

کاربرد تکنیکهای جدید برای طبقه‌بندی و تحلیل مخاطرات ژئومورفولوژی در گسترش شهر تبریز

محمد حسین رضایی مقدم^{۱*}، مهدی ثقفی^۲

۱- دانشجوی دکترا، گروه ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز

۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

پذیرش: ۸۳/۱۲/۸

دریافت: ۸۳/۲/۵

چکیده

تبریز دارای تنگناهای خاصی در توسعه فیزیکی است. از نقطه نظر ژئومورفولوژی، شهر در توسعه فیزیکی با مشکلاتی مانند: زمین‌لرزه، حرکات دامنه‌ای و سیلاب مواجه می‌باشد. در این مقاله مخاطرات ژئومورفولوژی شهر بررسی شده است. هدف از چنین مطالعه‌ای طبقه‌بندی کردن مناطق پایدار و ناپایدار شهر تبریز است. برای دستیابی به این هدف از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، مدل ارتفاعی رقومی شده DEM و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی NDVI در طبقه‌بندی استفاده شده است. همچنین برای افزایش دقت داده‌های مورد نیاز از تصاویر ماهواره‌ای نوع TM استفاده شده است. بنابراین از ترکیب تمامی اطلاعات در محیط GIS، نقشه‌های محدودیت توسعه شهر و نواحی مخاطره‌آمیز تهیه شد. لازم به ذکر است که نقشه‌ها در دو گروه قابل طبقه‌بندی می‌باشد:

الف) نقشه ناهمواریهای شهر و حومه؛

ب) نقشه‌های مخاطرات ژئومورفولوژی توسعه شهر مانند: نقشه مخاطرات هیدرولوژی، محدودیت‌های پوشش طبیعی زمین، ناپایداریهای مربوط به شرایط لیتولوژی و پراکنش گسلها در شهر و حومه.

نقشه‌های ذکر شده در برنامه‌ریزی توسعه قابل استفاده می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که کرانه‌های مهرانه‌رود، نواحی باغمیشه و ولیعصر از مناطق مخاطره‌آمیز تبریز محسوب

E-mail: rezmogh@tabrizu.ac.ir

* نویسنده مسئول مقاله

می‌شوند. با این حال مخاطرات زمین لرزه در شهر و حومه به دلیل پراکنش گسلها در تمامی شهر برابر است.

کلید واژه‌ها: شهرتبریز، ژئومورفولوژی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل ارتفاعی رقومی شده، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی.

۱ - مقدمه

توسعه و عمران در مناطق مختلف شهری، روستایی و صنعتی (که در بستر طبیعی قرار دارند) همواره نیازمند مطالعه دقیق در ویژگیهای طبیعی آن است. در این خصوص بررسیهای ژئومورفولوژی، خود، بتنهایی بسیاری از مسائل و تنگناهای طبیعی موجود در راه توسعه را آشکار می‌کند. این موضوع ناشی از متدولوژی نگرش سیستمی است که در مطالعات ژئومورفولوژی مناطق جغرافیایی استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه شهرنشینی در اغلب مناطق مختلف کشور روند مثبتی داشته است؛ رشد و افزایش جمعیت شهر تبریز (که یکی از مهمترین مراکز توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شمال غرب کشور است) نیز توسعه فیزیکی آن را در پی داشته است؛ اما این امر به دلیل محدودیت توسعه فیزیکی شهر منجر به افت کیفیت زندگی شهری از نظر آسایش، ایمنی و زیبایی شده است.

بررسیهای صورت گرفته در محدوده مطالعه شده، حاکم بودن تنوع گسترده‌ای از شرایط طبیعی را نشان می‌دهد که در این بین نحوه تقابل این شرایط با یکدیگر و نیز با محیط انسانی، مخاطرات بیشماری را در برابر توسعه فیزیکی شهر در پی داشته است [۱، صص ۲۴۴-۲۶۳؛ ۲، صص ۹۱-۱۰۱]. این موضوع در حالی است که به دلایل متعدد اشغال اراضی ناپایدار اطراف شهر بدون توجه به شرایط طبیعی آنها مشاهده می‌شود.

آنچه که ضریب بروز حادثه را برای اینگونه مناطق افزایش می‌دهد، عدم رعایت استانداردهای ساخت بنا در محدوده‌های مورد بحث می‌باشد [۱، صص ۲۴۴-۲۶۳]. به هر صورت، علی‌رغم توسعه شهر در مناطق مخاطره‌آمیز، سعی در طبقه‌بندی کردن مناطق

مختلف شهر از جهت پایداری و تنگناهای ژئومورفولوژیکی کاری عبث نخواهد بود؛ زیرا با شناخت مکانیسم و دینامیک انواع محدودیتهای موجود در منطقه و تعیین مکانهای تحت تأثیر آنها در غالب موارد با انجام اقدامات پیشگیرانه به وسیله مسئولان، در مناطق مخاطره آمیز می توان ضریب بروز خسارات را در اثر حادثه کاهش داد و نیز در روند ادامه توسعه شهر به مسئولان و ساکنان، مخاطرات طبیعی مناطق تحت اشغال را یادآوری کرد تا به این ترتیب در موقع بروز حادثه حداقل از آمادگی لازم برای رویارویی با خطر برخوردار باشند.

به طور کلی، مجموعه عوامل طبیعی و تنگناهای ناشی از آن در گسترش شهر در حیطه مطالعات ژئومورفولوژی قرار می گیرد، به این ترتیب برخی تنگناها از وضوح و شفافیت بسیاری برخوردار می باشد؛ به نحوی که برای عموم قابل لمس می باشند و در قالب مسائل مورفولوژی توسعه شهر مطالعه می شوند.

بسیاری از مشکلات در گسترش شهر به صورت بطئی و نامرئی بوده که مطالعات دقیق متخصصان را می طلبد؛ از جمله این مسائل ویژگیهای ژئومورفولوژیکی مناطق مختلف شهر و محیط پیرامون آن است [۱، صص ۲۴۴-۲۶۳]. بنابراین در حیطه علم ژئومورفولوژی، تنگناهای توسعه فیزیکی شهر را در یک دسته بندی و در قالب مخاطرات مورفولوژی و مخاطرات ژئومورفولوژی می توان مطالعه کرد. در این مقاله نتایج مطالعات درباره دو موضوع ذکر شده برای شهر تبریز تجزیه و تحلیل می شوند.

۲- منطقه مطالعه شده

منطقه مطالعه شده، محدوده شهر تبریز را در برمی گیرد. لازم به ذکر است که در راستای مطالعه توسعه فیزیکی شهر تبریز و مخاطرات طبیعی ناشی از آن تنها به محدوده تحت نفوذ فعلی شهر اکتفا نشده است بلکه به منطقه ای بزرگتر از محدوده کنونی شهر برای مطالعه تنگناها در مراحل بعدی توسعه نیز توجه شده است. بنابراین محدوده مطالعه شده شامل



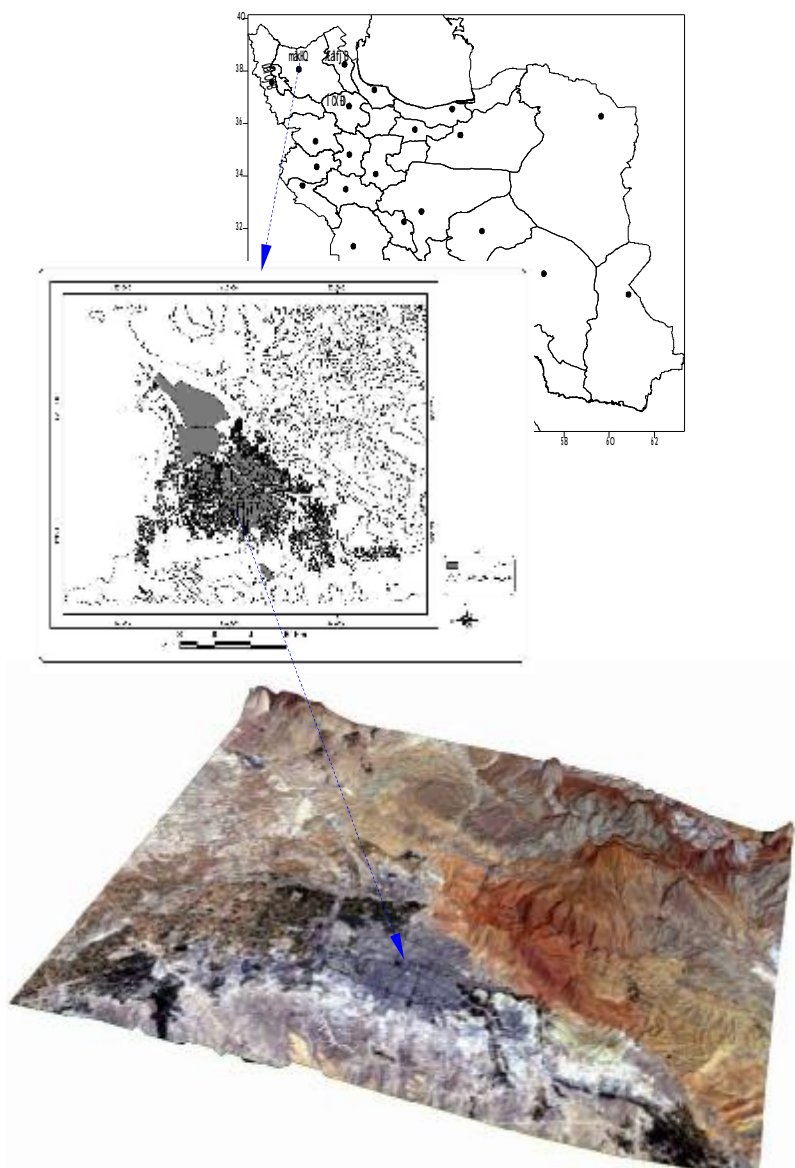
منطقه‌ای است که حدود جغرافیایی آن از $12^{\circ} 38'$ عرض جغرافیایی شمالی و $46^{\circ} 6'$ تا $24^{\circ} 46'$ طول جغرافیایی شرقی است.

این منطقه دارای مساحت کل $657/13$ کیلومترمربع می‌باشد که شهر تبریز بخشی از آن را اشغال کرده است. متوسط ارتفاع منطقه $1518/6$ متر و اختلاف ارتفاع در این محدوده برابر با 1060 متر است. ارتفاعات اینل و زینل با حداکثر ارتفاع 2380 متر، مرتفعترین ارتفاعات این منطقه می‌باشند که بخش شمال و شمال‌شرقی شهر را تحت نفوذ خود قرار می‌دهند. از سمت جنوب نیز شهر تبریز به دامنه‌های توده ولکانیکی سهند با امتداد شمال‌غرب به جنوب‌شرق محدود می‌شود.

شهر تبریز با وسعتی معادل $70/388$ کیلومترمربع حدود 11 درصد از کل مساحت منطقه مطالعه شده را دربرگرفته است. این شهر در انتهایی‌ترین 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 گرفته‌اند. شهر تبریز از بزرگترین شهرهای ایران در بخش شمال‌غربی است (نقشه ۱).

از لحاظ زمین‌شناسی، شهر تبریز در محدوده ترکیب متنوعی از سازندها (که نشانگر فعالیت بسیار شدید تکتونیک منطقه می‌باشد)، واقع شده است (نقشه ۲). بخش شمال شهر را نیز سازندهای قرمز میوسن با تناوب لایه‌هایی از کنگلومرا، ماسه‌سنگ و مارن قرمز، مارن سبز و خاکستری و قرمز با درون لایه‌هایی از مارنهای ماسه‌ای گچدار و نمکدار تشکیل می‌دهند. بخش جنوبی شهر نیز از رسوبات پلیوسن و پلیوکواترنر با تناوب لایه‌هایی از گل‌سنگ، توف، توف ماسه‌ای و لایه‌های کوارتز و دیاتومیت‌دار تشکیل شده است.

سایر مناطق جنوب شهر هم در قلمرو رسوبات سیلابی با سن پلیوکواترنر و تناوب لایه‌هایی از کنگلومرا، اجزای آتشفشانی، توف و پومیس (که روی سازندهای قدیمی بویژه مارنهای سبز و خاکستری و قرمز گچدار و نمکدار میوسن تشکیل شده است)، قرار گرفته‌اند [۳، صص ۶۳۱-۶۴۵].



نقشه ۱ موقعیت منطقه مطالعه شده



نقشه ۲ نقشه زمین‌شناسی شهر تبریز و مناطق اطراف شهر
(مأخذ: نقشه زمین‌شناسی تبریز با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

حوضه میوسن تبریز در یکی از فازهای کوهزایی آلپی میوسن بالایی، تحت تأثیر فعالیتهای تکتونیکی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که فعالیتهای آتشفشانی سهند در یک دوره آرامش آغاز شده‌اند [۴، ص ۴۵]. تحقیقات نشان می‌دهد که ولکانوسدیمترهای سهند رسوبات قدیمی‌تر را پوشانده‌اند و رسوبات آن نیز پس از فازکوهزایی پاسادین در پلیوکواترن (در حاشیه جنوبی شهر تبریز) دچار تغییر شیب شده است.

بررسی شرایط اقلیمی منطقه نشان می‌دهد که متوسط بارشهای سالانه در دوره آماری ۴۵ ساله با توجه به داده‌های ایستگاه سینوپتیک شهر تبریز برابر با ۳۰۰/۹ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت این ایستگاه در دوره ۳۶ ساله برابر با ۱۲/۱ درجه سانتیگراد است [۵، صص ۱۸-۳۱]. محدوده تحت مطالعه در اقلیم نمای آمبرژه و در منطقه آب و هوایی نیمه خشک سرد قرار می‌گیرد [۶، ص ۳۷]. در همین راستا بررسیهای انجام شده در زمینه وضعیت بادهای منطقه، بیانگر غلبه بادهای شرقی با سرعت ۳/۹ متر بر ثانیه است [۶، ص ۱۰۱].

۳- مواد و روشها

در بررسی مسائل ژئومورفولوژی، علاوه بر توصیف صحیح و کامل به ژنتیک ناهمواری، منشأ و کیفیت بسیاری از عوامل که در تغییر شکل و یا شکل‌گیری عوارض پوسته زمین مؤثرند، پرداخته می‌شود. در این بین مورفولوژی لندفرمها صرفاً توصیف شکل هندسی ناهمواریهای پوسته زمین را شامل می‌شود که شامل مباحث توپوگرافی است. بنابراین محدودیتهای ناشی از شکل ناهمواریهای شهر و مناطق اطراف آن تحت عنوان تنگناهای مورفولوژیکی شهر مطالعه شده قرار می‌گیرد. در این بحث تعیین مورفولوژی ناهمواریها از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین برای شناسایی مورفولوژی ناهمواریهای اطراف شهر، محدوده‌ای بزرگتر از منطقه تحت نفوذ شهر تبریز در نظر گرفته شده است؛ در نتیجه به منظور شناسایی و طبقه‌بندی انواع ناهمواریهای منطقه با تهیه مدل ارتفاعی رقومی DEM (که از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ منطقه استخراج شده است) و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS از روشهای کامپیوتری خودکار و طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است [۷، صص ۳۵-۴۸ و ص ۲۵۷؛ ۸].

