

# مکانیابی سایت های دفاع موشکی در راستای بهبود امنیت میهن



دکتر مهدی کرباسیان (دانشیار دانشکاه صنعتی مالک اشتر)  
مهندس مسعود پورحمیدی

سرشناسه: کرباسیان، مهدی، ۱۳۵۲ -

عنوان و نام پدیدآور: مکان‌یابی سایت‌های دفاع موشکی در راستای بهبود امنیت میهن  
مشخصات نشر: اصفهان : علم آفرین: انتشارات پارس ضیاء، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۱۶۵+۱۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۵۰-۶۰-۶

وضعیت فهرست نویسی: فیپای مختصر

یادداشت: فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است  
یادداشت: کتابنامه.

شناسه افزوده: پورحمیدی، مسعود، ۱۳۶۴

شماره ثبت کتابخانه ملی: ۳۸۳۵۸۹۵

نام کتاب: مکان‌یابی سایت‌های دفاع موشکی در راستای بهبود امنیت میهن  
نویسنده: دکتر مهدی کرباسیان (ر.شماره دانش ه صنعتی مالک اشتر)، مهندس مسعود پورحمیدی  
طرح و گرافیک: صدیقه عسکری

صفحه آرای و تنظیمات: سمیه حزبی

ناشر: انتشارات علم آفرین ناشر همکار: انتشارات پارسیا

آماده سازی و نظارت بر چاپ: دفتر خدمات کتاب و نشر ۳۲۸۰۳۳۰۰۰۰

نوبت چاپ: چاپ اول/ ۱۳۹۴/۲۰۰/ نسخه/ وزیری/ ۱۷۵ صفحه

شابک: ۹۷۸ ۶۰۰ - ۵۴۵۰ - ۶۰ ۶ -

قیمت: ۱۵۵۰۰ تومان



## فهرست

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| پیشگفتار .....                                                            | ۷   |
| (۱) فصل اول: پدافند هوایی .....                                           | ۲   |
| (۱-۱) تعریف پدافند هوایی و مراحل آن .....                                 | ۲   |
| (۲-۱) انواع موشک ها در جهان .....                                         | ۴   |
| (۳-۱) بررسی موشک های کشور ایران .....                                     | ۱۰  |
| (۱-۳-۱) تاریخچه موشک در ایران .....                                       | ۱۰  |
| (۲-۳-۱) گروه موشک های پدافندی ایران .....                                 | ۱۱  |
| (۳-۳-۱) تقسیم بندی گروه های موشک کشور ایران .....                         | ۱۱  |
| (۴-۱) انواع سیستم های هدایت موشک .....                                    | ۱۲  |
| (۵-۱) انواع سیستم های پدافند هوایی .....                                  | ۲۳  |
| (۱-۵-۱) موشک های ضد موشک های بالستیک .....                                | ۲۳  |
| (۲-۵-۱) سیستم های پدافند هوایی دفاع نزدیک .....                           | ۲۹  |
| (۳-۵-۱) سایر سامانه های پدافند هوایی: .....                               | ۳۹  |
| (۲) فصل دوم: مدل های مکان یابی سایت های دفاع موشکی .....                  | ۱۰۰ |
| (۱-۲) بررسی اجمالی پیشینه .....                                           | ۱۰۰ |
| (۲-۲) بررسی تفصیلی مدل های کاربردی .....                                  | ۱۰۴ |
| (۱-۲-۲) مدل ابتکاری لاگرانژی برای مکان یابی سایت های دفاع موشکی .....     | ۱۰۴ |
| (۲-۲-۲) مدل تلفیقی جایابی پوششی، P-Median و P-Center برای جایابی سایت های |     |
| اعلام هشدار به منظور ارتقای امنیت میهن .....                              | ۱۰۸ |

