استفاده از متریک‌های منظر در بهسازی شبکه اکولوژیک شهری (مطالعه موردی : شهر تبریز)*

مژگان صادقی‌بنیس**

چکیده

در دهه‌های اخیر تئوری‌های مربوط به اکولوژی منظر درهای تازه‌ای به روی برنامه‌ریزی و طراحی منظر گشوده است. مفهوم شبکه اکولوژیک نیز از دستاوردهای این مبحث بوده و در ارتباط با غلبه انسان در محیط‌های طبیعی و تکه تکه شدن تدریجی آن به دنبال توسعه محیط‌زیست انسانی نمود می‌یابد. به همین جهت طراحان و اکولوژیست‌های منظر، این مفهوم را در جهت به کار بستن یک استراتژی فضایی بهینه در مقیاس‌های مختلف و نیز محیط‌های شهری مورد استفاده قرار می‌دهند. در این راستا متریک‌های منظر به عنوان ابزار مفید بررسی و بهسازی شبکه‌های اکولوژیک شهری به شمار می‌آیند. در مطالعه حاضر، هدف اصلی، ارایه راهکارهای بهسازی برای شبکه اکولوژیک شهر تبریز با استفاده از متریک‌های منظر است. در این راستا ابتدا عناصر تشکیل‌دهنده ساختار شبکه اکولوژیک شهر تبریز که شامل لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی هستند، با استفاده از متریک‌های منظر به طور کمی بررسی شده و بدین ترتیب لایه‌های اکولوژیکی طبیعی و مصنوع آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و متریک‌های منظر(شامل CAP و MNN و NP) مورد شناسایی و آنالیز واقع شد. سپس تحلیل شبکه با روی‌هم‌گذاری این لایه‌ها صورت گرفته و این امر به درک شبکه اکولوژیک شهر انجامید. در نهایت پهنه‌بندی ساختار شبکه به صورت سه پهنه همگن و ارایه راهکارهای ارتقای آن برای هر پهنه در مقیاس شهری از نتایج این مطالعه است.

کلمات کلیدی

شبکه اکولوژیک شهری، متریک‌های منظر، اکولوژی منظر، مدل موزاییکی، شهر تبریز.

*. این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری "مژگان صادقی بنیس" با عنوان «بررسی ساختار شهر تبریز با تاکید بر شهرسازی اکولوژیک» است که به راهنمایی پروفسور "فیکرت حسینوف" در دانشگاه معماری و عمران آذربایجان انجام شده است.

**. پژوهشگر دکتری شهرسازی، دانشگاه معماری و عمران آذربایجان. مدرس دانشگاه آزاد واحد پردیس. کارشناس محیط‌زیست وزارت راه و شهرسازی ۰۹۱۲۵۰۰۲۳۹۹
mojan_sadeghi@yahoo.com

مقدمه

در دهه‌های اخیر علاقه فزاینده به مباحث اکولوژی منظر در سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری بازتاب داشته است(Mc Garigal and Cushman, 2002). اکولوژی منظر با این مسئله که الگوهای فضایی- زمانی چگونه، چه وقت و در چه مکانی فرایندهای اکولوژیکی را تحت تأثیر قرار داده و نیز نسبت به آنها بازتاب نشان می‌دهند، در ارتباط اساسی است(Turner, 1989; Urban, et al., 1991).

امروزه که نگرش و رویکردهای اکولوژیکی یکی از مهم‌ترین مباحث روز دنیا در توسعه پایدار و برنامه‌ریزی کاربری اراضی به ویژه شهری به شمار می‌رود (Oke, 2004, 1992; Fiedler, et al., 1997)، به نظر می‌رسد که بیشتر جمعیت دنیا در شهرها ساکن شوند. بدین ترتیب کلان‌شهرها با مشکلات زیادی از قبیل تغییر کاربری اراضی فضاهای سبز مواجه شده و با کاهش فزاینده عناصر طبیعی و تخریب عملکرد طبیعی اکوسیستم شهرها، اکولوژیست‌ها بر روی منظرهای شهری متمرکز شده‌اند (Johnson and Hill, 2002). بنابراین دستاوردهای اکولوژی منظر با تأکید بر بهسازی الگوهای فضایی، وارد مفاهیم طراحی و برنامه‌ریزی‌شده و طراحی شبکه اکولوژیکی شهرها مورد توجه بیشتری واقع شده است (Jongman and Pungetti, 2004; Forman,1995). در راستای مفاهیم اکولوژی منظر، به منظر شهر به عنوان یک سیستم منسجم که عناصر آن به‌هم‌پیوسته‌اند نگریسته می‌شود و بر همین اساس، امروزه برخلاف روش‌های سنتی برنامه‌ریزی که اقتصادمحورند، توجه بیشتری به شبکه اکولوژیک شهر جهت بهینه‌سازی عملکردهای اکولوژیکی فضاهای سبز شهری صورت می‌گیرد (Cook, 2002; Ross, et al., 2006; Lynch, 1971).

ساختار شبکه اکولوژیک یک شهر را می‌توان براساس چگونگی توزیع فضایی عناصر شبکه یعنی لکه‌ها و کریدورها و چگونگی پیوستگی و اتصال بین آنها توصیف کرد (Turner, 1989; Schreiber, 1987). طبق مدل موزاییکی، لکه‌ها، کریدورها و ماتریس دارای ارتباط متقابل با یکدیگر بوده و ساختار منظر اکولوژیک را تشکیل می‌دهند (Forman, 1995).

لکه‌ها شامل فضاهای سبز طبیعی و مصنوعی و کریدورها شامل عناصر خطی از جمله رودخانه‌ها، مسیرها و فضاهای سبز خطی‌اند. با بالا رفتن فعالیت‌های صنعتی در شهرها، اتصال بین عناصر شبکه خدشه‌دار شده و به دنبال آن تکه تکه شدن و انزوای این عناصر و در نهایت اختلال در فرآیندهای اکولوژیکی منظر صورت می‌گیرد (Ahern,2007). این اتصال در محیط‌های شهری می‌تواند به ارایه عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیبایی‌شناسی در قالب اتصال مردم و طبیعت و اتصال داخل و حومه شهر منجر شود (Bonnin, et al., 2007).

براساس اهمیت مفاهیم پیش‌گفت، در این مطالعه سعی شده تا با استفاده از مبانی اکولوژی منظر، شبکه اکولوژیک شهر تبریز در مقیاس شهری مورد بررسی قرار گیرد. در انتها سعی شده تا اهداف اصلی زیر محقق شوند :

- شناخت و کمی‌سازی اجزای شبکه اکولوژیک شهر تبریز براساس متریک‌های منظر
- پیشنهاد راهکارهای بهسازی شبکه اکولوژیک شهر تبریز

پیشینه تحقیق

مفهوم شبکه اکولوژیک به عنوان حاصل تفکرات اکولوژیست‌های منظر، ابتدا در دهه‌های ۷۰۰۰ و ۸۰ م. و در اروپا پا به عرصه گذاشت و بعد در اواخر قرن بیستم توسعه بیشتری یافت (Bennett &Wit, 2001; Bennett and Mulongoy, 2006; Jongman, 2008).

به طور کلی اکولوژیست‌ها و طراحان، مفاهیم اکولوژی منظر را برای توسعه فضایی در محیط‌های شهری به کار برده و در جهت آنالیز شرایط و نیز شبکه اکولوژی شهری، متریک‌های منظر به طور وسیعی توسط اکولوژیست‌ها استفاده شده‌اند (Zhang and Wang, 2006; Ozdemira, et al., 2012; Bode, et al., 2008).

تاکنون متریک‌های منظر به منظور قضاوت در خصوص همگنی کمربند سبز شهری (Zhou and Guo, 2003)، ایجاد پلان منظر پایدار(wu, 2012)، ارزیابی و فراهم‌سازی پلان حفاظت تنوع زیستی (Schindler, et al., 2008; Kim and Pauleit, 2005)، توصیف الگوی منظر در اکوسیستم‌های زراعی(Bailey, et al., 2007) و کمی‌سازی تغییرات الگوی پوشش جنگلی (Geri, et al., 2010; Diaz, et al., 2009) به کار رفته‌اند. در ایران پریور و همکاران (۱۳۸۸ و ۱۳۸۷)، در مطالعات خود تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهر تهران را با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بررسی کرده و سپس به تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط‌زیست پرداخته‌اند. امین‌زاده و خان‌سفید (۲۰۰۹) نیز در مطالعه‌ای شبکه اکولوژیکی شهر تهران را بررسی کرده و با آنالیز عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، براساس مدل لکه، کریدور و ماتریس، بدون استفاده از متریک‌های منظر به ارایه پیشنهادها و راهکارهایی برای بهبود عملکردی و ساختاری شبکه اکولوژیک کلان‌شهر تهران پرداخته‌اند.

در مطالعه دیگری میکاییلی و صادقی‌بنیس (۱۳۸۹) با روشی کیفی، از طریق روش روی‌هم‌اندازی لایه‌های فضایی به بررسی کیفی شبکه اکولوژیک شهری پرداخته‌اند. اما در کنار این مطالعات در پژوهش حاضر سعی شده تا با استفاده از مفاهیم اکولوژی منظر، از طریق استفاده از تکنیک‌های GIS و به کارگیری متریک‌های منظر به کمی‌سازی داده‌های فضایی و تحلیل آنها و در نهایت به ارایه پیشنهادهای بهسازی شبکه اکولوژیکی شهری دست یافته شود.

محدوده مطالعاتی

شهر تبریز به عنوان یکی از قطب‌های صنعتی کشور (تصویر ۱) رشد جمعیت بالایی را تجربه کرده، این شهر بر روی یک بستر دشتی محاط با بستر کوهستانی واقع شده و در گذشته باغ‌های بسیاری آن را احاطه کرده بودند (نیکنام و ذوقی، ۱۳۷۴). اما با گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت و تغییر شیوه‌های زندگی، کالبد شهر، تغییر کرده است (باقری توبنقی، ۱۳۸۵). در این راستا، افزایش قیمت زمین و کاربری‌هایی همچون کاربری مسکونی و تجاری نسبت به کاربری فضای سبز، سبب تخریب و تغییر کاربری اراضی باغات و لکه‌های سبز موجود در آن شده است. با توجه به ویژگی‌های اکولوژیک و معضلات و تغییرات ذکر شده، این شهر به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است (تصویر ۱).

روش پژوهش

در این تحقیق ابتدا، عناصر تشکیل‌دهنده ساختار شبکه اکولوژیک شهر تبریز که شامل لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی‌اند، با استفاده از متریک‌های منظر به طور کمی بررسی می‌شوند. به منظور بررسی این عناصر ساختار شبکه اکولوژیک، از تصویر ماهواره‌ای حاصل از ماهواره لندست و سنجنده ETM سال ۲۰۰۲ استفاده شده است. همچنین برای اطمینان بیشتر از نقشه‌های کاربری اراضی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ نیز استفاده شده است. سپس جهت فهم و شناسایی ساختار شبکه اکولوژیک و عناصر پایه‌ای آن، لایه‌های اطلاعاتی مصنوع و طبیعی، شامل نقشه‌های هیدرولوژیکی، پوشش گیاهی و فضای سبز و شبکه دسترسی جهت شناخت لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی استخراج شد. بدین ترتیب آنالیز شبکه اکولوژیک شهر تبریز براساس عناصر پایه‌ای لکه، کریدور و ماتریس محقق

تصویر۱. موقعیت شهر تبریز در ایران. مأخذ : نگارنده.

Fig. 1. Location of Tabriz city in Iran. Source: author.

می‌شود. سپس تحلیل ساختار شبکه اکولوژیک از طریق بررسی آنها براساس متریک‌های منظر(McGarigal, et al, 2001)، که خود شامل MPS (متوسط اندازه لکه‌ها)، و NP (تعداد لکه‌ها)، MNN (متوسط فاصله دو لکه مشابه) هستند، صورت خواهد گرفت. این متریک‌ها به اقتضای تناسب با مدل انتخابی (مدل موزاییکی) در راستای بررسی ساختار شبکه انتخاب شده‌اند. آنالیز این متریک‌ها با استفاده از نرم‌افزارArc GIS انجام می‌گیرد. از طریق سنجشِ نسبت مساحت لایه‌ها، لکه‌های بزرگ طبیعی برای حفاظت شناسایی می‌شوند. متریک تعداد لکه‌ها، نشان‌دهنده میزان خردشدگی لکه‌ها و متریک متوسط فاصله دو لکه مشابه، نشان‌دهنده میزان جدا افتادگی و خردشدگی لکه‌هاست.

برای نقشه‌سازی این متریک‌ها از یک شبکه مرکب از شش‌ضلعی‌های ۱۰۰ هکتاری استفاده شده است. بدین ترتیب شبکه اکولوژیکی شهر، پهنه‌بندی شده و می‌توان اطلاعات مکان‌داری برای هر پهنه تهیه کرد. اندازه شش‌ضلعی‌ها براساس کیفیت و دقت داده‌ها و نیز هدف از تحقیق انتخاب شده است.

استفاده از شش‌ضلعی سبب پوشش بهینه کل شهر می‌شود. پس از بررسی شبکه اکولوژیک از طریق آنالیز و سپس تحلیل کلی لایه‌های ذکر شده براساس متریک‌های توزیع فضایی، معضلات شبکه از قبیل توزیع نامتعادل لکه‌ها، عدم پیوستگی و اتصال، تکه تکه شدن لکه‌ها و غیره در شبکه اکولوژیک شهر تبریز آشکار خواهد شد.

در نهایت با جمع‌بندی خصوصیات شبکه اکولوژیک شهر تبریز، سه پهنه در گستره مطالعاتی شناسایی خواهد شد. سپس راهکارهای عملی براساس رویکرد اکولوژی منظر جهت بهسازی شبکه اکولوژیک شهری معرفی می‌شوند.

نتـایـج

ماتریس شهر تبریز شامل دشتی محاط شده با بستر کوهستانی است که در حال حاضر تراکم بالای ساخت و ساز در آن سبب تغییرات شدید کاربری و تداخل در منظر اکولوژیک شهر، از جمله تکه تکه شدن لکه‌های سبز، نابودی لکه‌های باقی‌مانده طبیعی و انقطاع کریدورها شده است. به دنبال این امر، بخش بزرگی از الگوهای طبیعی شهر تخریب شده و کاهش تعادل عناصر طبیعی و مصنوع رخ داده است (تصویر ۸). در اینجا نتایج حاصل از آنالیز متریک عناصر منظر شامل کریدورها و لکه‌ها تشریح گشته است.

• آنالیز متریک‌های منظر

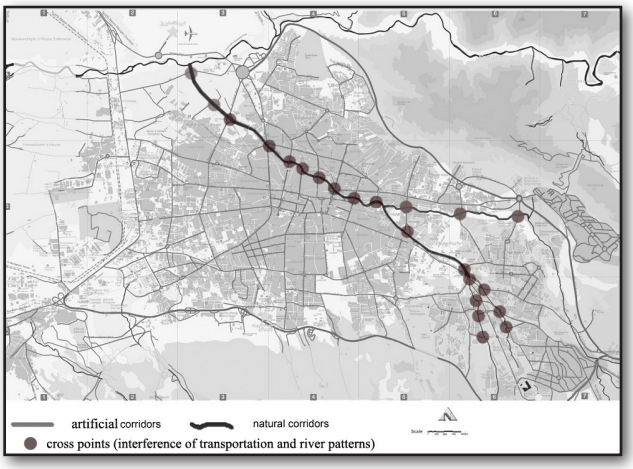
دو رودخانه داخل شهر به همراه فضاهای سبز خطی در برخی از نقاط حاشیه آنها، کریدورهای طبیعی شبکه اکولوژیک شهر را تشکیل می‌دهند. این کریدورهای شرقی- غربی، مطابق تصویر ۲، از میان شهر عبور کرده و با جابه‌جایی مواد و انرژی در سطح شبکه، نقش مهمی در انتقال باد و تهویه هوای شهر به عهده دارند. حاشیه

بخش شرقی تا جنوب شرقی رودخانه اصلی شهر دارای لکه‌های سبز است که به غنای اکولوژیک این کریدور می‌افزایند.
کریدورهای مصنوعی شهر شامل محور خیابان‌ها و مسیرها به همراه کاشت ردیفی حاشیه آنهاست. الگوی این کریدورها نیز به صورت مداری بوده و در نقاط مرکزی شهر از تراکم بیشتری برخوردارند. الگوی فضایی کریدورهای طبیعی شهر (شامل رودخانه‌ها) نیز به صورت شاخه‌ای است و در برخی نقاط به سبب تداخل این الگو با الگوی مداری شبکه حمل و نقل، انقطاع یافته است. این نقاط اغلب در نواحی مرکزی که تراکم کریدورهای مصنوع به حداکثر خود می‌رسد، به چشم می‌خورند (تصویر۲). بدین ترتیب تداخل الگوی شبکه حمل و نقل با الگوی رودخانه سبب شده تا رودخانه در نقاط مرکزی و غربی دارای ۲۲ نقطه تداخل با شبکه حمل و نقل باشد. بیشترین فاصله بین این نقاط ۱۷۰۶ متر و کمترین فاصله ۱۸۵ متر است.
لکه‌ها شامل فضاهای سبز مانند پارک‌های شهری و دیگر قطعات گیاه‌کاری شده است (تصویر ۳). طبق تحلیل متریک NP و آنچه در تصویر ۴ دیده می‌شود، تعداد لکه‌های پوشش گیاهی در پهنه‌های شش‌ضلعی، بین صفر تا نه است. در قسمت شمال و جنوب شرقی، شش‌ضلعی‌هایی با صفر تا یک لکه و در قسمت‌های مرکز شهر شش‌ضلعی‌هایی با بیش از هشت لکه وجود دارند. توزیع پارک‌ها و فضای سبز به صورت ناهمگن بوده و اغلب در قسمت‌های شرقی و حاشیه رودخانه تمرکز یافته است. حضور آنها در قسمت‌های شمالی شهر کمتر دیده می‌شود. طبق تصویر ۵، نتیجه تحلیل متریک MPS نشان می‌دهد که حداکثر نسبت مساحت فضای سبز در چهار شش‌ضلعی در شمال و جنوب شرقی، بین ۵,۱ تا ۱۰,۷ هکتار است.

۵۸ شش‌ضلعی که اغلب در شمال واقع شده‌اند، دارای لکه‌هایی با کمترین مساحت‌اند (زیر ۰,۸ هکتار). این امر به علت ساخت و ساز بالا در این مناطق است. طبق نتیجه تحلیل MNN در اغلب پهنه‌ها، فاصله نزدیک‌ترین لکه‌های فضای سبز بین ۴۱ تا ۲۳۰ متر است. در برخی نقاط، پهنه‌هایی وجود دارند که فاصله بین لکه‌ها در آنها به ۵۸۱ تا ۹۴۵ متر می‌رسد (تصاویر ۶ و ۷).

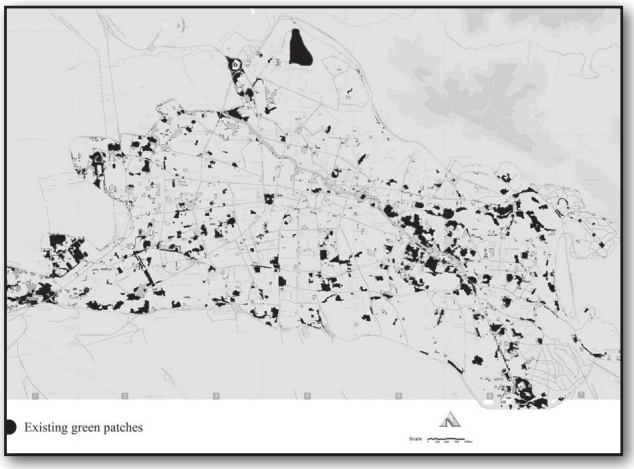
- **پهنه‌بندی شبکه اکولوژیک**

با جمع‌بندی خصوصیات شبکه اکولوژیک شهر تبریز، سه پهنه در گستره مطالعاتی شناسایی شده است (تصویر ۸). پهنه اول بیشتر در مکان‌های شمال و جنوب شرقی محدوده مطالعاتی واقع شده که مساحت این پهنه حدود ۲۳ درصد کل محدوده مطالعاتی را در بر گرفته است. در این پهنه نسبت مساحت لکه‌ها بین ۱ تا ۲ هکتار و تعداد لکه‌ها کمتر از ۲ است. متریک میانگین متوسط فاصله دو لکه مشابه نیز کمترین میزان را نسبت به دیگر لکه‌ها نشان می‌دهد. وجود میزان بالای شش‌ضلعی‌هایی با تعداد لکه‌های کمتر از ۲ را می‌توان دلیل اصلی این نتایج دانست.
پهنه دوم بیشتر در مناطق مرکز و غرب شهر واقع شده و ۳۳ درصد کل محدوده مطالعاتی را پوشش داده است. در این پهنه مساحت لکه‌ها بین ۰,۸ تا ۵,۱ هکتار، تعداد لکه‌ها کمتر از ۵ و متوسط فاصله بین لکه‌های مجاور بین ۵۱ تا ۵۸۰ متر است.
پهنه سوم با مساحتی حدود ۴۴ درصد از کل محدوده مطالعاتی، بیشتر در نواحی مرکز و غرب واقع شده است. در این پهنه، MPS بین ۲,۱ تا ۱۰,۷ هکتار است. تعداد لکه‌ها در این پهنه بیشتر از دیگر پهنه‌ها و بین ۶ تا ۹ لکه است.



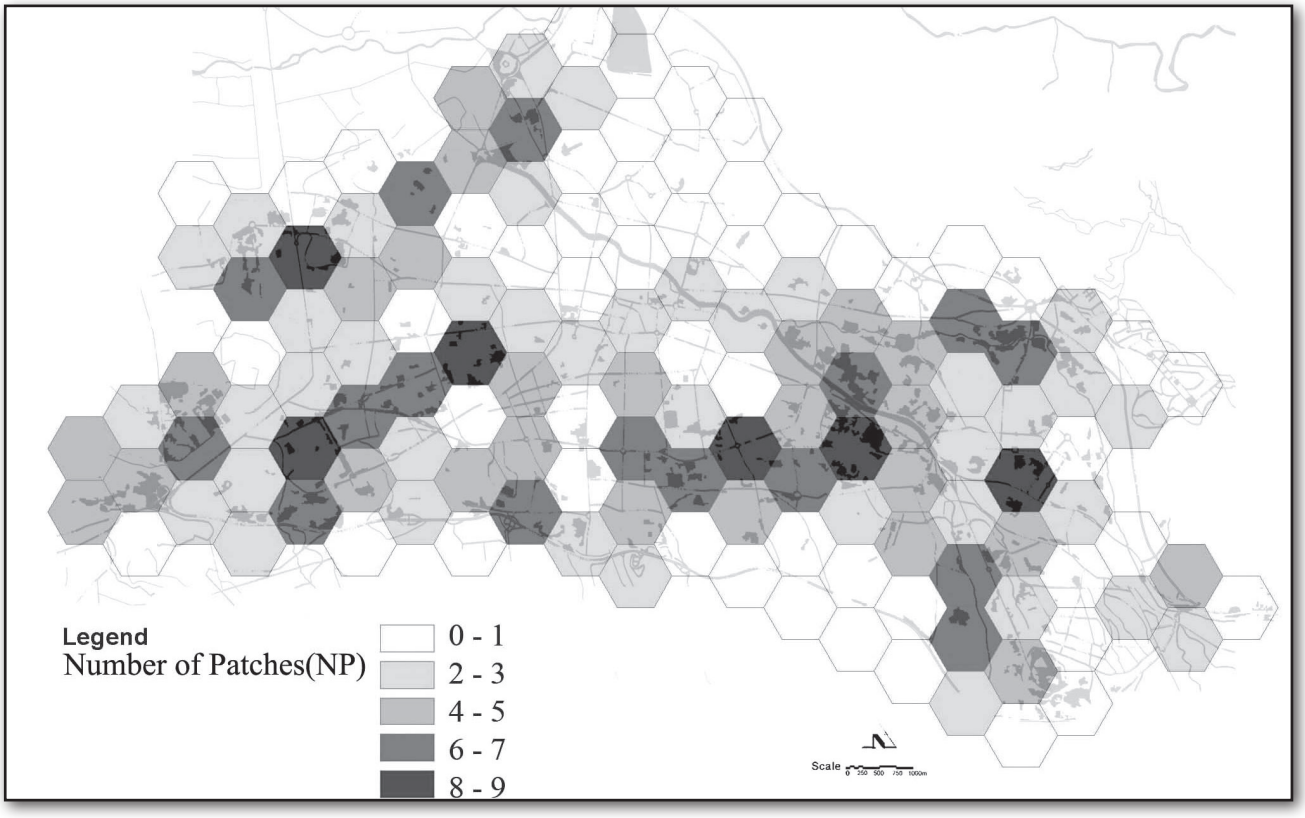
تصویر ۲. کریدورهای طبیعی و مصنوع موجود. مأخذ : نگارنده.

Fig 2. Natural and artificial existing corridors. Source: author.



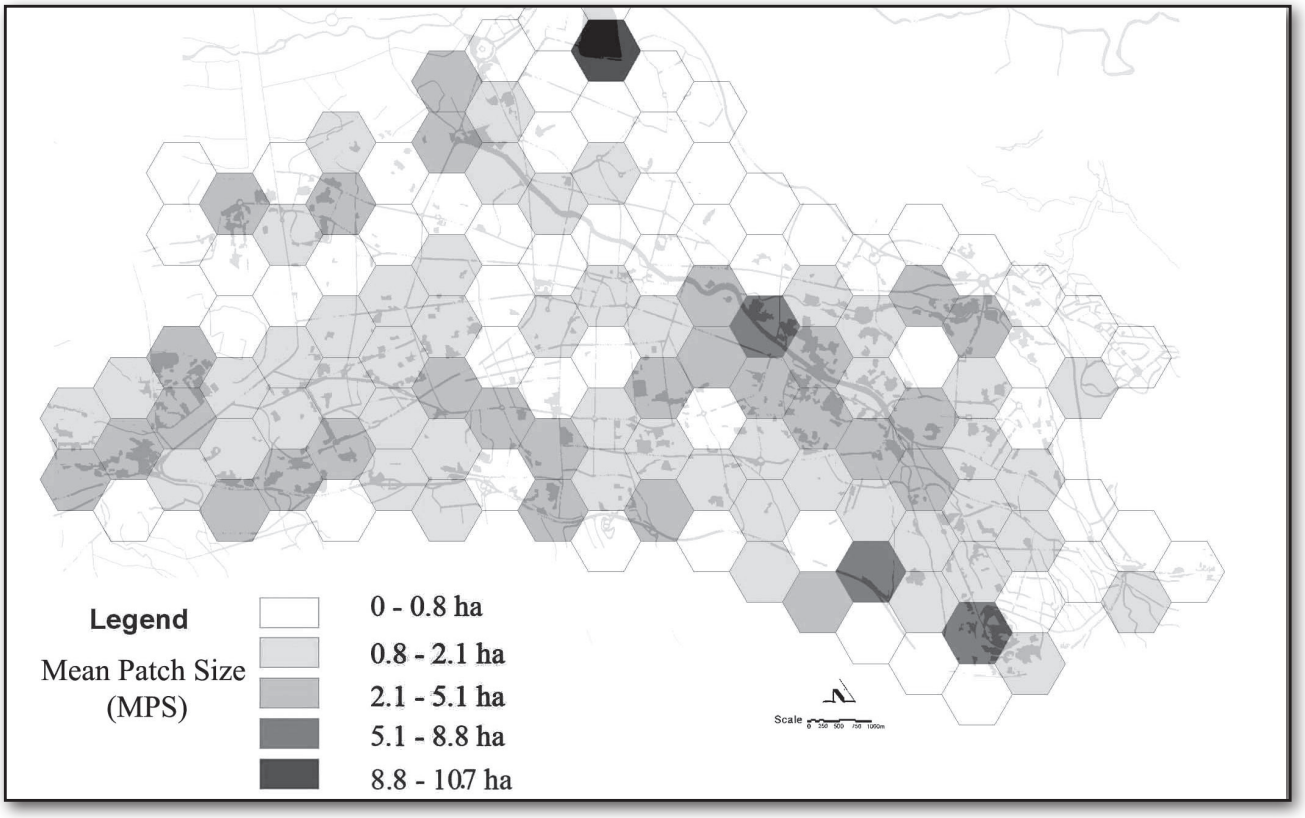
تصویر ۳. لکه‌های طبیعی موجود، لکه‌های مصنوع. مأخذ : نگارنده.

Fig. 3. Present natural patches, artificial patches. Source: author.



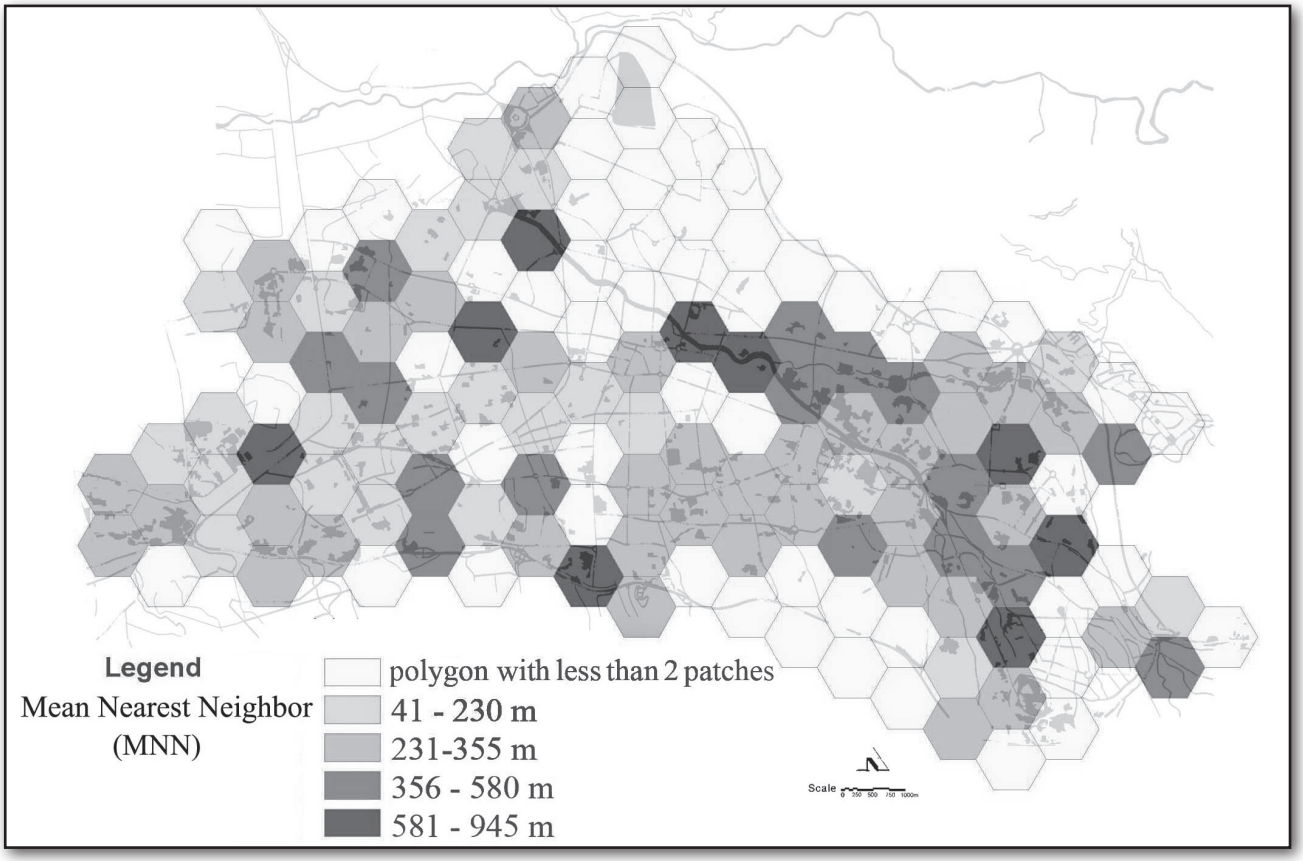
تصویر ۴. آنالیز متریک تعداد لکه‌ها (NP). مأخذ : نگارنده.

Fig. 4. Metric analysis of Patch Number. Source: author.



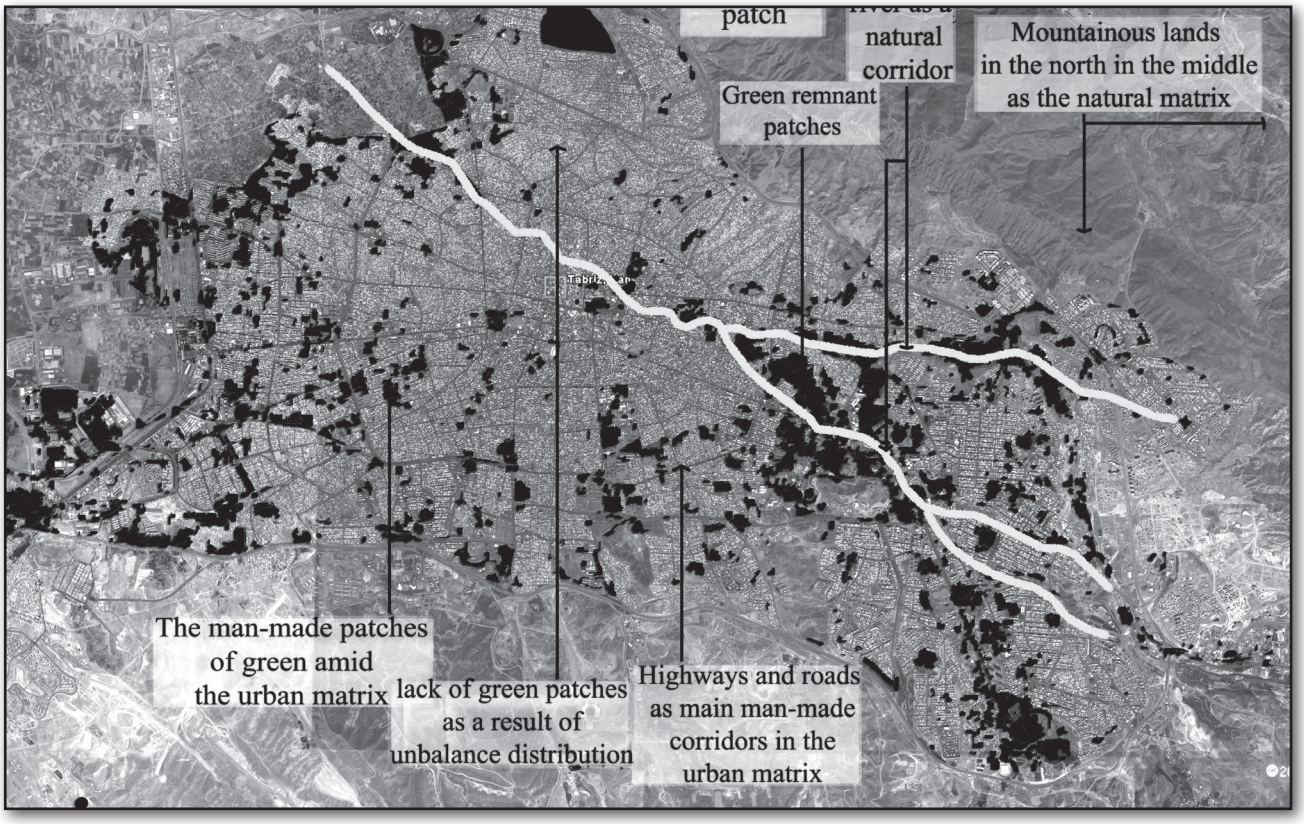
تصویر ۵. آنالیز متریک میانگین اندازه لکه (MPS). مأخذ : نگارنده.

Fig. 5. Metric analysis of Mean Patch Size. Source: author.



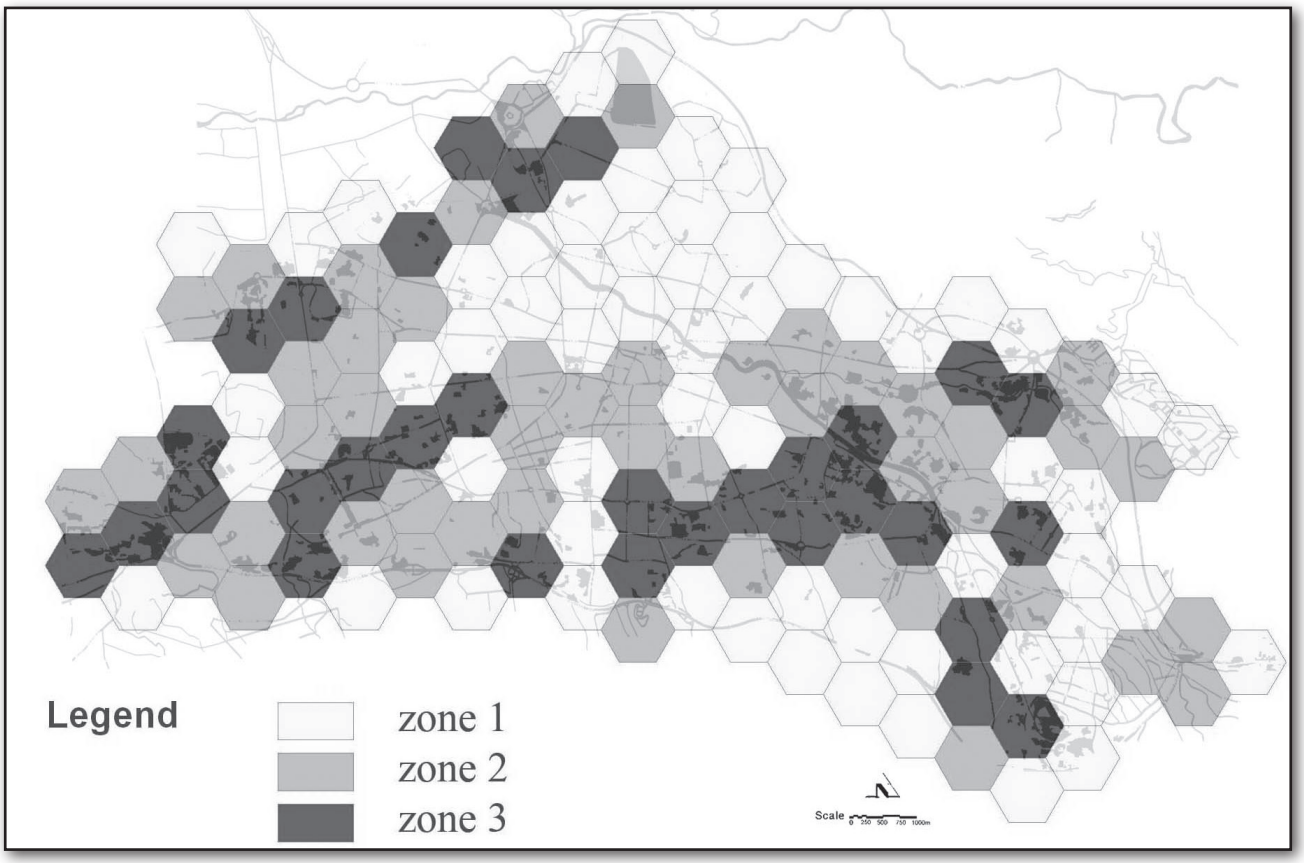
تصویر ۶. آنالیز متریک متوسط فاصله دو لکه مشابه (MNN). مأخذ : نگارنده.

Fig. 6. Metric analysis of Mean Nearest Neighbor. Source: author.



تصویر ۷. ماتریس و دیگر عناصر منظر. مأخذ : نگارنده.

Fig. 7. Matrix and other landscape elements. Source: author.



تصویر ۸. پهنه‌بندی نهایی حاصله از آنالیز متریک‌های منظر. مأخذ : نگارنده.

Fig. 8. The final zoning resulting from the analysis of landscape metrics. Source: author.

بحث و نتیجه‌گیری

در شهر تبریز، ریزدانه بودن لکه‌های فضای سبز در برخی پهنه‌ها به همراه کم بودن میزان فاصله بین آنها نشان از خردشدگی منظر و تضعیف شبکه اکولوژیک شهر دارد. همچنین کاهش تعداد لکه و افزایش فاصله بین آن از یک‌سو و عدم توزیع مناسب لکه‌ها از سوی دیگر سبب کاهش اتصال و پیوند بین اجزای شبکه شده است. در راستای رسیدن به اهداف این تحقیق و بهسازی شبکه اکولوژیک شهر تبریز لازم است تا براساس سه پهنه حاصل از آنالیز متریک‌های منظر برای هر پهنه راهکارهای بهسازی مقتضی داده شود.

در پهنه اول به دلیل کم و کوچک بودن لکه‌ها، وضعیت شبکه نامطلوب است. اختلال در اتصال و هم‌پیوستگی عناصر شبکه، عدم وجود توزیع متعادل عناصر طبیعی از مشکلات مهم این پهنه است. تراکم ساختمان‌ها و جمعیت در این منطقه بالاست. به همین سبب در این پهنه، بهسازی اکولوژیکی سخت و پرهزینه است و در زمان کوتاه امکان‌پذیر نیست. بنابراین برنامه‌ریزی بلندمدت در راستای تغییر کاربری‌ها به کاربری فضای سبز پیشنهاد می‌شود. این مکان‌یابی جهت اختصاص به کاربری فضای سبز باید به‌گونه‌ای باشد که لکه‌های سبز پیشنهاد شده از مساحت بزرگتری برخوردار شده و اتصال بین آنها نیز از طریق کریدورها و یا لکه‌های سبز نزدیک به هم قابل تحقق باشد. همچنین اتصال در این پهنه را می‌توان با بهسازی اکولوژیک کریدورهای حمل و نقل از طریق ایجاد کریدور سبز در امتداد آنها، افزایش داد و از این طریق سبب بالا رفتن پایداری شبکه شد.

در پهنه دوم لکه‌ها نسبت به پهنه اول ریزدانه بوده و دارای فاصله بیشتری نسبت به یکدیگر هستند. اما دارای مساحت و پیوستگی کمتری نسبت به پهنه سوم‌اند. به طور کلی شرایط اکولوژیکی در این پهنه نسبت به پهنه اول بهتر است. در این پهنه حفاظت از لکه‌های سبز موجود و جلوگیری از ریزدانه شدن آنها به وسیله ساخت و ساز توصیه می‌شود. ضمناً این پهنه طول بیشتری از کریدور طبیعی رودخانه را

در بر دارد. بنابراین لازم است تا بهسازی اکولوژیک این کریدور نیز در زمره راهکارهای پیشنهادی بهسازی شبکه در این پهنه قرار گیرد. در این راستا، افزایش تعداد لکه‌ها و کریدورهای سبز در نواحی حاشیه رودخانه که به سبب همپوشانی با لایه کریدورهای مصنوعی حمل و نقل با انقطاع روبرو بوده است، پیشنهاد می‌شود.
در پهنه سوم لکه‌های پوشش گیاهی بزرگتر بوده و به هم نزدیک‌ترند. به همین سبب پیوستگی بین لکه‌ها در این پهنه بیشتر از دیگر پهنه‌هاست. این پهنه به دلیل درشت‌دانه بودن و تعداد بالای لکه‌ها و کم‌بودن فاصله بین آنها، از پایداری بیشتری نسبت به دیگر پهنه‌ها برخوردار بوده و بنابراین حفاظت این پهنه از جهت دارا بودن بیشترین ارزش اکولوژیک در اولویت قرار دارد. به منظور حفاظت از این پهنه، ایجاد بافرهای حفاظتی به دور لکه‌ها به منظور جلوگیری از کاهش سایز آنها پیشنهاد می‌شود. ایجاد بافرهای سبز خطی در امتداد کریدور رودخانه نیز از جمله این راهکارهای پیشنهادی به شمار می‌رود.

فهرست منـابع

• نیکنام لاله، ایوب و ذوقی، فریبرز. ۱۳۷۴. *تبریز در گذر تاریخ، نگاهی به تاریخ آذربایجان*. تبریز : انتشارات یاران.

• باقری توبنقی، جبرائیل. ۱۳۸۵. *تبیین گستردگی شهری و تأثیر آن در توسعه پایدار با تأکید بر دگرگونی فضای سبز*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زنجان.

• پریور، پرستو. یاوری، احمدرضا و ستوده، احد. ۱۳۸۷. تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین، *مجله محیط شناسی*، (۴۵) : ۸۴-۷۳.

• پریور، پرستو، احمدرضا یاوری، شهرزاد فریادی و احد ستوده. ۱۳۸۸. تحلیل ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط‌زیست، *مجله محیط شناسی*، (۵۱) : ۵۶-۴۵.

• میکاییلی، علیرضا، صادقی بنیس، مژگان. ۱۳۸۹. شبکه اکولوژیکی شهر تبریز و راهکارهای پیشنهادی برای حفظ و توسعه آن، *پژوهش‌های محیط‌زیست*، (۲) : ۵۲-۴۳.

• Schindler, S., Poirazidis, K., & Wrbka, T. (2008). Towards a core set of landscape metrics for biodiversity assessments: A case study from Dadia National Park, Greece. *Ecological Indicators,* (8):502–514.

• Turner, M.G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematic*, (20): 171-197.

• Urban, D.L., O'Neill, R.V. & Shugart, H.H. (1991). Landscape ecology. *Bioscience*, (37):119-127.

• Zhang, L., Wang, H. (2006). Planning an ecological network of Xiamen Island (China) using landscape metrics and network analysis. *Landscape and Urban Planning*, (78): 449–456.

• Zhou, T.G., Guo, D.Z. (2003). GIS based study on spatial structure of urban green belt landscapes: taking Ningbo city as an example. *Acta Ecologica Sinica*, (23): 70–109.

• Niknam L., Zoghi, F. (1995). *Tabriz history, Review of Azerbaijan history*. Tabriz: Yaran publishment.

• Tubnaghi Bagheri, J. (2006). *Explain the urban extention and its impact on sustainable development with emphasis on the urban green space changes*. MS Thesis, University of Zanjan.

• Parivar, P., Yavari, A. R., & Sotudeh, A. (2009). Analysis of temporal and spatial distribution of urban landscape changes of Tehran in landscape scale. *Journal of Mohitshenasi*, (45): 73-84.

• Parivar, Parastoo, Yavari, A. R., Faryadi, Sh., & Sotudeh, A. (2010). Analysis of the structure of ecological landscape in Tehran to develop strategies to improve the quality of the environment, *Mohitshenasi*, (51): 45-56.

• Mikaeili, A., Sadeghi Benis, M. (2011). Tabriz ecological networks and strategies for the preservation and development, *environmental studies*, (2): 43-52.

Reference List

• Ahern, J. (2007). *Green infrastructure for cities: The spatial dimension In Cities of the Future: Towards integrated sustainable water and landscape management*. Edited by Novotny, Vl., Breckenridge, L.& Brown, P. London: IWA Publishing.

• Aminzadeh, B., Khansefid, M. (2009). A case study of urban ecological networks and a sustainable city: Tehran's metropolitan area, *Urban Ecosystems. Urban Ecosyst*, (13): 23–36.

• Bennett, G., Wit, P. (2001). *The development and application of ecological networks*. A review of proposals, plans and programs, IUCN/AID Environment.

• Bailey, D., et al. (2007). Thematicresolution matters: Indicators of landscapepattern for Europeanagro-ecosystems. *Ecological Indicators*, (7):692–709.

• Bode, M., Burrage, K., & Possingham, H. P. (2008). Using complex network metrics to predict the persistence of meta-populations with asymmetric connectivity patterns. *Ecological Modelling ,* 214 (2–4): 201–209.

• Bonnin, M., et al. (2007). The Pan-European Ecological Network: taking stock (Nature and Environment N°146). *Journal for Nature Conservation*, 15 (4): 262–264.

• Cook, E. A. (2002). Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. *Landscape and urban planning*, (58): 269–280 .

• Diaz ,V. (2009). Landscape metrics for characterization of forest landscapes in a sustainable management framework: Potential application and prevention of misuse. *Annuals of Forest Science,* (66):301-312.

• Fiedler, P. L., et al. (1997). *A paradigm shift in ecology and its implications for conservation*. New York: Chapman and Hall.

• Forman R.T.T. (1995). *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

• Geri, F., Rocchini, D. & Chiarucci, A. (2010) Landscape metrics and topographical determinants of large-scale forest dynamics in a Mediterranean landscape. *Landscape and Urban Planning,* (95): 46-53.

• Johnson, B., Hill, K. (2002). *Ecology and Design: Frameworks for Learning*. Washington, D.C.: Island Press.

• Jongman R.H.G. (2008). Ecological networks are an issue for all of us. *Journal of Landscape Ecology*, 1(1): 7-13.

• Jongman, R.H.G., Pungetti, G.P. (2004). *Ecological networks and greenways: Concept, Design, Implementation*, Cambridge: Cambridge University Press.

• Kim, K. H., Pauleit, S. (2005): Landscape metrics to assess the ecological conditions of city regions: Application to Kwangju City, South Korea. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology,* (12): 227-244.

• Lynch, K. (1971). *Site Planning*. Cambridge, MA: The MIT. Press.

• McGarigal, K. and Cushman, S.A. (2002). *The gradient concept of landscape structure: Or why are there so many patches*. Available from: http://www.umass.edu/landeco/pubs/pubs.html.

• McGarigal, K., J. Umass and M.G. Turner. (2001). *Landscape Ecology*. Urban Duke University. Available from: www.cobnr.edu/stewart/publications/ LANDSCAPE%20Ecology%20Lecture. PPt

• Nassaur, J.I. (1999). Culture as a means of experimentation and action, In:Weins, J. A., M oss, M.R. (Eds.), *Issues in landscape ecology,* pp. 129-133. Guelph, Ontario, Canada, International Association for landscape ecology and faculty of environmental sciences, University of Guelph.

• Oke, Sunday A. (2004). A review on environmental research. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management,* (12): 153-157.

• Ozdemira, I., Merta, A. & Ozdemir Senturka. (2012). Predicting Landscape Structural Metrics Using Aster Satellite Data. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management,* (20): 168-176.

• Pickett, S.T.A., Parker, V.T. & Fiedler, P.F. (1992). The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. In: P. L. Fiedler and J. A. Jain (eds.). Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-6426-9_4.

• Ross, M. A., et al. (2006). *Foundation Papers in Landscape Ecology.* Columbia: Columbia University Press.

• Schreiber, K. F. (1987). Connectivity in landscape ecology, International Association of Landscape Ecology. *Proceedings of the 2nd International Seminar of the International Association for Landscape Ecology.* New York: Endler.

• Serrano, M., et al. (2002). Landscape fragmentation caused by the transport network in Navarra (Spain): Two-scale analysis and landscape integration assessment. *Landscape and Urban Planning*, (58): 113-123.

Using Landscape Metrics in Rehabilitation of Urban Ecological Network (Case study: Tabriz City)*

Mozhgan Sadeghi Benis**

Abstract

In recent decades, theories of landscape ecology have offered new perspectives toward planning and landscape design. Development of ecological network concept is one of the findings of this topic. In general, the ecologists and designers use landscape ecology concepts to apply a developed spatial strategy to different urban areas. In order to analyze urban ecological conditions and networks, landscape metrics have been used widely by ecologists. Landscape metric also have been used in order to judge the heterogeneity of urban greenbelts, to construct a sustainable landscape plan, to assess and provide biodiversity conservation planning, to describe landscape patterns for agro-ecosystems and to quantify the changes in forest cover patterns. In addition, the current study also tried to has looked into the urban ecological network of Tabriz city in urban scale in order to provide rehabilitation of urban ecological network of Tabriz city. The city of Tabriz is one of the main industrial cities in Iran with a population of over one and a half million people (Fig. 1). Tabriz with cold winters and temperate summers is located in a valley to the north of the long ridge of the volcanic cone of Sahand.In this study, satellite images of Landsat with ETM instrument of 2002 are used to study the elements of ecologic network. To secure the results, land use maps at the scale of 1:2000 were also used. Meanwhile, in order to perceive and identify the structure of ecological network and its basic components, we essentially elicited the natural and artificial information-based layers such as the hydrological maps, green spaces and transportation network for verifying the natural and artificial patches and corridors. In such a way, we can best examine the ecological network of Tabriz city based on the basic elements of the patch, corridor and matrix. Thus, it is essential to analyze the ecological network through superimposing these layers and studying them based on landscape metrics (McGarigal et al. 2002) which includes MPS (Mean Patch Size), NP (Number of patches) and MNN (Mean Nearest Neighbor). The said metrics having been matched with the selective model (mosaic model) to study the network structures effectively. These metrics are analyzed using Arc GIS. By measuring the Mean Patch Size, large natural patches for conservation were identified. Number of patches indicates the level of fragmentation and the Mean Nearest Neighbor shows the level of isolation and fragmentation of patches. To map these metrics, a combined network of 100-ha hexagonal polygons is used. So the ecological network of the city was zoned and geographical data for each zone was defined. Size of hexagonal polygons was chosen based on the aim of this paper and quality and accuracy of data. Using hexagonal polygons helps optimal coverage of the whole city. With summarizing the features of Tabriz ecologic network, some zones can be identified in the study area. Then the functional approaches will be introduced based on landscape ecological approaches and the purposes assigned for creating ecological networks in urban scale. In this way, the protection and restoration of ecological connection in a system including the core areas, buffer-zones and the biological alternative connections are considered the main objectives of creating ecological networks. Such connection can also be helpful in providing social, cultural and aesthetic functions in urban environments (Bonnin et al. 2007). Some of the important ecological functions of such a network are providing a suitable habitat for the urban wildlife, built corridors to move and transport the species, food and wind and even creating some blocks for some transportation which consequently lead to a protected biodiversity (Ahern 2007). To reach the above mentioned objectives, the following approaches have to be considered:

Increasing the consistency in urban ecological network through developing, distributing and promoting the quality of corridors;

Maintaining the remnant patches and rehabilitating the spoiled natural patches to develop the balanced distribution in network level;

Increasing the artificial green patches to create and maintain their balanced distribution;

Increasing the size of patches or building large green patches to make a balanced distribution of large green patches.

In general, some solutions can be suggested for each of ecologic zones defined by analysis of study area. In the first zone patches are few and small and the situation is adverse. Density of buildings and population is high in this area. So ecological rehabilitation in this zone is difficult and expensive and it is not possible in short-term. Therefore it is suggested to have a long-term plan for conversion of existing land use to green space. The second zone where patches are smaller and less coherent, conservation of green patches and their integrity is suggested. In the third zone because the patches are small and near each other, conservation value is higher. So conservation of this zone is in a high priority.

Keywords

Urban ecological network, Landscape metrics, Landscape ecology, Mosaic model, Tabriz city.

*. This paper is derived from Mozhgan Sadeghi Benis Ph. D. Thesis entitle "The study of Tabriz city structure with emphasis on ecological urbanism", carried out under supervision of Dr.Fikret Huseynof in Azerbaijan Architecture and Construction UniversityUniversity.

**. Ph. D. candidate in Urbanism, Lecturer at Islamic Azad University, Pardis Branch, Environmental Expert at Ministry of Roads and Urban Development. mojan_sadeghi@yahoo.com