

مدل سازی حریم زمین لغزش با مدیریت استراتژی در برنامه ریزی شهری (مطالعه موردی: شهر تبریز)

زیبا بهشتی^۱

علیرضا قراگوزلو^{*۲}

a_gharagozlo@sbu.ac.ir

سید مسعود منوری^۳

سید مسعود خیرخواه زرکش^۴

تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۸

چکیده

زمینه و هدف: توسعه و گسترش ساخت و ساز غیراصولی بر روی تپه‌های رسی و مارنی در بخشی از شهر تبریز به دلیل کیفیت و ویژگی‌های نامطلوب خاک و خاصیت روانگرایی آن در هنگام زمین لرزه، باعث گردیده که این منطقه در معرض خطر زمین لغزش هم قرار گیرد. هدف اصلی این تحقیق، مدل سازی حریم زمین لغزش با مدیریت استراتژی در برنامه ریزی شهری تبریز می باشد.

روش بررسی: ارزیابی حساسیت زمین لغزش با مدل عملکرد باور شهودی (Evidential Belief Function) انجام گرفت، ارزیابی آثار زیست محیطی زمین لغزش توسط مدل پرومته ۲ در سه فاز زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مورد بررسی قرار گرفت و برنامه استراتژی زمین لغزش جهت کمک به تصمیم گیران ذیربط ارائه گردید.

یافته ها: نتایج این تحقیق نشان داد ۸۲/۹٪ از مناطق شهر تبریز در خطر وقوع زمین لغزش است و تراکم‌های ساختمانی زیاد با قطعات مسکونی زیر ۷۵ مترمربع در این مناطق شناسایی گردید. میزان دسترسی به شبکه راه های شهر کمتر از ۳۰٪ است. ۱۴۲ هکتار کمبود در مراکز درمانی، ۸۵۳ هکتار در تاسیسات و تجهیزات شهری، ۴۳۰ هکتار در فضای سبز شهر شناسایی گردید و بیش از ۷۰٪ از مراکز مهم و حیاتی شهر نیازمند مقاوم سازی شناخته شد، آمار مورد استفاده در این تحقیق با توجه به انجام آن، مربوط به سال ۱۳۹۵ می باشد.

۱- دانشجوی گروه تخصصی ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- دانشیار پژوهشکده حفاظت و آبخیزداری کشور Areeo، تهران، ایران.

بحث و نتیجه گیری: پهنه‌های مورد نیاز در کاربری‌های درمانی، امنیتی، فضای سبز شهری، مراکزآمداورسانی، تاسیسات و تجهیزات شهر شناسایی گردید و با پایش مناطق لغزشی میانگین سرعت حرکت زمین لغزش در سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۸ به میزان ۴۱/۶۵ متر است که شیب و اختلاف زیاد محل، جنس زمین و لایه‌های رسوبی غیرمتراکم آن، دامنه‌های شمالی برفگیر، جنس ریزدانه، فرسایش تدریجی رسوبات در ایجاد زمین لغزش‌ها در طول زمان موثر بوده اند.

واژه های کلیدی: ارزیابی اثرات زیست محیطی، حساسیت زمین لغزش، اقدامات اصلاحی، پایش، برنامه استراتژیک.

Landslide Modeling with Strategy Management in Urban Planning (The Case Study: Tabriz City)

Ziba Beheshti¹

Alireza Gharagozlo^{2*}

a_gharagozlo@sbu.ac.ir

Seyed Masoud Monavari³

Seyed Masoud Kheirkhah⁴

Admission Date: July 11, 2020

Date Received: January 27, 2020

Abstract

Background and Objective: Due to increasing constructions on clay and marl hills in part of Tabriz and because of the unfavorable quality and characteristics of the soil and its liquefaction during earthquake, the area is also exposed to the risk of landslide. This paper attempts to demonstrate the risk of landslide in Tabriz using visual and statistical evidence.

Material and Methodology: landslide susceptibility assessment was performed by means of Evidential Belief Function Model. Then The environmental impacts assessment of landslide were performed using promethean II model in three environmental, economic, and social phases, and at end, the landslide strategy plan was developed to help decision makers, the statistics used in this research are related to year 2016.

Findings: 82/9% of Tabriz areas are at risk of landslides. High construction densities were identified with residential areas below 75 m². Access to the city's road network is less than 30%. 142 hectares in health centers, 853hec in facilities and equipment, 430hec in urban green space deficiency was identified. More than 70% of vital centers require strengthening.

Discussion and conclusion: required zones in medical department, security, urban green space, vital centers require strengthening, facilities and equipment presented. The average landslide velocity from 1956 to 2020 is 41/65 meter. High slope and location difference, the texture of the earth and its non-dense layers, northern slope snow catcher, fine texture, the gradual erosion of sediments is effective in creating landslides over time.

Key words: environmental impact assessment, landslide sensitivity, mitigation, strategy management.

1- Department of Environmental Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2-Faculty of civil water and environmental engineering Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

*(Corresponding Author)

3- Department of Environmental Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4- Department of Environmental Science, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran.

مقدمه

بازدیدهای وسیع میدانی به منظور تطبیق و افزایش دقت مکانی زمین لغزش‌های موجود در منطقه، نقاط لغزشی بالفعل و مستعد شناسایی و توسط GPS ثبت گردیدند. از نرم افزار ARC GIS 10 به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه‌های مورد نیاز استفاده شده است. گام بعدی، با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی ۱۱ عامل موثر و تاثیرگذار در رخداد زمین لغزش شامل: شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه‌های اصلی، فاصله از رودخانه‌های فرعی، فاصله از خطوط نفتی، فاصله از شبکه گازی، فرسایش، نوع خاک و لیتولوژی در محیط GIS تحلیل شدند. جهت بررسی زمین شناسی شهر تبریز از نقشه زمین شناسی ناحیه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده گردید. در مطالعات سنگ شناسی از ۳۵ نمونه مقطع نازک از سنگ‌های موجود در منطقه، مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفت و در رابطه با سن و ساختار گسل و چین خوردگی‌های واحدهای سنگی ناحیه، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ تبریز به عنوان مرجع استفاده گردید. این تحقیق در سال ۱۳۹۵ انجام گرفته است. در تحقیق حاضر، از مدل‌های Evidential Belief Function، مدل آنروپی و مدل پرومته ۲ استفاده گردیده است. به دلیل نوآوری مدل EBF توضیح اجمالی ارایه می‌گردد. این مدل به دو صورت داده مبنا و دانش مبنا قابل استفاده است. برآورد دانش مبنا توابع باور شهودی معمولا زمانی که اهداف شناخته شده (زمین لغزش‌های پیشین) ناکافی یا دچار کمبود هستند، مناسب است. اما زمانی که اهداف شناخته شده در منطقه زیاد موجود باشند، برآورد داده مبنای توابع باور شهودی مناسب می‌باشد. توابع باور شهودی برای نقشه شاهد X_1 با نقشه شاهد X_2 بر اساس قانون دمپستر جهت ساخت یک نقشه تلفیق شده از توابع باور شهودی می‌توانند ترکیب شوند.

$$Bel_{x_i, x_j} = \frac{bel_{x_i, bel_{x_j}} + bel_{x_i, unc_{x_j}} + bel_{x_j, unc_{x_i}}}{\beta}$$

$$Dis_{x_i, x_j} = \frac{dis_{x_i, dis_{x_j}} + dis_{x_i, unc_{x_j}} + dis_{x_j, unc_{x_i}}}{\beta}$$

$$Unc_{x_i, x_j} = \frac{unc_{x_i, unc_{x_j}}}{\beta}$$

خطرات ناشی از حرکت یک توده منجر به تهدید جان انسان ها، صدمات اقتصادی و ساختاری می شود که نتیجه آن رنج کشیدن انسان ها، از بین رفتن منابع اقتصادی و تنزل زیست محیطی می‌باشد (۲۱). زمین لغزش‌ها توسط قوانین مکانیکی که امکان شناسایی و بررسی در متدهای تجربی، آماری و قطعی را دارند، کنترل می‌شوند (۳). ارزیابی حساسیت زمین لغزش احتمال رخداد یک زمین لغزش در یک منطقه بر اساس شرایط ویژه منطقه‌ای است (۴). صحت نقشه‌های زمین لغزش به شدت بستگی به تعداد و کیفیت داده‌های قابل دسترسی، مقیاس کاری و انتخاب متدولوژی جهت مدل‌سازی و آنالیز داده‌ها دارد (۵). مطالعات جهانی اخیر ارزیابی زمین لغزش حاکی از این است که اکثر کشورهای درحال توسعه بالاترین ریسک زمین لغزش را دارند (۶، ۷ و ۸). روند گسل شمال تبریز در حد بین تبریز و صوفیان تقریبا N۱۱۵ و شیب آن قائم است. امکان حرکت گسل تبریز با زمین لرزه‌های ویرانگر همیشه وجود دارد. فعالیت تکتونیک این گسل تا عهد حاضر ادامه داشته و باعث ایجاد گسله، شکستگی و برآمدگی هایی شده است (۹). ساخت و ساز غیرمجاز در طی سال‌ها به دلیل شرایط مساعد آب و هوایی در مناطق مستعد لغزش در شهر تبریز سبب بروز برخی مخاطرات زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در این مناطق گردیده است. وقوع زمین لغزش‌های مجتمع‌های مسکونی شهرک ولیعصر در سال‌های ۷۳-۱۳۷۲ و تداوم آن تا سال‌های اخیر و زمین لغزش‌های بزرگراه شمالی شهر و تخریب این جاده و هزینه‌های متحمل جهت بازسازی نمونه‌ای از مشکلات مذکور می‌باشد. بنابراین، جهت کاهش هرگونه آسیب از سوی زمین لغزش ها، ارزیابی حساسیت مناطق به صورت علمی لازم و ضروری می‌باشد. هدف اصلی در این تحقیق، مدل‌سازی حریم زمین لغزش با مدیریت استراتژی در برنامه ریزی شهر تبریز می باشد.

الف) مواد و روش ها

این پژوهش نتیجه یک پژوهش توسعه‌ای- کاربردی است که در آن از روش‌های کتابخانه‌ای، بازدیدهای میدانی و مدل‌سازی استفاده شده است. در ابتدا از طریق تصاویر ماهواره‌ای و

گوشه شرقی جلگه تبریز و در محل تلاقی امتداد دو رشته ناهموار واقع شده است که در دو سمت شمال و جنوب این شهر قرار گرفته اند. از لحاظ زمین شناسی، شهر تبریز در محدوده ترکیب متنوعی از سازندها واقع شده است.

که $\beta = 1 - belx \cdot disx_r - disx \cdot belx_r$ یک فاکتور نرمال برای اطمینان از $BEL + UNC + DIS = 10$ می باشد.

(ب) منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، شهر تبریز، در عرض جغرافیایی شمالی $38^{\circ} 12'$ و طول جغرافیایی شرقی $46^{\circ} 16'$ واقع می باشد. شهر تبریز با وسعتی معادل 70388 کیلومترمربع در انتهای ترین



شکل ۱- نقشه زمین شناسی شهر تبریز (منبع: سازمان زمین شناسی استان آذربایجان شرقی، ۱۳۹۵)

Figure1. Geology Map of Tabriz City

یافته ها

در شمال تبریز آثار دو زمین لغزش بزرگ کهن دیده می شود. اثر یک زمین لغزش بزرگ دیگر در شمال شرق تبریز در محل احداث دانشگاه آزاد و شرق بزرگراه دیده می شود. علاوه بر آن زمین لغزش های جدیدتر که حاصل از احداث بزرگراه و یا به عبارتی حاصل دستکاری انسان در طبیعت است، ایجاد شده اند. تمامی اطلاعات مربوط به معیارهای انتخابی وارد نرم افزار

سیستم اطلاعات جغرافیایی شده و بعد از طبقه بندی در چهار کلاس مشخص، نقشه تمامی معیارها با نقاط لغزشی تهیه شدند. سپس از مسیولین و مدیران ارشد ذیربط جهت امتیاز دهی به معیارهای BEL (پایین ترین درجه باور)، PLS (بالاترین درجه باور) و UNC (عدم قطعیت) درخواست گردید.

جدول ۱- طبقه بندی معیارها و محاسبه درجات مدل EBF

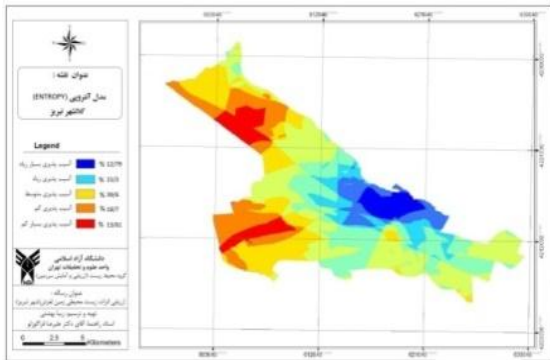
Table 1. Criteria classification and calculation of EBF model degrees

PLS	UNC	DIS	BEL	درصد تجمعی	درصد از کل لایه	مساحت مترمربع	طبقات	معیار
۰/۹۵	۰/۷	۰/۰۵	۰/۲۵	۸۰/۱۰	۸۰/۱۰	۶۵۵۸۷۸۰	۰-۵,۹۹	شیب
۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۱۲	۰/۱۰	۹۵/۶۴	۱۵/۵۴	۱۲۷۲۷۵۰	۵,۹۹-۱۱,۹۸	
۰/۹۴	۰/۷۴	۰/۰۶	۰/۲۰	۹۹/۹۹	۴/۳۵	۳۵۶۳۴۰	۱۱,۹۸-۱۷,۹۷	
۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۰۷	۰/۱۵	۱۰۰	۰/۰۲	۲۱۰	۱۷,۹۷-۲۳,۹۶	
۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۵	۶۱/۵۲	۶۱/۵۲	۵۰۳۷۹۶۰	۱۴۰۰-۱۵۰۲	ارتفاع
۰/۹۰	۰/۸	۰/۱	۰/۱۰	۷۴/۳۴	۱۲/۸۱	۱۰۴۹۱۶۰	۱۵۰۲-۱۶۰۵	
۰/۹۴	۰/۷۴	۰/۰۶	۰/۲۰	۹۷/۷۲	۲۳/۳۸	۱۹۱۴۸۴۰	۱۶۰۵-۱۷۰۷	

