محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٤، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحهٔ ۲۹۵-۲۷۷

بررسی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری (نمونهٔ مطالعاتی: شهر تهران)

امید فتوحی[۱]، شهیندخت برق جلوه[۲]*

۱. کارشناس ارشد محیط‌زیست، پژوهشکدهٔ علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
omidfotoohi11@gmail.com

۲. دانشیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکدهٔ علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۱۵

چکیده

به‌منظور کاهش آثار توسعهٔ شهری بر الگوی «ساخت» و «عملکرد» سیمای‌سرزمین، روند تبیین فعالیت‌های انسانی با سازوکار جریان ماده و انرژی ضروری است. در این خصوص، فعالیت‌های انسانی با فرایندهای تغییر ساخت و عملکرد سیمای‌سرزمین شهری در توازن قرار می‌گیرند، و با ارتقاء عملکرد عناصر بوم‌شناختی و بهبود کیفی فرایندهای بوم‌شناختی، ضمن تبیین برنامه توسعه شهری، روند بهره‌وری بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی سیمای‌سرزمین شهری در تعادل نگاه داشته می‌شود. از این رو، با بررسی روند تغییرات در «عناصر تشکیل‌دهنده» و «عملکرد بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی» سیمای‌سرزمین شهری، صحت طرح‌ریزی برنامه‌های توسعه شهری در راستای برنامه‌ریزی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای‌سرزمین شهر بهبود می‌یابند. شبکه‌های بوم‌شناختی، مبین گذرگاه‌های ماده، انرژی و اطلاعات در پشتیبانی فرایندهای زیستی، متأثر از محتوا، شکل و نسبت ارتباطی–انزوایی عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای‌سرزمین تعریف می‌شوند. در این پژوهش، روند تأثیر تغییرات در «کیفیت محتوا» و «روابط فی‌مابین» عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای‌سرزمین (شامل: ناهمگنی فضایی، پیوستگی بوم‌شناختی و بهینگی ارتباطی– انزوایی)، در میزان پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای‌سرزمین تهران بررسی می‌شود. در این مطالعه، سیمای‌سرزمین تهران در مقیاس مناطق ۲۲گانهٔ شهری در سه بازهٔ زمانی (۱۹۸۴)، (۲۰۰۰) و (۲۰۱۶) بررسی می‌شود. مشاهدات نشان می‌دهند، با رشد برنامه‌های توسعهٔ شهری، از کارایی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای‌سرزمین شهر کاسته شده، چنانچه تهران به‌سختی پاسخگوی نیاز فرایندهای بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی سرزمین شهری خویش است.

کلیدواژه

بوم‌شناسی سیمای سرزمین، توسعه محیطی، فرایندهای بوم‌شناختی.

۱. مقدمه

به‌منظور کاهش آثار مخرب شهرنشینی بر الگوی ساخت و عملکرد سیمای‌سرزمین، همسوسازی فعالیت‌های انسانی با سازوکار جریان ماده و انرژی الزامی است و توسعهٔ «پایدار» و «محیطی» شهرها، با رعایت تلفیق مفاهیم «پایداری» و «برنامه‌ریزی بوم‌شناختی»، از راهبردهای مفید در تحقق این امر به شمار می‌آیند. برای تلفیق ابعاد پایداری و بوم‌شناختی لازم است فعالیت‌های انسانی با ساختار و

* نویسنده مسئول: Email: shjelveh@gmail.com

این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشجو امید فتوحی، با عنوان: «برنامه‌ریزی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای‌سرزمین شهری، مطالعه موردی: شهر تهران»، با راهنمایی دکتر شهیندخت برق جلوه است.

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد سیمای سرزمین همسو بوده تا آثار مخرب آن‌ها کاهش یابند. با رشد روزافزون جمعیت شهری، نیاز به تعامل عملکردهای بوم‌شناختی و جامعه‌شناختی نیز افزایش می‌یابد، درنتیجه نیاز است با بهینه‌سازی بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی عملکردها، هم از خدمات بوم‌شناختی سیمای سرزمین بهره برد و هم نیازهای اقتصادی-اجتماعی جامعه شهری را رفع کرد. لازمهٔ پاسخگویی به این نیاز ارتقای عملکرد عناصر طبیعی و بهبود کیفیت بوم‌شناختی محیط‌های انسان‌ساخت شهری است (برق جلوه و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین لازم است اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین در روند برنامه‌ها و طرح‌های توسعهٔ شهری مدنظر قرار گیرند تا با رویکرد میان دانشی و کل گرای آن‌ها (Naveh, 2000)، بهینگی عملکرد بوم‌شناختی-جامعهٔ شناختی سیمای سرزمین شهری حاصل شود. از ابزارهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین می‌توان به مفهوم شبکه‌های بوم‌شناختی (Opdam et al., 2006) اشاره کرد. با توجه به مفاهیم این رویکرد، برای بهبود شرایط زندگی و ایجاد رابطهٔ پایدار میان انسان و طبیعت، لازم است ترکیب متعادلی از شبکه‌های شهری و الگوهای بوم‌شناختی ایجاد کرد (Cook & Van Lier, 1994).

۱.۱. چارچوب نظری

سامانهٔ سیمای سرزمین یک کل سلسله‌مراتبی مشتمل بر پدیده‌های زیستی و غیرزیستی و روابط فی‌مابین آن‌ها، در فضایی سه‌بعدی واقع در سطح کرهٔ زمین است. سیمای سرزمین باید به‌عنوان ویژگی کلی منطقه‌ای مطالعه شود نه به‌صورت مجزا هرکدام از اجزای آن بررسی شود. (Zonneveld, 1972; 1989). کارل ترول مفهوم بوم‌شناسی سیمای سرزمین را برای نخستین بار مطرح کرد و آن را مطالعهٔ روابط پیچیده بین جامعه‌های زیستی و محیط‌زیستشان در سیمای سرزمینی تعیین‌شده، تعریف کرد (Troll, 1968). بوم‌شناسی سیمای سرزمین دارای اصولی است که این اصول بر ساختار، عملکرد و تغییر شکل سیمای سرزمین، در تلاش برای کشف الگوها و روابط بین عناصر سیمای سرزمین (لکه‌ها، دالان‌ها و ماتریس) تأکید دارند (Forman, 1995; Ingegnoli, 2002). ماهیت سیمای سرزمین را عناصر ساختاری آن، یعنی سه عنصر اصلی بستر، لکه و دالان تعریف می‌کنند. مجموعه لکه‌ها یک موزاییک و مجموعه دالان‌ها یک شبکه را تشکیل می‌دهد.آرایش فضایی موزاییک و شبکه‌ها، الگوی سیمای سرزمین را تشکیل می‌دهند و سیماهای سرزمین با این الگوها ازلحاظ ساختاری متمایز می‌شوند (Burel & Baudry, 2003). شایان ذکر است با تغییر ساختار و عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین، عملکرد آن تغییر پیدا می‌کند (Forman & Godron, 1986)، بنابراین برای بررسی بهینگی عملکرد بوم‌شناختی-جامعه شناختی یا عملکردی خاص باید به بررسی ساختار سیمای سرزمین بپردازیم. در این راستا، عناصر بوم‌شناختی دارای کیفیت‌های مشابهی از عملکرد بوم‌شناختی نیستند و براساس کیفیت محتوایی خود دارای کیفیت عملکردی خاصی هستند. به‌طور خلاصه، عملکرد بوم‌شناختی عناصر سیمای سرزمین به پوشش گیاهی، تنوع ساختاری و گونه‌ای آن و همچنین میزان طبیعی بودن بستگی دارد (Cook, 2002).

بسیاری از بوم شناسان سیمای سرزمین روابط فی‌مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین (شامل: ناهمگنی فضایی و پیوستگی مابین عناصر سیمای سرزمین) را برای بهینگی عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری ضروری می‌دانند. البته ارتباط مابین تمام عناصر سیمای سرزمین امری نسبی است زیرا که ممکن است افزایش ارتباط برای عملکردی مفید و برای دیگری مضر باشد (Alberti, 2008). فرضیهٔ اصلی بوم‌شناختی در خصوص تکامل و روندهای انتخابی آن، به جدایی و انزوا نیاز دارد. برای سامانهٔ سیمای سرزمین وجود هر دو، یک پیش‌نیاز است. تنها سؤال باقیمانده، مقیاس و قدرشناسی (تعادل) در میزان تخصیص نوع طبیعت و میزان مقاومت آن در برابر تأثیرات مختلف انسانی است: لازم است آن دسته از عناصر

Archive of SID
www.SID.ir

طبیعی که توانسته‌اند به مدتی طولانی‌تر روندهای خود را با تأثیرات عملکرد انسانی تطبیق دهند و بخشی از سیمای سرزمین‌های زیبا و کلاسیک انسانی را تشکیل دهند، در برابر خطرات احتمالی تغییرات فناورانه حفاظت شوند. این دسته عناصر با درصدی از راحتی نسبی می‌توانند با یک سری پیمایش‌های فرهنگی معین هماهنگ شوند. عناصر و سامانه‌های طبیعی بکر نیز، به‌واسطهٔ مواد قانونی، حائل‌ها و تأمین فواصل مناسب از تأثیرات عملکردهای انسانی دور نگاه داشته می‌شوند (Zonneveld, 1994).

همچنین شبکه‌های بوم‌شناختی متأثر از کیفیت محتوا و روابط مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین هستند (Cook, 2002)، درنتیجه، بررسی روند تغییر محتوای عناصر سیمای سرزمین از یک‌سو، و روابط مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین از سوی دیگر در بررسی روند تغییر میزان عملکرد بوم‌شناختی- جامعه‌شناختی سیمای سرزمین و پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی به ما کمک خواهد کرد.

توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش‌شرط مطالعهٔ عملکرد و تغییر ساختار در سیمای سرزمین است و متریک‌های مختلفی برای نیل به این هدف، در بوم‌شناسی سیمای سرزمین استفاده می‌شود (McGarigal & Marks, 1995). محققان بوم‌شناسی سیمای سرزمین متریک‌هایی را با توانایی کمی کردن الگوها و اثر انسان بر فرایندهای بوم سامانه و رژیم اختلالات، توسعه داده‌اند. هر متریک تغییر قابل‌مشاهده‌ای در بازه‌های زمانی در طول زمان را در سیمای سرزمین نشان می‌دهد؛ بنابراین برای بررسی روند تغییر سیمای سرزمین، باید به بررسی روند تغییر عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن در زمان‌های مختلف بپردازیم. متریک‌ها به‌اندازه‌گیری دو ویژگی بزرگ سیمای سرزمین یعنی ترکیب و چینش فضایی کمک می‌کند. ترکیب سیمای سرزمین به حضور و مقدار انواع لکه‌های مختلف در سیمای سرزمین بدون توضیح ویژگی‌های فضایی‌شان اشاره می‌کند. چینش فضایی به توزیع فضایی لکه در سیمای سرزمین اشاره دارد. این متریک‌ها پیش‌بینی کنندهٔ خوبی از توانایی بوم سامانه در حمایت عملکردهای مهم بوم سامانه هستند (Turner et al., 2001).

۲. مواد و روش

۱.۲. چارچوب مفهومی بررسی

بر اساس آنکه سیمای سرزمین انسان مقیاس، به‌طورکلی به‌خوبی با واحدهای جغرافیایی مثل آبخیزها و مناطق شهری(Forman, 1995)، همانند دامنهٔ فضایی آگاهی انسان (Gobster et al., 2007) تطابق دارد و وسعت آن به موضوع مطالعه و سؤالات تحقیق وابسته بوده، در این پژوهش مقیاس مطالعه برابر با مناطق ۲۲ گانهٔ شهرداری شهر تهران است. برای بررسی روند تغییر، نیازمند بررسی شرایط در زمان‌های گذشته هستیم. به همین دلیل سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ میلادی به‌عنوان مقیاس‌های زمانی انتخاب‌شده‌اند.

همان‌طور که گفته شد برای بررسی عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی و پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی نیازمند بررسی *ترکیب محتوایی و روابط فی‌مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین* هستیم که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

بررسی میزان عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی (پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی) سیمای سرزمین شهر تهران

بررسی کیفیت ترکیب محتوایی عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین شهر تهران

بر اساس مطالب گفته‌شده، عناصر سیمای سرزمین شهری هرکدام دارای میزان عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی متفاوتی هستند که به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از عوامل تعیین میزان عملکرد بوم‌شناختی، کیفیت محتوای آن‌ها (مانند: پوشش سرزمین) است. عملکرد بوم‌شناختی این ساختارها به ترتیب از زیاد به کم عبارت است از:

Archive of SID
www.SID.ir

ساختارهای گیاهی، آبی، فاقد ساختار (=فاقد پوشش - باز)-ساخت‌وسازی(Baschak & Brown, 1995; Cook, 2002). بنابراین هر چه از سمت لکه‌های دارای پوشش گیاهی و آبی به سمت لکه‌های پوشیده از نهادهای ساخت‌وسازی برویم،کیفیت و در نتیجه میزان عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین کاهش پیداکرده و بیشتر بر عملکرد جامعه‌شناختی تمرکز پیدا می‌کنند. در همین راستا عملکردهای آب‌شناختی، هواشناختی و زیست‌پذیری به‌طور خلاصه به چندین معیار ثابت (مانند اقلیم) و دو معیار متغیر شامل: فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های ساختاری و فضایی پوشش‌های سیمای سرزمین بستگی دارد (Alberti, 2008). به همین علت از بین راه‌های متعدد برای نشان دادن عناصر سیمای سرزمین، طبقه‌بندی سیمای سرزمین بر اساس پوشش سرزمین را انتخاب کردیم (Leitão et al., 2012). علاوه بر پوشش گیاهی، طبیعی بودن و همچنین تنوع ساختاری و گونه‌ای پوشش گیاهی نیز در میزان عملکرد عناصر سیمای سرزمین تأثیرگذار است (Baschak & Brown, 1995; Cook, 2002). بنابراین هرکدام از عناصر سیمای سرزمین به زیرمجموعه‌های مختلفی ازلحاظ کیفیت بوم‌شناختی تقسیم می‌شوند که درنتیجه می‌توان سیمای سرزمین را به لکه‌های نفوذناپذیر و نفوذپذیر (مناسب برای تحلیل آب‌شناختی) و یا لکه و دالان‌های سبز (انسان‌ساخت، طبیعی)، لکه و دالان‌های فاقد پوشش (باز)، لکه و دالان‌های آبی (انسان‌ساخت، طبیعی) و لکه و دالان‌های ساخت‌وسازی (مثل لکه‌های مسکونی و دالان‌های ترددی) تقسیم‌بندی کرد. در این تقسیم‌بندی می‌توان از لکه‌های پوشش‌های گیاهی طبیعی (اراضی باقیمانده جنگلی یا مرتعی)، انسان‌ساخت (کشاورزی، باغ و بوستان) درون‌شهری و فرا شهری، لکه‌های آبی (دریاچه‌ها، تالاب‌ها)، دالان‌های آبی (رودخانه‌ها) و لکه‌های باز (تپه‌ها) نام برد (Ndubisi, 1997).

- بررسی روابط فی‌مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین شهر تهران

برنامه‌ریزان سیمای سرزمین میزان عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین و درنتیجه پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی را وابسته به روابط فی‌مابین (چیدمان فضایی) عناصر ساختاری می‌دانند، که شامل ناهمگنی فضایی سیمای سرزمین (Pickett & Cadenasso, 1995; Risser, 1984)، پیوستگی (=عدم انقطاع) و ارتباط بوم‌شناختی و ساختاری عناصر هم نوع سیمای سرزمین (Alberti, 2008; Cook 2002; McGarigal and Marks, 1995) و بهینگی ارتباط- انزوای بوم‌شناختی و ساختاری تمامی عناصر سیمای سرزمین با یکدیگر و با بستر سیمای سرزمین (=مفید برای تسهیل جریان ماده و انرژی) (Alberti & Marzluff, 2004 ; برق جلوه و مبرقعی دینان، ۹۲) می‌شود. شایان ذکر است که در روند پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین، هرکدام از این عوامل پیش‌شرط لازم برای دیگری است. به‌عنوان‌مثال در سیمای سرزمین یکنواخت شهری شده عناصر دارای پیوستگی، عملکرد بوم‌شناختی مورد نظر را نداشته، و یا اینکه بهینه‌سازی ارتباط و انزوای لکه‌های ساخت‌وسازی و لکه‌های سبز طبیعی زمانی به بهره‌وری پایدار بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی از آن‌ها منجر می‌شود که ناهمگنی فضایی و پیوستگی لکه‌های هم نوع برقرار باشد.

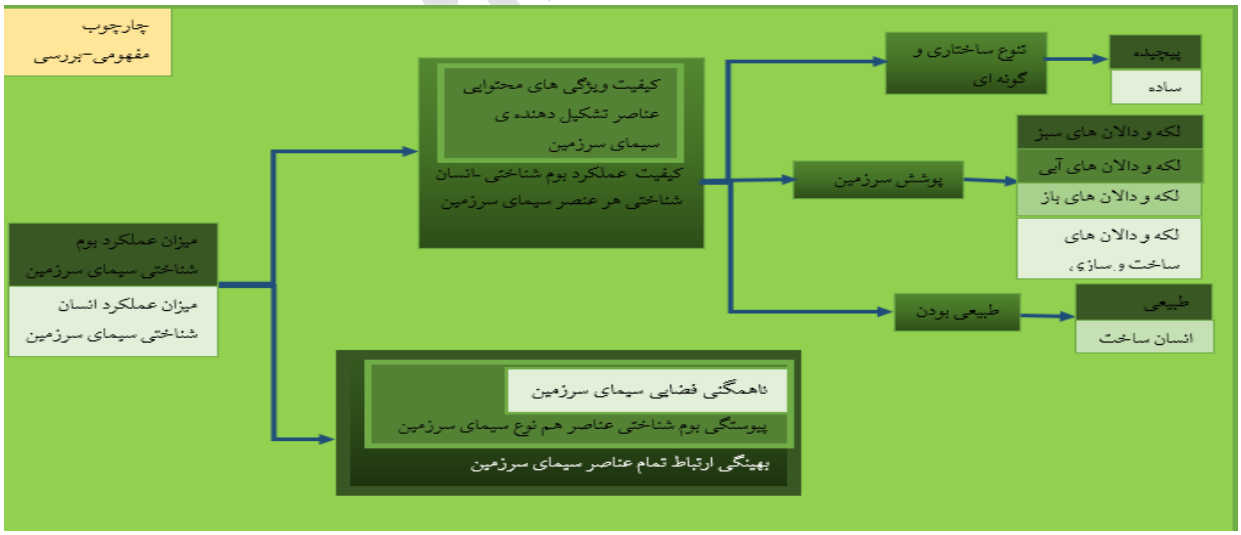
- بررسی متریک‌های موردنیاز

برای بررسی وضع موجود و روند تغییر ویژگی‌های ذکرشده (ناهمگنی، پیوستگی و شبکهٔ ارتباطی-انزوایی) در سالیان گذشته، از متریک‌ها و معیارهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین استفاده می‌کنیم. به همین منظور، برای بررسی روند تغییرات *ناهمگنی فضایی* در طول زمان از دو متریک PR (تعداد انواع لکه)، PLAND (درصد تشکیل هر لکه) و تعداد انواع دالان‌ها، برای بررسی تغییر *پیوستگی بوم‌شناختی و ساختاری عناصر هم نوع* از متریک‌های AREA-MN (میانگین مساحت لکه)، PN (تعداد لکه)

Archive of SID
www.SID.ir

(McGarigal & Marks, 1995)، طول دالان‌ها(Cook, 2002) و PROX (نزدیکی-در سطح رده) (McGarigal & Marks, 1995)، و همچنین برای بررسی *ارتباط بوم‌شناختی و ساختاری بین تمامی عناصر* سیمای سرزمین می‌توان از CONTAG (سرایت) و IJI (شاخص پراکنش و آمیختگی) استفاده کرد (McGarigal & Marks, 1995). برای بررسی تغییر انزوای لازم برای عملکرد بهینهٔ عناصر باارزش موردنظر از تأثیرات مختلف انسانی، می‌توان از برخی متریک‌های ذکرشده استفاده کرد. برای مثال، می‌توان از کاهش تعداد و کاهش سهم تشکیل لکه‌های سبز طبیعی، همچنین افزایش تعداد و میانگین لکه‌های ساخت‌وساز نتیجه گرفت که انزوایی بین لکه‌های سبز طبیعی و ساخت‌وسازی وجود ندارد. همچنین سازگاری با ویژگی‌های ماتریس طبیعی (مثل: جهت باد غالب، میزان خشک‌سالی) که درروند تعیین راهبردها و عملکرد عناصر سازنده تأثیرگذار است، بررسی می‌شود. (Cook, 2002) (جدول ۱).

شایان ذکر است استفاده از داده‌های آماری، مطالعات میدانی و تفسیر بصری، به ما در درک درست و دقیق بودن نتایج کمک می‌کنند. نتایج به‌دست‌آمده روند تغییر عناصر بوم‌شناختی و همچنین تغییر کمی و کیفی عملکردها را نشان می‌دهد. در روند تحلیل عملکردهای آب‌شناختی باید به این نکته توجه کرد که کاهش مساحت، سهم تشکیل، پیوستگی و ارتباط سطوح نفوذپذیر (لکه و دالان‌های سبز و آبی و باز) و افزایش مساحت، سهم تشکیل، پیوستگی و ارتباط سطوح نفوذناپذیر (لکه و دالان‌های ساخت‌وسازی) به کاهش عملکرد آب‌شناختی سیمای سرزمین می‌انجامد. در همین راستا، کاهش سهم، پیوستگی و ارتباط لکه‌های سبز (به‌خصوص درختی)، آبی و باز و افزایش سهم، پیوستگی و ارتباط لکه‌های ساخت‌وسازی، باعث کاهش عملکرد هواشناختی و زیستی سیمای سرزمین می‌شود. در بخش هواشناختی تحلیل باید به این نکته نیز دقت کرد که افزایش ارتفاع لکه‌های ساخت‌وسازی نسبت به پهنای دالان‌های ترددی باعث کاهش عملکردهای هواشناختی سیمای سرزمین می‌شود (Alberti, 2008).



شکل ۱. معیارهای بررسی میزان عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی (پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی) سیمای‌سرزمین شهری

(مأخذ: نگارندگان)

www.SID.ir

جدول ۱. متریک‌ها و معیارهای بررسی عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی و پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری

ویژگی‌ها و الگوهای ساختاری لازم برای: ۱. توسعهٔ پایدار بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی سیمای سرزمین شهری ۲. پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری	متریک‌ها	واحدهای بررسی متریک
ناهمگنی فضایی عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین (Pickett & Cadenasso, 1995)	PR (تعداد انواع لکه) PLAND (درصد تشکیل هر لکه) CA (مساحت کل نوع لکه-رده) تعداد انواع دالان (Leitão et al., 2012)	۱-سیمای سرزمین(PR) ۲-لکه‌ها و دالان‌های حاصل از طبقه‌بندی میزان عملکرد بوم‌شناختی هدف (در این پژوهش لکه‌های حاصل از طبقه‌بندی پوشش سرزمین و نفوذپذیری)
پیوستگی (عدم انقطاع) و ارتباط عناصر هم نوع یا دارای عملکرد مشابه سیمای سرزمین (McGarigal & Marks, 1995)	AREA-MN (میانگین مساحت) PN (تعداد لکه) PROX (نزدیکی) طول دالان (Leitão et al., 2012)	لکه‌ها و دالان‌های هم نوع
ارتباط تمام عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین (Alberti, 2008)	CONTAG (انبوهگی) IJI (شاخص پراکنش و آمیختگی) (Leitão et al., 2012)	تمامی لکه‌ها و دالان‌های سیمای سرزمین

(مأخذ: نگارندگان)

۲.۲. روش انجام بررسی

برای انجام پروژه در راستای چارچوب مفهومی بررسی، به‌طورکلی مراحل زیر انجام شده است:

۱. بررسی روند تغییر عناصر بوم‌شناختی {شامل: لکه‌های سبز، لکه‌های باز، لکه‌های آبی، لکه‌های ساخت‌وسازی، دالان‌های ترددی (به علت پهنای گستردهٔ این عناصر می‌توان آن‌ها را بمانند لکه‌ها بررسی کرد)} به‌صورت نرم‌افزاری

۲. تقسیم‌بندی منطقه به دو بخش به علت کاهش ضریب خطا در مقیاس بزرگ، امکان تجمع عناصر بوم‌شناختی باارزش در یک منطقه، مشخص‌کردن دقیق‌تر روند و همچنین مکان دقیق تغییرات (پس از بررسی اولیهٔ سیمای سرزمین به علت تجمع عناصر بوم‌شناختی طبیعی و مهم در نیمهٔ شمالی، سیمای سرزمین از راستای خیابان انقلاب به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شد)

۳. بررسی روند تغییر عناصر بوم‌شناختی (شامل: لکه‌های سبز، لکه‌های باز، لکه‌های آبی، لکه‌های ساخت‌وسازی، دالان‌های ترددی) در هرکدام از مناطق شمالی و جنوبی به‌صورت نرم‌افزاری

