فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال دوازدهم، شماره اول، زمستان ۱۳۹۸

ارزیابی توان اکولوژیک شهر همدان به منظور توسعه پایدار شهری با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی

جواد نگاهداری[۱]

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

مجید شمس

استاد گروه جغرافیا، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۱٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۵

چکیده

امروزه با توجه به رشد صعودی جمعیت و پیشرفت صنعت شهرسازی، یکی از مسائلی که مدیران و برنامه‌ریزان شهری با آن مواجه هستند توسعه پایدار شهری است. خصوصیات مهمی مانند مشخصات فیزیکی، اقلیمی، اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی، چارچوب شکل‌گیری یک شهر را ایجاد می‌کنند. از مهم‌ترین ویژگی‌های شهر در روند توسعه آن، خصوصیات اکولوژیکی و اقلیمی است که متأثر از شرایط مکانی منطقه است. نقشه‌های توسعه شهری به عنوان یکی از ملزومات در مدیریت و برنامه‌ریزی کلان‌شهری است. بر این اساس، در این پژوهش ابتدا با بررسی مطالعات پیشین به شناسایی و دسته‌بندی معیارهای مؤثر و ضریب تأثیر آن‌ها در تعیین توسعه شهری پرداخته شده است که معیارهای فاصله از آب‌های جاری سطحی (رودخانه‌ها)، دسترسی به راه‌های اصلی، فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی، نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر، نوع کاربری اراضی، مشخصات زمین‌شناسی، جنس خاک، شیب، ارتفاع، جهت شیب و پارامترهای اقلیمی (شرایط آب و هوا) مورد توجه قرار گرفت. پس از آن، محققین با استفاده از معیارهای مذکور، سعی در ارزیابی توان اکولوژیکی در توسعه شهری در شهر همدان نموده‌اند. در این راستا، از یک مدل تحلیلی بر پایه سیستم اطلاعات مکانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. با تلفیق معیارها در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه توسعه شهری شهرستان همدان در چهار کلاس بسیار مناسب، مناسب، نامناسب و بسیار نامناسب تولید شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که ۸/۴۳٪ (حدود ۱۸۰۴۰ هکتار) از مساحت کل شهر همدان در طبقه بسیار مناسب جهت توسعه شهری قرار دارد.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی، شهر همدان، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، توسعه پایدار شهری، ارزیابی اکولوژیکی.

۱- (نویسنده مسئول) j_negahdari@yahoo.com

مقدمه

شکل‌گیری شهرها به صورت امروزی با پیشرفت بشریت و نظام‌مند شدن جوامع همراه بود. یکی از مهم‌ترین انقلاب‌های بشریت ایجاد شهرها بود، که موجب دگرگونی در روابط متقابل انسان با محیط شده است. استفاده از سرزمین بدون در نظر گرفتن شرایط و ویژگی‌های جغرافیای، اقتصادی، اجتماعی، اقلیمی و اکولوژیکی، ناکارآمدی سیستمی را پیش می‌آورد. علاوه بر این، توسعه ناموزون شهرهای کشور در دهه‌های اخیر زمینه را برای تهیه طرح-های توسعه شهری فراهم کرده است. از طرفی، استفاده از سامانه‌های سنتی در برنامه‌ریزی و ارزیابی تغییرات توسعه‌ای شهری، باعث شده که همه معیارهای مؤثر در زمینه توسعه شهری در نتیجه‌گیری نهایی نقش نداشته باشند. بنابراین، استفاده از سامانه‌های نوین اطلاعاتی مکانی باعث شده که در کمترین زمان ممکن حجم انبوهی از اطلاعات ذخیره، مدیریت و پردازش شوند و دقت نتایج تا حد چشمگیری افزایش یابد. لازم به ذکر است که ارزیابی توان اکولوژیک، به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست–محیطی به منظور حصول به اصل توسعه پایدار است (Salehi, 2014). در این خصوص، استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) به منظور بهینه‌سازی نتایج و طراحی مدل در یک چارچوب مفهومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. توسعه پایدار عنصر سازمان دهنده‌ای است که موجب پایداری منابع تجدید ناپذیر می‌شود، منابع محدودی که برای زندگی نسل آینده بر روی کره زمین ضروری است (Farhodi et al., 2011). توسعه پایدار فرآیندی است که آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌شود که در آن شرایط زندگی و استفاده از منابع، بدون آسیب رساندن به یکپارچگی، زیبایی و ثبات نظام‌های حیاتی، نیازهای انسان را برطرف می‌سازد. با توجه به موارد مذکور، ارزیابی پتانسیل عوامل اکولوژیکی در شهر همدان با توجه به موقعیت فضایی شهر، بی‌ثباتی در کاربری‌های شهری، تراکم و جمعیت منطقه، یک امر ضروری است که در پژوهش حاضر به آن پرداخته شده است. به منظور بیان ضرورت انجام پژوهش حاضر، لازم است تا در ابتدا به توضیح ضرورت توسعه پایدار در توسعه شهری پرداخته شود و نقش آن در مدیریت برنامه‌ریزی شهری مورد بررسی قرار گیرد.

به طور یقین، ارزیابی دقیق توسعه شهری نیازمند بررسی دقیق داده‌ها و فاکتورهای موجود از مکان مورد نظر و استفاده از روش‌های جدید و سازگار با اطلاعات است. ارزیابی توسعه فیزیکی شهر در فرآیند برنامه‌ریزی شهر به صورت یک فعالیت چند منظوره است که توسط کارشناسان و مدیران شهری با هدف نمایش پتانسیل معیارهای مختلف و پیامدهای ناشی از توسعه کالبد شهر صورت می‌پذیرد. با اتخاذ رویکردهای نوین مکانی می‌توان جهت توسعه شهری را به سادگی پیش‌بینی و شناسایی کرد. با وجود مزایای سامانه‌های نوین، هنوز تغییر رویه از سنتی به فرآیندهای سیستمی و مدرن، فراگیر نشده است. با این حال، رویکرد مبتنی بر دانش و تجربیات ممکن است یک شیوه مناسب جهت تهیه اطلاعات مورد نیاز تجزیه و تحلیل رشد و توسعه شهری با تأکید بر پایداری نظام کنونی شهرها باشد. با توسعه شهرها و مطرح شدن اصل توسعه پایدار، توجه به اصل پایداری هر چه بیشتر مورد سؤال قرار می‌گیرد. مسائل و مشکلات موجود به ویژه در شهرها نشانگر عدم تحقق مشخصه‌های پایداری در آن‌ها است. یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار، اسکان پایدار و توسعه پایدار شهری است که به نظر می‌رسد درک مفهوم توسعه شهری پایدار و پی بردن به نقش برنامه‌ریزی شهری در ارتباط با آن، مستلزم توجه به اصول و ارکان توسعه پایدار

است. توسعه پایدار یک مفهوم گسترده در سطوح انتزاعی و ذهنی است (Nami & Aghataher, 2007). مفهوم اصلی توسعه پایدار شهری که توسط Peter Hall ارائه شده به این صورت است: "شکلی از توسعه امروزی است که توان توسعه مداوم شهرها و جوامع شهری نسل‌های آینده را تضمین نماید" (Hall, 1988). رشد روزافزون شهرها متأثر از رشد جمعیت و مهاجرت، منجر به ساخت و سازهای بدون برنامه و ایجاد تغییرات زیادی در ساختار فضایی به ویژه توسعه فیزیکی شهر در مکان‌های نامساعد طبیعی گشته است که هدایت آگاهانه و سازمان‌دهی اساسی را می‌طلبد (Nazarian et al., 2009). روش‌ها و رویکردهای استفاده شده توسط بخش خصوصی و عمومی، بر توزیع جمعیت و فعالیت‌ها در فضاهای با مقیاس‌های گوناگون اثر گذاشته است. تعریف آمایش سرزمین بدین صورت است: "منظور از آمایش سرزمین، رسیدن به مطلوب‌ترین توزیع ممکن جمعیت، توسط بهترین شکل توزیع فعالیت-های اقتصادی و اجتماعی در پهنه سرزمین است" (Baker and Lacosse, 1997). امری که در برنامه‌های توسعه ایران تاکنون به طور جدی به آن پرداخته نشده و یا لااقل نمودهای خود را نشان نداده است (Bidel et al., 2016). پایداری به عنوان وجه وصفی توسعه، وضعیتی است که در آن مطلوب بودن و امکانات موجود در طول زمان کاهش پیدا نمی‌کند و بر حمایت یا دوام بلند مدت دلالت می‌کند. پایداری در معنای وسیع خود به توانایی جامعه، اکوسیستم یا هر سیستم جاری برای تداوم کارکرد در آینده نامحدود اطلاق می‌شود، بدون اینکه به طور اجبار در نتیجه تحلیل رفتن منابعی که سیستم به آن‌ها وابسته است یا به دلیل تحمیل بار بیش از حد روی آن‌ها، به ضعف کشیده شود (Zahedi & Najafi, 2006). از طرفی، نمی‌توان توسعه شهرها را که از جنبه‌های ضروری برای ادامه حیات و فعالیت‌های انسان است، محدود ساخت. بلکه باید آن‌ها را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست نیز جلوگیری شود (Chen et al., 2000).

با توجه به اهمیت توسعه فیزیکی و کالبدی شهر در جوامع بشری، از آن به عنوان یکی از ملزومات برنامه‌ریزی شهری در راستای بهبود سطح کیفی زندگی و حفظ زندگی اجتماعی استفاده می‌شود. به طور کلی، مطالعات امکان-سنجی بر روی انتخاب سایت مناسب به منظور شناسایی جهت توسعه فیزیکی شهر تمرکز دارد. اهداف پژوهش حاضر عبارتند از:

- شناسایی عوامل اکولوژیکی مبتنی بر مکان در تحلیل و ارزیابی توسعه شهری همدان؛
- تهیه و تولید نقشه اثر هر عامل با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری و داده‌های کاربری اراضی؛
- وزن‌دهی عوامل مؤثر در ارزیابی عوامل اکولوژیک در توسعه پایدار شهری همدان؛
- اولویت‌بندی مکان‌های شناسایی شده مناسب جهت توسعه شهری؛
- ارزیابی و تحلیل نحوه توسعه پایدار و کالبدی شهری در مناطق مختلف با توجه به عوامل مشخص شده در محدوده منطقه مورد مطالعه؛
- طراحی یک مدل ارزیابی جهت هدایت برنامه‌ریزان و مدیران شهری در تصمیم‌گیری‌های کلان.

نتایج پژوهش حاضر می‌توانند به عنوان زیربنای مطالعات مربوط به کالبد شهری و مدیریت برنامه‌ریزی شهری، توسط شهرداری شهر همدان، فرمانداری و اداره استانداری همدان به عنوان دورنمایی از توسعه شهری، مورد استفاده قرار گیرند.

رویکرد نظری و مفهومی

با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی، مدیریت نظام‌های شهری به شدت دچار اختلال شده و دستگاه‌های سنتی دیگر راه‌گشای این مشکلات نبوده و برنامه‌ریزان و کارشناسان را مجبور به استفاده از سیستم‌های به روز کرده است. جهت کنترل حجم بالای اطلاعاتی و مدیریت صحیح و کارآمد مشکلات پیش آمده و همچنین تصمیم‌گیری برای آینده نیازمند پردازش حجم انبوهی از اطلاعات مکانی و غیرمکانی است. در حال حاضر یکی از بهترین شیوه‌های پایش و ارائه اطلاعات در میان مدیران، چارت‌ها و نقشه‌های مدل‌سازی شده است. این مسئله در رابطه با بررسی و ارزیابی توسعه پایدار شهری نیز صادق است. در این زمینه مهندسان از فرآیندهای تلفیق اطلاعاتی استفاده نموده تا الگویی به منظور مدل‌سازی مناسب توسعه شهری ارائه نمایند. مکان‌یابی و مکان گزینی یکی از پر کاربردترین تصمیم‌گیری‌های مکانی است که تحت تأثیر بسیاری از عوامل قرار دارد. هدف از مکان گزینی، یافتن مجموعه‌ای از گزینه‌های مکانی مناسب برای یک کاربرد خاص است. مسئله مکان گزینی یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است. روش‌های ارزیابی چندمعیاره، با ساده‌سازی تعریف راهبردهای تصمیم‌گیری و تسهیل پردازش مکانی می‌توانند در مسائل مختلف تصمیم‌گیری به شیوه‌های گوناگون مورد استفاده قرار بگیرند. مکان‌یابی از جمله تحلیل‌های مکانی است که موجب کاهش هزینه‌های ایجاد و راه‌اندازی فعالیت‌های اقتصادی مختلف می‌شود. لذا یکی از مراحل کلیدی در پروژه‌های اجرایی به شمار می‌رود. انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت در سطح شهر، یکی از تصمیمات پایدار برای انجام یک طرح گسترده است که نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف است. از آنجایی که مکان‌یابی نیاز به اطلاعات زیادی دارد و از اهمیت بالایی برخوردار است، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مکان‌های مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند صورت پذیرد (Negahdari et al., 2013). به طور کلی، مکان‌یابی فعالیتی است که استعدادهای فضایی و غیر فضایی یک سرزمین را شناسایی کرده و امکان انتخاب سایت مناسب برای کاربری خاصی را فراهم می‌آورد. برای انجام پژوهش حاضر از تلفیق سیستم اطلاعات مکانی و روش تصمیم-گیری چندمعیاره استفاده شد. با بهره‌گیری از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1])، نه تنها اطلاعات مکانی مربوطه، بلکه تحلیل‌های برنامه‌ریزی شده با قابلیت ارزیابی بالا تولید خواهند شد. بنابراین انتظار می‌رود معیارهای انتخابی از شاخص‌های دسترسی، دوری از ناملایمات، سهولت در اجرا و سهولت در بهره‌برداری پیروی کنند. براین اساس، معیارهای انتخاب شده بر اساس فاصله از آب‌های جاری سطحی (رودخانه‌ها)، دسترسی به راه‌های اصلی، فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی، نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر، مشخصات زمین‌شناسی منطقه، جنس

[1] analytical hierarchy process

خاک، شیب زمین، مشخصات اقلیمی (شرایط آب و هوا)، نوع کاربری اراضی، ارتفاع و جهت شیب دسته‌بندی شدند، که در ادامه به توضیح هر کدام به صورت مجزا پرداخته شده است.

فاصله از آب‌های جاری سطحی (رودخانه‌ها): فاصله از رودخانه‌ها هم به لحاظ حفظ یکپارچگی طبیعی و هم از جنبه کاهش مصرف آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از آلودگی منابع زیرزمینی مورد توجه قرار دارد. همچنین اگر منابع آب‌های سطحی به شهرها نزدیک باشند، توسط آلاینده‌های شهری، چهره نامناسبی به خود می‌گیرند. علاوه بر این، با توجه به نوسانات ارتفاعی این منبع آبی در اثر بارندگی در مقیاس‌های متفاوت امکان بروز بحران در اثر جاری شدن سیلاب‌ها از مجرای رودخانه‌ها وجود دارد. طبق نظر متخصصان، فواصل بین ۱۵ تا ۵۰ کیلومتری از رودخانه‌ها وضعیت مناسبی به منظور توسعه پایدار را دارا هستند (Jalali et al., 2016).

دسترسی به راه‌های اصلی: در نظام‌های شهری شبکه معابر و سامانه‌های حمل و نقل درون‌شهری تأثیرات مختلفی بر توسعه شهرها و اراضی می‌گذارند. در مجموع می‌توان گفت که شبکه‌های حمل و نقل نه تنها در جابه‌جایی کالا و مسافر مؤثر هستند، بلکه بر توسعه شهری نیز تأثیر می‌گذارند. راه‌ها، شریان‌های اقتصادی جهت توسعه منطقه هستند. هرچه منطقه شهری به راه‌ها نزدیک‌تر باشد از اهمیت بالاتری برخوردار است. نقل و انتقال، جابه‌جایی بار و محموله‌ها، ایجاد ارتباط میان کاربری‌های مختلف توسط راه‌های اصلی در شهر مهیا می‌گردد (Zangeneh, 2016).

فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی: ایران تعداد ۳٤ مورد زلزله مرگبار را در طول قرن گذشته تجربه کرده است. با این وجود، به علت ضعف در برنامه‌ریزی و بسیاری مسائل دیگر، یکی از پایین‌ترین کشورها از لحاظ سطح آمادگی در رویارویی با زلزله است (Nami & Aghataher, 2007). به طور کلی، یکی از مسائلی که همواره در مدل‌سازی‌های انجام شده توسط کارشناسان برنامه‌ریزی شهری نقش اساسی بازی می‌کند، وجود گسل‌ها است. هر جابه‌جایی گسل می‌تواند خسارات غیرقابل جبرانی را به بار آورد. این در حالی است که هدف اولیه و اساسی توسعه پایدار شهری، ایجاد شهری آرام و امن برای آیندگان است.

نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر: شهر همدان شهری در حال توسعه است که تغییرات توسعه‌ای آن ناشی از پارامترهای زیادی همچون تبدیل شدن آن به قطب صنعتی، جمعیتی، اقتصادی، گردشگری و دیگر موارد است. گسترش فیزیکی شهر اغلب خود را به صورت شهرک‌های جدید در اطراف شهر بروز می‌دهد و همواره گسترش شهری از حاشیه آن شروع می‌شود. به عبارتی دیگر، توسعه شهر به محوریت شهر کنونی و در اطراف آن صورت می‌پذیرد. این گسترش باید به گونه‌ای باشد که در طول هر دوره زمانی به صورت مرحله‌ای انجام شود. بنابراین، لزوم تهیه نقشه پتانسیل توسعه آینده شهری به محوریت شهر کنونی وجود دارد.

مشخصات زمین‌شناسی منطقه: سطح زمین در اثر توسعه شهرها، ایجاد بناها و احداث ساختمان‌ها، دچار تغییرات و دگرگونی‌هایی شده است. فرسایش خاک با انجام پروژه‌های ساختمانی تسریع یافته و با شدت بیشتری صورت می‌گیرد. بررسی‌های دقیق ژئومورفولوژی در نواحی شهری به منظور ارزیابی مساعد بودن زمین برای بناهای مختلف و سایر کاربری‌ها، هزینه ایجاد و ساخت را کاهش داده و همچنین از خسارات و خطرات احتمالی جلوگیری به عمل می‌آورد. یکی از عوامل طبیعی که طرح‌ریزی و ساخت شهری را متأثر می‌سازد، شرایط سازندهای سطحی و

زیرسطحی یک منطقه است. توزیع برون‌زدهای سنگی، عمق سنگ سخت، ضخامت مواد هوازده و مواد پوششی انتقالی عواملی هستند که در ارتباط با طراحی شهر و به طور خاص در ارتباط با مهندسی شهر هستند (Sepahi, 2006).

جنس خاک: یکی از مهم‌ترین مسائلی که بر اثر انتخاب نادرست و غیراستاندارد خاک مناسب جهت ساخت و ساز اتفاق می‌افتد، مسئله فرونشست زمین و فرسایش غیرمنتظره خاک است. اغلب، ارزیابی تناسب خاک برای کاربری‌های مختلف شهری در همه موارد یکسان است و نوع ساخت و ساز تغییر زیادی در شرایط کلی ایجاد نمی‌کند.

شیب زمین: در مناطقی که زمین دارای شیب باشد، طراحی کاربری‌ها و نحوه ارتباط این کاربری‌ها با یکدیگر سخت و پرهزینه می‌گردد، حمل و نقل دچار اختلال می‌شود و تابش آفتاب فقط در ساعاتی خاص از روز اتفاق می‌افتد، در نتیجه اتلاف انرژی بیشتر می‌گردد (Shikhi, 2018).

مشخصات اقلیمی (شرایط آب و هوا): در میان عوامل طبیعی، آب و هوا نقش مهمی را در فعالیت‌های انسانی دارد. مساعدت یا برودت آب و هوا بیش از سایر عوامل طبیعی در زمینه گسترش اماکن شهری مؤثر است. فشردگی اجتماعات انسانی در نواحی ویژه جغرافیایی، حاکی از اعتدال و مساعدت آن است. انواع آب و هوا و تغییرات سالیانه یا فصلی آن، انسان‌ها را در جهت ساخت و به وجود آوردن انواع فضای زیستی ملزم ساخته است. به عبارتی دیگر، ایجاد نقاط مسکونی مرتبط با نوع آب و هوای محیطی است که انسان در آن زندگی می‌کند.

نوع کاربری اراضی: توسعه شهر باید به‌گونه‌ای باشد که کمترین مداخله را به کاربری‌های مجاور شهر مانند، باغات، کشاورزی، صنعتی و غیره داشته باشد. به عبارت دیگر، با توسعه فیزیکی شهر، نباید از مساحت کاربری‌های مجاور کاسته و بر مساحت مناطق در حال توسعه شهری اضافه گردد. در این راستا، محققان طی بررسی‌های متفاوت عنوان داشتند که در زمینه تناسب کاربری‌های همسایه، زمین‌های کشاورزی باید با کمترین تغییرات مواجه شوند.

ارتفاع: مدل رقومی ارتفاعی یکی از مهم‌ترین لایه‌های اطلاعاتی برای انجام مطالعات مربوط به آمایش و برنامه‌ریزی منطقه‌ای است. این لایه اطلاعاتی را می‌توان یک نقشه رقومی دانست که تمامی اطلاعات مربوط به ارتفاعات منطقه را در خود جای داده است. به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا، دما ٦ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. این مورد می‌تواند در توجیه اصل "با کاهش ارتفاع از سطح دریا، اتلاف انرژی کاهش می‌یابد"، برقرار باشد. در این رابطه، هرچه ارتفاع منطقه پایین‌تر باشد، برای توسعه شهری مناسب‌تر است (Bahmanpoor & laghaei, 2014).

جهت شیب: این معیار شامل چهار جهت مکانی اصلی یعنی شمال، غرب، جنوب و شرق برای مناطق غیرهموار و فاقد شیب برای مناطق هموار است. جهت مکانی در میزان تابش دریافتی نور خورشید و همچنین تجمع برف و یخ در زمستان در جهت‌های با حداقل دریافت تابش نور خورشید تأثیر دارد، و به همین علت مورد توجه قرار می‌گیرد. برای تهیه نقشه جهت مکانی از ویژگی‌های منحنی‌های میزان بر روی نقشه توپوگرافی به همراه سایر اطلاعات موجود در نقشه استفاده می‌شود (Shikhi, 2018).

ساختار کلی این پژوهش در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این پژوهش، به منظور تعیین جهات مناسب توسعه شهری از تلفیق سامانه اطلاعات مکانی و روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. ابتدا بر اساس شواهد پژوهشی و

نظریات کارشناسی شده، معیارهای مورد نیاز انتخاب شدند. سپس با استفاده از امکانات سیستم اطلاعات مکانی، نقشه هریک از این معیارها تولید و فازی‌سازی شد. در ادامه با استفاده از نظر کارشناسان خبره، سوابق پژوهشی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، نقشه معیارها وزن‌دهی شد و این لایه‌ها با یکدیگر تلفیق شدند. پس از آن، مکان‌های مناسب بر اساس بهترین الگو طبقه‌بندی و شناسایی شدند.

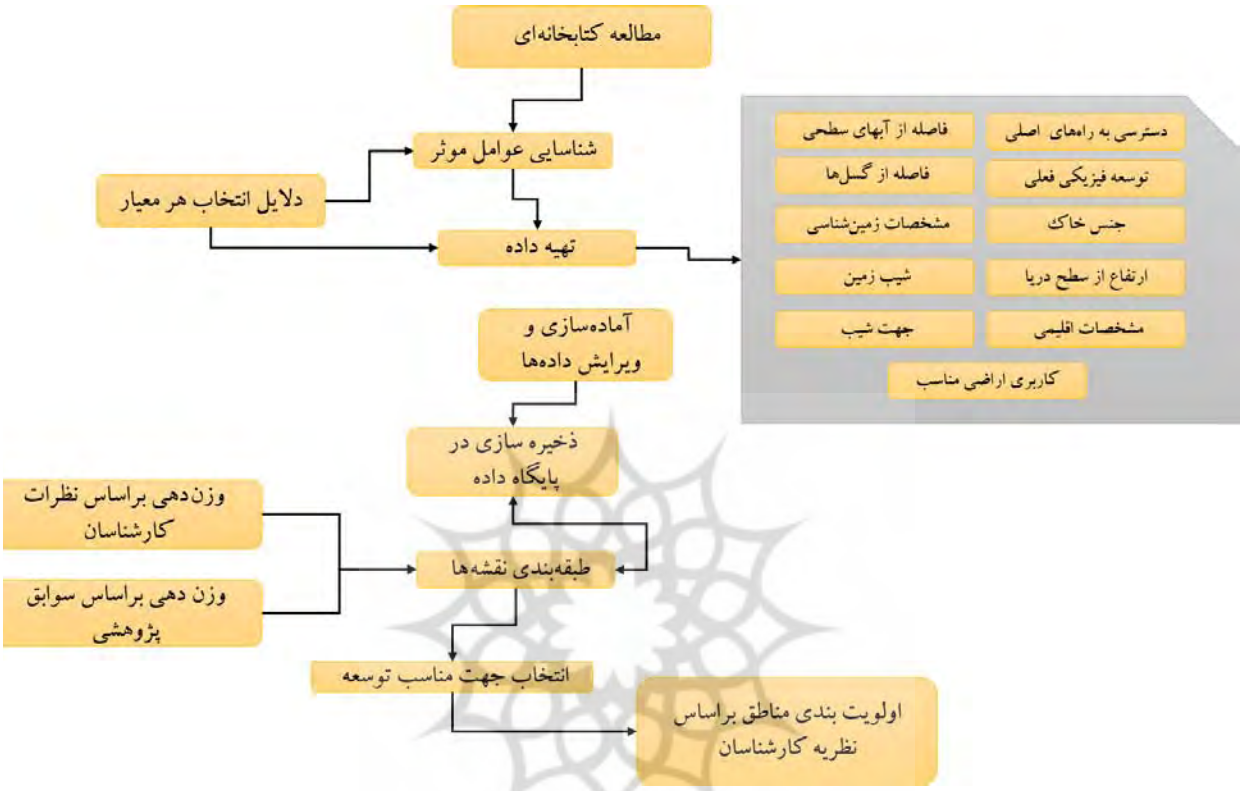

Figure (1) proposed model for ecological evaluation of Hamedan city sustainable urban development Source: (research findings)

منطقه مورد مطالعه

روش‌های ارائه شده در این پژوهش در شهر همدان پیاده‌سازی شدند. همدان یکی از کلان‌شهرهای ایران در منطقه غربی و کوهستانی ایران و مرکز استان همدان است (شکل ۲). این شهر در ارتفاع ۱۷٤۱ متری از سطح دریا و در دامنه کوه الوند که مهم‌ترین کوه استان است واقع شده است، و از شهرهای سردسیر ایران با آب و هوای سرد و کوهستانی به شمار می‌رود (Ashrafi et al., 2016). شهر همدان در ناحیه میانی استان و در گستره‌ای به مساحت ٤۰۸٤ کیلومترمربع معادل ۲۱ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد (شکل ۳). این شهر در محدوده مدار ٤۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳٤ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این شهر با ٦۵۱۸۲۱ نفر جمعیت در سرشماری سال ۱۳۹۵ در حدود ۳۷ درصد از جمعیت استان را به خود اختصاص داده است و چهاردهمین شهر پرجمعیت ایران به حساب می‌آید (Naghdi & Babaei, 2015). شهر همدان از نظر طبیعی در یک منطقه کوهستانی واقع شده است. سلسله جبال الوند در جنوب این شهر قرار گرفته است که ارتفاع بلندترین قله آن از سطح دریا ۳۵۸۰ متر است (Mahdavi, 1998). طراحی شهر همدان به صورت شعاعی انجام شده است، که منجر به ترافیک سنگین در مرکز شهر می‌شود. از لحاظ گردشگری، به علت دارا بودن جاذبه‌های تاریخی و

طبیعی، مکان‌های تفریحی و آب و هوای معتدل در نیمه گرم سال پذیرای تعداد زیادی گردشگر از سراسر کشور است.

تاریخچه سکونت اقوام بومی ایرانی در استان همدان به ۷۵۰۰ سال پیش برمی‌گردد. وجود آب و خاک حاصل‌خیز در پیدایش و توسعه سکونت‌گاه‌ها نقش تعیین کننده‌ای داشته است. تمامی روستاها در مجاورت منابع آبی شکل گرفته‌اند و شکل آن‌ها از نوع متمرکز است. در کنار آب مناسب، وجود خاک مناسب نیز بستری برای انجام فعالیت-های کشاورزی و اقتصادی فراهم کرده است. منابع درآمد جوامع اولیه در این منطقه حاصل از زراعت، باغداری، دامداری، صنایع دستی، حمل و نقل و کارهای خدماتی بوده است. با گذشت زمان و توسعه شهر همدان به دلیل موقعیت جغرافیایی آن و قرار گرفتن در مسیر راه ابریشم، که به عنوان شریان اصلی تجارت بین جوامع مختلف شناخته شده بود، رشد شهرستان همدان با سرعت بیشتری صورت گرفت. تقاضا برای حمل و نقل و کارهای خدماتی گسترش یافت و تغییراتی در جهت توسعه سریع شهری همدان ایجاد کرد. به دلیل عدم وجود برنامه‌ریزی و رشد سریع و پرشتاب شهر همدان، گسترش افقی و عمودی شهر شکل گرفت و توسعه شهری از حالت پایدار خارج شد. در سال ۱۳۰۷ هجری شمسی اولین طرح شهری کشور برای شهر همدان پیشنهاد شد و توسط مهندس شهرساز آلمانی به نام Karl Frisch تهیه و بین سال‌های ۱۳۰۹ الی ۱۳۱۲ پیاده‌سازی شد. در انجام این طرح به نتایج اجتماعی و اقتصادی حاصل از آن توجهی نشده بود و هدف از ساخت آن ایجاد شهری مشابه با نمونه‌های غربی بود (Karami et al., 2015).

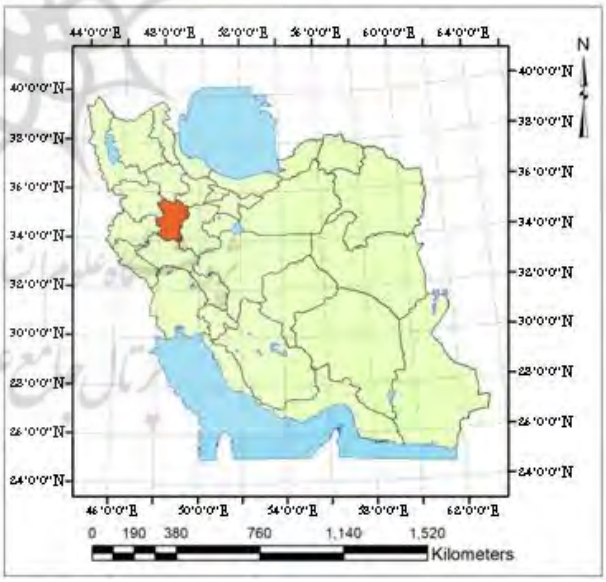

Figure (2) locating Hamedan province in the map of administrative divisions of Iran using ArcGIS software Source: (research findings)

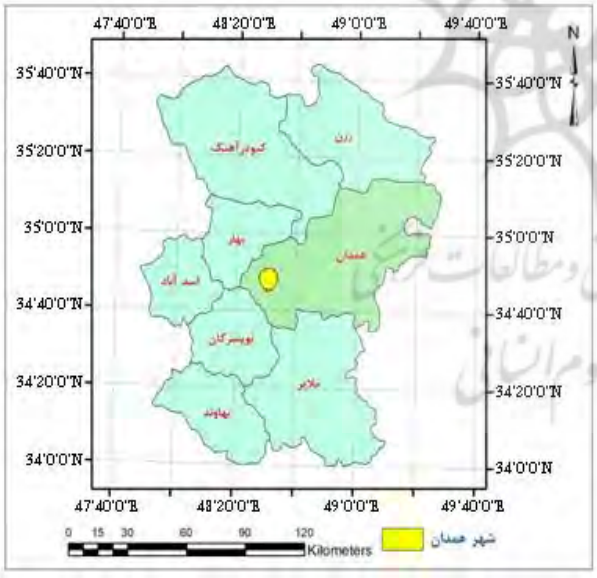

Figure (3) locating Hamedan city in the provincial map using ArcGIS software Source: (research findings)

پیاده‌سازی این طرح منجر به تخریب مراکز باستانی، مذهبی، اجتماعی و بخش‌هایی از بازار سنتی شهر و رانده شدن برخی از این مراکز به سمت حومه شهر شد. در سال ۱۳۵۲ طرح جامع شهری برای ۲۵ سال آینده برای شهرستان همدان به تصویب رسید تا با رعایت آن توسعه پایدار شهر همدان محقق شود. اما با تغییراتی که با مرور زمان در این طرح اعمال شد، کوی‌هایی در اطراف شهر همدان به وجود آمدند که منجر به ایجاد تمرکزهای جمعیتی در نقاط

مختلف این شهرستان شدند. رشد جمعیتی روستاهای مجاور و مهاجرت به شهر نیز یکی دیگر از عواملی است که منجر به افزایش جمعیت شهری همدان شد و شتاب توسعه شهری را در این منطقه افزایش داد (Karami et al., 2015). بنابراین ارائه طرحی جامع که منجر به بهبود شرایط توسعه شهری در شهر همدان شود به شدت احساس می‌شود.

توسعه اکولوژیکی شهر

طراحی واحدهای همسایگی و منطقه‌های شهری تجربه‌ای پیچیده بوده و برنامه‌ریزی اجتماعات پایدار منوط به تقویت شرایط اجتماعی شهروندان است. طراحی شهری همواره دارای بعد اجتماعی–سیاسی است. به عنوان یک جامعه جهانی در قرن ۲۱، انسان‌ها از شرایط یکدیگر در کشورهای دیگر آگاه و متأثر هستند. در کشورهای توسعه یافته، مردم در حال بازگشت به مراکز شهری هستند؛ با این وجود، در سرتاسر دنیا شهرهایی وجود دارند که با کاهش زندگی در مراکز مواجه هستند و باعث خالی شدن ساختمان‌های مسکونی، از رونق افتادن مغازه‌ها و افزایش بیکاری شده‌اند (Kenworthy, 2006). با در نظر گرفتن شرایط شهرهای مختلف، مشخص است که نشانه‌ها و علائم در این شهرها مشابه یکدیگر هستند. چاره این موضوع، تعریف مجدد هویتی[1] کالبدی مراکز این شهرها و انتساب نقش جدید برای هسته‌های شهری است. پیش از این، ویژگی‌های شهر و جامعه فرا–صنعتی این گونه تعریف شده است: مکان‌هایی هستند که افول شهری و کمبود سرمایه‌گذاری و در نتیجه نرخ بالای بیکاری و ساختمان‌های فرسوده در کنار رشد سریع شهری در نواحی حاشیه‌ای و پر رونق آن‌ها یافت می‌شود. هر دو شرایط افول و رشد در کنار هم در یک شهر قابل مشاهده هستند. علت این مسئله اغلب نبود یک برنامه راهبردی در مواجهه با تغییرات جمعیتی و ساختارهای اقتصادی است. بین سال‌های ۱۸۹۰ تا ۱۹۲۵ محققی به نام Patrick Geddes بیش از همه در مورد مفاهیم اکولوژی شهری به تحقیق و نظریه‌پردازی پرداخته است (Collins et al., 2000). در این دوره، نظریات مربوط به هماهنگی و وابستگی بین شهر و ناحیه در شهر و استفاده از زمین‌های شهری مورد توجه قرار گرفت. عقاید Geddess در زمینه لزوم هماهنگی زندگی اجتماعی در شهرها به شدت نظر صاحبان نظر در حوزه شهری را به خود جلب کرد و جنبه‌های مختلف اکولوژی شهری بیش از پیش اعتبار یافت. دنباله مطالعات Geddess به وسیله محققین دیگر ادامه می‌یابد و مسیرهای تازه‌ای در مطالعات شهری و اکولوژی شهری نشان داده می‌شود. اکولوژی شهری پیش شرطی است که شهرها بتوانند محیطی متناسب برای زندگی شهروندان خود عرضه نمایند و پیشرفت-های فناوری فقط بتوانند همراه با اکولوژی در خدمت شهر قرار گیرند. این مهم امروزه در شهرهای بزرگ و ثروتمند دنیا که قادر به تأمین هزینه‌های آن هستند، پس از آزمایش‌های متعدد به مرحله عمل در آمده است (Movahed et al., 2016). شهر اکولوژیکی شهری است پایدار که می‌تواند به ساکنین یک زندگی معنی‌دار بدهد، بدون اینکه پایگاه اکولوژیکی که بر روی آن اتکا دارد را تخریب کند. آینده شهرهای ما تنها به یافتن راه حل‌های فنی در مورد کارآمدی انرژی و جابه‌جایی محدود نمی‌شود. فقر و نابرابری اجتماعی باید در هر چشم‌انداز پایدار معطوف به آینده لحاظ گردند. برای مثال، موقعیت‌های کاری افراد، وسایل آموزشی کافی، بهداشت، خانه‌های ارزان قیمت و برابری

[1] Identity

در دسترسی به موقعیت‌های شغلی و حمل و نقل تضمین شوند. در این پژوهش سعی بر آن است تا با بررسی پارامترهای مختلف محیطی و جغرافیایی، مناطق مناسبی به منظور توسعه شهر همدان ارائه شوند تا به کمک آن توسعه اکولوژی شهر همدان تضمین شود.

یافته‌های پژوهش

شاخص‌های همپوشانی

در اولین مرحله از توسعه فرآیند مکان‌یابی، نیاز است تا شاخص‌های همپوشانی تعریف شوند. این شاخص‌ها برای هر معیار و لایه متفاوت است و بر اساس ماهیت همان معیار تعریف می‌گردند. با مطالعه پژوهش‌های انجام شده در بستر تناسب‌سنجی جهات مناسب توسعه پایدار شهری و همچنین اتخاذ نظر کارشناسان و خبرگان در این زمینه، می‌توان بهینه‌ترین شاخص‌ها را برای هر کدام از معیارهای موجود در این پژوهش معرفی نمود (جدول ۱).

Table 1. overlapping indices for the introduced criteria

ردیف	نام معیار	شاخص همپوشانی تعریف‌شده
۱	فاصله از آب‌های جاری سطحی	تا فاصله ۱۰۰۰ متری مناسب و هرچه فاصله کمتر شود، ارزش معیار کاسته می‌شود.
۲	دسترسی به راه‌های اصلی	تا فاصله ۱۵۰۰ متری مناسب و هرچه فاصله بیشتر شود، ارزش معیار کاسته می‌شود.
۳	فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی	تا فاصله ۳۰۰۰ متری بسیار نامناسب و هر چه فاصله بیشتر شود، به مراتب بهتر می‌شود.
٤	نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر	هر چه فاصله کمتر باشد، مناسب‌تر و هرچه فاصله افزایش یابد، از ارزش آن کاسته می‌شود.
٥	مشخصات زمین‌شناسی منطقه	واحدهایی از زمین که شدت زلزله را کاهش می‌دهند مناسب‌ترین هستند.
٦	جنس خاک	خاک‌هایی با جنس سخت و مقاوم، مناسب‌تر هستند.
۷	شیب	شیب کمتر از ٥ درصد بسیار مناسب و هرچه شیب افزایش یابد، از ارزش آن کم می‌شود.
۸	ارتفاع	هرچه ارتفاع پایین‌تر باشد، مناسب‌تر است.
۹	جهت شیب	جهت شرق مناسب‌ترین جهت است.
۱۰	مشخصات اقلیمی	هرچه رطوبت منطقه بیشتر باشد، مناسب‌تر است.
۱۱	کاربری اراضی مناسب	کاربری‌های کشاورزی و عوارض آبی نامناسب‌ترین و کاربری بایر مناسب‌ترین است.

Source: (research findings)

طبقه‌بندی معیارها بر اساس شاخص‌های تعریف‌شده

طبقه‌بندی و دسته‌بندی اطلاعات در GIS یکی از روش‌هایی است که امکان نمایش اطلاعات عوارض را بر اساس صفات و خصوصیات مختلف امکان‌پذیر می‌سازد. جهت طبقه‌بندی اطلاعات در نرم‌افزار ArcGIS روش‌های مختلفی وجود دارد. پس از آنکه فاصله اقلیدسی و شاخص‌های همپوشانی برای هر معیار تعریف شد، باید نقشه‌های اقلیدسی طبقه‌بندی شوند. هنگام انتقال اطلاعات از فضای برداری به پیکسلی، اطلاعات در کلاس‌های مختلفی قرار می‌گیرند که به صورت خودکار انتخاب شده‌اند. با توجه به نیازهای این پژوهش لازم است تا این کلاس‌ها تغییر یابند و شاخص‌های تعریف شده به معیارها الحاق شوند. در این رابطه، از تابع کلاس‌بندی[1] استفاده شد. هر کدام از معیارهای مورد استفاده به نه کلاس بین ۱ (نامناسب برای توسعه شهری) تا ۹ (مناسب برای توسعه شهری) طبقه-بندی و فازی‌سازی شدند (شکل‌های ٤ الی ١٤). در پژوهش حاضر، جهت طبقه‌بندی نقشه‌ها با توجه به شاخص-های تهیه شده، از روش Manual استفاده شده است. از این روش زمانی استفاده می‌شود که استاندارد یا دستورالعمل

[1] Classification

خاصی جهت طبقه‌بندی داده‌ها وجود داشته باشد در این روش، کاربر می‌تواند معیارهای مدنظر خود را وارد نموده و اطلاعات پیش فرض را تغییر دهد.

امتیازدهی و طبقه‌بندی معیار جهت شیب بر اساس میزان آفتاب‌گیر بودن منطقه و همچنین امکان زهکشی رواناب-های سطحی در محل پس از بارش‌ها انجام می‌شود (شکل ٤). طبقه‌بندی معیار آب و هوای منطقه بر اساس نقشه-های هواشناسی انجام می‌شود (شکل ٥). امتیازدهی به معیار ارتفاع بر اساس نقشه‌های توپوگرافی منطقه صورت می-پذیرد (شکل ٦). برای تهیه نقشه معیار فاصله از توسعه فیزیکی از دستور Buffer در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد که در آن فاصله از مرکز شهر ملاک عمل قرار می‌گیرد (شکل ٧). برای معیار فاصله از گسل‌ها نیز همانند معیار قبل به تعریف محدوده اثر به مرکزیت گسل‌های موجود پرداخته شد (شکل ٨). به منظور طبقه‌بندی به معیار مشخصات زمین‌شناسی از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ موجود از منطقه استفاده شد (شکل ٩). امتیازدهی در نقشه کاربری اراضی بر اساس نوع کاربری زمین و تناسب آن با گسترش شهری تعریف می‌شود (شکل ١٠). در طبقه‌بندی معیار فاصله از رودخانه‌ها (شکل ١١) و دسترسی به راه‌های اصلی (شکل ١٢) نیز یک محدوده تأثیر در نظر گرفته می‌شود که با فاصله از رودخانه رابطه مستقیم و با فاصله از راه‌های اصلی رابطه عکس دارد. شیب منطقه معیار دیگری است که در امتیازدهی تأثیر عکس دارد؛ به عبارتی دیگر، با افزایش شیب منطقه، امتیاز آن منطقه در توسعه شهری کاهش می‌یابد (شکل ١٣). امتیازدهی در معیار جنس خاک بر اساس میزان استحکام آن صورت می‌پذیرد و خاک‌های سست دارای امتیاز کمتری نسبت به خاک‌های مقاوم و پایدار هستند (شکل ١٤).

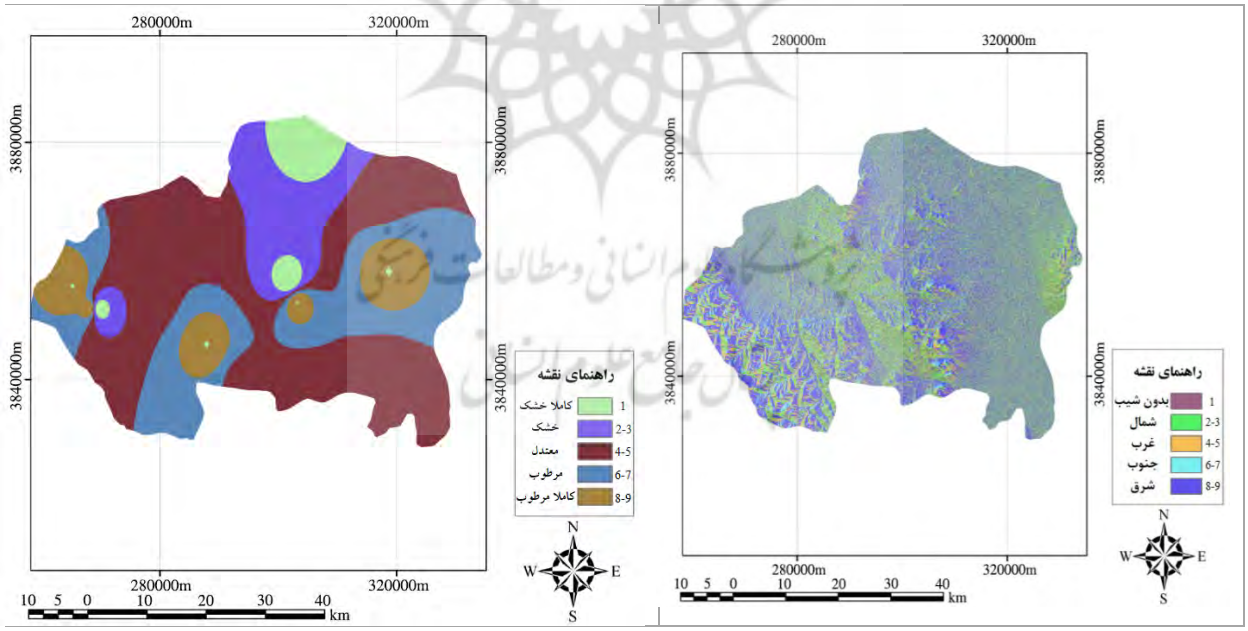

Figure (4) aspect of the study area Source: (research findings)

Figure (5) climatic map of the study area Source: (research findings)

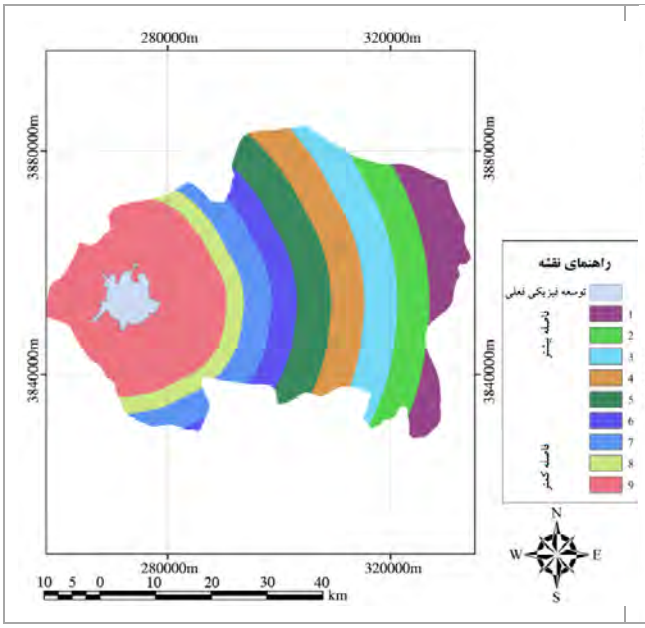

Figure (7) buffer map of distance from physical development Source: (research findings)

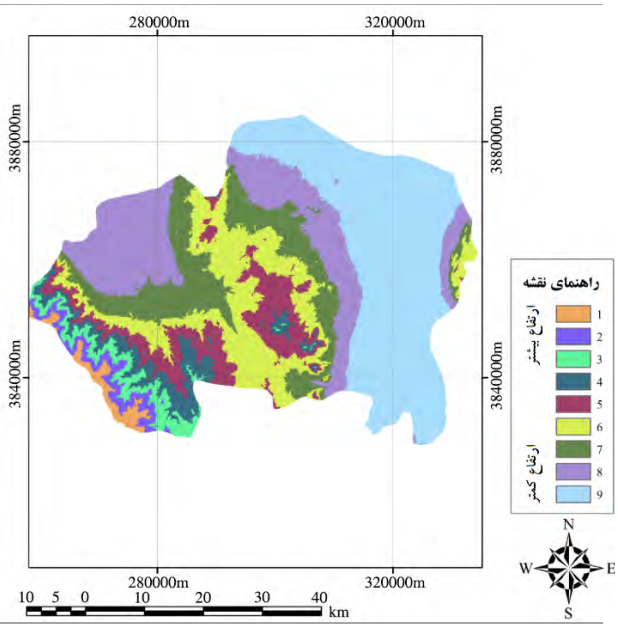

Figure (6) altitude of the study area Source: (research findings)

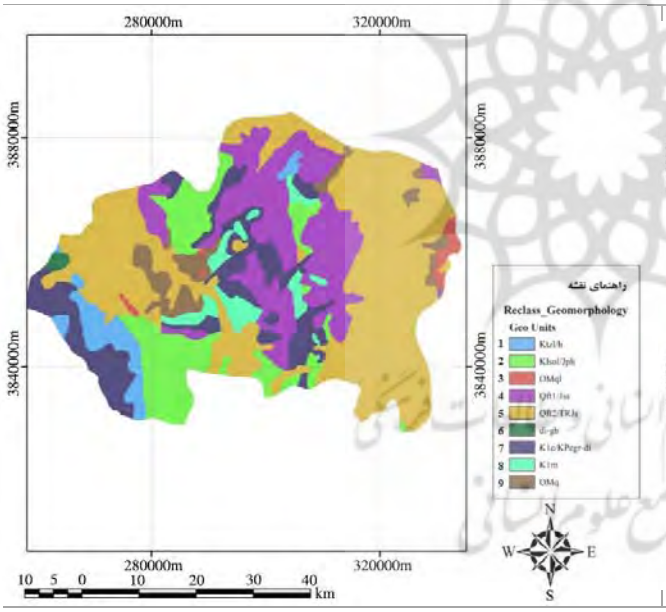

Figure (9) geological map of the study area Source: (research findings)

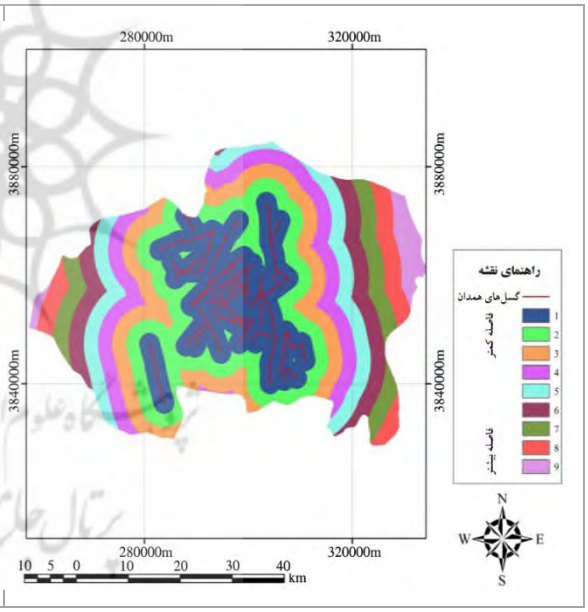

Figure (8) buffer map of distance from faults in the study area Source: (research findings)

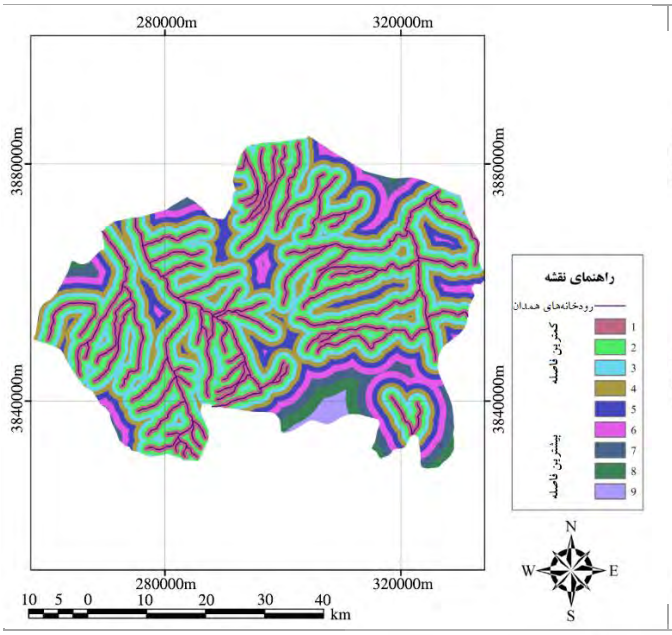

Figure (11) buffer map of distance from rivers in the study area Source: (research findings)

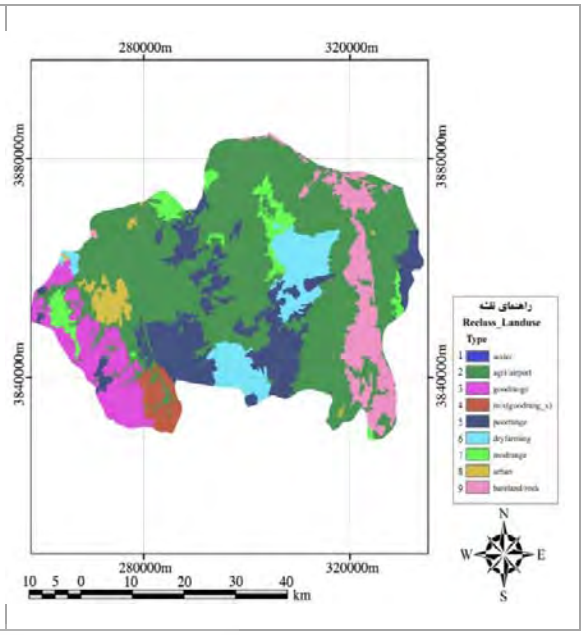

Figure (10) land use of the study area Source: (research findings)

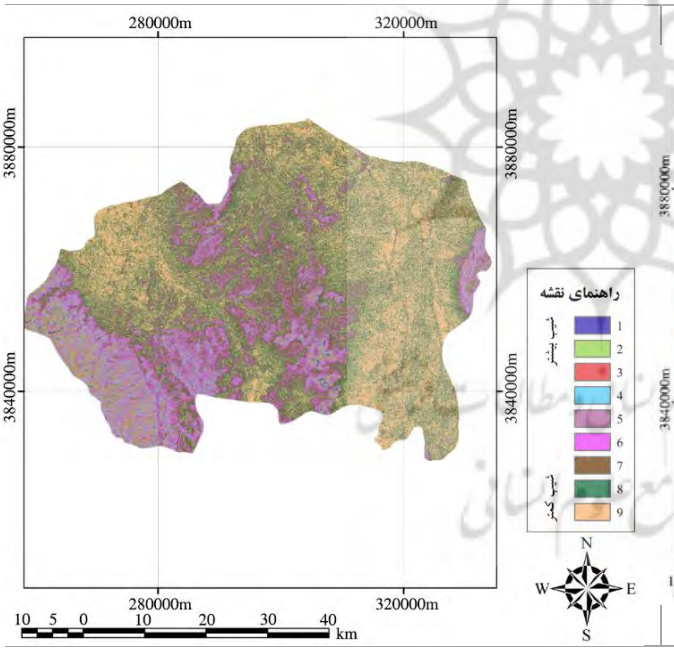

Figure (13) slope of the study area Source: (research findings)

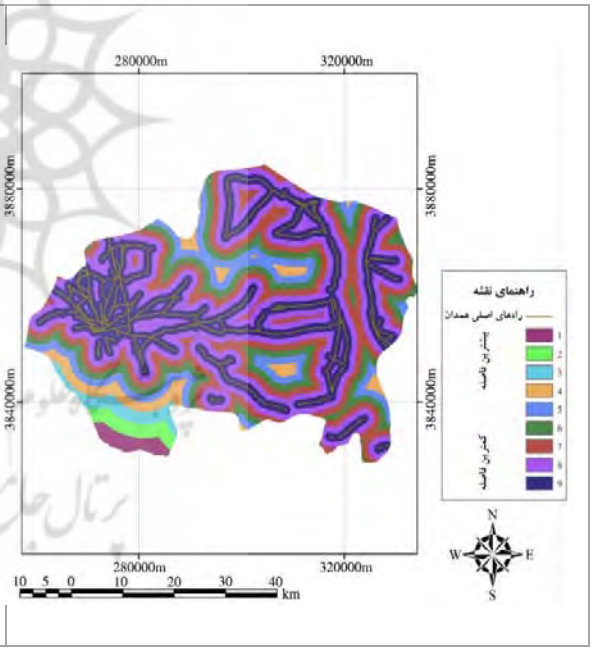

Figure (12) buffer map of distance from main roads Source: (research findings)

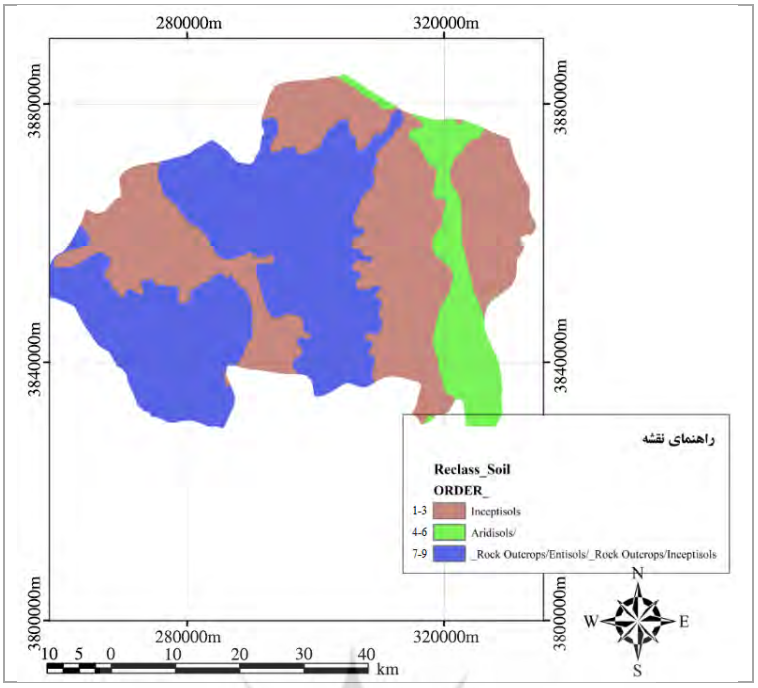

Figure (14) soil type of the study area Source: (research findings)

جهت تولید وزن معیارهای انتخابی به منظور ارزیابی تناسب جهات توسعه پایدار شهری همدان، از نظرات خبرگان و کارشناسان در این زمینه استفاده شد. بدین منظور، با قرار دادن فرم نظرسنجی در اختیار کارشناسان خبره، نمرات اهمیت معیارها تهیه شدند. سپس با تهیه میانگین از فرم‌ها و انتقال این نمرات در نرم‌افزار Expert Choice، وزن‌های همپوشانی به دست آمدند که میزان اهمیت هر معیار در تعیین منطقه یا مناطق مناسب جهت توسعه پایدار شهری همدان را نشان می‌دهند و مجموع آن‌ها برابر با ۱ است (شکل ۱۵). هر چه مقدار وزن همپوشانی برای یک معیار بیشتر باشد، به معنای تأثیر بیشتر آن معیار در تعیین منطقه مناسب برای توسعه پایدار است و بالعکس. با توجه به شکل ۱۵، مهم‌ترین معیار در توسعه پایدار شهر همدان، نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر و کم اهمیت‌ترین معیار، ارتفاع است. پس از انتقال نمرات کارشناسان خبره به نرم‌افزار و تولید وزن معیارها، مقدار عدم قطعیت نمرات ۰/۰۲ به دست آمد.

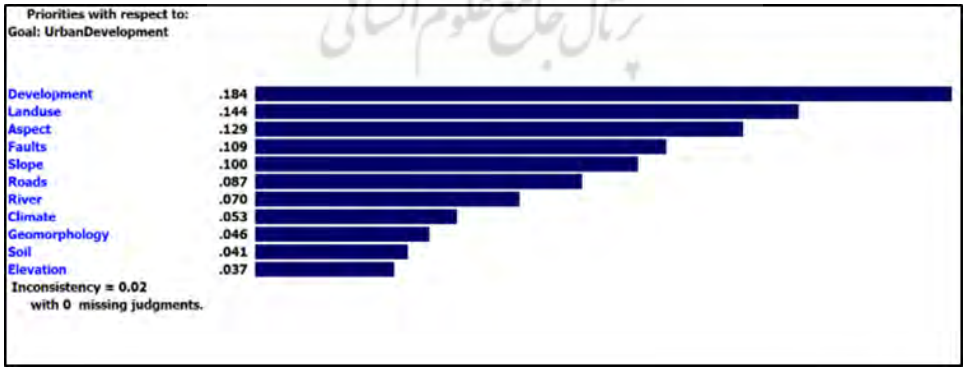

Figure (15) weights produced in Expert Choice software Source: (research findings)

ارزیابی تناسب مناطق مختلف توسعه شهری

در ادامه، تمام لایه‌های موضوعی توسعه داده شده که از مجموعه داده‌های مختلف تهیه شدند، در محیط سیستم اطلاعات مکانی با یکدیگر تلفیق خواهند شد. در این پژوهش، یازده لایه موضوعی (توسعه فیزیکی کنونی، کاربری

اراضی، جهت شیب، شیب، ارتفاع، دسترسی به راه‌های اصلی، فاصله از رودخانه‌ها، آب و هوای منطقه، مشخصات زمین‌شناسی، فاصله از گسل‌های منطقه و جنس خاک) به منظور انجام همپوشانی مورد استفاده قرار گرفتند. هر لایه اطلاعاتی شامل نه مقدار مختلف است که از ۱ (کاملاً مغایر با مفاهیم توسعه پایدار) تا ۹ (کاملاً در راستای توسعه پایدار) تقسیم شده‌اند. به منظور انجام همپوشانی عوامل بر اساس وزن‌های تولید شده در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، از دستور "weighted overlay" استفاده شد. نقشه آسیب‌پذیری سیلاب جهت انجام تحلیل‌ها و ارزیابی‌های محیطی در فضای "model builder" و در چهار دسته پتانسیل پایین در توسعه پایدار، پتانسیل نسبتاً پایین در توسعه پایدار، پتانسیل نسبتاً بالا در توسعه پایدار و پتانسیل بالا در توسعه پایدار، تولید شد (شکل ۱۶). به کمک چهار دسته ذکر شده، مناطق مناسب برای توسعه پایدار شهر همدان شناسایی و اولویت‌بندی می‌شوند. اولویت در توسعه شهری با مناطقی است که دارای پتانسیل بالا در توسعه پایدار باشند که توضیحات بیشتر در مورد این دسته در ادامه ارائه می‌شوند.

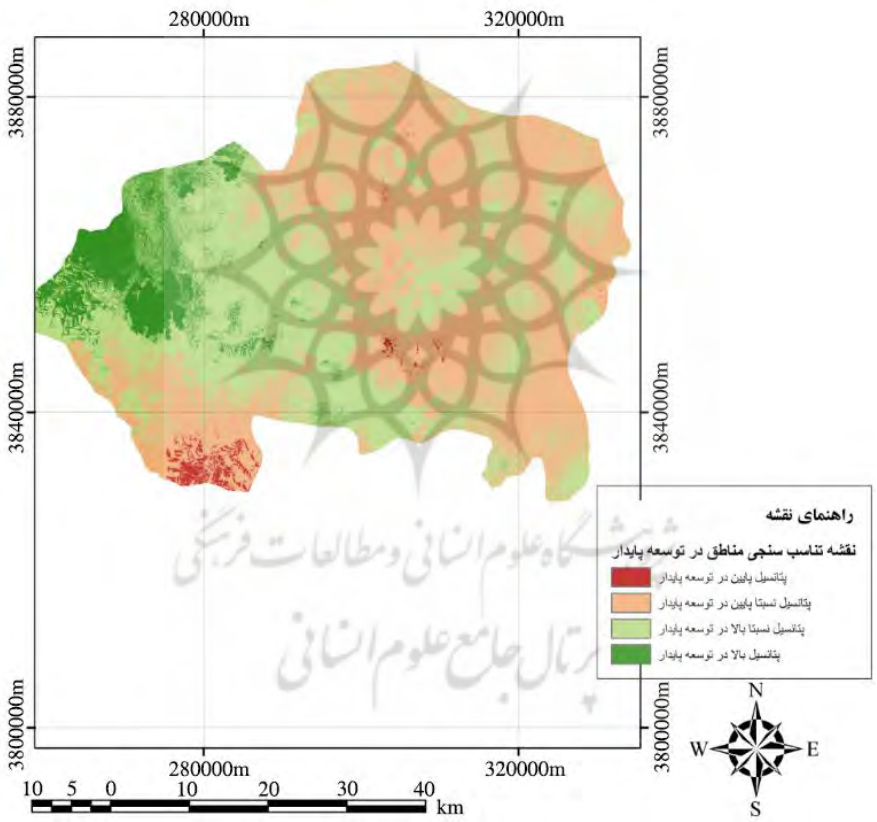

Figure (16) sustainable urban development evaluation map Source: (research findings)

اولویت‌بندی مناطق

پس از ترکیب نقشه‌ها، مناطق با پتانسیل بالا در توسعه پایدار که مساحتی در حدود ۲۳۲۵۶ هکتار دارند، توسط نرم-افزار ArcGIS شناسایی شدند. همان طور که از نقشه تناسب سنجی مناطق شهرستان همدان (شکل ۱۶) پیداست، تراکم خوشه‌بندی مناطق با پتانسیل بالا در قسمت شمال غربی و غرب شهرستان واقع شده است. لذا با توجه به نیاز پژوهش، لازم است تا مناطق شناسایی شده نیز به طور مجدد بر حسب مساحت طبقه‌بندی و اولویت‌بندی گردند تا آینده بلند مدت در توسعه پایدار را تضمین نمایند. از آنجا که این مناطق گسسته هستند و در فواصل زیادی از

یکدیگر واقع شده‌اند، لازم است تا هر منطقه پیوسته به عنوان یک منطقه مناسب جهت توسعه شهری در نظر گرفته شود. از عملگر نزدیک‌ترین همسایگی برای شناسایی مناطق پیوسته و با پتانسیل بالا استفاده شد. در این خصوص، محققین مناطق با پتانسیل بالای توسعه پایدار را از کمینه تا بیشینه مساحت، در ۵ سایت مختلف با مساحت‌های ۱۰۲، ۲۰۹، ۷۵۶، ۸۰۸ و ۱۶۱۶۵ هکتار طبقه‌بندی کردند (شکل ۱۷). این مناطق مناسب‌ترین و ایده‌آل‌ترین شرایط را برای توسعه شهری در شهرستان دارا هستند. به عبارتی دیگر، پنج منطقه نامبرده شده را می‌توان به عنوان بهترین گزینه‌ها برای ایجاد ساخت و سازهای شهری پایدار در شهر همدان در نظر گرفت. با توسعه شهری در مناطق ذکر شده، نه تنها به مشکلات موجود در حوزه توسعه پایدار شهر همدان افزوده نمی‌شود، بلکه منجر به توسعه اصولی در جهت کاهش هزینه‌ها و مشکلات موجود می‌شود. توجه به این مهم منجر به دستیابی به شهری امن و آرام و به دور از دغدغه‌های حاصل از توسعه ناموزون در مکان‌های نامساعد طبیعی شده که باعث بهبود شرایط توسعه فعلی می-شود.

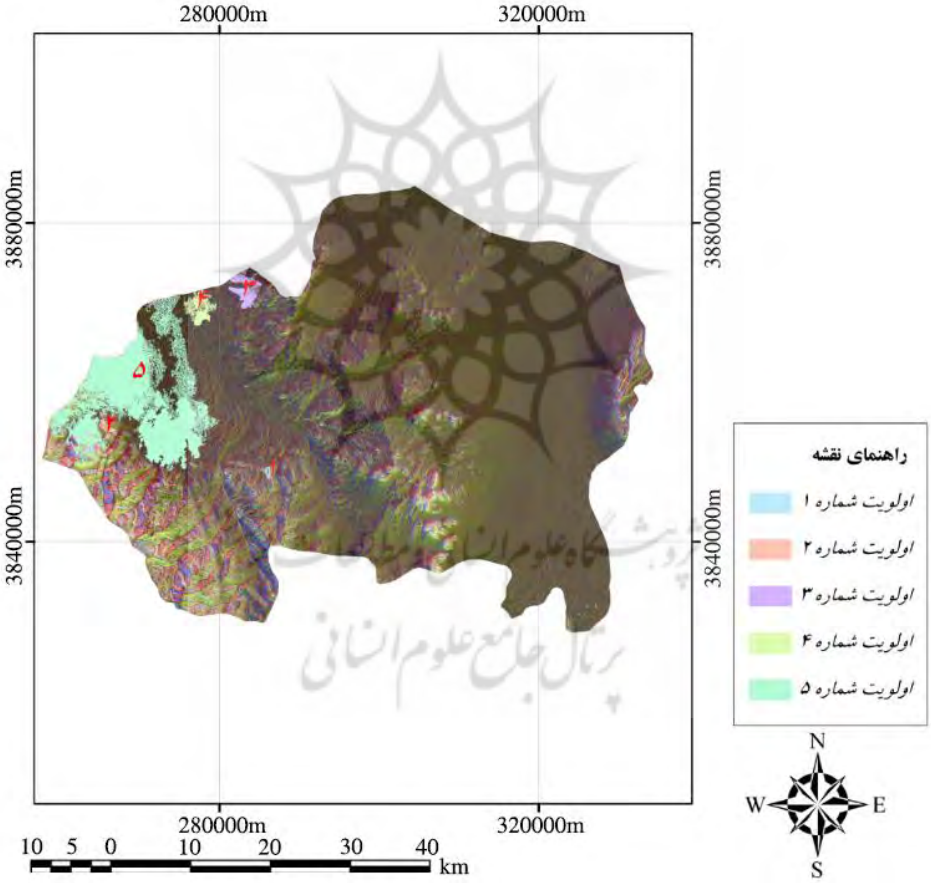

Figure (17) Prioritized regions regarding area, from smallest to biggest Source: (research findings)

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه نیافته و جهان سوم به علت دور بودن از مبانی علمی شهرسازی و به دلیل توسعه فیزیکی شهر در مکان‌های نامساعد، باعث به وجود آمدن مشکلات زیادی در محله‌های شهری شده‌اند، که نتیجه آن خسارات مادی و معنوی و اتلاف سرمایه‌ها است. توسعه اصولی شهرها بر مبنای قواعد علمی و با توجه به مفهوم توسعه پایدار، موجب کاهش پیامدهای منفی زیست‌محیطی و اجتماعی می‌شود. با استفاده از توسعه پایدار در

فرآیند توسعه شهری، از وقوع بسیاری از مشکلات محیطی، اجتماعی و اقتصادی جلوگیری می‌شود و امکان دستیابی به آینده سالم‌تر فراهم می‌شود. ساختار امروزی شهرها به مرور زمان و بر اساس نیاز جوامع شکل گرفته است که خالی از اشکال نیستند. تغییرات ساختاری برای تعدیل ایرادات به وجود آمده ناشی از توسعه غیراصولی شهرها لازم است تا به پایداری اکولوژیکی برسند. در سطح شهر همدان نیز مشکلات متعددی در توسعه شهری مطرح هستند و اجازه توسعه شهری را نمی‌دهند. بنابراین، می‌توان گفت که مهم‌ترین عامل در توسعه پایدار شهری، توجه به عوامل اکولوژیکی است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی توان توسعه شهری در شهر همدان انجام شد. شهر همدان از نظر موقعیت جغرافیایی و اکولوژیکی ویژه‌ای که دارد، به یکی از شهرهای در حال توسعه سریع ایران تبدیل شده است. این ویژگی در حال توسعه بودن همدان از جمعیت ساکن و جمعیت مهاجری که بر اساس نیازهای اقتصادی و اجتماعی از دیگر شهرها نقل مکان نموده‌اند، به وجود آمده است. افزایش جمعیت شهرنشین باعث می‌شود تا بهره-کشی از زمین شهری خارج از توان اکولوژیکی آن انجام شود. از طرفی دیگر، حجم بالای گردشگران در طول سال و تدابیر اقتصادی و تفریحی برای این گردشگران، یکی دیگر از علل توسعه سریع و ناپایدار شهرستان همدان است. بنابراین، با این سرعت تغییرات فیزیکی، یکی از مهم‌ترین چالش‌های برنامه‌ریزان و مدیران شهری، ایجاد یک طرح کلی و چشم‌انداز موفق از فرآیند توسعه پایدار شهری است. از طرفی دیگر، توجه نکردن به مسئله توسعه پایدار، می‌تواند در بروز مشکلات قانونی در ساخت مسکن و ایجاد مناطق نامناسب و با چهره ناسالم نقش داشته باشد.

هدف از مطالعه حاضر، تناسب‌سنجی اراضی به منظور شناسایی جهات توسعه پایدار با بررسی عوامل اکولوژیکی به کمک معیارهایی مانند، توسعه فیزیکی کنونی شهر، نوع کاربری اراضی، جهت شیب، مقدار شیب، ارتفاع، دسترسی به راه‌های اصلی، فاصله از رودخانه‌ها، شرایط آب و هوای منطقه، مشخصات زمین‌شناسی، فاصله از گسل‌های موجود در منطقه و جنس خاک است. در این پژوهش، به منظور دستیابی به نتایج بهینه، از تلفیق سیستم اطلاعات مکانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. انتخاب هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی فوق بر اساس میزان اهمیت آن با توجه به نظر کارشناسان خبره صورت گرفته است. هر معیار، به میزان ضریب وزنی که به خود می‌گیرد می-تواند در تعیین جهت مناسب برای توسعه شهری مؤثر باشد. معیارها بر اساس میزان اهمیت به همراه ضریب وزن آن‌ها به صورت نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر (۰/۱۸٤)، نوع کاربری اراضی (۰/۱٤٤)، جهت شیب (۰/۱۲۹)، فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی (۰/۱۰۹)، شیب زمین (۰/۱۰۰)، دسترسی به راه‌های اصلی (۰/۸۷)، فاصله از رودخانه‌ها (۰/۷۰)، شرایط آب و هوا (۰/۵۳)، مشخصات زمین‌شناسی منطقه (۰/٤٦)، جنس خاک (۰/٤۱) و ارتفاع (۰/۳۷) طبقه‌بندی می‌شوند.

هر چقدر منطقه‌ای به محل توسعه فیزیکی فعلی شهر نزدیک‌تر باشد، آن منطقه دارای توان بیشتری برای توسعه شهری خواهد بود. زیرا امکانات و زیرساخت‌های توسعه شهری تا حدودی فراهم هستند و تأمین آن‌ها هزینه کمتری در بر خواهد داشت. توجه به نوع کاربری اراضی از آن جهت حائز اهمیت است، که در ساخت و سازهای شهری باید کمترین آسیب به محیط زیست وارد شود و از تخریب پوشش‌های گیاهی تا حد ممکن جلوگیری شود. در نتیجه، بهترین نوع کاربری اراضی جهت توسعه شهری زمین‌های بایر و بدترین نوع آن کاربری کشاورزی و

عوارض آبی مانند دریاچه‌ها هستند. توجه به جهت شیب در توسعه شهری همدان از آن جهت حائز اهمیت است، که همدان شهری سردسیر است و بارش برف در طول فصل زمستان در مناطقی که رو به جهت آفتاب نیستند ممکن است تا مدت طولانی بر روی زمین باقی بماند. بنابراین، انتخاب منطقه‌ای که جهت شیب آن رو به سمت آفتاب باشد می‌تواند از مشکلات بعدی مانند یخزدگی معابر و هزینه بالای گرمایش جلوگیری کند. جهت شیب از نوع شرقی بهترین نوع در این زمینه خواهد بود و زمین‌های فاقد شیب و یا دارای جهت شیب در راستای شمال بدترین انواع خواهند بود. دلیل پایین بودن امتیاز برای این معیار در زمین‌های فاقد شیب، هزینه بالای اجرای زهکش‌های مناسب جهت تنقیه و تخلیه بارش‌های سطحی از منطقه است. در مورد فاصله از گسل (اصلی یا فرعی) هم مشخص است که هر چه این فاصله بیشتر باشد، با معیارهای توسعه شهری سازگاری بیشتری دارد و عواقب و مخاطرات کمتری برای اهالی مناطق شهری توسعه یافته در بر خواهد داشت. همان‌طور که ذکر شد، ایجاد ساخت و ساز در شهر همدان بر روی زمین دارای شیب امری ضروری است، ولی این شیب باید تا حد ممکن کمینه باشد. با افزایش مقدار شیب، هزینه حمل و نقل و انتقال تأسیسات و زیرساخت‌های مناسب به منطقه دشوارتر می‌شود. بهترین موارد از لحاظ معیار شیب زمین، مناطقی با شیب کمتر از ۵ درصد هستند. از دیگر معیارهای مؤثر در توسعه شهری مجاورت آن با راه‌های اصلی است. رونق اقتصادی و سهولت در حمل و نقل، مواردی هستند که مجاورت مناطق شهری با راه‌های اصلی برای منطقه به ارمغان می‌آورند. در مورد معیار آب‌های جاری سطحی هم می‌توان با توجه به خطرات مرتبط با طغیان رودخانه‌ها و آلوده شدن آن‌ها توسط آلاینده‌های شهری و کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی، حضور آن‌ها را برای توسعه شهری به عنوان عامل بازدارنده در نظر گرفت. بنابراین تا حد ممکن باید از گسترش شهر در جهت آب‌های جاری سطحی جلوگیری و ممانعت به عمل آورد. معیار بعدی که در توسعه شهری مؤثر است، شرایط اقلیمی و مساعدت شرایط آب و هوا است. هر چه میزان رطوبت هوا در منطقه‌ای بیشتر باشد، تغییرات دمایی کاهش می‌یابد. برودت هوای شهر همدان در مناطق خشک و فاقد رطوبت به بیشترین مقدار خود می‌رسد. در نتیجه، توسعه شهری در شهر همدان باید به سمت مناطقی باشد که دارای بیشترین میزان رطوبت موجود در هوا هستند. در رابطه با مشخصات زمین‌شناسی منطقه نیز می‌توان این گونه عنوان کرد که فرسایش خاک با توسعه شهری افزایش می‌یابد و نوع سازندها نیز در این مهم دخیل است. در نتیجه، مناطقی برای توسعه شهری مناسب‌تر هستند که فرسایش خاک در سازندهای آن به کندی صورت می‌پذیرد. معیار بعدی که در توسعه شهری مؤثر است، جنس خاک است. هر چه منطقه دارای خاک مقاوم‌تر و سخت‌تر و دارای بافت سنگی باشد، گسترش شهر در آن از امنیت بالاتری برخوردار است و هزینه مقاوم‌سازی سازه‌ها تا حد ممکن کاهش می‌یابند. در مقابل آن، اگر جنس سطح زمین سست و از جنس خاک نرم باشد، هزینه‌های مقاوم‌سازی نیز به هزینه‌های ساخت و ساز افزوده می‌شوند. آخرین معیار ارتفاع است که با افزایش آن هزینه‌های گرمایش و نگهداری از تأسیسات زیربنایی افزایش می‌یابد. زیرا با افزایش ارتفاع منطقه از سطح دریا، دمای آن منطقه کاهش می‌یابد. کاهش دمای منطقه در شهری مانند همدان که شهری سردسیر است هزینه‌های مضاعفی برای تأمین گرمایش ایجاد خواهد کرد که مغایر با مفهوم توسعه پایدار شهری است.

به هر کدام از یازده معیار ذکر شده بر اساس ضریب وزن، مقداردهی مناسب از بین اعداد ۱ (بسیار نامناسب) الی ۹ (کاملاً مناسب) صورت گرفت. برای معیارهایی که امکان فازی‌سازی آن‌ها به نه دسته وجود نداشت، تعداد دسته‌ها بر اساس تعداد تقسیمات در نظر گرفته شده برای آن معیار تعیین شد و امتیازدهی به تعداد تقسیمات انجام شد. در مدل ایجاد شده در این پژوهش، پس از طبقه‌بندی معیارها براساس شاخص‌های تعریف شده و همپوشانی معیارها، نقشه پتانسیل سنجی جهات مساعد توسعه پایدار شهری در چهار طبقه، با پتانسیل پایین، با پتانسیل نسبتاً پایین، با پتانسیل نسبتاً بالا و با پتانسیل بالا تهیه شد. پس از آن برحسب بیشترین مساحت، پنج سایت برتر با مساحت‌های به ترتیب ۱۰۲، ۲۰۹، ۷۵۶، ۸۰۸ و ۱۶۱۶۵ هکتار، به منظور مناطق مناسب جهت توسعه پایدار شهری انتخاب و اولویت‌بندی شدند. برای انجام این مهم، از ساخت یک پایگاه داده در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. هر کدام از معیارها به صورت یک لایه به این پایگاه داده افزوده شدند و به هر لایه بر اساس میزان اهمیت آن وزن‌دهی شد. با توجه به یافته‌های این پژوهش، به علت وجود شرایط بسیار مساعد محیطی معیارها در قسمت شمال غربی و غرب شهر همدان، سایت‌های برتر موجود در این محدوده دارای پتانسیل بالا در توسعه پایدار شهری هستند. این نتایج نشان می‌دهند که ۸/۴۳ درصد از مساحت کل شهر همدان، معادل با تقریباً ۱۸۰۴۰ هکتار، در طبقه بسیار مناسب جهت توسعه شهری (با پتانسیل بالا) قرار دارد. لذا، نیاز است تا برنامه‌ریزی‌های مناسب جهت توسعه شهری در راستای مناطق پیشنهادی انجام شود تا توسعه پایدار شهری در آینده برای شهر همدان محقق شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، و معرفی پنج سایت پیشنهادی به منظور اجرای توسعه پایدار شهری و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس میزان بهینه بودن هر کدام، می‌توان از بین موارد پیشنهادی بهترین گزینه(ها) در جهت توسعه پایدار شهری را برای شهر همدان انتخاب نمود. مزایای گسترش شهری در سایت‌های پیشنهادی عبارتند از: کاهش هزینه‌های حمل و نقل، پایین بودن هزینه تأمین زیرساخت‌ها، صرفه‌جویی در مصرف سوخت به منظور ایجاد گرمایش، شرایط آب و هوای مساعد، کمترین مخاطرات طبیعی و بیشترین توجه به حفظ محیط زیست، که همگی در راستای توسعه شهری پایدار هستند. تعداد معیارهای در نظر گرفته شده در این پژوهش یازده مورد هستند که مهم‌ترین آن‌ها بر اساس اولویت در توسعه پایدار شهری هستند؛ با این حال، می‌توان از معیارهای جدیدی نیز در راستای بهبود نتایج کمک گرفت. با توجه به اینکه توسعه پایدار تنها شامل شرایط محیطی و منطقه‌ای نیست، می‌توان جنبه‌های مختلف دیگری از توسعه پایدار را به صورت لایه‌های اطلاعاتی جدید در مطالعات و پژوهش‌های بعدی وارد نمود. به عنوان مثال، می‌توان با وارد کردن اطلاعات توزیع جمعیتی به عنوان یک لایه اطلاعاتی جدید، تراکم جمعیتی را تعدیل کرد و دستیابی به بهترین توزیع جمعیتی را نیز در کنار بقیه معیارها مورد ارزیابی قرار داد. در نتیجه، از این پژوهش می‌توان به عنوان سنگ بنای پژوهش‌های بعدی که در این زمینه انجام خواهند شد، بهره گرفت. حتی می‌توان با استفاده از الگوریتم‌ها و روش‌های جدید در تحلیل داده‌های مکانی و تحلیل سلسله مراتبی به نتایج بهتری دست پیدا کرد، و دقت مکان‌یابی به منظور توسعه شهری را افزایش داد. در ادامه، خلاصه‌ای از مواردی که با اجرای آن‌ها امکان دستیابی به نتایج بهتر فراهم می‌شود پیشنهاد شده‌اند، که می‌توان از آن‌ها در مطالعات آینده استفاده نمود.

پیشنهادها

پس از انجام پژوهش حاضر جهت استفاده در مطالعات آینده، و به منظور اثر بخشی بیشتر نتایج پژوهش، پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شوند:

- ✓ وارد ساختن دیگر جنبه‌های توسعه پایدار همانند جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و موارد دیگر در تولید نتایج دقیق‌تر و کارآمدتر؛
- ✓ استفاده از معیارهای بیشتر به منظور بهینه‌سازی نتایج؛
- ✓ استفاده تلفیقی از الگوریتم‌های فرا ابتکاری؛
- ✓ استفاده از توابع تاپسیس و هندسه بولین در تحلیل سلسله مراتبی؛
- ✓ بررسی جزء به جزء مناطق با پتانسیل بالا و انجام فازی‌سازی با تعداد دسته‌های بیشتر از نه مورد.

References

Ashrafi, F., Abasi, M., Raofi, S. and Sarafrazian, H.R., 2016. "The evaluation of the impact of the destructive factors on the archeological site in order to protect them using Geographic information system", First National Conference on Information Technology Engineering, Tehran, Surveying engineering faculty of K.N. Toosi University of Technology. [In Persian]

Bahmanpoor, H. and Laghaei, H., 2014. "The evaluation of the ecological power of land in order to sustainable tourism development using integration of geographic information system (GIS) layering overlay method (IO) (case study: Shahrood city)", Sustainable development and environment, 1(2), 71-87. [In Persian]

Baker, THW. and Lacasse, M.A., 1997. "Innovations in urban infrastructure", APWA'97 international public works congress, 1-8.

Bidel, H., Aleshykh, A.A., Khorasani, N. and Hajizadeh, A., 2016. "Study on the change of use and modeling of urban development using Cellular Stomatology and Genetic Algorithm in Mashhad", Quarterly Journal of Environmental Science and Technology, 20(2), 159-174. [In Persian]

Chen, Sh., Zeng, Sh. and Xe, Ch., 2000. "Remote Sensing and GIS for Urban Growth Analysis in China", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 66(5), 593-598.

Collins, J.P., Kinzig, A., Grimm, N.B., Fagan, W.F., Hope, D., Wu, J. and Borer, E.T., 2000. "A new urban ecology: modeling human communities as integral parts of ecosystems poses special problems for the development and testing of ecological theory", American scientist, 88(5), 416-425.

Farhodi, R., Rahnamaei, M. and Timori, I., 2011. "Measuring the Sustainable Development of Urban Neighborhoods Using Fuzzy Logic and Spatial Information System (Case Study: District 17 of Tehran Municipality)", 43(3), 89-111. [In Persian]

Hall, P., 1988. "Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design in the twentieth century", Oxford: Blackwell Publishers, 313-318.

Jalali, M., Moghimi, E., Jafarpoor, Z. and Kardoani, P., 2016. "The effects of physical expansion and urban application change on the river's privacy, (case study: The dry river in Shiraz)", Journal of Human Geographic Research, 48(3), 591-602. [In Persian]

Karami, S., Fakhrayee, A. and Karami, S., 2015. "Studying the effect of accessibility and vitality on urban space efficiency in Iran, (case-study: Hamadan city)", International journal of architecture and urban development, 5(1), 33-40.

Kenworthy, J.R., 2006. "The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development", Environment and urbanization, 18(1), 67-85.

Mahdavi, M, 1998. "An overview of the spatial location of Hamadan", Journal of Spatial Research, 34(0), Successive No. 1424. [In Persian]

Movahed, S., Laghaei, H. and Habib, F., 2016. “Ecological Park Design; A Stage for Environmental Sustainability in Cities (Case Study: Southwest height of Mashhad)”, Urban Design and Management Special Issue, 4(3), 203-221. [In Persian]

Naghdi, A. and Babaei, H., 2015. “A Review on Indexes and Parameters of Urban Life Quality (Case Study of Hamadan City)”, Journal of Urban Management Studies, 7(23), 1-14. [In Persian]

Nami, M. and Aghataher, R., 2007. “Management of earthquake crisis, Urban Environment Priority”, Sepehr Scientific Journal of Geographic Information Journal, 64(16), 11-18. [In Persian]

Nazarian, A., Karimi, B. and Roshani, A., 2009. “Evaluation of physical development of Shiraz city with emphasis on natural factors”, Zagros Spatial Planning Quarterly, 1(1), 5-18. [In Persian]

Negahdari, J., Rangzan, K., Ghobadi, M.H., Asefpour Vakilian, A., 2013. “Pathway routing between Hamdan and Markazi based on environmental geology using remote sensing and geographical information systems”, Geospatial Engineering Journal (GEJ), 4(1), 15-26. [In Persian]

Salehi, M., 2014. “The importance of the spatial information system and measuring the sustainable development of the city”, the second international conference on environment, energy and biotechnology, Tehran, Higher Education Institute of Mehr Arvand, a group promoting environmental lovers in cooperation with the country's biological defense base, 3(1), 105-108. [In Persian]

Sepahi, A., 2006. “The exact study of the morphology and chemistry of garnet crystals and the suggestion of new subcategories for them: data from polytheism schist, hornfels and applets of Hamedan region”, Journal of Iranian Science and Technology A, 31(3), 281-289. [In Persian]

Shikhi, H., 2018. “Analysis of Environmental Abilities for Urban Development (Case Study: Ilam City)”, Human Geographic Research, 50(1), 127-144. [In Persian]

Zahedi, S. and Najafi, GH., 2006. “Conceptual expansion of sustainable development” 10(4), 43-76.

Zangeneh, M., 2016. “Assessing and analyzing the hazards and passive defense strategies in the Alborz province network using the method ihwp and swat”, Sepehr Scientific Journal, 25(98), 113-128. [In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی