


GES	Journal of Geography and Environmental Studies, 11 (42), Summer 2022 https://ges.iaun.ac.ir ISSN: 2008-7845  20.1001.1.20087845.1401.11.42.3.2
-----	---

Research Article

Providing a Suitable Model to Promote Ecological Cohesion and Environmental Resilience (Case Study: Behshahr)

Zahedikelaki, Ebrahim

Phd Student, Dep. of Geography, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

Motevali, Sadroddin (Corresponding Author)

Associate Professor, Dep. of Geography, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran
sadr_motavalli@iaunour.ac.ir

Mahmoudzadeh, Hasan

Associate Professor, Dep. of Geography, Tabriz University, Tabriz, Iran

Janbazghobadi, Gholamreza

Assistant Professor, Dep. of Geography, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

Abstract

Environmental problems are one of the most fundamental problems of today's city and the result of human conflict with the natural environment. In this regard, in order to achieve the research goal to promote ecological cohesion and environmental resilience, the capabilities of remote sensing science and GIS and the use of continuity measurement metric (MNN) along with the Forman mosaic model has been used. Analysis of maps resulting from land use change shows; Stains made in the period (1986-2020) due to increasing population and demand for land and, as a result, urban growth in recent years by (+ 68%) increase in agricultural use (-52%) and gardens and green space (-31%) and barren lands have also decreased by about (-41%). The results of MNN metric analysis also indicate that; The continuity of the elements of the ecological structure of Behshahr city, especially the agricultural spots during the study period, has not been in good condition and has been severely damaged so that the ecological continuity of the agricultural spots in the last 34 years is about 48 meters, gardens and green space about 10 Meters have decreased and the distances between similar ecological spots have increased. In the end, the present study led to the preparation of a proposed model and protection and remediation solutions, as well as a critical network map of the study area.

Keywords: Ecological continuity, MNN metric, environmental resilience, Forman mosaic model, Behshahr city.

Citation: Zahedikelaki, E, Motevali, S., Mahmoudzadeh, H., Janbazghobadi, G. (2022) Providing a Suitable Model to Promote Ecological Cohesion and Environmental Resilience (Case Study: Behshahr), Journal of Geography and Environmental Studies, 11 (42), 40-57. Dor: 20.1001.1.20087845.1401.11.42.3.2

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



مقاله پژوهشی

ارائه الگوی پیشنهادی مناسب جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیکی و تاب آوری زیست محیطی (مطالعه موردی: شهر بهشهر)

ابراهیم زاهدی کلاکی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

صدرالدین متولی *

دانشیار گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

حسن محمود زاده

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

غلامرضا جانباغز قبادی

استادیار گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

چکیده

مشکلات زیست محیطی از اساسی‌ترین مسائل شهر امروزی و حاصل تعارض و تقابل انسان با محیط طبیعی است، شهر بهشهر با توجه به رشد سریع جمعیت و گسترش بی برنامه فضاهای شهری، دچار تخریب عناصر ساختاری و بنیادهای اکولوژیکی و بسیاری از مشکلات زیست محیطی دیگری شده است. در همین راستا به منظور رسیدن به هدف تحقیق جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیکی و تاب آوری زیست محیطی، از قابلیت‌های علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و استفاده از متریک سنجش پیوستگی (MNN) به همراه مدل موزائیکی فورمن استفاده شده است. تحلیل نقشه‌های حاصل از تغییرات کاربری اراضی، نشان می‌دهد؛ لکه‌های ساخته شده در بازه زمانی (۱۹۸۶-۲۰۲۰) به دلیل افزایش جمعیت و تقاضا برای زمین و در نتیجه، رشد شهرنشینی سالهای اخیر به میزان (۶۸+ درصد) افزایش و کاربری زراعی (۵۲- درصد) و باغات و فضای سبز (۳۱- درصد) و اراضی بایر نیز، حدود (۴۱-) درصد کاهش یافته‌اند. نتایج تحلیل متریک MNN نیز حاکی از آن است که؛ پیوستگی عناصر ساختار اکولوژیکی شهر بهشهر خصوصاً لکه‌های زراعی طی دوره زمانی مورد مطالعه، دارای شرایط مطلوبی نبوده و دچار تخریب شدیدی شده است به طوری که میزان پیوستگی اکولوژیکی لکه‌های زراعی در ۳۴ سال گذشته در حدود ۴۸ متر، باغات و فضای سبز حدود ۱۰ متر کاهش یافته و فواصل بین لکه‌های مشابه اکولوژیکی زیاده‌تر شده است. در پایان نیز پژوهش حاضر، به تهیه الگوی پیشنهادی و ارائه راهکارهای حفاظتی و اصلاحی و همچنین نقشه شبکه حیاتی از محدوده مورد مطالعه انجامید.

کلمات کلیدی: پیوستگی اکولوژیکی، متریک MNN، تاب آوری زیست محیطی، مدل موزائیکی فورمن، شهر بهشهر.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲

بیان مساله

در طی دهه‌های گذشته کیفیت منابع طبیعی و خدمات برای جوامع شهری به شکل قابل توجهی کاهش یافته است. در واقع رشد فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن محیط‌های طبیعی پیرامونی و زمینهای زراعی شده و همچنین منجر به تغییرات زیربنایی در ساختار و کارکرد اکولوژیکی سیمای سرزمین، تغییر تدریجی ساختار مکانی و الگوی سیمای سرزمین می‌شود (ونگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۸: ۴۳۱۲). در واقع چنین رشد سریع شهرنشینی، به طور مداوم باعث تبدیل مقدار زیادی از سطوح سبز به سطوح نفوذ ناپذیر در سراسر جهان شده که اثرات مخربی را بر محیط زیست دارد، به این صورت که در طی فرآیند شهرنشینی نیاز به زیرساختهای بیشتر جهت شبکه‌های حمل و نقل شهری، تقاضا برای مسکن و محل کسب و کار باعث می‌شود تا از طریق توسعه، اراضی طبیعی، کشاورزی، فضاهای باز، رودخانه‌ها و غیره مورد استفاده زیاد قرار گرفته و در نهایت منجر به تکه تکه شدن، کم شدن میزان پیوستگی و کاهش میزان قابل توجهی از اراضی باز و سبز در مناطق شهری شود (بیومکش^۲ و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۶). در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. شهر بهشهر به عنوان یک شهر میانی در شمال کشور و یکی از باغ شهرهای میراث سلسله صفوی، همانند سایر شهرهای ایران در دهه‌های اخیر دچار رشد سریع و گسترش فیزیکی و کالبدی نامتعادل شده که این امر باعث تغییرات کاربری اراضی به ویژه تغییرات کمی و کیفی و نیز توزیع نامناسب ذخائر اکولوژیکی سبز (اراضی زراعی، باغات و فضای سبز) و به طور کلی تغییرات محسوسی در سطح سیمای سرزمین شهر شده است. به طور کلی مسائل و موضوعاتی چون رشد نامتعادل جمعیت و گسترش فیزیکی بی برنامه شهر بهشهر و به دنبال آن تغییرات زیاد کاربری‌های باغی و زراعی محدوده و حریم شهر به کاربریهای مسکونی، صنعتی، تجاری و غیره و از طرفی دیگر ناتوانی مدیریت شهری در هدایت و کنترل پایدار فرآیند توسعه شهری بر مبنای الگوها و روشهای سنتی، چنگ اندازی حریم و بستر رودخانه‌های شهر و در نتیجه سیلاب شهری، وضعیت نامطلوب سرانه فضای سبز و اثرات نامطلوب زیست محیطی آن و به طور کلی تخریب و تحول شبکه‌های اکولوژیکی و تکه تکه شدن لکه‌های سبز، کاهش پیوستگی اکولوژیکی و منظر شهری، کاهش تنوع زیستی گیاهی و جانوری و به طور کلی تغییر در چشم انداز اکولوژیکی شهر و در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی، در واقع اهمیت و ضرورت انجام تحقیق حاضر را در شهر بهشهر بیان می‌نماید.

مبانی نظری

تاب آوری اکولوژیکی (زیست محیطی)

مفهوم تاب آوری توسط هالینگ^۳ در ۱۹۷۳ در زمینه اکولوژی ارائه شد (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴). به طور کلی تاکنون تعریف مشترک پذیرفته شده‌ای از تاب آوری ارائه نشده است (کلین^۴، ۲۰۰۳: ۳۹)، با این حال توافق جامعی به لحاظ مفهومی روی این موضوع وجود دارد. به نظر آلبرتی و همکاران، تاب آوری عبارت است از درجه‌ای که سیستم قادر است خطرات را جذب کرده و خودش را دوباره سازماندهی کند. بر این مبنا، تاب آوری ترکیبی از جذب اختلالات و رسیدن به وضعیت تعادل، خود سازماندهی دوباره و افزایش ظرفیت یادگیری و سازگاری است (آلبرتی^۵ و همکاران، ۲۰۰۳: ۸۳). تاب آوری رویکردی چند وجهی است و از ابعاد آن می‌توان به تاب آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی و اکولوژیکی اشاره کرد. منظور از تاب آوری اکولوژیکی ایستادگی سیستم و توانایی آن به منظور جذب تغییر و اختلال و در عین حال حفظ تناسبات بین جمعیت‌ها و حالات متغیرها در همان حالت است (داداش پور و عادل، ۱۳۹۴: ۷۵). به زعم ادگر^۶ (۲۰۰۰) تأکید تمامی تعاریف اکولوژیکی روی میزان تخریبی است که یک سیستم بدون تغییر شرایط و یا از هم پاشیده شدن، قادر به تحمل آن است. همچنین به نظر او تمرکز بیشتر روی پایداری و تاب آوری در مقابل تخریب و سرعت بازگشت به نقطه تعادل اولیه می‌باشد (رفیعیان و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۲).