PLS	UNC	DIS	BEL	درصد تجمعی	درصد از کل لایه	مساحت مترمربع	طبقات	معیار
۰/۹۵	۰/۷	۰/۰۵	۰/۲۵	۱۰۰	۲/۲۶	۱۸۶۱۲۰	۱۷۰۷-۱۸۱۰	
۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۱۰	۰/۰۸	۵۰/۱۱	۵۰/۱۱	۴۱۰۳۶۷۰	مسطح	جهت شیب
۰/۹۲	۰/۷۷	۰/۰۸	۰/۰۱۵	۶۷/۵۳	۱۷/۱۴	۱۴۲۶۳۲۰	شمال	
۰/۸۵	۰/۸	۰/۱۵	۰/۰۵	۶۸/۸۲	۱/۲۸	۱۰۵۳۰۰	شمال غرب	
۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۶۹/۰۷	۰/۲۵	۲۱۰۰۰	غرب	
۰/۹۱	۰/۸۱	۰/۰۹	۰/۱۰	۶۹/۲۵	۰/۱۷	۱۴۵۸۰	جنوب غرب	
۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۰۶	۰/۱۸	۷۵/۱۰	۵/۸۵	۴۷۹۱۳۰	جنوب	
۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۰۵	۰/۲۰	۸۳/۵۸	۸/۴۸	۶۹۴۳۸۰	جنوب شرق	
۰/۹۴	۰/۷۸	۰/۰۶	۰/۱۶	۹۳/۱۱	۹/۵۲	۷۷۹۵۸۰	شرق	
۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۱	۰/۰۸	۱۰۰	۶/۸۸	۵۶۴۱۲۰	شمال شرق	
۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۱۲	۰/۱۰	۴۹/۶۷	۴۹/۶۷	۴۰۶۷۱۹۰	I II III	فرسایش
۰/۹۰	۰/۷۵	۰/۱	۰/۱۵	۷۰/۲۵	۲۰/۵۷	۱۶۸۴۴۱۰	IV	
۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۰۵	۰/۲۰	۷۷/۴۶	۷/۷۲۲	۵۹۱۳۹۰	V	
۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۰۷	۰/۱۸	۱۰۰	۲۲/۵۳	۱۸۴۵۰۹۰	بافت شهری	
۰/۹۰	۰/۸	۰/۱	۰/۱۰	۳۹/۷۷	۳۹/۷۷	۳۲۵۶۴۴۰	۰-۲۱۶۶	گاز
۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۰۷	۰/۱۵	۶۲/۳۱	۲۲/۵۴	۱۸۴۶۰۲۰	۲۱۶۶-۴۳۳۴	
۰/۹۱	۰/۷۸	۰/۰۹	۰/۱۳	۸۵/۸۱	۲۳/۵۰	۱۹۲۴۸۵۰	۴۳۳۴-۶۵۰۰	
۰/۹۴	۰/۷۸	۰/۰۶	۰/۱۸	۱۰۰	۱۴/۱۸	۱۱۶۱۲۷۰	۶۵۰۰-۸۶۶۷	
۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۰۶	۰/۱۸	۵۴/۲۰	۵۴/۲۰	۴۴۳۸۲۳۰	۰-۵۰۶۱	نفت
۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۰۵	۰/۳۰	۷۸/۷۰	۲۴/۴۹	۲۰۰۵۹۸۰	۵۰۶۱-۱۰۱۲۲	
۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۰۷	۰/۱۵	۹۱/۱۰	۱۲/۴۰	۱۰۱۵۵۶۰	۱۰۱۲۲-۱۵۱۸۴	
۰/۸۸	۰/۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۱۰۰	۸/۸۹	۷۲۸۳۱۰	۱۵۱۸۴-۲۰۲۴۵	
۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۲	۰/۰۴	۴۰/۳۴	۴۰/۳۴	۳۳۰۳۳۰۰	شن ماسه	لیتولوژی
۰/۹۳	۰/۶۵	۰/۰۷	۰/۲۶	۶۶/۱۷	۲۵/۸۳	۲۱۱۵۲۴۰	کنگومرای تاف	
۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۶۶/۸۶	۰/۶۸	۵۶۳۴۰	ماسه‌های آبرفتی	
۰/۹۵	۰/۶۵	۰/۰۵	۰/۳۰	۱۰۰	۳۳/۱۳	۲۷۱۳۲۰۰	بافت شهری	
۰/۹۵	۰/۶۵	۰/۰۵	۰/۳۰	۵۳/۳۹	۵۳/۳۹	۴۳۷۱۷۸۰	۰-۳۳۳۴	گسل
۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۰۸	۰/۰۲۰	۸۳/۷۲	۲۵/۳۳	۲۰۷۴۲۳۰	۳۳۳۴-۶۶۶۹	
۰/۹۲	۰/۷۴	۰/۰۸	۰/۱۸	۹۲/۶۵	۱۳/۹۲	۱۱۴۰۲۷۰	۶۶۶۹-۱۰۰۰۴	
۰/۹۰	۰/۷۴	۰/۱	۰/۱۵	۱۰۰	۷/۳۴	۶۰۱۸۰۰	۱۰۰۰۴-۱۳۳۳۸	

PLS	UNC	DIS	BEL	درصد تجمعی	درصد از کل لایه	مساحت مترمربع	طبقات	معیار
۰/۹۰	۰/۷	۰/۰۷	۰/۲۳	۵۷/۱۷	۵۷/۱۷	۴۶۸۱۱۷۰	۰-۲۲۵۱	رودخانه‌های اصلی
۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۱	۰/۱۸	۸۳/۷۹	۲۶/۶۲	۲۱۸۰۰۱۰	۲۲۵۱-۳۵۰۲	
۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۱۲	۰/۱۰	۹۵/۳۷	۱۱/۵۸	۹۴۸۲۷۰	۴۵۰۲-۶۷۸۴	
۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۱۵	۰/۰۸	۱۰۰	۴/۶۲	۳۷۸۶۳۰	۶۷۵۴-۹۰۰۵	
۰/۹۵	۰/۷۲	۰/۰۵	۰/۲۳	۶۵/۳۰	۶۵/۳۰	۵۳۴۷۵۶۰	۰-۱۰۹۹	رودخانه‌های فرعی
۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۰۹	۰/۱۴	۸۸/۷۸	۲۳/۴۷	۱۹۲۲۱۶۰	۱۰۹۹-۲۱۹۸	
۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۰۷	۰/۱۸	۹۶/۹۰	۸/۱۲	۶۶۴۹۵۰	۲۱۹۸-۳۲۹۷	
۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۱۴	۰/۱۰	۱۰۰	۳/۹	۲۵۳۴۱۰	۳۲۹۷-۴۳۹۷	

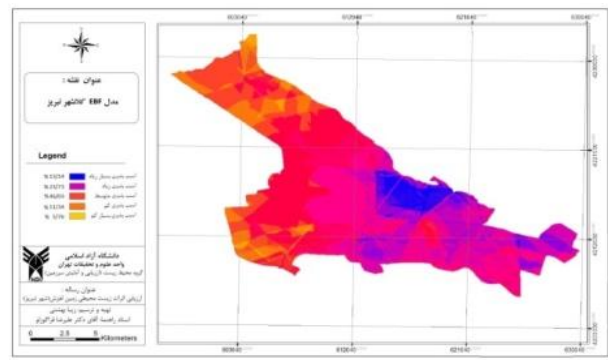
منبع: بهشتی، ۱۳۹۵



شکل ۳- نقشه مدل آنترپی شانون

Figure 3. Entropy Map

منحنی برابر ۶۳/۳۳ درصد می‌باشد که نشان دهنده صحت مدل EBF است.



