نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۷۱، زمستان ۱۴۰۲

ارزیابی تغییرات کاربری اراضی، مدل‌سازی و پیش‌بینی نواحی مستعد توسعه کالبدی شهر (مطالعه‌ی موردی: شهر نورآباد ممسنی)

دریافت مقاله: ۹۷/۹/۸ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۴/۱۹

صفحات: ۱۹۷-۱۸۳

رحمان زندی: استادیار گروه سنجش‌ازدور، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[1]
Email: rahmanzandi@gmail.com
نجمه شفیعی: دانشجو دکترا ژئومورفورفولوژی دانشکده جغرافیا و علوم محیطی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
Email: shafiei.najmeh@yahoo.com
ابراهیم اکبری: کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی سنجش‌ازدور گروه جغرافیا دانشگاه تبریز، سبزوار، ایران
Email: E.akbari.2791@gmail.com
علی حاجی‌زاده شیخوانلو: کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور گروه جغرافیا دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: amir.ali.h.3393@gmail.com

چکیده

پارامترهای طبیعی یکی از عوامل اصلی و تعیین‌کننده جهات توسعه فیزیکی شهرها و سکونتگاه‌ها محسوب می‌شوند. در یک منطقه کوهستانی تأثیر این عوامل به‌عنوان موانع توسعه دوچندان شده و می‌تواند مخاطرات طبیعی را نیز به همراه داشته باشد. در این پژوهش سعی شده با شناسایی عوامل تأثیرگذار و ارزیابی آن، جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر نورآباد به‌عنوان یک منطقه نسبتاً کوهستانی، مشخص شود. برای دستیابی به این مهم از ۷ شاخص مؤثر (ارتفاع، شیب، جهت شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل و فاصله از آبراهه) استفاده‌شده و برای ارزیابی، مدل‌سازی و پیش‌بینی نواحی مناسب توسعه کالبدی شهر از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست و از مدل‌های AHP -FUZZY و مارکوف و پیش‌بینی مارکوف استفاده شده است. به‌طوری‌که هرکدام از لایه‌ها با توجه به توابع عضویتی فازی در نرم‌افزار Arc GIS 10.3 فازی شده‌اند. مقایسه تحلیلی روی پهنه‌های مناسب وضع موجود شهر بر اساس نقاط بحرانی با پهنه‌های مناسب، درنهایت نقشه نهایی با ۲ مدل مذکور به ۵ کلاس طبقه‌بندی گردید نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که تا افق ۱۴۰۴ شهر به سمت شرق توسعه می‌یابد؛ درحالی‌که این مسیر توسعه مسیر مناسبی نمی‌باشد. به علت وجود گسل اصلی کازرون و آبراهه اصلی که مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز در محدوده شهر به‌حساب می‌آیند، بهترین مکان برای توسعه شهر مناطق غربی و جنوب‌غربی منطقه می‌باشد که این محدوده ۱۳٪ از مساحت حوضه را در بر می‌گیرد.

کلید واژگان: پیش‌بینی، مدل‌سازی، توسعه کالبدی، مارکوف، نورآباد ممسنی

۱- **نویسنده مسئول**: سبزوار دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، گروه سنجش‌ازدور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

مقدمه

جهانی که امروزه ما در آن زندگی می‌کنیم، جهان شهری است که متأسفانه نتیجه آن دوری از محیط طبیعی و پذیرش ناخواسته عدم تعادل‌هایی است که از روابط ناموزون انسان‌ها و فضای شهری نشئت می‌گیرد (فرید، ۱۳۷۵: ۸). نحوه استفاده از زمین شهری از مهم‌ترین مسائل زندگی امروزی است (سیف‌الدینی، ۱۳۸۱: ۱۶۱). توسعه شهری که مناطق وسیعی از سطح زمین را پوشش می‌دهد، امروزه در عرض‌های پایین و به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه که رشد شهرها در آن‌ها از اروپا و امریکای شمالی سبقت‌گرفته است، اهمیت پیدا می‌کند (چنگ تایی،۱۹۹۹). توسعه پایدار شهری به‌طورجدی با موضوع مخاطرات طبیعی ناشی از توسعه فیزیکی شهر پیوند دارد به‌طوری‌که توسعه فیزیکی شهر بدون در نظر گرفتن بستر طبیعی و مخاطرات ناشی از آن می‌تواند منجر به توسعه در مناطقی پرمخاطره و آسیب‌پذیری ساکنین و مراکز مسکونی گردد (بلادپس،۱۳۸۱؛ مختاری،۱۳۷۹؛ زنگی آبادی و همکاران،۱۳۸۵؛ امیری ۱۳۸۹). مبتنی بر این واقعیت در برنامه‌ریزی‌های شهری و الگوهای توسعه فیزیکی شهر، توجه به مخاطرات و پی‌جویی بسترهای عاری از مخاطره در راستای کاهش آسیب‌پذیری جمعیت و بناها آتی امری ضروری است (معتمدی نیا، ۱۳۸۹). گستردگی به‌عنوان یک پدیده غالب در بیشتر شهرها ایجادشده است و با ویژگی‌ها پراکندگی و تراکم کم، اراضی بیش‌تری را نسبت به شهرهای متراکم و فشرده اشغال می‌کند (بالارد[1] و همکاران، ۲۰۰۰)؛ باوجود این‌که مناطق انسان‌ساخت تنها ۳٪ سطح کره زمین را شامل می‌شود، اما در مقیاس جهانی و محلی آثار مهمی را بر شرایط محیطی داشته‌اند (هیلورد[2] و همکاران، ۲۰۰۳ :۲۸۶-۳۰۲)، به‌عنوان‌مثال تجاوز مناطق شهری به زمین‌های کشاورزی عواقب زیست‌محیطی بسیار نامطلوبی مانند بیابان‌زایی و فرسایش خاک را سبب شده است (شالبای ,[3]۲۰۰۴ :۳۷۵-۳۸۴)؛ بنابراین داشتن اطلاعات به‌روز و صحیح از تغییر کاربری اراضی برای درک و مدیریت پیامدهای چنین تغییراتی لازم است (گری[4] و همکاران، ۲۰۰۵ :۱۲۳-۱۳۲). کیوانس و ازدمیر (۲۰۰۶)، به بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی مادر شهر ازمیر در ترکیه پرداخته‌اند. روند توسعه شهر این متروپلین را در معرض مخاطرات سیل، زمین‌لغزش (حرکت مواد در امتداد جهت شیب و دخالت آب)، زمین‌لرزه (ناشی از فشارها و تکتونیک درونی زمین) و ریزش سنگ قرار داده است. تلاین و مینتس (۲۰۰۷)، به مطالعه رابطه ساختار زیرسطحی و حرکات توده‌ای در ارتفاعات رودخانه دانوب در هانگاری پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که علاوه بر جاذبه زمین و اندازه شیب و دیگر عوامل نیز مثل تکتونیک نیز در حرکات توده‌ای نقش دارند. آلانسی و همکاران (۲۰۰۹)، مخاطرات زمینی حاصل از توسعه شهری را در حوضه آبریز مالزی با استفاده از تکنیک GIS موردبررسی قرار می‌دهند. تکتونیک فعال نقش مؤثری در توسعه شهر دارد. دی اولیوریا سیلوریا[5] و همکاران (۲۰۱۷)، از روش شیءگرا و تصاویر لندست ۸ و سنتینل برای طبقه‌بندی پوشش اراضی چشم‌اندازی جنگلی در برزیل استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد کاربرد روش مذکور به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای

1 -balad
2 -Helrood
3 - shalbai
4 -Grii
5. De Oliveira Silveira

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

باعث افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر گردید. هواو[1] و همکاران (۲۰۱۹) برای بررسی تخریب منطقه‌ای جنگلی در ایالات‌متحده در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۱ از داده‌های ماهواره لندست و روش طبقه‌بندی شئ‌گرا استفاده کردند. آن‌ها دقت کلی طبقه‌بندی تصاویر را ۸۸/۱ درصد گزارش نموده و روش شئ‌گرا را به‌عنوان روشی مناسب در پایش تخریب اراضی جنگلی معرفی کردند. شریفی کیا و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهر ماهنشان پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بخش عمده بستر فیزیکی شهر ماهنشان در معرض خطر ناشی از مخاطرات قرار دارد. به‌طوری‌که ۵۱٪ مساحت این شهر در منطقه خطر زیاد واقع‌شده است. محمد اسماعیل (۱۳۸۹) به بررسی پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که وسعت اراضی مسکونی ساخته‌شده در تصویر سال ۱۹۸۷ شامل شهر کرج و آبادی‌های پراکنده در اطراف آن تقریباً ۶۰۳۲/۳ هکتار بوده و در تصویر سال ۲۰۰۲ که شهر کرج به شهر بزرگ و آبادی‌های آن به شهرهای کوچک تبدیل‌شده‌اند. ستایشی نسارو همکاران (۱۳۹۲)، بررسی تنگناهای ژئومورفولوژی و تأثیر آن بر توسعه فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP پرداختند و به این نتیجه رسیدند شمال غرب و غرب شهر مکان‌های کاملاً مناسب و شرق شهر مکان‌های کاملاً نامناسب برای توسعه فیزیکی شهر می‌باشد. روستایی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی سنجش فضایی، گسترگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (شهر ارومیه) پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۶۳، ۱۷۱۸۸/۵۶ هکتار از اراضی شهر ارومیه تغییر کاربری داده شده است؛ که بیش‌ترین تغییر کاربری اراضی در اراضی کشاورزی آبی با کاهش ۷۶۷۲/۴۱ هکتار صورت گرفته است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۴۰۰ در حدود ۲۴۰۸/۵۵ هکتار به اراضی ساخته‌شده اضافه خواهد گردید؛ که این امر باعث تغییر کاربری اراضی در شهر ارومیه و ناپایداری شهری در توزیع بهینه خدمات و دسترسی به امکانات زندگی برای ساکنان شهر خواهد شد. مروری بر تحقیقات انجام‌شده ازجمله پژوهشی که به‌واسطه شمس‌الدینی و همکاران (۱۳۹۵) پرداخته‌اند بررسی استنتاج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که اراضی واقع در مشرق و جنوب شرقی، زمین‌های بایر درون بافت‌شهر و همچنین برخوردار بودن از مراکز دانشگاهی، بهترین نقاط قوت توسعه فیزیکی شهر محسوب می‌شود. کمبود شدید کاربری فضای سبز در شهر، مناسب نبودن سیستم شبکه‌بندی شهر، نبود ساخت‌وساز عمودی به نسبت تمرکز بیشتر جمعیت در مرکز شهر و فقدان سیستم فاضلاب شهری در سطح کل شهر از نقاط ضعف به شمار می‌رود. هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییرات مربوط به کاربری شهری و همچنین تغییرات و توسعه شهر و پیش‌بینی آن برای سال‌های آتی و عوامل مؤثر و خطرناک است که در مسیر توسعه شهر قرار دارند نشان داد که جای یک تحقیق نسبتاً جامع که بتواند مدل‌سازی رشد، توسعه کالبدی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی را بر اساس زنجیره مارکوف و مقایسه آن با نقشه حاصل از پارامترهای مؤثر در جهت توسعه ایده‌آل در شهر نورآباد ممسنی تقریباً خالی است، لذا هدف از انجام این پژوهش دستیابی به این مهم می‌باشد. ازجمله نوآوری‌های این پژوهش مدل پیش‌بینی برای اولین بار مورداستفاده قرارگرفته است.

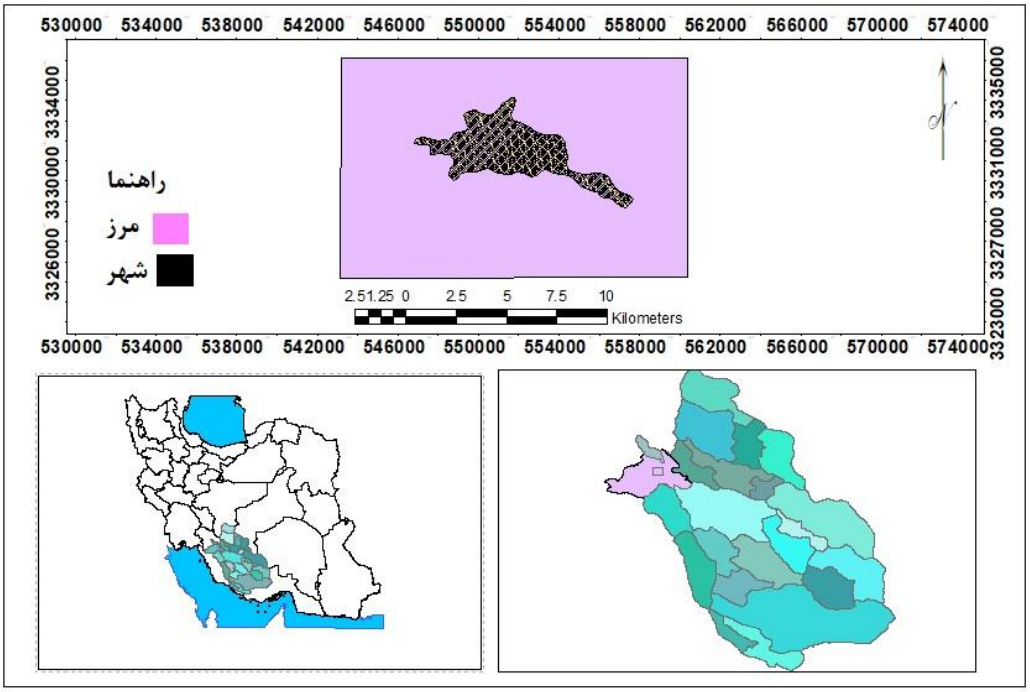
[1]. Huo

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

روش تحقیق

معرفی محدوده موردمطالعه

شکل (۱) محدوده موردمطالعه شهر نورآباد ممسنی با مساحت.۱۷ کیلومترمربع. در شمال‌غرب استان فارس و جنوب ایران واقع‌شده است. نورآباد از شمال به شهرستان سپیدان، از جنوب با شهرستان کازرون، ارتباط دارد و از شرق با شهرستان رستم و غرب آن شهرستان بوشهر می‌باشد. این شهر در ارتفاع ۹۵۰ کیلومتری از سطح دریا واقع‌شده حداکثر ارتفاع ۱۸۴۳ و حداقل ارتفاع ۸۷۸ می‌باشد؛ که شیب آن از جنوب غرب به سمت شمال غرب می‌باشد.



شکل (۱). موقعیت محدوده موردمطالعه

داده و روش کار

در این تحقیق از تصاویر سنجنده ETM مربوط به سال‌های (۱۳۷۹) ۲۰۰۰ و سنجنده OLY (۱۳۹۷) ۲۰۱۸ از ماهواره لندست استفاده شد. لایه‌های فاصله از گسل و لیتولوژی که از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ایران (سازمان نقشه‌برداری) دریافت گردید. از لایه Dem30 متر محدوده جهت تهیه لایه‌های شیب، جهت شیب، فاصله از آبراهه، تراکم زهکشی و لایه کاربری اراضی استفاده شد و به‌منظور بررسی مخاطرات و نقش آن بر توسعه فیزیکی شهر، استفاده‌شده است (سایت usgs). در مرحله بعد وزن دهی در محیطExpert-Choice و هر لایه در وزن موردنظر اعمال می‌شود. تاریخ تصاویر لندست ۷ و ۸ به ترتیب ۲۰۰۰/۵/۲۸ و ۲۷ /۲۰۱۸/۱۱ می‌باشد. برای کاهش خطاهای مربوط به تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر ماهواره‌ای لندست تصحیح هندسی و رادیومتریک شدند. سپس محدوده موردمطالعه را از تصاویر جدا کرده و اطلاعات ماهواره‌ای را از طریق روش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

نظارت‌شده (Supervised) طبقه‌بندی کردیم و برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده شد. بدین ترتیب ابتدا از هر طبقه اعم از محدوده ساخته‌شده، کشاورزی، بایر و مرتع تعدادی نمونه که به‌صورت پیکسل می‌باشد برداشت می‌شود برای طبقه‌بندی از الگوریتم حداکثر مشابهت جهت طبقه‌بندی نظارت مورداستفاده قرارگرفته است. در این روش ارزش بازتابی و هر پیکسل ناشناخته و بر اساس واریانس و کواریانس آن طبقه‌بندی واکنش طیفی ویژه تجزیه‌وتحلیل می‌شود؛ و فرض بر این است که توزیع داده‌های هر طبقه بر اساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرارگرفته‌اند. در عمل واریانس و کوواریانس و میانگین طبقه مختلف هر تصویر ماهواره‌ای، برای طبقه‌بندی پدیده‌ها محاسبه می‌شود تا هر یک از پیکسل‌ها به طبقه‌ای تعلق یابد که حضورش در آن طبقه از احتمال بیشتری برخوردار است (اسدی و همکاران،۱۳۹۹). در ادامه جهت پی بردن به تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی محدوده موردمطالعه (شهر نورآباد) که شامل کاربری‌های باغات و زمین‌های کشاورزی، محدوده‌های ساخته‌شده، اراضی بایر و مراتع مدنظر قرارگرفته که از مدل زنجیره مارکوف استفاده شد. در زنجیره مارکوف از کلاس‌های پوشش به‌عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیره استفاده‌شده است. در این تحلیل همواره از دو نقشه رستری استفاده می‌شود که موردی‌ها مدل نامیده می‌شوند. علاوه بر این دو نقشه فاصله زمانی بین دو تصویر و فاصله زمانی پیش‌بینی در افق ۱۴۰۴ نیز در مدل CA مارکوف در نظر گرفته می‌شود. خروجی مدل مارکوف نیز شامل احتمال تبدیل وضعیت و ماتریس مساحت‌های تبدیل‌شده در هر کلاس و درنهایت تصاویر احتمالاً شرطی برای تبدیل کاربری مختلف است. همین‌طور در این پژوهش جهت اعتماد به طبقه‌بندی صورت گرفته از شاخص کاپا استفاده‌شده است شاخص کاپا از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$Kappa = \frac{P_{0-P_C}}{1-P_C} \times 100$$ رابطه (۱)

P0: درستی مشاهده‌شده نمونه‌برداری‌های تعلیمی برداشته‌شده از لایه موردنظر

PC: توافق مورد انتظار طبقه‌بندی که از طریق روش‌های نظارت‌شده به دست می‌آید

نتایج دقت طبقه‌بندی

یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی صحت طبقه‌بندی، محاسبه ماتریس خطا است که کاربرد فراوانی دارد. بعد از طبقه‌بندی تصاویر، شاخص کاپا و صحت کلی نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده بر اساس ماتریس خطا محاسبه گردید. این مقادیر نشان می‌دهد طبقه‌بندی و انواع طبقات کاربری زمین با یکدیگر توافق خوبی دارند. جدول (۱) ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را نشان می‌دهد. بر اساس جدول (۱) دقت کلی بیشتر از ۹۰ درصد و شاخص کاپا بین ۰/۸۸ تا ۰/۰۹ است.

جدول (۱). ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

سال	تصویر	شاخص کاپا	ضریب صحت
۱۳۷۹	ETM	۰/۹۰	۹۲/۵۴
۱۳۹۶	OLI	۰/۸۸	۰/۹۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

مدل AHP

مکان‌یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را ازلحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌های و تسهیلات برای انتخاب مکانی مناسب برای انتخاب مکانی مناسب برای کاربری خاص مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌دهد. مکان‌یابی بهینه زمانی امکان‌پذیر است که محقق بتواند ارتباط علمی و منطقی مناسب میان اطلاعات و داده‌های به‌دست‌آمده از طرف کارشناسان مرتبط با موضوع مکان‌یابی را با توجه به اولویت‌های برقرار سازد (رضوانیان،۱۳۸۸). یکی از مدل‌های در مکان‌یابی فرآیند سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد. فرآیند سلسله مراتبی اولین بار توسط ال ساعتی عنوان و به کار گرفته شد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از جامع‌ترین مدل‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این مدل امکان فرموله کردن مسئله را با در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌آورد این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد. مدل منطق فازی تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است و روشی نوین جهت بیان عدم قطعیت‌ها و ابهامات روزمره می‌باشد. مجموعه-های فازی از طریق تابع عضویت تعریف می‌شوند برای هر مجموعه فازی عددی بین صفر تا یک وجود دارد که صفر عدم عضویت کامل و یک عضویت کامل را نشان می‌دهد. ابزار کار مدل فازی با استفاده از عملگرهای مختلف صورت می‌گیرد یکی از عملگرهای مهم مدل منطق فازی، عملگر ضرب جبری فازی (Fuzzy Product) که با استفاده از آن ترکیب لایه‌ها صورت می‌گیرد. در این اپراتور تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب شده و در لایه خروجی اعداد به سمت صفر میل می‌کنند این روند ناشی از ضرب چندین عدد کمتر از ۱ می‌باشد. درنتیجه تعداد پیکسل‌های کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرند. در عملگر جمع جبری فازی (Sum Fuzzy) نتیجه همیشه بزرگ‌تر یا مساوی بزرگ‌ترین مقدار عضویت فازی در لایه می‌باشد. به همین دلیل در نقشه خروجی برخلاف عملگر ضرب جبری فازی ارزش پیکسل به سمت یک می‌کند. درنتیجه تعداد پیکسل بیشتری درنتیجه تعداد پیکسل بیشتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد. فرمول مربوط به عملگر ضرب و جمع فازی به ترتیب به‌صورت رابطه (۲) تعریف می‌شوند.

$$\mu\text{Combination} = \sum_{k=1}^{n} \mu \qquad \text{رابطه (۲)}$$

μCombination لایه حاصل از حداکثر سازی، μلایه فازی و 1,2,3,….,n تعداد نقشه‌های ترکیب‌شونده را نشان می‌دهد در این عملگر ابتدا عدد ۱ را از هر یک از لایه‌های فازی کم کرده سپس تمامی لایه‌ها در هم ضرب می‌شوند. بعدازاین مراحل مجدداً عدد ۱ را از لایه نهایی کم کرده تا لایه جمع جبری فازی ایجاد شود. [illegible] خیلی بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی کم عملگر جمع فازی، عملگر دیگری (Gamma Fuzzy) معرفی‌شده است. که حدفاصل ضرب و جمع جبری فازی می‌باشد. رابطه (۳)

این عملگر برحسب حاصل‌ضرب جبری فازی و حاصل جمع جبری فازی بر اساس رابطه (۳) تعریف می‌شود.

$$\mu\ \text{Combination} = (\text{fuzzyALgabra Sum})*(\text{fuzzyALgabra Proutect})^{1-\gamma}$$

لایه حاصل از گامای فازی و γ پارامتر تعیین‌شده در محدوده صفر و یک است. وقتی γ برابر با ۱ باشد ترکیبی که اعمال می‌شود همان جمع جبری فازی و زمانی که γ برابر صفر باشد ترکیب، برابر ضرب جبری فازی است.

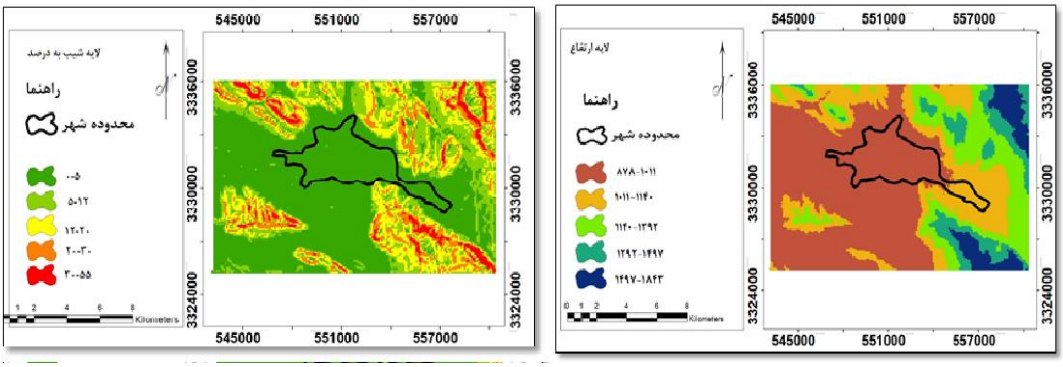
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

انتخاب صحیح γ مقادیری در خروجی ایجاد می‌کند که با اثر افزایشی جمع جبری و اثر کاهشی ضرب جبری فازی سازگاری دارد.

نتایج

ارتفاع و شیب

محدوده موردبررسی بین ارتفاعات ۸۷۰ تا ۱۸۰۰ متر و ارتفاع متوسط ۱۰۰۰ متر قرارگرفته است روند ارتفاعات جنوب‌غربی شمال‌شرقی می‌باشد که به‌تبع آن شیب نیز کاهش می‌یابد. شهر بر شیب ۰ تا ۵ قرارگرفته که این شیب جهت دفع فاضلاب با مشکل روبه‌رو می‌شود بهترین شیب برای توسعه و ساخت‌وساز شیب ۹ درجه می‌باشد که به مناطق مخروط‌افکنه‌ای نزدیک می‌باشد. معمولاً حداکثر شیب مناسب برای شهرسازی ۹ درصد معرفی می‌شود. شیب بیشتر از ۹ درصد هزینه‌های شهرسازی را افزایش می‌دهد. شیب‌های نزدیک به صفر نیز ازنظر دفع فاضلاب مشکل‌آفرین بوده و در صورت بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی موجبات آلودگی آب‌ها و همچنین اشباع شدن منطقه را فراهم می‌آورند. لذا هزینه‌های شهرسازی در این مناطق نیز بالا می‌رود شکل (۲).



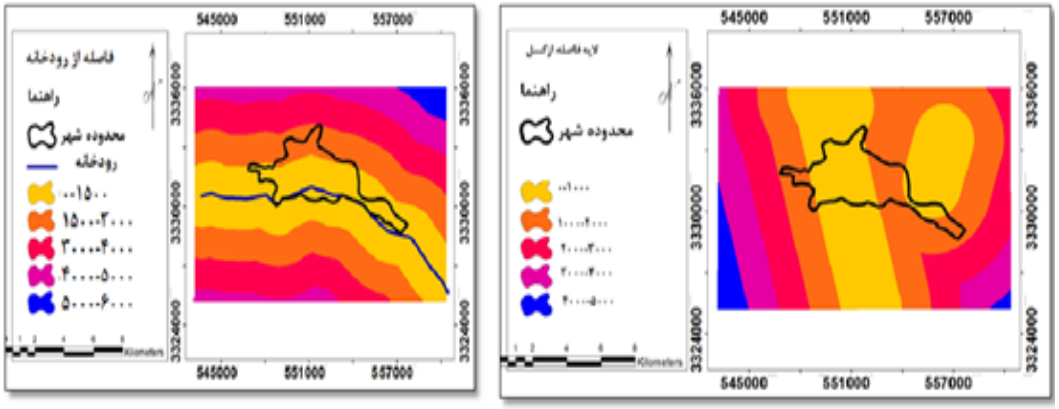
شکل (۲). لایه ارتفاع و شیب محدوده موردمطالعه

فاصله از گسل و آبراهه اصلی

با توجه به این‌که مسیر گسل‌های بالقوه جزء نقاط ناپایدار زمین می‌باشند و همچنین به دلیل ایجاد گسیختگی در دامنه‌ها و ایجاد شکستگی در لایه‌ها و خردشدگی توده‌های سنگی می‌توان احتمال داد که عامل فاصله از گسل، یکی از مهم‌ترین پارامترها در ایجاد زمین‌لرزه‌ها و همچنین ایجاد اشکال ژئومورفولوژیکی و محدودیت در توسعه شهر است (رضایی و استادملکرودی ۱۳۸۹: ۲۵). گسل ازجمله عوامل مؤثر در ایجاد مخاطره بخصوص در مناطق شهری به شمار می‌رود با توجه به این‌که ساخت‌وساز در حریم گسل رعایت نکردن آن ضررهای جبران‌ناپذیری را به بار می‌آورد در محدوده شهر نورآباد از سال ۲۰۰۰ به سمت ۲۰۱۸ تغییراتی در شکل شهر صورت گرفته است که وضعیت فعلی شهر را نشان می‌دهد این گسل از بخش مرکزی شهر عبور نموده است ساخت‌وسازها بخصوص مسکن مهر در مسیر گسل می‌باشد و در فاصله کمتر از ۲۰۰۰ متری از حریم گسل می‌باشد که با تهیه نقشه پیش‌بینی این توسعه به سمت گسل بسیار بیشتر شده و روند توسعه شهر به سمت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

غرب و جنوب بسیار حائز اهمیت است. رودخانه‌ها ضمن اینکه چشم‌انداز بسیار زیبایی برای شهرها ایجاد می‌کنند، اگر حریم آن‌ها رعایت نشود؛ در هنگام طغیان برای ساکنان شهر، خطرآفرین خواهد بود اگر ساخت‌وساز اماکن و استقرار تأسیسات و دریای آزاد ثابت در کنار رودها با حفظ حریم و آگاهی از دوره‌های طغیان و میزان آن نباشد، تمام این سازه‌ها دائماً مورد تهدید رودخانه قرار خواهند گرفت (نگارش، ۱۳۸۲: ۱۳۷). رودخانه اصلی که درواقع از جنوب شهر عبور می‌کند و در سال‌های اخیر به علت خشک‌سالی‌های پیاپی این بستر از رودخانه جدول‌بندی شده است و گاهی اوقات بارش‌های سیلابی در منطقه اتفاق می‌افتد و به علت اینکه بستر به بستری سیمانی تبدیل‌شده سبب بروز خسارت بسیاری در بخش‌های مختلف شهر می‌شود از طرف دیگر علاوه بر خطرات سیل، مشکل دیگری که می‌تواند در رابطه با این ساخت‌وسازها به‌تدریج تبدیل به بحران شود، ورود فاضلاب واحدهای مسکونی و تجاری ساخته‌شده در حریم رودخانه‌ها به داخل رودخانه است که مستقیماً بر سلامت محیط‌زیست و انسان‌ها تأثیرگذار است. ساماندهی و جلوگیری از ساخت‌وسازهای جدید در حریم و بستر رودخانه‌ها و برخورد قضایی با متخلفان، لایروبی بستر رودخانه‌ها و هدایت هوشمندانه سیلاب به محل‌های کم‌خطر مانند مخازن سد، دریاچه‌های طبیعی و اراضی کم‌خطر و پایدارسازی شیب‌ها ازجمله راهکارهایی است که می‌توان جهت پیشگیری از وقوع خسارات ناشی از سیل اعمال نمود شکل (۳).

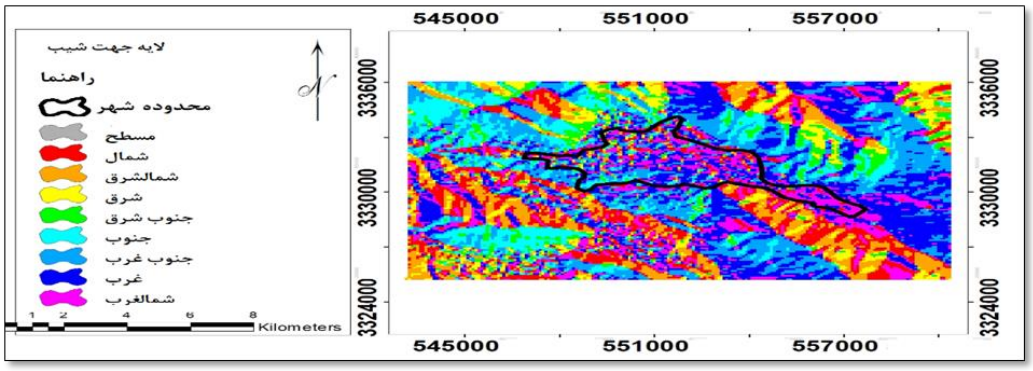


شکل (۳). فاصله از گسل و فاصله از آبراهه محدوده موردمطالعه

جهت شیب

برای تهیه نقشه جهت‌های جغرافیایی از ویژگی‌های خطوط میزان بر روی نقشه توپوگرافی به‌اضافه سایر ویژگی‌های نقشه استفاده می‌شود. نقشه‌های جهت شیب برای آسان‌تر دیدن جهت دامنه‌ها و استفاده در نقشه‌سازی واحدهای شکل زمین است (مخدوم ۱۳۷۸، ۱۵۸-۸۰) با توجه به شکل جهت شیب در منطقه می‌توان گفت دامنه‌های جنوبی آن به دلیل دریافت بیشتر نور خورشید می‌تواند برای ایجاد واحدهای مسکونی و ایجاد خیابان‌ها، به دلیل جریان مناسب هوا در منطقه موردمطالعه مناسب می‌باشد لذا دامنه‌های جنوبی دارای بالاترین امتیاز و دامنه‌های شرقی دارای کمترین امتیاز می‌باشد شکل (۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

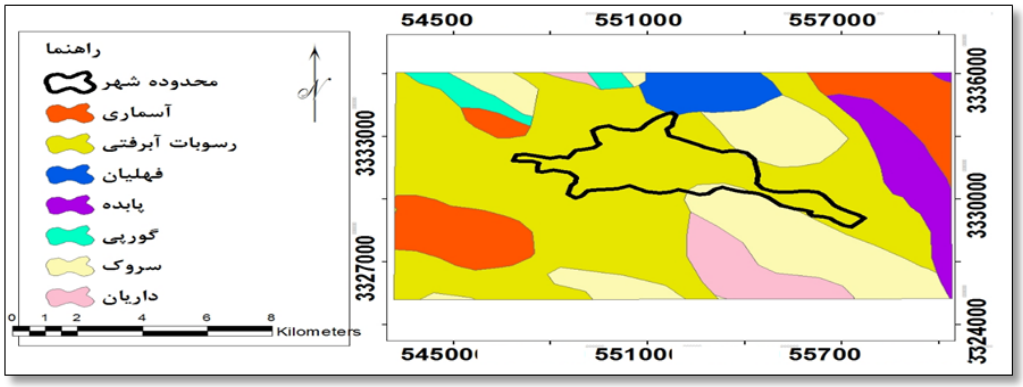


شکل (۴). جهت شیب محدوده موردمطالعه

بسیاری از پدیده‌های که مورفولوژی کنونی منطقه را به وجود می‌آورد ویژگی‌های لیتولوژی مربوطه می‌شود. لذا برای تحلیل مطلوب تحول ژئومورفولوژیکی نیاز به بررسی دقیق کلیه مشخصات لیتولوژیکی منطقه ضروری است (علایی طالقانی، ۱۳۸۶، ۷۷). لیتولولوژی محدوده موردمطالعه جهت آگاهی و شناخت مخاطرات ژئومورفولوژیکی تحت این عامل (جنس و مقاومت سازندها در برابر تغییرات ژئوموفولوژیکی و نقش آن‌ها در جهت جلوگیری از مخاطرات) موردمطالعه قرار می‌گیرد. درمجموع با استناد به شکل (۵) در منطقه موردمطالعه، سنگ‌ها ازلحاظ لیتولوژیکی به سه گروه تقسیم می‌شود (احمدی ۱۳۸۸)

- سازندهای مقاوم (آهک)
- سازندهای نامقاوم (رس و مارن)
- سازندهای نیمه مقاوم (مخروط‌افکنه، رسوبات آبرفتی، پادگانه‌ها)

با بررسی ساختار لیتولوژی در محدوده شهر نورآباد نشان می‌دهد که شهر بر روی رسوبات آبرفتی قرارگرفته است که ازلحاظ لیتولوژی در بهترین نوع رسوبات قرارگرفته است.

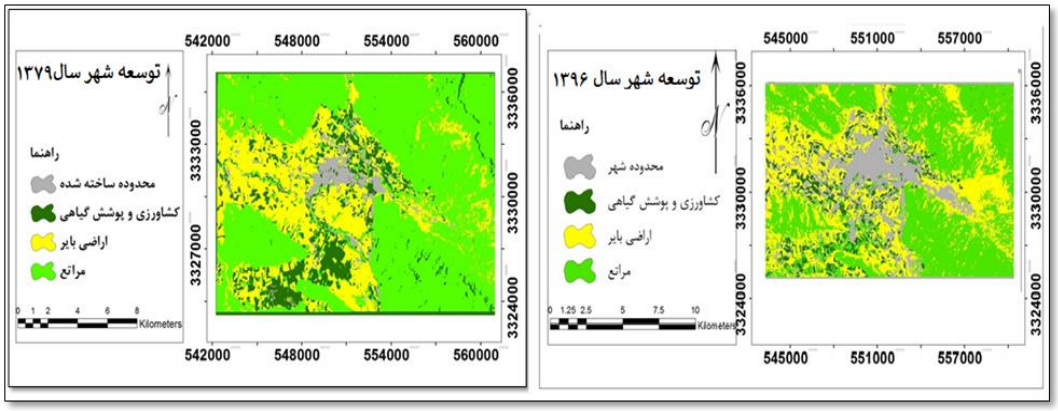


شکل (۵). لایه لیتولوژی محدوده موردمطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

بررسی وضعیت توسعه شهر در سال ۱۳۷۹

شکل (۶) نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۹ وضعیت کاربری محدوده شهر موردمطالعه برابر ۷/۷ کیلومترمربع بود است که شهر محدوده بسیار کمی را در برگرفته و بخش مرکزی شهر را در برگرفته کشاورزی حدود ۱۹/۲۰ کیلومتر از شهر را در برگرفته بخش بایر حدود ۴۶/۴۴ کیلومترمربع و مراتع ۱۱۳ کیلومتر را در برگرفته است. با بررسی جدول (۲) نشان داد که در سال ۹۶ مساحت محدوده ساخته‌شده ۱۷ کیلومتر بود که این مقدار نسبت به سال ۱۳۷۹ تقریباً ۴/۵ برابر افزایش‌یافته است. محدوده شهر توسعه به سمت شرق گسترش‌یافته است. این گسترش به سمت شرق با توسعه مسکن مهر همراه می‌باشد که در مسیر خطر گسل اصلی که خسارت بسیاری را وارد می‌سازد شکل (۶).



شکل (۶). وضعیت توسعه شهر در سال‌های (۱۳۷۹ و ۱۳۹۷)

جدول (۲). وضعیت شهر در سال‌های (۱۳۷۹ و ۱۳۹۷)

ردیف	کاربری	مساحت به کیلومترمربع	
۱	محدوده شهری	۷/۷	۱۷
۲	کشاورزی	۱۹/۲۰	۱۱
۳	بایر	۴۶/۴۴	۵۹
۴	مراتع	۱۱۳	۸۵

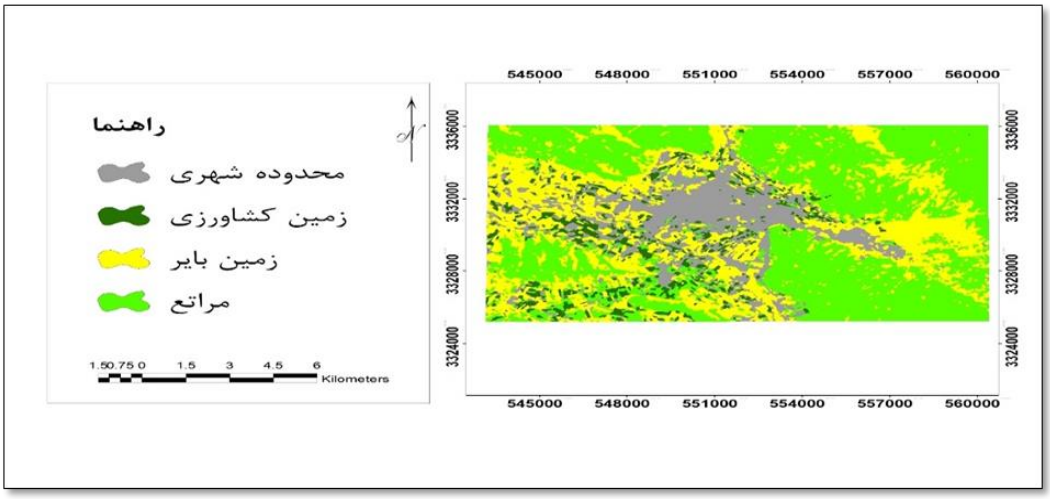
پیش‌بینی با مدل مارکوف

شکل (۷) نقشه پیش‌بینی شهر نورآباد در افق ۱۴۰۴ می‌باشد که نشان می‌دهد که توسعه شهر به سمت شرق دشت توسعه می‌یابد و این توسعه که با رنگ خاکستری نمایش داده‌شده است. محدوده شهر به ۳۰ کیلومترمربع می‌رسد از میزان زمین‌های کشاورزی در سطح شهر کاسته شده میزان زمین‌های بایر به ۵۸ کیلومترمربع می‌رسد و مراتع جنگل‌ها اطراف شهر کاسته شده و تبدیل به زمین‌های بایر می‌شود جدول (۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

جدول (۳). وضعیت شهر در افق (۱۴۰۴)

ردیف	کاربری	مساحت به کیلومترمربع
۱	محدوده شهری	۳۰
۲	کشاورزی	۱۰
۳	بایر	۵۸
۴	مراتع	۸۶



شکل (۷). وضعیت شهر در سال ۱۴۰۴

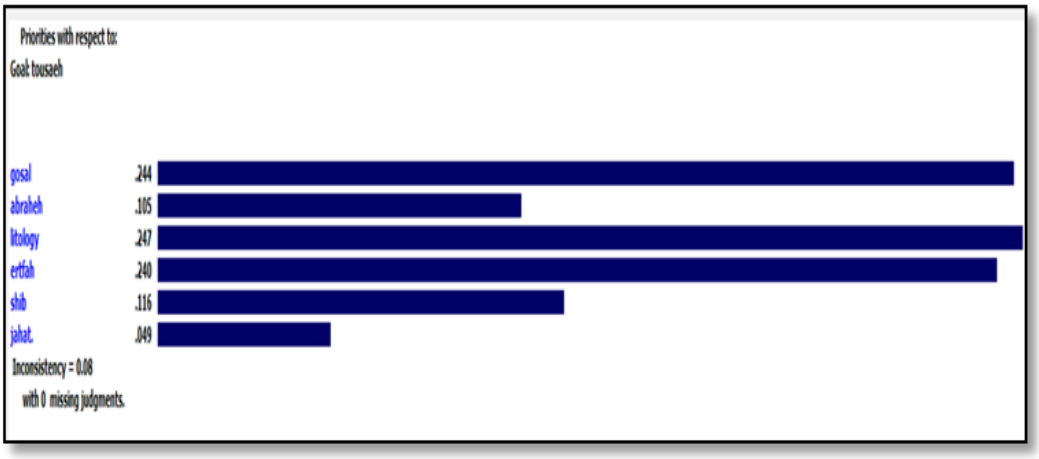
تعیین ضرایب اهمیت شاخص با استفاده از AHP

برای وزن دهی و اولویت‌بندی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice در ابتدا هدف پژوهش که برنامه‌ریزی بهینه کاربری زمین برای توسعه شهری که در بالاترین سطح است و در سطح دوم معیارها وجود دارند. جهت مقایسه زوجی از روش مقایسه ماتریسی در نرم‌افزار استفاده‌شده است. طبق نظر کارشناسی با توجه شناخت منطقه موردمطالعه وزن دهی به هرکدام از معیارها انجام می‌شود بعد از وزن دهی و انجام محاسبات در نرم‌افزار و با توجه به نرخ سازگاری (نرخ سازگاری باید کمتر از ۰/۱ باشد) وزن نهایی به دست می‌آید که در کاربری توسعه شهری بیشترین وزن به شاخص (فاصله از گسل) و کمترین وزن شاخص جهت شیب (۰/۴۹) تعلق‌گرفته است اشکال (۸ و ۹).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

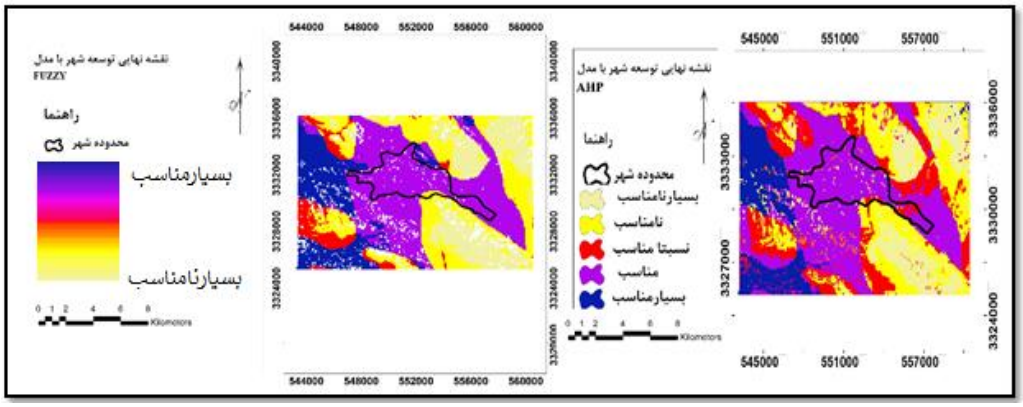
gosal	abraheh	litology	ertfah	shib	jahat.
	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0
		2.0	2.0	2.0	4.0
			2.0	3.0	4.0
				3.0	3.0
					3.0
Incon: 0.08					

شکل (۸). ماتریس مقایسه روجی برای معیارها



شکل (۹). وزن‌های به‌دست‌آمده برای معیارها و سازگاری

همان‌گونه که شکل(۱۰)، شکل نهایی از تلفیق ۶ لایه مؤثر در توسعه شهر و عوامل مخاطراتی با روش AHP-fuzzy نشان داد که بهترین بخش برای توسعه در بخش غربی که حدود ۱۴ درصد از محدوده و ۲۴ کیلومترمربع از منطقه را در برگرفته بهترین مکان برای توسعه شهر می‌باشد که با رنگ آبی نشان داده شده این مناطق در فاصله‌ای دور از گسل اصلی و آبراهه واقع‌شده است جدول (۴).



شکل (۱۰). لایه نهایی مدل AHP و FUZZY محدوده موردمطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

جدول (۴). ارزش‌گذاری لایه نهایی

ارزش‌گذاری	مساحت		درصد	
	AHP	FUZZY	AHP	FUZZY
کاملاً مناسب	۲۲	۲۷	۱۳	۱۶
نسبتاً مناسب	۶۴	۶۳	۳۷	۳۶
مناسب	۲۷	۱۰	۱۵	۶
نسبتاً نامناسب	۳۵	۳۹	۲۰	۲۲
بسیار نامناسب	۲۴	۳۳	۱۴	۱۹

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به‌منظور بررسی توسعه مخاطرات شهر نورآباد ممسنی در ارتباط مخاطرات طبیعی با استفاده از دو مدل AHP-FUZZY پرداختیم و مکان‌های بهینه توسعه شهر با استفاده از دو مدل مذکور به دست آمد و با استفاده از ۷ فاکتور تأثیرگذار نشان داد که ازلحاظ شیب در شیب حدود ۰-۵ قرارگرفته ارتفاع شهر حدود ۸۷۰ متر که شهر به‌صورت منطقه‌ای مسطح ساخته‌شده است گسل سراسر کازرون که دقیقاً از بخش میانی دشت عبور نموده اگرچه سبب توسعه چشمه‌های آب گرم معدنی در محدوده شده ولی به‌عنوان یک مخاطره بسیار مهم نقش مهمی را دارد که سبب گسترش بحران در این محدوده شده دیگری فاصله از آبراهه که محدوده شهری دقیقاً در کمترین فاصله از محدوده شهری واقع‌شده است که سبب بروز گسترش سیلاب در این محدوده شده است؛ که این عوامل باهم دیگر زمینه گسترش زلزله و سیلاب را در محدوده فراهم آورده نتایج روش پیش‌بینی مارکوف نشان داد که در افق ۱۴۰۴ نشان داد توسعه شهر به سمت بخش شرقی می‌باشد درحالی‌که طبق نتایج AHP و FUZZY پس توسعه شهر باید به سمت غربی و جنوب‌غربی محدوده گسترش یابد تا از گسترش خسارات جبران‌ناپذیر در محدوده شهری جلوگیری شود. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش برخلاف کار سایر پژوهشگران که انجام‌گرفته این است که درواقع نوعی پیش‌بینی با مدل مارکوف برای آینده در محدوده شهر انجام‌گرفته است و نشان داده که شهر در آینده به چه سمتی توسعه می‌یابد و همچنین عوامل مخاطره‌آمیز را هم که سبب خسارت به شهر می‌شود را تحلیل و بررسی نموده است.

منابع

احمدی، حسن.(۱۳۸۸). **ژئومورفولوژی کاربردی**، نشر دانشگاه تهران،۱.

اسدی، احمد؛ اکبری، ابراهیم؛ شفیعی، نجمه.(۱۳۹۹)، **پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر قائن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای**، مجله برنامه‌ریزی فضایی اصفهان، (۱): ۸۴-۶۷.

امیری، شهرام. (۱۳۸۹). **تحلیل ریسک‌پذیری تأسیسات و سکونتگاه‌ها حاشیه دریاچه ولشت از مخاطرات ژئومورفولوژیکی**. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

بلادپس، علی.(۱۳۸۱). **پژوهش در تحول ژئومورفولوژیک منطقه ماکو**. پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی با گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]

[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

رضایی، پرویز و، پروانه. (۱۳۸۹). **محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر رودبار**، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۳ (۷): ۵۲-۴۱.

روستایی، شهرام؛ احدنژاد روشنی، محسن؛ فرخی صومعه، مینا. (۱۳۹۳). **بررسی سنجش فضایی گسترگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه مطالعه موردی: ارومیه**، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸ (۵۰): ۲۰۶-۱۸۹.

زنگی‌آبادی، علی؛ تبریزی، نازنین. (۱۳۸۵). **زلزله‌ی تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی**. (۵۶): ۳۰-۱.

ستایشی نسار، حسن؛ روستایی، شهرام؛ عمرانی دورباش، مجتبی؛ زارع پیشه، نرگس.**(۱۳۹۲). بررسی تنگناهای ژئومورفولوژیکی و تأثیر آن بر توسعه فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP مطالعه موردی: شهر گیوی)**پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۲ (۴): ۱۶-۱.

سیف‌الدینی، فرانک. (۱۳۸۱). **فرهنگ واژگان برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای**. انتشارات دانشگاه شیراز.

شریفی کیا، محمد، معتمدی نیا منیره، شایان سیاوش، (۱۳۸۹). **بررسی تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهر ماهنشان**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳ (۱۶): ۱۲۶-۱۰۵.

علایی طالقانی، محمود.(۱۳۸۶). **ژئومورفولوژی ایران**، انتشارات سمت.

-فرید، یدالله. (۱۳۷۵). **جغرافیا و شهرشناسی**. انتشارات دانشگاه تبریز

معتمدی نیا، منیره.(۱۳۸۹). **بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهری. مطالعه موردی شهرماهنشان**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. استاد راهنما محمد شریفی کیا.

محمد اسماعیل، زهرا. (۱۳۸۹). **بررسی پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور**، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). الف، ۲۴ (۱): ۸۸-۸۱.

مختاری، داود. (۱۳۷۹). **آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های واقع در مسیر خطوط گسل و عمران روستایی**، مجله مسکن و انقلاب:۷۴- ۷.

نگارش، حسین.(۱۳۸۲). **کاربرد ژئومورفولوژی در مکان گزینی شهرها و پیامدهای آن**، جغرافیا و توسعه، بهار: ۱۵۰-۱۳۴.

Alansi AW, 2009. "**The Effect of Development and Land Use Change on Rainfall-Runoff and Runoff-Sediment125 Relationships under Humid Tropical Condition**: Case Study of Bernam Watershed Malaysia", European Journal of Scientific Research, 31(1):88-105.

Irasma Alca´ntara-Ayala, 2002**,"Geomorphology Natural Hazards Vulerability and prevention of Natural disasters in developingcountries**", Geomorpholog.47.107-12.

Bullard R.D, Johnson Torres GS, A.O, 2000. "**Sprawl City: Race, Politics, and Planning in Atlanta"**, Island Press, Washington, DC.

Chengtai, D, 1999, **urban geomorphology in Chinese**. P. 391

De Oliveira Silveira, E. M., de Menezes, M. D., Júnior, F. W. A., Terra, M. C. N. S., and de Mello, J. M., (2017), **Assessment of geostatistical features for object-based image**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]

[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]

classification of contrasted landscape vegetation cover. Journal of Applied Remote Sensing, **11(3):** 036004.

Galaster, G., Hanson, R., Wolman, H., Coleman, S., and Freihage, J. 2001. "**Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Meaturing an Elusive Concept", Housing Policy Debate**, 12(4), 681-717.

-Huo, L. Z, Boschetti, L., and Sparks, A. M., 2019, **Object-Based Classification of Forest Disturbance Types in the Conterminous United States.** Remote Sensing, **11(5):** 477.

Malpezzi, S. and Gue, W.K. (2001), "Measuring Sptawl: Alternative Measures of Urban Form".

Downs A, 1999, "**Some Realities about Sprawl and Urban Decline. Housing Policy Debate**, 10: 955-974.

Ewing, R. 1997, "**Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable**", Journal of the American Planning", Association, 63 (1):107-126.

Shalaby, A., Aboel Ghar, M., & Tateishi, R. 2004, **Desertification impact assessment in Egypt using low-resolution satellite data and GIS.** The international Journal of Environmental Studies, 61(4), 375-384.

Giri, C., Zhu, Z & Reed, B 2005. **A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets.** Remote Sensing of Environment, 94, 123-132.

Hrrold, M., Goldstein, N.C & Clarke, K.C 2003. **the spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling**, Remote Sensing of Environment, 86, 286-306.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.23.6]

[DOI: 10.61186/jgs.23.71.183]