پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸
ص. ۵۶-۴۱
DOI: 10.22059/jhgr.2019.217149.1007312

ارزیابی میزان اثرگذاری عناصر ساختاری سطح زمین بر تناسب اراضی برای کاربری‌ها مختلف (مطالعهٔ موردی: شهرستان ارومیه)

نصرت مرادی- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان
هدایت‌اله نوری*- استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان
عباس امینی فسخودی- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان
میرنجف موسوی- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه ارومیه

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

چکیده

از دیدگاه آمایشی، توسعهٔ فعالیت‌های اقتصادی بدون توجه به توانمندی‌ها و میزان ظرفیت تولیدی منابع طبیعی موجود منطقه، مشکلات متعدد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی را به‌وجود می‌آورد؛ از این‌رو در هر منطقه‌ای، به‌ویژه مناطق کوهستانی مانند ارومیه، شناخت و مدیریت صحیح پارامترها و منابع محیطی برای حفظ پایداری زمین و منابع امری مهم و اجتناب‌ناپذیر است. هدف پژوهش حاضر بررسی و شناسایی میزان اثرگذاری عناصر ساختاری زمین بر تناسب کاربری‌هاست که با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش MCE برای ارزیابی و مطالعه بیشتر زمین در شهرستان ارومیه انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد عناصر توپوگرافی و لندفرم‌ها نقشی برجسته در غربال‌گری تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها دارند. براساس نتایج این مطالعه، درمجموع تنها حدود ۳۳ درصد کل مساحت شهرستان ارومیه برای توسعهٔ فعالیت‌های مختلف در پهنه‌های بسیار متناسب و متناسب قرار دارد. در فرایند مطالعه، نتیجهٔ هم‌پوشانی لایهٔ شیب بر پهنه‌بندی پیشنهادی نشان می‌دهد پهنه‌های تناسب محدود، تناسب بسیار پایین و نامتناسبی با میانگین شیب‌های ۲۰/۱۸ درصد، ۲۸/۶۹ درصد و ۴۲ درصد مشتمل بر ۶۷ درصد مساحت شهرستان دارد، اما توانمندی لازم برای توسعهٔ فعالیت‌ها را ندارد و عملاً محدودیت‌های شدید محیطی ناشی از توپوگرافی و لندفرم‌ها، مانع اصلی توسعهٔ فعالیت‌ها در این محدوده‌هاست. براساس این نتایج می‌توان به‌خوبی دریافت که در منطقهٔ ارومیه، نیل به توسعه در هر فعالیتی مستلزم توجه و اولویت ملاحظات محیطی و مدیریت پایدار منابع طبیعی منطقه است.

واژه‌های کلیدی: توپوگرافی، روش MCE، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهرستان ارومیه، لندفرم.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۱۵۰۵۴۵ Email: hedayet.nouri@gmail.com

مقدمه

در عصر حاضر، منابع محیطی حیاتی زمین از جمله آب‌وخاک به‌دلیل عواملی متعدد مانند افزایش جمعیت، توسعهٔ فعالیت‌های مخرب محیط‌زیستی، مدیریت نادرست و... زوالی روزافزون یافته است. توسعهٔ فراتر از آستانهٔ اکولوژیکی و تخریب، اصلی‌ترین عوامل توسعه و بقای انسان هستند که به بزرگ‌ترین چالش کنونی جوامع بشری تبدیل شده‌اند. ادامهٔ این روند نیز جامعهٔ جهانی را با مشکلات متعدد و مرتبط با امنیت غذایی، حفاظت محیط‌زیست و حفظ میراث طبیعی مواجه خواهد کرد. توسعهٔ افسارگسیخته به‌سبب هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از گسترش فعالیت‌ها و ایجاد کاستی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی محیط، به پدیده‌ای ضدتوسعه تبدیل شده است. در بسیاری از مناطق، بخشی از این به‌هم‌ریختگی و بی‌تعادلی میان توسعهٔ فعالیت‌ها و عوامل گوناگون با زمین و محیط طبیعی، ناشی از نحوهٔ استفاده از زمین، مدیریت غیراصولی و مغایرت آن با توان‌های محیطی و به‌طورکلی نداشتن برنامه‌ریزی مناسب تخصیص زمین است. بخشی دیگر نیز ناشی از کمبودها و محدودیت‌های شدید منابع محیطی است که توسعهٔ بدون برنامه در بسترهای این منابع محدود، زمینه‌های تخریب و ناپایداری آن‌ها را چندین برابر کرده است.

با توجه به آمارها، برای نمونه حدود سه‌چهارم سطح زمین برای کشت محصولات کشاورزی نامناسب است که این امر شامل محدودیت‌های ناشی از سرمای شدید (۱۳ درصد)، خشکی بسیار زیاد (۲۷ درصد)، شیب بسیار زیاد (۱۲ درصد) یا فقر خاک (۴۰ درصد) است (جوشی و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۲). این ارقام ضرورت کاهش پیامدهای منفی زیست‌محیطی را برای توسعهٔ فعالیت‌ها و مدیریت پایدار منابع زمین مطرح می‌کند. در پاسخ به این نیاز، ابزارهای سودمند و شفابخشی مانند برنامه‌ریزی تخصیص زمین[1] با کاربری‌های گوناگون و تحلیل تناسب زمین[2] استفاده شده است. در این پژوهش با بهره‌جویی از این تجربه‌ها و براساس اصول توسعهٔ پایدار سرزمین، به شناسایی مکان‌های مناسب برای توسعهٔ فعالیت‌ها و استقرار کاربری‌ها پرداخته شده است.

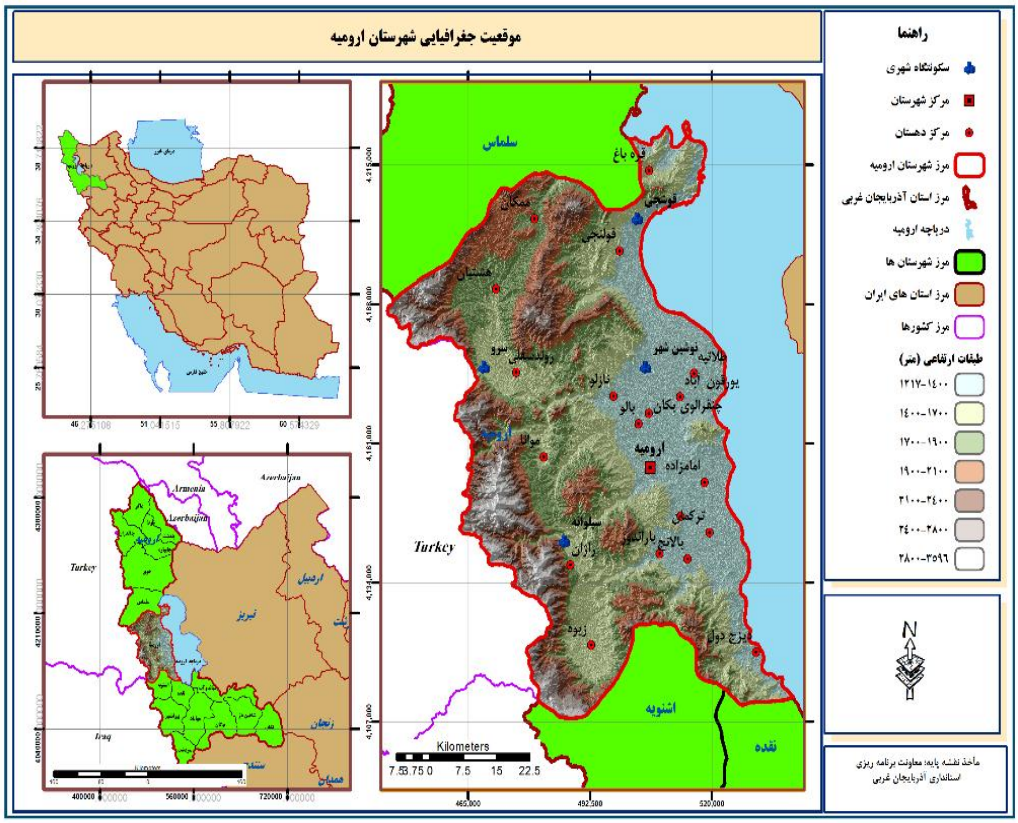
تحلیل تناسب زمین که به بخش مهمی از مبحث پایداری در سراسر جهان تبدیل شده است، از چند جهت اهمیتی اساسی دارد. تحلیل تناسب مکانی می‌تواند زمان و تلاش‌هایی را که لازم است به‌کمک شیوه‌های دیگر مانند جست‌وجوی دستی آمار و ارقام، پردازش داده‌ها و بررسی‌های میدانی انجام شود به‌طوری چشمگیر کاهش دهد (کومار و شیخ، ۲۰۱۳: ۴۱۷؛ جوشی و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۲). از سوی دیگر، به‌کارگیری این فرایند در برنامه‌های توسعه، به برنامه‌ریزی برای حراست محیط و کسب امتیاز در سطح ملی منجر می‌شود، اما سبب کاهش کیفیت و هدررفت اراضی نمی‌شود و با برقراری تعادل اکولوژیک، توسعهٔ همه‌جانبهٔ فضای ملی و ناحیه‌ای را تضمین می‌کند. اهمیت این فعالیت تا آنجاست که اساساً بدون داشتن اطلاعات کمی و کیفی و شناخت امکانات بالقوه و بالفعل از مجموعهٔ محیطی، تدوین برنامه‌های توسعه جنبهٔ غیرواقعی یافته است و به تحکیم ساختار اکولوژیک و اقتصادی موجود منجر خواهد شد (سرور، ۱۳۸۴: ۲۳). ظرفیت تولیدی منابع طبیعی هم‌زمان به‌کمک شرایط طبیعی مانند اقلیم، خاک، شرایط لندفرم‌ها، شیوهٔ استفاده و مدیریت زمین تعیین می‌شود (راشد و ونوگوپال، ۲۰۰۹: ۶۱۶). به‌طور معمول عوامل طبیعی مانند شرایط اقلیمی و شرایط لندفرم‌ها (شیب، ارتفاع از سطح دریای آزاد و دیگر ویژگی‌های سطح زمین) تأثیر عینی‌تری بر زندگی بشری و توسعهٔ اقتصادی دارند (یانگ و ما، ۲۰۰۹: ۳۰۲۶)، اما مدیریت کارآمد منابع زمین با اتکا بر خط‌مشی‌ها و برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر دانش، تعامل لازم را میان نیاز استفاده‌کنندگان از منابع، ویژگی‌های زمین و کاربرهای اراضی برقرار می‌کند (راشد و ونوگوپال، ۲۰۰۹: ۶۱۶). دستیابی به این مهم نیازمند ارزیابی تناسب زمین، به‌ویژه

1. Land Use Allocation
2. Land Suitability Evaluation

ارزیابی توان‌های محیطی و شناخت قابلیت‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون است که در تمام برنامه‌های توسعهٔ ناحیه‌ای اعم از شهری و روستایی بر آن تأکید می‌شود (بدری و افتخاری، ۱۳۸۲: ۲؛ نوری و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۴).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های مختلفی در زمینهٔ ارزیابی تناسب زمین به‌منظور توسعهٔ فعالیت‌های مختلف با تأکید بر ویژگی‌های طبیعی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات راشید و ونوگوپال (۲۰۰۹)، ژیمینگ، یانزاهو، دان و یان (۲۰۰۹)، جوشی و همکاران (۲۰۱۰)، آکینجی و همکاران (۲۰۱۳)، بثرلوس و همکاران (۲۰۱۳)، نوری و نوروزی آورگانی (۱۳۸۶)، نوری و همکاران (۱۳۸۹) و قنواتی و دلفانی گودرزی (۱۳۹۲) اشاره کرد.

با توجه به اینکه ویژگی‌های فیزیکی زمین مانند توپوگرافی و شرایط لندفرم‌ها ایجادکنندهٔ محدودیت‌های شدید برای توسعهٔ فعالیت‌های گوناگون در منطقهٔ کوهستانی ارومیه است، به‌نظر می‌رسد تحلیل ویژگی‌های فیزیکی زمین و شناسایی محدودیت‌ها و قابلیت‌های آن می‌تواند ابزاری مؤثر و مناسب برای برنامه‌ریزان کاربری‌های اراضی در زمینهٔ توسعهٔ فعالیت‌ها و معیاری پایه‌ای برای گروه‌های مدیریت زمین در بهره‌برداری پایدار از زمین در منطقه به‌شمار بیاید. در پژوهش حاضر، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، روش ارزیابی چندمعیاره[1] و استفاده از پارامترهای ساختاری زمین، به این پرسش اساسی پاسخ داده می‌شود که شرایط توپوگرافی و لندفرم‌ها تا چه اندازه بر تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها در شهرستان ارومیه تأثیرگذار است. پس از گذراندن فرایند چندمرحله‌ای تحلیل، نقشه‌ای پایه‌ای تهیه شد که زمینه را برای مطالعه و ارزیابی بیشتر زمین و تعیین کاربری‌های مختلف در منطقه فراهم کرد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان ارومیه

1. MCE

روش‌شناسی پژوهش

محدودهٔ مورد مطالعه

شهرستان ارومیه با مساحتی حدود ۵۳۱۲ کیلومترمربع در موقعیت جغرافیایی ۴۴ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۲۵ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۰ دقیقهٔ عرض شمالی، در شمال غربی ایران واقع است و به‌طور کامل در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع این شهرستان از سطح دریا حدود ۱۷۶۲ متر، و محدودهٔ ارتفاعی ۳۵۹۶–۱۲۷۰ متر و متوسط شیب آن حدود ۲۲ درصد است. براساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن (آبان ۱۳۹۰)، شهرستان ارومیه ۹۶۳.۷۳۸ نفر جمعیت دارد که از این تعداد، ۶۸۰.۲۲۸ ساکن نقاط شهری و ۲۸۳.۵۱۰ نفر ساکن نقاط روستایی بوده‌اند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). در شکل ۱، موقعیت جغرافیایی شهرستان ارومیه آمده است.

در این پژوهش به‌منظور شناسایی پهنه‌های مناسب برای توسعهٔ فعالیت‌ها از روش ارزیابی چندمعیاره استفاده شد؛ یعنی روشی که برای ترکیب داده‌ها برحسب اهمیت آن‌ها در زمینهٔ تصمیم‌گیری خاصی به‌کار می‌رود. از نظر مفهومی، روش‌های MCE شامل وزن‌دهی، نمره‌دهی یا رتبه‌بندی کمی و کیفی معیارها به‌منظور نشان‌دادن اهمیت آن‌ها در مقایسه با یک یا مجموعه‌ای از اهداف است (هیوود و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۳۹). در طول دو دههٔ گذشته، تعدادی از روش‌های ارزیابی چندمعیاره مانند WLC، روش‌های نقطهٔ ایده‌آل، تحلیل مشابهت و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS اجرا شده‌اند (مالچوفسکی، ۲۰۰۴: ۳۴). از مهم‌ترین، پرکاربردترین و بنیادی‌ترین روش‌های MCE-GIS، عملیات هم‌پوشانی بولین و روش ترکیب خطی وزنی (WLC) است. این دو روش رویکردهایی به‌شمار می‌آیند که در تحلیل تناسب زمین بیشتر از روش‌های دیگر استفاده می‌شوند (کوهن و همکاران، ۲۰۰۱: ۳۸۷؛ مالچوفسکی و رینر، ۲۰۰۵: ۲۵۰؛ مالچوفسکی، ۲۰۰۶: ۲۷۰؛ لافورتزا و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۹۴؛ بروشکاکی و مالچوفسکی، ۲۰۰۸: ۳۹۹؛ جلوخانی نیاراکی و مالچوفسکی، ۲۰۱۵: ۴۹۳). روش WLC که به‌آسانی در داده‌های رستری قابل‌اجراست (ریویرا و همکاران: ۲۰۰۸: ۲۶۰) شامل استانداردسازی نقشه‌های تناسب، تعیین وزن‌های نقشه‌های تناسب براساس اهمیت نسبی آن‌ها و ترکیب نقشه‌های استانداردشده و وزن‌دار به‌منظور دستیابی به امتیاز کلی تناسب است. برخلاف عملیات بولین، روش WLC روشی جبرانی است؛ بدین معنا که امتیازات پایین را در معیار تناسب می‌توان با امتیازات بالای معیار تناسب جبران می‌کند (بینات و نیجکامپ، ۱۹۹۸: ۲۳۲؛ مالچوفسکی، ۲۰۰۴: ۲۹؛ هیوود و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۳۹).

براساس روش MCE-GIS و روش هم‌پوشانی WLC، به‌منظور شناسایی پهنه‌های مناسب توسعهٔ فعالیت‌ها در محدودهٔ مورد مطالعه، چندین مرحله طی شده است:

تعیین پارامترها و تهیهٔ داده‌ها

پس از شناخت کلی، تحلیل وضع موجود و مطالعهٔ جامع سابقهٔ پژوهش، شناسایی، تعریف و دسته‌بندی پارامترهای لازم برای ارائهٔ پهنه‌های مناسب توسعهٔ فعالیت‌ها صورت گرفت و لایه‌های موردنیاز از سازمان‌های مربوط تهیه شد. با تهیهٔ داده‌ها و رقومی‌سازی[1] برخی از آن‌ها، پایگاه دادهٔ جغرافیایی[2] در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ایجاد شد. در جدول ۱، پارامترهای مورداستفاده، نوع داده و منبع آن‌ها آمده است.

1. Digitize
2. Geodatabase

جدول ۱. منبع و نوع دادهٔ پارامترهای مورداستفاده

پارامتر	نوع داده	منبع
ارتفاع	رستر	ASTER GDEM*
شیب	رستر	مستخرج از ASTER GDEM
جهت شیب	رستر	مستخرج از ASTER GDEM
تیپ اراضی	وکتور	ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی
شبکهٔ زهکشی	وکتور	ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی
مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی	وکتور	سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
سکونتگاه	وکتور	استانداری آذربایجان غربی

* ASTER Global Digital Elevation Model

امتیازدهی و استانداردسازی زیرپارامترها و مقایسهٔ آن‌ها

به‌منظور تعیین پهنه‌های مناسب برای توسعهٔ فعالیت‌ها ضروری است امتیاز خاصی به هریک از پارامترها و زیرپارامترها داده شود. براین‌اساس پس از شناسایی عوامل، تعریف و دسته‌بندی آن‌ها، فرایند ارزیابی و مقایسهٔ پارامترها صورت گرفت. در روش WLC، برای هم‌پوشانی پارامترها باید زیرپارامترها استانداردسازی شوند. برای این کار در لایه‌هایی مانند ارتفاع، شیب و تراکم سیستم زهکشی که ماهیتی پیوسته دارند، نرمال‌سازی مقادیر به‌صورت مستقیم با روش فازی انجام شد، اما در لایهٔ تیپ اراضی و جهت شیب که ماهیتی گسسته دارند، براساس اهمیت آن‌ها بین ۱ تا ۹ امتیازدهی شد. سپس نرمال‌سازی[1] این امتیازها براساس روش فازی خطی[2] صورت گرفت. در لایه، جهت شیب با هم‌پوشانی سکونتگاه‌های روستایی بر جهت‌های جغرافیایی و احتساب بیشترین فراوانی سکونتگاه‌های روستایی روی پهنه‌های جهات جغرافیایی، به پهنه‌هایی که بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند بیشترین امتیاز تعلق گرفت. با این مکانیسم امتیاز ۱ تا ۹ به زیرپارامترهای جهت‌های جغرافیایی داده شد و سپس نرمال‌سازی این مقادیر صورت گرفت؛ بنابراین امتیاز بین ۰ تا ۱ به تمامی داده‌ها (اعم از پیوسته و گسسته) با روش فازی خطی داده شد تا پردازش نهایی صورت بگیرد.

تبدیل داده‌ها در محیط ArcGIS

این مرحله شامل عملیات مبتنی بر GIS و آماده‌سازی نقشه‌های هر پارامتر به‌منظور انجام تحلیل فضایی[3] در محیط ArcGIS است. برای این منظور، لازم است همهٔ لایه‌ها با اندازهٔ پیکسل[4] یکسانی به رستر تبدیل شوند. این اندازه با توجه به‌اندازهٔ پیکسل لایهٔ DEM که مقدار آن ۲۷×۲۷ متر بود، تعیین شد. با این فرایند و منتسب‌کردن مقادیر نرمال‌شده به هر لایه، لایه‌ها برای هم‌پوشانی[5] نهایی آماده شدند.

تجمیع لایه‌ها و تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌های تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها

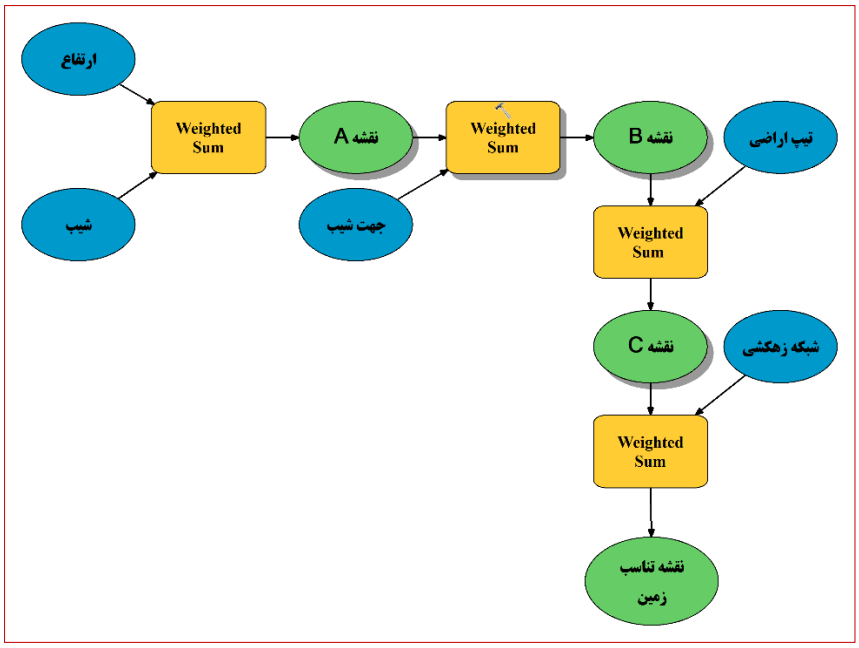
پس از رسترسازی[6] لایه‌ها، نقشه‌های رستری نرمال‌شده در محیط ArcGIS با روش Weighted Sum ترکیب شد و عمل تجمیع روی آن‌ها صورت گرفت. برای انجام این فرایند، تمام پارامترها به محیط Model Builder نرم‌افزار ArcGIS وارد شدند و مدل تحلیل پارامترها در این محیط ساخته شد. پردازش عملیات تجمیع داده‌ها نیز براساس دستورات Model Builder صورت گرفت. درنهایت نقشه‌های پهنه‌های تناسب توسعهٔ فعالیت‌ها در فرایندی چندمرحله‌ای

1. Normalization
2. linear Fuzzy
3. Spatial Analysis
4. Pixel Size
5. Overlay
6. Rasterize

با هم‌پوشانی و اضافه‌کردن پارامترها در پنج پهنهٔ بسیار متناسب، متناسب، تناسب محدود، تناسب بسیار پایین و نامتناسب طبقه‌بندی شد.

یافته‌های پژوهش

به‌منظور سهولت وزن‌دهی برای تهیهٔ نقشهٔ نهایی تناسب زمین براساس ویژگی ساختاری زمین، از روش مقایسهٔ دوبه‌دو پارامترها استفاده شد. به عبارت دیگر، در مقایسهٔ دوبه‌دو پارامترها با اضافه‌کردن هر پارامتر جدید به لایهٔ خروجی و ترکیبی، قسمتی از محدودهٔ مورد مطالعه فیلتر می‌شود تا درنهایت با اعمال فیلترینگ تمامی لایه‌های استفاده‌شده در پژوهش، نقشهٔ نهایی تولید شود. در این فرایند، نقشه‌های خروجی و ترکیبی با حروف الفبای انگلیسی نام‌گذاری شده‌اند. در شکل ۲، مدل عمل تجمیع لایه‌ها در محیط Model Builder آمده است.



شکل ۲. مدل تجمیع لایه‌های استانداردسازی‌شده به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ تناسب زمین

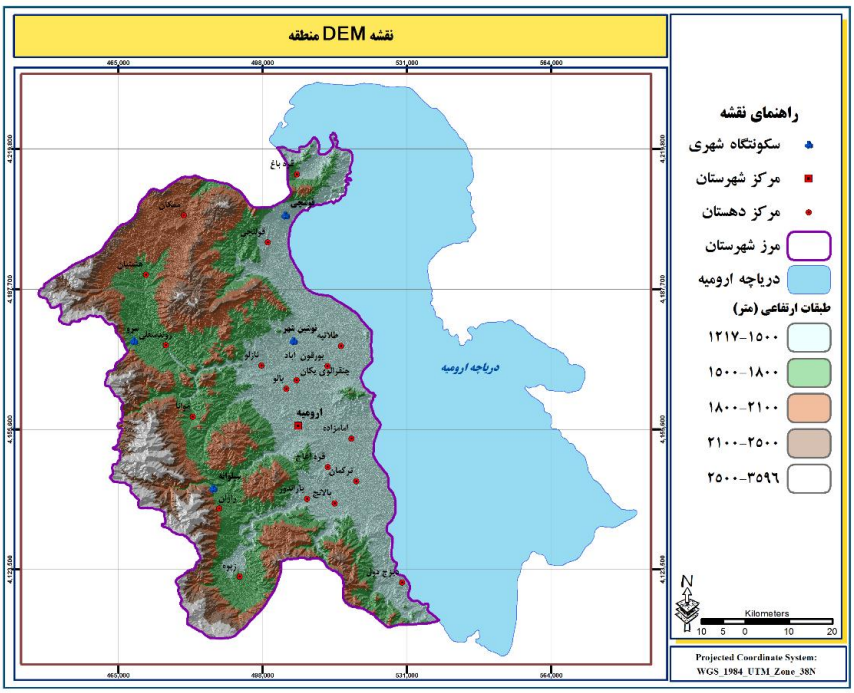
عملیات هم‌پوشانی لایه‌ها

۱. تهیهٔ نقشهٔ A

پیش از بررسی نتایج هم‌پوشانی دو پارامتر شیب و ارتفاع برای تهیهٔ نقشهٔ A، ضروری است به عامل ارتفاعات منطقه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل توپوگرافی پرداخت که تأثیر و نقش مهمی در توسعهٔ فعالیت‌های مختلف دارد. براساس اطلاعات آماری مستخرج از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه (شکل ۳ و جدول ۲)، محدودهٔ مورد مطالعه در دامنهٔ ارتفاعی ۳۵۹۶–۱۲۱۷ متر قرار دارد. مطابق دسته‌بندی ارتفاعات منطقه به روش Natural Breaks، از سمت شرق به غرب به‌تدریج بر ارتفاعات افزوده می‌شود. بررسی ویژگی‌های جغرافیایی منطقه نشان می‌دهد در ارتفاعات بالاتر در منطقه، به‌دلیل شرایط سخت محیطی، امکان ایجاد زیرساخت‌های حیاتی مانند سیستم حمل‌ونقل وجود ندارد. از سوی دیگر، حاکم‌بودن دمای پایین و میکرواقلیم‌های سرد در این مناطق، توسعهٔ کشاورزی را با مشکلی جدی مواجه می‌کند. براین‌اساس، ارتفاعات بسیار پایین که شامل جلگه‌ها و دشت‌های کناره‌های دریاچهٔ ارومیه است. برای توسعهٔ انواع فعالیت‌ها بسیار مناسب خواهد بود. این محدوده با وسعت ۱۷۰۲/۴۴ کیلومترمربع و میانگین ارتفاع ۱۳۴۱ متر، حدود

یک‌سوم کل شهرستان ارومیه را شامل می‌شود. طبقهٔ دوم با میانگین ارتفاع ۱۶۵۲ متر، ۲۸ درصد کل محدوده را دربرمی‌گیرد. این دو طبقه مجموعاً شامل ۶۰ درصد مساحت شهرستان است؛ درحالی‌که حدود ۴۰ درصد کل محدوده برای توسعهٔ فعالیت‌ها در طبقات تناسب محدود، بسیار پایین و نامتناسب قرار دارد که رقم قابل‌توجهی است. باید توجه داشت که غربالگری این مقیاس از محدودهٔ مورد مطالعه به‌عنوان مناطق مناسب و نامناسب توسعهٔ فعالیت‌ها، نیازمند هم‌پوشانی لایه‌های تأثیرگذار دیگری مانند شیب است که در ادامه بررسی می‌شود.

برای تهیهٔ نقشهٔ A، در مرحلهٔ اول دو پارامتر شیب و ارتفاع با یکدیگر مقایسه شدند. همان‌طور که در قسمت پیشین اشاره شد، ارتفاعات منطقه تقریباً بر توسعهٔ هر فعالیتی تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین اهمیت این پارامتر در وزن‌دهی مانند شیب درنظر گرفته و به این دو پارامتر وزن یکسانی اختصاص داده شده است. در جدول ۳، دامنهٔ مقادیر پارامترهای شیب و ارتفاع به‌همراه مقدار عضویت فازی آن‌ها آورده شده است.



شکل ۳. ارتفاعات منطقه

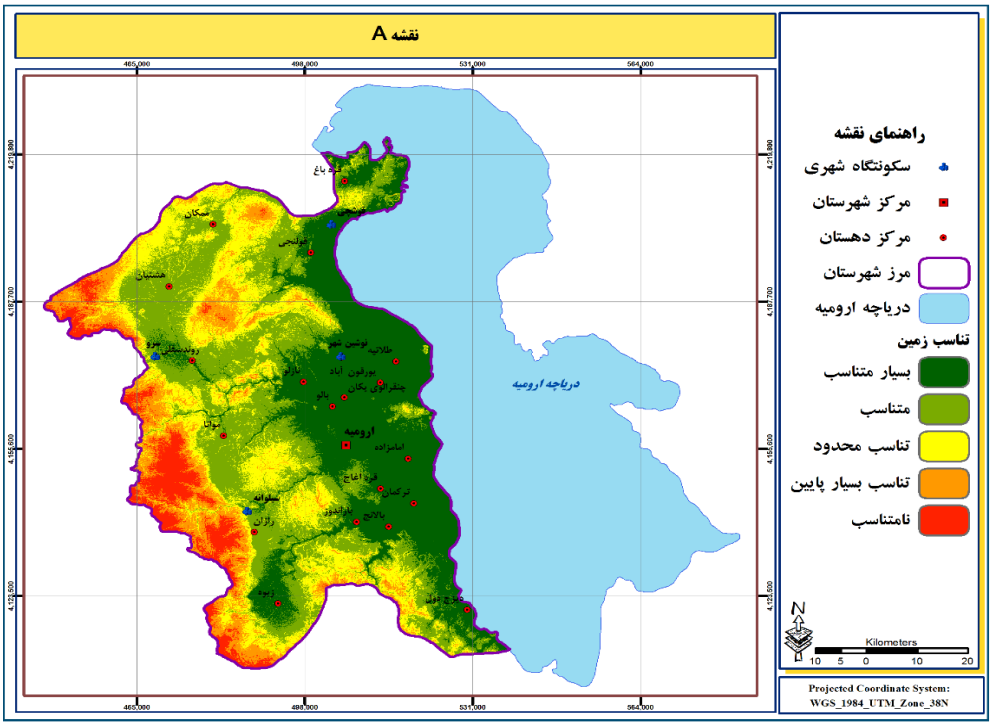
جدول ۲. اطلاعات آماری لایهٔ DEM

تناسب زمین	تعداد پیکسل	مساحت	درصد مساحت	کمینهٔ مقادیر	بیشینهٔ مقادیر	دامنهٔ مقادیر	میانگین
نامتناسب	۴۰۹.۵۹۸	۳۱۲/۰۳	۵/۹۲	۲۵۵۹	۳۵۹۶	۱۰۳۷	۲۸۴۹/۷۰
تناسب بسیار پایین	۶۸۶.۸۵۸	۵۲۳/۲۴	۹/۹۲	۲۱۱۸	۲۶۳۲	۵۱۴	۲۳۳۸/۹۱
تناسب محدود	۱.۶۴۲.۰۲۶	۱۲۵۰/۸۷	۲۳/۷۲	۱۷۶۷	۲۱۹۶	۴۲۹	۱۹۵۲/۷۳
متناسب	۱.۹۴۹.۹۵۹	۱۴۸۵/۴۵	۲۸/۱۷	۱۴۶۶	۱۸۴۴	۳۷۸	۱۶۵۲/۷۳
بسیار متناسب	۲.۲۳۴.۷۹۹	۱۷۰۲/۴۴	۳۲/۲۸	۱۲۱۷	۱۵۳۸	۳۲۱	۱۳۴۱/۴۹

جدول ۳. دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی، امتیاز، عضویت فازی و وزن پارامترهای ارتفاع و شیب زمین

پارامتر	دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی	امتیاز	مقادیر عضویت فازی	وزن
ارتفاع (متر)	۱۲۱۷–۳۵۹۶	–	۰–۱	۰/۵
شیب (درصد)	۰–۲۴۴/۷	–	۰–۱	۰/۵

در شکل ۴، نتیجهٔ هم‌پوشانی لایه‌های شیب و ارتفاع آمده است. یافته‌های آماری این نقشه (جدول ۴) نشان می‌دهد بیشترین مساحت شهرستان با ۳۱/۶۶ درصد و تعداد ۲.۱۹۰.۹۹۶ پیکسل در محدودهٔ بسیار متناسب و سپس در پهنهٔ متناسب (۳۰/۳۱ درصد) قرار دارد. ترکیب دو لایهٔ شیب و ارتفاع توانسته است حدود ۴۰ درصد از مساحت شهرستان را در تناسب محدود و به پایین قرار دهد که این امر نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری زیاد این دو پارامتر بر توسعهٔ فعالیت‌ها و ایجاد محدودیت‌های شدید محیطی است. نتایج اطلاعات آماری این نقشهٔ ترکیبی با اطلاعات آماری نقشهٔ DEM منطقه، تغییرات جزئی را در غربالگری تناسب زمین منطقه نشان می‌دهد، اما تقسیم‌بندی تناسب زمین براساس لایهٔ DEM را تأیید می‌کند؛ به‌طوری‌که با اطمینان بیشتری می‌توان عنوان کرد براساس نتایج ترکیبی دو لایهٔ نامبرده، عملاً در ۴۰ درصد مساحت شهرستان ارومیه بیشتر فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، سکونتگاهی و البته با کمی مسامحه جز در بعضی نواحی، فعالیت‌های گردشگری نیز به‌دلیل شیب‌های زیاد قابل‌توسعه نیستند. با توجه به توپوگرافی پیچیدهٔ منطقه، به‌نظر می‌رسد با اضافه‌کردن لایه‌های دیگر به این لایهٔ ترکیبی، در مراحل آینده قسمت زیادی از محدوده غربال‌گری می‌شود. درنتیجه مساحت‌های تناسب بسیار پایین و نامتناسب افزایش می‌یابد.



شکل ۴. هم‌پوشانی نقشه‌های شیب و ارتفاع

جدول ۴. اطلاعات آماری نقشهٔ ترکیبی شیب و ارتفاع

تناسب زمین	تعداد پیکسل	مساحت	درصد مساحت	کمینهٔ مقادیر	بیشینهٔ مقادیر	دامنهٔ مقادیر	میانگین
نامتناسب	۴۱۵.۴۴۲	۳۱۶/۴۸	۶	۰/۱۶	۰/۶۲	۰/۴۶	۰/۵۶
تناسب بسیار پایین	۷۵۹.۶۳۵	۵۷۸/۶۸	۱۰/۹۸	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۱۱	۰/۶۸
تناسب محدود	۱.۴۵۵.۹۳۶	۱۱۰۹/۱۱	۲۱/۰۴	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۰۹	۰/۷۹
متناسب	۲.۰۹۷.۴۹۳	۱۵۹۷/۸۴	۳۰/۳۱	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۰۹	۰/۸۷
بسیار متناسب	۲.۱۹۰.۹۹۶	۱۶۶۹/۰۷	۳۱/۶۶	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۰۸	۰/۹۶

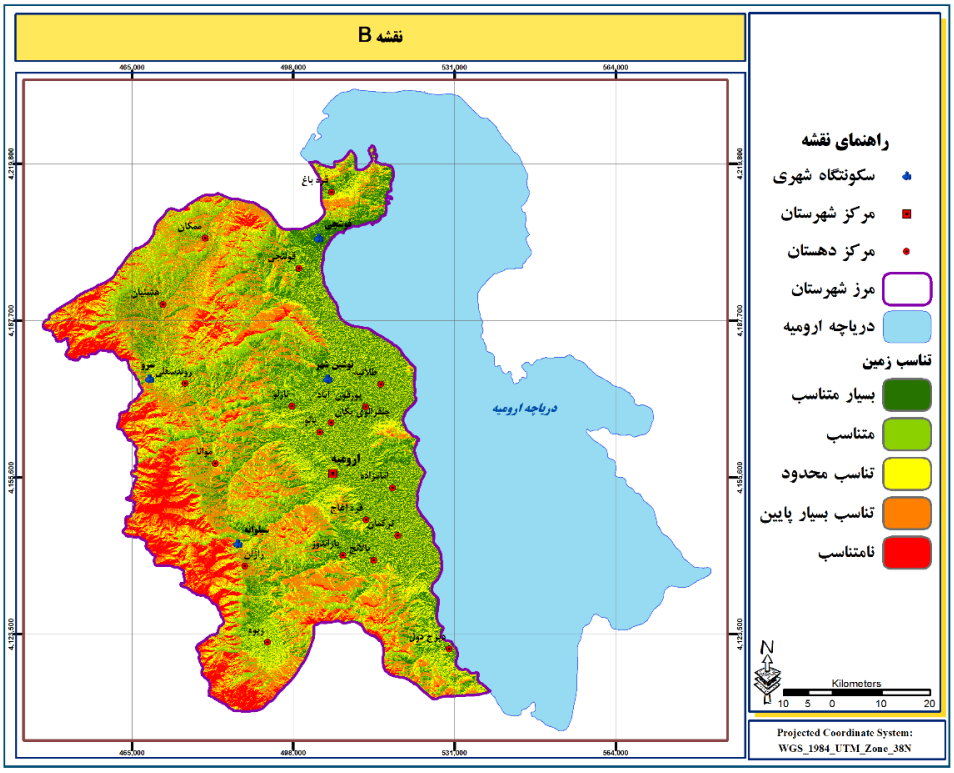
۲. نقشهٔ B

برای تهیهٔ این نقشه، لایهٔ استانداردسازی‌شده جهت شیب با نقشهٔ A هم‌پوشانی شد. برای انجام این عملیات، تهیهٔ نقشهٔ جهت شیب امتیاز ۰/۲۵ و لایهٔ ترکیبی (نقشهٔ A)، امتیاز ۰/۷۵ درنظر گرفته شد. این روند برای عملیات هم‌پوشانی تمام لایه‌ها در مراحل بعدی نیز مدنظر قرار گرفت؛ بدین معنا که برای پارامتر جدید با توجه به اهمیت آن، امتیاز ۰/۲۵ و برای نقشهٔ حاصل از ترکیب چندین لایه (Output)، امتیاز ۰/۷۵ درنظر گرفته شد.

جهت شیب نیز مانند دیگر ویژگی‌های توپوگرافی از قبیل شیب و ارتفاع، از عوامل مهم برای ارزیابی زمین به‌شمار می‌رود. تأثیرگذاری جهت‌های شیب بر توسعهٔ فعالیت‌ها، به‌ویژه قرارگیری شیب‌هایی با جهت‌های جنوبی و شرقی برای دریافت مقدار بیشتری از انرژی خورشیدی در منطقه‌ای کوهستانی و نسبتاً سرد مانند ارومیه، اهمیت مضاعفی دارد. نتیجهٔ هم‌پوشانی لایه جهت شیب و نقشهٔ A در شکل ۵ آمده است. مقایسهٔ اطلاعات آماری نقشهٔ A و B (جدول ۶) گویای آن است که از مساحت‌های پهنه‌های بسیار متناسب و متناسب کاسته شده و به مساحت‌های پهنه‌های تناسب محدود، به‌ویژه پهنهٔ تناسب بسیار پایین اضافه شده است.

جدول ۵. دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی، امتیاز، عضویت فازی و وزن پارامترهای جهت شیب و نقشهٔ A

پارامتر	دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی	امتیاز	مقادیر عضویت فازی	وزن
جهت شیب	شمال، جنوب شرق، جنوب‌غرب	۳	۰	۰/۲۵
	غرب	۵	۰/۳۳	
	شرق، جنوب‌غرب	۷	۰/۶۶	
	هموار، جنوب، جنوب‌شرق	۹	۱	
نقشهٔ A	–	–	۰–۱	۰/۷۵



شکل ۵. هم‌پوشانی نقشهٔ جهت شیب و نقشهٔ A

با هم‌پوشانی سه لایهٔ ارتفاع، شیب و جهت‌های شیب، نقشهٔ توپوگرافی منطقه تکمیل شد. استخراج و تهیهٔ این نقشه تا حد زیادی مهم‌ترین ویژگی‌های زمین منطقه و درجات تناسب آن را برای توسعه فعالیت‌ها مشخص کرد. نتایج توپوگرافی منطقه به‌تنهایی نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که از نظر توپوگرافی تنها حدود ۲۱ درصد از زمین منطقه برای توسعهٔ فعالیت‌ها بسیار متناسب قلمداد شده است. درواقع، این مقدار از مساحت شهرستان از نظر ویژگی‌های توپوگرافی، کمترین محدودیت‌های محیطی را دارد. در پهنهٔ دوم یعنی متناسب نیز که حدود ۲۲ درصد مساحت شهرستان را شامل می‌شود، با وجود محدودیت‌های محیطی، زمینه برای توسعهٔ برخی فعالیت‌ها هموار است، اما در باقی مساحت شهرستان به‌دلیل غلبهٔ محدودیت‌های محیطی به‌ندرت می‌توان فعالیتی را توسعه داد.

جدول ۶. اطلاعات آماری نقش ترکیبی جهت شیب و نقشهٔ A

تناسب زمین	تعداد پیکسل	مساحت	درصد مساحت	کمینهٔ مقادیر	بیشینهٔ مقادیر	دامنهٔ مقادیر	میانگین
نامتناسب	۶۹۹۳۲۷	۵۳۲/۷۴	۱۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۵۷	۰/۴۳	۰/۴۹
تناسب بسیار پایین	۱۴۶۱۸۱۵	۱۱۱۳/۵۹	۲۱/۱۳	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۱۱	۰/۶۳
تناسب محدود	۱۷۶۸۵۸۹	۱۳۴۷/۲۹	۲۵/۵۶	۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۱۰	۰/۷۲
متناسب	۱۵۳۰۰۳۳	۱۱۶۵/۵۶	۲۲/۱۱	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۸۳
بسیار متناسب	۱۴۵۸۹۶۰	۱۱۱۱/۴۲	۲۱/۰۹	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۱۱	۰/۹۳

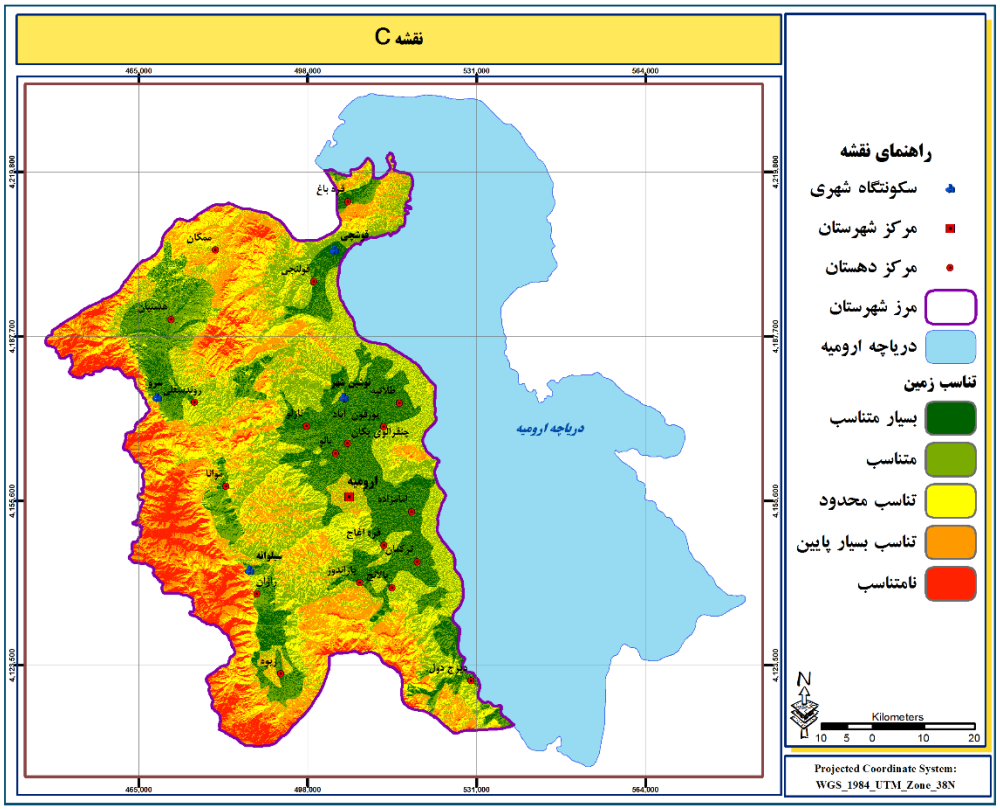
۳. نقشهٔ C

در سطور پیشین درجهٔ تناسب ویژگی‌های توپوگرافی منطقه برای توسعهٔ فعالیت‌ها تحلیل شد. در این بخش به‌منظور تکمیل مبحث توپوگرافی، غربالگری‌های بیشتر محیط طبیعی منطقه و اعمال نگاه فضایی‌تر به مسئله، به بررسی یکی دیگر از عناصر مهم ژئومورفولوژیکی در زمینهٔ توسعه فعالیت‌ها پرداخته می‌شود. با عملیات تجمیع نقشه‌های تیپ اراضی۶، نقشهٔ B (جدول ۷) و تهیهٔ نقشهٔ C (شکل ۶)، غربال‌گری بیشتری در زمینهٔ لایه‌های ساختاری زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها اعمال شد. این مرحله را می‌توان نقطهٔ عطف روند هم‌پوشانی لایه‌ها به‌شمار آورد؛ زیرا در این مرحله با افزودن نقشهٔ تیپ اراضی، ویژگی‌های اصلی سطح زمین[1] با یکدیگر ترکیب شدند. نقشهٔ ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه نیز کامل‌تر شد. با تهیهٔ نقشهٔ لندفرم‌های منطقه، از مساحت و تعداد پیکسل‌های پهنهٔ بسیار متناسب به‌صورت چشم‌گیری کاسته شد (جدول ۸). به این صورت که پهنهٔ بسیار متناسب با مساحت ۲۱/۰۹ درصد و تعداد پیکسل ۱.۴۵۸.۹۶۰، به ۱۳/۰۲ درصد و تعداد به پیکسل ۹۰۰.۸۰۵ کاهش یافت که این امر نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری زیاد تیپ اراضی در اعمال غربال‌گری در میان پارامترهای محیطی برای توسعهٔ فعالیت‌هاست.

جدول ۷. دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی، امتیاز، عضویت فازی و وزن پارامترهای تیپ اراضی و نقشهٔ C

پارامتر	دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی	امتیاز	مقادیر عضویت فازی	وزن
تیپ اراضی	کوه، اراضی پست و شور، دشت سیلابی، دریاچه و خلیج، مناطق مسکونی	۱	۰	۰/۲۵
	تپه، واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار	۳	۰/۲۵	
	فلات، دشت‌های دامنه‌ای	۷	۰/۷۵	
	دشت‌های آبرفتی و رودخانه‌ای	۹	۱	
نقشهٔ B	–	–	۰–۱	۰/۷۵

1. Terrain



شکل ۶. هم‌پوشانی نقشهٔ تیپ اراضی و نقشهٔ C

جدول ۸. اطلاعات آماری نقشهٔ ترکیبی تیپ اراضی و نقشهٔ B

تناسب زمین	تعداد پیکسل	مساحت	درصد مساحت	کمینهٔ مقادیر	بیشینهٔ مقادیر	دامنهٔ مقادیر	میانگین
نامتناسب	۶۸۷۸۹۰	۵۲۴/۰۲	۹/۹۴	۰/۰۹	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۳۷
تناسب بسیار پایین	۱۴۰۸۴۳۷	۱۰۷۲/۹۳	۲۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۵۴	۰/۱۱	۰/۴۹
تناسب محدود	۱۸۶۸۸۶۵	۱۴۲۳/۶۷	۲۷/۰۱	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۱۲	۰/۵۹
متناسب	۲۰۵۱۹۸۰	۱۵۶۳/۱۷	۲۹/۶۶	۰/۶۶	۰/۸۱	۰/۱۵	۰/۷۳
بسیار متناسب	۹۰۰۸۰۵	۶۸۶/۲۲	۱۳/۰۲	۰/۸۱	۰/۹۹	۰/۱۸	۰/۹۰

نقشهٔ نهایی تناسب زمین

پیش از این، مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی زمین یا فیزیوگرافی منطقه از نظر تأثیرگذاری بر توسعهٔ فعالیت‌ها تحلیل شد. به‌منظور تکمیل مبحث ویژگی‌های سطحی زمین، در آخرین مرحله از فرایند مقایسه و ترکیب دوبه‌دو پارامترها و نقشهٔ ترکیبی، از سیستم زهکش طبیعی منطقه به‌عنوان یکی دیگر از عوامل مهم ژئومورفولوژیکی منطقه استفاده شد. همچنان که سیستم زهکشی با عوامل گوناگون محیطی از جمله هیدرولوژی، خاک و... ارتباطی مستقیم دارد، در ساختار ژئومورفولوژی و لندفرم‌ها نیز تعیین‌کننده است، چنانکه خود نیز بیشترین تأثیر را از آن‌ها می‌گیرد؛ بنابراین، در نقشهٔ نهایی سیستم زهکشی زمین نیز به‌عنوان پارامتری تأثیرگذار به‌ویژه با توجه به شرایط کوهستانی منطقه تحلیل شده است (جدول ۹).

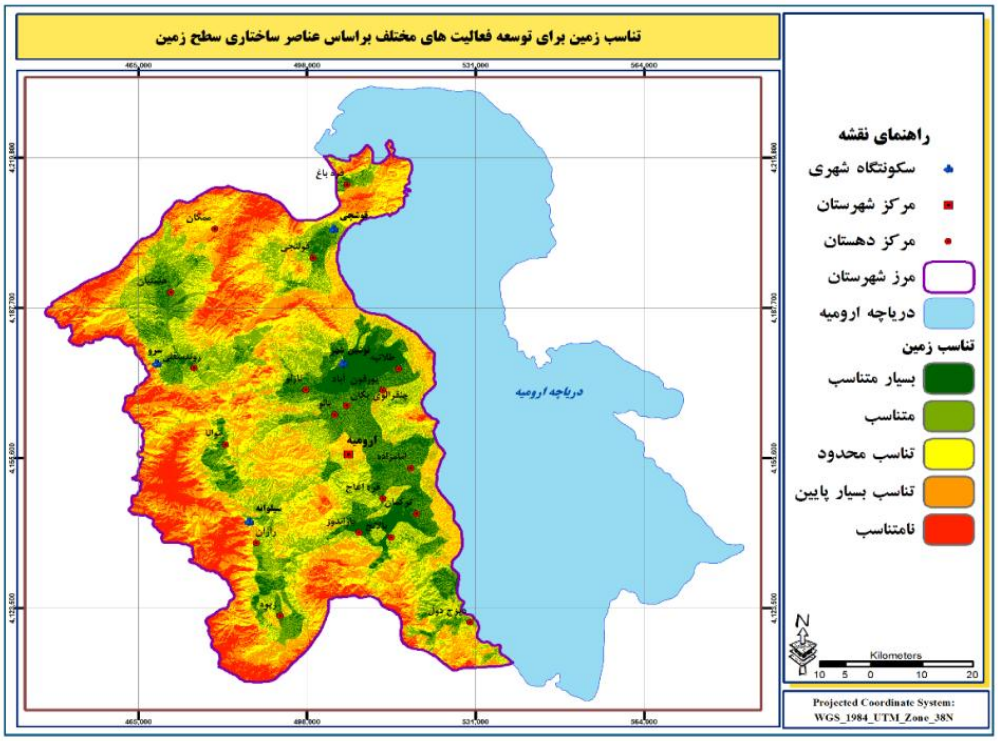
نقشهٔ شبکهٔ زهکشی براساس تراکم جریان‌های رودخانه‌های منطقه و تابع تراکم خطی[1] به‌دست آمد و نتایج هم‌پوشانی نقشهٔ نامبرده و نقشهٔ C در شکل ۷ آمده است. براساس یافته‌های آماری این نقشه، حدود ۱۱ درصد از مساحت

1. Line Density

محدودهٔ مورد مطالعه در پهنهٔ بسیار متناسب و ۲۱ درصد در پهنهٔ متناسب قرار دارد (جدول ۱۰) که با افزودن لایهٔ سیستم زهکشی به نقشهٔ ژئوموفولوژی، از مساحت دو پهنهٔ نامبرده به‌ویژه پهنهٔ متناسب به مقدار زیادی کاسته شده و به مساحت پهنه‌های پایین‌تر به‌ویژه پهنهٔ تناسب بسیار پایین و نامتناسب افزوده شده است؛ بنابراین مطابق نقشهٔ نهایی تناسب زمین، حدود ۳۳ درصد از کل مساحت شهرستان برای توسعهٔ فعالیت‌ها بسیار متناسب و متناسب، ۲۸ درصد تناسب محدود و ۳۸ درصد نیز تناسب بسیار پایین و نامتناسب دارد.

جدول ۹. دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی، امتیاز، عضویت فازی و وزن پارامترهای نقشهٔ C و سیستم زهکشی

پارامتر	دامنهٔ کلاس‌ها/ اطلاعات توصیفی	امتیاز	مقادیر عضویت فازی	وزن
تراکم رودخانه‌ها (شعاع ۳ کیلومتری)	۰-۱/۰۳	–	۰-۱	۰/۲۵
نقشهٔ C	–	–	۰-۱	۰/۷۵

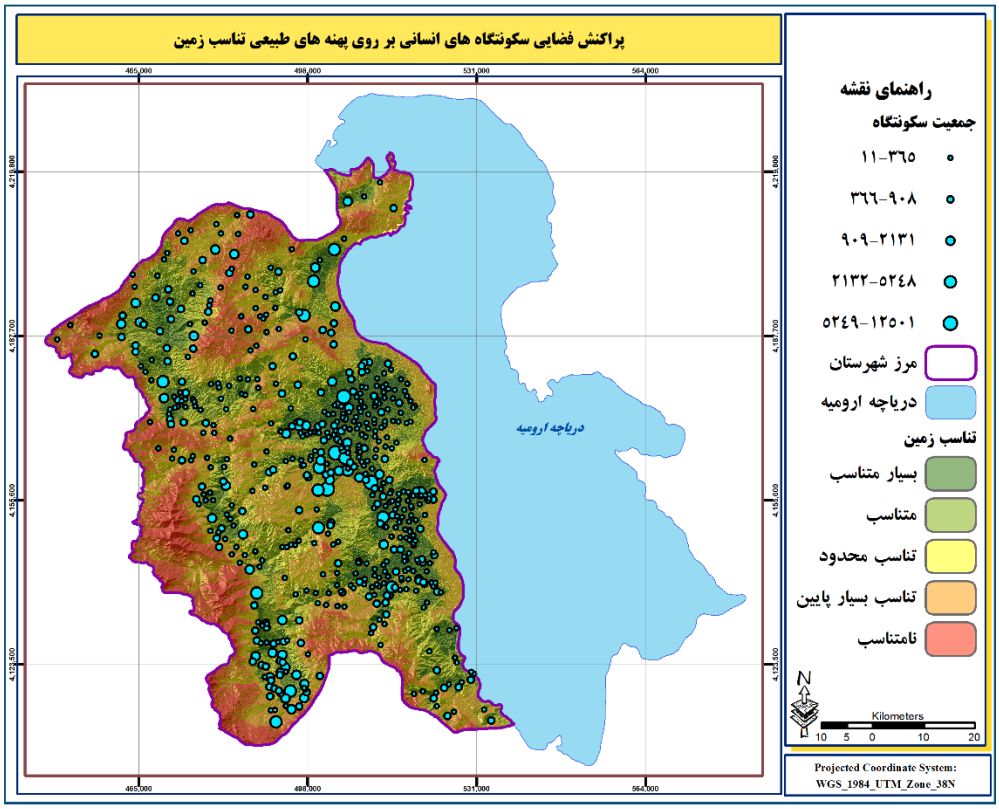


شکل ۷. نقشهٔ تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها براساس مجموعهٔ عناصر ژئومورفولوژیکی

جدول ۱۰. اطلاعات آماری نقشهٔ نهایی تناسب زمین

تناسب زمین	تعداد پیکسل	مساحت	درصد مساحت	کمینهٔ مقادیر	بیشینهٔ مقادیر	دامنهٔ مقادیر	میانگین
نامتناسب	۹۲۱۸۹۵	۷۰۲/۲۹	۱۳/۳۳	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۳۳	۰/۳۶
تناسب بسیار پایین	۱۷۷۹۴۰۲	۱۳۵۵/۵۲	۲۵/۷۲	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۱۰	۰/۴۷
تناسب محدود	۱۹۴۶۶۵۷	۱۴۸۲/۹۴	۲۸/۱۴	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۱۱	۰/۵۷
متناسب	۱۴۷۶۰۱۵	۱۱۲۴/۴۱	۲۱/۳۴	۰/۶۲	۰/۷۴	۰/۱۲	۰/۶۸
بسیار متناسب	۷۹۴۰۰۸	۶۰۴/۸۶	۱۱/۴۸	۰/۷۴	۰/۹۹	۰/۲۵	۰/۸۱

به‌منظور تأیید نقشهٔ نهایی تناسب زمین براساس ویژگی‌های ساختاری سطح زمین و کنترل نتایج آن، نقشهٔ سکونتگاه‌های انسانی با پهنه‌های تناسب زمین هم‌پوشانی شد (شکل ۸). نتایج اتصال فضایی[1] پهنه‌های تناسب زمین با سکونتگاه‌های انسانی، رابطهٔ معنادار و ملموسی را میان این پهنه‌ها و پراکنش فضایی سکونتگاه‌ها نشان می‌دهد. براساس نتایج این هم‌پوشانی، از مجموع ۵۹۲ سکونتگاه انسانی، ۲۱۰ سکونتگاه در پهنهٔ بسیار متناسب و تنها ۷ سکونتگاه در پهنهٔ نامتناسب قرار دارند (جدول ۱۱). پراکنش جمعیت در هریک از این پهنه‌ها نیز روند خطی افزایشی فراوانی را در پهنه‌ای با تناسب بسیار پایین به سمت پهنه‌ای با تناسب بسیار بالا نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که حدود ۷۰ درصد جمعیت در پهنه‌های بسیار متناسب و متناسب متمرکز شده‌اند؛ یعنی نتایج این پژوهش با واقعیت‌ها و نیازهای انسانی هم‌خوانی دارد و طبعاً حفظ این‌گونه نواحی براساس دستاوردهای علمی، علاوه‌بر آنکه جمعیت بیشتری را منتفع می‌کند، شرایط زیست بهتری را نیز برای بخش‌های بیشتری از جمعیت فراهم می‌آورد.



شکل ۸. نقشهٔ پراکنش فضایی جمعیت و سکونتگاه‌های انسانی بر پهنه‌های تناسب زمین

جدول ۱۱. اطلاعات آماری اتصال فضایی نقشهٔ نهایی تناسب زمین و پراکنش سکونتگاه‌های انسانی

تناسب زمین	تعداد سکونتگاه‌ها	درصد سکونتگاه‌ها	کل جمعیت	درصد جمعیت
نامتناسب	۷	۱/۱۸	۱۵۳۸	۰/۵۴
تناسب بسیار پایین	۵۸	۹/۸۰	۲۴۷۴۷	۸/۷۲
تناسب محدود	۱۲۳	۲۰/۷۸	۶۰۸۹۸	۲۱/۴۵
متناسب	۱۹۴	۳۲/۷۷	۱۱۵۷۶۲	۴۰/۷۸
بسیار متناسب	۲۱۰	۳۵/۴۷	۸۰۹۲۳	۲۸/۵۱
جمع	۵۹۲	۱۰۰	۲۸۳۸۶۸	۱۰۰

1. Spatial Join

در ادامه با هم‌پوشانی لایهٔ شیب و نقشهٔ مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی بر پهنه‌های پیشنهادی، بررسی مهم‌ترین محدودیت‌های این پهنه‌ها به‌کمک معیارهای نامبرده صورت گرفت. همچنین براساس دو معیار مهم دیگر، نتیجهٔ پژوهش حاضر دوباره کنترل شد. دلیل انتخاب این دو معیار برای ارزیابی، اهمیت این دو پارامتر براساس شرایط منطقه و نقش و تأثیرگذاری آن‌ها در بیشتر فعالیت‌های توسعه است.

مطابق نتیجهٔ هم‌پوشانی، نقشهٔ قابلیت اراضی و شیب با نقشهٔ پیشنهادی تناسب زمین، متوسط شیب پهنهٔ بسیار متناسب ۷/۳۷ درصد است. تیپ‌های غالب زمین این پهنه، دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای و دشت‌های دامنه‌ای هستند که جمعاً نزدیک به ۸۴ درصد مساحت این محدوده را شامل می‌شود. ۱۳/۵ درصد باقی‌ماندهٔ مساحت این پهنه هم از زمین‌های فلاتی تشکیل شده است. درواقع لندفرم‌ها و اراضی هموار مانند تراس‌های آبرفتی رودخانه‌ای یا دشت‌های دامنه‌ای به‌دلیل هموار‌بودن، دسترسی‌پذیری، کم‌هزینه‌بودن، بهره‌وری بالا، داشتن امنیت و فاصله از مخاطرات، مستعد توسعهٔ فعالیت‌های مختلف هستند. پهنهٔ متناسب با میانگین شیب ۱۲/۴ درصد، زمین‌هایی با تیپ‌های متنوعی را در خود جای داده است. در این پهنه از مساحت دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای به‌شدت کاسته شده است و با افزایش نسبی ارتفاع منطقه، تیپ اراضی تپه‌ای غالب می‌شود؛ به‌طوری‌که ۳۷۷ کیلومترمربع، معادل تقریباً یک‌سوم مساحت محدوده را تنها تپه‌ها تشکیل می‌دهند. در مرحلهٔ بعد، دشت‌های دامنه‌ای ۲۱/۶۷ درصد کل پهنهٔ متناسب را شامل می‌شوند. فلات‌های این محدوده با ۱۷/۹ درصد کل مساحت پهنه، در مناطقی که پستی‌وبلندی و سنگریزه کمتری وجود دارد، توانمندی‌های زیادی برای توسعهٔ انواع فعالیت‌ها ایجاد می‌کنند. دشت‌های آبرفتی رودخانه زمین‌های ارزشمند دیگری در این پهنه هستند که ۱۴ درصد کل مساحت این قسمت را دربرمی‌گیرند. درمجموع، علی‌رغم برخی محدودیت‌های موجود در واحدهای اراضی این پهنه و محدودیت شیب در برخی مناطق، زمین‌های موجود در این محدوده توانمندی زیادی برای فعالیت‌های متنوعی ایجاد می‌کنند. در پهنهٔ تناسب محدود تفاوت ملموس و چشم‌گیری در تناسب زمین از پهنه‌های قبلی مشاهده می‌شود؛ بدین معنا که در این پهنه چشم‌انداز کوهستانی غلبه پیدا می‌کند و دشت‌های دامنه‌ای، دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای و تپه‌های با شیب‌های ملایم جای خود را به تپه‌ها و کوهستان‌های با شیب‌های نسبتاً تند می‌دهند. این محدوده با میانگین شیب ۲۰/۱۸ درصد، محدودیت‌های زیادی برای توسعهٔ فعالیت‌ها ایجاد کرده است؛ بنابراین در قسمت عمدهٔ این محدوده به‌جز دشت‌های دامنه‌ای، برخی زمین‌ها با لندفرم فلاتی و برخی دره‌ها با چشم‌انداز جاذب گردشگری تقریباً امکان توسعهٔ بیشتر فعالیت‌ها امکان‌پذیر نیست. اگر در پهنهٔ تناسب محدود به‌صورت پراکنده در برخی مناطق امکان توسعهٔ برخی فعالیت‌ها وجود داشت، در پهنهٔ تناسب بسیار پایین به‌دلیل شیب بسیار زیاد و کوهستانی‌بودن منطقه، به‌جز دره‌هایی با چشم‌اندازهای بسیار جاذب برای توسعهٔ گردشگری، امکان توسعهٔ فعالیت دیگری وجود ندارد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، شیب‌های تند برای جانمایی و توسعهٔ کاربری‌ها، اساساً تناسب ندارند و بیشتر برای کاربری‌های مرتعی و حفاظتی مناسب‌اند تا از فرسایش بیشتر زمین در این مناطق جلوگیری شود. در این پهنه نه‌تنها محدودیت شیب، بلکه تحول و تکامل خاک و منابع آن نیز وجود ندارد؛ بنابراین توسعهٔ کاربری‌ها در آن نسبتاً حساس، شکننده و در صورت وقوع پرهزینه خواهد بود. درمجموع، دافعه‌ها و محدودیت‌های شدید محیطی مانع توسعهٔ هر نوع فعالیتی در این پهنه است. پهنهٔ نامتناسب با ۹۵ درصد کوهستانی‌بودن، قله‌های تیز و شیب ۴۲ درصد، عملاً توانمندی برای توسعهٔ فعالیتی به‌جز مرتع و حفاظت را ندارد؛ بنابراین می‌توان آن را منطقهٔ محدودکنندهٔ همهٔ فعالیت‌ها به‌شمار آورد؛ زیرا امکانات فناورانه و هزینه‌های زیاد نیز نخواهد توانست بر محدودهای شدید محیطی این محدوده فائق آید.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، نقشهٔ پایهٔ زمین برای ارزیابی و مطالعهٔ بیشتر زمین در منطقهٔ ارومیه تهیه شد. برای این منظور از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش MCE استفاده شد و این فرایند براساس ویژگی‌های فیزیکی ساختاری زمین به‌صورت گام‌به‌گام و مقایسهٔ دوبه‌دو پارامترها و غربال‌گری آن‌ها صورت گرفت. این نقشه تا حدود زیادی راه را برای برنامه‌ریزان و پژوهشگران در ارزیابی‌های بهتر زمین در منطقه هموار کرده است. نتایج هم‌پوشانی مرحله‌ای پارامترها نشان می‌دهد در همهٔ مراحل تمامی عناصر توپوگرافی نقش و تأثیر برجسته‌ای در غربال‌گری تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌ها دارند. بدین‌صورت که مساحت محدوده‌های بسیار متناسب و متناسب در نقشهٔ ارتفاعات منطقه به‌ترتیب از ۳۲ درصد و ۲۸ درصد، با اضافه‌کردن عناصر دیگر توپوگرافی و تکمیل نقشهٔ توپوگرافی به ۲۱ درصد و ۲۲ درصد کاهش پیدا کرد. در مرحلهٔ بعد، با دخیل‌کردن نقشهٔ تیپ‌های اراضی و تهیهٔ نقشهٔ ژئومورفولوژی منطقه، غربال‌گری تناسب زمین صورت گرفت و تأثیر لندفرم‌ها بر تناسب زمین آشکار شد؛ به‌طوری‌که مساحت پهنهٔ بسیار متناسب به ۱۳ درصد کاهش یافت. نتایج به‌کارگیری لایهٔ سیستم زهکشی تأثیر زیادی در غربال‌گری تناسب زمین ایجاد کرد. براین‌اساس، با اضافه‌شدن این لایه مساحت پهنه‌های بسیار متناسب و متناسب به‌ترتیب به ۱۱/۴۸ درصد و ۲۱ درصد کاهش یافت. درمجموع، نتایج نهایی هم‌پوشانی عناصر توپوگرافی و لندفرم‌های منطقه، حاکی از تناسب حدود ۳۳ درصد کل مساحت شهرستان در پهنه‌های بسیار متناسب و متناسب است؛ بنابراین شرایط توپوگرافی و لندفرم‌های منطقه نشان‌دهندهٔ تأثیر زیاد این عوامل بر تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌هاست. نتایج هم‌پوشانی مطالعات ارزیابی زمین و شیب، بر نقشهٔ تناسب زمین پیشنهادی نشان می‌دهد که پهنه‌های تناسب محدود، بسیار پایین و نامتناسب به‌ترتیب با میانگین شیب‌های ۲۰/۱۸، ۲۸/۶۹ و ۴۲ درصد، محدودیت‌های شدید محیطی دارند. درنتیجه توسعهٔ فعالیت‌ها در حدود ۶۷ درصد مساحت شهرستان وجود ندارد. براین‌اساس می‌توان شرایط توپوگرافی و لندفرم‌ها را محدودکننده‌های اساسی توسعهٔ فعالیت‌ها در شهرستان ارومیه قلمداد کرد. نتیجه آنکه توسعهٔ هر نوع فعالیتی در شهرستان ارومیه بدون توجه به شرایط کوهستانی منطقه و محدودیت‌های شدید محیطی، حساس، شکننده، پرهزینه و حتی محکوم به شکست خواهد بود؛ از این‌رو برنامه‌ریزان در این منطقه و به‌طور خاص شهرستان ارومیه، باید برای هر نوع برنامه‌ریزی در منطقه، توجه به شرایط محیطی شرط ضروری هر برنامه‌ریزی در اولویت اقدامات باشد.

منابع

۱. بدری، سید علی و علیرضا رکن الدین افتخاری، ۱۳۸۲، ارزیابی پایداری: مفهوم و روش، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی سال هجدهم، شمارهٔ ۲، صص ۹-۳۴.

۲. سرور، رحیم، ۱۳۸۴، جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، انتشارات سمت، تهران.

۳. قنواتی، عزت‌اله و فاطمه دلفانی گودرزی، ۱۳۹۲، مکان‌یابی بهینهٔ توسعهٔ کشاورزی با تأکید بر پارامترهای طبیعی شهرستان بروجرد، فصلنامهٔ اقتصاد فضا و توسعهٔ روستایی، سال دوم، شمارهٔ ۲، صص ۱۵-۳۱.

۴. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰، نتایج تفضیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان آذربایجان غربی.

۵. نوری، سید هدایت‌اله و اصغر نوروزی آورگانی، ۱۳۸۶، ارزیابی توان محیطی برای توسعهٔ توریسم در دهستان چغاخور، مجلهٔ پژوهشی دانشگاه اصفهان، سال چهاردهم، شمارهٔ ۲۲، صص ۱۳-۲۸.

۶. نوری، سید هدایت‌اله و همکاران، ۱۳۸۹، ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS (بخش مرکزی شهرستان کیار)، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیست‌ویکم، شمارهٔ ۱، صص ۳۳-۴۶.

7. Akıncı, H., Özalp, A. Y., And Turgut, B., 2013, Agricultural Land Use Suitability Analysis Using GIS And AHP Technique, Computers and Electronics in Agriculture, 97, 71-82. Doi:

10.1016/J.Compag.2013.07.006.

8. Bathrellos, G. D. et al., 2013, Assessment of Rural Community and Agricultural Development Using Geomorphological–Geological Factors and GIS in the Trikala Prefecture (Central Greece), Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, Vol. 27. No. 2, PP. 573-588.
9. Beinat, E., and Nijkamp, P., 1998, Multicriteria Analysis for Land-Use Management, Vol. 9, Springer.
10. Boroushaki, S., and Malczewski, J., 2008, Implementing an Extension of the Analytical Hierarchy Process Using Ordered Weighted Averaging Operators with Fuzzy Quantifiers in Arcgis, Computers and Geosciences, Vol. 34, No. 4, PP. 399-410. Doi: 10.1016/J.Cageo.2007.04.003.
11. Chen, K., Blong, R., and Jacobson, C., 2001, MCE-RISK: Integrating Multicriteria Evaluation and GIS for Risk Decision-Making in Natural Hazards, Environmental Modelling and Software, Vol. 16, No. 4, PP. 387-397.
12. Feng, Z. et al., 2009, Natural Environment Suitability for Human Settlements in China Based on GIS. Journal of Geographical Sciences, Vol. 19, No. 4, PP. 437-446. Doi: 10.1007/S11442-009-0437-X.
13. Heywood, J., Cornelius, S., and Carver, S., 2006, An Introduction to Geographical Information Systems, Pearson Education Publications.
14. Jelokhani Niaraki, M., and Malczewski, J., 2015, A Group Multicriteria Spatial Decision Support System for Parking Site Selection Problem: A Case Study, Land Use Policy, Vol. 42, PP. 492-508. Doi: 10.1016/J.Landusepol.2014.09.003.
15. Joshi, R., and Nimachow, G., 2012, Terrain Characterization for Land Suitability Analysis of the Igo River Basin, Eastern Himalaya, Arunachal Pradesh, India, Asian Journal of Geoinformatics, Vol. 10, No. 4, PP. 11-21.
16. Kumar, M., and Shaikh, V. R., 2013, Site Suitability Analysis for Urban Development Using GIS Based Multicriteria Evaluation Technique, Journal of the Indian Society of Remote Sensing, Vol. 41, No. 2, PP. 417-424.
17. Lafortezza, R. et al., 2008, Patterns and Processes in Forest Landscapes, Patterns and Processes in Forest Landscapes, Edited by R. et al., Berlin: Springer, 2008, ISBN: 978-1-4020-8503-1, 1.
18. Malczewski, J., 2004, GIS-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview, Progress in Planning, Vol. 62, No. 1, PP. 3-65.
19. _____., 2006, Ordered Weighted Averaging with Fuzzy Quantifiers: GIS-Based Multicriteria Evaluation for Land-Use Suitability Analysis, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 8, No. 4, PP. 270-277. Doi: 10.1016/J.Jag.2006.01.003
20. Malczewski, J., and Rinner, C., 2005, Exploring Multicriteria Decision Strategies in GIS with Linguistic Quantifiers: A Case Study of Residential Quality Evaluation, Journal of Geographical Systems, Vol. 7, No. 2, PP. 249-268. Doi: 10.1007/S10109-005-0159-2.
21. Rasheed, S., and Venugopal, K., 2009, Land Suitability Assessment for Selected Crops in Vellore District Based on Agro-Ecological Characterisation, Journal of the Indian Society of Remote Sensing, Vol. 37, No. 4, PP. 615-629.
22. Santé-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., and Miranda-Barrós, D., 2008, GIS-Based Planning Support System for Rural Land-Use Allocation, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 63, No. 2, PP. 257-273. Doi: 10.1016/J.Compag.2008.03.007.
23. Yang, X, and Ma, H., 2009, Natural Environment Suitability of China and Its Relationship with Population Distributions, International Journal Environ. Res, Public Health, Vol. 6, No 12, PP. 3025-3039.