - Nasipuri and K. Li. A Directionality Based Location Discovery Scheme for Wireless Sensor Networks. In Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Sensor Networks and Applications (WSNA), Atlanta, GA, September 2002.
 - W.B. Heinzelman, A.P. Chandrakasan and H. Balakrishnan, “An application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks”, IEEE Transaction on Wireless Communications Volume 1, pp.660-670, October 2002.
 - V. Mhatre and C. Rosenberg, “Design Guidelines for Wireless Sensor Networks: Communication, Clustering and Aggregation, Ad. Hoc. Networks”, pp.45-63, 2003.
 - Meena Malik , Dr. Yudhvir Singh “ Analysis of LEACH Protocol in Wireless Sensor Networks” Meena et al., International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering 3(2), February - 2013, pp. 178-183.
 - S. Soro, W. Heinzelman, Cluster head election techniques for coverage preservation in wireless sensor networks, Ad Hoc Networks, vol. 7, no. 5, pp. 955–972, July 2009.
 - H. Hatime, K. Namuduri, and J. M. Watkins,(OCTOPUS: An on demand communication topology updating strategy for mobile sensor networks), IEEE Sensors J., vol. 11, no. 4, pp. 1004–1012, Apr. 2011.
 - Sun Tzu on the Art of Ware