

کاربرد آنالیز شبکه در برنامه ریزی فضاهای سبز شهری

(مطالعه موردی: کلان شهر اهواز)

سرور شفیعی نژاد^۱

فاطمه پودات^۲

فروزان فرخیان^{۳*}

foroz.farrokhian@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۷

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۵

چکیده

زمینه و هدف: توسعه بی‌رویه شهری باعث منقطع شدن پوشش‌های گیاهی بومی و انزوای زیستگاه‌هایی می‌گردد که توسط ساخت و سازهای شهری احاطه شده‌اند. با این وجود لکه‌های سبز شهری دارای شرایط مطلوب و ارزشمند هم‌چنان می‌توانند هم‌چون یک شبکه‌ی پیوسته در حفظ تنوع زیستی و بهبود کارکرد اکولوژیک سیمای سرزمین نقش ایفا کنند. هدف از این پژوهش ارزشیابی فضاهای سبز موجود، در حفظ پیوستگی شبکه سبز شهری کلانشهر اهواز و استفاده از یافته‌های حاصل در مطالعات برنامه‌ریزی فضای سبز و افزایش سرانه سبز شهری است. **روش بررسی:** روش این مطالعه مدلسازی و مطالعه‌ی موردی است و رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین و روش آنالیز شبکه اتخاذ شده است. در مدل‌سازی شبکه، کلیه لکه‌های سبز عمومی و خصوصی موجود در سیمای سرزمین شهر اهواز، نمونه‌ی مطالعاتی، جهت ارزش‌های زیستگاهی لحاظ گردید. شبکه سبز شهری در محیط GIS بر اساس تئوری گراف مدل‌سازی شد و با سنجه IIC، پیوستگی شبکه و اهمیت اجزای آن سنجش شد. همچنین اهمیت هر یک از لکه‌های سبز در پیوستگی شبکه، بررسی و لکه‌ها بر اساس اهمیت‌شان با سنجه‌ی اولویت‌بندی شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد لکه‌های سبز وسیع‌تر، اولویت بالاتری بدست آوردند که عمده آنها زمین‌های کشاورزی ناحیه ۴ و ۵ و پارک شهری در ناحیه ۳ می‌باشند. لکه‌های با ارزش اکولوژیک بالا، پراکنشی خطی در امتداد رودخانه دارند.

بحث و نتیجه‌گیری: مدل‌سازی شبکه سبز شهر و استفاده از سنجه‌ی مذکور موجب گردید که لکه‌های سبز شهری با اهمیت بالاتر در سیمای سرزمین شهر اهواز، که نقش حیاتی در بقا حیات جانوری و گیاهی و تنوع زیستی دارند با دقت بالاتری شناسایی و برجسته گردند. شناخت دقیق لکه‌های سبز ارزشمند، منجر به افزایش هدفمند سرانه فضای سبز و توزیع صحیح آن‌ها در شهر بویژه مناطق دارای سرانه پایین می‌گردد. شناخت لکه‌های سبز ارزشمند توسط مسئولان و برنامه‌ریزان شهری، موجب حفاظت و تقویتشان در روند روبه‌رشد توسعه شهر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شبکه فضاهای سبز، پیوستگی اکولوژیک، سیمای سرزمین شهری، اولویت بندی حفاظتی، اهواز.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲- استادیار گروه معماری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳- استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. * (مسئول مکاتبات)

Applying Network Analysis to the Planning of Urban Green Spaces (Case Study of Ahvas Metropolis)

Sorour Shafieinejad¹

Fateme Poodat²

Forouzan Farrokhian^{3*}

foroz.farrokhian@gmail.com

Admission Date: January 27, 2019

Date Received: April 25, 2018

Abstract

Background and Objective: Uncontrolled urban expansion leads to fragmentation and isolation of native vegetation that are surrounded by built environment. Nevertheless, urban green patches with suitable condition are still able to serve as a connected network to support biological diversity and enhance the ecological functioning of landscape. This research aims to study the value of green spaces, in maintenance of connectivity of the urban green network of Ahvaz and applying the results in urban green patches planning.

Material and Methodology: The method is through modelling and studying the case study of Ahvaz metropolis. Also the landscape ecological approach and a network analysis is used. To determine a network, all green patches in Ahvaz landscape, both in the public and private were incorporated due to their habitat values in nesting native animal species. Landscape network is modelled based on Graph Theory and using IIC metric and the network connectivity and the importance of nodes were assessed. Also, patches are prioritized based on their importance.

Findings: Results revealed the largest patches are of higher priority that are the farms in 4th and 5th district and a large urban park in 3rd district. Indeed, the most valuable patches are located in a linear pattern along the river path.

Discussion and Conclusion: Accurate identification of ecological valuable patches assist the targeted increases in per capita green space and suitable distribution of green spaces within the city of Ahvaz, in particular, those districts that suffer from the low per capita of green patches, which leads to effective enhancement and conservation of most important green spaces.

Key words: Green spaces network, ecological conservation, urban landscape, conservation prioritization, Ahvaz.

1- Graduated in master's degree in Environmental Management, Department of Environmental Management, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2- Assistant Professor, Department of Architecture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*(Corresponding Author)

مقدمه

نهایت منجر به تشخیص صحیح اولویت‌های حفاظت و صرفه جویی در سرمایه و نیروی انسانی خواهد شد (۶).

استان خوزستان در طول تاریخ به دلیل برخورداری از ذخایر عظیم نفت و گاز، رودخانه‌های پر آب، اراضی حاصلخیز و نزدیکی به دریا رشد فزاینده‌ای در توسعه صنعتی، کشاورزی و صنایع وابسته به آن و به تبع آن مهاجرت و شهرنشینی داشته است. احداث پتروشیمی، صنایع فلزی، صنایع وابسته به کشت نیشکر، تأسیسات گسترده و عظیم شرکت نفت، احداث سدهای متعدد در بالادست رودخانه‌ها و توسعه جمعیت و شهرنشینی که بعضاً بدون مطالعات دقیق ارزیابی اثرات زیست محیطی در طی سه دهه گذشته انجام شده است منجر به آلودگی بالای هوا، کم آبی و آلودگی و شوری بالای آب، شور شدن خاک و تخریب و حذف زیستگاهها و از بین رفتن گونه‌های گیاهی و جانوری شده است. این در حالیست که تغییرات اقلیمی، گرمایش زمین، خشکی تالاب‌های استان و پدیده‌ی ریزگردها مزید بر علل ذکر شده می‌باشد.

شهرستان اهواز با بیش از یک میلیون نفر سکنه، پرجمعیت‌ترین شهر استان بوده و بیشترین درصد صنایع را نیز در خود جای داده است.

شهر اهواز مرکز استان خوزستان با ۲۰۰۰۰۰ هکتار مساحت، چهارمین شهر وسیع ایران پس از تهران، مشهد و تبریز می‌باشد، این شهر براساس تقسیم بندی های شهرداری به هشت منطقه شهری ناحیه بندی شده است. شهر اهواز در بخش مرکزی استان خوزستان قرار دارد. طبق آخرین آمار موجود در سال ۱۳۹۰ سرانه فضای سبز شهر اهواز حدود ۸/۱۰ متر مربع برای هر نفر می‌باشد که با توجه به استاندارد های کشور، سرانه فضای سبز برای هر نفر ۱۵ متر مربع و بر اساس استانداردهای جهانی ۱۵ تا ۲۵ متر مربع اعلام شده است و برای شرایط سخت اقلیمی، این میزان می تواند تا ۵۰ متر مربع برای هر نفر افزایش یابد (۱۰). با مقایسه وضع کنونی میزان فضاهای سبز هرمنطقه از کلان شهر اهواز با استانداردهای کشوری و جهانی و ضرورت افزایش میزان فضای سبز شهری، مکانیابی محل احداث فضاهای سبز جدید و

توسعه بی رویه شهری باعث تکه تکه شدن پوشش‌های گیاهی بومی و منزوی شدن زیستگاه‌هایی می‌گردد که توسط ساخت و سازهای شهری احاطه شده‌اند. جدا شدن زیستگاه‌ها از یکدیگر فرایندهای زیستی چون پراکنش جانوران در گستره شهر را مختل می‌کند. این اختلال موجب کاهش جمعیت‌های جانوری و در نهایت منجر به گسست و از بین رفتن زیستگاهها و اکوسیستم‌ها و نهایتاً انقراض گونه‌های جانوری در سطح شهر خواهد شد. از این رو پیوسته بودن لکه‌های زیستگاهی در سیمای سرزمین شهری ضروری و حایز اهمیت است (۱، ۲). پیوستگی اکولوژیک یکی از ویژگی‌های ساختاری سیمای سرزمین شهری است که حرکت جانوران و انتقال ژن‌ها را در بین زیستگاه‌هایشان میسر می‌سازد (۳). از مجموع لکه‌های سبز شهری و پیوستگی بین آنها، یک شبکه سبز شهری بوجود می‌آید که کارکرد اکولوژیک آن به ترکیب، توزیع لکه‌ها در بستر شهر و میزان پیوستگی میان آنها بستگی دارد. حفظ و بهبود پیوستگی اکولوژیک یکی از راه‌های حفظ حیات وحش و بطور کلی حفاظت از تنوع زیستی در مناطق شهری است (۴). پیوستگی اکولوژیک عموماً به عنوان «درجه ای تعریف می‌شود که سیمای سرزمین قادر است حرکت جانوران را در بین زیستگاه‌هایشان تسهیل کند» (۵). زیستگاه‌ها و لکه‌های سبز طبیعی بعنوان اجزای سیمای سرزمین باید از نظر عملکردی به هم پیوسته باشند به طوری که جابه‌جایی و حرکت جانداران و چرخش ژنتیک دانه‌های گیاهی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر در بستر شهر میسر باشد (۶). پیوستگی اکولوژیک یکی از بارزترین شاخص‌های کارکرد اکولوژیک سیمای سرزمین است. بنابراین وجود شبکه‌ای به هم پیوسته از لکه‌های فضای سبز شهری، کارکرد اکولوژیک سیمای سرزمین شهری را بهبود می‌بخشد. بررسی و ارزشیابی پیوستگی اکولوژیک باعث شناسایی مناطق بااهمیت و دارای اولویت جهت حفاظت و بهبود پیوستگی درون سیمای سرزمین شهری می‌شود. تاکنون روش‌های متعددی جهت بررسی و سنجش پیوستگی اکولوژیک در ایران و دیگر کشورها معرفی شده است (۸، ۷، ۹). بدیهی است که کاربرد روش مناسب در سنجش پیوستگی فضاهای سبز شهری در

شهرسازی، سازمان نقشه برداری و بازدید از فضاهای سبز شهری گردآوری شد. پس از آن طی یک فرایند ۵ مرحله‌ای (۱) نقشه های فضای سبز مناطق هشت گانه شهری اهواز با استفاده از نرم افزار Arc GIS تهیه شد. (۲) داده های خام اولیه پردازش شدند و با استفاده از نرم افزار Conefor2.6 شبکه زیستگاه های شهری به صورت مجموعه‌ای از نقاط و اتصالات مدل شدند. (۳) با استفاده از سنجح اکولوژیک IIC میزان پیوستگی لکه‌های فضای سبز شهری اندازه‌گیری شد. (۴) الگوریتم برداشت لکه جهت سنجش میزان مشارکت لکه‌های سبز شهری در حفظ پیوستگی سیمای سرزمین بکار برده شد. (۵) در مرحله آخر لکه‌های سبز شهری بر اساس میزان مشارکتشان در حفظ پیوستگی شبکه، اولویت‌بندی شدند و لکه‌های با اهمیت‌تر در هر منطقه شهری مشخص گردید. در ادامه هر مرحله بطور مختصر توضیح داده شده است.

ساخت شبکه فضای سبز شهری

ساخت شبکه شامل دو مرحله ساخت نقاط و ساخت اتصالات می‌باشد. جهت تهیه لایه نقاط ابتدا نقشه کاربری اراضی شهر اهواز تهیه گردید (شکل ۱). به منظور دستیابی به نقشه کاربری اراضی شهر اهواز از نقشه‌های اتوکدی تهیه شده در سازمان مسکن و شهرسازی مربوط به سال ۱۳۸۹ استفاده شد. این نقشه-ها با بررسی تصاویر گوگل ارث و تصاویر ماهواره لندست تایید شد و با الحاق اطلاعات توصیفی هر پلی‌گون در محیط GIS در نهایت نقشه کاربری به‌روز شد. سپس بیشه‌زارهای موجود در حاشیه و فضای داخلی رودخانه کارون و نوارهای سبز حاشیه‌ی معابر شهری شناسایی شدند و به مجموع لکه‌های فضای سبز شهری اضافه گردیدند. بدین ترتیب نقشه موقعیت لکه‌های سبز شهر اهواز در تمامی مناطق شهری با مجموع ۹۹۵ لکه تهیه گردید (شکل ۲).

یا اولویت بندی توسعه فضاهای سبز موجود امری ضروری است. این درحالیست که تاکنون معیارهایی جهت مکانیابی فضاهای سبز جدید تدوین نشده است و برنامه ریزی برای سرانه فضای سبز شهری در مطالعات راهبردی و جامع شهرها بدون در نظر گرفتن کارکرد اکولوژیک لکه های سبز شهری انجام می گردد. هدف از مطالعه ی حاضر آن است تا ضمن بررسی اهمیت لکه‌های سبز در حفظ پیوستگی شبکه سبز شهری، از نتایج حاصل از آن در مطالعات برنامه ریزی فضای سبز شهری و افزایش سرانه سبز شهری نیز بهره گرفت. به این ترتیب سوال اصلی این پژوهش این است که "چگونه می توان در برنامه ریزی سرانه فضای سبز شهری، کارکرد اکولوژیک لکه های سبز شهری را نیز در نظر گرفت؟" بعنوان اهداف عملیاتی این مطالعه ارزش و اهمیت فضاهای سبز موجود کلان شهر اهواز، در حفظ پیوستگی شبکه‌ی سبز شهری بررسی می‌گردد. در ضمن بررسی نقش و اهمیت هر یک از لکه‌های سبز شهری در پیوستگی، لکه‌ها را بر اساس اهمیت‌شان اولویت‌بندی شده و لکه‌های با اهمیت‌تر مشخص می‌شوند. همچنین سرانه مورد نیاز هر منطقه شهری و ارزش اکولوژیک لکه‌های سبز واقع شده در آن منطقه مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت پیشنهادهایی جهت تعیین فضاهای سبز ارزشمند و قابل توسعه و افزایش سرانه فضای سبز و توزیع فضاهای سبز متناسب با اصول بوم شناسی سیمای سرزمین و بر اساس نتایج حاصل از آنالیز شبکه ارائه می‌گردد.

روش بررسی

روش این پژوهش از نوع مدلسازی و مطالعه‌ی موردی‌ست که در آن لکه‌های سبز شهری و پیوستگی آنها بصورت شبکه‌ای از نقاط و اتصالات، در محیط GIS مدل‌سازی شد و با مطالعه میزان پیوستگی شبکه، اهمیت هر لکه در حفظ پیوستگی شبکه بدست آمد. آمار و اطلاعات مربوط به موقعیت و مساحت لکه‌های سبز شهری با مراجعه به سازمان‌های مربوطه مانند شهرداری مرکز، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اهواز، سازمان مسکن و



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی شهر اهواز

Figure 1. Land use map of Ahvaz city



شکل ۲- نقشه موقعیت فضاهای سبز در مناطق ۸ گانه شهر اهواز

Figure 2. Location map of green spaces in 8 districts of Ahvaz city

با استفاده از اطلاعات مربوط به آمارنامه سال ۱۳۹۲ شهرداری اهواز و فرمول محاسبه سرانه اکولوژیک فضای سبز (معادله ۱)، سرانه فضای سبز در هر یک از مناطق شهرداری به روز گردید.

(۱) جمعیت ساکن در منطقه/مجموع سطوح فضای سبز = سرانه فضای سبز به ازای هر نفر (متر مربع)

ارزشیابی پیوستگی شبکه سبز شهری

پس از ساخت شبکه سبز شهری، به منظور بررسی پیوستگی شبکه فضاهای سبز شهری از نرم افزار رایگان Conefor2.6 استفاده شد. این نرم افزار با استفاده از آنالیز شبکه قابلیت کمی سازی اهمیت زیستگاهها و پیوستگی بین آنها را دارا می باشد. محاسبات مربوط به اندازه گیری پیوستگی شبکه با استفاده از سنجه IIC انجام پذیرفت. سنجه IIC تابعی از فاصله، مساحت لکه ها و فاصله بین آنها می باشد (۱۱). این سنجه ها علاوه بر در نظر گرفتن پیوستگی بین لکه ها تابعی از پیوستگی درون لکه زیستگاه نیز می باشد و کارکردی بهتر در مقایسه با سایر سنجه های موجود را نشان می دهند (۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵).

محاسبه میزان اهمیت لکه ها در حفظ پیوستگی

به منظور بررسی پیوستگی بین دو لکه در شبکه، اطلاعات مربوط به حداکثر مسافتی که یک جانور می تواند به طور متوسط طی کند، مورد نیاز است. جهت بدست آوردن مسافت های اکولوژیک از دانش و تجربه کارشناسان محیط زیست سازمان محیط زیست استان خوزستان استفاده گردید. براین مبنا ۴ مسافت حرکتی ۲۰۰۰، ۲۰۰۰، ۵۰۰، ۵۰۰ متر به عنوان حداکثر مسافت پراکنش جانوران برای گونه های جانوری غالب موجود در محیط شهری اهواز (شامل: خزندگان، پستانداران کوچک، پستانداران بزرگ، پرندگان) در نظر گرفته شد (۱۶) و پیوستگی شبکه سبز شهری بر اساس هر یک از این مسافت ها به طور جداگانه محاسبه گردید. سپس با استفاده از شاخص dIIC مشارکت یا اهمیت هر لکه در پیوستگی سیمای سرزمین شهر اهواز از طریق آنالیز برداشت لکه مورد ارزیابی قرار گرفت.

اولویت بندی لکه ها بر اساس میزان اهمیت آنها

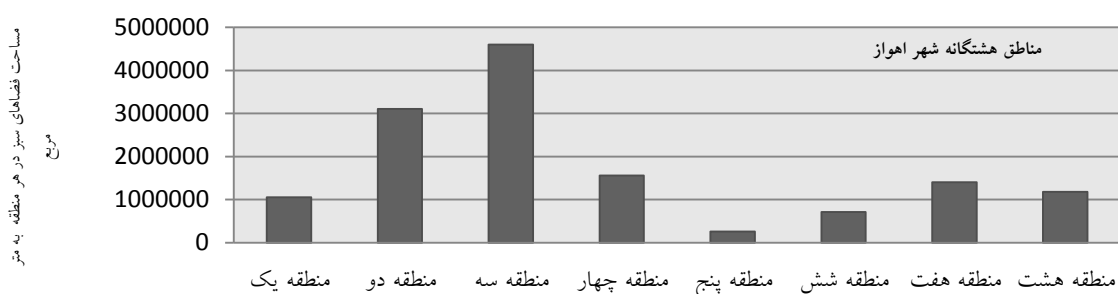
پس از محاسبه میزان اهمیت لکه ها، تجزیه و تحلیل آماری برای هر سری از داده ها انجام پذیرفت. در هر گروه از داده ها میزان مشارکت لکه ها از بیشترین داده به کمترین داده دسته بندی شدند و لکه های با اهمیت تر در هر گروه شناسایی شدند. لکه های

بااهمیت، آن دسته از فضاهای سبزی هستند که بیشترین مشارکت را در حفظ پیوستگی شبکه ی سبز شهری دارند. دسته بندی اطلاعات و ترسیم نمودارها و جداول مورد نیاز، با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد، همچنین محاسبات آماری بر روی نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS20 صورت پذیرفت.

یافته ها

تهیه نقشه های فضای سبز شهر اهواز

شکل ۳، مجموع مساحت فضاهای سبز مربوط به هر منطقه شهر اهواز را نشان می دهد. بیشترین سطح فضای سبز موجود در شهر اهواز مربوط به منطقه ۳ شهرداری و کمترین مساحت مربوط به منطقه ۵ می باشد. این در حالی است که منطقه ۲ بعلت دارا بودن جمعیت و مساحت فضای سبز کمتر از منطقه ۳، سرانه فضای سبز بیشتری دارد (جدول ۱). اطلاعات مربوط به سرانه فضای سبز در هریک از مناطق شهرداری در جدول ۱ قابل مشاهده می باشد. باید توجه داشت که در محاسبه میزان سرانه فضای سبز در شهرداری ها تنها فضاهای سبز عمومی شامل پارک ها، نوارهای سبز حاشیه معابر و لچکی ها محاسبه می گردد. لیکن با توجه به اهداف این پژوهش و کارکرد زیستگاهی سایر فضاهای سبز، کلیه لکه های سبز موجود در شهر اهواز تعیین و مورد بررسی قرار گرفت، چرا که باغات، نخلستان ها و مزارع به لحاظ دارا بودن گونه های گیاهی بومی دارای ارزش اکولوژیک و زیستگاهی برای جانوران می باشند. همانطور که در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است در مناطق ۴ و ۵ شهری میزان سرانه از ۱۵ متر مکعب به ازای هر نفر کم تر می باشد. با توجه به نقشه شماره ۴ این گونه می توان نتیجه گرفت که بیشترین مساحت فضای سبز در محدوده ۲۵۰,۰۰۰ متر مربع تا ۵۰۰,۰۰۰ متر مربع می باشد که در کلیه مناطق شهری گسترده شده اند. درصد اندکی از فضاهای سبز در مساحت های گسترده (۲,۰۰۰,۰۰۰ تا ۳,۲۴۶,۱۰۶ متر مربع) قرار می گیرند که بیشتر این فضاهای سبز در مناطق ۴ و ۵ شهری قابل مشاهده می باشند.



شکل ۳- توزیع فضای سبز در مناطق هشتگانه شهر اهواز در سال ۱۳۹۲ (۶)

Figure 3. Distribution of green spaces in the eight districts of Ahvaz city in 2013(6)

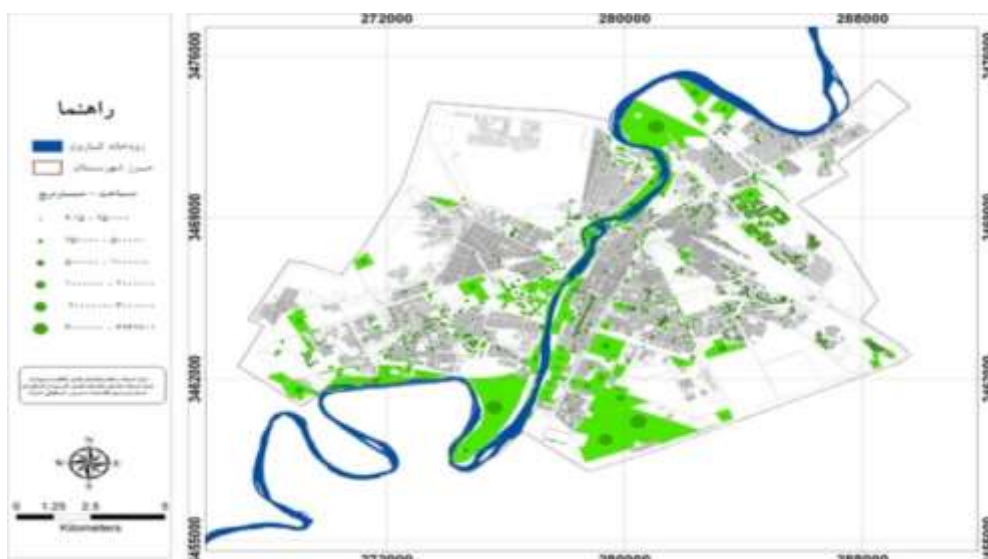
جدول ۱- سرانه فضای سبز شهر اهواز به تفکیک مناطق شهری شهر اهواز در سال ۱۳۹۲

Table 1. Green space per capita in Ahvaz city According to the urban areas of Ahvaz city in 2012

مناطق شهرداری	جمعیت	مساحت فضای سبز (m ²)	مساحت منطقه (m ²)	سرانه فضای سبز (مترمربع)
منطقه ۱	۱۱۳۷۷۳	۱۰۵۸۲۰۸	۱۰۳۵۵۴۹۱	۹/۳
منطقه ۲	۱۰۲۲۷۲	۳۱۰۶۹۰۲	۲۹۶۷۹۰۱۹	۳۰/۴
منطقه ۳	۱۸۶۱۵۹	۴۵۹۶۰۵۵	۳۱۱۲۳۵۵۰	۲۴/۷
منطقه ۴	۲۰۹۱۹۹	۱۵۵۹۵۳۰	۳۵۷۵۰۲۶۸	۷/۵
منطقه ۵	۵۸۹۰۴	۲۵۸۳۸۱	۲۴۷۵۵۵۵۳	۱/۲
منطقه ۶	۱۸۱۹۵۵	۷۱۰۳۹۷	۲۹۴۸۳۰۳۸	۳/۹
منطقه ۷	۱۵۸۳۰۸	۱۴۰۱۲۱۸	۱۷۰۸۰۹۴۴	۸/۹
منطقه ۸	۱۳۹۶۸۷	۱۱۸۴۱۸۱	۲۸۸۹۱۴۳۸	۵/۸

به صورت یک لکه سبز وسیع با کاربری پارک جنگلی (پارک جنگلی شهروند) است، کماکان توسعه فضای سبز خطی و پراکنده در درون بافت شهری به صورت بلوارها، لچکی‌ها و پارک‌های محلی به منظور توزیع فضای سبز در کل منطقه و پیوستگی با فضای سبز سایر مناطق امری ضروری است.

با توجه به نتیجه محاسبات میزان سرانه در مناطق هشتگانه شهرداری اهواز کم‌ترین میزان سرانه در مناطق یک و هفت می‌باشد. زیرا بافت بسیار متراکم مناطق مسکونی سبب شده این مناطق با کمبود فضای سبز مواجه گردند. مناطق دو و سه، از نظر محاسبه سرانه فضای سبز شهری در شرایط مطلوب‌تری به سر می‌برند، لیکن با توجه به اینکه عمده فضای سبز در این مناطق



شکل ۴- نقشه موقعیت فضاهای سبز شهر اهواز بر اساس مساحت

Figure 4. Map of the location of green spaces in Ahvaz based on area

شهری، فضاهای سبز نیمه خصوصی شهرک‌های سازمانی (شهرک نفت، آب و برق، صنایع فولاد، محوطه دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و محوطه بیمارستان‌ها، ...)، فضاهای سبز نیمه عمومی ادارات و سازمان‌ها و همچنین وجود لکه‌های سبز خصوصی مانند مزارع و باغات خصوصی می‌باشد (شکل ۵).

فضاهای سبز موجود در شهر اهواز شامل انواع فضاهای عمومی (دولتی)، نیمه عمومی (نیمه دولتی)، خصوصی و نیمه خصوصی می‌باشند (شکل ۵). فضاهای سبز و باز موجود در شهر اهواز به‌طور کلی شامل فضاهای سبز عمومی مانند پارک‌ها، نخلستان‌ها، پارک جنگلی، فضاهای سبز خیابانی، محورهای سبز درون



شکل ۵- نقشه طبقه بندی فضای سبز شهر اهواز

Figure 5. Classification map of the green spaces of Ahvaz city

جنوبی و جنوب شرقی شهر اهواز قرار دارند که شامل مزارع، باغات و نخلستان‌ها می‌باشد. مزارع، باغات و نخلستان‌ها عمدتاً

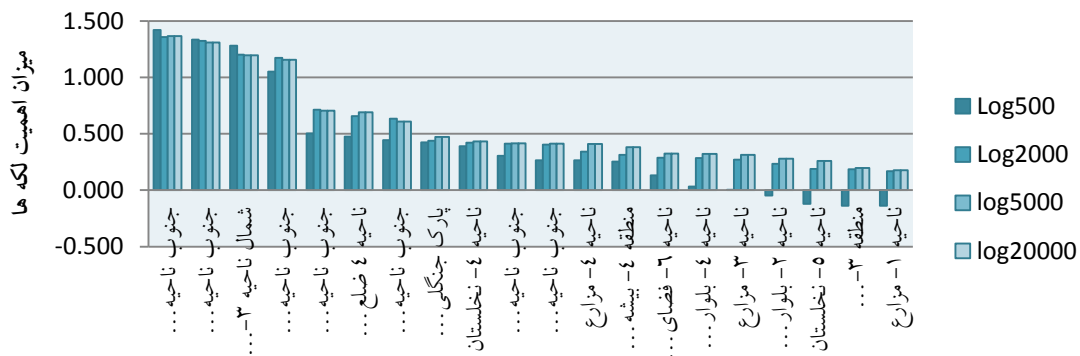
همانطور که در نقشه‌های فوق مشخص گردیده، بیشترین میزان فضای سبزی که از مساحت بالایی نیز برخوردارند در بخش

به دلیل وجود بستر مناسب و سازگار با گونه‌های بومی در حاشیه رودخانه به وجود آمده‌اند. همانطور که در شکل شماره ۵ مشاهده می‌شود تعداد مزارع کمتری در شمال شهر اهواز وجود دارد که همان تعداد فضای سبز هم در مجاورت رودخانه کارون قرار دارند. از جمله این لکه‌ها، پارک جنگلی می‌باشد.

ساخت شبکه فضای سبز شهری

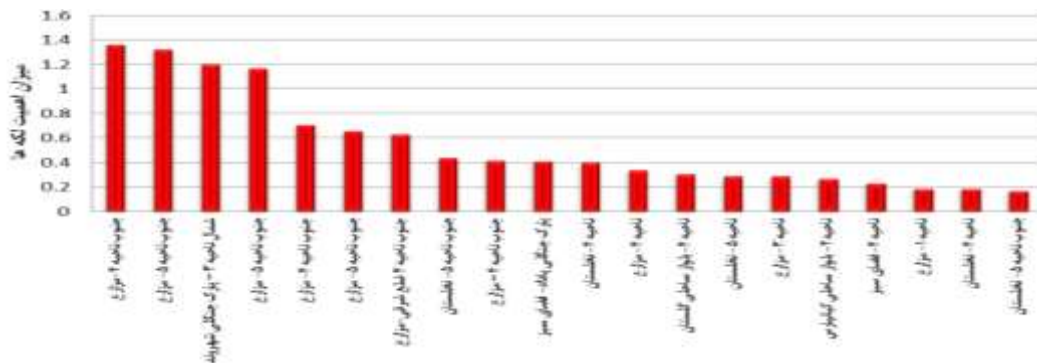
در این پژوهش کلیه لکه‌های سبز (۹۹۵ لکه سبز) سیمای سرزمین شهر اهواز که شامل پارک‌های شهری، نوارهای سبز معابر، باغات، مزارع و کلیه فضاهای سبزی که از مساحت و موقعیتی مناسب جهت تشکیل شبکه اکولوژیک سیمای سرزمین برخوردار بود مورد بررسی قرار گرفتند. متوسط مساحت لکه‌های سبز از مجموع این ۹۹۵ لکه‌ی سبز دارای مقدار عددی

۲۵۸۳/۴۷۳ مترمربع است که در این میان کمترین مساحت مربوط به پارک شهری در ناحیه ۶ شهری با مساحت ۲۵۳۹/۶۸۴ متر مربع می‌باشد، پیوستگی شبکه شهر اهواز با در نظر گرفتن توان حرکتی جانوران مختلف بر اساس اهمیت و نقشی که هر لکه در پیوستگی شبکه سبز شهر اهواز دارد مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که نتایج همبستگی زیادی داشتند (۰/۹۹۵=ضریب همبستگی) (شکل شماره ۶)، لذا نتایج حاصل از اعمال حداکثر مسافت ۲۰۰۰ متر به نمایندگی از سایر مسافتهای اعمال شده نشان داده شده است. نتایج مسافت ذکر شده را می‌توان برای سایر گروه‌های جانوری مورد مطالعه در این پژوهش تعمیم داد (شکل ۷).



شکل ۶- مقایسه پیوستگی لکه‌های سبز شهر اهواز در هر ۴ مسافت

Figure 6. Comparison of the continuity of green patches in Ahvaz city in all 4 distances



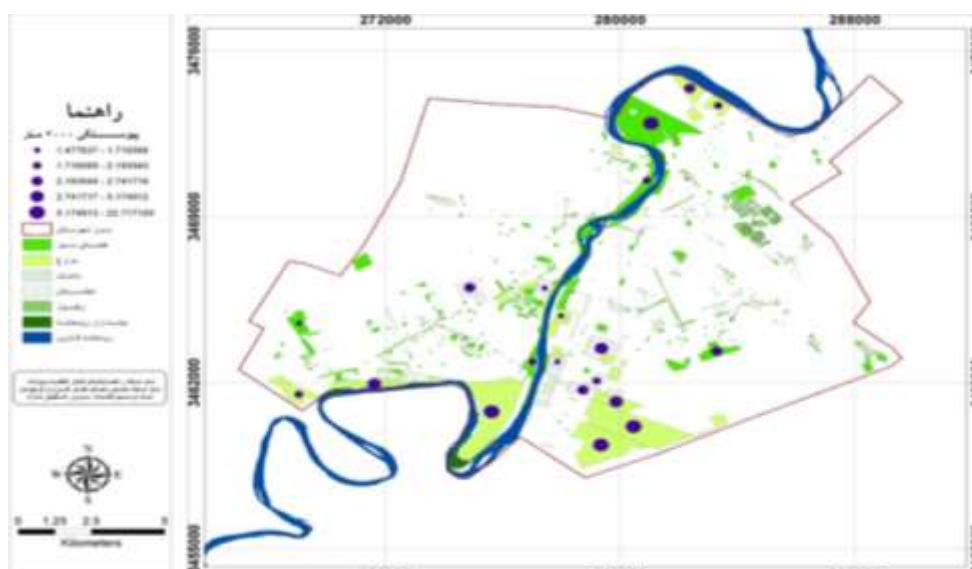
شکل ۷- اولویت بندی لکه‌های سبز شهر اهواز در مسافت ۲۰۰۰متر

Figure 7. Prioritization of green patches in Ahvaz city at a distance of 2000 meters

در شکل ۷ قابل مشاهده می‌باشد. همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، عمده فضاهای سبز شهری که دارای اهمیت

لکه‌های سبز شهر اهواز با در نظر گرفتن مسافت ۲۰۰۰ متر برحسب اهمیت‌شان رتبه بندی شده‌اند که ۲۰ اولویت برتر آنها

بالای حفاظتی هستند در نواحی جنوبی و یا شمال غربی شهر اهواز واقع شده‌اند. همچنین مشخص گردید این لکه‌ها عمدتاً در مجاورت رودخانه کارون قرار گرفته‌اند.



شکل ۸- موقعیت ۲۰ اولویت اول لکه‌های سبز دارای ارزش اکولوژیک بالا با اعمال مسافت ۲۰۰۰ متر

Figure 8. The position of the 20 first priority green patches with high ecological value by applying a distance of 2000 meters

بحث و نتیجه گیری

خواهد یافت و در عین حال موجب تقویت فرایندهای اکولوژیک در سطح شهر و ارتقای کارکرد اکولوژیک سیمای سرزمین شهر اهواز خواهد شد. همچنین حفاظت از زیستگاه گونه‌های جانوری و گیاهی موجود و افزایش میزان پیوستگی در راستای برنامه‌ریزی شهری پایدار می‌باشد. در همین راستا ضروری است برنامه‌ریزان شهری لکه‌هایی را که از نظر اکولوژیک بارزش تشخیص داده شده‌اند، در اولویت حفاظتی قرار داده و شرایط اکولوژیک موجودشان را تقویت کنند تا ضمن افزایش سرانه فضای سبز شهری بصورت هدفمند، کارکرد اکولوژیک سیمای سرزمین شهری بهبود یابد. از سوی دیگر فضای سبز به عنوان بخشی از کالبد و بافت شهر، رابطه مستقیم و مثبتی با کیفیت زندگی شهروندان دارد (۱۸).

در این مطالعه مقایسه‌ی سرانه‌ی فضای سبز مناطق شهری نشان داد که ضمن افزایش سرانه فضای سبز در شهر اهواز بویژه در مناطق ۴ و ۵ شهری که از سرانه فضای سبز پایین‌تری نسبت به استاندارد تعریف شده برخوردار هستند می‌توان شبکه سبز شهری

کاربرد صحیح سنجه‌های سیمای سرزمین در تشکیل شبکه اکولوژیک شهری می‌تواند در تصمیم‌گیری‌هایی که به راهبردهای متفاوت برنامه‌ریزی شهری مرتبط هستند کمک بسزایی نماید. در این مطالعه به منظور بررسی پیوستگی شبکه سبز شهری و در تشکیل شبکه از سنجه *IIC* به عنوان سنجه‌ای کامل و با دقت بالا استفاده گردید. مدل‌سازی شبکه سبز شهر و استفاده از سنجه‌ی مذکور موجب گردید که لکه‌های سبز شهری با اهمیت بالاتر در سیمای سرزمین شهر اهواز، که نقش حیاتی در بقا حیات جانوری و گیاهی و تنوع زیستی دارند با دقت بالاتری شناسایی و برجسته گردند.

با شناخت صحیح لکه‌های با اهمیت و ارزش اکولوژیک بالا می‌توان توسعه‌ی فضای سبز جدید را در مناطقی قرار داد که پیوستگی میان لکه‌های با ارزش بالاتر افزایش یابد (۱۷). بر همین اساس مکان‌یابی فضاهای سبز جدید نیز با رویکرد تقویت شبکه سبز شهری و بالابردن پیوستگی بین لکه‌های سبز انجام خواهد پذیرفت. در نتیجه هم میزان سرانه فضای سبز شهری افزایش

جانوری مورد مطالعه دریافتیم، در مسافت ۵۰۰ متر تعداد جاپاهای مهم بیشتری تشخیص داده شدند. این بدین دلیل است که در تشکیل شبکه اکولوژیک مسافت ۵۰۰ متر برای جانورانی در نظر گرفته شدند که دارای قدرت حرکتی کمتری می‌باشند. نیاز به وجود چنین لکه‌های کوچکی بیشتر احساس می‌شود و وجود آنها در پیوستگی شبکه ضروری‌تر می‌باشد. این دسته از جانوران نیاز دارند که شبکه زیستگاهی از پیوستگی بیشتری برخوردار باشند تا با مقاومت محیطی کمتری روبرو گردند، این جاپاها در منطقه ۴ و ۵ شهری قرار دارند و دارای موقعیتی بسیار نزدیک نسبت به رودخانه می‌باشند برای مثال می‌توان به نقش پارک ساحلی شرقی محدوده کیانپارس با dIIC (مشارکت) برابر با ۱,۸۴۳۹۲۷ به عنوان لکه‌ای مهم در ایجاد پیوستگی شبکه اکولوژیک سیمای سرزمین در مسافت ۵۰۰ متر اشاره کرد. همچنین پارک شهری در منطقه ۴ شهری با داشتن کمترین مساحت (۳۹۱۲/۴۵۷۸۹۳ مترمربع) و ارزش اکولوژیک بالا در این مسافت با مقدار dIIC (مشارکت) برابر با ۱,۸۴۳۹۲۷ اشاره نمود. با احداث جاپاها و دالان‌های جدید و همچنین حفظ و نگهداری و توسعه جاپاهایی که در نتیجه تشکیل شبکه اکولوژیک شهری مشخص گردیدند می‌توان به پیوستگی لکه‌های سبز در تمام مناطق شهری و حاشیه‌ی رودخانه کمک نمود و در مقیاسی بزرگتر شبکه‌ی سبز شهری را تقویت نمود.

ویژگی ساختاری خاص سیمای سرزمین شهر اهواز که توسط رودخانه کارون به عنوان دالانی طبیعی به ۲ بخش مجزا از هم تقسیم شده، آن را به مورد مطالعاتی منحصر بفردی جهت کاربرد تئوری گراف و سنجش پیوستگی بدل کرده که برای اولین بار مطالعه پیوستگی در چنین سیمای سرزمینی صورت گرفت. نتایج آنالیز شبکه نشان داد عمده لکه‌هایی که نقش مهمی در پیوستگی سیمای سرزمین دارند در نزدیکی و یا مجاورت رودخانه کارون می‌باشند. از این رو در نواحی جنوبی مناطق ۴ و ۵ شهری تراکم و توزیع لکه‌های با اهمیت در مسیر رودخانه تجمع یافته‌اند. در یک جمع بندی از ۲۰ اولویت برتر بر اساس کاربرد سنجه dIIC در میان ۹۹۵ لکه فضای سبز، لکه‌هایی که دارای ارزش اکولوژیک بالا هستند، دارای پراکنشی خطی در امتداد مسیر رودخانه

را تقویت نمود. وجود اراضی باغی و کشاورزی در منطقه‌ی ۴ شهری واقع در شرق رودخانه کارون و جنوب شرقی محدوده شهر اهواز با مساحت ۳۶۴۲۶۰۱ متر مربع بزرگترین لکه سبز در سیمای سرزمین شهر اهواز است که بیشترین مشارکت را در پیوستگی سیمای سرزمین شهر اهواز دارا می‌باشد. لکه‌های بزرگ نسبت به لکه‌های کوچک تعداد بیشتری از گونه‌ها را در خود جای می‌دهند از این رو با توجه به وسعتشان برای تنوع زیستی مناسب‌تر بوده و با انقضات کمتر گونه‌های محلی همراه می‌باشند. نتایج تحلیل شبکه نشان داد لکه‌های سبزی که دارای بیشترین مساحت می‌باشند بالاترین dIIC یعنی بیشترین میزان مشارکت در پیوستگی سیمای سرزمین را نیز به خود اختصاص می‌دهند، عمده این دسته از لکه‌ها مزارعی هستند که در نواحی جنوبی ناحیه ۴ و ۵ شهری و پارک شهروند در ناحیه ۳ شهری قرار دارند.

همانطور که اشاره شد در میان یافته‌های بدست آمده از آنالیز شبکه، برخی از لکه‌های سبز کوچک نیز دارای مقدار عددی dIIC بالایی می‌باشند. این لکه‌های سبز در واقع آن دسته از لکه‌هایی هستند که دارای موقعیت توپولوژیکی خوبی بوده و از آن‌ها در اکولوژی سیمای سرزمین با عنوان جاپاها نام می‌برند (۱۹). جاپاها به جهت قرارگیری در میانه راه بین سایر لکه‌های سبز با اهمیت، دارای اهمیت حفاظتی بالایی هستند چرا که سبب ایجاد پیوستگی بین لکه‌های بزرگ که در فاصله زیادی نسبت بهم قرار دارند می‌شوند. عدم توجه و حفاظت از جاپاها سبب حذف لکه‌های کوچک اما با ارزش اکولوژیک بالا در مسیر حرکتی گونه و در نتیجه سبب ناپیوستگی بیشتر در سیمای سرزمین شهر می‌شوند. در سیمای سرزمین شهر اهواز یکی از مهمترین جاپاها که در اولویت چهارم قرار می‌گیرد و دارای مشارکت (dIIC) ۱۴,۹۰۵۳۱ می‌باشد، مزرعه‌ای کوچک در جنوب ناحیه ۵ شهری واقع در جنوب غربی محدوده رودخانه کارون در شهر اهواز است. میزان مشارکت بالای این لکه، ضرورت حفاظت از آن را برای مدیران شهری برجسته می‌سازد.

با مقایسه نتایج حاصل از آنالیز شبکه برای گروه‌های جانوری مختلف و با در نظر گرفتن حداکثر مسافت پراکنش گروه‌های

نخلستان‌ها به علت دارا بودن مساحت بالا، گیاهان بومی و ایجاد شرایط مناسب برای آشیانه سازی بیشتر گونه‌های جانوری بومی، مهم و با اهمیت می‌باشند. این در حالیست که تاکنون مطالعات گوناگون و روش‌های استفاده شده جهت تشکیل شبکه اکولوژیک سیمای سرزمین نتوانسته‌اند دیدی جامع‌نگر با در نظر گرفتن نقش کلیه لکه‌های موجود در سیمای سرزمین داشته باشند و غالباً تنها به بررسی تاثیرات ۲ لکه بر یکدیگر یا گروهی از لکه‌های هم‌جوار پرداخته‌اند. بنابراین در بررسی پیوستگی با یک دیدگاه کلان و شناسایی خلاءها و نقاط قوت شبکه اکولوژیک موفق نبوده‌اند. وجود پیوستگی میان اجزای سیمای سرزمین حاکی از سلامت عملکرد اکولوژیک سیمای سرزمین شهری است (۱۲) و (۱۳)، بدین جهت تمامی اجزای سیمای سرزمین شهری که در شکل‌گیری هرچه بهتر شبکه اکولوژیک نقش دارند باید لحاظ گردند.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس دلآوری، رئیس سازمان آب و خاک استان خوزستان، و جناب آقای مهندس الوندی کارشناس محیط‌زیست سازمان محیط زیست استان خوزستان، در تهیه و گردآوری داده‌های اولیه این پژوهش سپاسگزاریم.

References

1. Bennett, A. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation: IUCN, Gland. UK; Switzerland and Cambridge, 2003.
2. Crooks K. R & Sanjayan M. Connectivity Conservation, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
3. Poodat, F. Arrowsmith C. Fraser D. & Gordon A. Prioritizing urban habitats for connecting conservation: Integrating centrality and ecological metrics. *Environmenta Management*; 2015. 56(3):664-674.

می‌باشند. رودخانه کارون در سیمای سرزمین به عنوان دالان طبیعی در سیمای سرزمین شهری است و نقشی مهم در گردآوری گونه‌ها بویژه گونه‌های بومی ایفا می‌کند. در نتیجه حفظ پیوستگی اکولوژیک رودخانه در محدوده شهر می‌تواند در دستور کار برنامه ریزان محیط زیستی قرار گیرد تا فضاهاى سبز حاشیه رودخانه مورد حفاظت قرار گیرند و بدین گونه بتوان به پیوستگی لکه‌های سبز در گستره شهر اهواز کمک نمود.

در این اولویت بندی‌ها مشخص گردید که عمده فضاهاى سبزی که نقش بسیار موثری در پیوستگی فضای سبز شهری دارند، عمدتاً شامل نخلستان‌ها و مزارع خصوصی واقع در جنوب منطقه ۴ و ۵ شهری هستند که اطراف آن‌ها را زمین‌های بایر فراگرفته است. سازمان‌های مسئول می‌توانند از طریق تعامل با مالکین این دسته از فضاهاى سبز و هم‌چنین تصویب ضوابط و مقررات حفاظتی، به حفظ و گسترش این لکه‌های سبز کمک نمایند. هم‌چنین با توجه به اهمیت وجود گونه‌های گیاهی بومی در حفظ پیوستگی و بهبود تنوع زیستی، لازم است در طراحی فضاهاى سبز شهری در حاشیه رودخانه‌ها و در سایر لکه‌های فضای سبز به وجود گونه‌های بومی گیاهی مانند گز، کنار، نخل و ... توجه ویژه ای شود. از آنجایی که این لکه‌های سبز از نظر مالکیت جزء دسته فضاهاى سبز خصوصی قرار می‌گیرند لازم است راهکارهای مدیریتی در جهت حمایت از پراکنش گونه‌های جانوری انجام گیرد. برای مثال موانع حرکتی جانوران در سیمای سرزمین را با برداشتن موانع و حصار در اطراف پارک‌ها و فضاهاى سبز شهری به حداقل رساند، تا بتوان حرکت گونه‌های جانوری را در میان زیستگاه‌هایشان تسهیل بخشید و جانوران حین پراکنش با مقاومت سرزمین کمتری مواجه گردند. هم‌چنین سازمان‌های مسئول باید در برنامه‌ریزی‌های شهری از تراکم ساخت و سازها در اطراف این لکه‌های سبز بکاهند برای این منظور می‌توانند با ایجاد محیطی حائل در محدوده این لکه‌ها مانع از توسعه‌های انسانی به سمت این لکه‌ها و زیستگاه‌های جانوری شوند.

این پژوهش با دیدی جامع‌نگر، شبکه سبز شهر اهواز را با در نظر گرفتن تمامی لکه‌های سبز شهری اعم از لکه‌های سبز عمومی، نیمه عمومی و خصوصی را مورد مطالعه قرار داد. مزارع و

12. Pascual-Hortal L, Saura S. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* ; 2006; 21(7): 959-967.
13. Pascual-Hortal L, Saura S. Impact of spatial scale on the identification of critical habitat patches for the maintenance of landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*; 2007; 83 (3): 176-186
14. Saura S. Rubio L. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography* ; 2010. 33: 523-537.
15. Saura S. Estreguil C. Mouton, C. & Rodríguez-Freire M. Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990-2000). *Ecological Indicators*; 2011. 11: 407-416.
16. Alvandi, oral interview, Environmental Organization of Khuzestan Province; 2014. (In Persian)
17. Zetterberg A, Mortberg U.M, Balfors B. Making graph theory operational for landscape ecological assessments, planning, and design. *Landscape and urban planning*; 2010. 95(6): 181-191.
18. Farrokhian, F., Mayedzadeh, H. The Effect of Urban Green Space on the Quality of Life of Citizens of Ahvaz City. 2020; 11(41): 23-36. (In Persian)
19. Dramstad, W., Olson, J. D. and Forman, R. T., *Landscape ecology principles in landscape architecture and land use planning*. Translated by Foroud Azari Dehkordi. Adabestan publication; 2007.
4. Poodat, F., barghjelveh, S. D., mirkareme, H. C. An analytical review on how to measure ecological continuity in order to protect biodiversity in cities. *Environmental Researches*, 2015; 5(10): 195-210. (In Persian)
5. Taylor P. D. Fahrig L. Helein K. & Merriam G. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*; 1993. 68(3): 571-573.
6. Podat, F., BarghJelveh, S. and Arrowsmith, K. An analysis of ecological continuity in order to protect wildlife in an urban landscape. The first international conference on landscape ecology: November 2012. Isfahan, Iran. (In Persian)
7. Ahmadi, A. Movahed, A. and Shojaeyan, A. Presenting the optimal location pattern of urban green spaces using GIS and AHP, the study area: Zone 7 of Ahvaz Municipality. *Environmental studies magazine*. 2011; 4(15):147-162. (In Persian)
8. Mikaeili, A., Sadeghi Benis, M. Urban Ecological Network of Tabriz City And Proposed Solutions for Preservation and Development. *Environmental Researches*, 2011; 1(2): 43-52. (In Persian)
9. Rayfield B, Fortin M.J, Fall A. Connectivity for conservation;a framework to classify network measures. *Ecological society of America*, 2011: 847-858.
10. Majnounian, H. *Discussions about parks, green spaces and promenades*, Tehran Municipality Publications. 1995. (In Persian)
11. Saura, S. & Torné, S., *CONEFOR 2.6 User manual*, 2012.