

ارزیابی روند گسترش نواحی سکونتگاهی و پیش‌بینی میزان توسعه با رویکرد ژئومورفولوژیکی و مدیریت محیط (مطالعه موردی: شهر پاوه)

ممنند سالاری* - استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه کردستان، عضو گروه پژوهشی مطالعات محیطی دریاچه زریبار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، دانشگاه کردستان.

هادی نیری - استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان.
حمید گنجائیان - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران.
خبات امانی - کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۹/۰۳/۰۲

چکیده

انجام برنامه‌ریزی‌های کاربردی در محیط‌های شهری نیازمند آگاهی از مسیر تحول شهر و روند توسعه آن است. بنابراین در تحقیق حاضر سعی بر آن شده است تا با استفاده از مدل LCM روند تحول سکونتگاه‌های شهر پاوه در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳ ارزیابی و همچنین میزان توسعه فیزیکی این نواحی برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شود تا بتوان برنامه‌ریزی‌های لازم را جهت سامان‌دهی و کنترل حرکت این نواحی به سمت مناطق مخاطره‌آفرین انجام داد. رویکرد کلی مبتنی بر دید ژئومورفولوژیکی و به بیانی مدیریت محیط است. در این راستا، بر مبنای کاربری اراضی و سکونتگاهی سال ۱۹۹۸ و روند تغییر آن تا سال ۲۰۱۳ و همچنین سایر پارامترهای مؤثر، میزان گسترش نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است. برای این منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ تهیه شده است. بعد از تهیه تصاویر و عمل پیش پردازش با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده، نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ تهیه شده است. سپس با استفاده از مدل LCM و بر مبنای متغیرهای مؤثر، روند و میزان توسعه آتی بهینه‌های سکونتگاهی در منطقه مورد مطالعه پیش‌بینی شده است. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این است که نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه با رشد روزافزونی مواجه می‌باشد، به طوری که در سال ۱۹۹۸ کل نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه ۴/۱ کیلومترمربع بوده است، این در حالی است که این مقدار در سال ۲۰۱۳ به ۶/۵ کیلومترمربع رسیده است. همچنین میزان گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است که مطابق نتیجه به‌دست‌آمده، وسعت نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۳۰ به حدود ۱۰ کیلومترمربع خواهد رسید. مطابق نقشه‌های تهیه شده و اطلاعات حاصله، توسعه آتی نواحی سکونتگاهی در قالب گسترش فیزیکی (کالبدی) و نیز هسته‌های خاص و غالباً منطبق بر سطوح دامنه‌ای و حریم رودخانه‌ای است که با افزایش سطح مناطق مخاطره‌آمیز همراه خواهد بود. بنابراین با وجود کارا بودن رویکرد موجود و بهره‌گیری از آن به عنوان یک سند اولیه، ضرورت تهیه و عملیاتی شدن سند ژئومورفولوژیکی شهری پاوه مبتنی بر فرم و فرایندشناسی با هدف شناخت واقعیت مکانی و مخاطرات محیطی موجود، جهت‌یابی روند توسعه شهری و نیز کاهش سطح ریسک وجود دارد.

واژگان کلیدی: نواحی سکونتگاهی، توسعه فیزیکی، رویکرد ژئومورفولوژیکی، LCM، پاوه.

مقدمه

شهرها همواره تحت تأثیر عوامل و نیروهای گوناگونی قرار می‌گیرند و توسعه می‌یابند (حسین‌زاده دلیر و هوشیار، ۱۳۸۵). گسترش فیزیکی و کالبدی شهرها، به دلیل افزایش سریع جمعیت در کشورهای در حال توسعه با شدت بیشتری صورت می‌گیرد (سیلوریا و همکاران^۱، ۲۰۰۵)؛ و با شروع انقلاب صنعتی در غرب و قانون اصلاحات ارضی در ایران، روند شهرنشینی با رشد چشمگیری مواجه شده است (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۱) که این شهرنشینی منجر به استفاده گسترده از اراضی و اثرات نامطلوب زیست‌محیطی می‌شود (شن^۲، ۲۰۱۲). همچنین در برخی موارد گسترش فضاهای شهری منجر به مخاطرات محیطی و تهدید برای جوامع انسانی می‌شود (ساندرز و کلارک^۳، ۲۰۱۰). در واقع هر اندازه که شهرها گسترش پیدا کنند، برخورد آن‌ها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوعات مربوط به آن‌ها زیادت می‌شود. لذا اهمیت و ضرورت شناخت ویژگی‌های محیط طبیعی جهت تمیز و تشخیص نقاط مناسب برای ایجاد بناها و ساختمان‌ها، از مناطق نامساعد، معلوم می‌شود. برای شناخت بخش اعظمی از ویژگی‌های محیط طبیعی نیاز به مطالعات ژئومورفولوژی است. در راستای کسب این گونه آگاهی است که می‌توان قدم‌های مؤثر در انتخاب مناسب‌ترین مکان برای ایجاد و گسترش شهرها برداشت و نسبت به جلوگیری از خطر پدیده‌های طبیعی یا مقابله با آن‌ها اقدامی جدی به عمل آورد (رضایی و استاد ملک‌رودی، ۱۳۸۹). بنابراین، پدیده‌های طبیعی گاه به عنوان عوامل مثبت و گاه به عنوان عامل منفی و بازدارنده عمل می‌کنند (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸). مجموعه عوامل فوق بیانگر این است که برنامه‌ریزی در هر زمینه شهری قبل از هر چیزی آگاهی از مسیر تحول شهر و ماهیت پویای آن را طلب می‌کند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰).

بنابراین در تحقیق حاضر سعی بر آن شده است تا با استفاده از مدل LCM روند تحول سکونتگاه‌های شهر پاره در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳ ارزیابی و همچنین میزان توسعه آتی این نواحی برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شود تا بتوان برنامه‌ریزی‌های لازم را جهت سامان‌دهی و کنترل حرکت این نواحی به سمت مناطق مخاطره‌آفرین انجام داد. در واقع در ارتباط با شهر با یک رویکرد ژئومورفولوژیکی در راستای مدیریت واقعی محیط تلاش می‌گردد. بر همین اساس و با توجه به اهمیت موضوع، در ارتباط با موضوع پژوهش مطالعات زیادی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است. که در ادامه به تشریح پاره‌ای از آن‌ها پرداخته شده است:

منتس و همکاران^۴ (۲۰۰۷) به مطالعه نقش عوامل ژئومورفولوژیکی از جمله، شیب، تکتونیک در حرکات توده‌ای در اطراف رودخانه دانوب پرداختند و سپس محدودیت‌های این عوامل را بر روی نواحی مسکونی اطراف آن مورد ارزیابی قرار داده‌اند. باز و همکاران^۵ (۲۰۱۰) بر اساس تکنیک‌های مدل‌سازی تجزیه و تحلیل بر مبنای GIS ادامه توسعه بدون برنامه‌ریزی در منطقه شهری استانبول را در جهت شمال، شرق و قسمت‌های غربی شناسایی کردند. جی و همکاران^۶ (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر مستقیم الگوهای استفاده از زمین‌های منطقه‌ای و کیفیت محیط‌زیست منطقه‌ای، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مدل ارتفاعی رقومی، شیب و سایر پارامترهای زیست‌محیطی برای تعیین تناسب توسعه صنعتی زمین‌های شهری بر اساس تحلیل همپوشانی در محیط ArcGIS اقدام کرده‌اند و با تعیین سه کلاس نسبتاً مناسب، مناسب و نامناسب، توسعه اکولوژیک محور شهر وهان را مشخص کرده‌اند. همچنین یوسف و همکاران^۷ (۲۰۱۱) در کشور مصر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از مدل AHP، اقدام به

