

تبیین ساختار اکولوژی شهری در راستای ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی با استفاده از تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی شهر بهشهر)

ابراهیم زاهدی کلاکی^۱

صدرالدین متولی^۲

حسن محمود زاده^۳

غلامرضا جانباز قبادی^۴

چکیده

در سیستم‌های پیچیده شهری، ساختار اکولوژی نقش زیادی در تاب آوری زیست محیطی دارد. شهر بهشهر به عنوان یک شهر میانی در شمال کشور، به سبب رشد سریع جمعیت و گسترش بی برنامه فضاهای شهری، دچار تخریب بنیانهای اکولوژیکی سرزمین و به تبع آن مشکلات زیست محیطی فراوانی شده است. بر همین اساس هدف از این مطالعه بررسی روند تغییرات در وسعت و الگوی ساختاری پوشش اراضی شهر بر اساس تبیین ساختار اکولوژی شهری در طی ۳۴ سال اخیر با استفاده از تکنیک سنجش از دور و متریک‌های سیمای سرزمین شامل متریک‌های MNN, NP, PLAND, CA و ... است. طبقه بندی پوشش اراضی شهر با نرم افزار ENVI5.3 و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین در نرم افزار Arc GIS انجام شد. نتایج بررسی تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی و در نهایت نقشه فضایی سنجه‌ها نیز در فضای نرم افزار Arc GIS انجام شد. نتایج بررسی تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی نشان می‌دهد، لکه‌های ساخته شده در این بازه زمانی به دلیل افزایش جمعیت و تقاضا برای زمین و در نتیجه، رشد شهرنشینی سالهای اخیر به میزان (۶۸ درصد) افزایش یافته است. اما سایر کاربری‌ها با روند کاهشی مواجه گشته، به طوری که اراضی زراعی (۵۲ درصد) و باغات و فضای سبز (۳۱ درصد) و اراضی بایر نیز، حدود (۴۱) درصد کاهش یافته‌اند. نتایج تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین نیز نشان می‌دهد که سیمای سرزمین شهر به مرور زمان، ریز دانه، پیچیده و از نظر هندسی نامنظم تر شده و با کاهش پیوستگی، از هم گسیخته تر گردیده است. در واقع نتایج نشان می‌دهد که عناصر ساختار اکولوژیکی خصوصا لکه‌های زراعی، باغات و فضای سبز در شهر بهشهر از نظر نحوه ترکیب و توزیع فضایی دارای شرایط مطلوبی نیست و طی دوره زمانی مورد مطالعه از لحاظ وسعت، پیوستگی و ماهیت ترکیب و توزیع لکه‌های اکولوژیکی خصوصا لکه‌های زراعی دچار تخریب شدیدی شده است.

واژگان کلیدی: اکولوژی شهری، تاب آوری زیست محیطی، متریک‌های سیمای سرزمین، شهر بهشهر.

^۱ دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور

^۲ دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، نور، ایران (نویسنده مسئول)

^۳ دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تبریز

^۴ استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، نور، ایران

مقدمه

پیشرفت شهرها و افزایش تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی در محیط زیست، اکوسیستم‌های طبیعی را دچار تغییر و تحول کرده و مشکلات زیست محیطی متعددی را که حاصل تعارض و تقابل انسان با محیط طبیعی است به وجود آورده است. (محمودزاده، ۱۳۹۶) در حقیقت افزایش جمعیت و ضرورت تأمین نیازهای انسانی، موجب گسترش استفاده از منابع طبیعی و تبدیل بسیاری از اکوسیستم‌های اکولوژیکی به مناطق شهری شده است (ارسوی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹: ۳۰۸). 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 (بیومکش^۲ و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۶).

روند تغییرات شهرنشینی و متعاقب آن تغییرات ساختار اکولوژیک شهر به‌شهر طی ۳۴ سال گذشته مشکلات زیست محیطی فراوانی را به همراه داشته است. به طوری که گسترش افقی شهر به سمت جهات چهارگانه و به تبع آن افزایش جای پای بوم شناختی در این شهر تغییرات زیاد کاربریها را بخصوص از زراعی و باغی داخل محدوده و حریم شهر به مسکونی و تجاری و ... به همراه داشته، که باعث تخریب بنیانهای اکولوژیکی محیط زیست شهری، کاهش ظرفیت جذب آلودگیها و تشدید آلودگیها، کمبود فضاهای سبز نسبت به فضاهای ساخته شده شهری و در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی در این شهر شده است.

از این رو تبیین ساختار اکولوژی شهر به‌شهر و به دنبال آن انواع برنامه ریزی فضایی، اجتماعی و ... نقش بسیار مهمی را در جهت ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی ایفا می نماید. بنابراین برای ایجاد ساختارهای تاب آوری شهری نیاز به همکاری مدیران، برنامه ریزی فضایی و برنامه ریزی بخشی می باشد زمانی که برنامه ریزی توسط سیستم حاکمیتی به خوبی تنظیم و پشتیبانی شود، میتوان گفت که این روش جامع و یکپارچه بوده و در نتیجه یک پاسخ کارآمد برای هرگونه اختلال را خواهد داشت و می توان آن را برنامه ای تاب آور بیان نمود (مولرا^۳ و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۰).

در رابطه با تبیین ساختار اکولوژی شهری در راستای ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی مطالعاتی با این عنوان انجام نشده، ولی مطالعات تقریباً مشابهی به تفکیک عرصه‌های داخلی و خارجی صورت گرفته که در زیر به چند نمونه از این تحقیقات اشاره میشود:

پریور و همکاران در سال ۱۳۸۸ در مقاله ای با عنوان " ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط زیست " به این نتیجه رسیده‌اند که عناصر ساختاری اکولوژیکی در شهر تهران، از بین رفته اند، و یا در حال نابودی هستند. (پریور و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۶-۴۵)

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 پهنه بندی ساختار شبکه اکولوژیک پرداخته شد و در نهایت راهکارهایی جهت ارتقای آن برای هر پهنه در مقیاس شهری ارائه گردید (صادقی بنیس، ۱۳۹۴، صص ۵۳-۶۲).

محمودزاده و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله ای 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 گسیخته تر گردیده است. (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۷۹).

کوک (۲۰۰۲)، در تحقیقی پیرامون قابلیت زیست پذیری شبکه‌های اکولوژیک در سیمای شهری منطقه فینیکس ایالت آریزونا، به این نتیجه رسیده است که در منطقه شهری مورد نظر، تکه تکه شدن و افت کیفیت سیستمهای طبیعی، پیاده سازی شبکه‌های

¹ Ersoy

² Byomkesh

³ Mullera

اکولوژیکی شهری را با مشکل مواجه کرده است و در نتیجه قابلیت زیست پذیری شبکه‌های اکولوژیک شهری تحت تاثیر قرار داده است (کوک^۱ و همکاران، ۲۰۰۲: ۶۹).

اووی و ناکاگوشی (۲۰۰۷) در پژوهشی به منظور بررسی الگوی فضای سبز شهری و شبکه اکولوژیکی در هانوی ویتنام، به شناسایی تغییرات فضای سبز و نیروهای مؤثر در آنها با استفاده از متریکهای سیمای سرزمین پرداختند و به این نتیجه رسیده‌اند که فضای سبز به ویژه در جنوب و جنوب غرب تکه تکه شده است (وای^۲ و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۴۳). در کنار این مطالعات در پژوهش حاضر سعی شده تا با استفاده از تبیین ساختار اکولوژی شهری، از طریق استفاده از تکنیکهای علم سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و به کارگیری متریکهای سیمای سرزمین و کمی سازی داده‌های فضایی و تحلیل آنها به اهداف اصلی زیر دست یافته شود.

- آشکار سازی و ارزیابی تغییرات صورت گرفته در ساختار سیمای سرزمین شهر بهشهر، طی ۳۴ سال گذشته (۱۹۸۶-۲۰۲۰).

- روند توسعه شهر بهشهر در دهه‌های گذشته به چه صورت بوده و چه تأثیری بر سیمای سرزمینی شهر خصوصاً ذخائر اکولوژیک شهر داشته است.

- شناخت و کمی سازی اجزای ساختار اکولوژیک شهر بهشهر بر اساس متریکهای سیمای سرزمین.

- پیشنهاد راهکارهایی جهت ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی شهر بهشهر.

مبانی نظری

اکولوژی شهری

اکولوژی در لغت به معنی "بوم شناسی" و به معنای غالب رابطه طبیعی میان گیاهان، حیوانات و انسانها از یک طرف و محیط زیست آنها از طرف دیگر می باشد. عنوان اکولوژی مفاهیم گسترده ای را در همه زمینه ها بیان می دارد. این عنوان ابتدا در مورد "وابستگی گیاهان و حیوانات به محیط طبیعی" به کار گرفته شد (هریسچیان به نقل از ایرانی بهبهانی، ۱۳۹۶: ۲۵).

درواقع اکولوژی شهری به عنوان یک زمینه بین رشته‌ای در حال ظهور، عبارت است از؛ مطالعه علمی اکوسیستمها، از جمله انسانها و دیگر موجودات زنده، در چارچوب شهرها و محیطهای شهری. بنابراین از ادغام علوم طبیعی تا علوم اجتماعی، تحقیق در مورد تغییرات محیطهای محلی و اثرات منطقه‌ای و جهانی آنها حاصل شده است. یکی از اهداف اکولوژی شهری دستیابی به این منظور است که بدانیم در محیطهای تحت سلطه انسان چگونه فرایندهای انسانی و اکولوژیکی می توانند هم سو باشند و به پایداری هرچه بیشتر جوامع کمک کنند (ژیو^۳، ۲۰۱۷: ۲۲).

