

سنجش توان زیست محیطی جهت رشد و توسعه کالبدی و محدوده پیرامونی شهر سبزوار با استفاده از منطق IHWP

هاشم داداش‌پور^{۱*}، هادی رضایی‌راد^۲، زینب السادات مطهری^۳

^۱دانشیار گروه طراحی و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

^۲دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

^۳کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده هنر و معماری تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۳۰

چکیده

بستر طبیعی سکونت‌گاه‌ها اعم از شهرها و روستاها از ویژگی‌های متنوعی برخوردارند، که با ایجاد امکانات و یا محدودیت‌هایی برای توسعه مشخص می‌شوند. از این رو، سنجش توان زیست محیطی جهت رشد و توسعه کالبدی شهر به معنای عینیت بخشیدن به قابلیت بالقوه سرزمین، ضرورت پیدا می‌کند. هر چند محیط طبیعی و انسان‌ساخت محدودیت‌هایی را در رشد و توسعه جامعه انسانی به وجود آورده است، اما با توجه به نتیجه برهم‌کنش امکانات و محدودیت‌های توسعه موجود است که جهات توسعه کالبدی، جمعیتی و حوزه نفوذ سکونت‌گاهها تعیین می‌گردد. تحلیل کمی و همدید ویژگی‌های محیطی می‌تواند یکی از روش‌های تشخیص جهت توسعه کالبدی شهر و شناسایی پهنه‌های خطر و تهدید باشد، که بر ابعاد گوناگون حیات آتی شهر، تاثیر بسزایی دارد. هدف از این پژوهش، سنجش توان زیست محیطی جهت رشد و توسعه کالبدی و محدوده پیرامونی شهر سبزوار است، که با استفاده از منطق تحلیل سلسله مراتبی معکوس در غالب دو مدل به شناسایی آسیب‌پذیری محیطی و قابلیت‌سنجی اراضی پرداخته است. در انتها خروجی‌های دو مدل و مقایسه فضایی آنها با استفاده از GIS صورت گرفته که از طریق آنها موانع و فرصت‌های توسعه کالبدی پایدار در منطقه شهری سبزوار شناسایی شده است. نتایج پژوهش حاکی از این است که شرق محدوده شهر با توجه به سنجش آسیب‌پذیری و قابلیت‌سنجی اراضی بهینه‌ترین فرصت جهت توسعه کالبدی را شکل می‌دهد. همچنین در منطقه جنوب شهر هر چند به لحاظ آسیب‌پذیری محیطی وضعیت بهینه‌ای دارد اما، قابلیت زراعی آن باعث شده به‌عنوان فرصت توسعه مطرح نگردد. بنابراین با توجه به محدودیت‌های مذکور جهت گسترش کالبدی محدوده غرب شهر پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری محیطی، قابلیت‌سنجی اراضی، توسعه کالبدی شهر، روش سلسله مراتبی معکوس (IHWP).

مقدمه

جمله زمین‌های کشاورزی و جنگلی مجاور را جذب نموده و دچار تغییر می‌کند (MC Pherson et al., 1994:15) و تاثیر منفی بر تنوع زیستی منطقه می‌گذارد (Kloor, 1999:34). الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری سرزمین، باعث پیدایش بحران‌های زیست‌محیطی از جمله تخریب و آلودگی منابع آب و خاک، پیش‌روی رو به گسترش بیابان‌ها، فرسایش خاک، شور و اسیدی شدن آن، کاهش تنوع زیستی، استعداد و قابلیت بهره‌وری سرزمین گردیده است. با خروج از مدار توسعه پایدار، فعالیت‌های تولیدی نه تنها نسل‌های آینده، بلکه نسل

ویژگی عصر ما شهرنشین شدن جمعیت، افزایش جمعیت شهرها و در پی آن، توسعه کالبدی شهرهای کوچک و بزرگ است (گیلبرت و گاگلر، ۱۳۷۵: ۷). به طوری که جمعیت شهری دنیا در هر سال ۵۵ میلیون نفر افزایش می‌یابد و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۰ میلادی جمعیت شهری دنیا به ۷۵ درصد کل جمعیت دنیا برسد (کنعانی و بابازاده، ۱۳۹۰: ۵۴). این نوع رشد شهری و توسعه کالبدی، بخش وسیعی از مرغوب‌ترین و مناسب‌ترین اراضی بلافصل شهرها، از

ترکیب همزمان هر دو لایه موانع و فرصت‌های توسعه کالبدی شهر سبزوار مشخص گردیده و جهت توسعه آتی شهر پیشنهاد می‌گردد.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که توجه خاص و ویژه‌ای را طلب می‌نماید توجه به ملاحظات گوناگون توسعه کالبدی شهر و تأثیری که این توسعه بر استفاده بهینه از زمین و به حداقل رساندن اثرپذیری از مخاطرات طبیعی که گریبانگیر شهرهاست دارد. پیرامون مفهوم توسعه کالبدی شهری می‌توان این امر را به عنوان مفهومی فضایی به معنی تغییرات در کاربری زمین و سطوح تراکم، جهت رفع نیازهای ساکنان شهر در زمینه مسکن، حمل و نقل، اوقات فراغت و .. تعریف کرد. توسعه کالبدی شهر، فرآیندی اجتناب‌ناپذیر ناشی از عوامل و آثار متعدد است و یکی از پیامدهای اصلی آن، توسعه شهر در جهات و نقاط مختلف است (جوادیان کوتنایی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۵۸). نکته مهم این است که برای مدیریت و برنامه‌ریزی این نوع توسعه کالبدی، علاوه بر سنجش آسیب‌پذیری محیط شهری می‌بایست به ارزیابی توان زیست محیطی شهر هم پرداخته شود. به عبارت دیگر، رشد و توسعه کالبدی شهرها باید با در نظر گرفتن پهنه‌های خطرپذیر و آسیب‌پذیر و از سوی دیگر قابلیت‌سنجی و کاربری زمین هماهنگ باشد، تا به بهترین وجه پاسخگوی نسل‌های آتی و برآورده‌کننده نیازهای شهری باشد (شیخ‌حسینی، ۱۳۸۰: ۲۳). ارزیابی توان زیست محیطی شهر عبارت است از تعیین قدرت بالقوه یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین و از آنجا که در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی محیط، حفظ تعادل زیست محیطی بر اساس ارزیابی توان زیست محیطی سرزمین مورد توجه قرار می‌گیرد، چنین روندی به عنوان شیوه‌ای مناسب در بهره‌برداری و مدیریت سرزمین تلقی می‌گردد (توکل، ۱۳۷۶: ۶۲). این ارزیابی به معنای عینیت بخشیدن به قابلیت بالقوه سرزمین در قالب کاربری‌های انجام‌پذیر، پیشنهادی در منطقه شهری می‌باشد (امیدواری و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۴).

فعالی را نیز به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهند (میردادی اخوان و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۴۳). از این رو، لزوم رعایت نکات آینده‌نگری و ترسیم سیمای آینده توسعه، گرایش‌ها را در زمینه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری عقلانی از منابع، توان و پتانسیل مناطق سوق می‌دهد (همان: ۲۴۴). بنابراین توسعه و حفظ توان زیست‌محیطی زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین، به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن استفاده گردد. بر این اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است. در غیر این صورت، استفاده از قابلیت‌های سرزمین و توسعه کالبدی شهر به سمتی پیش خواهد رفت، که محدودیت‌های محیطی و زیست محیطی مانع از استمرار فعالیت‌ها شده و در عمل بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت. بنابراین، مهم است که بر استعدادهای مختلف چشم‌اندازها تمرکز گردد زیرا؛ در این زمینه اشتباه در کاربری زمین، می‌تواند منابع یک منطقه را به خطر بیندازد (نوری زمان آبادی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۴).

هدف از این پژوهش، سنجش توان زیست محیطی شهر جهت توسعه کالبدی پایدار به کمک روش تحلیل چند متغیره تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و بر اساس تلفیق مدل‌های فازی و سلسله مراتبی است، زیرا تخمین آسیب‌پذیری و قابلیت‌سنجی اراضی توسط ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده و محاسبه میزان آنها با استفاده از مدل بولین به معیارها اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را نمی‌دهد. بر این مبنا، برای مدل‌سازی پهنه‌های خطر و آسیب‌پذیر و همچنین سنجش قابلیت اراضی، شهر سبزوار، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. میزان آسیب‌پذیری بر اساس سه عامل اصلی خطرپذیری طبیعی (زمین‌لرزه، سیل و فرسایش) برای محدوده مطالعه مدل‌سازی شده است. همچنین در ادامه سنجش قابلیت اراضی به منظور توسعه کالبدی نیز در سه جنبه فعالیت و سکونت، کشاورزی (زراعی)، مرتع (جنگلداری) صورت گرفته است. در نهایت، با توجه به خروجی‌های دو مدل آسیب‌پذیری و قابلیت اراضی و

نامناسب و استفاده‌های نابجا از قابلیت‌های سرزمین بسیار موثر عمل کرده است (مخدوم، مجید، ۱۳۷۲؛ حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰). از جمله مطالعات انجام شده در داخل کشور، مقاله انجام شده توسط قرخلو و همکاران است که در سال ۱۳۸۸ به ارزیابی توان زیست محیطی منطقه قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی دست زدند. نتایج پژوهش نشان داد مسیر توسعه با جهت پیشنهادی توسعه در این پژوهش منطبق نیست. بنابراین، از آنجایی که منطقه، توان مناسب توسعه شهری را محدود به مناطق اندک داراست و لازم است از توسعه بی‌رویه شهری در جهات مختلف شهر قزوین جلوگیری شود. میرکتولی و کنعانی در سال ۱۳۹۰ ارزیابی توان زیست محیطی کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چند معیاری MCDM و GIS را برای شهرستان ساری انجام دادند. نتایج حاکی از آن است که از مجموع مساحت شهرستان ساری که در ۱۹۶۵ واحد زیست محیطی شناسایی شده است، نزدیک به ۳۰٪ به کاربری نامناسب توسعه شهری اختصاص دارد. در حال حاضر، پراکنش فضایی مراکز جمعیتی شهرستان بیشتر در کاربری مناسب و متوسط قرار دارد که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به شیب کم، بافت خوب خاک، شرایط زهکشی مناسب و شرایط اقلیمی مساعد اشاره کرد. همچنین نقدی و همکاران در سال ۱۳۹۰ پژوهشی در مورد ارزیابی توان زیست محیطی اراضی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را برای اراضی پیرامونی شهر تبریز انجام دادند و نتایج حاکی از آن است که توان زیست محیطی اراضی حاشیه شهر تبریز جهت توسعه پایدار شهری در ۶ طبقه با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به دست آمده است. عزیزیان و همکاران در سال ۱۳۹۲ در مقاله ارزیابی توان زیست محیطی حاشیه شهر تبریز به منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE طی رویکرد ارزیابی چندمعیاره با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، به ارزیابی توان زیست محیطی حاشیه شهر تبریز برای توسعه کالبدی بر پایه مشاهدات محیطی (طبیعی و انسانی به تعداد ۱۲

تعیین توان زیست‌محیطی، نیازمند دسترسی به اطلاعات مکانی و توصیفی مختلفی است. در گذشته این کار به صورت دستی انجام می‌گرفت، اما امروزه با پیشرفت فناوری در سیستم اطلاعات جغرافیایی، این مطالعات به سادگی قابل اجراست. سامانه اطلاعات جغرافیایی توانایی دارد که واحدهای زیست محیطی را بر اساس امتیازات کسب شده با دامنه دلخواه طبقه‌بندی کرده و نقشه نهایی کاربری را تولید نماید. اهمیت ارزیابی توان زیست محیطی تا جایی است که چنانچه سرزمین بالقوه، فاقد توان زیست محیطی مناسب برای کاربری خاص باشد (حتی در صورت نیاز اقتصادی-اجتماعی به وجود آن کاربری) اجرای آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه نمی‌گردد بلکه تخریب بیشتر محیط را به ارمان می‌آورد. این امر به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از ظرفیت زیست محیطی سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست محیطی، به منظور دستیابی به اصل توسعه پایدار است. در واقع باید گفت هدف از این نوع ارزیابی تلاش در جهت استفاده بهینه است نه تخریب. توسعه‌های کالبدی غیرمجاز بر اراضی کشاورزی در بسیاری از مناطق کشور نه تنها موجب نابودی اکوسیستم شده، بافت‌های نامناسب انسانی را هم به دنبال داشته است (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۷-۹). بنابراین، با ارزیابی و پهنه‌بندی اراضی بر اساس توان‌های زیست محیطی، اراضی بنا به استعدادی که دارند به مصارف مناسب اختصاص داده می‌شوند و این امر، علاوه بر حفظ و حراست منابع طبیعی و کسب عایدی در سطح ملی، کیفیت اراضی را دگرگون نکرده و تنزیل نمی‌دهد و در نتیجه برقراری تعادل زیست محیطی در این حالت تضمین می‌شود (کنعانی و بابازاده، ۱۳۹۰: ۵۴ و ۵۵).

برای سنجش توان زیست محیطی جهت رشد و توسعه کالبدی شهر، مطالعات مختلفی در دنیا و ایران انجام پذیرفته است. مخدوم با ارائه مدل توان‌های زیست محیطی در دهه ۱۳۷۰ گام نخست را در این زمینه برداشت. تاکنون این مدل در شناسایی کاربری‌های

معیار) پرداختند که در نهایت نقشه نهایی نواحی مناسب برای توسعه کالبدی در محدوده مذکور تهیه گردید. داداش پور و زارعی (۱۳۹۱) با پیش‌بینی تغییرات توسعه شهری شهرستان نوشهر با استفاده از مدل لوسیا (LUCIA) به این نتیجه رسیدند که مناطق پیرامونی سکونت‌گاهها به خصوص مناطق پرجمعیت و همین‌طور مناطق اطراف تأسیسات زیرساختی برای تغییر کاربری زمین به توسعه شهری مستعدتر هستند و با توجه به شرایط زیست محیطی و اجتماعی اقتصادی تنها 14 درصد از کل مساحت شهرستان، دارای شرایط بسیار مناسب برای تغییر کاربری زمین به توسعه کالبدی شهری می‌باشد. در یکی از آخرین پژوهش‌های این حوزه، جوادیان کوتنایی و همکاران در سال ۱۳۹۳ با هدف طراحی و به کارگیری مدلی کل‌نگر و انطاف‌پذیر به منظور ارزیابی توان زیست محیطی توسعه شهری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) که در آن مهم‌ترین معیارهای توان زیست محیطی توسعه شهری در قالب ساختاری شبکه‌ای و با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی تحلیل می‌شوند، نقشه پهنه‌بندی مورد مطالعه توسعه شهری در شهرستان ساری بر اساس توان زیست محیطی توسعه شهری را تولید نمودند.

روش تحقیق

هدف از این پژوهش، سنجش توان زیست محیطی برای توسعه کالبدی شهر سبزوار و محدوده پیرامونی شهر است که با استفاده از روش سلسله مراتبی معکوس و منطق فازی و روش Overlay انجام گرفته است. برای شناسایی جهات توسعه کالبدی پهنه، ابتدا سنجش میزان آسیب‌پذیری محیطی صورت گرفت و در ادامه قابلیت اراضی تحلیل و مدل‌سازی شد. در انتها با در نظر گرفتن توأمان دو مدل، پهنه‌های مناسب توسعه کالبدی جهت توسعه پایدار شهر سبزوار پیشنهاد گردیده است. نمودار ۱ روند انجام پژوهش را نشان می‌دهد. پژوهش با روش‌های دلفی، سلسله مراتبی و سلسله مراتبی معکوس انجام شد.

تکنیک دلفی فرایندی جهت دستیابی به همگرایی ذهنی میان متخصصین و کارشناسان صاحب‌نظر در ابعاد مختلف زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و شهری است. از این فرآیند در پیش‌بینی سناریوهای یک پروژه نیز استفاده می‌شود. روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (زیاری و حسین‌مردی، ۱۳۸۸:۴۵)؛ که اولین بار توسط توماس ال ساعتی^۱ در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک براساس مقایسه‌های زوجی می‌باشد و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. در منطق IHWP لایه‌های اطلاعاتی دو به دو سنجیده و در یک سلسله مراتب از نظر اهمیت قرار می‌گیرند و سپس هر لایه معکوس، رتبه خود را به عنوان امتیاز به دست می‌آورد، سپس اطلاعات هر لایه به روش خاصی براساس هدف مسئله، کلاس‌بندی و امتیازدهی می‌شود و در نهایت با رویهم‌گذاری لایه‌ها و جمع امتیازات هر یک از آنها، بهترین مکان‌ها براساس هدف مدل بدست می‌آید. توانایی ترکیب و تحلیل تعداد نامحدودی از لایه‌های اطلاعاتی از ویژگی‌های این مدل می‌باشد (حبیبی، ۱۳۸۵:۳۶). علاوه بر این، امتیاز لایه‌های منتخب جهت سنجش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) از فرمول شماره ۱ و ۲ محاسبه می‌شود (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹:۶):

$$(۱) X=D/N$$

X= امتیاز اولیه هر شاخص

D= امتیاز به دست آمده از دلفی

N= تعداد کلاس‌های هر شاخص

$$(۲) J= D-(N-I) * X$$

امتیاز به دست آمده برای طبقه‌بندی‌های مختلف هر

شاخص J=

رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی‌های مختلف

هر شاخص I=

جدول ۱: قابلیت و معیارهای مدل قابلیت‌سنجی

قابلیت	معیار	معکوس اولویت	دامنه ارزش‌ها
سکونت و فعالیت	کاربری زمین	۸	۲.۷
	منابع آب	۵	۱
	خاک	۴	۱
	شیب	۶	۱.۵
	زمین‌شناسی	۵	۱
	زلزله‌خیزی	۷	۱.۷۵
	ارتفاع	۲	۰.۷
	سطح ایستایی	۴	۱
کشاورزی و زراعت	کاربری زمین	۵	۱.۶۷
	منابع آب	۲	۰.۴
	خاک	۳	۰.۷۵
	شیب	۴	۱
	زمین‌شناسی	۱	۰.۲
مراعات	کاربری زمین	۶	۲
	منابع آب	۳	۰.۶
	خاک	۱	۰.۲۵
	شیب	۵	۱.۲۵
	زمین‌شناسی	۲	۰.۴
	زلزله‌خیزی	۴	۱

جدول ۲: معیار و زیرمعیارهای مدل سنجش آسیب‌پذیری

معیارها	زیرمعیارها	معکوس رتبه کسب شده	دامنه طبقات
سیلاب	فاصله از رودخانه	۷	۱.۷۵
	شیب	۶	۱.۵
	فیزیوگرافی	۵	۱
	جهت شیب	۴	۰.۵
	کاربری زمین	۳	۰.۶
	زمین‌شناسی	۲	۰.۴
	خاک	۱	۰.۲
زمین لرزه	فاصله از گسل	۷	۱.۷۵
	کاربری زمین	۶	۱.۲
	شیب	۵	۱
	زمین‌شناسی	۴	۰.۸
	خاک	۳	۰.۶
فرسایش	جهت شیب	۲	۰.۲۵
	شیب	۷	۱.۷۵
	زمین‌شناسی	۶	۱.۲
	فیزیوگرافی	۶	۱.۲
	توپوگرافی	۵	۱
	فاصله از رودخانه	۵	۱
	کاربری زمین	۴	۰.۸
	خاک	۳	۰.۶
	جهت شیب	۲	۰.۲۵

زمین و لغزش آن جلوگیری نمود (Anbalagan, 1992: 272). برای سنجش میزان آسیب‌پذیری، شاخص‌های شیب، زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، توپوگرافی، فاصله از رودخانه، کاربری زمین، خاک و جهت شیب مورد سنجش قرار گرفته‌اند. میزان اهمیت هر یک از این شاخص‌ها در هر یک از عامل‌های آسیب‌پذیری با کمک روش سلسله مراتبی معکوس و دلفی مشخص شده است. در نهایت با روش Overlay و همپوشانی لایه‌ها، آسیب‌پذیری نهایی با تلفیق ۳ عامل استخراج گردیده است. در ادامه، قابلیت‌سنجی اراضی در قالب زراعت و کشاورزی، سکونت و فعالیت و مراعات و جنگلداری با استفاده از معیارهای کاربری زمین، منابع آب، خاک، شیب، زمین‌شناسی، زلزله‌خیزی، ارتفاع و سطح ایستایی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در انتها با استفاده از خروجی‌های مدل آسیب‌پذیری محیطی و قابلیت‌سنجی اراضی جهات و پهنه‌های مناسب توسعه مشخص شده و پیشنهاد گردیده است.

در اولین قدم به‌منظور ارزیابی آسیب‌پذیری محیطی، اقدام به شناسایی عوامل آسیب‌رسان یا به عبارت دیگر عوامل بحران‌ساز گردید. این شناسایی از طریق روش دلفی با نظر کارشناسان مجرب صورت گرفته است. شهر سبزوار مشابه سایر نواحی کشور تقریباً از چند عامل عمده دچار آسیب می‌شود که مهم‌ترین عوامل بحران‌ساز شامل زلزله، سیلاب و فرسایش است. برای شناسایی پهنه‌های پرخطر زلزله فاصله از گسل، کاربری زمین، شیب زمین، زمین‌شناسی، جنس خاک و جهت شیب به عنوان شاخص‌های مورد استفاده بودند. برای شناسایی پهنه‌های پرخطر از منظر سیل‌خیزی، از معیارها و لایه‌های اطلاعاتی فاصله از رودخانه‌ها، شیب زمین، جهت شیب، زمین‌شناسی، کاربری زمین، فیزیوگرافی و خاک‌شناسی استفاده گردید، همچنین از آنجایی که پیش‌بینی زمان رخداد حرکات دامنه‌ای از توان علم و دانش فعلی بشر خارج است، لذا با شناسایی مناطق حساس به حرکات دامنه‌ای و رتبه‌بندی کردن آن می‌توان تا حدودی از خطر ناشی از بروز فرسایش

به صورت نواری در مرکز دشت زمین‌های شور و قلیایی تشکیل شده است (همان: ۴۲).

• مراحل رشد و توسعه کالبدی شهر سبزوار

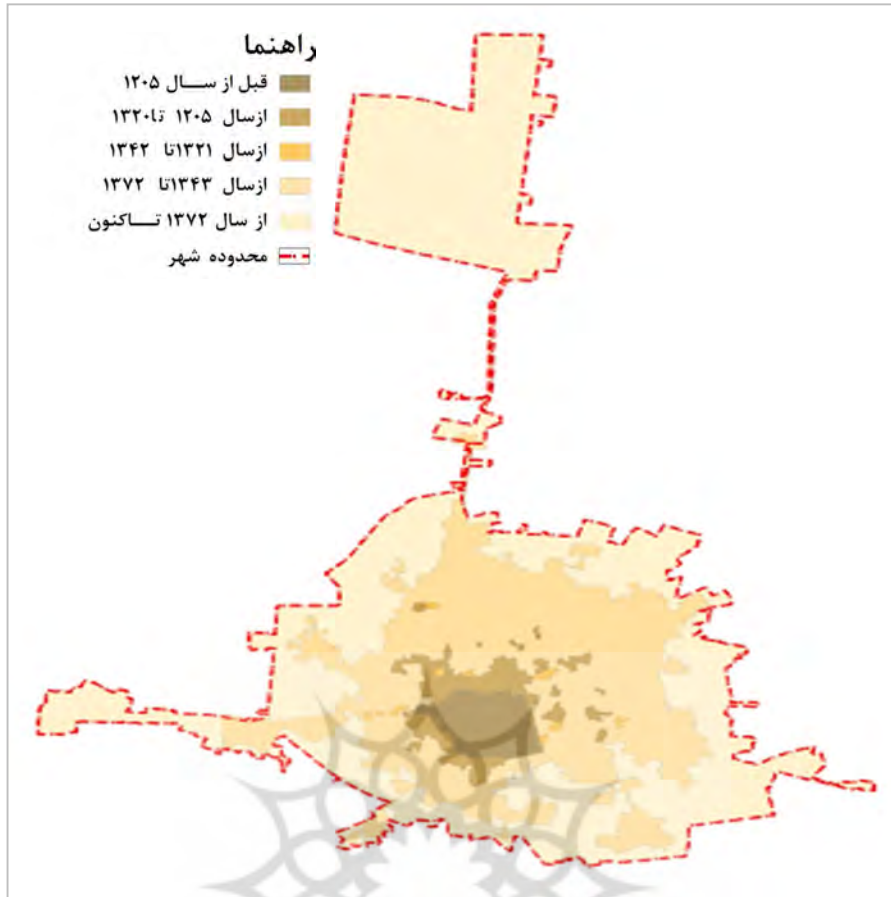
هسته اولیه شکل‌گیری شهر سبزوار مربوط به دوره زمانی قبل از سال ۱۲۰۵ هـ.ش است و آغاز شکل‌گیری شهر در اطراف خیابان‌های بیهق و اسرار بوده است. تا سال ۱۲۰۵ هـ.ش شهر سبزوار از سمت شرق به خیابان کاشفی، از شمال به خیابان نواب صفوی، از غرب به خیابان عطاملک جنوبی و از جنوب به خیابان طبرسی محدود بود. دوره دوم گسترش شهر سبزوار، مربوط به سال‌های ۱۲۰۵ تا ۱۳۲۰ هـ.ش است، که گسترش شهر در اطراف محدوده دوره پیشین و به صورت پراکنده صورت گرفته است. محدوده‌های ساخته شده شهر در این دوره شامل ساخت و سازهای جنوب خیابان طبرسی، شمال و جنوب خیابان سیدجمال‌الدین اسدآبادی، بخش غربی خیابان ابن‌یمین، اطراف فلکه دکتر فاطمی، بخش شمال‌غربی میدان کارگر و اطراف خیابان بهار است.

دوره سوم توسعه و شکل‌گیری شهر مربوط به سال‌های ۱۳۲۱ تا سال ۱۳۴۲ هـ.ش است و توسعه شامل بخش جنوبی میدان کارگر، تقاطع خیابان بهار و خیابان سیدجمال‌الدین اسدآبادی و بخش‌هایی از خیابان سیدجمال‌الدین اسدآبادی است. سال‌های ۱۳۴۳ تا سال ۱۳۷۲ هـ.ش محدوده زمانی رشد و توسعه شهر در دوره چهارم است، که توسعه به میزان وسیع در تمامی جهات شهر به ویژه در بخش‌های شمالی، شرقی و جنوب شرقی شکل گرفته است. دوره پنجم توسعه شهر، مربوط به توسعه‌های سال‌های بعد از سال ۱۳۷۲ تاکنون می‌باشد که در اطراف محدوده دوره قبل و توسعه‌های آماده‌سازی شده شهرک توحید که در فاصله حدوداً ۴ کیلومتری شمالی شهر قرار دارد، است. در تصویر ۱ مراحل رشد و توسعه کالبدی شهر سبزوار از سال ۱۲۰۵ تاکنون نشان داده شده است.

جدول ۱ قابلیت و معیارهای قابلیت‌سنجی اراضی به همراه معکوس اولویت و دامنه ارزش آنها را نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۲ معیارها و زیر معیارهای مدل سنجش آسیب‌پذیری به همراه معکوس رتبه کسب شده و دامنه طبقات آنها مشخص گردیده است.

محدوده و قلمرو پژوهش

سبزوار یکی از شهرهای استان خراسان رضوی و مرکز شهرستان سبزوار است. این شهر که اکنون از لحاظ جمعیت و تجارت، پس از مشهد بزرگ‌ترین و مهم‌ترین شهر خراسان می‌باشد، در غربی‌ترین ناحیه این استان واقع شده است. سبزوار در مسیر ارتباطی اصلی تهران-مشهد قرار گرفته است، که فاصله آن تا مشهد از جدیدترین راه ارتباطی ۲۲۰ کیلومتر و از تهران ۶۶۴ کیلومتر است. این شهر در ۵۷ درجه و ۴۳ دقیقه طول جغرافیای شرقی، در ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی و در ارتفاع متوسط ۹۶۰ متری از سطح دریا واقع شده است. ارتفاع شهر از سطح دریا در بخش جنوبی ۹۴۰ متر و در بخش‌های شمالی ۱۱۵۰ متر از سطح دریا است. شیب عمومی بستر طبیعی شهر از شمال به جنوب و بین ۰-۳ درصد است (مشاور پردازان، ۱۳۸۸:۱۴). موقعیت شهر در میان ارتفاعات جغتای در ضلع شمالی و دشت مسطح در بخش جنوبی آن باعث شده تا مسیل‌ها و آبراهه‌هایی با جهت شمال به جنوب جریان داشته باشد، که از مهم‌ترین آنها مسیل عظیمیه و عیدگاه را می‌توان نام برد. زمین‌های بستر و حوزه نفوذ شهر تحت تأثیر مواد مادری تشکیل‌دهنده، در بخش شمالی با تشکیلات عمده آمیزه‌های رنگین و سنگ‌های اولترابازیک، دارای خاک‌های درشت‌دانه و بافت سبک است. زمین‌های بخش جنوبی دشت با فلیش‌های ائوسن، کنگلومرا، ماسه‌سنگ و لایه قرمز پالئوژن و بویژه رسوبات تبخیری ائوآولیگوسن، دارای خاک‌های اغلب شور و قلیایی است. ضمن اینکه زمین‌های بخش مرکزی دشت نیز تحت تأثیر کال‌شور



تصویر ۱: روند و مراحل رشد و توسعه کالبدی در شهر سبزوار
(ماخذ: پرداز، ۱۳۸۸)

بحث اصلی

جهت سنجش توان زیست محیطی و شناسایی جهات مناسب توسعه کالبدی آتی شهر سبزوار در ابتدا به کمک منطق IHWP میزان آسیب‌پذیری محیطی شهر و اطراف آن مورد مدل‌سازی قرار گرفت. در انجام مدل‌سازی پهنه‌بندی خطر همان‌طور که پیشتر اشاره شد عوامل خطر ساز سیل، زلزله و فرسایش در نظر گرفته شده است:

• ارزیابی میزان آسیب‌پذیری محیطی

برای تهیه وضعیت آسیب‌پذیری محیطی محدوده مطالعاتی از سه معیار زمین‌لرزه، سیلاب و فرسایش استفاده شد. در زمینه سیل‌گیری سبزوار به استناد ثبت مقادیر بیشینه بارش‌های ۲۴ ساعته بالا و استقرار در پای کوهستان جغتای و شیب ملایم سطح شهر از پتانسیل بالایی در سیل‌گیری و آب‌گرفتگی معابر برخوردار است. معیارها و ضرایب طبقات درونی در تعیین میزان آسیب‌پذیری سیلاب در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: معیارها و الگوی وزن‌دهی در تعیین میزان آسیب‌پذیری سیلاب به روش (IHWP) (ماخذ: نگارندگان)

ردیف	لایه های اطلاعاتی	رتبه کسب شده	معکوس رتبه کسب شده	تعداد طبقه (متغیر وزنی)	وزن طبقات									
					دامنه طبقات (معکوس رتبه کسب)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷		
۱	فاصله از رودخانه	۱	۷	۴	۱.۷۵	۷	۵.۲۵	۳.۵	۱.۷۵					
۳	شیب	۲	۶	۴	۱.۵۰	۶	۴.۵۰	۳.۰	۱.۵۰	۰.۰۰				
۲	فیزیوگرافی	۲	۵	۵	۱.۰۰	۵	۴.۰۰	۳.۰	۲.۰۰	۱.۰				
۶	جهت شیب	۳	۴	۸	۰.۵۰	۴	۳.۵۰	۲.۰	۳.۰۰	۳.۰۰	۲.۵۰	۲.۰۰		
۲	کاربری زمین	۴	۳	۵	۰.۶۰	۳	۲.۴۰	۱.۸	۱.۲۰	۰.۶۰				
۴	زمین شناسی	۵	۲	۵	۰.۴۰	۲	۱.۶۰	۱.۲	۰.۸۰	۰.۴				
۵	خاک	۶	۱	۵	۰.۲۰	۱	۰.۸۰	۰.۶	۰.۴۰	۰.۲				

موثر در خطر زلزله و ضرایب طبقات درونی آنها در جدول ۴ آورده شده است.

وجود گسل‌های متعدد، خاک سست و سطح آب زیرزمینی بالا شدت رخداد و تخریب زمین‌لرزه‌ها را پراهمیت می‌سازد. با توجه به این شرایط معیارهای

جدول ۴: معیارها و الگوی وزن‌دهی در تعیین شدت آسیب‌پذیری زمین‌لرزه به روش (IHWP) (ماخذ: نگارندگان)

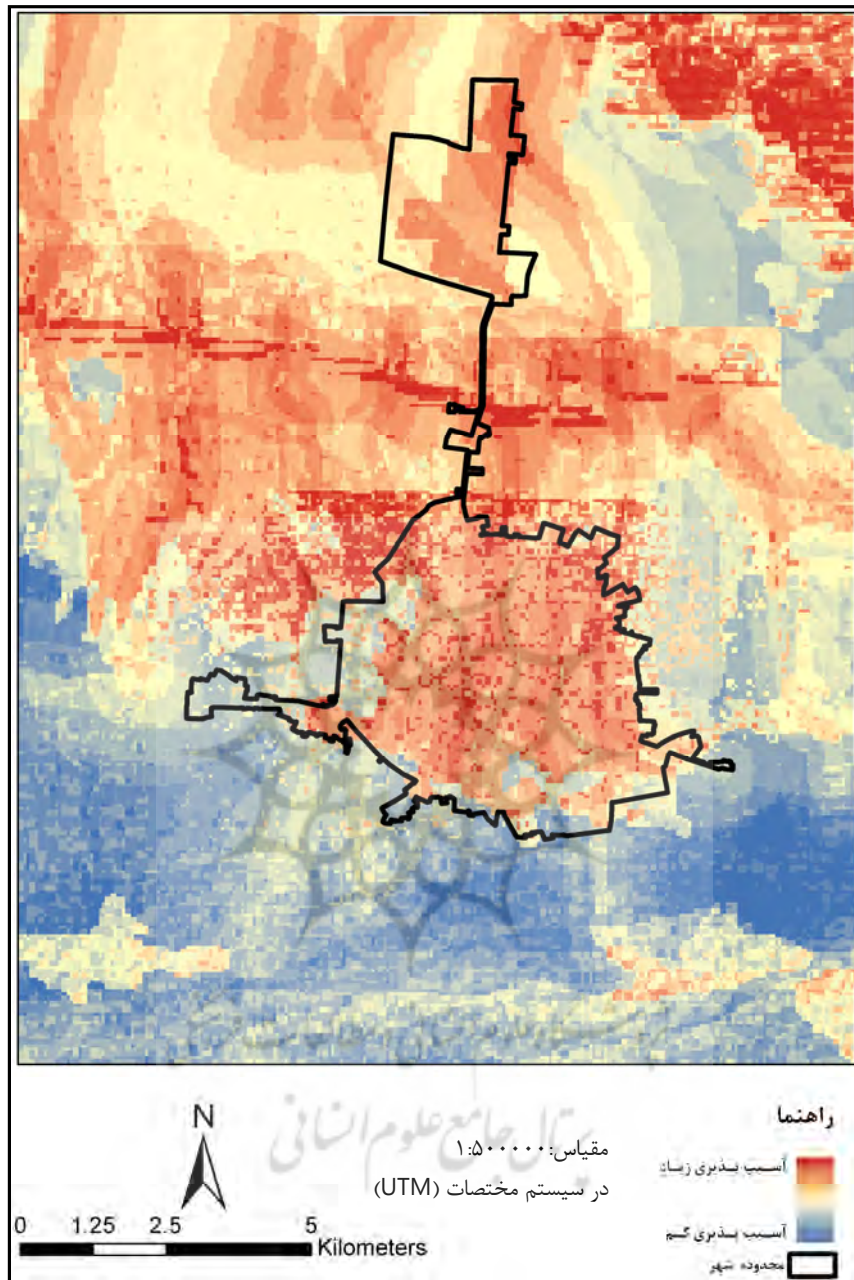
ردیف	لایه های اطلاعاتی	رتبه کسب شده	معکوس رتبه کسب شده	تعداد طبقه (متغیر وزنی)	وزن طبقات									
					دامنه طبقات (معکوس رتبه کسب)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷		
۱	فاصله از گسل	۱	۷	۴	۱.۷۵	۷	۵.۲۵	۳.۵	۱.۷۵					
۲	کاربری زمین	۲	۶	۵	۱.۲۰	۶	۴.۸۰	۳.۶	۲.۴۰	۲.۰				
۳	شیب	۳	۵	۵	۱.۰۰	۵	۴.۰۰	۳.۰	۲.۰۰	۱.۰۰				
۴	زمین شناسی	۴	۴	۵	۰.۸۰	۴	۳.۲۰	۲.۴	۱.۶۰	۰.۸				
۵	خاک	۵	۳	۵	۰.۶۰	۳	۲.۴۰	۱.۸	۱.۲۰	۰.۶				
۶	جهت شیب	۶	۲	۸	۰.۲۵	۲	۱.۷۵	۱.۵	۱.۲۵	۱.۰۰	۰.۷۵	۰.۵۰	۰.۲۵	

همانطور که در تصویر ۲ ملاحظه می‌شود در محدوده حومه شهر سبزوار، بیشترین آسیب‌پذیری محیطی در بخش کوهستانی شمال منطقه و شمال غربی شهر قرار گرفته‌اند، که ناشی از تمرکز و همپوشانی مخاطرات مختلف محیطی است. این تصویر نشان می‌دهد که بخش‌های قابل توجهی از محدوده در نوار جنوبی، غرب و شرق شهر سبزوار در طیف آسیب‌پذیری کم، واقع شده است. میزان آسیب‌پذیری محیطی جوامع انسان‌ساخت در حومه شهر سبزوار به طور مستقیم به فعالیت‌های انسانی وابستگی دارد. شایان توجه است که در حومه شهر سبزوار آسیب‌پذیری طبیعی محیط چندان خطرناک نبوده ولی فعالیت‌های عمرانی انسانی بدون توجه به توان

خاک‌های سست و کاربری زراعی غالب، فعالیت‌های عمرانی انسان و تخریب خاک سطحی و تغییر مورفولوژی زمین مسأله فرسایش را در بحث مخاطرات طبیعی محدوده شهر سبزوار، پررنگ می‌سازد. جدول ۵ معیارها و اولویت‌بندی آنها را در زمینه فرسایش می‌دهد. بعد از تعیین معیارهای هر عامل، آسیب‌پذیری و محاسبه میزان اهمیت هر معیار با استفاده از روش IHWP نقشه‌های آسیب‌پذیری هر عامل تهیه و در ادامه با استفاده از روش Overlay و مدل همپوشانی نقشه‌ها در GIS، نقشه نهایی طبقه‌بندی شده پتانسیل خطر و آسیب‌پذیری محیطی استخراج گردیده است.

می‌شود میزان آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد.

زیست محیطی آن خطرات بیشتری را متوجه محیط می‌کند. در تصویر شماره ۲ هر چقدر رنگ گرم‌تر



تصویر ۲: آسیب‌پذیری محیطی محدوده و پیرامون شهر سبزوار (تلفیق ۳ معیار ارزیابی)

• سنجش قابلیت اراضی

بعد از سنجش میزان آسیب‌پذیری شهر سبزوار و پیرامون آن، مدل‌سازی جهت سنجش قابلیت اراضی برای محدوده مطالعه صورت گرفته است. روش مطالعه در تحلیل قابلیت‌سنجی زمین محدوده مطالعه مبتنی بر یک مدل زیست محیطی بر مبنای تلفیق فرایند

تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق فازی با منطق I0 و یا همان همپوشانی شاخص‌ها است. بنابراین متغیرهای مختلفی در قالب سه گزینه اصلی قابلیت زراعی، جنگلداری، سکونت و فعالیت مورد بررسی قرار گرفتند. در ادامه، معیارها و عوامل به طور مجزا اولویت‌بندی شده و در نهایت، با رویهم‌گذاری سه

نقشه قابلیت زمین، با تأکید بر توسعه پایدار و صیانت از اکولوژی طبیعی، نقشه قابلیت اراضی نهایی به دست آمد.

جدول ۵: معیارها و الگوی وزندهی در تعیین میزان آسیب پذیری فرسایش به روش (IHWP)

ردیف	لایه های اطلاعاتی	رتبه کسب شده	معکوس رتبه کسب شده	تعداد طبقه (متغیر وزنی)	وزن طبقات								
					دامنه طبقات (معکوس رتبه کسب شده/تعداد)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	
۱	شیب	۱	۷	۴	۱.۷۵	۷	۵.۲۵	۳.۵	۱.۷۵				
۲	زمین شناسی	۲	۶	۵	۱.۲۰	۶	۴.۸۰	۳.۶	۲.۴۰	۱.۲			
۲	فیزیوگرافی	۲	۶	۵	۱.۲۰	۶	۴.۸۰	۳.۶	۲.۴۰	۱.۲			
۳	توپوگرافی	۳	۵	۵	۱.۰۰	۵	۴.۰۰	۳.۰	۲.۰	۱.۰			
۱	فاصله از رودخانه	۳	۵	۵	۱.۰۰	۵	۴.۰۰	۳.۰	۲.۰	۱.۰			
۲	کاربری زمین	۴	۴	۵	۰.۸۰	۴	۳.۲۰	۲.۴	۱.۶۰	۰.۸۰			
۵	خاک	۵	۳	۵	۰.۶۰	۳	۲.۴۰	۱.۸	۱.۲۰	۰.۶			
۶	جهت شیب	۶	۲	۸	۰.۲۵	۲	۱.۷۵	۱.۵	۱.۵۰	۱.۵۰	۱.۵۰	۱.۲۵	۱.۰۰

• تحلیل قابلیت زمین در ارتباط با اراضی مناسب سکونت و فعالیت در محدوده مورد مطالعه، برای سنجش قابلیت کاربری سکونت و فعالیت، از معیارها، زیرمعیارها و میزان اهمیت مندرج در جدول ۶ استفاده گردید. معیارهای مورد استفاده در این مدل به ترتیب اولویت به شرح جدول ۶ می باشد:

جدول ۶: الگوی وزندهی معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با قابلیت سکونت و فعالیت (ماخذ: نگارندگان)

ردیف	معیار	اولویت	معکوس اولویت	تعداد زیرمعیار	دامنه ارزش	قف ضرایب				
						۱	۲	۳	۴	۵
۱	ضرایب غه ف	۱	۸	۳	۲.۷	۸	۵.۳	۳.۷		
۲	فی ایلخ	۴	۵	۵	۱	۵	۴	۳	۲	۱
۳	کاص	۵	۴	۴	۱	۴	۳	۲	۱	
۴	ع	۳	۶	۴	۱.۵	۶	۴.۵	۳	۱.۵	
۵	غه فوقی آ ن	۴	۵	۵	۱	۵	۴	۳	۲	۱
۶	ع لکه ن	۲	۷	۴	۱.۷۵	۷	۵.۲۵	۳.۵	۱.۸	
۷	یلخ	۶	۲	۳	۰.۷	۲	۱.۳	۰.۷		
۸	آج چله آ ن	۵	۴	۴	۱	۴	۳	۲	۱	

• تحلیل قابلیت زمین در ارتباط با اراضی مناسب کشاورزی و زراعت در قابلیت سنجی کاربری کشاورزی و زراعی از ۵ متغیر طبیعی استفاده شد. این ۵ معیار، زیر معیارها و میزان اهمیت شان در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷: الگوی وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با اراضی مناسب کشاورزی و زراعت (ماخذ: نگارندگان)

ردیف	معیار	اولویت	معکوس اولویت	تعداد زیرمعیارها	دامنه ارزش‌ها	وزن طبقات				
						۱	۲	۳	۴	۵
۱	کاربری زمین	۱	۵	۳	۱/۶۷	۵	۳/۳۳	۱/۶۷		
۲	منابع آب	۴	۲	۵	۰/۴	۲	۱/۶	۱/۲	۰/۸	۰/۴
۳	خاک	۳	۳	۴	۰/۷۵	۳	۲/۲۵	۱/۵		
۴	شیب	۲	۴	۴	۱	۴	۳	۲	۱	
۵	زمین شناسی		۱	۵	۰/۲	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۲

• تحلیل قابلیت زمین در ارتباط با اراضی مناسب مراتع و جنگلداری

برای تحلیل قابلیت زمین جهت استفاده در جنگلداری و مراتع، معیارها و زیرمعیارها نشان داده

شده در جدول ۸ مورد استفاده قرار گرفته است. میزان اهمیت معیارها بر اساس روش IHWP محاسبه شده است.

جدول ۸: الگوی وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با اراضی مناسب مراتع (ماخذ: نگارندگان)

ردیف	معیار	اولویت	معکوس اولویت	تعداد زیرمعیارها	دامنه ارزش‌ها	وزن طبقات				
						۱	۲	۳	۴	۵
۱	کاربری زمین	۱	۶	۳	۲	۶	۴	۲		
۲	منابع آب	۴	۳	۵	۰/۶	۳	۲/۴	۱/۸	۱/۲	۰/۶
۳	خاک	۶	۱	۴	۰/۲۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵	
۴	شیب	۲	۵	۴	۱/۲۵	۵	۳/۷۵	۲/۵	۱/۲۵	
۵	زمین شناسی	۵	۲	۵	۰/۴	۲	۱/۶	۱/۲	۰/۸	۰/۴
۶	زلزله خیزی	۳	۴	۴	۱	۴	۳	۲	۱	

با استفاده از وزن‌های محاسبه شده در هر جدول، نقشه‌های هر قابلیت استخراج شده و در نهایت، به کمک روش Overlay، لایه‌های نهایی هر ۳ قابلیت را روی هم انداخته و با استفاده از قدرت تحلیلی نرم‌افزار GIS نقشه نهایی درجه‌بندی محدوده مورد مطالعه، از نظر قابلیت اراضی بدست آمده است. براساس قابلیت‌سنجی زمین با ملاحظات مذکور که تصویر ۳

نشان می‌دهد، در محدوده حومه شهر، مساحت اراضی با قابلیت فعالیت‌های کشاورزی بیش از سایر قابلیت‌ها است. به طوریکه بخش‌های مرکزی و نیمه جنوبی دشت با وجود زمین‌های کم شیب و قابلیت بالای آبیاری و خاک عمیق، برای فعالیت‌های زراعی مناسب می‌نماید. بخش‌های پیرامونی و حاشیه حوزه شهری با کاربری غالب را مرتع‌داری فرا گرفته است.



تصویر ۳: خروجی نهایی مدل سنجش قابلیت اراضی در محدوده مطالعه شهر سبزوار

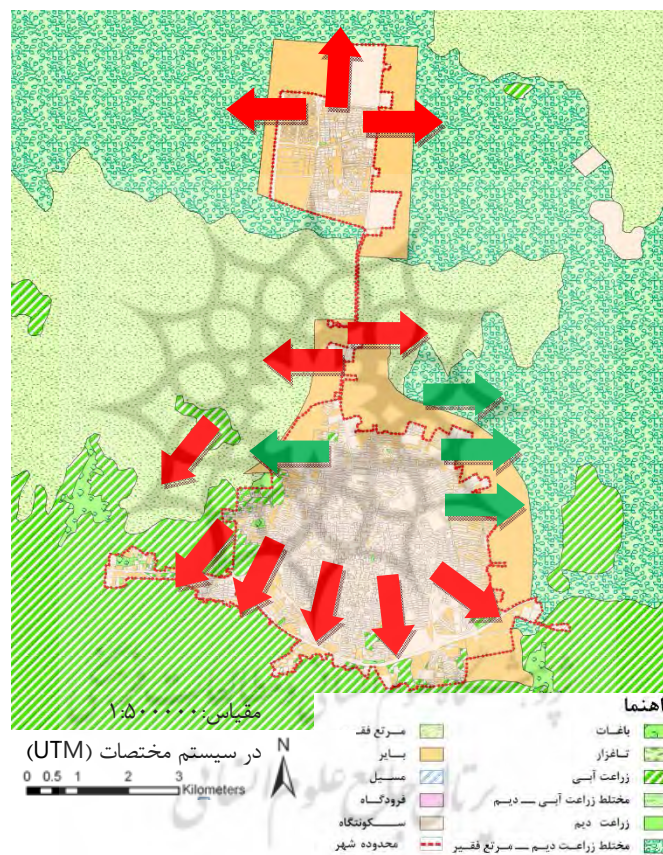
نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سهم بالای قابلیت کشاورزی زمین‌های موجود در پیرامون شهر، نشان از قابلیت زیست محیطی بالای شهر دارد، بنابراین، گسترش محدوده فعالیت‌های اقتصادی و عمرانی انسان، باید با احتیاط و با توجه به توان زیست محیطی زمین انجام شود. توسعه کالبدی

بدون در نظر گرفتن توان زیست محیطی زمین موجود شهر و محدوده پیرامونی آن باعث به خطر افتادن پایداری آتی شهر می‌شود و رشد و توسعه شهر از توسعه پایدار فاصله می‌گیرد. از همین رو، هدف این پژوهش سنجش توان زیست محیطی جهت رشد و توسعه کالبدی و محدوده پیرامونی شهر سبزوار با

جهت توسعه کالبدی را شکل می‌دهد. همچنین در منطقه جنوب شهر هر چند به لحاظ آسیب‌پذیری محیطی وضعیت بهینه‌ای دارد، ولیکن موجب تخریب و نابودی زمین‌های مناسب زراعی می‌گردد. گسترش شهر به سمت شمال و غرب هر چند سکونت و فعالیت را پوشش می‌دهد، ولی با پهنه‌های آسیب‌پذیر و مراتع محدود می‌گردد. در تصویر شماره ۴ موانع و فرصت‌های توسعه با فلش‌های قرمز و سبز نشان داده شده است.

استفاده از منطق تحلیل سلسله مراتبی و معکوس در غالب دو مدل می‌باشد که به شناسایی آسیب‌پذیری محیطی و قابلیت‌سنجی اراضی پرداخته شده است. در انتها با توجه به خروجی‌های دو مدل و مقایسه آنها که با استفاده از GIS به صورت فضایی نشان داده شد موانع و فرصت‌های توسعه کالبدی پایدار در منطقه شهری سبزوار مشخص گردید. نتایج پژوهش حاکی از این است که شرق محدوده شهر با توجه به سنجش آسیب‌پذیری و قابلیت‌سنجی اراضی بهینه‌ترین فرصت



تصویر ۴: موانع و فرصت‌های توسعه کالبدی در محدوده پیرامونی شهر سبزوار

نشان می‌دهد ولی به دلیل قابلیت زراعی درجه یک در قابلیت‌سنجی نمی‌توان به عنوان فرصت توسعه لحاظ کرد. در قسمتی از غرب، وضع موجود شهر با توجه به فرصت‌های توسعه موجود در هر دو نقشه توصیه می‌گردد، از توسعه‌های درون‌زا و افزایش تراکم‌های ساختمانی استفاده شود. استفاده از زمین‌های خالی موجود در شهر از اولویت‌های توسعه محسوب

با توجه به تصویر ۴ اولویت اول توسعه کالبدی محدوده شرق شهر پیشنهاد می‌گردد؛ زیرا در هر دو مدل آسیب‌پذیری و قابلیت‌سنجی محدوده شرقی شهر به عنوان اولویت اول توسعه کالبدی و توسعه پایدار مشخص شده است. در قسمت شمال شهر در هر دو مدل برای توسعه موانع مشخص گردیده، همچنین جنوب شهر با این‌که در آسیب‌پذیری فرصت توسعه را

در محدوده شهر سبزوار را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه سهم آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا به مقدار ۷۵٪ در محدوده مطالعه است.

می‌گردد، زیرا پایداری زیست محیطی، منطقه را مخدوش نمی‌کند و آسیب‌پذیری کمتری دارد. همچنین از هزینه‌های اضافی زیرساخت‌ها هم جلوگیری می‌شود. جدول ۹ میزان سهم آسیب‌پذیری

جدول ۹: جمع‌بندی سهم آسیب‌پذیری در محدوده مورد مطالعه

میزان آسیب‌پذیری	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
بسیار کم	۵۶/۳	۲٪	۲٪
کم	۳۳۱/۶	۱۰٪	۱۲٪
متوسط	۳۸۱/۶	۱۲٪	۲۴٪
بالا	۹۶۳/۴	۳۰٪	۵۵٪
بسیار بالا	۱۴۴۰/۳	۴۵٪	۱۰۰٪
مجموع	۳۱۷۲/۴	۱۰۰٪	

بلائیای احتمالی هر منطقه و ویژگی‌های خاص هر منطقه صورت بگیرد. نحوه ارزش‌گذاری و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی هم به فضایی نمودن این سنجش آسیب‌پذیری کمک شایانی می‌نماید.

منابع

۱. امیدواری، شهرام. کیانفر پیامنی و علیرضا شیخ الاسلامی و خسرو استکی اورگانی. ۱۳۹۰. مدل مفهومی ارزیابی توان زیست محیطی توسعه شهری الشتر، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال سوم، شماره نهم، بروجرد.
۲. توکل، محمدسعید. ۱۳۷۶. ضرورت ارزیابی توان زیست محیطی سرزمین در طرح‌های توسعه کالبدی، محیط‌شناسی، سال بیست و دوم، شماره هجدهم، دانشگاه تهران.
۳. جوادیان کوتنایی، سارا. سعید ملامسی و ندا اورک و جعفر مرشدی. ۱۳۹۳. تدوین الگوی ارزیابی توان زیست محیطی توسعه شهری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) (نمونه موردی: شهرستان ساری)، آمایش سرزمین، دوره ششم، شماره اول، دانشگاه تهران - پردیس قم.
۴. حاتمی نژاد، حسین، سیدعباس رجایی و فاطمه سالاروندیان و ایرج تیموری. ۱۳۹۲. ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان زیست محیطی در

از نتایج دیگر پژوهش کاربرد روش IHWP جهت سنجش قابلیت اراضی و آسیب‌پذیری محیطی است. با استفاده از این روش عوامل مختلف در طیف پیوسته مورد تحلیل قرار می‌گیرند. در واقع در این روش هم منطق فازی برای استفاده از طیف پیوسته استفاده می‌گردد، هم روش سلسله مراتبی جهت ارزش‌گذاری و تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها به کار گرفته می‌شود. بنابراین، با توجه به خروجی مدل‌های استفاده در پژوهش، پیشنهاد می‌گردد، با توجه به مزیت‌های روش جهت شناسایی پهنه‌های توسعه کالبدی شهرها با استفاده از روش IHWP قابلیت‌سنجی اراضی صورت گیرد. همچنین آسیب‌پذیری محیطی به کمک روش IHWP می‌تواند بهینه‌ترین مناطق جهت توسعه آتی شهر را مشخص نماید.

پیشنهاد اصلی پژوهش که برگرفته از جمع‌بندی می‌باشد استفاده از مدل‌های سنجش توان زیست محیطی از جمله مدل مفهومی استفاده شده در پژوهش حاضر در طرح‌های توسعه شهری جهت توسعه کالبدی بهینه شهر و استفاده بهینه و کارا از توان اکولوژی بسترهای توسعه شهرها است. انعطاف‌پذیری روش و استفاده همزمان از منطق فازی و سلسله‌مراتبی معکوس، این امکان را به وجود می‌آورد تا انتخاب معیارها و زیرمعیارها با توجه به

- استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین، آمایش سرزمین، دوره پنجم، شماره اول، دانشگاه تهران- پردیس قم.
۵. حبیبی، کیومرث. ۱۳۸۵. توسعه کالبدی، حفاظت، بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری با استفاده از GIS، رساله دکتری شهرسازی، دانشگاه تهران.
۶. داداش پور، هاشم. عبدالله زارعی. ۱۳۹۱. پیش‌بینی تغییرات توسعه شهری شهرستان نوشهر با استفاده از مدل LUCIA، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال سوم، شماره یازدهم، دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت.
۷. زیاری، یوسفعلی. مهدی حسین‌مردی. ۱۳۸۸. بررسی و تحلیل کاربری اراضی شهری و وزن‌دهی معیارهای مکان‌یابی جایگاه‌های پمپ گاز CNG با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: منطقه ۴ گازی شهر تهران)، جغرافیای انسانی، سال دوم، شماره اول، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.
۸. شیعه، اسماعیل. کیومرث حبیبی و کمال ترابی. ۱۳۸۹. بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران)، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیای دانان جهان اسلام، زاهدان.
۹. شیخ‌حسینی، حسین. ۱۳۸۰. مدل‌سازی برنامه‌ریزی محیطی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (منطقه موردی: منطقه طالقان)، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیای طبیعی.
۱۰. عزیزیان، محمدصادق. فریده نقدی. مهدی ملازاده. ۱۳۹۲. ارزیابی توان زیست محیطی حاشیه شهر تبریز به منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال چهارم، شماره سیزدهم، دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت.
۱۱. قرخلو، مهدی، حمیدرضا پورخباز و محمدجواد امیری و حسنعلی فرجی سبکبار. ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیک منطقه قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال اول، شماره دوم، دانشگاه اصفهان.
۱۲. کنعانی، محمدرضا. زینب بابازاده. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی کاربری توسعه شهری بر اساس توان‌های زیست محیطی (مطالعه موردی: استان مازندران)، آمایش جغرافیایی فضا، سال اول، شماره اول، دانشگاه جامع گلستان.
۱۳. گیلبرت، آلن. ژوزف گاگلر. ۱۳۷۵. شهرها، فقر، توسعه، شهرنشینی در جهان سوم، ترجمه پرویز کریمی ناصری، انتشارات شهرداری تهران.
۱۴. مخدوم، مجید. ۱۳۷۲. شالوده آمایش سرزمین، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۵. مهندسین مشاور پردازاز. ۱۳۸۸. طرح توسعه عمران (جامع) سبزواری، جلد اول، شناخت وضع موجود.
۱۶. میردودی اخوان، حمیدرضا، حجت‌الله زاهدی پور و حمیدرضا مرادی و غلامرضا گودرزی. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره پانزدهم، شماره دوم، موسسه تحقیقات و جنگل‌های کشور.
۱۷. میرکتولی، جعفر، محمدرضا کنعانی. ۱۳۹۰. ارزیابی توان زیست محیطی کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری MCDM و GIS (مطالعه موردی: شهرستان ساری)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره چهل و سوم، شماره هفتاد و هفتم، دانشگاه تهران.
۱۸. نقدی، فریده، سید محسن حسینی و شقایق صدر. ۱۳۹۰. ارزیابی توان زیست محیطی اراضی با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: اراضی حاشیه شهر تبریز)، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، شماره اول، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.
۱۹. نوری زمان آبادی، سید هدایت‌الله. سید اسکندر صیدایی و صدیقه کیانی سلمی و زهرا سلطانی و اصغر نوروزی اورگانی. ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS بخش مرکزی شهرستان کیار، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره بیست و یکم، شماره یکم، دانشگاه اصفهان.
20. Anbalagan, R. 1992. Landslide hazard development and zonation mapping in mountainous terrain. *Journal of Engineering Geology*, 32: 4.
21. McPherson, E. Gregory, David John Nowak, and Rowan A. Rowntree. 1994. Chicago's urban forest ecosystem:

resources allocation. New York: McGraw.

results of the Chicago Urban Forest Climate Project.
22.Saaty, T.L. 1980. The analytic hierarchy process: planning, priority setting,