این روشها به‌وسیله محققان بسیاری از جمله دیکایو^۱ و همکاران (۱۹۹۱م.) با اتوماتیک‌کردن روش دستی هامند^۲، (۱۹۶۴م.) گسترش پیدا کرده‌اند [۹، ص ۲۶؛ ۱۰، صص ۱۱-۱۹ و ص ۴۵]. از آنجا که عناصر اصلی سازنده مورفولوژی ناهمواریها را داده‌های شیب، ارتفاع نسبی و نوع پروفیل تشکیل می‌دهند، با استفاده از روش خودکار مورفولوژی ناهمواریهای منطقه مطالعه شده تعیین شد؛ سپس برای تعیین و طبقه‌بندی انواع مورفولوژی ناهمواریها در منطقه تحت نفوذ شهر، نقشه شهر تبریز (به دلیل عدم وجود نقشه‌های شهری برای سالهای متناوب از نقشه سال ۱۳۷۵ استفاده شد) بر روی آن منطبق گردید و اطلاعات استخراج شد.

پدیده‌های ژئومورفولوژیکی که شهرها در جوار آنها قرار می‌گیرند و تا اندازه‌ای شکل و جهت توسعه آنها را متأثر می‌سازند، متعدد می‌باشند. در ارتباط با منطقه مطالعه شده، تنگناهای ژئومورفولوژیکی از قبیل جریان آبهای سطحی، وضعیت سطح آبهای زیرزمینی شهر، حرکات دامنه‌ای در داخل و مناطق مسلط به شهر و ناپایداریهای ناشی از ویژگیهای ساختمان زمین‌شناسی منطقه تجزیه و تحلیل شد؛ آنگاه تا حد ممکن اقدام به ارائه طبقه‌بندی دقیق برای مناطق مختلف محدوده مطالعه شده اقدام شد. به این ترتیب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM منطقه مطالعه شده، تنگناهای ناشی از انواع پوششهای زمین؛ جریانهای آبی (سطحی و زیر سطحی) و نیز پوشش گیاهی مطالعه و طبقه‌بندی شد. لازم به ذکر است که در این بخش از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دو دوره با فاصله ۱۰ سال استفاده شده است (جدول ۱).

جدول ۱ مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ماهواره	کد شناسایی	تاریخ تصویر	قدرت تفکیک	سنجنده
لندست ۴	WRS=۱۶۸/۰۳۴۰۰۰۱-۶۶۳۳۰۸۶	پاییز ۱۹۸۹ م.	۲۸/۵	TM۱۰
لندست ۵	WRS=۱۶۸/۰۳۴۰۰۰۱-۹۸۳۰۹۰۲۸	پاییز ۱۹۹۸ م.	۲۸/۵	TM۱۰

1. Dikau
2. Hammond

قبل از پردازش داده‌های تصاویر ماهواره‌ای، تصحیحات رادیومتری روی آنها انجام شد. برای این کار به دلیل ابری نبودن شرایط آب و هوایی منطقه در هنگام اخذ تصاویر، تنها از روش غبارآلودگی^۱ استفاده شد [۱۱، ص ۶۱۲]. در مرحله بعد تصاویر استفاده شده به وسیله سیستم شبکه‌ای UTM برای منطقه ۳۸ به کمک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مطالعه شده و نقشه‌های شهری مربوطه با مقدار خطای حدود ۲ پیکسل، ثبت مختصات و زمین مرجع شدند. در این مرحله از تعداد ۳۵ نقطه کنترل زمینی و نیز روش نزدیکترین همسایه^۲ برای ثبت مختصات تصویر استفاده شد؛ سپس با تعریف پیکسل‌های ۲۵ متری و با استفاده از روش مکعب حلقوی^۳، تصاویر دوباره بازچینی و تصحیح هندسی شدند [۱۲، ص ۷۶۳]. در مرحله بعد برای پردازش و طبقه‌بندی داده‌های مربوط به پوشش‌زمین از شاخص NDVI (شاخص پوشش‌گیاهی نرمال شده) استفاده شد [۱۳، ص ۳۷۹؛ ۱۴، ص ۴۲۷]. سپس داده‌های ماهواره‌ای حاصل از محاسبه شاخص NDVI در دامنه‌ای بین ۱- تا ۱+ قرار گرفتند. بنابراین برای طبقه‌بندی پوشش طبیعی زمین در آن، مقادیر منفی به عنوان مناطق دارای آب سطحی و زیرزمینی بالا، مقادیر نزدیک صفر به عنوان مناطق دارای خاک برهنه، واریزه و برونزدهای سنگی و به طور کلی مناطق برهنه و در نهایت مناطق دارای مقادیر مثبت برای محدوده‌های دارای پوشش گیاهی در نظر گرفته می‌شود [۱۵، ص ۳۹۶]. از این رو با توجه به دامنه تغییرات مقادیر مربوط به طبقه پوشش-گیاهی بین مقدار صفر تا یک می‌توان میزان تراکم پوشش‌گیاهی را در منطقه مطالعه شده به صورت درصد محاسبه و طبقه‌بندی کرد. به این ترتیب پوشش طبیعی زمین منطقه مطالعه شده تعیین شد؛ سپس نقش و تغییرات آن طی ۱۰ سال در گسترش شهر مورد بررسی قرار گرفت.

تعیین محدوده سیلابی مربوط به بخشی از بستر رودخانه (که در محدوده نفوذ شهر قرار می‌گیرد) عامل مخاطره‌آمیز دیگری است که مطالعه دقیق آن برای توسعه مناطق

1. haze correction
2. nearest neighbor
3. cubic convolution

حاشیه‌ای با اهمیت جلوه می‌کند. از آنجا که تعیین دقیق محدوده سیلابی بستر جریان در داخل شهر به دلیل عواملی طبیعی مانند نبودن مسیر بستر و ایجاد تغییرات مصنوعی در آن و افزایش فاکتورهای انسانی و نبود داده‌های توپوگرافی مفصل، کاری بس مشکل و زمانبر می‌باشد، فواصل ۲۰۰، ۳۰۰ و ۱۰۰ متری، به عنوان حریم فرضی بستر رودخانه‌های موجود در شهر تعیین شد و مناطق مخاطره‌آمیز در هنگام بروز سیلاب با تحلیل و طبقه‌بندی مورفولوژی اراضی حاشیه بسترها بررسی شد. در این بخش مساحتی حدود ۲۷ کیلومترمربع (برابر با ۳۸/۴ درصد از مساحت کل شهر) از اراضی حاشیه مسیر رودخانه‌های شهر که ۱۳/۵ کیلومترمربع آن مربوط به ساحل راست و ۱۳/۵ کیلومترمربع دیگر مربوط به ساحل چپ رودخانه است، مورد تحقیق قرار گرفت.

ناپایداریهایی با منشأ ساختمان زمین‌شناسی منطقه از محدودیتهای غالب در گسترش شهر تبریز است که مطالعه و تحلیل آن با کمک نقشه زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و مدل ارتفاعی رقومی انجام شد. در این بحث درباره ناپایداریهای ناشی از مورفونژ دامنه‌ها و مورفودینامیک شبکه‌های آبراهه‌ای نیز تحقیق شده است.

