محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٥، شمارهٔ ٣، پاییز ١٣٩٨، صفحهٔ ٥٤٤-٥٢٥

احیای اکولوژیکی بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه‌های فضای سبز و باز، به‌منظور ارتقای سرزندگی شهری براساس تئوری گراف و مدل کشش (مطالعهٔ موردی: منطقه ۹ تهران)

معصومه محسنی‌فردناغانی [۱]، محمدرضا مثنوی [۲]*، لعبت زبردست [۳]

۱. کارشناس ارشد مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
m.mohseni9190@gmail.com
۲. استاد گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
lzebardast@ut.ac.ir

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰٤/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۰

چکیده

بسیاری از کلان‌شهرها با پهنه‌های وسیعی از بافت فرسوده مواجه هستند. رشد بی‌رویه شهر تهران در دهه‌های اخیر و تغییر ساختار سیمای سرزمین اختلالات مهمی را در فضای سبز بافت‌های فرسوده به دنبال داشته که موجب تغییر عملکرد و برهم خوردن تعادل اکولوژیک شهر شده است. برنامه ریزان و طراحان با کاربست اصول اکولوژی سیمای سرزمین می‌توانند به تجزیه‌وتحلیل فضاهای سبز پرداخته، طرح‌های مناسبی برای توسعه و بهبود پیوستگی فضای سبز بافت‌های فرسوده ارائه کنند. در این پژوهش از اراضی بایر برای ایجاد شبکهٔ فضای سبز و دستیابی به سرزندگی شهری با کمک تئوری گراف، مدل کشش و استراتژی‌های طراحی اکولوژیک منطبق با ساختار بافت فرسوده منطقه استفاده شد. منطقهٔ ۹ دارای بافت متراکم و فرسوده و فاقد پیوستگی بین لکه‌های سبز آن است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد منطقه ۹، از نظر فضاهای سبز و باز قابل دسترس، دچار کاستی شدید، و اندک فضاهای سبز موجود، فاقد ارتباط و پیوند اکولوژیک است. بنابراین ضرورت استقرار شبکهٔ اکولوژیکی مناسب در بافت فرسوده این منطقه وجود دارد تا مفاهیمی مانند ظرفیت تحمل طبیعی، ظرفیت سازمان‌دهی، و پایداری اکولوژیکی که از مهم‌ترین اصول شبکه‌های اکولوژیک است قابل دستیابی باشند.

کلیدواژه

احیای اکولوژیکی بافت فرسوده شهری، تئوری کشش و مدل گراف، شبکه اکولوژیکی فضای باز و سبز، طراحی محیطی پایدار شهری، منطقه ۹ شهر تهران.

۱. سرآغاز

در قرن گذشته همواره شهرنشینی رشد سریعی داشته و بیش از ۱۰ برابر شده است. به‌طوری‌که تخمین زده شده تمامی افزایش جمعیت دنیا بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ (حدود ۲ میلیارد نفر) در نواحی شهری اتفاق خواهد افتاد و براساس گزارش‌ها در سال ۲۰۳۰ بیش از ۳۰ درصد جمعیت دنیا (حدود ۴/۹ میلیارد نفر) در شهرها زندگی خواهند کرد، که بیش از ۹۳ درصد از این افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهند افتاد (UNEP, 2007).

روند افزایش جمعیت همچنان ادامه دارد تا جایی که امروزه هیچ‌گونه توازن یا تعادلی از نظر سطح اراضی باز و

* نویسنده مسئول: Email: masnavim@ut.ac.ir

سبز ساخته شده بین شبکه‌های شهری و الگوهای طبیعی سرزمین مشاهده نمی‌شود و شبکه‌های شهری در حال مسلط شدن بر شبکه‌های اکولوژیکی آسیب پذیرند (Cook & Vanlier, 1994). در برخی مناطق کلان‌شهرها پیشران‌های گسترش و بهبود مداوم کالبد شهری در مناطق مرکزی شهر چنان دچار ضعف شده که مانند هر اکوسیستم دیگری در تقابل با زندگی مدرن، احیای مجدد خود را از دست می‌دهند. در نتیجه وسعت خود را در نواحی حاشیه‌ای گسترش می‌دهند و متعاقباً نواحی قدیمی شهر از پویایی تهی می‌شود و پس از مدتی این بافت‌ها به‌صورت بافت فرسوده درمی‌آیند (Gunderson, 2000).

بافت فرسوده شهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، برخوردار نبودن از دسترسی سواره مناسب، تأسیسات، خدمات ارزش‌های محیطی و اقتصادی پایینی داشته و عواملی همچون ساختار صنعتی و قیمت مسکن و زمین، توقف سرمایه‌گذاری در فضاهای عمومی بافت و افزایش بیکاری موجب این بحران شده است (Alpopi & Manoie, 2013).

امروزه بافت‌های فرسوده در درون شهرها از مشکلات کالبدی (فرسودگی) و فقدان فضای سبزکافی، خردشدن لکه‌های سبز شهری، درهم‌پیچیدگی بافت و ضعف زیرساخت‌ها رنج می‌برند. همچنین با گرایش حرکتی جمعیت شهری از بخش‌های مرکزی بسیاری از شهرها به سمت حومه، تمرکززدایی و تسهیلات کلیدی نیز در آن جهت، روبه فزونی گذارده و ممکن است در این نواحی از کار افتاده شهری حفظ محیط شهری مطلوب برای تأمین زندگی سالم شهری تدریجاً دشوار شود (Pacione, 1997). از سوی دیگر قیمت بالای زمین و تراکم ساخت‌وساز در بافت‌های فرسوده تناسب بین فضاهای ساخت شده با فضاهای باز و سبز را با مشکل مواجه می‌کند. این پدیده‌ها تا حدود زیادی در مقیاس ایران و شهر تهران نیز قابل مشاهده است. تغییرات زیر بنایی در بافت فرسوده شهر تهران که به‌صورت ازهم‌گسیختگی پهنه‌ها و لکه‌های سبز بروز یافته، یکی از مهم‌ترین فرایندهای دگرگونی شهری به شمار می‌آید که شامل تبدیل فضاهای سبز و بایر با زیستگاهی خاص به قطعات کوچک‌تر و دارای ارتباط و اتصال اکولوژیکی کمتر، و در نتیجه کاهش پایداری و زیست‌پذیری آن‌ها است.

برخی از پژوهش‌ها راه‌حل آن را تغییر نگرش برنامه‌ریزان برای بازسازی بافت قدیم در قالب ایجاد یا تقویت شبکه زیر ساخت‌های سبز شهری می‌دانند (مثنوی و همکاران، ۱۳۹۴). تقویت زیرساخت‌های شهری می‌تواند از طریق پیوستگی فضاهای سبز شهری در درون بافت‌های فرسوده که در محیط‌های شهری به ارائه عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیباشناسی اکولوژیک در قالب ارتباط مردم و طبیعت و اتصال بافت‌های فرسوده به داخل و حومه شهر منجر شود.

بنابراین احیای بافت فرسوده با مفهوم شهر اکولوژیک نیازمند عملکردی کارآمد است که بر شبکه‌های پیچیده از سامانه‌های متعادل و خود سازمانده در بستر اکولوژی شهری و تعامل اجزای آن متکی است. در این راستا، تئوری گراف و آنالیز شبکه ابزارها و روش‌های قدرتمندی برای تحلیل سیستم‌های پیچیده و بهینه‌سازی آن‌ها فراهم می‌کند (Linehan et al., 1995) و با استفاده از آن می‌توان کیفیت، کارایی و پیوستگی شبکه فضای سبز را ارزیابی کرد.

اگرچه هدف مفهوم شبکه‌های اکولوژیک در درجهٔ نخست حفظ تنوع زیستی بوده، اما به‌ندرت درزمینهٔ شهری استفاده شده است. این روند از طریق تمرکز بر محیط‌های شهری با جنبش زیر ساخت‌های سبز در حال تغییر است (Hersperger & Forman, 2003).

شبکه اکولوژیک شامل عناصر پایه‌ای به هم متصل و پیوسته هستند که در عملکردهای اکولوژیکی منظر مؤثرند. براساس نظریهٔ فورمن ساختار شبکه اکولوژیکی را باید ترکیبی از عناصر پایه‌ای منظر شامل لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و مصنوعی و بستر(ماتریس) دانست که اجزای آن

در محیط شهری، شامل سیستم پیوسته از لایه‌های طبیعی و مصنوع است(Forman, 1995). یک لکه در شبکه می‌تواند ویژگی‌هایی چون مختصات جغرافیایی، وسعت و کیفیت یا حاصلخیزی داشته باشد. شبکه‌ای که در آن کریدورها دارای خصوصیاتی مثل فاصله یا دیگر ویژگی‌های کمی شده هستند شبکه وزن‌دار و اگر جهت جریان در لینک‌ها مشخص باشد شبکه جهت‌دار نامیده می‌شود(Urban et al., 2009).

از سوی دیگر اتصال عناصر پایه‌ای در محیط‌های شهری به ارائه عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیباشناسی در قالب اتصال داخل و حومه شهر می‌انجامد(Bonnin, 2007).

امروزه ایدهٔ شبکه‌های اکولوژیک در بسیاری از بافت‌های شهری، بسته به تفاوت‌های ژئوفیزیکی و سطوح مدیریتی، طرح‌هایی را ایجاد کرده است(Council of Europe, 1996). از نمونه‌های شبکه اکولوژیک اتصال دهنده با بافت فرسوده، در قسمت جنوب غربی شهر درسدن [1]آلمان بافت فرسوده وبریتز[2] قرار دارد که با اهداف بهسازی شرایط اقتصادی توسط زیر ساخت اکولوژیک و غلبه بر جدایی وجه تاریخی منطقه و درگیر ساختن بافت فرسوده با توسعه شهر اشاره کرد. در این پروژه از رودخانه به‌عنوان ساختار و عنصر اصلی در طراحی دالان(کریدور)، حفظ بیوتوپ‌های کمیاب توسط کریدورهای سبز و بهبود فضاهای عمومی از طریق کریدور حرکتی و به‌عنوان راهکارهای مدیریتی در پروژه در نظر گرفته شده است.

همچنین در این راستا می‌توان به کار کوک اشاره کرد که در مطالعهٔ خود به بررسی شبکهٔ اکولوژیک و اتصالات لکه‌ها با کریدورها می‌پردازد(Cook, 2000).

Hargrove و همکارانش (۲۰۰۵) مدل تحلیل مسیرهای میان زیستگاهی را برای تعیین کریدورهای بالقوه در سرزمین‌های پیچیده ارائه کردند که خروجی این مدل شامل: ۱. نقشه مسیرهای پر تردد میان لکه‌ها؛ ۲. نرخ تردد میان هر لکه با سایر لکه‌ها و ۳. اولویت‌بندی لکه‌ها براساس درجه اهمیت آن‌ها در تسهیل‌سازی جابه‌جایی حیات‌وحش است.

Kong و همکارانش (۲۰۱۰) با استفاده از این روش مسیر بهینه محتمل‌ترین کریدورهای ارتباطی را تعیین و با استفاده از مدل جاذبه و تئوری گراف یک شبکه پیوسته فضای سبز برای شهر جینان[3] ارائه کردند.

Galpern و همکارانش (۲۰۱۱) به بررسی لکه‌ها و اتصال این لکه‌ها در منظر با استفاده از نظریه گراف پرداختند که روشی برای حفاظت این لکه‌ها در منظر است.

Xio و همکارانش (۲۰۱۷) بر اساس نقشه‌های بیوتوپ و نیاز اجتماعی شهر استکهلم لکه‌هایی که باید با هم ارتباط داشته باشند را شناسایی کردند. سپس با کمک تئوری گراف شبکه‌های فضای سبز بین لکه‌ها ایجاد شد و با آنالیزهای مدل حداقل هزینه بهینه‌ترین راه ارتباطی بین لکه‌های فضای سبز شهر استکهلم تعیین شد. Zhang و همکارانش (۲۰۱۹) برای افزایش ارتباط‌های اجتماعی و عملکردهای اکولوژیکی با آنالیز حداقل هزینه، کریدورهای بهینه برای اتصال لکه‌های سبز (پارک‌های شهری) تعیین و سپس به کمک مدل کشش و تئوری گراف شبکه اکولوژی فضای سبز شهر دترویت را ایجاد کردند.

در پژوهش‌های شهری، کمتر به زمینه شبکه‌های فضای باز و سبز در بافت‌های فرسوده پرداخته شده است. ولی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: در کشور ایران مثنوی و همکارانش (۱۳۹۴) در پژوهش خود مسئله بهسازی محیطی و ارتقای کیفیت فضایی مناطق فرسوده شهری در چارچوب توسعه پایدار از طریق اراضی قهوه‌ای و با کاربست مدل کشش و روش روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی موجود در منطقه ۱۲ تهران را بررسی کردند. پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد از جمله پایان‌نامه‌ای با عنوان بهبود ساختار اکولوژیک بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه فضاهای سبز و باز و اراضی ذخیره نوسازی با رویکرد طراحی اکولوژیک منظر شهری نمونه موردی: منطقه ۱۲ تهران (باغبانی و همکاران، ۱۳۹۱) و پایان‌نامه

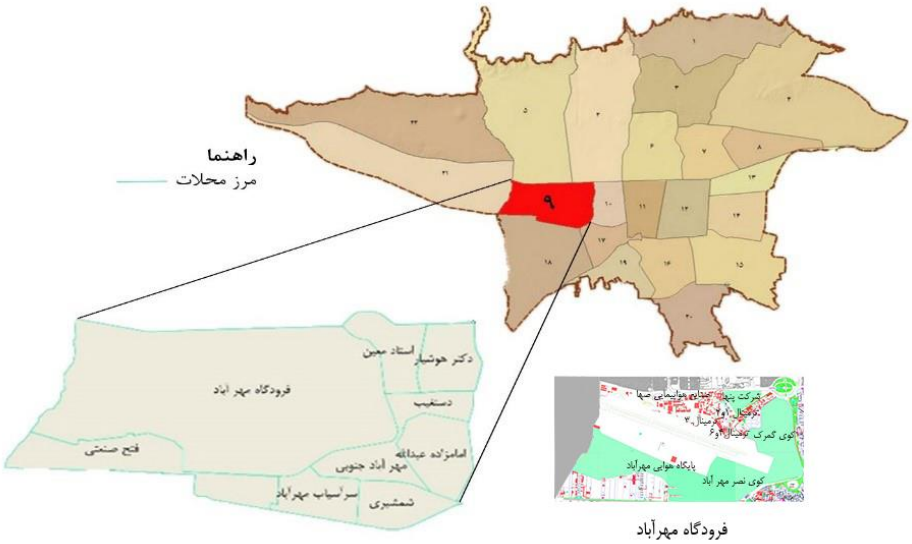
با عنوان طراحی و بهسازی محیطی بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه‌های فضای سبز شهری برای دستیابی به سرزندگی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین نمونه موردی: منطقه ۹ تهران (محسنی فرد، ۱۳۹۶) در دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران انجام شده‌اند.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. مواد

در این تحقیق، منطقه ۹ تهران بستر مورد مطالعه است. این منطقه از مناطق ۲۲ گانه تهران با وسعت ۱۹۶۶/۹ هکتار، ۲/۹ درصد از مساحت تهران را به خود اختصاص می‌دهد. این منطقه از شمال با مناطق ۲ و ۵، از جنوب با مناطق ۱۷ و۱۸، از غرب با منطقه ۲۱ و کرج، از شرق با منطقه ۱۰ همجوار است. این منطقه از شمال به خیابان آزادی و جاده مخصوص کرج، از جنوب به بزرگراه فتح و ۴۵ متری زرند، از شرق به خیابان شهیدان- خیابان سادات و از غرب به مسیل کن محدود شده است. منطقه ۹ دارای ۲ ناحیه و ۱۳محله است. مساحت ناحیه ۱ معادل ۴/۸ کیلومترمربع و شامل محله‌های استاد معین، دکتر هوشیار و دستغیب است. ناحیه ۲ با مساحتی معادل ۱۴/۹ کیلومترمربع شامل محله‌های امامزاده عبدالله، مهرآباد جنوبی، شمشیری، فتح صنعتی، سرآسیاب مهرآباد است. محدوده منطقه ۹ و محلات آن در بین مناطق تهران در شکل ۱ نشان داده شده است.

فرودگاه مهرآباد، پادگان جی، میدان آزادی و بخش‌های صنعتی و کارگاهی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر منطقه و امامزاده عبدالله نیز در مرز جنوب شرقی منطقه قدیمی‌ترین عملکرد منطقه را در بر دارد. مساحت اراضی موجود در فرودگاه مهرآباد ۱۳۴۶ هکتار و بخش عمده‌ای از آن به باند پرواز و صنایع هواپیماسازی اختصاص یافته است. لکه‌های سبز و باز موجود فرودگاه مهرآباد از لکه‌های مؤثر در تشکیل شبکه اکولوژیک به شمار می‌آید و اتصال این لکه‌های سبز و باز به کمک کریدورهای سبز می‌تواند برای کنترل سروصدای ناشی از باند پرواز هواپیما و کنترل آلودگی هوا استفاده شود Airport Planning Manual, (2002). با این حال، اگرچه اتصال این‌گونه لکه‌های سبز به همراه شبکه‌های اکولوژیک می‌تواند شرایط اکولوژیکی را به شهر بازگرداند و موجب دستیابی به توسعه پایدار شهری شود (Sandstorm et al., 2006). لیکن عدم دسترسی عمومی به این فضاهای سبز و باز از جمله کاستی‌های استفاده از این لکه‌های سبز و باز از نظر تعاملات اجتماعی است. همچنین عدم دسترسی به داده‌های فضای سبز فرودگاه، از جمله محدودیت‌های این پژوهش نیز بوده است.



شکل ۱ محدودهٔ منطقه ۹ و محلات آن در بین مناطق ۲۲ گانه تهران

(مهندسین مشاورآمود،۱۳۸۵).

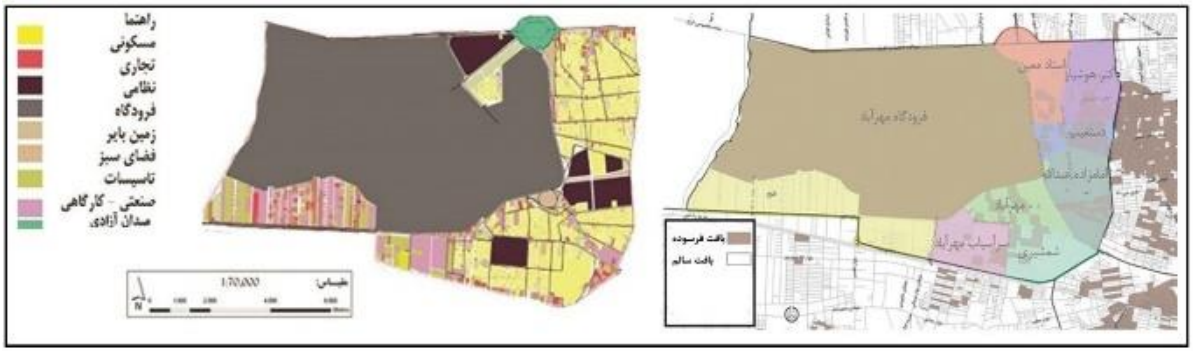
از جمله بارزترین عناصر ساختاری منظر وجود رود دره کن در غرب منطقه ۹ است، عناصر ساختاری دیگر همچون گسل‌ها، خطوط فشارقوی و شبکه دسترسی‌ها به منزله پتانسیلی برای ایجاد کریدورهای سبز در منطقه به حساب می‌آیند. از سوی دیگر وضعیت نامطلوب فضاهای سبز و باز مناسب و کافی در بافت فرسوده منطقه ۹ تهران (به‌صورت مسیر، زیر ساخت‌های سبز و فضای سبز و باز) از جمله معضلات این منطقه در تأمین سرزندگی و محیط زیستی آن است. در چنین شرایطی نظریات جدید توسعه شهری در چارچوب توسعه پایدار به منزله راه‌حل‌های نوین با اجماع نظر جامعه بین‌المللی روبه‌رو شده است و به منزله تنها راه‌حلی که سبب مشارکت جهانی برای کاهش آثار منفی گسترش جمعیت و شهرنشینی می‌شود از سوی همه کلان شهرهای دنیا حمایت شده است (مثنوی، ۱۳۸۲).

۲. ۲. ویژگی‌های کالبدی بافت از نظر فرسودگی

براساس طرح تفصیلی منطقه ۹ تهران، مساحت کل قطعات تفکیکی که دارای فرسودگی بافت هستند، ۹۲/۳ هکتار و متوسط مساحت آن‌ها ۶۴/۹ متر مربع است. تجمع این قطعات در دو لبه شمالی و جنوبی پادگان جی و در حدفاصل خیابان‌های هاشمی تا نهر فیروز آبادی در شمال پادگان و خیابان سی‌متری جی تا خیابان برادران فلاح و محدوده امامزاده عبدالله در گوشه جنوب شرقی منطقه کاملاً مشهود است. حدفاصل خیابان‌های شهید دستغیب تا نهر فیروزآبادی ریزدانه‌ترین قطعات منطقه را تشکیل می‌دهند (مهندسین مشاور آمود، ۱۳۸۵). شکل ۲ نقشه کاربری اراضی و پراکندگی بافت فرسوده در محلات منطقه ۹ تهران نشان می‌دهد. محله‌های شهید دستغیب، امامزاده عبدالله از نظر وسعت پهنه‌های فرسوده در مرتبهٔ نخست هستند.

۲. ۳. روش

به‌منظور انجام این پژوهش، نخست با روش مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای اقدام به جمع‌آوری، مطالعه، تحلیل و بررسی اطلاعات به‌منظور تدوین اصول و چارچوب نظری تحقیق شد. منبع جمع‌آوری مقالات و اطلاعات عموماً پایگاه داده‌های علمی ELSEVER و SPRINGER در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۹ است. پس از مرور ادبیات نظری تحقیق، شناخت و تحلیل و طراحی شبکه فضای سبز شهری بر مبنای چارچوب طراحی اکولوژیک منظر شکل گرفته است. براساس نظریه فورمن عناصر ساختاری منظر شامل لکه، کریدور و ماتریس است (Forman, 1995) و عناصر ساختاری منظر در مناطق شهری شامل عناصر منظر شهری است (Ahren,2007). با تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه ۹ تهران لایه‌های اطلاعاتی مصنوع و طبیعی موجود شامل لایه‌های رود دره‌ها و مسیل‌ها، شبکه قنات‌ها، شبکه دسترسی‌ها، گسل‌ها، خطوط فشارقوی، فضاهای سبز، اراضی ذخیره توسعه و نوسازی شهری استخراج و با روی هم‌گذاری لایه‌های عناصر منظر شبکه اکولوژیک در منطقه ۹ شناسایی شد.



شکل ۲ نقشه کاربری اراضی و پراکندگی بافت فرسوده در محلات منطقه ۹ تهران
(معاونت سازمان نوسازی شهرداری تهران، ۱۳۹۵)

به همین منظور نخست در سطح کلان با به‌کارگیری مدل کشش میزان اثر اکولوژیکی لکه‌های فضای سبز بافت فرسوده مجاور نسبت به یکدیگر محاسبه و گزینه‌های مختلف برای توسعه شبکه فضای سبز بافت فرسوده منطقه ۹ ارائه شد. سپس در سطح خردتر مسیرهای ارتباطی بهینه از بین مسیرهای موجود به کمک تابع مسیر حداقل هزینه تعیین شد. تابع مسیر حداقل هزینه یک الگوریتم بهینه‌سازی رستر محور است (Adriaensen,2003). برای تحلیل لایه وزن‌دار هزینه برای هرکدام از گره‌ها به‌صورت جداگانه آنالیز هزینه وزنی در محیط نرم‌افزارGIS انجام شد. متعاقب آن با کمک شاخص‌های پیوستگی موجود در تئوری گراف شبکه بهینه برای توسعه فضای سبز در بافت فرسوده منطقه ۹ انتخاب شد. با توجه به مطالب بالا مراحل انجام این تحقیق را می‌توان در نمودار ۱ به‌صورت خلاصه ارائه کرد.

۳. یافته‌ها

۳. ۱. شناسایی عناصر ساختاری منظر در منطقه ۹ تهران

موضوعات اصلی علم اکولوژی منظر شامل ساختار و عملکرد و تغییر و تحولات منظر در طی زمان است. ساختار در اکولوژی منظر، شامل ارتباط سه‌بعدی بین اکوسیستم‌ها و عناصر منظر به‌ویژه جریان‌های انرژی و گونه‌های گیاهی و جانوری و رابطه آن‌ها با اندازه شکل و تعداد عناصر است. امروزه اکولوژی منظر در شهرها به‌صورت مجزا از طریق محدودکردن محیط طبیعی توسعه‌یافته به‌صورت لکه‌ها و کریدورها در شهر باقی می‌ماند و عملکرد آن‌ها در شهرها به منزله ساختار پشتیبانی کننده در نظر گرفته می‌شود (Forman & Godron, 1986). همچنین اکولوژی منظر ترکیب متعادلی از شبکه را در شهرها به وجود می‌آورد. عناصر ساختاری در اکولوژی منظر شامل لکه، کریدور و ماتریس می‌شود (Forman, 1995). بنابراین به‌منظور ایجاد تعادل بین شبکه‌های شهری و الگوهای اکولوژیک در شهر باید به مطالعه و بررسی آن‌ها پرداخت. عناصر ساختاری منظر را می‌توان به شرح زیر از نقشه کاربری اراضی منطقه ۹ استخراج کرد:

- **ماتریس ساختاری منطقه ۹**

ماتریس توده‌ای همگن است که عناصر متفاوت و کوچک ساختاری در آن قرار می‌گیرد و بخشی از هر منظر است که به وضوح در هرجا غالب است و اگر هیچ تیپ عنصر ساختاری دیگری غالبی وجود نداشته باشد دارای میزان اتصال کامل و پیوسته‌ترین ناحیه است و این دو تعیین کننده بستر سیمای سرزمین خواهند بود (Forman & Godron, 1986). بنابراین بستر منظر شهری در منطقه ۹ را بافت متراکم، ریزدانه و نفوذناپذیر ساخت‌وساز شهری را تشکیل می‌دهد.

- **لکه‌های ساختاری منظر در منطقه**

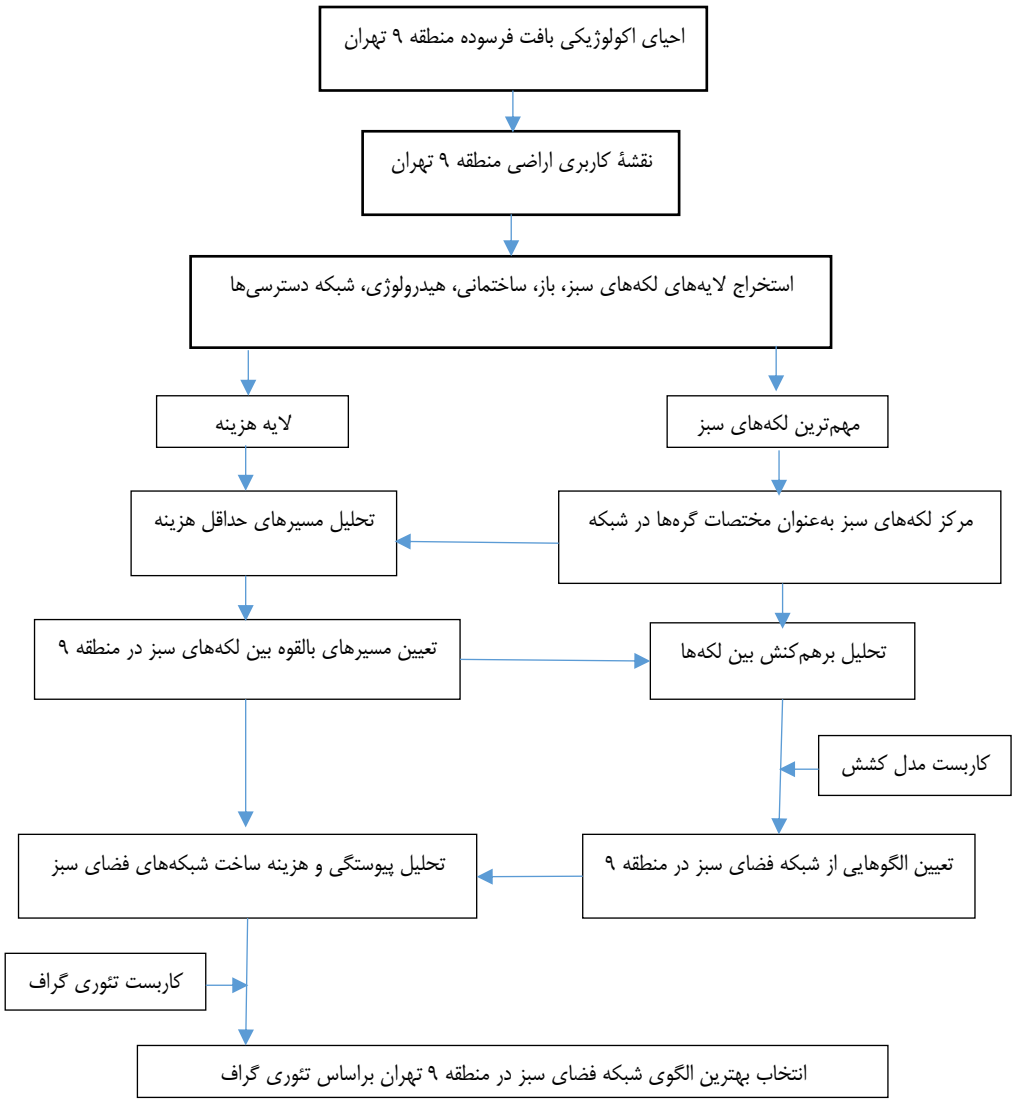
این لکه‌ها شامل لکه‌های سبز خصوصی، لکه‌های سبز عمومی، لکه‌های بایر و اراضی ذخیره نوسازی است.

۱. لکه های سبز خصوصی: این لکه ها به دلیل دسترسی نداشتن عامه مردم به آن ها ارزش اکولوژیکی مثبتی دارند. شامل فضای سبز به‌صورت باغ ها، سفارت ها، ارگان ها و فضای سبز مجتمع های مسکونی هستند. در این پژوهش از لکه های فضای سبز موجود در فرودگاه مهرآباد به‌منظور تشکیل شبکه اکولوژیک در میان بافت فرسوده منطقه ۹ تهران استفاده شد، که می توانند از روش های مؤثر برای ایجاد تغییرات به منظور دستیابی به سازگاری بین فرودگاه و محیط اطرافش باشد (اسدی و صفارزاده، ۱۳۸۰).

۲. لکه های سبز عمومی: پارک المهدی لکه بزرگ در منطقه ۹ است. این لکه ها به دلیل احاطه شدن در بافت دانه ریز امکان توسعه محدودی دارند اما ارتباطشان از طریق تقویت و ایجاد کریدورهای طبیعی موجب تقویت زیر ساخت‌های سبز می‌شوند.

۳. لکه‌های بایر و اراضی ذخیره نوسازی: بیشتر این پهنه‌ها را قسمت‌هایی که هنوز ساخت‌وساز در آن‌ها

صورت نگرفته‌اند تشکیل می‌دهند و به ذات دارای فضای سبز نیستند، اما به دلیل داشتن پتانسیل تبدیل‌شدن به فضای سبز اهمیت دارند و در طراحی شبکه از این اراضی به منزله فضاهای مناسبی برای ایجاد فضای سبز استفاده شد. لکه‌های سبز و اراضی ذخیره نوسازی منطقه ۹ در شکل ۳ نشان داده شده است.



نمودار ۱. فرآیند مورد استفاده در این مقاله جهت طرح توسعه شبکه فضای سبز منطقه ۹ تهران

(نگارندگان،۱۳۹۶).

شکل ۳ لکه‌های سبز و اراضی ذخیره نوسازی منطقه ۹ تهران

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)

- **کریدور های ساختاری منظر منطقه ۹**

کریدورهای مورد نظر در اکولوژی منظر شامل دو نوع کریدورهای طبیعی رود دره‌ها و مصنوعی (برای حرکت انسان‌ها و سایر جانداران) می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان کریدورها را در دو نوع کریدورهای جریان آب و جریان انسان‌ها و دیگر موجودات تقسیم‌بندی کرد:

-کریدور های جریان آب: کریدور رود دره کن در قسمتی از مسیر خود از غرب منطقه، از داخل فرودگاه مهرآباد و از کنار باند پرواز می‌گذرد. این کریدور تنها محوری است که بزرگراهی بر امتدادش ساخته نشده است.

-کریدور جریان انرژی و حرکت انسان‌ها و سایر موجودات: شامل شبکه دسترسی‌ها (حرکت انسان‌ها و سایر موجودات) و حریم گسل‌ها و خطوط فشارقوی (جریان انرژی) می‌شود. شکل ۴ کریدورهای طبیعی و کریدور جریان انرژی و حرکت انسان‌ها و موجودات زنده را در منطقه ۹ نشان می دهد. بزرگراه یادگار امام (در شرق منطقه) و بزرگراه فتح (جنوب منطقه) و در جاده مخصوص کرج در (شمال منطقه) قرار دارد. از جمله اصلی‌ترین دسترسی‌ها در منطقه ۹ است.

۳. ۲. تحلیل برهم‌کنش گره‌ها در شبکه اکولوژیک

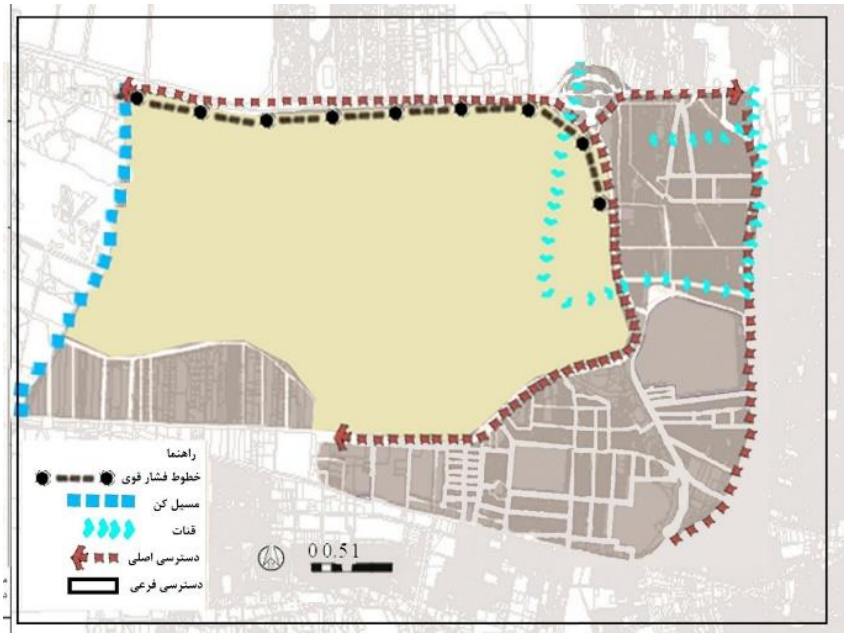
برهم‌کنش بین گره‌ها با استفاده از مدل کشش ارزیابی می‌شود. برهم‌کنش با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$G_{ab} = \frac{N_a N_b}{D_{ab}^2} = \frac{(\sum L)^2 LN(S_a S_b)}{L_{ab}^2 P_a P_b} \qquad (۱)$$

به طوری که G_{ab} برهم‌کنش گره‌های a و b، N_a و N_b وزن گره‌های a، b و D_{ab}، مقاومت تجمعی نرمال شده بین گره‌های a و b L_{ab} مقاومت تجمعی کریدور بین گره‌های a و b، ΣL مجموع مقاومت تجمعی بین گره‌ها است.

وزن هر گره میزان اهمیت نسبی آن را با توجه به اندیکاتور حداقل مساحت موردنیاز نشان می‌دهد. حداقل مساحت موردنیاز برای داشتن ویژگی‌های اکولوژیکی در یک زیستگاه نیم هکتار است. براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود که در آن N_i وزن گره i ام، P_i مقاومت گره i ام و S_i اندازه نرمال شده گره i ام است (Kong et al., 2010).

$$N_i = \frac{1}{P_i} \times Ln(S_i) \qquad (۲)$$



شکل ۴ کریدورهای ساختاری شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶).

۳.۳. تحلیل پیوستگی شبکه اکولوژیک

کیفیت فاکتورهای تعیین کننده پیوستگی در شبکه اکولوژیک شامل: ۱. تعداد شبکه‌های گسسته موجود در منطقه؛ ۲. تعداد لینک‌های موجود در شبکه ۳. تعداد گره‌های موجود در شبکه هستند (Linehan et al., 1995).

بسته به موقعیت فیزیکی، ساختاری، عملکردی و... می‌توان طرح از شبکه را تولید و ارزیابی کرد. میزان اهمیت شبکه‌ها توسط سه اندیکاتور زیر محاسبه می‌شود:

۱. نسبت(α): تعداد حلقه‌های موجود در شبکه به تعداد حداکثر حلقه‌های ممکن به دست می‌آید.

$$\alpha = \frac{actual\ number\ of\ circuits}{maximum\ number\ of\ circuis} = \frac{l-v+1}{2v-5} \quad (۳)$$

که در آن (L) تعداد کریدورها و (v) تعداد گره‌ها یا لکه‌ها است. شاخص α از صفر (برای شبکه‌های بدون حلقه) تا یک (برای شبکه با حداکثر تعداد حلقه ممکن) است.

۲. نسبت (β): بیانگر میزان پیچیدگی شبکه است که از طریق تقسیم تعداد لینک‌های موجود بر تعداد گره‌ها محاسبه می‌شود. در این نسبت (L) تعداد کریدورها و (v) تعداد گره‌ها یا لکه‌ها است. در این نسبت سه حالت ممکن است به وقوع بپیوندد:

$$\beta = \frac{L}{v} \quad (۴)$$

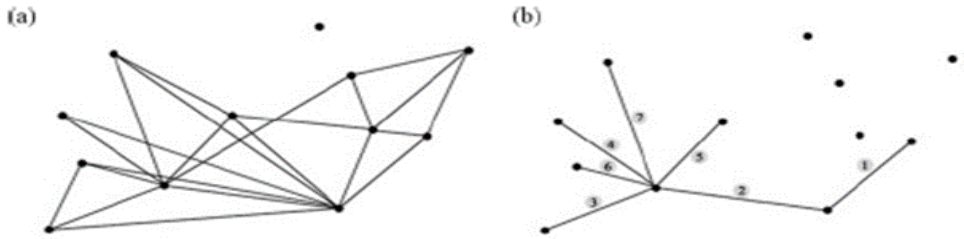
۱. اگر حاصل از یک کوچک‌تر باشد شبکه باز یا شاخه‌ای است.

۲. اگر حاصل مساوی عدد یک باشد شبکه تک حلقه‌ای است.

۳. اگر حاصل از یک بزرگتر باشد شبکه پیچیده است.

۴. (¥): دیگر شاخص پیوستگی شبکه از تقسیم تعداد لینک‌های شبکه بر حداکثر تعداد ممکن لینک به دست می‌آید. در این نسبت (L) تعداد کریدورهای شبکه و (L_{max}) حداکثر تعداد کریدور ها در شبکه است Kong, et al., (2010).

$$\gamma = \frac{L}{L_{max}} = \frac{L}{3(v-2)} \quad (۵)$$



شکل ۵ انواع شبکه: (a) شبکه حداقل هزینه برای استفاده کننده (b) شبکه حداقل هزینه برای سازنده

(Kong et al., 2010**)**

۳. ۴. تحلیل هزینه

تابع مسیر حداقل هزینه یک الگوریتم بهینه‌سازی رستر محور است. نخست از این الگوریتم برای تعیین کم‌هزینه‌ترین مسیر برای ساخت راه ارتباطی بین دو نقطه استفاده می‌شد. همچنین از این الگوریتم می‌توان برای تعیین مسیرهای ارتباطی لکه‌های سبز با زیستگاه‌ها استفاده کرد (Adriaensen, 2003). از کسر حاصل تقسیم تعداد لینک‌های شبکه بر جمع مسافت لینک‌ها، از عدد ۱ به دست می‌آید. هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد هزینه وارد بر سازنده بیشتر و هزینه وارد بر مصرف‌کننده کمتر است (Linehan et al., 1995). شکل ۵ شبکه‌ای را نشان می‌دهد که گره‌ها با حداقل هزینه به هم متصل شده‌اند.

رابطه (۶)
$$cost\ ratio = 1 - (\frac{n}{d})$$

$$d = \sum_{i=1}^{n} L_i$$

که در آن n تعداد لینک‌ها و d مقاومت تجمعی کریدور است.

۴. یافته‌ها و بحث

تشکیل شبکه اکولوژیک در منطقه ۹ تهران نیازمند روی هم‌گذاری لایه‌ها (لایه‌های امکانات و محدودیت‌ها) است. در طراحی شبکه اکولوژیک در بافت فرسوده منطقه ۹ تهران از اصلی‌ترین محدودیت‌ها و مشکلات وجود بافت فرسوده، متراکم، ریزدانه و نفوذناپذیر شهری است که این لایه به‌عنوان محدودیت‌های طراحی شبکه اکولوژیک در نظر گرفته می‌شود. شکل ۶ نقشه روی هم‌گذاری لایه‌ها (لایه‌های امکانات و محدودیت‌ها) را نشان می‌دهد که می‌تواند به ایجاد و حفظ شبکه اکولوژیک کمک کند.

بازدیدهای میدانی و روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی در مقیاس کلان منجر به شناخت شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران مطابق موارد زیر می‌شود:

۱–لکه‌های پوشش گیاهی به منزله جزء اصلی ساختار شبکه اکولوژیک حفظ می‌شوند.

۲– لکه‌های باز به‌عنوان اراضی ذخیره توسعه و نوسازی در تبدیل به لکه‌های سبز شهری می‌تواند مؤثر باشد.

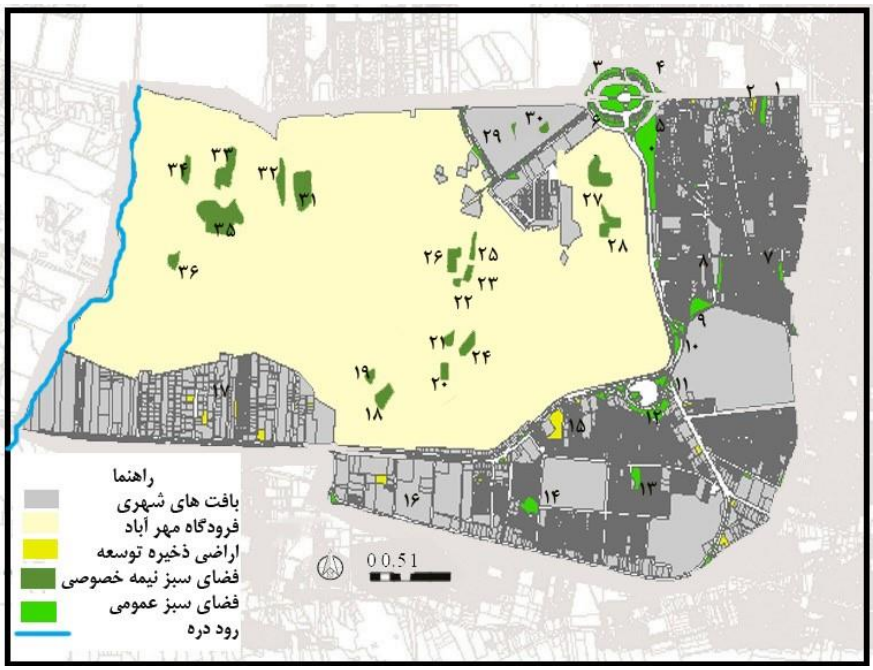
۳– لکه بزرگ پوشش گیاهی (بوستان المهدی) به منزله لکه بزرگ سبز و مرکزی در شبکه قرار می‌گیرد.

۴–لکه‌های فضای سبز نیمه‌خصوصی به منزله لکه‌های گیاهی کوچک به شبکه وارد و به لکه‌های بزرگ پوشش گیاهی متصل می‌شوند.

۵–رود دره کن تنها رووددره تهران است که بزرگراهی در امتداد آن ساخته نشده است و در شبکه اکولوژیک حفظ می‌شود.

۶– خلق لکه‌های سبز در میان بافت‌های فرسوده منطقه ۹ موجب ایجاد سرزندگی در میان این بافت‌ها می‌شود.

۷– پیاده‌سازی طرح‌های اکولوژیکی در کنار فضاهای اجتماعی ارزشمند منطقه ۹ موجب ارتقاء ارزش‌های اکولوژیک این منطقه می‌شود.



شکل ۶ نقشه روی هم‌گذاری لایه‌ها

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶).

بنابراین برای ایجاد شبکه اکولوژیک کارآمد در منطقه۹ تهران مهم‌ترین لکه‌های سبز و باز در محدوده مورد مطالعه (حداقل نیم هکتار) از میان لکه‌های سبز و باز موجود تعیین شد. سپس در سطح خردتر تحلیل کوتاه‌ترین مسیر به لکه‌ها انجام می‌شود، کریدورهای بالقوه نشان‌دهنده مسیرهای اتصال و به‌عنوان راه‌حل افزایش پیوستگی بین لکه‌های منطقه ۹ تهران هستند که از الگوریتم حداقل هزینه به دست می‌آیند. تابع مسیر حداقل هزینه یک الگوریتم بهینه‌سازی رستر محور است. نخست از این الگوریتم برای تعیین کم‌هزینه‌ترین مسیر برای ساخت راه ارتباطی بین دو نقطه استفاده می‌شد. از این الگوریتم هم‌چنین می‌توان برای تعیین مسیرهای ارتباطی لکه‌های سبز با زیستگاه‌ها استفاده کرد (Adriaensen, 2003). در لایه حداقل هزینه ارزش هر پیکسل نشان‌دهنده هزینه تجمعی از مرکز لکه تا آن پیکسل است. اگر برای تمام لکه‌ها مسیرهای حداقل هزینه به دیگر لکه‌ها تعیین شود، از ترکیب همه مسیرها در کنار هم شبکه بالقوه‌ای که در آن تمام لکه‌ها به هم مرتبط‌اند به دست می‌آید.

وزن گره براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود که در آن N_i وزن گره i ام، P_i مقاومت گره i ام و S_i اندازه نرمال شده گره i ام است. حداقل مساحت لکه‌ها دارای اثر اکولوژیکی (نیم هکتار) محاسبه می‌شود.

$$N_i = \frac{1}{P_i} \times Ln(S_i) \qquad (۷)$$

جدول ۱ وزن لکه‌ها را نشان می‌دهد. با کمک داده‌های جدول ۱ در مرحله بعد میزان برهم‌کنش میان لکه‌ها براساس فرمول کشش در زیر به دست می‌آید.

$$G_{ab} = \frac{N_a N_b}{D_{ab}^2} = \frac{(\sum L)^2 LN(S_a S_b)}{L_{ab}^2 P_a P_b} \qquad (۸)$$

هرچه وسعت لکه‌های متقابل بیشتر و فاصله بینشان کمتر باشد اثر اکولوژیکی لکه‌های متقابل بیشتر است. میزان برهم‌کنش میان لکه‌های ۱ تا ۱۸ در جدول ۲ و میزان برهم‌کنش میان لکه‌های ۱۹ تا ۳۶ در جدول ۳ آورده شده است. با محاسبه میزان برهم‌کنش بین لکه‌ها و تعیین اولویت لینک‌ها می‌توان گزینه‌های مختلفی را برای توسعه شبکه فضای سبز ارائه داد.

جدول ۱. وزن لکه‌های فضای سبز منطقه ۹ تهران

شماره لکه	مساحت (متر مربع)	مساحت نرمال شده	مقاومت لکه	وزن لکه
۰	۵۳۶۰۲,۴	۰,۰۸۵۸	۳	۰.۸۱۹
۱	۷۴۷۰,۳	۰,۰۱۲۰	۲	۲.۲۱۳
۲	۴۰۱۷,۲	۰,۰۰۶۴	۱۲	۰.۴۲۱
۳	۱۷۱۱۸,۸	۰,۰۲۷۴	۱۵	۰.۲۴۰
۴	۲۰۱۸۹,۱	۰,۰۳۲۳	۱۵	۰.۲۲۹
۵	۱۵۷۵۷,۹	۰,۰۲۵۲	۱۵	۰.۲۴۵
۶	۲۱۵۷۶,۶	۰,۰۳۴۵	۱۵	۰.۲۲۴
۷	۴۵۰۲,۲	۰,۰۰۷۲	۱	۴.۹۳۳
۸	۵۲۶۴,۷	۰,۰۰۸۴	۱	۴.۷۷۷
۹	۱۲۹۵۸,۶	۰,۰۲۰۷	۱	۳.۸۷۶
۱۰	۱۲۶۱۶,۹	۰,۰۲۰۲	۸	۰.۴۸۸
۱۱	۳۱۵۷۵,۰	۰,۰۵۰۵	۱۵	۰.۱۹۹
۱۲	۱۱۷۶۵,۰	۰,۰۱۸۸	۲۰	۰.۱۹۹
۱۳	۹۰۷۴,۱	۰,۰۱۴۵	۱	۴.۲۳۲
۱۴	۱۱۴۷۳,۴	۰,۰۱۸۴	۱	۳.۹۹۸
۱۵	۲۶۰۳۲,۷	۰,۰۴۱۷	۱۲	۰.۲۶۵
۱۶	۱۲۰۴۳,۷	۰,۰۱۹۳	۱۲	۰.۳۲۹
۱۷	۲۸۸۱۴,۰	۰,۰۴۶۱	۱۲	۰.۲۵۶
۱۸	۱۸۲۱۰,۹	۰,۰۲۹۱	۹	۰.۳۹۳
۱۹	۷۲۷۸,۹	۰,۰۱۱۶	۹	۰.۴۹۵
۲۰	۷۸۰۷,۸	۰,۰۱۲۵	۹	۰.۴۸۷
۲۱	۱۲۶۶۹,۴	۰,۰۲۰۳	۹	۰.۴۳۳
۲۲	۷۶۲۶,۷	۰,۰۱۲۲	۹	۰.۴۹۰
۲۳	۷۲۱۱,۱	۰,۰۱۱۵	۹	۰.۴۹۶
۲۴	۴۶۰۳,۵	۰,۰۰۷۴	۹	۰.۵۴۶
۲۵	۷۰۸۴,۶	۰,۰۱۱۳	۹	۰.۴۹۸
۲۶	۱۴۸۵۱,۶	۰,۰۲۳۸	۹	۰.۴۱۶
۲۷	۲۶۸۶۳,۰	۰,۰۴۳۰	۹	۰.۳۵۰
۲۸	۱۸۷۴۰,۷	۰,۰۳۰۰	۹	۰.۳۹۰
۲۹	۸۸۱۲,۳	۰,۰۱۴۱	۹	۰.۴۷۳
۳۰	۷۸۹۹,۲	۰,۰۱۲۶	۹	۰.۴۸۶
۳۱	۳۶۱۹۰,۸	۰,۰۵۷۹	۹	۰.۳۱۷
۳۲	۱۶۹۹۴,۴	۰,۰۲۷۲	۹	۰.۴۰۱
۳۳	۳۰۳۹۳,۹	۰,۰۴۸۶	۹	۰.۳۳۶
۳۴	۱۲۷۱۲,۱	۰,۰۲۰۳	۹	۰.۴۳۳
۳۵	۶۴۱۳۵,۲	۰,۱۰۲۶	۹	۰.۲۵۳
۳۶	۸۹۸۷,۶	۰,۰۱۴۴	۹	۰.۴۷۱

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)

جدول۲ . میزان برهم‌کنش میان لکه‌ها ۱ تا ۱۸

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۰	۴۶	۹.۷	۹.۸	۱۷	۵۷	۱۷	۷۳	۸۹	۵۸	۴.۷	۱.۳	۱.۱	۱۶	۱۱	۱.۲	۰.۶	۰.۳	۱.۲
۱		۵۳۸	۶.۴	۹.۸	۱۱	۶.۲	۱۹۸	۱۷۴	۹۴	۶.۹	۲.۱	۱.۹	۲۹	۱۹	۱.۸	۱.۰	۰.۵	۱.۸
۲			۱.۳	۲.۱	۲.۳	۱.۲	۳۶	۳۳	۱۸	۱.۳	۰.۴	۰.۳	۵.۶	۳.۶	۰.۳	۰.۱	۰.۱	۰.۳
۳				۱۴	۸.۳	۱۵.	۶.۸	۹.۳	۶.۸	۰.۶	۰.۲	۰.۲	۳.۲	۲.۵	۰.۲	۰.۱	۰.۱	۰.۳
۴					۲۳	۱۵	۸.۲	۱۱	۷.۶	۰.۶	۰.۲	۰.۲	۳	۲.۳	۰.۲	۰.۱	۰.۲	۰.۲
۵						۱۴	۱۱	۱۶	۱۱	۰.۹	۰.۳	۰.۲	۳.۹	۲.۹	۰.۳	۰.۱	۰.۱	۰.۳
۶							۷.۷	۱۲	۸.۷	۰.۷	۰.۲	۰.۲	۳.۶	۲.۸	۰.۳	۰.۱	۰.۱	۰.۳
۷								۲۳۶	۸۹۹	۴۹	۱۲	۱۱	۱۴۸	۷۰	۱۱	۲.۷	۱.۳	۵.۲
۸									۵۲۹	۱۰۱	۲۲	۱۷	۱۹۸	۹۲	۱۰	۳.۴	۱.۶	۷.۱
۹										۲۱۶	۳۴	۲۵.	۲۳۸	۹۸	۱۲.	۳.۳	۱.۵	۷.۱
۱۰											۲۸	۱۴	۷۲	۲۰	۲.۸	۰.۵	۰.۲	۱.۱
۱۱												۴۷	۵۸	۱۲	۲.۱	۰.۲	۰.۱	۰.۶
۱۲													۱۰۰	۱۴	۲.۳	۰.۲	۰.۱	۰.۶
۱۳														۵۲۳	۴۸	۶.۲	۲.۱	۱۳.
۱۴															۷۱	۱۴	۳.۴	۳۳
۱۵																۰.۷	۰.۲	۲.۴
۱۶																	۱.۴	۵.۰
۱۷																		۰.۷

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)

براساس نتایج به دست آمده از میزان اثر متقابل لکه‌ها، منطقه ۹ تهران به نه پهنه اکولوژیکی قابل تقسیم‌بندی است.

- پهنه اول: شامل لکه‌های ۰ و ۲۷و ۲۸ است که پارک المهدی را هم در بر می‌گیرد. این لکه به دلیل فاصله و تراکم درختان خود دارای آثار بالایی در شبکه اکولوژیکی منطقه ۹ است. شرق این لکه با لکه پارک آزادی و فضای باز منطقه در ارتباط است. از شمال با لکه‌های میدان آزادی در ارتباط است و از جنوب با پارک کوثر و لچکی‌های شماره ۱۲،۱۱،۱۰ از طریق سلسله‌ای از خیابان‌های سبز ارتباط دارد.
- پهنه دوم: شامل لکه‌های ۲۹ و ۳۰ که در فرودگاه مهرآباد قرار دارند. این لکه به دلیل وسعت کم دارای آثار اکولوژیکی بالایی در شبکه نیست.
- پهنه سوم: شامل لکه‌های شماره ۳۶،۳۵،۳۴،۳۳،۳۲،۳۱ است که درون فرودگاه مهرآباد قرار دارد دارای وسعت و فاصله زیاد از لکه‌های اصلی منطقه که دارای آثار اکولوژیکی بالا است. تنها پهنه‌ای است که در غرب منطقه ۹ قرار دارد و می‌تواند به‌عنوان هسته اولیه فضای سبز این بخش در نظر گرفته شود (پایه توسعه‌های آتی فضای سبز را می‌توان براساس این لکه قرار داد).
- پهنه چهارم: این پهنه شامل لکه‌های ۲۳،۲۴،۲۵،۲۶ است که به دلیل فاصله کم از لکه‌های اصلی فضای سبز در شبکه اکولوژیک نقش بسیار مهمی دارد. این پهنه اتصال دهنده بین پهنه‌های دیگر است.
- پهنه پنجم: این پهنه شامل لکه‌های ۲۲،۲۱،۲۰،۱۹،۱۸،۱۵ است که لکه ۱۵ از جنوب شرق با خیابان شمشیری به پهنه ششم و از طریق بزرگراه سعیدی از شمال با پهنه چهارم ارتباط دارد.
- پهنه ششم: این پهنه تنها پهنه در جنوب منطقه ۹

است که شامل دو پارک شمشیری و کوکب است دارای فاصله کم از لکه‌های ۹،۱۰،۱۱،۱۲ است و ارتباط قوی با پهنه هفتم دارد.

- پهنه هفتم: این پهنه نقش بسیار مهمی در شبکه اکولوژیک دارد. دارای ارتباط قوی با لکه‌های ۷ و ۸ است.
- پهنه هشتم: این پهنه شامل دو پارک هاشمی و معلم در منطقه ۹ است. این پهنه دارای بسیار قوی از شمال با لکه‌های ۱و ۲، از غرب با پهنه اول و از جنوب با لکه سبز پارک کوثر و لکه‌های ۱۰،۱۱،۱۲ ارتباط و نقش بسیار مهمی در شبکه اکولوژیک دارد.
- پهنه نهم: این پهنه شامل لچکی‌های میدان آزادی است.

پهنه دهم: این پهنه شامل لکه پارک آزادی و لکه فضای باز شماره ۲ است. این لکه نقش بسیار مهمی در شبکه اکولوژیک دارد و دارای ارتباط بسیار قوی با پهنه‌های اول، هفتم است. در شکل ۷ نقشه پهنه‌بندی منطقه ۹ براساس لکه‌های تأثیرگذار نشان داده شده است. در طراحی اکولوژیک گونه‌های متفاوتی از روابط بین لکه‌ها و دالان‌ها وجود دارد. در این پژوهش براساس ویژگی گره‌ها و موقعیتشان نسبت به یکدیگر در پهنه‌بندی لکه‌های تأثیرگذار منطقه ۹ تهران ۴ گونه از طرح‌های شماتیک بین گره‌ها در شبکه اکولوژیک انتخاب شده است که در شکل ۸ نشان داده شده است. الگوی شبکه اکولوژیک در منطقه ۹ تهران براساس تئوری گراف و مدل کشش در ۴ گزینه پیشنهادی مطرح می‌شود.

گزینه ۱. الگوی شبکه‌ای را نشان می‌دهد که در آن تمام لکه‌ها از طریق ارتباط‌های مستقیم به یکدیگر متصل می‌شوند و ارزش لکه‌ها ملاک انتخاب آن‌ها برای ورود به شبکه است. لکه‌ها بیشترین دسترسی را به هم دارند و به دلیل بی‌هویتی مسیرها که ناشی از پراکندگی و تعدد آن‌ها است ساکنین و استفاده‌کنندگان دچار سردرگمی می‌شود. نسبت هزینه ساخت این الگو بسیار پایین است. در شکل ۹ طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل حلقوی نشان داده شده است.

گزینه ۲. در این طرح شبکه مهم‌ترین لکه‌های سبز و باز به منزله رأس انتخاب می‌شوند و دیگر لکه‌ها به‌طور سلسله مراتبی به آن اتصال می‌یابند. بنابراین در این طرح شبکه پارک المهدی به‌عنوان لکه رأس در سلسله مراتب انتخاب می‌شود و شاخص‌ترین مسیرها برای اتصال لکه‌های سبز به این لکه اصلی انتخاب می‌شوند. شکل ۱۰طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد.

گزینه ۳. در این طرح لکه‌های سبز و باز از طریق یک حلقه مرکزی ارتباط دهنده به یکدیگر متصل می‌شوند. میزان ارزش‌دهی به کریدورها شامل عرض، طول، شکل، ساختار گیاهی، باد و حس مکان است که موجب قرارگیری کریدور در ساختار این الگو است.

گزینه ۴. در این گزینه لکه‌های سبز با کمترین هزینه برای سازنده به هم متصل می‌شوند. شکل ۱۱ و ۱۲ به ترتیب طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل بکمن و مدل حداقل هزینه برای سازنده را نشان می‌دهد.

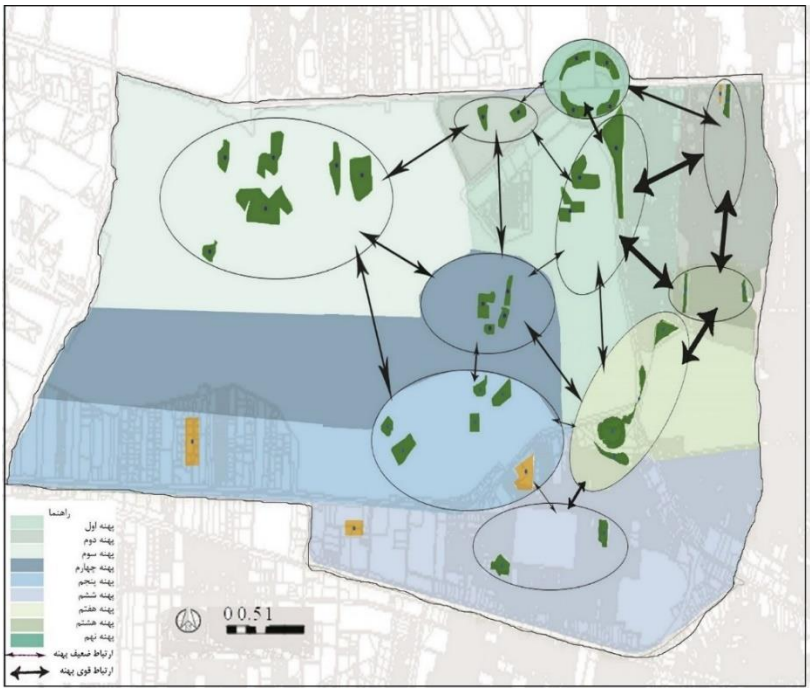
تحلیل پیوستگی و نسبت هزینه این ۴ گزینه در جدول ۴ ارائه شده است. نسبت هزینه نشان‌دهنده هزینه ساخت برای هر واحد مسیر سبز است با مقایسهٔ ضریب هزینه برای گزینه‌های طراحی شده می‌توان گزینه‌ها را از لحاظ افزایش هزینه ساخت تحلیل کرد(Bunn et al., 2000). گزینهٔ یک (مدل حلقوی) با مقایسه ضریب‌های آلفا، بتا و گاما در این شبکه با دیگر الگوها می‌توان گفت میزان پیوستگی نسبت به شبکه حداقل هزینه برای سازنده افزایش داشته است و نسبت هزینه ۲۸ است. در گزینهٔ دو میزان پیوستگی نسبت به گزینه ۱ کمتر است و نسبت هزینه با کاهش همراه است. بر این اساس می‌توان گفت گزینه ۱ دارای کارایی بیش‌تری نسبت به گزینه ۲ است.

گزینه۳ میزان پیوستگی و ضریب هزینه نسبت به گزینه ۲ کمتر شده است. گزینه ۴ ضریب پیوستگی برای حداقل هزینه برای سازنده نسبت به گزینه۳ افزایش داشته است و ضریب هزینه وارد بر سازنده نیز افزایش و هزینه وارد بر مصرف‌کننده نیز کمتر است.

جدول۳. میزان برهم‌کنش میان لکه‌ها ۱۹ تا ۳۶

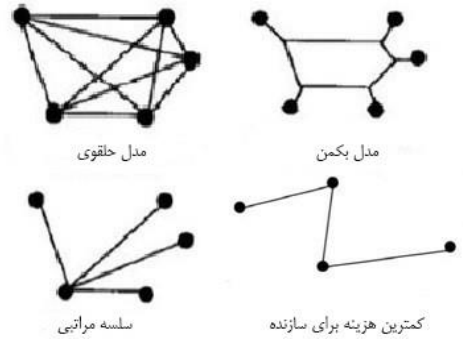
	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶
۰	۱.۵۴	۲.۳	۲.۸	۲.۹۲	۴.۲	۵.۷۷	۶.۴۴	۳.۹۹	۵۸	۳	۱	۷.۶	۱.۳	۱.۴	۰.۸	۰.۸	۰.۵	۰.۷
۱	۲.۲۳	۳.۱	۳.۴	۳.۶۲	۵.۱	۴.۹۲	۵.۷۰	۳.۹۵	۱۱	۹.۹	۸.۲	۶.۲	۱.۷	۱.۹	۱.۲	۱.۳	۰.۸	۱.۲
۲	۰.۴۳	۰.۶	۰.۶	۰.۷۱	۱.۰	۰.۹۷	۱.۱۳	۰.۷۸	۲.۲	۲.۰	۱.۶	۱.۲	۰.۳	۰.۳	۰.۲	۰.۲	۰.۱	۰.۲
۳	۰.۴۲	۰.۵	۰.۶	۰.۶۸	۱.۱	۱.۰۹	۱.۴۳	۰.۹۹	۴.۲	۳.۰	۱۲	۵.۵	۰.۵	۰.۶	۰.۳	۰.۳	۰.۲	۰.۲
۴	۰.۳۶	۰.۴	۰.۵	۰.۵۹	۰.۹	۰.۹۱	۱.۱۸	۰.۸۰	۴.۳	۲.۸	۵.۱	۲.۷	۰.۴	۰.۴	۰.۲	۰.۲	۰.۱	۰.۲
۵	۰.۴۴	۰.۶	۰.۷	۰.۷۷	۱.۳	۱.۲۳	۱.۶۷	۱.۰۸	۱۰.	۵.۶	۶.۲	۳.۱	۰.۴	۰.۴	۰.۲	۰.۲	۰.۱	۰.۲
۶	۰.۴۸	۰.۶	۰.۷	۰.۸۴	۱.۵	۱.۴۳	۲.۰۴	۱.۳۳	۱۱	۶.۴	۱۹	۶.۲	۰.۵	۰.۶	۰.۳	۰.۲	۰.۲	۰.۲
۷	۶.۲۱	۱	۱۱	۱۱.۳	۱	۱۴	۱۵.۳	۱۰.۴	۱۷	۲۰	۱۲	۹.۹	۳.۵	۳.۹	۲.۵	۲.۶	۱.۸	۲.۸
۸	۸.۴۰	۱۵	۱۹	۱۷.۴	۲	۲۲.۸	۲۶.۳	۱۶.۹	۳۲	۳۹	۱۷	۱۴	۴.۷	۵.۱	۳.۱	۳.۲	۲.۳	۳.۴
۹	۸.۲۷	۱۶	۲۰	۱۸.۸	۲۶	۲۴	۲۷.۰	۱۷.۲	۲۴	۳۳	۱۴	۱۱	۴.۱	۴.	۲.۷	۲.۸	۲	۳
۱۰	۱.۳۲	۳.۳	۳.۹	۳.۳۲	۳.۸	۳.۷۰	۳.۶۶	۲.۴۵	۲.۰	۲.۸	۱.۴	۱.۱	۰.۵	۰.۵	۰.۳	۰.۳	۰.۲	۰.۴
۱۱	۰.۶۷	۱.۷	۲.۳	۱.۸۴	۱.۸	۱.۸۲	۱.۶۳	۱.۱۴	۰.۷	۰.۹	۰.۵	۰.۵	۰.۲	۰.۲	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱
۱۲	۰.۶۷	۱.۷	۲.۱	۱.۷۳	۱.۵	۱.۶۲	۱.۳۹	۱.۰۱	۰.۵	۰.۸	۰.۴	۰.۴	۰.۲	۰.۲	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱
۱۳	۱۳.۹	۳۱	۳۲	۲۸.۴	۲۲	۲۴	۱۹.۱	۱۴.۹	۷.۹	۱۰	۷.۳	۷.۰	۳.۸	۴.	۲.۷	۲.۹	۲.۲	۳.۵
۱۴	۳۰.۵	۶۰	۴۰	۴۱.۸	۲۱	۲۷.۱	۱۸.۰	۱۶.۳	۵.۸	۷.۷	۶.۳	۶.۵	۴.۵	۵.۲	۳.۴	۳.۷	۲.۹	۴.۸
۱۵	۲.۳۱	۱۲	۱۱	۸.۵۰	۳.۶	۴.۵۳	۲.۷۵	۲.۳۹	۰.۶	۰.۹	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۴	۰.۲	۰.۳	۰.۱	۰.۳
۱۶	۶.۷۲	۲.۰	۱.۲	۱.۶۹	۱.۰	۱.۳۹	۰.۹۴	۰.۹۶	۰.۳	۰.۴	۰.۴	۰.۵	۰.۵	۰.۷	۰.۵	۰.۶	۰.۵	۱.۰
۱۷	۱.۱۴	۰.۵	۰.۴	۰.۵۱	۰.۴	۰.۵۲	۰.۴۰	۰.۳۹	۰.۱	۰.۲	۰.۲	۰.۳	۰.۴	۰.۶	۰.۶	۰.۹	۰.۶	۲.۲
۱۸	۱۳۷	۱۲.	۵.۳	۸.۶۲	۳.۵	۵.۳۰	۲.۸۹	۳.۲۹	۰.۶	۰.۹	۰.۹	۱.۰	۱.۱	۱.۲	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۱.۱
۱۹		۱۱	۵.۴	۸.۹۴	۴.۳	۶.۳۸	۳.۵۸	۴.۱۸	۰.۸	۱.۱	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۱.۹	۱.۱	۱.۱	۱.۱	۱.۷
۲۰			۶۶	۱۴۱	۱۲	۲۱.۵	۸.۵۹	۹.۶۵	۱.۴	۴.۴	۳.۲	۱.۷	۱.۲	۱.۳	۰.۷	۰.۷	۰.۶	۰.۹
۲۱				۱۵۲	۲۳	۳۶.۴	۱۳.۴	۱۳.۲	۱.۷	۲.۵	۱.۷	۱.۸	۱.۰	۱.۱	۰.۲	۰.۶	۰.۵	۰.۷
۲۲					۲۶	۵۴	۱۵	۱۸.۶	۱.۸	۲.۶	۲	۲.۱	۱.۴	۱.۵	۰.۸	۰.۷	۰.۶	۰.۹
۲۳						۲۵۱	۲۴۴	۱۳۷	۳.۸	۶.۲	۳.۸	۴.۰	۱.۸	۱.۷	۰.۸	۰.۸	۰.۶	۰.۹
۲۴							۷۵.۶	۱۷۲	۳.۲	۴.۹	۳.۶	۳.۹	۲.۱	۲.۱	۱	۰.۹	۰.۸	۱.۱
۲۵								۱۰۸	۵.۱	۸.۷	۵.۳	۵.۲	۱.۹	۱.۸	۰.۹	۰.۸	۰.۷	۰.۹
۲۶									۲.۹	۴.۵	۳.۵	۳.۹	۲.۰	۱.۹	۰.۸	۰.۸	۰.۷	۰.۸
۲۷										۸۴	۱۰	۵.۳	۳.۴	۱.۰	۰.۴	۰.۴	۰.۳	۰.۴
۲۸											۸.۶	۵.۳	۰.۹	۰.۹	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۴
۲۹												۶۶	۱.۹	۱.۹	۰.۹	۰.۸	۰.۶	۰.۷
۳۰													۳.۲	۲.۹	۱.۲	۱	۰.۸	۰.۹
۳۱														۶۵	۲.۷	۲.۴	۲.۸	۱.۹
۳۲															۱۱	۴.۷	۶.۳	۳.۳
۳۳																۲۱.۲۱	۲۴.۹۸	۶.۳۹
۳۴																	۱۲	۱۴
۳۵																		۹.۴

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)



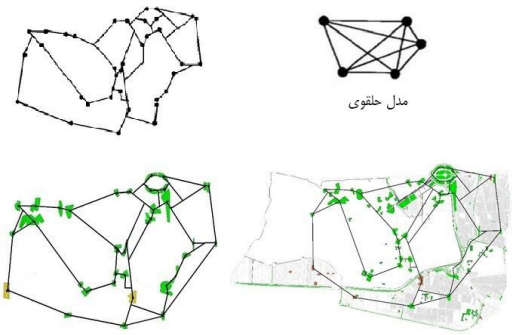
شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی منطقه ۹ براساس لکه‌های تأثیرگذار

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)



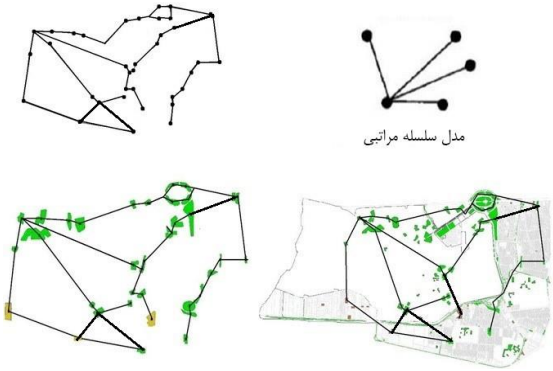
شکل ۸. طرح شماتیک تیپولوژی شبکه‌های اکولوژیک

(Linehan et al., 1995)



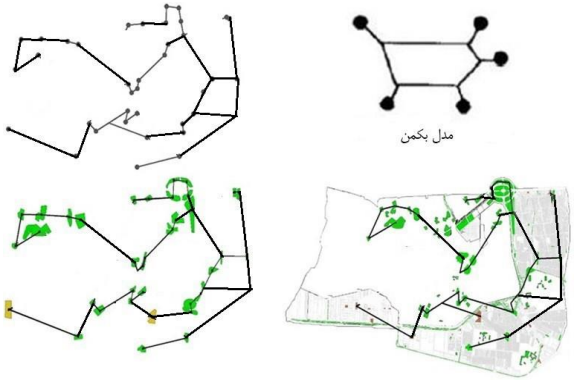
شکل ۹. گزینه ۱) طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل حلقوی

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)



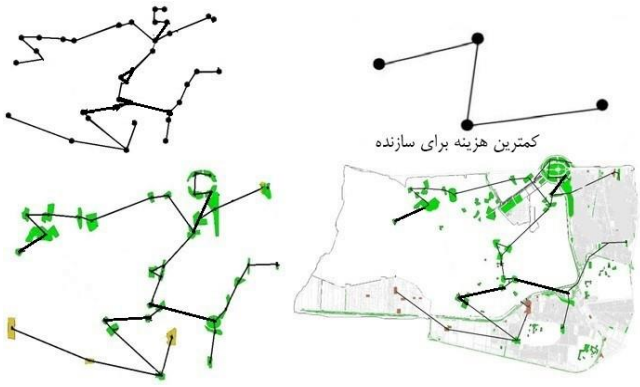
شکل ۱۰. گزینه۲) طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل سلسله مراتبی.

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)



شکل ۱۱. گزینه۳) طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل بکمن

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)



شکل ۱۲. گزینه۴) طرح پیشنهادی شبکه اکولوژیک منطقه ۹ تهران براساس مدل حداقل هزینه برای سازنده
(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶)

جدول۴. آنالیز پیوستگی و هزینه گزینه‌های توسعه شبکه فضای سبز منطقه ۹ تهران

نام شبکه	تیپ شبکه	تعدادگره ها (v)	تعداد لینک‌ها (l)	ضریب α	ضریب β	ضریب γ	نسبت هزینه
گزینه ۱	حلقوی	۳۶	۴۵	.۱۱	۱,۲۵	.۴۴	.۲۸
گزینه ۲	سلسله مراتبی	۳۶	۳۹	.۰۵	۱,۰۸	.۳۸	.۲۲
گزینه ۳	بکمن	۳۶	۳۷	.۰۲	۱,۰۲	.۳۵	.۱۸
گزینه ۴	حداقل هزینه برای سازنده	۳۶	۳۸	.۰۴	۱,۰۵	.۳۷	.۲۱

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۶).

باتوجه به تمامی این مقایسه‌ها می‌توان گفت گزینه شماره ۳ (مدل بکمن) که در شکل ۱۲ نشان داده شده است با ۳۶ لکه و ۳۷ لینک بهترین گزینه برای توسعه فضای سبز منطقه ۹ تهران در راستای بهبود پیوستگی و دستیابی به سرزندگی در بافت فرسوده منطقه ۹ تهران به شمار می‌رود. برخی از دلایل انتخاب این گزینه طراحی شبکه به شرح زیر است:

- قابل تعمیم و در الگویی تکرارپذیر قابل اتصال به لکه‌های موجود در مناطق مجاور است.
- هزینه نسبی و تعداد اتصالات آن نسبت به دو مدل دیگر به گونه‌ای است که از یک سو پاسخگوی ساکنین و گردشگران و از سوی دیگر پاسخگوی اتصالات سبزه راهی در شبکه اکولوژیک است.
- اتصال لکه‌های موجود در فرودگاه مهرآباد به کمک این مدل به گونه‌ای است که مسیر سبز از کنار باند فرودگاه می‌گذرد و می‌تواند در کاهش آلودگی صوتی آن نقش داشته باشد.

در قالب این طرح می‌توان ویژگی‌های لکه و کریدورهای شبکه را با به‌کارگیری اصول اکولوژیک همانند حفظ انسجام و یکپارچگی منظر اکولوژیک در بافت‌های فرسوده، تقویت کریدورها و زیر ساخت‌های سبز شهری بهبود بخشید.

۵. نتیجه‌گیری

فرسودگی بافت شهری از مهم‌ترین مسائل پیش روی تداوم حیات شهری است که موجب افت کیفیت زندگی و تغییر شکل این بافت‌ها می‌شود. بافت‌های فرسوده شهر تهران مهم‌ترین پتانسیل برای استفاده از زمین برای تأمین فضای سبز و نیز بهبود محیط‌زیست و به دلیل تأثیر بر کیفیت زندگی شهری و نیل به توسعه پایدار با توجه به نیاز انسان

به استفاده از کیفیت‌های محیطی مطلوب و از سوی دیگر به دلیل بار مالی و گاه غیر قابل برگشت که برای شهرداری برجای می‌نهند ارزش بررسی گسترده‌ای دارد. بنابراین به کارگیری این مسئله در بافت فرسوده و ناکارآمد شهر تهران مانند سایر قسمت‌های دیگر شهر که بر محیط طبیعی شهری اثر گذار است و از آن تأثیر می‌پذیرد نیازمند توجه بسیار است.

به‌منظور احیای بافت‌های فرسوده شهری از دیدگاه توسعه پایدار، لکه‌های سبز بافت باید در سطوح محلی و در یک رویکرد کل نگر به لکه‌های سبز دیگر مناطق شهری مرتبط شوند و به‌صورت پهنه منسجم، متعادل و پویا درآورده شوند. بافت‌های فرسوده به‌وسیله مسیرهایی، بافت‌های به ظاهر متفاوت و عناصر متنوع آن‌ها مانند فضاهای باز، پارک‌ها، توده‌های خوشه‌ای ساختمانی و حاشیه بزرگراه‌ها به هم دوخته می‌شوند. وجود شبکه پیوسته از فضاهای سبز، نقش مهمی در حفظ ساختار طبیعت‌گرای شهر ایفا کرده و تأثیر زیادی در هویت بخشی طبیعی به شهر داشته است.

با توجه به وضعیت کالبدی مناطق تهران، منطقه ۹ تهران نیز حاصل چنین تغییراتی است که نتیجه آن فرسودگی شدید بافت است لکه‌های سبز موجود در بافت فرسوده این منطقه به‌صورت پارک‌ها و چمن کاری‌های پراکنده هستند که نمی‌تواند جای خالی شبکه‌های سبز در ساختار شهری را جبران کند. شناسایی، درک ساختار و نحوهٔ ارتباط بافت فرسوده این منطقه و محیط طبیعی درون آن، ترکیب و توزیع این پهنه‌ها، یافتن بهترین شبکه اتصالی فضاهای سبز موجود بهترین راهکار اصلاحی برای غلبه بر ازهم‌گسیختگی، کمبود پیوستگی ماتریس طبیعی سرزمین و دستیابی به سرزندگی در بافت‌های فرسوده موجود است.

در این پژوهش با استفاده از مفاهیم موجود در تئوری گراف و استفاده از مدل کشش و تحلیل هزینه ساخت، مدل بکمن به‌عنوان کارآمدترین مدل در منطقه ۹ برای اتصال لکه‌های سبز و باز از بین ۴ دسته ارتباط اصلی میان لکه‌ها در بافت فرسوده انتخاب شد و هر لکه و سبز راه متصل به آن با توجه به استراتژی برنامه‌ریز و موقعیت و امکانات و محدودیت‌های سایت و با در نظر گرفتن اصول طراحی اکولوژیک سایت طراحی خواهد شد و موجب ارتقاء کیفیت زندگی در بافت‌های فرسوده می‌شود. از این رو اقدامات اصلاحی به‌منظور اتصال لکه‌های سبز و باز به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

– استفاده از پوشش گیاهی در حریم کریدور رود دره کن علاوه بر حفاظت از کریدور رود دره در مقابل آلودگی آب‌های جاری و انواع تخریب می‌تواند در ایجاد پیوستگی بین لکه‌های سبز و باز مجزا با توجه به کاربری اراضی مناطق ۹، ۵ و ۲۱ مؤثر باشد.

– اراضی کشاورزی و باغ‌های موجود در منطقه ۲ به‌منظور اتصال آن‌ها به لکه‌های سبز و باز بافت فرسوده منطقه ۹ با استفاده از حریم سبز راه‌ها و خیابان‌های اصلی حفظ شود.

– مسیرهای سبز اکولوژیک می‌تواند در میان بافت فرسوده منطقه ۹ در راستای ارتقاء فرصت دید و اجتناب از عناصر مخدوش کننده دید ساخته شود.

– در میان بافت فرسوده منطقه ۹ می‌توان با ایجاد لکه‌های سبز توقف گاهی ارتباط بین گذرگاه‌ها را به وجود آورد.

– مسیرهای اکولوژیک جدید در بافت فرسوده منطقه ۹ در صورت نیاز ساخته شود.

– ایجاد کاربری‌های خاطره جمعی با توجه به ویژگی‌های کریدورهای اکولوژیک موجب بسط شریان‌های اجتماعی و اقتصادی می‌شود و سرزندگی را در بافت فرسوده منطقه به دنبال دارد.

– تبدیل زمین‌های بایر و مخروبه بافت فرسوده منطقهٔ ۹ به فضای سبز عمومی، احیای قسمت‌های تحلیل رفته اکولوژیکی منطقهٔ ۹ را در بر دارد.

– کاشت درختان و گیاهان درون بافت فرسوده منطقهٔ ۹، موجب تقویت اکولوژیکی کریدورها و ایجاد گشودگی

لکه‌ها در امتداد باد غالب می‌شود.

– خطوط جریان انرژی (فشارقوی) در این منطقه می‌تواند فرصت مناسبی برای اتصال با شبکه زیر ساخت اکولوژیک ایجاد کند.

یادداشت‌ها

1. Dresden
2. Weiberitz
3.Jinan

۴. این پژوهش برگرفته از بخشی از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد نویسنده اول با عنوان (طراحی و بهسازی محیطی بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه‌های فضای سبز شهری برای دستیابی به سرزندگی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین نمونه موردی: منطقه ۹ تهران) تحت راهنمایی آقای دکتر محمدرضا مثنوی و مشاوره خانم دکتر لعبت زبردست در دانشکدهٔ محیط‌زیست دانشگاه تهران انجام شده است.

منابع

اسدی، م.ب. و صفارزاده، م. ۱۳۸۰. تطبیق کاربری زمین و سطوح آلودگی صوتی. نمونهٔ موردی: فرودگاه مهرآباد. پایانامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

باغبانی، م.، مثنوی، م.ر. و صالحی، ا. ۱۳۹۱. بهبود ساختار اکولوژیک بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه فضاهای سبز و باز و اراضی ذخیره نوسازی با رویکرد طراحی اکولوژیک منظر شهری نمونهٔ موردی: منطقه ۱۲ تهران. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

مثنوی، م.ر.، صالحی، ا. و باغبانی، م.۱۳۹۴. بهسازی محیطی و ارتقای کیفیت فضایی مناطق فرسودهٔ شهری در چارچوب توسعهٔ پایدار از طریق تداخل بر اونفیلدها در سیستم زیرساخت‌های سبز (نمونهٔ موردی: منطقهٔ ۱۲ تهران). محیط شناسی، ۴۱(۲): ۴۸۳-۴۹۸.

مثنوی، م.ر. ۱۳۸۲. توسعهٔ پایدار و پارادایم‌های جدید توسعه شهری (شهر فشرده، شهر گسترده. محیط‌شناسی صص ۸۹-۱۰۴.

محسنی فرد، م. ۱۳۹۶. طراحی و بهسازی محیطی بافت‌های فرسوده شهری از طریق شبکه‌های فضای سبز شهری برای دستیابی به سرزندگی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین. نمونهٔ موردی: منطقه ۹ تهران. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

معاونت سازمان نوسازی شهرداری تهران. ۱۳۹۵. گزیده آمار و اطلاعات نوسازی شهری تهران. تهران: سازمان نوسازی شهرداری تهران.

مهندسین مشاور آمود. ۱۳۸۵. طرح تفصیلی منطقه ۹ تهران. تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران.

Adriaensen, F. 2003. The application of ‘Least-Cost’ modelling as a functional landscape model. Landscape and Urban Planning, 64: 233-247.

Ahern, J. 2007. Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. In Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management. IWA Publishing.

Airport Planning Manual, 2002. Landuse and Environment control. Doc9184”, International Civil Aviation Organization (ICAO), 3th edition.

Alpopi, C. and Manole, C. 2013. Integrated Urban Regeneration - Solution for Cities Revitalize. Procedia Economics and Finance. 6: 178 – 185.

Bonnin, M. 2007. The Pan-European Ecological Network--Taking Stock: Council of Europe.

Bunn, A.G. Urban, D.L. and Keitt, T.H. 2000. Landscape Connectivity: A Conservation Application of Graph theory. Enviromental Management, 59:265-278.

Cook, E.A, and VanLier, H.N. 1994. Landscape planning and ecological networks landscape planning and ecological networks: Elsevier; Developments in Landscape Management and Urban Planning.

Cook, E.A. 2000. Ecological networks in urban landscapes. The Netherlands, Wageningen University Prees.

Council of Europe, 1996. UNEP, European Center for Natural Conservation. The Pan European Biological & Landscape Diversity Strategy: A Vision for Europe's Natural Heritage.

Forman, R.T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology, 10:133-142.

Forman, R.T. and Godron, M. 1986. Landscape ecology. Network: Jhon Wiley &Sons.

Galpern, P. Manseau, M. and Fal, A. 2011. Patch-based graphs of landscape connectivity: A guide to construction, analysis and application for conservation. Biological Conservation, 144: 44-55.

Gunderson L.H. 2000. Ecological resilience in theory and application. Annual Review of Ecology and Systematics, 31:425-439.

Hargrove, W. Hoffman, F. and Efroymson R. 2005. A Practical Map- Analysis Tool for Detecting Potential Dispersal Corridors. Landscape Ecology, 20: 361 -373.

Hersperger, A.M. and Forman, R.T. 2003. Adjacency arrangement effects on plant diversity and composition in woodland patches. Oikos, 101: 279-290.

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: 16-27.

Linehan, J. Gross, M. and Finn, J. 1995. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. landscape and urban planning, 33: 179-193.

Pacione, M. 1997. Local exchange trading systems—a rural response to the globalization of capitalism? Journal of Rural Studies, 13: 415-427.

Sandstrom, U. G. Angelstama, P. and Mikusinskia, G. 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. Landscape Urban Plan, 77: 39-53.

Urban, D.L. Minor, E.S. Treml, E.A. and Schick, R.S. 2009. Graph models of habitat mosaics. Ecology Letters, 12: 260-273.

UNEP. 2007. Global environmental outlook GEO4 environment for development. United Nations Environment Programme, 540 p.

Xiu, N. Ignatieva, M. Boch, C. Chai, Y. Wang, F. Cui, T. and Yang, F. 2017. A socio-ecological perspective of urban green networks: The stockholm case. Urban Ecosystem, 20: 729-742.

Zhang, ZH., Meroow, S., Newell, J. and Lindquist, M. 2019. Enhancing Landscape Connectivity through Multifunctional green infrastructure corridor modeling and design, 38: 305-317.