ارائه نقشه پهنه‌بندی مراکز مستعد دفاعی در مناطق جنگلی با تکیه بر AHP و GIS
مطالعه موردی: علی آباد کتول– استان گلستان

رضا آقاطاهر[۱] محمد فلاح ززولی[۲]
مهرداد زرافشار[۳] محسن جعفری[٤]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۱/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله:۹٤/٦/۲۷

****

چکیده

تحقیق حاضر با هدف مکانیابی مراکز مستعد دفاعی و تعیین مناطق مساعد احداث آن در بخشی از جنگل‌های متراکم در استان گلستان–شهرستان علی‌آباد کتول با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شده است. به این منظور با استفاده از نظرات کارشناسان خبره دفاعی، اساتید دانشگاه، کارشناسان نظامی و مرور منابع، لایه‌های اطلاعاتی درصد شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از جاده، فاصله از روستاها، سنگشناسی (لیتولوژی)، تراکم پوشش گیاهی و فاصله از مناطق شهری به عنوان عوامل مؤثر بر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی در مناطق جنگلی شناسایی شده و نقشه‌های مذکور در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و رقومی گردیدند.در مرحله بعد فرم‌های استاندارد AHP تهیه و به منظور وزن‌دهی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در اختیار کارشناسان مختلف قرار گرفتند. فرم‌های وزندهی شده جمع‌آوری وهریک ازآنها به صورت جداگانه در نرم‌افزارExpert Choice و ماژول AHP در نرم‌افزار Arc GIS 9.3 مورد آنالیز قرار گرفت. نهایتاً وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با هدف مشخص گردید. نتایج ارزیابی نشان داد که سه عامل فاصله از شهر (۰/۳۲۱)، فاصله از جاده (۰/۲۱۷) و سنگ‌شناسی (۰/۱۷٦) به ترتیب بیشترین تأثیر را در مکانیابی مراکز مستعد دفاعی منطقه مورد مطالعه داشته، در حالیکه تراکم پوشش گیاهی(۰/۰۲۳) و جهت شیب (۰/۰۱۷) کمترین تأثیر را داشته‌اند. نهایتاً نقشه نهایی پتانسیل مراکز مستعد دفاعی با استفاده از مدل AHP در محیط نرم‌افزار GIS تهیه و به چهار طبقه پتانسیل کم (۹/۰۷ درصد)، متوسط (٤۱/۸۰ درصد)، زیاد (۳۰/۰۱ درصد) و خیلی زیاد (۱۹/۱۳ درصد) تقسیم‌بندی گردید.

واژه‌های کلیدی: مکانیابی،مراکز مستعد دفاعی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، استان گلستان

****

۱- کارشناس ارشد سیستم اطلاعات مکانی دانشکده فنی دانشگاه تهران reza_aghataher@yahoo.com
۲- کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران mohammadfallah2092@yahoo.com
۳- استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهرانmehrdadzarafshar@gmail.com
٤- کارشناس ارشد سیستم اطلاعات مکانی دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی mohsen.jafari121@gmail.com

۱- مقدمه

توانایی بالای سیستم اطلاعات جغرافیایی در ترکیب با سایر مدل‌ها و روش‌های ریاضی به مدیران این امکان را می‌دهد که در امر مکانیابی تأسیسات آموزشی، بهداشتی و نظامی بهترین تصمیم را اتخاذ نمایند *(کریمی کردآبادی و خلیلی،۱۳۹۳)*. اصولاً در فرآیند مکانیابی تمامی خصوصیات و ویژگی‌های منطقه مورد نظر برای آن کاربری خاص مورد مطالعه قرار می‌گیرد *(Banai, 1989)* و بی‌شک چنانچه این کاربری مرتبط با مسائل نظامی باشد از اهمیت صد چندان برخوردار خواهد شد. مکانیابی مهمترین اصل پدافندغیرعامل بوده و چنانچه مکان‌یابی صحیح، اصولی و مبتنی براستفاده مناسب از عوارض طبیعی و اشکال زمین انجام گیرد، هزینه‌های اجرایی سایر اصول را کاهش و کارآمدی آنها را افزایش می‌دهد و نسبت به اصول دیگر مقدم‌تر است *(مقیمی و همکاران، ۱۳۹۱)*. طبق نظر برخی از پژوهشگران کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکانیابی صحیح و دقیق مراکز دفاعی–نظامی الزامی است چرا که می‌تواند باعث افزایش دقت و کارایی شود *(فخری و جلالی نسب، ۱۳۸۸)*. در رابطه با مکانیابی مراکز نظامی– دفاعی تحقیقات داخلی بیشماری وجود دارد *(مولوی، ۱۳۷۸؛ نصیری، ۱۳۸۸؛ فتحی، ۱۳۸۹؛ توحیدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ عباسی و ربیعی، ۱۳۹۱؛ مقیمی و همکاران، ۱۳۹۱)* ولی مرور منابع نشان می‌دهد که تاکنون بحث مکانیابی مراکز دفاعی–نظامی در مناطق جنگلی مورد توجه محققین قرار نگرفته است. این در حالی است که مناطق جنگلی ایران به جهت اختفاء همواره مورد توجه گروهک‌های تروریستی و معاندین کشور ایران قرار گرفته است.

سطح جنگل‌های ایران بنا به اظهار سازمان جنگل‌ها و مراتع ۱۸ میلیون هکتار یا ۱۱٪ کل مساحت کشور است لذا کشور ایران از لحاظ جنگل فقیر محسوب می‌شود *(یخکشی، ۱۳۸۲)* ولی بی شک با حفظ مسائل زیست‌محیطی می‌توان در بحث استتار از این نعمت الهی استفاده کرده و برخی از تأسیسات غیرمخرب نظامی از قبیل مراکز دفاعی را در آن احداث کرد. از سوی دیگر در بیشتر تحقیقات با استفاده از مدل‌های ریاضی مکان‌گزینی انجام گرفته است. در برخی موارد نیز از روش‌های تحقیق در عملیات نظیر: برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی صفر و یک، مدل حمل و نقل و روش تاپسیس استفاده شده است. بیشتر تحقیقات داخلی نیز با استفاده از روش برنامه‌ریزی صفر و یک مورد استفاده قرار گرفته است *(عباسی و ربیعی، ۱۳۹۱)*. متأسفانه در برخی از عرصه‌های ارزشمند جنگلی مراکز نظامی و غیر نظامی احداث شده و پس از مدتی به دلیل عدم انتخاب مکان مناسب، این مراکز رها شده و به مناطق دیگر منتقل می‌شوند.

با توجه به اهمیت زیست‌محیطی و بسیار ارزشمند که جنگل‌های شمال کشور دارند بهتر است تا حد امکان در انتخاب مناطق مناسب برای احداث مراکز مستعد دفاعی دقت نموده تا با حداقل تخریب احداث شوند و در آینده نیز نیاز به جابجایی این مراکز نباشد. بدون شک انتخاب اصولی مکان این مراکز نه تنها در افزایش کارایی آن مؤثر بوده بلکه تا حد امکان از تخریب بیشتر منابع طبیعی جلوگیری می‌کند. در مطالعات مکانیابی و به ویژه مکانیابی نظامی عوامل زیادی باید مدنظر قرار گیرد. لذا سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقش مؤثری در تهیه، تلفیق، تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها داشته و استفاده از آن به میزان زیادی هزینه و زمان مورد نیاز را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به اینکه برخی داده‌ها کیفی و برخی کمی هستند بهتر است از روشی استفاده شود که توانایی تلفیق داده‌های کیفی و کمی را داشته باشد. به این منظور روش AHP انتخاب می‌شود که علاوه بر توانایی تلفیق داده‌های کیفی و کمی امکان استفاده از نظرات کارشناسان مختلف در مطالعات را نیز فراهم می‌کند. کارایی مدل AHP در مطالعات مرتبط با مکانیابی در تحقیقات مختلف مورد تأیید قرار گرفته و در مطالعات اخیر نیز مورد توجه قرار گرفته است *(Mishra et al., 2015., Mobaraki et al., 2014)*. بنابراین با توجه به تأکید به استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در بحث مکانیابی

مراکز نظامی و از سوی دیگر تأیید کارایی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در این گونه مطالعات، هدف از تحقیق حاضر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی و تهیه نقشه مناطق مستعد احداث آنها در بخشی از جنگل‌های متراکم شمال در استان گلستان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است.

۲- مواد و روش‌ها

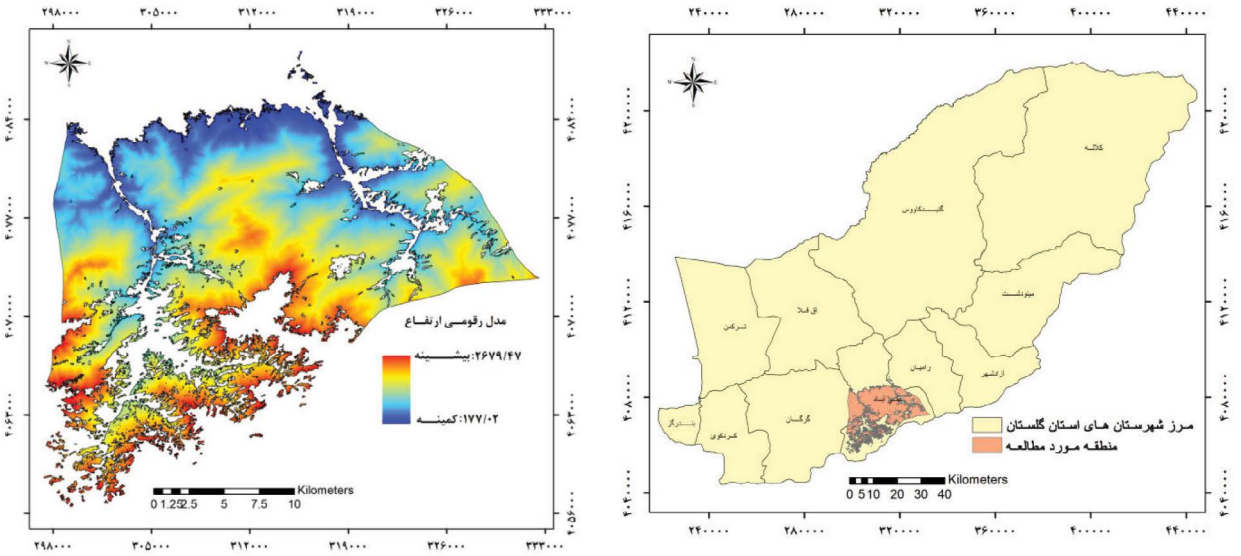
۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از جنگل‌های متراکم شمال، در شهرستان علی‌آباد کتول در استان گلستان می‌باشد که مساحت تقریبی آن ٤٣٠/٨٤ کیلومتر مربع است. این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ″٤٧ ′٤٧ °٣٦ تا ″٢٧ ′٥٥ °٣٦ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″١٣ ′٤٥ °٥٤ تا ″٤٩ ′٥٥ °٥٤ شرقی استقرار یافته است. ارتفاع بیشینه و کمینه منطقه مورد مطالعه به ترتیب ١٧٧ و ٢٦٧٩ متر می‌باشد (نگاره ١). لازم به ذکر است جهت تعیین مناطق جنگلی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده و با طبقه‌بندی تصاویر، نقشه کاربری‌های آن تهیه و مناطق جنگلی شهرستان علی‌آباد از آن استخراج گردید.