شکل ۲- نقشه مدل EBF

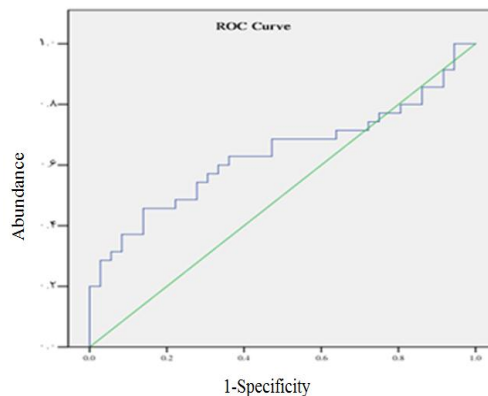
Figure 2. EBF Model Map

۸۲/۹۰ درصد از کل سطح شهر تبریز در مواجهه با خطر وقوع زمین لغزش است. با توجه به نمودار ROC مساحت زیر

جدول ۲- بررسی ارتباط بین عوامل موثر بر زمین لغزش با نقاط لغزشی با استفاده از مدل احتمالاتی وزن واقعه
 Table 2. Investigating the relationship between landslide factors and landslides using event weighted probabilistic model

C/Sc	Sc	S ² (W ⁺)	S ² (W ⁻)	C	W ⁻	W ⁺	FR	LSD%	N-LSD	CLS%	تعداد پیکسل	طبقات
-۲۳/۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۲/۷۴۹	۱/۶۹۰	۱/۶۹۰	۰/۳۸	۳۰/۱۸	۱۰۱۴۳	۸۰/۱۰	۲۱۸۶۲۶	۵-۰
۱۷۸/۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۹۴۹	-۰/۵۱۴	-۰/۵۱۴	۳/۰۱	۴۶/۸۴	۱۵۷۴۱	۱۵۵۴	۴۲۴۲۵	۱۱-۵
۲۱۷/۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۸۲۴	-۰/۲۴۳	-۰/۲۴۳	۵/۲۵	۲۲/۹۶	۷۷۱۷	۴۳۵	۱۱۸۴۸	۱۷-۱۱
۴/۴۴	۰/۴۴۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۲/۸۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۸/۸۰	۰/۰۱	۵	۰/۰۰	۱	۲۳-۱۷
-۱۷/۹۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۸/۹۴	۰/۶۵۰	۰/۶۵۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۴	۴۱/۹۴	۱۱۴۴۶۸	Arid sol
۶۳/۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۰۴	-۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۱/۷۴	۲۴	۸۱۱۰۷	۱۳/۸۹	۳۷۹۱۵	Urban
۱۲۲/۵۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۵۶۲	-۰/۹۱۵	-۰/۹۱	۱/۷۲	۷۵/۸۶	۲۵۴۹۵	۴۴/۱۷	۱۲۰۵۵۳	incept sol
-۶۵/۴	۰/۰۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۲۷۵	۰/۸۲۱	۰/۸۲۱	۰/۰۴	۱/۹۷	۶۶۱	۵۰/۱۲	۴۱۰۳۹۷۰	مسطح
۱۴۶۰	۰/۰۹۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۴۰۱	۰/۴۱۸	۰/۴۱۸	۰/۰۲	۰/۳۲	۱۰۹	۱۷/۴۲	۱۴۲۶۲۲۰	شمال
-۲/۷۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۱/۲۹	۱۰۵۳۰۰	شمال غرب
-۰/۵۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۰/۲۶	۲۱۰۰۰	غرب
۱۱۸/۵۴	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۵/۴۹۵	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	۷/۸۹	۱/۴۰	۴۷۲	۰/۱۸	۱۴۵۸۰	جنوب غرب
۳۷۷/۷۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴/۱۹۹	-۰/۰۵۰۷	-۰/۰۵۰۷	۶/۹۰	۴۰/۳۶	۱۳۵۶۵	۵/۸۵	۴۷۹۱۳۰	جنوب
۱۹۲/۷۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۳۳۵	-۰/۰۳۵	-۰/۰۳۵	۳/۹۰	۳۳/۰۸	۱۱۱۱۸	۸/۴۸	۶۹۴۳۸۰	جنوب شرق
۹۸/۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۲۷۴	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۸	۲/۴۰	۲۲/۸۴	۷۶۷۷	۹/۵۲	۷۷۹۵۸۰	شرق
-۱۳/۱۵	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۶/۵۷۴	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۰	۰/۰۱	۴	۶/۸۹	۵۶۴۱۲۰	شمال شرق
۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۴	-۱/۵۳۷	-۱/۵۳۷	۰/۲۴	۱۴/۶۵	۴۹۲۴	۶/۱۵۲	۱۶۷۹۳۲	۱۵۰۰-۱۴۰۰
۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۶۵	-۰/۲۱۷	-۰/۲۱۷	۲/۱۹	۲۸/۱۰	۹۴۴۴	۱۲/۸۱	۳۴۹۷۲	۱۶۰۰-۱۵۰۰
۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۴۷	-۰/۴۰۸	-۰/۴۰۸	۰/۰۰۲	۴۶/۸۵	۱۵۷۴۵	۲۳/۳۹	۶۳۸۲۸	۱۷۰۰-۱۶۰۰
۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۸۷۹	-۰/۰۹۸	-۰/۰۹۸	۴/۵۷	۱۰/۳۹	۳۴۹۳	۲/۲۷	۶۲۰۴	۱۸۰۰-۱۷۰۰
*	*	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	*	۰/۸۳۶	*	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۴۹/۶۷	۱۳۵۵۷۳	۳/۲/۱
۱۹۴	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱/۹۹۰	۰/۳۲۰	۰/۳۲۰	۰/۱۹	۹۰/۶۶	۱۳۱۲	۲۰/۵۷	۵۶۱۴۷	۴
۱۳/۶۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۵۳۱	-۰/۱۷۷	-۰/۱۷۷	۲/۸۶	۷۵/۴۳	۶۹۴۴	۵۳/۲۲	۱۹۷۱۳	۵
۹۷/۸۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۲۴۰	-۱/۲۴۰	-۱/۲۴۰	۳/۳۵	۲۲/۵۳	۲۵۳۵۰	۲۲/۵۳	۶۱۵۰۳	باقت شهر

