
**Landslide Micro-Zoning Using DEMATEL Technique and Fuzzy AHP
(Case Study: the County of Dehdez in Khuzestan Province)**

Nasrin Atashafrooz¹, Massoud Safaei Pour²

¹ MA of Geography and Rural Planning, Faculty of Letters and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz & Expert on National Divisions of Khuzestan Province, Ahvaz, Iran

² Professor of Geography and Urban Planning, Faculty of Letters and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received Date: 08 May 2021 **Accepted Date:** 31 July 2021

Abstract

Landslide is always a serious threat to human settlements. In the Face of such accidents, little can be done at the moment of occurrence. Before that, its effects can be foiled with planning and for reduction of possible casualties and damages. The aim of the present study is to take a systematic look at natural hazards, including Landslide in order to draw up a scientific and accurate plan outlining for preparation and planning based on the use of spatial information systems and multi-criteria decision-making models in line with the zoning risk landslides and determining the direction of residential development is predictable. The present study extracted 15 effective criteria in landslide risk. Then using of the results of the evaluation of two models of (DEMATEL, FUZZY hierarchical analysis process) showed that the DEMATEL model is in accordance with the principles and laws of mathematical and has more certainty. While the process of FUZZY hierarchical analysis was only consistent with the knowledge and expertise rating. In the risk zone whit the DEMATEL model low risk, zones %37/1 (190/39 km²) it has the largest area of 513/12 square kilometers, have most area of surface. Also, high risk zone with %2/32 (11/89 km²), high and medium risk zones each with %34/33(176/13 km²) and low risk by 134/71(%26/25 km²) were next in the ranking. Zoning and risk with FUZZY hierarchical analysis, risk zone of very small allotment, %36/53(187/43 km²) and low risk zone of %17/73(90/96 km²) and medium risk zone %17/79(91/27 km²), and high risk zone of %16/84(86/41 km²), as well as very high risk zone%11/2(57/6 km²) were ranked.

Keywords: Landslide, Risk-taking, DEMATEL model, FUZY Hierarchical, the County of Dehdez, Kuzestan Province.

* Corresponding Author: h.nasrin.atashafrooz67@gmail.com

Cite this article: Atash Afroz, N., Safaei Pour, M. (2021). Landslide Micro-Zoning Using DEMATEL Technique and Fuzzy AHP (Case Study: the County of Dehdez in Khuzestan Province). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 2(2), 61-81.

ریز پهنه بندی زمین لغزش با استفاده از تکنیک دیمتل و AHP فازی (مطالعه موردی: بخش دهدز استان خوزستان)^۱

نسرین آتش افروز^۱، مسعود صفایی پور^۲

۱. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، کارشناس تقسیمات کشوری استان خوزستان، اهواز، ایران

۲. استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹

چکیده

زمین لغزش همواره به عنوان تهدیدی جدی برای سکونتگاه‌های انسانی مطرح است. در مواجهه با چنین سوانحی در لحظه وقوع، کار چندانی نمی‌توان انجام داد، در حالی که اثرات آن را با برنامه ریزی و در راستا کاهش تلفات و خسارت‌های احتمالی از قبل می‌توان خنثی نمود. پژوهش حاضر با هدف نگاه سیستمی به مخاطرات طبیعی از جمله زمین لغزش به دنبال ترسیم برنامه‌ای علمی و دقیق برای آمادگی و برنامه‌ریزی پیش از بحران بر مبنای به کارگیری سیستم اطلاعات مکانی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در راستای پهنه بندی خطرپذیری زمین لغزش و تعیین جهت توسعه سکونتگاهی قابل پیش‌بینی می‌باشد. پژوهش حاضر ۱۵ معیار مؤثر در خطرپذیری زمین لغزش استخراج گردید. و با استفاده از نتایج حاصل از ارزیابی دو مدل دیمتل و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی نشان داد که مدل دیمتل منطبق با اصول و قوانین ریاضی بوده و از قطعیت بیش‌تری برخوردار بوده است. در حالی که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تنها منطبق با دانش و نوع امتیاز کارشناسان بوده است. در پهنه بندی خطرپذیری با مدل دیمتل، پهنه‌های با خطرپذیری کم با ۳۷/۱٪ (۱۹۰،۳۹ کیلومتر مربع) از کل مساحت ۵۱۳،۱۲ کیلومتر مربع، بیش‌ترین مساحت را دارا می‌باشد. همچنین پهنه‌های با خطرپذیری بسیار زیاد با ۲/۳۲٪ (۱۱،۸۹ کیلومتر مربع)، و در پهنه بندی خطرپذیری با سیستم تحلیل سلسله مراتب فازی، پهنه با خطرپذیری بسیار کم، ۳/۵۳٪ (۱۸۷/۴۳ کیلومتر مربع) و هم‌چنین پهنه با خطرپذیری بسیار زیاد ۱۱/۲٪ (۵۷،۶ کیلومتر مربع) رتبه بندی شد.

کلید واژه‌ها: زمین لغزش، خطرپذیری، مدل DMATEL، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، بخش دهدز، استان خوزستان.

^۱ این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان ریز پهنه بندی زمین لغزش بخش دهدز استان خوزستان به راهنمایی نگارنده دوم رشته جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز است.

نویسنده مسئول: h.nasrin.atashafrooz67@gmail.com

ارجاع به این مقاله: آتش افروز، نسرین؛ صفایی پور، مسعود. (۱۴۰۰). ریز پهنه بندی زمین لغزش با استفاده از تکنیک دیمتل و AHP فازی (مطالعه موردی: بخش دهدز استان خوزستان). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای، ۲(۲)، ۶۱-۸۱.

مقدمه و بیان مسأله

زندگی بشر از ابتدا همواره دست خوش تهدید و یا خطراتی از نوع طبیعی (زلزله، سیل، آتش سوزی و غیره) یا مصنوعی (جنگ) بوده است. در میان این عوامل خطر زلزله همواره جزء سوانحی با بالاترین تعداد تلفات بوده و طبق آمار ۶ درصد تلفات انسانی ناشی از آن بوده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۲).

زمین لغزش‌ها یکی از مهم‌ترین پدیده‌های مخرب طبیعی هستند که در مناطق کوهستانی مشکلات جدی بوجود می‌آورند (Intarawichian & Dasananda, 2010: 288).

افزایش جمعیت و فعالیت‌های انسانی چون تخریب جنگ‌ها و مراتع، اراضی کشاورزی و توسعه‌ی ساخت‌وساز در این نواحی مسائلی چون مخاطرات ناشی از این مسأله را آشکار می‌سازد. از این رو شناسایی پدیده‌های مورفونیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۴۳).

هر ساله هزاران هکتار از خاک‌های کشاورزی و مرتعی مرغوب بر اثر رویداد پدیده‌ی زمین لغزش در آن‌ها، از قدرت باروری خارج می‌گردند و واریزه‌های بسیاری به درون آبراهه‌ها حمل می‌شوند. در اثر عملکرد فرسایش آبی بر روی توده‌های لغزشی که با بهم ریختن مواد تشکیل دهنده‌ی دامنه‌ها و سبب تبدیل آن‌ها از مصالح توده‌ای به مصالح منفصل و سست می‌شود و در نتیجه عملکرد عوامل فرساینده و افزایش رسوب زایی تسهیل می‌شود. (عظیم پور ۱۳۸۸: ۷۱).

نوع زمین لغزه‌ها می‌تواند از نظر میزان جابجایی مواد و میزان بهم ریختگی مواد نوع نهشته‌های درگیر شده، میزان تفاوت درجه‌بندی حساسیت سنگ‌ها و موقعیت زمین لغزه‌ها نسبت به شبکه‌های آبراهه‌ای منطقه و فاصله زمین لغزه‌های رخ داده با آبراهه‌ها و رتبه‌بندی آبراهه‌ها در شدت فرسایش بر روی زمین‌های لغزیده شده متفاوت باشند. حرکات توده‌ای و به ویژه زمین لغزش یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است. وجود عواملی هم‌چون مستعدبودن شرایط ناهمواری‌ها، بهره‌برداری‌های بی‌رویه از جنگل‌ها، رعایت نکردن اصول فنی احداث و نگهداری جاده‌های جنگلی و روستایی، عدم اعمال مدیریت صحیح و بهره‌برداری غیر اصولی از منابع موجود باعث تشدید آن شده است (پور قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۰).

زمین لغزش‌ها در پهنه‌های مختلف زاگرس و از جمله منطقه‌ی مورد مطالعه، با توجه به موقعیت زمین‌شناسی و مورفولوژی، و لرزه‌خیزی سالیانه خسارات زیادی را به بار می‌آورند. با توجه به اهمیت و نقش این پدیده در پایداری دامنه‌ها، اراضی کشاورزی و توسعه‌ی نواحی شهری و روستایی در این پژوهش به بررسی عوامل مؤثر بر ایجاد زمین لغزش و شواهد موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه پرداخته خواهد شد. به علت وجود سدهای عظیم در پایین دست منطقه از یکسو و زیبایی و سرسبزی منطقه از طرف دیگر این مسأله را حائز اهمیت می‌کند که به هر طریق ممکن از تخریب و هدر رفتن منابع طبیعی جلوگیری به عمل آید. این مسأله در دراز مدت اثرات سوئی بر منطقه دارد که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

افزایش میزان رسوبگذاری در پشت سد کارون ۳ و در نتیجه پایین آمدن عمر مفید سد، تخریب زمین‌های زراعی و آسیب رسانی به اشتغال، تولید، درآمد تخریب مسیل‌ها، آبراهه‌ها مورفولوژی طبیعی و بکر، تخریب پوشش مرتعی و جنگلی و در نتیجه بهم خوردن اکوسیستم‌های منطقه، به خطر افتادن ساختمان؛ تجهیزات و تأسیسات، لذا شناسایی ناپایداری و حرکات دامنه‌ای و زمین لغزش‌ها و عوامل به وجود آورنده‌ی آن بسیار مهم و ضروری می‌باشد. بنابراین تهیه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی زمین لغزش، به طراحان و مهندسان برای انتخاب مکان مناسب اجرای طرح‌های توسعه کمک بزرگی کرده و نتایج اینگونه مطالعات اطلاعات پایه‌ای به شمار می‌رود و می‌تواند برای کمک به مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی مورد استفاده قرار گیرد (مددی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۲۴).

