

نقش مدل عدد فشار در برآورد ظرفیت برد شهری همدان

گلنار مخفی^۱، کامران شایسته^{۱*}

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط
زیست، دانشگاه ملایر

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

دریافت: ۹۷/۹/۲۸ . پذیرش: ۹۸/۸/۲۲

چکیده

شهر همدان از جمله شهرهای درحال توسعه از لحاظ صنعتی و گردشگری است. بنابراین، برای مدیریت بهتر و برآورد هزینه‌ها و امکانات، مدیران باید در این رابطه، براساس ظرفیت برد تصمیم‌گیری کنند تا درنهایت، مبنای علمی و واقعی برای تصمیم‌گیری درمورد زیرساخت‌های شهری به‌دست آید. در این پژوهش، از مدل عدد فشار ظرفیت برد شهری با استفاده از چهار نماگر، شامل تراکم ناخالص جمعیت، مصرف آب، تولید زباله و میانگین انتشار منواکسیدکربن، برای بررسی ظرفیت برد و میزان فشار واردشده بر محیط زیست شهری همدان استفاده شده است. باتوجه به نقشه‌ی همپوشانی نماگرها، نتیجه می‌گیریم که در مجموع، حدود ۲۳/۳ درصد از نواحی ظرفیت برد درجه‌ی ۱ دارند که اغلب در حاشیه‌ی جنوب غربی شهر قرار گرفته‌اند و حدود ۲۹ درصد ظرفیت برد درجه‌ی ۲ دارند که عمدتاً در مناطق ۳ و ۴ قرار گرفته‌اند. ۱۴/۵ درصد از نواحی در درجه‌ی ۳ ظرفیت برد قرار گرفته‌اند و حدود ۱۷/۲ درصد در ظرفیت برد آستانه هستند. همچنین، حدود ۱۵/۷ درصد ظرفیت برد بحرانی دارند.

واژگان کلیدی: ظرفیت برد، شهر همدان، فشار بحرانی، آستانه، نماگر.

۱- مقدمه

شهرها از سیستم‌های پویای اکولوژیکی ساخته شده‌اند که انسان در آن وجود دارد (رهنما و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۸۹). با اینکه بشر شهرها را روی اکوسیستم‌های زمینه بنا می‌نهد، نقش عملکردی کوچکی در محیط‌های شهری برعهده دارد و درعین حال بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع طبیعی و تولیدکننده زائدات و آلودگی‌های تحمیل‌شده به محیط زیست نیز است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲). رشد سریع جمعیت و به‌دنبال آن، گسترش شهرها و مدیریت ناکارآمد منابع موجب افزایش روزافزون نرخ برداشت از منابع ماده و انرژی شده است (تهرانی، ۱۳۸۷: ۹۰)؛ به طوری که امروزه با حجم بالای جمعیت شهرنشینی و متابولیسم شدید در محیط زیست شهری، بشر در حال وارد آوردن فشار فزاینده‌ای بر اکوسیستم جهانی است و به‌ناچار شهرها به‌مراتب فشاری فراتر از ظرفیت پالایش محیط زیست و توان بازجذب خود را تحمل می‌کنند (Song, 2011: 30).

مشکلات حاصل از متابولیسم شدید در محیط‌های شهری موجب ایجاد ازدحام و ترافیک، کمبود امکانات، کمبود ساختمان‌های مسکونی و آلودگی محیط زیست در شهرها شده است که چالشی قابل توجه در برابر توسعه پایدار است و موجب تکرار آشفتگی در شهرها می‌شود (Irankhahi & et-al, 2017: 145). به همین دلیل، ضرورت توجه به مفاهیم ظرفیت برد سرزمین در برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها بیش‌ازپیش احساس می‌شود (تهرانی، ۱۳۸۷: ۸۸). در نظام برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین، برآورد ظرفیت برد زیست‌محیطی به‌عنوان یک رهیافت کل‌نگر و ابزار پشتیبانی از تصمیم به‌کار می‌رود. سنجش ظرفیت برد برای کمی‌سازی میزان بهره‌برداری از منابع سرزمین و به‌عنوان پایه‌ای برای شناسایی و پایش آستانه‌ی تغییرات و تنش‌ها در اکوسیستم‌های طبیعی و ارزشیابی نهایی، کنترل و پایش آشفتگی‌ها و روند تخریب در اکوسیستم‌های پس‌رفته به‌کار می‌رود (زالی و پورسهراب، ۱۳۹۶: ۱۹۰؛ طبیبیان و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۱).

در یک تعریف کلی، ظرفیت برد در اکوسیستم‌های طبیعی به‌معنی حداکثر تعداد افراد جمعیتی خاص است که ازسوی یک زیستگاه پشتیبانی می‌شوند؛ به طوری که پایداری و عملکرد حیاتی سیستم‌های پشتیبانی آن دچار تخریبی پایدار نشود (طیبیان و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۸). به بیان دیگر، ظرفیت برد شهری سطح خاصی از فعالیت‌های انسانی، رشد جمعیت، الگوها، توسعه‌ی کاربری زمین و توسعه‌ی فیزیکی است که پایداری محیط زیست شهری را حفظ می‌کند؛ بدون اینکه هیچ‌گونه اثر مخرب و غیرقابل‌بازگشتی داشته باشد (Irankhahi & et-al, 2017: 146).

در همین راستا، مطالعه‌ی ظرفیت برد همدان را بررسی می‌کنیم. ضرورت بررسی و اندازه‌گیری ظرفیت برد در رابطه با شهری مانند همدان به این دلیل است که این شهر جزو شهرهای در حال توسعه از لحاظ صنعتی و گردشگری است. بنابراین، به منظور مدیریت بهتر تصمیمات شهری و برآورد هزینه‌ها و امکانات، مدیران شهری باید در این رابطه، براساس ظرفیت برد تصمیم بگیرند تا مبنای علمی و واقعی برای تصمیم‌گیری در رابطه با زیرساخت‌های شهری به دست آید. از طرف دیگر، باتوجه به روند روبه‌رشد شهرنشینی و افزایش جمعیت شهرها و حاشیه‌ی شهرها، لزوم بررسی ظرفیت برد شهر بیش‌ازپیش نمایان شده است. در همین راستا، باید باتوجه به ظرفیت برد به امکانات و گسترش توجه شود تا ضمن گسترش عادلانه‌ی امکانات شهری، به فضای محدود شهری فشاری بیش از ظرفیت وارد نشود.

۲- چارچوب مفهومی

از دیرباز، محققان بسیاری به مفهوم ظرفیت برد توجه کرده‌اند. طبیبیان و همکاران (۱۳۸۶) مفاهیم و روش‌های برآورد کمی ظرفیت برد را طی یک بررسی سیستماتیک تحلیل کردند و آن مفاهیم را در مطالعات راهبردی توسعه‌ی گردشگری دره‌ی عباس‌آباد- گنجنامه‌ی همدان به کار بردند. تهرانی (۱۳۸۷) ظرفیت برد شهری در کلانشهر تهران را باتوجه به شاخص تولید زباله بررسی کرد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهند که در ۳۵ ناحیه (۳۰٪)، میزان درجه‌ی ظرفیت برد از حد آستانه گذشته و در وضعیت بحرانی است. در ۲۳ ناحیه (۲۰٪)، میزان درجه‌ی ظرفیت برد در حد بسیار زیاد تا بحرانی و در ۴۸ ناحیه (۴۲٪)، در حد متوسط تا زیاد است که این نواحی بیشتر در حاشیه‌ی شهر تهران واقع شده‌اند. ۹ ناحیه (۸٪) نیز دارای درجه‌ی ظرفیت برد کم تا متوسط هستند. در این تحقیق، هیچ ناحیه‌ای ظرفیت برد مطلوب را از نظر شاخص تولید زباله ندارد. جوزی و همکاران (۲۰۱۸) ترکیب GISFM و TOPSIS را برای ارزیابی ظرفیت برد محیط زیست شهری، در تعیین ظرفیت برد شهر شمیران بررسی کردند. در این مطالعه، ۸ فاکتور اصلی، شامل فضای سبز، هوا، پساب، انرژی، حمل‌ونقل، آلودگی هوا و داده‌های شکل زمین، به کار رفت که نمایانه‌های فشار در بررسی‌های توسعه‌ی شهری هستند. اصول مطالعه مطابق با مدل عدد فشار شهری است که مدل مفهومی پایدار محیط زیست نامیده می‌شود. مدل پیشنهادی براساس مطلوبیت و بیشترین حد قابل قبول نمایانه‌ها است؛ بنابراین، به دلیل تفاوت در ماهیت و روش اندازه‌گیری نمایانه‌های طبیعی و اقتصادی-اجتماعی، این فاکتورها به صورت جداگانه ارزیابی شده‌اند. برای بررسی نمایانه‌های طبیعی از GISFM (توابع فازی) و برای نمایانه‌های اقتصادی-اجتماعی از روش تاپسیس استفاده شده است.

Shayesteh و Ghandali (۲۰۱۷) ظرفیت برد شهر سمنان را با استفاده از مدل عدد فشار ظرفیت برد شهری در چارچوب مدل فشار-وضعیت-اثر-پاسخ و با استفاده از ۲۰ نمایانه‌ی میزان فشار وارد شده بر محیط زیست شهری، بررسی کردند. اسکرول و آندرسن (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با عنوان «ظرفیت برد: رویکردی در برنامه‌ریزی فضایی محلی در اندونزی»، ظرفیت برد را به دو مفهوم ظرفیت برد پشتیبان و ظرفیت برد جایگزین تقسیم کردند و عوامل تعیین‌کننده‌ی ظرفیت برد را در پنج بخش کمیت و کیفیت آب، امنیت غذایی، مدیریت زباله‌های جامد، حمل‌ونقل و تنزل سطوح جنگلی و زمین‌ها ارائه کردند. همچنین، اوه و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای با عنوان «تعیین تراکم توسعه‌ی پایدار با استفاده از نظام ارزیابی ظرفیت برد شهری»، از رویکرد ظرفیت برد برای تعیین تراکم توسعه در منطقه‌ای از سنول با پوشش ۴۰ کیلومتر مربعی بهره گرفتند و هفت عامل اولیه‌ی سطوح سبز، آب، فاضلاب، انرژی، جاده و سیستم مترو را به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده‌ی ظرفیت برد شهری در سنول معرفی کردند.

با این توصیف، شهر به‌عنوان یک سیستم، شامل انواع زیرسیستم‌هایی می‌شود که دارای وابستگی متقابل و رقابت هستند و امکان بررسی آن‌ها در سطوح مختلف ساختاری، عملکردی و پویایی وجود دارد (Melosi, 2003: 197). منظور از زیرسیستم‌های شهری، انواع فعالیت‌های انسانی مثل سکونت، کشاورزی، صنعت، تفریح، آموزش، حرکت، تجارت و ... است که در چارچوب‌های ساختاری، مثل ساختمان‌ها، کارخانه‌ها، فضاهای باز، زمین‌های کشاورزی یا جنگلی و سایر فضاهای اشغال شده با فعالیت‌های مختلف جاری است. ارتباط، تعامل و رقابت بین زیرسیستم‌های شهری با جریان‌هایی مثل حرکت مردم، مواد، انرژی و اطلاعات برقرار می‌شود (عملکرد). این ارتباطات نیز از طریق مسیرهای ارتباطی، یعنی جاده‌ها، خطوط راه‌آهن، لوله‌کشی‌های آب و گاز، سیم‌های برق، کابل‌های تلفن و سایر کابل‌ها، شکل فیزیکی می‌یابند (Morris, 1998: 181). به‌طور کلی، شهر در دیدگاه اکوسیستمی، از ارگانیزم‌های زنده و با ارتباطات متقابل تشکیل شده است که زندگی و توسعه‌ی آن‌ها به عرضه‌ی مواد و منابع مختلف و متعاقباً دفع مواد زاید به‌صورت مطلوب و متعادل بستگی دارد (Bradshaw, 2003: 78).

در مطالعات مختلف، برای تعریف ظرفیت برد شهری یا تحمل محیط، تعاریف مختلفی ارائه شده است. پس از جمع‌بندی این تعاریف، در این تحقیق، ظرفیت برد شهری را به‌معنای محدوده‌ای از فشار در نظر گرفتیم که شامل حداقل فشار^۱ حاصل از توسعه‌ی شهری (حد مطلوب) تا سقف حداکثر میزان فشار (حد مجاز) است. حداقل فشار موجب کمترین تغییر و تداخل در اکوسیستم زمینه می‌شود و حداکثر فشار بر یک محیط زیست شهری وارد می‌شود،

پیش از آنکه موجب تنزل شدید کیفیت و کمیت، اختلال در عملکرد، تخریب اساسی و غیرقابل بازگشت ساختار و یا نابودی اجزا و عناصر سیستم شهری (ظرفیت برد فیزیکی) شود. به عبارت دیگر، ظرفیت برد محیط زیست شهری در تحقیق حاضر عبارت است از محدوده‌ی فشار قابل قبول حاصل از ابعاد مختلف رشد جمعیت، مصرف منابع، تولید زائدات و آلاینده‌ها و تغییر ساختار (طبیعی و انسانی) در شهر؛ بدون اینکه اختلال جدی به ساختار، فرآیند و عملکرد (پایداری) و یکپارچگی (سلامت) محیط زیست شهری وارد شود (تهرانی و همکاران، ۲۰۰۹: ۹۸).

از طرف دیگر، ظرفیت برد شهری به‌عنوان سطحی از فعالیت‌های انسانی تعریف می‌شود که بدون اینکه باعث تخریب یا آسیب غیرقابل برگشت شود، از سوی محیط زیست شهری حمایت شود. این مفهوم ظرفیت برد بر این فرض استوار است که آستانه‌های محیط زیستی معینی وجود دارد که گذر و تجاوز از آن‌ها، باعث آسیب‌های جدی و برگشت‌ناپذیری به محیط زیست می‌شود. این رویکرد زمانی مفید می‌شود که آستانه‌ها از ابتدا شناسایی شوند. هنگامی که فعالیت‌های انسانی مانند جمعیت، تراکم و کاربری اراضی مدیریت می‌شوند، تعیین ظرفیت فضای شهری ساده می‌شود (جوزی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۷۲).

از آنجا که انسان‌ها در محیط زیست شهری، عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی و مواد محسوب می‌شوند، برای بررسی ظرفیت برد محیط زیست شهری که شاخصی برای تعیین میزان پایداری یک اکوسیستم به‌شمار می‌رود، بررسی و تعیین میزان و الگوی مصرف در جامعه‌ی انسانی گامی بسیار اساسی است. در یک اکوسیستم سازش‌یافته، الگوی مصرف با ظرفیت‌های محیطی برابری می‌کند؛ اما در اکوسیستم‌های پس‌رفته، مانند بیشتر کلانشهرها، به‌دلیل وجود مصرف‌گرایی و جریان شدید ماده و انرژی، در بیشتر موارد، نه‌تنها از ظرفیت‌برد اکولوژیک، بلکه از ظرفیت‌برد فیزیولوژیک نیز فراتر رفته است. نرخ تولید و مصرف در حداکثر میزان خود و خروجی و پسماند نیز با حداکثر آنتروپی وجود دارد (Schroll & Andersen, 2012: 29).

از آنجا که حدود ظرفیت‌برد در جوامع انسانی را با حداکثر تحمل فشار و یا حد قابل قبول تغییرات که از سوی انسان به اکوسیستم تحمیل می‌شود، می‌توان برابر دانست (تهرانی، ۱۳۸۷: ۹۳). هدف از برنامه‌ریزی برای رسیدن به پایداری و یا حفظ آن در جوامع شهری باید کاهش فشار مصرف، تخریب و سرعت تولید پسماند و خروجی یا آنتروپی بالا باشد.

از آنجا که در محیط‌های پیچیده مانند شهر، محاسبه‌ی دقیق ظرفیت‌برد دقیق و درست نیست (به این دلیل که به مصالحه میان گروه‌های ذی‌نفع و در نظر گرفتن پویایی متغیرهای



زیادی بستگی دارد که اغلب با عدم اطمینان زیادی روبه‌رو است)، تنها می‌توان محدوده‌هایی را که در آن به شکستن ظرفیت‌برد نزدیک و یا دور می‌شویم شناسایی کرد و آن را در قالب درجات میزان فشار وارد شده بر محیط‌زیست تعیین و ارائه نمود. محاسبه‌ی دقیق ظرفیت‌ها با وضعیت ناهنجار گردآوری داده‌ها و میزان دانش ما از فرآیندهای اکوسیستم ممکن نیست. بنابراین، برای مشخص کردن ظرفیت‌ها، مجبوریم که برآورد کنیم. در واقع، این طبقه‌بندی فشار، میزان فاصله‌ی یک اکوسیستم از پایداری (آستانه‌ها) و روند تغییرات آن را نشان می‌دهد و به صورت محدوده‌ای که در آن، نقطه‌ی آغاز برابر با ظرفیت برد حداقل (حد مطلوب شاخص) و حد نهایی آن ظرفیت‌برد حداکثر (حد مجاز-آستانه) است، تعریف و توصیه می‌شود. با تعیین حدود قابل قبول تغییر، یک چارچوب مناسب برای قضاوت به دست می‌آید.

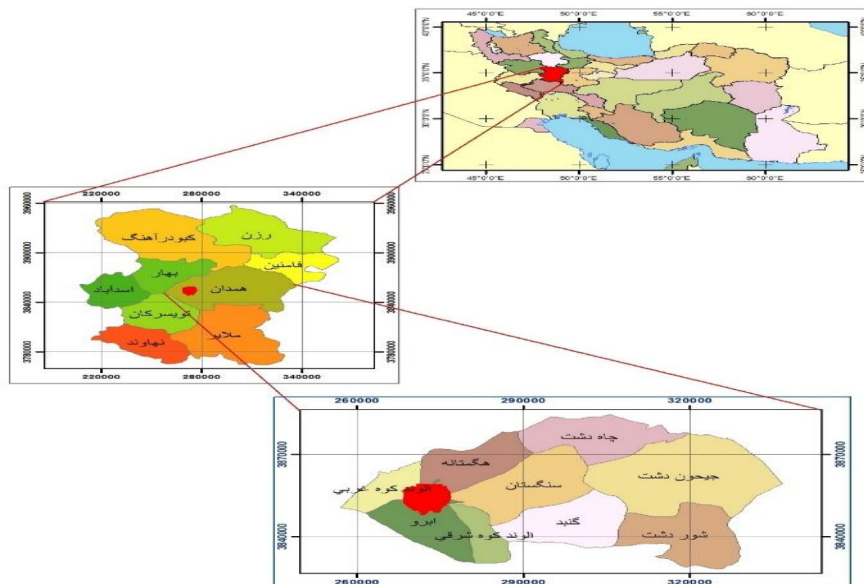
۳- مواد و روش‌ها

این مطالعه از نظر ماهیت و روش از نوع مطالعات توصیفی- تحلیلی و از نظر هدف از نوع مطالعات کاربردی است. در این مقاله، با توجه به ماهیت اهداف، از مدل عدد فشار و مفاهیم آستانه‌های تحمل زیست‌محیطی برای اندازه‌گیری فشار وارد شده بر سرزمین و بر مبنای آستانه‌های مجاز جمعیتی و تراکم بهینه‌ی شهری در سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره بردیم.

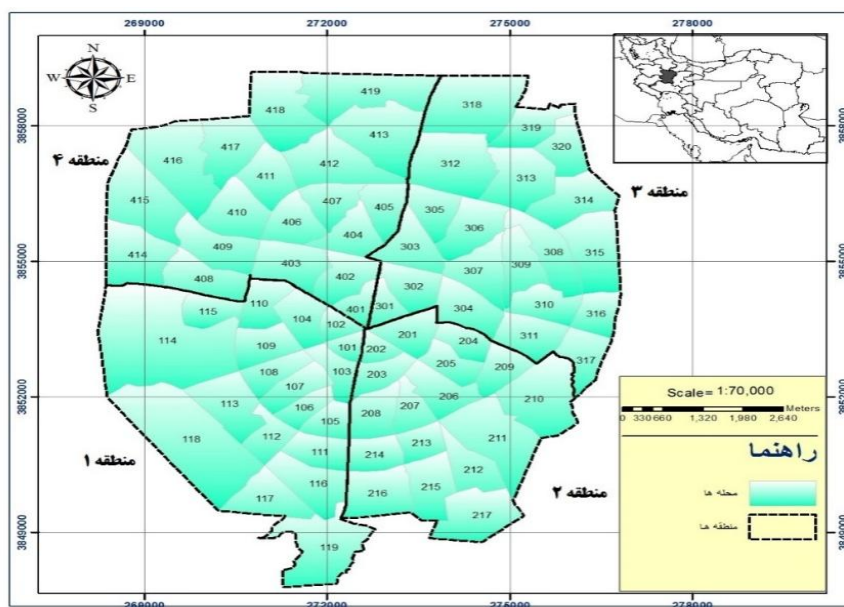
۳-۱- تقسیمات سیاسی اداری در منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه در استان همدان و شهرستان همدان واقع شده است (شکل ۱). در این پژوهش، شهر همدان از لحاظ مدیریت شهری به ۴ منطقه‌ی شهرداری تقسیم شده است و هر منطقه به نواحی شهری (محل) تقسیم شده‌اند که در مجموع ۷۵ ناحیه را تشکیل می‌دهند. ۷۵ ناحیه‌ی مذکور در حوزه‌ی عملیاتی شهر همدان واقع شده که امور مرتبط با خدمات و مدیریت شهری، نظافت، ساخت‌وساز درون شهری و اجرای طرح جامع شهری در آن‌ها انجام می‌شود. شکل ۲ مناطق و نواحی شهری همدان را نشان می‌دهد.

برآورد ظرفیت برد شهری همدان با استفاده... کامران شایسته و همکار



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل ۲: مناطق و نواحی شهری همدان



۲-۳- مراحل مختلف تهیه و پردازش داده‌ها

برای تهیهی داده‌های موردنیاز، مراحل زیر را انجام دادیم:

۱. تهیهی داده‌های مربوطه برای هر زون از سازمان متولی آن با تفکیک مکانی و زمانی؛
۲. تهیهی سری‌های زمانی از داده‌ها در هر زون؛
۳. پردازش داده‌ها و استخراج اطلاعات موردنیاز برای مکان‌دار و زمان‌دار کردن داده‌ها؛
۴. بازسازی آماری و انجام تحلیل‌های آماری؛
۵. رقوم‌سازی داده‌های مکان‌دار و تهیهی جدول خصوصیات آن‌ها و زمین‌مرجع کردن آن‌ها؛
۶. ادغام لایه‌ها و استخراج داده‌های جدید از طریق به‌کارگیری نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱؛
۷. گنجاندن همه‌ی اطلاعات موردنیاز در هر لایه برای زون‌های مورد مطالعه؛
۸. تهیهی جدول خصوصیات و ارزش‌های داده‌ها براساس اهداف پژوهش؛
۹. تفکیک داده‌ها به لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز.

۴- انتخاب نماگرها و نحوه‌ی محاسبه‌ی آن‌ها برای ظرفیت برد شهری

رویکرد معرفی‌شده در این پژوهش بر نظارت مداوم بر وضعیت اکوسیستم از نظر فاصله از حد مطلوب تا حد بحرانی شاخص‌های انتخاب‌شده مبتنی است و از مدل عدد فشار ظرفیت برد شهری به‌عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی^۲ استفاده شده است (امیدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷: ۳). از آنجا که در این پژوهش مفهوم ظرفیت برد ارتباط تنگاتنگی با میزان فشار وارد بر بستر و به عبارتی میزان آن عامل در واحد سطح معنی دارد، برای تعیین ظرفیت برد شهری، از نماگرهای فشار استفاده می‌شود. به‌طور کلی، روند انجام مطالعه به‌صورت زیر است:

۱. انتخاب نماگرها: در تعیین ظرفیت برد شهری نماگرهای متعددی بررسی می‌شوند. از سوی دیگر، با استفاده از تعداد کمتری شاخص، اطلاعات دقیقی به‌دست می‌آید. بنابراین، ۴ نماگر، شامل تراکم جمعیت ناخالص، مصرف آب، تولید زباله و میانگین انتشار منواکسیدکربن، در نظر گرفته شده است. این نماگرها براساس مرور مقالات و منابع موجود و همچنین مقایسه‌ی بین شاخص‌ها از نظر تأثیرگذاری بر تغییر در میزان ظرفیت برد، انتخاب شده‌اند.

1.. Geographic Information System
2.Spatial Decision Support System

۲. تعیین ماتریس ضریب اهمیت شاخص (IC): در فرآیند تجزیه و تحلیل ظرفیت برد، اهمیت هر شاخص با ایجاد ماتریس ضریب اهمیت شاخص (IC) تعیین می‌شود. برای این منظور، با استفاده از فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی (AHP) و مقایسات زوجی، اهمیت هر شاخص براساس وزن محاسبه‌شده‌ی آن تعیین می‌شود.

۳. تعیین فواصل درجه‌ی ظرفیت برد (DCC): مقادیر هر نماگر در یک دسته‌ی ۶ تایی در این مدل قرار گرفته‌اند که به آن درجه‌ی ظرفیت برد^۱ گفته می‌شود. ظرفیت برد در طبقه‌ی اول آستانه‌ی مطلوب برابر با ۰/۱ درجه است و مقادیری از شاخص را در برمی‌گیرد که در حد مطلوب یا استاندارد است و برابر با کمترین میزان فشار^۲ قابل قبول در نظر گرفته می‌شود. در طبقات بعدی، مقادیر شاخص مورد نظر افزایش می‌یابد تا به طبقه‌ی آخر یا حد بحرانی برسد که به معنی گذر از آستانه است.

۴. تعیین فواصل درجه‌ی ظرفیت برد برای هر شاخص: برای شاخص‌هایی که استانداردهای بین‌المللی یا محلی مورد قبول مانند تراکم جمعیت دارند، مقادیر بین حداقل تا حداکثر حد قابل قبول، به ۶ کلاس DCC تقسیم می‌شوند. اگر طبقه‌بندی پذیرفته‌شده‌ای وجود نداشته باشد، مقادیر به‌طور مساوی در میان ۶ کلاس تقسیم می‌شوند. برای تعیین فواصل بازه‌های سایر شاخص‌ها و طبقه‌بندی میزان فشار، تراکم جمعیت مبنای قرار می‌گیرد. برای این منظور، پس از مطالعه‌ی منابع و تجربیات مختلف در سراسر جهان و با در نظر گرفتن عوامل محدودکننده، مانند امکانات شهری و استانداردهای موجود، تراکم جمعیت بین ۵۰ تا ۱۱۰ نفر در هکتار (EEAC, 2002) به‌عنوان محدوده‌ی حداقل و حداکثر مطلوب در نظر گرفته شد. برای به‌دست آوردن کمترین حد قابل قبول برای هر شاخص نیز از معادله‌ی زیر استفاده می‌شود:

معادله‌ی ۱:

کمترین حد قابل قبول = بیشترین حد قابل قبول مصرف (برابر با استاندارد) * کمترین مطلوبیت اندازه‌ی جمعیت

۵. تعیین عدد فشار (LN): در این مطالعه، با ضرب درجه‌ی ظرفیت برد هر شاخص در ضریب اهمیت آن (IC)، شاخص عدد فشار (LN) به‌دست آمد. شاخص LN درجه‌ی عدد فشار زیست‌محیطی را براساس ظرفیت برد هر شاخص و وزن نسبی آن برای ایجاد فشار بر محیط شهری ارائه می‌کند.

1. Degree of carrying capacity

2..Load



$$LN=DCC \times LC:$$

معادله‌ی ۲

IN، DCC و IC به ترتیب عدد فشار، درجه‌ی ظرفیت برد و ضریب اهمیت هستند.

۶. تهیه‌ی نقشه‌ی عدد فشار برای هر شاخص: با توجه به میزان ظرفیت برد هر نماگر، نقشه‌ی درجه‌ی ظرفیت برد آن با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS نسخه‌ی ۱۰٫۳ تهیه می‌شود. برای این منظور، با رقوم‌سازی داده‌های مکان‌دار و تهیه‌ی جدول‌های خصوصیات مربوط به آن‌ها، بانک اطلاعاتی ایجاد و در مرحله‌ی بعد، با ادغام لایه‌ها و استخراج داده و گنجاندن اطلاعات در ناحیه‌های مورد مطالعه و اعمال درجه‌بندی ظرفیت برد شاخص‌ها، نقشه‌ی درجه‌ی ظرفیت برد تهیه می‌شود.

۷. تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی عدد فشار: با تلفیق و یکپارچه‌سازی اطلاعات نقشه‌های عدد فشار شاخص‌ها و انجام تابع پرسش‌گیری و سپس طبقه‌بندی مجدد، نقشه‌ی نهایی عدد فشار تهیه می‌شود (جدول ۱).

۸

جدول ۱: درجه‌ی ظرفیت برد نهایی مجموع ۴ نماگر

نماگرهای نهایی	فشار خیلی کم	فشار کم	فشار متوسط	فشار زیاد	فشار خیلی زیاد	وضعیت بحرانی
درجه‌ی فشار	۰/۱	۱	۲	۳	۴	۵
مفهوم	حد مطلوب	درجه‌ی ۱	درجه‌ی ۲	درجه‌ی ۳	حد آستانه	حد بحرانی

۵- نتایج

همان‌طور که بیان شد، با بررسی مقالات و مرور پژوهش‌های صورت‌گرفته در زمینه‌ی ظرفیت برد شهری، چهار نماگر شاخص، شامل تراکم جمعیت ناخالص، مصرف آب، تولید زباله و میانگین انتشار منواکسید کربن، برای بررسی ظرفیت برد شهری همدان در نظر گرفته شد.

۵-۱- وزن‌دهی معیارها

باتوجه به اینکه هر نماگر نقش متفاوتی در ارائه فشار بر محیط‌زیست شهر و همچنین ظرفیت برد محیط زیست شهری اجرا می‌کند بنابراین انجام ارزیابی براساس سنجش یک معیار

برآورد ظرفیت برد شهری همدان با استفاده... کامران شایسته و همکار

مشخص ممکن است نتیجه دقیقی نداشته باشد، بنابراین برای حل این مشکل، به نماگرها وزن داده شد و برای این منظور از مدل تصمیم‌گیری چند معیار MCDM استفاده گردید به منظور انجام فرآیند تحلیل سلسه مراتبی نیز از نرم افزار Expert Choice استفاده گردید (جدول ۱)

جدول ۲: وزن نماگرها برای ارزیابی ظرفیت برد محیط زیست شهری

وزن‌ها	نماگر
۰/۲۷۷	تراکم جمعیت ناخالص
۰/۱۶۰	تولید زباله
۰/۴۶۷	مصرف آب
۰/۰۹۵	میانگین انتشار منواکسید کربن

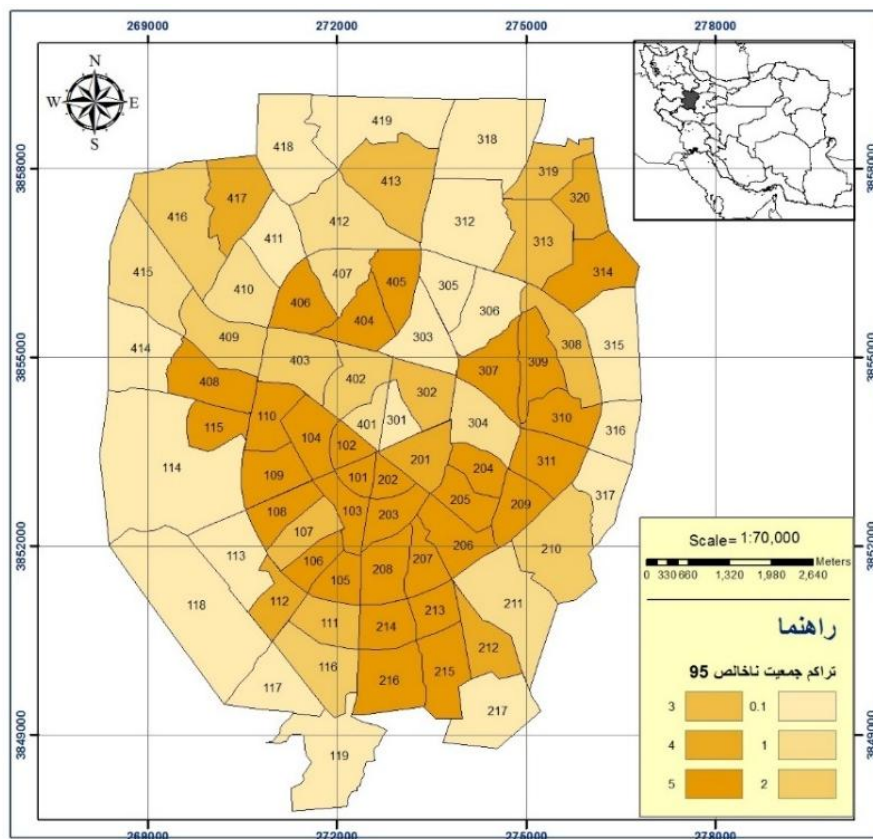
۲-۵- تراکم ناخالص جمعیت

تراکم شهری یکی از مهم‌ترین مباحث شهری است؛ به‌گونه‌ای که می‌توانیم آن را یک عامل اصلی و شاخص برای مجموعه‌ی فعالیت‌های شهرسازی و همچنین عاملی برای مهار توسعه و تعادل بخشیدن به محیط بدانیم (عزیزی، ۱۳۸۳: ۴۳). از سوی دیگر، تراکم ابزاری در دست برنامه‌ریزان و طراحان شهری است که در ارتباط نزدیک با کاربری زمین، ترافیک شهری و کیفیت محیط و زندگی است (kang & Xu, 2010).

باتوجه به مطالعات انجام‌شده در کشورهای دیگر، میانگین حداکثر تراکم جمعیت مطلوب شهری ۱۱۰ نفر در هکتار است (EEAC, 2002) که این عدد با شرایط همدان مطابقت دارد. همچنین، باتوجه به استانداردهای مطرح‌شده، هر انسان برای تمام فعالیت‌های موردنیاز به حداقل ۱۸۰ متر مربع زمین (۵۵ فرد در هکتار) نیاز دارد. بنابراین، در این تحقیق، حداقل مطلوب جمعیت شهری برابر با ۵۰ و حداکثر مجاز تراکم جمعیت برابر با ۱۱۰ نفر در نظر گرفته شده است.

جدول ۳: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر تراکم ناخالص جمعیت شهری

درجه‌ی ظرفیت برد						نام نماگر
۵	۴	۳	۲	۱	۰/۱	
> ۱۱۰	۱۱۰-۹۵	۹۵-۸۰	۸۰-۶۵	۶۵-۵۰	۵۰-۱	تراکم جمعیت ناخالص



شکل ۳: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر تراکم ناخالص جمعیت شهری در شهر همدان

همان‌طور که در نقشه‌ی نماگر تراکم جمعیت مشخص است، بیشترین تراکم در مرکز و نواحی جنوبی شهر همدان است. در این نواحی، تراکم جمعیت در حالت بحرانی قرار گرفته است و به‌طور کلی، کد محله‌های ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۲۱۷، ۳۰۳، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۱۲، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۴۱۱، ۴۱۸، ۴۱۹ و ۴۱۸ در طبقه‌ی مطلوب قرار گرفته‌اند. کد محله‌های ۲۱۱، ۳۰۴، ۴۰۱، ۴۰۷، ۴۱۰، ۴۱۲ و ۴۱۵ نیز در طبقه‌ی درجه‌ی ۱ ظرفیت برد و کد محله‌های ۱۱۶، ۲۱۰، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۹ و ۴۱۶ در طبقه‌ی درجه‌ی ۲ ظرفیت برد هستند. کد محله‌های ۱۰۷، ۱۱، ۳۰۲، ۳۰۸، ۳۱۳، ۳۱۹ و ۴۱۳ نیز در طبقه‌ی درجه‌ی ۳ ظرفیت برد قرار گرفته‌اند. کد محله‌های ۱۱۲، ۲۰۱، ۲۰۱، ۴۱۷، ۳۲۰، ۲۱۲ و ۲۰۱ در طبقه‌ی آستانه واقع شده‌اند و سایر کد محله‌ها نیز در حالت بحرانی هستند.

۳-۵- مصرف آب

درزمینه‌ی نماگرهای مصرف ماده در محیط زیست شهری، میزان مصرف منابع آب آشامیدنی به دلیل نقش کلیدی آن در بین نماگرهای مربوط به توسعه در شهرها و همچنین محدودیت کلی منابع آب در کره‌ی زمین و معضلات ناشی از آن، به عنوان شاخص در نظر گرفته شد. رشد روزافزون جمعیت، توسعه‌ی فعالیت‌های اقتصادی و بالا رفتن سطح استانداردهای زندگی سبب افزایش چشمگیر تقاضای آب شده است. در ایران، سرانه‌ی آب تجدیدشونده با افزایش جمعیت کاهش یافته است و از نظر معیارهای جهانی به مرز بحران نزدیک می‌شود. بنابراین، بهره‌برداری بهینه از منابع آب در مدیریت آن نقش مهمی دارد. برای تهیه و تدوین جدول ظرفیت برد مصرف آب، ابتدا سرانه‌ی مجاز و مطلوب آب شهری مطابق با استانداردها و تعرفه‌ها به دست آمد که برابر با ۳۰۰ لیتر در روز است. سپس، میزان مصرف مطلوب و مجاز آب در واحد سطح محاسبه شد. از آنجا که سرانه‌ی مصرف آب در روز ۳۰۰ لیتر است، این مقدار برای کل سال برابر با ۱۰۹ متر مکعب در سال برای هر نفر است که با توجه به حداقل و حداکثر تراکم جمعیت در هکتار، حد مطلوب و آستانه‌ی مصرف آب تعیین شد.

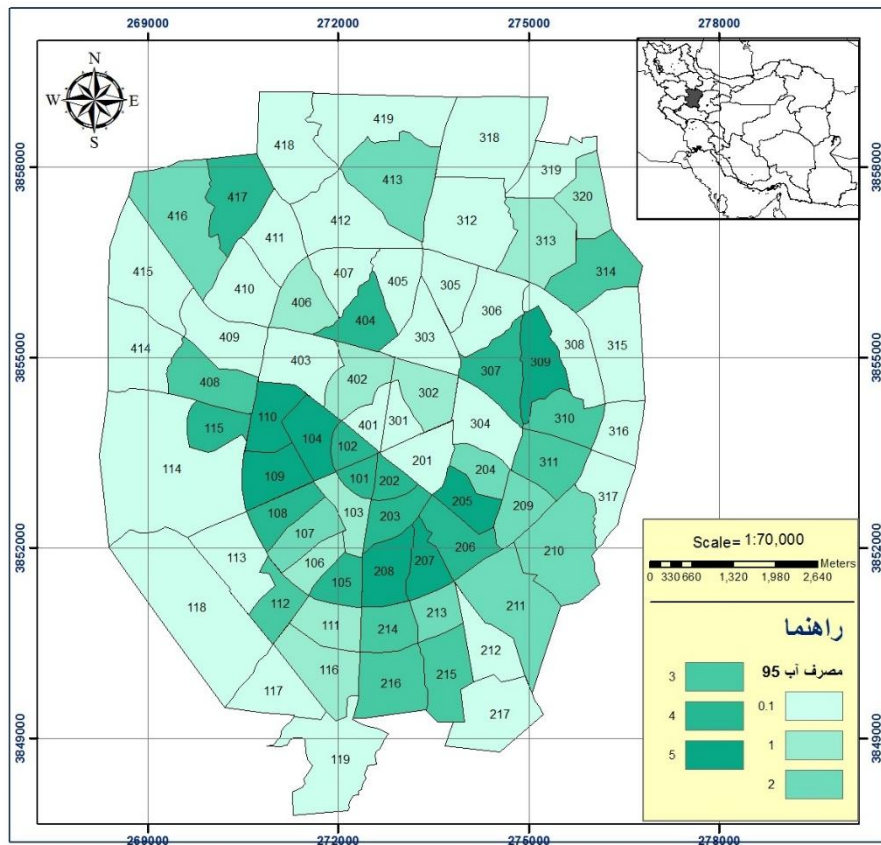
متر مکعب در سال در هکتار $5500 = 109 \times 50$

متر مکعب در سال در هکتار $11990 = 109 \times 110$

جدول ظرفیت برد عدد فشار مصرف آب در شهر همدان به صورت زیر محاسبه شده است:

جدول ۴: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر مصرف آب

درجه‌ی ظرفیت برد						نام نماگر
۵	۴	۳	۲	۱	۰/۱	
> 11990	11990 - 10367/5	10367/5 - 8745	8745 - 7122/5	7122/5 - 5500	5500 - 0	مصرف آب



شکل ۴: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر مصرف آب در شهر همدان

باتوجه به نقشه‌ی نماگر مصرف آب روشن می‌شود که در نواحی شمالی، میزان آب کمتری مصرف می‌شود. به‌طور کلی، کد محله‌های ۱۰۳، ۱۰۶، ۱۱۱، ۱۱۶، ۳۰۲، ۳۱۳، ۳۲۰، ۴۰۲ و ۴۰۶ در طبقه‌ی ۱ ظرفیت برد، کد محله‌های ۱۰۷، ۲۰۴، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۳، ۴۱۳ و ۴۱۶ در طبقه‌ی ۲ ظرفیت برد و کد محله‌های ۲۱۶، ۱۱۲، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۳۱۰، ۳۱۱ و ۳۱۴ در طبقه‌ی ۳ ظرفیت برد قرار گرفته‌اند. همچنین، کد محله‌های ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۰۸، ۱۱۵، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۶، ۳۰۷، ۴۰۴ و ۴۱۷ در طبقه‌ی آستانه‌ی درجه‌ی ظرفیت برد و کد محله‌های ۱۰۴، ۱۰۹، ۱۱۰، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۰۸ و ۳۰۹ در حالت بحرانی قرار داشته‌اند. بقیه‌ی محله‌ها در حالت مطلوب هستند.

۴-۵- زباله

مدیریت مواد زائد باتوجه به اهمیت مفهوم توسعه‌ی پایدار در جوامع شهری، یکی از شاخص-های تکنولوژی مدیریت شهری به‌شمار می‌رود که در صورت به ثمر رسیدن آن، اثرات و صدمات مصرفی شدن در ابعاد مختلف، تا حد قابل توجهی کاهش می‌یابد؛ زیرا کثرت مواد زائد نتیجه‌ی اجتناب‌ناپذیر توسعه و مصرف است و نبود مدیریت همگام با دانش روز یکی از عوامل مهم آلودگی محیط شهری است. بنابراین، مدیریت مناسب پسماند یکی از مهم‌ترین شاخصه‌هایی است که به‌وسیله‌ی آن مدیریت شهری ارزیابی می‌شود.

برای ایجاد جدول درجه‌ی ظرفیت برد نماگر تولید زباله، ابتدا لازم است حداکثر مجاز تولید زباله تعیین شود. باتوجه به استانداردها، میزان مطلوب سرانه‌ی ۵۰۰ گرم در روز در نظر گرفته شده است که برابر با ۰/۱۸ تن در سال است. بنابراین و باتوجه به تراکم جمعیت مطلوب در هر هکتار، حد مطلوب تولید زباله محاسبه شد.

$$\text{حد مطلوب تولید زباله تن در سال در هکتار} = ۹/۱ \times ۰/۱۸ \times ۵۰$$

همچنین، حداکثر تولید زباله باتوجه به حداکثر تراکم جمعیت در هر هکتار مطابق فرمول

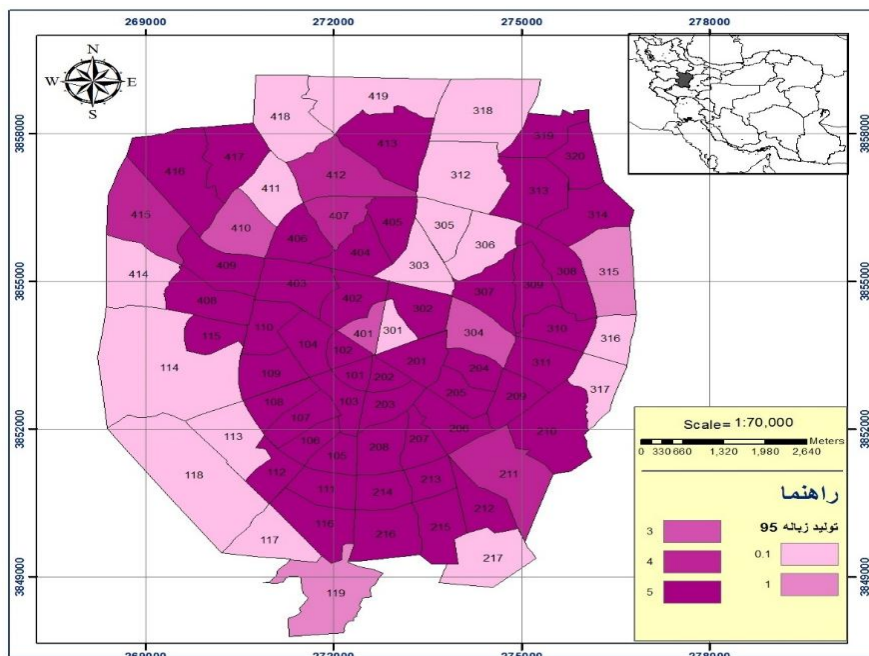
زیر محاسبه شد:

$$\text{حداکثر تولید زباله تن در سال در هکتار} = ۲۰ \times ۰/۱۸ = ۱۱۰$$

باتوجه به محاسبات انجام‌شده، جدول درجه‌ی ظرفیت برد تولید زباله به‌دست آمد.

جدول ۵: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر تولید زباله

درجه‌ی ظرفیت برد						نام نماگر
۵	۴	۳	۲	۱	۰/۱	
> ۲۰	۲۰ - ۱۷/۸	۱۷/۸ - ۱۴/۹	۱۴/۹ - ۱۲	۱۲ - ۹/۱	۹/۱ - ۰	تولید زباله



شکل ۵: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر تولید زباله در شهر همدان

همانطور که در نقشه‌ی تولید زباله مشخص است، نواحی مرکزی و جنوبی شهر همدان بیشترین مناطق تولید زباله هستند. کد محله‌های ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۷، ۱۱۸، ۲۱۷، ۳۰۱، ۳۰۳، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۱۲، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۴۱۱، ۴۱۴، ۴۱۸ و ۴۱۹ در حالت مطلوب درجه‌ی ظرفیت برد، کد محله‌های ۱۱۹ و ۳۱۵ در طبقه‌ی ۱ درجه‌ی ظرفیت برد و کد محله‌های ۳۰۴، ۴۰۱ و ۴۱۰ در طبقه‌ی ۳ ظرفیت برد قرار دارند. همچنین، کد محله‌های ۲۱۱، ۴۰۷، ۴۱۲ و ۴۱۵ در حالت آستانه قرار گرفته‌اند و بقیه‌ی محله‌ها در حالت بحرانی هستند.

۵-۵- میانگین تولید منواکسیدکربن

مسئله‌ی آلودگی هوای شهرها که از مصرف سوخت‌های فسیلی در نتیجه‌ی عبور و مرور وسایل نقلیه و فعالیت کارخانجات نشئت می‌گیرد، در گروه مهم‌ترین معضلات و مشکلات مهم شهری است که در نتیجه‌ی دخالت عوامل انسانی و فیزیوگرافی ایجاد می‌شود. برای رفع این معضل، انجام برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای و ارائه‌ی راهکارهایی برای کنترل و کاهش اثرات

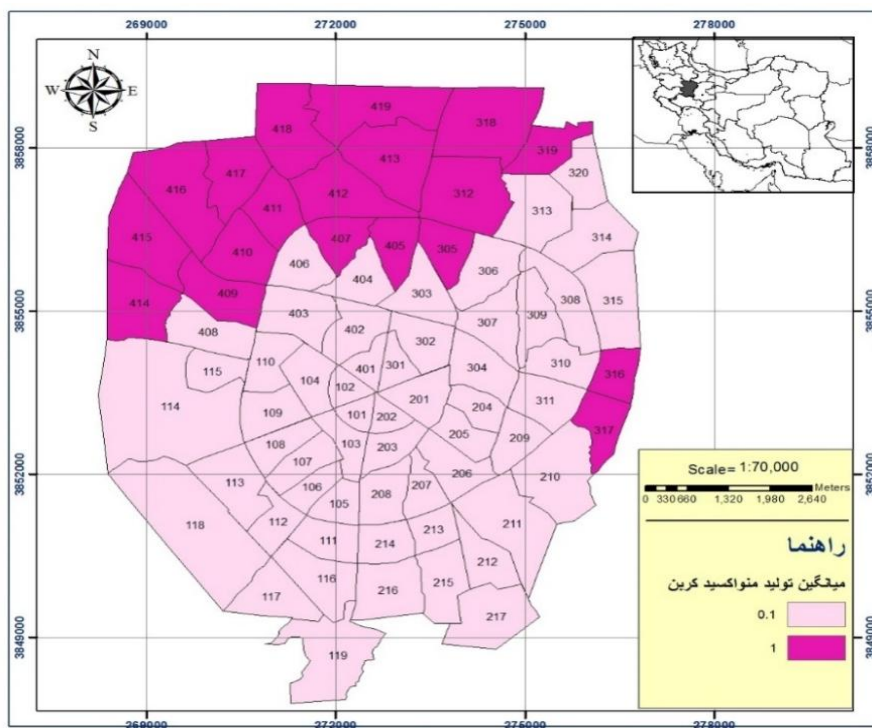
برآورد ظرفیت برد شهری همدان با استفاده... کامران شایسته و همکار

مخرب آن بر محیط زیست ضروری است. به عبارت دیگر، برای حفظ محیط زیست پایدار شهری، توجه به آلودگی‌های تولیدشده در محیط شهری اهمیت دارد.

درجه‌ی ظرفیت برد میانگین تولید منواکسیدکربن با توجه به استانداردهای بین‌المللی موجود برای غلظت CO توسط سازمان بهداشت جهانی^۱ و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا^۲ آرایه شده است. اعداد آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۶: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر میانگین تولید منواکسیدکربن

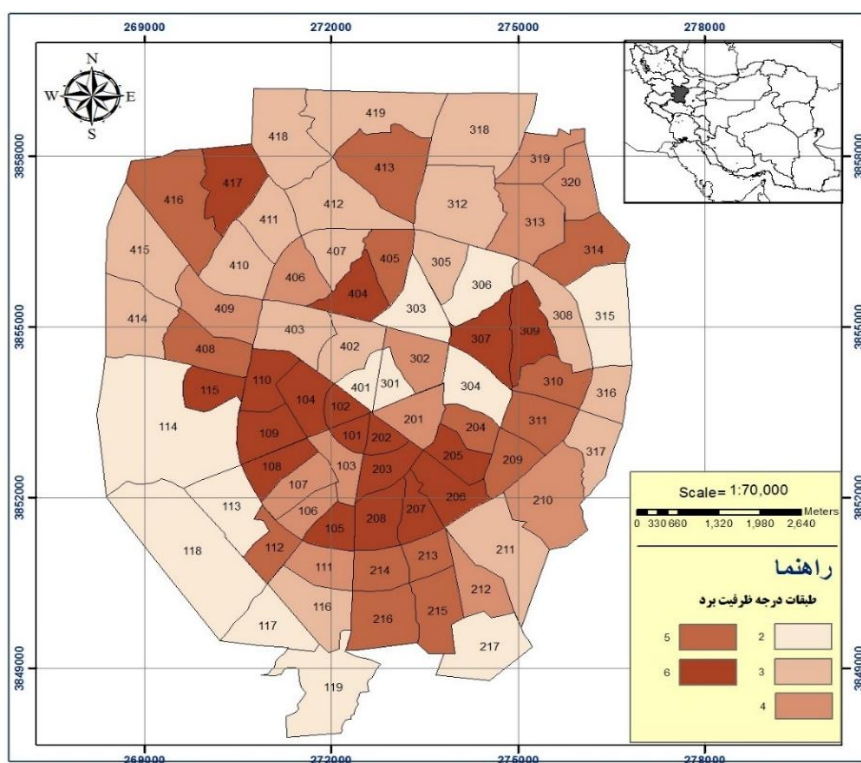
درجه‌ی ظرفیت برد						نام نماگر
۵	۴	۳	۲	۱	۰/۱	
> ۳۰	۳۰-۱۵	۱۵-۹	۹-۶	۶-۴	۴-۰	میانگین تولید منواکسید کربن



شکل ۶: درجه‌ی ظرفیت برد نماگر میانگین تولید منواکسیدکربن در شهر همدان

- 1.. WHO
- 2.EPA

باتوجه به نقشه‌ی نماگر، میانگین تولید منواکسیدکربن در شهر همدان، بیشتر محله‌ها در حالت مطلوب درجه‌ی ظرفیت برد قرار گرفته‌اند و کد محله‌های ۳۰۵، ۳۱۲، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۴۰۵، ۴۰۷، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸ و ۴۱۹ در طبقه‌ی ۱ درجه‌ی ظرفیت و در قسمت‌های شمالی شهر هستند. درنهایت، با همپوشانی نماگرها، نقشه‌ی نهایی عدد فشار ظرفیت برد شهری به‌دست آمد.



شکل ۷: نقشه‌ی همپوشانی نماگرهای ظرفیت برد برای شهر همدان

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی درجه‌ی ظرفیت برد نهایی نماگرها در هریک از محله‌ها (۷۵ محله) در سال ۹۵، نتایج زیر به‌دست آمده است:

از مجموع ۷۵ ناحیه‌ی شهر همدان برای نماگر تراکم ناخالص جمعیت، ۳۶/۵ درصد نواحی در حد مطلوب قرار گرفته‌اند که بیشتر در حاشیه‌ی شهر بودند. حدود ۵/۳ درصد در حد آستانه قرار دارند و ۲۸/۳ درصد از نواحی در حالت بحرانی و بیشتر در بخش جنوبی شهر همدان واقع شده‌اند.

نتایج نماگر مصرف آب به این صورت است که حدود ۵۳/۸ درصد در حد مصرف مطلوب، ۹/۱ درصد در حد آستانه و حدود ۶/۶ درصد در حد بحرانی قرار گرفته‌اند. از نظر تولید زباله، حدود ۲۳/۳ درصد از نواحی در حد مطلوب و بیشتر در حاشیه‌ی شهر واقع شده‌اند. حدود ۷/۳ درصد در حد آستانه و حدود ۵۲/۹ درصد در حالت بحرانی قرار دارند که نشان‌دهنده‌ی حجم بالای تولید زباله در شهر همدان است.

از نظر میانگین تولید منواکسیدکربن، حدود ۶۹ درصد از نواحی در حالت مطلوب و بیشتر در نواحی شمالی شهر قرار دارند و حدود ۳۰ درصد در طبقه‌ی دوم هستند که نشان‌دهنده‌ی میزان فشار کم است.

باتوجه به نقشه‌ی همپوشانی نماگرها روشن می‌شود که در مجموع حدود ۲۳/۳ درصد از نواحی (۱۲ محله) دارای ظرفیت برد درجه‌ی ۱ هستند که بیشتر در حاشیه‌ی جنوب غربی شهر قرار گرفته‌اند و حدود ۲۹ درصد (۱۸ محله) دارای درجه‌ی ظرفیت برد ۲ هستند و عمدتاً در مناطق ۳ و ۴ قرار گرفته‌اند. ۱۴/۵ درصد از مساحت کل (۱۳ محله) در درجه‌ی ۳ ظرفیت برد و حدود ۱۷/۲ درصد (۱۴ محله) در ظرفیت برد آستانه قرار گرفته‌اند. همچنین، حدود ۱۵/۷ درصد از نواحی (۱۷ محله) دارای ظرفیت برد بحرانی هستند. به این ترتیب، هیچ محله‌ای از شهر همدان در حالت مطلوب قرار نگرفته است. در همین راستا، ایرانخواهی و همکاران ظرفیت‌برد شهری را در منطقه‌ی شمیران با استفاده از مدل عدد فشار به‌دست آورده‌اند. آن‌ها مصرف آب، نرخ رشد جمعیت، آسیب‌پذیری زلزله، شیب و ارتفاع را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها در نظر گرفتند و بیان کردند که در شهر شمیران، هیچ منطقه‌ای در حالت مطلوب نیست و حدود ۱۰ درصد در طبقه‌ی ۲ (فشار کم)، حدود ۳ درصد در حالت بحرانی (حداکثر فشار) و سایر مناطق در طبقه‌ی ۳ (فشار متوسط) و ۴ (فشار زیاد) قرار دارند. تهرانی و مخدوم با استفاده از همین مدل، ظرفیت‌برد شهری را در شهر تهران به‌دست آوردند. در مطالعه‌ی آن‌ها، آلودگی هوا، نرخ رشد جمعیت، مصرف آب و مصرف برق به‌عنوان مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بیان شده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که هیچ منطقه‌ای از تهران در حالت مطلوب قرار ندارد و حدود ۶ درصد در طبقه‌ی ۱ (فشار کم تا متوسط)، ۹/۵ درصد در طبقه‌ی



۲ (فشار متوسط تا زیاد)، حدود ۴۹/۵ درصد در طبقه‌ی ۳ (فشار زیاد تا خیلی زیاد) و ۳۵ درصد در طبقه‌ی ۴ (حد بحرانی) قرار دارند.

باتوجه به سرعت روبه‌رشد شهرنشینی و لزوم تصمیم‌گیری‌های سریع در حوزه‌ی مدیریت شهری، تدوین برنامه‌هایی برای سرعت بخشیدن به فرآیند مدیریت ضروری است. بنابراین، باید روش‌هایی به‌کار روند که با استفاده از نماگرهای شاخص، کلیدی و کم‌تعداد این مهم را برای مدیران شهری فراهم کنند. در این پژوهش که بخشی از یک پایان‌نامه‌ی دانشگاهی است، با درنظر گرفتن چهار نماگر، ظرفیت برد براساس عدد فشار بررسی شده است. نتایج این پژوهش براساس چهار نماگر تراکم ناخالص جمعیت، مصرف آب، تولید زباله و میانگین انتشار منواکسیدکربن است که به مدیران شهری کمک می‌کند با کمترین زمان و هزینه، وضعیت شهر را برای دوره‌های زمانی مختلف بررسی کنند و با ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی مناسب، مانند ارائه‌ی خدمات و یا وضع قوانین لازم، شهر را درجهت دستیابی به اهداف توسعه‌ی پایدار شهری به پیش ببرند.

فهرست منابع

- Azizi, Mohammad Mehdi. 1382. Density in Urban planning Principles and criteria for density Determination. Tehran University of Tehran Press. Vol. 4 (2), 112-124.
- Bradshaw, Anthony D. 2003 Natural Ecosystems in Cities: A Model for Cities as Ecosystems, in: Berkowitz, Understanding Urban Ecosystems. A New Frontier for Science and Education. Springer, New York. 77-94.
- Changliang, Li, and L. Lina. 2012. Theoretical Research of the Urban Comprehensive Carrying Capacity in the Epoch of Urbanization, International Journal of Financial Research. Vol. 3 (1), 105-113.
- EEAC. 2002. European Environmental and Sustainable Development Advising Council. Urban Development Policies for the EU. Vol. 6 (4), 145-162.
- Fattahi, Maryam, Assari, Abbas, Sadeghi, Hossein., and Asgharpour, Hossein. 2013. Air Pollution and Public Health Expenditures: Compare Developing and Developed Countries. The Journal of Economic Development Research. 3 (11): 111-132. URL: <http://jrer.ir/article-1-256-en.html>.

- kang, Peng, and Xu, Linyu. 2010. The urban ecological regulation based on ecological carrying capacity, *Procedia Engineering*. Vol 2, 1692-1700.
- Irankhahi, Mehdi, Jozi, Seyed Ali, Farchchi, Parviz, Shariat, Seyed Mahmoud, and Liaghati, Homan. 2017. Combination of GISFM and TOPSIS to evaluation of Urban Environment Carrying Capacity (Case study: Shemiran City, Iran). *Environ. Sci. Technol.* Vol. 5 (6), 142-165.
- Masoudi, Masoud, and joker, Parviz. 2015. Land use Planning Using a Quantitative Model and Geographic Information System in shiraz Township, Iran. *ECOPERSIA*. Vol. 16 (9), 165-186.
- Melosi, Martin V. 2003. The Historical Dimensions of Urban Ecology: Frameworks and Concepts, in: *Understanding Urban Ecosystems. A New Frontier for Science and Education*. Springer. New York. 187-200.
- Morris, Eleanor S. 1997. *British town planning and design, principles and rules*. Longman; Singapore.
- Nasiri, Esmail. 2014. Urban solid waste management and its role in sustainable development (Case study: 12th district municipality, Tehran). *The Journal of Scientific - Research Quarterly of Geographical Data*. 22 (88): 92-99.
- Pourtaheri, Mehdi, Pashanzhad, Ehsan, and Ahmadi, Hassan. 2016. *The Journal of Spatial Planning*. 20 (1): 1-20. URL: <http://journals.modares.ac.ir/article-21-2428-en.html>.
- Oh, Kyushik, Yeunwoo Jeong, Dong-Kun Lee, Wangkey Lee, and Jaeyong Choi. 2005. Determining development density using the Urban Carrying Capacity Assessment System. *Landscape and Urban Planning*. Vol (73), 1-15.
- Rees, William, and Wackernagel, Mathis. 1996. *Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable-And Why They are A Key to Sustainability*. *Environ Impact Assess Rev*. Vol (16) 223-248.



- Omidipoor, Morteza. 2018. Developing a Spatial Decision Support System (SDSS) with Spatial Planning Approach in Land Suitability Analysis. The Journal of Spatial Planning. Vol 22 (2): 1-22. URL: <http://journals.modares.ac.ir/article-21-25201-en.html>.
- - Rahnama, Mohammad, R., and Sarabi, Shahrzad, G. 2014. Urban Capacity Based on Consumption and Productivity of Water Resources in Mashhad. First National Conference on Urban and Environmental Services. https://www.civilica.com/Paper-USE01-USE01_186.html.
- - Rahnama, MohammadRahim, and Gholizadeh Sarabi, Shahrzad. 2016. Urban Carrying Capacity and Sustainable Development Density in the ninth region of Mashhad. The Journal of Geographic and Environmental Planning. Vol. 26 (4): 263-286.
- Shayesteh, Kamran., Gandali, Mojtaba. 2017. Evaluation of the carrying capacity of Semenan using urban carrying capacity load number model. ECOPERSIA. 4:1941-1953.
- -Song, Yijun. 2011. Ecological city and urban sustainable development, 2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities. Vol. 21, 142-146.
- -Schroll, Henning, and Andersen, Jan. 2012. Carrying Capacity: An Approach to Local Spatial Planning in Indonesia. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies. Vol. 11 (1), 27-39.
- Taghavi, Lobat. 2016. A review of the programs and policies in water resources development and presenting a model for assessing sustainability. Journal of Sustainability, Development & Environment (JSDE). Vol. 2 (8): 25-39.
- Tehrani, Nadia A., 2009. Integrating Carrying Capacity's Concepts into Urban Planning and Management Process. Case Study: Spatial Indicators of Waste Generation in Tehran Metropolis. The Journal of Environmental Sciences. Vol. 6 (2): 87-104.

- Tabibian, Manouchehr,. Setudeh, Ahad,. Shayesteh, Kamran,. And chalabianlou, Reza. 2009. An Investigation of the Concepts and Methods of Quantitative Estimation of Carrying Capacity and Provide an Applied Case Based on the Experience of Strategic Planning of Tourism Development in Abbas Abad Valley-Ganjnameh Hamadan. Honar ha ye Ziba Journal. Vol. 29 (29): 17-28.
- Zali, Nader., and Poursohrab, Anahid. 2017.Regional Development Foresight with Emphasis on Combined Scenario Making and SWOT Analytical Model Approach. The Journal of Spatial Planning. Vol 21 (3): 189-220. URL: <http://journals.modares.ac.ir/article-21-12149-en.html>.