C/Sc	Sc	S ² (W ⁺)	S ² (W ⁻)	C	W ⁻	W ⁺	FR	LSD%	N-LSD	CLS%	تعداد پیکسل	طبقات
-۴۱/۳۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۶/۵۵۵	۰/۶۰۳	۰/۶۰۳	۰/۰۰	۰/۱۲	۴۰	۳۹/۷۷	۱۰۸۵۴۸	۲۱۶۶-۰
۱۹۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱/۳۰۷	۰/۱۹۷	۰/۱۹۷	۰/۳۶	۸/۱۱	۲۷۲۴	۲۷/۵۵	۶۱۵۴۴	۴۳۳۳-۲۱۶۶
۹۲/۶۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۱۰۲۳	-۰/۳۱۶	-۰/۳۱۶	۱/۸۰	۴۲/۳۰	۱۴۲۱۶	۲۳/۵۰	۶۴۱۴۵	۶۵۰۰-۴۳۳۳
۵۳/۷۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۸۶	-۰/۵۸۶	-۰/۵۸۶	۳/۳۴	۴۹/۴۷	۱۶۶۲۶	۱۴/۱۸	۳۸۷۰۹	۸۶۶۷-۶۵۰۰
-۸۲/۹۹	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۴/۲۷۸	۰/۶۰۲	۰/۶۰۲	۰/۰۳	۱/۱۶	۴۹۰	۴۰/۳۴	۱۱۰۱۱۰	ماسه سنگ
۱۹۴	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۲/۹۳۴	۰/۳۳۹	۰/۳۳۹	۰/۰۳	۰/۸۱	۲۷۱	۲۵/۸۳	۷۰۵۰۸	کنگلومرا
-۱/۴۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۰/۶۹	۱۸۷۸	ماسه‌های آبرفتی
۹۳/۰۱	۰/۰۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۳/۶۵۴	-۳/۶۵۳	-۳/۶۵۳	۲/۹۶	۹۲/۰۳	۳۲۹۲۵	۳۳/۱۴	۹۰۴۴۰	بافت شهر
۱۲۷/۰۷	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳/۰۴۴	-۱/۴۵۰	-۱/۴۵۰	۱/۶۵	۸۷/۹۲	۲۹۵۴۸	۵۷/۳۹	۱۴۵۷۲۶	۳۳۴-۰
۱۹۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱/۰۰۱	۰/۱۸۹	۰/۱۸۹	۰/۴۸	۱۲/۰۸	۴۰۵۸	۲۵/۳۳	۶۹۱۴۱	۶۶۶۹-۳۳۴
-۳۱/۷۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳	۰/۱۷۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۱۳/۹۳	۳۸۰۰۹	۱۰۰۰۴-۶۶۶۹
۵۱/۱۷۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۷۹۱	۰/۰۸۸	۰/۰۸۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۷/۳۵	۲۰۰۶۰	۱۳۳۲۸-۱۰۰۰۴
۱۰/۱۹۳	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۲/۶۶۳	-۳/۰۲۳	-۳/۰۲۳	۱/۷۱	۹۷/۶۴	۳۲۸۱۳	۵۷/۱۷	۱۵۶۰۳۹	۲۲۵۱-۰
۱۹۴	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۲/۸۷۷	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۰۹	۲/۳۶	۷۹۳	۲۶/۶۲	۷۲۶۶۷	۴۵۰۲-۲۲۵۱
-۲۵/۹۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۱۱/۵۸	۳۱۶۰۹	۶۷۵۴-۴۵۰۲
۵۱/۱۸۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۸۲۵	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۴/۶۲	۱۲۶۲۱	۹۰۰۵-۶۷۵۴
-۳۵/۸۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۳۹۲	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۸۴	۴۵/۶۳	۱۵۳۳۶	۵۴/۲۰	۱۴۷۹۴۱	۵۰۶۱-۰
۱۴/۱۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۵۴۲	-۰/۵۵۸	-۰/۵۵۸	۲/۳۲	۵۴/۳۷	۱۸۲۷۰	۲۴/۵۰	۶۶۸۶۶	۱۰۱۲۲-۵۰۶۱
-۲۷/۹۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۱۲/۴۰	۳۳۸۵۲	۱۵۱۸۴-۱۰۱۲۲
۵۰/۸۱۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۷۷۲	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۸/۸۹	۲۴۲۷۷	۲۰۲۴۵-۱۵۱۸۴
۵۵/۳۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۳۳	-۰/۵۲۳	-۰/۵۲۳	۱/۲۰	۷۸/۳۵	۲۶۳۲۹	۶۵/۳۱	۱۷۸۲۵۲	۱۰۹۹-۰
۱۹۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۲۱۰	۰/۰۴۶	-۰/۰۴۶	۰/۸۷	۲۰/۳۱	۶۸۲۷	۲۳/۴۸	۲۲۱۶۵	۲۱۹۸-۱۰۹۹
-۱۴/۸۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۱۶	۱۳/۳۴	۴۵۰	۸/۱۲	۸۴۴۷	۳۲۹۶-۲۱۹۸
۵۲/۱۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۸۴۳	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰	۳/۰۹	۰	۴۳۹۷-۳۲۹۶



Case Processing Summary	
Slip or not slip	Valid N (listwise)
Positive ^a	35
Negative	36

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is 1.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Percentage of slips and percentage of operating classes

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.636	.068	.049	.502	.769

a. Under the nonparametric assumption

b. Null hypothesis: true area = 0.5

نمودار ۱- نمودار ROC

Diagram1. ROC Chart

از متاطق تجاری- تفریحی- تفریحی- بهداشت و سلامت (اثرات اجتماعی زمین لغزش). جهت مقایسه گزینه‌های مذکور در مدل پرومته ۲ ملزم به انتخاب برخی معیار می‌باشد. معیارهای مورد نظر جهت مقایسه و ارزیابی گزینه‌ها عبارتند از: اندازه اثر، شدت اثر، مستقیم یا غیرمستقیم، افزایش هزینه، فعالیت انسانی.

پرومته ۲ جامع ترین کاربرد را در مورد معیارهای کمی و کیفی دارد. در این مدل از نرم افزار DECISION LAB استفاده شده است. گزینه‌های کاربردی در این قسمت عبارتند از: زمین شناسی، خاک، گسل، فرسایش، شیب (اثرات زیست محیطی زمین لغزش) و فاصله از خطوط حمل و نقل، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از خطوط فشار قوی، فاصله از خطوط نفتی (اثرات اقتصادی زمین لغزش) و فاصله از مراکز جمعیتی، فاصله

جداول ۳- اثرات زیست محیطی

Table 3. Environmental Impact

X	A	min W	max W	W	D	E	
۰/۰۶۰۱۲۶	۰/۱۸۰۳۷۷	۰/۰۹۶۸۴۷۸۱	۰/۲۷۷۲۲۵	۰/۹۶۸۴۷۹۰۶	۰/۰۰۱۴۹۵۵۷	۰/۹۹۸۵۰۵	اهمیت اثر
				۰/۱۳۳۶۳۲۸۳۵	۰/۰۰۲۰۶۳۴۶۴	۰/۹۹۷۹۳۷	شدت اثر
				۰/۲۵۲۱۷۶۲۶	۰/۰۰۳۸۹۳۹۵۸	۰/۹۹۶۱۰۶	مستقیم و یا غیر مستقیم
				۰/۲۴۰۱۱۷۶۰۹	۰/۰۰۳۷۰۷۷۲۷	۰/۹۹۶۲۹۲	برگشت ناپذیری اثر
				۰/۲۷۷۲۲۵	۰/۰۰۴۲۸۰۷۱۹	۰/۹۹۵۷۱۹	فعالیت انسانی
				۱	۰/۰۱۵۴۴۱۲۹۴		جمع

فعالیت انسانی	برگشت ناپذیری اثر	مستقیم و یا غیر مستقیم	شدت اثر	اهمیت اثر	
min	Min	Min	min	Min	نوع شاخص
۴	۵	۴	۴	۵	نوع عملکرد
جمع	شیب	فرسایش	گسل	خاک	زمین شناسی
۰/۲۲۱۵۷۸۷	۰/۹۰۳۱۵	۰/۶۲۵۹۳	۰/۳۰۶۹۳	۰/۳۷۹۷۷۸۵	*
	۰/۳۹۰۷۲	۰/۲۵۲۱۸	.	*	.
	۰/۵۲۹۴	۰/۵۲۹۴	*	۰/۲۷۷۲۲۵	۰/۱۳۸۶۱۲۵
	۰/۱۳۸۶۱	*	.	.	.
	*	۰/۰۹۶۸۵	۰/۰۹۶۸۵	۰/۰۹۶۸۴۷	۰/۰۹۶۸۴۷
	۱/۹۶۱۱۹۵	۱/۵۰۴۲۵	۰/۴۰۳۷۸	۰/۷۷۳۸۵۰۵	۰/۲۳۵۴۵۹۵
	۰/۰۷۷۴۸	۰/۰۲۷۷۲	۰/۲۴۴۹۳	۰/۱۲۸۵۹۲۹	۰/۴۴۳۱۵۷۳
	۰/۳۹۲۳۹	۰/۳۰۰۸۷	۰/۰۸۰۰۷۹	۰/۱۵۰۷۷۰۱	۰/۰۴۷۰۹۱۹
	-۰/۳۱۴۹۱	-۰/۲۷۳۱۵	۰/۲۱۴۱۷	-۰/۰۲۲۱۷۷۲	۰/۳۹۶۰۶۵۴

نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست محیطی زمین لغزش در
عامل زمین شناسی با وزن خروج ۰/۳۹۶ بیشترین آسیب را از
قسمت زیست محیطی: زمین شناسی < گسل < خاک <
فرسایش < شیب

جداول ۴- اثرات اقتصادی

Table4. Economic Impact

X	A	min W	max W	W	D	E	
۰/۱۱۷۷۲۲۰۲	۰/۳۵۳۱۶۸	۰/۰۶۶۹۳۸۷۹	۰/۴۲۰۱۰۱	۰/۱۱۵۶۴۰۱۰۴	۰/۰۱۰۴۷۶۸۱۶	۰/۹۸۹۵۲۳	اهمیت اثر
				۰/۰۶۶۹۳۳۷۹	۰/۰۰۶۰۶۴۰۹۹	۰/۹۹۳۹۳۶	شدت اثر
				۰/۲۸۰۲۵۵۲۳۳	۰/۰۲۵۳۹۰۶۹۶	۰/۹۷۴۶۰۹	مستقیم و یا غیر مستقیم
				۰/۰۲۰۱۰۲۹۶	۰/۰۳۸۰۶۰۵۳۶	۰/۹۶۱۹۳۹	برگشت ناپذیری اثر
				۰/۱۱۷۰۶۹۵۷۷	۰/۰۱۰۶۰۶۳۲۵	۰/۹۸۹۳۹۴	فعالیت انسانی
				۱	۰/۰۹۰۵۹۸۴۷۳		جمع

فعالیت انسانی	برگشت ناپذیری اثر	مستقیم و یا غیر مستقیم	شدت اثر	اهمیت اثر	
min	Min	Min	Min	Min	نوع شاخص
۴	۵	۴	۴	۵	نوع عملکرد

جمع	خطوط نفتی	خطوط فشار قوی	مناطق مسکونی	جاده	
۱/۹۰۸۷۱	۰/۹۹۶۵۳۱۵	۰/۹۰۸۷۱۱۵	۰/۰۳۳۴۶۶۵	*	جاده
۱/۷۴۹۷۷۶	۰/۹۳۳۰۶۵	۰/۸۱۶۷۱۰۵	*	.	مناطق مسکونی

خطوط فشار قوی	۰	۰	*	۰	۰
خطوط نفتی	۰	*	۰	۰	۰
جمع	۱/۸۹۹۵۹۶۵	۱/۷۲۵۴۲۲	۰/۳۳۴۶۶۵	۰	۰
Phi ⁺	۰	۰	۰/۴۳۷۴۴۳۸۷۵	۰/۴۷۷۱۷۷	۰
Phi ⁻	۰/۴۷۴۹۹۱۲۵	۰/۴۳۱۳۵۵۵	۰/۰۰۸۳۶۶۶۲۵	۰	۰
Phi	-۰/۴۷۴۸۹۹۱۲۵	۰/۴۳۱۳۵۵۵	۰/۴۲۹۰۷۷۲۵	۰/۴۷۷۱۷۷	۰

جاده < خطوط فشار قوی > مناطق مسکونی < خطوط نفتی > جاده‌ها با وزن نهایی ۰/۴۷۷ بیشترین آسیب را از وقوع زمین لغزش خواهد داشت.

جداول ۵- اثرات اجتماعی

Table5. Social Impact

X	A	min W	max W	W	D	E	
۰/۰۲۵۸۶۳	۰/۰۷۷۵۸۹	۰/۱۴۷۶۵۵	۰/۲۲۵۲۰۵	۱۹۵۱۲۵۲۸۱	۰/۰۵۰۹۰۸۸۹	۰/۹۴۹۰۹۱	اهمیت اثر
				۰/۲۱۶۴۰۱۳۵	۰/۰۵۶۴۵۹۸	۰/۹۴۳۵۴	شدت اثر
				۰/۲۱۵۶۵۳۱۲۳	۰/۰۵۶۲۶۴۶۷	۰/۹۴۳۷۳۵	مستقیم و یا غیر مستقیم
				۰/۱۷۴۶۱۵۴۶۷	۰/۰۳۸۵۱۳۴	۰/۹۶۱۴۸۷	برگشت ناپذیری اثر
				۰/۲۲۵۲۰۴۷۷۹	۰/۰۵۸۷۵۶۷۳	۰/۹۴۱۲۴۳	فعالیت انسانی
				۱	۰/۲۶۰۹۰۳۵۹۸		جمع

فعالیت انسانی	برگشت ناپذیری اثر	مستقیم و یا غیر مستقیم	شدت اثر	اهمیت اثر	
min	Min	Min	Min	Min	نوع شاخص
۴	۵	۴	۴	۵	نوع عملکرد

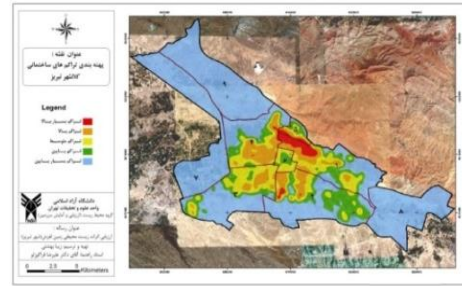
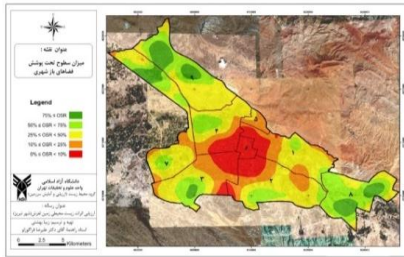
جمع	سلامت و بهداشت	تجاری / تفریحی	جمعیت	
۰/۶۳۱۹۵۴۵	۰/۶۳۱۹۵۴۵	۰	*	جمعیت
۱/۳۵۸۵۹۸۱۵	۰/۹۹۹۹۸	*	۰/۳۵۸۶	تجاری / تفریحی
۰	*	۰	۰	سلامت و بهداشت
	۱/۶۳۱۹۵۲۵	۰	۰/۳۵۸۶	جمع
	۰	۰/۴۵۲۸۶۶	۰/۲۱۰۶۵۲	Phi ⁺
	۰/۵۴۳۹۸۴۴۱۶۷	۰	۰/۱۱۹۵۳۳	Phi ⁻
	-۰/۵۴۳۹۸۴۴۱۶۷	۰/۴۵۲۸۶۶	۰/۰۹۱۱۱۸	Phi

تجارتی/تفریحی < جمعیت > سلامت و بهداشت

مناطق تفریحی / تفریحی با بیشترین آسیب پذیری از زمین

لغزش با وزن برابر ۰/۴۵۲ می‌باشد.

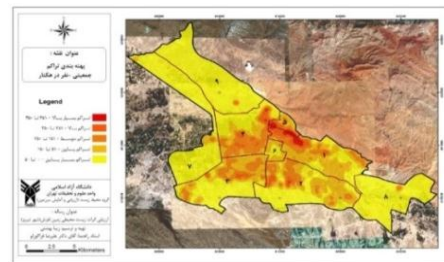
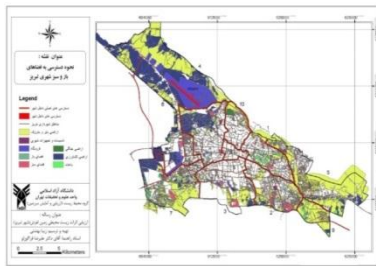
شهیدکسای)، بلوار ملت و بلوار آذربایجان نقش کلیدی در دسترسی سریع به فضاهای سبز و باز را بر عهده دارند.



شکل ۴- پهنه بندی تراکم‌های ساختمانی شهر تبریز

Figure 4. Zoning of the construction densities of Tabriz

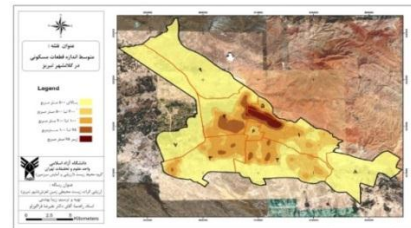
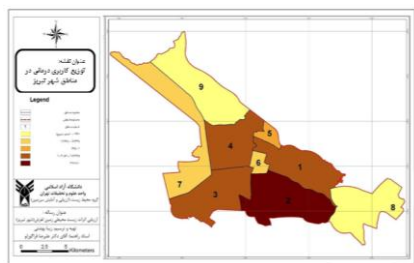
شکل ۷- میزان سطوح تحت پوشش فضاهای باز شهری
Figure 7. Surface area covered by urban open Spaces



شکل ۵- پهنه بندی تراکم جمعیتی شهر تبریز

Figure 5. Population density zoning of Tabriz

شکل ۸- نحوه دسترسی به فضاهای باز و سبز شهری
Figure 8. Accessibility of urban green space



شکل ۶- متوسط اندازه قطعات مسکونی شهر تبریز

Figure 6. Average size of residential units in Tabriz

شکل ۹- توزیع کاربری درمانی در مناطق شهر تبریز

منبع: بهشتی، ۱۳۹۵

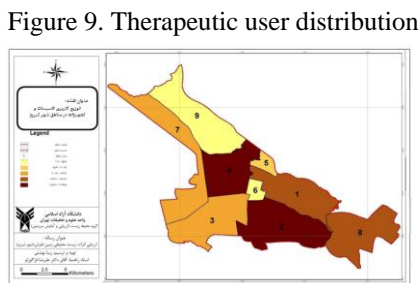
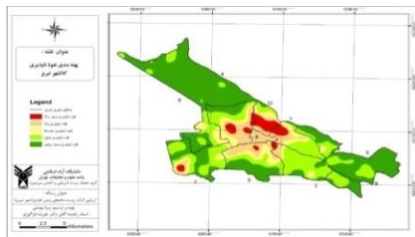


Figure 9. Therapeutic user distribution

شکل ۱۰- توزیع کاربری تاسیسات و تجهیزات در مناطق شهر تبریز
Figure 10. User distribution of facilities and supplies

فضای سبز شهر تبریز از حیث پراکندگی در سطح شهر بسیار نامتوازن می‌باشد. منطقه ۴ به دلیل واقع شدن پارک بزرگ تبریز در آن و منطقه ۲ به دلیل فضاهای سبزی همچون پارک بزرگ ایل گلی از سرانه نسبتاً قابل قبولی نسبت به مناطق دیگر شهر برخوردارند. همچنین منطقه ۶ به دلیل شکل بافت آن (بافت مرکزی شهر) کمترین میزان سرانه فضای سبز را دارا می‌باشد. کل شهر تبریز نزدیک به ۴۳۰ هکتار کمبود را در تامین فضای سبز دارد. با توجه به نقشه ارایه شده، ملاحظه می‌گردد که کنارگذر شمالی (پاسداران)، کنارگذر جنوبی



شکل ۱۵- پهنه بندی نفوذناپذیری کلانشهر تبریز

Figure 15. Zoning Impermeability

قسمت بیشتری از مناطق ۱ و ۱۰ و همچنین به صورت کم و پراکنده در مناطق ۶ و ۷ و ۳ نفوذناپذیری دیده می‌شود و بیشترین میزان نفوذناپذیری در مناطقی وجود دارد که بیشترین خطر زمین لغزش در آن‌ها پیش بینی شده است.

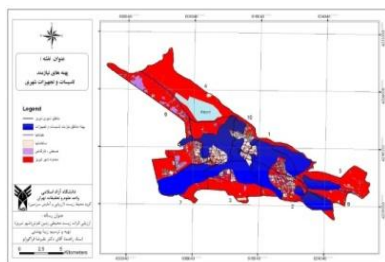
اقدامات اصلاحی



شکل ۱۶- پهنه‌های نیازمند پارک و فضای سبز شهر

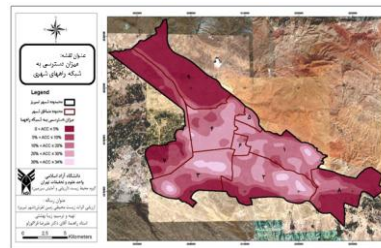
تبریز

Figure 16. Zones requiring Part and green space



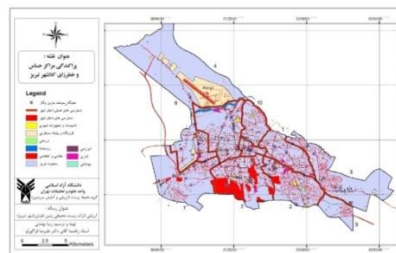
شکل ۱۷- پهنه‌های نیازمند تاسیسات و تجهیزات شهری

Figure 17. Zones requiring facilities and equipment



شکل ۱۱- میزان دسترسی به شبکه راههای شهری

Figure 11. Accessibility of city road network

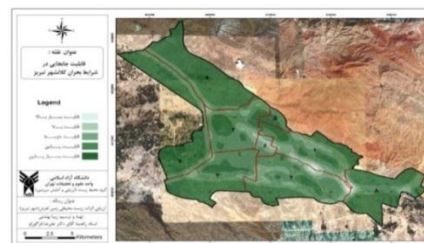


شکل ۱۲- پراکندگی مراکز حساس و خطرناک شهر تبریز

Figure 12. Distribution of sensitive and dangerous center

منبع: بهشتی، ۱۳۹۵

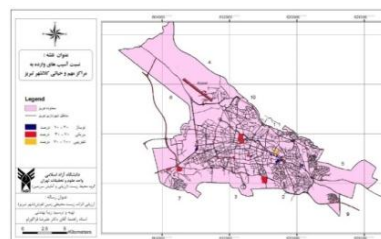
بیش از ۸۵ هکتار کمبود در کاربری تاسیسات و تجهیزات می‌باشد.



شکل ۱۳- میزان نفوذناپذیری شبکه معابر در سطح شهر

تبریز

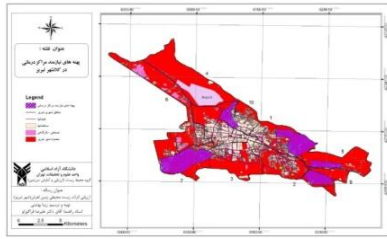
Figure 13. Impermeability of the network of passed



شکل ۱۴- نسبت آسیب‌های وارده به مراکز مهم و حیاتی

شهر تبریز

Figure 14. The proportion of damages to critical centers



شکل ۲۱- پهنه‌های نیازمند مراکز درمانی

Figure 21. Zones requiring health centers

پایش:



شکل ۲۲- عکس هوایی زمین لغزش و محدوده آن مربوط

به سال ۱۳۳۵

Figure 22. Aerial photo of landslide year 1956



شکل ۲۳- عکس هوایی زمین لغزش و محدوده آن مربوط

به سال ۱۳۶۲

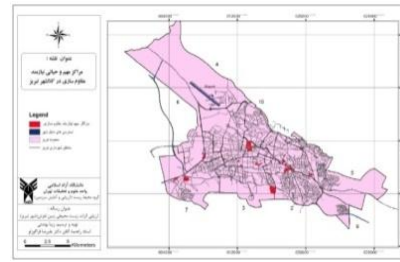
Figure 23. Aerial photo of landslide year 1983



شکل ۲۴- تصویر ماهواره ای (گوگل ارث) زمین لغزش و

محدوده آن مربوط به سال ۱۳۹۸

Figure 24. Satellite image year 2020

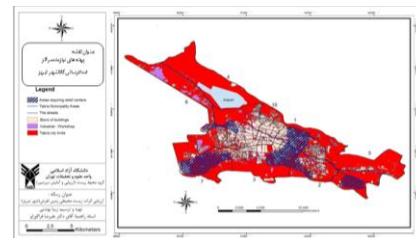


شکل ۱۸- پهنه‌های مراکز مهم و حیاتی شهر تبریز

نیازمند مقاوم سازی

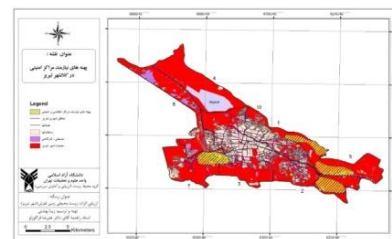
Figure 18. Zones of critical centers need reinforcement

بیش از ۸۵ درصد کمبود کاربری تاسیسات و تجهیزات در سطح شهر تبریز وجود دارد. در نقشه ارایه شده با توجه به پراکنش این بناها بر اساس کیفیت ابنیه در سه دسته نوساز، مرمتی و تخریبی طبقه بندی شده است و با توجه به آمار و قوانین سازمان عمران و شهرسازی برای ساختمان‌های نوساز حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد، مرمتی ۳۰ تا ۷۰ درصد و تخریبی ۷۰ تا ۱۰۰ درصد در زمان حادثه امکان تخریب وجود دارد کل شهر تبریز با ۱۴۲/۶ هکتار کمبود کاربری درمانی مواجه است.



شکل ۱۹- پهنه‌های نیازمند مراکز امداد رسانی

Figure 19. Zones requiring relief centers



شکل ۲۰- پهنه‌های نیازمند مراکز انتظامی، امنیتی

Figure 20. Zones requiring Security centers

جدول ۶- میزان کل حرکت و متوسط حرکت سالانه لغزش در مهر موم های مورد بررسی

Table 6. Slip rate and mean annual Slip motion

	۱۳۹۸ -	۱۳۹۸ -	۱۳۶۲ -	مهر و موم
	۶۶/۱۱	۷۵/۷۲	۵۳/۲۹	متوسط حرکت سالانه لغزش
	۴۱/۶۵	۲۷/۲۶	۱۴/۳۹	میزان کل حرکت لغزش (M)

سطح و منطقه ۹ فاقد این کاربری است) وجود دارد. توزیع کاربری های تاسیسات و تجهیزات شهر تبریز نشانگر این است که ۸۵ هکتار کمبود (مناطق ۵، ۳ و ۶) وجود دارد. در راهکارهای اصلاحی مناطقی از شهر تبریز که کمبودهایی در بخش کاربری های درمانی، امنیتی/انتظامی، امداد رسانی، فضاهای باز و سبز شهری، تاسیسات و تجهیزات، مراکز مهم و حیاتی شهر تبریز نیازمند مقاوم سازی داشتند، مکانیابی و پهنه بندی انجام گردید. به منظور پایش زمین لغزش از مهر و موم های مربوط به بزرگ ترین زمین لغزش شهر تبریز در سه دوره زمانی ۱۳۳۵، ۱۳۶۲ و ۱۳۹۸ استفاده گردید و نتایج حاصل نشان داد که حرکت لغزشی سالانه در سطح شهر تبریز ۴۱/۶۵ متر می باشد. نوع لغزش، انتقالی-چرخشی است و نتایج پایش حاکی از فعال بودن و افزایش سرعت جابجایی می باشد. شیب و اختلاف زیاد محل، جنس زمین و لایه های رسوبی غیرمتراکم آن، دامنه های شمالی برفگیر و فرسایش تدریجی رسوبات در ایجاد زمین لغزش شهر تبریز موثر بوده اند.

تقدیر و تشکر

داده ها و اطلاعات اولیه مورد استفاده در این مقاله از سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده است که به این وسیله تشکر و قدردانی می شود.

Reference

- Erener, A., & Düzgün, H. S. B. (2010). Improvement of statistical landslide susceptibility mapping by using spatial and global regression methods in the case of more and Romsdal (Norway). *Landslides*, 7(1), 55-68. doi:10.1007/s10346-009-0188-x

هدف از پایش زمین لغزش در این تحقیق، دستیابی به داده های مربوط به فعالیت و جابجایی نقاط لغزشی سطح شهر تبریز می باشد. نتایج حاصل از پایش زمین لغزش در شهر تبریز نشان می دهد که سالانه ۶۶/۱۱ سانتی متر جابجایی لغزشی وجود دارد و این مقدار بین سال های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۸ به اندازه ۴۱/۶۵ متر می باشد که دلیل واضحی بر حرکت فعال زمین لغزش در منطقه شهری تبریز می باشد.

بحث و نتیجه گیری

در مقاله حاضر مدل EBF دقت بالایی در پهنه بندی حساسیت زمین لغزش نشان داد که با نتایج Biswajeet Pradhon و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. نتایج خروجی از ارزیابی حساسیت زمین لغزش نشان داد که ۸۲/۹٪ از کل سطح شهر تبریز در مواجهه با خطر آسیب پذیری زمین لغزش می باشد. در بخش زیست محیطی معیار زمین شناسی با وزن خروجی ۰/۳۹۳، در بخش اقتصادی معیار جاده با وزن خروجی ۰/۴۷۷ و در بخش اجتماعی معیار مناطق تفریحی/ تفرجی با وزن خروجی ۰/۴۵۲ بیشترین آسیب پذیری لغزشی دارند. اجرای اقدامات اصلاحی نشان داد که مناطق ۱ و ۱۰ با تراکم بالای ساختمانی و با متوسط اندازه قطعات مسکونی زیر ۷۵ مترمربع در محدوده با آسیب پذیری بسیار زیاد لغزشی قرار دارد. نتایج بررسی معابر شهر تبریز نشان داد که در مناطق با آسیب پذیری لغزشی بالا (مناطق ۱ و ۱۰ و به صورت پراکنده در مناطق ۷، ۳، ۶) نفوذناپذیری دیده می شود که قابلیت جابجایی در شرایط بحران را به شدت کاهش می دهد. نتایج مطالعات فضای باز و سبز شهر تبریز نشان داد که ۴۳۰ هکتار کمبود در سطح شهر وجود دارد و امکان دسترسی شهروندان در شرایط بحران را با مشکل مواجه می کند. در بخش کاربری درمانی و امداد رسانی ۱۴۲ هکتار کمبود (منطقه ۸ کمترین

- mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology*, 65(1), 15-31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.06.010>
6. DFDA/CRED. (2010). Annual disaster statistical review 2009. from Center for research on epidemiology of disasters http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2009
 7. Nadim, F., & Kjekstad, O. (2009). Assessment of global high-risk landslide disaster hotspots. *Landslide-disaster risk reduction*, 213-221.
 8. Petley, D. (2012). Global patterns of loss of life from landslides. *Geology*, pubs. Geoscience world. Org, 40(10), 927-930.
 9. Berberian, M. (1976). An explanatory note on the first seism tectonic map of Iran, a seism tectonic review of the country. Retrieved from.
 2. Biswajeet, P; Abokharima, MH; Neamah jebur, M. (2014). Land subsidence susceptibility mapping at Kinta valley using the evidential belief function model in GIS. *Natural hazards*, volume 73, issue 2, pp. 1042-1019.
 3. Dietrich, W. E., Reiss, R., Hsu, M., & Montgomery, D. (1995). A process-based model for colluvial soil depth and shallow land sliding using digital elevation data. *Hydrological Processes*, 9(3), 383-400. doi:[doi:doi.org/10.1002/hyp.3360090311](https://doi.org/10.1002/hyp.3360090311)
 4. DFDA/CRED. (2010). Annual disaster statistical review 2009. from Center for research on epidemiology of disasters http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2009
 5. Ayalew, L., & Yamagishi, H. (2005). The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility