نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۱، بهار۱۳۹٦

صفحات۱٦- ۱

ارزیابی استعداد بروز زمین لغزش های احتمالی در محدوده شهر تبریز

ابوالفضل قنبری[۱]، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

فریبا کرمی، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

محمدعلی سالکی، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۲۲ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

چکیده

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت تکنوتیکی و لرزه خیزی زیاد، شرایط متنوع اقلیمی و زمین شناسی عمده شرایط طبیعی را برای طیف وسیعی از لغزش داراست. قرارگرفتن در مقام دوم در بخش صنعت ایران، جمعیتی بالغ بر ۱۶۹۵۰۹۴ نفر، مجاورت با گسل بزرگ تبریز و روی دادن زمین لغزش های مختلف در شهر تبریز این شهر را تبدیل به یکی از خطر ناک ترین شهرهای ایران در خصوص مخاطرات محیطی بخصوص زمین لغزش می کند. هدف مقاله حاضر؛ ارزیابی استعداد بروز زمین لغزش در محدوده شهر تبریز و تهیه نقشه پتانسیل بروز زمین لغزش در این محدوده است. در این راستا ابتدا زمین لغزش های رخ داده در محدوده مورد مطالعه شناسایی شدند و با استفاده از تحلیل این داده ها در نرم افزار ILWIS معیارها و زیر معیارها شناسایی و طیف بندی شدند. سپس با استفاده از مدل فازی- تاپسیس میزان اهمیت معیارها و زیر معیارها در واحدهای پیکسلی مشخص شد و در نهایت با تلفیق مدل فازی- تاپسیس و تابع همپوشانی در محیط ARC/ GIS نقشه نهایی استخراج شد. نتایج حاکی از آن است که ۶ درصد اراضی شهر در پهنه خطر بسیار بالا و بیش از ۳۰ درصد اراضی آن در پهنه های با خطر متوسط به بالا قرار دارند.

واژگان کلیدی: زمین لغزش، فازی-تاپسیس، ARC/ GIS, ILWIS، تبریز.

۱. نویسنده مسئول: Email: a_ghanbari@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

مقدمه

یکی از مسایل ژئومورفولوژیک که بسیاری از فعالیت های بشری را تحت تأثیر قرار می دهد، وقوع زمین لغـزش هـا مـی باشـد. عوامل طبیعی از یکسو و فعالیت های انسانی از سویی دیگر موجب بروز این حـوادث مـی شـوند (Bhattarai et al, ۲۰۰۴). بـه حرکت توده های سنگ و خاک به طرف پایین و بر روی شیب بر اثر نیروی گرانشی زمین لغزش می گویند (Guzzetti et (al, ۲۰۱۲. زمین لغزش ها یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی و فرایندهای فعال هستند که منجر بـه فرسـایش و تغییـرات چشـم انداز می شوند (Guzzetti et al, ۲۰۰۵). شهرهای امروزی در نقاط مختلف دنیا به دلایل متعـدد از جملـه نـوع مکـان گزینـی، توسعه فیزیکی نامناسب، عدم رعایت استانداردهای لازم و... همواره در معرض خطرات ناشی از بلایای طبیعی قرار دارنـد (زنگـی آبادی، ۱۳۸۵: ۱۱۵). یکی از این بلایای طبیعی زمین لغزش است. امروزه نیاز فزاینده ای برای مدیریت خطر زمـین لغـزش بـه صورت کمی و پهنه بندی آن وجود دارد (Fell, ۲۰۰۸). شناسایی و بخش بندی نواحی مستعد لغزش و پهنـه بنـدی خطـر آن، گامی مهم در ارزیابی خطرات محیطی به شمار رفته و نقش انکار نکردنی در مدیریت بحران ایفا می کند (Sakar (et al, ۱۹۹۵. هدف از پهنه بندی، تقسیم سطح زمین به نواحی همگن و درجه بندی آنها بر حسب میزان واقعی یا پتانسیل خطر لغزش است (Varnes,۱۹۸۴).

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت تکنوتیکی و لرزه خیزی زیاد، شرایط متنـوع اقلیمـی و زمـین شناسـی عمـده شرایط طبیعی را برای طیف وسیعی از لغزش داراست (خالدی، ۱۳۹۱) به دلیل تعدد، تنـوع، تکـرار و شـدت رخـداد خطـرات طبیعی و ناآرامی محیط، ایران در ردیف ۱۰ کشور بلاخیز جهان قرار گرفته است (محمدی و همکارن، ۲۰۰۴). بـر اسـاس یـک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت مالی از طریق لغزش ها بر کشور تحمیل می شود و این در صورتی است کـه از بین رفتن منابع طبیعی غیر قابل بازگشت به حساب آورده نشود (نصیری، ۱۳۸۳). آمار ثبت شده توسط وزارت جهاد کشاورزی نشان می دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸، وقوع حدود ۲۵۹۰ حرکت توده ای و لغزش در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخریب ۱۷۶ خانه، ایجاد خسارت مالی به میزان ۱۸۶۶ میلیارد ریال، تخریب ۶۷۶ جنگل و تخریـب ۱۷۰ کیلـومتر راه ارتبـاطی شـده اسـت (صالحی پور،۱۳۸۰). در این میان شهر تبریز با دارا بودن مقام دوم در بخش صنعت ایـران، جمعیتـی بـالغ بـر ۱۶۹۵۰۹۴ نفـر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)، ویژگی‌های زمین شناسی خاص مانند مجاورت با گسل بزرگ تبریـز و توسـعه فیزیکـی شـهر و روی دادن زمین لغزش های مختلف در نقاط مختلف شهر تبریز، این شهر را تبدیل به یکی از خطرناک تـرین شـهر هـای ایـران در خصوص مخاطرات محیطی بخصوص زمین لغزش می‌کند و در این شرایط و با این اوصاف یک بررسی جامع و یک پهنـه بنـدی دقیق از استعداد اراضی جهت خطر زمین لغزش کاملاً ضروری به نظر می رسد. علاوه بر موارد فوق الذکر، شهر تبریز با توجه به وضعیت توپوگرافی، شرایط لیتولوژی و مجاورت با گسل های فعال در قسمت های شمالی یکی از شهرهای مستعد خطر زمـین لغزش است که تا به حال چندین زمین لغزش از جمله زمین لغزش کوی ولیعصر، کـوی گلپـارک، محلـه ملازینـال و سـیلاب، زمین لغزش های اطراف اتوبان پاسداران و چندین زمین لغزش دیگر را تجربه کرده است. علت وقوع این زمین لغزش‌هـا عـلاوه بر عوامل طبیعی، فعالیت های انسانی نیز می باشند. بنابراین با توجه به مطالب فوق ضرورت و اهمیت چنین تحقیق اثبات مـی شود.

با توجه به اهمیت موضوع، در زمینه زمین لغزش تحقیقات بسیار زیاد و متنوعی انجام شده است، که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره کرد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

در پژوهشی با عنوان پهنه بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش در منطقه سرخون در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از ۱۰ معیار شیب زمین، جهت دامنه، پوشش زمین، فاصله تا گسل های اصلی، شاخص سبزینگی، شاخص تراکم، پوشش گیاهی، بارش سالانه، جنس زمین، فاصله با راه های اصلی و فاصله با رودخانه و با استفاده از مدل ترکیب خطی وزین در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه بندی زمین لغزش در منطقه یاد شده پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد ۳۸ درصد اراضی منطقه مورد بررسی دارای پتانسیل بالایی برای وقوع زمین لغزش هستند (کرم[1]، ۱۳۸۳).

در مطالعه ای با عنوان پهنه بندی مناطق حساس به زمین لغزش با استفاده از الگوریتم فازی تاپسیس و سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان لرستان) با استفاده از اطلاعات شیب، جهت شیب، قابلیت اراضی، کاربری اراضی، فاصله از گسل و فاصله از رودخانه و استفاده از مدل فازی تاپسیس پرداخته شده که نتایج حاکی از کارایی مدل فازی تاپسیس در پهنه بندی زمین لغزش است (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹).

در مقاله ای تحت عنوان بررسی کارایی مدل SINMAP در پهنه بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام) با استفاده از مدل SINMAP به پهنه بندی در منطقه یاد شده پرداخته شده که نتایج حاکی از پایداری ۶۵ درصدی در حوزه سد ایلام است (طالبی و همکاران،۱۳۹۰).

در پژوهشی با عنوان ارزیابی عوامل مؤثر در رویداد زمین لغزش و پهنه بندی آن با استفاده از رگرسیون لجستیک در محیط GIS درحوزه آبخیز طالقان به مطالعه رویداد زمین لغزش در منطقه طالقان اقدام شده است که نتایج ناپایداری حداکثری در حوزه طالقان را نشان می دهد (خالدی،۱۳۹۱).

در مطالعه ای خطر زمین لغزش در حوضه صوفی چای با استفاده از روش آنبلاگان پهنه بندی شده است. نتایج نشان می دهد که عمده ترین زمین لغزش ها در آبرفت های کواترنری و محل تلاقی آندزیت و مواد رسی، لاهارهای پامیسی و رسوبات تخریبی به وقوع می پیوندند. در ضمن فقط ۱۹ درصد اراضی در محدوده یاد شده در پهنه های بدون خطر قرار دارند (روستایی و همکاران، ۱۳۹۱).

در تحقیقی دیگر با کاربرد منطق فازی شامل اشتراک فازی، جمع جبری، ضرب جبری و فازی گاما و استفاده از ۹ معیار در محیط GIS به پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز چرداول پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد که ۵۷ درصد اراضی در پهنه های خطر بالا و خیلی بالا قرار دارند (نادری و همکاران، ۱۳۹۱).

در تحقیقی با عنوان بررسی تعداد عوامل ورودی در مقدار دقت شبکه عصبی مصنوعی برای پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش درحوزه آبخیز هراز ساختار ۹ نرون در لایه ورودی، ۱۴نرون در لایه پنهان و ۱ نرون در لایه خروجی با نسبت یادگیری ۰/۲ به عنوان ساختار بهینه انتخاب شده است. نتایج حاکی از پایداری ۳۵ درصدی اراضی است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱).

در تحقیقی با استفاده از روش رگرسیون خطی به پهنه بندی زمین لغزش در کشور کره پرداخته و از معیارهای شیب، جهت شیب، ضخامت خاک، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی و پوشش گیاهی استفاده شده است. پس از مقایسه نتایج پهنه بندی با نقشه پراکنش لغزش ها نتایج نشان دهنده این است که این روش نتایج نسبتاً مناسبی دارد (Lee et al, ۲۰۰۱).

در پژوهشی با استفاده از مدل های ارزش اطلاعات، تراکم سطح، شیب، زمین شناسی، فاصله از رودخانه، پوشش گیاهی و فاصله از جاده به پهنه بندی خطر زمین لغزش در ترکیه پرداخته شده است و به این نتیجه رسیده که مدل تحلیل سلسله مراتبی کارایی بهتری از دیگر مدل ها برای پهنه بندی خطر زمین لغزش در این منطقه دارد (Yalcin et al, ۲۰۰۸).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

در پژوهشی با استفاده از یک مدل ترکیبی بر اساس زمین شناس، ژئومورفولوژی، داده هـای آمـاری و تـاریخی و مـدل اتومـات سلولی و با استفاده از تصاویر ماهواره ای به ارایه سناریوهای زمین لغزش احتمالی در شبه جزیره سورنتوی ایتالیا پرداخته شده است. نتایج حاصل از این مدل در مقایسه با زمین لغزش های رخ داده در مقاطع تاریخی رضـایت بخـش بـوده اسـت (۲۰۱۴ et al,aLucà).

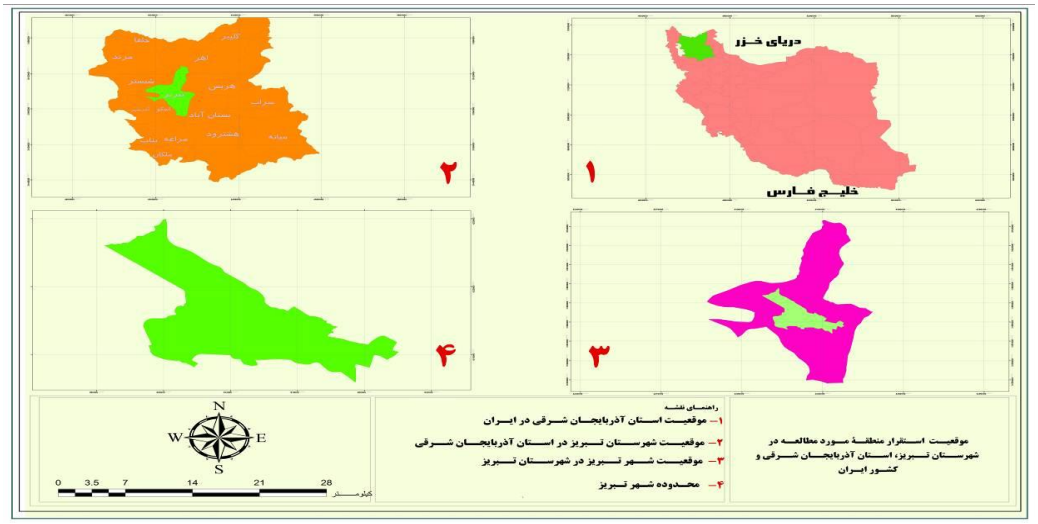
با توجه به مطالب فوق می توان دریافت که بیشتر مطالعات زمین لغزش در مقیاس های کـلان و در محـدوده حـوزه هـای آبریز، استان، شهرستان و... بوده است و مطالعات اندکی در مقیاس های خرد و در محدوده های شهری بوده اسـت. وجـه تمـایز این مقاله نسبت به سایر مقالات مطالعه و پهنه بندی خطر زمین لغزش در داخل محدوده مصوب شهر تبریز و مطالعـه بـر روی اراضی بایر و قابل توسعه برای آینده ۱۰ ساله شهر و همچنین استفاده توامان مدل هایAHP, FUZZY & TOPSIS در محیط GIS است.

در این راستا، هدف پژوهش حاضر، ضمن شناسایی زمین لغزش های رخ داده در محدوده شهر تبریـز، شناسـایی عوامـل و معیارهای مؤثر در رخداد زمین لغزش ها در محدوده یاد شده و ترسیم و استخراج نقشه میزان استعداد اراضـی محـدوده شـهر تبریز برای بروز زمین لغزش های احتمالی می باشد. برای دستیابی به اهداف تحقیـق از روش فـازی- تاپسـیس و ARC/ GIS استفاده شده است.

داده ها و روش کار

محدوده مورد مطالعه این پژوهش کل محدوده شهر تبریز می باشد. شهر تبریز در شمال غربی ایران واقع شده و مرکز استان آذربایجان شرقی است. شهر تبریز به عنوان بزرگ‌ترین کلان شهر شمال غرب ایران با وسعتی حدود ۲۴۴۹۸ هکتار (مهندسین مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱) در موقعیت جغرافیایی ۲۳، ۴۶،۱۱،۴۶ طول شرقی و ۹، ۱،۳۸،۳۸ عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳۴۰ متر در جلگه ای به نام جلگه تبریز واقع شده است (زمانی، ۱۳۷۹). فلات آذربایجان که شهر تبریز در آن واقع است، حلقه اتصال مابین فلات ایران با فلات ارمنستان از سوی شمال و فلات آناتولی از سوی غرب است . جلگه تبریز در مرکز این فلات در ضلع شرقی کرانه های دریاچه ارومیه قرار گرفته و بخشی از جلگه بزرگ کنار دریاچه ارومیه محسوب می شود. بستر طبیعی شهر در میان دو رشته ارتفاعاتی واقع گردیده است. در راستای سمت شرقی شهر، ارتفاعات شمالی با انحراف حدود ۳۰ درجه نسبت به راستای شرقی غربی و ارتفاعات جنوبی نیز با همان راستا به همدیگر نزدیک می شوند (خوب آیند، ۱۳۷۹). موقع جغرافیایی، استقرار شهر در محل مقاطع دره ها و شیب های ملایم به همراه عوامل اقتصادی و انسانی و بویژه مرزهای سیاسی و فرهنگی، طرق ارتباطی داخلی و راه های ترانزیتی تبریز به کشورهای همجوار شوروی سابق، ترکیه و عراق باعث ایجاد یک موقعیت ممتاز و استراتژیک برای شهر تبریز شده است. بعبارتی عوامل فوق برای شهر موقعیتی چهار راهی ایجاد کرده است (کرمی، ۱۳۸۲). جمعیت این شهر در سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، ۱۶۹۵۰۹۴ نفر برآورد شده است (مرکز آمار ایران).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل شماره‌ی۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

این تحقیق از نظر نوع جز تحقیقات کاربردی- توسعه ای و از نظر روش جز تحقیقات توصیفی- تحلیلی است. فرآیند تحقیق از ۴ مرحله به ترتیب زیر تشکیل می شوند.

مرحله اول: شناسایی لغزش های رخ داده: در این مرحله ابتدا با استفاده از منابع مختلف از جمله تصاویر ماهواره ای، عکس‌های هوایی، دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) و بازدیدهای میدانی زمین لغزش های رخ داده در داخل محدوده مطالعاتی شناسایی شده و با استفاده از نرم افزارهای Global mapper, Google earth pro, Autocad map, ARC/ GIS ژئورفرنس شده و تبدیل به لایه های اطلاعاتی و نقشه جهت نمایش و استفاده در تحلیل های بعدی شد.

مرحله دوم: شناسایی و استخراج معیارهای مؤثر در زمین لغزش های محدوده مورد مطالعه و تهیه لایه های اطلاعاتی: در این مرحله با استفاده از مطالعات کتابخانه ای، نظرات کارشناسان امر و از همه مهم تر اطلاعات زمین لغزش های رخ داده که در مرحله قبل تهیه شد؛ به شناسایی معیارها و عوامل مؤثر در رخداد زمین لغزش ها پرداخته شد. بررسی های نشان دادند که بیشتر زمین لغزش ها در نزدیکی گسل ها، بر روی خاک های سست و ناپایدار، در اراضی با سطح کم ایستایی آب، شیب های تند و نزدیکی جاده های ارتباطی رخ داده است. جهت تعیین زیر معیارها نیز ابتدا باید معیارهای مشخص شده به صورت لایه های اطلاعاتی در فرمت های مخصوص GIS تهیه شوند. بدین منظور با استفاده از منابع مختلف از جمله نقشه های ۱/۲۰۰۰ شهری، نقشه های ۱/۲۵۰۰۰ توپوگرافی و عکس های هوایی نقشه های مربوطه تولید و ژئورفرنس شد. سپس لایه های اطلاعاتی بوجود آمده در مرحله قبل جهت تحلیل وارد نرم افزار ILWIS شد و با روی هم گذاری با نقشه لغزش های رخ داده مشخص شد کدام معیارها چه اندازه در بروز زمین لغزش ها مؤثر بوده اند. برای مثال بررسی ها نشان می دهد، بیشتر زمین لغزش ها در مجاورت ۵۰۰ متری گسل ها رخ داده است. ضمناً طیف بندی زیر معیارها به ۵ قسمت بسیار بالا،بالا، متوسط، کم و بسیار کم تقسیم شده است. لازم به ذکر است بخاطر اینکه محدوده مورد مطالعه کوچک و دارای شرایط همگن بسیاری از قبیل میزان بارش و سایر متغیر های اقلیمی است در انتخاب معیارها برخی از معیارها حذف شده است. برای مثال چون کل محدوده مورد مطالعه در یک پهنه بارشی قرار دارد معیار میزان بارندگی مدنظر قرار نگرفته است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

مرحله سوم: تعیین میزان اهمیت هر معیار: در این مرحله با استفاده از مدل فازی تاپسیس میزان اهمیت هر معیار و زیر معیار در واحدهای پیکسلی مشخص شدند.

مدل فازی- تاپسیس

از آنجا که داده های یک فرایند فضایی و خصایص آنها معمولاً پیچیده است و جمع آوری داده های صحیح از آنها مشکل است، به نظر می‌رسد برای کار با داده های غیرقطعی و یا بازه ای از داده‌ها باید روش ویژه ای مورد استفاده قرار گیرد .از این رو می‌توان از منطق فازی در تکنیک‌های تصمیم گیری مختلف استفاده نمود. یکی از این تکنیک‌ها تکنیک تاپسیس می‌باشد که یکی از این روش‌ها تصمیم گیری چند شاخصه است. که Mگزینه را با توجه به n معیار رتبه بندی می‌کند. مبنای این روش انتخاب گزینه ای است که کم‌ترین فاصله را از جواب ایده آل مطلوب و بیشترین فاصله را از جواب ایده آل نامطلوب دارد (Kahraman et al, ۲۰۰۷) که با کاربرد منطق فازی در آن به تکنیک فازی- تاپسیس تبدیل می‌شود. عبارت دیگر در این روش، میزان فاصله یک عامل با عامل ایده آل مثبت و ایده آل منفی سنجیده می‌شود و این خود معیار درجه بندی و اولویت‌بندی عوامل است، بهترین گزینه یا عامل باید نزدیک‌ترین عامل به ایده آل مثبت و دورترین عامل نسبت به ایده آل منفی باشد. به طور خلاصه عامل ایده آل مثبت از بهترین ارزش‌ها و عامل ایده‌آل منفی از بدترین ارزش‌ها تشکیل شده است (Wang & Elhag, ۲۰۰۶).

در این تحقیق از اعداد مثلثی فازی استفاده شده است. علت اصلی برای استفاده از اعداد مثلثی این است که به طور مستقیم برای تصمیم گیران استفاده و محاسبه را آسان می‌کند. علاوه بر این، با استفاده از مدل سازی فازی مثلثی ثابت شده است که با فرموله کردن مسایل تصمیم گیری که در آن اطلاعات در دسترس ذهنی و غیر دقیق هستند یک راه مؤثر می‌باشد (Zimmerman, ۱۹۹۶). در کاربردهای عملی، شکل مثلثی تابع عضویت اغلب به نمایندگی از اعداد فازی استفاده می‌شوند (Xu & Chen, ۲۰۰۷).

نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به راه حل ایده آل (RCi) با استفاده از رابطه (۱) بدست می‌آید. با تلفیق لایه های ایده آل مثبت و منفی در محیط GIS، لایه نهایی شکل می‌گیرد و اولویت بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس آن انجام می‌شود. در این رابطه m تعداد معیارهاست.

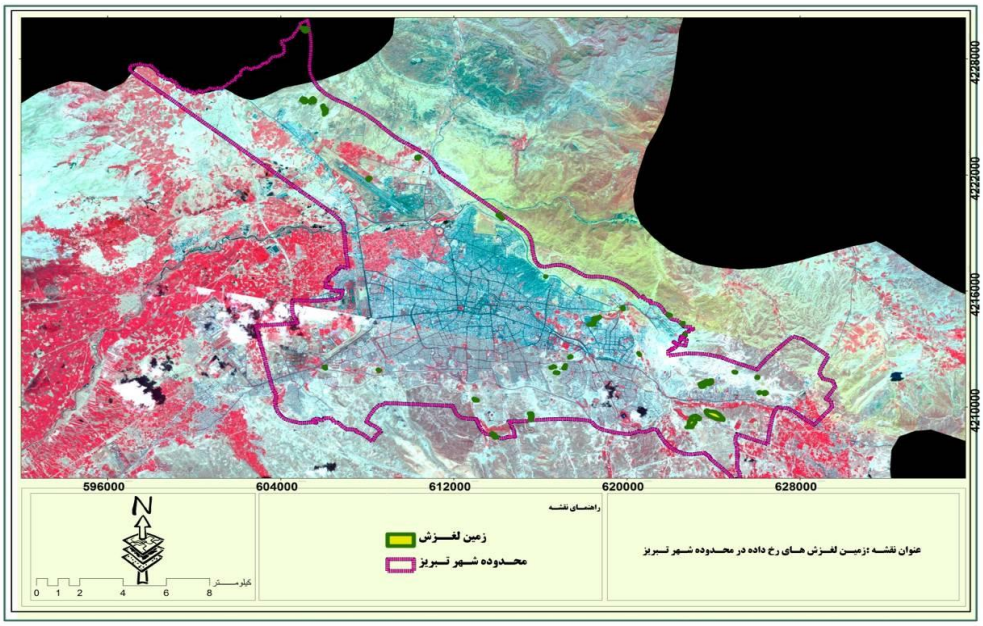
$$RC_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{-}}{\sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{-} + \sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{+}} \qquad (1)$$

مرحله چهارم: استخراج نقشه استعداد زمین لغزش در نواحی مختلف شهر: این مرحله ترکیبی است از مراحل قبلی بدین صورت که باید نتایج حاصل از مدل فازی- تاپسیس و لایه های اطلاعاتی با استفاده از توابع همپوشانی نرم افزار ARC/ GIS ترکیب شوند و در واقع اعداد فازی- تاپسیس در واحدهای پیکسلی لایه های اطلاعاتی وارد شده و در محیط GIS پیاده شود تا با همپوشانی لایه ها نقشه نهایی استخراج شود.

شرح و تفسیر نتایج

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

با توجه به مراحل مذکور در روش تحقیق اولین قدم شناسایی پراکنش زمین لغزش هایی است که در طول زمان رخداده است .در این راستا پس از طی مراحل مذکور زمین لغزش های رخداده مشخص شد. شکل شماره (۴)، نشان دهنده پراکنش زمین لغزش ها در محدوده شهر تبریز است.



شکل شماره‌ی ۲: پراکنش زمین لغزش ها در محدوده شهر تبریز

نقشه فوق نشان می‌دهد که بیشتر لغزش‌ها در قسمت‌های شمال ،شرق و شمال شرقی شهر تبریز رخ داده است. یکی از مهمترین رانش های رخ داده در سالهای اخیر رانش های شرق تبریز بوده که در کوی افسریه و نگین پارک تبریز رخ داده است که بقایای آن همچنان در کوی ولیعصر تبریز باقی است .هسته های مارنی موجود در خاک این منطقه همراه با شیب تند و قرارگرفتن در مسیر مسیل ها و آبهای جاری استعداد رانشی شدیدی را برای این منطقه ایجاد کرده است .با توجه به اینکه مناطق یاد شده جز مناطق تقریبا جدیدالحداث شهر هستند خوشبختانه رانش خسارات جانی در برنداشت و استفاده از شمع های بتنی در فندانسون ساختمان ها از سقوط ساختمان ها جلوگیری کرد ولی اگر این اتفاق در بخش های حاشیه نشین و فرسوده رخ میداد مطمئننا تلفات جانی شدیدی را در پی میداشت . آنچنان که مشاهده می شود در بخش های شمالی نیز که مرکز تجمع بافت های فرسوده و حاشیه نشین هستند رانش های رخ داده که از این رانش ها می توان به رانش در شهرک ارم اشاره کرد .در بخش های شمالی نیز مهمترین عامل تشدید رانش مجاورت با گسل شمالی تبریز و اتوبان پاسداران و شیب بسیار تند منطقه است.با توجه به اینکه معیارها و زیر معیارهای مؤثر در زمین لغزش بیشتر از طریق این مرحله (زمین لغزش های رخ داده) شناسایی می شوند توجه به شرایط جغرافیایی مناطق لغزش یافته بسیار مهم است. چنانچه قسمتهای یاد شده شهر در نزدیک ترین فاصله به گسل‌های فعال، بالاترین سطح ایستایی آب،تندترین شیب ها، سست ترین خاک ها و نزدیک به راه های ارتباطی علی الخصوص اتوبان پاسداران و شهید کسایی قراردارند. پس از شناسایی پراکندگی لغزش ها معیارهای مؤثر در زمین لغزش طبق آنچه در مرحله روش تحقیق بیان شد شناسایی شدند. جدول شماره (۱)، نشان دهنده معیارها، زیر معیار و طبقه بندی میزان تأثیر آنهاست.

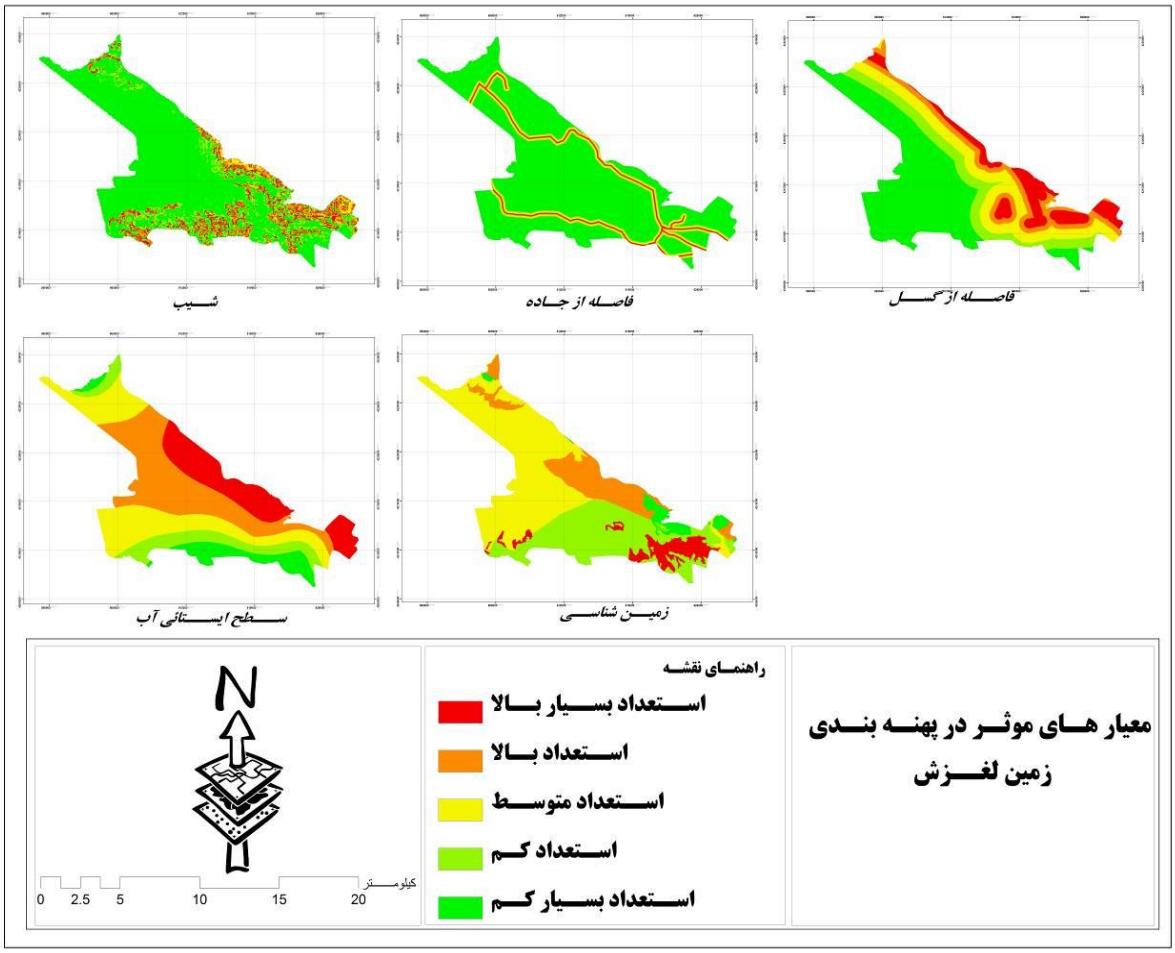
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول شماره (۱): معیار ها و زیر معیار های مؤثر در خطر زمین لغزش

معیار ها	زیر معیار	آسیب پذیری بسیار بالا	آسیب پذیری بالا	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری پائین	آسیب پذیری نسبتا پائین
فاصله از خطوط گسل	متر۵۰۰	■				
	متر۱۰۰۰		■			
	متر۲۰۰۰			■		
	متر۳۰۰۰				■	
	بالاتر از ۳۰۰۰ متر					■
واحدهای لیتولوژی	pldt	■				
	Msm۴		■			
	Qt۲-qal			■		
	plqc				■	
	Mmg۲-msc۵					■
سطح ایستایی آب	متر۵	■				
	متر۱۵-۵		■			
	۱۵-۲۵متر			■		
	۲۵-۳۵متر				■	
	۳۵ متر و بیشتر					■
شیب	۲۵ درصد به بالا	■				
	۱۵-۲۵درصد		■			
	۱۰-۱۵ درصد			■		
	۶-۱۰ درصد				■	
	زیر ۶ درصد					■
فاصله از جاده	۵۰متر	■				
	۵۰-۱۵۰ متر		■			
	۱۰۰-۲۰۰متر			■		
	۲۰۰-۳۰۰متر				■	
	۳۰۰ به بالا					■

لازم به ذکر است که با توجه به اینکه محدوده شهر تبریز تقریبا در یک شرایط و محیط اقلیمی مشخص قرار گرفته است در انتخاب معیار ها موارد اقلیمی در نظر گرفته نشده است وگرنه عوامل اقلیمی من جمله بارش از مهمترین عوامل تشدید رانش خاک هستند . پس از شناسایی معیارها و زیر معیار های مؤثر با استفاده از منابع اطلاعاتی مذکور در مراحل قبلی لایه های اطلاعاتی در قالب فرمت های مخصوص سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. شکل شماره (۵)، نشان دهنده معیارهای مؤثر در زمین لغزش است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل شماره‌ی ۳: معیار های مؤثر در پهنه بندی زمین لغزش

شیب:با دقت در نقشه شیب متوجه می شویم که هسته اولیه شهر و بافت مرکزی آن در یک موقعیت دشتی با شیب ملائم بنا شده ولی توسعه روزافزون شهر آن را به سمت اطراف و دامنه های پرشیب کشانده مخصوصا شهرک های اقماری جدیدالحداث تماما در بخش های شمال و جنوب شرقی شهر احداث شده که منطبق با مناطق پرشیب هستند .شیب زمین در این مناطق گاهی حتی به ۳۰ درصد نیز می رسد.بررسی تطبیقی نقشه معیار ها و زمین لغزش های رخ داده انطباق مناطق پرشیب و رانشی را نشان می دهد.

فاصله از جاده:گسترش یکباره شهر و توسعه کالبدی آن با افزایش ترافیک همراه بوده و رفع این مشکل مستلزم ایجاد کمربندی هایی جهت عبور ترافیک گذری شهر خارج از محدوده شهر بوده است که ین امر موجب احداث دو اتوبان شمالی و جنوبی شهر تبریز شده است .این گذر ها ابتدا صرفا با هدف عبوری احداث شده اند ولی گسترش شهر در امتداد محورهای شمالی و جنوبی نقش این گذرها را تغییر داده و آن ها را تقریبا به گذرهای شهری تبدیل کرده است .احداث تقاطع ها و خروجی های وسیع در امتداد این گذر ها خود علتی بر این مدعا است .در یک جمع بندی کلی می توان گفت گسترش شهر و احاطه شدن این اتوبان ها در تشدید خطر زمین لغزش تاثیر بسزایی داشته و خواهد داشت .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

فاصله از گسل:گسل شمال تبریز که به عنوان یکی از مخرب ترین و فعال ترین گسل های ایران شناخته شده است دارای یک شاخه اصلی در شمال و شاخه های فرعی در شرق و شمال شرقی است .شاخه شمالی آن طبق نقشه تقریبا منطبق با اتوبان پاسداران است که در مسیر خود از فرودگاه تبریز شروع شده و به سه راهی اهر و شهر جدید شهریار ختم می شود که در این مسیر محلات حاشیه نشین شمالی و شهرک های رشدیه،باغمیشه،ولی امر،نصر،بعثت،مرزداران،ولیعصر ۲،فجر و بسیاری از نواحی دیگر را در بردارد.شاخه فرعی آن نیز در برگیرنده شهرک های ولیعصر شمالی ،زعفرانیه و... می باشد .دقت در نقشه نشان می دهد رانش های اخیر در شرق شهر منطبق با شاخه های فرعی گسل است .

سطح ایستایی آب:هرچه از شمال شهر به سمت جنوب و غرب حرکت کنیم سطح ایستایی آب کاهش می یابد چنانچه این نوسان از ۵ متر شروع و به ۳۵ متر و بالاتر ختم می شود .با توجه به اینکه تقریبا اکثر نواحی مجاور با شاخه اصلی گسل تبریز در کمترین سطح ایستایی آب قرار دارند خطر زمین لغزش بیشتر در این مناطق احساس می شود.

زمین شناسی: مناطق شرقی و شمالی شهر با دارا بودن هسته های مارنی و رسی و قابلیت جذب شدید آب به حساس ترین و خطرناک ترین مناطق لغزشی تبدیل شده اند .همان طور که گفه شد مناطق شرقی منطبق با بافت جدیدالحداث شهر هستند ولی مناطق شمالی بافت های حاشیه نشین را شامل می شوند از آنجایی که این مناطق شیب بسیار تندی داشته در مسیر مسیل ها و آبهای جاری که از سمت کوه های عون ابن علی به سمت شهر روانه می شوند قرار دارند استعداد لغزشی این مناطق بسیار بالا است حتی محله سیلاب قوشخانه که در منطقه قرار دارد با توجه به نام محله مشخص است که روزگاری محل عبور سیل بوده و در صورت رخ داد سیل دوباره می تواند نقش گذشته خود را ایفا کند که در این صورت علاوه بر خسارات سیل با رانش های وسیعی نیز مواجه خواهیم بود.

با دقت در نقشه های فوق مشاهده می شود که تقریباً همه معیارها هماهنگی خاصی با یکدیگر از نظر مناطق با استعداد بالا را دارند. چنانچه اکثراً مناطق شمال و شمال شرقی شهر در پهنه های با استعداد بسیار بالا و بالا قراردارند که این نکته حاکی از شناخت صحیح معیارها و علی الخصوص زیرمعیارها است و بدین معنی است که مناطق یاد شده منطبق با مناطقی است که در طول زمان زمین لغزش ها در آن مناطق رخ داده است.

پس از شناسایی معیارهای موثر این معیار ها وارد مدل تاپسیس فازی وزن شده اند. جدول شماره (۲) نشان دهنده اوزان (فاصله از ایده آل) معیارها و زیر معیار ها مستخرج از مدل تاپسیس فازی است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول شماره‌ی ۲: محاسبه فاصله معیارها از ایده آل مثبت و ایده آل منفی

گسل										
		AHP	d̃_ij^+			d̃_ij^-				
متغیر های زبانی	اعداد مثلثی فازی	weight	a۱	a۲	a۳	a۱	a۲	a۳	D*	D-
کاملا سازگار	(۰.۷۵ ۱ ۱)	۰.۲۰۶	۰	۰	۰	۰.۱۵۴۵	۰.۲۱	۰.۱۵۴۵۰	۰	۰.۱۷۱۶۶۷
نسبتا سازگار	(۰.۵ ۰.۷۵ ۱)	۰.۲۰۶	۰.۰۵۱۵	۰.۰۵۱۵	۰	۰.۱۰۳	۰.۱۵	۰.۱۵۴۵۰	۰.۰۳۴۳۳۳	۰.۱۳۷۳۳۳
بی تفاوت	(۰.۲۵ ۰.۵ ۰.۷۵)	۰.۲۰۶	۰.۱۰۳	۰.۱۰۳	۰.۰۵۱۵	۰.۰۵۱۵	۰.۱	۰.۱۰۳۰۰	۰.۰۸۵۸۳۳	۰.۰۸۵۸۳۳
نسبتا ناسازگار	(۰ ۰.۲۵ ۰.۵)	۰.۲۰۶	۰.۱۵۴۵	۰.۱۵۴۵	۰.۱۰۳	۰	۰.۰۵	۰.۰۵۱۵۰	۰.۱۳۷۳۳۳	۰.۰۳۴۳۳۳
کاملا ناسازگار	(۰ ۰ ۰.۲۵)	۰.۲۰۶	۰.۱۵۴۵	۰.۲۰۶	۰.۱۵۴۵	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۱۷۱۶۶۷	۰
جنس خاک										
متغیر های زبانی	اعداد مثلثی فازی	weight								
کاملا سازگار	(۰.۷۵ ۱ ۱)	۰.۳۳۷	۰	۰	۰	۰.۲۵۲۷۵	۰.۳۴	۰.۲۵۲۷۵	۰	۰.۲۸۰۸۳۳
نسبتا سازگار	(۰.۵ ۰.۷۵ ۱)	۰.۳۳۷	۰.۰۸۴۲۵	۰.۰۸۴۲۵	۰	۰.۱۶۸۵	۰.۲۵	۰.۲۵۲۷۵	۰.۰۵۶۱۶۷	۰.۲۲۴۶۶۷
بی تفاوت	(۰.۲۵ ۰.۵ ۰.۷۵)	۰.۳۳۷	۰.۱۶۸۵	۰.۱۶۸۵	۰.۰۸۴۲۵	۰.۰۸۴۲۵	۰.۱۷	۰.۱۶۸۵۰	۰.۱۴۰۴۱۷	۰.۱۴۰۴۱۷
نسبتا ناسازگار	(۰ ۰.۲۵ ۰.۵)	۰.۳۳۷	۰.۲۵۲۷۵	۰.۲۵۲۷۵	۰.۱۶۸۵	۰	۰.۰۸	۰.۰۸۴۲۵	۰.۲۲۴۶۶۷	۰.۰۵۶۱۶۷
کاملا ناسازگار	(۰ ۰ ۰.۲۵)	۰.۳۳۷	۰.۲۵۲۷۵	۰.۳۳۷	۰.۲۵۲۷۵	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۲۸۰۸۳۳	۰
سطح ایستایی آب										
متغیر های زبانی	اعداد مثلثی فازی	weight								
کاملا سازگار	(۰.۷۵ ۱ ۱)	۰.۲۷۱	۰	۰	۰	۰.۲۰۳۲۵	۰.۲۷	۰.۲۰۳۲۵	۰	۰.۲۲۵۸۳۳
نسبتا سازگار	(۰.۵ ۰.۷۵ ۱)	۰.۲۷۱	۰.۰۶۷۷۵	۰.۰۶۷۷۵	۰	۰.۱۳۵۵	۰.۲	۰.۲۰۳۲۵	۰.۰۴۵۱۶۷	۰.۱۸۰۶۶۷
بی تفاوت	(۰.۲۵ ۰.۵ ۰.۷۵)	۰.۲۷۱	۰.۱۳۵۵	۰.۱۳۵۵	۰.۰۶۷۷۵	۰.۰۶۷۷۵	۰.۱۴	۰.۱۳۵۵۰	۰.۱۱۲۹۱۷	۰.۱۱۲۹۱۷
نسبتا ناسازگار	(۰ ۰.۲۵ ۰.۵)	۰.۲۷۱	۰.۲۰۳۲۵	۰.۲۰۳۲۵	۰.۱۳۵۵	۰	۰.۰۷	۰.۰۶۷۷۵	۰.۱۸۰۶۶۷	۰.۰۴۵۱۶۷
کاملا ناسازگار	(۰ ۰ ۰.۲۵)	۰.۲۷۱	۰.۲۰۳۲۵	۰.۲۷۱	۰.۲۰۳۲۵	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۲۲۵۸۳۳	۰
فاصله از جاده										
متغیر های زبانی	اعداد مثلثی فازی	weight								
کاملا سازگار	(۰.۷۵ ۱ ۱)	۰.۰۸۸	۰	۰	۰	۰.۰۶۶	۰.۰۹	۰.۰۶۶۰۰	۰	۰.۰۷۳۳۳۳
نسبتا سازگار	(۰.۵ ۰.۷۵ ۱)	۰.۰۸۸	۰.۰۲۲	۰.۰۲۲	۰	۰.۰۴۴	۰.۰۷	۰.۰۶۶۰۰	۰.۰۱۴۶۶۷	۰.۰۵۸۶۶۷
بی تفاوت	(۰.۲۵ ۰.۵ ۰.۷۵)	۰.۰۸۸	۰.۰۴۴	۰.۰۴۴	۰.۰۲۲	۰.۰۲۲	۰.۰۴	۰.۰۴۴۰۰	۰.۰۳۶۶۶۷	۰.۰۳۶۶۶۷
نسبتا ناسازگار	(۰ ۰.۲۵ ۰.۵)	۰.۰۸۸	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۴۴	۰	۰.۰۲	۰.۰۲۲۰۰	۰.۰۵۸۶۶۷	۰.۰۱۴۶۶۷
کاملا ناسازگار	(۰ ۰ ۰.۲۵)	۰.۰۸۸	۰.۰۶۶	۰.۰۸۸	۰.۰۶۶	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۷۳۳۳۳	۰
شیب										
متغیر های زبانی	اعداد مثلثی فازی	weight	a۱	a۲	a۳	a۱	a۲	a۳	D*	D-
کاملا سازگار	(۰.۷۵ ۱ ۱)	۰.۰۹۹	۰	۰	۰	۰.۰۷۴۲۵	۰.۱	۰.۰۷۴۲۵	۰	۰.۰۸۲۵
نسبتا سازگار	(۰.۵ ۰.۷۵ ۱)	۰.۰۹۹	۰.۰۲۴۷۵	۰.۰۲۴۷۵	۰	۰.۰۴۹۵	۰.۰۷	۰.۰۷۴۲۵	۰.۰۱۶۵	۰.۰۶۶
بی تفاوت	(۰.۲۵ ۰.۵ ۰.۷۵)	۰.۰۹۹	۰.۰۴۹۵	۰.۰۴۹۵	۰.۰۲۴۷۵	۰.۰۲۴۷۵	۰.۰۵	۰.۰۴۹۵۰	۰.۰۴۱۲۵	۰.۰۴۱۲۵
نسبتا ناسازگار	(۰ ۰.۲۵ ۰.۵)	۰.۰۹۹	۰.۰۷۴۲۵	۰.۰۷۴۲۵	۰.۰۴۹۵	۰	۰.۰۲	۰.۰۲۴۷۵	۰.۰۶۶	۰.۰۱۶۵
کاملا ناسازگار	(۰ ۰ ۰.۲۵)	۰.۰۹۹	۰.۰۷۴۲۵	۰.۰۹۹	۰.۰۷۴۲۵	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۸۲۵	۰

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول شماره (۲)، که خروجی مدل تاپسیس فازی است نشان می‌دهد که در این تحقیق عوامل مؤثر در زمین لغزش با تأثیرات متفاوتی عمل می‌کنند. چنانچه عامل جنس خاک به عنوان مهمترین عامل و پس از آن به ترتیب عوامل سطح ایستایی آب، فاصله از گسل، شیب و فاصله از جاده قراردارند که این عوامل در ارتباط با هم نقشه مناطق مستعد بروز زمین لغزش را شکل می‌دهند.

استخراج نقشه نهایی

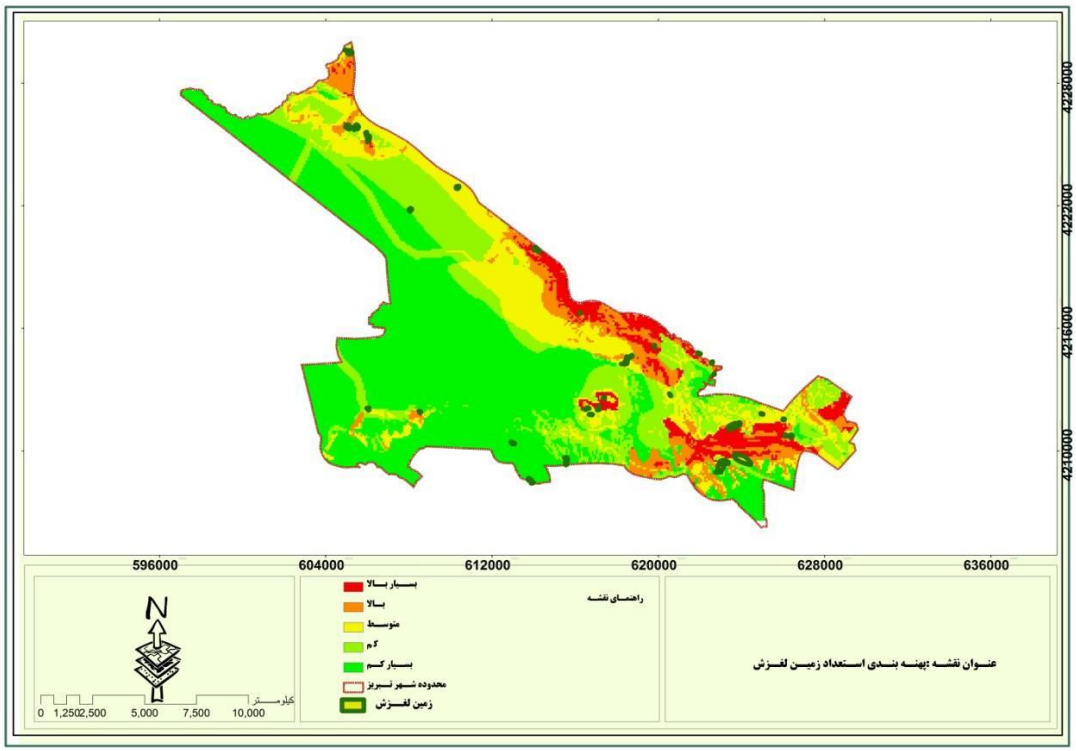
شرایط ژئومورفولوزیکی و لیتولوژی شهر همراه با موقعیت کوهستانی آن باعث تشدید خطر زمین لغزش در آن شده است. نتایج نهایی نشانگر آن است که بیش از ۳۰ درصد محدوده شهر تبریز جز پهنه های با خطر متوسط به بالا هستند که این مناطق بیشتر در محدوده اراضی شمال و شمال شرقی پراکنده شده است. جدول شماره (۳)، بیانگر میزان و مساحت پهنه های خطر زمین لغزش در محدوده شهر تبریز است.

جدول شماره‌ی ۳: مساحت پهنه های زمین لغزش

مؤلفه ها	تعداد پیکسل	مساحت هر پیکسل	مساحت هر طبقه	درصد
استعداد بسیار بالا	۶۰۵۳۶۵	۲۵	۱۵۱۳۴۱۲۵	۶
استعداد بالا	۸۰۷۱۵۴	۲۵	۲۰۱۷۸۸۵۰	۸
استعداد متوسط	۱۷۱۵۲۰۳	۲۵	۴۲۸۸۰۰۷۵	۱۷
استعداد کم	۲۲۱۹۶۷۵	۲۵	۵۵۴۹۱۸۷۵	۲۲
استعداد بسیار کم	۴۷۴۲۰۳۳	۲۵	۱۱۸۵۵۰۸۲۵	۴۷

جدول شماره (۳) و شکل شماره (۶) به خوبی مشخص می‌کند که مناطقی از شهر تبریز در وضعیت خطر متوسط به بالای احتمال بروز زمین لغزش قراردارند. با توجه به مطالب قبلی در گذشته نیز زمین لغزش های فراوانی در این مناطق اتفاق افتاده است اما نکته قابل توجه این است که با وجود اینکه این بخش ۳۰ درصد محدوده شهر تبریز را اشغال کرده است اما این بخش دقیقاً پرتراکم ترین منطقه شهر از نظر جمعیتی است. چنانچه همپوشانی نقشه نهایی با نقشه بلوک های جمعیتی حاصل از نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ شهر تبریز نشان دهنده اسکان ۵۶۳۷۲۴ نفر در محدوده خطر متوسط به بالا است با توجه به نرخ رشد جمعیت در این ۵ سال تعداد این جمعیت بیش از ۶۰۰هزار نفر خواهد بود که در مقیاس یک شهر جمعیت زیادی به حساب می آید .علاوه بر تراکم بالای جمعیتی وجود بافت های فرسوده و اسکان غیر رسمی در قسمت های شمالی و مناطق توسعه آتی در شرق این مناطق را به یکی از بحرانی ترین مناطق شهر تبدیل می کند. لازم به ذکر است که این مناطق در نقشه های پهنه بندی زمین لرزه نیز همواره جز مناطق با آسیب پذیری بالا قرار داشته اند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل شماره‌ی ۴: پهنه بندی استعداد زمین لغزش

نتیجه‌گیری

با دقت بر روی نقشه نهایی و نقشه پراکندگی گسل ها صحت و دقت پژوهش اثبات می شود که پهنه های خطرناک نقشه نهایی تقریباً منطبق با لغزش های رخ داده است. پس می‌توان نتیجه گیری کرد که روش و الگوی ارایه شده در این مقاله روش مناسبی جهت پهنه بندی خطر زمین لغزش در محدوده شهرها است. به طور کلی قسمت هایی از محلات سیلاب، ملازینال، یوسف آباد، کوی ولیعصر، شهرک باغمیشه، کوی گلپارک، شهرک شهید یاغچیان، شهرک فجر، شهرک خاوران و شهرک صیاد شیرازی در محدوده های با خطر بسیار بالا و بالا قرار دارند اما محدوده‌های جنوبی و غربی کاملاً در محدوده‌های بی خطر قرار دارند. در قسمت‌های شمالی و شرقی نیز محدوده‌های وسیعی در پهنه‌های کم خطر وجود دارد.

با توجه به گستردگی محدوده مصوب شهر تبریز هنوز بیش از نیمی از اراضی در داخل محدوده بایر است. وجود چنین ظرفیتی همراه با وجود مخاطرات محیطی از جمله زمین لغزش لزوم یک برنامه ریزی کاربری اراضی در این شهر را اثبات می کند.این برنامه ریزی باید به سمت تهیه طرح های توسعه شهری با رویکرد مسئله محوری حرکت کند .چنانچه مهمترین مسئله برای شهر تبریز بحث مخاطرات طبیعی است که در این میان زمین لرزه و رانش زمین جز مهمترین آنها است .مناسبترین طرح توسعه شهر تبریز باید با مطالعه دقیق مخاطرات طبیعی شهر توسعه شهر را به سمت اراضی با ریسک پایین هدایت کرده در صدد کاهش تراکم مناطق پر خطر باشد در حالی که پرخطر ترین مناطق رانشی منطبق با پرتراکم ترین مناطق شهر هستند که در طرح های توسعه شهری نیز جز مناطق با تراکم بالا مشخص شده اند که ادامه این روند طبعا باعث تشدید مخاطرات طبیعی علی الخصوص زمین لغزش خواهد بود. جهت کاهش خطرات ناشی از زمین لغزش در شهر تبریز، پیشنهادات زیر ارایه شده است:

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

- بررسی و مطالعه و تهیه طرح های ریز پهنه بندی مخاطرات محیطی از جمله خطر زمین لغزش توسط مدیریت شهری؛
- تهیه طرح های توسعه شهری با محوریت کاهش روند توسعه شهر به سمت شمال و شمال شرقی شهر .
-اتخاد سیاست هایی جهت کاهش تراکم های ساختمانی و جمعیتی در بخش های شنال و شمال شرقی شهر .
- ایجاد کمربند سبز در بخش های شمالی شهر منطبق با مناطق واقع شده در حریم گسل شمالی شهر جهت کاهش خطر زمین لغزش، استحکام خاک محدوده و جلوگیری از توسعه شهر در این مناطق و کاهش تراکم جمعیتی .
-رعایت حرایم اتوبان های شمالی و جنوبی شهر و جلوگیری از احاطه شدن این اتوبان ها با توسعه شهری .
- تخلیه مردم ساکن در نواحی با خطر بسیار بالا و تغییر کاربری در محدوده های پر خطر؛
- طراحی شهر در محدوده های پر خطر با لحاظ کردن خطر زمین لغزش؛
- استفاده از اراضی بایر و فضاهای سبز در نواحی شمالی شهر جهت ایجاد ایجاد پایگاه های اسکان و امداد و نجات در نزدیکی محدوده های پر خطر؛
- استفاده از سازه های پایدار و اصول مهندسی در طراحی سازه ها با توجه به شرایط لیتولوژیکی و پهنه بندی زمین لغزش در مناطق مختلف.

منابع

اصغری زمانی، اکبر .(۱۳۷۹). «پژوهشی در روند حاشیه نشینی در ایران (نمونه موردی: تبریز).رساله کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز.دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری.تبریز.

قنبرزاده، هادی ؛ عباس رجبی کاریزکی. (۱۳۸۶). «پهنه بندی نواحی مستعد زمین لغزش در حوضه آبریز کال سالار (تربت حیدریه)».مجله علوم جغرافیایی.شماره ۵ و۶ (بهار و تابستان):۱۲۷-۱۴۸ .

صالحی پور علی رضا .(۱۳۸۰). «بررسی پارامترهای هیدرومورفیک مؤثر در حرکات دامنه ای حوضه آبریز چای با استفاده از GIS». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.تهران.

زیستا.طرح تفضیلی شهر تبریز.تجمیع توسط شرکت زیستا.

زنگی آبادی، علی ؛ نازنین تبریزی. (۱۳۸۵). زلزله تهران و ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری.پژوهش های جغرافیایی. شماره ۵۶ (تابستان):۱۱۵-۱۳۰ .

روستائی، شهرام ؛ راحله علیزاده.(۱۳۹۱). «پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه صوفی چای». فضای جغرافیایی. سال دوازدهم. شماره ۳۹ (پاییز):۱۷-۳۵.

روستائی، شهرام. (۱۳۹۰). پهنه بندی خطر گسل برای کاربری های مختلف اراضی شهری. جغرافیا و توسعه. شماره ۲۱ (بهار):۲۷-۴۱ .

کرمی، محمدرضا .(۱۳۸۲). «مکان یابی هنرستان های فنی و حرفه ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی تبریز). رساله کارشناسی ارشد،دانشگاه تبریز.دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری.تبریز.

کرم، عبدالکریم .(۱۳۸۳).کاربرد ترکیب خطی وزین (WLC) در پهنه بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش (مطالعه موردی: منطقه سرخون در استان چهارمحال و بختیاری).جغرافیا و توسعه.(پاییز و زمستان):۱۳۱-۱۴۶.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

طالبی، علی ؛ مریم ایزددوست. (۱۳۹۰).«بررسی کارایی مدل SINMAP در پهنه بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام)». علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال پنجم. شماره ۱۵ (تابستان):۶۳-۶۸.

خوب آیند، سعید .(۱۳۷۹). «روش های تأمین مسکن گروه های کم درآمد در ایران (نمونه موردی: تبریز)».رساله کارشناسی ارشد.دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری. تبریز.

خالدی، شهریار ؛ خه بات درفشی. اکبر مهرجونژاد ، سعیده قره چاهی . (۱۳۹۱).«ارزیابی عوامل مؤثر در رویداد زمین لغزش و پهنه بندی آن با استفاده از رگرسیون لجستیک در محیط GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان)».جغرافیا و مخاطرات محیطی.شماره اول (بهار):۶۵-۸۲.

مرکز آمار ایران .(۱۳۸۵). نتایج تفضیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.

مرادی،حمید رضا؛ علیرضا سپهوند. پرویز عبدالمالکی. (۱۳۹۱). «بررسی تعداد عوامل ورودی در مقدار دقت شبکه عصبی مصنوعی برای پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش (بررسی موردی: حوزه آبخیز هراز)». نشریه مرتع و آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۲ (تابستان):۲۳۱-۲۴۳.

نادری ،فتح الله (۱۳۹۱).«کاربرد منطق فازی در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز چرداول، پژوهش های آبخیزداری.شماره ۹۴ (بهار):۷۴-۸۵.

نصیری، شهرام. (۱۳۸۳). «نگرشی بر زمین لغزش های ایران بررسی موردی ناپایداری شیب ها در جاده هراز.پایگاه ملی علوم زمین کشور.

هاشمی، سیدهدایت؛ جلال کرمی. جمال امینی. عباس علی محمدی سراب.(۱۳۸۹). «پهنه بندی مناطق حساس به زمین لغزش با استفاده از الگوریتم فازی تاپسیس و سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان لرستان).سنجش از دور و GIS ایران. سال دوم.شماره چهارم (زمستان):۲۳-۳۶.

Bhattarai, P. Marui, H. Aoyama, K. (۲۰۰۴); "Use of Soil Properties on Preliminary Slope Instability Mapping Along Prithiwi Highway, Nepal." Geothermal, Vol, ۳.

Guzzetti, Fausto and Alessandro Cesare Mondini (۲۰۱۲); "Landslide inventory maps: New Tools for an Old Problem", Earth-Science, Vol. ۱۱۲, Issues ۱–۲ (April):۴۲-۶۶.

Guzzetti, Fausto and Paola Reichenbach (۲۰۰۵); "Probabilistic Landslide Hazard Assessment at the Basin Scale", Geomorphology, Vol. ۷۲, Issues. ۱–۴ (December):۲۷۲-۲۹۹.

Lucàa, Federica and Donato D'Ambrosio (۲۰۱۴); "Integrating Geomorphology, Statistic and Numerical Simulations for Landslide Invasion Hazard Scenarios Mapping: an Example in the Sorrento Peninsula (Italy)", Computers & Geosciences, Article in Press, Vol. ۶۵:۱۶۳-۱۷۲.

Fell, R., Corominas, J., Bonnard, CH., Cascini, L., Leroi, E., Savage, Z.S., (۲۰۰۸); "Guidelines for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for Land Use Planning," Engineering Geology, Vol. ۱۰۲ :۸۵-۹۸.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

Kumar Dahal, R., (۲۰۰۸); Predictive Modeling of Rainfall-induced Landslide Hazard in the Lesser Himalaya of Nepal Based on Weights-of-evidence", Geomorphology, Vol. ۱۰۲:۴۹۶-۵۱۰.

Mohammadi, A., Heshmatpoor, A., Mosaedi, A., (۲۰۰۴); Study on Efficiency of an Iranian Method for Landslide Hazard Zonation in Golestan Province (Iran), Geophysical Research Abstracts, Vol. ۶.

Sakar, S., Kanungo, D.P., Mehrotar, G.S., (۱۹۹۵); "Landslide Zonation: A Case Study in Garhwal Himalaya, India, Mountain Research and Development, Vol.۱۵, No. ۴:۳۰۱-۳۰۹.

Lee, Saro and M. Kyungduck (۲۰۰۱); "Statistical Analysis of Landslide Susceptibility at Yonging, Korea, Environmental Geology, No. ۴۰:۱۰۹۵-۱۱۱۳.

Varnes, D. J., (۱۹۸۴); Landslide Hazard Zonation: A Review of Principle and Practice ,Paris: UNEXCO.

Wang, Y. M., & Elhag, T. M. S. (۲۰۰۶); Fuzzy TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets With an Application to Bridge Risk Assessment. Expert Systems with Applications, Vol. ۳۱:۳۰۹-۳۱۹.

Xu, Z. S., & Chen, J. (۲۰۰۷); "An interactive method for fuzzy multiple attribute group decision making, Information Sciences ,Volume ۱۷۷, Issue ۱, ۱ January ۲۰۰۷, Pages ۲۴۸–۲۶۳.

Yalcin, A., (۲۰۰۸); "GIS-based Landslide Susceptibility Mapping Using Analytical Hierarchy Process and Bivariate Statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of Results and Confirmations",Catena, , Volume ۷۲, Issue ۱, ۱ January ۲۰۰۸, Pages ۱–۱۲.

Zimmerman, H. J. (۱۹۹۶); Fuzzy Sets Theory and its Applications. Boston: Kluwer Academic Publisher.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]