متریکهای سیمای سرزمین

متریکهای سیمای سرزمین که به طور گسترده ای در مطالعات اکولوژی شهری به کار می روند (لاک و ویو^۴، ۲۰۰۲: ۳۲۸)، در اواخر دهه ۱۹۸۰ توسعه یافتند، که متناسب با فرایندهای اکولوژیکی می توانند به عنوان وسیله ای برای شناسایی، نظارت و ارزیابی تغییرات اکولوژیکی (سو^۵ و همکاران، ۲۰۱۰: ۶۱) و تکه شدگی (از هم گسیختگی) سیمای سرزمین (کاروالو^۶ و دیگران، ۲۰۰۹: ۱۳۹۳) به کار روند. متریکهای سیمای سرزمین شاخص هایی هستند که خصوصیت شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین (ماتریس، لکه و کریدور) را تعریف می کنند (کرمی و فقهی، ۱۳۹۱: ۸۰) و عمدتاً برای توصیف و کمی کردن ناهمگنی فضایی

¹ Cook

² uy

³ xiu

⁴ Luck & Wu

⁵ Su

⁶ Carvalho

کاربری اراضی و خصوصیات مورفولوژیک شهری به کار می‌روند؛ در نتیجه، درک بهتری از کلیات فضایی یک منطقه را نشان می‌دهند (سبزقبائی و دیگران، ۱۳۹۵: ۳۷).

تاب آوری و ابعاد آن

واژه تاب آوری نشأت گرفته از واژه لاتین Resilire به معنی جهش کردن یا به جای اول برگشتن است (نورمن^۱، ۲۰۱۲: ۱۰). تاب آوری در فرهنگ لغات معانی مختلفی را به خود اختصاص داده و برداشتهای متفاوتی از آن میشود که از مهمترین آنها میتوان به توان بازسازی مجدد، انعطاف پذیری، سازگاری توأم با بازیابی ای که ضمن رفع مشکلات ناشی از بحران، زمینه تحقق توسعه پایدار را فراهم میسازد، اشاره کرد (لی^۲ و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۰).

تاب آوری رویکردی چند وجهی است و بحث پیرامون این رویکرد نیازمند توجه به ابعاد مختلف و تاثیر گذار بر آن است. از ابعاد آن می‌توان به تاب آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی و اکولوژیکی اشاره کرد.

از آنجایی که هدف ما در این مقاله بیشتر مسائل زیست محیطی است بنابراین مطالب مختصری هم از بعد تاب آوری اکولوژیکی بیان مینمائیم. در واقع منظور از تاب آوری اکولوژیکی ایستادگی سیستم و توانایی آن به منظور جذب تغییر و اختلال و در عین حال حفظ تناسبات بین جمعیت ها و حالات متغیرها در همان حالت است (داداش پور و عادل، ۱۳۹۴: ۷۵) شاخصهای ارزیابی تاب آوری اکولوژیکی عبارتند از:

حفاظت از محیط زیست، حفاظت از گونه‌های محیط زیست و محافظت در برابر طوفان و سیل، مخاطرات؛ آلودگی ها (آلودگی آب، آلودگی هوا، آلودگی خاک، آلودگی صوتی، زباله و فاضلاب شهری)؛ تنوع زیست محیطی؛ پایداری زیست محیطی؛ خصوصیات جغرافیایی، فضاهای باز و سبز، اقلیم؛ کیفیت فضای سبز شهری، کیفیت فضاهای عمومی (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۱).

داده و روش‌ها

روش تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی - تحلیلی است. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه ای و میدانی، جمع آوری و پردازش شده است. جهت شناسایی و ایجاد نقشه‌های کاربری اراضی و با هدف بررسی عناصر ساختار سیمای سرزمین شهر بهشهر، از تصاویر سنجنده های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به ماه ژوئن در دو مقطع زمانی (سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰) که از سایت زمین شناسی آمریکا (USGS) دریافت شد استفاده شده است. (جدول ۱)

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده در تحقیق

ماهواره	سنجنده	تاریخ میلادی	تاریخ هجری شمسی	تفکیک مکانی به متر	تعداد باندها	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: یافته‌های تحقیق

لازمه استفاده از تصاویر ماهواره ای این است که کیفیت داده‌ها از لحاظ رادیومتری و هندسی قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرد و اطمینان حاصل شود که داده‌ها عاری از هرگونه خطای رادیومتری و هندسی هستند. با توجه به اینکه تصاویر ماهواره Landsat تصحیح هندسی شده‌اند، اما به منظور اطمینان از عدم وجود خطاهای اتمسفری و هندسی بر روی تصاویر تصحیح هندسی، اتمسفری و

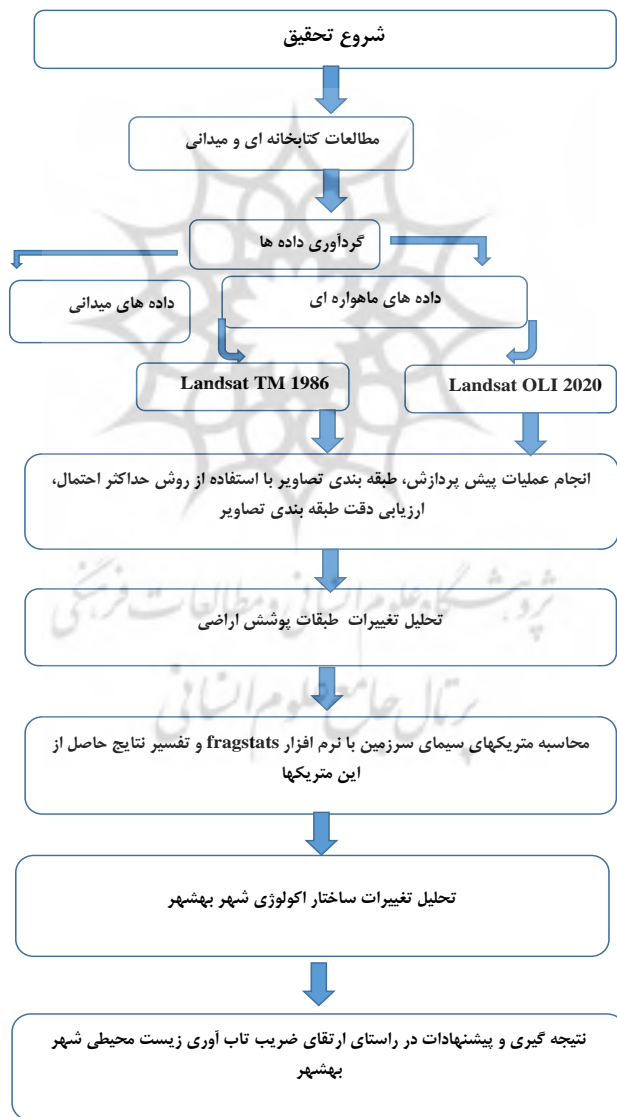
¹ Norman

² Li

پیش پردازش های اولیه در نرم افزار ENVI 5.3 صورت گرفت و از سویی دیگر نیز با روی هم گذاری لایه جاده ها بر تصاویر ماهواره ای، داده های نقشه های کاربری اراضی طرح جامع شهر با مقیاس ۱:۲۰۰۰، تطبیق با تصاویر Google Earth و تجارب شخصی ناشی از بازدیدهای میدانی از صحت داده ها اطمینان حاصل گردید.

همچنین جهت ترکیب باندها، پردازش و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از نرم افزار ENVI 5.3، جهت تصحیح مرز کاربریهای موجود، برداشت عوارض و همینطور به روز رسانی تغییرات و نقشه های کاربری موجود و برای نمایش عوارض به صورت واقعی در سیمای سرزمین به شهر از نرم افزار Google Earth Professional، جهت اندازه گیری متریکهای سیمای سرزمین از نرم افزار Fragstats 4.2.1، جهت تهیه نقشه ها و داده های سایر نرم افزارها، از نرم افزارهای Arc Gis 10.7 و Arcview 3.2 و جهت مرتب سازی داده ها و تهیه نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شده است.

شکل (۱) چارچوب مفهومی مراحل انجام تحقیق را نشان میدهد. که در ادامه هر کدام از مراحل مذکور به تفصیل بررسی خواهند شد.



شکل (۱). مدل مفهومی تحقیق.

ماخذ: نگارندگان

استفاده از متریک‌های مناسب سیمای سرزمین در ارزیابی تغییرات ساختار اکولوژیک شهر

استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین طی زمان و ابزار مناسبی برای یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین می‌باشد.

در این تحقیق از ۱۰ متریک سیمای سرزمین به علت توانایی آنها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین محدوده مورد مطالعه استفاده شده است.

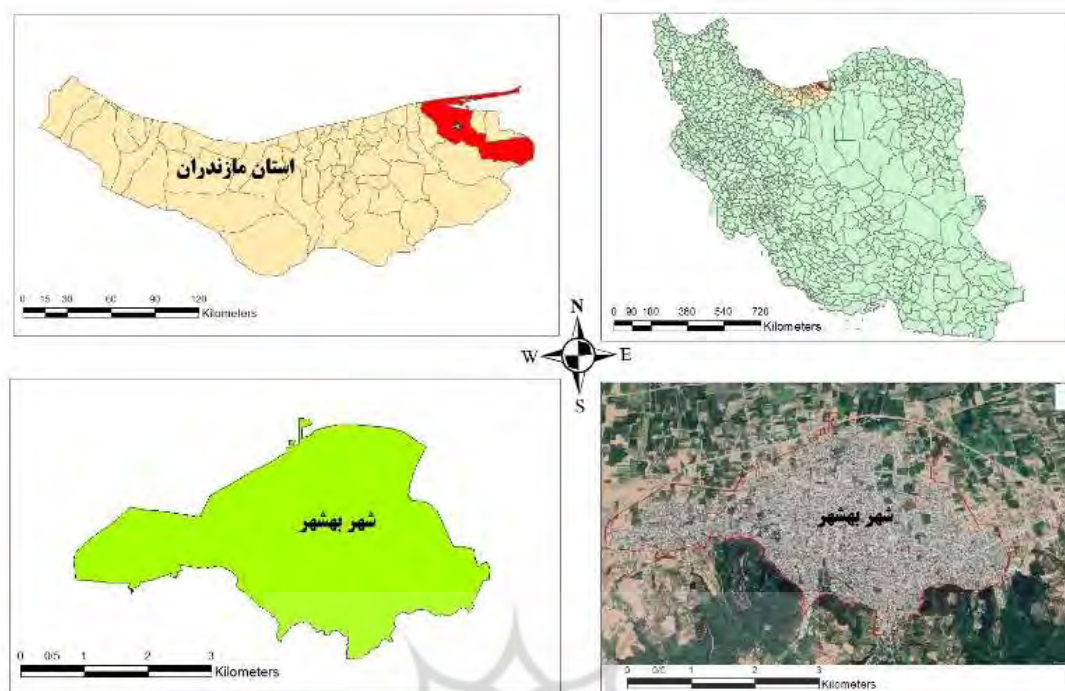
جدول (۲). متریک‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در تحقیق.

ردیف	متریک‌های سیمای سرزمین	نام سنجح به فارسی	واحد	محدوده تغییرات
۱	CA	مساحت کلاس	هکتار	$0 < CA$
۲	PLAND	درصد پوشش	درصد	$0 < PLAND \leq 100$
۳	NP	تعداد لکه	ندارد	$NP > 2$
۴	LPI	بزرگترین لکه	درصد	$LPI \geq 100$
۵	ED	تراکم حاشیه یا لبه	متر در هر هکتار	$ED > 0$
۶	LSI	شکل سیمای سرزمین	ندارد	$LSI \leq 1$
۷	MPS	متوسط اندازه لکه	هکتار	$MPS > 0$
۸	MSI	متوسط شکل لکه	ندارد	$MSI \geq 1$
۹	Cohesion	پیوستگی (انسجام)	ندارد	$0 < \dots < 100$
۱۰	MNN	میانگین فواصل نزدیکترین همسایه	متر	$ENN-MN > 0$

ماخذ: یافته‌های تحقیق

معرفی بستر پژوهش

شهر بهشهر به عنوان یک شهر میانی در شرق استان مازندران، با وسعتی در حدود ۱۱۲۲ هکتار، بین ۵۳ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۲). این شهر 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. جمعیت این شهر نیز طبق آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۹۷،۴۰۲ نفر می‌باشد (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۰۲).



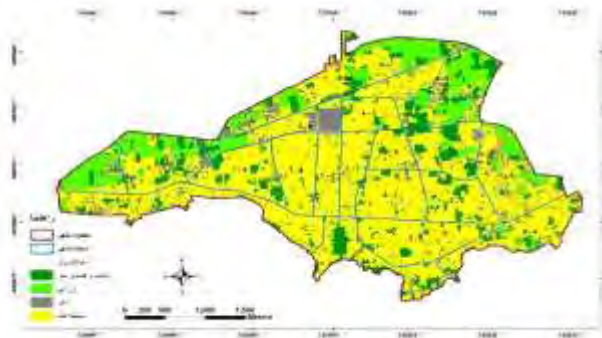
شکل (۲). نقشه موقعیت جغرافیایی شهر بهشهر
 مأخذ: نگارندگان

تجزیه و تحلیل داده ها

طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و تهیه نقشه‌های پوشش (کاربری اراضی) در مقاطع زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۰

تهیه نقشه کاربری اراضی شهر، با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست، تحت الگوریتم حداکثر احتمال و به روش طبقه بندی نظارت شده در نرم افزار Envi 5.3 صورت پذیرفت و به این ترتیب نقشه‌های کاربری مربوط به سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ بدست آمد. در این تحقیق برای محدوده مورد مطالعه و با توجه به هدف و نوع پوششهای موجود در منطقه طبقات کاربری اراضی در چهار کلاس: اراضی ساخته شده، بایر و باغات و فضاهای سبز و اراضی زراعی ارائه شد. لازم به ذکر است که در انجام تفسیر بصری از داده‌های نقشه‌های کاربری اراضی موجود و نیز ترکیبات بانندی مناسب برای هر کدام از تصاویر سنجنده‌های مربوط به ماهواره لندست استفاده شد.

همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌گردد در سال ۱۹۸۶، اراضی ساخته شده بیشترین درصد مساحت یعنی ۴۷۰ هکتار (۳۸/۵ درصد) را در بین کاربریها دارا میباشد و به ترتیب اراضی زراعی، فضای سبز و بایر در رتبه‌های بعدی قرار دارد. در سال ۲۰۲۰، نیز اراضی ساخته شده نسبت به سال ۱۹۸۶ رشد بسیار چشمگیری داشته است و به میزان ۷۸۸ هکتار (۶۵ درصد) رسیده است و دیگر کاربریها، زراعی، فضای سبز و بایر در رده‌های بعدی قرار گرفتند.



شکل (۴). نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰

ماخذ: نگارندگان



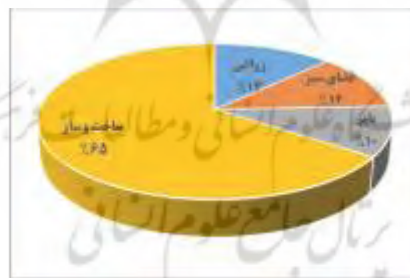
شکل (۳). نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۶.

ماخذ: نگارندگان

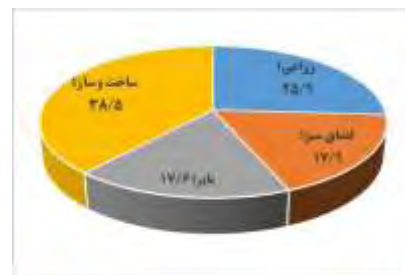
جدول (۳) - مساحت و درصد اشغال کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

سال ۲۰۲۰		سال ۱۹۸۶		نوع کاربری
درصد اشغال کاربری	مساحت به هکتار	درصد اشغال کاربری	مساحت به هکتار	
۱۲/۶	۱۵۲	۲۵/۹	۳۱۸	زراعی
۱۲	۱۴۵	۱۷/۶	۲۱۱	فضای سبز
۱۰/۴	۱۲۶	۱۷/۹	۲۱۲	بایر
۶۵	۷۸۸	۳۸/۵	۴۷۰	ساخت و ساز
۱۰۰	۱۲۱۱	۱۰۰	۱۲۱۱	مجموع

ماخذ: یافته‌های تحقیق



شکل (۵). نمودار درصد مساحت کاربریها در سال ۱۹۸۶



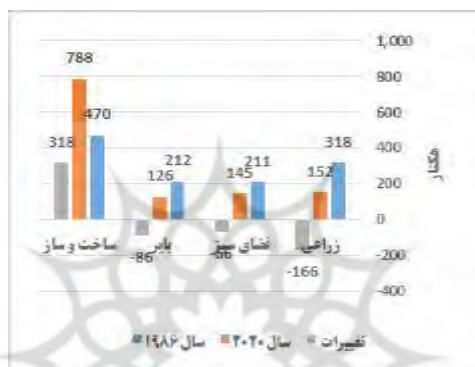
شکل (۶). نمودار درصد مساحت کاربریها در سال ۲۰۲۰

تحلیل تغییرات پوشش / کاربری اراضی

نتایج بررسی‌های بعمل آمده از تصاویر ماهواره ای در جدول (۴) و شکل (۷) ارائه شده است.

جدول (۴). تغییرات وسعت و درصد کاربریهای اراضی شهر بهشهر طی دوره ۳۴ ساله (۱۹۸۶-۲۰۲۰).

تغییرات بین ۱۹۸۶-۲۰۲۰		نوع کاربری
درصد کاهش یا افزایش	هکتار	
-۵۲	-۱۶۶	زراعی
-۳۱	-۶۶	فضای سبز
-۴۱	-۸۶	بایر
+۶۸	+۳۱۸	ساخت و ساز



شکل (۷). تغییرات کاربری اراضی شهر بهشهر در بازه زمانی ۱۹۸۶-۲۰۲۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به بررسیهای بعمل آمده و تحلیل جدول (۴)، نتایج زیر بدست آمده است:

- کاربری زراعی با مساحت ۳۱۸ هکتار در سال ۱۹۸۶ به ۱۵۲ هکتار در سال ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده است. در واقع اراضی زراعی به میزان ۱۶۶ هکتار یعنی ۵۲ درصد کاهش پیدا کرده است.

- کاربری فضاهای سبز نیز با مساحت ۲۱۱ هکتار در سال ۱۹۸۶ به ۱۴۵ هکتار در سال ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده است و این حاکی از کاهش ۶۶ هکتاری (۳۱- درصد) میزان کاربری فضای سبز در طول بازه زمانی ۱۹۸۶-۲۰۲۰ میباشد.

- اراضی بایر با مساحت ۲۱۲ هکتار در سال ۱۹۸۶ به ۱۲۶ هکتار در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است؛ و این نشان دهنده کاهش ۸۶ هکتاری (۴۱- درصد) اراضی بایر و تغییر کاربری آن میباشد.

- میزان اراضی ساخته شده در شهر بهشهر در سال ۱۹۸۶ از ۴۷۰ هکتار به ۷۸۸ هکتار در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. در واقع تغییرات حادث شده رقم ۶۸ درصد را نشان می دهند و این حاکی از افزایش بیش از حد جمعیت و متعاقب آن افزایش ساخت وسازها در این دوره زمانی بوده است.

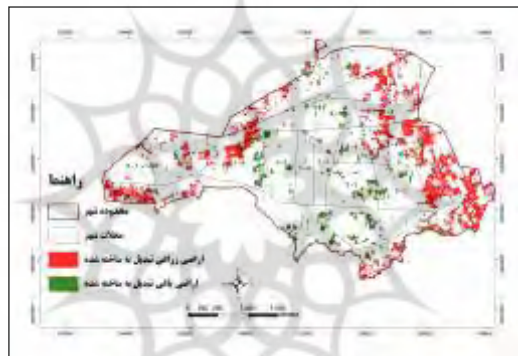
از سویی دیگر با توجه به بررسیهای انجام شده مشخص شد که هر کدام از این کاربریها طی بازه ۳۴ ساله چه تغییراتی از نظر محتوا در آنها ایجاد شد. نتایج جدول (۵) این واقعیت را به خوبی نشان می دهند.

جدول (۵) میزان تغییرات مساحت هر کاربری از سال ۱۹۸۶ به کاربریهای دیگر در سال ۲۰۲۰

سال ۲۰۲۰ (مساحت به هکتار)				سال ۱۹۸۶ (مساحت به هکتار)	
به کاربری ساخت و ساز	به کاربری بایر	به کاربری فضای سبز	به کاربری زراعی	مساحت	کاربری
۱۳۲	۳۶	۸		۳۱۸	از کاربری زراعی
۴۱	۱۲		۱۳	۲۱۱	از کاربری فضای سبز
۸۰		۳/۵	۲/۵	۲۱۲	از کاربری بایر

ماخذ: یافته‌های تحقیق

تحلیل توزیع فضایی نقشه‌های تغییرات محتوا حکایت از این دارد که، بسیاری از اراضی زراعی و فضای سبز شهر بهشهر بر اثر توسعه شهرنشینی از بین رفته و به کاربری بایر و ساخته شده تغییر هویت داده‌اند و سطوح نفوذ ناپذیر جایگزین آنها شده است (شکل ۸ و ۹).



شکل (۸) نقشه موقعیت اراضی زراعی

و باغی تبدیل شده به ساخت و ساز.



شکل (۹) نقشه موقعیت اراضی زراعی و باغی تبدیل شده به بایر

ماخذ: نگارندگان

تحلیل متریکهای سیمای سرزمین جهت تبیین روند تغییرات در ساختار اکولوژیکی شهر

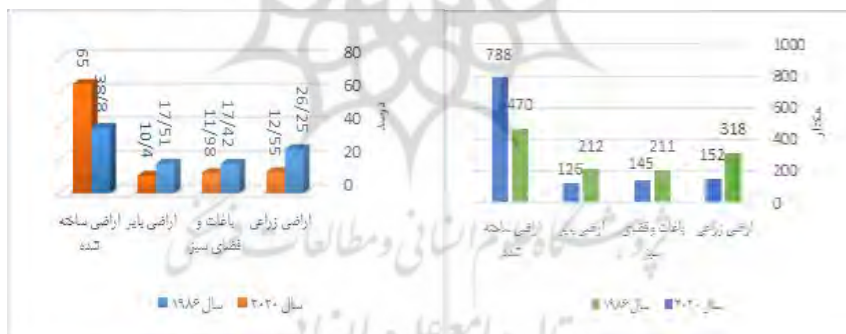
ویژگیهای ساختاری سیمای سرزمین را می توان از طریق تعداد وسیعی از شاخصهای عددی (متریکهای سیمای سرزمین) توصیف نمود. در حقیقت متریکهای سیمای سرزمین، ابزاری جهت کمی سازی الگوهای فضایی عناصر سیمای سرزمین هستند که وضعیت توزیع و ترکیب ساختارهای ناشی از عوامل طبیعی یا فعالیتهای انسانی را نمایش میدهند (زبردست و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۱۶).

در این پژوهش از ۱۰ متریک سیمای سرزمین در سطح کلاس و همچنین ۳ متریک نیز در سطح سیمای سرزمین از طریق نرم افزار Fragstats4.2.1 استفاده شده است.

تحلیل متریکها در سطح کلاس

متریک CA (مساحت کلاس) و PLAND (درصد پوشش)

این دو متریک به ترتیب توصیف کننده مساحت و درصد کاربری اراضی هستند. با توجه به مقادیر این دو سنج (شکل ۱۰ و ۱۱) لکه های ساخته شده در طول ۳۴ سال، سیر صعودی داشته اند و به طور فزاینده ای افزایش یافته که نشان دهنده افزایش جمعیت و همچنین افزایش فشار انسانی در محدوده مورد مطالعه است و از مساحت ۴۷۰ هکتار در سال ۱۹۸۶ به مساحت ۷۸۸ هکتار، یعنی از ۳۸ درصد به ۶۵ درصد کل مساحت سرزمین در سال ۲۰۲۰ رسیده اند. ما بقی کاربری ها همانطور که قبلا اشاره گردید و با توجه به مقادیر سنج ها کاهش یافته اند. در واقع کاهش فضای سبز و زمینهای زراعی نیز به همین دلیل است. باید توجه کرد که کاهش وسعت لکه های فضای سبز ناپایداری سرزمین و متعاقب آن کاهش تاب آوری زیست محیطی را به همراه خواهد داشت و اثرات منفی اکولوژیکی را سبب می شود. در حقیقت مقاومت سرزمین ناشی از دانه ریز بودن و تعدد مرزها، کمتر اجازه عبور به گونه ها را می دهد و عملکرد اکولوژیکی فضای سبز را کاهش و مشکلات محیط زیستی را افزایش می دهد.



شکل (۱۱) نمودار متریک PLAND کاربریها

شکل (۱۰) نمودار متریک CA کاربریها

متریک NP (تعداد لکه)

این متریک تعداد لکه ها را در سیمای سرزمین یا کل تعداد لکه ها را برای یک طبقه خاص محاسبه کرد. این متریک نشان میدهد اگر تعداد لکه زیاد باشد، آن طبقه یا نوع لکه خیلی خرد شده است. در واقع باید توجه داشت که NP زیاد نشان از پدیدهی خوردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است. بنابراین میزان کم NP به شرطی که مساحت لکه ها از حد قابل قبولی برخوردار باشد نشانه ی وضعیت پایداری است.

شکل (۱۲) مقادیر این متریک و میزان تغییرات را برای دو دوره نشان می دهد. بر اساس آن، همه کلاسهای اراضی به جز کاربری ساخته شده در فاصله بین سالهای ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۰ با افزایش تعداد لکه ها مواجه شده اند و این موضوع نشانگر این است که لکه ها ی موجود در طول زمان تکه تکه شدند و یکپارچگی خود را از دست داده اند. نکته جالب توجه در این شکل این است که علیرغم افزایش مساحت کاربری ساخته شده در طول ۳۴ سال اخیر، شاهد کاهش تعداد لکه های ساخته شده هستیم که از تعداد ۸۸ لکه در سال ۱۹۸۶

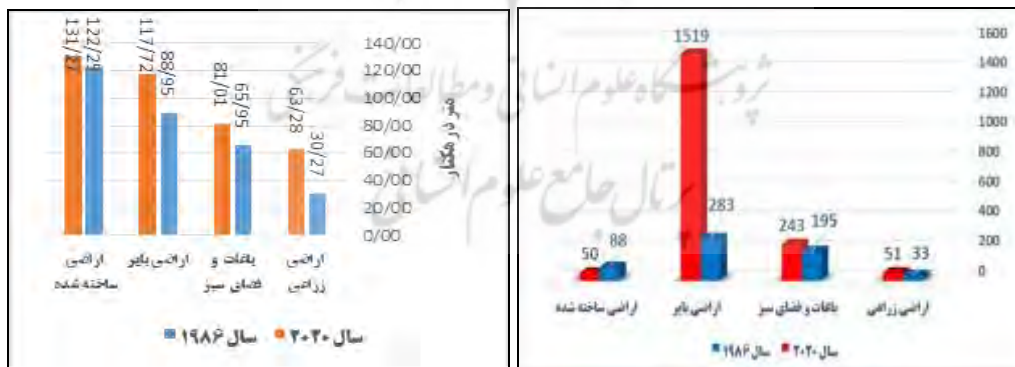
به تعداد ۵۰ لکه در سال ۲۰۲۰ تقلیل یافته و این بدان معنی است که اراضی زیادی از نوع باغها و فضای سبز، زراعی و بایر، بلعیده شده و به ساخت و ساز اختصاص پیدا کردند و این امر به اتصال و فشردگی بیشتر این کاربری منجر شده است.

همچنین بررسی ارقام مربوط به باغ‌ها، فضای سبز و زراعی حاکی از آن است که در سال ۱۹۸۶ این کاربریها از مساحت و انسجام بیشتری برخوردار و پیوسته تر بوده‌اند. اما با توجه به رشد شهرنشینی و افزایش ساخت وسازها در دهه‌های اخیر، تکه تکه تر و از هم گسیخته تر شده‌اند. در واقع متریک NP از این نظر مهم است که شاخصی است برای ارزیابی از هم گسیختگی سیمای سرزمین و در صورتی که میزان این شاخص در طول زمان برای یک نوع کاربری خاص کاهش یابد، حاکی از تخریب لکه و سیمای سرزمین است. در واقع کاهش تعداد لکه‌ها و حذف کامل آنها منجر به از بین رفتن زیستگاه‌ها و در نتیجه کاهش اندازه جمعیت و گاه حذف برخی از گونه‌های خاص و در نتیجه کاهش تنوع زیستی در سیمای سرزمین می‌گردد.

متریک ED (تراکم حاشیه یا لبه)

شاخص تراکم لبه شاخصی برای منظم و یا نامنظم بودن لکه‌های شهری در محدوده مورد مطالعه است. زمانی که رشد شهر در چند لکه متمرکز باشد، تراکم لبه‌ها پایین بوده و زمانی که لکه‌های جدیدی شکل بگیرند، تراکم لبه‌ها بالا می‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود در دوران اولیه رشد شهری تراکم لبه پایین بوده، در مرحله شتابان رشد شهری تراکم لبه افزایش یابد (شماعی و دیگران، ۱۳۹۷: ص ۸۵). از مزایای این متریک، اندازه‌گیری میزان اتصال و پیوستگی کاربریها را می‌توان عنوان کرد. با افزایش میزان ED اتصال و پیوستگی سیمای سرزمین کاهش می‌یابد؛ در واقع لکه‌ها کوچکتر و در نتیجه سیمای سرزمین تخریب و تجزیه می‌شود.

نتایج به دست آمده برای متریک ED در بهشهر نشان می‌دهد که تراکم لبه‌های شهری تمامی کاربریها در سال ۱۹۸۶ پایین بوده است و در سال ۲۰۲۰ با اختلاف چشمگیری افزایش یافته‌اند. با توجه به مطالب مذکور می‌توان عنوان کرد که کاربری اراضی شهر بهشهر با توجه به نتایج این متریک، بسیار ریزدانه شده است و پیوستگی خود را از دست داده است در واقع با توجه به تغییر کاربری اراضی شهری و ساخت و سازها، مساحت فضای سبز و خصوصا اراضی زراعی کاهش داشته و همچنین احداث جاده در میان این ذخایر اکولوژیک سبب خرد کردن و خورده شدن آنها شده است و در نهایت موجب از هم گسیختگی زمینهای کشاورزی و باغی شده است.



شکل (۱۳) نمودار متریک ED کاربریها

شکل (۱۲) نمودار متریک NP کاربریها

متریک MPS (میانگین اندازه لکه)

این متریک میانگین اندازه لکه‌های یک طبقه از لکه‌ها را محاسبه می‌کند (بوتکویله^۱ و همکاران، ۲۰۰۲: ۶۵). در کل MPS و NP به صورت مکمل هم استفاده می‌شوند. به صورتیکه MPS پایین NP بالا شرایط یک سیمای سرزمین خردشده را می‌رساند. با توجه به

^۱.Botequilha

نتایج بدست آمده میانگین اندازه لکه ها در طی ۳۴ سال مورد بررسی، تغییراتی را نشان می دهد. در برخی از کاربریها، این تغییرات، روند کاهشی و در برخی دیگر روند افزایشی داشته است. مطابق شکل (۱۴) بیشترین تغییرات مربوط به کاربری ساخته شده است که مقدار آن از ۱۵/۵۱ هکتار در سال ۱۹۸۶ به مقدار ۵/۳۲ هکتار در سال ۲۰۲۰ رسیده است، و این نشان دهنده تکه تکه شدن کاربریهای دیگر خصوصا کاربری زراعی است که از میانگین ۹/۴۷ هکتار در سال ۱۹۸۶ به ۴/۳۶ هکتار در سال ۲۰۲۰ تقلیل یافته است. در واقع در شهر بهشهر مساحت زیادی از اراضی زراعی و فضای سبز که ذخایر مهم و اکولوژیک هستند به زیر ساخت و ساز رفته و میانگین اندازه آنها کاهش یافته است. در حالی که در سال ۱۹۸۶ اراضی زراعی و سبز منسجم تر و پیوسته تر بودند و سطح زیادی از محدوده مورد مطالعه را اشغال کردند. پایین بودن MPS برای کاربریهای سبز و زراعی در شهرها خطری جدی برای گونه ها محسوب می شود و متعاقب آن تاب آوری زیست محیطی به حداقل خود خواهد رسید چرا که ضمن کاهش تنوع زیستی، با توجه به فعالیتهای پیچیده شهری لکه های اکولوژیکی در معرض تخریب و آلودگی قرار می گیرد. در حقیقت، لکه های سبز از اجزای فیزیکی و کارکردی اصلی جهت کنترل فرایندهای اکولوژیکی در سطح سیمای شهر می باشند لذا میتوان گفت که حضور لکه های سبز با وسعت و تعداد بیشتر و نیز اندازه بزرگتر باعث میشود تا کارکردهای اکولوژیکی بهتری داشته باشند.

متریک MSI (میانگین شکل لکه)

متریک MSI نشان دهنده پیچیدگی شکل لکه است و در واقع مجموع محیط لکه (متر) تقسیم ریشه مربع مساحت لکه برای هر لکه از نوع لکه مربوطه، تقسیم بر تعداد تکه از همان نوع لکه است. افزایش سنجه شکل به معنای افزایش پیچیدگی شکل لکه و در نتیجه افزایش محیط (حاشیه یا طول لبه هر کاربری) و تراکم حاشیه (تراکم محیط) هر کاربری است. در واقع سنجه MSI با سنجه MPS مطابقت دارد بدین شکل که هر چقدر میانگین اندازه لکه یک کاربری کاهش یابد به این معناست که ساختار آن ریز دانه بوده و از لکه های کوچک تشکیل شده است و متعاقبا شکل لکه پیچیده و نامنظم است در صورتی که برای لکه های بزرگ خلاف این امر صادق است یعنی بزرگتر شدن اندازه لکه ها، شکل آنها ساده تر می گردد. (غفاری گیلانده، ۱۳۹۵: ۱۳۳۵). با توجه به نتایج شکل (۱۵) می توان گفت، اراضی زراعی و باغات و فضای سبز شهر بهشهر به دلیل تبدیل شدن به اراضی بایر و مسکونی گستردگی خود را از دست داده و در برخی موارد حذف و در برخی نیز دچار تکه تکه شدگی گردیده است و این دلایل باعث کاهش MSI باغات و فضای سبز طی ۳۴ سال مورد بررسی شده و از رقم ۱/۲۷ در سال ۱۹۸۶ به رقم ۱/۱۹ در سال ۲۰۲۰ تغییر یافته است. همچنین میزان تغییرات متریک MSI اراضی زراعی نیز از رقم ۱/۷۴ در سال ۱۹۸۶ به رقم ۱/۴۳ در سال ۲۰۲۰ روند کاهشی را نشان می دهد. از طرفی دیگر نتایج شکل (۱۵) در خصوص میانگین شکل لکه اراضی ساخته شده به طور دیگری است و طی این بازه زمانی روند افزایشی داشته و این نشانگر تغییر کاربریهای فضای سبز، زراعی و بایر به این کاربری است و این موضوع باعث پیچیده تر شدن شکل این کاربریها و کاهش پیوستگی لکه ها شده است.



شکل (۱۵) نمودار متریک MSI کاربریها

شکل (۱۴) نمودار متریک MPS کاربریها

متریک LSI (شکل سیمای سرزمین)

این متریک نسبت محیط کلاس به حداقل محیط ممکن برای یک کلاس با حداکثر تجمع (انباشتگی) است که این زمانی اتفاق می افتد که کلاس تا حد ممکن در یک لکه فشرده و کپه شده باشد. وقتی کلاس پراکنده تر می شود، این سنجه بدون محدودیت افزایش می یابد (میرسنجری و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۷).

با توجه به شکل شماره (۱۶) که میزان تغییرات شاخص شکل سیمای سرزمین را طی دوره ۳۴ ساله نشان می دهد. به این نتیجه رسیدیم که ارقام شکل سیمای سرزمین روند افزایشی داشته است و این موضوع بیانگر این است که شکل سیمای سرزمین شهر به شهر، پیچیده تر و از نظر هندسی نامنظم تر شده است. به طور کلی تمامی کاربریهای ساخته شده، بایر، فضای سبز و زراعی سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۸۶ تراکم و فشردگی خود را از دست داده اند و در میان کاربریهای دیگر توزیع شده اند.

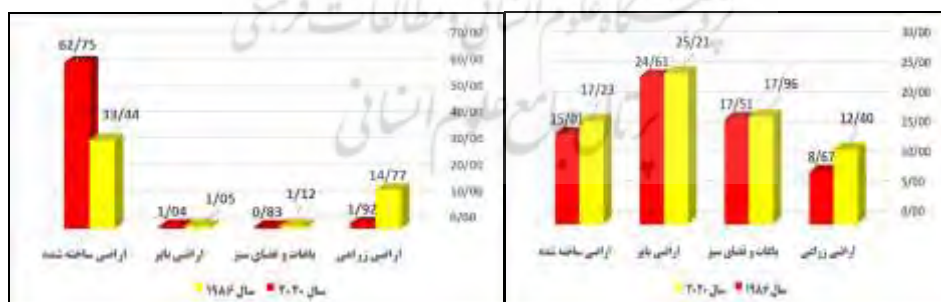
متریک LPI (بزرگترین لکه)

این متریک، حاصل تقسیم مساحت بزرگ ترین لکه بر مساحت همه لکه های مربوط به یک کلاس کاربری است در واقع متریک LPI بیانگر نسبت اندازه لکه به مساحتی از کل سیمای سرزمین است که توسط بزرگ ترین لکه از یک کلاس کاربری خاص پوشانده شده است. نتایج بدست آمده در خصوص کاربریهای مورد نظر نشان می دهد، ارقام تمامی آنها به جز اراضی ساخته شده روند کاهشی داشته اند (شکل ۱۷).

جدول (۶) میزان تغییرات کاربریهای محدوده مورد مطالعه بر اساس متریک LPI (درصد).

سال	اراضی زراعی	باغات و فضای سبز	اراضی بایر	اراضی ساخته شده
سال ۱۹۸۶	۱۴/۷۷	۱/۱۲	۱/۰۵	۳۳/۴۴
سال ۲۰۲۰	۱/۹۲	۰/۸۳	۱/۰۴	۶۲/۷۵
تغییرات به درصد	-۸۷	-۲۵/۹	-۰/۹۵	+۸۷/۶۵

ماخذ: یافته های تحقیق



شکل (۱۷) نمودار متریک LPI کاربریها

شکل (۱۶) نمودار متریک LSI کاربریها

طبق جدول (۶) میزان تغییرات بزرگترین لکه ساخته شده، بایر، فضای سبز و زراعی در بازه زمانی ۳۴ ساله به ترتیب برابر با +۸۷/۶۵، -۰/۹۵، -۲۵/۹ و -۸۷ درصد تغییر داشته اند. بیشترین تغییرات در خصوص کاهش اندازه بزرگترین لکه ها در کاربری زراعی صورت گرفته است که مقدار آن از ۱۴/۷۷ درصد از کل وسعت سرزمین در سال ۱۹۸۶ به عدد ۱/۹۲ درصد تقلیل یافته است. کاهش بزرگترین لکه های زراعی، فضای سبز و بایر افزایش اندازه لکه های ساخته شده را به همراه داشته است. در واقع رشد افقی و اسپرال شهری به سمت منابع اکولوژیکی (باغات و اراضی زراعی) اطراف شهر، رشد ۸۷ درصدی اندازه بزرگترین لکه های ساخته شده را طی ۳۴

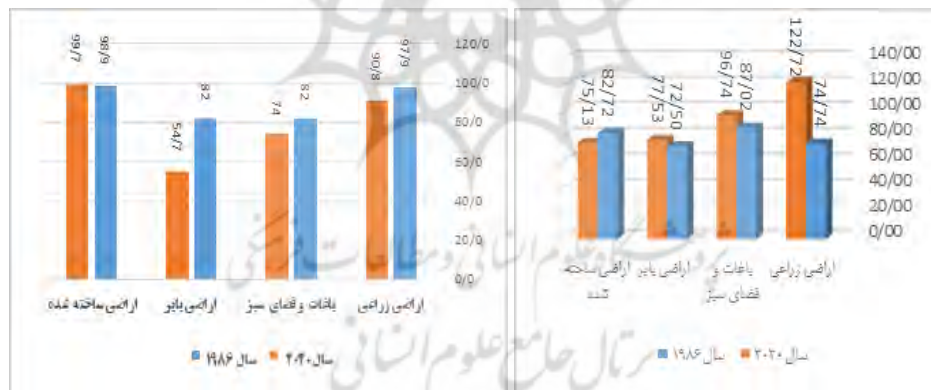
سال مورد بررسی به همراه داشته است و ادامه این روند پایداری اکولوژیکی را تحت تاثیر قرار داده و متعاقب آن کاهش تاب آوری زیست محیطی را به همراه داشته است.

متریک MNN (میانگین فواصل نزدیکترین همسایه)

این متریک متوسط فاصله ۲ لکه مشابه را محاسبه می کند و واحد آن متر است. بررسی وضعیت متریک MNN انواع کاربریها در بهشهر با توجه به شکل شماره (۱۸) 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. در نهایت می توان گفت: که در سال ۱۹۸۶ فاصله بین لکه های سبز، زراعی و بایر مجاور هم تقریباً کم بوده است و می توان گفت که اتصال و پیوستگی بین لکه های سبز در این دوره وضعیت خوبی داشته است، ولی در حال حاضر، کاهش پیوستگی و انسجام را در بین این کاربریها شاهد هستیم و این موضوع فعالیت های اکولوژیکی را به شدت تحت تاثیر قرار داده است.

متریک Cohesion (انسجام و پیوستگی)

این متریک برای ارزیابی پیوستگی لکه های شهری مورد استفاده قرار می گیرد و بر اساس اطلاعات حاصل از اندازه گیری مساحت و محیط لکه ها، میزان انسجام یا پیوستگی لکه های یک طبقه (کلاس) از اراضی موجود در سیمای سرزمین را اندازه گیری می کند (شعبانی و دیگران، ۶۳: ۱۳۹۷)



شکل (۱۹) نمودار متریک Cohesion کاربریها

شکل (۱۸) نمودار متریک MNN کاربریها

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل متریک cohesion که در شکل (۱۹) مشاهده می شود، که طی ۳۴ سال گذشته مقادیر این شاخص برای کاربری باغات و فضای سبز، اراضی زراعی و بایر کاهش یافته و در عوض برای کاربری ساخته شده افزایش یافته است و این موضوع حاکی از این است که با افزایش ساخت و سازهای شهری بخش زیادی از زمینهای بایر، باغات و اراضی زراعی به زیر ساخت و ساز رفته و این مساله شکاف بین فضاهای ساخته شده را پر کرده و اتصال و پیوستگی اراضی ساخته شده را افزایش داده است و متعاقب آن تکه تکه شده و عدم اتصال و پیوستگی کاربریهای اکولوژیکی را سبب گشته است.

تحلیل متریکها در سطح سیمای سرزمین

در این تحقیق علاوه بر تحلیل متریکها در سطح کلاس، به تحلیل متریکهای سیمای سرزمین شهر بهشهر نیز پرداخته شده است. لازم به ذکر است که در ارتباط با بررسی تغییرات در الگوهای ساختار اکولوژیکی شهری در طی زمان، باید از متریک-هایی که نسبت به

تغییرات منظر حساس هستند انتخاب صورت گیرد (داز، سارا و همکاران به نقل از صادقی بنیس، ۱۳۹۵: ۸۳) بنابراین جهت بررسی روند تغییرات از متریک‌های NP، MPS و MNN که نسبت به تغییرات حساس تر هستند استفاده شده است. و نتایج آن نیز در جدول (۷) نمایش داده شده است.

همانطوری که در جدول (۷) دیده می شود طی ۳۴ سال گذشته در سطح سیمای سرزمین مقدار متریک تعداد لکه‌ها (NP) از رقم ۵۹۹ در سال ۱۹۸۶ به رقم ۱۸۶۳ در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است، در واقع کاهش تعداد آنها نشان دهنده تکه تکه شدن و خرد شدن لکه‌های بزرگ زراعی، فضای سبز و باغات در محدوده مورد مطالعه به دلیل افزایش ساخت وسازهای شهری میباشد. این امر باعث کاهش پایداری و عملکردهای اکولوژیک آنها میشود.

متوسط اندازه لکه (MPS) نیز روند کاهشی را نشان میدهد و از رقم ۱/۹۶ در سال ۱۹۸۶ به رقم ۱/۴۳ تقلیل یافته است به طور کلی تغییرات متریک میانگین اندازه لکه نشان دهنده افزایش تخریب و در نتیجه کاهش منابع اکولوژیکی در محدوده مورد مطالعه میباشد.

همچنین نتایج تحقیق گویای این واقعیت است که مقدار متریک میانگین فاصله نزدیکترین همسایه (MNN) سیمای سرزمین به شهر طی ۳۴ سال اخیر روند افزایشی داشته است و از رقم ۷۹/۰۱ متر در سال ۱۹۸۶ به رقم ۸۴/۶۹ متر در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است و این موضوع کاهش اتصال و پیوستگی لکه‌های کاربری اراضی خصوصاً اراضی زراعی و باغات و فضای سبز را توجیه می نماید. لازم به ذکر است تحلیل متریک‌های سطح سیمای سرزمین، نتایج مشابه با متریک‌های سطح کلاس طبقات اراضی را که قبلاً بیان کردیم نشان می دهد.

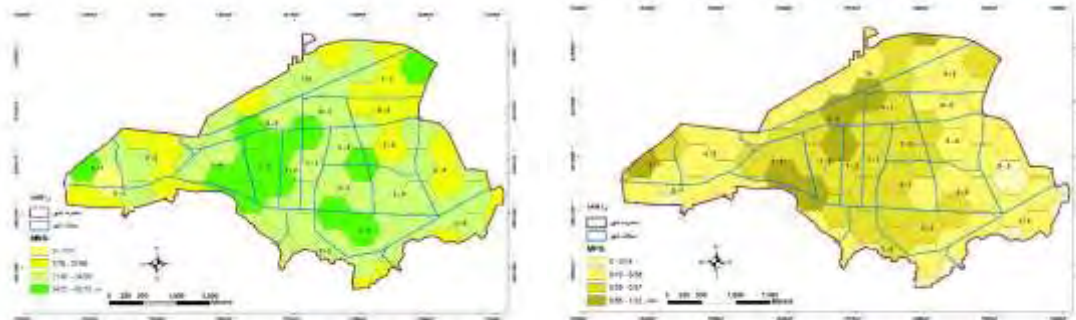
جهت نقشه سازی متریک های سیمای سرزمین، از روش پهنه بندی با شش ضلعی های ۲۰ هکتاری در نرم افزار Arc Gis استفاده شده است. نتایج به دست آمده برای هر یک از این متریک ها در شکل‌های شماره (۲۰ تا ۲۲) نمایش داده شده است.

جدول (۷). نتایج متریک‌ها در سطح سیمای سرزمین شهر بهشهر.

متریک سیمای سرزمین			سال
میانگین فاصله نزدیکترین همسایه MNN	متوسط شکل لکه MPS	تعداد لکه NP	
۷۹/۰۱	۱/۹۶	۵۹۹	۱۹۸۶
۸۴/۶۹	۱/۴۳	۱۸۶۳	۲۰۲۰



شکل (۲۰). نقشه آنالیز متریک NP کاربریها



شکل (۲۱). نقشه آنالیز متریک MPS کاربرد بها شکل (۲۲). نقشه آنالیز متریک MNN کاربرد بها

ماخذ: نگارندگان

شکل شماره (۲۰) وضعیت متریک NP شهر بهشهر را در سال ۲۰۲۰ نشان میدهد، بیشترین تعداد لکه های پوشش اراضی بین ۶۸ تا ۱۰۹ است که در ۵ پهنه در سطح گسترده مطالعاتی یعنی در قسمتی از محلات ۲-۳ (قائم)، ۲-۴ (جمهوری اسلامی)، ۲-۴ (گلشهر) ۳-۴ (کوای محله) و قسمت کوچکی از محلات ۱-۳ و ۲-۵ (زیروان) قابل تشخیص هستند. کمترین تعداد لکه بین ۱ تا ۲۲ است که در محلات ۱-۲ (شهید باهنر)، ۱-۴ (گراثیل محله) ۲-۵ (شهید رجایی)، ۲-۳ (پارک ملت)، ۳-۳ (شهید مدنی)، ۱-۴ و ۲-۵ (کوی فرهنگیان) در سطح گستره مطالعاتی توزیع یافته اند.

همچنین شکل (۲۱) نیز نحوه توزیع جغرافیایی مقدار MPS محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد که بر اساس آن پهنه های حاشیه محدوده بهشهر در بخشهای شرقی و غربی در کلیه محلات ۲-۴، ۲-۳، ۲-۴، ۲-۴، ۳-۴، ۲-۳، ۳-۴، ۳-۱، ۳-۱ یعنی در محلات عرفی: شاهد، جمهوری اسلامی، قائم، گلشهر، کوای محله، زیروان و قسمت های شمال غربی منطقه ویزه یا کشتارگاه قدیم کمترین مقدار MPS یا متوسط اندازه لکه (کمتر از ۰/۴ هکتار) را نشان می دهد و بیانگر خرد شدگی لکه های زراعی و سبز این محلات طی سالهای گذشته است که جهت استفاده در ساخت و ساز، تکه تکه شده و پیوستگی خود را از دست داده اند. از طرفی دیگر بخشهای میانی شهر (محلات شماره ۱ که عبارتند از امام خمینی، باهنر، گراثیل محله و فرودگاه) که قسمت بسیار زیادی از آن به ساخت و ساز و توسعه شهری اختصاص یافته است وضعیت مناسبی را از نظر متوسط اندازه لکه دارا هستند و مقدار MPS این بخشها بین ۰/۴ هکتار تا ۱/۳۲ هکتار می باشد.

متوسط نزدیک ترین فاصله همسایگی فضای سبز (MNN) در سال ۲۰۲۰ در قسمتی از محلات ۱-۳ و ۱-۵ (زیروان) بین صفر تا ۷/۷ متر است که در وضعیت خوبی قرار دارد و لکه ها ی مشابه در فواصل نزدیکتری نسبت به هم قرار دارند و پیوستگی زیادی دارند. مقدار این متریک در محلات ۲-۳ (قائم)، ۲-۴ (جمهوری اسلامی)، ۲-۴ (گلشهر)، ۳-۳ (کوای محله)، ۲-۵ (زیروان) بین ۷/۷۸ تا ۲۱/۹۰ متر است که از نظر فاصله لکه ها ی مشابه در وضعیت متوسطی قرار دارند. مقدار MNN بیشتر پهنه های شهر بهشهر بین ۲۱/۹ تا ۳۴/۲ متر است و این نشانگر وضعیت نامطلوب لکه ها و خرد شدگی و عدم پیوستگی آنها می باشد. کل محله ۱-۳ (فرودگاه) و قسمت های زیادی از محلات ۱-۲ (شهید باهنر)، ۱-۴ (گراثیل محله) و ۳-۳ (شهید مدنی) و همچنین قسمت های کوچکی از محلات ۱-۵ (زیروان)، ۳-۳ (کوی فرهنگیان) و ۳-۴ (کوای محله) دارای MNN بین ۳۴/۲ تا ۶۲/۱۵ متر هستند که در وضعیت نامطلوبی قرار گرفته اند 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 لکه ها را به همراه داشته است. (شکل ۲۲)

بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، توسعه بی‌رویه و غیر اصولی و رشد پر شتاب شهرها، سازمان سنتی آن‌ها را در هم شکسته است. بدین ترتیب ساختار شهرهای تاریخی که اغلب هماهنگ با بستر طبیعی شکل می‌گرفته‌اند، تخریب و در کنار عناصر هویتی، بخش عظیمی از منظر طبیعی نابود گردیده است و در نتیجه ساختارهای اکولوژیکی شهر نیز تخریب شده است.

پژوهش حاضر به بررسی تبیین ساختار اکولوژی شهری در راستای ارتقای ضریب تاب‌آوری زیست محیطی با استفاده از تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین شهر بهشهر پرداخته است. در این تحقیق پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی سالهای مورد مطالعه (۱۹۸۶ و ۲۰۲۰) ابتدا تغییرات کاربری اراضی ۳۴ سال گذشته مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و در ادامه از متریک‌های سیمای سرزمین در دو سطح کلاس و سطح سیمای سرزمین به منظور تبیین ساختار اکولوژیک شهر بهشهر مورد استفاده قرار گرفت.

مرور مطالعات انجام گرفته در رابطه با تبیین ساختار اکولوژی شهری در راستای ارتقای ضریب تاب‌آوری زیست محیطی نشان می‌دهد که تاکنون برای شهر بهشهر چنین مطالعه‌ای با استفاده از قابلیت تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین انجام نگرفته است. بنا براین پژوهش حاضر علاوه بر تبیین ساختارهای اکولوژیکی، تحلیل تغییرات پوشش اراضی در طی ۳۴ سال گذشته و همچنین پیامدهای این تغییرات، پیشنهادهایی را نیز در خصوص ارتقای ضریب تاب‌آوری زیست محیطی ارائه می‌نماید که در پایان تحقیق آمده است.

به طور کلی از نتایج بارز بررسی تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی دو دوره موردنظر، این است که: کاربری اراضی ساخته شده در این بازه زمانی به دلیل افزایش جمعیت و تقاضا برای زمین و در نتیجه، رشد شهرنشینی در دهه‌های اخیر، با بیشترین تغییرات مساحت روبه‌رو گشته و به میزان (۶۸ درصد) افزایش یافته است. اما سایر کاربری‌ها با روند کاهشی مواجه گشته، به طوری که اراضی اکولوژیکی و سبز یعنی اراضی زراعی (۵۲- درصد) و باغات و فضای سبز (۳۱- درصد) کاهش یافته‌اند و اراضی بایر نیز، حدود (۴۱- درصد) درصد کاهش یافته‌اند. در واقع پس از بررسی‌های انجام شده در خصوص وسعت تغییرات انجام شده در طی ۳۴ سال گذشته به این نتیجه رسیدیم که:

- از کل مساحت ۳۱۸ هکتاری کاربری اراضی زراعی سال ۱۹۸۶، در حدود ۸/۱ هکتار (۳ درصد) به کاربری فضای سبز، ۴۶/۳ هکتار (۱۵ درصد) به کاربری بایر، ۱۵۰/۴ هکتار (۴۷ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است.

- از کل مساحت ۲۱۱ هکتاری کاربری فضای سبز سال ۱۹۸۶، در حدود ۱۳/۲ هکتار (۶ درصد) به کاربری زراعی، ۱۵/۴ هکتار (۷ درصد) به کاربری بایر، ۵۹/۴ هکتار (۲۸ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است.

- از کل مساحت ۲۱۲ هکتاری کاربری اراضی بایر سال ۱۹۸۶، در حدود ۵ هکتار (۲ درصد) به کاربری زراعی، ۶/۷ هکتار (۳ درصد) به کاربری فضای سبز، ۱۷۶/۹ هکتار (۸۳ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است.

توزیع جغرافیایی تغییرات کاربری‌های اکولوژیکی (باغات و اراضی زراعی) حاکی از آن است که طی ۳۴ سال گذشته:

بیشترین تغییرات لکه‌های فضای سبز و باغات که به کاربری ساخته شده تبدیل شدند، از بخشهای مرکزی و جنوبی شهر بوده است، در واقع محلات ۳-۲ (پارک ملت)، ۳-۳ (شهید مدنی)، ۳-۴ (شاهد)، ۲-۲ (جمهوری اسلامی)، ۱-۲ (نقاش محله)، ۲-۴ (جمهوری)، ۲-۵ (شهید رجایی)، ۱-۴ (گراثیل محله)، ۱-۴ (کوی فرهنگیان)، و قسمتهای مرکزی محله ویژه یا کشتارگاه قدیم بیشترین تغییرات محتوای کاربری را داشته‌اند.

با توجه به نتایج بدست آمده، بیشترین تغییرات لکه‌های کاربری زراعی که به کاربری ساخته شده تبدیل شدند، تقریباً به صورت کمربندی در حاشیه محدوده شهر خصوصاً در محلات ۱-۳ (زیروان)، ۳-۴ (شاهد)، ۲-۳ (قائم)، ۲-۴ (جمهوری اسلامی)، ۲-۴ (گلشهر)، ۳-۴ (گواهی محله)، ۲-۵ (زیروان)، و قسمتهای غربی و شرقی محله ویژه یا کشتارگاه قدیم مشاهده شده است.

تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین نیز به وضوح آثار فعالیت‌های انسانی و شهرنشینی بر محیط اطراف را نمایان می‌سازد و نتایج حاکی از این است که سیمای سرزمین شهر به‌شهر به مرور ریز دانه، پیچیده و از نظر هندسی نامنظم تر شده و با کاهش پیوستگی، از هم گسیخته تر گردیده است. در واقع نتایج حاصل از تحلیل متریکهای ED, LPI, NP, PLAND, CA, MNN, LSI, MSI, MPS, Cohesion نشان می‌دهد که کاربریهای هدف مطالعه خصوصاً اراضی زراعی، باغات و فضای سبز در شهر به‌شهر از نظر نحوه ترکیب و توزیع فضایی دارای شرایط مطلوبی نیست و طی دوره زمانی مورد مطالعه از لحاظ وسعت، پیوستگی و ماهیت ترکیب و توزیع لکه‌های اکولوژیکی خصوصاً لکه‌های زراعی دچار روند تخریب شدیدی بوده است. در این میان، تغییرات صورت گرفته در میزان NP (تعداد لکه) و MPS (میانگین اندازه لکه) از شاخص‌های شکل‌گیری روند نزولی و در نهایت تخریب سیستم بوده است و گویای آن است که کاهش اندازه میانگین لکه‌ها، روند تخریب را در سیستم نشان می‌دهد و در واقع یک لکه یکپارچه اصیل به تعدادی از لکه‌های کوچک تبدیل شده و پیوستگی خود را از دست داده است.

همچنین نتایج حاصل از بررسی متریک‌های پیوستگی سیمای سرزمین (MNN و Cohesion) نشان می‌دهد که در شبکه موزاییک لکه‌های اکولوژیکی شهری خصوصاً اراضی زراعی و باغات و فضای سبز، ضمن از بین رفتن بخش وسیعی از این لکه‌ها و تغییر آن به کاربری ساخته شده، از یک طرف میانگین فاصله بین لکه‌های مشابه طی ۳۴ سال اخیر زیاده‌تر شده و از طرفی دیگر نیز وسعت، پیوستگی و یکپارچگی لازم را به منظور ارائه خدمات اکولوژیکی برای بهبود کیفیت محیط زیست شهر به‌شهر برخوردار نیستند. با این وجود فقط در نوار باریکی از لبه‌های شرقی، شمال و غربی محدوده شهر یعنی لکه‌های واقع در محلات ۳-۲ (قائم)، ۴-۲ (جمهوری اسلامی)، ۲-۴ (گلشهر)، ۳-۴ (کوای محله)، ۱-۵ و ۲-۵ (زیروان)، و قسمتهای شرقی و غربی محله ویژه یا کشتارگاه قدیم به لحاظ موقعیت جغرافیایی خود که دورتر از چنگ اندازی ساخت و ساز شهری است لکه‌های اکولوژیکی سبز و زراعی وجود دارند که برای بالا بردن ارتقای تاب آوری زیست محیطی بایستی حفظ گردند، در واقع ضرورت دارد تا در طرح‌های توسعه آینده این شهر محدودیتهای قانونی اعمال گردد.

پیشنهادات

در خاتمه بر اساس یافته‌های تحقیق به منظور جلوگیری از تغییرات سیمای آینده سرزمین و همچنین به منظور ارتقای تاب آوری زیست محیطی شهر به‌شهر راهکارها و پیشنهادهای ذیل ارائه می‌گردد:

- با توجه به اینکه در سالهای اخیر به جهت ساخت و سازهای زیاد ارتباط لکه‌های اکولوژیکی بخشهای شمالی و جنوبی در بیشتر مناطق شهر از بین رفته و از طرفی کریدورهای رودخانه موجود در محدوده شهر که همگی دارای جهت شمالی و جنوبی هستند، پتانسیل بالایی در ایجاد اتصال و پیوستگی این بخشها دارا هستند، بنابراین ایجاد حریم با استفاده از پوشش گیاهی به علت اهمیت آنها در ایجاد پیوستگی بخشهای شمال و جنوب شهر و به خاطر داشتن عملکردهای اکولوژیکی در مقیاس اکوسیستم و ایجاد اتصال بین لکه‌های باز مانده در مقیاس سیمای سرزمین شهری توصیه می‌گردد.

- عبور راه آهن تهران-گرگان با جهت شرقی-غربی که استفاده از حریم آن می‌تواند به عنوان یک پتانسیل بسیار عالی جهت ایجاد کریدور سبز با اهداف گردشگری، اقتصادی و بخصوص زیست محیطی استفاده گردد.

- اعمال قوانین، تمهیدات و سیاست‌های مدیریتی و حفاظتی جهت ممانعت از تغییرات کاربری اراضی خصوصاً اراضی زراعی و باغات موجود در شهر که در مقایسه با کاربری‌های دیگر در توسعه آتی شهر، از اهمیت اکولوژیکی زیادی برخوردار هستند.

- حفظ لکه‌های بزرگ کشاورزی و باغات موجود که بیشتر در پیرامون بخشهای شرقی، جنوبی و غرب شهر به‌شهر قرار دارند.

- با توجه به اینکه اکثر لکه‌های زراعی و باغات در پیرامون محدوده شهر به صورت کمانی از شرق-شمال و غرب کشیده شده است، بنابراین اتصال فضاهای سبز پیرامونی با استفاده از ایجاد کمربندها و کمانهای سبز که در بسیاری از شهرها و کشورها به انجام

رسیده است و ضمن منافع اکولوژیکی و اجتماعی یکی از راهکارهای کنترل رشد بی رویه شهرهاست می تواند به عنوان یک راهکار جهت حفظ این لکه ها در طرح‌های توسعه اتی شهر و متعاقب آن حفظ این ذخائر اکولوژیکی پیشنهاد گردد.

- فضای بزرگ تخریب شده کارخانه چیت سازی واقع در بخش تقریبا مرکزی شهر که در سالهای قبل به عنوان یک کاربری صنعتی نقش مهمی در اقتصاد شهر داشته است و در حال حاضر با توجه به ورشکستگی این کارخانه به عنوان یک کاربری بایر مطرح است می تواند به عنوان یک ظرفیت بسیار خوب جهت احداث پارک و فضای سبز شهری توصیه گردد.

- در اولویت قرار دادن برنامه ریزی حفاظت محیط زیست برای آن دسته از لکه‌های فضای سبز و زراعی در شهر که ارزشهای اکولوژیکی فراوانی را دارا می باشند و بالقوه می تواند نقش کلیدی در ارتقای کیفیت محیط زیست داشته باشد.

سخن آخر اینکه: برای رسیدن به یک شهر تاب آور و به دور از مشکلات زیست محیطی، نیازمند به یک چارچوب نظری است که امکان درک ساختارها و فرایندها مختلف شهری را با یک برنامه ریزی آینده نگرانه و دقیق و بر مبنای ملاحظات محیط زیستی فراهم نماید، تا مدیران شهری دارای قدرت انتخاب در اجرای برنامه های خود باشند.



منابع

- پریور، پرستو؛ یآوری، احمدرضا، ستوده، احد، (۱۳۸۷)، "تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین" محیط شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۱۵، صص ۸۴-۷۳.
- 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.
- 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.
- داز، بی بی سارا؛ غفاری گیلانده، عطا، خاوریان، حسن (۱۳۹۵)، "ارزیابی و تحلیل وضعیت فضای سبز شهری با استفاده از اصول اکولوژی سیمای سرزمین (مطالعه موردی: شهر گرگان)" پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته ی جغرافیا و برنامه ریزی شهری گرایش محیط زیست شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی.
- رفیعیان، مجتبی و همکاران، (۱۳۹۰)، تبیین مفهومی تاب آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)، برنامه ریزی و آمایش فضا، شماره چهارم، صص ۴۱-۱۹.
- ریاحی، وحید؛ روشنعلی، محمد و زاهدی کلاکی، ابراهیم، (۱۳۹۷)، "تحلیل جغرافیایی مراکز اقامتی (با تأکید بر هتلها) و نقش آن در توسعه گردشگری (مطالعه موردی شهر بهشهر)"، مجله علوم جغرافیایی، شماره ۲۹، صص ۲۰۲.
- زبردست، لعبت؛ یآوری، احمدرضا؛ پریور، پرستو؛ ستوده، احد؛ ۱۳۹۴، "مقدمه‌های بر مفاهیم پایه اکولوژی سیمای سرزمین با کاربرد در برنامه‌ریزی محیط زیست"، انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران.
- سبزقبائی، غلام رضا؛ دشتی، سولماز؛ جعزاده، کاوه و بزم آرابلشتی، مژگان (۱۳۹۵)، "ارزیابی الگوهای چشم انداز شهری برای اندازه گیری اثرات شهرنشینی بر ساختار چشم انداز (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)، جغرافیا و پایداری محیط شماره ۲۱، ۳۵-۵۰.
- شعبانی، افشین؛ جعفری، شیرکو، معینالدینی، مظاهر؛ دانهکار، افشین؛ علمبگی، امیر؛ (۷۹۳۱)، "مدلسازی رابطه فضای سبز شهری با آلودگی هوا، صوت و دما با استفاده از سنجش‌های سیمای سرزمین" سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، سال نهم، شماره دوم، صص ۷۵-۵۹.
- شماعی، علی؛ آهار، حسن؛ جلالیان سید اسحاق (۱۳۹۷) "تحلیل الگوی رشد فضایی- زمانی شهر مراغه با استفاده از روشهای متریک فضایی" فصلنامه علمی پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیایی ایران، دوره جدید، سال شانزدهم، شماره ۵۶، صص ۸۵.
- 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.
- صادقی بنیس، مژگان؛ بنایی، وحید؛ دارایش، رضوان، ۱۳۹۲، "استفاده از تحلیل گرادیان متریک‌های منظر جهت بررسی تغییرات فضای سبز شهری (مطالعه موردی: شهر تبریز)"، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، سال پنجم، شماره ۱۶، صص ۲۰-۷.
- کرمی، آرش و فقهی، جهانگیر (۱۳۹۱)، "بررسی کمی کردن سنجش‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویر احمد)، محیط شناسی، سال ۳۷، شماره ۶۰، ۷۹-۸۸.
- محمود زاده، 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 ۲، صص ۱۷۹-۲۰۴.
- 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.
- میرسنجری، میر مهرداد 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 تاب آوری 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.

- Botequilha, A., Ahern, J. 2002. **Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning.** Journal of Landscape and urban planning, 59:65-93.
- Byomkesh, T., Nakagoshi, N., Dewan, A.M. 2012. **Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh.** Landscape and Ecological Engineering, 8(1):45-58.
- Carvalho, F. M., Júnior, P. D. M., & Ferreira, L. G. (2009). **The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil.** Biological conservation, 142(7), 1392-1403.
- Cook, E.A. 2002. **Landscape Structure Indices For assessing urban ecological networks.** Landscape and urban planning 58, pp269-280
- Ersoy, E., Jorgensen, A., & Warren, P. H. (2019). **Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape.** *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 308-322.
- Li, H., Fernandez, S.J., Ganguly, A., (2014). **Racial Geography, Economic Growth and Natural Disaster Resilience.** *Geography and Natural Disasters*, 4(2), 1-15.
- Luck, M., & Wu, J. (2002). **A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA.** *Landscape ecology*, 17(4), 327-339.
- Müllera, F., Bergmannb, M., Dannowskic, R., Dippnerd, J.W., Gnaucke, A., Haasef, P. Marc. C. Jochimseng, P. Kasprzakh, I. Krönckei, R. Kümmerlinj, M. Küsterk, G. Lischeidc, H. Meesenburgl, C. Merz, G. Millatm, J. Müllern, J. Padiśák, C.G. Schimmingp, H. Schubertq, M. Schultk, G. Selmezcyr, T. Shatwells, S. Stollf, M. Schwabet, T. Soltwedelb, D. Straileg, M. Theuerkaufk. 2016. **Assessing resilience in long-term ecological data sets.** *Journal of Ecological Indicators*. 65: 10-43.
- Norman, W. (2012). **Adapting to change: the role of community resilience.** Young Foundation, 5-52. Retrieved from: [http:// youngfoundation.org /wp-content/uploads/2012/10/Adapting-to-ChangeOctober-2012.pdf](http://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/Adapting-to-ChangeOctober-2012.pdf)
- Su, W., Gu, C., Yang, G., Chen, S., & Zhen, F. (2010). **Measuring the impact of urban sprawl on natural landscape pattern of the Western Taihu Lake watershed, China.** *Landscape and Urban Planning*, 95(1-2), 61-67.
- Uy, P.D., Nakagoshi, N. 2007. **Analyzing urban green space pattern and eco-network in Hanoi, Vietnam.** *Landscape Ecological Engineering*, 3:143-157.
- Xiu, Na, *Urban Green Networks*, 2017, **Faculty of Landscape Architecture**, University of Uppsala, 22p.