هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۷، تابستان ۱۳۹۵، صص ۵۷-۳۹
وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۱۵ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲

تعیین سایت‌های مناسب توسعه‌ی شهری بر اساس مؤلفه‌های ژئومورفولوژیک مطالعه‌ی موردی شهرارومیه[1]

صیاد اصغری سراسکانرود[1]
بتول زینالی[2]*
صالح اصغری سراسکانرود[3]

چکیده

محل استقرار سکونتگاه‌ها و سایر تأسیساتی که انسان ایجاد می‌کند، در بسیاری از موارد تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی است. امروزه به تبع رشد جمعیت، توسعه‌ی ساخت و سازها اجتناب‌ناپذیر است و تأثیر نامطلوب نیازهای بشر بر روی زمین و همچنین بهره‌برداری از مناطق اطراف شهرها و روستاها برای خانه‌سازی و تأسیسات اقتصادی و صنعتی گسترشی روزافزون می‌یابد. در این بین، کثرت عوامل ژئومورفولوژیک و پویایی و دینامیسم محیط طبیعی، گاه امکان ارزیابی یکجای کلیه‌ی عوامل را جهت بازشناسی بهترین مکان برای جایگذاری عناصر توسعه، با مشکل مواجه می‌سازد. لذا بهره‌گیری از شیوه‌های کارآمد ارزیابی از مهم‌ترین اقدامات در راستای برنامه‌ریزی بهتر خواهد بود. بر همین اساس تحقیق حاضر در پی آن است تا با استفاده از روش اولویت‌بندی TOPSIS - که یک روش تصمیم‌گیری قوی و تکنیکی بر اساس نزدیکی به جواب ایده‌آل است- به مکانیابی بهترین مکان از نظر ساختار طبیعی و ژئومورفولوژیک، جهت توسعه‌ی آتی شهر ارومیه بپردازد. در این پژوهش، با ورود لایه‌های اطلاعاتی منطقه به محیط ARC GIS و بر اساس مؤلفه توپوگرافی که مهم‌ترین محدودیت مورفولوژیک شهر ارومیه به شمار می‌آید، سه سایت جهت توسعه مناسب تشخیص داده شد که سایت‌های پیشنهادی با استفاده از مؤلفه‌های طبیعی و مورفولوژیک از طریق تکنیک‌های ANTROPY فازی (جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها) و TOPSIS (جهت اولویت‌بندی سایت‌ها) مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس یافته‌های تحقیق، سایت ج در بخش شرقی شهر با ضریب CI معادل ۰/۷۶۸۷۷ به عنوان بهترین محل جهت توسعه‌ی آتی شهر ارومیه در نظر گرفته شده است.

کلمات کلیدی: مؤلفه‌های ژئومورفولوژیک، مکانیابی، روش تاپسیس و آنتروپی.

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه ارومیه.
۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی(نویسنده مسئول). Email:zeynali.b@uma.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه خوارزمی تهران.

مقدمه

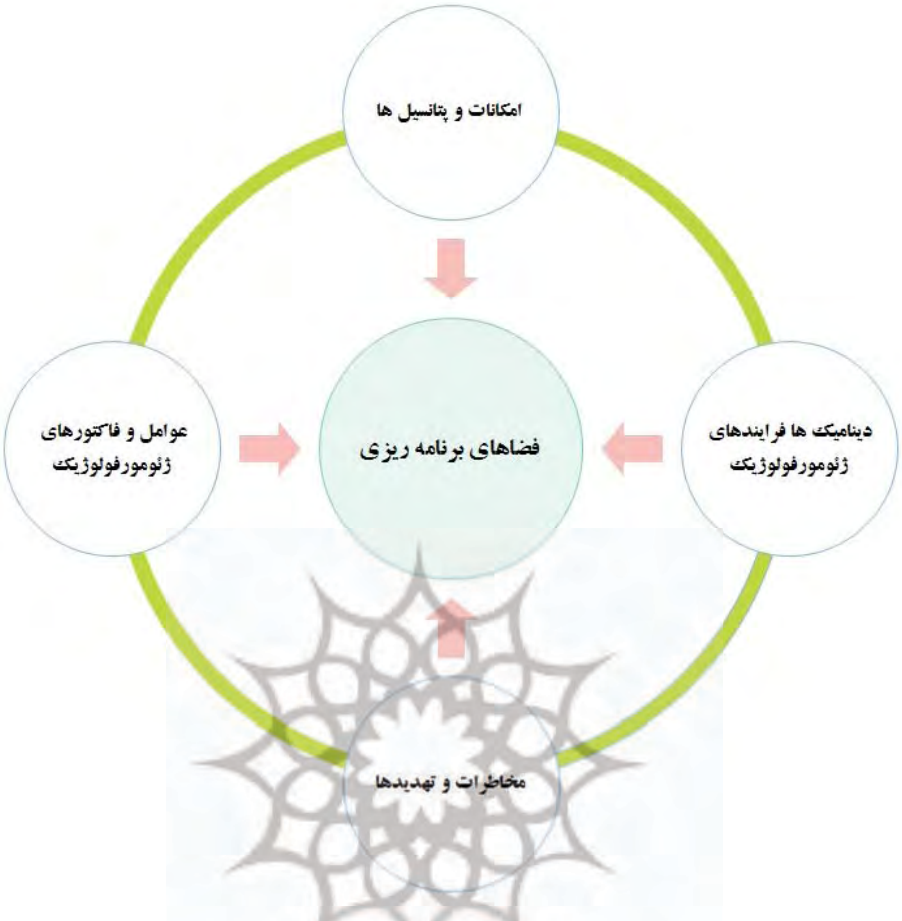
یکی از بدیهیات که در اصل، سنگ زیربنای مفهوم توسعه‌ی پایدار سکونتگاه‌های انسانی را تشکیل می‌دهد، وابستگی بی‌چون و چرای این سکونتگاه‌ها به طبیعت است؛ در مقیاس کلان، وابستگی نوع بشر به طبیعت، گستره‌ی بسیار وسیع و متنوعی را دربر می‌گیرد؛ در نتیجه در بخش مهمی از این گستره، امکان اثرگذاری هم وجود دارد؛ بنابراین به همان اندازه که نوع بشر با طبیعت ارتباط دارد و به آن وابسته است، به همان مقدار هم در آن اثر می‌گذارد. از کوچک‌ترین نوع فعالیت که ممکن است کندن ریشه‌ی یک علف یا خراش کوچک روی قطعه سنگی باشد گرفته تا بزرگ‌ترین و وسیع‌ترین فعالیت‌ها مانند ایجاد کلان شهرها، گستره اثرگذاری مستقیم نوع بشر در طبیعت است (حیدری‌فر، ۱۳۹۱: ۱۶۳). تردیدی نیست که عوامل طبیعی متنوع در ایجاد و پذیرش سکونتگاه‌ها و توسعه‌ی فیزیکی و فضایی و ارتباطات به صورت‌های گوناگون عمل می‌کنند که در مکان‌های مختلف آثار مثبت آن بارز و اثرهای منفی نیز سبب محدودیت گردیده است (زمردیان، ۱۳۷۸: ۷). اما در ایجاد، شکل‌گیری و پراکنش جمعیت و سکونتگاه‌های انسانی به طور قطع نمی‌توان تنها یک عامل را اصل دانست، بلکه عوامل مختلف در یک ارتباط متقابل باعث پیدایش نوعی الگوی توزیع و استقرار سکونتگاه‌ها و جمعیت در پهنه فضا می‌شود؛ اگرچه ممکن است تأثیر یک عامل در میان عوامل مختلف مشهودتر باشد. اما آنچه بستر سکونت و پذیرش جمعیت و در نهایت پایابی فعالیت را مهیا می‌سازد و حتی سبب تنوع و ارتقاء سطح زندگی می‌شود، وضعیت ژئومورفولوژیکی محیط (نظیر: سطح زمین و ارتفاع و چگونـگی شیب آن) است که از ناحیه‌ای به ناحیه‌ی دیگر تفاوت دارد (رحمانی، ۱۳۸۳: ۱۴۲). در واقع ویژگی‌های ژئومورفولوژیک یک مکان جغرافیایی نه تنها در پراکندگی و یا تجمع فعالیت‌های انسانی مؤثر است بلکه یک عامل مؤثر در شکل و سیمای فیزیکیِ ساخت‌های فضایی نیز به شمار می‌آید (بارتلوس، ۲۰۰۷: ۱۳۵۵)[1]. به همین دلیل برنامه‌های عمرانی که جهت توسعه‌ی مکان‌های سکونتی صورت می‌گیرد بدون توجه به عوامل و نیروهای مؤثر و شناخت قابلیت‌های محیطی عملاً موفقیت‌آمیز نخواهد بود، زیرا این عناصر گاهی به عنوان عوامل منفی و خطرساز مکان جغرافیایی را مخاطره‌آمیز و پر هزینه برای توسعه می‌سازند (شیدگر، ۱۹۹۴: ۱۲)[2] و گاهی ظرفیت‌های مثبتی جهت توسعه و گسترش سکونتگاه‌ها ارائه می‌دهند. بنابر این ضرورت شناخت واحدها و فرایندهای ژئومورفولوژیکی جهت تجهیز و تشخیص نقاط مساعد از نقاط نامساعد و پر خطر در زمینه‌ی گسترش فعالیت‌های عمرانی نشان‌دهنده‌ی اهمیت مطالعات اصولی در این زمینه است (مولدر و همکاران[3]، ۲۰۰۱: ۳۴۱۸). در همین راستا، با عنایت به اینکه شهرها به عنوان گسترده‌ترین عرصه‌های سکونت بشر، زمین‌های