۱. Silveira & et al

۲. Shen

۳. Sanders & Clark

۴. Menten et al

۵. Baz et al

۶. Jie & et al

۷. Youssef et al

شناسایی و رتبه‌بندی مکان‌های مختلف برای توسعه شهر کردند. آن‌ها برای انجام این کار از شاخص‌های مختلف، زمین-شناسی و زیست‌محیطی استفاده کرده‌اند و در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که بعضی از مناطق برای توسعه شهر با مشکلات جغرافیایی و زیست‌محیطی مواجه است. از جمله تحقیقات خارجی دیگر می‌توان به پژوهش هان و جیا^۱ (۲۰۱۷) کرد که به بررسی تغییرات کالبدی شهری و توسعه شهری در فوشان چین پرداخته و با استفاده از الگوی توسعه آن در ۲۰ سال گذشته، روند تغییرات آن را با استفاده از ویژگی‌های محیطی برای سال ۲۰۲۵ مشخص کردند و در نهایت الگوی شهری مورد نظر خود را ارائه کرده و اذعان داشتند که برنامه‌ریزی بر مبنای آن باعث حفظ ویژگی‌های زیست‌محیطی در آینده می‌شود. مارتین‌دیز و همکاران^۲ (۲۰۱۸) در پژوهشی توسعه شهری را در روی سطوح شیب‌دار دامنه‌ای و در ارتباط با مخاطرات ژئومورفولوژیکی در دوران پس از جنگ در ساریوو مورد بررسی قرار دادند. پژوهش دارای یک رویکرد بین رشته‌ای در حوزه ژئومورفولوژی شهری بود. نتایج نشان داد که مولفه‌های جغرافیایی نقش مهمی را در توزیع جمعیت داشته‌اند. توسعه شهری در فاصله سال‌های پس از جنگ ۱۹۹۵-۱۹۹۲ در شیب با درجات بالا بوده است و در سایت‌های پنج‌گانه مورد مطالعه مخاطرات ژئومورفولوژیکی زیاد شده‌اند. نتایج نهایی بیانگر ضرورت برنامه‌های اصلاحی و نیز استراتژیک در روند توسعه جدید شهری می‌باشد. همچنین در پژوهشی دیگر ژانگ و همکاران^۳ (۲۰۱۸) به بررسی گسترش افقی و عمودی توسعه شهری در مگاشهرها در شرق آسیا پرداختند. مدل به کارگیری شده SS-coMCRF و با تصاویر لندست بود که در سه شهر پکن، سئول و توکیو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بازه زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰، توسعه قابل توجه در سطح هر سه شهر وجود داشته ولی به دلیل شرایط طبیعی و اجتماعی، میزان و نیز الگوهای توسعه متفاوت بوده است و روش و مدل موجود منجر به ایجاد یک دید مفید و جدید از توسعه شهری شده است.

در ایران نیز تحقیقات زیادی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش قربانی و همکاران (۱۳۹۲) اشاره نمود که در پژوهشی با عنوان تحلیل تناسب اراضی برای توسعه شهری در محدوده مجموعه شهری تبریز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، شاخص‌های طبیعی و انسانی تأثیرگذار در ۱۲ شاخص شناسایی و با استفاده از GIS اراضی مجموعه شهری تبریز را برای توسعه با برنامه هوشمند آتی شهر تبریز مشخص کردند. در پژوهشی دیگر بلادپس و همکاران (۱۳۹۲)، به ارزیابی استقرار سکونتگاه‌های شهری در مناطق آسیب‌پذیر از تأثیر گسل شمال تبریز در شهرک باغمیسه تبریز پرداختند. با استفاده از روش AHP و بررسی شاخص‌های اساسی مطالعات ژئومورفولوژیکی و مورفوتتیکی با پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه ثابت کرد که بیش از نیمی از سکونتگاه‌های شهری منطقه مذکور در ریسک بالای خطر فعالیت گسل شمال تبریز قرار گرفته است. فاضل‌نیا و همکاران (۱۳۹۳) عوامل طبیعی مؤثر در پراکنش و استقرار سکونتگاه‌های روستایی در شهرستان سیرجان را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش ۵ معیار طبیعی شامل، ارتفاع، شیب، جهت‌شیب و عناصر اقلیمی (بارش و دما) به‌عنوان عوامل مؤثر در استقرار سکونتگاه‌ها انتخاب شده و با استفاده از روش‌های آماری در محیط GIS و شاخص موران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. نتایج بیانگر نقش قابل توجه‌تر شیب و ارتفاع در پراکنش فضایی نواحی سکونتگاهی بود و در همین راستا نوع غالب پراکنش نیز خوشه‌ای بود. حیدریان و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به مدل‌سازی توسعه شهری برای کلان شهر تهران پرداختند. روش پژوهش تلفیق تکنیک‌های RS، GIS و مدل LCM بود. پیش‌بینی موجود برای سال ۹۶ گویای بیشترین گسترش فضایی به ترتیب در غرب و شرق کلانشهر تهران بود. سعیدی و امیری (۱۳۹۵) به پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر اصفهان بر پایه فاکتورهای طبیعی با استفاده از مدل فازی پرداختند. در این تحقیق از ۱۱ لایه اطلاعاتی استفاده شده است و در نهایت با

۱. Han & Jia

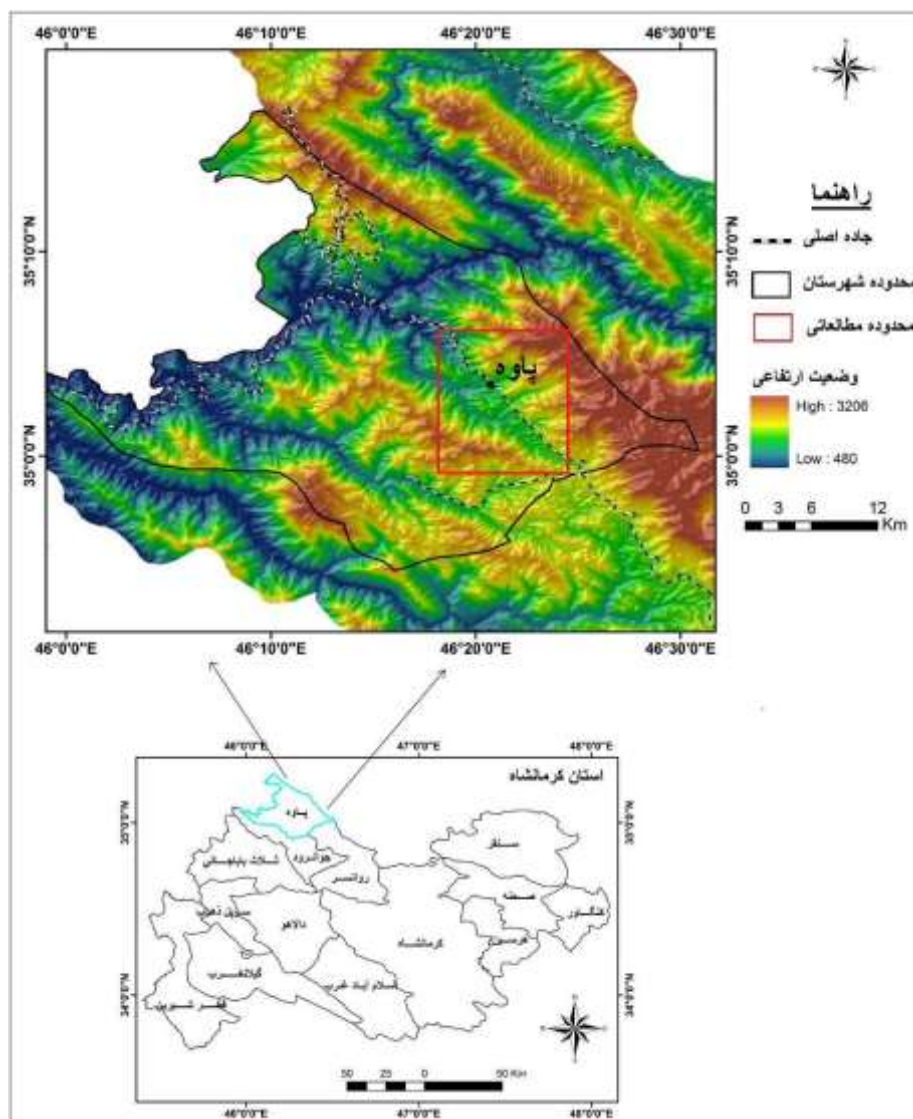
۲. Martin- Diaz et al

۳. Zhang et al

استفاده از گامای فازی ۹. نقشه نهایی مناطق مستعد توسعه سکونتگاهی تهیه شده است. نتایج این تحقیق بیانگر این است که سطح با تناسب زیاد در قسمت‌های شمال، غرب، شرق و جنوب غربی محدوده به صورت پراکنده قرار گرفته است. همچنین شناور و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی توان سرزمین در حوضه آبخیز زرد خوزستان به منظور استقرار کاربری توسعه شهری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار در محیط GIS پرداختند و دریافتند که در بین معیارهای تحت بررسی نقاط زلزله‌خیز، کاربری اراضی و خاک‌شناسی اهمیت بیش‌تری را دارا بوده‌اند و در نهایت الگویی را جهت انتخاب مکان‌های مناسب توسعه شهری با توجه به ملاحظات محیط زیستی ارائه دادند. سالاری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی مرتبط به مکان‌گزینی جهات مناسب توسعه شهری کامیاران پرداختند. رویکرد بین رشته‌ای موجود مخاطره‌شناسی در حوزه ژئومورفولوژی شهری بود. نتایج بیانگر میزان توسعه پهنه‌ها و نیز سطح خطر آنها و ارائه الگوی کم‌خطرتر بر مبنای پارامترهای محیطی موجود و با دید مدیریت سیستمی بود. برابند پژوهش‌های داخلی و نیز خارجی گویای اهمیت موضوع مورد پژوهش و نیز ماهیت بین‌رشته‌ای و جایگاه دید ژئومورفولوژی در مدیریت محیط‌های شهری و نیز توسعه‌های آتی آنها می‌باشد. بنابراین در این پژوهش با رویکرد مورد بحث، شهر پاوه به عنوان یک ناحیه سکونتگاهی خاص با توجه به اختصاصات موجود مورد مطالعه قرار گرفته است.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان پاوه در غرب کشور و در شمال غربی استان کرمانشاه واقع شده است. این شهرستان از سمت شرق و جنوب شرق به شهرستان روانسر، از سمت جنوب به جوانرود، از سمت شمال به سروآباد و از سمت غرب به کشور عراق منتهی می‌شود. از نظر ژئومورفولوژیکی چشم‌انداز غالب منطقه را واحد کوهستان و مناطق پرشیب در بر گرفته است و در تقسیماتی که علایی طالقانی انجام داده است این منطقه در واحد زاگرس شمال غرب قرار می‌گیرد (علایی طالقانی، ۱۳۸۳). از نظر اقلیمی نیز منطقه مورد مطالعه، جزو مناطق سردسیر و کوهستانی محسوب می‌شود که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است. اقلیم منطقه بر طبق سیستم طبقه‌بندی کوپن، مرطوب تشخیص داده شده است (ملکی و عزیزی، ۱۳۹۳). در تحقیق حاضر محدوده شهری پاوه تا شعاع ۵ کیلومتری مورد مطالعه قرار گرفته شده است و در شکل ۱ نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

هدف از تحقیق حاضر بررسی روند توسعه سکونتگاهی شهری پاوه و فضای پیراشهری در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳ و پیش‌بینی این روند تا سال ۲۰۳۰ است. در کل روش کار به این صورت است که بر مبنای کاربری اراضی سال ۱۹۹۸ و روند تغییر آن تا سال ۲۰۱۳ و همچنین سایر پارامترهای مؤثر، میزان گسترش نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است. برای این منظور اقداماتی صورت گرفته است که در زیر به صورت مرحله‌ای به تشریح این مراحل پرداخته شده است:

– **تهیه تصاویر:** با توجه به هدف تحقیق ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ تهیه شده است. لازم به ذکر است که هر دو تصویر مربوط به ماه ژوئن می‌باشد.

– **پیش‌پردازش تصاویر:** پس از تهیه تصاویر، قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش، داده‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری بررسی شدند. به منظور اطمینان از عدم خطا، با نمایش تک تک باندها و همچنین ترکیب‌های رنگی مختلف بر روی صفحه نمایش و با بزرگنمایی قسمت‌های مختلف این تصاویر، داده‌های هر دو زمان از لحاظ خطاهای

رادیومتری مانند راه راه شدگی بررسی شد. برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر و اطمینان از مناسب بودن هندسه تصاویر، لایه‌های برداری جاده‌های منطقه مورد مطالعه استخراج و روی تصاویر ماهواره‌ای قرار داده شده است. پس از پیش‌پردازش تصاویر، نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. از آنجا که تفکیک و شناسایی پدیده‌ها به لحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌دهد ولی نمایش داده‌های حاصل از اسکنرها در تک باندها با استفاده از گام‌های خاکستری است، تصویر رنگی کاذب هر ۲ تاریخ با استفاده از ترکیب ۲ (سبز) ۳ (قرمز) و ۴ (مادون قرمز نزدیک) تولید شده است که این تصاویر به تجسم انواع کاربری‌ها در منطقه کمک می‌کنند (خوی و موریاما، ۲۰۱۰).

- **تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳:** برای تهیه نقشه کاربری اراضی، از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد. اولین گام در انجام دادن یک طبقه‌بندی نظارت‌شده، تعریف مناطقی است که به مثابه نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (استمن ۲، ۲۰۰۶). نمونه‌های تعلیمی در ۵ کلاس کشاورزی (آبی و دیم)، باغات، مراتع، نواحی سکونتگاهی و همچنین اراضی بدون پوشش تعریف شده‌اند. سپس نمونه‌های تعلیمی به شیوه رقومی کردن روی صفحه تولید و تفکیک شدند. با تعیین نمونه‌های تعلیمی با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ تهیه شده است.

- **آشکارسازی تغییرات با استفاده از LCM:** آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی ابزاری برای تجزیه و تحلیل‌های محیطی و برنامه‌ریزی می‌باشد و در راستای مدیریت ضروری است. مدل‌ساز تغییرات زمین به صورت ابزار جانبی درون سامانه نرم‌افزاری EDRI SI وجود دارد و همچنین به صورت افزونه برای نرم‌افزار ARC GIS در دسترس است (فتح‌اللهی رودباری و همکاران، ۱۳۹۷). مدل‌سازی تغییرات زمین، ابزاری است که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی و کمی تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات محیطی آن پرداخت. مراحل مدل‌سازی در ۴ مرحله انجام می‌شود:

۱- بررسی تغییرات: برای بررسی تغییرات باید دو نقشه به عنوان ورودی وجود داشته باشد که در تحقیق حاضر از نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ استفاده شده است. در این مرحله میزان تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طی سال‌های مذکور مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

۲- مدل‌سازی پتانسیل انتقال: در این مرحله بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل هر کاربری به کاربری دیگر سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر قابلیت دارد. سپس بر مبنای تغییرات عمده روی داده در منطقه مورد مطالعه، ۴ زیر مدل انتقال تغییر کاربری که عبارت‌اند از تبدیل باغ به نواحی سکونتگاهی، تبدیل کشاورزی به نواحی سکونتگاهی، تبدیل مراتع به نواحی سکونتگاهی و تبدیل اراضی بدون پوشش به نواحی سکونتگاهی مشخص شده است. برای ساخت هر یک از زیر مدل‌های مذکور، از متغیرهای توصیفی مختلف استفاده شد که با استفاده از روش MLP مدل‌سازی شده و در نهایت به تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال انجامیده است. متغیرهای توصیفی به کار رفته در تحقیق حاضر عبارت‌اند از: شیب، ارتفاع، فاصله از جاده، فاصله از نواحی سکونتگاهی و همچنین باغات می‌باشد.

۳- پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی: پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی با استفاده از داده‌های توصیفی مورد نظر، نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ تهیه شده است.

۴- ارزیابی صحت پیش‌بینی: برآورد صحت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت شامل دقت کل^۳ و ضریب کاپا^۴ هستند (لو و

1 . Khoi & Murayama

2 . Eastman

3 . Overall accuracy

4 . Kappa Coefficient

همکاران^۱، ۲۰۰۴). برای ارزیابی توان مدل LCM جهت تولید نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۳۰، ابتدا از نقشه‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ برای پیش‌بینی نقشه هدف استفاده شده است. برای انجام این پیش‌بینی، ماتریس احتمال تغییرات و ماتریس مساحت‌های احتمالی تغییرات تهیه و بر مبنای زیر مدل‌های تعریف شده و نقشه‌های احتمال انتقال تغییرات، نقشه کاربری اراضی سال بازه زمانی هدف تهیه شد. سپس نقشه پیش‌بینی شده توسط مدل LCM با نقشه واقعیت زمینی مورد مقایسه قرار گرفته شده است. با محاسبه ضریب کاپای استاندارد، ضریب کاپای موقعیت، ضریب کاپای کمیت و محاسبه خطای Hits، False Alarm و Misses وضعیت صحت برای موقعیت و کمیت پیکسل‌های هر طبقه بدست آمد. نتایج برآورد صحت نقشه در جدول ۱ نشان داده شده است که بیانگر صحت قابل قبول نقشه‌های تهیه شده است.

جدول ۱: ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده

ارزیابی صحت	نقشه سال ۱۹۹۸	نقشه سال ۲۰۱۳	نقشه سال ۲۰۳۰
صحت کلی	۹۴ درصد	۹۳ درصد	۹۱ درصد
ضریب کاپا	۹۲ درصد	۹۱ درصد	۹۰ درصد

بحث:

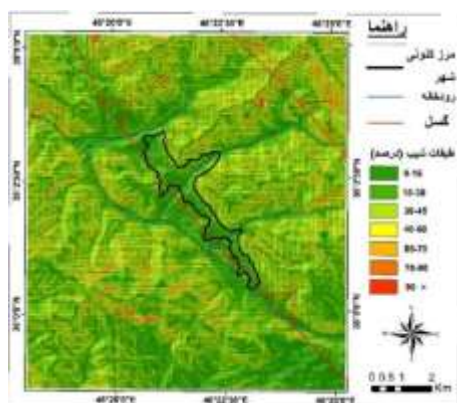
با توجه به ماهیت موضوع پژوهش، بحث این پژوهش در قالب سه بخش، ارزیابی وضعیت محیطی و مولفه‌های مرتبط، وضعیت موجود محدوده پژوهش در افق گذشته و نیز پیش‌بینی آتی آن و نیز در مرحله آخر چالش‌ها و مسائل موجود می‌باشد.

وضعیت ژئومورفولوژیکی و توپوگرافیک منطقه مورد مطالعه

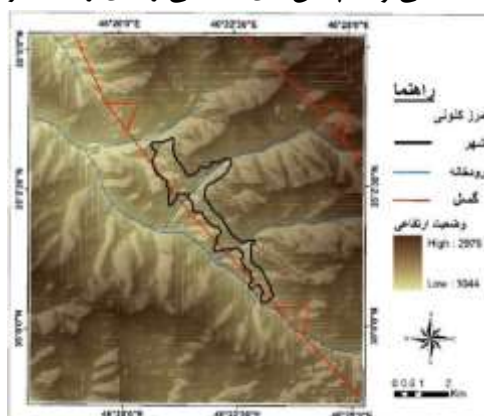
شهر پاوه با قرارگیری بر روی زون زاگرس مرتفع و در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی، ویژگی‌های رشته کوه زاگرس را به خوبی در خود نمایان ساخته است. در این قسمت از زاگرس فاصله میان رشته‌کوه‌ها اندک است و کوهستان‌ها با دره‌های عمیق و شیب تند از همدیگر جدا می‌شوند که به واسطه شیب زیاد پدیده خاک‌شویی زیاد است. اختلاف ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقطه در محدوده مورد مطالعه حدود ۱۹۰۰ متر است. در دره‌ها رودهای پر آب جریان دارد. وجود غارها و دولین‌های فراوان در منطقه گواه خوبی بر کارستیک بودن زمین و فرسایش انحلالی است. سکونت‌گاه‌های انسانی اغلب بر دامنه کوهستان‌ها استقرار یافته‌اند و هر جا دره‌ها باز بوده و شیب ملایمی داشته‌اند سکونت‌گاه‌ها گسترش یافته‌اند. بررسی ژئومورفولوژیکی محدوده مطالعاتی شهر پاوه و فضای پیراشهری دال بر وجود واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان با سیستم دامنه‌ای شیب‌دار و نیز سیستم‌های دره‌ای با سیستم رودخانه‌ای فعال و دارای رتبه‌های زهکشی رده یک تا بالاتر است که در سطح آن سیستم گسلی فعال نیز برونزد دارد. بررسی دقیق‌تر منطقه بر مبنای نقشه ۲ که وضعیت ارتفاعی، موقعیت گسل و رودخانه‌های محدوده را نشان داده است بیانگر آن است که در شهر پاوه در کنار وضعیت توپوگرافی، وجود خط گسل به موازات روند توسعه سکونتگاه‌ها (شمال غرب - جنوب شرق) و همچنین وجود سیستم فلوئال نیز که دارای روند شمال غرب - جنوب شرق است، سبب شده تا در جهات مختلف توسعه شهر پاوه را با چالش بزرگی مواجهه کنند. مجموعه‌ای از عوامل فوق بیانگر این است که یکی از مهم‌ترین چالش‌های شهر پاوه، تنگنای توپوگرافی و نبود زمین مناسب برای گسترش شهری است (شکل ۳).

¹ Lu et al

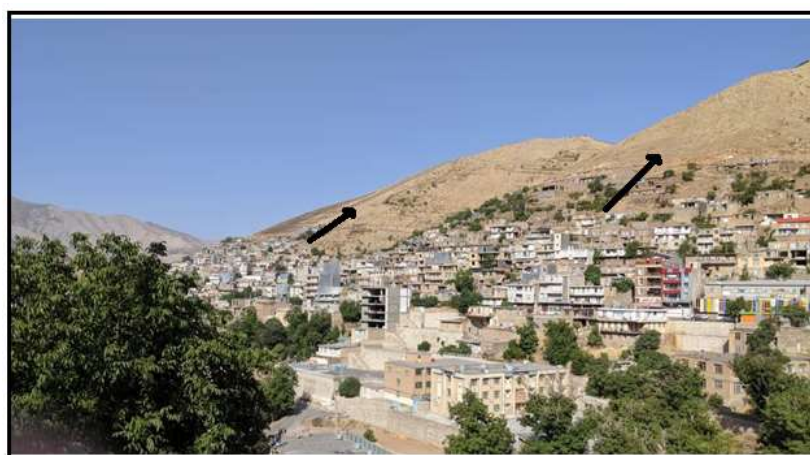
بررسی وضعیت شیب منطقه نیز به عنوان یکی از عوامل مهم توپوگرافیک در ارتباط با شهر و مخاطرات مرتبط با آن در محدوده مطالعاتی بررسی شد. نتایج نشان داد که در کل درجات شیب محدوده بالا است و حتی در مناطق سکونتگاهی موجود نیز این مساله مشخص است. با این اوصاف، در سایر مناطق که منطبق بر واحد کوهستان است میزان شیب بیشتر از ۵۰ درصد است که از نظر ژئومورفولوژیکی متناسب برای ساخت نواحی سکونتگاهی نیست. بنابراین می‌توان گفت که روند توسعه شهری پاوه در زمان حال با مشکل نسبی مواجه است و قطعاً رشد آتی در صورت عدم برنامه‌ریزی و ارائه الگوی مناسب می‌تواند چالش‌های محیطی زیادی را به همراه داشته باشد.



شکل ۲(ب): نقشه وضعیت شیب منطقه مطالعاتی



شکل ۲(الف): نقشه وضعیت ارتفاعی منطقه مطالعاتی

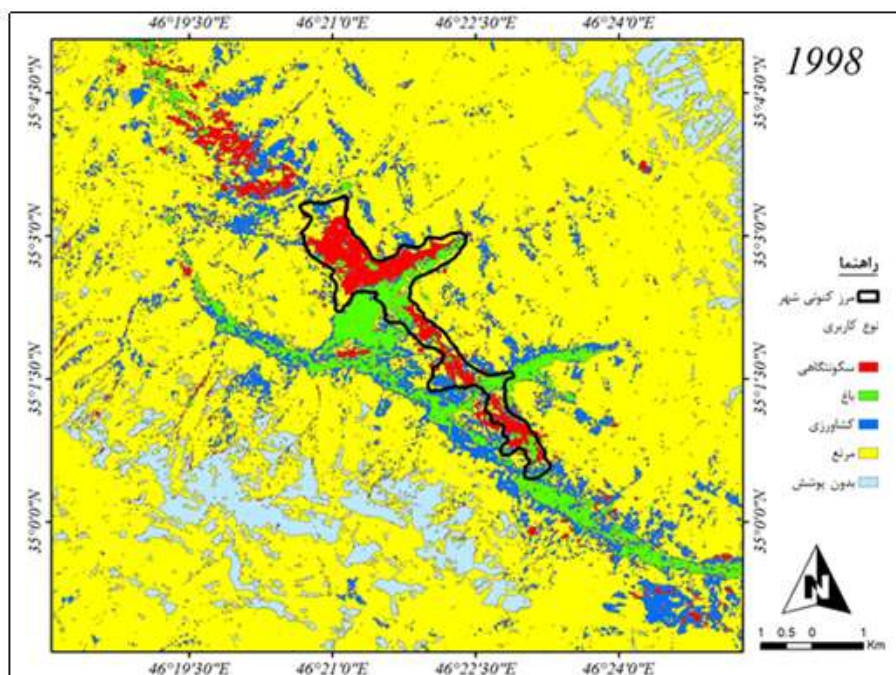


شکل ۳: وضعیت توپوگرافیک بستر شهری پاوه و روند موجود قرارگیری سکونتگاهی

ارزیابی وضعیت کاربری اراضی با تاکید بر نواحی سکونتگاهی در سال ۱۹۹۸:

مطابق نقشه کاربری اراضی حاصل شده منطقه مورد مطالعه (شکل ۴) در سال ۱۹۹۸، ۴/۲ کیلومترمربع از کل محدوده را نواحی سکونتگاهی در بر گرفته است. این نواحی عمدتاً شامل محدوده شهری، شهر پاوه است. در واقع مناطق سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه به صورت خطی و به موازات مناطق کم شیب‌تر که حد فاصل نواحی کوهستان هستند شکل گرفته‌اند. در واقع در این بازه فاصله نواحی شهری با پیراشهری و از جمله نواحی سکونتگاهی روستایی نسبتاً قابل توجه بوده است. این نواحی در محدوده شرق به سمت شمال و نیز شمال غربی به سمت غرب محدوده مطالعاتی بوده‌اند. پهنه کلی محدوده سکونتگاهی در یک روند شمال غرب- جنوب شرق و پهنه اصلی شهری نیز به صورت هسته‌ای با همین روند به علاوه یک بازوی تقریبی شرقی- غربی گسترده شده است. در سطح این کاربری که با توجه به بازه زمانی قدیم‌تر، محدود می‌باشد،

باز اثرات شدید واحدهای ژئومورفولوژیک کوهستان و سطوح دامنه‌ای به همراه رودخانه‌ای دیده می‌شود. به بیانی در همین بازه نیز تنگناهای ژئومورفولوژیک و توپوگرافیک کاملاً در سطح محدوده مشخص هستند. از طرفی با توجه به کوهستانی بودن منطقه و شرایط مناسب جهت فعالیت‌های باغداری، بخش زیادی از اراضی منطقه مورد مطالعه به باغداری اختصاص داده شده است. اراضی باغی عمدتاً در دره‌های رودخانه‌ها و منطبق با روند توپوگرافیک آنها در یک روند نسبی شرقی به غربی قرار گرفته‌اند و به دلیل وجود رودخانه‌های پر آب، باغات منطقه دارای پتانسیل بالایی هستند و کاربری باغات در فضای بلافاصله شهری حدود ۸/۲ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. اراضی کشاورزی نیز به صورت پراکنده و با فاصله بیشتر موجود هستند که حدود ۶/۹ کیلومترمربع از منطقه را در بر گرفته‌اند که در قالب اراضی کشاورزی آبی و دیم می‌باشد. کاربری مرتع نیز به دلیل وجود مناطق کوهستانی زیاد به همراه شرایط آب و هوایی مناسب، سبب شده تا بخش عمده از اراضی منطقه را مراتع در بر بگیرد که البته در ارتباط با توسعه مناطق شهری و پیراشهری کمتر درگیر هستند. آخرین کاربری، مناطق بدون پوشش هستند که با توجه به شیب بالای منطقه در بسیاری از مناطق صخره‌های دیواره ماندی برونزد یافته‌اند که فاقد پوشش هستند.

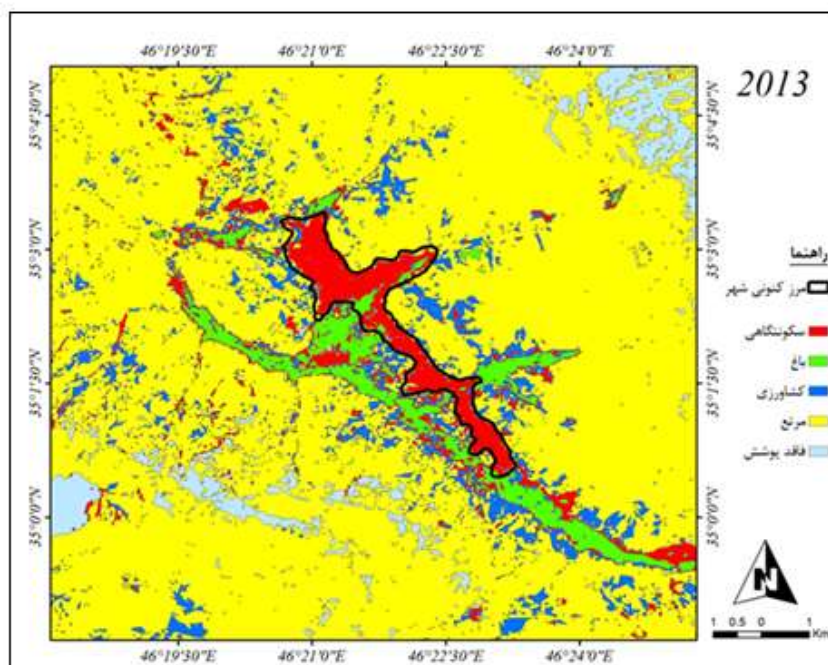


شکل ۴: نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۸ منطقه مورد مطالعه

ارزیابی وضعیت کاربری اراضی با تاکید بر نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۱۳:

با توجه به هدف پژوهش که توسعه شهری با یک دید بین رشته‌ای در ارتباط با مسائل ژئومورفولوژیک است، مقایسه زمانی- مکانی روند توسعه و گسترش پهنه محیطی شهر پایه یکی از فرایندهای اصلی پژوهش می‌باشد. بررسی‌ها در این راستا نشان داد که در فاصله زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳، با توجه به گسترش روزافزون جمعیت خصوصاً در نواحی شهری و پیراشهری، روند توسعه پهنه سکونتگاهی رشد قابل توجهی داشته است. نقشه ۵ نیز که کاربری اراضی که بعد سکونتگاهی را با تاکید بر فضای شهری و پیراشهری در ۲۰۱۳ نشان داده است، گویای افزایش ۲/۴ کیلومتر مربع پهنه سکونتگاهی و رسیدن پهنه به ۶/۵ کیلومتر مربع بوده است که بیانگر تغییرات فضایی قابل توجه و به تبع آن تداخل بیشتر با واحدهای ژئومورفولوژیک است. در این بین و با دید مقایسه‌ای روند افزایش طولی به سمت جنوب شرق و نیز توسعه عرضی پهنه‌های سکونتگاهی به صورت نسبی همراه با ایجاد هسته‌های سکونتگاهی و توسعه آنها از جمله در فضای پیراشهری پایه مشهود

است (شکل ۶). در کل در این بین با توجه به خشونت توپوگرافی، فضاهای با شرایط تعدیل‌تر توپوگرافی و نیز مسیر راهپهای ارتباطی در کانون توسعه بوده‌اند. بنابراین می‌توان گفت که نیاز به برنامه‌ریزی در مسیر توسعه آتی شهر پاوه ضروری است و در این بین دید ژئومورفولوژیکی که یک رویکرد محیطی-مخاطره‌شناسی دارد کاراست. برخلاف نواحی سکونتگاهی، کاربری باغات و اراضی کشاورزی با کاهش همراه بوده است. به طوری که کاربری باغات با حدود ۰/۴ کیلومتر مربع کاهش از ۸/۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۸ به ۷/۹ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳ رسیده است. کاربری اراضی کشاورزی نیز از ۶/۹ کیلومتر مربع به ۶/۲ کیلومتر مربع کاهش یافته است. بیشترین میزان کاهش اراضی باغی و کشاورزی در نواحی حاشیه شهر پاوه صورت گرفته است. در واقع می‌توان گفت که به موازات توسعه شهری در منطقه از میزان اراضی باغی و کشاورزی کاسته شده است. به بیانی می‌توان گفت روند گسترش عرضی و نیز طولی پهنه‌های موجود تحت تاثیر خشونت توپوگرافی در فضاهای شهری و نیز افزایش جمعیت در فضاهای حادالی موجود صورت می‌گیرد که می‌تواند عامل تشدید فرایندهای مخاطره آمیز و نیز افزایش سطح آسیب‌پذیری باشد.



شکل ۵: نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۳ منطقه مورد مطالعه

جدول ۲: مساحت کاربری‌های منطقه در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳

ردیف	نوع کاربری	مساحت در سال ۱۹۹۸ (کیلومتر مربع)	مساحت در سال ۲۰۱۳ (کیلومتر مربع)
۱	سکونتگاهی	۴/۱	۶/۵
۲	باغی	۸/۳	۷/۹
۳	کشاورزی	۶/۹	۶/۲
۴	مراتع	۱۰/۶	۱۰/۸/۷
۵	بدون پوشش	۱۱	۶/۹



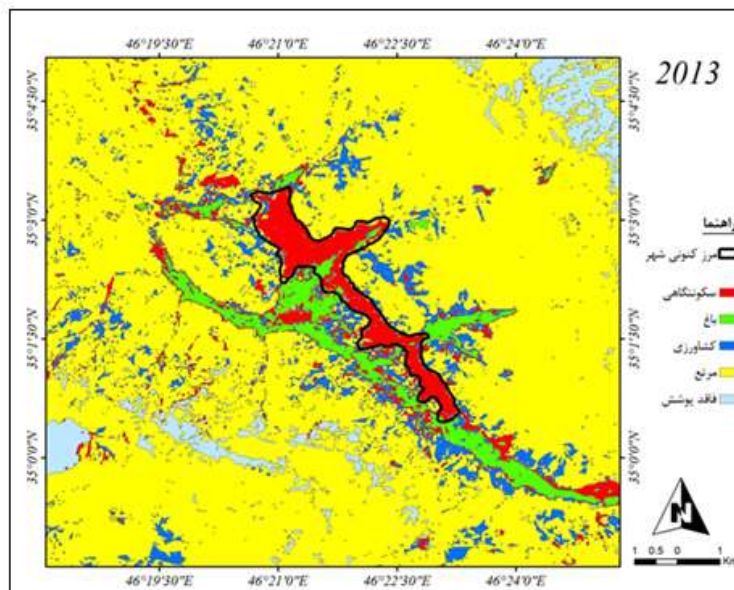
شکل ۶: توسعه شهری و سازمان‌یابی فضایی پایه منطبق بر هسته‌های مجزا و پیراشهری

ارزیابی وضعیت کاربری اراضی با تاکید بر نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۳۰:

هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی روند توسعه نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه و سپس پیش‌بینی گسترش این نواحی با یک رویکرد مدیریت محیط می‌باشد. بنابراین در راستای این هدف و رویکرد پژوهش، با به کارگیری مدل LCM، روند گسترش سکونتگاه‌های منطقه مورد مطالعه پیش‌بینی شده است که در شکل ۸ نشان داده شده است. مطابق نتایج حاصله روند توسعه سکونتگاه‌ها تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۱۰ کیلومترمربع خواهد رسید. بررسی‌های دقیق مبتنی بر مدل نشان داد که مسیرهای موجود سکونتگاهی شهری در سال ۲۰۱۳ با وجود گسترش قابل توجه نسبت به بازه مورد بررسی ۱۹۹۸، گسترش فیزیکی (کالبدی) قابل توجهی در افق پیش‌بینی سال ۲۰۳۰ پیدا کرده‌اند. گسترش مذکور سکونتگاهی غالباً منطبق بر حرکت در سمت نواحی با گرادیان شیب بالاتر و نیز حریم‌های رودخانه‌ای می‌باشد که روند مذکور حرکت در جهت افزایش سطح فعالیت فرایندهای ژئومورفولوژیکی دامنه‌ای و رودخانه‌ای و افزایش سطح آسیب‌پذیری است (شکل ۷ و ۸). بررسی‌های مبتنی بر مدل پیش‌بینی‌کننده نشان داد که توسعه پیراشهری و به ویژه در اطراف راه‌های ارتباطی بیشتر خواهد بود و بر این مبنای ضرورت شناخت دقیق این پهنه‌ها به لحاظ فرایندشناسی ضروری است. نکته قابل توجه دیگر توسعه هسته‌های منفرد سکونتگاهی است که نسبت به سال ۲۰۱۳ گسترش قابل توجهی داشته‌اند و در نظام برنامه‌ریزی در قالب پایداری محیطی باید مورد توجه قرار گیرند. به موازات توسعه نواحی سکونتگاهی، میزان تخریب اراضی کشاورزی و همچنین باغات بیشتر شده است (شکل ۹). با توجه به پتانسیل بالای منطقه از نظر اراضی باغی، توسعه سکونتگاه‌ها در افزایش کنار افزایش فعالیت فرایندها و به تبع آن مخاطرات، سبب کاهش درآمدهای حاصل از محصولات کشاورزی منطقه نیز می‌شود که باید این مساله نیز مورد توجه مجموعه مدیران شهری قرار گیرد.



شکل ۷: روند توسعه شهری غالب در مسیر شیب توپوگرافیک و حریم سیستم‌های رودخانه‌ای



شکل ۸: نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ منطقه مورد مطالعه



شکل ۹: توسعه نواحی سکونتگاهی و کاهش کاربری‌های پوششی و باغی

چالش‌های محیطی توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی پاوه

نتایج حاصل از بررسی وضعیت توسعه فیزیکی و سکونتگاهی فضای شهری و پیراشهری پاوه در قالب وضع موجود و نیز آتی، گویای افزایش سطوح و پهنه‌ها در بازه ۳۲ ساله مورد بررسی بوده و خواهد بود. نتایج گویای افزایش و گسترش فیزیکی (کالبدی) فضاهای موجود، توسعه هسته‌های تراکمی در سطح شهرها و نیز افزایش پهنه‌های پیراشهری است. در این بین مساله مهمی که در روند توسعه نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه وجود دارد، وضعیت توپوگرافی منطقه است. در واقع با توجه به وضعیت موجود منطقه از نظر ژئومورفولوژیکی، توسعه نواحی سکونتگاهی به عنوان مهم‌ترین چالش پیش‌روی شهر پاوه خواهد بود. به بیانی، با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه و فرم‌های مورفولوژیک، گسترش نواحی شهری در واقع گسترش به سمت مناطق پرمخاطره خواهد بود. در اصل قرار دادن شرایط جمعیتی ناشی از عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی، شرایط توپوگرافیک منطقه و نیاز سکونتگاهی موجود در کنار هم موید این مساله است. نتایج پیش‌بینی و تطبیق آن با وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه، بیانگر این است که بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ به سمت مناطق با شیب بیشتر از ۳۰ درصد حرکت خواهد کرد که این مناطق به عنوان یکی از مناطق مستعد انواع حرکات دامنه‌ای خواهد بود. چالش دیگر پیش رو خط گسلی است که با روند شمال غرب- جنوب شرق به موازات محدوده شهری پاوه و در حاشیه شمالی آن قرار دارد. مطابق نقشه پیش‌بینی، بخشی از نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ به سمت خط گسل نزدیک می‌شوند که به عنوان یکی از مناطق با ریسک بالا محسوب می‌شود. در کنار خط گسلی، شبکه رودخانه عارضه خطی دیگری است که می‌تواند منطقه را تهدید کند. با توجه به اینکه نواحی سکونتگاهی عمدتاً در دره‌ها شکل گرفته‌اند، خطر سیلاب و مخاطرات ناشی از رودخانه دو چندان است. توسعه روزافزون مناطق سکونتگاهی در نزدیکی رودخانه‌ها بدون توجه به حریم رودخانه یکی از مسائل مهم پیش‌روی شهر پاوه خواهد بود. مجموعه‌ای از عوامل فوق بیانگر این است که عدم توجه به مسئله توسعه سکونتگاه‌ها در منطقه سبب تداخل بیشتر با بستر طبیعی نامناسب و به تبع آن رشد روزافزون مناطق خطرآفرین شده است که در صورت ادامه بی‌توجهی، چالش مخاطرات محیطی در منطقه غیرقابل کنترل خواهد بود (شکل ۱۰). بنابراین لازم است تا مسئولین برنامه‌ریزی لازم را جهت ساماندهی به وضعیت گسترش نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه انجام دهند.



شکل ۱۰: توسعه سکونتگاهی و تداخل آن با بسترهای ناپایدار

نتیجه‌گیری

یکی از مسائل مهمی که در سال‌های اخیر در یک چهارچوب میان رشته‌ای حوزه‌های محیطی توجه زیادی را به خود معطوف داشته است، مسائل شهری و توسعه فضایی آن با رویکرد ژئومورفولوژیکی و مخاطره‌شناسی است. گسترش جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی در مناطق مختلف روند و پیامدهای متفاوتی خواهد داشت. در این بین وضعیت ژئومورفولوژیکی و نیز توپوگرافیک مناطق بسیار تاثیرگذار است. نتایج پژوهش در ارتباط با توسعه نواحی سکونتگاهی شهری و پیراشهری پاره نشان داد که توسعه نواحی سکونتگاهی دارای رشد روز افزونی بوده و از ۴/۱ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۸ به ۶/۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳ رسیده است. با توجه به هدف پژوهش، که مبتنی بر پیش‌بینی روند توسعه با مدل LCM است، برآورد موجود برای سال ۲۰۳۰ حدود ۱۰ کیلومتر مربع می‌باشد. مطابق نقشه‌های تهیه شده و نیز اطلاعات حاصله، به موازات توسعه نواحی سکونتگاهی، از میزان اراضی باغی و کشاورزی کاسته شده است. شکل و الگوی توسعه نیز دال بر گسترش طولی و نیز عرضی هسته‌های موجود شهری در سال ۲۰۱۳ نسبت به ۱۹۹۸ بوده و این فرایند بر مبنای نقشه پیش‌بینی برای سال ۲۰۳۰ نیز در سطح گسترده‌تری نسبت به سال ۲۰۱۳ اتفاق خواهد افتاد. الگوی غالب دیگر نیز ایجاد هسته‌های سکونتگاهی در فضاهای پیراشهری است که تحت تاثیر خشونت توپوگرافی سایر نواحی موجود برای تمرکز جمعیتی در قالب طرح‌های دولتی یا بعضاً خصوصی ایجاد شده‌اند که پایداری آنها نیز مهم است.

بنابراین با رویکرد مدیریت محیط و مخاطره‌شناسی می‌توان گفت مولفه‌ای که مساله توسعه سکونتگاهی و فضای شهری و پیراشهری پاره را بسیار مهم می‌کند، وضعیت ژئومورفولوژیکی و توپوگرافیک است. به بیانی هم موقعیت موجود و نیز روند افزایشی جمعیت در بازه مورد بررسی سبب شده است تا توسعه نواحی سکونتگاهی با حرکت به سمت مناطق پر مخاطره‌تر و افزایش ضریب ریسک همراه باشد. نقشه پیش‌بینی بیان‌کننده این است که با ادامه روند توسعه نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۳۰، شاهد حرکت جمعیت به سمت مناطق پرشیب‌تر خواهیم بود که مستعد انواع حرکات دامنه‌ای هستند. نمونه‌هایی تیبیک از ناپایداری دامنه‌ای در سمت چپ ورودی شهر و در مجاورت بازارچه و پیرامون پاسگاه نظامی مشهود است. همچنین بخشی از نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ به سمت خط گسل نزدیک می‌شوند که به عنوان یکی از مناطق با ریسک بالا محسوب می‌شود. در کنار خط گسلی، شبکه رودخانه عارضه خطی دیگری است که می‌تواند منطقه را تهدید کند و با توجه به اینکه نواحی سکونتگاهی عمدتاً در دره‌ها شکل گرفته‌اند، خطر سیلاب و مخاطرات ناشی از رودخانه دوچندان است. به صورت تحلیلی می‌توان گفت که گسترش فیزیکی (کالبدی) پهنه‌های سکونتگاهی پاره تحت تاثیر نیاز و ضرورت موجود و نیز شرایط و تنگناهای توپوگرافیک، منجر به فعال‌سازی و تشدید فرایندهای محیطی در قالب مخاطرات می‌شوند. نکته برداشت شده از مطالعات نشان داد که مسیرها و جهات مختلف شهر پاره در گیر مخاطرات محیطی مختلف هستند که با روند توسعه فیزیکی در آتی سطح مخاطرات آنها بیشتر خواهد شد.

پس لازم است که به منظور کاهش سطح فعالیت فرایندها و به تبع آن کاهش خطر آسیب‌پذیری جمعیت، برنامه‌ریزی‌های مناسب جهت کنترل نواحی سکونتگاهی صورت گیرد. برای این منظور پهنه‌های فعال و پر مخاطره در ارتباط با حرکات دامنه‌ای، زلزله و سیلاب که مهم‌ترین فرایندهای مخاطره‌آمیز موجود با توجه به موقعیت و شرایط منطقه هستند، مشخص گردند. در این مسیر، شناسایی سایت‌ها و هسته‌های با پایداری بالاتر و میزان سطح خطر کمتر و نیز تعیین حد مجاز پیشروی در محدوده‌های موجود و جهت یابی مسیر رشد شهری ضروری است و باید متناسب با روند توسعه سکونتگاه‌ها صورت گیرد تا سطح خطر کمتری را داشته باشند. کنترل مناطق حاشیه رودخانه‌ها و پرشیب در قالب اختصاص به اراضی باغی هم یک نوع کاربری منطبق بوده و نیز زمینه‌ساز کنترل جمعیت به سمت این نواحی و نیز تعدیل‌کننده میزان خطر سیلاب و حرکات دامنه‌ای می‌باشد. براینده نتایج، ضرورت شناسایی پهنه‌های منفرد به عنوان هسته‌های مناسب توسعه شهری در راستای پایداری سکونتگاهی با توجه به شرایط موجود پهنه شهری پاره در زمان حال آتی است. در نهایت این

پژوهش نشان داد که با وجود کارا بودن این پژوهش به عنوان یک پیش‌سند، ضرورت تهیه طرح و سند ژئومورفولوژیکی شهری با نگرش فرم و فرایند، برای پایه و نیز سایر شهرهای ایران ضروری و کارا است.

منابع

- بلاذپس، ع.، ولی‌زاده کامران خ، و امامی کیا، و.، ۱۳۹۲. ارزیابی توسعه سکونتگاه‌های شهری در مناطق آسیب‌پذیر از تأثیر گسل با استفاده از روش‌های چند متغیره (مطالعه موردی: شهرک باغمیشه تبریز)، فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال پنجم، شماره ۴، صص ۳۵-۴۹.
- ثروتی، م. ر.، خضری س، و رحمانی، ت.، ۱۳۸۸. بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۱، شماره ۶۷، صص ۲۹-۱۳.
- حسین‌زاده دلیر ک، و هوشیار، ح.، ۱۳۸۵. دیدگاهها و عناصر موثر در توسعه فیزیکی شهرهای ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره ۳، شماره ۶، صص ۲۲۶-۲۱۳.
- حسینی، ه.، کرم، ا.، صفاری، ا.، قنوتی ع، و بهشتی جاوید، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهری با استفاده از مدل مدل فازی (مطالعه موردی: شهر دیواندره)، فصل‌نامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دوره ۲۰، شماره ۲۳، صص ۸۳-۶۳.
- حیدریان، پ.، رنگزن، ک.، ملکی س، و تقی‌زاده، ایوب.، ۱۳۹۳. تلفیق تکنیک‌های سنجش از دور، GIS و مدل LCM با رویکرد مدل‌سازی توسعه شهری (نمونه موردی: کلان شهر تهران)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره هفدهم، صص ۱۰۰-۸۷.
- رضایی پ و استادملک‌رودی، پروانه.، ۱۳۸۹. محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر رودبار، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، دوره ۳، شماره ۷، صص ۵۲-۴۱.
- سالاری، م.، نیری، ه.، گنجائیان ح و امانی، خبات.، ۱۳۹۶. مکان‌گزینی جهات مناسب توسعه شهری کامیاران با رویکرد مخاطره‌شناسی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوع ژئومورفولوژیکی، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، دوره ۴، شماره ۴، صص ۴۳۶-۴۱۹.
- سعیدی خ، و امیری، رقیه.، ۱۳۹۵. پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر اصفهان بر پایه فاکتورهای طبیعی با استفاده از مدل فازی، مجله مطالعات جغرافیایی، عمران و توسعه شهری، دوره دوم، شماره ۲، صص ۱۱۷-۱۰۲.
- شناور، ب.، حسینی، س.، و اورک، ن.، ۱۳۹۵. ارزیابی توان سرزمین به منظور استقرار کاربری توسعه شهری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLS) در محیط سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، (مطالعه موردی: حوضه آبخیز زرد خوزستان)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۸، شماره ۳، صص ۱۱۶-۹۹.
- علایی‌طالقانی، م.، ۱۳۸۳. ژئومورفولوژی ایران، چاپ سوم، انتشارات قومس، تهران.
- فاضل‌نیا، غ.، حکیم دوست س، و پورجعفرآبادی، م.، ۱۳۹۳. تحلیلی بر عوامل طبیعی موثر در پراکنش و استقرار سکونتگاه‌های روستایی در شهرستان سیرجان، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دوره ۴، شماره ۱۶، صص ۱۲۴-۱۰۹.
- فتح‌اللهی رودباری، س.، خانمحمدی م، و نصیراحمدی، م.، ۱۳۹۶. مدل‌سازی تغییرات کاربری با استفاده از مدل‌سازی تغییر سرزمین (LCM) مطالعه موردی: شهرستان نکا، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، شماره اول، صص ۶۹-۵۳.
- قربانی، ر.، محمودزاده ح، و تقی‌پور، علی‌اکبر.، ۱۳۹۲. تحلیل تناسب اراضی برای توسعه شهری در محدوده مجموعه شهری تبریز با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، مجله جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۸، صص ۱۴-۱.
- ملکی ا، و عزیززی، ب.، ۱۳۹۳. تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر پایه با تأکید بر عوارض ژئومورفولوژی، فصلنامه آمایش محیط، دوره ۷، شماره ۲۷، صص ۵۴-۳۷.

- میرکتولی، ج.، علی‌پور ع. و حسنی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی اثر سیاست‌های حمایتی دولت در مدیریت توسعه بافت‌های قدیمی و فرسوده شهری (مطالعه موردی: شهر بهشهر)، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۲، شماره ۵، صص ۳۷-۵۶.
- Baz, I. Geymen, A. and Nogay, E.S., 2010. Development and application of GIS-based analysis/ synthesis modeling techniques for urban planning of Istanbul Metropolitan Area. *Advances in Engineering Software*, 40(2), pp.128-140.
- Eastman, J R., 2006. *IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University, Worcester.
- Han, Y. and Jia, H., 2017. Simulating the spatial dynamics of urban growth with an integrated modeling approach: A case study of Foshan, China. *Ecological Modelling*, 353, pp.107-116.
- Jie, L. Jing, Y. Wang, Y. and Shu-Xia, Y., 2010. Environmental Impact Assessment of Land Use Planning in Wuhan City Based on Ecological Suitability Analysis. *Journal of Procedia Environmental Sciences*, 2, p. 185-191.
- Khoi, D D. and Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. *Remote Sensing*, 2 (5), p. 1249-1272.
- Lu, D. Mausel, P. Brondizio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), p. 2365-2407.
- Mentés, G. Theilen-wilige, B. papp, G. sikhegyi, F. and Ujvari, G., 2007. Investigation of the relationship between subsurface structures and mass movements of the high loess bank a long the river Danub in Hungary. *Journal of Geodynamics*, 47(1-3), p. 130-141.
- Sanders M. H. and Clark P. D., 2010. *Geomorphology: Processes, Taxonomy and Applications*. Nova Science Publishers.
- Shen, Z., 2012. *Geospatial Techniques in Urban Planning*. Springer.
- Silveira, J. J. Espindola, A. L. and Penaa, T.P., 2005. An agent based-model to rural-urban migration analysis. *Physia A: Statistical Mechanics and its Applications*, 364, p. 445- 456.
- Youssef, A. Pradhan, B. and Tarabees, E., 2011. Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS technique: Contribution from the analytic hierarchy process. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(3), p. 463-473.
- Zhang, W. Li, W. Zhang, C. Hanink, D. Liu, Y. and Zhai, R., 2018. Analyzing horizontal and vertical Urban Expansion in three East Asian megacities with the SS-coMCRF model. *Landscape and Urban Planing*, 177, p. 114-127.
- Martin- Diaz, J. Palma, P. Golijanin, J. Nofre, J. Oliva, M. and Cengic, N., *The Urbanisation on the slopes of SARAJEVO and the rise of geomorphological hazards during the post-War period*. *Cities*, 72(A), p. 60-69.