۴- تنگناهای مورفولوژیکی توسعه شهر

در تحلیل طبقه‌بندی حاصل از انواع مورفولوژی موجود در منطقه مطالعه شده (که با کمک مدل ارتفاعی رقومی شده DEM و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS حاصل شده است) مشاهده می‌شود، بخش زیادی از محدوده مطالعه‌شده را منطقه‌ای کاملاً هموار و بدون عارضه در برگرفته است. این منطقه، خود، بخشی از جلگه تبریز با مساحت کل ۲۲۵ کیلومترمربع در ساحل شرقی دریاچه ارومیه است. این منطقه در انتهای‌ترین قسمت شرقی جلگه واقع شده است و دو رشته ناهمواری با امتداد شمال‌غربی به جنوب‌شرقی در دو سمت شمال و جنوب آن قرار گرفته‌اند که در بخش شرقی شهر تبریز به یکدیگر بسیار نزدیک می‌باشند. واحدهای مورفولوژیکی که پس از انجام مراحل طبقه‌بندی برای کل محدوده مطالعه

شده حاصل شده‌اند، تنوع بسیاری را نشان می‌دهند؛ به طوری که حدود ۲۱ نوع واحد مورفولوژیکی منحصر به فرد در این منطقه شناسایی شده است و این موضوع حاکی از تنوع و پیچیدگی ترکیب مورفولوژی ناهمواریهای منطقه مطالعه شده می‌باشد (جدول ۲، نقشه ۳).

جدول ۲ وضعیت توزیع واحدهای مورفولوژی استخراج شده در محدوده منطقه مطالعه شده و شهر تبریز

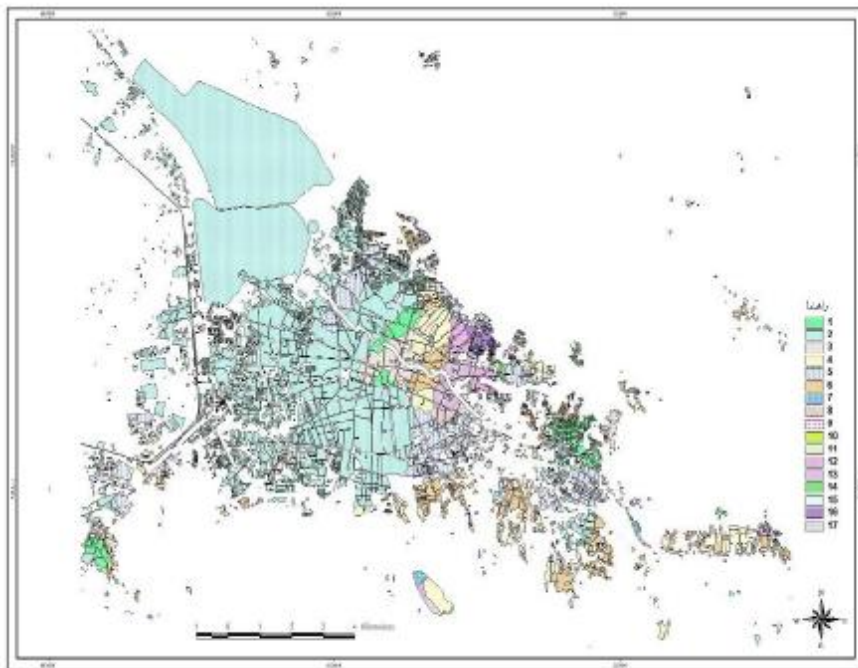
واحدهای اصلی سطح ۳	واحدهای اصلی سطح ۲	واحدهای مورفولوژیکی فرعی در محدوده مطالعه شده، سطح ۱	درصد مساحت در کل منطقه	درصد مساحت در محدوده شهر	نسبت شهر به کل منطقه	علائم راهنمای نقشه
مناطق هموار	دشت هموار	مناطق کاملاً مسطح و بدون عارضه	۳۳/۶۶۵۴	۶۵/۳۵۷۹	۴/۴۸۷	۲
	دشت ناهموار	دشتهای موج، مناطق با نیمرخ محدب و شیب کمتر از ۸ درصد	۰/۶۸۲۷	۲/۷۸۰۱	۴۳/۹۰۵۵	۱
		دشتهای موج، مناطق با نیمرخ مقعر با شیب کمتر از ۸ درصد	۰/۸۹۹۹	۲/۸۷۵۶	۵/۹۱۴	۳
		ناهمواریهای کم ارتفاع با دامنه‌های محدب و شیب کمتر از ۸ درصد	۷/۶۳۱۵	۶/۴۲۸۷	۵۰/۱۴۹	۴
		ناهمواریهای کم ارتفاع با نیمرخ مستقیم، مناطق با اختلاف ارتفاع نسبی اندک شیب ۸-۱۵ درصد	۲/۹۳۲۰	۹/۱۱۷۶	۲۵/۸۳۹	۵
		ناهمواریهای کم ارتفاع با دامنه‌های مقعر و شیب ۸-۱۵ درصد	۷/۴۵۲۰	۲/۸۴۵۶	۴۸/۹۷۰	۶
مناطق ناهموار	تپه ماهورها	تپه‌های کم ارتفاع با دامنه‌های محدب و شیب ۸-۱۵ درصد	۴/۱۷۳۹	۰/۶۱۴۹	۲۷/۴۲۸	۷
		ناهمواریهای کم ارتفاع با نیمرخ مستقیم و شیب ۱۵-۳۰ درصد	۰/۱۵۶۲	۰/۵۴۴۰	۱/۰۲۶	۸
		تپه‌های کم ارتفاع با دامنه‌های مقعر و شیب ۱۵-۳۰ درصد	۴/۳۴۹۰	۰/۴۷۷۶	۲۸/۵۷۹	۹



واحد‌های اصلی سطح ۳	واحد‌های اصلی سطح ۲	واحد‌های مورفولوژیکی فرعی در محدوده مطالعه شده، سطح ۱	درصد مساحت در کل منطقه	درصد مساحت در محدوده شهر	نسبت شهر به کل منطقه	علائم راهنمای نقشه
مناطق ناهموار	تپه ماهورها	۳۰ درصد (دره‌های بسیارگسترده مناطق تپه ماهوری)				
		مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های محدب و شیب ۳۰-۴۵ درصد	۴/۴۴۲۶	۰/۰۱۳۱	۲۹/۱۹۴	۱۰
		مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های مقعر و شیب ۳۰-۴۵ درصد (دره‌های باز مناطق تپه‌ماهوری)	۵/۶۱۶۰	۰/۲۳۱۰	۲۶/۹۰۵	۱۱
		مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های محدب و شیب ۳۰-۱۵ درصد	۲/۳۷۶۰	۱/۴۳۰۱	۱۵/۶۱۳	۱۲
		محدوده‌های هموار در مناطق تپه‌ماهوری با شیب ۳۰-۱۵ درصد و نیمرخ مستقیم	۰/۲۱۶۷	۱/۲۵۶۳	۱/۴۲۴	۱۳
		مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های مقعر و شیب ۱۵-۳۰ درصد	۳/۷۲۵۱	۰/۳۲۵۳	۲۴/۴۷۹	۱۴
	کوهستان	مناطق کوهستانی با دامنه‌های محدب و شیب زیاد	۲/۲۱۰۵	۰/۰۰۵۹	۱۴/۵۲۶	۱۵
		مناطق کوهستانی با دامنه‌های مقعر و پرشیب (دره‌های باز مناطق کوهستانی)	۱/۸۸۷۲	۰/۵۶۲۳	۱۲/۴۰۱	۱۶
		مناطق کوهستانی با دامنه‌های محدب و شیب تند	۶/۳۱۱۱	۰/۱۳۴۲	۴۱/۴۷۳	۱۷
		مناطق کوهستانی مرتفع با دامنه‌های مقعر (دره‌های بسته مناطق کوهستانی)	۶/۷۰۲۶	-	-	۱۸
		دامنه‌های محدب و پرشیب مناطق کوهستانی	۱/۷۲۱۵	-	-	۱۹
		دره‌های پرشیب و بسته مناطق کوهستانی مرتفع	۱/۷۰۳۱	-	-	۲۰
		دره‌های پرشیب و بسته مناطق کوهستانی بسیار مرتفع	۰/۱۴۵۱	-	-	۲۱
			مجموع مساحت به درصد	۱۰۰	۱۰۰	

نقشه ۳ واحدهای مورفولوژیکی فرعی استخراج شده در منطقه مطالعه شده
(شرح علایم راهنما در جدول ۲ مشاهده می شود. برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای Arc view و ILWIS استفاده شده است.)

بررسی مورفولوژی ناهمواریها صرفاً در محدوده نفوذ شهر تبریز نشان می‌دهد که از تعداد ۲۱ واحد مورفولوژیکی متنوع استخراج شده در کل منطقه، حدود ۱۷ واحد در محدوده شهر حاکمیت و نفوذ یافته‌اند. با توجه به اینکه در مباحث شهرسازی و توسعه، به کمتر بودن تنوع ناهمواری توصیه می‌شود؛ اما در خصوص شهر تبریز مشاهده می‌شود از کل واحدهای استخراج شده و موجود در تمامی منطقه مطالعه شده (که بخش وسیعتری از محدوده شهر را در برمی‌گیرد) تنها چهار واحد مورفولوژیکی حضور ندارد (جدول ۲، نقشه ۴) [۱۶، صص ۹۳-۱۰۴]. به این ترتیب در محدوده شهر نیز تنوع مورفولوژی ناهمواریها بسیار زیاد و قابل ملاحظه است.



نقشه ۴ واحدهای مورفولوژیکی فرعی استخراج شده در محدوده شهر تبریز (شرح علایم راهنما در جدول ۲ مشاهده می‌شود. برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ILWIS و Arc view استفاده شده است.)

چنانکه ملاحظات مورفولوژیکی در کل منطقه نشان می‌دهد، بیشترین تراکم عوارض توپوگرافی منطقه مطالعه شده مربوط به مناطق ناهموار شمال و جنوب شهر می‌باشد که در مقایسه، تضاریس^۱ ارتفاعات شمالی آن بیشتر از ارتفاعات جنوبی بوده و دامنه‌های جنوبی حالتی ملایمتر و چشم‌اندازی تپه مانند دارند [۲، صص ۹۵-۹۸؛ ۱۷، ص ۸۵]. با وجود این تمایل، توسعه شهر بیشتر به سمت دامنه‌های شمالی آن است. این موضوع با توجه به خشونت ناهمواریها در این منطقه و فعالیت شدیدتر سیستمهای مورفونز در آن که متأثر از بیشتر بودن انرژی ناهمواریها در این منطقه است، مخاطرات ژئومورفولوژیکی خاصی را برای مناطق شهری در این محدوده سبب خواهد شد.

۵- تنگناهای ژئومورفولوژیکی توسعه شهر

چگونگی وضعیت پوشش طبیعی زمین در مناطق جلگه‌ای از جمله مواردی است که غالباً به عنوان عامل محدودکننده توسعه جلوه‌گر می‌شود. جلگه تبریز در ساحل دریاچه ارومیه از این قاعده مستثنا نیست؛ به طوری که انواع پوششهای طبیعی با گستردهای متفاوت در محدوده آن دیده می‌شود. ملاحظه می‌شود که بالابودن سطح آبهای زیرزمینی و تشکیل سطوح آبریز توسعه شهر را در برخی از مناطق جلگه به طور جدی محدود کرده و جهت آن را نیز تغییر داده است. با توجه به اینکه جلگه تبریز، خود، بخشی از حوضه‌های زهکشی شرق دریاچه ارومیه محسوب می‌شود و از آنجایی که تمامی شبکه‌های زهکشی‌کننده حوضه‌های آبریز منطقه از جلگه عبور کرده و وارد دریاچه ارومیه می‌شوند، سرانجام در مسیر خود هنگام رسیدن به جلگه به دلیل نزدیک شدن به سطح اساس و نیز کاهش بسیار زیاد شیب، از سرعت جریان آنها کم می‌شود و در نتیجه بر میزان نفوذ آن افزوده می‌شود که مقدار آن متأثر از شرایط زمین‌شناسی می‌باشد. به این ترتیب آبهای زیرسطحی در مناطقی از جلگه در سطح بالاتری قرار گرفته و سبب محدودکردن توسعه شهر شده‌اند؛ همچنین در داخل محدوده شهر مخاطراتی را نیز برای نواحی مسکونی که در قلمرو آنها بنا شده‌اند، ایجاد کرده‌اند (نقشه‌های ۵-۸). لازم به ذکر است که شیب عمومی جلگه به جهت اینکه به سمت غرب (دریاچه ارومیه) بوده و در این جهت نیز بر وسعت جلگه افزوده می‌شود، بنابراین باید عامل محدودیت ناشی از بالابودن سطح آبهای زیرزمینی و تشکیل سطوح آبریز را در مناطق غربی شهر تبریز مشاهده کرد.

۱. دندانه‌دار و مضرس بودن

نقشه ۵ وضعیت پوشش طبیعی زمین (NDVI) در منطقه مطالعه شده (۱۳۸۹م)
(برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ERDAS .ILWIS و Arc view و تصویر ماهواره‌ای نوع TM استفاده شده است.)

نقشه ۶ و وضعیت پوشش طبیعی زمین (NDVI) در منطقه مطالعه شده (۱۹۹۸ م.)
(برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ERDAS .IL WIS . Arc view و تصویر ماهواره‌ای نوع TM استفاده شده است.)

نقشه ۷ وضعیت پوشش طبیعی زمین (NDVI) در محدوده شهر تبریز (۱۳۸۹م)
(برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ERDAS .ILWIS، Arc view، تصاویر ماهواره‌ای نوع TM استفاده شده است.)

نقشه ۸ وضعیت پوشش طبیعی زمین (NDVI) در محدوده شهر تبریز (۱۹۹۸ م)
(برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ERDAS .ILWIS و تصاویر ماهواره‌ای نوع TM استفاده شده است)

مطالعه در انواع پوششهای طبیعی منطقه و میزان گستره آنها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مورد تحقیق و طبقه‌بندی قرار گرفته؛ سپس تغییرات آن در طی ۱۰ سال بررسی شده و در نهایت مناطق مخاطره‌آمیز شهر تعیین شده است (نقشه‌های ۵-۸). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که پوشش طبیعی حدود ۳۱/۳ درصد از مساحت منطقه مطالعه شده در فاصله ۱۰ سال دچار تغییر شده است. در طی این مدت به طور متوسط حدود ۳/۹ درصد از مساحت محدوده شهر تبریز تحت تأثیر مناطق با سطح آب زیرزمینی بالا و سطوح آبرگیر قرار گرفته است. مناطق مذکور در بخش غربی شهر واقع شده و به صورت عامل محدود کننده در برابر گسترش شهر ظاهر شده‌اند. مطالعه تغییرات این مناطق نشان می‌دهد که در طی ۱۰ سال، از مساحت تحت نفوذ آنها چه در محدوده شهر و چه در محدوده کل منطقه کاسته شده است. بنابراین می‌توان گفت که میزان محدود کنندگی این عامل نسبت به گذشته کاهش یافته است (جدول ۳).