1- Bathrellos
2- Scheidegger
3- Mulder et al.,

وسیع و گسترده‌ای را به خود اختصاص می‌دهند، مهم‌ترین عرصه‌ی برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای به شمار می‌آیند؛ این عـرصه‌ها با عنایت به وسعت قلمرو، از تـرکیب واحـدهای مختلف ژئومورفولوژی و توپوگرافی تشکیل می‌یابند (اسفندیاری و غفاری، ۱۳۹۳: ۱۶). همچنان که مکان‌یابی اولیه شهرها تحت تأثیر واحدهای ژئومورفولوژیکی (دشت، کوه، جلگه وغیره) و فرایندهای آن است، قطعاً گسترش و توسعه‌ی فیزیکی شهرها نیز باعث برخورد آنها با عناصر و واحدهای گوناگون ژئومورفولوژی خواهد شد (هارولد و کلارک[1]، ۲۰۰۵: ۱۱). از سویی دیگر، شرایط زیستی شهرهای امروز را نمی‌توان به یکباره بهبود بخشید؛ بهبود کیفیت محیط زیست شهرها مستلزم اقدامات و تدابیر بسیاری است که یکی از اجزای مهم در این راستا پیش‌بینی تمهیدات اکولوژیکی بر اساس پتانسیل‌های موجود می‌باشد. برای مشخص کردن ویژگی‌های موجود، ارزیابی تأثیر عـملیات ساختمانی و تأثیر نحوه استفاده از آنـها روی محیط زیست و سرانجام انـتخاب ابعاد پروژه‌های ساختمانی و سازه‌های خطی در حدی که حداقل اثرات زیان‌بخش محیطی را در بر داشته باشد، الزامی است (کامیابی و همکاران، ۱۳۸۴: ۶۹). با توجه به این که ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های شهری نقش عمده‌ای دارد (شکل۱) مؤلفه‌های ژئومورفیک مؤثر در امر برنامه‌ریزی، مکانیابی و تعیین سایت‌های مناسب توسعه‌ی شهری شامل موارد زیر می‌باشند:

شکل (۱) نقش ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های شهری

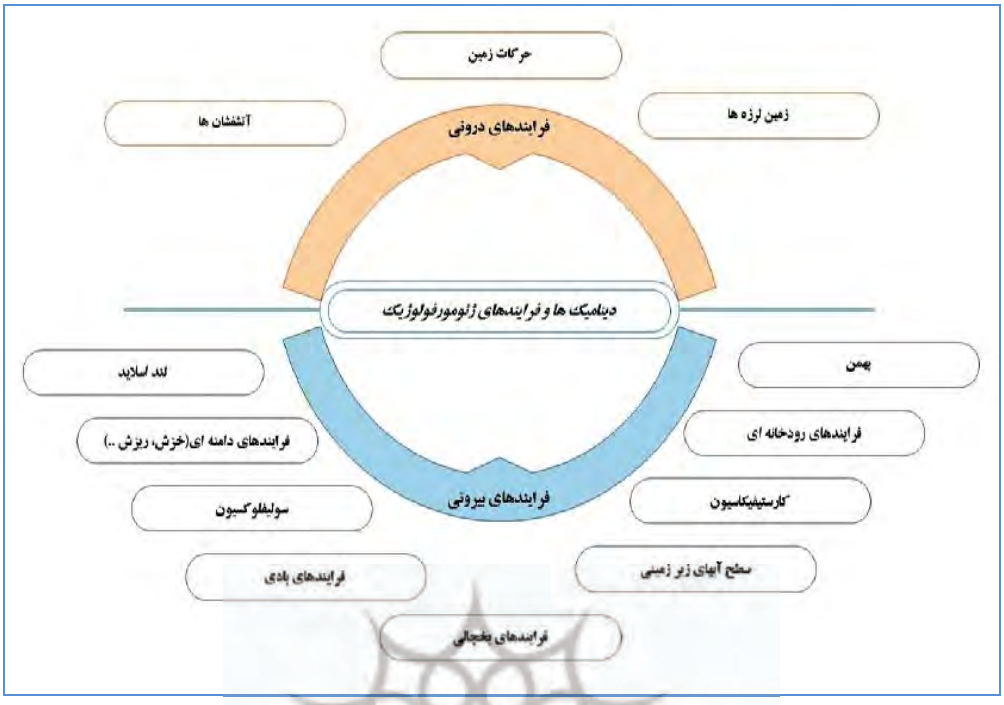
1- Herold and Clarke



شکل (۲) عوامل و فاکتورهای‌های ژئومورفولوژیک مؤثر بر شهرها

عوامل و پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بسته به موقعیت‌شان تأثیرات متفاوتی در شکل‌گیری و توسعه‌ی شهرها در پی خواهند داشت (زمردیان، ۱۳۷۸: ۲۳ و نادرصفت، ۱۳۷۹: ۶۲) که در شکل (۲) عوامل و فاکتورهای ژئومورفیک بیان شده است.

واحدهای ژئومورفیک با پویایی و دینامیسم محیط طبیعی در ارتباط هستند. بنابراین هر گونه اقدام در راستای توسعه و عمران شهرها، به نحوی با پدیده‌ها و اشکال ژئومورفیک، و در نتیجه با پویایی و دینامیسم مذکور مواجه می‌گردد. این فرایندها در قالب دو دسته: فرایندهای درونی و بیرونی (شکل ۳)، قابل مطالعه می‌باشند (نگارش، ۱۳۸۲: ۱۴۷-۱۳۸):



شکل (۳) دینامیک‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیک مؤثر در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی

در رابطه با موضوع محوری تحقیق حاضر که انتخاب سایت‌های توسعه‌ی شهری بر مبنای مؤلفه‌های ژئومورفولوژیکی می‌باشد تحقیق جامعی در کشور صورت نگرفته است ولی بر مبنای تأثیر عواملی ژئومورفولوژیکی در جهت توسعه‌ی شهری تحقیقات ارزنده‌ای صورت گرفته که از آن‌جمله اسفندیاری و غفاری (۱۳۹۳) کاربرد مدل تاپسیس را در فرایند تحلیل توان‌های محیطی برای توسعه‌ی شهری، شهرهای اردبیل، نیر، نمین و سرعین مورد مطالعه قرار دادند. رضایی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹) محدودیت‌های مورفولوژیکی توسعه‌ی شهری اهر را با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی طبقه‌بندی کردند. ثروتی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای تنگناهای توسعه‌ی فیزیکی شهر سنندج را با توجه به متغیرهای ژئومورفولوژیکی مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. در این تحقیق به نقش متغیرهای ژئومورفولوژیکی در توسعه‌ی فیزیکی شهر تأکید شده است. شایان و همکاران (۱۳۸۷) امکانات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیک در انتخاب محورهای توسعه‌ی شهری شهر داراب را مورد بررسی قرار دادند. از اولین پیشگامان مطالعات ژئومورفولوژی نواحی شهری می‌توان به مطالعات گسترده‌ی کوک و همکاران[1] (۱۹۷۶، ۱۹۸۲) اشاره کرد این محققان، تحقیقات بسیار ارزشمندی در رابطه با ژئومورفولوژی نواحی شهری و اثرات توسعه‌ی نواحی شهری بر اشکال ژئومورفولوژی و محدودیت‌ها و امکانات عوامل ژئومورفولوژیکی انجام داده‌اند. کانگ و مارستون[2] (۲۰۰۶) اثرات تغییرات کاربری اراضی

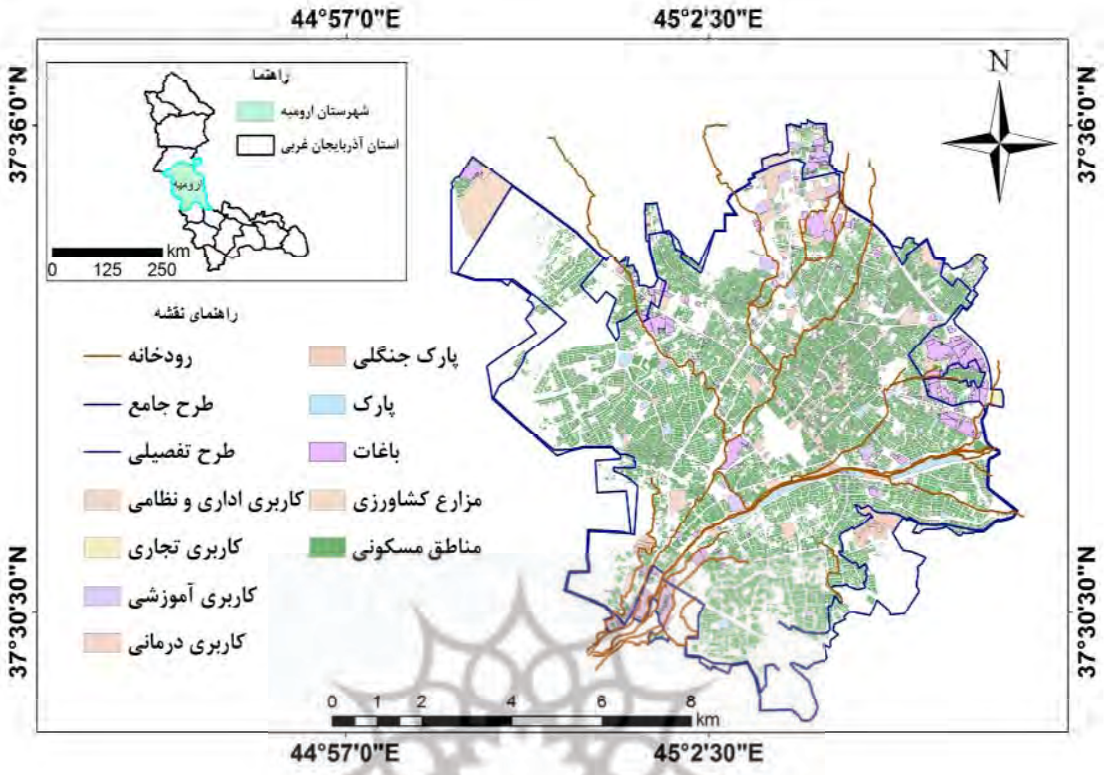
1- Cooke
2- Kang and Marston

نواحی شهری را بر روی موفولوژی مجرای سه رودخانه در اوکلاهوما را بررسی کردند نتایج این تحقیق نشان داد که در حوضه‌ی رودخانه‌ای که بیشترین تغییرات کاربری اراضی (شهری شدن) اتفاق افتاده است، مورفولوژی مجرای رودخانه بیشترین میزان تغییرات را داشته است. گوها و همکاران[1] (۲۰۰۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و با اولویت قرار دادن فاکتورهای ژئومورفولوژیکی، سایت‌های مناسب توسعه‌ی شهری کوربا را تعیین کردند. غضنفرپور و همکاران (۲۰۱۳) سیستم‌های ژئومورفیک متأثرکننده روند برنامه‌ریزی و طراحی شهری کرمان و اثرات آن بر توزیع جمعیت و خدمات شهری را مورد مطالعه قرار دادند. بر این اساس، با عنایت به نقش انکارناپذیر عوامل محیط طبیعی و ژئومورفولوژیک در عرصه سکونتگاه‌های بشری، پژوهش حاضر ضمن تبیین اهمیت و نقش مؤثر عوامل طبیعی و ژئومورفولوژیک در برنامه‌ریزی‌های عمرانی، با بهره‌گیری از تکنیک TOPSIS به مکانیابی و پیشنهاد بهترین مکان برای توسعه‌ی آتی شهر ارومیه از نظر شاخص‌های طبیعی پرداخته است.

- محدوده‌ی مورد مطالعه

شهر ارومیه به عنوان محدوه‌ی مورد مطالعه‌ی تحقیق حاضر می‌باشد. این شهر به عنوان مرکزیت استان آذربایجان غربی، در منتهی‌الیه شمال غربی ایران، بر روی مدار ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه در نیم‌کره شمالی از خط استوا قرار گرفته است. همچنین این شهر روی نصف‌النهار ۴۵ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (شکل ۴). ارومیه با داشتن موقعیت ممتاز جغرافیایی در ۲۰ کیلومتری دریاچه ارومیه قرار دارد. ارتفاع ارومیه ۱۳۳۲ متر از آب‌های آزاد است و در دشت واقع شده است که ارتفاعاتی چون کوه سیر، کوه قیزقلعه، کوه جهودها، کوه چهل مرشهیدان، کوه ماه، کوه علی پنجه‌سی و کوه علی ایمان آن را احاطه کرده‌اند. در واقع ارومیه بین دریاچه ارومیه و دیواره کوه‌های غرب استان واقع شده است؛ بر این اساس مهم‌ترین محدودیت طبیعی توسعه‌ی شهر ارومیه وجود دیواره‌ای از ارتفاعات در بخش غربی و جنوب غربی آن است (مهندسان مشاور طرح و آمایش، ۱۳۸۹). شهر ارومیه طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ با ۶۶۷۴۹۹ نفر جمعیت، دهمین شهر پرجمعیت ایران و دومین شهر پرجمعیت منطقه‌ی شمال‌غرب ایران به‌شمار می‌آید (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)؛ که این امر، لزوم هدایت استقرار بافت‌های کالبدی پذیرای جمعیت را در بسترهای مناسب به لحاظ توان‌های محیطی که باید در قالب فرم‌های منظم توسعه‌ی شهری عینیت پیدا کند، بیش از پیش ضروری می‌سازد.

1- Guha et al.,



شکل (۴) موقعیت شهر ارومیه و استان آذربایجان غربی

مواد و روش‌ها

- داده‌ها و لایه‌های مورد استفاده

این تحقیق مبتنی بر کارهای میدانی، توصیفی و تحلیلی است. ابزارهای تحقیق شامل نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌ی خاک و قابلیت اراضی شهرستان ارومیه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، داده‌های مربوط به منابع آبی سطحی و زیر زمینی و تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه ماهواره‌های لندست و Spot مـی‌باشند. برای تهیه‌ی لایه‌های مورنیاز، مقایسه‌ها زوجی و وزن‌دهی به کلاس‌های متغیرها، فازی‌سازی عوامل، همپوشانی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزارهای Arc GIS، ENVI و IDRISI Selva استفاده شد. متغیرهای مورد بررسی و ملاک ارزیابی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) متغیرهای مورد بررسی و ملاک ارزیابی

متغیرها	ملاک ارزیابی
(X_1): ارتفاع	ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۱۳۵۰ برابر ۹ و بالاتر از ۱۳۵۰ به صورت نزولی امتیازدهی شده است (رابطه‌ی معکوس)
(X_2): شیب	شیب صفر تا ۵ درصد برابر ۹ و بالاتر از ۵ درصد به صورت نزولی امتیازدهی شده است (رابطه‌ی معکوس)
(X_3): زمین‌شناسی	ساختار زمین‌شناسی بر حسب قابلیت برای توسعه‌ی شهری از ۱ تا ۹ ارزشدهی شده که ۱ کمترین و ۹ بیشترین ارزش را داراست (رابطه‌ی مستقیم)
(X_4): فاصله از کانون‌های لرزه‌خیزی (گسل‌ها)	هر چه فاصله از کانون‌های لرزه‌خیزی بیشتر باشد بهتر است (رابطه‌ی مستقیم)
(X_5): خاک	نوع خاک بر حسب قابلیت برای توسعه‌ی شهری از ۱ تا ۹ ارزش‌دهی شده که ۱ کمترین و ۹ بیشترین ارزش را داراست (رابطه‌ی مستقیم)
(X_6):وجود رودخانه	وسعت اراضی موجود در حریم رودها هر چه کمتر باشد بهتر است (رابطه‌ی معکوس)
(X_7): فاصله از مرکز شهر	فاصله‌ی صفر تا ۱۰۰۰ متر برابر ۹ و از ۱۰۰۰ متر بیشتر به صورت نزولی ارزشدهی شده است (رابطه‌ی معکوس)
(X_8): قابلیت اراضی	دارای امتیاز بندی ۱ تا ۹ می باشد که ۹ دارای بیشترین قابلیت برای توسعه‌ی شهر و ۱ دارای کمترین قابلیت برای توسعه‌ی شهر خواهد بود (رابطه‌ی مستقیم)

در این تحقیق از تکنیک‌هایی برای حل مساله تحقیق استفاده شده است که به معرفی هر کدام پرداخته می‌شود.

تکنیک رتبه‌بندی بر اساس تشابه به حل ایده‌آل (روش تاپسیس)[1]

تاپسیس یک روش تصمیم‌سازی بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده‌آل است که به نوع تکنیک وزن‌دهی حساسیت بسیار کمی دارد و پاسخ‌های حاصل از آن تغییر عمیقی نمی‌کند. در این روش، گزینه انتخاب شده باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. در روش تاپسیس، ماتریس m*n تصمیم‌گیری که دارای m گزینه و n معیار است، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم فرض مـی‌شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم‌گیری دارای مطلوبیت افزایشی و یا کاهشی یکنواخت است. در این مدل جهت محاسبات ریاضی باید تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمّی بوده و در صورت کیفی بودن، باید آنها را به مقادیر کمّی تبدیل نمود (جدول ۲).

1- Technique for order preference by similarity to ideal solution

جدول (۲) نحوه‌ی کمی‌سازی مقادیر کیفی در تحقیق حاضر

معیار کیفی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
معادل کمی	۱	۳	۵	۷	۹

از سوی دیگر معیارها و شاخص‌ها نسبت به یکدیگر دارای ارجحیت و اهمیت یکسانی نیستند که در این الگوریتم این نقیصه به کمک جدول اوزان شاخص‌ها حل شده است. موضوع دیگر بحث اوزان شاخص‌هاست. چنانچه به طور طبیعی وزن شاخص‌ها مشخص باشد. همین وزن را در محاسبات منظور می‌کنند و در غیر این صورت باید از تکنیک وزن‌دهی نیز برای تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها به کار گرفته شود. لذا با توجه به این که در این تحقیق تمامی متغیرها دارای وزن یکسانی نیستند، از تکنیک تعیین وزن آنتروپی فازی استفاده شده است (پورطاهری، ۱۳۸۹: ۱۱۷-۱۲۳).

تکنیک تعیین وزن آنتروپی

تکنیک آنتروپی یکی از شیوه‌های پرکاربرد تعیین وزن شاخص‌ها در معیارهای چندگانه است. آنتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیک، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد. به طوری که نشان‌دهنده‌ی مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. به عبارت دیگر، آنتروپی معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته، به طوری که این عدم اطمینان در صورت پخش بودن توزیع بیشتر از فراوانی، تیزتر باشد (پورطاهری، ۱۳۸۹: ۱۱۷-۱۲۳).

نحوه‌ی تعیین میزان اهمیت هر معیارها در تکنیک آنتروپی و مراحل کار در روش تاپسیس به شرح زیر بوده است.

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها

جدول ماتریس بر مبنای اطلاعات و داده‌های موجود از نماگرها شکل یافته است. هر سطر این ماتریس به یک سایت و هر ستون آن به یک نماگر عوامل مورفولوژیک اختصاص یافته است. بنابراین اگر تعداد سایت‌ها m و تعداد نماگرها n باشد، ماتریسی m×n به صورت ماتریس زیر خواهد گرفت.

$$D = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_j & \dots & x_n \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2j} & & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & & x_{mi} & & x_{mn} \end{bmatrix}$$

۲- نرمالیزه کردن ماتریس داده‌ها؛ که با استفاده از رابطه‌ی زیر انجام می‌گیرد:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$ رابطه‌ی (۱)

۳- اعمال وزن بر شاخص‌ها (مجموع وزن‌های اعمال شده نباید از ۱ بیشتر باشد)؛ برای وزن‌دهی به نماگرها از تکنیک ANTROPY فازی استفاده شده است.

جدول (۲) وزن های به دست آمده برای هر یک از شاخص‌ها بر اساس تکنیک آنتروپی

شاخص‌ها	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
وزن نهایی	۰/۱۲۴	۰/۱۲۵	۰/۱۲۶	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۴	۰/۱۲۶

۴- تعیین مقدار ماکزیمم (S^+) و مینیمم (S^-)که به ترتیب بیشترین و کمترین عدد مربوط به هر نماگر است؛

معیار فاصله‌ای برای مقادیر ایده‌آل (ماکزیمم) $i=1, 2, 3 \dots n \; s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2}$

جدول (۳) معیار فاصله‌ای برای مقادیر ایده‌آل (ماکزیمم)

سایت‌ها	SI^+
سایت الف	۱/۴۳۹۳۰۸
سایت ب	۱/۸۸۲۱۱۱
سایت ج	۰/۵۵۷۵۸۴

معیار فاصله‌ای برای مقادیر نهایت افت (مینیمم) $i=1, 2, 3 \dots n \; s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$

جدول (۴) معیار فاصله‌ای برای مقادیر نهایت افت (مینیمم)

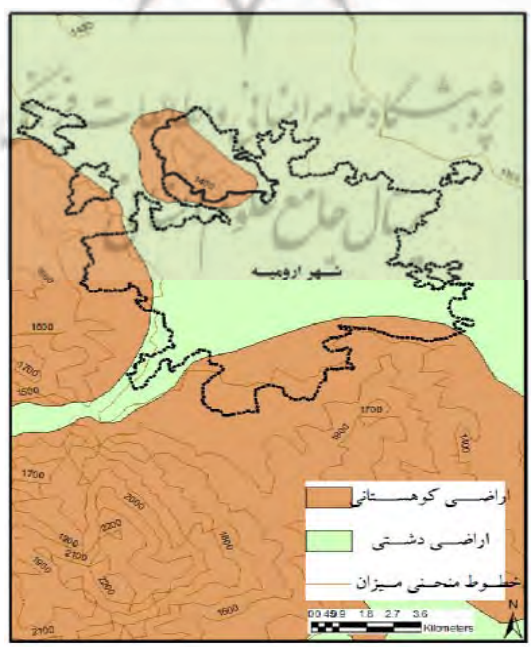
سایت ها	SI^-
سایت الف	۰/۷۰۷۱۳۵
سایت ب	۰/۲۳۲۳۴۸
سایت ج	۱/۸۵۳۷۹۶

۵- محاسبه مقدار CI که با استفاده از رابطه‌ی $C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^*}$ به دست می‌آید. ۰/۲۳۲۳۴۸

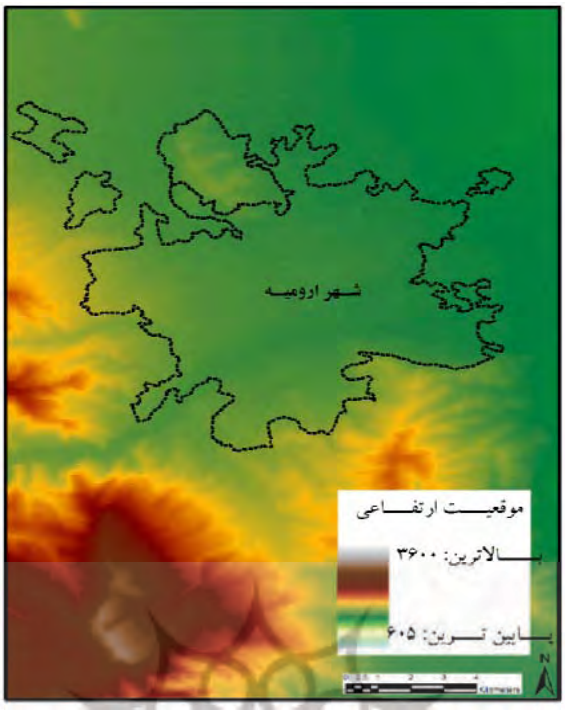
پس از تعیین نماگرها و اعمال اوزان بر این نماگرها و تعیین معیار فاصله‌ای برای مقادیر ماکزیمم و مینیمم – که مهم‌ترین مرحله در روش تاپسیس است- نتایج برای هر یک از سایت‌ها به دست می‌آید.

بحث و نتایج

ارتفاع شهر ارومیه ۱۳۳۲ متر از آب‌های آزاد است و در دشت ارومیه واقع شده است. این شهر به لحاظ موقعیت ارتفاعی، در موقعیت مناسب‌تری در ارتباط با سایر شهرهای شهرستان قرار گرفته است. همچنین با عنایت به موقعیت جلگه‌ای، اختلاف ارتفاع در اراضی واقع در محدوده‌ی قانونی شهر به کمتر از ۱۰۰ متر می‌رسد. با توجه به مقیاس مطالعاتی و داده‌های موجود (طبقات ارتفاعی، شیب، مدل رقومی ارتفاعی و داده‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰) فرم‌های زیر در محدوده‌ی مورد مطالعه شناسایی گردیده که عبارتند از: واحد کوهستان، واحد دشت، چاله ارومیه (شکل ۵ و ۶).

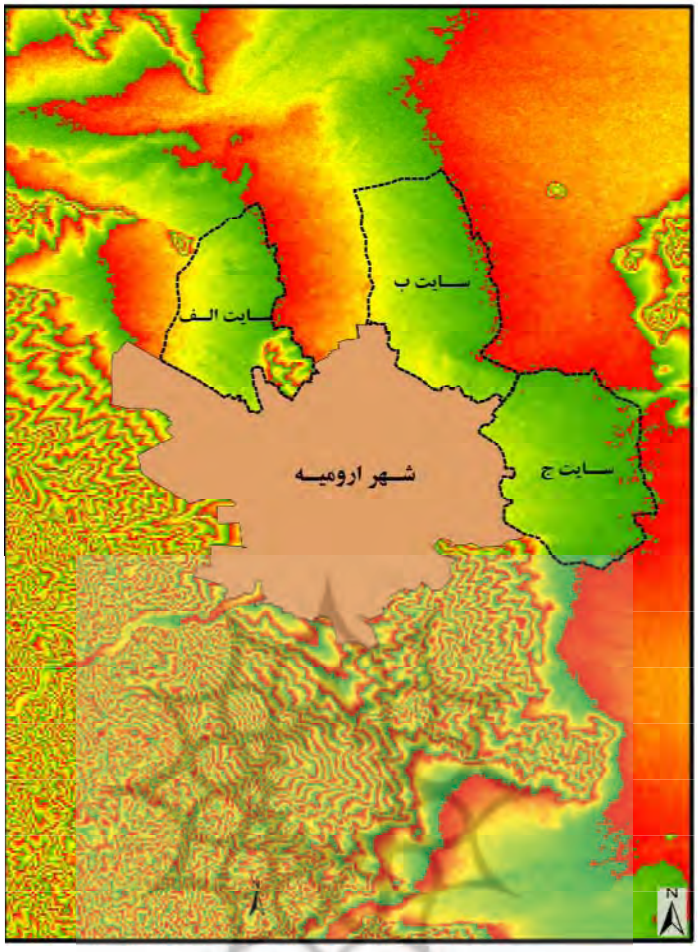


شکل (۵) موقعیت ارتفاعی اراضی واقع در شهر ارومیه



شکل (۶) واحدهای شکل زمین در سطح شهر ارومیه

بازشناسی واحدهای شکل زمین در محدوده‌ی قانونی شهر ارومیه، غلبه واحدهای دشتی در نسبت با واحدهای کوهستانی را نشان می‌دهد. در واقع محدودیت‌های توسعه‌ای ناشی از وجود ارتفاعات در بخش‌های غرب و جنوبی شهر، منجر به گرایش‌های توسعه‌ای در جهات شرقی و شمالی شده است. غلبه واحدهای دشتی در نسبت با واحدهای کوهستانی، از مهم‌ترین قابلیت‌های ژئومورفولوژیک شهر ارومیه در راستای توسعه‌های آتی آن به شمار می‌آید؛ هر چند این امر باید در قیاس با سایر شاخص‌های برنامه‌ریزی شهری مورد تحلیل قرار گیرد. با عنایت به مطالعات انجام گرفته، عامل توپوگرافی و وجود ارتفاعات مهم‌ترین و بارزترین محدویت طبیعی موجود در محدوده‌ی مطالعاتی است. بر این اساس، با در نظرگیری عامل ارتفاع و ورود لایه‌های اطلاعاتی به محیط ARC GIS، محدوده‌های مستعد از نظر شاخص ارتفاع (۱۳۳۰-۱۳۰۰) برای توسعه‌ی آتی شهر در قالب سه سایت مجزا شناسایی شد (شکل ۷).



شکل (۷) سایت‌های پیشنهادی جهت توسعه‌ی آتی شهر ارومیه

بر اساس نقشه‌ی نشان داده شده در شکل (۷)، در محدوده‌ی بلافصل شهر ارومیه، بر اساس شاخص ارتفاع، سه سایت با وضعیت ارتفاعی مناسب (رنگ سبز) جهت توسعه‌ی آتی شهر پیشنهاد گردیده است. در مرحله‌ی بعد، اولویت‌بندی سایت‌های پیشنهادی از طریق تکنیک TOPSIS و بر مبنای شاخص‌های: شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی، قابلیت اراضی، فاصله از کانون‌های لرزه‌خیزی (گسل‌ها)، خاک، فاصله از رودخانه و همچنین فاصله از شهر انجام پذیرفته است.

مشخصات سایت‌های مورد ارزیابی

سایت الف: این سایت در بخش شمالی شهر ارومیه قرار گرفته است. از نظر ویژگی‌های زمین‌شناختی، بر روی مارن‌های دوره‌ی میوسن واقع شده است. سنگ مارن سنگ بسیار سست و نامقاومی می‌باشد که نفوذپذیری کمی دارد. مارن بر روی دامنه‌های با شیب زیاد بسیار ناپایدار است و در صورت وجود آب امکان وقوع حرکات توده‌ای افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه سایت الف، در برخی از قسمت‌ها (بخش جنوب شرقی)،

دارای ارتفاعی بالای ۱۳۵۰ متر می‌باشد، جهت افزایش این سایت به ناچار دامنه‌های اطراف باید خاکبرداری شود که این امر موجب کاهش مقاومت برشی دامنه‌ها خواهد شد و در نتیجه امکان وقوع زمین لغزش افزایش خواهد یافت. سایت الف از لحاظ لرزه‌خیزی با عنایت به نزدیکی به گسل‌های شمالی استان (گسل ماکو)، در محدوده‌ی پر خطر می‌باشد و در صورت وقوع زلزله و واقع شدن سایت در بین دامنه‌ها خطر رانش زمین را بسیار افزایش می‌دهد. از دیدگاه سیل‌خیزی با وجود اینکه سایت الف در محدوده‌ای واقع شده که دامنه‌های اطراف دارای شیب بالای ۲۵٪ می‌باشد ولی از لحاظ سیل‌خیزی امن می‌باشد؛ چرا که، پراکنش سیستم‌های رودخانه‌ای نسبتاً محدود و دامنه‌های اطراف با وجود شیب بالا بسیار کوتاه می‌باشد و همین طور دارای خروجی مناسبی نیز می‌باشد. از نظر دسترسی باید گفت که با توجه به واقع شدن آن در امتداد محورهای ارتباطی اصلی شهر، از موقعیت مناسب برخوردار است. علاوه بر آن ضمن دسترسی به تأسیسات زیربنایی، نزدیک‌ترین سایت به مرکز شهر ارومیه به شمار می‌آید. لذا، یکی از گزینه‌های مناسب برای توسعه‌ی آتی شهر می‌باشد. از نظر قابلیت اراضی نیز بخش‌های وسیعی از محدوده‌ی سایت الف، جزو مراتع ضعیف به شمار می‌آیند که تغییر کاربری‌های این اراضی را با محدودیت زیست محیطی خاصی مواجه نمی‌سازد.

سایت ب: این سایت در قسمت شمال شرقی شهر ارومیه واقع شده است. این سایت دارای شیب غالب ۱۵٪ واقع شده است. بخش عمده‌ای از محدوده‌ی سایت ب بر روی مارن و ماسه سنگ واقع شده است. این سازندها دارای مقاومت نسبی بالا بوده و نفوذپذیری پایینی دارند. این سایت به دلیل واقع شدن در محدوده‌ی هموار و فاصله از ارتفاعات، امکان وقوع حرکات توده‌ای در این ناحیه وجود ندارد. سایت ب به جهت فاصله‌ی نسبی مناسب از گسل‌ها و کانون‌های لرزه‌خیزی، در صورت وقوع زلزله، قدرت تخریب در محدوده به صورت متوسط می‌باشد. با مطالعه‌ای که بر روی شبکه‌ی زهکشی این محدوده انجام شده، به جهت گستردگی نسبی سیستم‌های رودخانه‌ای و نیز شیب نسبی پایین و وجود سازندهای نـفوذناپذیری چون مارن و ماسه سنگ در بخش‌های شرقی و شمالی سایت، امکان وقوع سیل را بسیار افزایش مـی‌دهد. قرار گرفتن این سایت در فاصله‌ی نسبی زیاد از راه‌های ارتباطی اصلی شهر و نیز واقع شدن در اراضی زراعی، مهم‌ترین محدودیت این سایت بوده، ضمن اینکه وجود زمین کافی از جمله امتیازات این سایت به شمار می‌رود.

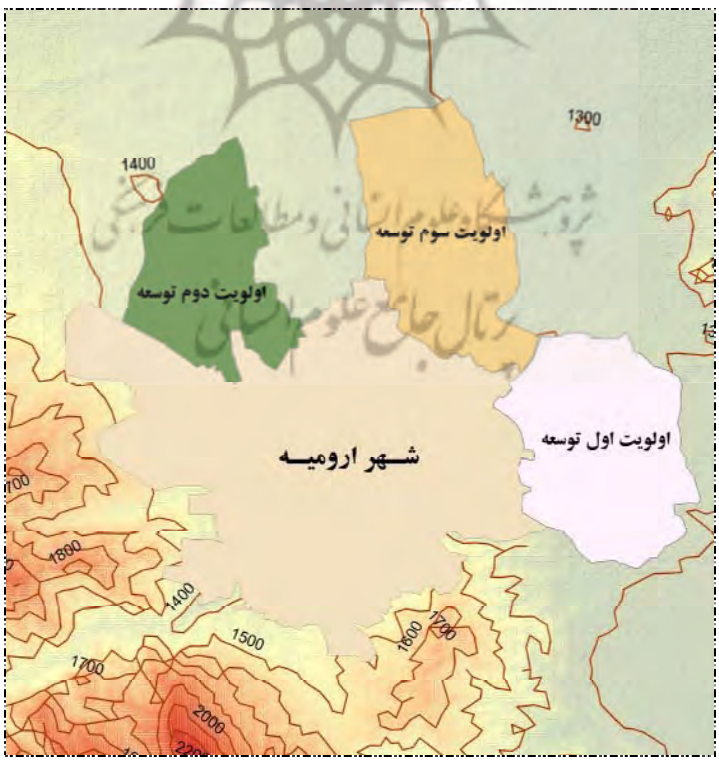
سایت ج: این سایت در بخش شرقی شهر ارومیه واقع شده است. سایت ج در نسبت با سایر سایت‌ها، دارای بیشترین مساحت می‌باشد. این سایت بر روی آبرفت‌های کواترنر و نهشته‌های عهد حاضر واقع شده است و همین طور به دلیل واقع شدن در منطقه کاملاً هموار (با شیب متوسط ۱۲/۵ درصد) امکان وقوع حرکات توده‌ای در این محدوده وجود ندارد. سایت ج در فاصله نسبی مناسبی از گسل‌های موجود در منطقه قرار گرفته لذا در صورت وقوع زلزله قدرت تخریب بر روی این محدوده متوسط خواهد بود. این سایت دارای

سیستم‌های رودخانه‌ای گسترده و پر آب بوده که در صورت وقوع باران‌های بسیار شدید احتمال وقوع سیلاب در این محدوده بسیار بالاست. البته این ویژگی در صورت برنامه‌ریزی مناسب می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای استقرار فعالیت‌های تفریحی مد نظر قرار گیرد. عمده‌ترین محدودیت این سایت، وجود اراضی زراعی و باغی در گستره‌ی وسیعی از سایت می‌باشد که امکان تغییر و تبدیل کاربری اراضی را با محدودیت مواجه می‌سازد. از نظر دسترسی، فاصله با شهر، فاصله با محورهای ارتباطی و دسترسی به تأسیسات زیربنایی این سایت در موقعیت نسبی مناسبی قرار دارد.

جدول (۵) ماتریس نهایی و رتبه‌بندی سایت‌ها

سایت‌ها	SQRT(SI+)	SQRT(SI-)	رتبه نهایی(CI)
سایت الف	۱/۴۳۹۳۰۷۶۸۶	۰/۷۰۷۱۳۴۵۶۵	۰/۳۲۹۴۴۵
سایت ب	۱/۸۸۲۱۱۱۳۴۱	۰/۲۳۲۳۴۷۶۲۷	۰/۱۰۹۸۸۵
سایت ج	۰/۵۵۷۵۸۴۰۶۲	۱/۸۵۳۷۹۶۱۶۶	۰/۷۶۸۷۷

با عنایت به موارد مذکور، در راستای تحلیل همزمان معیارهای مورد بررسی و نیز انتخاب بهترین مکان جهت توسعه‌ی آتی شهر ارومیه، با بهره‌گیری از تکنیک تاپسیس نسبت به ارزیابی سایت‌های مورد مطالعه اقدام شده است.



شکل (۸) اولویت‌بندی نهایی سایت‌ها جهت توسعه‌ی آتی شهر ارومیه

نتیجه‌گیری

بررسی و شناخت ویژگی‌های طبیعی هر منطقه می‌تواند نقش عمده‌ای در امر برنامه‌ریزی و مکان‌یابی مناسب جهت توسعه و استقرار ساختمان‌ها و تأسیسات شهری ایفا کند و از طرفی می‌تواند مخاطرات محیطی را به حداقل برساند. گسترش جمعیت شهرها در چند دهه‌ی اخیر باعث فشار بیشتر بر اراضی آنها به لحاظ افزایش تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی شده، در نهایت این شهرها توسعه‌ی فیزیکی خود را آغاز کرده‌اند. توسعه‌ی فیزیکی شهرها زمانی می‌تواند مؤثر واقع شود که به صورت کنترل و هدایت شده صورت گرفته و قبل از مکان‌گزینی آنها گزینه‌های مناسب بدین منظور مورد بررسی و ارزیابی قرارگیرند. از سویی دیگر انتخاب مکان مناسب برای توسعه‌ی فیزیکی برای شهر، یکی از تصمیمات پایدار و گسترده در سطح شهر است که نیازمند تحقیق بسیار گسترده است. توسعه بر اساس قابلیت‌ها و توان‌های یک مکان جایگاه مهمی در یک شهر دارد از یک طرف ابعاد پیچیده اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی توسعه‌ی پایدار و از طرف دیگر که پایایی توسعه در یک جامعه شهری یعنی تأمین حد مطلوبی از رشد تولید اقتصادی و نرخ اشتغال، رفاه اجتماعی و محیطی سالم و پاک ضرورت توجه به به بحث مکان‌یابی مناسب برای توسعه‌ی شهری را می‌رساند. در همین راستا، پژوهش حاضر با انتخاب شهر ارومیه به عنوان محدوده‌ی مورد مطالعه ابتدا معیارهای ژئومورفولوژیک دخیل در امر توسعه‌ی فیزیکی این شهر شناسایی شده و با روش توصیفی تحلیلی به گزینش آنها به منظور معرفی سایت‌های مناسب برای توسعه‌ی آتی این شهر پرداخته شد. معیارهای دخیل در گسترش کالبدی این شهر هرکدام به صورت لایه‌هایی از نقشه در آمده و با استفاده از GIS و با مدل همپوشانی این لایه‌ها با هم ترکیب شده و در نتیجه خروجی حاصل نمایانگر سرجمع معیارهای مورد نظر به منظور انتخاب مکان بهینه برای استقرار آتی شهر می‌باشد.

در سطح منطقه‌ی مورد مطالعه، مهم‌ترین محدودیت مورفولوژیک جهت توسعه‌ی آتی شهر، وجود ارتفاعات در بخش غرب و جنوب غربی است که توسعه در این بخش‌ها را با محدودیت‌های بسیاری همراه ساخته است. بر مبنای همین مؤلفه و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سه سایت جهت توسعه‌ی آتی شهر در بخش‌های شمالی و شرقی، پیشنهاد گردید. مطالعه‌ی سایت‌های پیشنهادی بر اساس مؤلفه‌های ژئومورفیک نشان می‌دهد، پویایی دینامیک‌های درونی از نظر لرزه‌خیزی و نزدیکی به پهنه‌های با خطر بالا و بسیار بالای لرزه‌خیزی، مهم‌ترین تنگنای مورفولوژیکی این سایت‌ها به شمار میآید؛ هر چند خطر سیل‌گیری و مخاطرات ناشی از فرایندهای رودخانه‌ای نیز در محدوده‌ی مطالعاتی قابل پیش‌بینی است. در این تحقیق، سایت‌های پیشنهادی با بهره‌گیری از تکنیک TOPSIS مورد ارزیابی قرار گرفت که بر این اساس سایت ج در بخش

شرقی شهر ارومیه، از لحاظ جمیع شاخص‌های مورد ارزیابی با ضریب CI معادل ۰/۷۶۸۷۷ حایز اولویت نخست گردید. سایت الف با ضریب CI معادل ۰/۳۲۹۴۴۵ دارای رتبه دوم و سایت ب با ضریب ۰/۱۰۹۸۸۵ حائز رتبه‌ی سوم گردید. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، اگر چه در بسیاری از موارد، ویژگی‌های طبیعی منطقه بخصوص شرایط ژئومورفولوژیکی مانند واقع شدن در دشت، شیب‌های مناسب، بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی موجود در مخروط‌افکنه شهرچای و. .. فرصت‌های بسیاری را در زمینه‌ی توسعه‌ی شهر ارومیه فراهم ساخته است. اما در عین حال، گسترش شهر بدون توجه به ویژگی‌های طبیعی می‌تواند شهر را به سمتی توسعه دهد که نتیجه آن افزایش هزینه‌ها، مشکلات در خدمات‌رسانی و مواجه با برخی مخاطرات محیطی خواهد بود. با توجه به نقشه‌ی نهایی حاصل از تلفیق متغیرهای طبیعی منطقه، می‌توان گفت که مکان‌یابی اولیه شهر در مکانی مناسب صورت گرفته است. اما توسعه‌ی آتی آن به سمت غرب و جنوب با محدودیت‌هایی مانند برخورد با واحدهای تپه‌ی ماهوری و شیب‌های تند و پهنه‌های با سطح بالای آب زیرزمینی، مواجه شده است. در هر صورت توسعه‌ی بیشتر شهر به سمت جنوب و غرب مستلزم عملیات خاکبرداری، تسطیح و سایر اقدامات زیربنایی خواهد بود و موجب بالا رفتن هزینه‌ها خواهد شد. لذا این مناطق باید به کاربری‌های دیگر اختصاص داد. با توجه به ویژگی‌های طبیعی اطراف شهر، قطاع واقع در شرق یعنی سایت ج از اولویت بالایی در زمینه‌ی توسعه‌ی فیزیکی بهینه شهر برخوردار خواهد بود. بنابراین، روند توسعه‌ی شهر در اولویت اول به سمت شرق پیشنهاد می‌شود. این منطقه به دلایلی بهترین مکان برای توسعه‌ی فیزیکی شهر ملکان است از جمله: ۱- وجود شیب مناسب، به طوری که متوسط شیب که نتیجه آن، صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت و ساز و خدمات‌رسانی خواهد بود ۲- این منطقه قابلیت کشاورزی پایین‌تری نسبت به قسمت‌های شمالی شهر دارد ۳- دسترسی بسیار مناسب به شبکه‌های ارتباطی منطقه ۴- جلوگیری از توسعه‌ی ناموزون شهر ۵- قرارگیری در مسیر بادهای غالب منطقه ۶- دارا بودن مساحت مناسب که در صورت اقتضا می‌تواند به قطاع‌های کلاس‌های با قابلیت توسعه‌ی فیزیکی متوسط و مناسب نیز دسترسی داشته باشد.

در نهایت باید گفت که در هر گونه برنامه‌ریزی برای توسعه‌ی شهر باید ویژگی‌های طبیعی منطقه مانند ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و اقلیم به ویژه از منظر مخاطرات محیطی را مورد توجه قرار داد.

منابع

- اسفندیاری، فریبا و عطا غفاری (۱۳۹۳)، «**کاربرد مدل تاپسیس در فرایند تحلیل توان‌های محیطی برای توسعه‌ی شهری مطالعه‌ی موردی: شهرستان‌های اردبیل، نیر، نمین و سرعین**»، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۳۴، صص ۱۵-۳۲.
- پورطاهری، مهدی (۱۳۸۹)، «**کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا**»، تهران، انتشارات سمت، صص ۲۳۲-۱.
- ثروتی، محمدرضا؛ خضری، سعید و توفیق رحمانی (۱۳۸۸)، «**بررسی تنگناهای توسعه‌ی فیزیکی شهر سنندج**»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره‌ی ۶۷، صص ۱۳-۲۹.
- حیدری‌فر، محمدرئوف (۱۳۹۱)، «**مخاطرات انسانی؛ تهدیدهای امنیتی ناشی از تقابل انسان و محیط**»، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۸۱، صص ۱۷۶-۱۵۷.
- رحمانی محمود (۱۳۸۳)، «**تحلیل اثر عوامل محیط طبیعی در الگوی توزیع فضایی سکونتگاه‌ها و جمعیت روستایی شهرستان آمل**»، فصلنامه‌ی جمعیت، شماره‌ی ۴۹ و ۵۰، صص ۱۵۲-۱۴۱.
- رضایی مقدم، محمدحسین؛ ثقفی، مهدی؛ شفیعی، ابراهیم و کریم عباس‌زاده (۱۳۸۹)، «**طبقه‌بندی محدویت‌های مورفولوژیکی توسعه‌ی شهری با استفاده از DEM و GIS مطالعه‌ی موردی (محدوده‌ی طرح جامع شهر اهر)**»، فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره‌ی ۲۹، صص ۱۶۵-۱۷۹.
- زمردیان محمدجعفر (۱۳۷۸)، «**کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی**»، انتشارات دانشگاه پیام نور، صص ۴۱۶-۱.
- شایان، سیاوش؛ پرهیزگار، اکبر و مرتضی سلیمانی (۱۳۸۷)، «**تحلیل امکانات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیک در انتخاب محورهای توسعه‌ی شهری شهر داراب**»، فصلنامه‌ی مدرس علوم انسانی، شماره‌ی ۳، صص ۳۱-۵۳.
- کامیابی، سعید؛ پروازی، مهناز و علی رجبلو (۱۳۸۴)، «**ارزیابی ژئومورفولوژیکی منطقه‌ی ۲ تهران**»، فصلنامه‌ی ساخت شهر، سال دوم، شماره‌ی ۵، صص ۷۳-۶۹.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، «**نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان آذربایجان غربی، شهرستان ارومیه**».
- مهندسین مشاور طرح و آمایش (۱۳۸۹)، «**طرح تجدیدنظر طرح جامع شهر ارومیه**»، بخش اول شناخت شهر.
- نادرصفت، محمدحسین (۱۳۷۹)، «**ژئومورفولوژی مناطق شهری**»، انتشارات سازمان سمت، چاپ اول، تهران، صص ۲۴۰-۱.

-Arindam Guha, K., Vinod K., and Lesslie, A., (2009), "**Satellite-based Geomorphological Mapping for Urban Planning and Development – a Case Study for Korba City**", Chhattisgarh, Current 1760 Science, Vol. 97, No. 12, 25, PP. 1760-1765.

-Bathrellos, G.D., (2007), "**An Overview in Urban Geology and Urban Geomorphology**", Bulletin of the Geological Society of Greece, Vol. 40, PP. 1354-1364.

-Cooke, R.U., (1976), "**Urban geomorphology**", Geographical Journal, Vol. 142, PP. 59-65.

-Cooke, R.U., Brunsden, D., Doornkamp, J.C., and Jones, D.K.C., (1982), "**Urban Geomorphology in Drylands**", Oxford University Press, Oxford, PP. 324.

-Ghazanfarpour, H., Pourkhosravani, M.S., Mousavi, E., (2013), "**Geomorphic Systems Affecting the Kerman**", UCT Journal of Social Sciences and Humanities Research, UCT. J. Soc. Scien. Human. Resear, (UJSSHR), PP. 06–11.

-Kang A.S., Marston, A., (2006), "**Geomorphic Effects of Rural-to-urban Land Use Conversion on Three Streams in the Central Redbed Plains of Oklahoma**", Geomorphology 79, PP. 488–506.

-Mulder, E.F.J., McCall, G.J.H., and Marker, B.R., (2001), "**Geosciences for Urban Planning and Managemen**", In Marinos, P.G., Koukis, G.C., Tsiambaos, G.C. & Stournaras, G.C. (eds.) Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment (Athens, 1997), Balkema, Rotterdam, Vol. 4, PP. 3417-3438.

-Scheidegger, A.E., (1994). "**Hazards: Singularities in Geomorphic System**", Geomorphology, 10, PP. 19-25.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی