Military Science and Tactics
AJA Command and Staff University
https://www.qjmst.ir/
Online ISSN: 4520-2676
Print ISSN: 2008-191x

Location selection of vital and sensitive centers in the border areas of Kermanshah province using multi-criteria decision making models

Mir Asadullah Hijazi [1] | Shahram Roosiaei [2] | Zahra Heydari [3] ✉

1. Associate Professor Department of Geomorphology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
E-mail: S. hejazi@tabrizuacir

2. Professor Department of Geomorphology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
E-mail: roostaei@tabrizu. ac. ir

3. Corresponding Author, Doctoral student Department of Geomorphology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
E-mail: ez. heidary@gmail. com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
11 October 2022
Received in revised form:
05 January 2023
Accepted:
22 January 2023
Published online:
15 March 2024

Keywords:
Passive Defense, Centers of gravity, locating, Kermanshah border region.

ABSTRACT

Objective: Given Iran's ongoing role in the Middle East and the constant threat of external threats, it is imperative that I must take action on the critical and important steps for my country Of the measures that can prevent the occurrence of malignancies Choosing the right place the activity in which the ability of a particular region, the existence of appropriate and sufficient land and its consistency with other urban and rural land uses is analyzed to select suitable locations the desired application.

Method: locationsting critical and sensitive centers using geomorphological parameters, this research has used questionnaire design through survey studies and interviews with geomorphological experts about factors affecting the selection of critical centers.

Findings: Then ratings based on the weights of criteria for each factor were identified. Finally, data layers of the region such as slope map, slope direction, elevation, line maps, distance from urban and rural centers, Distance from the river, fault maps, geological maps (1: 100000) Climatic Parameters, Aerial photo with scale(1/55000) , Landsat satellite imagery ETM, TM, MMS and Google Earth are used to identify the landforms point addresses have been collected and converted into rasters and multiplied by the weights of the criteria, the suitable locations have been chosenthe research tools are surveyed.

Conclusion: The results show that the areas unsuitable for location, the western and southwestern areas of Somar-Qasr-Shirin region, the Gilangrab-Serpul Zahab region, and the suitable regions of the border regions of the northern and northwestern regions of the province, Tashe Abad-Ezgole region, and Paveh-Nosud region are prone to penetration, respectively.

Cite this article: Mir Asadullah, Hijazi, Shahram, Roosiaei, & Zahra, Heydari. (2024). Location selection of vital and sensitive centers in the border areas of Kermanshah province using multi-criteria decision making models, *Military Science and Tactics*, 19 (66), 153-187.
DOI: 10. 22034/QJMST. 2024. 563328. 1788

© The Author(s)
Publisher: AJA Command and Staff University
DOI: 10. 22034/QJMST. 2024. 563328. 1788

فصلنامه علمی علوم و فنون نظامی
شاپای چاپی: ۱۹۱X-۲۰۰۸ شاپای الکترونیکی: ۴۵۲۰-۲۶۷۶ https://www.qjmst.ir/
دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

مکان‌گزینی مراکزحیاتی و حساس مناطق مرزی استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره

میراسدالله حجازی[۱] | شهرام روستایی[۲] | زهرا حیدری[۳] ✉

۱. دانشیارژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، رایانامه: S. hejazi@tabrizuacir

۲. استاد ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، رایانامه: roostaei@tabrizu. ac. ir

۳. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، رایانامه: ez. heidary@gmail. com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۷/۱۹

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۱۱/۰۲

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها:
پدافند غیرعامل، مراکز ثقل مکان‌یابی، منطقه مرزی کرمانشاه.

چکیده

هدف: موقعیت استراتژیک ایران در منطقه خاورمیانه و حضور مداوم تهدیدات خارجی، اتخاذ تمهیدات مختلف در حفظ و حراست از مراکز حیاتی و مهم کشور امری ضروری است. استان کرمانشاه مرکزیت غرب کشور را دارا است و راه اصلی ارتباطی کشور با همسایه‌های غربی محسوب می‌گردد. با توجه به نقش این استان در غرب کشور، لزوم توجه به پتانسیل‌های ژئومورفولوژیکی و بهره‌گیری از آن‌ها برای ایجاد مکان‌های مناسب با رویکرد پدافند غیرعامل یک نیاز ضروری است.

روش: برای انجام پژوهش از مدل تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره DAMATEL (ANP) با هدف مقایسه معیارها و انتخاب بهترین مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. جهت پردازش داده از نرم‌افزار Super Decision که مبتنی بر مدل ANP است استفاده و ضریب اهمیت هریک از فاکتورها در نرم‌افزار ARCGIS با لایه موردنظر به دست آمد. نتایج تحقیق براساس معیارهای اصلی (توپوگرافی، زمین‌شناسی اقلیمی و انسانی) نشان می‌دهد معیار اقلیمی و انسانی به ترتیب رتبه اول و دوم و زیرمعیار جهت شیب، فاصله از جاده و ارتفاع به ترتیب از عوامل مهم و تاثیرگذار در مکان یابی می‌باشند.

یافته‌ها: مساحت پهنهٔ مطلوب برای مکان‌گزینی مراکز حیاتی و حساس منطقه در شمال و شمال غربی نسبت به مناطق جنوبی و غربی بیشتر است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که پهنه‌های نامناسب برای مکان‌یابی، پهنه‌های غربی و جنوب غربی منطقه سومار- قصرشیرین، منطقه گیلانغرب- سرپل ذهاب، و پهنه‌های مناسب مناطق مرزی مناطق شمال و شمال غرب استان منطقه تازه‌آباد- ازگله و منطقه پاوه نوسود به ترتیب مستعد نفوذ می‌باشند.

استناد: حجازی، میر اسدالله؛ روستایی، شهرام؛ و حیدری، زهرا (۲۰۲۴). مکان‌گزینی مراکز حیاتی و حساس مناطق مرزی استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. *فصلنامه علوم و فنون نظامی*، ۱۹ (۶۶)، ۱۸۷-۱۵۳.

DOI: http//doi. org/10. 22034/QJMST. 2024. 563328. 1788

ناشر: دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران

©نویسندگان.

DOI: 10. 22034/QJMST. 2024. 563328. 1788

مقدمه

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور، نوع و شکل مرزها، استقرار تأسیسات و منابع حیاتی و آسیب‌پذیر بودن این منابع و همچنین عدم برقراری توازن میان تهدید و سامانه‌های دفاع غیرعامل در کشور بیش از پیش اهمیت پرداختن به پدافند غیرعامل را روشن می‌سازد (محمدی ده چشمه و همکاران، ۱۳۹۶). یافتن محل مناسب برای یک مرز دفاعی، تأسیسات خاص، منطقه صنعتی و غیره به شکلی که پارامترهای مختلفی همچون شکل منطقه، فاصله از راه‌های اصلی، فاصله از مراکز جمعیتی و... با وزن‌های مختلف در یافتن آن تأثیر داشته را مکان‌یابی می‌نامند (بغدادی[1]، ۲۰۱۴). مکان‌یابی مطلوب را می‌توان مهم‌ترین اقدام پدافند غیرعامل در کاهش آسیب‌پذیری مراکز حیاتی و حساس محسوب نمود، زیرا اگر در مرحله‌ی صفر پروژه طراحی، احداث و تأسیس مراکز حیاتی و حساس عوامل و معیارهای ذی‌ربط دفاعی و امنیتی از قبیل حداکثر استفاده از عوارض طبیعی، آمایش سرزمینی، رعایت پراکندگی، پرهیز انبوه و حجیم‌سازی مقاوم‌سازی اولیه و بسیاری از فرصت‌های موجود در دسترس رعایت، نظارت و کنترل گردد از بروز بسیاری از مشکلات بعدی نوعاً پیچیده و هزینه‌بر جلوگیری به عمل خواهد آمد (ارکات و همکاران، ۱۳۹۴). دفاع از کشور و حفظ امنیت ملی در چنین عصری بسیار عقلانی و ضروری بوده و باید با برنامه‌ریزی‌های صحیح به این مهم اهتمام ورزید و لذا توجه به اصول و ملاحظات دفاع غیرعامل قوی و قدرتمند و مطابق علم روز در کنار دفاع عامل با رویکرد دفاع بازدارنده و متحرک، از اهم نیازهای کشور بوده که با عنایت به طیف وسیع و اهمیت بالای این مقوله، ضرورت ایجاب می‌کند که با این موضوع برخوردی کاملاً علمی و پویا گردد (حجازی و همکاران، ۱۳۹۹). لذا امروزه اقدامات دفاع غیرعامل در جلوگیری از بروز آسیب‌پذیری‌های داخلی کشور و حفظ و حراست از مراکز جمعیتی و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم به‌عنوان یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش دفاع، مدنظر قرار می‌گیرد (خداوردی و همکاران، ۱۳۹۶). بدون توجه به عوامل ژئومورفولوژیکی رعایت اصول مکان‌یابی صحیح مراکز حیاتی، حساس و مهم بر اساس اصول مهم دفاع غیرعامل امکان‌پذیر نبوده، ولی در صورت شناسایی و استفاده مطلوب از قابلیت‌های بالقوه این عوامل در مناطق مرزی استان کرمانشاه می‌تواند در امر مکان‌گزینی با رویکرد دفاع غیرعامل، نقش مؤثر و اجتناب‌ناپذیری در بقا و امنیت ملی کشور در برابر تهدیدات خواهند داشت (ویسی و همکاران، ۱۳۹۷).

1. Baqdadi

شناخت وضعیت جغرافیای طبیعی مناطق و ارزیابی که توان‌ها و محدودیت واحدهای ژئومورفولوژیکی جهت دفاع سرزمینی ازجمله اقدامات مؤثری است می‌تواند مانع بروز غافل‌گیری و آسیب‌پذیری از حملات دشمن و یا سایر اقدامات در آن شود (آقایی و همکاران، ۱۳۹۳). هر منطقه ازنظر ژئومورفولوژیکی دارای محدودیت‌ها و توانایی‌هایی در دفاع عامل و غیرعامل است که در صورت استفاده صحیح از قابلیت‌های ژئومورفولوژیکی، برتری عملیاتی و تاکتیکی به دست خواهد آمد و میزان خسارات وارده کاهش می‌یابدوضعیت ژئومورفولوژیکی ایران سبب شده است تا مناطق مختلف، خصوصاً نوار مرزی، دارای توانمندی‌ها و محدودیت‌های متفاوتی مربوط به پدافند غیرعامل باشند. پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به کارگیری جنگ‌افزار و تسلیحات نیست و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری کرد و یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌های هوایی موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد. مهم‌ترین اصل پدافند غیرعامل مکان‌یابی بوده و چنانچه مکان‌یابی صحیح، اصولی و مبتنی بر استفاده مناسب از عوارض طبیعی و اشکال زمین انجام گیرد، هزینه و کارایی بیش‌تری خواهد داشت. مکان‌یابی از اولین و مهم‌ترین پایه‌های مطالعاتی در مبحث پدافند غیرعامل است که قبل از هرگونه مطالعات ساخت و مقاوم‌سازی، آرایش و جانمایی استحکامات، استتار، اختفا، فریب و پوشش در برابر تهدیدات احتمالی، به آن پرداخته می‌شود (درگویی، ۱۳۸۹). در واقع مکان‌یابی، انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین نقطه و محل استقرار است، به‌طوری‌که پنهان و مخفی کردن نیروی انسانی، وسایل و تجهیزات و فعالیت‌ها را به بهترین وجه امکان‌پذیر سازد (پوری رحیم، ۱۳۹۳). امروزه توجه به عوامل ژئومورفولوژیکی در برنامه‌های پدافند غیرعامل برای کشورها، خصوصاً کشور ایران به دلیل موقعیت استراتژیکی که دارد، بسیار حائز اهمیت است. به‌عبارت‌دیگر می‌توان گفت یک برنامه‌ریزی دفاعی موفق و کارآمد در هر کشوری، علاوه بر نیروی انسانی آموزش‌دیده و تجهیزات مناسب، نیازمند توجه به توان و قابلیت‌های تدافعی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی بوده تا با کم‌ترین هزینه، توان دفاعی و عملیاتی نیروها را افزایش دهد و کم‌ترین خسارت ممکن به نیرو و تجهیزات وارد گردد. اجرای برنامه‌های مربوط به پدافند غیرعامل در مناطق مرزی دارای حساسیت بیش‌تری است. موقعیت قرارگیری ایران سبب شده است تا نواحی مرز آن همواره در معرض تهدید

باشد. از جمله مناطق مرزی حساس کشور که در طی سال‌های اخیر نیز مورد تهاجم قرار گرفته است، مرزهای استان کرمانشاه است.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مبانی نظری

مهم‌ترین هدف یک کشور تأمین امنیت و دفاع از قلمرو سرزمینی خود است و هر کشور با توجه به شرایط جغرافیایی و بهره‌گیری از عوامل ژئومورفولوژیکی سعی در افزایش توان تدافعی خود دارد، به عبارت دیگر می‌توان گفت یک برنامه‌ریزی دفاعی موفق و کارآمد در هر کشوری، علاوه بر نیروی انسانی آموزش‌دیده و تجهیزات مناسب، نیازمند توجه به توان و قابلیت‌های تدافعی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی بوده تا با کمترین هزینه، توان دفاعی و عملیاتی نیروها را افزایش داد و کمترین خسارت ممکن به نیرو و تجهیزات وارد گردد (میرکتول[1]، ۲۰۱۶). به علت شرایط جغرافیایی و همسایگی با جلگه بین‌النهرین و دسترسی آسان‌تر به داخل فلات مرکزی ایران از طریق استان کرمانشاه، این استان همواره در طول تاریخ مورد تهاجم قرار گرفته است (سلیمی و همکاران، ۱۳۹۷). درواقع موقعیت استراتژیک استان کرمانشاه باعث گردیده که اکثر تهاجماتی که از جهت غربی علیه کشور صورت گرفته از طریق این استان رخ دهد. قسمت عمده استان. کرمانشاه در گستره جغرافیایی رشته‌کوه زاگرس واقع شده، اما نواحی غربی و محدوده مرزی با کشور عراق دارای توپوگرافی ملایم بوده و ازنظر فرم دشت و تپه‌ماهوری است (حنفی، ۱۳۹۳). مناطق غربی استان به خاطر شرایط ژئومورفولوژیکی دارای توان کم دفاعی بوده و از طرف دیگر گذرگاه‌های مهم غرب استان که باعث دسترسی به عمق خاک کشور می‌شوند (حیدری فر، ۱۳۹۶). در این قسمت واقع شده‌اند، بنابراین با توجه به نقش استراتژیک استان کرمانشاه در غرب کشور لزوم توجه به پتانسیل‌های ژئومورفولوژیکی و بهره‌گیری از آن‌ها جهت افزایش توان دفاعی کشور یک نیاز ضروری است. لذا با توجه به اهمیت موضوع دفاع سرزمینی و اقدامات دفاع عامل و غیرعامل، این تحقیق سعی برآن دارد تا با بررسی واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه و ارزیابی آن‌ها اثرات این واحدها را در پدافند غیرعامل با رده‌بندی رده‌های دفاعی و با مکان‌یابی و مکان‌گزینی مناسب و بهینه مراکز حیاتی،

1 Mirkatol

حساس و مهم در استان کرمانشاه را با بهره‌گیری از مدل Anp [۲] و Damatel [۳] ارزیابی نموده و مورد بررسی قرار دهد تا بتوان نتایج این تحقیق رادر سایر مناطق تعمیم داد.

پیشینه پژوهش

جدول (۱) پیشینه‌های پژوهشی

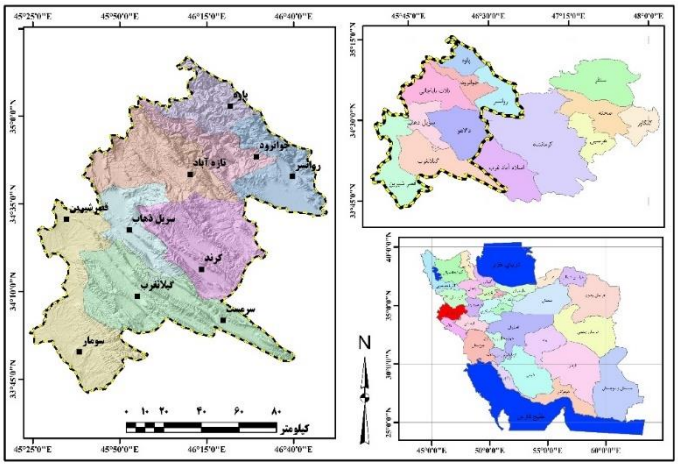
کشور	سال	اهداف	روش شناسی
گارد ساحلی آمریکا(۲۰۰۲) [۴]	۲۰۰۲	امنیت استراتژی دریایی ایالات متحده	لایه‌های عملیاتی امنیتی دریایی برای دفاع در عمق برای کشور ایالات متحده ترسیم نمود
گالپاسور [۵](۲۰۱۰)	۲۰۱۰	مدیریت مناطق ساحلی	بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی فلات قاره
هوسلر [۶]۲۰۱۵	۲۰۱۵	بررسی استراتژی امنیتی جدید در اتریش	بررسی زمین‌شناسی نظامی و زمین‌شناسی جامع امنیت نقش
روستایی۱۳۹۱	۱۳۹۱	تحلیل ژئومورفولوژیکی گزینی مراکز نظامی مکان دامنه‌های غربی سهند	تولید نقشه و شناسایی اولویت مکان ها
فخری۱۳۹۲	۱۳۹۲	مکان یابی مراکز ثقل جمعیتی (شمال تنگه هرمز)	بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه با رویکرد پدافند غیرعامل
پورزارع۱۳۹۷	۱۳۹۷	ارزیابی شاخص‌های ژئومورفوکلیمایی منطقه سواحل مکران	بررسی شاخص‌های ژئومورفوکلیمایی با روش BWM

موقعیت منطقه موردمطالعه

استان کرمانشاه با وسعت ۲۵۰۳۸ کیلومترمربع به مرکز شهر کرمانشاه در میانه ضلع غربی کشور بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و چهل دقیقه تا ۳۵درجه و ۱۸ دقیقه شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و از شمال به استان کردستان از جنوب به استان ایلام و لرستان و از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می‌شود و با این کشور ۳۳۰ کیلومتر مرز

1. Analytical Network Process
2. Decision Making Trial And Evaluation
3. U.s Coast Guard
4. Galpasor
5. Hosler

مشترک دارد. استان کرمانشاه‌بخش عمده‌ای از محدوده سیاسی آن دربخش رو رانده و چین‌خورده زاگرس قرار دارد (حنفی، ۱۳۹۲). این استان ازنظر ساختار زمین‌شناسی، محدوده دو واحد ساختاری سنندج - سیرجان و زاگرس را در برمی‌گیرد زمین‌های استان ازنظر زمین‌ریخت‌شناسی به دوبخش خاوری و باختری تقسیم می‌شود.بخش خاوری که مرتفع‌تر و به‌طور عمده کوهستانی است، شامل سری‌های رو رانده از سنگ‌های آذرین و دگرگونی، سنگ‌های آهکی و دولومیتی و... مانند کوه‌های دالخانی بیستون _ پراو، شاهو...بخش باختری فضایی است که از کوه‌های فرسایش یافته نئوژن متشکل از رسوبات گچساران، میشان آغاجاری و همچنین اراضی به نسبت مسطح و مواج بین آن‌ها تشکیل شده است مانند زمین‌های اطراف قصر شیرین، نفت شهر و سومار که این زمین‌هابخش کوچکی از مساحت استان را در برمی‌گیرد و شیب آن‌ها به سمت نوار مرزی با عراق به‌تدریج کاهش می‌یابد (حیدری، ۱۳۷۸). (شکل ۱).



شکل (۱) نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه در کشور

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از دو روش عمده کمی و کیفی به‌صورت مکمل استفاده می‌شود از بعد کمی، پژوهش حاضر بر اساس هدف پژوهش، کاربردی و برحسب نحوه گردآوری داده‌ها که به بررسی و ارزیابی قابلیت‌ها و محدودیت‌های لندفرم‌ها و واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه می‌پردازد. اما در بعدکیفی در تدوین این پژوهش، از ترکیب بررسی‌های اسنادی کتابخانه‌ای، میدانی، کارتوگرافی، مدل‌سازی نرم‌افزاری استفاده می‌شود. در ادامه با استفاده

از مدل‌سازی لایه‌های مختلف ژئومورفولوژیکی، منطقه ازنظر قابلیت دفاع سرزمینی در رده‌های دفاع عامل و غیرعامل پهنه‌بندی می‌گردد و درنهایت، مکان‌یابی و مکان‌گزینی مراکز حساس و مهم در منطقه مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و خطوط پدافند را در یک نبرد زمینی مشخص می‌نماید. ابزارهای تحقیق مورداستفاده در این پژوهش به چهار دسته اصلی انواع نقشه‌ها، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای مفهومی (نرم‌افزارها) و مدل‌ها است. در این تحقیق برای شناسایی معیارهای مناسب برای مکان‌یابی پدافندی مناطق حیاتی و حساس با استفاده از نظرات ۱۰ استاد و کارشناس خبره در حوضه ژئومورفولوژی، اقلیمی و پدافند غیرعامل ۱۷ معیار شامل معیارهای طبیعی: شیب، جهت شیب؛ ارتفاع، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، لیتولوژی، خاک، کاربری اراضی؛ و معیارهای انسانی: فاصله از شهر، فاصله از روستا، دسترسی به جاده، فاصله از مراکز امدادی؛ معیارهای اقلیمی: دما، بارش، رطوبت، تابش و سرعت باد؛ انتخاب شدند. سپس اقدام به تهیه پرسش‌نامه و مقایسات زوجی معیارها پژوهش شد. بعد از آماده‌سازی لایه‌های اصلی، اقدام به تشکیل شبکه شد. در مرحله بعد وزن دهی معیارها و زیرمعیارها توسط کارشناسان خبره انجام شد و با استفاده از ابزار الحاقی به نرمال‌سازی در محیط نرم‌افزار ARCGISتک‌تک لایه‌ها در ارزش‌های اکتسابی ضرب و نرمال‌سازی شدند. در گام بعد هر پارامتر به طبقاتی تقسیم شدند و به هر طبقه امتیازی داده شد که این امتیاز با توجه به تأثیر آن طبقه در تعیین محدوده‌های تحرک و فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است. سپس لایه‌ها در هم ضرب شدند و درنهایت پیکسل‌هایی که بیشترین ارزش عددی را داشتند با رنگ‌های جداگانه روی نقشه ایجاد شد. داده‌های مکانی از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱: ۲۵۰۰۰۰، نقشه کاربری اراضی و DEM[1] منطقه موردنظر به دست آمد. لایه‌ای اطلاعاتی نظیر نقاط شهری، روستایی رودخانه‌ها، راه‌ها از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای استخراج گردید. لایه شیب، جهت شیب و ارتفاع از روی DEM منطقه توسط توابع 3D Analysis در محیط ARC Map تولید و سایر لایه‌ها نظیر گسل، لیتولوژی، خاک از سوی سازمان زمین‌شناسی و خاک استخراج گردید. به کمک تابع محاسبه کننده خط مستقیم Straight Line (Distance) در دستور Spatial Analysis عمل تبدیل داده‌های‌برداری به‌عنوان یک مرحله از فرآیند تحلیل عوامل انجام گرفت(عالم تبریز و باقرزاده، ۱۳۸۸). با

1 Digital Elevation Model
2 Hipnestil

توجه به پاسخ‌های ارائه‌شده به انجام فرایند محاسبه‌ی وزن معیارها در نرم‌افزار Super Decision که مربوط به مدل ANP بوده پردازش شده است (هیپنستیل[۲]، ۲۰۱۶: ۴) در مرحله بعد اقدام به نرمال‌سازی لایه‌های موردنظر در نرم‌افزار GIS و تلفیق و روی هم‌گذاری معیارها در نرم‌افزار ARCGIS و نقشه نهایی، تناسب برای مکان‌یابی از دیدگاه افراد متخصص و کارشناس در ارائه گردید.

مدل DANP

در ANP سنتی تلویحاً فرض می‌شود که هر خوشه دارای وزن مشابهی است، اگرچه واضح است که تأثیر یک خوشه بر خوشه‌های دیگر ممکن است متفاوت باشد. بنابراین فرض ANP سنتی مبنی بر یکسان بودن وزن خوشه‌ها در ایجاد سوپر ماتریس موزون معقول نیست؛ متعاقباً اوزان مؤثر DANP می‌تواند این نقص را مرتفع کند. در این روش، نتایج بر اساس مفهوم پایه ANP از ماتریس ارتباط کامل T_C و T_D که به‌وسیله دیمتل محاسبه می‌گردند، به دست می‌آید. بنابراین تکنیک دیمتل جهت ساختن مدل ساختار شبکه برای هر معیار و بعد و نیز جهت بهبود روند نرمال‌سازی ANP سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تکنیک در خصوص مسائل دنیای واقعی در مقایسه با روش‌های سنتی بسیار مناسب بوده و وابستگی میان معیارها را در نظر می‌گیرد و درنهایت دیمتل با روش ANP جهت تشکیل DANP به‌منظور تعیین اوزان مؤثر هر بعد و معیار ترکیب می‌گردد([۳]نیکومنش۲۰۱۴). در ادامه به تشریح مراحل تشکیل ساختار روابط شبکه با استفاده از تکنیک دیمتل و تعیین اوزان مؤثر DANP پرداخته شده است.

گام نخست: محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم

ارزیابی روابط میان معیارها (تأثیر یک معیار بر معیار دیگر) بر اساس نظرات خبرگان تحقیق با استفاده از طیف رتبه‌بندی صفر تا ۴ انجام می‌گردد که در آن صفر به معنی عدم تأثیرگذاری، ۱ به معنی تأثیر اندک، ۲ به معنی تأثیر متوسط، ۳ به معنی تأثیر زیاد و ۴ به معنی تأثیر بسیار زیاد است. از خبرگان خواسته می‌شود تأثیر یک معیار بر معیار دیگر را تعیین نمایند.

---

1 Nikomanesh

$$D=\begin{bmatrix} d_c^{11} & \dots & d_c^{1j} & \dots & d_c^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_c^{i1} & \dots & d_c^{ij} & \dots & d_c^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_c^{n1} & \dots & d_c^{nj} & \dots & d_c^{nn} \end{bmatrix}$$

رابطه ۳-۱:

گام دوم: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

ماتریس ارتباط مستقیم D با استفاده از رابطه ۳-۲ نرمال شده و ماتریس N به دست می‌آید.

$$N= VD;\ V= min\{1/max_i \sum_{j=1}^{n} d_{ij}\ , 1/\ max_j \sum_{i=1}^{n} d_{ij}\}\ , i,j \in \{1,2,\dots,n\}$$

رابطه ۳-۲:

گام سوم: محاسبه ماتریس ارتباطات کامل

زمانی که ماتریس D نرمال گشته و ماتریس N حاصل شد، ماتریس ارتباطات کامل از طریق رابطه ۳-۳ به دست خواهد آمد. در این رابطه I بیانگر ماتریس واحد است.

$$T= N+ N^2 + \dots + N^h = N(I-N)^{-1}, when\ h \to \infty$$

رابطه ۳-۳:

ماتریس ارتباط کامل می‌تواند به‌وسیله معیارها شمرده شود که با T_C نشان داده می‌شود (رابطه ۳-۴):

$$T_c=\begin{array}{c} \\ D_1\ c_{11}\ c_{12}\ \dots\ c_{1m_1} \\ \vdots \\ D_i\ c_{i1}\ c_{i2}\ \dots\ c_{im_i} \\ \vdots \\ D_n\ c_{n1}\ c_{n2}\ \dots\ c_{nm_n} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} D_1 & & D_j & \\ c_{11}\dots c_{1m_1} & \dots & c_{j1}\dots c_{jm_j} & \dots \end{array} \\ \begin{bmatrix} T_c^{11} & \dots & T_c^{1j} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \\ T_c^{i1} & \dots & T_c^{ij} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \\ T_c^{n1} & \dots & T_c^{nj} & \dots \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{c} D_n \\ c_{n1}\dots c_{nm_n} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

رابطه ۳-۴:

گام چهارم: تحلیل نتایج

در این گام مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط کامل به‌صورت جداگانه مطابق با رابطه ۳-۵ محاسبه می‌گردد.

$$\boldsymbol{T}=[t_{ij}],\quad i,j\in\{1,2,...,n\}$$

رابطه ۳-۵:

$$\boldsymbol{r}=[r_i]_{n\times1}=\left[\sum_{j=1}^{n}t_{ij}\right]_{n\times1}\qquad \boldsymbol{c}=[c_j]_{1\times n}=\left[\sum_{i=1}^{n}t_{ij}\right]_{1\times n}$$

شاخص r_i نشان‌دهنده مجموع سطر iام و c_j بیانگر مجموع ستون jام است. شاخص r_i+c_j از حاصل جمع سطر iام و ستون jام به دست می‌آید (i=j). این شاخص بیانگر میزان اهمیت معیار iام است. به‌طور مشابه شاخص r_i-c_j حاصل تفاضل جمع سطر iام و ستون jام بوده و نشان‌دهنده تأثیرگذاری و یا تأثیرپذیری معیار i است. درحالت‌کلی، چنانچه r_i-c_j مثبت باشد (i=j)، معیار iام جز دسته معیارهای علی یا تأثیرگذار است. چنانچه r_i-c_j منفی باشد (i=j)، معیار iام جزء گروه معیارهای تأثیرپذیر است. نمودار علی بر پایه دو شاخص مذکور قابل ترسیم بوده که به نقشه روابط شبکه معروف است. با توجه به این نقشه می‌توان تصمیم گرفت که چگونه ابعاد و معیارها را می‌توان بهبود داد.

گام پنجم: نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کامل ابعاد ($T_D^{\propto}$)

ماتریس T_D از میانگین T_C^{ij} به دست می‌آید. این ماتریس مطابق با استفاده رابطه ۳-۶ و ۳-۷ نرمال خواهد شد، به‌این‌ترتیب که حاصل جمع هر سطر محاسبه‌شده و هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده T_D به‌صورت $T_D^{\propto}$ نشان داده می‌شود.

رابطه ۳-۶:

$$\boldsymbol{T}_D=\begin{bmatrix} t_{11}^{D_{11}} & \text{L} & t_{1j}^{D_{1j}} & \text{L} & t_{1m}^{D_{1m}} \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ t_{i1}^{D_{i1}} & \text{L} & t_{ij}^{D_{ij}} & \text{L} & t_{im}^{D_{im}} \\ \text{M} & \text{M} & & \text{M} & \text{M} \\ t_{m1}^{D_{m1}} & \text{L} & t_{mj}^{D_{mj}} & \text{L} & t_{mm}^{D_{mm}} \end{bmatrix}\begin{matrix} \longrightarrow d_1=\sum_{j=1}^{m}t_{1j}^{D_{1j}} \\ \text{M} \\ \longrightarrow d_i=\sum_{j=1}^{m}t_{ij}^{D_{ij}},\ d_i=\sum_{j=1}^{m}t_{ij}^{D_{ij}},\ i=1,...,m \\ \text{M} \\ \longrightarrow d_m=\sum_{j=1}^{m}t_{mj}^{D_{mj}} \end{matrix}$$

$$T_D^{\alpha}=\begin{bmatrix} t_{11}^{D_{11}}/d_1 & \mathrm{L} & t_{1j}^{D_{1j}}/d_1 & \mathrm{L} & t_{1m}^{D_{1m}}/d_1 \\ \mathrm{M} & \mathrm{M} & \mathrm{M} & \mathrm{M} & \mathrm{M} \\ t_{i1}^{D_{i1}}/d_i & \mathrm{L} & t_{ij}^{D_{ij}}/d_i & \mathrm{L} & t_{im}^{D_{im}}/d_i \\ \mathrm{M} & \mathrm{M} & & \mathrm{M} & \mathrm{M} \\ t_{m1}^{D_{m1}}/d_m & \mathrm{L} & t_{mj}^{D_{mj}}/d_m & \mathrm{L} & t_{mm}^{D_{mn}}/d_m \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha 1j} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha 1n} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ t_D^{\alpha i1} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha ij} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha in} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ t_D^{\alpha n1} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha nj} & \mathrm{L} & t_D^{\alpha nn} \end{bmatrix}$$

رابطه ۳-۷:

گام ششم: نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها ($T_C^{\propto}$)

نرمال‌سازی T_C با مجموع درجات تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها و ابعاد جهت اکتساب $T_C^{\propto}$ به‌صورت ۳-۸ است.

$$T_C^{\alpha}=\begin{array}{c} \\ D_1 \\ \\ \mathrm{M} \\ \\ D_i \\ \\ \mathrm{M} \\ \\ D_n \\ \end{array}\begin{array}{c} \begin{matrix} D_1 & & D_j & & D_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_{11}\ \mathbb{L}\ c_{1m_1} & \cdots & c_{j1}\ \mathbb{L}\ c_{jm_j} & \mathrm{L} & c_{n1}\ \mathbb{L}\ c_{nm_n} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} T_c^{\alpha 11} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha 1j} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha 1n} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ T_c^{\alpha i1} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha ij} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha in} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ T_c^{\alpha n1} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha nj} & \mathrm{L} & T_c^{\alpha nn} \end{bmatrix} \end{array}$$

رابطه ۳-۸:

گام هفتم: تشکیل سوپر ماتریس ناموزون W

در این گام ترانهاده ماتریس ارتباط کامل نرمال شد $T_C^{\propto}$ محاسبه‌شده و ماتریس W حاصل می‌شود، چنانچه برای مثال، ماتریسی نظیر ماتریس W^{11} خالی و یا صفر باشد به این معنی است که ماتریس مربوط مستقل می‌باشند (رابطه ۳-۹).

$$W=(T_c^{\alpha})'=\begin{array}{c} \\ D_1 \\ \\ \mathrm{M} \\ \\ D_j \\ \\ \mathrm{M} \\ \\ D_n \\ \end{array}\begin{array}{c} \begin{matrix} D_1 & & D_i & & D_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_{11}\ \mathbb{L}\ c_{1m_1} & \cdots & c_{i1}\ \mathbb{L}\ c_{im_i} & \mathrm{L} & c_{n1}\ \mathbb{L}\ c_{nm_n} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} W^{11} & \mathrm{L} & W^{i1} & \mathrm{L} & W^{n1} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ W^{1j} & \mathrm{L} & W^{ij} & \mathrm{L} & W^{nj} \\ \mathrm{M} & & \mathrm{M} & & \mathrm{M} \\ W^{1n} & \mathrm{L} & W^{in} & \mathrm{L} & W^{nn} \end{bmatrix} \end{array}$$

رابطه ۳-۹:

گام هشتم: تشکیل سوپر ماتریس موزون

به‌منظور تشکیل سوپر ماتریس موزون، ماتریس ارتباط کامل نرمال $T_D^{\propto}$ ترانسپوز شده و در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌شود (رابطه ۳-۱۰):

$$\boldsymbol{W^{\propto}} = \boldsymbol{T_D^{\propto}W} = \begin{bmatrix} t_D^{\propto 11} \times W^{11} & \dots & t_D^{1i1} \times W^{i1} & \dots & t_D^{\propto n1} \times W^{n1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\propto 1j} \times W^{1j} & \dots & t_D^{\propto ij} \times W^{ij} & \dots & t_D^{\propto nj} \times W^{nj} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\propto 1n} \times W^{1n} & \dots & t_D^{\propto in} \times W^{in} & \dots & t_D^{\propto nn} \times W^{nn} \end{bmatrix}$$

رابطه ۳-۱۰:

گام نهم: محدود کردن سوپر ماتریس موزون

سوپر ماتریس موزون را از طریق بتوان رسانیدن به یک عدد بزرگ Z محدود می‌نماییم، تا جایی که سوپر ماتریس همگرا شود و به ثبات برسد. خروجی این گام اوزان مؤثر DANP خواهد بود(وادمن[1]، ۲۰۱۴)(رابطه ۳-۱۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نرمال کردن ماتریس تصمیم

در این گام با استفاده از رابطه ۳-۳ ماتریس ارتباطات مستقیم را نرمال می‌کنیم نتایج در جدول ۴-۳ آورده شده است. جهت نرمال‌سازی ابتدا مجموع درایه‌های سطر و ستون ماتریس ارتباطات مستقیم را به دست می‌آوریم(الکاراز[2]، ۲۰۱۵) سپس از بین اعداد مجموع، بزرگ‌ترین عدد را انتخاب می‌کنیم و تک‌تک درایه‌های ماتریس ارتباطات مستقیم (جدول ۴-۲) را بر این عدد تقسیم می‌کنیم. در این پژوهش بزرگترین عدد مجموع سطر و ستون برابر با ۴۸ است. سپس تمام درایه‌های جدول ۴-۲ را بر این عدد تقسیم می‌کنیم تا ماتریس نرمال‌شده حاصل شود (استلر[3]، ۲۰۱۷).

1 Wadman
2 Alcaraz
3 Estler

جدول(۲) ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم

	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۲	۳	۴
۱	۰/۰۲۱	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۸۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳
۲	۰/۰۴۲	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۰۸۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۶۳
۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲
۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲
۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲
۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱
۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱
۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۱
۵	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
۶	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲
۱	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۰۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
۲	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲
	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۲

	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۲	۳	۴
۳				۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰					۰
۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۴۲	/۴۲ ۰	/۴۲ ۰	/۴۲ ۰	/۴۲ ۰	/۴۲ ۰	/۶۳ ۰	/۶۳ ۰	/۶۳ ۰	/۴۲ ۰	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	/۲۱ ۰

محاسبه ماتریس ارتباطات کامل (Tc)

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل بر اساس رابطه ۳-۴، ابتدا ماتریس همانی (I_{17*17}) تشکیل می‌شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال (جدول ۴-۳) کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌کنیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم. (ارتگرول[1]، ۲۰۰۷). ماتریس روابط کل در جدول ۴-۴ آورده شده است.

جدول(۳) ماتریس ارتباطات کامل (Tc)

	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴
۱	۰۹۱	۱۲۵	۱۵۳	۱۶۰	۱۶۷	۱۶۶	۱۶۶	۱۸۰	۱۶۹	۱۶۹	۱۷۶	۱۴۰	۲۰۵	۱۷۴	۱۷۱	۱۵۶	۱۵۹
۲	۱۰۷	۰۹۸	۱۲۶	۱۵۲	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۷۱	۱۶۲	۱۶۲	۱۶۷	۱۵۴	۱۹۵	۱۴۶	۱۴۳	۱۲۹	۱۵۲
۳	۰۶۴	۰۷۳	۰۷۷	۱۰۲	۰۸۷	۱۰۶	۰۸۶	۱۳۵	۱۰۸	۱۰۸	۱۱۳	۱۰۳	۱۱۸	۱۱۱	۱۰۹	۱۰۱	۱۰۲
۱	۰۶۸	۰۹۷	۱۰۳	۰۸۷	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۲۱	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۹	۱۰۸	۱۲۵	۱۱۷	۱۱۵	۱۰۵	۱۰۷

	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴
۲	۰.۰۸۹	۰.۰۹۸	۰.۱۰۴	۰.۰۸۹	۰.۰۹۳	۰.۱۱۳	۰.۱۱۳	۰.۱۲۲	۰.۱۱۵	۰.۱۱۵	۰.۱۲۰	۰.۱۰۹	۰.۱۲۶	۰.۱۱۸	۰.۱۱۶	۰.۱۰۶	۰.۱۰۸
۳	۰.۰۶۶	۰.۰۷۵	۰.۱۰۱	۰.۱۰۵	۰.۱۱۰	۰.۰۸۹	۰.۱۳۰	۰.۱۱۹	۰.۱۱۱	۰.۱۱۱	۰.۱۱۶	۰.۰۸۶	۰.۱۲۱	۰.۱۱۴	۰.۱۱۲	۰.۱۰۳	۰.۱۰۵
۴	۰.۰۶۶	۰.۰۷۴	۰.۱۰۰	۰.۱۰۴	۰.۱۰۹	۰.۱۰۸	۰.۰۸۸	۰.۱۳۷	۰.۱۱۰	۰.۱۱۰	۰.۱۱۵	۰.۱۰۵	۰.۱۲۰	۰.۱۱۳	۰.۱۱۱	۰.۰۸۲	۰.۱۰۴
۱	۰.۰۵۹	۰.۰۶۶	۰.۰۷۰	۰.۰۹۴	۰.۰۹۸	۰.۰۷۷	۰.۰۷۸	۰.۰۸۴	۰.۰۹۹	۰.۰۹۹	۰.۱۰۳	۰.۰۹۵	۰.۱۰۷	۰.۰۸۲	۰.۰۸۰	۰.۰۹۲	۰.۰۹۳
۲	۰.۰۸۱	۰.۰۸۸	۰.۰۷۴	۰.۰۷۷	۰.۱۰۲	۰.۱۰۱	۰.۱۰۱	۰.۱۰۹	۰.۰۸۳	۰.۰۸۳	۰.۰۸۷	۰.۰۹۸	۰.۰۹۲	۰.۱۰۵	۰.۱۰۳	۰.۰۷۶	۰.۰۷۸
۳	۰.۰۸۱	۰.۰۸۸	۰.۰۷۴	۰.۰۷۷	۰.۱۰۲	۰.۱۰۱	۰.۱۰۱	۰.۱۰۹	۰.۰۸۳	۰.۰۸۳	۰.۰۸۷	۰.۰۹۸	۰.۰۹۲	۰.۱۰۵	۰.۱۰۳	۰.۰۷۶	۰.۰۷۸
۴	۰.۰۵۸	۰.۰۶۵	۰.۰۷۰	۰.۰۹۳	۰.۰۹۷	۰.۰۹۶	۰.۰۹۷	۰.۱۰۴	۰.۰۷۸	۰.۰۷۸	۰.۰۸۲	۰.۰۹۴	۰.۰۸۷	۰.۱۰۱	۰.۰۹۹	۰.۰۷۲	۰.۰۷۳
۵	۰.۰۵۶	۰.۰۶۳	۰.۰۶۶	۰.۰۷۰	۰.۰۷۴	۰.۰۷۴	۰.۰۷۴	۰.۰۸۰	۰.۰۹۵	۰.۰۹۵	۰.۰۹۸	۰.۰۷۰	۰.۱۰۳	۰.۰۹۸	۰.۰۹۶	۰.۰۸۸	۰.۰۶۹
۶	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴
	۰۴۹	۰۵۵	۰۵۹	۰۶۱	۰۶۴	۰۶۴	۰۶۴	۰۶۹	۰۶۵	۰۶۵	۰۶۸	۰۶۱	۰۷۲	۰۸۷	۰۸۶	۰۶۰	۰۶۱
۱	۰۰۷۰	۰۱۰۰	۰۱۰۶	۰۱۱۱	۰۱۱۶	۰۱۱۵	۰۱۱۵	۰۱۴۵	۰۱۱۷	۰۱۱۷	۰۱۲۲	۰۱۱۲	۰۱۴۹	۰۱۰۰	۰۱۱۸	۰۱۰۸	۰۱۱۱
۲	۰۰۷۱	۰۱۰۱	۰۱۰۶	۰۱۱۱	۰۱۱۶	۰۱۱۶	۰۱۱۶	۰۱۲۶	۰۱۱۷	۰۱۱۷	۰۱۴۳	۰۰۹۲	۰۱۴۹	۰۱۴۱	۰۰۹۹	۰۱۰۸	۰۱۱۱
۴	۰۰۶۹	۰۰۹۸	۰۱۰۴	۰۱۰۹	۰۱۱۴	۰۱۱۴	۰۱۱۴	۰۱۲۳	۰۱۱۵	۰۱۱۵	۰۱۴۰	۰۰۹۰	۰۱۴۶	۰۱۱۹	۰۱۱۷	۰۰۸۶	۰۱۰۹
۴	۰۰۷۲	۰۰۸۱	۰۱۰۶	۰۱۱۱	۰۱۱۷	۰۱۱۶	۰۱۱۶	۰۱۲۶	۰۱۳۸	۰۱۳۸	۰۱۴۲	۰۱۱۲	۰۱۴۸	۰۱۲۲	۰۱۲۰	۰۱۰۸	۰۰۹۰

تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیرمعیارها

در این گام با استفاده از رابطه ۳-۶ تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیرمعیارها مشخص می‌شود زیرمعیارهای تأثیرگذار از نوع معیارهای علی هستند و زیرمعیارهای تأثیرپذیر از نوع معلول هستند (لی، ۲۰۱۷). نتایج در جدول (۳) آورده شده است.

جدول(۴) تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیرمعیارها

معیار	کدزیر معیار	زیرمعیار	D	R	D + R	D - R
توپوگرافی	A۱	شیب	۲/۷۷	۱/۲۱۷	۳/۹۴۴	۱/۵۱۰
	A۲	ارتفاع	۲/۵۴۲	۱/۴۴۶	۳/۹۸۸	۱/۰۹۵
	A۳	جهت شیب	۱/۷۰۱	۱/۵۹۸	۳/۲۹۹	۰/۱۰۴
زمین شناسی	B۱	لیتولوژی	۱/۸۳۸	۱/۷۱۳	۳/۵۵۱	۰/۱۲۴

[1] Lee

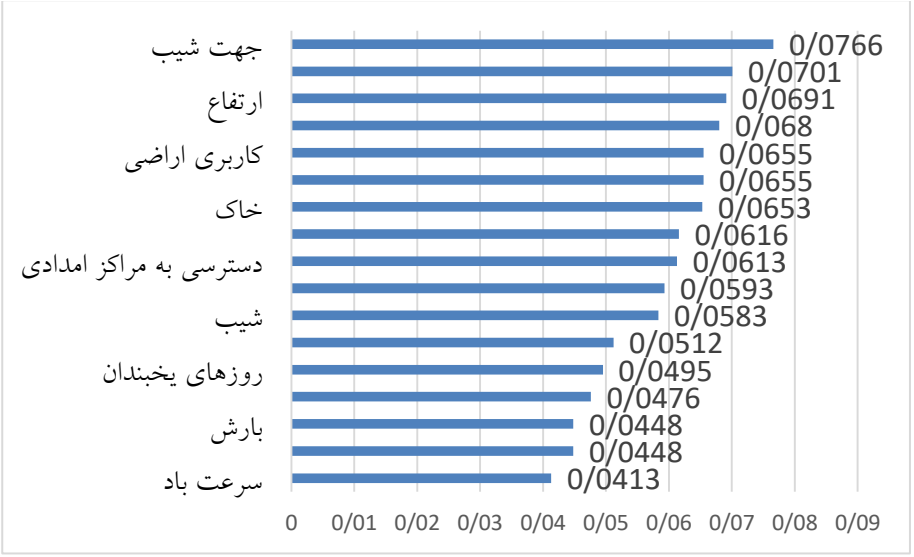
معیار	کدزیر معیار	زیرمعیار	D	R	D + R	D - R
	B۲	گسل	۱/۸۵۶	۱/۸۳۶	۳/۶۹۲	۰/۰۲۰
	B۳	کاربری اراضی	۱/۷۷۳	۱/۸۲۶	۳/۶۰۰	۰/۰۵۳۰
	B۴	خاک	۱/۷۵۷	۱/۸۳۱	۳/۵۸۸	۰/۰۷۴
اقلیمی	C۱	روزهای یخبندان	۱/۴۷۸	۲/۰۶۰	۳/۵۳۸	۰/۵۸۲
	C۲	دما	۱/۵۳۷	۱/۸۸۰	۳/۴۱۷	۰/۳۴۳
	C۳	بارش	۱/۵۳۷	۱/۸۸۰	۳/۴۱۷	۰/۳۴۳
	C٤	رطوبت	۱/۴۴۴	۱/۹۹۶	۳/۴۴۰	۰/۵۵۱
	C٥	سرعت باد	۱/۳۷۰	۱/۷۲۸	۳/۰۹۸	۰/۳۵۸
	C٦	تابش	۱/۱۱۰	۲/۱۵۴	۳/۲۶۴	۱/۰۴۵
انسانی	D۱	فاصله از جاده	۱/۹۳۱	۱/۹۵۶	۳/۸۸۷	۰/۰۲۴
	D۲	نزدیکی به شهر و روستا	۱/۹۴۲	۱/۸۹۷	۳/۸۳۹	۰/۰۴۶
	D۳	دسترسی به رودخانه	۱/۸۸۲	۱/۶۵۸	۳/۵۴۰	۰/۲۲۴
	D۴	دسترسی به مراکز امدادی	۱/۹۶۲	۱/۷۱۰	۳/۶۷۲	۰/۲۵۲

با توجه به جدول ۴، شاخصی که دارای D-R مثبت است نشان از علت بودن آن دارد یعنی از تاثیرپذیری بالایی برخوردار است. جدول(۵) وزن عوامل طبیعی و انسانی استخراج شده براساس مدل Anp Damate را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج جدول (۴)در بین معیارهای اصلی، معیار اقلیمی با وزن ۰. ۲۷۹۳ رتبه اول را کسب کرده است معیار انسانی با وزن ۰. ۲۵۸۷ رتبه دوم، معیار زمین‌شناسی با وزن ۰. ۲۵۸ رتبه سوم و توپوگرافی با وزن ۰. ۲۰۴ رتبه چهارم را کسب کرده است. همچنین در ببین زیرمعیارها نیز، جهت شیب با وزن ۰. ۰۷۶۶ رتبه اول را کسب کرده است. فاصله از جاده با وزن ۰. ۹۷۰۱ رتبه دوم و ارتفاع با وزن۰. ۰۶۹۱ رتبه سوم را کسب کرده است.

جدول (۵) اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها

معیارها	زیرمعیارها	وزن زیرمعیارها	وزن معیارها یا دسته‌ها
توپوگرافی	شیب	۰/۰۵۸۳	۲۰۴۰ .۰
	ارتفاع	۰/۰۶۹۱	
	جهت شیب	۰/۰۷۶۶	

معیارها	زیرمعیارها	وزن زیرمعیارها	وزن معیارها یا دسته‌ها
زمین‌شناسی	لیتولوژی	۰/۰۶۱۶	۲۵۸۰ .۰
	گسل	۰/۰۶۵۵	
	کاربری اراضی	۰/۰۶۵۵	
	خاک	۰/۰۶۵۳	
اقلیمی	روزهای یخبندان	۰/۰۴۹۵	۲۷۹۳ .۰
	دما	۰/۰۴۴۸	
	بارش	۰/۰۴۴۸	
	رطوبت	۰/۰۴۷۶	
	سرعت باد	۰/۰۴۱۳	
	تابش	۰/۰۵۱۲	
انسانی	فاصله از جاده	۰/۰۷۰۱	۲۵۸۷ .۰
	نزدیکی به شهر	۰/۰۶۸۰	
	دسترسی به رودخانه	۰/۰۵۹۳	
	دسترسی به مراکز امدادی	۰/۰۶۱۳	



شکل(۲) وزن و رتبه نهایی زیرمعیارها

تجزیه تحلیل داده‌ها

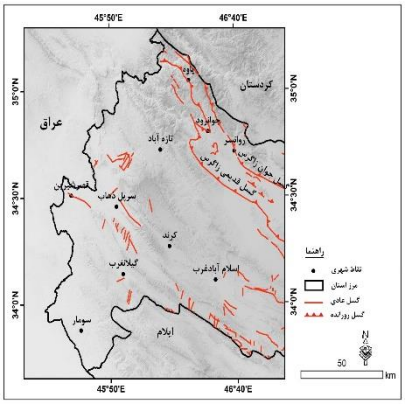
در این پژوهش از ۱۷معیار برای بررسی تأثیر ژئومورفولوژی منطقه مرزی کرمانشاه در مکان‌یابی مراکز حیاتی، حساس و مهم با رویکرد پدافند غیرعامل استفاده شده است. این

داده‌ها بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، و داده‌های اقلیمی به‌دست‌آمده که در این پژوهش به بررسی آن‌ها پرداخته شده است.

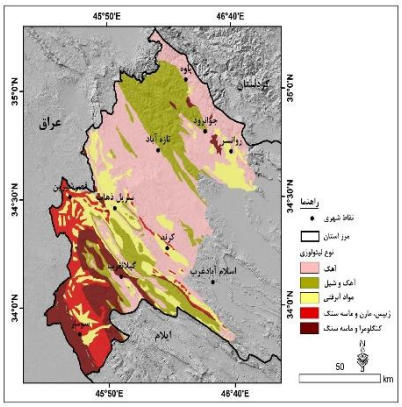
نقش و وضعیت پارامترهای ژئومورفولوژی در بررسی منطقه

در مکان‌یابی کلیه مراکز حساس و مهم نظامی و غیرنظامی، انواع عملیات و هرگونه فعالیت نظامی بررسی جنس زمین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید مسائلی ازجمله جنس سنگ‌ها و نهشته‌های واقع در منطقه، مدنظر قرار گیرد بررسی و تجزیه تحلیل جنس زمین منطقه نشان می‌دهد (شکل۳) که زمین محدوده موردمطالعه، در مناطق شمال غربی و مرکز به سمت جنوب شرقی بیشتر از رسوبات سخت گرانیت، آهک‌های ضخیم روشن و تیره و آهک کوه بیستون و رسوبات منطقه جنوب غرب، شمال شرق، تا حدودی شرق و مرکز رسوبات سست ماسه‌سنگی شیل و رسوبات رودخانه‌ای تشکیل شده است که در تحرکات نظامی و ساخت مراکز دارای مزیت است. میزان و قدرت زلزله در ارتباط با لیتولوژی و سازندهای سطحی است بر اساس مطالعات انجام گرفته حرکات زمین‌لرزه در مناطق پوشیده از رسوبات سست رسی و آبرفتی، به‌مراتب شدیدتر از سنگ‌بستر است. به‌طورکلی قرار گرفتن هر سازه انسانی روی گسل خطرناک است، اما این خطر برای مراکز نظامی بیشتر است، زیرا دارای انبار مهمات و سوخت هستند. بنابراین بامطالعه سیستم گسل‌های منطقه، فعال و غیرفعال بودن گسل‌ها عامل بسیار مهمی در مکان‌یابی مراکز هستند؛ چرا که وجود گسل سبب افزایش پتانسیل لرزه‌خیزی منطقه می‌شود. نقشه گسل‌های منطقه نشان‌دهنده این موضوع است که منطقه موردمطالعه ازنظر لرزه‌خیزی فعال است و تنها مرکز و تا حدودی شمال شرق منطقه موردمطالعه برای احداث مراکز مناسب است (شکل ۴). آب یکی از ضروری‌ترین عوامل برای احداث مراکز حیاتی و مهم است، رودخانه‌ها ازجمله موانع طبیعی هستند که در پدافند غیرعامل نقش بسیار مهمی دارند و پس از کوه‌ها به لحاظ داشتن قابلیت پدافندی در درجه دوم اهمیت قرار دارند. قابلیت پدافندی رودخانه‌ها مربوط به ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها مانند جنس، عمق، پهنا، سرعت جریان آب، دبی رودخانه و طول آن‌هاست. ازجمله رودخانه‌های مهم منطقه از شرق به غرب می‌توان رودخانه قره‌سو، مرگ، چشمه سفید، رازآور، الوند و... اشاره کرد. جریان آب در آن‌ها به‌صورت رودخانه‌های آبرفتی و دشت‌های سیلابی است (شکل ۵). یکی از محدودیت‌های عملیات نظامی در ارتباط با شبکه آب‌ها، جنس بستر رودخانه‌هاست؛ چرا که اگر جنس بستر رودخانه‌ها از بافت ریز باشد, مانع عبور نیروها و خودروها شنی دار و

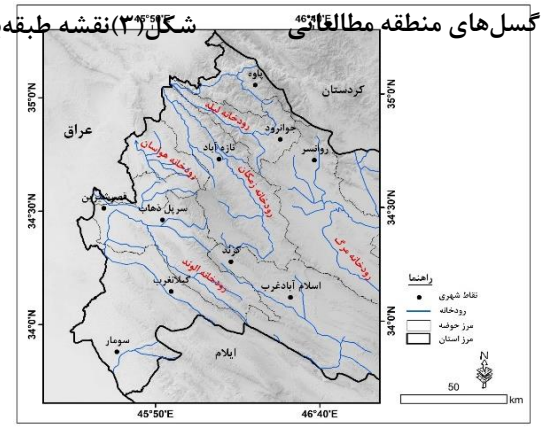
چرخ‌دار می‌شود. همچنین مراکز نظامی نباید در پایین‌دست سدهای مخزنی با حجم آبگیری بالا احداث شوند. سیل‌خیز بودن محل مراکز نظامی و دورهٔ برگشت سیل‌های احتمالی نیز ازجمله مواردی است که در ایجاد مراکز نظامی محدودیت ایجاد می‌کند.



شکل (۳)نقشه طبقه‌بندی زمین‌شناسی



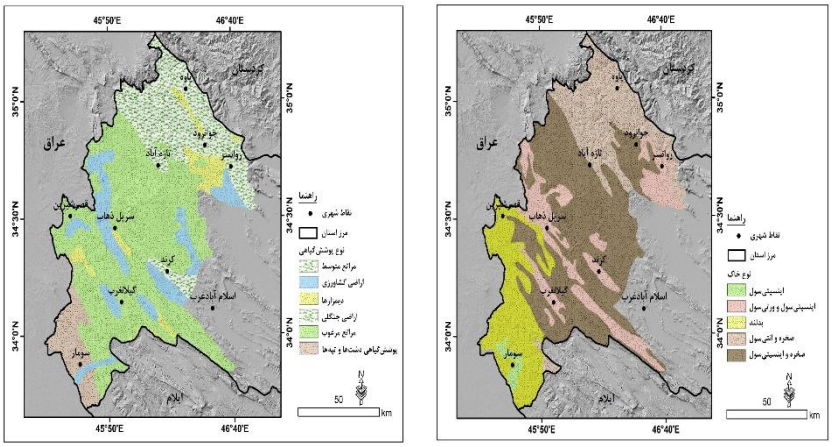
شکل (۴)نقشه گسل‌های منطقه مطالعاتی



شکل (۵) نقشه طبقه‌بندی رودخانه‌های منطقه مطالعاتی

پوشش‌گیاهی و نحوه‌ی استفاده از زمین توسط انسان تعیین‌کننده‌ی کاربری اراضی نواحی مختلف می‌باشند. استان کرمانشاه و محدوده‌ی مورد مطالعاتی در آن به علت تنوع ویژگی‌های جغرافیایی همچون اقلیم، ژئومورفولوژی، پوشش‌گیاهی، خاک و زمین‌شناسی همچون لیتولوژی و زمین‌ساخت دارای کاربری‌های مختلفی است. کاربری جنگل منطبق بر نواحی کوهستانی محدوده موردمطالعه است. بیشتر قسمت‌های شهرستان‌های دالاهو، پاوه و جوانرود،بخش های غربی و شمالی شهرستان ثلاث باباجانی،بخش های شمالی و شرقی شهرستان سرپل ذهاب و قسمت‌های شرقی گیلانغرب دارای کاربری جنگلی می‌باشند.

نواحی مرتفع کوهستان شاهو در شهرستان پاوه، تپه‌ماهورهای منطبق بر سازند امیران در شهرستان ثلاث باباجانی، قسمت‌هایی از نواحی پرشیب کوهستان‌های نواکوه و دالاهو و نواحی اطراف شهر سومار در جنوب شهرستان قصرشیرین به علت مناسب نبودن شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی دارای کاربری بایر می‌باشند. گوشه شمال غربی شهرستان پاوه، قسمت‌های از شهرستان ثلاث باباجانی، کوهستان دنوشک در سرپل ذهاب کمب قلاجه در گیلانغرب و نواحی جنوبی آن و همچنین بیشتر نواحی شمالی قصرشیرین دارای کاربری استپی می‌باشند. قسمت‌های جنوب شرقی شهرستان قصرشیرین، طاقدیس‌های فرسایش‌یافته در جنوب گیلانغرب دارای کاربری بایر و استپی می‌باشند. کاربری کشاورزی منطبق بر دشت‌های منطقه موردمطالعه است. دشت‌های ذهاب، ازگله، گواور، چله، کفراور، کرند، بیونیژ، تازه آباد و... دارای کاربری کشاورزی دیم و آبی هستند (شکل۶). خاک ترکیب پیچیده‌ای از مواد معدنی، آلی و موجودات زنده است، که دائماً در معرض تغییر و نمو قرار دارد. خاک یک منطقه تحت‌تأثیر سنگ مادر، ویژگی‌های اقلیمی، توپوگرافی و پوشش‌گیاهی شکل می‌گیرد. خاک منطقه موردمطالعه تحت تأثیر سنگ‌بستر و اقلیم منطقه شکل‌گرفته و در حال تحول است. بررسی‌های اقلیمی و شواهد ژئومورفولوژیکی بیانگر تناوب دوره‌هایی سرد - مرطوب و نسبتاً گرم - نیمه‌خشک در دوره کواترنری در استان کرمانشاه بوده و این تغییرات اقلیمی باعث تنوع، افزایش و کاهش سرعت تشکیل خاک و همچنین تحول متفاوت خاک در دوره‌هایی سرد و گرم شده است. شکل (۷) نقشه خاک غرب استان کرمانشاه را نشان می‌دهد. گوشه شمال غربی شهرستان پاوه به علت سنگ مادر متمایز و آتش‌فشانی دارای خاک کلسیک- رگوسل – لیتوسل است. نواحی با سنگ مادر آهکی (سازندهای آهک بستن، آهک دزلی، گروه بنگستان، آسماری – شهبازان) در شهرستان‌های پاوه، جوانرود، ثلاث باباجانی، دالاهو و گیلانغرب دارای خاک لیتوسل-کلسیک- رگوسل می‌باشند. خاک‌های منطبق بر سازندهای امیران، پابده - گورپی و گچساران هستند از نوع خاک‌های لیتوسل بوده وبخش های غربی شهرستان ثلاث باباجانی، نواحی شرقی سرپل ذهاب، نواحی جنوبی گیلانغرب و قصرشیرین را پوشانده‌اند. خاک منطبق بر سازند آغاجاری در محدوده‌ی شهرستان قصرشیرین از نوع لیتوسل- رگوسل است. نواحی دشتی که از نهشته‌های کواترنری پوشیده شده‌اند به علت متفاوت بودن شرایط ژئومورفولوژیک، اقلیمی و زمین‌شناسی در هر منطقه از نوع‌های متنوعی تشکیل شده است و تأثیر عوامل محلی را در خاک‌زایی نشان می‌دهد.

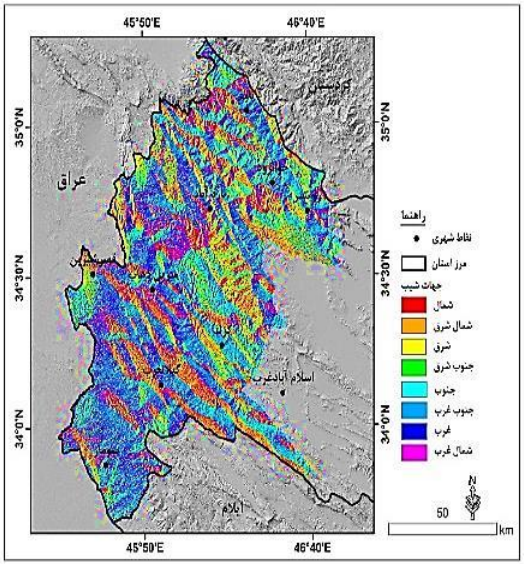


شکل(۶و۷) نقشه خاک و کاربری اراضی

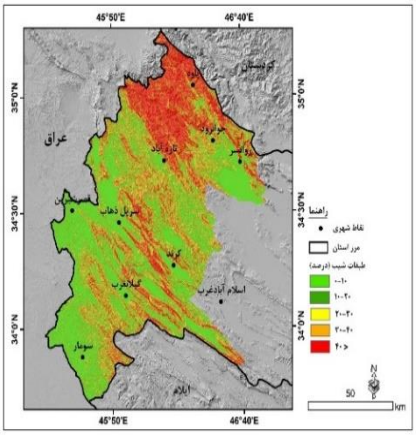
نقش و وضعیت پارامترهای توپوگرافی در بررسی منطقه

اشکال زمین یا لندفرم‌ها، تعیین‌کننده موقعیت‌ها و مکان‌های امن و مناسب برای دفاع هستند. شکل زمین و ارتفاع آن در نوع و نحوه‌ی اجرای پدافند عامل و غیرعامل و ساخت مواضع و زیرساخت‌ها مؤثر است. شیب یکی از عوامل تأثیرگذار است که شکل زمین را از طریق خصوصیات مورفولوژیکی تحت تأثیر قرار می‌دهد. سرعت حرکت نفرات و تجهیزات که در زمین‌های مختلف حرکت می‌کنند، تحت تأثیر شیب زمین خواهد بود و شیب‌های تند، محدودیت‌هایی را در جابه‌جایی به وجود می‌آورند. شیب‌های محدب و سایر ناهمواری‌ها سطحی، معمولاً نقاط کور یا در اصطلاح نظامی جان‌پناه‌ها و مواضع و زمین‌های پوشیده از دید و تیر را به وجود می‌آورند. زمین‌هایی که از دید و تیر دشمن در امان هستند، کارایی ارتباطات رادیویی با فرکانس خیلی بالا را که به خط دید وابسته است، کاهش می‌دهند. همچنین ارتفاع و میزان شیب مناطق مختلف در میزان مصرف سوخت مؤثر است. قدرت و توان رزمی نیروها در جابه‌جایی و سرعت عمل درگیری با دشمن، بررسی شیب زمین را به دنبال دارد. چنانچه شیب زمین زیاد باشد، قدرت انعطاف‌پذیری و توان و تحرک نیروها و تجهیزات خودرویی را محدود کرده و پیشروی را با مشکل مواجه می‌کند و اثرات تخریبی بیشتری به دنبال دارد. همچنین برای عبور و مرور خودرو و ادوات جنگی دشواری‌هایی را فراهم می‌کند. انتخاب مکان‌هایی با شیب زیاد برای مراکز حساس و مهم، سبب افزایش ضریب ایمنی بالای این مراکز در برابر حملات سلاح‌هایی با سهم تیر

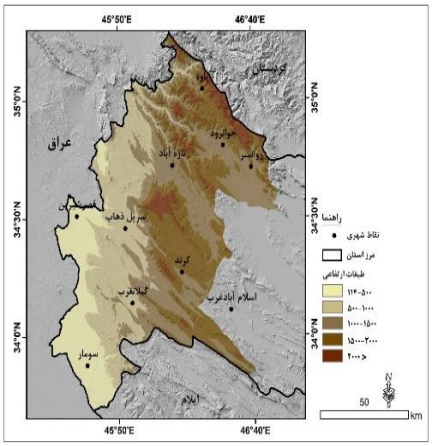
منحنی می‌شود. اگرچه شیب‌های زیاد به دلیل عملیات مهندسی زیاد، ازجمله تسطیح و خاک‌برداری، هزینه‌های زیادی را تحمیل می‌کنند؛ اما شیب‌های خیلی کم به دلیل مشکل دفع فاضلاب برای استقرار مراکز حساس و مهم با رویکرد دفاع غیرعامل مناسب نیستند. با توجه به شکل (۸) مناطق غرب به سمت جنوب، تا حدودی شرق، جنوب شرق و شمال بیشترین پراکنش و شرایط مطلوب برای احداث مراکز را دارا هستند. همچنین در شکل (۹) نقشه جهت شیب منطقه نشان داده‌شده است. جهت شیب مطلوب بر اساس جهت تهدید تعیین می‌شود، لذا با توجه به وقوع تهدید از سمت غرب، جنوب غرب و همچنین شمال غرب منطقه، بهترین دامنه‌ها، دامنه‌های شمالی و شمال شرقی و جنوب شرق استان است. معمولاً کوه‌ها تکیه‌گاهی برای مراکز و تأسیسات مهم نظامی و پادگان‌ها شمرده می‌شوند و با کمترین نیروی انسانی، امکان حفاظت و دیده‌بانی مراکز را فراهم می‌آورند، اما ناهموار بودن بیش‌ازحد منطقه دشواری‌هایی را برای تردد خودروها و تجهیزات چرخ‌دار و شنی‌دار فراهم می‌کند. کمترین ارتفاع منطقه ۰ تا۵۰۰ متر مناطق غرب و جنوب غرب نامناسب‌ترین منطقه و بیشترین ارتفاع بیشتر از ۲۰۰۰ متر مناطق شمال شرق، شمال غرب و تا حدودی مرکز مناسب‌ترین منطقه برای احداث مراکز را شامل می‌شود (شکل ۱۰).



شکل(۸) نقشه جهت شیب



شکل (۹) نقشه طبقات شیب

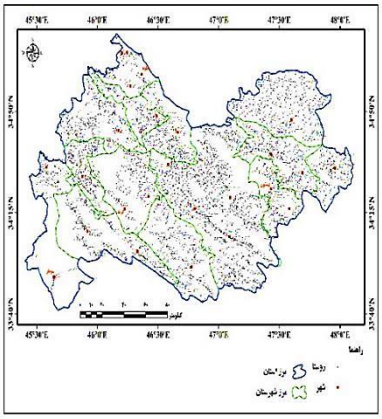


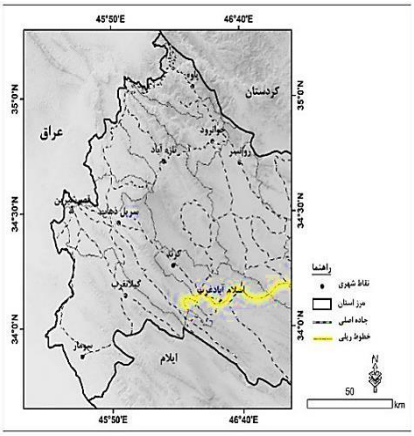
شکل (۱۰) نقشه طبقات ارتفاع

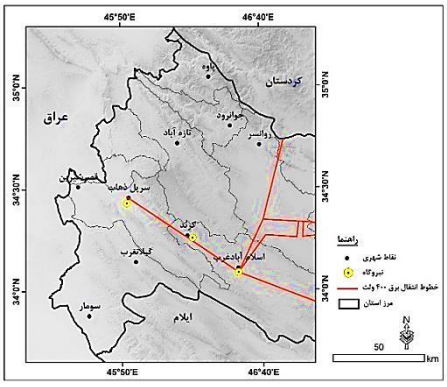
نقش عوامل انسانی و شبکه راه در منطقه موردمطالعه

نزدیکی مراکز حساس و مهم به شهرها، روستاها (مراکز جمعیتی) باعث ارتقای سطح ایمنی و پیشگیری از حوادث ناخواسته و غیرمترقبه ازنظر دفاع غیرعامل می‌شود شکل (۱۱) فاصله از مراکز جمعیتی را نشان می‌دهد. محورهای مواصلاتی در یک منطقه حمل‌ونقل مواد به‌وسیله‌ی کامیون‌ها و تریلرها را فراهم می‌کنند. به‌طورکلی برای سهولت و کاهش زمان حمل‌ونقل و هزینه‌ها، محل استقرار مراکز حیاتی و مهم باید حتی‌المقدور به جاده اصلی و راه‌های ارتباطی نزدیک باشد. فرماندهان نظامی تلاش می‌کنند تا از خطوط مواصلات زمینی، دریایی، هوایی و فضایی بهترین استفاده را به عمل آورند. خطوطی که کشورها را به منابع ضروری متصل می‌کنند. تهدیدهای نظامی عملیات را به هم ارتباط می‌دهند و پشتیبانی از نیروهای نظامی را تسهیل کرده و حرکت نیروها را آسان می‌کنند. درنتیجه فرماندهان نظامی در هر سطحی، نیازمند آگاهی دقیق از وضعیت موجود راه‌ها هستند که اجرای عملیات نظامی روان را تسهیل و کمک‌رسانی را تسهیل می‌نماید. بنابراین نزدیکی زیاد مراکز حساس و مهم به راه‌ها و معابر مواصلاتی، امکان دسترسی نیروهای مهاجم را به آن‌ها افزایش می‌دهد و درنتیجه آسیب‌پذیری این مراکز در برابر هرگونه حملات بالا می‌برد (شکل۱۲). درمکان‌گزینی مراکز حساس و مهم، باید از نزدیکی و دوری بیش‌ازحد به معابر و راه‌های مواصلاتی خودداری کرد. از موارد و معیارهای مهم در بررسی مناطق عملیات، توجه به تأسیسات حساس از قبیل نیروگاه‌های بزرگ برق، سدهای عظیم و خطوط انتقال نیرو است.

شناخت خطوط انتقال نیروی برق به‌منظور تعیین سایت‌های فرود بالگردها و تعیین مسیرهای پرواز و همچنین جهت بعضی ضروری‌های مورد نیاز نظامی الزامی می‌باشد. بررسی وضعیت خطوط اصلی انتقال نیروی استان کرمانشاه بیانگر است که این استان دارای ۱۳۶ کیلومتر خطوط انتقال برق ۴۰۰ ولت است. همچنین استان کرمانشاه دارای ۵ نیروگاه تولید برق است که در نزدیکی شهرهای بیستون، کرمانشاه، اسلام آباد غرب، کرند و سرپل ذهاب قرار دارند. در شکل ۴-۴۶ نقشه خطوط انتقال نیرو و نیروگاه‌های نوار مرزی استان کرمانشاه نشان داده شده است. شکل(۱۳) خطوط انتقال نیرو را در سطح منطقه نشان می‌دهد.



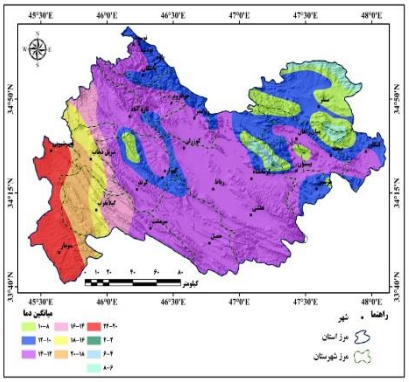




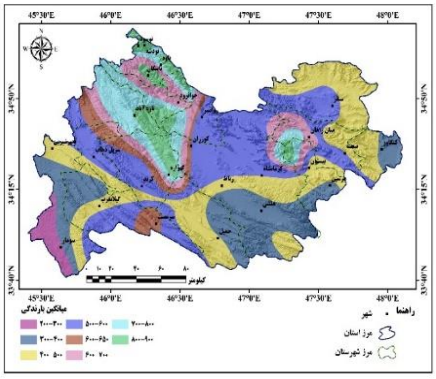
شکل (۱۱،۱۲،۱۳) نقشه فاصله از شهر، روستا و نقشه طبقه‌بندی حریم و فاصله از خطوط مواصلاتی و ریلی

نقش عوامل اقلیمی در بررسی منطقه موردمطالعه

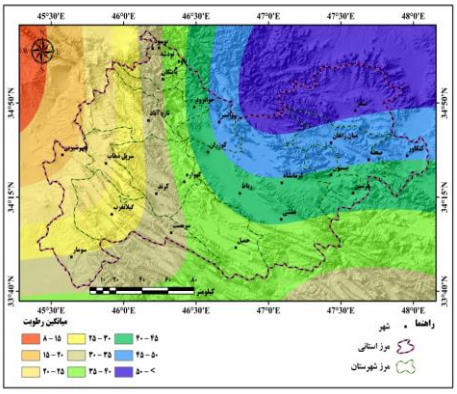
از عوامل مهم آب و هوایی توجه به ارتباط بین توپوگرافی و شدت بارش است. به‌طورکلی آگاهی از شدت و مدت بارش و محاسبه و برآورد آن برای پیش‌بینی دوره بازگشت سیل ایجاد شده، عامل مهم در انتخاب محل یک پادگان خواهد بود. اگر محل موردنظر دارای شیب تند و خاک پوششی قابل فرسایش باشد، باران شدید می‌تواند خسارت‌های زیادی به بار آورد. دانستن دامنه نوسان‌هایی دمایی در مکان‌یابی مراکز نظامی و انجام عملیات مؤثر است؛ زیرا در شرایط زمستانی و یخبندان، امکان انجام عملیات بسیار سخت و کمابیش ناممکن می‌شود. با توجه به طبقه‌بندی حیدری و علیجانی مناطق آب و هوایی ایران بر اساس عناصر اقلیمی، منطقه موردمطالعه دارای آب و هوایی نیمه کوهستانی تا خشک و گرم است. مقدار بارش در ارتفاعات و نواحی شمال غربی بیشتر از نواحی پست و کم ارتفاع غرب و جنوب غرب بوده و با توجه به بالا بودن دما در مناطق غرب و جنوب غرب و تأثیر منفی آن بر دفاع و احداث مراکز در مناطق شمال غربی، شمال شرایط نرمال‌تری و اهمیت بیشتری دارا است، شکل (۱۴و ۱۵) نقشه هم‌دما و هم‌بارش منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. میانگین رطوبت نسبی سالانه در منطقه بین ۴۶تا۵۴ درصد متغیر است. بیشترین میزان رطوبت نسبی مربوط به با حدود۵۳ درصد و کمترین آن مربوط به ایستگاه‌های سومار ۴۷ درصد است در بقیه مناطق میانگین رطوبت نسبی در حدود ۵۰ درصد است. ازنظر توزیع زمانی بیشترین میزان رطوبت نسبی در ماه‌های سردسال و ماه‌های آذر، دی و بهمن اتفاق می‌افتد، به‌گونه‌ای که در این ماه‌ها میزان رطوبت به بالای ۶۰ درصد نیز می‌رسد. در مقابل در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور میانگین رطوبت نسبی در اکثر مناطق کمتر از ۳۰درصد است (شکل۱۶).



شکل(۱۴)نقشه میانگین دما



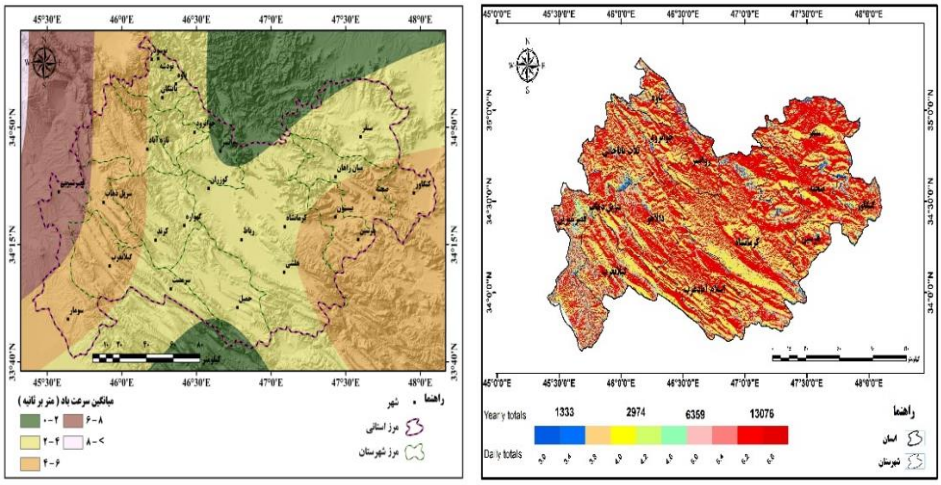
شکل (۱۵)نقشه میانگین بارندگی



شکل (۱۶) نقشه میانگین رطوبت

تابش خورشیدی یکی از عناصر هواشناسی است که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تمام فرایندهای آب و هوایی اثر می‌گذارد. علیرغم اهمیت این عنصر اندازه‌گیری مستقیم آن به‌طور محدود انجام می‌شود. اطلاع دقیق از مقدار و شدت تابش خورشیدی در یک مکان برای گسترش و ایجاد مراکز حساس و مهم نظامی در بلندمدت ضروری است. با توجه به بررسی‌های که انجام شده کمترین مقدار تابش در ماه‌های دسامبر و ژانویه و بیشترین آن در ژوئن اتفاق می‌افتد. کاهش دما در سطح منطقه با افزایش فشار و رطوبت نسبی همزمان بوده که این امر موجب کاهش مقدار تابش دریافتی شده است عموماً بیشترین مقادیر تابش خورشیدی مربوط به ارتفاعات است. بالاترین میزان تابش در نواحی مرتفع استان در

شهرستان‌های جوانرود۵/۲۸، ثلاث ۵/۰۰ و پاوه ۴/۷۷و کمترین مقدار در شهرستان پست و کم ارتفاع قصرشیرین با مقدار ۴/۴۳کالری در سانتی‌متر مربع اتفاق می‌افتد (شکل۱۷). باد یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات نظامی است که در دماهای پایین میانگین وزش باد خطر یخ زدن گوشت و پوست رزمندگان را افزایش می‌دهد. میانگین سالانه سرعت باد بین ۳/۱ تا ۸ نات متغیر است بیشترین میانگین سرعت باد با حدود ۷ نات مربوط به ایستگاه پاوه و قصرشیرین و کمترین میانگین سالانه سرعت باد با حدود۳/۵ نات در ایستگاه سرپل ذهاب و اسلام آبادغرب اتفاق می‌افتد. در بقیه مناطق میانگین سالانه سرعت باد بیشتر بین ۴تا۵ نات متغیر است (شکل۱۸).

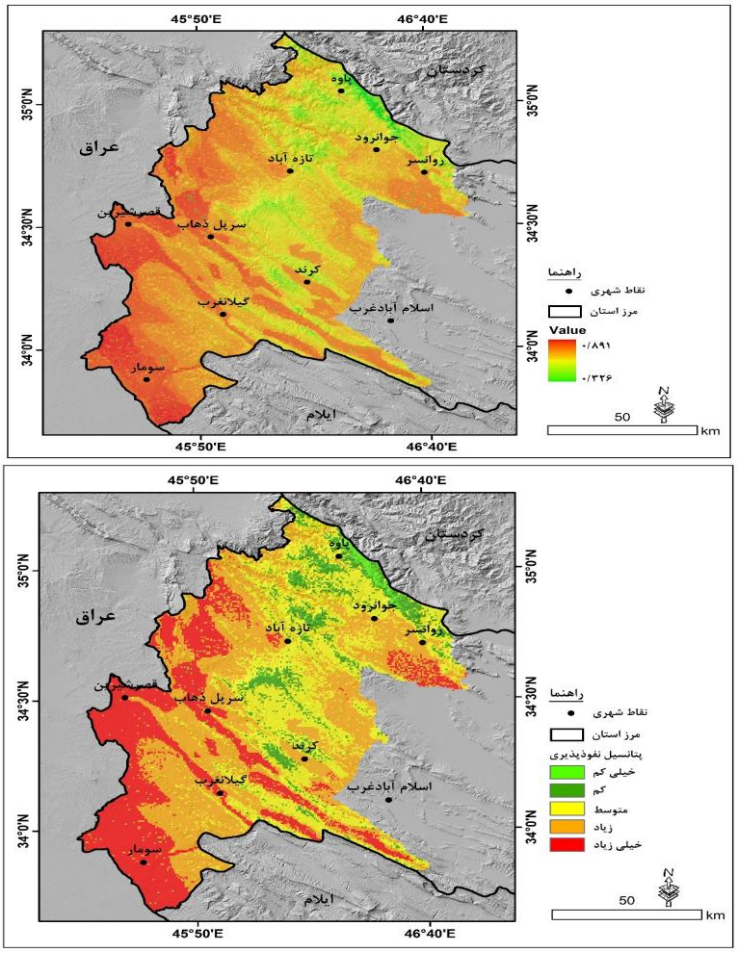


شکل(۱۷و۱۸) نقشه تابش و سرعت باد

پهنه‌بندی منطقه موردمطالعه به روش DANP

در این پژوهش پس از فـراهم نمودن داده‌های اولیه شامل؛ داده‌های هواشناسی، نقشه‌های فیزیوگرافی و غیـره، همه آن‌ها به‌صورت رقومی در محیط ARCGIS واردشده و نقشه‌های موضوعی منطقه مطالعاتی تهیه شد و با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی، انسانی و ژئومورفولوژی داده‌ها نرمالیزه شده و پس از اعمال وزن‌دهی با استفاده از مدل ANP بر روی معیارهای اصلی و زیرمعیارهای به اجرای مدل DAMATEL با اسـتفاده ازنرم‌افزار ARCGIS پرداخته شد و معیارهای منفی و مثبت با استفاده از روابط داده‌شده به دست

آمد و درنهایت با استفاده از روابط نقشه نهایی پهنه‌بندی مراکز موردنظر شناسایی شد (شکل ۱۹ و۲۰).



شکل (۱۹) نقشه پهنه‌بندی نهایی با استفاده مدل ANP DAMATEL

جدول(۶)مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی‌شده در منطقه مطالعاتی

پهنه	مساحت	درصد
خیلی خوب	۴۸۱ .۱۵۸۱	۵۳ .۶
خوب	۸۶۹ .۵۵۲۸	۸۵ .۲۲
متوسط	۶۰۷ .۸۰۱۸	۱۴ .۳۳

پهنه	مساحت	درصد
نامناسب	۳۳۵ .۷۱۹۳	۷۳ .۲۹
خیلی نامناسب	۷۱۵ .۱۸۷۴	۷۵ .۷

نتیجه‌گیری

آگاهی و شناخت لندفرم‌ها و عوارض ژئومورفولوژیکی از مهمترین اقدامات اولیه برای آمایش و برنامه‌ریزی پدافندی کشور است. چشم اندازهای طبیعی، عملیات نظامی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برنامه‌ریزی فعلی یا اینده عملیات‌ها و تلاش برای درک وقایع تاریخی، ابزاری قدرتمند را برای نقشه‌برداری ژئومورفیک فراهم می‌کند. اثر پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بر عملیات نظامی موجب شده تا در طراحی تجهیزات نظامی، احداث مراکز حساس و مهمتر تغییراتی داده شود در منطقه‌ای که برای احداث مراکز انتخاب می‌شود مسائلی از جمله جنس سنگ‌ها، ویژگی‌های توپوگرافی، اقلیمی، میزان ناهمواری، نیمرخ دامنه‌ها، شیب دامنه‌ها، موقعیت منطقه از نظر خطرهای طبیعی سیل، زلزله، لغزش و..... باید مدنظر قرار گیرد. بدیهی است هرگونه مدیریتی در صورتی انجام پذیر است که در زمان صلح، نسبت به شناسایی و بررسی اشکال و عوارض سطح زمین اقدام و آنها را به طور دقیق مورد مطالعه قرار داد. استان کرمانشاه یکی از استان‌های مرزی ایران و هم‌مرز با کشور عراق است این استان به دلیل واقع شدن در مسیرهای مهم و شریان‌های حساس، راه‌های اصلی کشور و استقرار مراکز نظامی و تأسیسات حساس که فعالیت‌های منطقه‌ای و فرا منطقه‌ای را ایفا می‌کند؛ از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از این رو، مکان‌یابی پهنه‌های مناسب از منظر پدافندی کمک شایانی به استقرار مراکز و پروژه‌های آینده که ماهیتی حساس و مهم دارند خواهد داشت. نتایج این پژوهش حاکی از آن ست که وزن عوامل طبیعی و انسانی استخراجی از نرم‌افزار سوپردسیژن که مبتنی بر مدل ANP(Damatel) است نشان می‌دهد که در بین معیارهای اصلی، معیار اقلیمی با وزن ۰. ۲۷۹۳ رتبه اول را کسب کرده است معیار انسانی با وزن ۰، ۲۵۸۷ رتبه دوم، معیار زمین‌شناسی با وزن ۰، ۲۵۸ رتبه سوم و توپوگرافی با وزن ۰، ۲۰۴ رتبه چهارم را کسب کرده است. همچنین در بین زیرمعیارها نیز، جهت شیب با وزن ۰، ۰۷۶۶رتبه اول، فاصله از جاده با وزن ۰، ۹۷۰۱ رتبه دوم و ارتفاع با وزن۰، ۰۶۹۱رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. بررسی توان‌ها و محدودیت‌های دفاعی واحدهای ژئومورفولوژی منطقه با مدل DANP مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان

می‌دهد که پهنه‌های نامناسب برای مکان‌یابی، پهنه‌های غربی و جنوب غربی منطقه سومار- قصرشیرین، منطقه گیلانغرب- سرپل ذهاب، و پهنه‌های مناسب مناطق مرزی مناطق شمال و شمال غرب استان منطقه تازه‌آباد- ازگله و منطقه پاوه نوسود به ترتیب مستعد نفوذ می‌باشند. نتایج مدل‌سازی مناطق مستعد نفوذ نقش ژئومورفولوژی را در میزان مستعد بودن مناطق مختلف جهت نفوذ نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اغلب کاربری‌های حیاتی و حساس در انطباق با اصول پدافند غیرعامل مکان‌یابی نشده‌اند، براین اساس پیشنهاد می‌گردد:

۱. در برنامه‌های توسعه این استان بازنگری در مکان‌یابی مراکز حیاتی و حساس ضروری است.

۲. مطالعه کامل و جامع نواحی مرزی استان از نظر عوامل طبیعی و انسانی

۳. توجه ویژه به عوامل ژئوموروفولوژیکی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در مکان‌یابی خطوط دفاعی.

۴. تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیکی عمومی و واحدهای ژئومورفولوژیکی جهت شناخت دقیق مناطق مستعد دفاعی.

قدردانی

این پژوهش برگرفته از رساله دکتری در دانشگاه تبریز است. نویسندگان مقاله لازم می‌دانند از همکاری و مساعدت جامعه دانشگاهی و مسئولین و کارکنان در در منطقه مرزی استان کرمانشاه و همه عزیزانی که ما را در این پژوهش یاری نموده‌اند، سپاسگزاری کنند.

منابع

• آقایی، پرویز. ، پوراحمد، احمد. و رئیسی، حسین. (۱۳۹۳). سنجش و تدوین راهبرد امنیت اجتماعی پایدار(موردپژوهشی: منطقه یک شهرداری تهران) *پژوهش‌نامه جغرافیای انتظامی*، ۲(۵): ۴۵-۷۰.

• ارکات، جمال. ، زمانی، شکوفه. (۱۳۹۴). مکان‌یابی تسهیلات حساس با در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل، *مجله علوم و فناوری پدافند نوین*، ۶(۴): ۲۷۶- ۲۶۵.

• پوری رحـیم، عبداله. (۱۳۹۳). پدافند غیرعامل: راهبردی در دفاع سرزمینی، نوآوری در حوزه دانش جغرافیای نظامی؛ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی سال ۲۵، پیاپی ۵۳، آماری چندمتغییره، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۱(۳۷): ۷۴-۵۷.

• پورزارع، مرتضی. ، سیف، عبدا... سیاری. ، حبیب ا... و فخری، سیروس. (۱۳۹۷). ارزیابی شاخص‌های ژئومورفوکلیمایی بر مکان‌گزینی مراکز حیاتی، حساس و مهم با رویکرد دفاع غیر عامل (مطالعه موردی: سواحل مکران از جاسک تا خلیج گواتر) *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۷(۱): ۱۲۴-۱۴۵

• حیدری فر، محمد رئوف. ، پاهکیده، اقبال. (۱۳۹۶). ارزیابی عوامل ژئوپولتیکی، تهدیدها و مخاطرات مناطق مرزی استان کرمانشاه، جغرافیا و آمایش شهری _ منطقه‌ای، ۸(۲۷)، صص ۱۶۷-۱۵۷

• حجازی، سیداسدالله. ، رضایی مقدم، محمدحسین. ، فتحی، محمدحسین. ، و بهرام ابادی، بهروز. (۱۳۹۹). توسعه راهبردی دفاع سرزمینی بر پایه تحلیل ژئومورفولوژیک در منطقه میناب و سیریک، مجله آینده پژوهی دفاعی دفاعی، ۵(۱۸): ۱۱۲-۸۷.

• حیدری، حسن. ، علیجانی، بهلول.)۱۳۷۸). طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغییره، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۷(۲): ۷۴-۵۷.

• حنفی، علی. ، موسوی، میرنجف. (۱۳۹۲) مکان یابی مراکز حساس و مهم نظامی در مناطق مرزی ایران و ترکیه با توجه به شاخص‌های هیدروژئومورفوکلیمایی با رویکرد پدافند غیرعامل، *فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت نظامی*، شماره ۵۱ ۱۳(۵۱): ۷۲-۴۵.

• خداوردی، احمد. ، خانزادی، مصطفی. ، و منصوردهقان، مرتضی. (۱۳۹۶). *شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی بنادر تجاری از منظر پدافند غیرعامل*، نشریه صنعت حمل‌ونقل دریایی.

• سلیمی، سبحان. ، غینالی، جمشید. ، جوان، فرهاد. ، و هاشمی، معصومه. (۱۳۹۷). مکان یابی سکونتگاه‌های روستایی جدید با ملاحظات پدافندغیرعامل(مطالعه موردی: شهرستان قروه)، *پژوهشنامه جغرافیای انتظامی*، ۲۳: ۱۵۷-۱۳۵.

• عالم تبریز، اکبر. ، و باقر زاده آذر، محمد. (۱۳۸۸). تلفیق ANP فازی و TOPSIS تعدیل‌شده برای گزینش تأمین‌کننده راهبردی، *پژوهش‌های مدیریت*، ۲(۳): ۱۸۱-۱۴۹.

• فخری، سیروس. ، مقیمی، ابراهیم. ، یمانی، مجتبی. ف بیگلو، جعفر. ، و مرادیان، محسن. (۱۳۹۲). تأثیر عوامل ژئومورفولوژیکی و اقلیمی (ژئومورفوکلیمایی) زاگرس جنوبی در منطقهٔ شمال تنگهٔ هرمز بر دفاع غیر عامل (با تأکید بر مکانیابی مراکز حساس و مهم)؛ *فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۲(۲): ۹۸-۸۱.

• مقیمی، ابراهیم. ، یمانی. مجتبی. ، بیگلو. جعفر. ، مرادیان. محسن. ، و فخری، سیروس. (۱۳۹۱). تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید برمکانیابی مراکز ثقل جمعیتی)؛ فصلنامه *علمی- پژوهشی مدیریت نظامی*؛ ۱۲(۴۸)صص ۱۱۲-۷۷.

• محمدی ده‌چشمه. مصطفی. ، حیدری نیا، سعید. ، و شجاعیان، علی. (۱۳۹۶). سنجش الگوی استقرار کاربری های حیاتی از منظر پدافندغیرعامل در کلان شهر اهواز، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۹(۴): ۷۵۳-۷۳۳.

• مقیمی، ابراهیم. ، یمانی، مجتبی. ، بیگلو، جعفر. ، مرادیان، محسن. ، و فخری، سیروس. (۱۳۹۱). تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید برمکانیابی مراکز ثقل جمعیتی)؛ *فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت نظامی*؛ ۴۸(۱۲): ۱۱۲-۷۷.

• ویسی، فرزاد. ، منوچهری، سوران. ، و صفیاری، رسول. (۱۳۹۷). تعیین نقاط بهینه استقرار پاسگاه‌های مرزی براساس اصول پدافندغیرعامل در نواحی روستایی(شهرستان مرزی مریوان)، *پژوهش‌های جغرافیای انتظامی*، ۲۳(۳): ۱۰۶-۷۵.

- Alcaraz,C. Zeadally,Sh. (2015). Critical lnfrastructur protection: Requirements and Callenges for the 21st Century, *lnternational journal of critical infrastructure orotection*, 8: 1-34.
- Baghdadi, A. Eghteadar Bakhtiyari, Sh. (2014). An Analytical Approach to the lssue of Passive Defense in Relation with oreservation of urban Elements, *Current World Enviroment* ,9(2): 350-360.
- Ertugrul,Irfan. Karakasoglu, Nilsen. (2007). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods, *Exper Systems Application* , Volume 36. Lssue 1, pp. 702-715.
- Eastler, Thomas E. (2017). *Military use of underground terrain (A Brief Historical Perspective),University of Maine at Farming*, D. R. Caldwell et al. (eds.), Studies in Military Geography and Geology, 21–37.
- Li,H. Zhao, L. Huang, R. , Hu, Q. (2017) Hierahical eartqake shelter planning in urban areas: A case for Shanghai in China , *lnternational Jornal of Disaster Risk Reduction*, 22: 431-446.
- Galparsoro, Ibon. Borja, Angel. And Hernandez, Garlos. Legor Buru, Irati. And Guillemchust, Pedro liria. And Adolfo, Uriate. (2010). Morphological characteristics of the Basque continental shelf(Bay of Biscay, northern spain), their implications for Intergrated Coastal Zone mangement, Elsevier, *Geomorphology*. 118, 314-32
- Hippensteel, Scott. P. (2016). *Carbonate rocks and American Civil War infantry tactics: Geosphere*, v. 12, no. 2, p. 354–365.
- Hausler, Hermann. (2015). Military Geology and Comprehensive Security Geology – Applied Geologic Contributions to New Austrian Security Strategy. *Austrian Journal of Earth Sciences*, Vienna, Volume 108/2, 302-316.

- Mirkatouli, J. Mosazadeh, H. Zangiabadi, Z. (2016). Urban lnfrasructure Vulnerability Assessment and Analysis of Passive Defense Approach (Case study: Gorgan)l , *international Jouranal od Advaced Urban research.* (lJAUR),2(1)
- Nikoomanesh. M. Nazarkhah,A. Panahyian, J, (2014), Study of the Methods of Passive Defense lmpelementation in the Energy Field and the Relevant lndustries. *lnternational Journal of Basic Sciences& Applied Research*. 3: 1-9.
- U. S. Coast Guard Headquarters. (2002). Maritime Strategy for Homeland Security, Washington, D. C.
- Wadman, Heidi, M. McNinch, Jesse, E. Foxgrover, Amy. (2014). *Environmental metrics for assessing optimal littoral penetration points and beach staging locations: Amphibious training grounds, Onslow Beach, North Carolina*, USA, in Harmon, R. S.