جدول ۳ توزیع مساحت تحت نفوذ انواع پوششهای طبیعی منطقه، شهر و تغییرات ۱۰ ساله آن

نوع پوشش زمین	سال ۱۹۸۹ م.		سال ۱۹۹۸ م.		تغییرات ۱۰ سال		متوسط	
	منطقه	شهر	منطقه	شهر	منطقه	شهر	منطقه	شهر
مناطق دارای آب به میزان نسبی زیاد	۰/۳۹	۰/۶۶	۰/۱۷	۰/۰۴	-۰/۲۲	-۰/۶۲	۶۵/۴	۷۷/۷
مناطق دارای آب به میزان نسبی متوسط	۹/۲۷	۵/۷۴	۶/۱۸	۶/۷۷	-۳/۰۹	۱/۰۳		
مناطق دارای آب به میزان نسبی کم	۳/۶۸	۶/۴۲	۳/۰۳	۳/۹۲	-۰/۶۵	-۲/۵		
پوشش گیاهی ۰-۲۰٪	۵۶/۹۸	۶۶/۲۱	۵۲/۷۳	۵۸/۷۱	-۴/۲۵	-۷/۵	۵۷/۵	۵۳/۵
پوشش گیاهی ۲۰-۴۰٪	۰/۰۰۵	۰	-۰/۰۰۳	۰	-۰/۰۰۲	۰		
پوشش گیاهی ۴۰-۶۰٪	۰/۰۰۱	۰	-۰/۰۰۱	۰	۰	۰		
خاک برهنه	۲۹/۶۷	۲۰/۹۶	۳۷/۳۹	۳۰/۵۵	۷/۷۲	۹/۵۹	۳۸/۱۱	۳۴/۶۶
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰				

از آنجا که در توسعه مناطق شهری با توجه به پوشش طبیعی، همواره مناطق تحت پوشش خاک برهنه، مناسب تشخیص داده شده‌اند، اما ملاحظات در خصوص شهر تبریز نشان می‌دهد که به طور متوسط در طی ۱۰ سال حدود ۲۹/۴ درصد از مساحت شهر در قلمرو مناطق دارای پوشش خاک برهنه قرار گرفته است؛ همچنین در طی مدت ۱۰ سال در خصوص این نوع پوشش روند افزایشی در مساحت تحت اشغال آنها مشاهده می‌شود (جدول ۳) [۱۸، صص ۸۹-۱۰۴].

در مجموع، قسمت اعظم مساحت شهر در محدوده مناطق دارای پوشش گیاهی با تراکم کم (۰-۲۰ درصد) قرار گرفته است که غالباً از نوع مرتعی می‌باشد و به طور متوسط ۶۲/۵ درصد از مساحت شهر در طی ۱۰ سال در محدوده این نوع پوشش طبیعی واقع شده است. مطالعه روند تغییرات این نوع پوشش طبیعی حاکی از کاهش مقدار مساحت تحت حاکمیت آن در طول مدت ۱۰ سال می‌باشد (جدول ۳).

تغییرات به وجود آمده طی ۱۰ سال در خصوص پوشش طبیعی منطقه مطالعه شده ناشی از عوامل مورفوژنز آنتروپیک و طبیعی می‌باشد، اما به دلیل گسترش بیشتر مناطق شهری، صنعتی و افزایش فعالیت‌های انسانی دلایل تغییرات پوشش طبیعی زمین در منطقه مطالعه شده به طور عمده ناشی از عوامل مورفوژنز آنتروپیک می‌باشد.

برای مخاطرات هیدرولوژیکی با توجه به اینکه منطقه مطالعه شده خود بخشی از حوضه آبریز آجی‌چای می‌باشد، اما یک حوضه هیدروگرافیک کامل محسوب نمی‌شود. آجی‌چای به عنوان بزرگترین رودخانه ناحیه شرقی دریاچه ارومیه از قسمت‌های شمالی شهر با جهت شرقی - غربی عبور می‌کند که به دلیل عبور از سازندهای میوسن مقدار زیادی از رسوبات تبخیری را در خود حل کرده و تبدیل به رودخانه‌ای شور می‌شود [۵، ص ۹۵؛ ۱۷، ص ۱۲۴]. جریان آبی عمده دیگر که از قسمت‌های جنوب شرقی وارد شهر می‌شود، مهرانرود است. این جریان در محدوده وسط شهر به آجی‌چای می‌پیوندد (نقشه ۹). در مجموع حدود ۴۵ کیلومتر از بستر جریان‌های عمده منطقه در محدوده شهر واقع شده که بستر آنها به صورت مصنوعی محاط شده است؛ اما بررسی تاریخچه کوتاهی از سیل‌هایی که در محدوده شهر تبریز رخ داده، بیانگر حضور فعال مخاطرات ناشی از وقوع این پدیده در محدوده شهر است (جدول ۴).

جدول ۴ تاریخچه کوتاهی از سیل‌های محدوده شهر [۵، ص ۹۲]

نوع حادثه	محل وقوع	تاریخ
سیل	سطح شهر تبریز	۷۵/۴/۱۸ و ۲۰
سیل	بخش‌های تابعه	۷۶/۴/۱۲ و ۱۵
سیل	بخش مرکزی تبریز	۷۷/۲/۹
سیل و رگبار	بخش مرکزی تبریز	۷۸/۴/۷
سیل و رگبار	بخش مرکزی تبریز	۷۸/۵/۱۵ و ۱۶، ۱۷

نقطه ۹ مسیر رودخانه‌ها در شهر تبریز و مورفولوژی اراضی حاشیه آن تا فاصله ۳۰۰ متری از بستر
(شرح علایم راهنما در جدول ۲ آمده است. برای تهیه این نقشه از نرم افزارهای ILWIS و Arc view استفاده شده است.)

با وجود آنکه در نگاه نخست ابعاد طرح‌ریزی شده برای محاط‌شدن مصنوعی بستر جریانها در محدوده شهر کافی به نظر می‌رسد، وجود سطوح غیر قابل نفوذ شهری با مساحت $70/388$ کیلومترمربع و از طرفی تنگ‌شدن بستر اصلی جریان که تغییراتی در پروفیل طولی آن نیز ایجاد شده و کاربریهای نامناسب حاشیه بستر و برخی سازندهای نفوذناپذیر در دامنه‌های شمالی شهر، افزایش ضریب جریان را در مواقع بارشهای شدید در برخی مناطق از مقدار $0/7-0/8$ تا مقدار $0/9$ در پی داشته است [۵، ص ۱۰۰]. چنانکه می‌توان گفت در شرایط بحرانی موجب سرریز شدن بستر جریان، آبگرفتگی و بروز سیل در سطح شهر شده است.

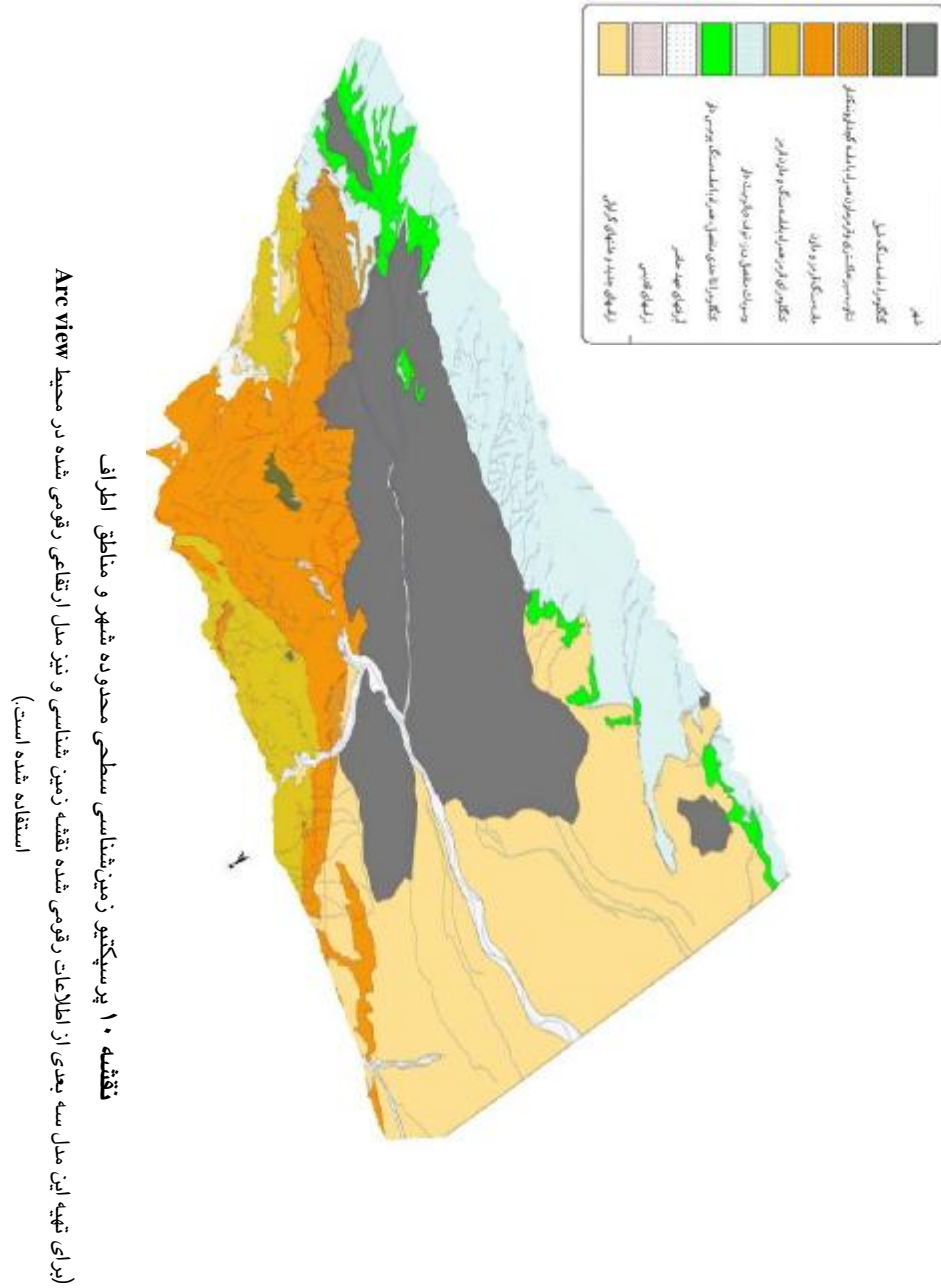
از جمله مناطق مستعد برای آبگرفتگی و تجمع توده‌های آب را در مواقع سرریز شدن می‌توان بستر رودخانه‌ها، گودالها و مناطق با نیمرخ مقعر در حاشیه بستر جریان نام برد. از این حیث نتایج حاصل از طبقه‌بندی مورفولوژی اراضی حاشیه بستر نشان می‌دهد که این اراضی در وسط شهر واقع شده‌اند و مجموعاً مساحتی در حدود $1/4$ کیلومتر مربع از اراضی حاشیه بستر را با توجه به حریمهای تعیین شده، تحت اشغال خود دارند (جدول ۵، نقشه ۹).

مورفودینامیک شبکه آبراه‌های اشغال شده به وسیله شهر در غالب موارد هنگام بارندگی فصول بهار و پاییز برای محلات شمالی شهر مخاطراتی را همراه دارد، به طوری که در وجه تسمیه برخی محلات این منطقه مانند محله سیلاب و سرخاب تأثیر گذار بوده است. در برخی محلات جنوبی شهر نیز سیستم زهکشی تخریب و تحت اشغال بناها واقع شده است. اگر چه در این بخش دوره تکرار سیلابها طولانی‌تر می‌باشد، وسعت زیاد حوضچه‌های سیلابی برخی از شبکه‌ها می‌تواند باعث آسیبهای شدید در صورت بارش رگبارهای کوتاه مدت شود (سیلاب سال ۱۳۷۵ در جنوب و جنوب‌شرق شهر) [۳، ص ۶۳۹].

در منطقه مطالعه شده حدود ۱۵۰ کیلومتر گسل وجود دارد که گسل تبریز در شمال شهر با صفحه‌ای قائم از بزرگترین و مهمترین آنها می‌باشد. این گسل با امتداد شمال‌غرب - جنوب‌شرق (عمود بر محور نیروها) از محلات قدیمی نظیر باغمیشه، سیلاب، شتریان و سرخاب و محلات جدید نظیر ولیعصر شمالی و شهرک ارم عبور می‌کند که مورفوزن ناشی از زمین لرزه‌های آن عامل عمده کنترل‌کننده تکتونیک منطقه است (نقشه ۱۰).

جدول ۵ نتایج طبقه‌بندی مورفولوژی اراضی در حریم تعیین شده برای مسیر رودخانه‌های موجود در شهر

راه‌نما	مورفولوژی اراضی حاشیه حریمهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ متری از بستر جریان	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد نسبت به کل شهر
۱	دشتهای موج، مناطق با نیمرخ محدب و شیب کمتر از ۸ درصد	۰/۳۷	۰/۵۳۱
۲	مناطق کاملاً مسطح و بدون عارضه	۱۳/۹	۱۹/۸
۳	دشتهای موج، مناطق با نیمرخ مقعر با شیب کمتر از ۸ درصد	۱/۴	۱/۹
۴	ناهمواریهای کم ارتفاع با دامنه‌های محدب و شیب کمتر از ۸ درصد	۳/۷	۵/۲
۵	دشتهای با نیمرخ مستقیم، مناطق با اختلاف ارتفاع نسبی اندک و شیب ۸-۱۵ درصد	۲/۷	۳/۹
۶	ناهمواریهای کم ارتفاع با دامنه‌های مقعر و شیب ۸-۱۵ درصد	۱/۸	۲/۶
۷	تپه‌های کم ارتفاع با دامنه‌های محدب و شیب ۵-۱۲ درصد	۰/۵۰۵	۰/۷۱۷
۸	ناهمواریهای کم ارتفاع با نیمرخ مستقیم دامنه‌ها و شیب ۱۵-۳۰ درصد	۰/۲۷	۰/۳۸
۹	تپه‌های کم ارتفاع با دامنه‌های مقعر و شیب ۱۵-۳۰ درصد (دره‌های بسیارگسترده مناطق تپه‌ماهوری)	۰/۶۸	۰/۹۶
۱۰	مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های محدب و شیب ۳۰-۴۵ درصد	۰/۰۴۳	۰/۰۶
۱۱	مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های مقعر و شیب ۳۰-۴۵ درصد (دره‌های باز مناطق تپه‌ماهوری)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
۱۲	مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های محدب و شیب ۱۵-۳۰ درصد	۰/۴۶	۰/۶۶
۱۳	محدوده‌های هموار در مناطق تپه‌ماهوری با شیب ۱۵-۳۰	۰/۸۸	۱/۲
۱۴	مناطق تپه‌ماهوری با دامنه‌های مقعر و شیب ۱۵-۳۰	۰/۰۵۹	۰/۰۸
۱۵	مناطق کوهستانی با دامنه‌های محدب و شیب زیاد	۰/۱۷۲	۰/۲۴
	مجموع	۲۷	۳۸/۴



حاکمیت اقلیم نیمه‌خشک بخشهای پست و نیمه‌مرطوب خشک ارتفاعات مشرف بر شهر نقش سیستم فرسایش پریگلاسیر را در حاشیه مناطق مسکونی سبب شده است. حرکت کند و گاهی اوقات سریع مواد تخریب یافته از ارتفاعات به طرف پایین دست دامنه‌ها به صورت عناصر دامنه‌ای بویژه از طریق جریانهای سطحی پراکنده بعد از بارندگیها مهمترین سیستم مورفوژنز فعال در شرایط پایداری تکتونیکی است. در محلات شمالی و شرقی شهر تبریز افزایش انرژی ناهمواریهای شمالی و شمال‌شرقی شهر نسبت به ناهمواریهای جنوبی که در مبحث مورفولوژی نیز به آن اشاره شد، باعث تشدید فعالیت کلیه سیستمهای مورفوژنیک در این منطقه شده است. شیب زیاد و طول کم دامنه‌ها در این مناطق که در غالب موارد کاملاً به مناطق مسکونی چند طبقه و جدید مسلط می‌باشد، حرکات دامنه-ای و مورفوژنز شبکه‌های آبی را در این منطقه تشدید کرده است. این در حالی است که در برخی محدوده‌ها از منطقه مذکور اقدام به برش پای دامنه‌ها جهت ایجاد تراسهای مصنوعی و سطوح مسطح برای تأسیس بنا و یا راههای ارتباطی شده است، واضح است که از بین بردن مقاومت جانبی دامنه‌ها به این طریق با وجود ایستایی فعالیت تکتونیکی گسل تبریز شدت فعالیت حرکات دامنه‌ای را تشدید می‌کند. تورم خاک نیز از دیگر موارد تأثیرگذار در مورفوژنز شرق شهر تبریز است؛ چنانکه مارنهای آهکی بسیار حساس کوی ولیعصر تبریز که روند آن تقریباً تا دروازه جدید شهر ادامه پیدا می‌کند همواره مشکلاتی را از حیث ساخت و ساز بنا به همراه داشته و خواهد داشت (نقشه ۲)، چنانکه بیشتر ساختمانهای غیر استاندارد شرق و شمال منطقه ولیعصر را با پدیده هیدروکمپکشن تهدید به فرونشست و تخریب می‌کند. به‌طورکلی عواملی نظیر یخبندانهای زمستانه، نوسانهای سطح سفره آب زیرزمینی و جذب آب از منابع مختلف تورم مارنهای آهکی شرق تبریز را موجب می‌شود [۱۹].

در هر صورت فعالیتهای تکتونیکی (با هر منشأ) که در تبریز به وقوع بپیوندد علاوه بر تأثیر مستقیم در تخریب ساختمانها، فعالیت سایر سیستمهای مورفوژنز را می‌تواند تشدید کند.

۶- نتیجه‌گیری

بررسی موانع طبیعی اعم از مخاطرات مورفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی منطقه مطالعه شده، تنوع و گسترده‌گی آثار آنها را در توسعه شهر تبریز نشان می‌دهد؛ چنانکه در بررسیهای مورفولوژیکی مشخص شد، توسعه شهر از سمت شمال روی مناطق ناهمواری صورت گرفته

است. بنابراین در این منطقه مورفولوژی، انرژی زیاد ناهمواریها و ساختمان زمین‌شناسی خاص منطقه پتانسیل بالایی را برای فعالیت سیستمهای مورفوژنز آن سبب شده است. در این شرایط ایجاد تغییرات با منشأ انسانی و یا طبیعی که گسل تبریز مهمترین فاکتور آن است، می‌تواند باعث تبدیل پتانسیلهای موجود به صورت بالفعل شود. اما در شرایط کنونی (که منطقه در حالت ایستایی تکتونیکی قرار دارد) دستکاری دامنه‌ها برای توسعه شهر به وسیله عوامل انسانی مهمترین عامل تشدید مخاطرات و بروز خسارت است [۳، ص ۶۳۳].

از دیگر موانع توسعه، بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و ایجاد سطوح آبگیر در توسعه شهر را می‌توان معرفی کرد که موقعیت و روند تغییرات آنها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تجزیه و تحلیل شد. چنانکه ذکر شد از محدوده نفوذ این مناطق کاسته شده است. در نتیجه می‌توان گفت که احداث سد روی رودخانه‌های مهم منطقه (آجی‌چای) می‌تواند از مهمترین عوامل آن باشد. جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و اشغال اراضی (که خاک آنها برای سایر کاربریها کمتر مناسب است) از جمله اهداف برنامه‌ریزان در امر توسعه مناطق شهری است.

در هر صورت ذات سیستمی تغییرات در محیط طبیعی نیازمند مطالعه حجم زیادی از منابع و اطلاعات می‌باشد که این امر و نیز روابط بسیار نزدیک موجود بین عوامل، امکان بررسی یکجا و دقیق را در مدت زمان کم مشکل کرده است و پیچیده شدن نتایج را نیز سبب می‌شود. در حالی که با بهره‌گیری از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی ضمن تحلیل روابط متقابل تمامی عوامل و اطلاعات موجود، زمان کمتری صرف شده و مهمتر اینکه نتایج به صورت نقشه‌های جغرافیایی که از گویاترین ابزارهای مطالعاتی می‌باشند، ارائه می‌شود. در این زمینه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند بسیاری از نقایص و کمبودهای موجود در زمینه اطلاعات مورد نیاز را رفع کند که به این ترتیب بر دقت نتایج حاصل از آن نیز افزوده می‌شود.

۷- منابع

- [۱] رجائی، عبدالحمید؛ کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط؛ نشر قومس، ۱۳۷۳.
- [۲] خیام، مقصود؛ «نگرشی به تنگناهای ژئومورفولوژی توسعه شهر تبریز»؛ نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ش ۱، ۱۳۷۴.



- [۳] رضایی مقدم، محمدحسین؛ ملاحظات مورفوتکتونیک و مورفودینامیک در توسعه نواحی مسکونی، مطالعه مقایسه‌ای شهر تبریز و شهر جدید سهند؛ سمینار توسعه مسکن، سازمان مسکن و شهرسازی، ۱۳۷۵.
- [4] Verdier, A; "Geological Report"; No. 236 on SW Meyaneh Area and Sarab-Tabriz-Khoi area, 1961.
- [۵] جلالی، اروج؛ «هیدرولوژی شهری، مورد مطالعه شهر تبریز»؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۸.
- [۶] بهرامی، مجتبی؛ «پژوهشی در بادهای غالب تبریز و اثرات آن در مکانیابی صنایع»؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۷.
- [7] Brabyan, L.; "GIS analysis of macro landform"; *Presented at The 10th Colloquium of The Spatial Information Research Center*; University of Otago, New Zealand: 16-19 November. 1998.
- [۸] رضایی مقدم، محمدحسین، تقفی، مهدی؛ «طبقه‌بندی و تحلیل مورفولوژی لندفرمهای زمین با استفاده از GIS و DEM»، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۴.
- [9] Dikau, R; Brabb, E.E. and Mark, R.M.; "Landform classification of New Mexico by computer U. S. Dept Interior, U. S. Geological Survey"; *Open-File report 91-634*, 1991.
- [10] Hammond, E. H.; "Analysis of properties in landform geography: An application to broad scale landform mapping"; *Annals of Association of American Geographers*, 1964.
- [11] Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer; *Remote sensing and image interpretation*; New York: 3rd ed, John Wiley, 1994.
- [12] ERDAS; *ERDAS Imagine field guide*; Atlanta: 3rd Ed, ERDAS, GA., 1995.
- [13] John, R. Jensen; *Introductory digital image processing*; New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.
- [14] Steven, N.D and Clark, J. A.; *Application of remote sensing in agriculture*, Cambridge: Great Britain: University Press, 1990.
- [15] Swain, P.H. and S.M. Davis; *Remote sensing: The Quantitative Approach*. McGraw-Hill, 1978.

- [۱۶] زمردیان، محمدجعفر؛ ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی؛ انتشارات سمت، ۱۳۷۲.
- [۱۷] وقارموسوی، علی؛ «تحول ژئومورفولوژی جلگه تبریز»؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۶۹.
- [۱۸] پورمحمدی، محمد رضا؛ برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری؛ انتشارات سمت، ۱۳۸۲.
- [۱۹] عسکری، فرج‌الله، فاخری، علی؛ تورم و واگرایی خاکها...؛ نشر جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.