۳-۲-۲) مسئله تخصیص سلاح-هدف پویا..... ۱۰

۴-۲-۲) بررسی و تحلیل مدل های مکان یابی پوششی موشکی ..... ۱۳

منابع و مآخذ ..... ۲۵

ضمائم ..... ۳۴

پیوست ۱: فهرست انواع موشک ها در جهان..... ۱۳۴

پیوست ۲: داسبورد بهینه سازی جایابی سیستم های رادار و دفاع ضد موشکی بالستیک برای

تهدیدات کره شمالی ..... ۱۴۹

## پیشگفتار

سپر دفاع موشکی یک سامانه‌ی دفاع در برابر موشک بالستیک و پهبادهای دشمن است که شامل حمل‌کننده لانچرهای موشک، حمل‌کننده‌ی ادوات مخابراتی، حمل‌کننده‌ی سیستم کنترل آتش و سیستم رادار متحرک است. هزینه برپا کردن هر سکوی عملیاتی، به طور متوسط پنجاه میلیون دلار و هزینه ساخت هریک از موشکهای رهگیر، به طور متوسط شصت هزار دلار است. مکان یابی بهینه سایت های دفاع موشکی در نهادهای دفاعی و صنایع نظامی به دلیل گستردگی مرزهای کشور و لزوم پوشش بهینه مناطق هدف، هزینه های بالای تولید و استقرار سامانه های رزمگیری دفاع موشکی، اثربخشی متوسط سامانه های دفاع موشکی در تشخیص موشک های بالستیک چند کلاهکی و رادار گریز و پرتاب های همزمان موشکی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین باید به دنبال روشی بود تا به صورت علمی و در عین حال با قابلیت انعطاف بالا در زمان گرفتن کلیه شاخص های اثرگذار، مکان بهینه سایت های دفاع موشکی را تعیین نمود.

تحقیق در عملیات علمی است که با استفاده از روش‌هایی مانند برنامه‌ریزی عدد صحیح و روش های لاگرانژ ابتکاری این امکان را در اختیار ما قرار می‌دهد. شیوه‌های متعددی از فنون تحقیق در عملیات برای مکان یابی را می‌توان مورد استفاده قرار داد. هدف از مکان یابی انتخاب مکان مناسب برای احداث یک سری مراکز (سایت های دفاع موشکی) بوده به طوری که بهترین عملکرد با توجه به اهداف مورد نظر فعالیت حاصل شود. در مسائل مکان یابی معمولاً هدف کمینه کردن یک تابع، موسوم به تابع هدف بوده که متناسب با شرایط مسأله و پارامترهای مؤثر در تصمیم‌گیری تعریف می‌شود. با توجه به گستردگی مسائل مرتبط با مکان یابی و ویژگی‌ها و شرایط خاصی که برای هر یک از این مسائل وجود دارد، روشهای مکان یابی متعددی به منظور حل هر یک از مسائل، متناسب با شرایط مطرح شده در مسأله ارائه شده است. روشهای مختلفی برای جایگذاری مراکز مورد نیاز وجود دارد که هریک به دلیل ویژگیها و شرایط خاص خود برای حل یک دسته از مسائل متناسب با آن شرایط، مناسب ترند. از جمله مکان یابی سایت های دفاع موشکی می‌توان به روش های جایابی پوششی، الگوریتم ابتکاری

مبتنی بر تمدد لاگرانژی<sup>۱</sup>، مکان یابی با استفاده روش های شبیه سازی<sup>۲</sup> و تصمیم گیری چند معیاره و بهینه سازی دو طرفه<sup>۳</sup> اشاره کرد.

با در نظر گرفتن سطح اطمینان و کارایی زمانی، روش های جایابی پوششی از اولویت بیشتری برخوردار هستند. در مسائل جایابی پوششی، هدف جایابی تعدادی خدمت دهنده (سایت های دفاع موشکی) در شبکه است به گونه ای که تقاضاها در شبکه تحت پوشش حداکثری خدمت دهنده ها قرار گیرد و معیار مورد نظر بهینه شود. یکی از مدل های معروف جایابی، مدل جایابی حداکثر پوشش<sup>۴</sup> است. در این مدل تعداد مشخصی خدمت دهنده به گونه ای باید در شبکه جایابی شوند که پوشش گره های تقاضا حداکثر شود. بعدها این مدل با در نظر گرفتن شرایط مختلف مانند ساختار احتمالی و نظریه صف توسعه یافت. اولین مدل احتمالی جایابی حداکثر پوشش مورد انتظار<sup>۵</sup> توسط داسکین در سال ۱۹۸۳ ارائه شد. در این مدل هدف ماکزیمم کردن پوشش مورد انتظار، با در نظر گرفتن احتمال مشغول بودن مراکز خدمت دهی به علت تقاضای زیاد بود. موگای و روله در سال ۱۹۸۶ یک نسخه احتمالی دیگر از مدل جایابی حداکثر پوشش به نام مدل جایابی حداکثر دسترسی<sup>۶</sup> ارائه کردند. در این مدل تلاش شد تا تعداد محدودی مرکز خدمت دهی برای جایابی شود که جمعیت مورد پوشش حداکثر شده و تضمین شود که هر تقاضا، یک مرکز خدمت دهی را با احتمال  $\alpha$  فاصله پوشش خود قرار دهد. هر دو مدل جایابی حداکثر پوشش مورد انتظار و حداکثر دسترسی از یک سری فرضیات ساده کننده استفاده می کنند به طوری که محققان می توانند در تحقیقات خود سعی در آزاد کردن این فرضیات داشتند. توسعه مدل احتمالی جایابی با در نظر گرفتن صف و فروش از دست رفته از جمله این موارد است. مدل ارائه شده، یک مدل جایابی دسته ای است که نقاط تقاضا از معیار فاصله، جهت مراجعه به مراکز خدمت دهی استفاده می کنند و فرض این است که هر تقاضا به مرکز خدمت دهی با احتمالی که تابعی از فاصله آن تا مرکز خدمت دهی است مراجعه می کند. در این مدل فرض شده که در هر نقطه امکان استقرار تنها یک خدمت دهنده وجود دارد و اگر یک متقاضی به مرکز خدمت دهی مراجعه کند و آن مرکز مشغول خدمت دهی به

۱- Heuristic Algorithm based upon Lagrangian Relaxation and Sub-gradient Optimization.

۲- Simulated Annealing (a heuristic method)

۳- Two-Sided Optimization

۴- Maximum Covering Location Problem (MCLP)

۵- Maximum Expected Covering Location Problem (MEXCLP)

۶- Maximum Available Location Problem (MALP)

متقاضیان دیگر باشد و طول صف در این مرکز از یک حدی بیشتر باشد این تقاضا با احتمال  $\alpha$  منتظر دریافت خدمت می ماند و با احتمال  $(1 - \alpha)$  تقاضا از دست می رود. پس با توجه به این فرض، هدف مدل حداقل کردن هزینه تقاضاهای از دست رفته یا حداکثر کردن سود حاصل از پوشش تقاضاها است. همچنین با توجه به محدودیت بودجه، تنها محدودیت مدل تعداد مراکز خدمت دهی قابل احداث (سایت های دفاع موشکی) است. همان طور که عنوان شد در این مدل امکان از دست رفتن تقاضا وجود دارد.

در مسائل انتخاب مکانهای مناسب برای سایت های دفاع موشکی، هدف کمینه کردن هزینه پاسخگویی تقاضا برای حصول سطح معینی از پوشش است. بدین معنی که فاصله پوشش از پیش تعیین شده ثابت بوده ولی تعداد سامانه های دفاع موشکی در صورت لزوم برای حفظ فاصله پوششی می تواند تغییر یابد.

بر این اساس، در فصل اول این کتاب پس از تشریح مفهوم پدافند هوایی، به بررسی انواع موشک ها، سیستم های هدف موشک و سیستم های پدافند هوایی خواهیم پرداخت. در فصل دوم، به تشریح مدل های مکان یابی سایت های دفاع موشکی در راستای بهبود امنیت میهن خواهیم پرداخت. هدف این مدل ها علاوه بر بیشینه کردن پوشش تقاضاها، حداقل کردن جابجایی سپرهای دفاع موشکی نیز می باشد. در تبای به سطح دفاعی از پیش تعیین شده، حداکثر بهره برداری از سپرهای دفاع موشکی، حداقل سازی هزینه ها و فرصت از دست رفته، از دیگر اهداف مدل های بیان شده می باشد. در فصل سوم الگوریتم جامع پیشنهادی برای مکان یابی سایت های دفاع موشکی که با توجه شاخص های نامی، انواع موشک ها، حداقل و حداکثر تعداد موشک ها، تعداد سایت های پرتاب کننده موشک، تعداد اهداف (مناطق مورد هدف)، انواع سیستم های رهگیری، هزینه سیستم های رهگیری، تعداد مکان های کاندید برای استقرار سپرهای دفاع موشکی و ... توسعه یافته است، ارائه می گردد. هدف اصلی این الگو، دستیابی به یک مدل مکان یابی سایت های دفاع موشکی به صورت جامع و با سطح اطمینان بالا است که با لحاظ کردن شرایط واقعی، در عمل نیز قابلیت کاربردی بالایی داشته باشد. سایر اهداف الگوریتم پیشنهادی عبارتند از:

- تعیین مکان بهینه سایت های دفاع موشکی با هدف ایجاد پوشش دفاعی در منطقه ای وسیع با سیستمی مستقل، رهگیر زودهنگام، شناسایی دقیق مختصات پروازی موشک بالستیک و اصابت دقیق به هدف.

- تعیین مکان سایت های دفاع موشکی با رویکرد انعطاف پذیر جهت مقابله با انواع موشکهای بالستیک.
- کاهش هزینه‌ها به صورت جدی به دلیل مکان یابی بهینه سایت های دفاع موشکی (سکوهای عملیاتی) و در نتیجه کاهش تعداد سیر دفاع موشکی مورد نیاز و جلوگیری از هدر رفت موشک‌های رهگیر.
- حداکثر استفاده از سامانه های رهگیری دفاع موشکی در زمان‌های در دسترس.

www.ketab.ir