1. Wang
2. Byomkesh
3. Halling
4. Klein
5. Alberti
6. Adger

پیوستگی اکولوژیک

پیوستگی اکولوژیک یک ویژگی ساختاری سیمای سرزمین است که عموماً به عنوان درجه‌ای تعریف می‌شود که سیمای سرزمین قادر است حرکت جانوران در بین زیستگاه‌هایشان را تسهیل کند (شفیعی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷:۱). در واقع بحث پیوستگی و اتصال دو ویژگی مهم سیمای سرزمین می‌باشند که به خوبی ارتباط میان ساختار و کارکرد سیمای سرزمین را شرح می‌دهند. در یک سرزمین، اتصال درجه ارتباط فیزیکی بین لکه‌ها را نشان می‌دهد و یک ویژگی ساختاری به شمار می‌آید. در حالی که پیوستگی، یک پارامتر عملکردی است و فقط به ساختار سرزمین وابسته نیست. ممکن است بین دو لکه ارتباط فیزیکی وجود نداشته باشد ولی از طریق عامل دیگری این ارتباط برقرار شود. به طور کلی پیوستگی نشان دهنده این است که سیمای سرزمین تا چه میزان موجب تسهیل یا مانع در برابر جریان انرژی، مواد معدنی، مواد مغذی، موجودات زنده و انسانها در پهنه سرزمین می‌شود (مختاری و سیاح‌نیا، ۱۳۹۶:۱۵). هر چه پیوستگی در یک سرزمین بیشتر باشد، جمعیت‌ها یا لکه‌های جدا شده و منزوی امکان بقاء بیشتری می‌یابند. به طور کلی ناپایداری ساختار اکولوژیک، جدی‌ترین تهدید برای سیمای سرزمین شهری و علت اصلی بروز مشکلات محیط زیست در عصر حاضر است. تخریب ساختار اکولوژیک و تغییر آن، باعث شکسته شدن فضاهای سبز پیوسته به یک سری از لکه‌های کوچکتر و افزایش جدا افتادگی بین لکه‌های سبز باقی مانده می‌شود که فرو افت کیفیت سیمای شهری و تغییرات اقلیم را موجب می‌گردد. با اقدامات حفاظتی می‌توان عملکردهای اکولوژیک فضاهای سبز شهری را تضمین و خدمات اکوسیستمی و بهره‌برداریهای اقتصادی و اجتماعی را فراهم آورد و در نتیجه موجب پیوسته‌تر شدن فضاهای سبز و اکولوژیک گردید. در این بین استفاده از کریدورهای زیستگاهی برای تسهیل حرکات از طریق پس زمینه متفاوت یکی از انتخاب‌های معمول برای کاهش اثرات تکه تکه شدگی سیمای منظر است (لوکینگ بیل^۱ و همکاران، ۲۰۱۰:۴۲۷).

تاکنون روشهای متعددی در جهت مطالعه، بررسی و اندازه‌گیری پیوستگی اکولوژیک در ایران و در دنیا معرفی شده است. روشهای مانند: مدل‌های حرکت مبتنی بر فرد، تحلیل حداقل هزینه، نظریه مدار، تحلیل‌های مرکزیت و سنج‌های سیمای سرزمین از جمله این روشها هستند (مسعودی، ۱۳۹۷:۷۴). یکی از روشهای متداول برای بررسی و اندازه‌گیری پیوستگی اکولوژیک، استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین است (شفیعی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷:۲). که در این پژوهش از این سنج‌ها (سنج MNM) استفاده شده است.

در شهر به‌شهر تاکنون تحقیقی در رابطه با ارزیابی پیوستگی اکولوژیک و ارتقای تاب‌آوری زیست محیطی صورت نگرفته است ولی تحقیقات زیادی تقریباً مشابه با این موضوع در عرصه‌های داخلی و خارجی انجام شده است که در ذیل به چند مورد از آنها اشاره شده است. محمودزاده و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان "تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان شهر تبریز با استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تأکید بر مفهوم پیوستگی" به این نتیجه رسیده‌اند که سیمای سرزمین شهر تبریز به مرور ریز دانه شده و با کاهش پیوستگی، از هم گسیخته‌تر شده است. صادقی بنیس (۱۳۹۴)، در تحقیقی به ارائه راهکارهایی برای بهسازی شبکه اکولوژیک شهر تبریز با استفاده از متریکهای منظر پرداخته است. در این تحقیق با تحلیل شبکه اکولوژیک شهر به پهنه‌بندی ساختار شبکه اکولوژیک پرداخته شد و در نهایت راهکارهایی جهت ارتقای آن برای هر پهنه در مقیاس شهری ارائه گردید. پریور و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای با عنوان "ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط زیست" به این نتیجه رسیده‌اند که عناصر ساختاری اکولوژیک در شهر تهران، از بین رفته‌اند، و یا در حال نابودی هستند.

از جمله مطالعات خارجی که در زمینه موضوع تحقیق انجام شده می‌توان از مطالعات ژانگ^۱ (۲۰۱۷) نام برد که در پژوهشی بهبود قابلیت اتصال چشم انداز (منظر)، از طریق مدلسازی و طراحی کریدور (راهرو) سبز چند منظوره در شهر دیترویت آمریکای شمالی را بررسی نموده است و از طریق مدل جاذبه به شناسایی کریدورهای بالقوه با حداقل هزینه مسیر و ارزشیابی راهروها پرداختند. مقایسه داده‌ها قبل و بعد از راهرو ساخته شده؛ حاکی از این است که با توسعه کریدورهای پیشنهادی، سطح اندازه‌گیری شده متریکهای اتصال بهبود می‌یابد. همچنین فنگ^۲ و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی در شهر شیانگ چین براساس دیدگاه الگوی چشم‌انداز، ارزیابی جامعی از تاب آوری شهری نموده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که توسعه فضایی عامل اصلی تأثیرگذار بر مقیاس تاب آوری است و به شهرهای بزرگ پیشنهاداتی از جمله؛ جلوگیری از گسترش شهر و کنترل مقیاس زمین‌های ساختمانی، کاهش جمعیت و تراکم ساختمان برای کاستن کربن و سبک زندگی، تقویت شبکه‌های اکولوژیکی و کنترل مرزهای رشد شهری و غیره برای افزایش تاب آوری ارائه داده‌اند. به طور کلی در این تحقیق سعی شده است، با استفاده از اصول اکولوژی سیمای سرزمین و از طریق تکنیکهای علم سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و به کارگیری متریک پیوستگی سیمای سرزمین (MNN) به همراه مدل موزائیکی فورمن به ارائه راهکارهایی جهت بهبود پیوستگی اکولوژیکی و به دنبال آن، تاب آوری زیست محیطی دست یابیم.

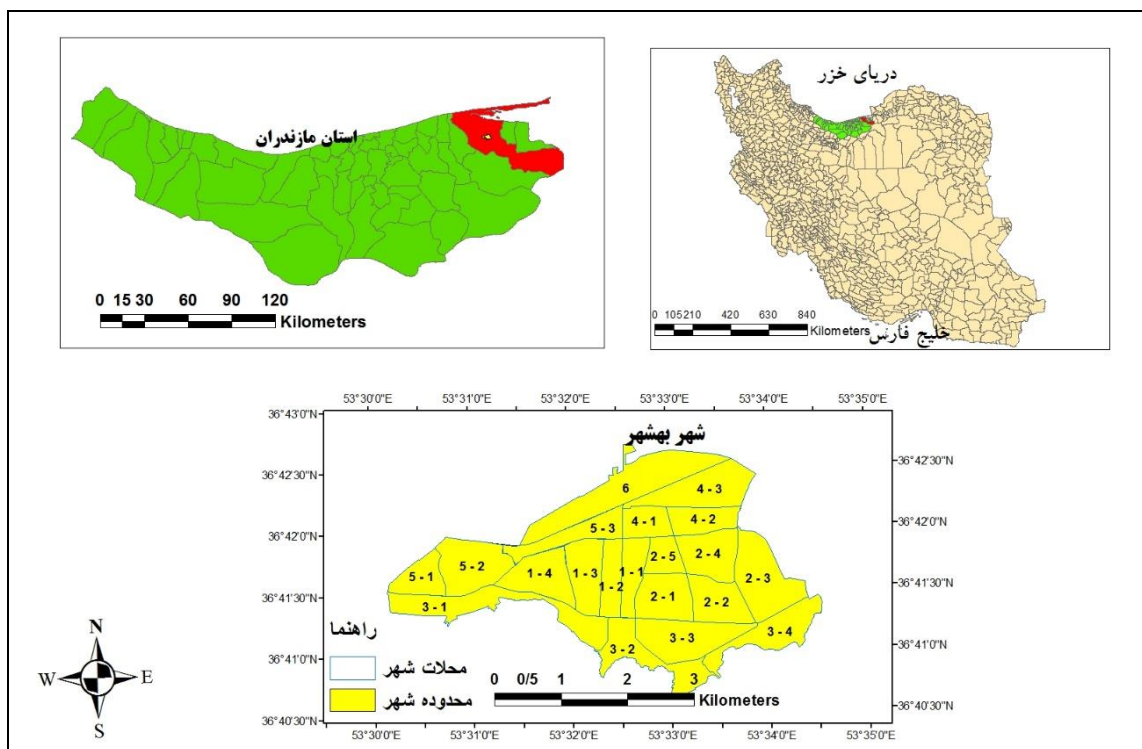
موقعیت جغرافیایی شهر بهشهر

شهر بهشهر به عنوان یک شهر میانی در شرق استان مازندران، بین ۵۳ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). این شهر که دارای دو بخش مرکزی و یانه سر است از ۱۳۴ روستا و ۳ شهر تشکیل شده است و از نظر موقعیت جغرافیایی از شمال به دریای مازندران، از شرق به اراضی روستاهای مجاور، از جنوب به کوه جهان مورا و از غرب به روستاهای اطراف محدود می‌گردد (ریاحی و همکاران، ۲۰۲:۱۳۹۷). از نظر جمعیتی شهر بهشهر در سال ۱۳۳۵ شمسی با نرخ رشد ۴/۸۷ فقط ۱۶۱۷۲ نفر جمعیت داشته است (طرح جامع بهشهر، ۲۲:۱۳۹۷). که این رقم در آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵ به ۹۷۴۰۲ نفر و نرخ رشد ۱/۱۹ رسیده است. وسعت شهر نیز از ۱۳۹ هکتار در سال ۱۳۳۵ به ۱۱۲۲ هکتار در حال حاضر رسیده است.

نوع اقلیم بهشهر بر اساس روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن "مدیترانه‌ای" و بر اساس روش دکتر کریمی "نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستانهای نسبتاً سرد" است. میانگین درجه حرارت سالانه در شهرستان بهشهر ۱۸ درجه سانتیگراد است. متوسط بارش سالانه شهر بهشهر در حدود ۶۰۰ میلیمتر در سال است. پوشش گیاهی منطقه بهشهر به علت آب و هوای معتدل و فقدان دوره خشکی حقیقی تابستانه حاوی بسیاری از گونه های معتدل اروپایی بوده و فلوری است اساساً جنگلی که تقریباً تمام درختان و درختچه ها برگ ریزان دارند (جمال لیوانی، ۳۷:۱۳۸۷).

از مهمترین مخاطرات طبیعی که شهر بهشهر را مورد تهدید قرار می دهد سیل است که در شهر بهشهر به دلیل ریزش بیش از حد بارش بصورت رگباری و شیب تند اراضی باعث تشدید رواناب شده و در نتیجه جریان آب با مقادیر بسیار بالا وارد مسیل ها شده و در نهایت موجب بالا آمدن سطح آب در مجرای انتقال شده، که نمونه آن را در سال ۹۱-۹۲ شاهد بودیم که تلفات جانی و مالی زیادی را به شهروندان وارد کرده است. همچنین از مخاطرات مهم انسانی محدوده مورد مطالعه، آلودگی های ناشی از فعالیتهای انسانی است، از جمله منابع آلاینده محیط زیست بهشهر، به کارخانه‌ها، کارگاهها، واحدهای صنعتی و برخی فعالیتهای تجاری می‌توان اشاره نمود. همچنین مسائل مربوط به آب آشامیدنی، دفع زباله و سایر مسائلی که به نوعی بهداشت شهر و مردم و ساکنین محلات را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از دیگر مخاطرات زیست محیطی محدوده مورد مطالعه است.

1. Zhang
2. Feng



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر بهشهر در سطح ایران و استان (ماخذ: نگارنده؛ ۱۴۰۰)

داده‌ها و روش تحقیق

با توجه به اینکه روش تحقیق این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی است. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از قابلیت‌های تکنولوژی سنجش از دور (RS) به منظور تهیه کاربری اراضی و بررسی تغییرات ساختار اکولوژیک شهر در طی دوره‌های زمانی مورد نظر، و از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای کمی کردن متریک سیمای سرزمین و همچنین مدل موزائیکی فورمن جهت شناخت نقاط قوت و ضعف عناصر ساختاری اکولوژیک شهر به منظور ارائه راهکارهای مناسب جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیک و تاب‌آوری زیست محیطی شهر استفاده شده است. به طور کلی جهت شناسایی و ایجاد نقشه‌های کاربری اراضی و با هدف بررسی عناصر ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین، از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به ماه ژوئن در دو مقطع زمانی (سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰) برگرفته از سایت زمین‌شناسی آمریکا (USGS) استفاده شده است (جدول ۱)

جدول (۱): مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

ماهواره	سنجنده	تاریخ میلادی	تاریخ هجری شمسی	تفکیک مکانی به متر	تعداد باند	ردیف/گذر
LANDSAT-5	TM	۱۹۸۶/۰۶/۱۱	۱۳۶۵/۳/۲۱	۳۰	۷	۱۶۳/۳۵
LANDSAT-8	OLI	۲۰۲۰/۰۶/۲۴	۱۳۹۹/۴/۴	۳۰	۱۱	۱۶۳/۳۵

ماخذ: سازمان زمین‌شناسی آمریکا، قابل دسترس در سایت www.gistech.ir

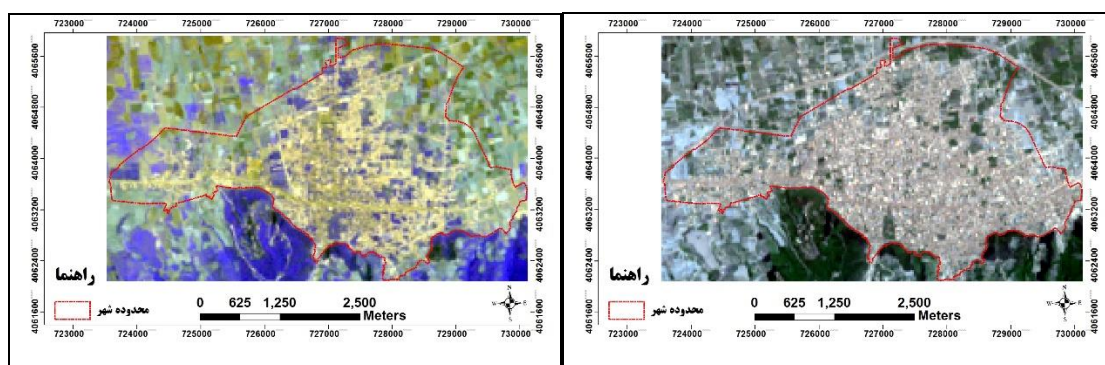
همچنین جهت تصحیح هندسی، ترکیب باندها، پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از نرم افزار ENVI، جهت تصحیح مرز کاربریهای موجود، برداشت عوارض و همینطور به روز رسانی تغییرات و نقشه‌های کاربری موجود و برای نمایش عوارض به صورت واقعی در سیمای سرزمین به شهر از نرم‌افزار Google Earth Professional، جهت اندازه‌گیری متریک پیوستگی سیمای سرزمین (MNN) از نرم‌افزار Fragstats، جهت تهیه نقشه‌ها و داده‌های سایر نرم‌افزارها، از نرم‌افزارهای Arcview و Arc Gis استفاده شده است.

یافته‌ها و بحث

تهیه نقشه پوشش اراضی و ارزیابی تغییرات سیمای سرزمین

بررسی تغییرات سیمای سرزمین در دهه‌های گذشته یکی از مراحل اساسی جهت ارزیابی پیوستگی سیمای سرزمین می‌باشد، تا بدین وسیله روند تغییرات مورد بررسی قرار گیرد. این امر از این منظر اهمیت دارد که با آگاهی از روند تغییرات و جهات توسعه شهر، می‌توان راهکارهای اساسی را جهت بهبود وضع موجود و کنترل رشد شهر ارائه نمود.

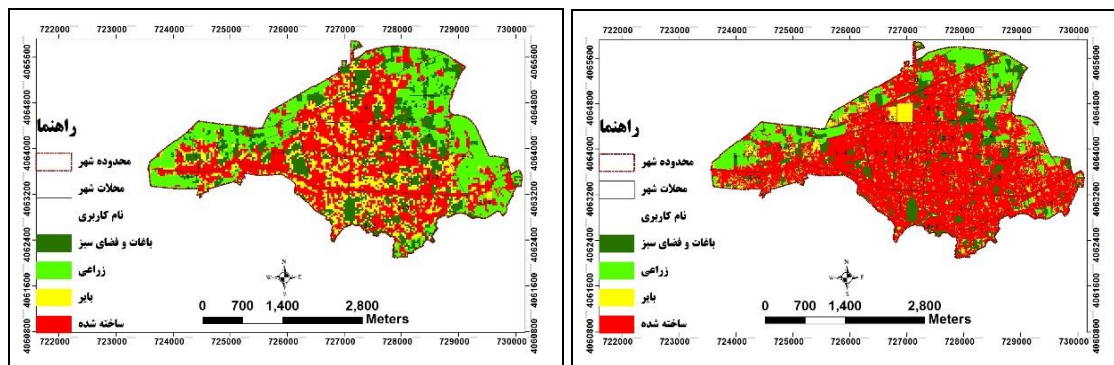
در این بخش از تحقیق، بررسی تغییرات سیمای سرزمین در دهه‌های گذشته در قالب نقشه کاربری اراضی شهر، با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به ماه ژوئن در دو مقطع زمانی ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ (شکل ۲ و ۳) تحت الگوریتم حداکثر احتمال و به روش طبقه‌بندی نظارت شده در نرم‌افزار Envi صورت پذیرفت و به این ترتیب نقشه‌های کاربری مربوط به سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ در چهار کلاس: اراضی ساخته شده، بایر، اراضی زراعی و باغات و فضاهای سبز به دست آمد (شکل ۴ و ۵).



شکل (۳): تصویر OLI ماهواره لندست ۸ (ژوئن ۲۰۲۰).

شکل (۲): تصویر TM ماهواره لندست ۵ (ژوئن ۱۹۸۶).

ماخذ: سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS)



شکل (۴): نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۶ (یافته‌های تحقیق) شکل (۵): نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ (یافته‌های تحقیق)

همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، تغییرات سیمای سرزمین در قالب نقشه کاربری اراضی شهر شامل (کاربری زراعی، باغات و فضاهای سبز و اراضی بایر) در طی ۳۴ سال اخیر به ترتیب ۵۲، ۳۱ و ۴۱ درصد کاهش پیدا کرده است و از سوی دیگر کاربری ساخته شده طی این بازه زمانی به میزان ۶۸ درصد افزایش داشته است و این نشان از افزایش بیش از حد جمعیت و متعاقب آن افزایش ساخت و سازها در این دوره زمانی بوده است. همچنین با توجه به بررسیهای انجام شده مشخص شد که هر یک از این کاربریها طی ۳۴ سال گذشته چه تغییراتی از نظر محتوا در آنها ایجاد شد. در حقیقت از کل مساحت ۳۱۸ هکتاری کاربری اراضی زراعی سال ۱۹۸۶، در حدود ۸ هکتار (۳ درصد) به کاربری فضای سبز، ۳۶ هکتار (۱۱ درصد) به کاربری بایر، ۱۲۲ هکتار (۳۸ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است. علاوه بر این از کل مساحت ۲۱۱ هکتاری کاربری فضای سبز سال ۱۹۸۶، در حدود ۱۳ هکتار (۶/۲ درصد) به کاربری زراعی، ۱۲ هکتار (۵/۷ درصد) به کاربری بایر، ۴۱ هکتار (۱۹ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است. همچنین از کل مساحت ۲۱۲ هکتاری کاربری اراضی بایر سال ۱۹۸۶، در حدود ۲/۵ هکتار (۱/۲ درصد) به کاربری زراعی، ۳/۵ هکتار (۲ درصد) به کاربری فضای سبز، ۸۰ هکتار (۳۸ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است.

جدول (۲): مساحت، درصد اشغال و میزان تغییرات سیمای سرزمین (کاربری اراضی) محدوده مورد مطالعه.

نوع کاربری	سال ۱۹۸۶		سال ۲۰۲۰		تغییرات بین ۱۹۸۶-۲۰۲۰	
	مساحت به هکتار	درصد اشغال کاربری	مساحت به هکتار	درصد اشغال کاربری	درصد کاهش یا افزایش	هکتار
زراعی	۳۱۸	۲۵/۹	۱۵۲	۱۲/۶	-۵۲	-۱۶۶
باغات و فضای بایر	۲۱۱	۱۷/۶	۱۴۵	۱۲	-۳۱	-۶۶
ساخت و ساز	۴۷۰	۳۸/۵	۷۸۸	۶۵	+۶۸	+۳۱۸
مجموع	۱۲۱۱	۱۰۰	۱۲۱۱	۱۰۰	-	-

ماخذ: (یافته‌های تحقیق)

تحلیل روند تغییرات پیوستگی اکولوژیکی ۳۴ ساله (۱۹۸۶-۲۰۲۰)

روش‌های ارزیابی پیوستگی به طور کلی تحت سه گروه عمده شامل روشهای تجربی، مدل ساختاری و مدل عملکردی دسته بندی می‌شوند (پودات و همکاران، ۱۳۹۰: ۵). در این تحقیق از تحلیل مدل ساختاری جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیکی شهر بهشهر استفاده شده است. از جمله مهمترین مدل‌هایی که پیوستگی ساختاری را اندازه‌گیری می‌کند، مدل موزائیکی (لکه، کریدور و ماتریس) می‌باشد که در ادامه تحقیق مورد بحث قرار می‌گیرد. یکی از مهمترین متریک‌هایی که می‌توان با استفاده از آن میزان پیوستگی اکولوژیکی سرزمین را اندازه‌گیری کرد، شاخص میانگین فواصل نزدیکترین همسایه (MNN) لکه‌ها می‌باشد. این متریک به اقتضای تناسب با مدل انتخابی (مدل موزائیکی) در راستای بررسی ساختار اکولوژی سیمای سرزمین انتخاب شده است. در واقع متریک MNN (میانگین فواصل نزدیکترین همسایه) متوسط فاصله ۲ لکه مشابه را محاسبه می‌کند و واحد آن متر است. در همین راستا لایه لکه‌های سبز (اراضی زراعی، باغات و فضای سبز شهری) که به عنوان منابع مهم اکولوژیکی شهر محسوب می‌شوند با فرمت رستر وارد نرم‌افزار Fragstats گردید و مقادیر شاخص MNN در سطح کلاس این طبقه از کاربریهای شهر بهشهر اندازه‌گیری شده است. به طور کلی بررسی وضعیت متریک MNN انواع کاربریها در بهشهر با توجه به شکل شماره (۶) گویای این واقعیت است که در سال ۱۹۸۶، MNN تمامی کاربریها به جز اراضی ساخته شده روند افزایشی

داشته است و در این میان بیشترین تغییرات را اراضی زراعی داشته و از رقم ۷۴/۷۴ متر در سال ۱۹۸۶ به رقم ۱۲۲/۷۲ متر در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته ولی در عوض این میزان برای کاربری ساخته شده روند کاهشی داشته و به دلیل افزایش جمعیت و متعاقب آن فضای ساخت و ساز در این شهر و بلعیدن کاربریهای دیگر پیوستگی بیشتری پیدا کرده و رقم متوسط فاصله دو لکه مشابه این کاربری از عدد ۸۲/۷۲ در سال ۱۹۸۶ به عدد ۷۵/۱۳ در سال ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده است.

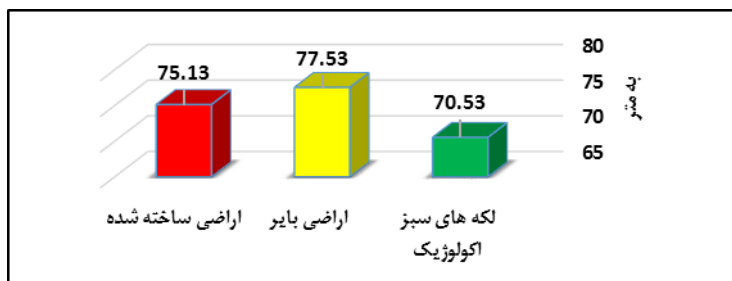
جدول (۳): مقادیر متریک MNN پوشش اراضی شهر بهشهر طی روند ۳۴ ساله (۱۹۸۶-۲۰۲۰).

نام و نوع سنجه	سال	اراضی زراعی	باغات و فضای	اراضی بایر	اراضی ساخته شده
از نوع	۱۹۸۶	۷۴/۷۴	۸۷/۰۲	۷۲/۵۰	۸۲/۷۲
	۲۰۲۰	۱۲۲/۷۲	۶۹/۷۴	۷۷/۵۳	۷۵/۱۳
توزیع	تغییرات به درصد	۶۴/۲	۱۱/۲	۶/۹	-۹/۲
	تغییرات به متر	۴۸	۹/۷	۵	-۷/۶
	روند	افزایشی	افزایشی	افزایشی	کاهشی

(ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

تحلیل متریک MNN جهت ارزیابی پیوستگی وضع موجود لکه های سبز اکولوژیکی

در این قسمت از تحقیق با استفاده از تحلیل متریک MNN در محیط نرم افزار fragstats، به ارزیابی میزان پیوستگی وضع موجود (سال ۲۰۲۰) لکه‌های سبز اکولوژیکی (لکه‌های زراعی و باغات و فضای سبز شهری) شهر پرداخته و نتایج آن در شکل (۶) ارائه شده است.

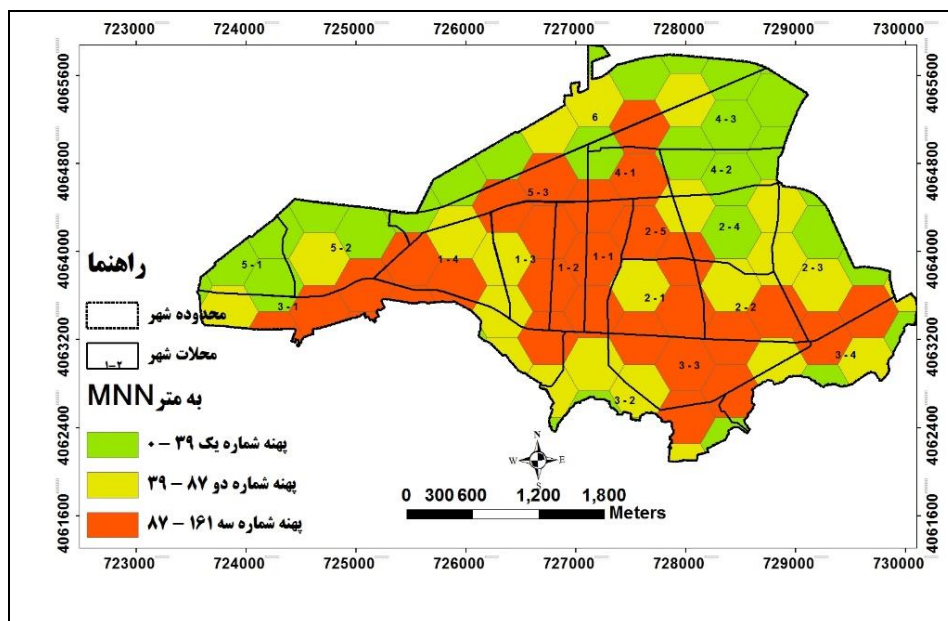


شکل (۶): نمودار مقادیر متریک MNN بر اساس وضع موجود (۲۰۲۰) پوشش اراضی شهر بهشهر.

همچنین پس از بررسی وضعیت پیوستگی اکولوژیکی کل محدوده شهر، در ادامه تحقیق اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی از وضعیت میزان پیوستگی لکه‌های سبز اکولوژیکی نقاط مختلف شهر گردید.

پهنه‌بندی متریک MNN از وضع موجود منابع اکولوژیکی

در واقع در این بخش با مقادیر به دست آمده از تحلیل متریک MNN وضع موجود (سال ۲۰۲۰)، و استفاده از نرم‌افزار Arc GIS و تقسیم محدوده مورد مطالعه به ۸۶ شش ضلعی ۲۰ هکتاری، پهنه‌بندی و توزیع جغرافیایی این سنجه صورت پذیرفت، تا در نهایت پس از تحلیل فضایی پهنه‌های مختلف شهر، اقدامات و راهکارهای اصلاحی جهت افزایش میزان پیوستگی و ارتقای تاب آوری زیست محیطی ارائه گردد (شکل ۷).



شکل (۷): نقشه پهنه بندی متریک MNN از وضع موجود منابع اکولوژیکی (لکه‌های سبز زراعی و باغات و فضای سبز شهری) (ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

جدول (۴): مشخصات وسعت، میزان MNN وضع موجود (۲۰۲۰) لکه‌های سبز اکولوژیکی به تفکیک پهنه‌ها.

لکه‌های سبز (زراعی، باغات و فضای سبز شهری)					درصد اشغال	مساحت کل به هکتار	نام پهنه
مقدار حداقل و حداکثر متریک MNN	مقدار متریک	تعداد	درصد اشغال	مساحت			
۰ تا ۳۹	۱۷	۱۰۷	۵۴	۱۸۴	۲۸	۳۴۰	پهنه ۱
۳۹ تا ۸۷	۶۳	۹۸	۲۰	۷۵	۳۰	۳۶۵	پهنه ۲
۸۷ تا ۱۶۱	۱۲۰	۸۹	۷	۲۸	۴۲	۵۰۶	پهنه ۳
۱۶۱ تا ۰	۷۱	۲۹۴	۲۴	۲۹۷	۱۰۰	۱۲۱۱	کل شهر

(ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

در ادامه به تحلیل پیوستگی لکه‌های سبز (لکه‌های سبز زراعی و باغات و فضای سبز شهری) هر یک از این پهنه‌ها می‌پردازیم:
پهنه شماره ۱: این پهنه تقریباً بصورت کمربندی در بخش‌های شرقی، شمالی و غربی شهر بهشهر قرار دارند و پوشش گیاهی آن غالباً، زمینهای زراعی است که در حدود ۳۶ درصد پهنه و همچنین باغات شخصی و فضای سبز شهری را در حدود ۱۸ درصد پهنه شامل نمی‌شود. تعداد لکه‌های سبز در این پهنه ۱۲۹ لکه و متوسط تعداد لکه‌ها نیز در کل پهنه ۴ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه‌های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۱۸۴ و ۵ هکتار می‌باشد. متریک میانگین متوسط فاصله دو لکه مشابه (MNN) نیز کمترین میزان را نسبت به دیگر پهنه‌ها نشان می‌دهد و مقدار آن نیز بین ۰ تا ۳۹ متر است، در واقع این پهنه از لحاظ پیوستگی وضعیت مطلوب تری نسبت به دیگر پهنه‌ها دارا است.

پهنه شماره ۲: در واقع توزیع پهنه‌ها از سیر تاریخی گسترش شهر پیروی می‌نماید بدین صورت که هر چه از هسته اولیه شهر دورتر می‌شویم وضعیت پیوستگی پوشش گیاهی شهر بهتر می‌شود و این دلیل روشنی است از اجرای طرح‌های توسعه شهری و ساخت و سازهای بی رویه در این پهنه از شهر که تکه تکه شدن و کاهش پیوستگی منظر شهری را به همراه داشته است. پوشش گیاهی آن نیز به مراتب کمتر از پهنه اول و در حدود ۷۵ هکتار و غالباً از باغات پراکنده و پارکها و فضاهای سبز شهری است. مجموع تعداد لکه‌های سبز در این پهنه ۱۴۰ لکه و متوسط تعداد لکه‌ها نیز در کل پهنه ۵ لکه است، و همچنین مساحت کل و

متوسط مساحت لکه‌های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۷۵ و ۳/۵ هکتار است. متریک میانگین متوسط فاصله دو لکه مشابه (MNN) نیز نسبت به پهنه شماره یک، مقدار بیشتری را نشان می‌دهد و این شاخص در این پهنه بین ۳۹ تا ۸۷ متر است.

پهنه شماره ۳: این پهنه از لحاظ پیوستگی پوشش گیاهی و فضای سبز شهری نامطلوب است به طوری که شاخص MNN عدد ۸۷ تا ۱۶۱ متر را نشان می‌دهد و دلیل آن هم تراکم جمعیت و متعاقب آن ساخت و سازهای فشرده و چنگ اندازی اراضی زراعی و باغات طی سالهای گذشته بوده که در نهایت قطعه قطعه شدن و عدم پیوستگی لکه‌ها را به همراه داشته است و به طور کلی از لحاظ زیست محیطی وضعیت مناسبی را دارا نمی‌باشد.

تحلیل وضع موجود عناصر ساختاری منابع اکولوژیکی با استفاده از مدل موزائیکی فورمن

به طور کلی نظریه‌ها و مدل‌های زیادی در خصوص تحلیل اکولوژیکی سیمای سرزمین و همچنین احیاء و بهبود سیمای تخریب شده سرزمین توسط اندیشمندان علم اکولوژی ارائه شده است که برخی از این نظریه‌ها و مدل‌ها عبارتند از: تئوری منبع جاذب، نظریه دانه‌بندی لکه‌ها و شبکه‌های ساختار سیمای سرزمین، نظریه تخریب و خرد شدن لکه‌ها، تئوری انتشار، نظریه پویایی و پایداری سیمای سرزمین، تئوری سلسله مراتب، تئوری لکه - کریدور - ماتریس و تئوری گراف (زبردست و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۵). در این تحقیق از تئوری "لکه، کریدور و ماتریس (مدل موزائیکی فورمن)"^۱ برای ارزیابی پیوستگی اکولوژیکی همراه با آسیب شناسی عناصر ساختاری آن و در نهایت ارائه راهکارهای اصلاح و احیای آن جهت ارتقای تاب آوری زیست محیطی استفاده شده است. در واقع این تئوری یکی از مهمترین تئوریهای موجود در اکولوژی سیمای سرزمین و پایه و اساس تحلیل‌های الگوهای فضایی می‌باشد (لیدینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۸: ۵۲۵). بر اساس این تئوری، موزائیک‌های سیمای سرزمین، از سه عنصر فضایی لکه، کریدور و ماتریس تشکیل شده و این اجزاء عناصر اصلی فضایی تمام الگوهای موجود در سرزمین می‌باشند که ممکن است منشأ طبیعی یا انسانی داشته باشند. این عناصر فضایی در تحلیل الگوهای اکوسیستم‌ها، اجتماعات، مراحل توالی و کاربریهای اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل برای درک صحیح الگوها و اصول اکولوژی سیمای سرزمین بسیار مناسب و راه‌گشا می‌باشد (فورمن، ۱۹۹۵: ۱۳۷). بنابراین در ادامه بحث با توجه به موضوع تحقیق، جهت فهم و شناسایی عناصر ساختار شبکه اکولوژیکی شهر، لایه‌های اطلاعاتی مصنوع و طبیعی، شامل: نقشه‌های هیدروژئوژیک، پوشش گیاهی و فضای سبز و شبکه دسترسی برای شناخت لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوع، استخراج، تحلیل و در نهایت آسیب شناسی شده‌اند.

لکه‌های طبیعی و مصنوع

در خصوص لکه‌های طبیعی محدوده مورد مطالعه می‌توان گفت این لکه‌ها به دلیل ساخت و سازهای انجام شده در سالهای اخیر و متعاقب آن تخریب و تکه تکه شدن بسیار ناچیز هستند و فقط در قسمت انتهایی جنوب محدوده شهر که چسبیده به بافت جنگلی و پیشکوه جهان مورا، آن هم بصورت لکه‌های منفرد قابل مشاهده است. البته قابل ذکر است هرچند لکه‌های سبز طبیعی خارج از محدوده جنوبی شهر در بافت شهر قرار نگرفته‌اند ولی به عنوان یک عنصر مهم اکولوژیکی نقش ارزنده‌ای را در پیوستگی اکولوژیکی شهر، تعدیل دما، کاهش آلودگی و تحرک موجودات زنده ایفا می‌نماید.

لکه‌های مصنوعی موجود در شهر را می‌توان از اراضی زراعی بخشهای حاشیه‌ای شهر (شمال، شمال شرق و غرب)، اراضی بایر و فضاهای سبز مانند پارک‌های شهری و دیگر قطعات گیاهکاری شده و باغات شخصی نام برد. با توجه به شکل (۸) بزرگترین لکه های مصنوعی در شهر مربوط به اراضی زراعی است که در واقع وسعت بیشتری را نسبت به لکه‌های دیگر دارا می‌باشد.

1. Forman
2. Liding

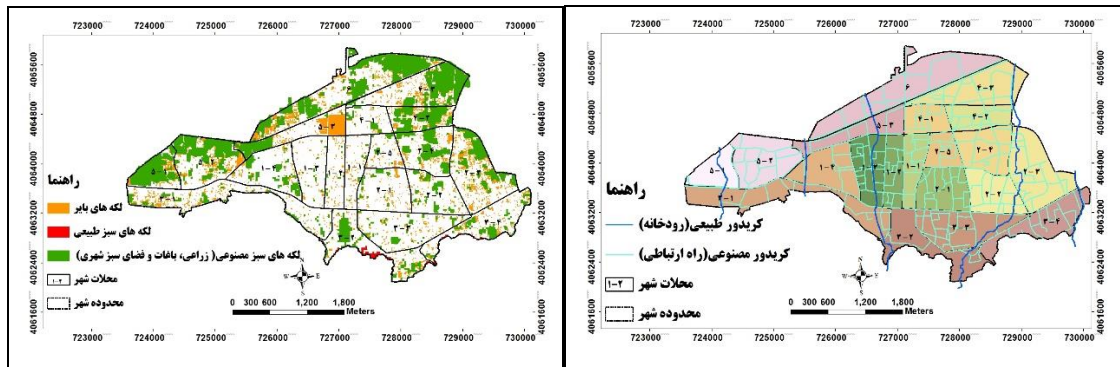
همچنین پارکها و فضای سبز نیز در بستر شهر از توزیع مناسبی برخوردار نبوده و بصورت ناهمگنی در سطح شهر پراکنش یافته اند. پارک ملت، میراث بجا مانده از سلسله صفوی که جزئی از هسته اولیه شهر محسوب می شود، بزرگترین لکه از پارکهای سبز شهر بهشهر را تشکیل می دهد. لکه های باغی نیز به عنوان یکی از مهمترین عناصر اکولوژیکی شهر، همانند لکه های زراعی بیشتر در قسمتهای شرقی، شمالی شرقی، شمال و بخشهای غربی شهر پراکنش دارند و این در حالی است که فقدان این لکه های مهم اکولوژیکی در بخشهای مرکزی و جنوبی شهر به وضوح قابل رویت است. از دیگر لکه هایی که توسط جمعیت شهری تغییر حالت یافته می توان از اراضی بایر نام برد که غالباً در نقاط حاشیه ای شهر بصورت ناهمگنی توزیع شده اند. این لکه ها در قسمتهای میانی شهر از دانه بندی ریزتری تشکیل یافته اند. در حقیقت این لکه ها به عنوان لکه هایی با نیروی تغییر کاربری به لکه های سبز از دیگر لکه هایی هستند که ظرفیت ممکن جهت ارتقای پیوستگی منظر و توسعه شبکه اکولوژیک شهر دارا می باشند.

کریدورهای طبیعی و مصنوع

به طور کلی ۲ رودخانه اصلی (بز پل و برزو) و ۳ رودخانه فرعی (شرقی، بهپاک و زیروان) به همراه فضاهای سبز خطی در برخی از نقاط حاشیه آنها، که از حوضه آبخیز بالا دست شهر بهشهر آبرگیری شده و با عبور از بافت شهر به منطقه پائین دست و در نهایت به خلیج گرگان وارد می شوند، کریدورهای طبیعی شبکه اکولوژیک شهر بهشهر را تشکیل می دهند. با توجه به اینکه طول مسیر طی شده ۳ رودخانه فرعی کوتاه است، بنابراین تمرکز ما بیشتر بر دو کریدور اصلی که بزرگترین و مهمترین رودخانه های شهر هستند می باشد. درواقع رودخانه برزو از فراش محله و کوهی خیل و مهدیه و رودخانه بز پل از محلات شهید مدنی و محدوده های آزادی و هتل اشرف عبور می کنند. خانه های ساخته شده در اطراف این دو رودخانه ها، حریم رودخانه را رعایت نکرده و در بعضی نقاط متصل به طرفین رودخانه هستند که در زمان وقوع سیل در معرض خطر تخریب قرار دارند که شواهد آن در سیل سالهای ۹۱ و ۹۲ مستند است (مهندسین مشاور هفت شهر آریا، ۱۳۹۵: ۱۷). در واقع این دو کریدور به عنوان عنصر اکولوژیکی مهم ایجاد کننده میکروکلیم و انتقال دهنده جریانهای هوا و آب و همچنین عنصر منظرساز طبیعی در شهر عمل می کنند. همانطوری که شکل (۹) نشان می دهد الگوی فضایی این دو کریدور طبیعی شهر بصورت نصف النهاری (شمال-جنوبی) است و در برخی نقاط به سبب تداخل این الگو با الگوی مداری شبکه حمل و نقل، گسسته شده و پیوستگی اکولوژیکی خود را از دست داده است و در نتیجه از ارائه بهینه عملکردهای اکولوژیک خود باز مانده اند. چنانچه از شکل (۹) استنتاج می گردد، تداخل الگوی غالب مداری شبکه حمل و نقل با الگوی نصف النهاری رودخانه ها موجب گشته تا رودخانه بز پل و برزو در مسیر حرکت خود از جنوب به شمال به ترتیب دارای ۱۲ و ۱۱ نقطه تداخل با شبکه حمل و نقل باشند. کریدورهای مصنوعی شهر نیز شامل محور خیابانها و مسیرها به همراه کاشت ردیفی حاشیه آنهاست. الگوی غالب این کریدورها خصوصاً راه های اصلی بصورت شرقی-غربی یا به عبارتی مداری است و ساختار اصلی آنها از شبکه حمل و نقل متأثر شده است و به طور کلی در نقاط مرکزی شهر از تراکم بیشتری برخوردارند.

- بستر (ماتریس) شهر بهشهر

این شهر بر روی بستری مخروطه افکنه ای در جنوب پیشکوه جهان مورای سلسله جبال البرز قرار گرفته است که امروزه ذخایر اکولوژیکی زیادی از آن به جهت رشد شهرنشینی و افزایش ساخت و سازها و همچنین انقطاع و گسستگی کریدورهای طبیعی بوسیله کریدورهای مصنوعی، تکه تکه و از هم گسیخته شده اند و در نهایت کاهش تنوع زیستی در سیمای سرزمین شهر بهشهر را سبب گشته است.

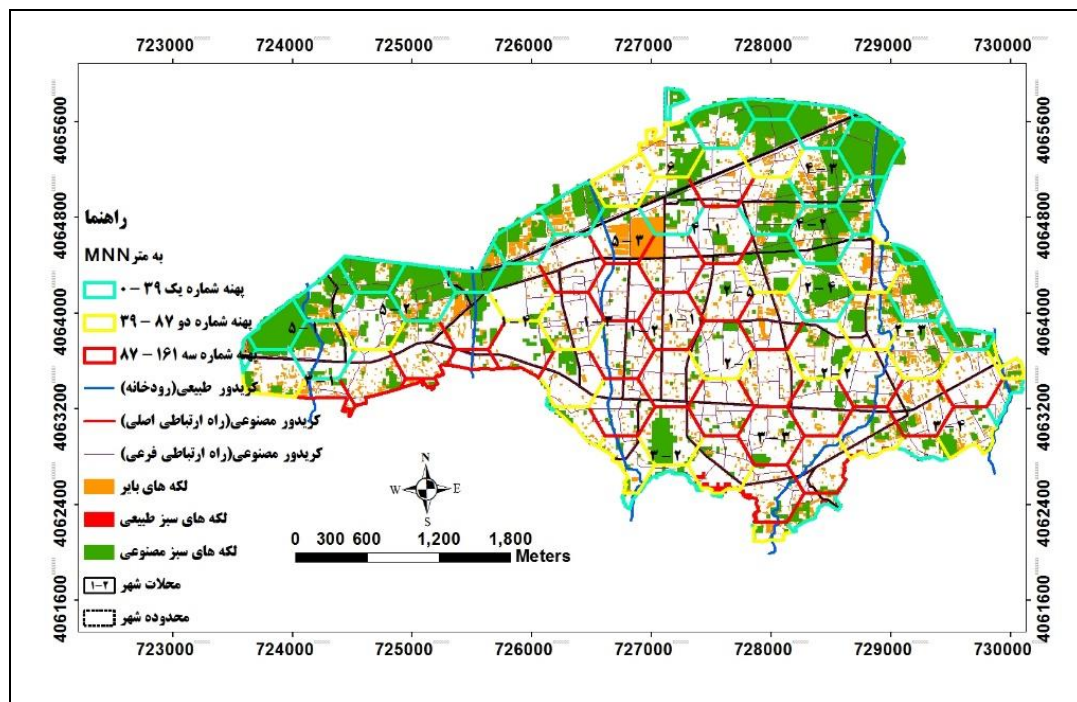


شکل (۸): لکه‌های طبیعی و مصنوع موجود. شکل (۹): کریدورهای طبیعی و مصنوع موجود.

ماخذ: (یافته‌های تحقیق)

همپوشانی لکه‌ها، کریدورها و پهنه‌های حاصل از تحلیل متریک MNN

پس از ارزیابی وضع موجود عناصر ساختار اکولوژیک شهر (لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی)، در ادامه این عناصر ساختاری طبق شکل (۱۰) روی هم گذاری شد و در نهایت نیز این لایه‌ها با نقشه توزیع فضایی سنجه MNN لکه‌های سبز اکولوژیکی در محیط نرم‌افزار Arc GIS با هم ترکیب و همپوشانی شده است.



شکل (۱۰): رویهم گذاری لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوع موجود بر روی پهنه‌های حاصل از متریک MNN

آسیب شناسی و تحلیل پهنه‌های حاصل از همپوشانی لایه‌ها

پهنه شماره ۱: مساحت این پهنه ۳۴۰ هکتار است و ۲۸ درصد کل مساحت شهر بهشهر را در بر می‌گیرد. پوشش گیاهی آن غالباً، زمینهای زراعی است که در حدود ۳۶ درصد پهنه و همچنین باغات شخصی و فضای سبز شهری را در حدود ۱۸ درصد پهنه شامل می‌شود. تعداد لکه‌های سبز در این پهنه ۱۲۹ لکه و متوسط تعداد لکه‌ها نیز در کل پهنه ۴ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه‌های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۱۸۴ و ۵ هکتار می‌باشد. با توجه به اینکه ۵۴ درصد از وسعت این پهنه را پوشش گیاهی (لکه‌های زراعی و باغات و فضای سبز شهری) در بر گرفته است نسبت به دو پهنه دیگر، میزان

پیوستگی اکولوژیکی بیشتری دارد و شاخص MNN آن رقم ۰-۳۹ متر را نشان می‌دهد. در واقع در این پهنه اندازه لکه‌های پوشش گیاهی بزرگتر بوده و به هم نزدیکتر و پیوسته‌تر هستند. شایان ذکر است در این پهنه به سبب قرار گرفتن تعداد زیادی از لکه‌های بایر می‌تواند به عنوان یک فرصت در جهت پیوستگی اکولوژیکی بیشتر منظر شهری در نظر گرفته شود و از طرفی دیگر با توجه به اینکه کمترین میزان اراضی ساخته شده (معادل ۳۵ درصد کل پهنه) در این بخش واقع شده‌اند و وسعت کمی دارند و کوچک و دور از هم هستند و از سویی دیگر کمترین تعداد شبکه ارتباطی نیز در این پهنه قرار دارد، بنابراین، بهسازی اکولوژیکی آسانتر و کم هزینه‌تر خواهد بود.

پهنه شماره ۲: پهنه شماره ۲ نیز بصورت کمربندی مابین پهنه شماره ۱ و ۳ قرار گرفته است. در واقع توزیع پهنه‌ها از سیر تاریخی گسترش شهر پیروی می‌نماید بدین صورت که هرچه از هسته اولیه شهر دورتر می‌شویم وضعیت پیوستگی پوشش گیاهی شهر بهتر می‌شود و این دلیل روشنی است از اجرای طرح‌های توسعه شهری و ساخت و سازهای بی‌رویه در این پهنه از شهر که تکه تکه شدن و کاهش پیوستگی منظر شهری را به همراه داشته است. این پهنه با مساحت ۳۶۵ هکتار و در حدود ۳۰ درصد از کل محدوده شهر را در بر گرفته است. پوشش گیاهی آن نیز به مراتب کمتر از پهنه اول و در حدود ۷۵ هکتار و غالباً از باغات پراکنده و پارکها و فضاهای سبز شهری است. مجموع تعداد لکه‌های سبز در این پهنه ۱۴۰ لکه و متوسط تعداد لکه‌ها نیز در کل پهنه ۵ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه‌های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۷۵ و ۳/۵ هکتار است. به طور کلی این پهنه از لحاظ توزیع جغرافیایی پراکنش بیشتری دارد و تعداد لکه‌های سبز اکولوژیکی نسبت به پهنه اول بیشتر بوده، ولی ریزدانه‌تر و دارای فاصله بیشتری نسبت به یکدیگر هستند و متریک MNN عدد بین ۳۹ تا ۸۷ را نشان می‌دهد و شرایط اکولوژیکی بدتری نسبت به پهنه قبلی دارا هستند. تنها کریدور طبیعی این پهنه رودخانه بزپل با طول مسیر ۱۰۸۰ متر گذر از این پهنه است که تنها از محله ۳-۲ (قائم) این پهنه از شهر عبور می‌نماید.

پهنه شماره ۳: چنانچه شکل (۱۰) نشان می‌دهد، قسمت اعظم این پهنه در بخش مرکزی شهر واقع شده است و در کل ۴۲ درصد وسعت شهر، برابر با ۵۰۶ هکتار را در بر گرفته است. در این پهنه با توجه به تمرکز بالای جمعیت و افزایش ساخت و ساز، دانه بندی ریزتر است و لکه‌های سبز نیز در این پهنه وسعت چندانی ندارند و تنها ۷ درصد پهنه معادل ۳۸ هکتار را شامل می‌شوند. این پهنه از لحاظ پیوستگی پوشش گیاهی و فضای سبز شهری نامطلوب است به طوری که شاخص MNN عدد ۸۷ تا ۱۶۱ متر را نشان می‌دهد و دلیل آن هم تراکم جمعیت و متعاقب آن ساخت و سازهای فشرده و چنگ اندازی اراضی زراعی و باغات طی سالهای گذشته بوده که در نهایت قطعه قطعه شدن و عدم پیوستگی لکه‌ها را به همراه داشته است و به طور کلی از لحاظ زیست محیطی وضعیت مناسبی را دارا نمی‌باشد. به طور کلی با توجه به اینکه ۸۳ درصد پهنه را لکه‌های ساخت و ساز تشکیل می‌دهد و از طرفی هم لکه‌های سبز به کمترین میزان خود می‌رسند (۷ درصد پهنه) بهسازی شبکه اکولوژیکی این بخش بسیار سخت و پرهزینه است. از نقاط قوت این پهنه عبور سه رودخانه بزپل، برزو (فراش محله) و بهپاک است که به ترتیب طول مسیر آنها در این پهنه ۶۶۲، ۱۹۶۰ و ۱۷۴۰ متر می‌باشد. در این پهنه تکه تکه شدن الگوی طبیعی بستر شامل الگوی رودخانه به دلیل تداخل با الگوی مداری شبکه دسترسی به وضوح دیده می‌شود. به طور کلی در این پهنه به سبب وجود تراکم لکه‌های ساخته شده و ریز دانگی بستر از یک طرف و انقطاع کریدورهای طبیعی رودخانه بوسیله الگوهای مداری شکل راههای ارتباطی از طرف دیگر، انجام اقدامات اصلاحی بسیار پرهزینه است و در کوتاه مدت میسر نمی‌باشد. بنابراین بهسازی و ارتقای میزان پیوستگی اکولوژیکی باید از طریق ایجاد کریدورهای مصنوع سبز در حریم راه آهن و خیابانهای اصلی جهت اتصال و پیوستگی این بخش با بخشهای اکولوژیکی سبز پیرامونی و همچنین تبدیل کاربریهای صنعتی مستقر در این پهنه باید در برنامه‌های بلند مدت طرح‌های شهری قرار گیرد.

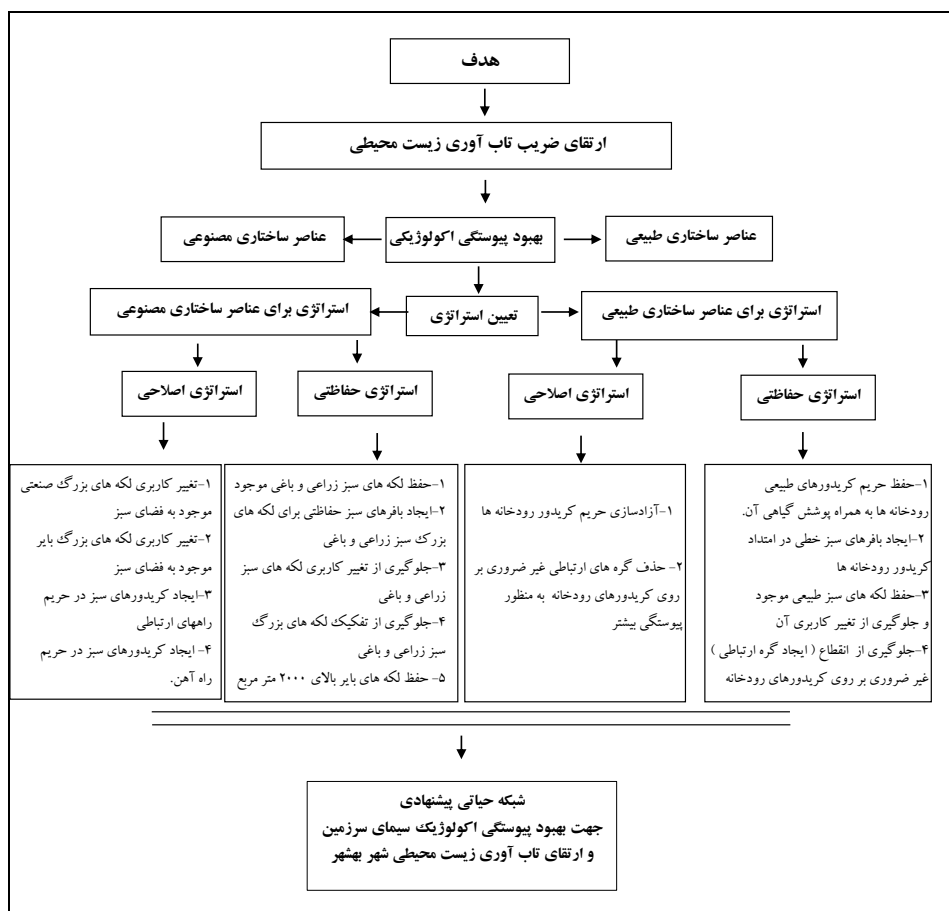
نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، توسعه بی رویه و غیر اصولی و رشد پر شتاب شهرها، سازمان سنتی آن‌ها را در هم شکسته است، در واقع گسترش شهرنشینی از یک سو و افزایش جمعیت و تغییر شیوه‌های معیشتی از سوی دیگر، موجب توسعه نامتوازن شهر و کاهش سطوح باغ‌ها، مزارع و فضاهای سبز شهری و کاهش چشمگیر منابع و ذخائر اکولوژیک سبز شهر به شهر و در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی آن شده است. تخریب و تحول شبکه‌های اکولوژیکی و تکه تکه شدن لکه‌های سبز، کاهش ارتباطات زیستی و اکولوژیکی، کاهش تنوع زیستی گیاهی و جانوری و به طور کلی تغییر در چشم انداز اکولوژیکی-اجتماعی شهر به شهر از مواردی است که باعث شکل گیری مسئله تحقیق در ذهن محقق گردید. در همین راستا، به کارگیری رهیافتی مناسب که بتواند نسبتاً سریع، با دقت مناسب و با استفاده از اطلاعات گذشته سرزمین به مطالعه روند و الگوی گسترش شهر و اثرات آن بر سیمای سرزمین پردازد از اهمیت زیادی برخوردار است. پایش و پیش بینی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین در اثر گسترش شهری در طی زمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مدل سازی مکانی در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و بهره‌گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین و متریک‌های سیمای سرزمین، رهیافت مناسبی است که به منظور بررسی اثرات زیست محیطی توسعه شهری و رسیدن به هدف اصلی پژوهش حاضر یعنی؛ تبیین عناصر ساختار اکولوژیک شهر به شهر در راستای ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی در نظر گرفته شده است، تا از منظر علمی و با استفاده از علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و بهره‌گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین، متریک‌های سیمای سرزمین و همچنین مدل موزائیکی فورمن (لکه، کریدور و ماتریس) و آسیب شناسی از عناصر ساختاری سیمای اکولوژیک سرزمین به این مسئله پرداخت. نتایج حاصل از بررسی متریک‌های پیوستگی سیمای سرزمین (MNN) شهر به شهر حاکی از آن است که افزایش جمعیت شهری و به دنبال آن، اجرای طرح‌های توسعه شهری و ساخت و سازهای بی برنامه در شهر به شهر پیوند اکولوژیک بین زیستگاه‌ها و لکه‌های سبز را قطع نموده و باعث کاهش پیوستگی اکولوژیکی در سیمای سرزمین شهر شده و در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی را به همراه داشته است. در واقع با توجه به مقادیر حاصله از این متریک که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده، میزان پیوستگی اکولوژیکی لکه‌های زراعی در ۳۴ سال گذشته در حدود ۴۸ متر، باغات و فضای سبز حدود ۱۰ متر کاهش یافته و فواصل بین لکه‌های مشابه اکولوژیکی زیادتر شده است.

جمع بندی و ارائه الگوی پیشنهادی تحقیق

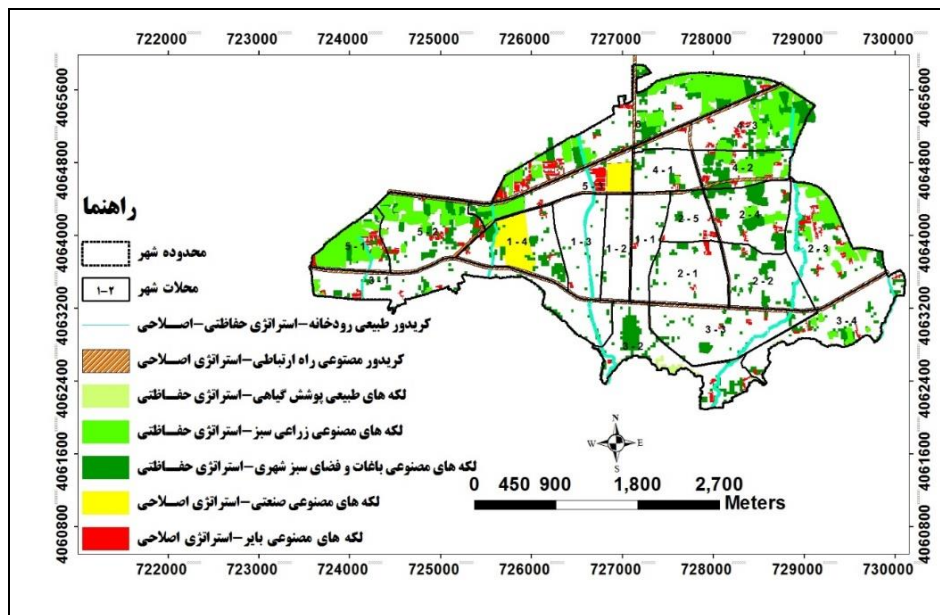
توسعه شهری به همراه افزایش جمعیت امری اجتناب ناپذیر است اما این توسعه می‌بایست هم راستا با حفظ و ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری باشد. این امر ممکن نیست، مگر توسعه‌ای که برگرفته از دانش اکولوژی با رویکردهایی نظیر سیمای سرزمین و تاب آوری زیست محیطی و پایداری باشد (امیدپور و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۳۹۹). در این پژوهش، که با هدف بهبود پیوستگی اکولوژیک شهر به شهر و ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی آن از طریق تبیین ساختار عناصر اکولوژیک سیمای سرزمین و در نهایت اصلاح این عناصر ساختاری با بهره‌گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین و متریک‌های آن و همچنین مدل موزائیکی فورمن (لکه، کریدور و ماتریس) انجام شده است، بر حضور پیوسته طبیعت در شهر و حفاظت از جریان‌ها و فرایندهای طبیعی برای دستیابی به محیط زیستی پایدار تاکید می‌شود. جهت ایجاد چنین پیوستگی اکولوژیکی در شهر به شهر ایجاد شبکه حیاتی اکولوژیکی شهر لازم و ضروری است. بر این اساس با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و ظرفیتهای اکولوژیکی موجود محدود مورد مطالعه، کریدورهای طبیعی (رودخانه) و مصنوعی (راه‌های ارتباطی)، لکه‌های اکولوژیک سبز طبیعی و مصنوعی (اراضی زراعی و باغات و فضای سبز شهری) و همچنین لکه‌های بایر بزرگتر (بالای ۲۰۰۰ متر مربع) به عنوان عناصر ساختاری اکولوژیک، جهت ایجاد و احیای شبکه حیاتی اکولوژیک در نظر گرفته شده است. در واقع در این شبکه

حیاتی اکولوژیک، لکه‌های اکولوژیک ذکر شده از طریق کریدورهای رودخانه و راه‌های ارتباطی، به ماتریس طبیعی حریم شهر متصل شده و پیوستگی اکولوژیک بسیار خوبی را منجر می‌شوند. شکل (۱۱) الگوی پیشنهادی تحقیق جهت بهبود پیوستگی اکولوژیک سیمای سرزمین و ارتقای تاب‌آوری زیست محیطی شهر به‌شهر را نشان می‌دهد.



شکل (۱۱): نمودار الگوی پیشنهادی تحقیق جهت بهبود پیوستگی اکولوژیک سیمای سرزمین و ارتقای تاب‌آوری زیست محیطی شهر به‌شهر (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۰).

به طور کلی در راستای رسیدن به اهداف این تحقیق به منظور ارتقای پیوستگی منظر و ضریب تاب‌آوری زیست محیطی شهر لازم است تا بر اساس سه پهنه حاصل از آنالیز پیوستگی متریک MNN و همچنین روی هم گذاری لایه‌های طبیعی و مصنوعی (لکه‌ها و کریدورها) بر روی این پهنه‌ها، برای هر پهنه راهکارهای حفاظتی، بهسازی و اصلاح به منظور بهبود پیوستگی اکولوژیک و ارتقای ضریب تاب‌آوری زیست محیطی ارائه گردد، که در نهایت نیز منجر به شناسایی لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی شامل لکه‌های زراعی، باغی، فضای سبز شهری، کاربریهای صنعتی مزاحم و آلاینده و اراضی بایر (لکه‌های بیش از ۲۰۰۰ متر مربع) وضع موجود محدوده مورد مطالعه جهت ایجاد شبکه حیاتی اکولوژیک شد. (شکل ۱۲) در حقیقت این عناصر ساختاری اکولوژیک به جهت موقعیت توپولوژیک نقش مهمی در پیوستگی اکولوژیک منظر شهر ایفا می‌نمایند و از لحاظ بوم‌شناسی بسیار ارزشمند هستند و در بلند مدت ارتقای تاب‌آوری زیست محیطی را به همراه خواهند داشت. نقش این لکه‌ها و کریدورها به خصوص در بخش مرکزی شهر (پهنه شماره ۳) که دارای تراکم بالای جمعیتی و مسکونی هستند و عملاً وجود زیستگاههای بزرگ ممکن نیست مهمتر است. با شناسایی لکه‌های با ارزش، برنامه‌ریزی شهری باید به سمت حفاظت از آنها سوق داده شود تا بیشترین سود با حداقل هزینه‌ها در جهت حفاظت از لکه‌ها و کریدورهای با اهمیت به دست آید.



شکل (۱۲): تصویر شبکه حیاتی کریدورها و لکه‌های طبیعی و مصنوعی پیشنهادی جهت بهبود پیوستگی سیمای سرزمین بهشهر. ماخذ: (یافته‌های تحقیق)

منابع

- امیدپور، مریم؛ سیاح نیا، رومینا؛ رضایی، یوسف، (۱۳۹۹). تأثیر روند رشد و توسعه شهری بر ساختار شبکه اکولوژیک با رویکرد تاب آوری و سیمای سرزمین (مورد مطالعه شهر همدان)، سنجش از دور و GIS ایران، سال دوازدهم، شماره دوم، صص ۳۲-۲۰.
- پریور، پرستو، یآوری، احمد رضا، فریادی، شهرزاد، ستوده، احد، ۱۳۸۸، تحلیل ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط زیست، محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۱، صص ۵۶-۴۵.
- پودات، فاطمه؛ ارواسمیت، کالین؛ برق جلوه، شهین دخت؛ شرقی، سیده مهدیه (۱۳۹۰). کاربرد تئوری گراف در ارزیابی اثرات اکولوژیکی، پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، صص ۱۲-۱.
- جمال لیوانی، آتنا، (۱۳۸۷)، مکانیابی دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری (مطالعه موردی شهر بهشهر) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور مرکز تهران.
- داداش پور، هاشم، عادل، زینب (۱۳۹۴)، "سنجش ظرفیت‌های تاب آوری در مجموعه شهری قزوین"، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره هشتم، صص ۸۴-۷۳.
- رفعیان، مجتبی و همکاران، (۱۳۹۰)، تبیین مفهومی تاب آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBD)، برنامه ریزی و آمایش فضا، شماره چهارم، صص ۴۱-۱۹.
- ریاحی، وحید؛ روشنعلی، محمد و زاهدی کلاکی، ابراهیم، (۱۳۹۷)، "تحلیل جغرافیایی مراکز اقامتی (با تاکید بر هتلها) و نقش آن در توسعه گردشگری (مطالعه موردی شهر بهشهر)"، مجله علوم جغرافیای، شماره ۲۹، صص ۲۰۲.
- زبردست، لعبت؛ یآوری، احمدرضا؛ پریور، پرستو؛ ستوده، احد؛ ۱۳۹۴، "مقدمه‌ای بر مفاهیم پایه اکولوژی سیمای سرزمین با کاربرد در برنامه‌ریزی محیط زیست"، انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران.
- شفیعی نژاد، سرور؛ پودات، فاطمه؛ فرخیان، فروزان، (۱۳۹۷)، ارزیابی پیوستگی اکولوژیک لکه‌های سبز شهری با استفاده از تئوری گراف، مطالعه موردی کلانشهر اهواز، بوم شناسی کاربردی، سال هفتم، شماره اول، ۲.
- صادقی بنیس، مژگان، ۱۳۹۴، "استفاده از متریکهای منظر در بهسازی شبکه اکولوژیک شهری (مطالعه موردی شهر تبریز)" باغ نظر، شماره ۹۹، سال دوازدهم، صص ۶۲-۵۳.
- طرح جامع بهشهر (۱۳۷۹)، مهندسین مشاور زیستا، اداره کل مسکن و شهرسازی مازندران.

محمد رضا فرزاد، بهتاش؛ کی نژاد، محمدعلی؛ پیربابایی، محمدتقی؛ عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز؛ نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی؛ دوره ۱۸، شماره ۳؛ صص ۳۳-۴۲.

محمودزاده، حسن؛ مسعودی، حسن (۱۳۹۸) "تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان شهر تبریز با استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تأکید بر مفهوم پیوستگی" آمایش سرزمین، دوره ۱۱، شماره دوم، صص ۲۰۴-۱۷۹.

محمود زاده، حسن و مسعودی، حسن، (۱۳۹۶)، اکولوژی شهری و شهرسازی اکولوژیک (بررسی مفاهیم، کارکردها و ارائه راهکارها)، همایش ملی شهرسبز با محوریت تکنولوژی و انرژی‌های پاک در عمران، معماری و شهرسازی، تبریز-ایران.

مختاری، زهرا؛ سیاح نیا، رومینا؛ (۱۳۹۶). مبانی مطالعه و کمی سازی ساختار سیمای سرزمین؛ انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران.

میرسنجری، میرمهرداد و محمدیاری، فاطمه (۱۳۹۶) "پایش تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از تحلیل گرادیان مطالعه موردی: شهرستان بهبهان"، جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۲۲، صص ۸۳-۹۶

هریسچیان، مهدی؛ محمودزاده، حسن؛ جعفری، حسن (۱۳۹۶) "کاربرد راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش تاب‌آوری محیط زیست شهری (مطالعه موردی: شهرداری منطقه یک تبریز)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.

- Adger WN.(2000). Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in human geography*. 24(3):347-64
- Alberti M, Marzluff JM, Shulenberg E, Bradley G, Ryan C, Zumbunnen C. (2003) Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*. 1;53(12):1169-79
- Byomkesh T; Nakagoshi N; Dewan AM. (2012). Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. *Journal of Landscape and Ecological Engineering*, 8(1):45-58.
- Cook, E.A. 2002. Landscape Structure Indices For assessing urban ecological networks. *Landscape and urban planning* 58, pp269-280
- Feng X, Xiu C, Bai L, Zhong Y, Wei Y. (2020).Comprehensive evaluation of urban resilience based on the perspective of landscape pattern: A case study of Shenyang city. *Cities*. 1;104:102722.
- Forman, RT.T. (1995).Some general principles of Landscape and regional ecology. *Journal of Landscape ecology*. (10) (3), 133-142.
- Forman. R.T.T., Godron, M., (1986) .*Landscape Ecology*. Wiley, New York.
- Klein, R.G.N & Thomalla, F., (2003), *Resilience to Natural Hazard: How Useful is this Concept*, Environmental Hazards.
- Li, H; Fernandez, S.J., Ganguly, A. (2014). Racial Geography, Economic Growth and Natural Disaster Resilience. *Geography and Natural Disasters*, 4(2), 1-15.
- Liding, C; Yang, L; Yihe, L; Xiaoming, F; Bojie, F; (2008), "pattern Analysis in Landscape Ecology: Process", Challenges and outlook, 521-531.
- Lookingbill TR, Gardner RH, Ferrari JR, Keller CE. Combining a dispersal model with network theory to assess habitat connectivity. *Ecological Applications*. 2010 Mar;20(2):427
- Wang Yuan; Zhengqiu Fan; Xiangrong Wang; Jing Li, *Gis-Based Urban Mosaic and its Gradient Analysis: A Case Study from Wuhu City, China: IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Proceedings. Vol. 2, pp. 4310-4313. 2008.*
- Zhang, Zhenzhen. (2017).*Enhancing Landscape Connectivity in Detroit through Multifunctional Green Corridor Modeling and Design*. Master's thesis, in the University.

نحوه ارجاع به مقاله:

زاهدی کلاکی، ابراهیم؛ متولی، صدرالدین؛ محمودزاده، حسن؛ جانباغز قبادی، غلامرضا؛ (۱۴۰۱) ارائه الگوی پیشنهادی مناسب جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیک و تاب‌آوری زیست محیطی (مطالعه موردی: شهر بهشهر)، جغرافیا و مطالعات محیطی ۱۱ (۴۲)، ۴۰-۵۷، Dor: 20.1001.1.20087845.1401.11.42.3.2

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open - access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