پژوهش حاضر بر آن است تا با استفاده از روش‌های فرایند تکنیک دیمتل و AHP فازی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش بخش دهدز را شناسایی کرده و آن را به لحاظ خطر رخداد زمین لغزش پهنه بندی کند. بنابراین انتخاب معیارها و استانداردها، تهیه لایه‌های رقومی عوامل و تهیه نقش پهنه‌بندی و از جمله اهداف اصلی این پژوهش بوده تا مناطق حساسی که بیشترین احتمال خطر وقوع زمین لغزش در آن‌ها وجود دارد، شناسایی شود.

در این پژوهش به معرفی ۱۳ عامل مؤثر در رخداد زمین لغزش‌های بخش دهدز شامل توپوگرافی، شیب دامنه، جهت شیب، بارش، کاربری زمین، عوامل فیزیکی (گسل‌ها)، شبکه‌ی آبراه‌ها، تاثیر پوشش گیاهی و ریشه‌ی درختان، لیتولوژی، ارتفاع، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، تراکم جمعیتی، تأثیر هرکدام از این عوامل در وقوع زمین لغزش و تهیه نقشه‌ی عوامل ذکر شده با توجه به مدل‌های مورد استفاده جهت پردازش‌های بعدی برای ریز پهنه‌بندی خطر زمین لغزش می‌پردازیم.

مبانی نظری پژوهش

زمین لغزش به حرکت ناگهانی یا آرام و یکنواخت توده‌ی خاک و سنگ روی شیب دامنه گفته می‌شود. این پدیده زمین‌شناسی گسترده‌ی وسیعی از حرکات، نظیر ریزش قطعات و بلوک‌های سنگی، تخریب عمیق شیب‌ها، و جریان‌های کم عمق واریزه را شامل می‌شود (معماریان ۱۳۸۷، ۳۲). پدیده‌ی لغزش به عنوان یکی از فرآیندهای مهم دامنه‌ای، تابع شرایط خاصی است. این شرایط مجموعه متغیرهایی را در برمی‌گیرد که تأثیر مشترک و هم‌زمان آنها باعث لغزش و در نتیجه‌ی جابجایی ناگهانی حجم زیادی از مواد در سطح دامنه‌ها می‌شود (رمضانی و ابراهیمی ۱۳۸۸: ۱۱۶-۱۱۲).

زمین لغزش یکی از فرآیندهای ژئومورفیک تأثیرگذار بر تکامل چشم انداز مناطق کوهستانی و نوع خاصی از فرآیندهای دامنه‌ای است که زائیده شرایط ژئومورفولوژیک، هیدرولوژیک و زمین‌شناسی محلی است (احمدی و همکاران ۲۰۱۲: ۱۳۹۷). نواحی که نشانه‌ای از بی‌ثباتی شیب وجود دارد و زمین لغزش‌هایی در آن نواحی مشاهده می‌شود، نظارت بر تغییر شکل سطح زمین جهت کاهش خطر مورد نیاز است. زمین لغزش یک فرایند تصادفی، ناپیوسته و ایزوله شده‌ای از مخاطرات طبیعی است که در سطح کوچک اما با فراوانی زیاد اتفاق افتاده و مقدار انتقال دبی رسوب ناشی از آن‌ها به آبراهه در زمان و مکان متغیر است (قاسمیان و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۳۱).

نگاهی اجمالی به مخاطرات طبیعی، نشان می‌دهد که بر اساس ماهیت و عملکرد مخاطرات، اثرات و پیامدهای متفاوتی هم بوجود می‌آید. زمین لغزش نیز به عنوان یکی از مخاطرات طبیعی، متأثر از عوامل تأثیرگذار، منجر به آسیب‌های مالی و جانی مشخصی می‌شود (Lantada & Puade, 2008: 51).

دانشمندان علوم زمین و مهندسان همواره با در نظر گرفتن بسیاری از عوامل و شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری زمین و اقلیم، معیارهایی را برای تعیین چگونگی مناسب و یا نامناسب بودن یک محدوده‌ی مشخص در نظر می‌گیرند. هر معیاری می‌تواند با داده‌های جغرافیایی و نقشه‌های موضوعی نشان داده شود و برای برنامه‌ریزی و نقشه برداری اقدام به مدلسازی شود (عابدینی و همکاران ۱۴۰۰: ۱۴۸).

شناخت خطر از آن جهت اهمیت دارد که گام به گام انسان را در انتخاب روش دفاعی لازم یاری می‌دهد. مقابله با خطر هنگامی مثمرتر است که با آگاهی صورت پذیرد در غیر این صورت در حکم استقبال از خطر تلقی می‌شود (فیروزجاه ۱۳۹۰: ۳۰).

آگاهی به مسائل توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و شرایط اقلیمی محدوده‌ی مورد مطالعه هنگامی که با نرم افزار Arc GIS و مدل‌های زمین فضا مانند مدل فازی ترکیب شوند، بنابراین سایت‌های در معرض خطر زمین لغزش

می‌توانند با دقت نسبتاً را شناسایی کنند و به صورت یک نقشه‌ی پهنه بندی ارائه دهند. استفاده از نرم افزار Arc GIS به همراه مدل‌های مختلف ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی و پهنه بندی در جهت برنامه ریزی فراهم می‌کند.

پیشینه‌ی پژوهش

زو لیانگ و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای با عنوان بررسی رابطه بالقوه بین وقوع جریان توده‌ای با رانش زمین با استفاده از شاخص جینی برای تعیین عوامل عمده و تجزیه و تحلیل تفاوت بین جریان توده‌ای و رانش زمین استفاده شد. یک نقشه‌ی حساسیت ترکیبی تولید نموده هم‌چنین با استفاده از SMZها به ترتیب با استفاده از RF برای رانش زمین و جریان توده‌ای پرداخته است. بنابراین با مقایسه‌ی همپوشانی طبقات مختلف حساسیت برای دو نقشه به دست آمده، منتج به این نتیجه گردید که هیچ رابطه مستقیمی بین وقوع جریان توده‌ای و رانش زمین وجود ندارد. اگرچه بیش‌تر زمین لغزش‌ها می‌توانند به جریان توده‌ای تبدیل شوند، اما منطقه مستعد جریان توده‌ای باعث بروز زمین لغزش نمی‌شود.

شواي ژائو و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای با عنوان مطالعه‌ی مقایسه‌ی نقشه برداری از حساسیت به لغزش با استفاده از مدل‌های SVM و PSO-SVM بر اساس واحدهای شیب بهترین عملکرد را در نقشه برداری از حساسیت به زمین لغزش دارد و سطح زیر منحنی AUC از این رو، الگوریتم یادگیری ماشین برداربه همراه با واحدهای شیب را می‌توان یک روش مطمئن و مؤثر در نقشه برداری حساسیت به زمین لغزش در نظر گرفت.

پابلو لویز در مقاله‌ای در سال ۲۰۲۱ با عنوان کاربرد مدل‌های پیش‌بینی فضایی برای حساسیت لغزش در ابزارهای منطقه بندی کاربری اراضی: یک رهنمود در یک شهرک ساحلی در شیلی جنوب مرکزی با استفاده از مدل‌های چند متغیره به دلیل مزیت استفاده از تکنیک‌های مختلف عملکرد برای بهبود ظرفیت پیش‌بینی، به طور گسترده‌ای برای منطقه بندی خطر زمین لغزش با کاربرد مدل‌های GLM و GAM جهت منطقه بندی حساسیت ارزیابی استفاده شده است و نشان دهنده‌ی یک مزیت جزئی از مدل GAM نسبت به مدل GLM در ظرفیت پیش‌بینی حساسیت است و نتیجه‌ی حاصل از این دو مدل در مناطق منطقه بندی حاصل برای حساسیت کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد برای مدل‌های GLM و GAM بسیار شبیه بود.

مرلین تلون دانیل در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای با استفاده از مدل سازی حساسیت به زمین لغزش از طریق یک روش آماری متغیر ترکیبی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به تهیه نقشه زمین لغزش منطقه‌ی مورد مطالعه پرداخته است. نقشه‌ی حساسیت به زمین لغزش در پنج کلاس (حساسیت بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) نمایش داده است.

سول تودیس در سال (۲۰۰۹)، جهت مدیریت صحیح بحران در شهر آدنا در ترکیه با استفاده از AHP در محیط GIS به امکان سنجی مناطق خطر پذیر از لحاظ ژئومورفولوژیکی پرداخته و در نهایت به کلاسه بندی شهر از لحاظ مناطق مساعد اقدام نموده است (Sule Tudes, 2010:235).

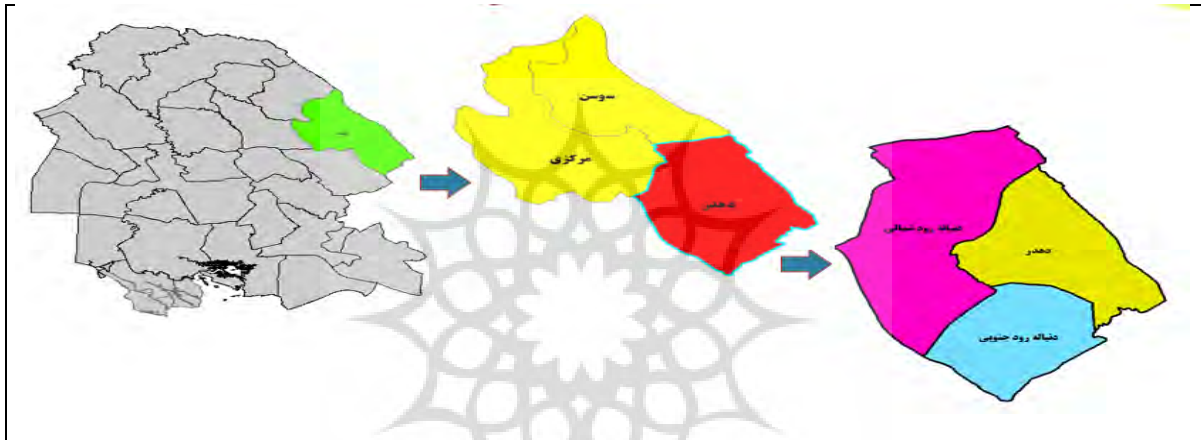
عابدینی و فتحی در سال ۱۳۹۳ در مقاله‌ای تحت عنوان پهنه بندی حساسیت خطر وقوع زمین لغزش در حوضه‌ی آبخیز خلخال چای با استفاده از مدل‌های چند معیاره با استفاده از ترکیب مدل‌های منطق فازی به عنوان یکی از روش‌های قابل استفاده و کاربردی به (AHP-Fuzzy) اقدام به شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش و پهنه بندی مناطق مستعد خطر وقوع زمین لغزش نمودیم. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان می‌دهد؛ عواملی نظیر شیب، لیتولوژی، ارتفاع، بارش، فاصله از رودخانه، زمین شناسی، کاربری اراضی، گسل و جهت شیب به ترتیب اولویت به

عنوان مهم ترین عوامل موثر در لغزش به منظور پهنه بندی شناسایی گردیده و مورد مطالعه قرار گرفتند (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۱).

محدوده‌ی مورد مطالعه

بخش دهدز با ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در دامنه های جنوبی و جنوب منطقه‌ی دهدز از توابع شهرستان ایذه در استان خوزستان واقع شده است که از شمال شرقی به استان چهارمحال و بختیاری، از جنوب شرقی به استان کهگیلویه و بویراحمد، از غرب و شمال غربی به شهرستان ایذه و از جنوب به شهرستان باغملک محدود می‌شود. این بخش از یک شهر و ۳ دهستان و ۲۴۴ روستا (مزارع و مکان مستقل و تابع) تشکیل شده و با مساحت ۱۳۸۴ کیلومتر مربعی باشد. هم‌چنین براساس سرشماری عمومی نفوس مسکن سال ۱۳۹۵، ۱۹۳۵۱ نفر جمعیت و ۴۷۶۲ خانوار بوده است.

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: وقوع زمین لغزش در روستای میراحمد بخش دهدز



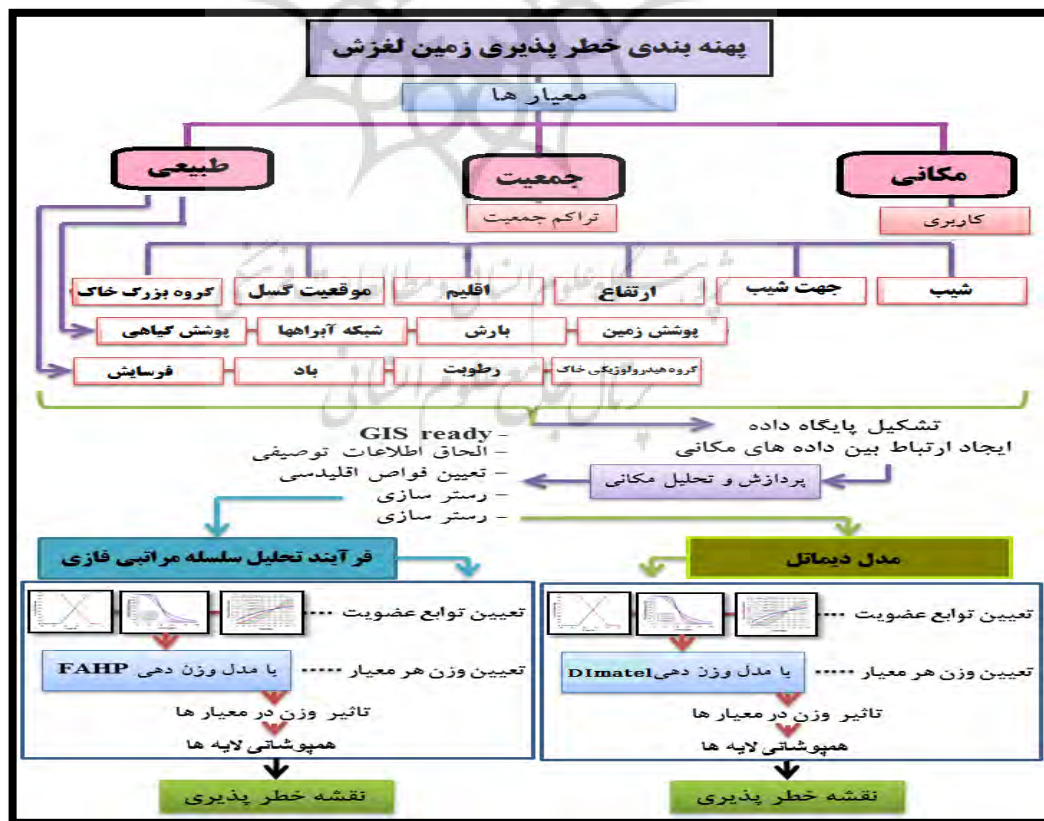
(مأخذ: سایت محیط زیست شهرستان ایذه ۱۴۰۰).

روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا عوامل موثر در پهنه بندی خطرپذیری زمین لغزش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و با نظر کارشناسان شناسایی شدند. پس از شناسایی معیارها و زیرمعیارها، داده‌های موردنیاز از منابع مختلف جمع‌آوری شدند. سپس از طریق مقایسه زوجی و نظرات کارشناسان، با استفاده از مدل دیمتل و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، وزن هر کدام از معیارها و زیرمعیارها مشخص شد. پس از فازی سازی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از توابع عضویت فازی در محیط نرم‌افزار ARCGIS، وزن هر کدام از معیارها در نقشه‌ی فازی شده آن ضرب شد. در نهایت برای مدل‌سازی فضایی و پهنه بندی از عملگرهای فازی جهت همپوشانی لایه‌ها و معیارها استفاده شد.

از آن جهت که در تحقیق حاضر به دنبال تولید نقشه‌ی پهنه بندی مناطق خطرپذیر زمین لغزش، می باشد، به چند بخش تقسیم می شود. در بخش اول اطلاعات جمع آوری شده در این مرحله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای هر سه آنالیز آماده سازی و اصلاح شدند، در بخش دوم کار برای انجام دو آنالیز پهنه بندی خطرپذیری زمین لغزش و کلاس بندی اهمیت هر یک از معیارها در محیط GIS مشخص شدند. در بخش سوم مدل DEMATEL با ارزش دهی معیارها با استفاده از نظرات کارشناسان صورت گرفت. میزان اهمیت هر معیار مشخص می شود در آخر وزن های بدست آمده معیارها در نقشه ها اعمال و نقشه پهنه بندی بدست می آید. از سوی دیگر مدل تحلیلی سلسله مراتبی جهت مقایسه نتایج حاصل از استنتاج فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز انجام شد (شکل ۳).

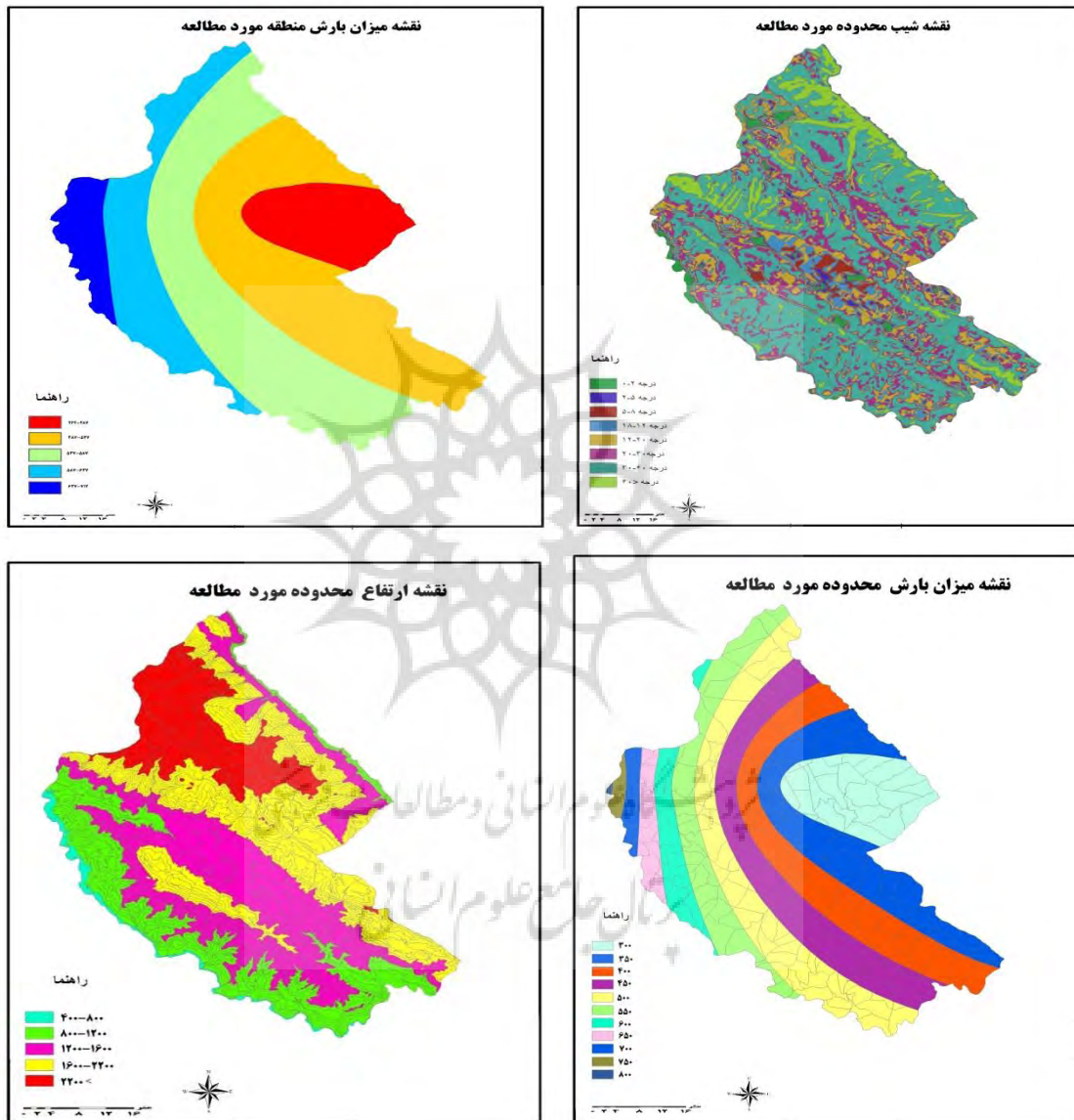
شکل ۳: مراحل انجام پژوهش

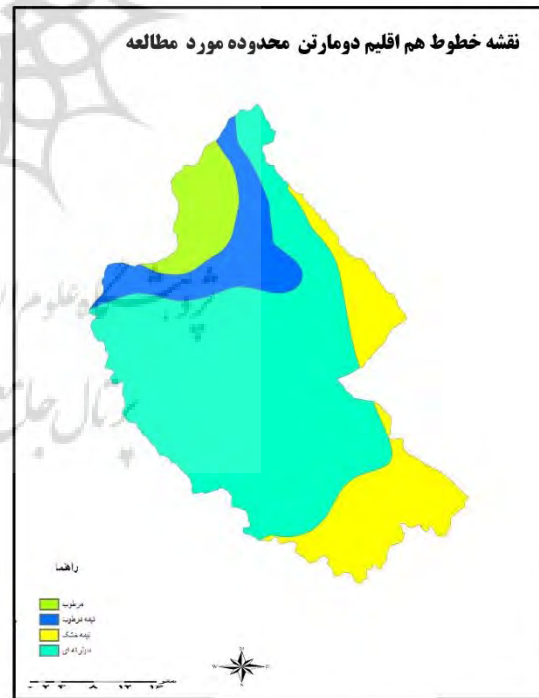
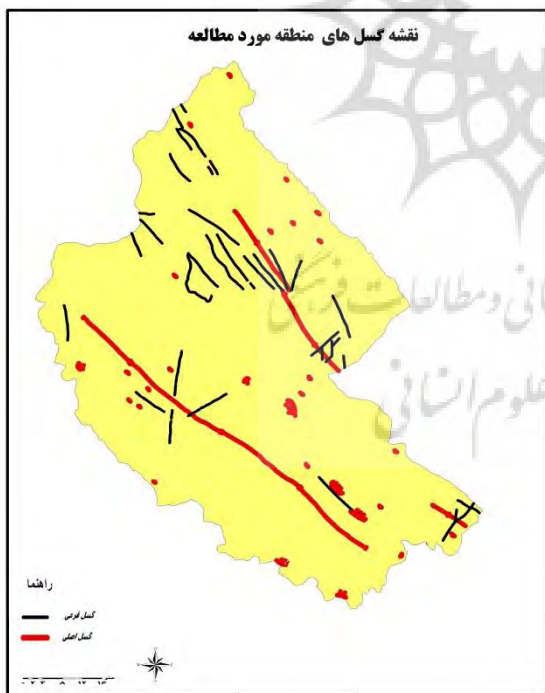
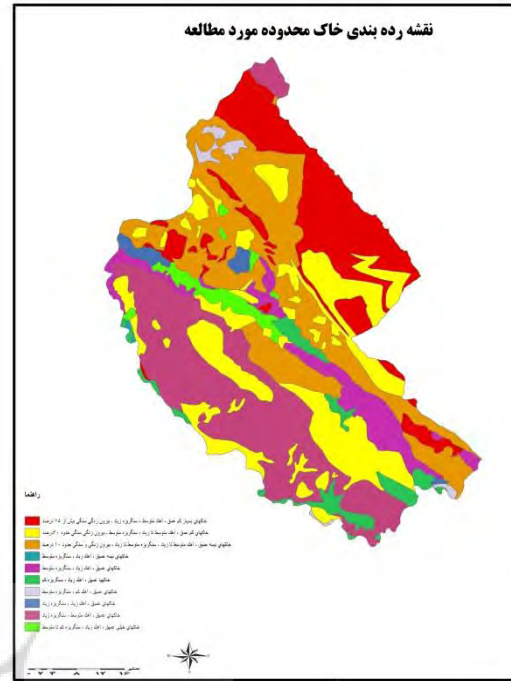
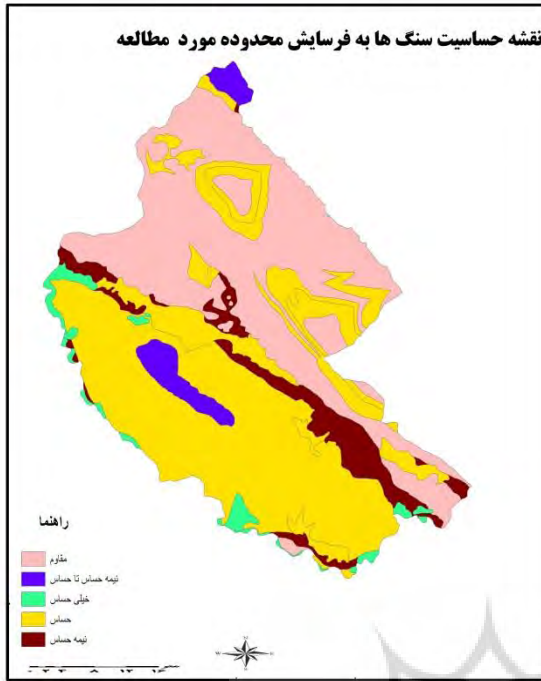


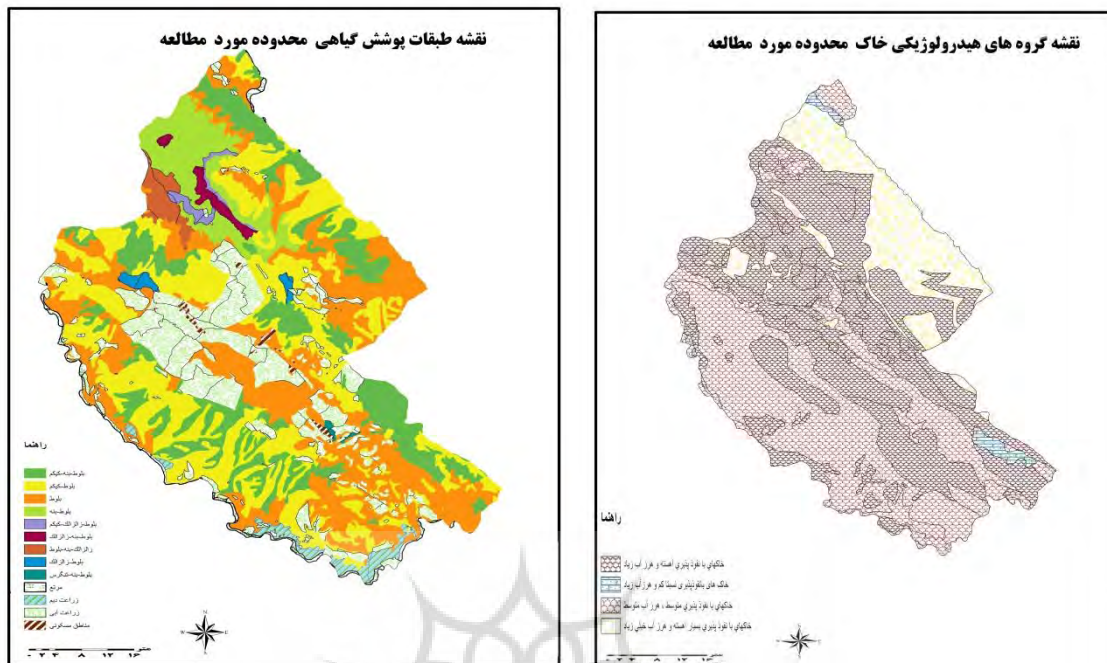
فاکتورهای مورد استفاده در پهنه بندی خطر پذیری زمین لغزش

در این پژوهش برای پهنه بندی زمین لغزش در منطقه‌ی مورد مطالعه، ۱۳ عامل تأثیرگذار شامل، توپوگرافی، شیب دامنه، جهت شیب، بارش، کاربری زمین، عوامل فیزیکی (گسل‌ها)، شبکه‌ی آبراه‌ها، تأثیر پوشش گیاهی و ریشه‌ی درختان، لیتولوژی، ارتفاع، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، تراکم جمعیتی مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۴: عوامل تأثیرگذار و فاکتورهای مورد استفاده در پهنه بندی خطر پذیری زمین لغزش







تهیه نقشه زمین لغزش

تکنیک دیمتل، AHP فازی

تکنیک دیمتل^۱ توسط فونتلا^۲ و گابوس^۳ و در سال سال ۱۹۷۱ ارائه شد. تکنیک دیمتل که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسه‌های زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آن‌ها با بکارگیری اصول نظریه‌ی گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر و تأثر متقابل ارائه می‌دهد، به‌گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند. روش دیمتل جهت شناسایی و بررسی رابطه‌ی متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه به کار گرفته می‌شود. (پورخباز و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۲). از آن‌جا که گراف‌های جهت دار روابط عناصر یک سیستم را بهتر می‌توانند نشان دهند، لذا تکنیک دیمتل مبتنی بر نمودارهایی است که می‌تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه‌ی میان آن‌ها را به صورت یک مدل ساختاری قاب درک درآورد (عشور نژاد و همکاران، ۱۳۹۱: ۶). شامل مراحل به شرح زیر است:

برای اجرای مدل دیماتل ابتدا باید ماتریسی توسط کارشنان/کارشناسان تکمیل شده و در آن میزان اثرگذاری یک شاخص بر شاخص دیگر قید شود. برای این منظور می‌توان از طیف‌های مختلف به منظور مقایسه زوجی استفاده کرد (جدول ۱). یکی از رایج‌ترین این طیف‌ها طیف لیکرک می‌باشد که در آن میزان اثرگذاری یک عامل بر عامل دیگر در طیفی به شرح زیر امتیازدهی می‌شود:

1. Decision Making Trial And Evaluation (DEMATEL)

2. Fonetla

3. Gabus

جدول ۱: ماتریس شدت اثرگذاری شاخص‌ها

بدون تاثیر	تاثیر خیلی کم	تاثیر کم	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

(مأخذ: بردبار، ۱۳۹۱:۱۱۲).

جدول ۲: مقایسات زوجی معیارها توسط خبرگان

ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆
شیب	0.000	3.000	2.000	1.000	0.000	2.000	3.000	4.000	0.000	0.000	4.000	1.000	1.000	3.000	0.000	2.000
جهت شیب	2.000	0.000	3.000	2.000	2.000	2.000	3.000	4.000	2.000	3.000	4.000	2.000	3.000	3.000	1.000	1.000
ارتفاع	0.000	1.000	0.000	2.000	3.000	2.000	1.000	2.000	0.000	2.000	2.000	0.000	1.000	3.000	0.000	0.000
اقلیم	0.000	1.000	1.000	0.000	3.000	4.000	3.000	3.000	2.000	0.000	3.000	3.000	0.000	3.000	1.000	0.000
موقعیت گسل	1.000	2.000	1.000	3.000	0.000	2.000	1.000	1.000	0.000	0.000	2.000	1.000	0.000	3.000	1.000	0.000
سازندهای زمین شناسی	2.000	3.000	3.000	4.000	2.000	0.000	2.000	3.000	1.000	0.000	2.000	1.000	0.000	1.000	2.000	2.000
گروه های بزرگ خاک	3.000	4.000	2.000	4.000	3.000	4.000	0.000	4.000	3.000	2.000	3.000	3.000	3.000	2.000	3.000	1.000
پوشش/کاربری زمین	2.000	1.000	1.000	0.000	0.000	3.000	4.000	0.000	2.000	0.000	2.000	3.000	1.000	0.000	2.000	0.000
بارش	0.000	2.000	3.000	0.000	1.000	0.000	3.000	2.000	0.000	3.000	2.000	1.000	4.000	4.000	1.000	2.000
شبکه آبراهها	1.000	4.000	3.000	1.000	2.000	0.000	2.000	4.000	1.000	0.000	1.000	3.000	3.000	4.000	1.000	1.000
پوشش گیاهی	1.000	3.000	1.000	4.000	1.000	3.000	1.000	2.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	3.000	4.000	0.000
گروه های هیدرولوژی خاک	0.000	0.000	0.000	4.000	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000	3.000	4.000
رطوبت	1.000	2.000	1.000	0.000	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	2.000	0.000	3.000	0.000	4.000	3.000	4.000
باد	3.000	4.000	1.000	3.000	3.000	1.000	3.000	2.000	3.000	1.000	0.000	0.000	3.000	0.000	1.000	2.000
فرسایش	0.000	1.000	2.000	0.000	1.000	4.000	3.000	1.000	0.000	4.000	4.000	4.000	3.000	3.000	0.000	3.000
تراکم جمعیت	4.000	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	3.000	4.000	1.000	0.000	0.000	3.000	4.000	2.000	2.000	0.000

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

پس از مشخص شدن معیارها سنجش زمین لغزش میزان اهمیت هر یک از پارامترها در قالب دادن وزنی مشخص به هر کدام به منظور تهیه نقشه‌ی نهایی انجام می‌گیرد. بر این اساس در این مرحله از پژوهش برای تعیین اوزان معیارها از تکنیک DEMATEL بهره گرفته شده است. از آنجا که این مدل بر پایه دانش استوار است و بر اساس نظر متخصصین صورت می‌پذیرد (گیوه چی و همکاران، ۱۳۹۲:۱۱۰)، نگارندگان اقدام به تهیه پرسشنامه و توزیع آن بین متخصصان

مرتبط با موضوع مورد مطالعه کرده اند و نتایج حاصل این پرسشنامه ها با عنوان ورودی مدل DEMATEL وارد گردیده است.

جدول ۳: ماتریس روابط کل

ماتریس روابط کل	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
شیب	0.057	0.144	0.104	0.098	0.057	0.126	0.155	0.188	0.055	0.042	0.164	0.087	0.082	0.146	0.068	0.091
جهت شیب	0.114	0.110	0.148	0.144	0.121	0.152	0.187	0.225	0.117	0.124	0.191	0.135	0.147	0.184	0.111	0.091
ارتفاع	0.038	0.081	0.043	0.099	0.109	0.100	0.084	0.112	0.039	0.071	0.096	0.046	0.061	0.126	0.045	0.032
اقلیم	0.053	0.102	0.083	0.083	0.125	0.170	0.154	0.164	0.096	0.042	0.145	0.129	0.057	0.145	0.090	0.051
موقعیت گسل	0.058	0.099	0.064	0.121	0.043	0.102	0.084	0.091	0.037	0.029	0.100	0.066	0.038	0.123	0.065	0.033
سازندهای زمین شناسی	0.097	0.142	0.129	0.162	0.104	0.089	0.138	0.169	0.074	0.045	0.130	0.093	0.061	0.111	0.108	0.091
گروه های بزرگ خاک	0.146	0.210	0.144	0.203	0.155	0.216	0.148	0.250	0.149	0.114	0.196	0.175	0.160	0.184	0.168	0.107
پوشش/کاربری زمین	0.086	0.088	0.075	0.067	0.047	0.135	0.161	0.087	0.087	0.039	0.115	0.122	0.072	0.070	0.101	0.048
بارش	0.060	0.132	0.132	0.076	0.084	0.082	0.161	0.155	0.064	0.117	0.120	0.096	0.161	0.183	0.092	0.102
شبكة آبرها	0.084	0.175	0.134	0.105	0.109	0.092	0.151	0.205	0.089	0.053	0.112	0.144	0.138	0.185	0.096	0.084
پوشش گیاهی	0.070	0.138	0.081	0.155	0.080	0.145	0.108	0.136	0.049	0.065	0.078	0.066	0.056	0.145	0.143	0.046
گروه های هیدرولوژی خاک	0.052	0.070	0.058	0.154	0.073	0.128	0.153	0.181	0.070	0.039	0.141	0.071	0.057	0.077	0.131	0.132
رطوبت	0.087	0.133	0.096	0.077	0.062	0.109	0.154	0.185	0.151	0.099	0.088	0.148	0.085	0.184	0.139	0.154
باد	0.127	0.177	0.097	0.143	0.129	0.113	0.171	0.164	0.130	0.075	0.094	0.082	0.141	0.105	0.093	0.103
فرسایش	0.069	0.123	0.121	0.098	0.093	0.183	0.175	0.154	0.068	0.140	0.178	0.171	0.142	0.171	0.087	0.135
تراکم جمعیت	0.142	0.101	0.105	0.070	0.053	0.105	0.162	0.194	0.081	0.046	0.083	0.138	0.151	0.129	0.111	0.062

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

AHP فازي

روش AHP فازي این پژوهش برگرفته از روش میانگین هندسی باکلی می باشد (Hsieh,2004.574) این روش به AHP فازي بهبود یافته (بسط یافته) معروف است. گام های این روش در زیر آورده شده است.

فرض کنید \tilde{P}_{ij} مجموعه ای از ترجیحات تصمیم گیران در مورد یک شاخص نسبت به دیگر شاخص ها باشد.

ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر تشکیل می شود:

رابطه ی ۱

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{P}_{12} & \tilde{P}_{1n} \\ \tilde{P}_{21} & 1 & \tilde{P}_{2n} \\ \tilde{P}_{n1} & \tilde{P}_{n2} & 1 \end{bmatrix}$$

که n تعداد عناصر مرتبط در هر سطر است. اوزان فازی هر شاخص ماتریس مقایسات زوجی به وسیله‌ی روش میانگین هندسی باکلی به دست می‌آید (Hsieh, 2004.580).

جدول ۵: عبارات کلامی و اعداد فازی جهت مقایسات زوجی

کد	اولویت‌ها	حد پایین (L)	حد متوسط (m)	حد بالا (u)
۱	اهمیت یکسان	۱	۱	۱
۲	یکسان تا نسبتاً مهم‌تر	۱	۲	۳
۳	نسبتاً مهم‌تر	۲	۳	۴
۴	نسبتاً مهم‌تر تا اهمیت زیاد	۳	۴	۵
۵	اهمیت زیاد	۴	۵	۶
۶	اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	۵	۶	۷
۷	اهمیت بسیار زیاد	۶	۷	۸
۸	بسیار زیاد تا کاملاً مهم‌تر	۷	۸	۹
۹	کاملاً مهم‌تر	۸	۹	۱۰

مأخذ: عطایی، ۱۳۸۹: ۲۸.

محاسبه‌ی وزن معیارها

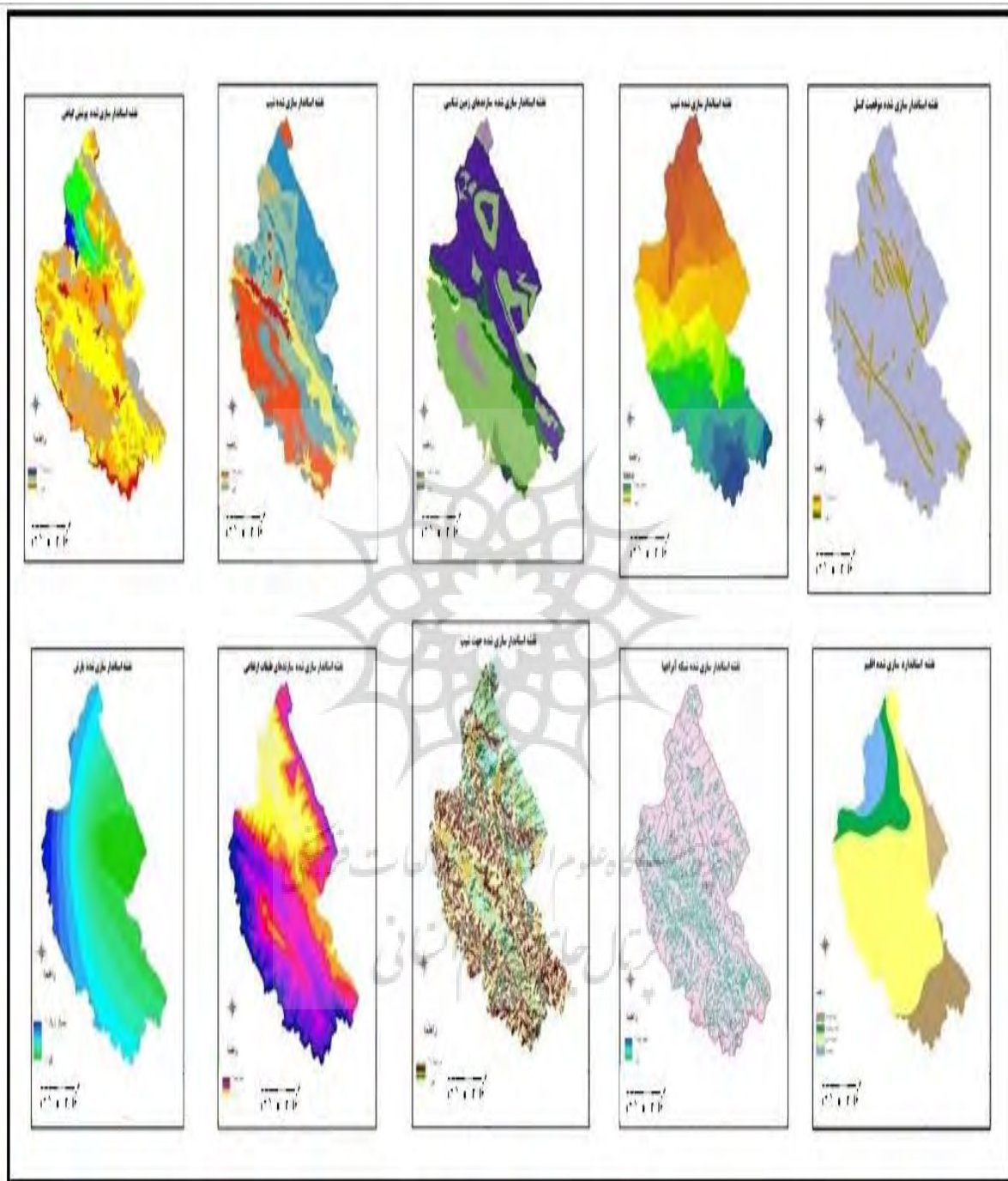
پس از استاندارد سازی داده‌ها، با توجه به این‌که هر یک از زیر معیارها تأثیر متفاوتی در تعیین میزان خطرپذیری زمین لغزش دارند، وزن‌دهی به لایه‌ها ضرورت می‌یابد. برای این‌کار از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. در این روش ابتدا اعداد فازی و مقیاس‌های فازی مورد استفاده تعیین شده و سپس ماتریس‌های زوجی از معیارهای مرتبط ایجاد شد. لایه‌ها بصورت دو به دو با استفاده از اعداد فازی، توسط تصمیم‌گیرندگان مقایسه و در جداول مربوطه بصورت اعداد فازی وارد شدند. پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و تکمیل آن، با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای، وزن هر یک از معیارها مشخص شد. سپس بوسیله‌ی نرم افزار اکسل و با توجه به فرآیند محاسبات مدل FAHP که تشریح گردید، وزن هر معیار مشخص شد که ۳ نشان داده شده است. هر لایه بعد از اعمال تابع عضویت متناسب در وزن مربوطه ضرب شده و در نهایت نقشه‌ی استاندارد شده هر یک از معیارها حاصل می‌گردد.

جدول ۶: توابع عضویت تعریف شده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

شیب	جهت	ارتفاع	بارش	موقعیت	شبکه	پوشش	کاربری	خاک	فرسایش	سازندهای	گروه	اقلیم	رطوبت	باد	تراکم	نوع
شیب	شیب	گسل	آبراهها	گیاهی	زمین	زمین	هیدروژیک	خاک	شناسی						جمعیت	تابع
																عضویت
					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Liner
																افزایشی
					*	*										Small
														*		Large

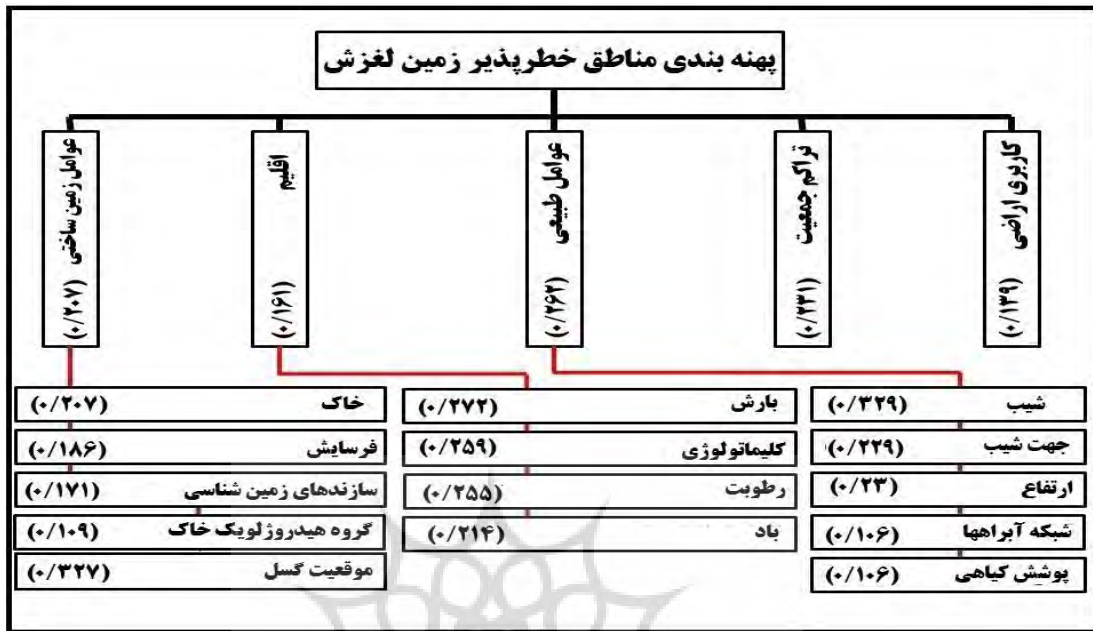
مأخذ: محاسبات نگارندگان.

شکل ۵: نقشه‌های استاندارد سازی شده در پهنه بندی خطرپذیری زمین لغزش



نتایج حاصل از AHP فازی و مدل دیمتل

شکل ۶: نتایج تحلیل سلسله مراتب فازی



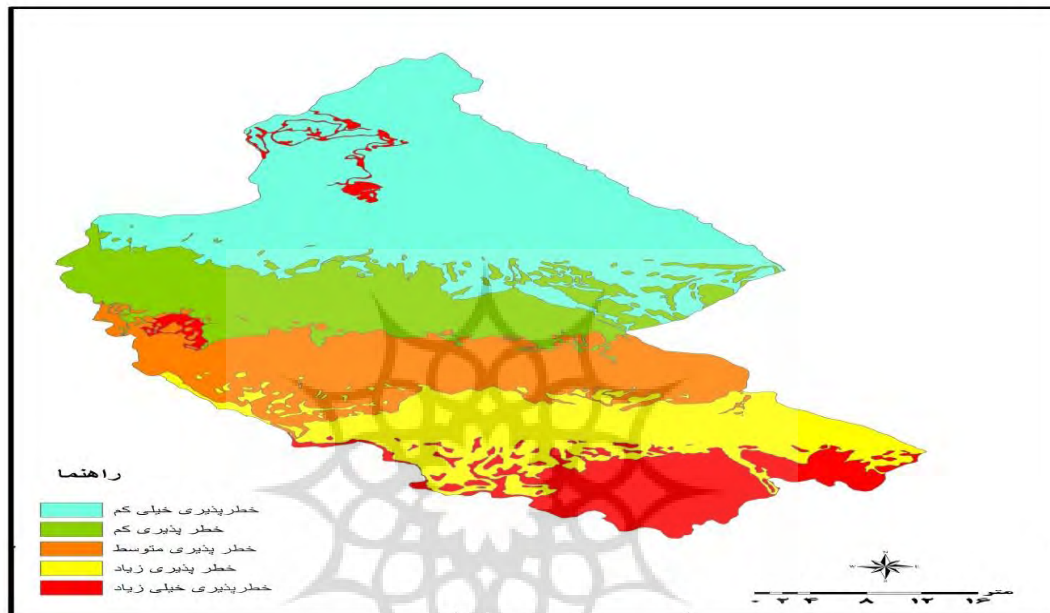
جدول ۷: نتایج حاصل از رتبه بندی با استفاده از روش دیمتل

معیار	رتبه	D + R	D - R	وضعیت
شیب	۱	۳,۰۹۷	۰,۸۶۱	علت
جهت شیب	۲	۳,۱۷۵	۰,۴۶۲	علت
ارتفاع	۳	۳,۷۵۴	۰,۴۵۸	علت
اقلیم	۴	۵,۰۷۲	۰,۳۸۱	علت
موقعیت گسل	۵	۳,۰۹۸	۰,۳۷۲	علت
سازندهای زمین شناسی	۶	۳,۵۵۹	۰,۳۴۲	علت
گروه های بزرگ خاک	۷	۳,۰۰۷	۰,۳۲۵	علت
پوشش/کاربری زمین	۸	۴,۳۳۰	۰,۲۷۴	علت
بارش	۹	۳,۳۵۷	-۰,۱۷۸	معلول
شبکه آبراهها	۱۰	۳,۵۴۵	-۰,۱۶۷	معلول
پوشش گیاهی	۱۱	۲,۵۹۷	-۰,۲۸۹	معلول
گروه های هیدرولوژی خاک	۱۲	۳,۷۹۰	-۰,۳۰۶	معلول
رطوبت	۱۳	۴,۲۱۰	-۰,۳۲۵	معلول
باد	۱۴	۲,۷۹۴	-۰,۴۳۲	معلول
فرسایش	۱۵	۳,۵۹۱	-۰,۴۷۱	معلول
تراکم جمعیت	۱۶	۴,۰۶۲	-۱,۲۶۱	معلول

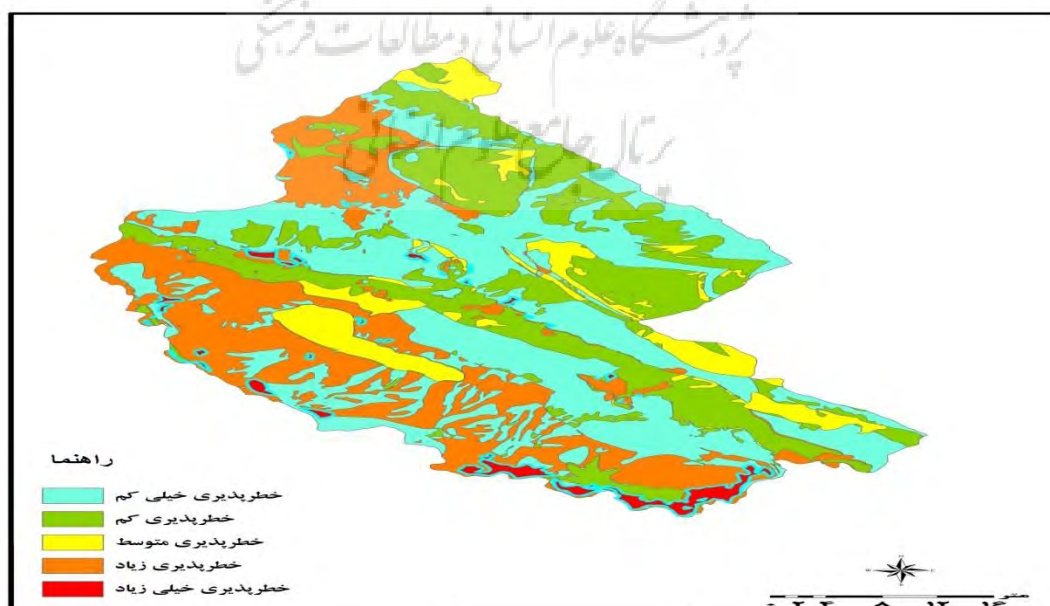
همپوشانی معیارها

در مرحله‌ی بعد در نرم افزار Arc GIS وزن هرکدام از عوامل اعمال شده و نقشه‌ی نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش بدست آمد. نقشه‌ی ریز پهنه بندی منطقه مورد مطالعه در ۵ کلاس خطر پذیری بسیار زیاد، خطرپذیری زیاد، خطرپذیری متوسط، خطرپذیری کم و خطرپذیری بسیار کم به دست آمد که در شکل های (۷ و ۸) ارائه شده است.

شکل ۷: نقشه‌ی نهایی AHP فازی پهنه بندی خطر پذیری زمین لغزش بخش دهدز



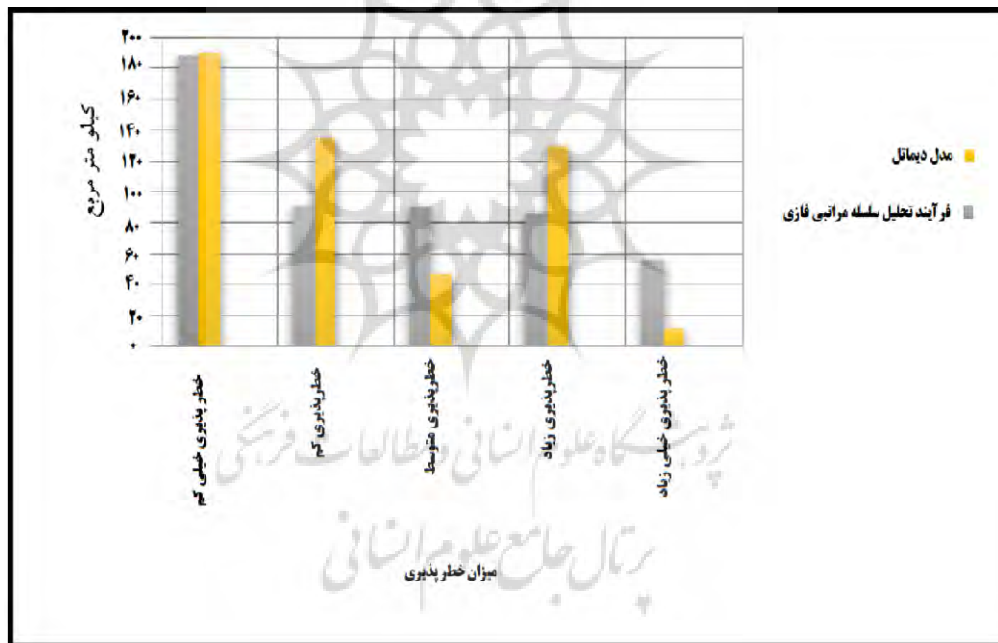
شکل ۸: نقشه‌ی نهایی دیمتیل پهنه بندی خطر پذیری زمین لغزش بخش دهدز



جدول ۸: وضعیت خطرپذیری زمین لغزش منطقه مورد مطالعه در هر دو مدل

میزان مطلوبیت	مساحت (کیلومتر مربع)		مساحت (کیلومتر مربع)	
	مدل دیپاتل	درصد	مدل FAHP	درصد
خطر پذیری بسیار کم	۱۹۰,۳۹	٪۳۷,۱	۱۸۷,۴۳	٪۳۶,۵۳
خطرپذیری کم	۱۳۴,۷۱	٪۲۶,۲۵	۹۰,۹۶	٪۱۷,۷۳
خطر پذیری متوسط	۴۶,۵۷	٪۹,۰۸	۹۱,۲۷	٪۱۷,۷۹
خطر پذیری زیاد	۱۲۹,۵۶	٪۲۵,۲۵	۸۶,۴۱	٪۱۶,۸۴
خطر پذیری بسیار زیاد	۱۱,۸۹	٪۲,۳۲	۵۷,۰۶	٪۱۱,۲
جمع کل	۵۱۳,۱۲	٪۱۰۰	۵۱۳,۱۲	٪۱۰۰

شکل ۹: وضعیت میزان خطرپذیری منطقه‌ی مورد مطالعه در هر دو مدل



نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تهیه‌ی نقشه‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش از سوی با هدف شناسایی مناطق دارای قابلیت زمین لغزش در محدوده‌ی فعالیت‌های بشری دارای اهمیت است و با به کارگیری فناوری‌های نوین مانند مدل‌های تصمیم‌گیری گروهی و GIS ترسیم نماید. GIS با قابلیت آماده‌سازی، اصلاح و تغییر و تحلیل داده‌های مکانی بر اساس هدف و نیاز مسأله و دادن خروجی به نرم افزارهای دیگر نقش عمده‌ای را در آنالیزهای پژوهش حاضر داشته است.

در پژوهش حاضر پهنه‌بندی خطرپذیری زمین لغزش با دو مدل متفاوت صورت گرفت، وزن‌های حاصل از دو روش دیمتل و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی دوجه دو تجمیع و نرمالیزه شده و وزن‌نهایی معیارهای در پنج سطح حاصل می‌گردد. وزن‌نهایی و رتبه‌مقایسه‌ای معیارهای سطح پنج در دو روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی بهبود یافته ملاحظه می‌شود که به دلیل ملحوظ نمودن روابط بازخورد و تأثیر متقابل، نتایج رتبه‌بندی معیارها و گزینه‌ها در دو روش متفاوت است، روش نوین به دلیل مزیت‌های گفته شده از درجه‌ی اطمینان بالاتری برخوردار است.

به علاوه در این تحقیق برای مقیاسات زوجی سطح پنج از یک روش نوین تصمیم‌گروهی استفاده گردیده که به دلیل مقیاسات در مقیاس ترجیحی دارای سازگاری بیش‌تری با نظریه‌ی اندازه‌گیری ریاضی است، و لذا گامی در جبران کاستی‌های روش سنتی فرآیند سلسله‌مراتبی محسوب می‌گردد. هم‌چنین با بهره‌گیری از آزمون‌های متدول عوامل اثر گذار در زمین لغزش و امتیاز دهی به هر پارامتر و ملحوظ نمودن آن در مقایسه‌ی زوجی گروهی می‌توان گام بلندی در راستای پهنه‌بندی و توسعه‌ی شهری را با عینیت بیش‌تری به کار گرفت. از این رو به منظور ارزیابی نتایج دو مدل مذکور پژوهش با توجه به مشاهدات میدانی، نظر کارشناسان و مناطقی که مستعد خطر آن مشخص گردید و سپس وضعیت آن در نتایج بدست آمده در دو مدل بررسی گردیده است.

براساس شکل ۸ عنوان خروجی مدل دیمتل پهنه‌های با خطرپذیری کم با مساحت ۱۳۴,۷۱ کیلومترمربع و پهنه‌های با خطر بسیار کم با ۱۹۰,۳۹ کیلومترمربع به ترتیب بیشترین و کمتر میزان را شامل می‌شوند.

در این پهنه‌بندی قسمت‌های نزدیک به گسل در پهنه‌های دارای آسیب‌پذیری بسیار زیاد است و بخش‌های شرقی و جنوب شرقی در پهنه‌های خطرپذیری کم قرار دارند که این امر به ویژه در شرق منطقه به دلیل دوری از گسل‌های اصلی و کاهش بارندگی سالیانه سازندهای زمین‌شناسی متراکم و پیوسته می‌باشد. هم‌چنین بخش‌های جنوبی و جنوب غربی و به صورت پراکنده در بخش مرکزی منطقه به دلیل بالا بودن میانگین بارش سالیانه و بالا بودن شیب منطقه و وجود دریاچه‌ی سد کارون ۳ و مختلط و منفصل بودن سازندهای زمین‌شناسی و تخریب‌های ناشی از قطع درختان و تغییر کاربری اراضی اکثراً در پهنه‌های بسیار خطرپذیر قرار گرفته‌اند.

هم‌چنین در شکل ۷ به عنوان خروجی مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی پهنه‌های با خطرپذیری کم با مساحت ۹۰,۹۶ کیلومترمربع و پهنه‌های با خطرپذیری بسیار کم با ۱۸۷,۴۳ کیلومتر مربع به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت را شامل می‌شوند. در این بین پهنه‌های خطرپذیر بسیار کم و کم بیش‌تر اراضی کم‌شیب و توپوگرافی پایین در دشت‌ها و مناطق جنگلی در منطقه می‌باشند.

- در تمامی طرح‌های توسعه‌ی شهری، تهیه نقشه خطرپذیری مخاطرات طبیعی در دستور کار و شرح خدمات مهندسان مشاور قرار گیرد.

- وجود پوشش گیاهی مناسب تا نسبتاً مناسب جنگلی در سطح وسیعی از زیرحوضه‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه که در شرایط کنونی کم‌تر چنین پوششی با دست‌یازی و دخالت اندک انسان و دام در سطح استان مشاهده می‌گردد. بنابراین اعمال پروژه‌هایی چون حفاظت و قرق، غنی‌سازی و کاهش یا حذف دام می‌بایست در این مناطق در اولویت قرار گیرد.

- جلوگیری از شخم در اراضی با شیب بیش از ۱۲ درصد

- جلوگیری از ورود دام به مناطق با شیب بیش از ۵۰ درصد و ممنوعیت بهره‌برداری و شخم اراضی حساس به

لغزش و فرسایش توده‌ای

- کنترل هرز آب در دامنه‌های شیبدار

- اصلاح روش آبیاری در اراضی شیبدار و حاشیه رودخانه

- تثبیت آبراهه های که از نظر فرسایش فعال هستند.
- رعایت الزامات مربوط به پایدارسازی دامنه‌های پرخطر
- احیاء پوشش گیاهی با تکثیر گونه های بومی منطقه (بلوط)
- اجرای برنامه های آموزشی و ترویجی برای دامداران در زمینه‌ی استفاده‌ی صحیح از مراتع و جنگل‌ها، حفاظت خاک و حفظ پوشش گیاهی.

منابع و مأخذ

- احمدی کمرپشتی، مهدی و بهزاد پور، محمد (۱۳۸۹). اسکان موقت در زلزله، مجله‌ی پیام ایمنی، جلد ۷، شماره‌ی ۲۸، صص ۱-۷
- بردار، غلامرضا و موسوی، محمد و مرادی، بهرنگ (۱۳۹۱) تحلیلی بر نیازهای آموزشی کارکنان با استفاده از TOPSIS فازی و دیمتل فازی، فصلنامه‌ی مطالعات برنامه ریزی آموزشی، سال اول، شماره‌ی اول، صص ۱۲۹-۱۰۵
- پورخباز، حمید رضا و جوانمردی، سعیده و یآوری، احمد رضا و فرجی سبکبار، حسنعلی. (۱۳۹۲). کاربرد روش تصمیم گیری چند معیاره و مدل تلفیقی ANP-DEMATEL در آنالیز تناسب اراضی کشاورزی (مطالعه‌ی موردی: دشت قزوین)، فصلنامه‌ی محیط شناسی، سال ۳۹، شماره‌ی ۳، صص ۱۶۴-۱۵۱.
- پورقاسمی، حمید رضا، مرادی، حمیدرضا، محمدی، مجید، مصطفی‌زاده، رئوف، گلی جیرنده، عباس (۱۳۹۱)، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از تئوری بی‌زین، فصلنامه‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم، شماره‌ی ۶۲، صص ۱۲۱-۱۰۹.
- حجازی، اسداله، رنجبریان شادیا، مریم. (۱۳۹۳). شناسایی عوامل موثر بر پهنه بندی خطر زمین لغزش در بخش غربی حوضه‌ی آبریز سرند چای، فصلنامه‌ی پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال سوم، شماره‌ی ۳، صص ۱۲۹-۱۱۴.
- رمضانی، بهمن، ابراهیمی، هدی (۱۳۸۸)، زمین لغزش و راهکارهای تثبیت آن، فصلنامه‌ی جغرافیایی آمایش محیط، دوره‌ی ۲، شماره‌ی ۷، صص ۱۳۹-۱۲۹.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استان خوزستان. (۱۳۹۹).
- شادفر، محمد و یمانی، مجتبی. (۱۳۸۶) پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه‌ی آبخیز جلیسان با استفاده از مدل LNRFL، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۱۳۸۶، صص ۲۳-۱۱.
- شرکت ملی نفت ایران (۱۳۸۵). گزارش مطالعات زمین شناسی، آب شناسی و ژئوفیزیک پروژه‌ی تأمین آب تلمبه‌خانه‌های شماره‌ی ۴ و ۵ دهدز، مهندسین مشاور زمین آراء فارس.
- صدوق، حسن و آرایش احمدی سرائی، سمیرا. (۱۳۸۷). پهنه بندی خطر زمین لغزش در باغ‌های چای (جنوب لاهیجان و لنگرود) فصلنامه‌ی جغرافیا، دوره‌ی ۶، شماره‌ی ۶۸، صص ۱۲-۱.
- عابدینی، موسی و فتحی، محمدحسین. (۱۳۹۳). پهنه بندی حساسیت خطر وقوع زمین لغزش در حوضه‌ی آبخیز خلخال چای با استفاده از مدل‌های چند معیاره، فصلنامه‌ی پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره‌ی ۴، صص ۸۵-۷۱.
- عشورنژاد، غدیر و فرجی سبکبار، حسنعلی و علوی پناه، کاظم و نامی، محمدحسن (۱۳۹۱) ارزیابی مکان استقرار شعب بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی و اعتباری منطقه‌ی شش شهر تهران با استفاده از روش دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، سال ۴۵، شماره‌ی ۳، صص ۲۰-۱.
- عطایی، محمود. (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

عظیم پور، علیرضا و همکاران. (۱۳۸۸) ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه بندی خطر زمین لغزه (حوضه‌ی آبریز اهر چای) فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره‌ی ۲۶، صص ۷۱-۸۷.

فیروزجاه، علی. (۱۳۹۰). نقش طرح‌های توسعه‌ی شهری (جامع و تفصیلی) در کاهش آسیب پذیری شهر بابل از زلزله، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، صص ۱۶۱-۱.

گیوه چی، سعید و همکاران. (۱۳۹۲). مکانیابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی ۶ شهر شیراز، فصلنامه‌ی مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال پنجم، شماره‌ی ۱۷، صص ۱۱۸-۱۰۱.

مبارکی، علی محمد و منصوریان، علی و ملک، محمد رضا (۱۳۸۸) ایجاد GIS همراه با مدیریت حوادث در بستر SDI، فصلنامه‌ی سنجش از دور و GIS ایران سال اول، شماره‌ی سوم، صص ۶۴-۵۱.

معماریان، حسین. (۱۳۸۷). زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، نوبت چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

ملکیان، آرش، افتادگان خوزانی. اصغر، عشورنژاد. غدیر. (۱۳۹۱). پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه‌ی آبخیز اخترآباد با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتب فازی. فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره‌ی ۴۴، صص ۱۳۱-۱۵۲.

مهدوی، مسعود و کریم زاده، حسن. (۱۳۸۵) پهنه بندی بخش مرکزی شهرستان ورزقان برای مکان یابی مراکز خدمات روستایی با استفاده از GIS، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۵۵، صص ۲۲۴-۲۰۳.

مهندسین مشاور ره آورده. (۱۳۸۹). مطالعات مقدماتی آزاد راه دهدز- اهواز، وزارت راه ترابری استان خوزستان.

مهندسین مشاور ساپ. (۱۳۸۵). بررسی فرسایش پذیری خاک و پوشش گیاهی حوضه‌ی رودخانه‌ی کارون، مرحله‌ی اول.

موسوی خطیر، زهره، کاویانی، عطاله، هاشم زاده اتوئی، علی. (۱۳۸۸). بررسی آماری برخی ویژگی‌های مورفومتری و عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش‌ها در حوضه‌ی آبخیز سجارود، فصلنامه‌ی پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد شانزدهم، شماره‌ی دوم، صص ۱۰۳-۸۵.

Hsieh, T.Y., Lu, S.T. and Tzeng, G.H., 2004. Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International journal of project management*, 22(7), PP.573-584.

Intarawichian, N., Dasananda, S., (2010). "Analytical hierarchy process for landslide susceptibility mapping in Lower Mae Chaem watershed, Northern Thailand", *Journal of Science and Technology*, Vol. 17(3), PP.277-292

Lantada. N, Pujades. L, Barbat. A. (2009). "Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation". A Comparison, *Nat Hazard.P.* 51.

Marelyn Telun Daniel, Tham Fatt Ng, ohd. Farid Abdul Kadir, Joy Jacqueline Pereira. (2021). Landslide Susceptibility Modeling Using a Hybrid Bivariate Statistical and Expert Consultation Approach in Canada Hill, Sarawak, Malaysia, *frontiers in Earth Science*, PP.1-15.

Pablo López, Jorge Qüense, Cristian Henríquez, Carolina Martínez. (2021). Applicability of spatial prediction models for landslide susceptibility in land-use zoning instruments: a guideline in a coastal settlement in south-central Chile, *Geocarto International*. PP.151.

Shuai Zhao, Zhou Zhao (2021) "A Comparative Study of Landslide Susceptibility Mapping Using SVM and PSO-SVM Models Based on Grid and Slope Units", Mathematical Problems in Engineering, PP.15.

Shuai Zhao, Zhou Zhao, "A Comparative Study of Landslide Susceptibility Mapping Using SVM and PSO-SVM Models Based on Grid and Slope Units.(2021). A Comparative Study of Landslide Susceptibility Mapping Using SVM and PSO-SVM Models Based on Grid and Slope Units, Mathematical Problems in Engineering. PP.15.

Sule Tudes, Nazan Duygu Yigiter. (2010). "Preparation of land use planning model using GIS based on AHP", Case Study Adana-Turkey, Bull Eng Geology Environment, 69: PP.235-245

Zhu Liang, Changming Wang, Donghe Ma, and Kaleem Ullah Jan Khan (2021) Exploring the potential relationship between the occurrence of debris flow and landslides, Hazards Earth Syst. Sci., 21, PP.1247–1262.

Zhu Liang, Changming Wang, Donghe Ma, and Kaleem Ullah Jan Khan ,(2021) Exploring the potential relationship between the occurrence of debris flow and landslides, Hazard Earth Syst.Sci.21,PP.1247-1262.

