مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

گروه محیط زیست

سایر دفاتر:
مطالعات حقوقی
مطالعات اجتماعی

مشخصات گزارش:

شماره مسلسل:
۲۵۰۱۸۸۸۸

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۲/۵

دفتر مطالعات زیربنایی

ضرورت توجه به ظرفیت بُرد محیط زیستی در طرح‌های توسعه شهری با نگاه به وضعیت کلان‌شهر تهران

نادیا عباس‌زاده تهرانی[۱]، مسعود رضائی[۱]، رضا بیات[۱]، مجید حسین زاده[۲]، علیرضا رهایی[۳]، محمدحسن معادی‌رودسری[۳]، علی عبدالاحد[۴]، فرشاد کرمی[۴]

چکیده

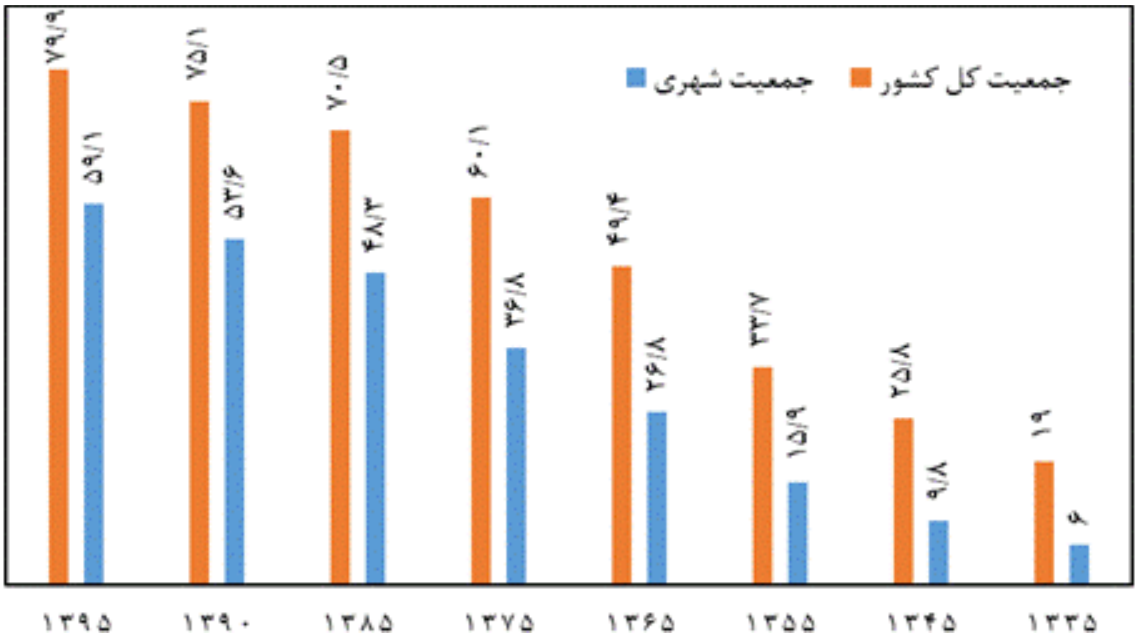
سرعت بالای رشد و گسترش شهری به‌همراه رشد روزافزون جمعیت و مدیریت ناکارامد، پیامدهای متعدد محیط زیستی نظیر آلودگی هوا، کاهش کمیّت و کیفیت منابع آب، آلودگی صوتی، تخریب پوشش گیاهی و انباشت پسماندها را به‌همراه داشته که تهدیدی جدی برای تاب‌آوری و سلامت شهرهاست. **ظرفیت بُرد شهری** به حداکثر تعداد جمعیت و یا آثار ناشی از فعالیت‌های آنها شامل مصرف ماده، انرژی، تولید پسماند، توسعه فیزیکی و کاربری‌های شهری دلالت می‌کند که می‌تواند توسط زیست‌بوم[۵] شهری بدون ایجاد تغییرات جدی و یا آسیب‌های غیرقابل بازگشت به سلامت محیط و ساکنین، تحمل شود. برآورد فشار محیط زیستی در مناطق ۲۲گانه شهر تهران بیانگر فشار زیاد تا خیلی زیاد در ۸۲% مناطق شهری و فشار متوسط تا زیاد در ۱۸% مناطق است که به‌معنای عدم تناسب بارگذاری‌های گسترده انجام‌گرفته با ظرفیت محیط زیستی کلان‌شهر تهران و عدم امکان بارگذاری جدید در این کلان‌شهر است. معضلات متعدد محیط زیستی در کلان‌شهرهای کشور، بیانگر ضرورت تحول در خط‌مشی‌ها، برنامه‌ریزی و مدیریت شهری و توجه به مفاهیمی نظیر ظرفیت تحمل محیط زیست در طرح‌های توسعه شهری است. در این راستا ایجاد یک **سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکان‌مند** پایش محیط زیست شهری و امکان پایش مستمر فشارها، می‌تواند تصویر واضحی از وضعیت شاخص‌های منتخب ظرفیت بُرد شهری جهت بررسی میزان فشار محیط زیستی وارد بر شهر را فراهم کند. این سامانه موجب تسهیل در پایش و کنترل وضعیت پایداری محیط زیست شهری و منجر به تصمیم‌گیری صحیح در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار شهری خواهد شد.

۱. تهیه‌وتدوین‌کنندگان
۲. مدیر مطالعه
۳. ناظران علمی
۴. اظهارنظرکنندگان

5. Ecosystem

درحال حاضر میزان شهرنشینی در کشورهای مختلف جهان روزبه‌روز رو به افزایش بوده و رشد جمعیت شهری سریع‌تر از رشد کل جمعیت جهانی است. بنابراین شهرنشـــینی یکی از مهم‌ترین پدیده‌های اجتماعی و جمعیتی عصر حاضر محسوب می‌شود. براساس گزارش سال ۲۰۱۸ «دورنمای شهرنشینی جهان» بخش جمعیت اداره امور اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد، امروزه بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و انتظار می‌رود این میزان تا سال ۲۰۵۰ به رقم ۶۶ درصد برسد [۱]. بررسی وضعیت شهرنشینی طی ۶دهه گذشته در کشور ما نشان می‌دهد، ایران به‌عنوان کشوری درحال توسعه، طی دهه‌های گذشته به‌شدت از روند شهرنشینی متأثر بوده است. بررسی روند شهرنشینی برمبنای سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵-۱۳۳۵ بیانگر رشد شتابان شهرنشینی در کشور است؛ همان‌طور که در شکل ۱ نیز به‌وضوح مشخص است در دوره ۶۰ساله مورد بررسی به‌صورت مداوم، شهرنشینی درحال افزایش و در مقابل از سهم روستانشینی کشور کاسته شده است، چنانکه سهم جمعیت شهرنشین کشور طی روندی مستمر از ۳۱/۴ درصد در سال ۱۳۳۵ به ۷۴ درصد کل جمعیت کشور در سال ۱۳۹۵ رسیده است.[۱]

شکل ۱. جمعیت کل و جمعیت شهری در ایران طی ۶دهه اخیر (میلیون نفر)



سرعت بالای رشد و گسترش شهری به‌همراه رشد جمعیت و مدیریت ناکارامد، پیامدهای محیط زیستی نظیر آلودگی هوا، آلودگی صوتی، تجمع پسماندها و آثار مخرب بر محیط طبیعی و پوشش گیاهی را به‌همراه داشته است. مشکل افزایش فشار بر محیط زیست شهرها همچنین سبب توزیع ناهمگون شرایط اقتصادی-اجتماعی و جمعیتی در شهرها شده است. به این دلیل است که یکی از چالش‌ها و مشکلات بزرگ برنامه‌ریزان شهری، فراهم آوردن کیفیت زندگی خوب برای تمامی ساکنان در تمامی مناطق شهری است [۲]. این وضعیت نشان‌دهنده افزایش فشار انسان‌ها بر زیست‌بوم‌های شهری و تقاضای بیش از اندازه منابع شهری است که تهدیدی جدی برای تاب‌آوری آنهاست [۳].

در دهه‌های اخیر، جهت کاهش آثار منفی حاصل از فعالیت‌های انسان بر سرزمین، ایده آمایش سرزمین شکل گرفته است. فرایند آمایش سرزمین با در نظر داشتن شرایط کره زمین در زمان ظهور آن، تلاشی درخور توجه بوده است که غالباً درحد مکان‌یابی و یا تعیین اثرات منفی کاربری‌های شهری متوقف می‌ماند؛ اما آنچه امروزه به‌راستی موجب بروز بحران‌های جهانی شده، تنها افزایش مساحت و تعداد ساکنین شهرها نیست، بلکه متابولیسم ناسالم در برخی از اکوسیستم‌های شهری، شامل الگوهای مصرف نادرست و افزایش ورودی- خروجی مواد و انرژی و تولید زائدات است که درنهایت موجب تخریب ســـاختار و اختلال در عملکرد و فرایندهای اکوسیستم زمینه می‌شود. بنابراین ضرورت تداوم فرایند آمایش سرزمین در قالب پایش فعل و انفعالات درون اکوسیستم شهری و فشار حاصل از فعالیت‌های انسانی، بیش از پیش احساس می‌شود [۹].

۱. براساس آمار بانک جهانی نرخ شهرنشینی در ایران در سال ۱۴۰۰، به ۷۶% رسیده است.

۱. ظرفیت بُرد شهری

ظرفیت بُرد شهری به تعداد جمعیت یا سطحی از فعالیت‌های انسانی شامل مصرف ماده و انرژی، تغییرات کاربری اراضی، توسعه فیزیکی که می‌تواند در یک منطقه به‌طور پایدار حمایت شود، دلالت دارد؛ که تغییرات زیســـت‌بوم در آن منطقه از سطوح قابل قبول تغییرات یا آستانه‌ها فراتر نرود و سبب آسیب‌های غیرقابل بازگشت به محیط نشود [۴]. کتن (۱۹۸۶)، ظرفیت بُرد را حداکثر فشاری که محیط زیست با اطمینان کامل می‌تواند متحمل شود، تعریف کرده است. به‌طوری که این فشـــار می‌تواند ناشی از جمعیت یا سرانه مصرف مواد و انرژی و یا تولید پسماند آنها باشد [۵]. کوزلووسکی (۱۹۹۰) نیز، مفهوم ظرفیت بُرد را آستانه‌های محیط زیستی دانسته است که تجاوز از آنها، موجب وارد آمدن آسیب‌های غیرقابل بازگشت و مخرب به محیط زیست می‌شود [۶]. اوه و همکاران (۲۰۰۵)، مفهوم ظرفیت بُرد شهری را سطحی از فعالیت‌های انسانی، رشد جمعیت و توسعه فیزیکی و کاربری‌های شهری تعریف کرده است که می‌تواند در محیط زیست شهری بدون تغییرات جدی و یا آسیب‌های غیرقابل بازگشت، تحمل شود [۴]. عباس‌زاده طهرانی و مخدوم (۱۳۸۷) ظرفیت بُرد شهری را بازه‌ای شامل حداقل فشار (حد مطلوب) که موجب کمترین تغییر و تداخل در زیست‌بوم زمینه می‌گردد تا فشار بحرانی که فراتر از آنکه موجب تنزل شدید کیفیت و کمیّت زیست‌بوم و یا اختلال در عملکرد و یا تخریب بی‌بازگشت ساختار و نابودی عناصر زیست‌بوم شهری می‌گردد، تعریف کرده‌اند [۷]. بنابراین، فعالیت‌های انسانی و آثار آنها بر محیط زیست، نباید از ظرفیت بُرد شهری فراتر رود تا اطمینان حاصل شود که زیست‌بوم‌های شهری قابلیت پشتیبانی مناسب از جمعیت را به‌لحاظ فراهم آوردن منابع طبیعی، خدمات و امکانات شهری به شیوه‌ای منصفانه و پایدار داشته باشند.

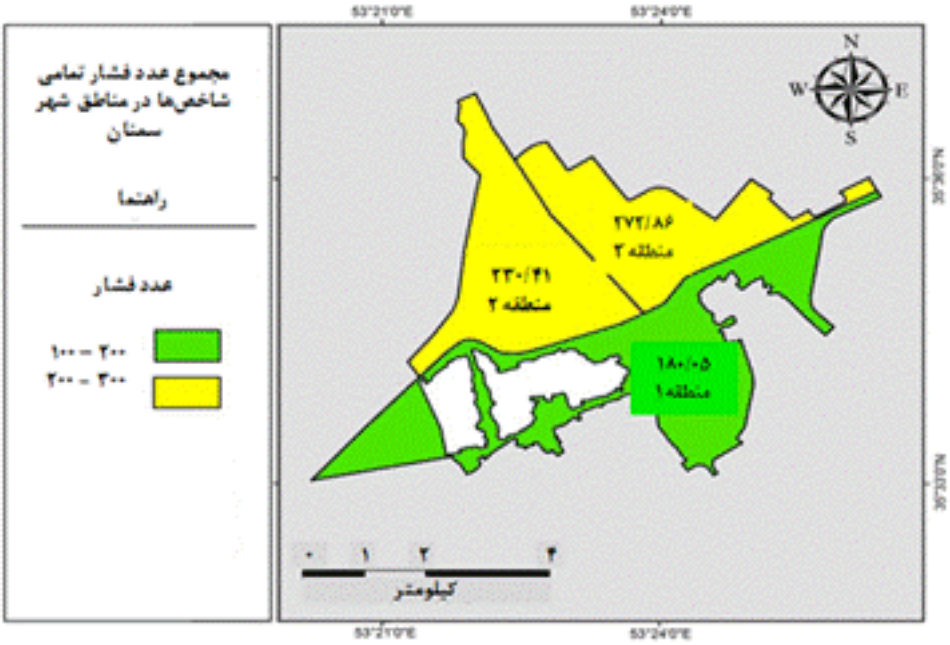
۲. پیشینه مطالعات

مدل عدد فشار ظرفیت بُرد شهری[1] (UCCLN) برای ارزیابی فشـــارهای وارد بر محیط زیست در مراجع مختلف مورد استفاده قرار گرفته شده اســـت [۳]، [۷]، [۹]، [۱۰]، [۱۱]. عباس‌زاده طهرانی و مخدوم در سال ۱۳۸۷ برای اولین بار به معرفی مدل UCCLN در قالب یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکان‌مند[2] (SDSS) برای پایش و ارزیابی وضعیت فشار محیط زیستی در ۱۱۵ ناحیه شهر تهران پرداختند. به این منظور، ۳۰ شاخص مکان‌مند انتخاب شدند. محققان نتیجه‌گیری کردند که عدد فشار در گروه شاخص‌های آب، انرژی، جمعیت و زباله در غالب نواحی شهری بحرانی بوده است [۹].

شایسته و قندالی با استفاده از مدل UCCLN، اقدام به برآورد ظرفیت برد شهر سمنان کردند. آنها عدد فشار مناطق ۲ و ۳ را نسبت به سایر مناطق، بالاتر بدست آوردند (شکل ۲). UCCLN به‌خوبی قادر به تعیین میزان فاصله فشارهای محیط زیستی وارد بر اکوسیستم شهر سمنان از وضعیت پایداری و مقادیر مطلوب ظرفیت بُرد بوده است و مناطقی که دچار آسیب‌های جدی و یا تغییرات غیر قابل بازگشت در ساختار و یا عملکرد شده‌اند، مشخص شدند. مزایای تحقیق آنها، کارایی بالای UCCLN در نمایش فشار حاصل از شاخص‌ها بر اکوسیستم شهری، و امکان پایش و برنامه‌ریزی توسعه‌ی شهری با در نظر گرفتن قوانین پایداری شهری ذکر شد [۱۰].

1.Urban Carrying Capacity Load Number (UCCLN).
2. Shayesteh and Ghandali.
3. Spatial Decision Support System.

شکل ۲. نقشه عدد فشار به‌دست آمده بر اساس شاخص‌ها در اکوسیستم شهری سمنان (شایسته و قندالی، ۲۰۱۷).



مخفی و شایسته از مدل UCCLN نتیجه‌گیری کردند که به‌ترتیب ۲۸/۳%، ۶/۶%، ۵۲/۹% و ۱۵/۷% از نواحی شهر همدان در وضعیت بحرانی از لحاظ شاخص‌های تراکم جمعیت (غالباً در نواحی جنوبی)، مصرف آب، تولید زباله و عد فشار نهایی شهری واقع شده‌اند. میزان تولید زباله برحسب تن در هکتار در سال در شهر همدان حجم بسیار زیادی داشته و فشار زیادی بر اکوسیستم شهری همدان وارد می کند. همچنین هیچ‌یک از نواحی شهر همدان به‌لحاظ انتشار آلاینده کربن مونواکسید در شرایط حداکثر آستانه و بحرانی قرار نگرفته و فشار کمی از این جهت بر محیط زیست وارد می کند. هیچ‌یک از نواحی شهر همدان نیز در وضعیت مطلوب عدد فشار نهایی (برابر با ۱۰) قرار ندارند [۳].
محبوب و همکاران با استفاده از مدل UCCLN به ارزیابی فشارهای وارد بر محیط زیست شهر کرج پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که ۵ منطقه دارای عدد فشار کل کم تا متوسط، ۴ منطقه دارای عدد فشار کل متوسط تا زیاد و ۱ منطقه دارای عدد فشار کل زیاد تا حد آستانه بوده‌اند. در تمامی مناطق شهر کرج فشارهای محیط زیستی از حد مطلوب عدد فشار (۱۰) یا درجه ظرفیت بُرد ۰,۱ فراتر رفته‌اند [۱۱].
همچنین در سطح بین‌المللی، مراجع علمی- پژوهشی مختلفی نیز از مدل UCCLN به‌عنوان یکی از روش‌های کارای موجود در ارزیابی ظرفیت بُرد شهری و فشارهای محیط زیستی نام برده‌اند [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]، [۱۵]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۰] [۲۱].

۴. نگاهی به وضعیت کلان‌شهر تهران

شهر تهران به‌عنوان پایتخت و بزرگ‌ترین کلان‌شهر ایران با حدود ۱۰ میلیون نفر جمعیت و قرارگیری صنایع، خدمات و مراکز متعدد اداری و اقتصادی، از نظر محیط زیستی متحمل فشارهای عدیده‌ای شده است که بدون شناخت نسبت فشار به ظرفیت محیط زیستی شهر عملاً عبور از خط قرمزهای محیط زیستی در شهر اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در نگاهی دقیق‌تر، فشار محیط زیستی وارد بر هریک از مناطق کلان‌شهر تهران و میزان فاصله آنها از ظرفیت بُرد زیست‌بوم مذکور در راستای مدیریت پایدار محیط زیستی شهر تهران نقش حیاتی خواهد داشت.

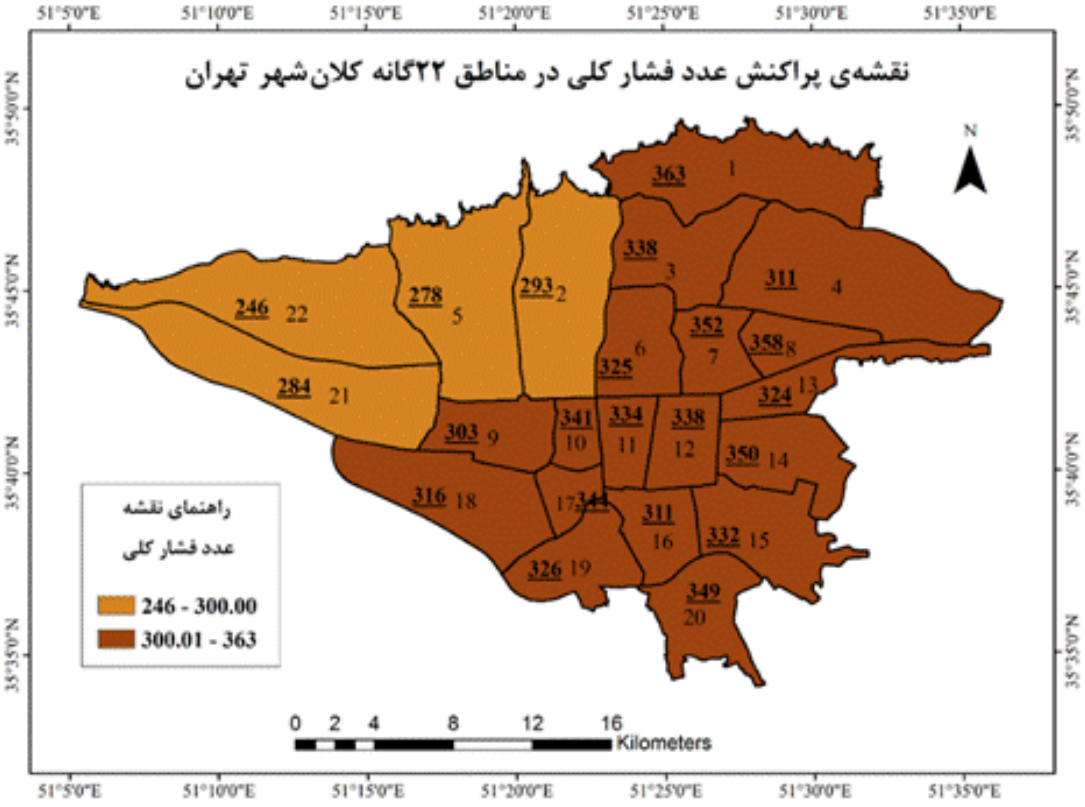
مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران در یک پژوهش «مدل عدد فشـــار ظرفیت بُرد شهری» که برای اولین بار در سال ۱۳۸۷ تدوین و به جامعه علمی معرفی شده است را توسعه داده و برای سال ۱۳۹۹ در مناطق ۲۲گانه شـــهر تهران اجرا کرده است [۸]. در این تحقیق با به‌کارگیری چارچوب فشار-وضعیت-اثر-پاسخ[1] و مفاهیم ظرفیت بُرد و پایداری شهری و با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و با انتخاب ۳۵ شاخص مؤثر محیط زیستی، وضعیت فشار وارده بر مناطق ۲۲گانه شهر تهران را مورد سنجش قرار داده است. در این مدل، امکان بررسی و تعیین و پایش مقادیر مطلوب تا آستانه و بحرانی مؤلفه‌های معرف فشار محیط زیستی شامل شاخص‌های محیط طبیعی و بلایای طبیعی، جمعیتی، میزان مصرف ماده و انرژی (سوخت‌وساز شهری)، تولید پسماند و آلاینده‌های هوا در محیط شهری، به‌طور مکان‌مند و در قالب ارائه یک نمایه کمّی بنام «عدد فشار» فراهم شده است. براســـاس این روش حداکثر میزان عدد فشار کلی حد بحرانی مجموع همه شاخص‌ها برابر با ۵۰۰ و حداقل آن (حد مطلوب) برابر با ۱۰ است. براساس پژوهش انجام شده در مرکز مطالعات شهرداری تهران در این‌خصوص، هیچ‌یک از مناطق ۲۲گانه (برمبنای اطلاعات سال ۱۳۹۹) دارای عدد فشار کل مطلوب، خیلی کم، کم یا حتی متوسط (میزان عدد فشار برابر با ۱۰ تا ۲۰۰) ناشی از مجموع شاخص‌های ۳۵گانه ارزیابی ظرفیت بُرد شهری، نیستند. بر این اساس فشار کلی حاصل از تمامی شاخص‌های ۳۵گانه وارد بر مناطق غربی ۲، ۵، ۲۱ و ۲۲ متوسط تا زیاد (۱۸ % جمعیت) و سایر مناطق (بیش از ۸۰% جمعیت) زیاد تا خیلی زیاد است. با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، منطقه ۱ با عدد فشار ۳۶۳ بیشترین فشار کلی و منطقه ۲۲ با عدد ۲۴۷ کمترین فشار کلی را به‌خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳ و جدول ۱). با وجود این کمترین فشار کلی در تهران نیز فاصله بسیار زیادی با حدود مطلوب دارد که می‌توان آن را ناشی از عدم تناسب بارگذاری‌های گسترده انجام‌گرفته با ظرفیت زیست‌محیطی کلان‌شهر تهران دانست. اگرچه نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تمامی مناطق ۲۲گانه دیگر نمی‌توانند پذیرای جمعیت و توسعه شهری بیشتری باشند و حتی نیاز است به‌نحوی با کاهش تراکم جمعیت، زمینه ترمیم ساختار بوم‌شناسی[2] شهر را فراهم ساخت؛ اما چنانچه اصرار بر بارگذاری جمعیتی وجود داشته باشد، بارگذاری در برخی مناطق (۲، ۵، ۲۱ و ۲۲)، آسیب کمتری را در پی دارد.

1. PSIR
2. Ecology

جدول ۱. ارزیابی فشار وارد بر محیط زیست در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

منطقه	فشار کل محیط زیستی	
۱	۳۶۳/۰۸	زیاد تا خیلی زیاد
۲	۲۹۳/۳۵	متوسط تا زیاد
۳	۳۳۷/۶۷	زیاد تا خیلی زیاد
۴	۳۱۰/۷۹	زیاد تا خیلی زیاد
۵	۲۷۷/۹۳	متوسط تا زیاد
۶	۳۲۵/۰۵	زیاد تا خیلی زیاد
۷	۳۵۱/۶۵	زیاد تا خیلی زیاد
۸	۳۵۸/۱۷	زیاد تا خیلی زیاد
۹	۳۰۳/۲۲	زیاد تا خیلی زیاد
۱۰	۳۴۱/۲۳	زیاد تا خیلی زیاد
۱۱	۳۳۳/۸۴	زیاد تا خیلی زیاد
۱۲	۳۳۸/۱۴	زیاد تا خیلی زیاد
۱۳	۳۲۳/۵۴	زیاد تا خیلی زیاد
۱۴	۳۵۰/۲۱	زیاد تا خیلی زیاد
۱۵	۳۳۲/۵۰	زیاد تا خیلی زیاد
۱۶	۳۱۱/۳۲	زیاد تا خیلی زیاد
۱۷	۳۴۴/۱۲	زیاد تا خیلی زیاد
۱۸	۳۱۵/۶۲	زیاد تا خیلی زیاد
۱۹	۳۲۵/۵۶	زیاد تا خیلی زیاد
۲۰	۳۴۹/۳۰	زیاد تا خیلی زیاد
۲۱	۲۸۳/۶۴	متوسط تا زیاد
۲۲	۲۴۶/۲۷	متوسط تا زیاد

شکل ۳. نقشه عدد فشار محیط زیستی مناطق شهر تهران در سال ۱۳۹۹



جمع‌بندی

رشد شهرنشینی در ایران هرچند موجب بهبود رفاه اجتماعی برای شهروندان شده است، لکن معضلات محیط زیستی شهری نظیر آلودگی هوا، آب، خاک، آلودگی صوتی، تجمع پسماندها و تخریب پوشش گیاهی را به‌همراه داشته که تهدیدی جدی برای تاب‌آوری شهرهاست. بررسی وضعیت شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین کلان‌شهر کشور از منظر فشار محیط زیستی، بیانگر فشار زیاد تا خیلی زیاد در ۸۲% مناطق شهری است که زنگ خطری برای دیگر کلان‌شهرهای کشور است. در این راستا لازم است تحولی در مدیریت غیریکپارچه و سنتی شهری در کشور صورت گیرد. مدیریت و برنامه‌ریزی شهری نیازمند رویکردی جامع و تلفیقی، جهت شناسایی معضلات و حل مشکلات در زیست‌بوم شهری است که حیات بهینه شهر را در هماهنگی کامل با محدودیت‌ها و فرصت‌های سرزمین و در نظر گرفتن منافع و مضرات آن برای دیگر عناصر زیست‌بوم شهری، برنامه‌ریزی و مدیریت کند. در این راستا، لازم است تحول اساسی در خط‌مشی‌ها و روش‌های برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به‌وجود آمده و در طرح‌های توسعه شهری، مفاهیمی مانند ظرفیت تحمل محیط زیست نیز لحاظ شده و پایش مستمر فشارهای حاصل از توسعه شهری، به‌عنوان بخشی از مدیریت پویا و پایدار شهری صورت گیرد. در این راستا ایجاد یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکان‌مند پایش محیط زیست شهری، تصویر واضحی از وضعیت شاخص‌های منتخب ظرفیت بُرد شهری جهت بررسی میزان فشار محیط زیستی وارد بر هریک از مناطق شـــهری را فراهم می‌کند. از تجزیه و تحلیل نتایج به‌دســـت آمده می‌توان اقدامات مدیریتی و راهکارهای اصلاحی را برای هریک از مناطق مورد مطالعه اولویت‌بندی و تعیین کرد.

منابع و مآخذ

1. Revision of World Urbanization Prospects. United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2018.
2. Wei, Y., Huang, C., Lam, P. T., & Yuan, Z. (2015). Sustainable urban development: A review on urban carrying capacity assessment. Habitat International, 46.

۳. مخفی، گلنار و شایسته، کامران. برآورد ظرفیت بُرد شهری همدان با استفاده از مدل عدد فشار. برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۳ (۴)، ۱۳۹۸ ..۸۵-۶۳

4. Oh, K., Jeong, Y., Lee, D., Lee, W., & Choi, J. (2005). Determining development density using the urban carrying capacity assessment system. Landscape and urban planning, 73(1).
5. Catton, W. (1986, August). Carrying capacity and the limits to freedom. Paper prepared for Social Ecology Session 1. In XI World Congress of Sociology. New Delhi, India (Vol. 18).
6. Kozlowski, J. M. (1990). Sustainable development in professional planning: a potential contribution of the EIA and UET concepts. Landscape and Urban Planning, 19(4).
7. Tehrani, Nadia A., and Majid F. Makhdoum. "Implementing a spatial model of Urban Carrying Capacity Load Number (UCCLN) to monitor the environmental loads of urban ecosystems. Case study: Tehran metropolis." Ecological Indicators 32 (2013).

۸. برآورد فشار محیط زیستی وارد بر شهر تهران با به‌کارگیری مدل عدد فشار ظرفیت بُرد شهری. مرکز مطالعات شهرداری تهران، ۱۴۰۱.

۹. عباس‌زاده طهرانی، نادیا. تدوین مدل فضایی عدد فشار ظرفیت بُرد شهری به‌مثابه سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری جهت پایش فشار وارد بر محیط زیست شهر تهران، رساله دکتری، دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

10. Shayesteh, K., Ghandali, M. 2017. Evaluation of the Carrying Capacity of Semnan Using Urban Carrying Capacity Load Number Model. ECOPERSIA, Vol. 5.

۱۱. محبوب، ائلسن؛ پورابراهیم، شراره؛ مخدوم، مجید و عباس‌زاده تهرانی، نادیا. ارزیابی فشار وارد بر محیط‌زیست شهری با استفاده از مدل فضایی عدد فشار ظرفیت بُرد (منطقه مورد مطالعه: شهر کرج). مطالعات علوم محیط زیست، ۷ (۲)، ۱۴۰۱.

12. Jiang, D., Chen, Z., & Dai, G. (2017). Evaluation of the carrying capacity of marine industrial parks: a case study in China. Marine Policy, 77.
13. Zhang, M., Liu, Y., Wu, J., & Wang, T. (2018). Index system of urban resource and environment carrying capacity based on ecological civilization. Environmental Impact Assessment Review, 68.
14. Sevegnani, F., Giannetti, B. F., Almeida, C. M., Agostinho, F., & Brown, M. T. (2018). Accounting for internal stocks in assessing the sustainability of urban systems: The case of ABC Paulista. Ecological Indicators, 94.
15. Li, J., & Zhou, Y. (2019, July). Comprehensive Evaluation of the Eco-Environmental Carrying Capacity of Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 300, No. 3). IOP Publishing.
16. Zhou, L., & Jiang, Y. (2019). Enhancing Urban Comprehensive Capacity for Urbanization Development: An Empirical Application of China's Southwest Ethnic Region. Current Urban Studies, 7(02).
17. Ma, J., Guo, K., Wu, Z., & Liu, Y. (2019, July). Retrospect and Prospect of Research on Resource and Environment Carrying Capacity. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 295, No. 2). IOP Publishing.
18. Nie, X., & Li, K. (2020). Evaluation on Spatial of National Land Development Pattern of Lanzhou-Xining Urban Agglomeration Based on Resource and Environment Carrying Capacity. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 428, No. 1). IOP Publishing.
19. Wei, X., Shen, L., Liu, Z., Luo, L., Wang, J., & Chen, Y. (2020). Comparative analysis on the evolution of ecological carrying capacity between provinces during urbanization process in China. Ecological Indicators, 112.
20. Esfandi, S., & Nourian, F. (2021). Urban carrying capacity assessment framework for mega mall development. A case study of Tehran's 22 municipal districts. Land Use Policy, 109.
21. Liu, Y., Shi, F., He, H., Shen, L., Luo, W., & Sun, L. (2021). Study on the Matching Degree between Land Resources Carrying Capacity and Industrial Development in Main Cities of Xinjiang, China. Sustainability, 13(19).