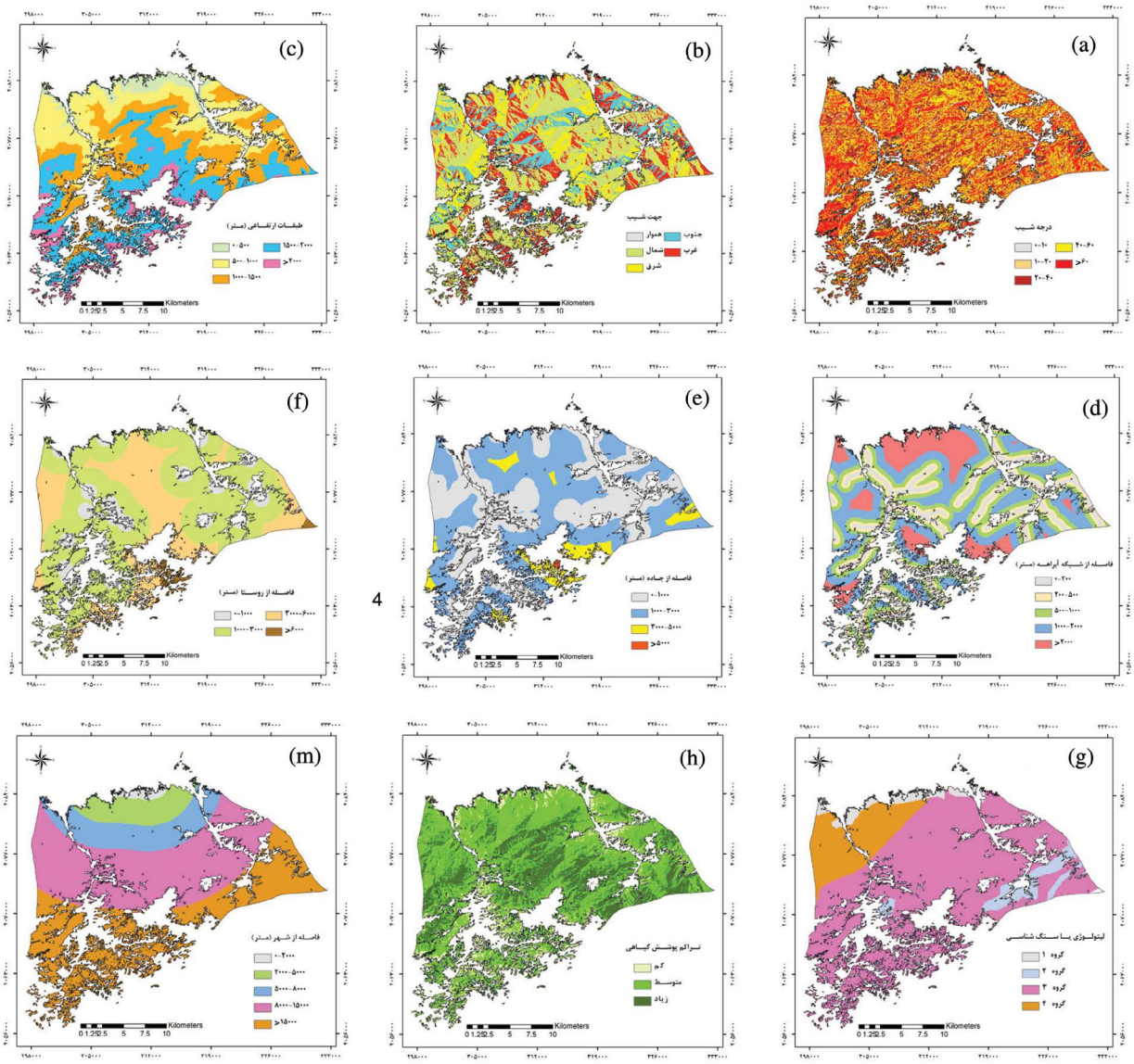
۲-۲- روش کار

به منظور مکانیابی مراکز مستعد دفاعی با استفاده از AHP، ابتدا هریک از عوامل مؤثر و مرتبط با تحقیق در منطقه مورد مطالعه شناسایی و لایه‌های اطلاعاتی درصد شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از جاده، فاصله از روستاها، سنگ‌شناسی (لیتولوژی)، تراکم پوشش گیاهی و فاصله از مناطق شهری به‌عنوان عوامل مؤثر بر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی از روی نقشه‌های پایه (توپوگرافی، زمین‌شناسی و ...) و تصاویر ماهواره‌ای موجود با استفاده از الحاقی‌های مختلف در محیط GIS رقومی و تهیه گردیدند (نگاره ٢).

به این منظور با استفاده از نقشه توپوگرافی در مقیاس ١:٢٥٠٠٠، نقشه مدل رقومی ارتفاع تهیه و عوامل درصد شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی از آن استخراج گردید. لایه اطلاعاتی تراکم پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای لندست ٧ و بر اساس رابطه شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده یا NDVI تهیه گردید (رابطه ١). نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه نیز از سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه، در محیط نرم‌افزار ArcGIS ٩,٣ رقومی و لایه‌سنگ‌شناسی (لیتولوژی) از آن استخراج گردید.



نگاره ١. موقعیت منطقه مورد مطالعه



نگاره ۲: نقشه‌های هر یک از عوامل مؤثر بر مکانیابی تأسیسات نظامی شامل درجه شیب (a)، جهت شیب (b)، طبقات ارتفاع (c)، فاصله از شبکه آبراهه (d)، فاصله از جاده (e)، فاصله از روستا (f)، لیتولوژی (g)، تراکم پوشش گیاهی (h) و فاصله از شهر (m).

لایه‌های مربوط به آبراهه، جاده، روستاها و شهرها نیز از نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.

پس از تعیین عوامل و نقشه‌های فوق‌الذکر و تهیه بانک اطلاعاتی و بر اساس مرور منابع اقدام به تهیه نقشه مکانیابی مراکز مستعد دفاعی با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط ArcGIS و هم‌چنین نرم‌افزار Expert Choice گردید.

رابطه ۱

$$NDVI = \left(NIR - R / NIR + R \right)$$

که در آن NIR: باند مادون قرمز نزدیک و R: باند قرمز می‌باشد. *(Mather, 1999)*

۲-۳- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون

تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در سال ۱۹۷۰ توسط توماس ال ساعتی ارائه شد که برای تصمیم‌گیری با چند معیار است *(نیک مردان، ۱۳۸٦)*. از مزایای AHP این است که اعمال نظر کارشناسی توسط افراد را تا حد زیادی آسانتر کرده و احتمال خطا را کاهش می‌دهد، همچنین در این روش می‌توان تعداد زیادی از عوامل را دخالت داد و با استفاده از نظر کارشناسی وزن هر عامل را به دست آورد *(قدسی‌پور، ۱۳۸٤)*. اولین کار در اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مکانیابی مراکز نظامی با استفاده از AHP، انجام مقایسات زوجی بین عوامل است. به این منظور پرسشنامه‌ای که دربرگیرنده معیارها و زیرمعیارهای مهم در راستای این تحقیق بود طراحی، و به منظور وزندهی در اختیار کارشناسان و متخصصین امر اعم از مراکز آموزشی و علمی قرار گرفت. در پایان پرسشنامه‌ها جمع‌آوری و هر یک از آنها به صورت جداگانه در نرم‌افزار Expert Choice بر اساس مقایسات زوجی و جدول ترجیحات *(Satty, 1980)* مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱: میزان ترجیح ها و قضاوت کارشناسی *(Satty, 1980)*

ترجیح ها	میزان عددی
به طورکامل مهم‌تر یا مطلوبتر	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوبتر یا کمی مهمتر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت بین فاصله‌ها	۲، ٤، ٦ و ۸

برای محاسبه درجه اهمیت هر یک از شاخص‌ها و گزینه‌ها، ابتدا میانگین هندسی برای هر یک از سلول‌های ماتریس مقایسه زوجی انجام پذیرفت. در ادامه پس از محاسبه میانگین هندسی تمام سلول‌های ماتریس مقایسه زوجی، با تلفیق وزن‌های عناصر سطوح پایین با عناصر سطوح بالای مربوط در سلسله مراتب، وزن هر یک از معیارهای تأثیرگذار و زیرمعیارهای مربوط به آن در مکانیابی مراکز نظامی در نرم‌افزار Expert Choice تعیین گردید *(Satty, 1980)* .

نکته حائز اهمیت در مورد ماتریس‌های مقایسه زوجی و به طور کلی مدل AHP، میزان ناسازگاری آنهاست که برای رسیدن به قضاوت‌های باثبات ضرورت دارد ضریب ناسازگاری ماتریس‌ها کمتر یا مساوی ۰/۱باشد، از اینرو در صورتی که در بعضی ماتریس‌های مقایسات زوجی این میزان بیشتر از ۰/۱ شود، لازم است کارشناس مربوط، قضاوت خود را تکرار کند تا ماتریس‌ها باثبات شوند *(قدسی‌پور، ۱۳۸٤)*.

در مرحله بعد پس از تخمین وزن معیارها و زیرمعیارها از روش AHP، نتایج به نرم‌افزار ArcGIS منتقل و به نقشه‌های موضوعی (نقشه‌های عوامل مؤثر) اضافه گردید. آنگاه بر اساس رابطه ۲ نقشه پتانسیل مراکز مستعد دفاعی برای منطقه مورد مطالعه تهیه و به چهار طبقه پتانسیل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم گردید.

رابطه(۲)

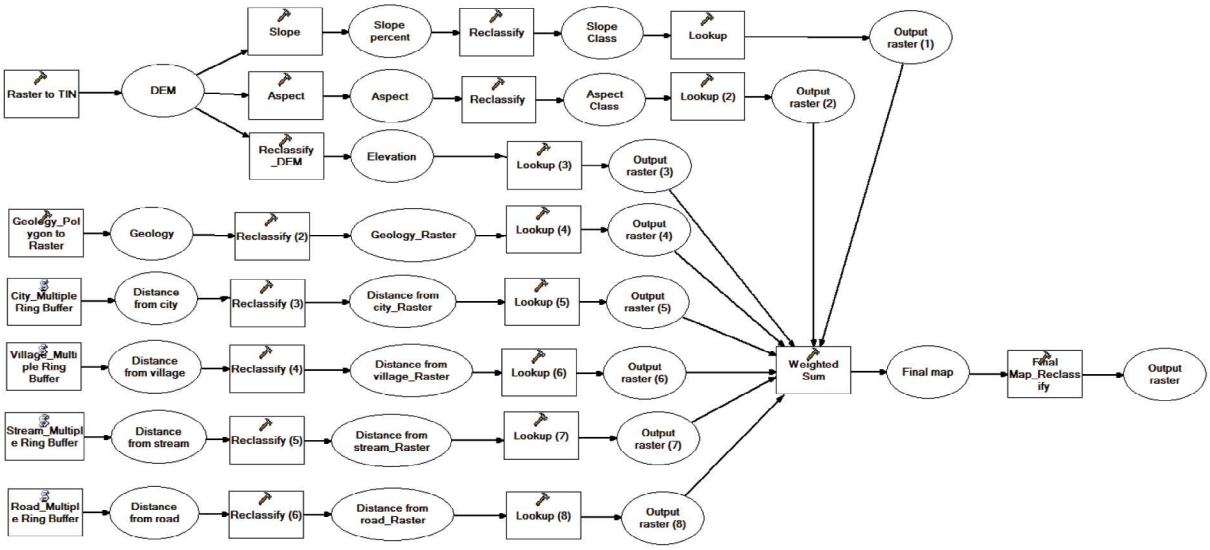
$$W_{Final} = \sum W_i R_i$$

که در آن W_{Final}: وزن نهایی گزینه‌ها، W_i: وزن یا اولویت نسبی معیارها و R_i: وزن یا اولویت‌نسبی زیرمعیارها می‌باشد. بر اساس نقشه وزنی به دست آمده، مناطقی با بیشترین وزن به عنوان مناطق با پتانسیل خیلی زیاد برای ایجاد مراکز مستعد دفاعی در نظر گرفته شد. نهایتاً بعد از انتخاب مناطق مساعد، به کارشناسان مرتبط با موضوع مراجعه کرده و نظر آنها را در مورد مناطق انتخاب شده بررسی می‌کنیم. در صورتی که مناطق انتخاب شده مورد تأیید باشد کارایی روش AHP تأیید خواهد شد. مدل مفهومی مکانیابی مناطق مستعد احداث مراکز دفاعی در منطقه مورد مطالعه در محیط ArcGIS طراحی و در نگاره ۳ ارائه شده است.

۳- نتایج

۳-۱- مقایسه معیارهای اصلی مؤثر بر مکانیابی مراکز نظامی

ماتریس مقایسات زوجی عوامل اصلی مؤثر بر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی در جدول ۱ ارائه شده است. خروجی



نگاره ۳: مدل مفهومی مکانیابی مناطق مستعد احداث مراکز دفاعی در منطقه مورد مطالعه

جدول ۱ : ماتریس وزندهی معیارهای اصلی نسبت به یکدیگر

	درصد شیب	جهت دامنه	ارتفاع از سطح دریا	سنگشناسی	فاصله از شبکه آبراهه	فاصله از جاده	فاصله از شهر	فاصله از روستا	تراکم پوشش گیاهی
درصد شیب	۱	۵	٤	۱/٤	۲	۱/۵	۱/٦	۱/۲	۵
جهت دامنه		۱	۱/۲	۱/۷	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۱/٦	۱/۳
ارتفاع از سطح دریا			۱	۱/٦	۱/٤	۱/۷	۱/۸	۱/۵	۳
سنگشناسی				۱	۵	۱/۲	۱/۳	٤	۳
فاصله از شبکه آبراهه					۱	۱/۵	۱/٦	۱/۳	۳
فاصله از جاده						۱	۱/۳	٤	۷
فاصله از شهر							۱	٤	۸
فاصله از روستا								۱	٦
تراکم پوشش گیاهی									۱

نهایی نرم‌افزار ExpertChoice نشان داد (نگاره ٤) که از بین ۹ فاکتور اصلی، فاصله از شهر و فاصله از جاده مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار در مکانیابی مراکز دفاعی در مناطق جنگلی هستند و در مقابل جهت شیب و تراکم پوشش گیاهی از اهمیت کمی برخوردار بودند.

۳-۲- ماتریس مقایسات زوجی کلاس‌های عوامل اصلی مؤثر بر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی

ماتریس مقایسات زوجی مربوط به کلاس‌های هر عامل و نتایج آنالیز وزن آنها در نرم‌افزار Expert Choice در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که فاصله ۱۵۰۰۰-۸۰۰۰ متر از شهر برای احداث مراکز دفاعی دارای بیشترین وزن بود. فاصله ۳۰۰۰-۱۰۰۰ متر از جاده اصلی نیز دارای بالاترین درجه اهمیت بود.

در نهایت پس از تعیین وزن هر عامل و کلاس‌های مربوط به آن و انتقال وزن‌ها به نقشه‌های مذکور بر اساس رابطه ۲، نقشه مراکز مستعد دفاعی در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه گردید (نگاره ۵). به منظور طبقه‌بندی نقشه

جدول۲: تعیین اهمیت و وزن هر کلاسه از معیارهای اصلی با استفاده از نظرات کارشناسی

معیار	کلاسه‌بندی	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	ضریب ناسازگاری	وزن هر کلاسه (Ri)
درصد شیب	۰-۱۰ (۱)	۱	۳	٥	۷	۹	۰/۰۷	۰/٥۰۰
	۱۰-۲۰ (۲)		۱	٤	٦	۸		۰/۲۸۹
	۲۰-٤۰ (۳)			۱	۳	٦		۰/۱۲۲
	٤۰-٦۰ (٤)				۱	۳		۰/۰٥۸
	٦۰< (٥)					۱		۰/۰۳۰
جهت شیب	شمال (۱)	۱	۱/۳	۱/۷	۳	–	۰/۰٤	۰/۱۰۱
	شرق (۲)		۱	۱/۳	٦	–		۰/۲٥٤
	جنوب (۳)			۱	۸	–		۰/٥۹٦
	غرب (٤)				۱	–		۰/۰٤۸
طبقات ارتفاعی	۰-٥۰۰ (۱)	۱	۲	٥	۷	۹	۰/۰٦	۰/٤۷۲
	٥۰۰-۱۰۰۰ (۲)		۱	۳	٥	۸		۰/۲۸۸
	۱۰۰۰-۱٥۰۰ (۳)			۱	٤	۷		۰/۱٥۰
	۱٥۰۰-۲۰۰۰ (٤)				۱	۳		۰/۰٥۹
	۲۰۰۰ < (٥)					۱		۰/۰۳۰
فاصله از شبکه آبراهه	۰-۲۰۰ (۱)	۱	۱/٤	۱/٥	۱/۸	۱/۷	۰/۰۹	۰/۰۳۳
	۲۰۰-٥۰۰ (۲)		۱	۱/۳	۱/۷	۱/٦		۰/۰٦۸
	٥۰۰-۱۰۰۰ (۳)			۱	۱/٥	۱/۳		۰/۱۳۲
	۱۰۰۰-۲۰۰۰ (٤)				۱	۲		۰/۳٦٥
	۲۰۰۰ < (٥)					۱		۰/٤۰۲
فاصله از جاده	۰-۱۰۰۰ (۱)	۱	۱/٥	۱/۳	۳	–		۰/۱۱٦
	۱۰۰۰-۳۰۰۰ (۲)		۱	٤	۷	–		۰/٥۹۸
	۳۰۰۰-٥۰۰۰ (۳)			۱	٤	–		۰/۲۲۹
	٥۰۰۰ < (٤)				۱	–		۰/۰٥۷
فاصله از روستا	۰-۱۰۰۰ (۱)	۱	۱/۳	۱/٥	۱/۷	–	۰/۰٤	۰/۰٥٦
	۱۰۰۰-۳۰۰۰ (۲)		۱	۱/٤	۱/٥	–		۰/۱۱۳
	۳۰۰۰-٦۰۰۰ (۳)			۱	۱/۲	–		۰/۳۱۸
	٦۰۰۰ < (٤)				۱	–		۰/٥۱۳
لیتولوژی (سنگ‌شناسی)	گروه ۱ (۱)	۱	۲	۱/٥	۱/۳	–		۰/۱۱۲
	گروه ۲ (۲)		۱	۱/٦	۱/٤	–		۰/۰۷۰
	گروه ۳ (۳)			۱	۳	–		۰/٥٥۸
	گروه ٤ (٤)				۱	–		۰/۲٥۹

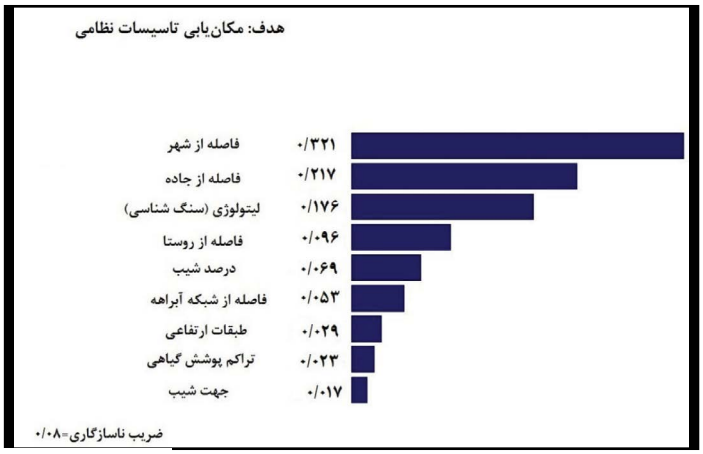
تراکم پوشش گیاهی	کم (۱)	۱	٤	۷	–	–	۰/۰۷	۰/٦۹٦
	متوسط (۲)		۱	٤	–	–		۰/۲۲۹
	زیاد (۳)			۱	–	–		۰/۰۷۵
فاصله از شهرها	۰–۲۰۰۰ (۱)	۱	۱/٤	۱/٦	۱/۹	۱/۷	۰/۰٤	۰/۰۳۳
	۲۰۰۰–۵۰۰۰ (۲)		۱	۱/۳	۱/۵	۱/٦		۰/۰۷۷
	۵۰۰۰–۸۰۰۰ (۳)			۱	۱/۳	۱/۲		۰/۱۷۰
	۸۰۰۰–۱۵۰۰۰ (٤)				۱	۲		۰/٤۲٤
	۱۵۰۰۰ < (۵)					۱		۰/۲۹٦

گروه ۱ (Qm: باتلاق و ماناب؛Qs,d: نهشته‌های بادیQft2؛مخروط افکنه و نهشته‌های تراس‌های دره‌ای)؛ گروه ۲ (TRJs: شیل و ماسه‌سنگ سیاه و خاکستری؛TRe: سنگ آهک اوولیتی ضخیم، سنگ آهک دولومیتی وشیل؛Kl: سنگ‌های نامتمایزTRe۲: دولومیت ضخیم ته نشست یافته)؛ گروه ۳ (DCkh: سنگ آهک خاکستری همراه با شیل و مارن و گچ؛Pd: ماسه‌سنگ قرمز و شیل؛Cm: سنگ آهک فسیلی خاکستری سیاه همراه با شیل سیاه؛Pz1a.bv: سنگ های آتشفشانی آندزیتی و بازالتی؛Cl: آرکوزیک قرمز و سیاه متوسط و سیلتستون؛P: سنگ‌های نامتمایز پرمین؛Pr: سنگ آهک متوسط تا ضخیم)؛ گروه ٤ (pCmt2: سنگ‌های دگرگونی نظیر شیست).

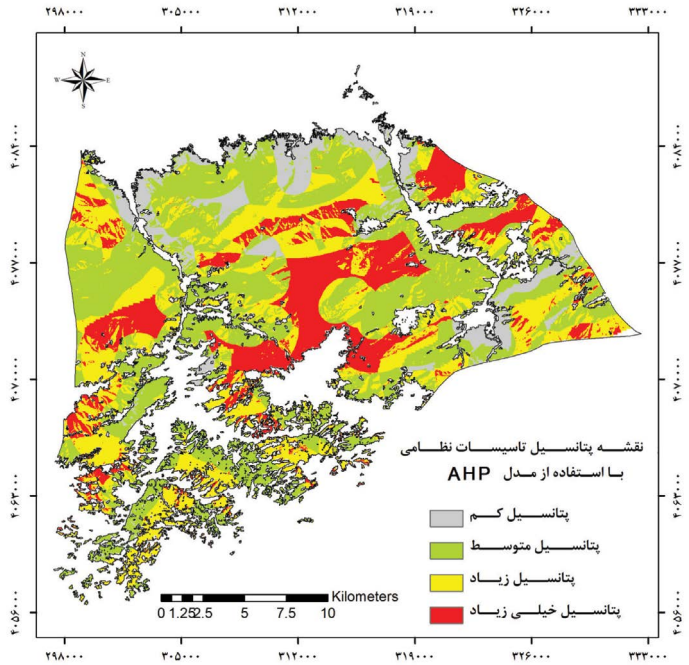
نهایی از روش شکستگی‌های طبیعی (Natural Break) به عنوان یکی از روش‌های پرکاربرد در این زمینه استفاده گردید و بر این اساس، منطقه مورد مطالعه به چهار طبقه پتانسیل کم (۹/۰۷ درصد)، متوسط (٤۱/۸۰ درصد)، زیاد (۳۰/۰۱ درصد) و خیلی زیاد (۱۹/۱۳ درصد) تقسیم گردید.

٤ – بحث و ارزیابی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با مشخص کردن عناصر تصمیم‌گیری و اولویت دادن به آنها آغاز می‌شود ***(Changa,2007)***. در فرآیند مکانیابی پس از تبیین اهدف کلی و مشخص کردن معیارهای مؤثر در رسیدن به مکان مناسب، ارزیابی‌ها انجام می‌گیرد ***(Dey, 2000)***. در این پژوهش نتایج AHP نشان داد که از بین ۹ فاکتور اصلی در مکان‌یابی مراکز دفاعی در عرصه‌های جنگلی عوامل فاصله از شهر، فاصله از جاده، سنگ‌شناسی و فاصله از روستا با وزن‌های ۰/۳۲۱، ۰/۲۱۷، ۰/۱۷٦ و ۰/۰۹٦ به ترتیب بیشترین تأثیر را بر مکانیابی مراکز مستعد دفاعی در منطقه داشته‌اند. در مقابل عامل جهت شیب (۰/۰۱۷) کمترین تأثیر را داشته است. مطالعات اخیر نشان داده است که مناطقی که دارای فاصله بیشتر از مناطق مسکونی هستند دارای ارجحیت بیشتری برای احداث مراکز نظامی هستند ***(کریمی کردآبادی و خلیلی، ۱۳۹۳)***. لذا هم راستا با این نظریه نتایج تحقیق حاضر نشان داد که معیار فاصله از مناطق شهری مهم‌ترین فاکتور از دیدگاه کارشناسان است و در مناطق جنگلی بیشترین وزن مربوط به مناطقی با فواصل ۱۵۰۰۰–۸۰۰۰ متر (۰/٤۲٤) بوده است و در مقابل فواصل کمتر از ۲ کیلومتر دارای کمترین ارزش بودند. طبق نظر طراحان شهری با خارج کردن مراکز دفاعی و نظامی از شهرها امنیت بیشتری برای شهرها پدید می‌آید که این موضوع در تحقیق حاضر مورد توجه کارشناسان قرار گرفت ***(روستایی و همکاران، ۱۳۹۲)***. در بحث دوری و نزدیکی به جاده (فاصله از جاده) همانطور که نتایج نشان داد، هر چه مناطق استقرار مراکز دفاعی فاصله کمتری (۳۰۰۰–۱۰۰۰ متر) با خطوط جاده‌ای و دسترسی به زیرساخت‌ها داشته باشند ارزش بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند. به طور کلی برای سهولت و کاهش زمان حمل و نقل و هزینه، مکان مراکز دفاعی–نظامی باید حتی‌المقدور به جاده‌های اصلی نزدیک باشد ***(روستایی و همکاران، ۱۳۹۲)*** که این موضوع نیز مد نظر کارشناسان این تحقیق قرار گرفت. بر این اساس فواصل ۳۰۰۰–۱۰۰۰ متر بالاترین وزن و فواصل بیشتر از ۵۰۰۰ متر کمترین وزن و ارزش را به خود اختصاص دادند. البته باید توجه داشت که کارشناسان به فاصله خیلی نزدیک به جاده وزن کمی تخصیص دادند. با توجه به موارد امنیتی این مراکز بهتر است به جاده‌های عمومی زیاد نزدیک نبوده و جهت دسترسی از جاده‌های اختصاصی استفاده گردد.



نگاره ٤: مقادیر وزن نهایی معیارهای اصلی و تعیین اولویت آنها (W_i)



نگاره ٥ : نقشه پتانسیل مراکز مستعد دفاعی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

هم راستا با نتایج فاصله از شهر، ارزیابی فاصله از روستا نشان داد که هر قدر از روستاها فاصله می‌گیریم بالطبع به لحاظ استقرار تجهیزات نظامی ارزش بیشتری پیدا خواهد کرد. نتایج حاکی از آن است که فواصل بیشتر از ٦٠٠٠ متر بیشترین وزن (۰/۵۱۳) و فواصل کمتر از ۱۰۰۰ متر کمترین وزن (۰/۰۵٦) و تأثیر را خواهند داشت. به دلیل آلودگی صوتی برخی مراکز دفاعی و همچنین جلوگیری از ایجاد خطر برای روستانشینان در هنگام آموزش نظامی، مناطق نزدیک روستا وزن کمی به خود اختصاص داده‌اند.

بی‌شک مقاومت سنگ بستر نقش بسیار مهمی در ساخت سازه‌های ساختمانی ایفا می‌کند. نتایج ماتریس وزن‌دهی کلاس‌های عامل سنگ‌شناسی نشان داده که گروه‌های ۳ و ٤ که عمدتاً از سنگ‌های نظیر آهک، شیل، مارن، سیلتستون و سنگ‌های دگرگونی تشکیل شده‌اند بالاترین وزن (به ترتیب با وزن‌های ۰/۵۵۸ و ۰/۲۵۹) را در بین دیگر گروه‌های سنگ‌شناسی به خود اختصاص داده است در حالی که در مقابل گروه ۲ با وزن ۰/۰۷۰ کمترین تأثیر را در مکانیابی مراکز مستعد دفاعی در منطقه جنگلی مورد مطالعه داشته است. با توجه به کوهستانی بودن منطقه و وجود رطوبت کافی که هردو شرایط وقوع زمین‌لغزش را فراهم می‌کنند، در بحث سنگ‌شناسی تلاش گردید تا منطقه به لحاظ وقوع زمین‌لغزش بررسی گردد که خود می‌تواند به عنوان

یک عامل منفی منجر به تخریب و خسارت به سازه‌های احداثی گردد. بر این اساس عمدتاً لیتولوژی‌های گروه ۳ و ٤ مقاومت بیشتری را در مقابل وقوع پدیده زمین‌لغزش دارند. بطور کلی قرار گرفتن هر سازه انسانی بر روی مناطق مستعد زمین لغزش خطرناک است اما در مورد مراکز نظامی با وجود انبارهای مهمات و تسلیحات باید با حساسیت صد چندان مورد توجه قرار بگیرد. لذا پیشنهاد می‌گردد تا مناطق با پتانسیل بالا برای ساخت مراکز دفاعی از این نظر مورد توجه متخصصین زمین شناسی قرار بگیرد.

نتایج بررسی عامل درصد شیب نشان داد که بیشترین و کمترین اولویت مربوط به کلاس‌های شیب کمتر از ۱۰ درصد (۰/۵۰۰) و بیشتر از ٦۰ درصد (۰/۰۳۰) بوده است. طبق نظر محققین، احداث مراکز نظامی در شیب‌های کمتر از یک درصد بعلت مشکلات دفع فاضلاب و شیب‌های بالای سه درصد بعلت نیاز به عملیات پرهزینه تسطیح نامناسب هستند *(روستایی و فخری، ۱۳۹۲)*. نکته حائز اهمیت این است که منطقه مورد مطالعه در این تحقیق جنگل بوده و بهینه‌ترین شیب برای احداث سازه دفاعی شیب کمتر از ده درصد می‌باشد چرا که بعلت شرایط کوهستانی پیدا کردن شیب‌های کمتر از ده درصد امکانپذیر نمی‌باشد. احتمالاً دلیل اختصاص وزن کم به مناطق شیب‌دار توسط کارشناسان به دلیل مشکل بودن دسترسی و انتقال تجهیزات به این مناطق است که این موضوع با مسائل زیست محیطی نیز همراه است چرا که احداث سازه در مناطق با شیب زیاد باعث تخریب گسترده‌تر می‌شود.

طبق نتایج عامل جهت شیب، بیشترین وزن مربوط به جهت‌های جنوبی (۰/٥۹٦) و شرقی (۰/۲٥٤) بوده، در حالی‌که کمترین وزن مربوط به جهت غربی (۰/۰٤۸) می‌باشد. در عرصه‌های جنگلی شمال ایران همواره شیب‌های جنوبی و شرقی آفتابگیرتر هستند که این موضوع برای رفع رطوبت انبار تسلیحات و محل اسکان سربازان بسیار حائز اهمیت است.

نتایج بررسی عامل طبقات ارتفاعی نشان داد که طبقات ارتفاعی کمتر از ۵۰۰ متر و ۱۰۰۰–۵۰۰ متر با وزن‌های ۰/٤۷۲ و ۰/۲۸۸ به ترتیب بیش‌ترین اهمیت را در مکانیابی مراکز مستعد دفاعی داشته در حالیکه طبقات ارتفاعی بیشتر از ۲۰۰۰ متر کمترین تأثیر را داشته است.در مناطق جنگلی با افزایش ارتفاع از سطح دریا برودت و ریزش‌های جوّی بیشتر شده که می‌تواند مشکل‌ساز نیز باشد.

نتایج ارزیابی فاصله از شبکه آبراهه (منابع آب سطحی) نشان داد که فواصل بیشتر (بیشتر از ۲۰۰۰ متر) بالاترین وزن (۰/٤۰۲) را به خود اختصاص داده، بنابراین مناطق حاشیه رودخانه کمترین اولویت را در بحث استقرار مراکز مستعد دفاعی دارند در حالیکه هر چه از منابع آب سطحی (شبکه آبراهه) فاصله گرفته می‌شود بالطبع ارزش بیشتری به لحاظ مراکز دفاعی پیدا خواهند کرد.مهمترین عامل در نامناسب بودن حاشیه رودخانه، وجود فرسایش کنار رودخانه‌ای و احتمال تخریب مراکز در بلندمدت است. همچنین احداث تأسیسات در نزدیکی رودخانه از نظر محیط زیستی و افزایش فرسایش نیز اهمیت دارد.

بررسی عامل تراکم پوشش گیاهی حوزه مورد مطالعه نشان داده که بیشترین و کمترین اولویت مربوط به مناطق با پوشش گیاهی کم (۰/٦۹٦) و زیاد (۰/۰۷٥) می‌باشد که این موضوع با حفظ اراضی جنگلی نیز همخوانی دارد چرا که برای احداث پادگان در عرصه‌های متراکم مجبور به قطع و تخریب بیشتر هستیم و در مقابل در عرصه‌های تنک و کم تراکم این تخریب به مراتب کمتر است که البته می‌توان با عملیات جنگل‌کاری در جهت احیاء عرصه نیز اقدام کرد.

بدون تردید یکی از نکات مهم در جهت ارزیابی نظرات کارشناسی و پذیرش وزن‌های مذکور جهت تحلیل‌های بعدی، بحث ضریب ناسازگاری است که می‌بایست همواره کمتر از ۰/۱ باشد *(قدسی‌پور، ۱۳۸٦)*.

دقت در آنالیزهای انجام شده، نشان داد که تمامی وزن‌های منظور شده به منظور مکانیابی مراکز مستعد دفاعی منطقه مورد مطالعه از طرف متخصصین و کارشناسان امر قابل قبول بوده و ضریبی کمتر از ۰/۱ داشته‌اند. نهایتاً در

مورد روش استفاده شده در این تحقیق نیز می‌توان بیان کرد که روش AHP، روشی مناسب برای شناسایی معیارهای دخیل در مکانیابی مراکز مستعد دفاعی در مناطق جنگلی است. پیش از این مرتضوی و همکاران (۱۳۸۵)، آریاپور (۱۳۸٦)، باقری بداغ‌آبادی (۱۳۸٦)، سعدی و همکاران (۱۳۸۷)، آزادی نجات (۱۳۸۷)، عظیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸)، سنایی و همکاران (1389)،Duke و Aull-Hyde Mau-Crimmins ،(2002)و همکاران (2005) و2008)Yalcin) نیز کارایی بالای روش AHP را در تحقیقات خود گزارش نمودند.

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق با بکارگیری فن AHP نقشه پهنه‌بندی مراکز مستعد دفاعی در مناطق جنگلی در محیط نرم‌افزار GIS تهیه و ارائه شد.

بر این اساس و بر طبق معیارهای تأثیرگذار حدود ۲۰ درصد منطقه دارای پتانسیل بسیار زیاد برای احداث مراکز دفاعی تشخیص داده شد. در همین راستا و با تکیه بر همین روش کریمی کردآبادی و خلیلی (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که ۷۲% از مراکز نظامی در جنوب ایلام در پهنه سرزمینی مناسب قرار دارند. همچنین روستایی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با تکیه با همین روش به پهنه‌بندی مراکز نظامی در دامنه‌های غربی کوه سهند پرداختند و بیان داشتند که مناطق شمالی این رشته کوه برای مکان گزینی مراکز نظامی مستعدتر است.

از آنجایی که این تحقیق برای اولین بار برای مناطق جنگلی طرح‌ریزی شده است پیشنهاد می‌گردد که سایر روش‌های مکانیابی از قبیل فازی، ANP و TOPSIS نیز مدنظر قرار بگیرد تا در نهایت بتوان نقشه‌های بسیار دقیق را به سازمان‌های مربوطه ارائه کرد. بدون شک برای انتخاب یک نقطه مناسب در این پهنه با پتانسیل بسیار زیاد (حدود ۲۰ درصد منطقه) حضور کارشناسان منابع طبیعی در کنار کارشناسان نظامی الزامی است.

منابع و مآخذ

۱- آریاپور،ع.؛ (۱۳۸٦)؛ مدیریت بهره‌برداری پایدار از اراضی حاشیه‌ای (مطالعه موردی: مراتع استان کرمانشاه). رساله دکتری مرتعداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲۰ صفحه.

۲- آزادیی نجات، س.؛ (۱۳۸۷)؛ کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره در ارزیابی جنگل‌کاری‌های انجام شده در پارک جنگلی چیتگر، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس، ۱۳۸۷، ۱۰۸ صفحه.

۳- باقری بداغ‌آبادی، م.، امینی فسخودی، ع.، و اسفندیارپور، ع.؛ (۱۳۸٦)؛ پهنه بندی شوری خاک به منظور کاربری محیطی فضای سبز با استفاده از تکنیک AHP و اصول زمین‌آماری در جزیره کیش. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان.

٤- توحیدی، س. م.، احمدی، ا.، و حسن پور، ح.؛ (۱۳۹۱)؛ مدل ترکیبی مکان یابی سایت‌های راداری سطحی با ملاحظه پدافند عامل و غیر عامل. مجله علمی - پژوهشی علوم و فناوری های پدافند غیر عامل. ۳ (۳): ۱۸۷-۱۹۷.

۵- روستایی، ش.، فخری، س.، فتحی، م.ح.؛ (۱۳۹۲)؛ تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان گزینی مراکز نظامی (مطالعه موردی: دامنه‌های غربی کوهستان سهند)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی. ٤۵(۳): ۲۰۹-۲۲۸.

٦- سعدی، ح.، کلانتری، خ.، و ایروانی، ه.؛ (۱۳۸۷)؛ اولویت سنجی نظام برترترویج در حفاظت آب، خاک و پوشش گیاهی (بیابانزدایی): فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، جلد ٤، ۱: ۱۳-۱

۷- سنایی، م.، فلاح شمسی، س. ر.، و فردوسی آسمانجردی، ح.؛ (۱۳۸۹)؛ارزیابی چند معیاره (MCE) زمین با دو راهبرد WLC و OAW در مکانیابی مناطق مناسب علوفه کاری (مطالعه موردی: زاخرد، فارس). مجله علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم، ۲: ۲۲۷-۲۱٦.

۸- عباسی، م.، و ربیعی، ح.؛ (۱۳۹۱)؛ ارائه رویکردی سیستماتیک و هدفمند به انتخاب مکان سازمان‌ها و صنایع امنیتی-نظامی در قالب کار گروهی با رویکرد پدافند غیر عامل.

فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی. ٤٨ (١٢): ١٥٩-١٩٦.
۹- عظیم‌پور، ع.، صدوق، حسن.، دلال اوغلیی، ع.، و ثروتی، م.ر.؛ (۱۳۸۸)؛ ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه (مطالعه موردی حوزه آبخیز اهرچای). مجله فضایی جغرافیایی، ۱۳۸۸، ۹، ۲٦، ۸۷-۷۱.
۱۰- فتحی، م.ح.؛ (۱۳۸۹)؛ تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان گزینی مراکز نظامی با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: دامنه‌های غربی کوهستان سهند، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد در رشته جغرافیای طبیعی در دانشگاه تبریز.
۱۱- فخری، م.، جلالی نسب، ع.؛ (۱۳۸۸)؛ کاربردهای نظامی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، انجمن علمی فناوری اطلاعات و ارتباطات دجا، ١٦-١.
۱۲- قدسی پور، س.ح.؛ (١٣٨٤)؛ مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم، ۲۲۰ص.
۱۳- کریمی کردآبادی، م.، خلیلی، ی.؛ (۱۳۹۳)؛ تحلیل ملاحضات ژئومورفولوژیکی در مکانیابی مراکز نظامی (مطالعه موردی: جنوب ایلام)، آمایش سرزمین، ٦ (١): ١١٣-١٢٨.
١٤- مرتضوی، م.، زارعی، ع.، و رحنایی ،ح.؛(۱۳۸۵)؛ اولویت‌بندی طرح‌های تحقیقات کشاورزی با تأکید بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. پژوهش و سازندگی، ۷۲: ١٤-٢
۱۵- مقیمی، ا.، یمانی، م.، بیگلو، ج.، مرادیان، م.، و فخری، س.؛ (۱۳۹۱)؛ تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید بر مکان یابی مراکز ثقل جمعیتی). فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی. ٤٨ (١٢): ٧٧-١١٢.
١٦- مولوی، ا.؛(۱۳۷۸)؛ مکان‌گزینی یک لشکر نمونه در یک عملیات آفندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه زوایه)، پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی‌ارشد در رشته سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۷- نصیری، م.ر.؛(۱۳۸۸)؛ ارئه مدل مکان‌یابی مراکز حساس و حیاتی با توجه به اصول پدافند غیرعامل. پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع، گرایش سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه علم و صنعت.
۱۸- نیک مردان، ع.؛ (١٣٨٦)؛ معرفی نرم افزار Expert choice ۱۱. انتشارات جهاد دانشگاهی امیر کبیر. چاپ اول.
۱۹- یخکشی، ع.؛ (۱۳۸۲)؛ مدیریت سازمان جنگل‌ها و مراتع و حفاظت محیط زیست ایران در مقایسه با سیستم مدیریتی پاره‌ای از کشور های اروپایی. انتشارات دانشگاه مازندران. ٣١٤ صفحه.
20- Banai K.R., 1989. A New method for site Suitability Analysis: An Analytical Hierarchy Process. Environmental, 13(6): 693-785.
21- Changa, K.F., Chiangb, C.M., Chouc, P.C., 2007, Adapting Aspects of GB Tool 2005-Searching for Suitability in Taiwan, Building and Environment. 42: 310-316.
22- Dey, P.K., Ramcharan, E.K., 2000. Analytic Hierarchy Process Helps Select Site for Limestone Quarry Expansion in Barbados. Journal of Environmental Management, Vol. 88(44): 1384-1395
23- Duke, M., Aull-Hyde, J., 2002. Identifying public preferences for land preservation using the analytical hierarchy process. Ecological Economics, 42:131-145.
24- Mather P.M., 1999. Computer processing of remotely sensed images. 2nd Edition, John Wiley& Sons.
25- Mau-Crimmins, T., De Steiguer, J.E., and Dennis, D., 2005. AHP as a means for improving public participation: a pre-post experiment with university students. Forest Policy and Economics, 501-514.
26- Mishra,A.K., Deep,S., Choudhary, A., 2015. Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science.Available online 14 July 2015 (in press).
27- Mobaraki, O., Abdollahzadeh, M., Kamelifar, Z., 2014. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS and AHP: A case study of Isfahan Townships, Iran. Management Science Letters, 4(8): 1893-1898.
28- Saaty T.L., 1980. The analytical hierarchy Process, New York, McGraw-Hill, 350pp
29- Yalcin, A., 2008. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations. Catena, 2008, 72:1-12.