

Planning the Natural Context of Ecological Networks (A Case Study of Urban Landscape of Karaj)

Sholeh Hassani¹, Shahindokht Barghjelveh^{2*}

1. MSc, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

(Received: August 6, 2019 –Accepted: October 9, 2019)

Abstract

The qualitative study of the urbanization process indicates that inappropriate development has caused a great deal of damage to the urban landscape structure. The problem solving tool is planning the ecological networks as matter and energy pathways. Planning natural elements of the structure, including green and open spots and corridors, will guide the researcher toward achieving research goals such as the conservation and restoration of natural resources and the improvement of cybernetic forces to enhance performance sustainability, structural equilibrium, and habitat variability. The methodological model of research in the Karaj metropolis identified flexible elements to strengthen ecological processes. Then, adopting the ecological-sociological approach and forming the urban habitat network, it was applied for sustainability. GIS software was used to map and digitize the data, RS to capture satellite images, and FRAGSTATE 4.2 to analyze the metrics changes in the years 2008 and 2018. The results of Bayer spot changes were -7.98% for CA, +5.79% for NP, and -1.5% for Cohesion, while residential spot changes were -24.15% for CA, +26.16% for NP, -3.96% for Cohesion, and green-space spot changes were -38.8% for CA, +275.5% for NP increase, and -34.0% for Cohesion. These indicated increased discontinuity, decreased natural bedding connectivity, and decreased ecological performance along with its adverse effect on social structure. Thus, using a nature-based planning, we can witness the network dynamics of natural/man-made communication/isolation networks over time, and by establishing a holistic, bio-ethical culture, we can overcome social vacuum. This way, Karaj can move in the excellent sustainable development path.

Keywords

Ecological-sociological planning, Urban planning, Landscape ecology, Karaj, Natural infrastructure of ecological networks.

* Corresponding Author, Email: shjelveh@gmail.com

برنامه‌ریزی بستر طبیعی شبکه‌های بوم‌شناختی (مورد مطالعه: سیمای سرزمین شهری کرج)

شعله حسنی^۱، شهیندخت برق‌جلوه^{۲*}

۱. کارشناسی ارشد پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دانشیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۷)

چکیده

بررسی کیفی روند شهرنشینی حاکی از آن است که توسعه نامناسب، آسیب‌های فراوانی به ساخت سیمای سرزمین شهری وارد کرده است. ابزار حل مشکل، برنامه‌ریزی شبکه‌های بوم‌شناختی به‌عنوان گذرگاه‌های ماده و انرژی است. برنامه‌ریزی عناصر طبیعی ساختار مشتمل بر لکه و کریدورهای سبز و باز، راهگشای پژوهشگر در راستای نیل به اهداف پژوهش خواهد بود. این اهداف عبارت است از: حفظ و ترمیم منابع طبیعی، تقویت نیروهای سایبرنتیکی در راستای ارتقای پایداری عملکرد، تعادل ساختاری و تغییرپذیری زیستگاهی. مدل روش‌شناختی پژوهش در کلان‌شهر کرج، با شناسایی عناصر انعطاف‌پذیر به تقویت فرایندهای بوم‌شناختی پرداخت و با رویکرد بوم-جامعه‌شناسانه و تشکیل شبکه زیستگاه شهری، در جهت پایداری استفاده شد. به کمک نرم‌افزارهای GIS به تهیه نقشه و رقومی کردن داده‌ها پرداختیم. با RS نیز برداشت تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. از طریق FRAGSTATE 4,2 نیز به بررسی تغییرات متریک‌های مربوط در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ پرداخته شد. نتایج تغییرات در لکه‌های بایر به‌صورت ۹۸/۷ درصد کاهش CA، ۲۹/۵ درصد افزایش NP، ۵/۱ درصد کاهش Cohesion، مسکونی به‌صورت ۱۵/۲۴ درصد کاهش CA، ۱۶/۲۶ درصد افزایش NP، ۹۶/۳ درصد کاهش Cohesion و سبز به‌صورت ۸/۳۸ درصد کاهش CA، ۵/۲۷۵ درصد افزایش NP، ۰/۳۴ درصد کاهش Cohesion برداشت شد که برآیند بررسی دال بر افزایش انقطاع، کاهش پیوستگی بستر طبیعی، نزول عملکرد بوم‌شناختی و تأثیر نامطلوب آن بر ساختار اجتماعی بود. بنابراین می‌توان نخست با برنامه‌ریزی طبیعت‌محور، شاهد پویایی عملکرد شبکه ارتباط-انزوایی عناصر طبیعی و انسان‌ساخت سیمای سرزمین شهری درگذر زمان بود و سپس، با ایجاد فرهنگ جامع‌نگر و مبتنی بر اخلاق زیستی، به رفع خلأ اجتماعی فائق آمد تا شهر کرج در مسیر توسعه پایدار متعالی قرار گیرد.

واژگان کلیدی

برنامه‌ریزی بوم‌شناختی، برنامه‌ریزی شهری، بوم‌شناسی سیمای سرزمین، شهر کرج، زیرساخت‌های طبیعی شبکه‌های بوم‌شناختی.

* نویسنده مسئول، رایانامه: shjelveh@gmail.com

مقدمه و بیان مسئله

در راستای تبیین توسعه پایداری در سیستم‌های شهری، بررسی روند کیفی توسعه در سیمای سرزمین‌های شهری ضروری به نظر می‌رسد. در این روند، ابتدا به بیان مشکل در ابعاد بوم‌شناختی و سپس جامعه‌شناختی پرداخته شده است.

اثرات توسعه شهرنشینی در طبیعت (فیزیکی و زیستی)

از زمان انقلاب صنعتی، به‌ویژه پس از جنگ جهانی دوم، کشورهای جهان به‌طور فزاینده شهرنشینی شده‌اند. این پدیده باعث تغییرات مهمی در عملکرد شبکه‌های بوم‌شناختی می‌شود؛ زیرا گسترش این تغییرات سیمای سرزمین را می‌پوشاند و به تدریج باعث می‌شود محیط زیست در مقیاس‌های فضایی و زمانی چندگانه از طریق تغییرات آب‌وهوایی، از دست دادن زیستگاه حیات وحش و تنوع زیستی دچار اختلال شود (Wessels et al., 2003, Steffen et al., 2004: 3, McKinney, 2008) محیط زیست شهری (Kumar and Pandey, 2013: 2) تغییرات کاربری زمین (LULC) معمولاً ناشی از نداشتن برنامه‌ریزی و مدیریت زمین‌های کشاورزی، شهری و جنگلی است که به ایجاد مشکلات محیط زیستی شدید مانند رشد بی‌رویه شهر، افزایش آلودگی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی (Kumar and Pandey, 2016: 1)، آلودگی منابع آب (Pandey and Kumar, 2015: 3) و افزایش خطر ابتلا به فجایع طبیعی در مناطق شهری و... منجر می‌شود (Agapiou, et al., 2015: 1).

شایع‌ترین الگوهای غیربرنامه‌ریزی رشد شهری، به‌عنوان پراکندگی با تراکم اندک، به‌طور کلی به‌عنوان فرسایش شهری شناخته شده است که تأثیر منفی بر ابعاد اکولوژیکی و اجتماعی دارد (Lal and Kumar, 2017: 4). افزایش جمعیت و بعد از آن، گسترش مناطق شهری، به‌عنوان عوامل مؤثر بر محیط زیست و تنوع زیستی محلی محسوب می‌شوند. بنابراین، یک چشم‌انداز بلندمدت در گسترش شهرها و سیاست‌ها برای کاهش تأثیرات آن بر محیط زیست لازم است.

مطالعات نشان می‌دهد شهرنشینی از طریق ایجاد جزیره گرمایی باعث اختلال در عملکرد اتمسفر و اقلیم، از طریق فرسایش موجب اختلال لیتوسفر و منابع زمین، از طریق عدم جذب آب توسط خاک منجر به اختلال در هیدروسفر و منابع آبی، از طریق تغییرات در سیستم‌های آب و هوایی باعث تخریب بایوسفر و منابع زیستی می‌شود؛ که می‌توان از مصداق‌های آنها به ترتیب به

تغییر کیفیت آب و هوا و الگوی بارش (در اتمسفر)، فرسایش خاک-آلودگی محیطی و صنعتی (در لیتوسفر)، تغییر مسیر آب از رودخانه به آبراه- تشکیل سیلاب- کاهش کیفیت آب و تجمع رسوبات و آلودگی به مرور زمان (در هیدروسفر)، تغییرات در سیستم‌های اقلیمی محلی- اصلاح یا تخریب زیستگاه‌های بومی جوامع گیاهی و جانوری (در بایوسفر) اشاره کرد. (Grimm et al., 2008: 4).

بنابراین، خلأ بوم‌شناختی به دلیل نداشتن برنامه‌ریزی به وجود می‌آید و به اشکال مختلف توسعه می‌یابد؛ اشکالی همچون: مدیریت جبرانه منابع طبیعی، تغییر شکل منابع و بهره‌کشی از آنها به جای بهره‌وری، تهدید سلامت محیط و انسان به‌عنوان جزء متفکر زیستی آن و نابودی ارزش سازوکار زیست طبیعی.

اثرات توسعه شهرنشینی در ساختار اجتماعی

شهرنشینی، فرایندی اجتماعی و فضایی است که به تغییر رابطه جوامع بشری و رفتارهای اجتماعی در ابعاد مختلف منجر می‌شود (Dadras et al., 2015: 2). این شکل از شهرنشینی دراماتیک‌ترین تبدیل برگشت‌ناپذیر زمین است (Luck and Wu, 2002: 2) که هم بر لنداسکیپ تأثیر می‌گذارد و هم بر انسان‌هایی که در شهرها و اطرافشان زندگی می‌کنند (Aguilera et al., 2011: 4).

فرایند گسترش شهرنشینی با تغییر زمین و جابه‌جاشدن جمعیت از مناطق روستایی به مناطق شهری مرتبط است. افزایش مطالبات در منابع انرژی، چالش‌های شدیدی برای اطمینان از رفاه و آسایش انسان و از دست دادن افزایش خاک، زیستگاه، منابع و تنوع زیستی در اکوسیستم‌های شهری ایجاد کرده است (Cen et al., 2015: 3). از اثرات اجتماعی شهرنشینی می‌توان به تغییرات خاص شهری در تخصص، تقسیم کار و رفتارهای انسانی ناشی از توسعه اقتصادی و صنعتی شدن شهرها اشاره کرد. مشکلات بسیاری مانند کمبود مسکن، کاهش کیفیت آب و آلودگی هوا، سروصدا، گردوغبار و گرما و مشکلات دفع زباله‌های جامد خطرناک مواجه خواهیم بود. وعده امکانات رفاهی، شغل، دسترسی به تحصیل یا زندگی مدرن که به انسان‌ها داده می‌شود، از دلایل گسترش مهاجرت مردم از روستا به شهر است (Glaeser, 2011: 1). بنابراین، خلأ جامعه‌شناختی به دلیل نداشتن برنامه‌ریزی به وجود می‌آید و از مصادیق بارز آن، توسعه تک‌قطبی است که با نتایج زیر همراه است: عدم تبیین جوانب اخلاقی، رشد اقتصادی صرف، تبدیل ابزار فناوری به ابزار

خشونت که مستقیم مؤثر بر تغییر شکل منابع بوم‌شناختی نیز هست (بحران آب و هوا، بحران اقتصادی و...) و هزینه‌های سنگین و کاذب ناشی از آن، تغییر شکل منابع نیروی انسانی (افول ارزش‌های اجتماعی و رشد آمار تلفات).

در این میان، با توجه به رشد فزاینده جمعیت کشور ایران در چهل سال گذشته و افزایش میل مهاجرت از روستا به شهر یا از شهرستان‌ها به سوی پایتخت، سیمای سرزمین شهری کرج معارض با اصول توسعه پایدار گسترش یافته است؛ همان طور که آسیب در بخش طبیعی ساختارهای اکولوژیکی به صورت کاهش تنوع زیستی جوامع گیاهی و جانوری و افزایش انقطاع موزاییک‌های یکپارچه باز، آبی و سبز قابل مشاهده است.

سلطه نهادهای غیرزیستی در سامانه‌های شهری و روستایی دستاورد مهم توسعه تک‌قطبی (صرفاً با محوریت اقتصادی رفاهی انسان) است که با گسترش کمی و مغایر با اصول پایداری، علاوه بر شکنندگی ساختارهای بوم‌شناختی، موجب افول ارزش‌ها و هویت‌های فرهنگی به‌عنوان بن‌مایه ساختار اجتماعی و درنهایت، تضعیف روابط میان اکوتاپ‌های جمعیت انسانی نیز شده است که نشانگر روند افزایشی آنتروپی در تغییر چرخه ماده و انرژی این کلان‌شهر است. با تضعیف روابط عمودی و افقی بین اکوتاپ‌ها، بنا به رابطه‌ای که ساختار و عملکرد دارند، اثرات تخریبی بر یکدیگر می‌گذارند. بنابراین روابط همه‌جانبه (global) نیز متأثر از این نقصان، موجب عدم پویایی و در نتیجه، ناپایداری محیطی سیمای سرزمین (جغرافیایی، جامعه‌شناختی، اقتصادی و فرهنگی) شده است.

بنا بر آنچه گفته شد، با توجه به اهداف توسعه پایدار از جمله «ایجاد شهرها و شهرک‌های فراگیر، ایمن، تاب‌آور و پایدار» و «حراست بازسازی و ترویج استفاده پایدار از اکوسیستم‌های خشکی مدیریت پایدار جنگل‌ها، مبارزه با بیابان‌زایی و تغییر و متوقف‌سازی فرایند تخریب زمین و از بین رفتن تنوع زیستی» در سطح بین‌المللی از طرفی و تبیین مشکلات در این پژوهش از طرف دیگر، مسئله به صورت توسعه خلاً بوم‌شناختی - جامعه‌شناختی مطرح می‌شود که برای حل آن به ابزار کل‌نگر دانش‌بنیان نیاز داریم.

مبانی نظری

برای برآوردن چالش پایداری شهری، شهرها باید به‌عنوان سیستم‌های پیچیده‌ی منطبق با رویکردهای بین‌رشته‌ای و یکپارچه‌سازی علوم محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و برنامه‌ریزی و طراحی مورد مطالعه قرار گیرند. این موضوع محور اصلی در مسیر حال و آینده سیمای سرزمین‌هاست که به سمت آن حرکت می‌کنند (Wu, 2013: 1). توانایی یک سیمای سرزمین برای حفظ عملکرد اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی با شرایطی پویا، تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و تغییرات محیطی است. پایداری به بهینه‌سازی ترکیب و پیکربندی فضایی سیمای سرزمین تا رسیدن به سطح بالایی از انعطاف‌پذیری تأکید می‌کند (Pickett, et al., 2013: 1).

حل مسئله در این پژوهش متکی بر ابزار نظری ارکان بوم‌شناسی سیمای سرزمین است. بدیهی است مناسب‌ترین ابزار، برنامه‌ریزی شبکه‌های بوم‌شناختی به‌عنوان گذرگاه‌های ماده، انرژی و اطلاعات است که با تأثیر از دیدگاه فرادانشی، کل‌گرا و همه‌جانبه‌نگر بوم‌شناسی سیمای سرزمین قادر است ارکان سه‌گانه این دانش مشتمل بر ساختار، عملکرد و تغییرپذیری را در راستای حل مسئله به تحقق برساند. در این مسیر، شناسایی عناصر طبیعی مشتمل بر لکه و کریدورهای سبز و باز و بهره‌گیری آنها به‌عنوان زیرساخت‌های زیستی این شبکه‌ها، راه‌گشای پژوهشگر در راستای نیل به اهداف پژوهش خواهد بود. فرض پژوهش به‌کارگیری ارکان ساختار، عملکرد و تغییر در تداوم تعالی چرخه ماده و انرژی مشتمل بر تعادل ساختار فیزیکی-زیست‌شناختی، پایداری عملکرد جغرافیا-انسان‌شناختی و تعالی بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی است (Barghjvelh, et al., 2015: 2-4) که در چرخه‌ای پویا در پی هم می‌آیند.

در پی هدف‌گذاری محیط‌شناختی، پرسشی پیش می‌آید: چگونه سیستم زیرساخت‌های طبیعی سیستم شهری می‌تواند موجب تعالی بخشی شبکه‌های بوم‌شناختی باشد؟

بنابراین، اهداف پژوهش عبارت است از: ۱. حفظ و ترمیم منابع طبیعی؛ ۲. به‌کارگیری ظرفیت‌های طبیعی در جهت تقویت نیروهای سایبرنتیکی برای ارتقای عملکرد ارتباط و انزوایی درون شبکه‌های بوم‌شناختی و به‌کارگیری ظرفیت‌های اجتماعی در جهت توسعه فرهنگی تا در

نهایت، بتوان در روند تعالی بوم‌شناختی - جامعه‌شناختی قدم برداشت. در این راستا، به طرح‌ریزی شبکه سبز زیرساخت‌های طبیعی پرداخته می‌شود که نوعی مکانیسم بوم‌شناختی است. گرچه بوم‌شناسی شهری به‌عنوان بخشی از بوم‌شناسی سیمای سرزمین و انسان به‌عنوان بخشی از این سیما شناخته شده است، ویژگی برجسته آن، ابعاد اکولوژیکال - اجتماعی آن و تأکید صریح آن بر ناهمگونی فضایی یا الگوی ساختاری است (Wu, 2013: 1). چشم‌انداز زیست‌شناسی علم مطالعه و بهبود رابطه بین فرایند الگوهای فضایی و بوم‌شناختی و اجتماعی و اقتصادی در مقیاس‌های چندگانه بوم‌شناسی سیمای سرزمین گذشته، حال و آینده است (Hobbs, 2007: 2).

مدیریت چارچوب مفهومی

در تعیین چارچوب مفهومی پژوهش از چهار نظریه بهره گرفته شده است: ۱. (Pickett, Metacity)؛ ۲. سطوح سه‌گانه نظام سلسله‌مراتب زیستی (Barghjelveh, et al., 2015: 9-10)؛ ۳. روابط عمودی و افقی در سطوح طبقه‌بندی سه‌گانه تعادل ناهمگنی معادل با کلاس ساختاری، پایداری پیوستگی معادل با کلاس عملکردی و پویایی مراتب ارتباطی - انزوایی معادل با کلاس زیستگاهی (Barghjelveh, 2015)؛ ۴. اکولوژی در شهر، اکولوژی از شهر و اکولوژی برای شهر (Pickett, et al., 2017).

معرفی نظریه Metacity (Pickett et al 2013)

علم بوم‌شناسی به شناسایی اجزای انعطاف‌پذیری کمک می‌کند که تحولات پایداری را ترجیح می‌دهند. برای خلاصه‌کردن پویایی و گزینه‌های مرتبط در تحولات پایداری، چارچوب Metacity ارائه می‌شود که شامل فرایندهای اکولوژیکال در شهرها به‌عنوان مکمل جامعه، قدرت و اقتصاد است؛ چارچوبی پویا برای جهت‌دهی تحولات شهری به سمت پایداری. این قله، سلسله‌مراتبی عمیق است که با شهرهای ساده شروع می‌شود و با افزایش اندازه، وسعت و پیچیدگی فضایی به کلان‌شهر، Metacity ختم می‌شود (Mc Grath and Pickett, 2011: 2). مزایای متعددی از مفهوم Metacity برای پایداری وجود دارد:

۱. تغییرپذیری به‌وضوح تصریح می‌کند که مناطق شهری تغییرپذیر هستند.

۲. پراکندگی نشان می‌دهد برنامه‌ریزان شهری، می‌توانند لکه‌هایی را پیدا کنند که در آن فرایندهای اکولوژیکی به بهترین وجه صورت پذیرد و یک رویکرد سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریتی سازگارانه مبتنی بر ناهمگونی دو موزاییک بیوفیزیکی و اجتماعی ارائه می‌دهد. ارتباط بین واحدهای فضایی مختلف در Metacity، به صورت شبکه‌های زیرساختی، نشان می‌دهد خدمات و امکانات را می‌توان در سراسر موزاییک بزرگ به اشتراک گذاشت که مفهوم عدالت محیطی را در ذهن محقق می‌سازد.

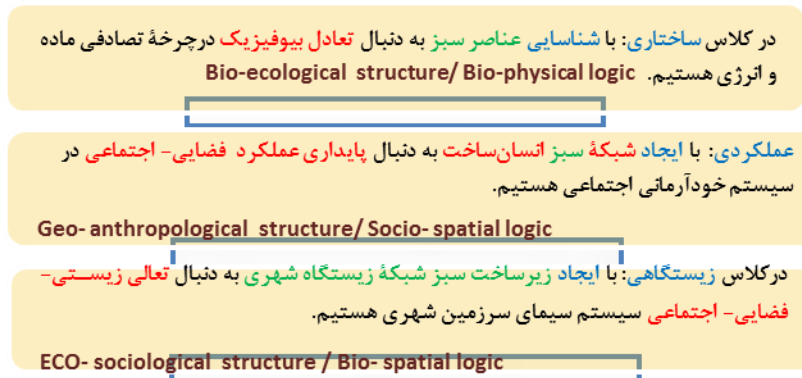
ماهیت ترکیبی می‌گوید الگوها و فرایندهای بیوفیزیکی و اجتماعی آن در موزاییک تغییر شکل داده شود. در نهایت، ناهمگنی فضایی و پویایی Metacities به امکانات و فرایندهای بوم‌شناختی محلی و اتصال آنها با جریان‌های منطقه‌ای که بر خدمات اکوسیستمی تأثیر می‌گذارد، توجه می‌کند. این فرصتی برای احیای لکه‌هایی برای افزایش سهم فرایندهای اکوسیستم زیستی به زندگی شهری ارائه می‌دهد.

در تبیین مدل فکری پژوهش از ارتباط نظریه اول، یعنی Metacity، با نظریه‌های دوم، سوم و چهارم به شکل زیر بهره می‌گیریم:

ارتباط با نظریه دوم: به‌کارگیری ویژگی‌های Metacity در سطح دوم نظم سیستمی تلاشی برای پایداری جغرافیاشناختی - انسان‌شناختی (پایداری نامحدود سیستم محیط) است؛ به نحوی که اثرات آن در پهنه‌بندی سیمای سرزمین محسوس باشد (اعتلای نامحدود سیستم سیمای سرزمین).

ارتباط با نظریه سوم: می‌توان با استفاده از Metacity، پویایی در سرزمین ایجاد کرد که اولاً با کمک ویژگی تغییرپذیری و ترکیبی، تعادل ناهمگنی و پایداری پیوستگی سیستم حفظ شود و ثانیاً با کمک ویژگی پراکندگی و عدالت محیطی تعادل یابی ساختاری خودکار سیستم انجام شود.

ارتباط با نظریه چهارم: معرفی سیستم تفکری اعتلای بوم‌شناختی - جامعه‌شناختی پهنه‌بندی سیمای سرزمین شهری و ورود به سطح فرادانشی قادر به روند هم‌زمان «حفاظت بوم‌شناختی» و «توسعه جامعه‌شناختی» هستیم. این همان نکته تکاملی در Ecology FOR the City است.



شکل ۱. ویژگی‌های چارچوب مفهومی (نگارنده)

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تلاش بر این است که سیستم شهری کرج را به عنوان نمونه نمادین مطالعه کنیم تا بتوانیم مبانی نظری مطرح شده را با صورت مسئله مرتبط کرده، از طریق چارچوب تحلیلی راهی برای حل آن بیابیم؛ زیرا در مقیاس کلان از نظر ویژگی‌های محیطی، وسعت و پیچیدگی فضایی و از طرف دیگر، تنوع قومیتی و جمعیتی و بالطبع، تنوع فرهنگی و سیاسی، قابلیت انطباق به چارچوب تحلیلی پژوهش را دارد.

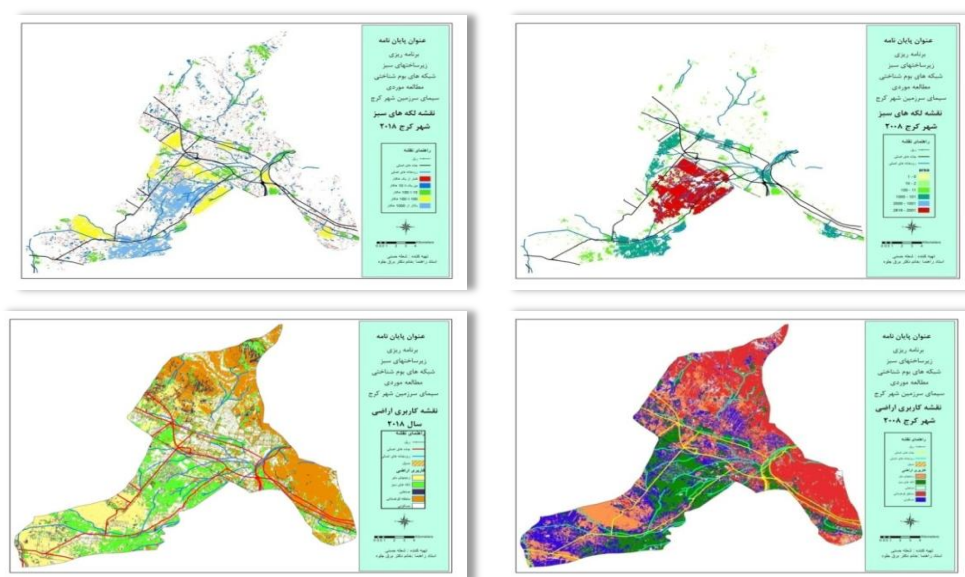
جغرافیاشناسی منطقه: مرز سیاسی، موقعیت جغرافیایی و جمعیت‌شناسی

منطقه مورد مطالعه سیمای سرزمین شهری کرج است. مرکز استان البرز سی و یکمین استان ایران و بخش مرکزی شهرستان کرج است که با وسعت ۱۸۰ کیلومتر مربع در ۳۵ کیلومتری محور غربی شهر تهران واقع شده است. این کلان‌شهر در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های البرز گسترده شده است و شیب عمومی آن از شمال به جنوب است. شیب ارتفاعات شمال شرقی در بخش شرقی جاده چالوس نیز از شرق به غرب است. میانگین دما بین منفی ۱۱ درجه و مثبت ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

حوزه آبخیز کرج (سد امیرکبیر) یکی از سه حوضه اصلی استان البرز است (پایگاه اطلاع‌رسانی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز ۹۷) که به همراه دالان‌های آبی: آب لائیز، برغان، سیدک، آب ورزن، مورود، کرج، وارنگه رود، ولایت رود و آب شهرستانک، شبکه کربدوری را می‌سازند. پوشش‌های سبز طبیعی شامل جنگل‌ها و مراتع بالغ بر ۱۴۱۵۹۰ هکتار برآورد مساحت

گردیده است، همچنین طبق آمارهای سال ۱۳۸۰ سطح زیر کشت سالانه و دائمی ۱۱۵۲۶ هکتار است. بخشی از فضاهای باز ارتفاعات کوهستانی و دامنه آنهاست که به دلیل گسترش ساخت‌وسازهای انسانی تغییر ماهیت داده‌اند و بخش دیگر تپه‌های بدون پوشش و کم‌پوشش‌اند. این شهرستان با جهشی سریع از دوره روستایی و شهری گذشت و به دوره شهرستانی رسید و منطقه بسیار وسیعی را در بر گرفت. جمعیت این شهر بر پایه سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۱/۵۹۲/۴۹۲ تن بوده که این رقم با احتساب جمعیت ساکن در حومه شهر به ۱/۹۷۳/۴۷۰ تن می‌رسد. این شهر با رشد جمعیت سالانه ۱۴/۳ درصد، بالاترین رشد جمعیت را دارد (سایت مرکز آمار، درگاه ملی آمار، سال ۹۷).

در روش‌شناسی پژوهش به بررسی کیفی روند تغییرات بوم‌شناختی در سطح کلاس (مجموعه‌ای از لکه‌های هم‌نوع) در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ پرداخته شد. گام اول و دوم: تهیه نقشه و تبدیل داده‌های مکان‌دار به داده‌های رقومی توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS.



شکل ۲. نقشه‌های برداشت‌شده تغییرات کاربری اراضی و لکه‌های سبز کرج در ۲۰۱۸ و ۲۰۰۸ (نگارنده)

گام سوم: از نرم افزار RS برای تهیه تصاویر لندست برای کمک به درک بصری از تغییرات استفاده شد.

گام چهارم: با استفاده از نرم افزار FRAGSTATES4.2 سه نوع تحلیل براساس سه سطح داریم: لکه، کلاس و سیمای سرزمین که با توجه به رویکرد پژوهش تحلیل بر اساس سطح کلاس انجام پذیرفته است.

معرفی نمایه‌های مربوط به ناهمگنی، تجمعی و شیوع پراکنش در سطح سیمای سرزمین

CA^۱ از نمایه‌های مساحت و حاشیه یا مساحت کلاس، PLAND^۲ درصد کلاس مدنظر در سیمای سرزمین و LPI^۳ نمایه درصد بزرگ‌ترین لکه است که همگی از اندازه‌گیری‌های ترکیب سیمای سرزمین‌اند و نشان می‌دهند چه مقدار از سیمای سرزمین از یک نوع لکه خاص تشکیل شده است (مختاری و سیاح نیا، ۱۳۹۶: ۱۳۱-۱۲۸).

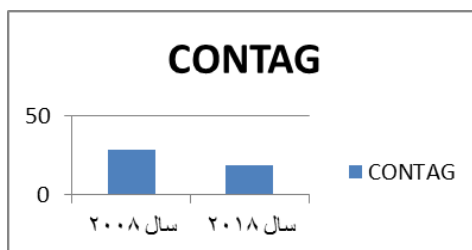
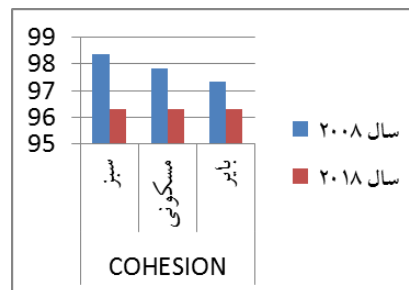
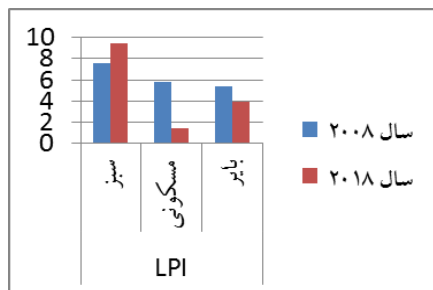
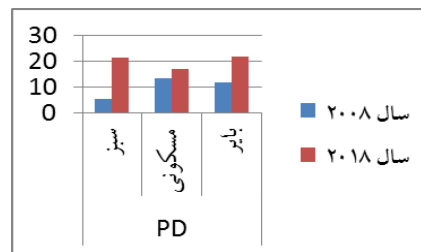
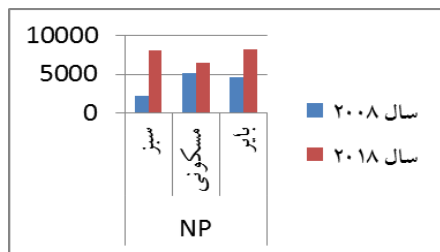
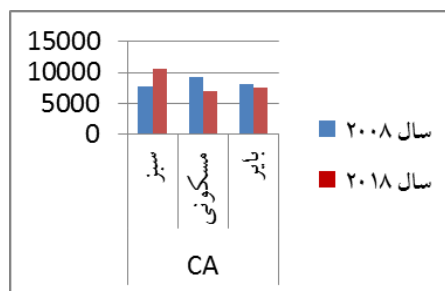
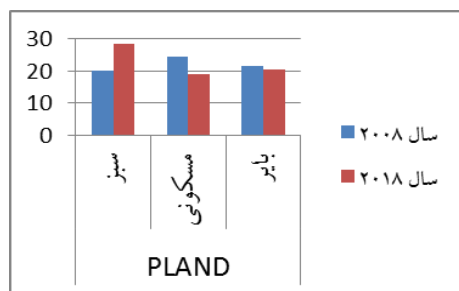
از نمایه‌های تجمعی و در عین حال، ساده‌ترین اندازه‌گیری گسستگی لکه‌ها، تعداد لکه‌ها یا NP^۴ و تراکم لکه‌ها یا PD^۵ است (مختاری و سیاح نیا، ۱۳۹۶: ۱۴۳-۱۴۴). COHESION^۶ نمایه تجمعی که برای اندازه‌گیری پیوستگی لکه‌ها به کار می‌رود و براساس اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری مساحت و محیط لکه محاسبه می‌شود (مختاری و سیاح نیا، ۱۳۹۶: ۱۴۳). یکی از نمایه‌هایی که برای اندازه‌گیری میزان تجمع در سیمای سرزمین وجود دارد، نمایه شیوع CONTAG نام دارد که هم شامل پراکنش و هم درون‌پراکنش است. نمایه شیوع میزان پراکنش و درون‌پراکنش را در سطح سیمای سرزمین اندازه‌گیری می‌کند.

یافته‌ها و تحلیل نتایج

در این قسمت، هر نمودار معرف یکی از نمایه‌های مساحت و حاشیه، تجمعی و شیوع است که شاخصی برای بررسی روند تغییرات لایه‌های مسکونی به‌عنوان نمادی از انسان‌ساخت‌ها، لایه‌های

-
1. CA: Core area
 2. PLAND: Percentage of Landscape
 3. LPI: Landscape Patch Index
 4. NP: Number of Patches
 5. PD: Patch Density
 6. COHESION: Patch Cohesion Index

پوشش سبز نمادی از لایه‌های زیستی و لایه زمین‌های بایر به‌عنوان نمادی از طبیعت فیزیکی سرزمین شهری کرج هستند.



نمودارهای روند تغییرات سیمای سرزمین شهری کرج در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ (نگارنده)

برآورد روند تغییرات لکه‌های بایر

افزایش لکه‌های بایر پدیده نامطلوبی است که جایگزین کردن پوشش‌های سبز به جای آن می‌تواند ما را به نتیجه مطلوب برساند. در مقابل کاهش فضاهای بایر نیز پدیده مطلوبی است، به شرطی که توسط پوشش‌های انسان‌ساخت اعم از مسکونی، صنعتی یا دالان‌های ترددی اشغال نشود یا حداقل به همان شکل باقی بماند.

برآورد روند تغییرات لکه‌های مسکونی

کاهش نمایه‌های مربوط به ناهمگنی، افزایش نمایه‌های مربوط به گسستگی و کاهش نمایه‌های مربوط به پیوستگی، همگی نشان‌دهنده جایگزین شدن لکه‌های مسکونی انسان‌ساخت به جای اجزای طبیعی و به بیانی بهتر، افزایش نفوذ جریان‌های غیرزیستی در ساختار بوم‌شناختی منطقه است.

برآورد روند تغییرات لکه‌های سبز

با کاهش شاخص ناهمگنی (عنصر سبزی‌نگی)، افزایش شاخص‌های گسستگی پوشش سبز و نبود رشد افزایشی چشمگیر در شاخص بزرگ‌ترین لکه، به نظر می‌رسد با کاهش یکپارچگی فضاهای سبز و پراکندگی لکه‌های سبز در کل منطقه مواجهیم.

بررسی روند تغییرات Contag (نمایه شیوع)

نمایه شیوع در سطح سیمای سرزمین قابل مطالعه است. با توجه به تعریف آن در قسمت قبل می‌دانیم یک سیمای سرزمین با انواع لکه با اندازه بزرگ‌تر و متصل‌تر، نمایه شیوع بیشتری از یک سیمای سرزمین که در آن انواع لکه به تعدادی لکه‌های کوچک تقسیم شده است، دارد. بنابراین کاهش این نمایه از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ به معنای کاهش بزرگی لکه‌ها و پیوستگی آنهاست.

جدول ۱. برآیند عددی - تحلیلی یافته‌ها در کل سیمای سرزمین شهری کرج (نگارنده)

نمایه‌ها	برآیند تغییرات فضاهای بایر	برآیند تغییرات فضاهای لایه مسکونی	برآیند تغییرات فضاهای لایه سبز
CA	۹۸/۷ درصد کاهش	۱۵/۲۴ درصد کاهش	۸/۳۸ درصد کاهش
PLAND	۷۹/۵ درصد کاهش	۸/۳۳ درصد کاهش	۸/۴۰ درصد افزایش
NP	۷۹/۵ درصد افزایش	۱۶/۲۶ درصد افزایش	۵/۲۷۵ درصد افزایش
PD	۶۷/۸۰ درصد افزایش	۹/۲۷ درصد افزایش	۸/۲۸ درصد افزایش
LPI	۲۶/۸۸ درصد کاهش	۸۴/۷۴ درصد کاهش	۳۶/۴۲ درصد افزایش
Cohesion	۵/۱ درصد کاهش	۹۶/۳ درصد کاهش	۰/۳۴ درصد کاهش
Contag		۱۵/۳۴ درصد کاهش	

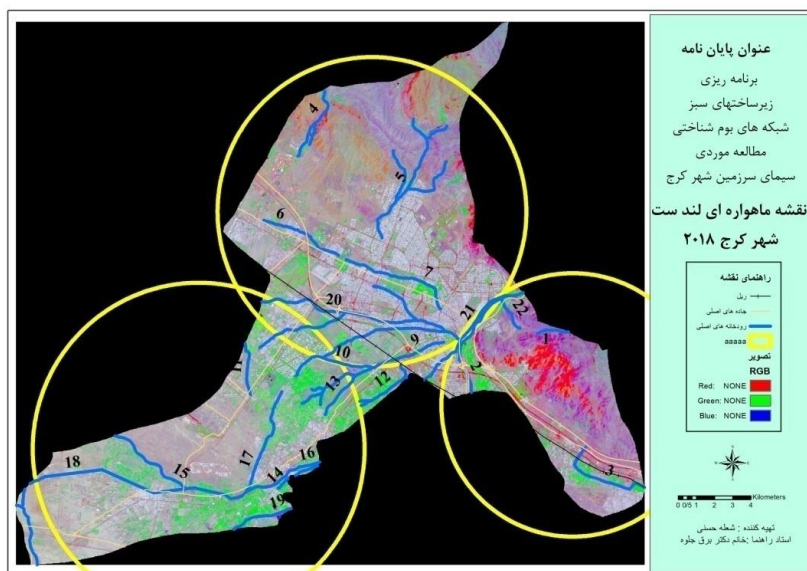
راهبرد و ارائه راهکار

راهبرد پژوهش ایجاد هماهنگی بین ظرفیت‌های بوم محیط و ارتقای آن در راستای حفظ برنامه‌ فعالیت انسانی است. به عبارتی، برنامه‌ریزی برای ارتقای سطح بهینگی شبکه ارتباط - انزوایی سیستم بوم‌شناختی از طریق ایجاد نیروهای سایبرنتیکی است. نیروهایی که بیشترین هم‌کنش مثبت را با هم داشته باشند تا سرزمین را تعادل‌یابی ساختاری کنند؛ به گونه‌ای که همواره در کوتاه‌ترین زمان، اصل خطر و اختلال را به مغز سیستم برساند و اینجاست که بالندگی سیمای سرزمین به وجود می‌آید (برق جلوه، ۱۳۹۶).

راهکار بوم‌شناختی: برنامه‌ریزی مکانیسم زیستی به نام شبکه بزرگ سبزه‌راهی

سرزمین شهری کرج، چهارراه دسترسی پرتراфик بین سایر نقاط کشور و به‌ویژه تهران با منطقه گردشگری شمال کشور است. پس برنامه‌ریزی باید به شیوه‌ای باشد که از منابع بوم‌شناختی سرزمین در جهت توسعه گردشگری بهره برد. بنانهادن شبکه بزرگ سبزه‌راهی در واقع توسعه زیرساخت‌های طبیعی است که فرایندهای بوم‌شناختی آن را پشتیبانی می‌کنند. این شبکه، دالانی حیاتی به‌منظور ایجاد الگوی توسعه گردشگری، موقعیت‌های تفریحی، موقعیت‌های آرامش انسانی، حفاظت از زیستگاه گونه‌های بومی، ارتقای تنوع زیستی و زیبایی‌شناختی و بهره‌وری از ویژگی‌های منطقه‌ای نیز از فواید بارز آن می‌تواند باشد.

ملاحظه پتانسیل‌های طبیعی منطقه که قابلیت توجه ویژه به‌عنوان زیربنای زیستی یا زیست‌پذیر شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری کرج را دارند، از جمله: موزایک‌های سبز، موزایک‌های بدون پوشش یا تنک که قابلیت احیای زیستی دارند که توسط دالان‌های طبیعی متعدد می‌توانند حتی به موزایک‌های انسان‌ساخت مرتبط شوند، شریان‌های ارتباطی بهترین منتقل‌کننده جریان‌های طبیعی به درون شبکه اکولوژیک و حامی ساخت و عملکرد آنها هستند. در طراحی شبکه بزرگ سبزه‌راهی، سه زیر شبکه یک، دو و سه مشتمل بر دالان‌های طبیعی در نظر گرفته شد که با شماره‌گذاری در شکل ۳ مشخص گردید. در ضمن، هر یک از این زیر شبکه‌ها شامل کریدورها و فضاهای سبز طبیعی یا انسان‌کاشت هستند که با توجه به پتانسیل‌های جغرافیایی و نیازهای موجود برای آنها، تعیین کاربری در نظر گرفته شد (جدول ۲).



شکل ۳. تصویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۱۸ از رود دره‌های کرج و با شماره‌گذاری (نگارنده)

مبنای علمی به‌دست‌آوردن راهکارها

جدول ۳ بر اساس جدول ۲ و آن نیز مطابق چارچوب مفهومی پژوهش (شکل ۱) بنا نهاده شده است. برای مثال، ستون ۱ جدول ۳، همان مکان‌های تغییرپذیری است که خاصیت تبدیل به لکه‌های زیستی را دارد (ویژگی تغییرپذیری Metacity). ستون ۲ جدول ۳، انتخاب دالان‌های طبیعی که عملکرد اکولوژیکی‌شان از بین رفته یا تضعیف شده است و ایجاد سبزه‌راه در آنها در واقع انتخابی است که در آن فرایندهای اکولوژیکی به بهترین وجه صورت پذیرد (ویژگی پراکندگی Metacity). تعیین شریان‌های ارتباطی بین بافت‌های انسان‌ساخت و طبیعی و اتصال هر سه زیرشبکه ۱ و ۲ و ۳ به یکدیگر به شکل ستون فقرات یکپارچه (کریدورهای پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، حایل‌های سبز طبیعی و...) دال بر توزیع خدمات اکوسیستمی در کل سیمای سرزمین کرج است (ویژگی عدالت محیطی Metacity) و درنهایت، ستون تعیین کاربری‌های جدول ۳ که مشتمل بر کاربری‌های مختلف حفاظت از منابع طبیعی (آب، زیستگاه حیات وحش شهری)، زیبایی‌شناختی (منظرسازی)، ارتباطی و دسترسی، موقعیت‌های عبور و مروری، فراغتی

(تفریحی و ورزشی) است، با احیای لکه‌های زیستی علاوه بر بهبود عملکرد شبکه ارتباط - انزوایی سیستم داخلی شهر کرج به جریان‌های منطقه‌ای کلی‌تر مانند حوزه آبخیز مرکزی، سیمای سرزمین ایران و قاره متصل شده و توسط ارتباطات فراسیستمی بر عملکرد چرخه ماده و انرژی زیست‌کره نیز مؤثر باشد (ویژگی ترکیبی Metacity).

جدول ۲. راهبردها و راهکارها بر اساس چارچوب مفهومی (نگارنده)

راهبردها	راهکارهای بوم‌شناختی	راهکارهای جامعه‌شناختی
<p>الف) بوم‌شناختی</p> <p>۱. استفاده از ویژگی تغییر برای انتخاب مکان‌هایی که قابلیت تغییر به ماهیت زیستی دارند؛ زیرا الگوها و فرایندهای بیوفیزیکی و اجتماعی در موزایک تغییرپذیرند.</p> <p>۲. استفاده از ویژگی پراکنندگی در یافتن لکه‌های زیستی و ایجاد ناهمگونی و پویایی نامتقارن در ابعاد ارگانیک و انسانی.</p> <p>۳. با استفاده از ویژگی عدالت محیطی می‌توان در سراسر موزایک بزرگ از طریق ارتباط بین واحدهای فضایی موجود در شبکه‌های اکولوژیکی، خدمات و امکانات را در لکه‌های ارگانیک و انسانی به اشتراک گذاشت.</p> <p>۴. با استفاده از ویژگی ترکیبی، علاوه بر تغییر موزایک‌ها به واسطه تغییرپذیری الگو و فرایند، ناهمگنی فضایی و پویایی Metacities از طریق امکانات و فرایندهای</p>	<p>در ایجاد شبکه بزرگ سبزراهی با بهره‌گیری از کارکردهای حیاتی عناصر انعطاف‌پذیر محیط بایر فیزیک شامل: آب، خاک و هوا و محیط زیستی شامل جوامع گیاهی و جانوری در پی ایجاد تحولی پایدارتر و عمده‌تر رویکرد گردشگری، به روش‌های مختلف از ویژگی‌های metacity استفاده شده است:</p> <p>۱. تغییرپذیری: انتخاب لکه‌های بایر که فاقد پوشش یا کم پوشش‌اند؛ مانند لکه‌های اطراف مناطق مسکونی و دالان‌های انسان‌ساخت و تغییر کاربری آنها به لکه‌های زیستی (تفریحی و مظرساز).</p> <p>۲. پراکنندگی: انتخاب لکه‌های سبز دربردارنده پوشش گیاهی و لکه‌های آبی شامل رودرها به‌عنوان عناصر اصلی شبکه زیستگاه شهری.</p>	<p>۱. حوزه فرهنگی</p> <p>۱-۱. تبیین و توسعه فرهنگ بوم‌شناختی</p> <p>۱-۱-۱. تعیین و تقویت زیرساخت‌های فرهنگی بر مبنای تغییر نوع مردم به دیدگاهی بوم‌شناسانه - جامعه‌شناسانه.</p> <p>۱-۲. تربیت انسان توانمند و اخلاق‌مدار در مسیر کاربرد تکنولوژی.</p> <p>۱-۲. به کارگیری سیستم آموزش</p> <p>۱-۲-۱. مستقیم: تغییر محتوای آموزشی به اکولوژیکی - اجتماعی.</p> <p>۱-۲-۲. غیرمستقیم: ورود رویکرد دانش‌بنیان و کل‌نگر سیمای سرزمین در جریان‌های فکری مدیران انجمن‌های محیط زیستی.</p> <p>۲. حوزه عملی</p> <p>۱-۲. راه‌اندازی اتاق فکر</p> <p>تشکیل نهادها و انجمن‌های تئوری‌پرداز با هدف نتیجه‌گرایی گفت‌وگوهای اجتماعی و تأثیرپذیری از آنها در مرحله سیاست‌گذاری راهبردی پژوهشی SEA.</p> <p>۲-۲. مشارکت مردمی</p>
<p>به کارگیری مزایای metacity</p> <p>پایداری سیستم در سطح جغرافیای شناختی - انسان‌شناختی می‌انجامد.</p> <p>با چشم‌انداز اعتلای بوم‌شناختی - جامعه‌شناختی در پهنه‌بندی سیمای سرزمین</p> <p>سیستم تفکری مولد پویایی که حافظ تعادل ناهمگنی و پایداری پیوستگی است و موجب تعادل‌یابی ساختاری خودکار سیستم می‌شود.</p>		

<p>این مفهوم متأثر از گفت‌وگو و نگرانی اجتماعی در مورد آینده زیست‌کره است. میزان بهره‌مندی از مشارکت مردمی جهت ایجاد فرصت‌های معیشتی و اقتصاد بوم‌شناختی به‌عنوان شاخص برنامه‌ریزی اجتماعی (برق جلوه و مبرقی، ۹۲)</p> <p>مصدق آن می‌تواند در ارزیابی اثرات توسعه EIA از مرحله تعیین محدوده پروژه تا مرحله اجرا و پایش توسط عموم مردم صورت گیرد.</p> <p>۳-۲. کارآفرینی در جهت توسعه پایدار قوی</p> <p>۳-۱. استفاده از نوآوری تولیدکنندگان اقتصادی و اجتماعی.</p> <p>۳-۲. احیای مشاغل سستی متناسب با بوم و تکنولوژی.</p>	<p>۳. عدالت محیطی:</p> <p>اتصال لکه‌های ناهمگون توسط کریدورهای سبز و آبی تعبیه‌شده هم عامل ارتباط است؛ زیرا موجب گسترش تنوع زیستی و افزایش قابلیت دسترسی به فضای سبز در مناطقی که از این نظر فقیرند، تسهیم عادلانه خدمات اکوسیستمی در کل سامانه شهری می‌شوند و هم عامل انزوا هستند؛ زیرا در قسمت‌هایی با ایجاد حایل‌های طبیعی از لکه‌های زیستی حفاظت نیز می‌شود.</p> <p>۴. ترکیبی:</p> <p>ایجاد شبکه سبزراه به‌عنوان شبکه‌ای از عناصر طبیعی انعطاف‌پذیر در کنار مشتقات انسان‌تولید یک موزایک متحرک ناهمگون از جوامع کرده است.</p> <p>اتصال موزایک‌های زیستی و غیرزیستی به هم از طریق کریدورهای سبز و ایجاد یک شبکه برای انتقال و نفوذ هرچه بیشتر جریان‌های بوم‌شناختی از حاشیه سیمای سرزمین شهری به درون و بهبود عملکرد بوم‌شناختی و بهره‌مندی آن در کل سیستم، حتی نقاطی که ذاتاً زیستی نیستند نیز بوده است.</p> <p>از پتانسیل‌های فوق می‌توان برای تداوم فعالیت‌های شهری و گردشگری در جهت افزایش آثار بوم‌شناختی کمک گرفت.</p> <p>این شبکه سبزراهی پایدار عملکرد شبکه‌های بوم‌شناختی در اقبای بستر تنوع گونه‌ای، موقعیت‌های گردشگری، خصایص منطقه‌ای را در سیمای سرزمین کرج افزایش می‌دهد.</p>	<p>بوم‌شناختی محلی و اتصال آنها با جریان‌های منطقه‌ای مؤثر بر خدمات اکوسیستمی است و فرصتی برای طراحی یا احیای دوباره لکه‌هایی که در اصل زیست‌پذیر بوده‌اند، جهت افزایش سهم فرایندهای اکوسیستم زیستی به زندگی شهری فراهم می‌آورد و موجب ارتقای عملکرد شبکه‌های ارتباط-انزوایی می‌گردد.</p> <p>۵. داشتن برنامه پژوهشی درخصوص برنامه‌ریزی و نظارت بر ارتباط-انزوای شبکه‌های بوم‌شناختی مشتمل بر: مدیریت، تجزیه و تحلیل، ارزیابی توان، ارزیابی اثرات توسعه، ارزیابی گپ اکولوژیک مناطق طبیعی شهر (برق جلوه، ۹۶).</p> <p>۶. در سطح ارزیابی و به‌هنگام برنامه‌ریزی منابع سیمای سرزمین توجه به تحلیل بوم‌شناختی فرم‌ها، سامانه‌ها؛</p> <p>۷. در توسعه شاخص‌های پایداری سبزراه‌ها توجه به چگونگی کمیت، کیفیت و هم‌جواری محدوده‌های طبیعی و غیرطبیعی، هم‌جواری‌های جوامع گیاهی، تنوع محدوده‌های پیچیدگی ساختاری در درون یک زیستگاه، هماهنگی بین انسان و طبیعت، روابط عمودی موزایک محدوده‌ها، روابط عمودی موزایک جوامع گیاهی، تنوع محدوده‌های بین زیستگاه‌ها، پراکنش گونه‌های زیستی، تغییرات سرزمین، تغییرات سرزمین، توجه به حفاظت از بوم‌سامانه‌های محلی و ارتباط لکه‌های زیستگاهی (برق جلوه و مبرقی دینان، ۹۲).</p> <p>ب) جامعه‌شناختی</p> <p>داشتن برنامه پژوهشی مشتمل بر: نظارت و کنترل مهاجرت، اشتغال شهری و روستایی، مدیریت بحران در مخاطرات طبیعی و انسانی.</p>	<p>نظریه استعلائی امکان روند هم‌زمان حفاظت بوم‌شناختی - توسعه جامعه‌شناختی را محقق می‌سازد.</p>
--	--	---	---

برنامه ریزی بستر طبیعی شبکه‌های بوم‌شناختی (مورد مطالعه: سیمای سرزمین شهری کرج) ۲۷۹

جدول ۳. راهکار بوم‌شناختی: شبکه بزرگ سبزه‌های سیمای سرزمین شهری کرج- زیستگاه شهری انسان‌ساخت، مبتنی بر جدول ۱ (نگارنده)

کاربری مدنظر	نوع کریدور سبز	شبکه‌های بوم‌شناختی تحت پوشش	نواحی جغرافیایی تحت پوشش		
۱. زیبایی‌شناختی و حظ‌بصری؛ ۲. حفاظت از منابع طبیعی.	۱. منظرساز روی دالان طبیعی ۳- مسیر مواصلاتی اتوبان تهران-کرج و جاده قدیم؛ ۲. حفاظت از منابع آبی (روی دالان‌های ۲-۲۱-۲۲ منشعب از رودکرج).	دالان‌های شماره ۳-۲۱-۲۲-۲۰-۹-۱۰-۱۲-۱۳	مرز شرقی و بخش مرکزی کرج/از گرمدره تا مرکز کرج کوچک	زیرشبکه ۱	
۱. حایل طبیعی در مقابل نفوذ و اختلاط بافت‌های مسکونی و نظامی با بافت طبیعی دامنه کوهستان؛ ۲. حفاظت زیستگاه‌های قدیمی‌تر می‌تواند ایجاد زیستگاهی جدیدتر برای گونه‌های جانوری منطقه؛ ۳. ایجاد فضای باز خطی در فراهم‌آوردن عنصر ارتباطی و دسترسی (Schwarz, 1993)، ایجاد موقعیت تفریحی-ورزشی برای ساکنان سامانه شهری باغستان و اطراف، نفوذ جریان‌های تولیدشده توسط عناصر طبیعی در لکه‌های مسکونی و ترددی انسان‌ساخت؛ ۴. بازگرداندن لکه‌هایی برای افزایش سهم فرایندهای اکوسیستم زیستی (Pickett, 2013)، تکمیل نقش حفاظتی شبکه کل به ویژه در حاشیه شمال غربی؛ ۵. پارک کوهستانی نیمه‌حفاظت‌شده.	۱. تفرجی- منظرسازی (روی دالان سه‌شاخه ۵)؛ ۲. حفاظت از منابع طبیعی (دالان ۴)؛ ۳. دوچرخه‌سواری (دالان‌های ۶و ۷)؛ ۴. پارک علمی (در فضای بایر شرق دالان ۵)؛ ۵. لکه بایر نیمه‌کوهستانی بزرگ‌تر واقع شده بین دالان‌های ۵ و ۴.	دالان‌های: ۶-۷-۵-۴- - لکه باز: منطقه کوهستانی آتشگاه	منطقه شمال غربی و بخشی از شمال کرج	زیرشبکه ۲	
۱. تفریحی؛ ۲. موقعیت عبور و مرور، فراغتی؛ ۳. ورزشی و سلامتی؛ ۴. شریان ارتباطی لکه‌های انسان‌ساخت به بافت طبیعی، حایل طبیعی برای جلوگیری از پیشروی لکه مسکونی شهرک بهاران تا لکه‌های سبزکشاورزی و باغات ماهدشت.	۱. تفرجی؛ ۲. کریدور سبز عابران پیاده (دالان‌های ۱۴-۱۶-۱۹)؛ ۳. دوچرخه‌سواری (دالان ۱۱)؛ ۴. پارک جنگلی یکپارچه در لکه باز.	۱. تفرجی (دالان‌های ۱۵-۱۷-۱۸)؛ ۲. کریدور سبز عابران پیاده (دالان‌های ۱۴-۱۶-۱۹)؛ ۳. دوچرخه‌سواری (دالان ۱۱)؛ ۴. پارک جنگلی یکپارچه در لکه باز.	دالان‌ها: ۱۴-۱۶-۱۷-۱۵-۱۸-۱۱-۱۹ لکه باز: منطقه بایری که از جنوب شهرک بهاران شروع و تا حاشیه جاده ماهدشت در جنوب غرب ادامه می‌یابد.	بخش عملیاتی از سیستم شهری محمدشهر	زیرشبکه ۳

نتیجه‌گیری

از منظر بوم‌شناسانه با تکیه بر مبانی نظری مطرح‌شده، علم بوم‌شناسی با مطالعه تغییرات، تحولات پایدارتر را انتخاب می‌کند. در این راستا، چارچوبی پویا برای جهت‌دهی تحولات شهری به سمت تعالی پایداری ارائه می‌شود؛ تحولاتی که شامل فرایندهای بوم‌شناختی به‌عنوان مکمل جامعه-سیاست و اقتصاد هستند. با توجه به افزایش وسعت و پیچیدگی فضایی سیمای سرزمین شهری کرج از شهری ساده به کلان‌شهر که عمدتاً ساختاری به نظر می‌رسد، همچنین ویژگی‌های محیطی، تنوع قومیتی و فرهنگی‌اش، این مدل متناسب (شکل ۱) که هسته اصلی آن مفهوم Metacity است، به کار گرفته شد. نتایج تحلیل در بررسی شبکه‌های بوم‌شناختی سیستم مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸، حاکی از تغییرات نامطلوب عملکرد بوم‌شناختی است که مستلزم برنامه‌ای مطابق با چارچوب مفهومی و مبتنی بر اولاً شناسایی عناصر انعطاف‌پذیر و ثانیاً به‌کارگیری آنها در جهت تقویت فرایندهای بوم‌شناختی است.

در این پژوهش، لکه و کریدورهای طبیعی به‌عنوان عناصر منعطف سیستم شناسایی شده و زیرساخت شبکه بزرگ زیستگاه شهری با کاربری‌های متنوع (ارائه‌شده در قالب راهبرد و راهکار جدول ۱ و ۲) را تشکیل دادند که در آن تلاش شد با یکپارچه‌سازی تقریبی موزایک‌های سبز، گستره‌های انتقال ماده-انرژی و اطلاعات فعال‌تر شده و فرایندهای زیستی غنا یابند. بنابراین سیستم شبکه ارتباط-انزوای شهری، حداقل آتروپی و حداکثر بهینگی را خواهد داشت و قادر است گپ اکولوژیکی حاصل از فعالیت‌های انسانی را از بین ببرد. از منظر جامعه‌شناسانه نیز با برنامه‌ریزی (مطابق راهبرد و راهکار جدول ۱ و ۲) قطعاً توسعه همه‌جانبه اکولوژیکی و اجتماعی همگام صورت خواهد پذیرفت و این شرط لازم برای رسیدن به هدف اصلی پروژه است.

تفاوت این پژوهش با پژوهش‌های مشابه درباره کرج این است که ضمن تلفیق چند نظریه علمی متعلق به برخی از دانشمندان در زمینه لنداسکیپ اکولوژی، تلاش شد با به‌کارگیری مبانی نظری مدلی کاربردی که سطحی از ایده‌پردازی برای طراحان شهری است، در قالب راهکار اکولوژیکی ارائه گردد (جدول ۲). ضمناً راهکارهایی برای حل معضلات اجتماعی ناشی از خلأ

بوم‌شناختی متأثر از فعالیت‌های انسانی نیز پرداخته شود. بنابراین امید است که مسئولان این کلان‌شهر از ابزارهای دانش‌بنیان در سیاست‌گذاری‌های شهری بهره‌جویند.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

۱. برنامه‌ریزی جامع زیرساخت‌های اجتماعی - فرهنگی سیمای سرزمین شهر کرج توسط متخصصان علوم اجتماعی؛
۲. طرح برنامه‌ای برای افزایش خدمات اکوسیستمی و بهره‌وری اجتماعی از شبکه سبزراه پیشنهادی در این پروژه؛
۳. پیش‌بینی اثرات احتمالی پروژه سبزراه بر محیط زیست و ارائه راه‌حل برای به‌کمینه‌رساندن آن؛
۴. تعریف فرصت‌های متفاوت از شبکه سبزراهی با هدف ایجاد زیستگاه شهری به پشتیبانی شبکه‌های بوم‌شناختی؛
۵. استفاده از ویژگی‌های خاص سرزمین‌های بین قلمروی (بین دو قلمرو شهری) در جهت افزایش دسترسی به فضاهای سبز بیشتر؛
۶. بررسی میزان تأثیرگذاری برنامه‌های بوم‌شناختی بر سلامت اجتماعی.

منابع

- برق جلوه، شهیندخت؛ مدقالچی، نیکو و مبرقی دینان، نغمه (۱۳۹۲). ارزیابی عملکرد بوم‌شناختی دالانرود دره شهری (مطالعه موردی: تهران- دالان رود- دره درکه)، پژوهش‌های محیط زیست، دوره ۴، شماره ۸، ۹۱-۱.
- برق جلوه، شهیندخت؛ منصور، مینا و اسلامی، سیدیحیی (۱۳۹۵). نقش شبکه‌های بوم‌شناختی در طرح‌ریزی محیط‌شناختی - هویت‌بخشی منطقه‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه شهری پولادشهر اصفهان). محیط‌شناسی، دوره ۴۲، شماره ۱، ۱۹۴.
- برق جلوه، شهیندخت و مبرقی دینان، نغمه (۱۳۹۲). توسعه شاخص‌های پایداری شبکه سبزراه‌ها براساس اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۵، شماره ۲.
- سیاح‌نیا، رومینا و مختاری، زهرا (۱۳۹۵). راهنمای نرم‌افزار FRAGSTATE. تهران، دانشگاه شهید بهشتی، مؤسسه آوای قلم.

References

- Barghjelveh, Sh., Islami, S. Y., & Sayad, N. (2015). The logic of the “ecology of place”, a model of thought for urban landscape development, case study: Tehran’s Farahzad River-valley. (*Springer Science+Business Media*)*Urban ecosystems*, 18(4), 1165-1186..
- Barghjelveh, Sh., Medghalchi, N., Mobarghaee Dinan, N. (1392). Evaluating the Ecological Function of Urban River-valley Corridor System (Case Study: Tehran–Darakeh River-valley Corridor System). *Environmental Researches*, 4(8), 1-91. (In Persian)
- Barghjelveh, Sh., Mansouri, M., Islam, S. Y. (1395). The Role of Ecological Networks in the Environmental Logic of Urban Regions’ Identity Planning (Case Study: Isfahan - Poladshahr Urban Region). *Journal of Environmental Studies*.42 (1), 194. (In Persian)
- Barghjelveh, Sh., Mobarghaee Dinan, N. (1392). The Development of Greenways’ Sustainability Indicators based on Landscape Ecology Principles. *Environmental Science and Technology*, 15(2). (In Persian)
- Cen, X., Wu, C., Xing, X., Fang, M., Garang, Z., & Wu, Y. (2015). Coupling Intensive Land Use and Landscape Ecological Security for Urban Sustainability: An Integrated Socioeconomic Data and Spatial Metrics Analysis in Hangzhou City.*Sustainability*,7, 1459-1482.
- Lal, K., Kumar, D., & Kumar, A. (2017). Spatio-temporal landscape modeling of urban growth patterns in Dhanbad Urban Agglomeration, India using geoinformatics techniques. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 20 (1), 91–102.
- Pickett, S. T. A., Boone, C. G., McGrath, B. P., Cadenasso, M. L., Childers, D. L., Ogden,

- L. A., ... & Grove, J. M.(2013). Ecological science and transformation to the sustainable city. *ELSEVIER, Cities*, 32, 10–20.
- Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., Childers, D. L., McDonnell, M. J., & Zhou, W. (2017). Evolution and future of urban ecological science: ecology in, of, and for the city. *Ecosystem Health and Sustainability* 2(7).
- Pickett, Steward T. A., Cadenasso, M.L & Grove, J.M (2003). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning* 69 (2004), 369–384.
- Sayyahniya, R., Mukhtari, Z. (1395). *FRAGSTATE software guide*. Tehran: Shahid Beheshti University, Avayeh Ghalam Institute. (In Persian)
- Wu, Jianguo., He, Chunyang., Huang, Ganlin., Yu, Deyong., NB, Grimm., SH, Faeth., CL, Redman., J, Wu., X, Bai & JM, Briggs (2008). Urban Landscape Ecology: Past, Present, and Future. *Globalchange and the ecology of cities. Science*. 319(5864), 756–60.
- Wu, J. (2013). Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. *Landscape ecology*, 28(1), 1-11.