مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره 18 شماره 40 ، پاییز 1401، صص 154-132

ارزیابی تاب آوری زیست محیطی جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیک (مطالعه موردی: شهر اهواز)

یحی عبدالکریم نیسی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی لارستان گروه جغرافیا

محمد ابراهیم عفیفی

استادیارگروه جغرافیا واحد لارستان دانشگاه ازاد اسلامی لارستان ، ایران ،(نویسنده مسئوول)

afifi.ebrahim۶۳۵۳@gmail.com

مرضیه موغلی

دانشیار گروه جغرافیا واحد لارستان دانشگاه ازاد اسلامی لارستان ، ایران

چکیده

مشکلات زیست محیطی از اساسی‌ترین مسائل شهر امروزی و حاصل تعارض و تقابل انسان با محیط طبیعی است، شهر اهواز با توجه به رشد سریع جعیت و گسترش بی برنامه فضاهای شهری ، دچار تخریب عناصر ساختاری و بنیانهای اکولوژیکی و بسیاری از مشکلات زیست محیطی دیگری شده است.در همین راستا به منظور رسیدن به هدف تحقیق جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیک و تاب آوری زیست محیطی، از قابلیتهای علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایي و استفاده از متریک سنجش پیوستگی (MNN) به همراه مدل موزائیکی فورمن استفاده شده است. تحلیل نقشه های حاصل از تغییرات کاربری اراضی، نشان میدهد؛ لکه های 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 یافته اند. نتایج تحلیل متریک MNN نیز حاکی از آن است که؛ پیوستگي عناصر ساختار اکولوژیکی شهر اهواز خصوصا لکه های زراعی طي دورة زماني مورد مطالعه ، داراي شرايط مطلوبي نبوده و دچار تخريب شديدي شده است به طوری که میزان پیوستگی اکولوژیکی لکه های زراعی در ۳۴ سال گذشته در حدود ۴۸ متر، باغات و فضای سبز حدود ۱۰ متر کاهش یافته و فواصل بین لکه های مشابه اکولوژیکی زیاد تر 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.

واژه‌گان کلیدی: پیوستگی اکولوژیک، متریک MNN، تاب آوری زیست محیطی، مدل موزائیکی فورمن، شهر اهواز.

مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره 18 شماره 40 ، پاییز 1401، صص 154-132

مقدمه

يكي از مهمترين بحران هاي زيست‌محيطي در مناطق خشك و نيمه خشك، پديده ي مخرب بيابان زايي و فرسايش بادي است(بهرا و همكاران[1]،۲۰۰۷). فرسايش بادي مي تواند در خاك هاي خشك لسي، بافت ماسه اي و سطح عاري از پوشش گياهي در بادهاي بالاتر از سرعت آستانه فرسايش به مشكلي جدي تبديل شود(استرک و گوسنز[2]، ۲۰۰۷). وقوع طوفان هاي گرد و غبار ناشي از فرسايش بادي، فرآيندي است كه به تخريب سرزمين منجر مي شود و مي تواند به عنوان يك شاخص بيابان زايي قابل توجه قرار گيرد(ايكسو[3]،۲۰۰۶). در پديده ي گرد و غبار، خاك فرسايش يافته به وسيله ي باد حركت داده مي شود كه برحسب اندازه ي ذرات، حركت به يكي از سه طريق تعليق، خزيدن و جهش است(وانگ و همكاران[4]، ۲۰۱۵). كه ذرات درشت به صورت غلتيدن و ذرات متوسط به صورت جهشي جابه جا مي شود. ذرات ريزدانه مانند ذرات رس به علت سبك بودن تا ارتفاع زيادي از سطح زمين بلند مي‌شود، مدت زيادي در هوا معلق مي ماند و پس از طي مسافتي طولاني رسوب مي كند. غالباً قطر ذرات معلق كمتر از ۰/۱ ميلي متر است و در اثر تلاطم و جريان هاي دوراني، مدتهاي طولاني به حالت تعليق باقي مي ماند. آنچه امروزه در كشور ما تحت عنوان پديده ي ريزگرد شناخته مي شود، تحت تأثير طوفان ها و جريانهاي هوايي ناشي از جابه جايي و حركت ذرات ريز و بسيار ريزتشكيل دهنده ي خاك ها به صورت معلق شكل گرفته است(عزيزی و همكاران[5]، ۲۰۱۲).

به طور كلي، تشكيل طوفان گرد و غبار به سه عامل بستگي دارد: وجود بادهاي قوي، سطح حساس به فرسايش بادي و شرايط ناپايدار جوي(يانگ و ايكسيا[6]، ۱۹۹۶). از طرفي، انسان ها با تغيير كاربري اراضي در مناطق حساس به شكل گيري طوفان هاي شن و ماسه، در شكل گيري طوفان هاي گرد و غبار نقش مهمي ايفا مي كنند. بر اساس دستورالعمل سازمان جهاني هواشناسي، هرگاه سرعت باد در ايستگاهي از ۱۵ متر بر ثانيه تجاوز كند و ديد افقي به علت گرد و غبار به كمتر از ۱ كيلومتر برسد، طوفان گرد و غبار گزارش مي شود. سرعت هاي بيش از ۷ متر بر ثانيه در ارتفاع ۱۰ متري، در ايجاد

---

[1] - Behera

[2] - Sterk & Goossens

[3] - Xu

[4] - Wang et al

[5] - Azizi et al

[6] - Xia & Yang

شرايط طوفاني و شكل گيري گرد و غبار نقش مهمي دارد(گوهری و اختصاصی[۷]، ۲۰۱۳). بادهاي شديد و گرد و غبار، مقدار خاك زيادي را از روي زمين هاي خشك بدون پوشش گياهي با خود بلند و هوا را تاريك مي كند. انتشار گرد و غبار به صورت وقايعي پراكنده كه در اندازه، زمان و غلظت ذرات متفاوت است، در جو زمين رخ ميدهد. متوسط ارتفاع طوفان گرد و غبار بين ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر است(تان و همكاران[۸]، ۲۰۱٤). در ساليان اخير، ميزان پديده ي گردوغبار در شهرهاي جنوبي و غربي كشور افزايش محسوسي يافته است. از عمده ترين دلايل اين پديده علاوه بر مشكلات داخلي، منشأ فرامرزي آلودگي و نقش ضعيف راهبردهاي مربوط به تثبيت شن هاي روان در كشورهاي همسايه و تخريب پوشش گياهي و تغييرات كاربری اراضی اين مناطق است(قطرسمانی[۹]، ۲۰۱۸). در اين زمينه تحقيقات بسياری انجام پذيرفته است.

بوچاني و فاضلي(۱۳۹۰)، بيان داشتند كه عامل اصلي زوال درختان بلوط نفوذ ريزگردهاي عربي و گرد و غبار است. درختان زيباي بلوط در برابر هجوم هر روزه ريزگرد، توان نفس كشيدن را از دست مي دهند؛ زيرا برگ هاي بلوط حالت كركي دارند و مي توانند ريزگردها را جذب كنند و بسته شدن روزنه برگ هاي كركي بلوط به دليل شدت بالاي ريزگردها در زاگرس، موجب شده كه اين درختان ديگر توانايي جذب اين همه غبار را نداشته باشند و از بين بروند. آدام و همكاران[۱۰](۲۰۱۰) و تاكسون و همكاران[۱۱](۲۰۱۱)، اظهار داشتند كه پوشش گياهي نقش مهمي در نگهداري و كنترل تغييرات اكوسيستم دارد و تغييرات آن با تهيه نقشه از تصاوير ماهواره اي ارزيابي مي شود كه در دو دهه اخير به ابزار مهمي تبديل شده است. كلي و همكاران[۱۲](۲۰۱۱)، تغييرات پوشش گياهي تالابي در حال احياء را با استفاده از تصاوير ماهواره اي بررسي نمودند. نتايج نشان داد كه كوچك ترين واحد مطالعاتي نقش مهمي در تعيين تغييرات دارد. اين اطلاعات در روند احياي تالاب و بررسي تغييرات پوشش گياهي مفيد است. عزيزي قلاتي و همكاران(۱۳۹۵)، جهت پيش بيني روند تغييرات مكاني كاربري اراضي و احمدي و نارنگي فرد(۱۳۹۵)، براي برآورد كيفيت و آشكارسازي تغييرات پهنه هاي جنگلي از تصاوير ماهواره اي استفاده نموده اند.

۷- Ekhtesasi & Gohari

۸-Tan et al

۹- Ghatresamani

۱۰- Adam et al

۱۱-Tuxen

۱۲- Kelly

استفاده از تصاوير ماهواره اي MODIS و مدل حمل و نقل جوي گرد و غبار براي ارزيابي فنولوژي و پراكندگي گرده *Junipairusa* sp. توسط لوال و همكارن[۱۳](۲۰۱۱) استفاده شد تا بتوان پيش بيني هاي لازم براي پيشگيري از آسيب هاي ناشي از پراكنش گرده ها بر سلامت انجام شود.
همچنين در سال ۲۰۱٤، پراچي و پراوين[۱٤](۲۰۱٤) براي تشخيص و پايش دو طوفان گرد و غبار، شاخص NDVI و MNDVI حاصل از تصاوير چند طيفي سنجنده MODIS بكار گرفتند. ايشان بيان داشتند كه انتخاب الگوريتم مناسب براي رسيدن به اين هدف، به شرايط زميني، تراكم ستون هاي ريزگرد، وجود ابر در تصوير ماهواره اي، موقعيت جغرافيايي و زمان برداشت تصوير بستگي دارد. ميرحسني و همكاران(۱۳۹۷)، بررسي تأثير كاربري اراضي بر غلظت گرد و غبار و ميزان هدررفت خاك در مناطق بياباني را در عين خوش دهلران، ايلام مورد بررسی قرار دادند. با توجه به نتايج همبستگي و مؤلفه هاي Pc_1 كه تأثير كنترلي بيشتري بر فرسايش بادي دارد مي توان نتيجه گرفت مهمترين عواملي كه در توليد گرد و غبار و فرسايش پذيري بادي خاك تأثير دارند شامل رطوبت، بافت و ماده آلي خاك است و عواملي مانند نسبت جذب سديم، شوري، تخلخل، منيزيم و آهك نيز اهميت كمتري دارد. بكائيان و همكاران(۱۳۹۹)، پايش روند تغييرات كاربری اراضی را با تاكيد بر توسعه فيزيكی شهر تهران انجام دادند. نتايج پردازش و طبقه بندی تصاوير نشان داد كه اراضی شهری به طور پيوسته با رشد همراه بوده و اراضی بايرنيز در مقياس بسيار كم و آرام، در حال افزايش است. همچنين اراضی مرتعی در يک دهه گذشته با كاهش همراه بوده است. در حالی كه اراضی كشاورزی عليرغم كاهش نسبت به سال ۱۹۸۸ از سال ۲۰۰۰ روند افزايشی را نشان داد. در منابع بررسي شده اثرات ريزگردها بر پوشش گياهي و همچنين قابليت هاي تصاوير ماهواره اي بر شناخت پوشش گياهي بحث گرديده است. در بررسی منابع به ارزيابی تغييرات كاربری اراضی و تاثير آن بر افزايش يا كاهش ريزگردها پرداخته نشده است. هدف از انجام پژوهش حاضر پايش تغييرات كاربری اراضی به علت ريزگردها در سه دهه گذشته با استفاده از تكنيک سنجش از دور و مدل CA ماركوف در شهر اهواز است. با توجه به اينكه مسئله ريزگردها معضل جهانی است و شهر اهواز در سال های اخير توسط سازمان بهداشت جهانی آلوده ترين شهر جهان شناخته شده است لذا انجام تحقيقات اين چنين در مقياس‌های مختلف می‌تواند در مديريت شهر اهواز در آينده كارساز باشد.

۱۳- Luvall

۱٤- Prachi & Pravin

مبانی نظری

تاب آوری اکولوژیکی (زیست محیطی)

مفهوم تاب آوری توسط هالینگ در ۱۹۷۳ در زمینه اکولوژی ارائه شد(فرزاد بهتاش و همکاران،۱۳۹۲:۳٤). به طور کلی تاکنون تعریف مشترک پذیرفته شده ای از تاب آوری ارائه نشده است (کلین، ۲۰۰۳: ۳۹). با این حال توافق جامعی به لحاظ مفهومی روي این موضوع وجود دارد. به نظر آلبرتی و همکاران ، تاب آوری عبارت است از درجه ای 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 و همکاران، ۲۰۰۳: ۸۳). تاب آوری رویکردی چند وجهی است و از ابعاد آن می توان به تاب آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی و اکولوژیکی اشاره کرد. منظور از تاب اوری 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 عادلی، ۱۳۹٤:۷۵). به زعم ادگر (۲۰۰۰) تأکید تمامی تعاریف اکولوژیک 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 می باشد (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰:۲۲).

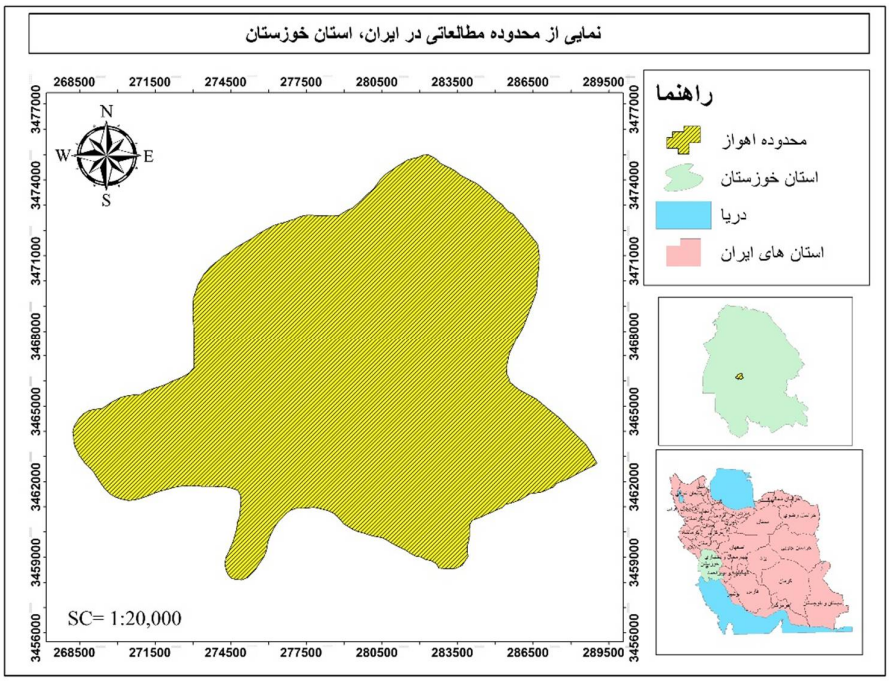
پیوستگی اکولوژیک

پیوستگی اکولوژیک یک ویژگی ساختاري سیماي سرزمین است که عموماً به عنوان درجه اي تعریف می شود که سیماي سرزمین قادر است حرکت جانوران در بین زیستگاه هایشان را تسهیل کند (شفیعی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). هر چه پیوستگی در یک سرزمین بیشتر باشد، جمعیت ها یا لکه های جدا شده و منزوی امکان بقاء بیشتری می یابند. تاکنون روشهاي متعددي در جهت مطالعه، بررسی و اندازه گیري 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 سنجه هاي سیماي سرزمین از جمله این روشها هستند (مسعودی، ۱۳۹۷). یکی از روشهاي متداول براي بررسی و اندازه گیري پیوستگی اکولوژیکی، استفاده از سنجه هاي سیماي سرزمین است (شفیعی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). که در این پژوهش از این سنجه ها (سنجه MNN) استفاده شده است.در شهر اهواز تاکنون تحقیقی در رابطه با ارزیابی پیوستگی اکولوژیکی و ارتقای تاب آوری زیست محیطی صورت نگرفته است ولی تحقیقات زیادی تقریبا مشابه با این موضوع در عرصه های داخلی و خارجی انجام شده است که در ذیل به

چند مورد از آنها اشاره شده است. 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 رسیده اند که سیمای سرزمین شهر تبریز به مرور ریز دانه شده و با کاهش پیوستگی، از هم گسیخته تر شده است. صادقی بنیس(۱۳۹٤)، 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. پریور و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله ای با عنوان"ساختار اکولوژیك سیماي سرزمین شهر تهران براي تدوین راهکارهاي ارتقاي کیفیت محیط زیست" به این نتیجه رسیده اند که عناصر ساختاري اکولوژیکي در شهر تهران، از بین رفته اند، و یا در حال نابودي هستند. ژانگ (۲۰۱۷)، 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 داده ها قبل و بعد از راهرو ساخته شده؛ حاکی از این است که با توسعه کریدورهای پیشنهادی، سطح اندازه گیری شده متریکهای اتصال بهبود می یابد. 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 اهواز

محدوده مطالعاتی پژوهش شهر اهواز می باشد که کی از کلان‌شهرهای ایران است، که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد و از سال ۱۳۰۳ تاکنون به‌عنوان مرکز استان خوزستان شناخته می‌شود. جمعیّت این شهر طبق سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ حدود ۱,۱۸۴,۷۸۸ نفر می‌باشد. که به‌عنوان هفتمین شهر پرجمعیت ایران به‌شمار می‌آید. شهر اهواز با مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار، به عنوان یکی از شهرهای وسیع ایران (چهارمین شهر بزرگ ایران)، محسوب می‌شود(مرکز آمار ایران،۱۳۹۵).



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

داده ها و روش تحقیق

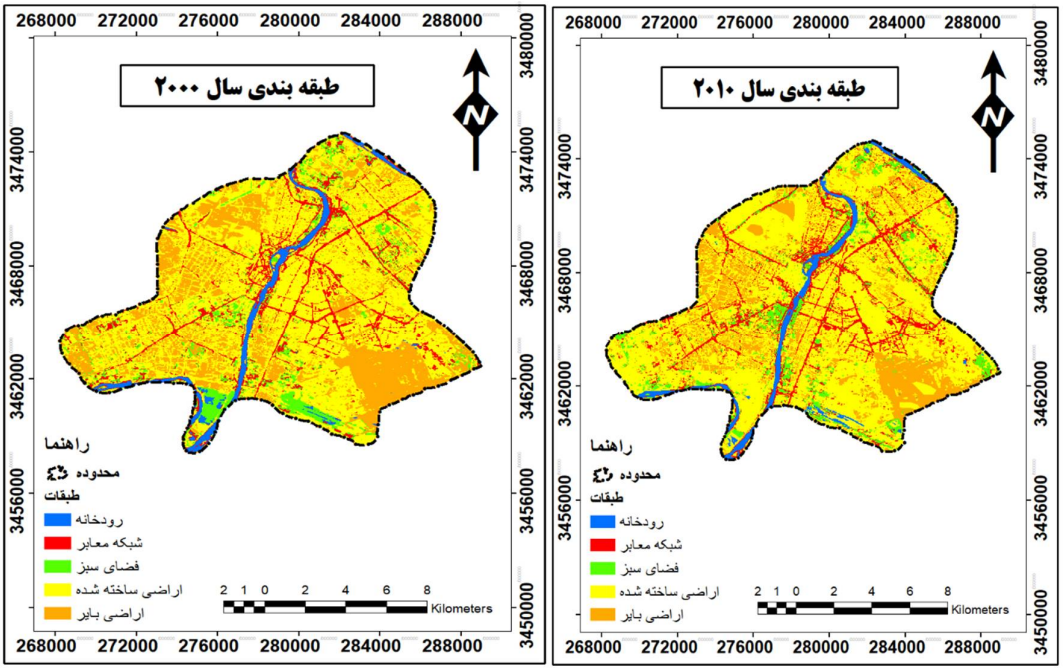
با توجه به اینکه روش تحقیق این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی است. در تجزیه وتحلیل داده ها از قابلیت های تکنولوژی سنجش از دور (RS) به منظور تهیه کاربری اراضی و بررسي تغییرات ساختار اکولوژیک شهر در طي دوره های زماني مورد نظر، و از سیستم اطلاعات جغرافیایي (GIS) برای کمي کردن متریک 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 تاب آوری زیست محیطی شهر استفاده شده است. به طور کلی جهت شناسایي و ایجاد نقشه هاي کاربري اراضي و با هدف بررسي عناصر ساختار اکولوژیک سیماي سرزمین ، از تصاویر سنجنده هاي TM و OLI ماهواره لندست ٥ و ٨ مربوط به ماه ژوئن در دو مقطع زماني (سالهاي ١٩٨٦و ٢٠٢٠) بر گرفته از سایت زمین شناسي آمریکا (USGS) استفاده شده است. جهت تصحیح هندسي، ترکیب باندها، پردازش و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از نرم افزار ENVI ، 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 اهواز از نرم افزار Google Earth Professional ، جهت اندازه

گیری متریک پیوستگی سیمای سرزمین (MNN) از نرم افزار Fragstats، جهت تهیه نقشه ها وداده های سایر نرم افزارها، از نرم افزارهای Arc Gis و Arcview استفاده شده است.

یافته ها و بحث

تهیه نقشه پوشش اراضی و ارزیابی تغییرات

در این بخش از تحقیق، تهیه نقشه کاربری اراضي شهر ، با استفاده از تصاویر سنجنده هاي TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به ماه ژوئن در دو مقطع زمانی ۱۹۸۶و ۲۰۲۰ ، تحت الگوریتم حداکثر احتمال و به روش طبقه بندی نظارت شده در نرم افزار Envi صورت پذیرفت و به این ترتیب نقشه های کاربری مربوط به سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۲۰ در چهار کلاس : اراضي ساخته شده، بایر، اراضی زراعی و باغات و فضاهای سبز به دست آمد (شکل ۲ و ۳).



شکل۲. نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۶ (یافته های تحقیق)

شکل۳. نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ (یافته های تحقیق)

همانطور که در جدول(۱) مشاهده می گردد، کاربری زراعی، باغات و فضاهای و اراضی‌بایر در طی ۳۴ سال اخیر به ترتیب ۵۲، ۳۱ و ۴۱ درصد کاهش‌پیدا 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 وسازها 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 ۱۹۸٦ ، در حدود ۸ هکتار (۳ درصد) به کاربری فضای سبز، ۳٦ هکنار (۱۱ درصد) به کاربری بایر، ۱۲۲ هکنار (۳۸ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است. علاوه بر این از کل مساحت ۲۱۱ هکتاری کاربری فضای سبز سال ۱۹۸٦ ، در حدود ۱۳ هکتار (٦/۲ درصد) به کاربری زراعی،۱۲ هکنار (٥/۷ درصد) به کاربری بایر،٤۱ هکنار (۱۹ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است. همچنین از کل مساحت ۲۱۲ هکتاری کاربری اراضی بایر سال ۱۹۸٦ ، در حدود ۲/٥ هکتار (۱/۲ درصد) به کاربری زراعی، ۳/٥ هکنار (۲ درصد) به کاربری فضای سبز، ۸۰ هکنار (۳۸ درصد) به کاربری ساخت و ساز تغییر یافته است.

جدول۱. مساحت، درصد اشغال و میزان تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه.

نوع کاربری	سال ۱۹۸٦		سال ۲۰۲۰		تغییرات بین	
	مساحت به	درصد اشغال	مساحت به	درصد اشغال	هکتار	درصد کاهش
زراعی	۳۱۸	۲٥/۹	۱٥۲	۱۲/٦	-۱٦٦	-٥۲
باغات	۲۱۱	۱۷/٦	۱٤٥	۱۲	-٦٦	-۳۱
بایر	۲۱۲	۱۷/۹	۱۲٦	۱۰/٤	-۸٦	-٤۱
ساخت و	٤۷۰	۳۸/٥	۷۸۸	٦٥	+۳۱۸	+٦۸
مجموع	۱۲۱۱	۱۰۰	۱۲۱۱	۱۰۰	_	_

ماخذ: (یافته های تحقیق)

تحلیل روند تغییرات پیوستگی اکولوژیکی ۳٤ ساله (۱۹۸٦-۲۰۲۰)

روش های ارزیابی پیوستگی به طور کلی تحت سه گروه عمده شامل روشهای تجربی، مدل ساختاری و مدل عملکردی دسته بندی می شوند(پودات و همکاران، ۱۳۹۳). در این تحقیق از تحلیل مدل ساختاری جهت ارتقای پیوستگی اکولوژیکی شهر اهواز استفاده شده است. از جمله مهمترین مدل هایی که پیوستگی ساختاری را اندازه گیری می کند، مدل موزائیکی (لکه، کریدور و ماتریس) می باشد که در ادامه تحقیق مورد بحث قرار می گیرد. یکی از مهمترین متریک هایی که می توان با استفاده از آن میزان پیوستگی اکولوژیکی سرزمین را اندازه گیری کرد، شاخص میانگین فواصل نزدیکترین همسایه (MNN) لکه ها می باشد. این متریک به اقتضای تناسب با مدل انتخابی (مدل موزاییکی) در راستای بررسی ساختار اکولوژی سیمای سرزمین انتخاب شده است. در واقع متریک MNN (میانگین فواصل نزدیکترین همسایه) متوسط فاصله ۲ لکة مشابه را محاسبه مي کند و واحد آن متر است.در همین راستا لایه لکه های سبز (اراضی زراعی، باغات و فضای سبز شهری) که به عنوان منابع مهم اکولوژیکی شهر محسوب می شوند با فرمت رستر وارد نرم افزار Fragstats گردید و مقادیر شاخص MNN در سطح کلاس این طبقه از کاربریهای شهر اهواز اندازه

گیری شده است. به طور کلی بررسي وضعیت متریك MNN انواع کاربریها در اهواز با توجه به شکل شمارة (٤) گویای این واقعیت است که در سال ١٩٨٦، 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 ٧٤/٧٤ متر در سال ١٩٨٦ به رقم ١٢٢/٧٢ متر در سال ٢٠٢٠ 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 ٨٢/٧٢ در سال ١٩٨٦ به عدد ٧٥/١٣ در سال ٢٠٢٠ کاهش پیدا کرده است.

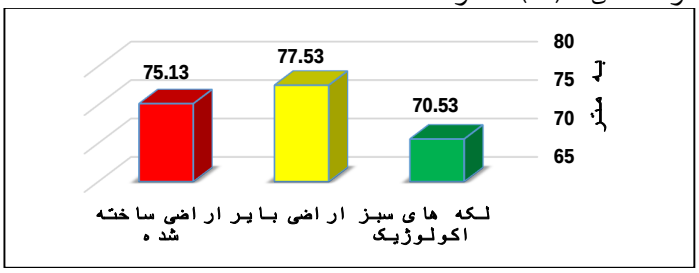
جدول(٢). مقادیر متریک MNN پوشش اراضی شهر اهواز طی روند ٣٤ ساله (١٩٨٦-٢٠٢٠).

نام و نوع سنجه	سال	اراضی زراعی	باغات و فضای	اراضی بایر	اراضی ساخته
MNN از نوع توزیع	١٩٨٦	٧٤/٧٤	٨٧/٠٢	٧٢/٥٠	٨٢/٧٢
	٢٠٢٠	١٢٢/٧٢	٩٦/٧٤	٧٧/٥٣	٧٥/١٣
	تغییرات	٦٤/٢	١١/٢	٦/٩	-٩/٢
	تغییرات	٤٨	٩/٧	٥	-٧/٦
	روند تغییرات	افزایشی	افزایشی	افزایشی	کاهشی

(ماخذ: یافته های تحقیق ، ١٤٠٠)

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

در این قسمت از تحقیق با استفاده از تحلیل متریک MNN در محیط نرم افزار fragstats ، به ارزیابی میزان پیوستگی وضع موجود (سال ٢٠٢٠) لکه های سبز اکولوژیک (لکه های زراعی و باغات و فضای سبز شهری) شهر پرداخته و نتایج آن در شکل (٤) ارائه شده است.



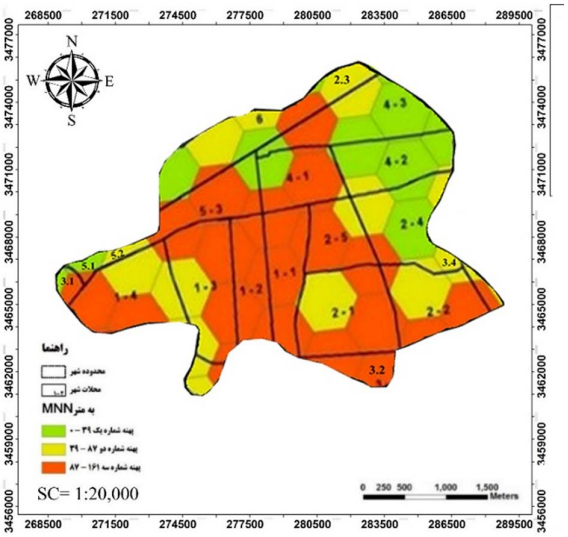
شکل(٤). نمودار مقادیر متریک MNN بر اساس وضع موجود (٢٠٢٠) پوشش اراضی شهر اهواز.

همچنین پس از بررسی وضعیت پیوستگی اکولوژیکی کل محدوده شهر، در ادامه تحقیق اقدام به تهیه نقشه پهنه

بندی از وضعیت میزان پیوستگی لکه های سبز اکولوژیکی نقاط مختلف شهر گردید.

پهنه بندی 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 نرم افزار Arc GIS و تقسیم محدوده مورد مطالعه به ۸۶ شش ضلعی ۲۰ هکتاری، پهنه بندی و توزیع جغرافیایی این سنجه صورت پذیرفت، تا در نهایت پس از تحلیل فضایی پهنه های مختلف شهر ، اقدامات و راهکارهای اصلاحی جهت افزایش میزان پیوستگی و ارتقای تاب آوری زیست محیطی ارائه گردد (شکل ۵).



شکل(۵). نقشه پهنه بندی متریک MNN از وضع موجود منابع اکولوژیکی (لکه های سبز زراعی و باغات و فضای سبز شهری) (ماخذ: یافته های تحقیق ، ۱۴۰۰)

جدول (۳) مشخصات وسعت ، میزان MNN وضع موجود (۲۰۲۰) لکه های سبز اکولوژیک به تفکیک پهنه ها.

نام پهنه	مساحت کل به هکتار	درصد اشغال	لکه های سبز (زراعی، باغات و فضای سبز شهری)				
			مساحت	درصد اشغال	تعداد لکه	مقدار متریک	مقدار حداقل
پهنه ۱	۳۴۰	۲۸	۱۸۴	۵۴	۱۰۷	۱۷	۰ تا ۳۹
پهنه	۳۶۵	۳۰	۷۵	۲۰	۹۸	۶۳	۳۹ تا
پهنه	۵۰۶	۴۲	۳۸	۷	۸۹	۱۲۰	۸۷ تا
کل شهر	۱۲۱۱	۱۰۰	۲۹۷	۲۴	۲۹۴	۷۱	۰ تا ۱۶۱

(ماخذ: یافته های تحقیق ، ۱۴۰۰)

در ادامه به تحلیل پیوستگی لکه های سبز (لکه های سبز زراعی و باغات و فضای سبز شهری) هر یک از این پهنه ها می پردازیم:

پهنه شماره ۱: این پهنه تقریبا بصورت کمربندی در بخشهای شرقی،شمالی و غربی شهر اهواز قرار دارند و پوشش گیاهی آن غالبا، زمینهای زراعی است که در حدود۳٦ درصد پهنه و همچنین باغات شخصی و فضای سبز شهری را در حدود ۱۸ درصد پهنه شامل پمی شود. تعداد لکه های سبز در این پهنه ۱۲۹ لکه و متوسط تعداد لکه ها نیز در کل پهنه ٤ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۱۸٤ و ٥ هکتار می باشد. متریک میانگین متوسط فاصله دو لکه مشابه (MNN) نیز کمترین میزان را نسبت به دیگر پهنه ها 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 پهنه ها دارا است.

پهنه شماره ۲: در واقع توزیع پهنه ها از سیر تاریخی گسترش شهر پیروی می نماید بدین صورت که هر چه از هسته اولیه شهر دورتر می شویم وضعیت پیوستگی پوشش گیاهی شهر بهتر می شود و این دلیل روشنی است از اجرای طرح های 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 غالبا از باغات پراکنده و پارکها و فضاهای سبز شهری است. مجموع تعداد لکه های سبز در این پهنه ۱٤۰ لکه و متوسط تعداد لکه ها نیز در کل پهنه ٥ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۷۵ و ۳/٥ هکتار است. متریک میانگین متوسط فاصله دو لکه مشابه (MNN) نیز نسبت به پهنه شماره یک، مقدار بیشتری را نشان می دهد 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 ۱٦۱ متر را نشان می دهد 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 و به طور کلی از لحاظ زیست محیطی وضعیت مناسبی را دارا نمی باشد.

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

به طور کلی نظریه ها و مدلهای زیادی درخصوص تحلیل اکولوژیکی سیمای سرزمین و همچنین احیاء و بهبود سیمای تخریب شده سرزمین توسط اندیشمندان علم اکولوژی ارائه شده است که برخی از این نظریه ها و مدلها عبارتد از: تئوری

منبع جاذب، نظریه دانه بندی لکه ها و شبکه های ساختار سیمای سرزمین، نظریه تخریب و خرد شدن لکه ها، تئوری انتشار، نظریه پویایی و پایداری سیمای سرزمین، تئوری سلسله مراتب، تئوری لکه - کریدور – ماتریس و تئوری گراف (زبردست و همکاران، ۱۳۹٤: ٤٥). در این تحقیق از تئوری "لکه، کریدور و ماتریس (مدل موزائیکی)" 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 این تئوری یکی از مهمترین تئوریهای موجود در اکولوژی سیمای سرزمین و پایه و اساس تحلیلهای الگوهای فضایی میباشد(لیدینگ و همکاران، ۲۰۰۸: ٥۲٥). بر اساس این تئوری، موزائیک های سیمای سرزمین، از سه عنصر فضایی لکه، کریدور و ماتریس تشکیل شده و این اجزاء عناصر اصلی فضایی تمام الگوهای موجود در سرزمین می باشند که ممکن است منشأ طبیعی یا انسانی داشته باشند. این عناصر فضایی در تحلیل الگوهای اکوسیستم ها، اجتماعات، مراحل توالی و کاربریهای اراضی مورد استفاده قرار میگیرند. این مدل برای درک صحیح الگوها و اصول اکولوژی سیمای سرزمین بسیار مناسب و راه گشا می باشد(فورمن، ۱۹۹٥: ۱۳۷). بنابراین در ادامه بحث با توجه به موضوع تحقیق، جهت فهم و شناسایی عناصر ساختار شبکه اکولوژیک شهر ، لایه های اطلاعاتی مصنوع و طبیعی، شامل: نقشه های هیدرولوژیکی، پوشش گیاهی و فضای سبز و شبکه دسترسی برای شناخت لکه ها و کریدورهای طبیعی و مصنوع ، استخراج، تحلیل و در نهایت آسیب شناسی شده اند.

لکه های طبیعی و مصنوع

در خصوص لکه های طبیعی محدوده مورد مطالعه می توان گفت این لکه ها 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 لکه های منفرد قابل مشاهده است. البته قابل ذکر است هرچند لکه های سبز طبیعی خارج از محدوده جنوبی شهر در بافت شهر قرار نگرفته اند ولی به عنوان یک عنصر مهم اکولوژیکی نقش ارزنده ای را در پیوستگی اکولوژیکی شهر ، تعدیل دما، کاهش آلودگی و تحرک موجودات زنده ایفا می نماید.

لکه های مصنوعی موجود در شهر را می توان از اراضی زراعی بخشهای حاشیه ای شهر (شمال، شمال شرق و غرب) ، اراضی بایر و فضاهای سبز مانند پارک های شهری و دیگر قطعات گیاهکاری شده و باغات شخصی نام برد . با توجه به شکل(٦) بزرگترین لکه های مصنوعی در شهر مربوط به اراضی زراعی است که در واقع وسعت بیشتری را نسبت به لکه های

دیگر دارا می باشد. 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 اهواز 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 روئیت است. از دیگر لکه هایی که توسط جمعیت شهری تغییر حالت یافته می توان از اراضی بایر نام برد که غالبا 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.

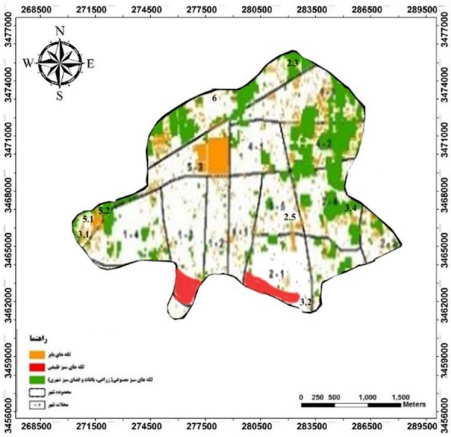
- کریدورهای طبیعی و مصنوع

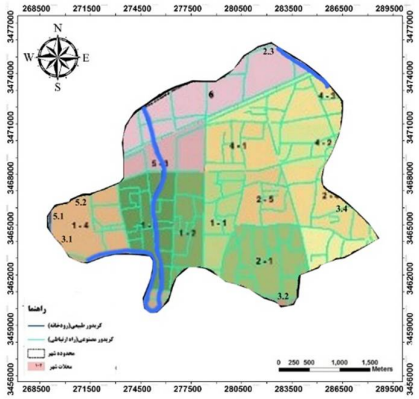
به طور کلی ۲ رودخانه اصلی (بز پل و برزو) و ۳ رودخانه فرعی (شرقی،بهپاک و زیروان) به همراه فضاهای سبز خطی در برخی از نقاط حاشیه آنها، که از حوضه آبخیز بالا دست شهر اهواز آبگیری شده و با عبور از بافت شهر به منطقه پائین دست و در نهایت به خلیج گرگان وارد می شوند، کریدورهای طبیعی شبکه اکولوژیک شهر اهواز را 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). در واقع این دو کریدور به عنوان عنصر اکولوژیکی مهم ایجاد کننده میکروکلیما و انتقال دهنده جریانهای هوا و آب و همچنین عنصر منظرساز طبیعی در شهر عمل می کنند. همانطوری که شکل (۷) 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 (۷) 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 خیابا نها و مسیرها به همراه کاشت ردیفی حاشیه آنهاست. الگوی غالب این کریدورها خصوصا 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 اهواز

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 وسازها و همچنین انقطاع و گسستگی کریدورهای طبیعی بوسیله کریدورهای مصنوعی، تکه تکه و از هم گسیخته شده اند و در نهایت هاس تنوع زیستی در سیمای سرزمین شهر اهواز را سبب گشته است.

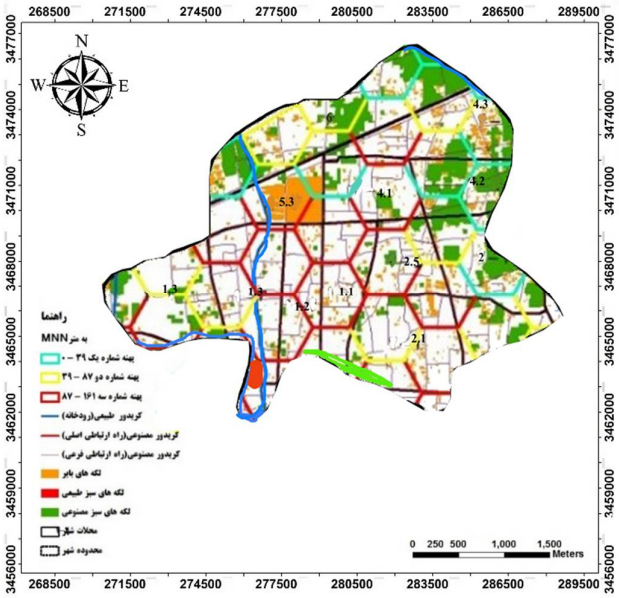




شکل۶. لکه هاي طبیعی و مصنوع موجود. **شکل ۷. کریدورهای طبیعی و مصنوع موجود. ماخذ: (یافته های تحقیق)**

همپوشانی لکه ها ، کریدورها و پهنه های حاصل از تحلیل متریک MNN

پس از ارزیابی وضع موجود عناصر ساختار اکولوژیک شهر (لکه ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی)، در ادامه این عناصر ساختاری طبق شکل (۸) روی هم گذاری شد و در نهایت نیز این لایه ها با نقشه توزیع فضایی سنجه MNN لکه های سبز اکولوژیکی در محیط نرم افزار Arc GIS با هم ترکیب و همپوشانی شده است.



شکل(۸). رویهم گذاری لکه ها و کریدورهای طبیعی و مصنوع موجود بر روی پهنه های حاصل از متریک MNN

آسیب شناسی و تحلیل پهنه های حاصل از همپوشانی لایه ها

پهنه شماره ۱: مساحت این پهنه ۳٤۰ هکتار است و ۲۸ درصد کل مساحت شهر اهواز را در بر می گیرد. پوشش گیاهی آن غالبا، زمینهای زراعی است که در حدود۳٦ درصد پهنه و همچنین باغات شخصی و فضای سبز شهری را در حدود ۱۸ درصد پهنه شامل می شود. تعداد لکه های سبز در این پهنه ۱۲۹ لکه و متوسط تعداد لکه ها نیز در کل پهنه ٤ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۱۸٤ و ٥ هکتار می باشد. با توجه به اینکه ٥٤ درصد از وسعت این پهنه را پوشش گیاهی (لکه های 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 می دهد. در واقع در این پهنه اندازه لکه های پوشش گیاهی بزرگتر بوده و به هم نزدیکتر و پیوسته تر هستند. شایان ذکر است در این پهنه به سبب قرار گرفتن تعداد زیادی از لکه های بایر می تواند 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 ۳٥ درصد کل پهنه) در این بخش واقع شده اند 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، بنابر این، بهسازی اکولوژیکی آسانتر و کم هزینه تر خواهد بود.

پهنه شماره ۲: پهنه شماره ۲ نیز بصورت کمربندی مابین پهنه شماره ۱ و ۳ قرار گرفته است. در واقع توزیع پهنه ها از سیر تاریخی گسترش شهر پیروی می نماید بدین صورت که هر چه از هسته اولیه شهر دورتر می شویم وضعیت پیوستگی پوشش گیاهی شهر بهتر می شود و این دلیل روشنی است از اجرای طرح های 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. این پهنه با مساحت ۳٦٥ 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 ۷٥ هکتار و غالبا از باغات پراکنده و پارکها و فضاهای سبز شهری است. مجموع تعداد لکه های سبز در این پهنه ۱٤۰ لکه و متوسط تعداد لکه ها نیز در کل پهنه ٥ لکه است، و همچنین مساحت کل و متوسط مساحت لکه های سبز نیز در این پهنه به ترتیب ۷٥ و ۳/٥ هکتار است. به طور کلی این پهنه از لحاظ توزیع جغرافیایی پراکنش بیشتری دارد و تعداد لکه های سبز اکولوژیک نسبت به پهنه اول بیشتر بوده، ولی ریزدانه تر و دارای فاصله بیشتری نسبت به یکدیگر هستند و متریک MNN عدد بین ۳۹ تا ۸۷ را نشان می دهد 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 می نماید.

پهنه شماره ۳: چنانچه شکل (۸) نشان می دهد، قسمت اعظم این پهنه در بخش مرکزی شهر واقع شده است و در کل ٤۲ درصد وسعت شهر، برابر با ٥۰٦ 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 لکه های سبز نیز در این پهنه وسعت چندانی ندارند و تنها ۷ درصد پهنه معادل ۳۸ هکتار را شامل می شوند. این پهنه از لحاظ پیوستگی پوشش گیاهی و فضای سبز شهری نامطلوب است به طوری که شاخص MNN عدد ۸۷ تا ۱٦۱ متر را نشان می دهد 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 و به طور کلی از لحاظ زیست محیطی وضعیت مناسبی را دارا نمی باشد. به طور کلی با توجه به اینکه ۸۳ درصد پهنه را لکه های ساخت و ساز تشکیل می دهد و از طرفی هم لکه های سبز به کمترین میزان خود می رسند(۷ درصد پهنه) بهسازی شبکه اکولوژیک 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 ٦٦۲، ۱۹٦۰ و ۱۷٤۰ متر می باشد. در این پهنه تکه تکه شدن الگوی طبیعی

بستر شامل الگوی رودخانه به دلیل تداخل با الگوی مداری شبکه دسترسی به وضوح دیده می شود. به طور کلی در این پهنه به سبب وجود تراکم لکه های 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 نمی باشد. بنابر این 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 اکولوژیک سبز پیرامونی و همچنین تبدیل کاربریهای صنعتی مستقر در این پهنه باید در برنامه های بلند مدت طرح های شهری قرار گیرد.

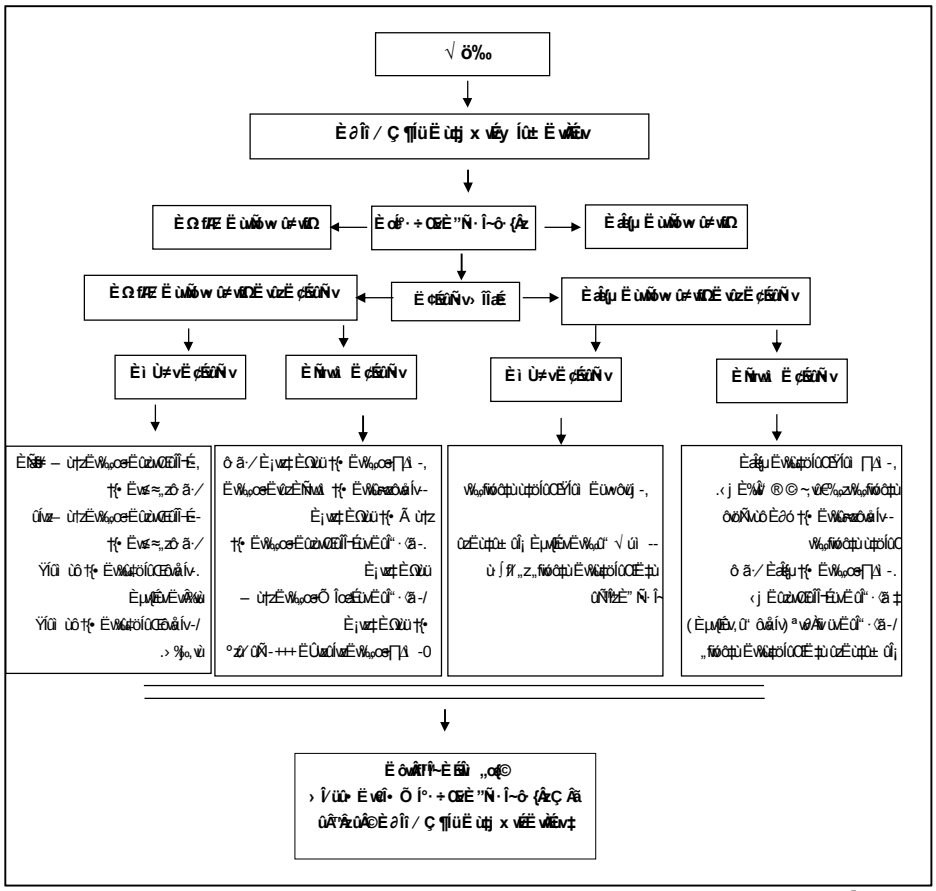
نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، توسعه بی رویه و غیر اصولی و رشد پر شتاب شهرها، سازمان سنتی آن ها را در هم شکسته است، در واقع گسترش شهرنشینی از یک سو و افزایش جمعیت و تغییر شیوه های معیشتی از سوی دیگر، موجب توسعه نامتوازن شهر و کاهش سطوح باغ ها، مزارع و فضاهای سبز شهری و کاهش چشمگیر منابع و ذخائر اکولوژیک سبز شهر اهواز و در نهایت کاهش تاب آوری زیست محیطی آن شده است. تخریب و تحول شبکه های اکولوژیکی و تکه تکه شدن لکه های سبز، کاهش ارتباطات زیستی و اکولوژیکی، کاهش تنوع زیستی گیاهی و جانوری و به طور کلی تغییر در چشم انداز اکولوژیکی-اجتماعی شهر اهواز از مواردی است که باعث شکل گیری مسئله تحقیق در ذهن محقق گردید. در همین راستا، به کارگیری رهیافتی مناسب که بتواند نسبتا سریع، با دقت مناسب و با استفاده از اطلاعات گذشته سرزمین به مطالعه روند و الگوی گسترش شهر و اثرات آن بر سیمای سرزمین بپردازد از اهمیت زیادی برخوردار است. پایش و پیش بینی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین در اثر گسترش شهری در طی زمان با استفاده از تصاویر ماهواره ای، مدل سازی مکانی در محیط سامانه های اطلاعات جغرافیایی و بهره گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین و متریک های 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 اهواز در راستای ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی در نظر گرفته شده است، تا از منظر علمی و با استفاده از علم سنجش ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و بهره گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین، متریک های 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 بررسي متريك هاي پيوستگی سیمای سرزمین (MNN) شهر اهواز حاکی از آن است که

افزایش جمعیت شهری و به دنبال آن، اجرای طرح های توسعه شهری و ساخت و سازهای بی برنامه در شهر اهواز پیوند اکولوژیک بین زیستگاه ها و لکه های 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 شکل (٤) نشان داده شده، میزان پیوستگی اکولوژیکی لکه های زراعی در ٣٤ سال گذشته در حدود ٤٨ متر، باغات و فضای سبز حدود ١٠ متر کاهش یافته و فواصل بین لکه های مشابه اکولوژیکی زیاد تر شده است.

جمع بندی و ارائه الگوی پیشنهادی تحقیق

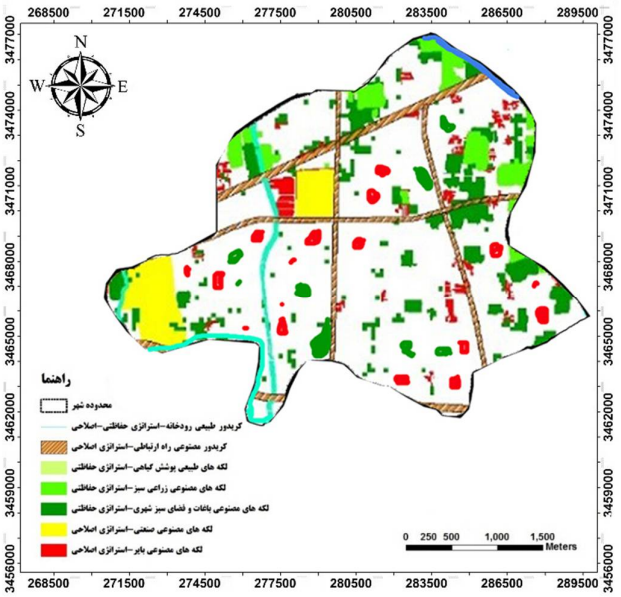
توسعه شهري به همراه افزايش جمعيت امري اجتناب ناپذير است اما اين توسعه مي بايست هم راستا با حفظ و ارتقاء كيفيت محيط زيست شهري باشد. اين امر ممكن نيست، مگر توسعه اي كه برگرفته از دانش اكولوژي با رويكردهايي نظير سيماي سرزمين و تاب آوري زيست محيطی و پايداري باشد(اميدپور و همكاران، ١٣٩٩:٢٢). در این پژوهش، که با هدف بهبود پیوستگی اکولوژیک شهر اهواز و ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی آن از طریق تبیین ساختار عناصر اکولوژیک سیمای سرزمین و در نهایت اصلاح این عناصر ساختاری با بهره گیری 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 جریان ها و فرایندهای طبیعی برای دستیابی به محیط زیستی پایدار تاکید می شود. جهت ایجاد چنین پیوستگی اکولوژیکی در شهر اهواز 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 محدوده مورد مطالعه، کریدورهای طبیعی (رودخانه) و مصنوعی (راه های ارتباطی)، لکه های اکولوژیک سبز طبیعی و مصنوعی (اراضی زراعی و باغات و فضای سبز شهری) و همچنین لکه های بایر بزرگتر (بالای ٢٠٠٠ 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، لکه های اکولوژیکی ذکر شده از طریق کریدورهای رودخانه و راه های ارتباطی، به ماتریس طبیعی حریم شهر متصل شده و پیوستگی اکولوژیکی بسیار خوبی را منجر می شوند. شکل (٩) الگوی پیشنهادی تحقیق جهت بهبود پیوستگی اکولوژیک سیماي سرزمين و ارتقای تاب آوری زیست محیطی شهر اهواز را نشان می دهد.



شکل(۹) نمودار الگوی پیشنهادی تحقیق جهت بهبود پیوستگی اکولوژیک سیمای سرزمین و ارتقای تاب آوری زیست محیطی شهر اهواز. ماخذ(نگارنده، ۱۴۰۰).

به طور کلی در راستای رسیدن به اهداف این تحقیق به منظور ارتقای پیوستگی منظر و ضریب تاب آوری زیست محیطی شهر لازم است تا بر اساس سه پهنه حاصل از آنالیز پیوستگی متریک MNN و همچنین روی هم گذاری لایه های طبیعی و مصنوعی (لکه ها و کریدورها) بر روی این پهنه ها، برای هر پهنه راهکارهای حفاظتی، بهسازی و اصلاح به منظور بهبود پیوستگی اکولوژیکی و ارتقای ضریب تاب آوری زیست محیطی ارائه گردد، که در نهایت نیز منجر به شناسایی لکه ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی شامل لکه های زراعی، باغی، فضای سبز شهری، کاربریهای صنعتی مزاحم و آلاینده و اراضی بایر (لکه های بیش از ۲۰۰۰ متر مربع) وضع موجود محدوده مورد مطالعه جهت ایجاد شبکه حیاتی اکولوژیکی شد. (شکل ۱۰) در حقیقت این عناصر ساختاری اکولوژیک به جهت موقعیت توپولوژیک نقش مهمی در پیوستگی اکولوژیکی منظر شهر ایفا می نمایند و از لحاظ بوم شناسی بسیار ارزشمند هستند و در بلند مدت ارتقای تاب آوری زیست محیطی را به همراه خواهند

داشت. نقش این لکه ها و کریدورها به خصوص در بخش مرکزي شهر (پهنه شماره ۳)که داراي تراکم بالاي جمعیتی و مسکونی هستند و عملاً وجود زیستگاههاي بزرگ ممکن نیست مهمتر است. با شناسایی لکه هاي با ارزش، برنامه ریزي شهري باید به سمت حفاظت از آنها سوق داده شود تا بیشترین سود با حداقل هزینه ها در جهت حفاظت از لکه ها و کریدورهای با اهمیت به دست آید.



شکل۱۰. تصویر شبکه حیاتی کریدورها و لکه هاي طبیعی و مصنوعی پیشنهادی جهت بهبود پیوستگی سیماي سرزمین اهواز.
ماخذ: (یافته های تحقیق)

منابع

- امیدپور، مریم؛ سیاح نیا، رومینا؛ رضایی، یوسف، (۱۳۹۹). تأثیر روند رشد و توسعه شهري بر ساختار شبکه اکولوژیك با رویکرد تاب آوري و سیماي سرزمین (مورد مطالعه شهر همدان)، سنجش از دور و GIS ایران، سال دوازدهم، شماره دوم، صص ۳۲-۲۰.
- مختاری، زهرا؛ سیاح نیا، رومینا؛(۱۳۹۶). مبانی مطالعه و کمیسازی ساختار سیمای سرزمین؛ انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران.
- پورات، 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.
- محمدرضا فرزاد، بهتاش؛ کی نژاد، محمدعلی؛ پیربابایی، محمدتقی؛ عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز؛

نشریه هنرهای زیبا – معماری و شهرسازی؛ دوره ۱۸، شماره ۳؛ صص ۳۳-۴۲.
- طرح جامع اهواز(۱۳۷۹)، مهندسین مشاور زیستا، اداره کل مسکن و شهرسازي مازندران.
- پریور، پرستو، یاوری، احمد رضا، فریادی، شهرزاد، ستوده، احد، ۱۳۸۸، تحلیل ساختار اکولوژیك سیماي سرزمین شهر تهران براي تدوین راهکارهاي ارتقاي کیفیت محیط زیست، محیط شناسي، سال سي و پنجم، شمارة ۵۱ ، صص۵۶-۴۵.
- داداش پور، هاشم، عادلی، زینب(۱۳۹۴)، "سنجش ظرفیت های تاب آوری در مجموعه شهری قزوین"، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره هشتم، ، صص۸۴- ۷۳.
- 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 تاکید بر هتلها)و نقش آن در توسعه گردشگری (موطالعه موردی شهر اهواز)"، مجله علوم جغرافیای، شماره ۲۹، ص ۲۰۲.
- زبردست، لعبت؛ یاوری، 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.
- 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.
- 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، دورة۱۱ ، شمارة 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 انرژی های پاک درعمران، معماری و شهرسازی، ؛ تبریز- ایران.
- میرسنجری، میرمهرداد و محمدیاری، فاطمه(۱۳۹۶) " پایش تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از تحلیل گرادیان مطالعة موردی :شهرستان بهبهان،"، جغرافیا و پایداري محیط، شمارة 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.
- شفیعی نژاد ، سرور؛ پودات، فاطمه؛ فرخیان، فروزان، (۱۳۹۷)، ارزیابی پیوستگی اکولوژیک لکه هاي سبز شهري با استفاده از تئوري گراف، مطالعه موردي کلانشهر اهواز ، بوم شناسي کاربردي، سال هفتم ، شماره اول، ۲.
- Adger WN.(۲۰۰۰). Social and ecological resilience: are they related?. Progress in human geography. ۲٤(۳):۳٤۷-٦٤
- Byomkesh T; Nakagoshi N; Dewan AM. (۲۰۱۲). Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. Journal of Landscape and Ecological Engineering, ۸(۱):٤٥-٥۸.
- Li, H; Fernandez, S.J., Ganguly, A. (۲۰۱٤). Racial Geography, Economic Growth and Natural Disaster Resilience. Geography and Natural Disasters, ٤(۲), ۱-۱٥.
- Klein, R.G.N & Thomalla, F., (۲۰۰۳), Resilience to Natural Hazard: How Useful is this Concept, Environmental Hazards.
- Alberti M, Marzluff JM, Shulenberger E, Bradley G, Ryan C, Zumbrunnen C. (۲۰۰۳) Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. BioScience. ۱;٥۳(۱۲):۱۱٦۹-۷۹
- *Feng X, Xiu C, Bai L, Zhong Y, Wei Y. (۲۰۲۰).Comprehensive evaluation of urban resilience based on the perspective of landscape pattern: A case study of Shenyang city. Cities. ۱;۱۰٤:۱۰۲۷۲۲.*
- *Zhang, Zhenzhen. (۲۰۱۷).Enhancing Landscape Connectivity in Detroit through Multifunctional Green Corridor Modeling and Design. Master's thesis, in the University of Michigan.*
- Cook, E.A. ۲۰۰۲. **Landscape Structure Indices For assessing urban ecological networks.**Landscape and urban planning ٥۸, pp۲٦۹-۲۸۰
- *Forman, RT.T. (۱۹۹٥).Some general principles of Landscape and regional ecology. Journal of Landscape ecology. (۱۰) (۳),* ۱۳۳-۱٤۲.
- *Liding, C; Yang, L; Yihe, L; Xiaoming, F; Bojie, F; (۲۰۰۸), "pattern Analysis in Landscape Ecology: Process", Challenges and outlook,* ٥۲۱-٥۳۱.
- *Forman. R.T.T., Godron, M., (۱۹۸٦) .Landscape Ecology. Wiley, New York.*
- Wang Y, Li J, Fan Z, Wang X. Gis-based urban mosaic and its gradient analysis: a case study from Wuhu City, China. In۲۰۰۸ ۲nd International Conference on