محیط‌شناسی، دورهٔ ۴۲، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵، صفحهٔ ۱۳۳-۱۱۵

ارزیابی سناریوهای توسعه اتصال فضاهای اکولوژیک در شهر اهواز به‌منظور ارتقاء سطح خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی

آرمان خواجه برج سفیدی[1]*، منوچهر طبیبیان[2]، شیرین طغیانی[3]

۱ دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده هنر، معماری و شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، اصفهان، ایران.

۲. استاد دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. tabibian@ut.ac.ir

۳. استادیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر، معماری و شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، اصفهان، ایران toghyani.shirin@gmail.com .

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹٤/۳/٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹٤/۱۱/۲۰

چکیده

با گسترش شهرها، محیط طبیعی قطعه‌قطعه شده و با کاهش سطح اتصال فضاهای اکولوژیک، خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی نزول می‌یابد. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که عرصه مدیریت توسعه شهری و برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌توانند اثرات مهمی در حفظ و ارتقاء تنوع زیستی ایفا کند. از طرفی پیدایش و ماندگاری حیات یک گونه زیستی به عواملی متعددی در چارچوب نظام برنامه‌ریزی توسعه شهری و کاربری زمین وابسته است. همچنین فعالیت‌های برنامه ریزان، مدیران زمین و شهروندان، به اضمحلال و یا ارتقاء تنوع زیستی انجامیده است. در سالیان اخیر مدیران شهری، اکولوژیست های منظر، برنامه ریزان محیط برای حمایت از خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی بومی، ارتباط برنامه ریزی کاربری زمین را با ساختار اکوسیستم از طریق افزایش سطح اتصال فضاهای اکولوژیک را مدنظر قرار داده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ارتقاء ارتباط عملکردی و فضایی بین زیستگاه‌های مختلف طبیعی و نیمه‌طبیعی در درون و محیط بلافصل شهر به عنوان یک راهبرد پابرجا در نظام برنامه‌ریزی و طراحی شهری محسوب می‌گردد تحلیل سطح یکپارچگی در شهر اهواز، برتری سناریوی کریدور رودخانه را نسبت به کریدور خط راه‌آهن در عامل راهبردی افزایش ارتباط فضاهای اکولوژیک نشان می‌دهد.

کلیدواژه

تنوع زیستی شهری، خدمات اکوسیستم، سطح ارتباط اکولوژیک، برنامه‌ریزی کاربری زمین، اهواز.

۱. سرآغاز

بسیاری از شهرها در مناطق مهم اکولوژیک واقع‌شده‌اند (Dearborn&Kark,2009). در حال حاضر ۲۹ منطقه اکولوژیک از ۸۲۵ منطقه اکولوژیک جهان تحت توسعه شهری قرار دارد به نحوی که بیش از یک سوم این مناطق ساخته‌شده است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، ۱۵ منطقه اکولوژیک دیگر که دارای ۱۱۸ گونه مهره دار خاص و نادر است، در مساحتی معادل ۵٪ از کل منطقه ساخته خواهد شد(donald et al.2008). از طرفی دیگر بازتاب های شهرنشینی در جهان باعث گردید که به این پدیده از حیث ملاحظات زیست بوم، با دو نگاه کاملاً متضاد نگریسته شود به نحوی که در برابر اکوسیستم هم به عنوان یک چالش و هم یک فرصت مطرح گردد. از یک‌سو، شهرنشینی، اکوسیستم های طبیعی را از بین می برد

* نویسنده مسئول: Email:akbs.journal@gmail.com

و یا اینکه حداقل قطعه قطعه[1] می‌کند(Muller et al.2013)؛ گونه‌های غیربومی را ترویج داده، فرایندهای اکوسیستمی را تغییر و تنزل می‌دهد و درنهایت در رژیم‌های طبیعی اختلال ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، شهرنشینی می‌تواند فرصت های اجتماعی و اقتصادی، ارتباط مردم و طبیعت، فضاهای زیست‌محیطی منحصربه‌فرد و افزایش خدمات اکوسیستم را بر مبنای اصول برنامه ریزی و طراحی پایدار ایجاد کند (Dearborn&Kark,2009). در کنوانسیون تنوع زیستی[2] (CBD) سه نقش مهم برای شهرها تعریف گردید: حفظ کالا و خدمات اکوسیستم در شهرها و برای شهرها، حفاظت از تنوع زیستی در شهرها و شهرک ها و ترویج برنامه ریزی و طراحی پایدار در مقیاس های مختلف جهت به حداکثر رساندن خوداتکایی این محیط ها و پیشبرد سیاست‌گذاری آگاهانه و مؤثر جهت ایجاد فضای قابل زندگی نه تنها برای انسان، بلکه گیاهان و حیوانات در محیط های انسان ساخت. بر این اساس می‌توان گفت که تنوع زیستی شهری به کلیه جوامع گیاهی، جانوری و میکروارگانیسم‌های زنده که در شهر و اطراف شهر زندگی می‌کنند اشاره دارد و به تنوع حیات بر روی زمین نه تنها در سطح اکوسیستم، بلکه در سطح اجزاء اکوسیستم می‌پردازد.

نظریه‌پردازان شهری ازجمله برگس و هاوارد همواره در پی افزودن مزیت های روستانشینی و محیط طبیعی بر زندگی شهری بوده‌اند. هاوارد دستیابی به این هدف را در خارج از شهرهای موجود و در باغ شهرهای جدید دنبال نمود. درحالی‌که امروزه پردازش به مطالعات خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی در مقیاس های مختلف جهانی، ملی، منطقه ای، شهری-روستایی، سطح محله، طراحی بلوک و تفکیک زمین نقش مهمی در حفظ و ارتقاء تعادل اکولوژیک و دستیابی به سطحی پایدارتر از عملکرد خدمات عمومی مدیریت شهری داشته است. به دنبال توسعه الگوهای برآمده از مفهوم توسعه پایدار، که نوشهر گرایی، حوزه‌های پیاده، توسعه حمل‌ونقل محور، تحرک/جابجایی پایدار نمونه هایی از آن به شمار می‌آیند، مفهوم شهر و روستاهای اکولوژیک به عنوان ابزاری در راستای تحقق توسعه پایدار در سه حوزه مطرح گردید:

الف-به عنوان ابزاری برای بازطراحی ساختار اصلی سکونتگاه، افزایش تراکم حول مراکز، احیاء محیط طبیعی و مناظر کشاورزی در میان فضاهای ساخته‌شده در محیط های شهری (Viljoen et al. 2005).

ب-شهر شبکه‌ای: الگویی جدید برای باز توسعه مبتنی بر همکاری منطقه‌ای شهرهای هم‌جوار که منجر به شکل‌گیری مفهوم شهر شبکه‌ای و شبکه شهری گردید. در این الگو فضایی، اراضی مابین مراکز شهری به ماتریس های سبز و آبی اختصاص می‌یابد(Douglass, 1998).

ج- توسعه شهر توأمان با معماری منظر و برنامه‌ریزی اکوسیستم. به کارگیری ابزارهای طراحی معماری منظر در مقیاس شهری توسط جیمز کورنر و چارلز وادهایم در ایالات‌متحده و کریسینز در اروپا نقش عمده‌ای توسعه یافت. مطالعات خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی در شهرها در دو دهه اخیر موردتوجه قرارگرفته است (Güneralp et al.2013). اهمیت این موضوع در برنامه‌ریزی شهری باعث گردید که در شهرهای مهم جهان و ازجمله شهر فرانکفورت، این مطالعات در سه فاز مطالعات[3]، بازنمایی[4] و کنترل[5] به فرآیند برنامه کاربری زمین الحاق گردد. ارزیابی سیاست‌گذاری های اخیر به ویژه در حیطه فضاهای سبز درون شهری، کریدورهای سبز، کمربند سبز و ... نتایج مهم را در حفظ منابع ارزشمند اکوسیستم و حتی ارتقاء آن و درنتیجه حفظ تنوع زیستی در شهرها و اصلاح معیارهای برنامه‌ریزی کاربری زمین نشان داده است.

فضای سبز شهری به عنوان یکی از مهم‌ترین زیستگاه های شهری، چشم‌اندازی منحصربه‌فردی است که تنوعی از گیاهان و جانوران و نیز دسترسی مستقیم انسان به طبیعت را فراهم می کند. حفظ ارتباط شهروندان با طبیعت یک نیاز اساسی است و معیار مهمی برای کیفیت زندگی به شمار می‌رود. وجود خدمات اکوسیستم و تنوع

زیستی باکیفیت بالا در مناطق سبز شهری مزایای زیست‌محیطی، اقتصادی و روان‌شناختی متعددی را ارائه می‌دهد. با بررسی روند برنامه‌ریزی و توسعه و رواج بهترین شیوه مبتنی بر کمینه‌های خدمات اکوسیستم و توسعه شهری به عنوان دورویه به‌ظاهر متضاد و رقیب (Yu et al.2012)، می‌توان به فرآیندهای طبیعی و ارزش اقتصادی آن ها پی برد و به این ترتیب انتخاب بهینه ای را در سیاست گذاری توسعه فراهم آورد، انتخابی که عموماً در کشورهای مختلف به حفظ منابع اکوسیستم و تنوع زیستی انجامیده است.

۱. مسئله تحقیق

مطابق با چارچوب نظری و اهداف مطالعه، مسئله تحقیق به شرح زیر تدوین گردید: اول اینکه اکوسیستم به شهرها به‌طور عام و مدیریت شهری به‌طور خاص چه خدماتی ارائه می دهد و چه راهبردهایی در حفظ و ارتقاء این خدمات تاکنون بکار رفته است؟

دوم معیارهای اصلی و روش‌های تحلیل برنامه‌ریزی و طراحی توسعه شهری از حیث ملاحظات مربوط به خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی کدامند؟

سوم سطح اتصال فضاهای اکولوژیک در شهر اهواز چه روندی داشته و انتخاب استراتژیک جهت افزایش یکپارچگی این فضاها در شهر چه اولویتی را آشکار می‌سازد؟

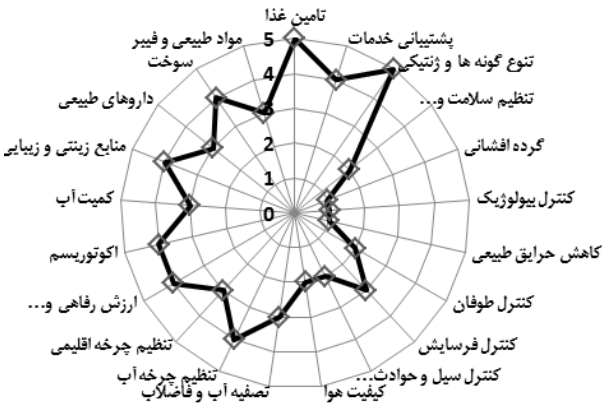
۲. خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی در محیط شهری

اکوسیستم درواقع شیوه توصیف عملکرد طبیعت است و ترکیبی پیچیده و پویا را از کلیه جوامع گیاهی، جانوری و میکروارگانیسم‌های زنده و تعامل درونی با اجزاء و محیط را شامل می‌گردد(Cowan,2007). مزایایی که انسان از طبیعت استخراج می‌کند به عنوان "خدمات اکوسیستم" شناخته‌شده است که آن‌ها را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد: تأمین خدمات[۶]، تنظیم خدمات[۷]، زیستگاه و حمایت از خدمات[۸] و خدمات فرهنگی[۹] (Kremen & Ostfeld, 2005). با شفاف نمودن درک ارزش این مزایا، برنامه ریزان و مدیران می‌توانند در راستای ایجاد یک شهر پایدار حرکت کنند.

خدمات اکوسیستم در محیط شهری از تنوع بسیاری برخوردار است (نمودار ۱) که امروزه از اطلاعات مربوط به برآورد منافع این خدمات به صورت‌های مالی به منظور تصمیم‌گیری در مدیریت شهری استفاده می‌شود[۱۰]. در دسته تنظیم خدمات، شهرها می‌توانند در تنظیم کیفیت هوا، حذف آلاینده‌ها و ذرات معلق، تصفیه فاضلاب (Breaux et al.1995)، کاهش دما از طریق توسعه فضاهای جنگلی و تناسب آن با توسعه شهری، ایجاد بستر لازم جهت افزایش احتمال گرده‌افشانی[۱۱] توسط گیاهان و پرندگان از طریق کریدورهای اکولوژیک و نیز افزایش کنترل بیولوژیکی به واسطه حفاظت از گروه‌های جانوری و میکروارگانیسم‌های طبیعی ایفای نقش کنند. به‌عنوان‌مثال به ازاء هر هکتار فضای جنگلی در پارک کاسینه در فلورانس ایتالیا، ۷۲,۴ کیلوگرم از آلاینده‌ها شامل O3، CO، SO2، NO2 و CO2 حذف گردید. در دسته زیستگاه و خدمات حمایتی، بر حفظ تنوع ژنتیکی، نوع و اندازه زیستگاه برای گروه‌های مختلف گیاهی و جانوری در شهرها تأکید شده است. تنوع ژنتیکی امکان توسعه محصولات تجاری و تولید آفت‌های طبیعی و نیز تصفیه طبیعی آب و فاضلاب را فراهم می‌آورد که این مهم به مراتب مقرون به‌صرفه‌تر از تکنولوژی‌های کارخانه‌ای گزارش‌شده است.

توسعه توریسم، تفریح و سلامت روانی و جسمانی، ارزش‌های زیبایی‌شناختی و حس مکان در دسته خدمات فرهنگی اکوسیستم قرار می‌گیرد. برآورد ارزش درآمدی بازدید از صخره‌های مرجانی در هاوایی ۹۷ میلیون دلار در سال اعلام شده است. در ایالات‌متحده ارزش پولی خدمات فضای سبز شهری از حیث سلامت و تفریح به میزان ۲۹۷۰۰ دلار در هر هکتار برآورد گردید. همچنین تنوع زیستی، اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازهای طبیعی منبع الهام‌بخش بسیاری از زمینه‌های هنر، فرهنگ و علم بوده است(Palmer&Finlay,2003). اکوسیستم‌های شهری

به‌طورمعمول بر پایه اثر بر تنوع زیستی، ارزیابی می‌گردند(Savard et al,2000). در واقع حفظ خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی در شهرها دارای فوایدی همسو برای دو پدیده ظاهراً غیرهمسوی طبیعت و توسعه انسان ساخت است که درنهایت به حفظ تعادل اکوسیستم شهر می‌انجامد.



نمودار ۱. نمایش اهمیت خدمات اکوسیستم

منبع:سایت ناتورا ۲۰۰۰ – مقیاس مقایسه ۰ تا ۵

۴. اثرات شهرنشینی بر خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی

مرزها، چشم‌انداز شهر و الگوهای مالکیت در طول زمان تغییر می‌کند و این تغییرات می‌تواند نه‌تنها به تغییر و تحول مناطق موجود و ارزش اکولوژیک آن ها بیانجامد بلکه بر توزیع و ماندگاری گونه ها نیز تأثیر بگذارد. مطالعات تنوع زیستی در مناطق شهری اغلب در فضاهای عمومی که معمولاً قابل‌دسترس است انجام‌شده است. با این حال، بیش از ۷۰٪ از زمین در مناطق شهری به مالکین خصوصی تعلق دارد و بر این اساس انتخاب پوشش گیاهی توسط مالکان خصوصی می‌تواند تنوع زیستی شهری را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد. دانشمندان اغلب در مطالعات مربوط به اکوسیستم به‌طور عام و تنوع زیستی به‌طور خاص، شهر را به عنوان یک منطقه همگن با توجه به عوامل محیطی و انسان‌ساز تلقی می‌کردند و برای کاربری‌های مختلف زمین در این مطالعات تفاوتی قائل نمی‌شدند، درحالی‌که عدم تجانس در استفاده از زمین به دلیل انواع و حجم متفاوت ساختمان‌های مختلف و زمینه‌های اجتماعی هر یک از کاربری‌ها، اثرات متفاوتی بر غنای زیستی بر جای می‌گذارد(McRae et al. 2008).

گسترش شهری با تغییر در ترکیب منظر شهر، می‌تواند کل ارگانیسم‌های موجود را از بین برده و یا حداقل شرایط درونی زیستگاه ها را که برای زندگی گونه ها حیاتی تلقی می گردد، تغییر دهد. گسترش شهری با تغییر در اندازه، شکل و ارتباطات درونی می‌تواند لکه‌ها و ماتریس‌های طبیعی را تکه‌تکه کرده و تنوع اکوسیستمی را به‌شدت کاهش دهد[McGarigal et al,2002a&b]. به علاوه در متن فعالیت‌های مختلف انسانی در شهرها، طیف وسیعی از اثرات مستقیم اکولوژیک شامل تغییرات زیستی گیاهان، درجه حرارت محلی، تغییرات اقلیمی، سیستم‌های هیدرولوژی و ... و به‌طور غیرمستقیم بر شدت و تنوع گونه های بومی و حضور گونه‌های غیربومی اثربخش بوده است(Güneralp et al. 2013). برآیند تحولات مترتب بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم در یک فرمول عمومی قابل توصیف نیست و متناسب با نوع زیستگاه، مقیاس فضایی تحلیل و شکل، شدت استفاده و تجمع کاربری های مختلف متفاوت است (McKinney, 2008): به‌عنوان‌مثال غنای گونه های بومی ممکن است در برخی نقاط شهری و تحت شرایط خاصی افزایش یابد. اکثر مطالعات بر روی کشف و طبقه‌بندی اثرات شهرنشینی بر تنوع زیستی در مقیاس محلی تمرکز دارد و این پدیده از طریق رابطه تحولات کاربری زمین و ثبت موقعیت و حضور گونه های گیاهی و جانوری ارزیابی شده است. این در حالی است که سیاست گذاری در مقیاس شهر و محیط پیرامون اثرات به مراتب بیشتری در تنوع زیستی و حفظ خدمات اکوسیستم دارد.

برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در شهرها ۲۳ شاخص جهانی در کنواسیون‌های بین‌المللی مشخص‌شده است که برای این شاخص‌ها امکان توسعه و تعریف زیر شاخص ها

وجود دارد. هرکدام از این شاخص ها ارزشی بین ۰ تا ۴ داشته و ارزش تنوع زیستی کل از میانگین تمامی شاخص‌ها به دست می‌آید(Kohsaka,2013). در شهر لیسبون برای سال ۲۰۱۰ این ۲۳ شاخص در پنج طبقه تقسیم‌شده‌اند: سطح محیط طبیعی واقع در شهر(شاخص اول)، سطح اتصال شبکه اکولوژیک (شاخص ۲)، تنوع گونه‌های بومی در محیط انسان ساخت(شاخص سوم)،روند تحول تنوع زیستی بومی در شهر (شاخص های ۴ تا ۸ شامل ۴.گونه‌های گیاهی آوندی، ۵.پرنده‌ها ، ۶. انواع پروانه‌ها، ۷. و ۸.سایر گونه‌های اختیاری)، نسبت مناطق تحت حفاظت (شاخص ۹)، گونه های غیربومی و مهاجم (شاخص ۱۰)، تنظیم و کنترل چرخه آب (شاخص ۱۱)، تنظیم و کنترل آب و هوا (شاخص ۱۲)، خلاقیت و آموزش (شاخص ۱۳ و ۱۴)، دولت و مدیریت (شاخص ۱۵-۲۳ شامل ۱۵:بودجه تخصیص داده شده به تنوع زیستی ، ۱۶:تعداد پروژه‌های اجراشده برای تنوع زیستی در طول سال، ۱۷:قوانین، سیاست ها و طرح های اجرایی ملاک عمل در دستور کار دولت محلی، ۱۸ و ۱۹: ظرفیت نهادی، ۲۰ و ۲۱: مشارکت و شراکت، ۲۲ و ۲۳ : آموزش و آگاهی). در این تحقیق شاخص تحلیل شبکه اتصال اکولوژیک زیستگاه ها که در علم اکولوژی منظر به سه طبقه لکه، ماتریس و کریدور طبقه بندی شده است در یک رویکرد روند مبنا (تحلیل سنجه های فضایی در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۶) و سناریو مبنا (سناریوی کریدور خط راه آهن و حاشیه رود) بررسی می‌گردد.

۴. تلفیق برنامه ریزی خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی و برنامه ریزی کاربری زمین: الزامات فضایی سطح اتصال

مطالعات تنوع زیستی شهری به تنوع، غنا و فراوانی ارگانیسم‌های زنده (ازجمله تنوع ژنتیکی) در درون و حاشیه زیستگاه‌های موجود و محیط‌های انسان ساخت می‌پردازد و در پی آن است تا از طریق برنامه‌ریزی و طراحی محیط شهری مناسبات حیات این‌گونه‌ها را فراهم آورد. برنامه‌ریزی برای تنوع زیستی می‌بایست الزامات فضایی موردنیاز گونه‌های منطقه، همچون سطح زیستگاه کافی را فراهم آورد به‌گونه‌ای که امکان رفت‌وآمد بین زیستگاه‌های مختلف وجود داشته باشد. به عبارتی هرقدر سطح اتصال و یکپارچگی زیستگاه‌های مختلف درون و بیرون شهر بیشتر باشد، پیچیدگی و غنای اکوسیستم بیشتر بوده، حیات در این زیستگاه‌ها امکان‌پذیرتر شده و درنتیجه پایداری اکوسیستمی بالاتر می‌رود. برنامه‌ریزی کاربری زمین به منظور حفظ خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی به نگرشی یکپارچه بین برنامه‌ریزی فضایی و چشم‌انداز محیط‌زیست نیاز دارد و می‌بایست در تمام مقیاس‌های فضایی لحاظ گردد.

در مقیاس چشم‌انداز[۱۲]، چیدمان پهنه‌های زیستی و کریدورهای خطی بین آن‌ها و نوع پوشش زمین، پایه برنامه‌ریزی تنوع زیستی را تشکیل می‌دهد. پهنه‌ها می‌تواند در طیف وسیعی از جنگل‌های گسترده تا یک برکه کوچک متفاوت باشند. نوارهای درختی، رودخانه‌ها و دیگر زیستگاه‌های خطی به عنوان شبکه‌های اتصال ویژگی‌هایی برای کل سیستم ایجاد می‌کنند که غنای زیستگاه را به صورت تصاعدی (و نه خطی) افزایش می‌دهند. این کریدورها به عنوان دالان برای حرکت گونه‌ها عمل می‌کنند. در این مقیاس معمولاً زیستگاه‌ها به سه‌طبقه ماتریس سبز، ماتریس آبی و کریدورها طبقه‌بندی می‌شوند (Gurnell et al.2006) و کریدورهای طبیعی از انسان ساخت تفکیک می‌گردد (McRae & Kavanagh, 2011). اتصال عملکردی به توانایی منظر در پشتیبانی از جریان حرکت بین لکه‌های زیستی و میکروارگانیسم‌های زنده در طول زیستگاه‌ها و جوامع گونه‌ها اشاره دارد (Kettunen et al,2009). علاوه بر فضاهای موجود خطی مانند نهرها و کریدورهای درختی، دالان توسط جاده‌ها، خطوط راه‌آهن و دیگر محیط‌های انسان‌ساخت که معمولاً در آن پوشش گیاهی حاشیه‌ای وجود دارد می‌تواند جنبش را تسهیل کند.

در مقیاس منظر، اندازه و شکل پهنه، عاملی مهم و

تعیین‌کننده است. شرایط در مرکز یک پهنه به‌طورکلی با شرایط در امتداد لبه متفاوت است. تفاوت تحت عنوان اثر لبه شناخته‌شده است. همان‌طور که اندازه کلی پهنه کاهش می یابد، منطقه هسته کاهش می‌یابد و لبه زیستگاه افزایش می یابد، غنای اکوسیستم و پیامد آن تنوع زیستی رو به نزول می رود. گونه های خاص سازگار با شرایط مرکز پهنه بسیار بیشتر از گونه‌های عمومی که باقدرت می توانند در لبه‌های زیستگاه زنده بمانند، تحت تأثیر قرار دارند. بر این اساس شاخص‌های توانایی گونه‌های خاص برای انطباق با شرایط جدید محدود است و درواقع به شدت آسیب پذیر هستند. توزیع آن ها محدودتر و در چشم‌انداز گستردگی بیشتری دارند و بنابراین نسبتاً نادرند. اتصال فضاهای اکولوژیک در مقیاس منظر به حفظ ارتباطات عملکردی بین پهنه های زیستگاه های مشابه و غیرمشابه و اجازه حرکت آزاد گونه ها از یک منطقه به منطقه دیگر اشاره دارد.

در برابر اتصال، مفهوم قطعه‌قطعه شدن زیستگاه قرار دارد و هنگامی رخ می‌دهد که پهنه‌های به‌هم‌پیوسته به مناطق کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و یا وقتی‌که ماتریس اطراف پهنه بیش‌ازحد سلب است و اجازه حرکت بین پهنه‌های مجاور را نمی‌دهد. تکه‌های باقی‌مانده، کوچک‌تر و منزوی‌تر هستند چراکه منابع در دسترس گیاهان و حیوانات محدودتر بوده و درنتیجه حرکت بین مناطق محدود می‌کند. محققان و متخصصین منظر بر پایه دو راهبرد اصلی در جهت کاهش جدا افتادگی زیستگاه‌ها و نگه داشت سطح اتصال بین آن‌ها اقدام کرده‌اند: یکی از طریق حفظ و توسعه شبکه کریدورهایی که اجازه حرکت را برای گونه‌ها فراهم می‌کند و دوم از طریق توسعه شبکه فضاهای سبز شهری (Parker&Nilon, 2008). توسعه این شبکه‌ها به‌طور قابل توجهی ارزش اکولوژیک زیستگاه‌های دیگر را در کل منظر را تغییر می‌دهد. اتصال زیستگاه در مقیاس منظر نقش مهمی را در زیست پذیری کل جمعیت گونه‌ها بازی می‌کند. در مقیاس زیست‌بوم [۱۳]، شرایط درونی زیستگاه، نزدیکی و مجاورت آن‌ها، شکل کلی، نوع و غنای زیستگاه از عوامل اصلی محسوب می‌شوند. هر ارگانیسم زنده دارای چند نیاز اساسی برای بقا شامل غذا و آب برای تغذیه، استراحت و سرپناه در برابر شرایط سخت و درنهایت تولیدمثل برای انتقال ژنتیکی و بقای گونه می‌باشد. شکل‌گیری این شرایط بسته به نوع گونه اشکال مختلفی به خود می‌گیرد. در این راستا برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌بایست راهبرد بهینه‌سازی شرایط برای بقای گونه‌ها و رفع نیازهای اساسی آنان را از طریق افزایش سطح اتصال فضاهای اکولوژیک ترویج دهد. اندازه فضای شهری برای گیاهان و حیوانات یک عامل مهم در تعیین ارزش تنوع زیستی به ویژه در توسعه‌های جدید به شمار می‌رود. تعدادی از عوامل کلیدی که برای تعریف کیفیت زیستگاه به کار می‌رود و در طراحی زیست‌محیطی می‌بایست مدنظر قرار گیرد عبارت‌اند از: اندازه[۱۴]، تنوع[۱۵]، طبیعی بودن[۱۶]، ویژه بودن[۱۷]، نادر بودن[۱۸]، شکنندگی[۱۹] و تاریخچه سایت موردبررسی.

در این مقیاس معمولاً فضاها به طبقه‌های خاصی ازجمله پوشش گیاهی باقی‌مانده، چشم‌اندازهای کشاورزی، مراتع، مناظر و اراضی باز، اراضی سبز و آبی واقع در محیط‌های انسان‌ساخت(مانند اراضی خالی، فضای باز و سبز واقع در مناطق مسکونی، پارک‌های صنعتی، اراضی حاشیه راه‌آهن، مناطق رهاشده[۲۰]، باغ‌ها و مناظر حاشیه راه‌ها ، دریاچه‌ها و آبراهه‌ها) تقسیم می‌گردد (McRae&Kavanagh,2011). گزارشات مختلف در حیطه برنامه‌ریزی محیطی اذعان دارند که مناطق بزرگ‌تر، تعداد بیشتری از گونه‌ها را در خود جای می‌دهند چراکه حمایت بیشتری بین گونه‌های مختلف از هم صورت می‌گیرد. تنوع بالاتر زیستگاه از تعداد بیشتری از گونه‌ها حمایت می‌کند. این مسئله به ایجاد شبکه‌های مواد غذایی قوی و اکوسیستم سالم کمک می‌کند. در پورتلند توسعه سکونت همراه با افزایش تنوع زیستی از طریق طراحی صحیح تفکیک زمین و ارائه ضوابطی خاص به‌ویژه در فضای خصوصی عملی

گردید (Van Heezik et al.2012). در جدول ۱ سیاست‌های کلیدی برنامه‌ریزی کاربری زمین مبتنی بر معیارهای اکولوژیک همراه با بازتاب‌های مربوطه ارائه گردیده است.

جدول ۱. سیاست‌های تنوع زیستی در برنامه‌ریزی کاربری زمین شهرهای مختلف جهان

شهر و مشخصات	مسئله	استراتژی	نتیجه
پارک روگ[۲۱] در کانادا	کاهش سود مالی و اجتماعی پارک شناسایی ارتباط ۲۲۴۷ فعالیت اقتصادی با مزیت‌های پارک	ایجاد کمربند سبز با توجه به فشردگی بافت در مرکز دسترسی کلیه اقشار جامعه به محیط طبیعی ایجاد تنوع اکوسیستمی در طول مسیر شامل پارک، حوضچه‌های آبی، جنگل، تالاب ادغام لکه‌های پراکنده از طریق ایجاد یک کریدور ارتباطی ویکتوریا	افزایش سود اجتماعی به میزان ۱۱۵ میلیون دلار و سود مالی به میزان ۱۲,۵ میلیون دلار در سال
لیسبون	تنها ۱۸٪ از اراضی شهری: نیمه‌طبیعی تنها ۱۰٪ از گونه‌ها: بومی ۱۴ گونه پرنده: در حال انقراض مهاجرت گونه‌های جانوری و مرگ ماهی‌ها قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌ها	تهیه طرح جامع تنوع زیستی کنترل و مدیریت صحیح تفکیک زمین در حواشی زیستگاه‌ها و در کریدورهای مابین مدیریت فعال اکوسیستم مشارکت در حفاظت از منطقه توسط بخش خصوصی به ویژه مناطق خاص	حفظ ۱۸ درصد از اراضی شهری به صورت طبیعی حل تعارض حفظ حیات وحش و امنیت مردم از طریق ابزارهای تکنولوژیکی
بوینس آیرس ۲۰۲ کیلومترمربع ۳ میلیون نفر جمعیت	در قرن اخیر توسعه شهری منجر به کاهش کیفیت محیطی طبیعی گردید و از هم گسیختگی را بین اکوسیستم های طبیعی منطقه ایجاد کرده است.	برای حل این مسئله استراتژی هایی جهت افزایش ارتباط بین شهر و پتانسیل های طبیعی سبز و آبی شهر صورت گرفت. اراضی ساحلی، کناره‌های آبی، پارک‌های طبیعی، و میادین از طریق کریدورهایی با درخت‌های پرپشت (Biocorridors) احیاء شد کاهش سطوح نفوذناپذیر در توسعه های جدید و محدودیت در توسعه پوشش گیاهی غیربومی و چمنزارهای کاملاً مدیریت شده پایدار کردن مسیرهای سبز طبیعی در درون و اطراف کناره های آبی و نظارت و مدیریت تطبیقی مداوم استفاده از گونه های با عمر طولانی و بومی با توجه به تغییر مسیر کناره‌های آبی	کاهش سطوح نفوذناپذیر در واحد سطح کاهش سیل‌خیزی افزایش کیفیت محیط و شاخص CBI تعادل روان آب‌ها، فرسایش و تعادل مواد مغزی زیست بومچه ها

ادامه جدول ۱. سیاست‌های تنوع زیستی در برنامه‌ریزی کاربری زمین شهرهای مختلف جهان

شهر و مشخصات	مسئله	استراتژی	نتیجه
دوربان آفریقای جنوبی کانون تنوع زیستی جهان	توسعه در اراضی حساس علی رغم وجود مقررات منطقه بندی تعارض حقوق مالکیت و قلمرو گونه‌ها مهاجرت گونه‌ها و قرارگیری برخی در لیست قرمز	ورود خطی مشی‌های زیست‌محیطی و خدمات اکوسیستم به برنامه های استراتژیک توسعه شهر از سال ۱۹۹۰ تهیه برنامه جامع و فرادست سیستم فضاهای باز شهری D,Moss در سال ۲۰۱۰ به عنوان یک‌لایه کنترل توسعه برای تمامی برنامه‌های توسعه شهری محدود ساختن حقوق مالکیت در کنار منطقه بندی کاربری زمین	
ملبورن دومین شهر بزرگ استرالیا و پیش‌بینی توسعه شهر به ۶ میلیون در سال ۲۰۳۰	عدم اطمینان از حفظ زیرساخت های باارزش اکولوژیک و اکوسیستم در سایه رشد شهری	تأسیس یک نهاد مستقل در کنار جامعه محلی، توسعه‌دهندگان و دولت ویکتوریا به منظور ارائه خدمات پایداری و تولید اطلاعات ارزشمند در خصوص خدمات اکوسیستم و چگونگی ادغام ملاحظات طبیعت و خواسته‌های مردم. توسعه ۴ کریدور رشد فضای باز توسط نهاد مذکور همراه با مدیریت زمین در نواحی ارزشمند	کاهش کربن و ذرات معلق دسترسی مردم به عواید طبیعی ادغام ویژگی های طبیعت با زندگی شهری و ارتقاء ملاحظات پایداری در توسعه شهری و کنترل صحیح رشد شهر
آکرا بزرگ ترین شهر و مرکز اقتصادی غنا	تضاد توسعه کالبدی شهر با اکوسیستم سه باتلاق منحصربه‌فرد وجود اشتغال مستقیم و غیرمستقیم به واسطه سه باتلاق مذکور شامل صنعت چوب، نمک،داروهای سنتی، سبزیجات نادر، مهم ترین منظر استراحتگاه‌های ساحلی	اطمینان از مقررات ساخت‌وساز ثبت بین‌المللی تالاب‌ها نقشه‌برداری حساس در خط ساحلی طرح کمربند سبز برای جلوگیری از گسترش شهر تشویق و آگاه سازی مردم از درک اقتصادی این زیستگاه‌ها	

۵. روش‌شناسی تحقیق

بررسی تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که محققان از چند روش کلی به منظور تحلیل اثرات شهرنشینی بر تنوع زیستی، تعیین سطح یکپارچگی زیستگاه ها و اثر آن بر تنوع زیستی پرداخته‌اند (جدول ۲): روش‌های کیفی شامل روش تحلیل شیب و روش نمونه‌گیری از کاربری‌های مختلف و رابطه آن با شدت حضور گونه های جانوری و گیاهی، روش‌های مبتنی برداده های رستری، برداری، تئوری گراف، مدل جاذبه در تعیین سطح اتصال، جدا افتادگی زیستگاه‌ها و پارک‌های شهری و انتخاب بهترین سناریو برای اتصال لکه‌های زیستی از آن جمله‌اند. بلر[۲۲] (۱۹۹۶)، با استفاده از روش تحلیل شیب[۲۳] محیط شهری به مطالعه و بررسی پراکندگی تنوع پرندگان در شرایط مختلف مورفولوژی زمین شهر و محیط بلافصل آن پرداخت. در این روش انتخاب صحیح محل مقطع عرضی به عنوان مهم ترین معیار تحلیل به شدت به ساختار فضایی شهری و نیز مقیاس تحلیل وابسته است(Blair et al.1996). بر پایه این روش، شهر در یک یا چند مقطع عرضی به قسمت های

مختلف تقسیم می شود و در هر قسمت، اثرات شهرنشینی به ترتیب بر اقلیم، منابع آب و خاک، نفوذپذیری، میکروارگانیسم‌های زنده و درنهایت تنوع گیاهی و جانوری[۲۴] شناسایی می گردد. این روش در تحقیقات بعدی با کاربری های مختلف زمین دنبال شد. دان و هنگن[۲۵] (۲۰۱۱) نشان دادند که حدود ۳۰-۵۰٪ غنای گونه های بومی با حرکت از حاشیه روستایی به هسته‌های شهری کاهش می‌یابد و غنای گونه‌های غیربومی افزایش می‌یابد(Dunn&Heneghan,2011). مک کینی[۲۶] در سال ۲۰۰۲ به این نتیجه رسید که تحت برخی از شرایط، با حرکت از سطح های کم ساخت (مانند روستا) به سطوح متوسط توسعه شهری[۲۷]، غنای گونه‌ها افزایش می‌یابد(McKinney,2002). هاپ و دیگران (۲۰۰۳) گزارش دادند که غنای گونه ها در فونیکس آریزونا (شهر کویری)، با عامل شهرنشینی به دلیل ایجاد شبکه آبیاری و محوطه سازی زینتی افزایش‌یافته است(Muller et al.2013). در گزارشی که توسط مولر و دیگران منتشر شد رابطه بین انواع کاربری های مختلف و روند رشد (و یا نزول) گونه های بومی و غیربومی مشخص گردید. سوکاپ و وارزل[۲۸] (۲۰۰۳) ارتباط معنادار و صعودی بین گونه‌های درختی را با گسترش شهر برلین در طول قرن نوزدهم و بیستم نشان داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که مجاورت با زیستگاه‌های بومی نقش مهمی در پراکنش و شکل‌گیری زیستگاه‌های جدید ایفا می کند و تنوع گونه های غیربومی با افزایش قدمت مناطق شهری افزایش می‌یابد(Sukopp&Wurzel,2003).

مدل های تحلیلی ارزیابی سطح اتصال بین زیستگاه ها در محیط های شهری را می توان در چهار صورت کلی مدل‌های سلول مبنا[۲۹]، بردار مبنا[۳۰]، شبکه محور[۳۱] و سنجه های فضایی منظر[۳۲] طبقه‌بندی کرد که غالباً از تئوری جاذبه و گراف نشات گرفته‌اند. روش های سلول مبنا از انعطاف بسیار بالایی در نمایش میان کنش بین زیستگاه ها و منظر (رابطه بین سلول و سلول‌های همسایه) برخوردارند و عموماً برای مناطقی که پراکندگی و ناهمگنی[۳۳] لکه های زیستی بالاست (به‌عنوان‌مثال منظر شامل تنوعی از زیستگاه های متنوع و متخلخل جنگلی، علف زار، برکه و ...) بکار می‌رود. شفاف بودن ارتباط بین سلول و سلول های مجاور، سهولت توصیف روابط متقابل درونی ازجمله مزیت‌های این روش است. مدل‌های برداری، پراکندگی ارگانیسم‌ها را در میان مناظر یک ریخت[۳۴] شبیه سازی می کنند و درجاهایی کاربرد دارند که یک یا چند نوع اکوسیستم محدود وجود دارد. تفاوت روش های شبکه محور مانند مدل جاذبه و گراف با دیگر روش ها در این است که این مدل ها کل منظر را پوشش نمی دهند و تحلیل سطح اتصال بین زیستگاه‌ها در این روش‌ها به تحلیل کانون‌ها و کریدورهای مابین آن‌ها محدود می‌گردد(Cushman et al.2013). در این روش، کریدورهایی در تحلیل وارد می شوند که امکان حرکت گونه‌ها و ارگانیسم‌های زنده بین کانون‌ها در طول آن‌ها وجود داشته باشد. در این مدل ها، اندازه زیستگاه، کیفیت ارزشی هر زیستگاه، مجاورت و نزدیکی زیستگاه در میان زیستگاه‌های دیگر، کیفیت اندازه و سطح ارزشی اتصال کریدورها ازجمله معیارهای مهم در ارزیابی وضع موجود و سناریوهای توسعه به شمار می‌روند (Yu et al, 2012; Kong et al, 2012). آخرین نمونه از روش‌های تحلیل یکپارچگی زیستگاه‌های شهری، سنجه‌های فضایی ساختاری و الگوهای فضایی هستند. هر یک از سنجه ها به کیفیت خاصی از ویژگی زیستگاه می‌پردازد. این سنجه‌ها به تنوع زیستی زیستگاه و ویژگی گونه ها می پردازد مانند کیفیت ساختاری زیستگاه، فراوانی گونه ها، نادر بودن و بومی بودن گونه‌ها، قدرت سازگاری با محیط انسان‌ساخت، تفاوت ارزش گونه ها و ... . در این تحقیق به دلیل وجود ماتریس های متفاوت آبی و سبز، تفاوت در مشخصات و مکان زیستگاه‌های هم نوع، و انجام تحلیل در هر سه طبقه لکه، طبقه و منظر[۳۵] از سنجه‌های فضایی که مستقیماً با برنامه‌ریزی کاربری زمین و مدیریت زمین ارتباط دارند، به کار رفت.

جدول ۲ روش‌های متداول تحلیل سنجش خدمات اکوسیستم، تنوع زیستی و سطح اتصال زیستگاه‌ها

نوع روش	هدف	شکل عمومی	منابع اصلی
تحلیل شیب	تحلیل اثر شکل شهر بر ساختار اکوسیستم و تنوع زیستی	توصیفی و نمونه‌گیری	Blair,1996; Muller et al.2013
تحلیل تغییر کاربری زمین	بررسی اثر کاربری زمین و توزیع کاربری‌ها بر تنوع زیستی	توصیفی و نمونه‌گیری	McKinney,2002; Muller et al.2013
تحلیل‌های اقتصادی	تعیین سطح خدمات اکوسیستم به ارزش پولی به منظور افزایش قدرت تصمیم‌گیری	روش‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی، تحلیل آماری و ماتریسی	
مدل‌های مبتنی بر تحلیل جاذبه	بررسی سطح ارتباط و تعامل زیستگاه‌ها و تعیین سناریوهای کریدورهای برتر	$G_{ab}=\frac{N_a N_b}{D_{ab}^2}=\frac{L_{max}^2 \ln(S_a S_b)}{L_{ab}^2 P_a P_b}$ (1) G_{ab}: فعل‌وانفعال بین دو زیستگاه a،b N_a, N_b: وزن متناظر دو زیستگاه D_{ab}: میزان بازدارندگی تصاعدی ارتباط بین دو زیستگاه L_{max}: حداکثر میزان اصطکاک موجود محاسبه‌شده در کل محدوده L_{ab}: میزان بازدارندگی تصاعدی کریدور بین دو زیستگاه S_a, S_b: اندازه نرمالایز شده دو زیستگاه P_a, P_b: وزن ارزشی دو زیستگاه (غنای اکوسیستمی)	Kong et al,2010
مدل‌های شبکه مبنا - تئوری گراف (مدل‌سازی بر مبنای حداقل هزینه (LC	بررسی سطح یکپارچگی و ایزوله بودن زیستگاه‌ها و انتخاب سناریوهای برتر در خصوص نوع اتصال	$PEF^{۳۶}=\frac{1}{2}\left(Q_i+\frac{1}{m}\sum_{j=1,j\neq i}^{m} Q_i P_{ij}\right)$ (2) $PEF=$ اندازه اهمیت نسبی یک زیستگاه در نگهداری سطح اتصال درون یک شبکه: توانایی در جذب و پراکندگی ارگانیسم‌های زیستگاه‌ها $Q_i=$ وزن ارزشی هر زیستگاه در تبدیل انرژی خورشیدی به شیمیایی $m=$ تعداد کل زیستگاه‌های در شبکه موردمطالعه $P_{ij}=$ احتمال جریان پراکندگی موفق ارگانیسم‌های زنده بین دو زیستگاه	Yu et al.,2012; Urban et al., 2009; Rayfield et al.,2011; Cushman et al.2013
	تعیین درجه مدار بندی و اتصال[۳۷] شبکه زیستگاه‌ها و تعیین کریدور یا کریدورهای بهینه	$\alpha=\frac{l-v+a}{2v-5}$ (3) $\beta=\frac{l}{v}$ (4) $\gamma=\frac{l}{l_{max}}=\frac{l}{3(v-2)}$ (5) $cost\ ratio=1-\left(\frac{l}{\sum_{i=1}^{l} l_i}\right)$ (6) l: تعداد اتصالات موجود یا پیشنهادی l_{max}: حداکثر تعداد اتصالات ممکن v: تعداد زیستگاه‌ها یا کانون‌های زیستی l_i: i میزان بازدارندگی تصاعدی کریدور α: میزان بازدارندگی تصاعدی کریدور بین دو زیستگاه β: میزان بازدارندگی تصاعدی کریدور بین دو زیستگاه γ: میزان بازدارندگی تصاعدی کریدور بین دو زیستگاه cost ratio: میزان هزینه و منفعت یک کریدور	McRae et al.,2008; McRae & Kavanagh., 2011; Gurnell et al. 2006; Cushman et al.2013
روش‌های سلول مبنا و بردار مبنا	تعیین کیفیت و درجه‌بندی زیستگاه‌ها از حیث غنا تعیین کیفیت هسته زیستگاه	برای جاهایی که پراکندگی و ناهمگنی لکه‌های زیستی شدید است بکار می‌رود. مدل‌های بردار مبنا پراکندگی ارگانیسم‌ها را در میان مناظر همگن شبیه‌سازی می‌کنند.	Cushman et al.2013;Wiegand et al. 1999
سنجه‌های فضایی تجمع[۳۸] در سه طبقه لکه، طبقه (کاربری) و کل منظر	مقایسه تطبیقی ارزش موقعیت فضایی و الگوی قرارگیری زیستگاه‌های مختلف در یک شبکه	طبقه ناحیه (CA): مساحت کل لکه و کریدورهای درون شبکه (برآوردی از ترکیب منظر) تراکم زیستگاه (PD): تعداد لکه‌ها در صد هکتار. میانگین اندازه لکه زیستی (MPS) شاخص بزرگ‌ترین لکه زیستی (LPI): سطح بزرگ‌ترین لکه زیستی یک نوع زیستگاه بر کل مساحت منظر. این شاخص برتری و تسلط نوع زیستگاه را در کل منظر بیان می‌دارد. میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایگی (MNN): مجموع ارزش میانگین فاصله لکه‌های سبز شهری از نزدیک‌ترین لکه زیستی همسایه بر مبنای کوتاه‌ترین فاصله لبه تا لبه. شاخص انسجام لکه زیستی (COHESION): برای اندازه‌گیری سطح اتصال زیستگاه	Kong et al,2010; McGarigal etal,2002a&b;Goetz et al,2009

این سنجه‌ها از تعدد بی‌شماری برخوردارند و همواره در طول تحقیقات مختلف بر تعدادشان اضافه می گردد. برخی ساده و برخی پیچیده اند. درجه و طبقه زیستگاه، میزان مرکزیت و در هم تنیدگی، نزدیکی، اندازه زیستگاه، سطح کل زیستگاه ها از کل منظر، تراکم زیستگاه، میانگین اندازه لکه زیستی، انسجام لکه زیستی، فاصله گپ‌های بین لکه ها و کریدورها، انسجام شبکه، شکل شبکه از حیث نسبت طول به عرض و مساحت به محیط، سطح بندی عرض کریدورها، اتصال درون شبکه یک نوع زیستگاه و مابین آن با زیستگاه هم نوع و یا نوع دیگر، اتصال زیستگاه های درون شهری با حاشیه شهر (مرده یا زنده بودن زیستگاه)، اتصال زیستگاه های مختلف از حیث فرآیندهای طبیعی مانند جریان آب های سطحی نمونه هایی از این سنجه‌ها هستند (McGarigal et al,2012).

در کلیه روش ها اندازه گیری میزان بازدارندگی یا تابع هزینه ارتباط بین زیستگاه ها از اهمیت بسزایی برخوردار است که معمولاً به عنوان یک تابع مستقل شناخته می شود. معیارهای مختلفی جهت اندازه گیری این تابع به کار می‌روند مانند سطوح ساخته‌شده شهری، کاربری و پوشش زمین، تراکم و درجه‌بندی جاده، توپوگرافی، فاصله اقلیدسی و ... . میزان بازدارندگی کل از برآیند حاصل ضرب معیارهای مذکور محاسبه می گردد. سطوح شهری و مورفولوژی های آبی بیش ترین سطح بازدارندگی را در تحقیقات مختلف به خود اختصاص داده‌اند (Yu et al,2012: Kong et al,2012).

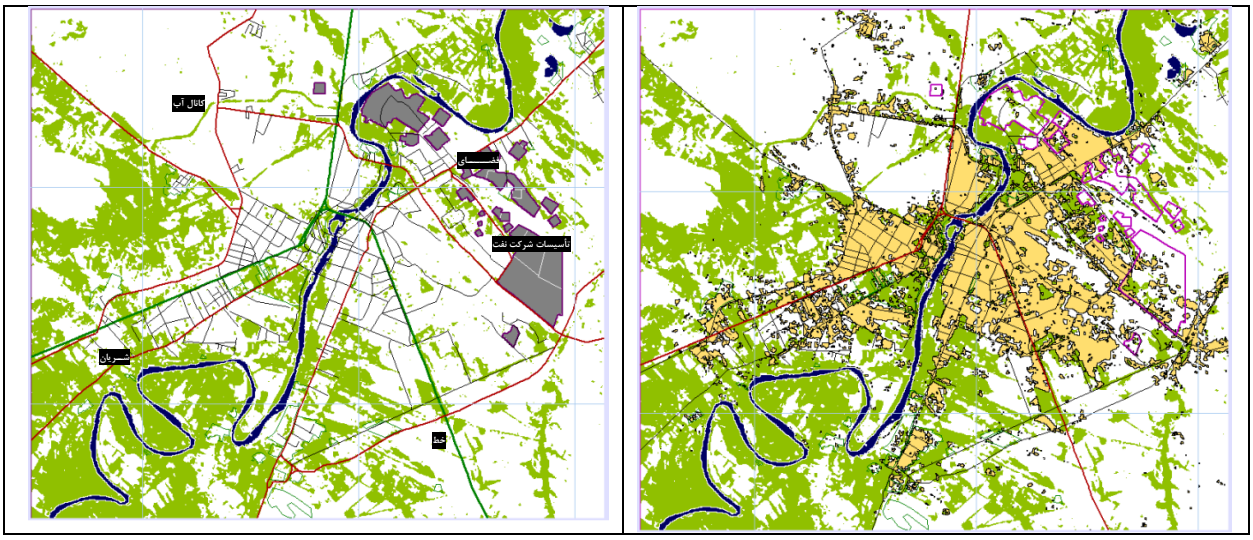
۶. ارزیابی سطح اتصال فضاهای اکولوژیک در شهر اهواز

۶.۱. مواد و روش

پیش‌تر اشاره گردید که سطح ارتباط بین فضاهای اکولوژیک و سبز درون و بیرون شهرها تأثیر بسزایی بر ارزش کلی خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی در شهرها دارد. به‌عنوان یک قانون اکولوژیک میزان ارزش اکوسیستمی یک پارک شهری با مساحت دو هکتار به‌مراتب بیشتر از دو پارک یک هکتاری با ویژگی های مشابه است چراکه سطح قلمرو و همزیستی و تعادل اکوسیستمی بین تنوع گیاهی و جانوری و میکروارگانیسم های زنده در یک محیط بزرگ تر به‌مراتب پیچیده تر بوده و حفظ تعادل این محیط در شرایط نامساعد به مراتب پایدارتر است. بر این اساس در برنامه ریزی کاربری زمین ارتقاء سطح ارتباط بین فضاهای سبز و اکولوژیک درون و پیرامون شهر به عنوان یک اصل اساسی می‌بایست در موردتوجه قرار گیرد. پوشش زمین کلان‌شهر اهواز از طریق تفسیر عکس ماهواره ASTER 2006 بر اساس نرم‌افزار ENVI 4 شناسایی و در ۵ طبقه ۱) ماتریس آبی (شامل رودخانه، تالاب و ...)، ۲)صنعت،۳) شهری، ۴) اراضی بایر (خالی) و ۵) ماتریس سبز (شامل کلیه فضاهای دارای پوشش گیاهی) طبقه بندی شد(جدول ۳). فضاهای اکولوژیک شهر اهواز را می توان به دو گروه عمده ماتریس های آبی شامل رود کارون، ، مرداب های واقع در جنوب شرق شهر و ماتریس‌های سبز شامل اراضی کشاورزی واقع در جنوب و شمال شهر، نخلستان ها و کریدورهای سبز انسان ساخت درون شهر، حاشیه کارون و شهرک‌های انسان‌ساخت با سطوح نیمه‌طبیعی برشمرد(شکل ۱).

جدول ۳ . نرم‌افزارهای مورداستفاده در این تحقیق

کاربرد	نام نرم‌افزار
ساخت متغیرهای تحقیق و تغییر فرمت	ARC GIS 10.3
پردازش اطلاعات سنجش از راه دور	ENVI 4
استخراج سنجه های فضایی در سه طبقه لکه، ماتریس و منظر	FRAGSTATS 4



شکل ۱. موقعیت فضاهای اکولوژیک نسبت به عناصر انسان‌ساخت

منبع: تفسیر عکس‌های ماهواره‌ای از طریق تابع بیشترین همانندی و اطلاعات پایه از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور

در شهر اهواز بر اساس مطالعات کتابخانه ای تـاکنون از حیث سطح غنی بـودن تنـوع زیسـتی و ارزش اکولوژیـک فضاهای مختلف در شهر و پیرامون آن مطالعـاتی صـورت نگرفته است. از طرفی فضاهای اکولوژیـک در شـهر اهـواز معمولاً به ماتریس آبی رودخانه و ماتریس سبز پـارک هـای شهری و زمین های کشاورزی محدود می گـردد و از حیـث تنوع در نوع فضا از شمار چندانی برخوردار نیسـت ضـمن اینکه تنوع پوشش گیاهی نیز محدود به برخی نخلستان هـا، گونه های اکالیپتوس و چندی دیگر می باشد. بر این اسـاس اولاً به دلیل پراکندگی و عدم امکان تفکیک فضـاهای سـبز درون‌شهری (با توجه به استفاده از عکـس‌هـای مـاهواره‌ای جهت تهیه پوشش زمـین) و وجـود فضـاهای نیمـه‌طبیعـی مسکونی مانند شهرک نفت و ... استفاده از مدل های مبتنـی بر روش هـای بـرداری، رسـتری، جاذبـه و گـراف معنـادار نیست. همچنین به دلیل سـطح تنـوع فضـاهای اکولوژیـک شـهر و پیرامـون کـه از تنـوع چنـدانی برخـوردار نیسـت، استفاده از روشی که بتواند به خوبی مهم ترین عامل افزایش سطح یکپارچگی زیستگاه را ترسیم کند می‌بایست به عنوان مدل پایه مدنظر قرار گیرد. بر این اساس جهت تعیین سطح یکپارچگی، تجمع و نیز بررسی شکل و اندازه زیستگاه های مختلف، از روش تحلیل روند سنجه های فضایی با اسـتفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS 4 بکار گرفته شد.

۶.۲. تحلیـل سـطح اتصـال (یکپـارچگی) فضـاهای اکولوژیک و غیر اکولوژیک و تدوین سـناریوهای توسعه

به‌طورکلی دو مفهوم اتصـال و قطعـه‌قطعـه شـده زیسـتگاه اساس تحلیل سطح یکپارچگی و معرفی شدن سـنجه هـای مختلف را تشکیل مـی دهنـد. در ایـن میـان سـه وضـعیت پراکنده[۳۹]، تفکیک شـده[۴۰] و کـاملاً مجـزا[۴۱] بـرای زیسـتگاه قابل‌بررسی است. وضعیت کـاملاً مجـزا بـدترین حالـت از حیث نحوه استقرار و قطعه شدگی زیستگاه را بیان می کنـد و حالت تفکیک‌شده وضعیت میانی بـین ایـن دو مفهـوم را بیان می کند. بررسی سطح یکپارچگی فضـاهای اکولوژیـک از طریق تابع ذیل برای سـال هـای ۱۹۹۱ و ۲۰۰۶ محاسـبه شد. بررسی این شاخص نشان می دهد که سطح یکپارچگی کاربری شهری به میزان ۶٪ افزایش یافته در صورتی کـه در همین دوره سطح یکپارچگی فضـاهای اکولوژیـک (شـامل کل ماتریس‌های آبی و سبز) ۹٪ کاهش‌یافته است.

$$Connect = \left[\sum_{j \neq k}^{n} C_{ijk} \Big/ \left(\frac{n_i \left(n_i - 1 \right)}{2} \right) \right] (100)$$

$$0<connect<100$$

C_{ijk}: اتصال بین زیستگاه j و k از طبقه کاربری i

N_i: تعداد کل زیستگاه‌های موجود از کلاس کاربری i

بررسی سنجه های مربوط به شکل و حاشیه نشان می دهد که تراکم حاشیه در طبقه شهری به طرز محسوسی افزایش یافته است. به عبارتی توسعه شهری به وضوح با نادیده گرفتن ایجاد هرگونه فضای اکولوژیک در منطقه به وقوع پیوسته است. شاخص فرکتال محیط و مساحت زیستگاه‌ها نشان می‌دهد که پیچیدگی شکل فضاهای مربوط به ماتریس سبز فزونی یافته است که این مهم بر توسعه متخلخل فضای توسعه شهری در این نوع فضاها دلالت می کند. این در حالی است که سطح اتصال کاربری شهری در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۶ چندان افزایش نیافته است. درواقع تخریب اراضی کشاورزی به صورت پراکنده انجام‌شده و صرفه‌جویی‌های ناشی از تجمع در فضای شهری در این اراضی صورت نگرفته است.

شاخص NP نشان می دهد که در دوره اول بزرگ ترین زیستگاه مربوط به ماتریس سبز بوده (۳۴۵۵ هکتار) درحالی‌که در دوره بعد بزرگ‌ترین پهنه تجمع یافته، مربوط به کاربری شهری است (۳۱۳۶هکتار). همچنین شاخص LPI بر افزایش بزرگ ترین سطح ماتریس سبز از دوره ۱۹۹۱ (۵هکتار) تا دوره ۲۰۰۶ (۷هکتار) اشاره دارد. سطح اتصال (CONNECT INDEX) و ضریب تجمع (AI) در خصوص ماتریس سبز افزایش یافته است که بیانگر تجمع و تراکم جزئی در ماتریس سبز است. شاخص MESH از ۳۴۱ هکتار به ۶۳۹ هکتار افزایش یافته است که نشان می دهد حداقل فضای قطعه‌قطعه شده فزونی محسوسی یافته است.

به‌طورکلی شاخص‌های مربوط به سنجش سطح تجمع بیانگر ایزوله بودن تمامی طبقات پوشش زمین است (افزایش شاخص AI از ۸۷ به ۹۰ برای کاربری شهری، همین شاخص معادل ۹۱ برای ماتریس سبز). درواقع برآیند نیروهای اقتصادی-اجتماعی، فضایی-محیطی و سیاسی شرایطی را به وجود آورده که نه کاربری شهری و نه ماتریس‌های سبز منطقه نه‌تنها در وضعیت ایده آل خود قرار ندارند بلکه تحول به شکلی پراکنده و کاملاً متخلخل بوده است. کاهش سطح ارتباط ساخت‌وسازهای غرب رودخانه و شرق آن یکی از مهم‌ترین علت‌های چنین بازتابی است که این مهم می تواند با ساخت پل در قسمت‌های جنوبی و شمالی ضمن افزایش صرفه‌جویی‌های ناشی از تجمع زمینه توسعه یکپارچه را فراهم آورد. بر پایه ظرفیت های محیطی، بررسی کریدورهای موجود و پس از تحلیل روند کلاس‌های مختلف کاربری جهت افزایش سطح ارتباط فضاهای اکولوژیک شهری و غیرشهری دو سناریو یکی برپایه کریدور خط راه آهن و دوم کریدور رودخانه تدوین گردید. سایر کریدورهای موجود که عموماً بر پایه جاده‌های کمربندی در شهر توسعه یافته‌اند، زمینه اتصال مقطعی را بین لکه‌های زیستی فراهم می‌آورند و ظرفیت اتصال کل شبکه فضاهای اکولوژیک در کریدورهای دیگر کمتر از ۱۴٪ بوده است.

سناریوی توسعه فضاهای اکولوژیک از طریق کریدور خط راه‌آهن به عمق ۲۵ متر و کریدور خط ساحلی رودخانه به عمق ۱۰۰ متر که نتایج اثر توسعه این کریدورها بر افزایش سنجه های فضایی در جدول ۳ ارائه گردیده است. تفاوت دو سناریو از حیث شاخص اتصال (Connect Index) بیانگر برتری نسبی کریدور راه آهن است. به طورکلی مقایسه هر دو سناریو به وضعیت دوره ۲۰۰۶ (مبنای وضع موجود) نشان می دهد که سطح ارتباط و یکپارچگی ماتریس سبز افزایش چندانی ندارد.

جدول ۳. مقایسه سنجه‌های فضایی سطح یکپارچگی عناصر اصلی پوشش زمین در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۶ و سناریوهای توسعه

تحلیل در سطح طبقات کاربری زمین و کل منظر			سنجه‌های زیرمجموعه شکل و حاشیه					سنجه‌های زیرمجموعه تراکم و اجتماع						
			CA	LPI	ED	TE	PAFRAC	NP	PD	COHESION	DIVISION	MESH	AI	Connect
۱۹۹۱	در سطح طبقه کاربری	ماتریس آبی (رودخانه و ...)	۱۸۳۰	۲/۷۶	۳/۶۳	۲۲۶۸۰۰	۱/۲۸۶	۱۰۵	۰/۱۶۸	۹۹/۵۲	۰/۹۹۹۲	۴۷/۸۸	۹۴/۲۲	۰/۳۴۸
		صنعت	۴۹۷	۰/۳۳	۱/۹۷	۱۲۳۵۸۰	۱/۲۵۱	۲۵۳	۰/۴	۹۵/۸۸	۱	۰/۸۱	۸۸/۳۳	۰/۱۶۳
		شهری	۵۰۸۶	۲/۷	۲۰/۳۳	۱۲۶۹۰۸۰	۱/۲۸۵	۲۰۱۳	۳/۲۲	۹۷/۸۷	۰/۹۹۹۱	۵۷	۸۷/۷۵	۰/۰۵
		بایر	۳۵۲۴۷	۲۶/۱۹	۶۰/۴۱	۳۷۷۱۴۰۰	۱/۲۸	۱۵۹۴	۲/۵۵	۹۹/۸۱	۰/۹۰۰۵	۶۲۰۸	۹۴/۶۵	۰/۱
		ماتریس سبز (کشاورزی، نخلستان ،پارک‌های شهری و ...)	۱۹۷۶۰	۵/۱۳	۵۶/۸۸	۳۵۵۰۸۲۰	۱/۲۹۷	۳۴۵۵	۵/۵۳	۹۸/۷۸	۰/۹۹۴۵	۳۴۱	۹۱/۰۶	۰/۰۴۲
	در سطح منظر		۶۲۴۲۲	۲۶/۱۹	۷۱/۶۲	۴۴۷۰۸۴۰	۱/۲۹	۷۴۱۲	۱۱/۸۸	۹۹/۵۸	۰/۸۹۳	۶۶۵۶	۹۲/۸۹	۰/۰۵۳
۲۰۰۶	در سطح طبقه کاربری	ماتریس آبی (رودخانه و ...)	۱۸۰۴	۲/۴۸	۴/۲۶	۲۶۶۲۰۰	۱/۲۸۴	۲۴۳	۰/۳۹	۹۹/۳۶	۰/۹۹۹۴	۳۸	۹۳/۰۴	۰/۲۰۷
		صنعت	۷۵۵	۰/۶۶	۲/۱	۱۳۱۵۲۰	۱/۲۳۷	۲۱۶	۰/۳۴	۹۷/۰۱	۱	۳	۹۱/۰۵	۰/۲۱۱
		شهری	۱۳۸۷۹	۸/۶۲	۴۱/۴۹	۲۵۹۰۱۲۰	۱/۲۸۴	۳۱۳۶	۵/۰۲	۹۹/۱۶	۰/۹۹۱۳	۵۴۲	۹۰/۷۸	۰/۰۴۱
		بایر	۲۵۱۶۴	۱۱/۴۲	۵۶/۵۵	۳۵۳۰۲۴۰	۱/۲۹	۲۸۵۳	۴/۵۷	۹۹/۳	۰/۹۸۱۸	۱۱۳۳	۹۲/۹۷	۰/۰۵۲
		ماتریس سبز (کشاورزی، نخلستان ،پارک‌های شهری و ...)	۲۰۸۱۸	۷/۰۷	۵۴/۶۵	۳۴۱۱۴۴۰	۱/۳۰۸	۲۵۲۶	۴/۰۴	۹۹/۳	۰/۹۸۹۸	۶۳۹	۹۱/۸۶	۰/۰۵۵
	در سطح منظر		۶۲۴۲۲	۱۱/۴۲	۷۹/۵۳	۴۹۶۶۴۷۶۰	۱/۲۹	۸۹۷۴	۱۴/۳۷	۹۹/۲۶	۰/۹۶۲۲	۲۳۵۷	۹۲/۱۱	۰/۰۴۹
کریدور راه آهن	اثر بر ماتریس سبز		۲۱۷۰۸	۱۲/۵۸	۵۳/۹۱	۳۳۶۵۱۸	۱/۲۹۵	۲۳۹۱	۳/۸۳	۹۹/۳۶	۰/۹۷۵	۱۵۰۷	۹۲/۳۱	۰/۱۵۹
	اثر بر کل منظر		۶۲۴۲۲	۱۲/۵۸	۷۷/۸۳	۴۸۴۶۳۶۰	۱/۲۸	۸۶۴۶	۱۳/۸۵	۹۹/۴۲	۰/۹۴۸	۳۱۸۷	۹۲/۳	۰/۰۹۱
کریدور رودخانه	اثر بر ماتریس سبز		۲۱۰۷۶	۱۳/۰۱	۵۵/۰۹	۳۴۳۹۱۰۰	۱/۳	۲۴۷۷	۳/۹۶	۹۹/۱۵	۰/۹۷۹	۱۲۹۷	۹۱/۹	۰/۰۸۷
	اثر بر کل منظر		۶۲۴۲۲	۱۳/۰۱	۷۹/۷۸	۴۹۸۰۱۰۰	۱/۲۹	۸۹۷۴	۱/۳۷	۹۹/۳۲	۰/۹۶	۲۴۶۳	۹۲/۰۸	۰/۰۷۹

منبع: طبقه‌بندی و تحلیل: نویسندگان، خروجی از نرم‌افزار Fragstats 4

مهم‌ترین علت بروز چنین امری تغییر چشمگیر اراضی کشاورزی و نیز برتری این ماتریس سبز به سایر اراضی سبز دیگر (مانند جنگل‌ها، پارک‌های بزرگ شهری و ...) در سطح شهر اهواز است. درواقع به دلیل تغییرات زیاد و عدم ثبات مهم‌ترین ماتریس سبز شهر (کاربری کشاورزی) ایجاد یک کریدور که ارتباط بین ماتریس‌های سبز را فراهم کند منجر به افزایش سطح ارتباط کل نمی گردد چراکه در حال حاضر غالب زیستگاه و لکه‌های تشکیل‌دهنده این ماتریس در وضعیت ایزوله و تفکیک کامل از یکدیگر قرار دارند. کریدورهایی مانند راه آهن که بخشی از حریم آن به صورت پوشش سبز است، به عنوان بهترین سیاست فضایی اکولوژیک می‌تواند محیط طبیعی پیرامون شهر را به فضاهای اکولوژیک درون شهر ارتباط دهد.

بررسی سنجه‌های فضایی در مقیاس طبقه نشان می‌دهد که توسعه فضای مسکونی به صورت نیمه‌طبیعی مانند محیط مسکونی نیوسایت، شهرک نفت، شهر-شرکت‌های دیگر و پردیس دانشگاه و ... عامل مهمی در اتصال ارگانیک فضاهای هم‌جوار به شمار می‌رود.

۷. نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که برنامه ریزی کاربری زمین به طور خاص می تواند اثرات مهمی بر تنوع زیستی بر جای بگذارد. تلفیق تنوع زیستی با برنامه ریزی کاربری زمین به معنای نهادینه کردن هزینه ها و منافع محافظت فضاهای اکولوژیک در نظام مدیریت توسعه شهری است چراکه استفاده پایدار از فضاهای اکولوژیک در تصمیم گیری های سطوح ملی و محلی، موضوعی است که چارچوب مناسبی برای فرصت های توسعه ارائه می دهد به نحوی که با تعیین و مقایسه منافع و هزینه های توسعه در مناطق اکولوژیک و خدمات اکوسیستم و شناسایی بازندگان و ذی‌نفعان توسعه و محافظت و توسعه این مناطق، مطلوبیت تصمیم گیری ارتقاء می یابد. در این راستا تمرکز بر خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی می تواند سیاست گذاری توسعه شهری و منطقه‌ای را حداقل در سه مسیر پشتیبانی کند:

در مرحله اول، میزان منافع برآمده از عملکرد محیط استخراج می گردد. نظام تصمیم‌گیری می‌بایست بر ارزش ریالی خدمات اکوسیستم متمرکز گردد، و ارتباط آن ها با ارائه خدمات شهرداری ها مشخص شود. به‌عنوان‌مثال، شهرها مسئول تأمین آب سالم برای شهروندان خود هستند. تمرکز بر خدمات اکوسیستم مربوط به ارائه آب می تواند به شناسایی ظرفیت های تصفیه آب کمک کند، به‌عنوان‌مثال، حفظ جنگل‌های حاشیه شهر می‌تواند به بخشی جدایی ناپذیر از استراتژی ارائه آب تمیز به ساکنان محلی تبدیل شود. در مرحله دوم، تمرکز بر خدمات اکوسیستم اجازه می دهد تا تصمیم‌گیرندگان به پیش‌بینی بهتری از تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌های متفاوت برسند. با توجه به گوناگونی خدمات اکوسیستم و با نگاه به هزینه‌ها و منافع این خدمات می‌توان به انتخاب بهینه دست یافت. به‌عنوان‌مثال، هنگامی‌که توسعه در یک منطقه جنگلی مدنظر است می‌بایست منافع از دست رفته و به‌دست‌آمده چنین توسعه‌ای در ابعاد مختلف و با لحاظ گروه‌های مختلف تعیین گردد. سوم، تمرکز بر خدمات اکوسیستم اجازه می‌دهد تا ارتباط مؤثری بین تمام عملکردهای بخشی و بین بخشی و با عموم مردم، ایجاد گردد. چنین ارتباطی به تشخیص و تعیین پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی سیاست‌گذاری در این خصوص ابعاد گسترده‌تری می‌بخشد و شناخت دقیق‌تری حاصل می‌شود.

یکی دیگر از نتایج تحقیق به رابطه سطح اتصال فضاهای اکولوژیک و سطح تنوع زیستی اشاره دارد. قطعه قطعه شدن فضاهای طبیعی و اکولوژیک منجر به کاهش غنای اکوسیستمی و حذف و انقراض بسیاری از گونه ها انجامیده است. بر این مبنا برنامه ریزی توسعه شهری می بایست در کلیه سطوح بر اتصال راهبردی فضاهای اکولوژیک و افزایش ارتباط بین لکه های زیستی را به عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای برنامه‌ریزی کاربری زمین موردتوجه قرار دهد. طراحی شکل پارک های شهری و

و مکان‌یابی بهینه آن‌ها در راستای خطوط اصلی لکه‌های زیستی به نحوی که سطح ارتباط و یکپارچگی کل فضاهای سبز را در شهر ارتقاء دهد ازجمله معیارهای دیگر برنامه‌ریزی کاربری زمین محسوب می‌گردد. همچنین میزان ارزش هر یک از لکه‌های زیستی از حیث غنای اکوسیستمی تأثیر بسزایی در سیاست گذاری فضایی و پیشنهاد سناریوهای مختلف در اتصال بین لکه‌ها دارد و می‌بایست در سناریوسازی مقیاس منظر شهری مدنظر قرار گیرد. الگوی فضایی و تحلیل عملکردی لکه ها- زیستگاه‌ها-کریدورها - ماتریس‌ها، اجزاء پایه اکولوژی منظر به شمار می روند. اکولوژیست های منظر از مفهوم اتصال یا کریدور برای توصیف تداوم عملکردی و ساختاری منظر در فضا و زمان استفاده می‌کنند.

بررسی سطح یکپارچگی فضاهای اکولوژیک در شهر اهواز نشان داد که از روند نزولی برخوردار بوده و توسعه شهری منجر به قطعه قطعه شدن فضاهای اکولوژیک شده است. همچنین با توجه به عبور خط راه‌آهن از مرکز شهر و آزاد بودن حریم آن می توان با پیشنهاد ایجاد کریدور سبز در حریم خط راه آهن بر یکپارچگی فضاهای اکولوژیک و درنتیجه افزایش تنوع زیستی در محیط شهری افزود.

توسعه سکونت همراه با توسعه فضاهای اکولوژیک صورت نگرفته است و تخریب اراضی شهری به یکپارچگی کاربری شهری کمک نکرده و عملاً توسعه شهری در جهت افزایش صرفه های ناشی از تجمع حرکت نکرده است. علی‌رغم کاهش سطوح مربوط به ماتریس سبز در دوره ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۶، سطح ارتباط و یکپارچگی به طور ناچیزی افزایش یافته است. اثر سناریوهای مختلف توسعه فضاهای اکولوژیک بیانگر این مهم بود که کریدور ماتریس سبز در امتداد خط راه آهن به مراتب اثر بیشتری نسبت به کریدور رودخانه دارد که این مهم می تواند به عنوان یک سیاست فضایی برای مدیریت توسعه شهری مطرح باشد. اثر ناچیز کریدورها بر سطح ارتباط کل نشان‌دهنده این مهم است که در حال حاضر ماتریس های سبز واقع در شهر به شدت از هم ایزوله هستند بنابراین به عنوان یک نتیجه پیشنهاد می‌گردد که برنامه‌ریزی فضای سبز در شهر به صورت بزرگ مقیاس و در امتداد کریدورهای خطی هدایت گردد. در یک طبقه‌بندی کلی از بررسی سنجه های مختلف در دو مقیاس طبقه و کل منظر در شهر اهواز می‌توان سیاست‌های ذیل را جهت ارتقاء تنوع زیستی آشکار ساخت:

- توسعه پارک‌ها در حداقل تفکیک‌های بزرگ‌تر از یک هکتار با توجه به شرایط اقلیمی ؛
- توسعه فضاهای باز خصوصی و ترویج استفاده از گیاهان بومی و متناسب با اقلیم ؛
- توسعه کریدورهای آبی به ویژه در مقیاس‌های منطقه‌ای و متصل با مهم‌ترین کریدور آبی منطقه (رودخانه کارون)
- توسعه کریدورهای سبز در طول کناره های آبی موجود و در مواجه با پارک‌های موجود و پیشنهادی طرح‌های بالادستی ؛
- حفظ اکوسیستم‌های تالاب و خروج این فضاها از حالت حاشیه‌ای به حالت حفاظت اما در درون توسعه؛
- ترسیم و مقایسه زمانی اطلاعات زیستی فضاهای اکولوژیک به‌طور مداوم ؛
- طرح ریزی پارک شهری با کاربرد از الگو واره-های طبیعی شهر و منطقه مانند ایجاد تالاب های مصنوعی و کناره‌های آبی؛
- توسعه کریدورهای اصلی حوزه های اکولوژیک مانند بستر رودخانه و حریم راه‌آهن جهت افزایش سطح اتصال حاشیه شهر با بافت درونی
- ترویج تفکیک زمین به صورتی که با اتصال فضاهای سبز خصوصی همراه باشد (مجاورت حیاط قطعات تفکیکی با یکدیگر)؛
- ترویج ایجاد کریدورهای خطی سبز و آبی در مقاطع عرضی معابر به ویژه شریان‌های اصلی؛

- ترویج استفاده از طراحی‌های مسکونی نیمه‌طبیعی؛
- توسعه یکپارچه فضاهای جنگلی به ویژه در جبهه شرقی و غربی شهر و به موازات و عمود بر جهت رودخانه و در خلاف جهت توسعه شهر
- کاهش سطح اشغال و ترویج ترکیب قطعات مسکونی در برنامه‌ریزی مسکن (پیشنهاد مجموعه‌های مسکونی: افزایش تراکم)؛
- افزایش سطوح مربوط به فضاهای با پوشش گیاهی خصوصی
- امکان‌سنجی توسعه جنگلی در مقیاس‌های منطقه ای (اتصال کریدور تالاب شادگان و سد کرخه تا اهواز)؛
- افزایش سطح نفوذپذیری به رودخانه کارون (هم به صورت معبر و هم به صورت کریدورهای طبیعی)؛
- دستیابی به شکلی از توسعه که فضاهای اکولوژیک را در متن توسعه (به عنوان یک فضای شهری طبیعی) قرار دهد و نه در حاشیه (به عنوان یک فضای ضد توسعه مانند تالاب های واقع در جبهه جنوب شرقی که از دید خارج بوده و به عنوان محل تخلیه فاضلاب صنعتی به صورتی غیرقانونی استفاده می‌گردد).

۸. پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

طبقه بندی اکوسیستم های مختلف از حیث سطح ارزش و خدمات اکوسیستم در حوزه تصمیم‌گیری و تدوین سناریو اثربخش است. پیشنهاد می گردد که متخصصین حوزه مذکور در سطح شهر و مناطق شهری کشور ارزش خدمات اکوسیستم را در ادوار مختلف تعیین و با معیارهای قابل تطبیق و مقایسه طبقه بندی کنند. این مهم در انتخاب استراتژیک سناریوهای توسعه فضای سبز شهری نقشی بنیادین دارد.

با توجه به این که محاسبه و تبدیل سطح ارزش واقعی اکوسیستم‌های متفاوت به ارزش‌های مالی و قابل اندازه گیری امری پیچیده است و این مسئله در تدوین سناریو و سیاست گذاری در این حوزه، پیشنهاد می گردد که روش های مربوطه به ویژه روش های اقتصادسنجی و مالی در این زمینه طبقه‌بندی و روش‌های مطلوب معرفی گردند.

یکی از ضعف‌های مربوط به روش سنجه‌های فضایی به ویژه با استفاده از نرم‌افزار Fragstats، فقدان قابلیت های فضایی تحلیل در ارائه نتایج است. با توجه به اینکه پردازش نتایج به صورت مکانی اثر بسیار مطلوبی در انتخاب سناریوها و نیز کشف علل ضعف سناریوهای مختلف دارد پیشنهاد می‌گردد در تحلیل مذکور از روش هایی که نتایج رو به و صورت کمی و مکانی بیان می‌کنند نیز استفاده گردد.

۹. یادداشت‌ها

1. Fragmentation
2. Conversions of Biodiversity
3. Studying
4. Mapping
5. Monitoring

۶. خدمات اکوسیستم که مواد و یا خروجی انرژی از زیست بوم را توصیف می کند مانند غذا، مواد اولیه، آب شیرین، منابع دارویی و ... .

۷. خدماتی که اکوسیستم ها با تنظیم کیفیت هوا و خاک و یا با فراهم کردن کنترل سیل و بیماری ، و غیره ارائه می دهد مانند کیفیت هوا و اقلیم محلی، تجزیه و ذخیره سازی کربن، اعتدال در وقوع حوادث غیرمترقبه، تصفیه فاضلاب، پیشگیری از فرسایش و نگهداری از حاصلخیزی خاک، گرده‌افشانی، کنترل بیولوژیکی و ...

۸. این خدمات تقریباً زیربنای تمام خدمات دیگر هستند. خدماتی که فضای زندگی را برای گیاهان و حیوانات ارائه می‌دهد و در پی این خدمات تنوع زیستی گیاهان و حیوانات حفظ می‌شود. مانند زیستگاه‌های مختلف برای گونه ها، نگهداری تنوع ژنتیکی و ... یک زیستگاه به کلیه نیازهای یک گیاه یا یک جانور شامل سرپناه، آب و غذا پاسخ می‌دهد.

۹. این خدمات عبارت اند از مزایای غیرمادی که مردم از تماس با اکوسیستم‌ها به دست می‌آورند مانند منافع زیبایی‌شناختی، تفریح و سلامت روانی و جسمانی، توریسم، درک زیبایی‌شناختی و الهام‌بخش برای فرهنگ، هنر و طراحی، تجربه معنوی و حس مکان و ...

۱۰. با توجه به نقش عمومی شهرها از تشریح دسته تولید و تأمین خدمات صرف‌نظر گردید (رجوع کنید به Berghofer et al.2011,3-4)

۱۱. ۸۷ محصول از ۱۱۵ محصولات پیشرو غذای جهانی به گرده‌افشانی حیوانات نیاز دارند مانند کاکائو و قهوه (کلاین و دیگران، ۲۰۰۷)

12. Landscape-scale design
13. Habitat-scale design
14. Size
15. Diversity
16. Naturalness
17. Typicalness
18. Rarity
19. Fragility
20. Rouge Park
21. Brown fields
22. Blair
23. Gradian Analysis
24. Flora and Fauna [Cowan,2007:138&141]
25. Dunn&Heneghan
26. McKinney
27.Suburbanization
28.Sukopp&Wurzel
29.Raster-base models
30.Vector-base models
31.Network-base Models
32.Landscape Metrics
33.heterogeneous
34.homogeneous
35. Patch,class and landscape
36. potential ecological Flow
37. Circuitry and Connectivity
38. Agregation Meterics
39.Dispersion and Interspersion
40. Subdivision
41. Isolation

منابع

Blair, R.B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. Ecological Applications, 6-2: pp. 506-519.

Breaux, A., Farber, S. Day, J. 1995. Using natural coastal wetlands systems for wastewater treatment: and economic benefit analyses. Journal of Environmental Management, 44: pp. 285-291.

Cowan, R.2007.The dictionary of urbanism.

Cushman, A.S.2013. Biological corridors and connectivity. John Wiley & Sons, Ltd. 21: pp. 384-404.

Dearborn, C. D., Kark, S.2009. Motivations for Conserving Urban Biodiversity. Journal, Volume 24, No.2:pp. 432–440.

Dunn, C. P., Heneghan, L. 2011.Composition and diversity of urban vegetation. Urban ecology: Patterns, processes and applications: pp. 103–134.

Goetz, J. S., Jantz, A. P. Jantz, C.2009. Connectivity of core habitat in the Northeastern United States: Parks and protected areas in a landscape context. Remote Sensing of Environment, 113:pp. 1421–1429.

Güneralp, B., McDonald, I., Fragkias, R. M., and Goodness, J.2013. Urbanization Forecasts, Effects on Land Use, Biodiversity and Ecosystem Services, Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment. 1_10:pp. 437-452.

Gurnell, J., Rushton, S.P., and Lurz, P.W. 2006. Squirrel poxvirus: landscape scale strategies for managing disease threat. Biological Conservation, 131:pp. 287–295.

Kettunen, M., Bassi, S., and Gantioler, S. 2009. Assessing Socio-economic Benefits of Natura 2000: a Toolkit for Practitioner, Output of the European Commission project Financing Natura 2000: Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium, and Retrieved August2th, http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/financing/docs/benefits_toolkit.pdf.

Kohsaka, R.2013. Indicators for Management of Urban Biodiversity and Ecosystem Services: City Biodiversity Index. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. A Part of the Cities and Biodiversity Outlook Project.chapter, 32:pp. 699–718.

Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., and Zong, Y. 2010. Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. Landscape and Urban Planning, 95:pp.16–27.

Kremen, C., Ostfeld, R. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services.Front Ecol Environ, 3:pp. 540–548.

M.donald. R. I., Kareiva. P., and Forman, R.T. 2008. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. Biological conservation Jurnal, Volume 141, Issue 6: pp- 1695–1703.

McGarigal, K., Cushman, S.A., and Neel, M.C. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst, Available at the following website: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.

McKinney, M. A. 2002. Urbanization, biodiversity and conservation, BioScience, 52 -10: pp- 883–890.

McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. Urban Ecosystems, 11: pp-161–176.

McRae, H.B., Dickson, G.B., Keitt, H., and Timothyand, B.S.V.2008.Using Circuit Theory to Model Connectivity in Ecology, Evolution and Conservation. Ecology, 89-10:pp. 2712–2724.

McRae, B.H., Kavanagh, D.M. 2011. Linkage Mapper Connectivity Analysis Software; the Nature Conservancy, Seattle, WA. www.waconnected.org/habitat-connectivity-mapping-tools.php.

Muller, N., Ignatieva, M., Nilon, H.C.,Werner, P.C., and Zipperer, W. 2013. Patterns, Trends in Urban Biodiversity and Landscape Design, Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment. DOI 10.1007/978-94-007-7088-1_10: pp- 123–174.

Palmer, M., Finlay, V. 2003. Faith in Conservation: New Approaches to Religions and the Environment, World Bank, Washington DC.

Parker, T., Nilon, C. 2008. Gray squirrel density, habitat suitability and behavior in urban parks. Urban Ecosyst 11: pp. 243–255.

Rayfield, B., Fortin, M.J., and Fall, A.2011.Connectivity for conservation: a framework to classify network measures. Ecology, 92: pp. 847–858.

Savard, J.L., Clergeau, P., Mennechez, G.2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems, Landsc, Urban Plann, 48: pp. 131–142.

Sukopp, H., Wurzel, A. 2003. The effects of climate change on the vegetation of central European cities, Urban Habitats, 1: pp. 66–86.

Van Heezik, Y. M., Dickinson, K. J. M., Freeman, C.2012. Closing the gap: Communicating to change gardening practices in support of native biodiversity in urban private gardens, Ecology and Society, 17-1, 34. http://dx.doi.org/10.5751/ES-04712-170134.

Yu, D., Xun, B., Shi, P., Shao, H., and Liu, Y.2012. Ecological restoration planning based on connectivity in an urban area, Ecological Engineering. 46: pp. 24–33.