




# The Impact of Vegetation Cover Changes on Optimal Site Selection for Offensive and Defensive Operations (Case Study: Border Counties in Northwest Iran)

Hasan Rezaei, Hojatullah Pashapur, Hamed Sadeghian\* , Morteza Poorzare

\*PhD in Natural Resources Engineering, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

(Received: 26/07/2024, Revised: 25/12/2024, Accepted: 23/02/2025, Published: 19/04/2025)

DOR: 20.1001.1.20086849.1404.16.1.6.0

## ABSTRACT

*Vegetation plays a very effective role in achieving the goals of passive defense, which can be used to protect material and human interests and hit the enemy during war. In this regard, the main goal of the current research is to investigate the effect of vegetation changes on the location of optimal levels in order to carry out offensive and defensive operations using the weighted linear combination (WLC) method in the northwestern border towns of the country. For this purpose, a multi-criteria decision-making method was used. At first, by studying the scientific sources, the main effective criteria were identified, then they were divided into two groups of factor and limitation criteria. Factor criteria were standardized using the fuzzy method in the TerrSet software environment and the limitation criteria were standardized using the Boolean method. Hierarchical analysis method was used to determine the weight of the criteria, and the layers were combined using the weighted linear combination (WLC) method. The weighting results showed that the criteria of vegetation, slope direction, altitude above sea level and slope are the most important, respectively. By entering the vegetation criteria of 2000 and 2022 into the WLC model, 70,853 and 66,271 hectares of suitable areas for offensive and defensive military operations were selected in the study area, respectively. In this connection, it can be concluded that the studied area had a richer forest cover in 2000 than in 2022, and in fact, the destruction of forests in that year was much less than now.*

**Keywords:** Offensive, Defensive, Vegetation, North West, Geographical Factors

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

 Authors



\* Corresponding Author Email: s1370@yahoo.com



پدافند غیرعامل

سال شانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، (پیاپی ۶۱): صص ۸۶-۷۱

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۰۳۰

علمی - پژوهشی

# تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر مکان‌گزینی سطوح بهینه به‌منظور انجام عملیات آفندی و پدافندی

## (مطالعه موردی: شهرستان‌های مرزی شمال غرب کشور)

حسن رضائی<sup>۱</sup>، حجت‌الله پاشاپور<sup>۲</sup>، حامد صادقیان<sup>۳\*</sup>، مرتضی پورزارع<sup>۴</sup>

DOR: 20.1001.1.20086849.1404.16.1.6.0

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵

### چکیده

پوشش گیاهی در تحقق اهداف پدافند غیرعامل نقش بسیار مؤثری را ایفا می‌کند که با اجرای آن می‌توان در زمان بروز جنگ، منافع مادی و انسانی را حفظ و به دشمن ضربه زد. در این راستا، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر مکان‌گزینی سطوح بهینه به منظور انجام عملیات آفندی و پدافندی با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در شهرستان‌های مرزی شمال غرب کشور است. بدین منظور از روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی بهره‌گیری شد. در ابتدا با مطالعه منابع علمی معیارهای اصلی موثر شناسایی، سپس به دو گروه معیارهای عامل و محدودیت تقسیم شدند. معیارهای عامل با استفاده از روش فازی در محیط نرم افزار TerrSet و معیار محدودیت با استفاده از روش بولین استاندارد شدند. برای تعیین وزن معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی بهره‌گیری گردید و تلفیق لایه‌ها به روش ترکیب خطی وزنی (WLC) انجام شد. نتایج وزن‌دهی نشان داد معیارهای پوشش گیاهی، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب به ترتیب دارای بیشترین اهمیت می‌باشند. با ورود معیار پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی به مدل WLC در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۷۰۸۵۳ و ۶۶۲۷۱ هکتار سطوح مناسب انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی مکان‌گزینی شد. در این ارتباط نیز می‌توان اینچنین استنباط نمود که منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۰ میلادی نسبت به سال ۲۰۲۲ میلادی از پوشش جنگلی غنی‌تری برخوردار بوده و در واقع تخریب جنگل‌ها در آن سال به مراتب کمتر از حال حاضر بوده است.

**کلیدواژه‌ها:** آفندی، پدافندی، پوشش گیاهی، شمال غرب، عوامل جغرافیایی

<sup>۱</sup> استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دکتری تخصصی مهندسی منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (h.s1370@yahoo.com) - نویسنده مسئول

<sup>۴</sup> استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران



\* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.

نویسندگان ©

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

## ۱- مقدمه

گردیده و از روش های ضروری و اجتناب ناپذیر در پژوهش های مرتبط با تعیین مساحت پوشش گیاهی محسوب می شوند. در مطالعاتی که تاکنون انجام شده اند الگوریتم تقسیم بندی حوزه در تعیین مساحت پوشش گیاهی جنگل بیشتر از دیگر الگوریتم ها بکار گرفته شده است [۲۶]. از اینرو به دلیل نبود چنین پژوهش هایی در منطقه شمال غربی کشور و حتی به طور گسترده تر در کشور ایران، هدف اصلی پژوهش حاضر استفاده از الگوریتم تقسیم بندی حوزه بر روی داده های دورسنجی گوگل ارث جهت برآورد مساحت پوشش گیاهی شهرستان های مرزی شمال غرب کشور در سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی و بررسی تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر مکان گزینی سطوح بهینه به منظور انجام عملیات آفندی و پدافندی با استفاده از روش WLC در این مناطق است.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

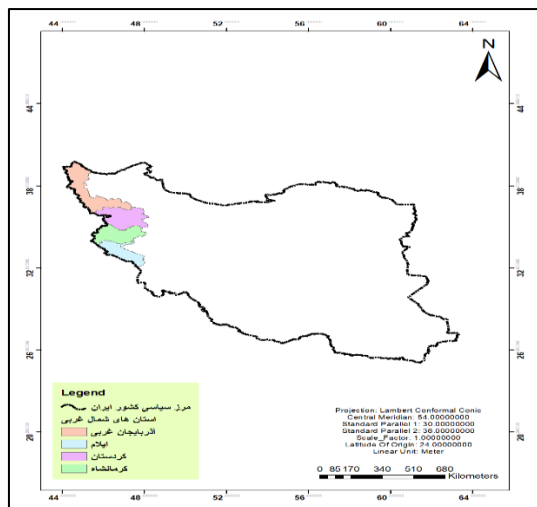
مسأله دفاع از شهر، امنیت شهروندان و توجه به حفظ جان و مال انسان ها در برابر حوادث، از جنبه های مختلف، از جمله: اجتماعی، شهرسازی، سیاسی، نظامی و غیره دارای اهمیت است [۱۰]. امروزه پدافند غیرعامل اهمیت زیادی در زمینه نظامی و مدیریت شهری دارد؛ چراکه با پیاده سازی اقدامات پیشگیرانه طبق دستورالعمل های آن می توان تا حد زیادی از خسارات وارد آمده از حمله دشمن کاست. یکی از اقدامات مهم در این زمینه تعیین مناسب ترین مکان های عملیات نظامی آفندی و پدافندی به منظور کاهش تلفات انسانی در زمان بحران است. مکان یابی درست و اصولی مراکز حساس نظامی در مرزها، یکی از مهم ترین اقداماتی است که موجب کاهش قابل توجه هزینه های بعدی مرتبط با فعالیت ها و پیشامدهای مربوط به این مراکز خواهد بود و با افزایش قابلیت پدافند غیرعامل این مراکز، ضریب امنیتی و اثربخشی آن ها را به ترتیب در هنگام انجام عملیات پدافندی و آفندی افزایش می دهد [۲۰]. در جهان امروز، مبحث پدافند غیرعامل به اندازه ای دارای اهمیت است که کشورهای توسعه یافته بخش قابل توجهی از برنامه ریزی های جامع و ملی خود را به آن اختصاص می دهند. لذا با توجه به اهمیت موضوع دفاع غیرعامل، پژوهش حاضر سعی دارد که تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر مکان گزینی سطوح بهینه به منظور انجام عملیات آفندی و پدافندی با استفاده از روش WLC در شهرستان های مرزی شمال غرب کشور را مورد بررسی قرار دهد تا بتوان نتایج این پژوهش را در سایر مناطق تعمیم داد و همچنین به اهمیت پوشش گیاهی در فرآیند پدافند غیرعامل پی برد.

امروزه در ارتش های پیشرفته جهان، برنامه های آموزشی مبتنی بر دکترین های نظامی، توجه ویژه ای به شرایط جغرافیایی دارد [۲۴]. در مکان گزینی واحدهای عملیاتی در مرزها با رویکرد پدافند غیرعامل، پارامترها و متغیرهای مختلفی از قبیل توپوگرافی، آب و خاک، دسترسی و ارتباطات، شکل هندسی مرز و پوشش گیاهی منطقه باید در نظر گرفته شود [۸]. از شاخص های مهم و تأثیرگذار در مکان یابی می توان توجه به استفاده از پوشش گیاهی محیط پیرامونی برای کاهش میزان آسیب پذیری تأسیسات و نیروی انسانی اشاره کرد؛ زیرا استقرار یگان های نظامی در مکان های مناسب و بهینه شرایط لازم را برای اجرا و هدایت طرح های مرتبط با استتار، اختفاء و فریب فراهم می نماید [۱]. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر مناطق مرزی شمال غرب ایران می باشد و پوشش گیاهی غالب در این مناطق درختان جنگلی است، شناخت توان های جغرافیایی این مناطق و به طور ویژه برآورد دقیق مساحت پوشش گیاهی در تحقق اهداف نیل به ملاحظات پدافند غیرعامل نقش بسیار مؤثری را ایفا می کند که با اجرای آن می توان در زمان بروز جنگ، منافع مادی و انسانی را حفظ و به دشمن ضربه زد.

مساحت پوشش گیاهی از مهم ترین و بارزترین پدیده های قابل استخراج از داده های دورسنجی به شیوه دستی و اتوماتیک هستند، استخراج دستی و تفسیر بصری داده های دورسنجی وقت گیر، پرهزینه و شامل خطاهای انسانی است اما استخراج اتوماتیک مساحت دارای مزایایی مانند بروزسانی پایگاه های داده در زمان کوتاه تر و با هزینه کمتر و در نتیجه دسترسی سریع تر به داده ها است. این روش گذشته از اینکه موجب افزایش سرعت، دقت و کاهش هزینه ها می شود ارائه مساحت پوشش گیاهی جنگل را به صورت نقشه با دقت مکانی و صحت زیادی که در گذشته میسر نبود، ممکن می سازد [۹، ۱۵]. یکی از کاربردی و اقتصادی ترین انواع داده های دورسنجی عکس های هوایی موجود در نرم افزار گوگل ارث هستند. این عکس ها در مقایسه با سایر داده های سنجنش از دور از مزایای مختلفی چون توان تفکیک مکانی بالا، پوشش مشترک، سابقه طولانی و دستیابی به آن در دوره های مختلف زمانی، امکان دید سه بعدی، مقیاس های متفاوت، قابلیت تصحیح هندسی، درک ساده، سهولت کاربرد و هزینه کم برخوردارند [۱۸، ۲۶]. به همین دلیل داده های دورسنجی و روش های استخراج اتوماتیک و نیمه اتوماتیک اطلاعات و عوارض از داده های دورسنجی توسعه یافته و هر روز بیشتر جایگزین شیوه های سنتی و برداشت میدانی اطلاعات

جدول (۱): پیشینه تحقیقات انجام شده

| کشور   | سال  | محقق                      | هدف  | روش  | نتیجه  |
|--------|------|---------------------------|--|--|--|
| ایران  | ۱۳۸۹ | روستایی و همکاران [۲۳]    | تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان‌گزینی مراکز نظامی  | فرآیند AHP   | پادگان‌های تبریز و عجب‌شیر از نظر مکان‌گزینی نسبت به پادگان مراغه شرایط بهتری دارند  |
| ایران  | ۱۳۹۴ | محمدپور و همکاران [۴]     | مکان‌یابی مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج از دیدگاه پدافند غیرعامل                           | AHP و GIS  | عدم رعایت اصول پدافند غیرعامل به ویژه در مکان‌یابی و استقرار در منطقه ۵ سنندج به دلیل وجود تأسیسات حیاتی   |
| ایران  | ۱۳۹۸ | زنگنه اسدی و همکاران [۱۳] | مکان‌یابی استقرار پایگاه نظامی در مرز ایران و ترکمنستان                                | تصاویر ماهواره‌ای، GIS و روش SWOT                              | تنگه‌های سارانی و باجگیران از نظر پدافند غیرعامل در این مرز اهمیت بالایی دارند   |
| ایران  | ۱۴۰۰ | حجازی و همکاران [۳]       | ارزیابی توانمندی‌های ژئومورفولوژیکی مناطق مرزی استان کرمانشاه با رویکرد پدافند غیرعامل | تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP, VIKOR) | مناطق مرزی استان کرمانشاه در بخش شمال و شمال غرب شرایط مطلوب‌تری نسبت به مناطق غربی، شرقی و جنوبی برای انتخاب مکان بهینه مراکز حساس دارا می‌باشند  |
| آمریکا | ۲۰۰۳ | گیلوپج [۵]                | بررسی تعامل بین ژئومورفولوژی بیابان‌های کالیفرنیا و عملیات حاصل از پدافند غیرعامل      | تصاویر ماهواره‌ای، GIS   | تهیه نقشه مکان‌های مناسب در این بیابان‌ها با رویکرد پدافند غیرعامل   |
| هند    | ۲۰۱۰ | کوماری و همکاران [۲۲]     | تعیین توان طبیعت‌گردی ناحیه غربی ایالت سای‌کیم هند                                     | تصاویر ماهواره‌ای، GIS و روش AHP                               | تهیه نقشه توان تفریحی منطقه  |
| آلمان  | ۲۰۱۵ | ریچ و همکاران [۱۶]        | اهمیت فرآیند پدافند غیرعامل در مدیریت منابع آب کشور آلمان در جنگ جهانی اول             | AHP  | ایشان در نتایج پژوهش خود بیان نمودند که بیش از ۳۵۰ نفر از مهندسين علوم زمین در اتاق فکر جنگ جهانی اول مشارکت داشته تا منافع کشور آلمان در مواجهه با کشورهای اتریش، بلژیک، مجارستان، ایتالیا و فرانسه حفظ شود |
| آمریکا | ۲۰۲۳ | توماس [۱۷]                | مطالعه جنگ‌های استعمارزدایی  | AHP  | در جنگ‌های استعمارزدایی که اصول پدافند غیرعامل رعایت شده است از بروز جنگ‌های داخلی تا حد بسیار زیادی جلوگیری شده است   |



شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

#### ۳-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان‌های مرزی استان‌های آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه و ایلام می‌باشد که در بین طول شرقی ۴۴/۰۳۸۷۷۵ تا ۴۸/۰۴۴۱۵۹ و عرض شمالی ۳۲/۰۴۳۹۹۸ تا ۳۹/۷۷۱۲۱۵ بر حسب درجه قرار گرفته است (شکل ۱).

## ۳-۲- ابزار اندازه‌گیری

ابزار سنجش و اندازه‌گیری وسایلی هستند که محقق به کمک آن‌ها می‌تواند اطلاعات مورد نیاز را برای تجزیه و تحلیل و بررسی پدیده مورد مطالعه و نهایتاً کشف حقیقت گردآوری نماید [۲۵]. در پژوهش حاضر ابزار اندازه‌گیری و سنجش از نوع استاندارد هستند و در واقع شامل نرم‌افزارهای ArcGIS، ENVI، Google Earth، نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، تصاویر ماهواره‌ی لندست و رایانه مجهز به اینترنت هستند.

## ۳-۳- روش تحقیق

هدف از انتخاب روش اجرای پژوهش آن است که محقق مشخص نماید که چه شیوه و روشی را اتخاذ کند تا هر چه دقیق‌تر، آسان‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر به پاسخ یا پاسخ‌هایی برای پرسش‌های تحقیق دست یابد [۲۲]. پژوهش حاضر با توجه به فرضیه‌ها و اهداف مورد نظر، به صورت توصیفی-همبستگی است و همچنین نوع تحقیق بر اساس هدف، یک تحقیق کاربردی است. در این راستا، ابتدا نقشه شهرستان‌های مرزی شمال غرب کشور در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه شد. در ادامه با مطالعه‌ی منابع علمی داخلی و خارجی معیارهای اصلی موثر برای مکان‌یابی عملیات‌های نظامی آفندی و پدافندی شناسایی شدند [۲، ۱۳، ۱۶، ۱۷]. معیارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر عبارتند از: پوشش گیاهی، شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از آبراهه، باد غالب، بارش، دما، زمین‌شناسی و معیار عوامل انسانی (فاصله از سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی). لایه‌های مورد استفاده با عنایت به اهداف و رعایت استانداردهای هندسی و توصیفی و تطبیق با فرمت‌های قابل قبول در محیط نرم‌افزارهای مکان‌مبنا مثل ArcGIS، ENVI، Google Earth و Global Mapper تهیه شد و به محیط پایگاه داده زمینی وارد شدند. سیستم مختصات مورد استفاده نیز UTM با بیضوی مبنای WGS1984 و زون ۳۸ شمالی بود. جدول (۲) مقیاس و منبع تهیه‌ی معیارها را نشان می‌دهد.

جدول (۲): مقیاس و منبع معیارهای مورد استفاده

| ردیف | معیار              | مقیاس    | منبع                                    |
|------|--------------------|----------|---|
| ۱    | شیب                | ۱/۵۰۰۰۰  | مدل رقومی ارتفاع مستخرج از سنجنده ASTER |
| ۲    | جهت شیب            | ۱/۵۰۰۰۰  | مدل رقومی ارتفاع مستخرج از سنجنده ASTER |
| ۳    | ارتفاع از سطح دریا | ۱/۵۰۰۰۰  | مدل رقومی ارتفاع مستخرج از سنجنده ASTER |
| ۴    | زمین شناسی         | ۱/۱۰۰۰۰۰ | سازمان زمین‌شناسی                       |

| ردیف | معیار                        | مقیاس   | منبع                          |
|------|------------------------------|---------|-------------------------------|
| ۵    | خطوط هیدروگرافی              | ۱/۵۰۰۰۰ | تصاویر ماهواره لندست          |
| ۶    | باد غالب                     | ۱/۲۵۰۰۰ | سازمان نقشه‌برداری            |
| ۷    | بارش                         | ۱/۲۵۰۰۰ | سازمان نقشه‌برداری            |
| ۸    | دما                          | ۱/۲۵۰۰۰ | سازمان نقشه‌برداری            |
| ۹    | سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی | ۱/۲۵۰۰۰ | دفتر تقسیمات سیاسی وزارت کشور |
| ۱۰   | پوشش گیاهی                   | ۱/۲۵۰۰۰ | تصاویر گوگل ارث               |

جهت تهیه خودکار نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از الگوریتم تقسیم‌بندی حوزه بر روی تصاویر دریافت شده از گوگل ارث استفاده شد. در این راستا با استفاده از الگوریتم تقسیم‌بندی حوزه باندهای قرمز، سبز و آبی تصویر جداسازی شدند، سپس سه شاخص گیاهی ExG (بیش از حد سبز)، ExR (بیش از حد قرمز) و تفاضل آنها  $\Delta ExGR$  که روابط آنها (رابطه ۱ تا ۳) به ترتیب بیان شده، به منظور تمایز پوشش گیاهی از سایه و خاک در محیط محاسبات رستری ArcMAP محاسبه شد [۷].

$$ExG = (2 \times G) - R - B \quad \text{رابطه ۱}$$

$$ExR = (1.4 \times R) - G \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\Delta ExGR = ExG - ExR \quad \text{رابطه ۳}$$

سپس نتایج روابط ۱ الی ۳ با هم ترکیب شدند و یک فایل رستری قابلیت بدست آمد که با طبقه‌بندی به سه کلاسه بر اساس ۲/۵ برابر انحراف معیار، جداسازی پوشش گیاهی و در انتها تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه انجام شد [۷]. قابل ذکر است این عملیات برای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی انجام شد که اثر تغییرات پوشش گیاهی به خوبی تشخیص داده شود.

جهت استاندارد کردن معیارهای عامل از روش فازی در محیط نرم افزار TerrSet بهره‌گیری گردید. جدول (۳) توابع مورد استفاده را نشان می‌دهد [۲۵]. همچنین معیار زمین‌شناسی (محدودیت) نیز با بهره‌گیری از روش بولین استانداردسازی گردید [۲۵]. قابل ذکر است برای بدست آوردن مقادیر آستانه و نوع تابع فازی برای هر معیار از نظرات خبرگان بهره‌گیری شد. در بسیاری از مدل‌سازی‌ها و اهدافی که به منظور تعیین سطوح بهینه در سیستم اطلاعات جغرافیائی انجام می‌گیرد عملیات انطباق یا قرار دادن لایه‌ها بر روی یکدیگر به عنوان یکی از مراحل اصلی در مکان‌گزینی مناطق مورد نظر صورت می‌پذیرد. با توجه به نوع هدف در هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی لازم است که به میزان و ضریب اهمیت هر لایه نسبت به سایر لایه‌ها توجه شود تا در هنگام جمع نمودن لایه‌ها ضریب اهمیت هر لایه مشخص و ترتیب اثر داده شود. برای تعیین وزن معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بهره‌گیری گردید. بدین منظور ۱۰

معیارها و وزن‌های بدست آمده برای آن‌ها، ورودی‌های سیستم GIS برای تحلیل ارزیابی چند معیاری هستند.

عدد پرسشنامه بین متخصصین حوزه دفاعی و پدافند غیرعامل توزیع شد و با در نظر گرفتن ضریب ناسازگاری، میانگین هندسی پرسشنامه‌های تکمیل شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**جدول (۳):** مشخصات معیارهای عامل، مقادیر آستانه و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی آن‌ها

| مقادیر آستانه (نقاط کنترل) |      |     |      | نوع تابع | شکل تابع  | معیار                                       |
|----------------------------|------|-----|------|----------|-----------|---|
| a                          | b    | c   | d    |          |           |   |
| *                          | *    | ۶   | ۳۰   | کاهشی    | خطی       | شیب (درصد)                                  |
| ۳۱۵                        | ۴۵   | ۱۳۵ | ۲۲۵  | مقارن    | سیگموئیدی | جهت شیب (آزیموت)                            |
| *                          | *    | ۲۸  | ۲۵۰۰ | کاهشی    | خطی       | ارتفاع از سطح دریا (متر)                    |
| ۲۵۰                        | ۱۰۰۰ | *   | *    | افزایشی  | خطی       | فاصله از خطوط هیدروگرافی (متر)              |
| *                          | *    | ۳   | ۱۰   | کاهشی    | خطی       | باد غالب (متر بر ثانیه)                     |
| *                          | *    | ۱۰۰ | ۳۰۰  | کاهشی    | خطی       | میزان بارش (میلی‌متر)                       |
| *                          | *    | ۱۰  | ۲۵   | کاهشی    | خطی       | دما (درجه سانتیگراد)                        |
| ۱۰۰۰                       | ۵۰۰۰ | *   | *    | افزایشی  | سیگموئیدی | فاصله از سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی (متر) |
| ۰                          | ۱۰۰  | *   | *    | افزایشی  | خطی       | فاصله از پوشش گیاهی (متر)                   |

#### ۴- نتایج و بحث

مکان‌یابی سطوح مناسب برای عملیات نظامی آفندی و پدافندی نیازمند مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب تأثیرگذارند و دخالت مهم‌ترین عوامل موثر باعث ایجاد حجم زیادی از داده‌ها می‌گردد که با روش‌های دستی امکان پذیر نمی‌باشد [۱۰، ۲۵]. بدیهی است استفاده از ابزارهای تحلیل‌گر سیستم اطلاعات جغرافیایی و دیگر روش‌های علمی ضروری می‌باشد، از این‌رو در این تحقیق مکان‌یابی جهت انتخاب سطوح مناسب عملیات نظامی آفندی و پدافندی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره انجام شد.

#### ۴-۱- تعیین محدوده مورد مطالعه

در ابتدا مرز سیاسی کشور ایران و مرز سیاسی استان‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS فراخوان گردید و استان‌های شمال‌غربی کشور شامل آذربایجان‌غربی، کردستان، کرمانشاه و ایلام انتخاب شدند (شکل ۲)، سپس مرز سیاسی شهرستان‌های مرزی استان‌های مذکور نیز فراخوان شدند (شکل ۳).

سپس تلفیق لایه‌ها به روش ترکیب خطی وزنی (WLC<sup>۱</sup>) انجام شد. این روش از رایج‌ترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی است. به این تکنیک روش ساده وزن‌دهی جمع‌پذیر مکانی (SAW<sup>۲</sup>) و روش امتیازدهی<sup>۳</sup> نیز گفته می‌شود. این روش بر اساس مفهوم میانگین وزنی استوار است [۱۴]. تصمیم‌گیرنده مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. مقدار قابلیت نهایی<sup>۴</sup> برای هر گزینه از طریق رابطه (۴) بدست آمد [۲۱].

$$S = \sum w_i x_i \Pi_{c_j} \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن:

S = میزان قابلیت

w<sub>i</sub> = وزن هر معیار

x<sub>i</sub> = ارزش استاندارد شده هر معیار

Π = نشان‌دهنده علامت ضرب است

c<sub>j</sub> = ارزش استاندارد شده هر محدودیت است.

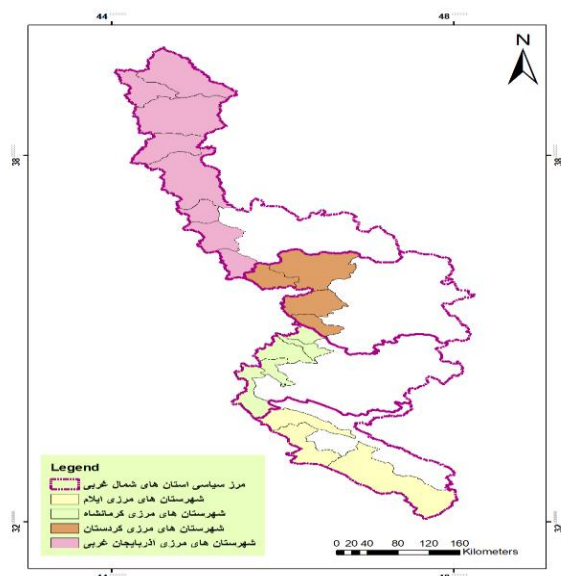
حاصل استفاده از تابع WLC نقشه‌ای است که در مرحله بعد با طبقه‌بندی مقادیر، نقشه‌ی نهایی سطوح بهینه برای انجام عملیات آفندی و پدافندی بدست می‌آید.

<sup>1</sup> Weighted Linear Combination

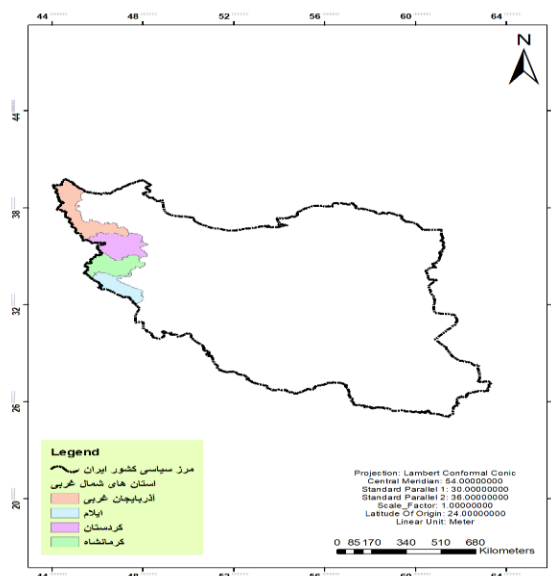
<sup>2</sup> Simple Additive Weighting

<sup>3</sup> Scoring

<sup>4</sup> Final Suitability



شکل (۳): نقشه موقعیت مکانی شهرستان‌های مرزی شمال غربی کشور



شکل (۲): نقشه مرز سیاسی ایران و استان‌های شمال غربی کشور

#### ۴-۲-۱- پوشش گیاهی

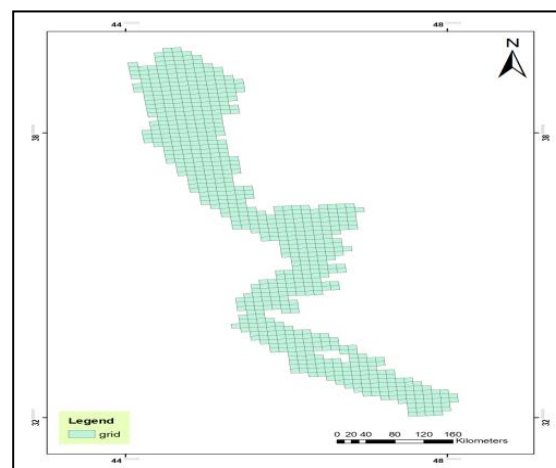
از شاخص‌های مهم و تأثیرگذار در مکان‌یابی می‌توان توجه به استفاده از پوشش گیاهی محیط پیرامونی برای کاهش میزان آسیب‌پذیری تأسیسات و نیروی انسانی اشاره کرد؛ زیرا استقرار یگان‌های نظامی در مکان‌های مناسب و بهینه شرایط لازم برای اجرا و هدایت طرح‌های مرتبط با استتار، اختفاء و فریب را فراهم می‌نماید [۳]. در این راستا، به منظور تهیه خودکار نقشه پوشش گیاهی لازم است تصاویر گوگل ارث برای محدوده مورد مطالعه دریافت شوند. لذا در ابتدا یک شبکه مربعی شکل با تابع Fishnet در محیط نرم‌افزار ArcMAP برای کل منطقه ایجاد شد (شکل ۴). سپس برای هر پیکسل از این شبکه، در محیط نرم‌افزار SAS.Planet یک تصویر گوگل ارث با کیفیت بالا دریافت شد (شکل ۵) که در نهایت ۶۹۵ تصویر کل مناطق مرزی شمال غرب کشور را به طور کامل پوشش داد.

#### ۴-۲-۲- آماده‌سازی معیارهای مناسب مکان‌یابی عملیات نظامی آفندی و پدافندی

انتخاب معیارهای مناسب و کافی برای بدست آوردن نتایج دقیق تر، نکته‌ای است که باید به آن توجه کرد. مسلم است هرچه تعداد پارامترها بیشتر باشد نتیجه دقیق‌تری حاصل می‌شود اما باید توجه داشت که افزایش بیش از حد معیارها و شاخص‌ها، وزن‌دهی معیارها را دچار مشکل می‌کند [۶]. در تحقیق حاضر، با توجه به نظر کارشناسی و مطالعه تحقیقات انجام شده در این زمینه و همچنین با توجه به اطلاعات موجود در رابطه با منطقه مطالعاتی، تعداد ۱۰ معیار شامل: پوشش گیاهی (شکل ۹)، شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، زمین‌شناسی، خطوط هیدروگرافی، باد غالب، بارش، دما، سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی شناسایی و در نظر گرفته شد (شکل ۱۰ الی ۱۸).



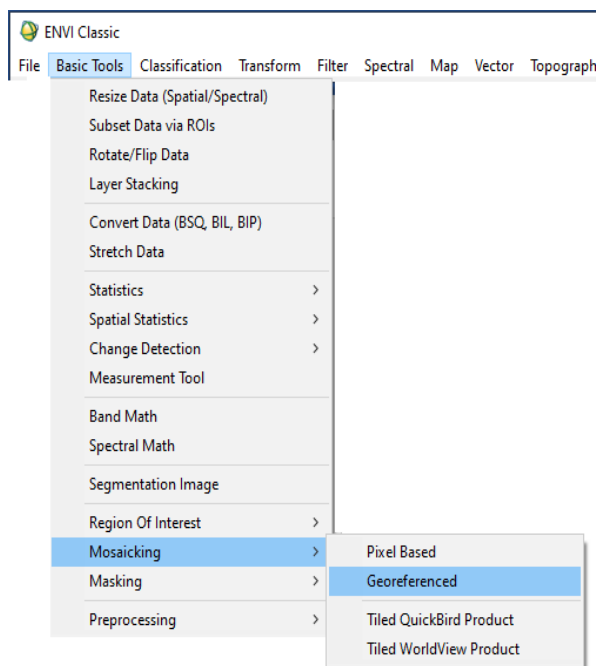
شکل (۵): تصویر گوگل ارث برای یکی از پیکسل‌های شبکه



شکل (۴): یک شبکه مربعی شکل ایجاد شده توسط تابع Fishnet

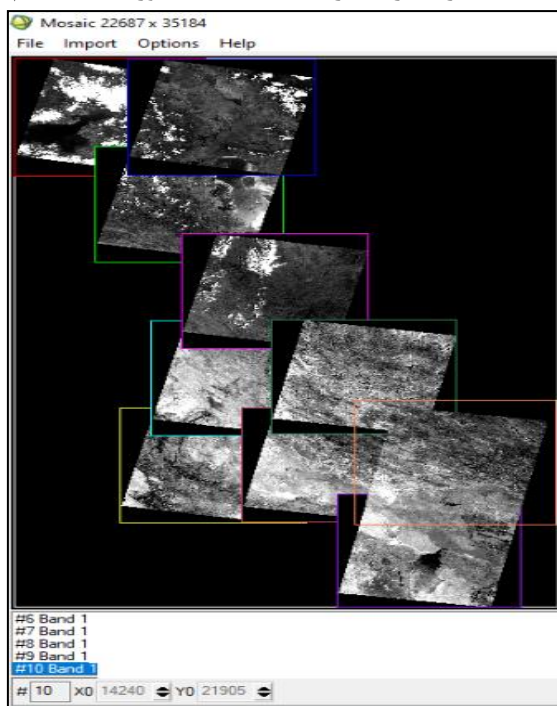


شد. در انتها جهت تهیه نقشه نهایی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه سه شاخص گیاهی ExG (بیش از حد سبز)، ExR (بیش از حد قرمز) و تفاضل آن‌ها  $\Delta ExGR$  با استفاده از روابط ذکر شده در قسمت روش پژوهش حاضر، به منظور تمایز پوشش گیاهی از سایه و خاک در محیط محاسبات رستری ArcMAP محاسبه و نقشه نهایی حاصل شد (۹).

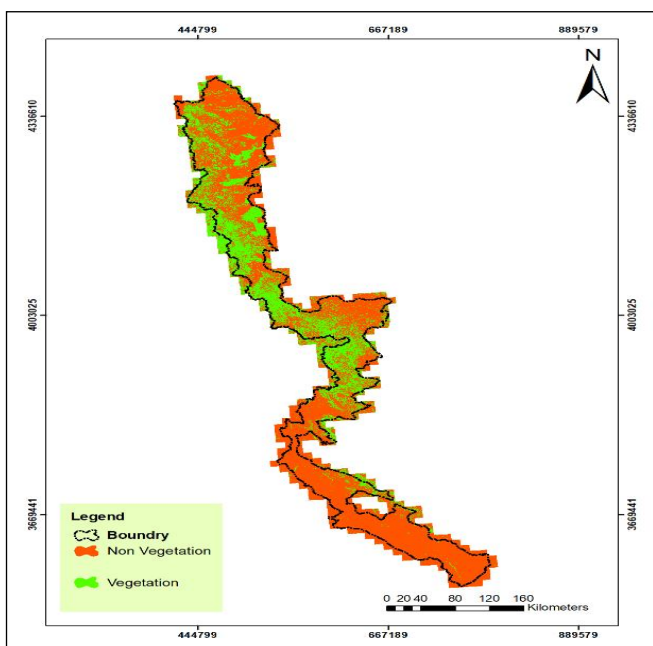


شکل (۷): مسیر عملیات Mosaicking تصاویر در محیط نرم‌افزار ENVI

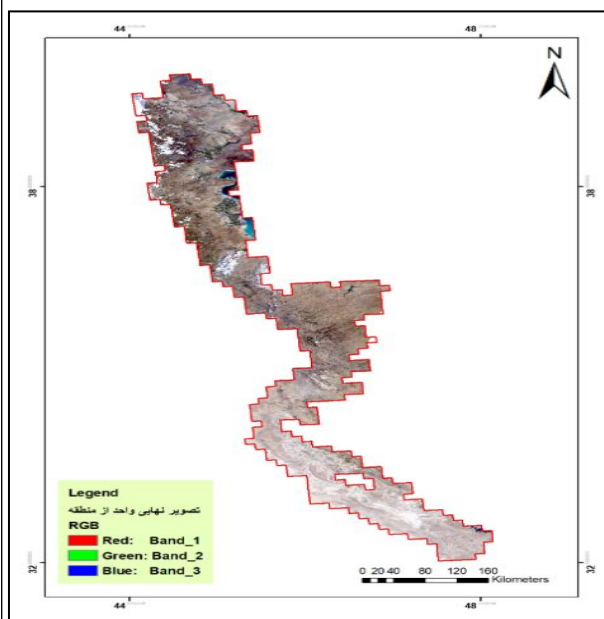
در مرحله بعد به دلیل کاهش خطاهای ژئومتریک، هر ۱۰ تصویر که در مجاورت یکدیگر قرار داشتند توسط نرم افزار ENVI موزائیک شدند (شکل ۶ و ۷). سپس نتایج هر عملیات Mosaicking در دسته‌های ۱۰ تایی دوباره با هم موزائیک شدند که در نهایت یک تصویر واحد حاصل گردید (شکل ۸). قابل ذکر است به منظور سهولت کار و استخراج پوشش گیاهی، عملیات Mosaicking برای هر یک از باندهای RGB به طور جداگانه انجام



شکل (۶): عملیات Mosaicking تصاویر پیکسل‌های شبکه در محیط نرم‌افزار ENVI



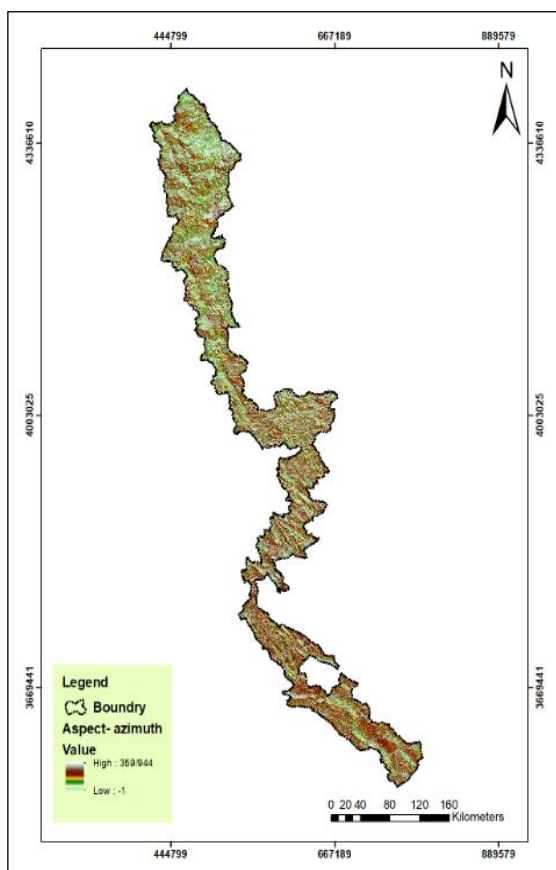
شکل (۹): نقشه سطوح دارای پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه



شکل (۸): تصویر واحد بدست آمده از منطقه مورد مطالعه



جابجایی رسوب و ریزش می‌شود که این امر موجب ایجاد محدودیت‌های عمده‌ای برای توسعه و استقرار ادوات نظامی می‌گردد [۲]. همچنین جهت شیب اثر مهمی بر درجه حرارت، رطوبت خاک و در نتیجه پوشش گیاهی و نوع فرسایش دارد که تمامی موارد مذکور بر مکان‌یابی انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی اثرگذار است.

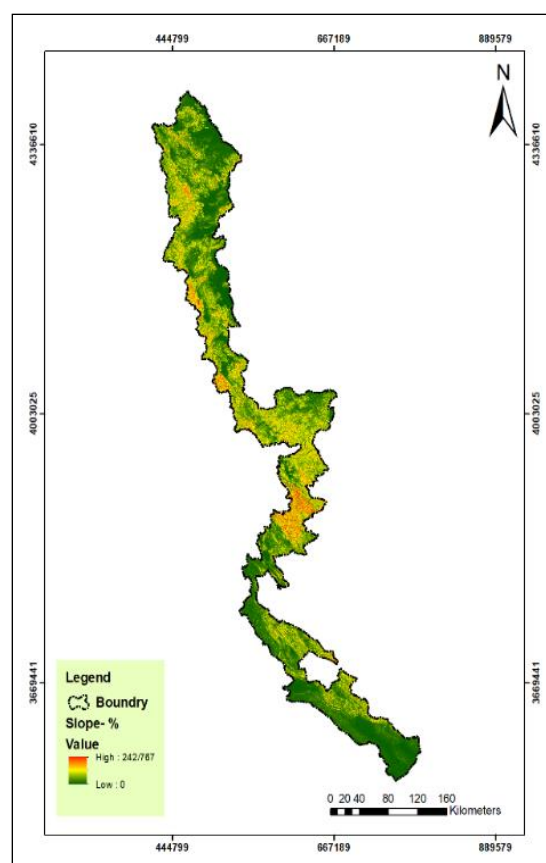


شکل (۱۱): نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه

۳۶۰۰ متر می‌باشد. همچنین یکی از مباحث مهم در تعیین مناسب‌ترین مکان‌های عملیات نظامی آفندی و پدافندی ایجاد فرسایش و رسوب و حرکت توده‌های خاک و شن و سنگ در مکان استقرار تجهیزات و ادوات نظامی می‌باشد که عامل اصلی آن حساسیت سازند زمین‌شناسی می‌باشد. ویژگی‌های ذاتی سنگ‌ها و نهشته‌های سست، نشان می‌دهند که در مناطقی از منطقه مورد مطالعه نمی‌توان با ریسک پایین استقرار تجهیزات نظامی را انجام داد. شکل (۱۳) نقشه درجات حساسیت سازندهای زمین‌شناسی را برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

#### ۴-۲-۲- شیب و جهت شیب

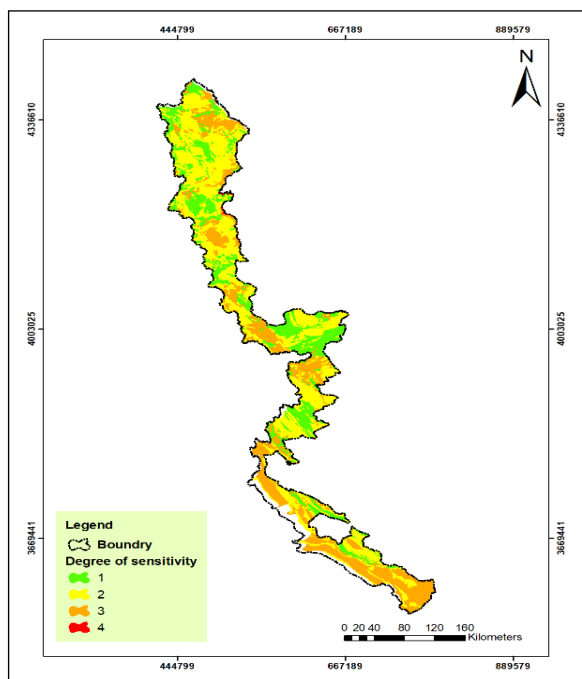
دو معیار شیب و جهت شیب در تعیین مناسب‌ترین مکان‌های عملیات نظامی آفندی و پدافندی از لحاظ طراحی زهکشی‌ها، استقرار تجهیزات، تسطیح و هموارسازی زمین و غیره تأثیر دارند. به‌طور کلی شیب‌های بالاتر از یک آستانه معین (۳۰ درجه)، سبب وقوع فرآیندهای مرفوژنیک کاملاً شدید مانند رواناب‌ها،



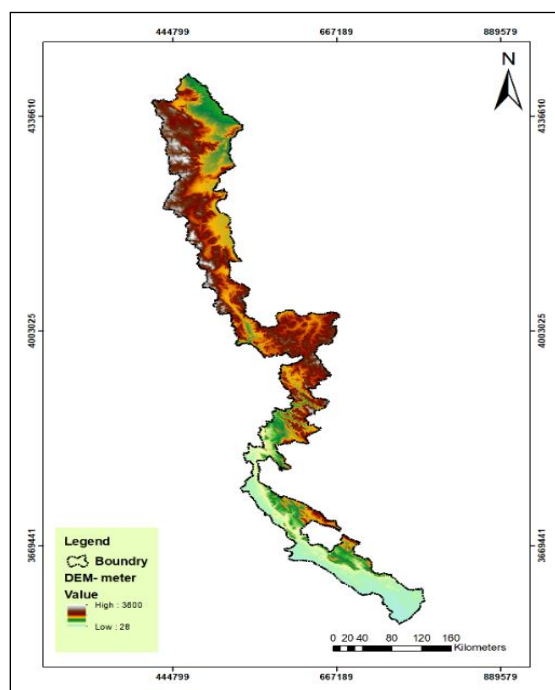
شکل (۱۰): نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

#### ۴-۲-۳- ارتفاع از سطح دریا و زمین‌شناسی

غالباً توزیع سطح منطقه با ارتفاع در نقاط مختلف آن یکنواخت و متوازن نبوده، در نتیجه بخش‌های مختلف از نظر تأثیر ارتفاع به ویژه ارتفاع متوسط در رژیم آب و هوایی و هیدرولوژی منطقه تفاوت‌های خاصی را از این نظر و ویژگی‌های توپوگرافی نشان می‌دهند. لذا نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه تهیه گردید. شکل (۱۲) نقشه ارتفاع از سطح دریا را برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. نقشه مدل رقومی ارتفاع حاکی از این است که میانگین، حداقل و حداکثر ارتفاع برای منطقه مورد مطالعه ۱۳۷۸، ۲۸ و

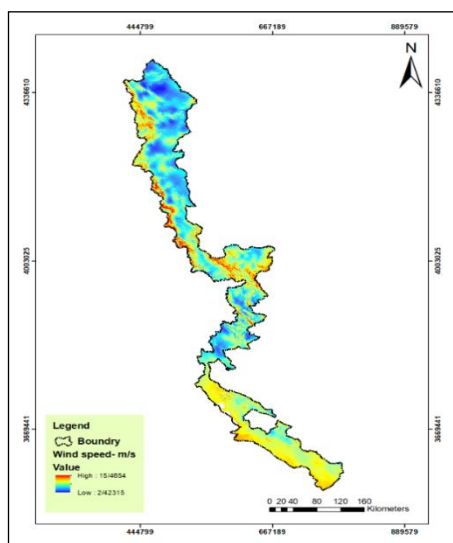


شکل (۱۳): نقشه درجات حساسیت سازندهای زمین‌شناسی در منطقه مورد مطالعه



شکل (۱۲): نقشه ارتفاع از سطح دریا منطقه مورد مطالعه

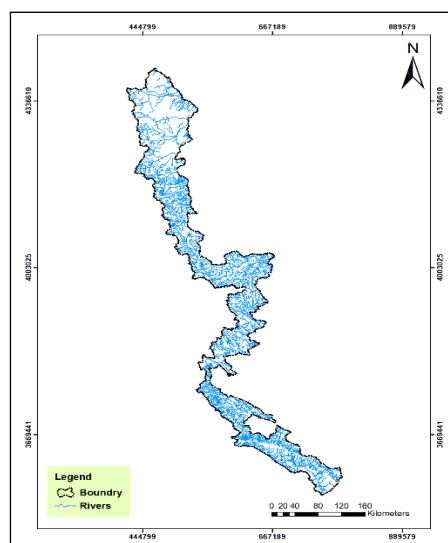
بادهای با سرعت بالا انجام عملیات‌های نظامی را با مشکل مواجه می‌سازند. از این روی برخی از نقاط منطقه که تند بادها و بادهای با سرعت بیشتر (طوفان) غالب هستند، نقاط مناسبی برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی نمی‌باشند. نقشه سرعت و جهت باد در منطقه پژوهش حاضر با بهره‌گیری از داده‌های رستری سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد (شکل ۱۵).



شکل (۱۵): نقشه سرعت و جهت بادهای منطقه مورد مطالعه

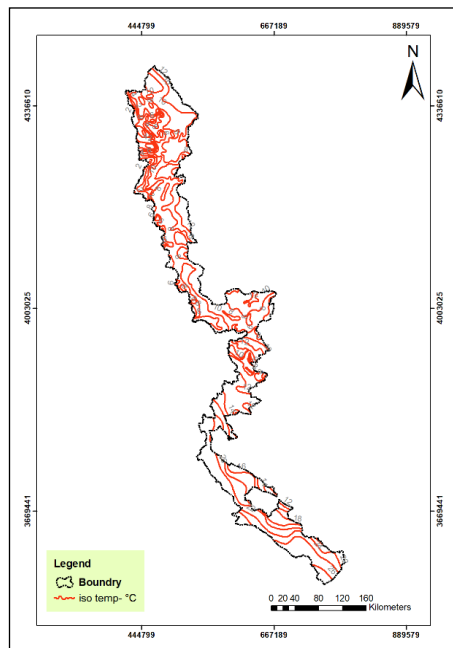
#### ۴-۲-۴- خطوط هیدروگرافی و باد غالب

به منظور حفظ منابع آب از آلودگی‌های احتمالی ناشی از عملیات‌های نظامی از قبیل انفجار و همچنین جلوگیری از ایجاد فاصله غیر متعارف بین سایت عملیات‌های نظامی با خطوط آبراهه‌ای، در نظر گرفتن حریم برای هر گونه جریان‌های سطحی الزامی است. نقشه خطوط هیدروگرافی در محیط نرم‌افزار ArcMAP و از تصاویر ماهواره لندست استخراج شد (شکل ۱۴).



شکل (۱۴): نقشه خطوط هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه

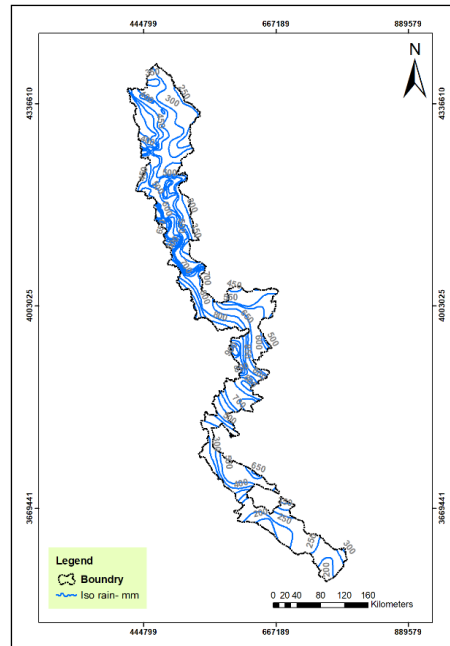
محل انتخابی باید تا حد امکان از نظر دمایی متعادل باشد. زیرا اگر دما از حد تعادل حسی کمتر یا بیشتر باشد، از کارایی حداکثری نیروهای نظامی عملیات آفندی و پدافند کاسته می شود. نقشه میزان دمای محیط از نقشه خطوط هم دمای سازمان نقشه برداری کشور برش داده شد (شکل ۱۷).



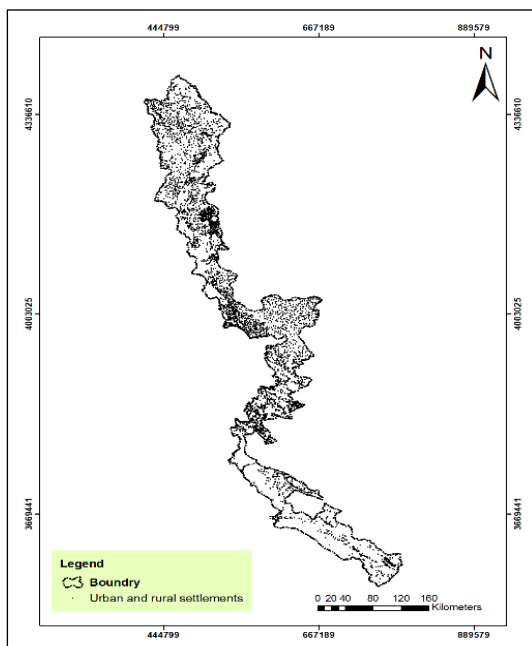
شکل (۱۷): نقشه خطوط هم دمای منطقه مورد مطالعه

#### ۴-۲-۵- بارش و دما

محل انتخابی جهت انجام عملیات آفندی و پدافندی باید تا حد امکان منطقه کم بارشی باشد. زیرا هر چه میزان بارش بیشتر باشد، باعث افزایش حجم رواناب در منطقه خواهد شد. نقشه میزان بارش از نقشه خطوط هم بارش میانگین بارندگی سالیانه سازمان نقشه برداری کشور برش داده شد (شکل ۱۶). همچنین



شکل (۱۶): نقشه خطوط هم بارش منطقه مورد مطالعه



شکل (۱۸): نقشه پراکنش سکونت گاه‌های منطقه مورد مطالعه

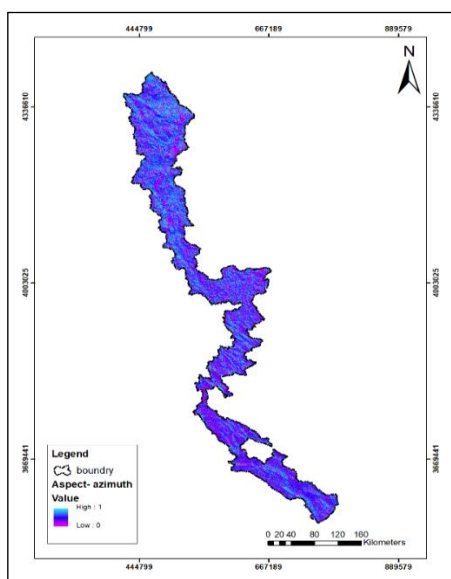
#### ۴-۲-۶- سکونت گاه‌های شهری و روستایی

موقعیت مکانی سکونت گاه‌های شهری و روستایی از دیدگاه‌های مختلفی در مبحث انجام عملیات‌های آفندی و پدافندی قابل بررسی می باشد. لذا تهیه نقشه پراکنش سکونت گاه‌های شهری و روستایی منطقه مورد مطالعه یک امر ضروری است. در این راستا نقشه پراکنش سکونت گاه‌های شهری و روستایی مناطق مرزی شمال غرب از دفتر تقسیمات سیاسی وزارت کشور تأمین و با فتوموزائیک مکان مبنای تصاویر Google Earth با زوم بالا تهیه گردید (شکل ۱۸).

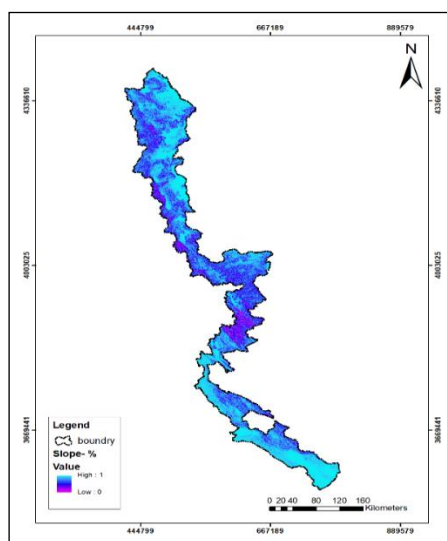
در این حالت بیشترین ارزش برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی مقدار یک و کمترین ارزش دارای مقدار صفر است. همچنین در مورد معیار زمین‌شناسی (محدودیت) که با استفاده از روش بولین استانداردسازی گردید، مقادیر صفر و یک به ترتیب شامل مناطق نامناسب و مناسب برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی می‌باشد. نقشه‌های فازی معیارهای عامل در شکل (۱۹) تا (۲۸) ارائه شده است.

### ۳-۴- استاندارد کردن معیارها

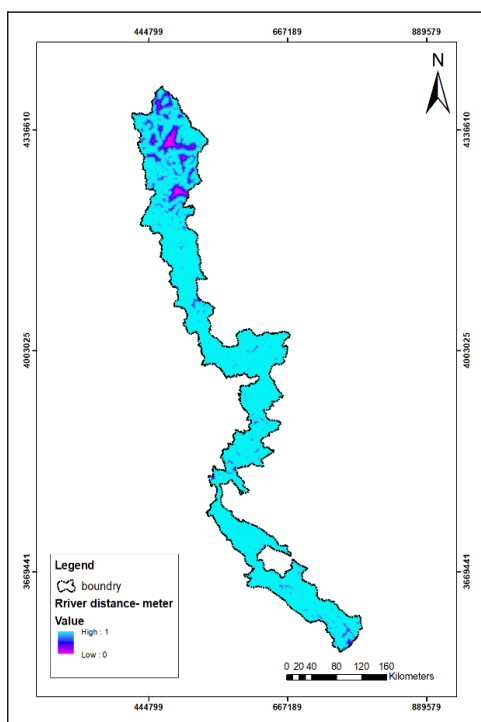
از آنجا که هر یک از نقشه‌های معیار عامل بدست آمده دارای محدوده و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آن‌ها را با یکدیگر همخوان و متناسب نمود. برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آن‌ها به واحدهای قابل مقایسه از فرآیند استانداردسازی معیارها به روش فازی استفاده شد و کلیه مقادیر لایه‌های نقشه‌ای در دامنه بین صفر تا یک قرار گرفتند.



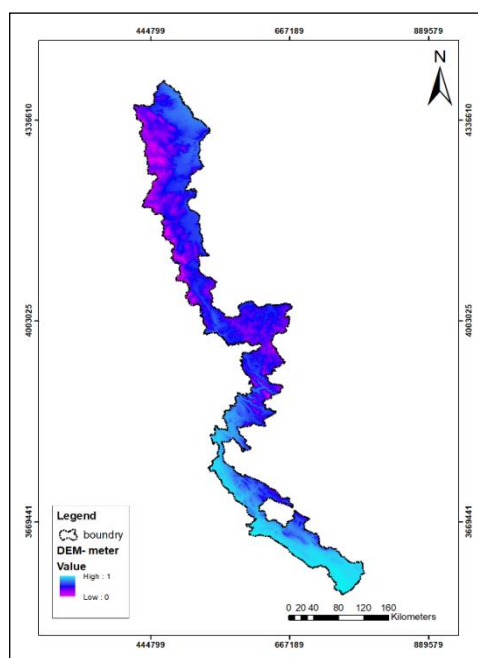
شکل (۲۰): نقشه فازی جهت شیب



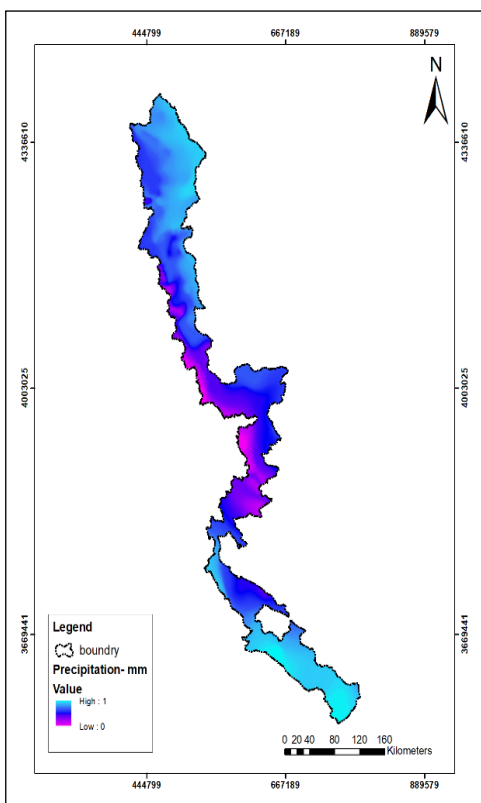
شکل (۱۹): نقشه فازی شیب



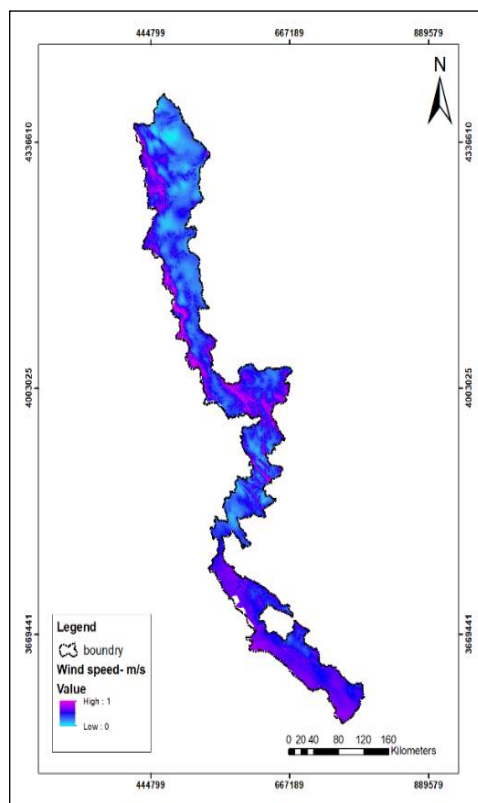
شکل (۲۲): نقشه فازی خطوط هیدروگرافی



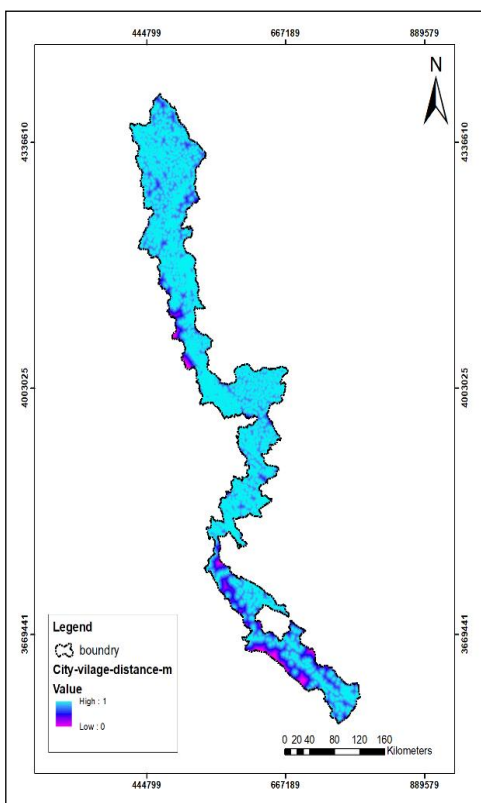
شکل (۲۱): نقشه فازی ارتفاع از سطح دریا



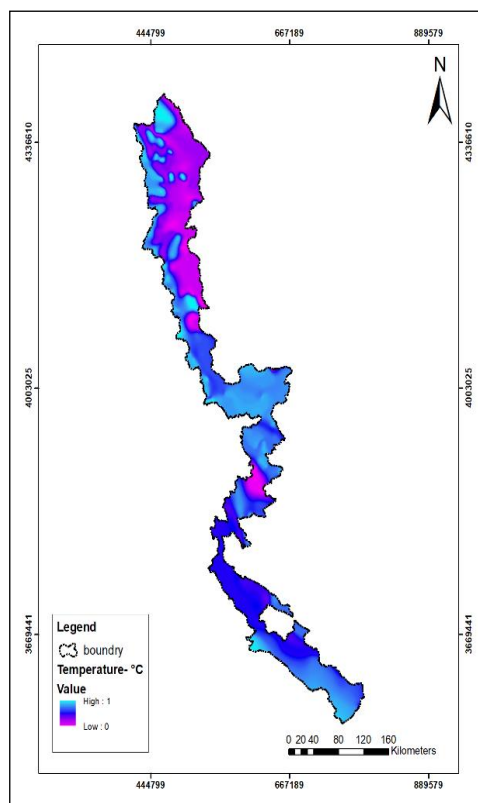
شکل (۲۴): نقشه فازی بارش



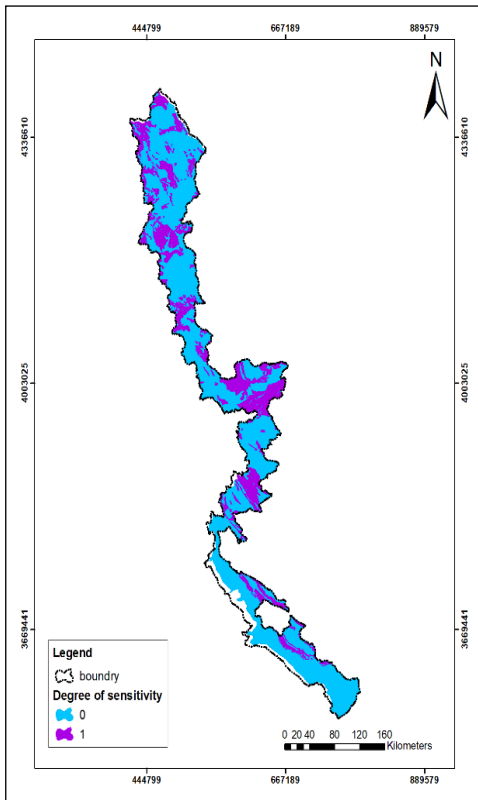
شکل (۲۳): نقشه فازی باد غالب



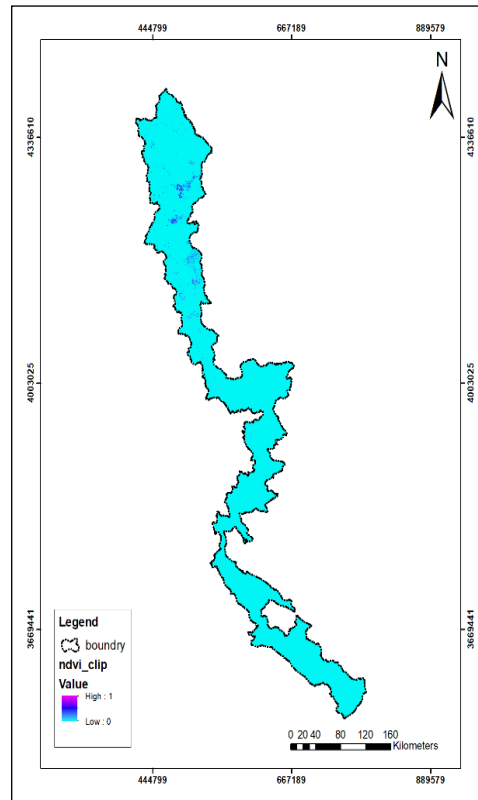
شکل (۲۶): نقشه فازی سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی



شکل (۲۵): نقشه فازی دما



شکل (۲۸): نقشه دو ارزشی حساسیت سازندهای زمین شناسی



شکل (۲۷): نقشه فازی پوشش گیاهی

مطابق با جدول (۳) می‌توان بیان کرد که "پوشش گیاهی"، "جهت شیب"، "ارتفاع از سطح دریا" و "شیب" به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۱۶، ۰/۱۴۲، ۰/۱۲۴ و ۰/۰۹۸ دارای بیشترین اهمیت در بین تمامی معیارها می‌باشند. در این راستا در پژوهش کارسون (۲۰۰۷) که با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چند معیاره انجام شده بود ۳ معیار جهت شیب، شیب و ارتفاع از سطح دریا دارای بیشترین وزن جهت تعیین مکان مناسب برای استقرار نیروهای نظامی آمریکا در کوزوو بود [۱۹]. کیانگ و همکاران (۲۰۱۱) به ترتیب ۴ معیار جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، شیب و پوشش گیاهی را دارای بیشترین وزن و ارزش جهت مکان‌یابی پناهگاه‌های اضطراری در کوه‌های ونچون بیان کردند [۱۲]. یو و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود که با رویکرد پدافند غیرعامل و استفاده از فرآیند AHP انجام شده بود، بیان نمودند که به ترتیب ۵ معیار جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، بارش، شیب و پوشش گیاهی دارای بیشترین ارزش جهت مکان‌یابی سطوح مناسب برای احداث سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی است [۱۱]. روستایی و همکاران (۱۳۸۹) در نتایج پژوهش خود بیان نمود که محل احداث پادگان‌های تبریز و عجب‌شیر از دیدگاه پدافند غیرعامل به دلیل درنظر گرفتن عوامل ژئومورفولوژیکی نظیر معیارهای زمین‌شناسی، شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا نسبت به

#### ۴-۴- وزن‌دهی به معیارها

در پژوهش حاضر به منظور وزن‌دهی به معیارهای عامل از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. تعداد ۱۰ عدد پرسشنامه توزیع شد و کارشناسان طبق پرسشنامه توزیع شده امتیازاتی را به معیارها داده‌اند. بعد از میانگین‌گیری هندسی پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط متخصصین حوزه پدافند غیرعامل، وزن‌های نهایی در نرم‌افزار Expert Choice آنلاین محاسبه گردید (جدول ۴).

جدول (۴): نتایج مربوط به وزن‌دهی معیارهای عامل

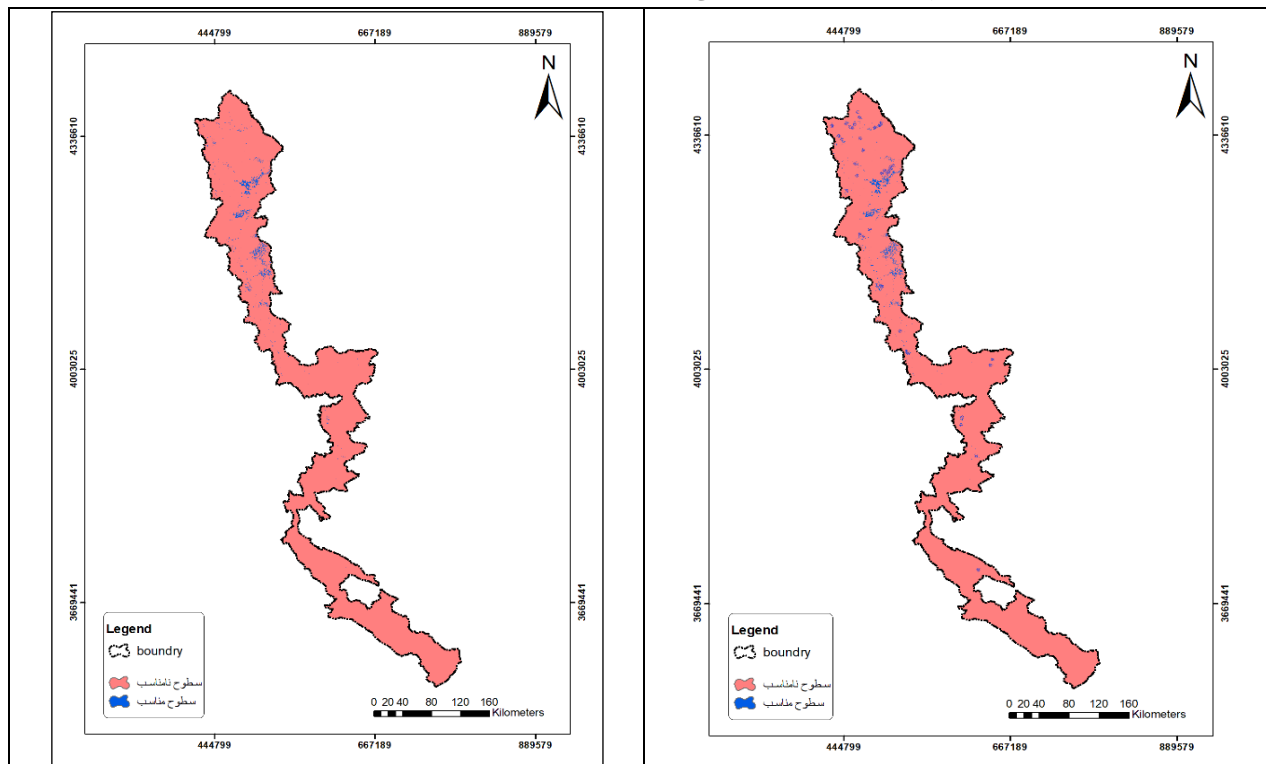
| ردیف                  | معیار                        | وزن   |
|-----------------------|------------------------------|-------|
| ۱                     | شیب                          | ۰/۰۹۸ |
| ۲                     | جهت شیب                      | ۰/۱۴۲ |
| ۳                     | ارتفاع از سطح دریا           | ۰/۱۲۴ |
| ۴                     | خطوط هیدروگرافی              | ۰/۰۶۳ |
| ۵                     | باد غالب                     | ۰/۰۳۹ |
| ۶                     | بارش                         | ۰/۰۶۷ |
| ۷                     | دما                          | ۰/۰۴۲ |
| ۸                     | سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی | ۰/۰۹۳ |
| ۹                     | پوشش گیاهی                   | ۰/۲۱۶ |
| ضریب ناسازگاری: ۰/۰۶۷ |                              |       |

است. نتیجه‌ی حاصلضرب مقدار عددی معیار و وزن آن، مقدار قابلیت نهایی را برای هر گزینه بدست آورد. برای معیار محدودیت دو ارزشی (زمین‌شناسی)، ارزش استاندارد شده محدودیت در حاصلضرب فوق‌الذکر ضرب گردید (رابطه ۴). در این راستا طبقه‌بندی به گونه‌ای تعریف شد که گزینه‌های با مقدار قابلیت بیش از ۷۰ درصد و مساحت بالاتر از یک هکتار در نقشه نهایی سطوح مناسب جهت انجام عملیات آفندی و پدافندی نمایش داده شود. مساحت بالای یک هکتار به این دلیل بود که توان نیروهای نظامی برای انجام عملیات آفندی و پدافندی بالا برود [۲۵]. قابل ذکر است که عملیات تعیین قابلیت نهایی گزینه‌ها یک بار با ورود معیار پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ و بار دیگر با ورود معیار پوشش گیاهی سال ۲۰۲۲ به مدل WLC به انجام رسید. شکل (۲۹) و (۳۰) به ترتیب نقشه نهایی موقعیت مکانی سطوح مناسب برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی را در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی نشان می‌دهد. همچنین نمودار نمایش داده شده در شکل (۳۱) بیانگر مقایسه مساحت مناسب برای انجام عملیات آفندی و پدافندی در مرزهای شمال غرب کشور با در نظر گرفتن معیار پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی است.

پادگان مراغه از وضعیت مناسب‌تری برخوردار هستند [۲۳]. زنگنه‌اسدی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود در مناطق مرزی ایران و ترکمنستان در نظر گرفتن ۴ معیار شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و پوشش گیاهی را دارای بیشترین ارزش جهت احداث پایگاه‌های نظامی معرفی کردند [۱۳]. حنفی و همکاران (۱۳۹۸) نیز به ارزیابی تأثیر عوامل جغرافیایی بر دفاع غیرعامل در مناطق مرزی ایران و افغانستان با تأکید بر مکان‌یابی مراکز نظامی پرداختند و نتایج نشان داد سه عامل شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب به ترتیب بیشترین وزن را دارا می‌باشند که تا حدود زیادی بر نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد [۲]. همچنین حجازی و همکاران (۱۴۰۰) در راستای نتایج پژوهش حاضر به این نتیجه رسیدند که توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی مناطق مرزی کرمانشاه برای احداث مراکز حساس از منظر پدافند غیرعامل حائز اهمیت است [۳].

#### ۴-۵- تعیین قابلیت نهایی گزینه‌ها

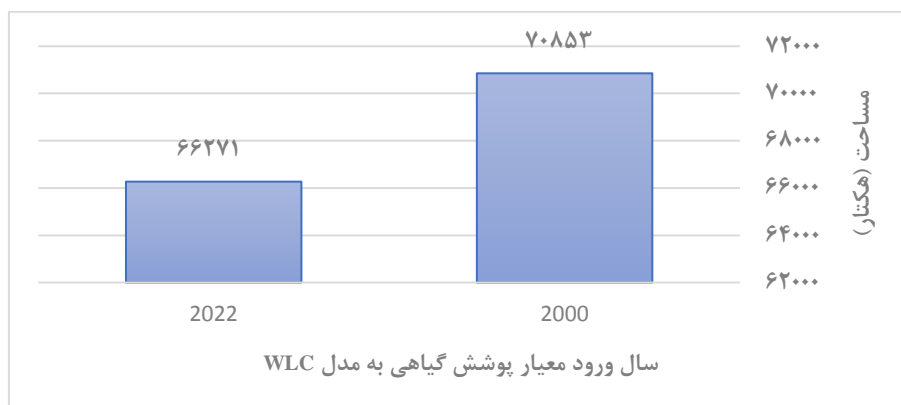
به منظور تهیه نقشه نهایی موقعیت مکانی سطوح مناسب برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) استفاده شد (رابطه ۴). این روش از رایج‌ترین و دقیق‌ترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی



شکل (۳۰): نقشه سطوح نهایی شناسایی شده برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی - با ورود معیار پوشش گیاهی در سال ۲۰۲۲

شکل (۲۹): نقشه سطوح نهایی شناسایی شده برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی - با ورود معیار پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۰





شکل (۳۱): مقایسه بین ورود معیار پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ میلادی به مدل WLC

با میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد. همچنین پیشنهاد اجرایی این پژوهش تعیین مجموعه سطوح مناسب به عنوان یک راهنما جهت استقرار نیروهای نظامی برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی در شهرستان‌های مرزی مورد مطالعه با رویکرد پدافند غیرعامل است. پیشنهاد تحقیقاتی این پژوهش نیز شامل انتخاب مکان مناسب از بین سطوح مشخص شده در هر یک از شهرستان‌های نوار مرزی شمال غرب کشور بر اساس معیارهای چندگانه و تصاویر با دقت مکانی بیشتر است.

نتایج نهایی نمایش داده شده در شکل‌های (۲۹) تا (۳۱) بیانگر این است که با ورود معیار پوشش گیاهی به مدل WLC، بیشترین سطوح مناسب جهت انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی در سال ۲۰۰۰ میلادی در مناطق مرزی شمال غرب کشور وجود داشت. در ارتباط با این بخش از نتایج می‌توان بیان نمود که منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۰ میلادی نسبت به سال ۲۰۲۲ میلادی از پوشش جنگلی غنی‌تری برخوردار بوده است و در واقع تخریب جنگل‌ها در آن سال به مراتب کمتر از حال حاضر بوده است؛ لذا بیشترین سطوح مناسب برای انجام عملیات نظامی آفندی و پدافندی در سال ۲۰۰۰ میلادی شناسایی شده است.

## ۶- مراجع

- [1] A. Feridouni, M. Mousavi, V. Mohammad Nejad, and S. Parvandi, "Locating public and multi-purpose urban shelters with a passive defense approach (case study: Urmia city)" International Conference on Tourism, Geography and Clean Environment, Hamadan, 2016. (In Persian). <https://civilica.com/doc/691508/>.
- [2] A. Hanafi, H. Bayat, and A. H. Neamati, "Assessing the Impact of Geographical Factors on Passive Defense in the Border Regions of Iran and Afghanistan (with Emphasis on Locating Military Centers)" Military Management Quarterly, vol. 19, no. 75, pp. 33-60, 2019. (In Persian). [https://jmm.iranjournals.ir/article\\_38651\\_5978.html](https://jmm.iranjournals.ir/article_38651_5978.html).
- [3] A. Hijazi, S. Roostaei, S. Fakhri, and Z. Heydari, "Evaluation of the geomorphological capabilities of the border areas of Kermanshah province with a passive defense approach" Quantitative geomorphological research, vol. 9, no. 4, pp. 186-202, 2021. (In Persian). [https://www.geomorphologyjournal.ir/article\\_131022.html?lang=fa](https://www.geomorphologyjournal.ir/article_131022.html?lang=fa).
- [4] A. Mohammadpour, A. H. Zarghami, and S. Zarghami, "Investigation and Evaluation of Vulnerable Zones and Elements of the City from the Passive Defense view Case study: City of Sanandaj" Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), vol. 26, no. 102, pp. 175-190, 2017. (In Persian). <https://doi.org/10.22131/sepehr.2017.27474>.
- [5] D. A. Gilewitch, "Military geography: The interaction of desert geomorphology and military operations" Arizona State University, 2003. <https://www.proquest.com/openview/1a50534c3ceb2383b3c20712bf91881c/1?cb=18750&diss=y&pq-origsite=gscholar>.
- [6] E. J. OKPUVWIE, and I. T. MOUHAMADOU, "Application of geospatial technologies in military operations" Socialscientia: Journal of Social Sciences and Humanities, vol. 8, no. 2, pp. 1-13, 2023. <https://journals.aphriapub.com/index.php/SS/article/view/2119>.
- [7] G. E. Meyer, J. C. Neto, "Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications" Computers and electronics in agriculture, vol. 6, no. 3, pp. 282-293, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.03.009>.
- [8] H. Hosseini Amini, S. Asadi, and M. Bornaifar, "Evaluating the structure of Langrod city for passive defense planning" Applied Research in Geographical Sciences, vol. 15, no. 18, pp. 129-149, 2010. (In Persian). Available: <https://sid.ir/paper/102447/fa>.
- [9] H. Makela, and A. Pekkarinen, (2004), "Estimation of forest stand volumes by Landsat TM imagery and stand-level field inventory data"

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از روش پیشنهادی در پژوهش حاضر اهمیت پوشش گیاهی را جهت تعیین مکان‌های مناسب برای عملیات آفندی و پدافندی نشان داد. در این راستا می‌توان بیان کرد که روش پیشنهادی در این پژوهش می‌تواند به خوبی زمین‌های با کمترین خطر و امنیت بالا جهت انجام عملیات آفندی و پدافندی در شهرستان‌های مرزی استان‌های آذربایجان غربی، کرمانشاه، کردستان و ایلام را شناسایی کند. لذا این نتایج می‌تواند ما را از سردرگمی برهاند و به صورت هدفمند و مشخص با پشتوانه‌ی علمی برای استقرار نیروی‌های نظامی و تجهیزات مورد نیاز در زمان‌های حساس احتمالی گام برداریم. نتایج نهایی تحقیق حاضر نشان داد سطوح بهینه در نقاطی قرار دارند که به فاکتورهای عامل مثبت مثل پوشش گیاهی نزدیک و از فاکتورهای عامل منفی مثل سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی دور می‌باشند. بررسی موقعیت مکانی سطوح بهینه نشان داد این صحت‌سنجی برای تمامی آن‌ها وجود دارد و از اینرو با اطمینان می‌توان این روش را توصیه نمود تا در مناطق دیگر (البته با محلی‌سازی برخی فاکتورها) مورد استفاده قرار گیرد و با این اقدامات علاوه بر جلوگیری از خسارات مالی به تجهیزات، تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی، از تلفات انسانی نیز جلوگیری نموده

- [18] M. Zobeiry, A. R. Majd, "An introduction to remote sensing technology and its application in natural resources" Tehran, University of Tehran, 2006. (In Persian).
- [19] M. Corson, and C. Jaspero, "An all-hazards approach to US Military base camp site selection" *The Geographical Bulletin*, vol. 48, no. 2, pp. 75-84, 2007. <https://digitalcommons.kennesaw.edu/thegeographicalbulletin/vol48/iss2/2>.
- [20] S. A. Mahidinia, S. Saeidi, and E. Abazarneshad, "GIS Utilization in Public Shelters Site Selection (Multipurpose) of Qeshm Island using AHP Method" *Passive Defense Quarterly*, vol. 6, no. 4, pp. 43-51, 2016. (In Persian). <https://www.magiran.com/p1498823>.
- [21] S. G. Payne, "Franco and Hitler: Spain, Germany, and World War II" Yale University Press, 2008. 9780300122824, 0300122829.
- [22] S. Kumari, M. D. Behera, and H. R. Tewari, "Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools" *Tropical Ecology*, vol. 51, no. 1, pp. 75-85, 2010. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20103030865>.
- [23] S. Roostaei, M. H. Fathi, S. Fakhri, and A. Mohammadi Far, "Geomorphological analysis of switching the location of military bases (Case study Western slopes of Sahand Mountain)" *Human Geography Research*, vol. 45, no. 3, pp. 209-228, 2013. (In Persian). <https://sid.ir/paper/139119/fa>.
- [24] S. Scholvin, "Geographical conditions and political outcomes" *Comparative Strategy*, vol. 35, no. 4, pp. 274-283, 2016. <https://doi.org/10.1080/01495933.2016.1222840>.
- [25] T. Westbrook, "The global positioning system and military jamming" *Journal of strategic security*, vol. 12, no. 2, pp. 1-16, 2019. <https://doi.org/10.5038/1944-0472.12.2.1720>.
- [26] Y. Ke, and L. J. Quackenbush, "A comparison of three methods for automatic tree crown detection and delineation from high spatial resolution imagery" *International Journal of Remote Sensing*, vol. 32, no. 13, pp. 3625-3647, 2011. <https://doi.org/10.1080/01431161003762355>.
- Forest Ecology and Management, vol. 196, no. 2-3, pp. 245-255, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.049>.
- [10] J. Nouri kalkenari, "The Criteria for Locating Military Barracks by Considering the Aspects of Passive Defense" *Passive Defense Quarterly*, vol. 10, no. 1, pp. 31-44, 2019. (In Persian). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20086849.1398.10.1.3.5>.
- [11] J. Xu, and Y. Lu, "Towards an earthquake-resilient world: from post-disaster reconstruction to pre-disaster prevention" *Environmental Hazards*, vol. 17, no. 4, pp. 269-275, 2018. <https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1500878>.
- [12] L. Qiang, X. Ruan, and P. Shi, "Selection of emergency shelter sites for seismic disasters in mountainous regions: Lessons from the 2008 Wenchuan Ms 8.0 Earthquake, China" *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 40, no. 4, pp. 926-934, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2010.07.014>.
- [13] M. A. zanganeh asadi, E. taghavi moghadam, and F. Biram Ali, "Assessing the Role of Geomorphological Landforms in Defense and Security Strategy and Passive Defense of the Country (Case Study: North Khorasan Border Region)" *Journal of Border Science and Technology*, vol. 8, no. 2-29, pp. 55-81, 2019. (In Persian). Available: <https://sid.ir/paper/410646/fa>.
- [14] M. Erfani, T. Ardakani, A. Sadeghi, and A. pahlevaneoue, (2012). "Sitting for Intensive Recreation in Chahmeh Zone (Zabol Township) Using Multi- Criteria Decision System" *Environmental Researches*, vol. 2, no. 4, pp. 41-50, 2012. (In Persian). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1390.2.4.6.8>.
- [15] M. Hobart, M. Pflanz, C. Weltzien, and M. Schirrmann, "Growth height determination of tree walls for precise monitoring in apple fruit production using UAV photogrammetry" *Remote Sensing*, vol. 12, no. 10, pp. 1656, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12101656>.
- [16] M. Rech, D. Bos, K. N. Jenkins, A. Williams, and R. Woodward, "Geography, military geography, and critical military studies" *Critical Military Studies*, vol. 1, no. 1, pp. 47-60, 2015. <https://doi.org/10.1080/23337486.2014.963416>.
- [17] M. Thomas, "Grand Narratives: Decolonisation and Its Wars" *War & Society*, vol. 42, no. 1, pp. 60-71, 2023. <https://doi.org/10.1080/07292473.2023.2150480>.