۴. بررسی کیفی‌تر روند تغییر عناصر بوم‌شناختی {شامل: روند تغییر انواع لکه‌های سبز، انواع لکه‌های باز، دالان‌های طبیعی (رود دره‌ها)} به‌وسیلهٔ مطالعهٔ آخرین طرح‌های تفصیلی جامع، اطلس کلان‌شهر تهران و نقشه‌های آماده‌شدهٔ شهرداری تهران و مطالعهٔ پروژه‌های مرتبط

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی روند تغییر عناصر بوم‌شناختی به‌صورت نرم‌افزاری

برای به‌دست آوردن روند تغییر ساختاری لکه‌های پوششی سیمای سرزمین از بررسی تصاویر ماهواره‌ای استفاده کردیم. برای به‌دست آوردن اطلاعات دیجیتالی از سایت (glovis.com)، تصاویر ماهواره‌ای منطقهٔ مورد نظر استخراج شدند. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT در سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ بهره بردیم. سپس، عکس‌های گرفته‌شده، توسط نرم‌افزار envi ۵/۱ پردازش شدند. در این فرایند، تصحیح هندسی و رادیو متریک را انجام می‌دهیم. از فایل‌های به‌دست‌آمده، نقاط نمونه (از نرم‌افزار google earth برای تحقیق نقاط نمونه که در پردازش تصاویر به آن‌ها نیاز داریم، استفاده می‌کنیم) را استخراج و از طریق آن‌ها به طبقه‌بندی نظارت‌شده می‌پردازیم. سپس فایل طبقه‌بندی لکه‌های پوششی (سبز، آبی، باز، ساخت‌وسازی و ترددی) را آماده کردیم. فایل به‌دست‌آمده را به نرم‌افزار fragstat سپرده و سپس مقدار متریک‌های مورد نظر خود را به‌وسیلهٔ آن به دست می‌آوردیم.

۲.۳. موردمطالعه: سیمای سرزمین شهر تهران

در این پژوهش به بررسی شهر تهران (تمامی مناطق ۲۲ گانهٔ تقسیم‌بندی شهرداری تهران) می‌پردازیم که خصوصیات مختلف آن را در زیر به‌طور خلاصه بیان می‌کنیم.

طول و عرض جغرافیایی: شهر تهران ازنظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی قرارگرفته است.

ارتفاع از سطح دریا: ارتفاع کنونی تهران از سطح دریا در حدود ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر است. در میدان تجریش ارتفاع حدود ۱۳۰۰ متر و در میدان راه‌آهن ۱۱۰۰ متر بالاتر از سطح دریا است. شایان ذکر است که این اختلاف سطح به علت گستردگی و وسعت زیاد این شهر است.

شیب زمین: از شمال به جنوب در دامنهٔ کوهستان شمیرانات ۱۰ درصد تا ۱۵ درصد از تجریش تا تپه‌های عباس‌آباد با شیب متوسط ۳ درصد تا ۵درصد از عباس‌آباد تا خیابان انقلاب ۲درصد و از مرکز شهر تهران تا کناره ۱درصد است.

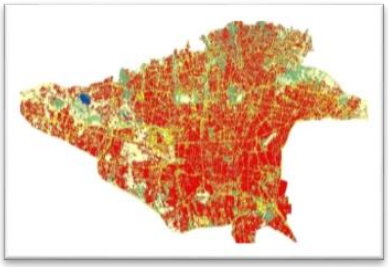
جمعیت: بر اساس آخرین سرشماری رسمی که در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت، جمعیت تهران، ۸۷۳۷۵۱۰ نفر بوده است (برگرفته از: اطلس کلان‌شهر تهران).

۳. نتایج

۱.۳. یافته‌ها

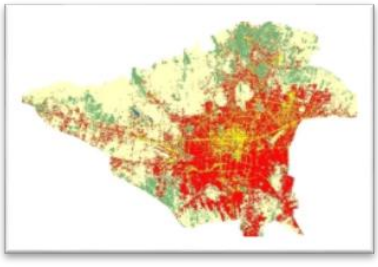
نتایج حاصل از بررسی نرم‌افزاری متریک‌های سیمای سرزمین شهر تهران

روند تغییرات پوشش‌های سرزمین (عناصر سبز، آبی، باز و ساخت‌وسازی) در مناطق مورد نظر بررسی شدند که در ادامه به‌تفصیل، آن‌ها را بررسی می‌کنیم:



شکل ۲. سیمای سرزمین تهران-طبقه‌بندی شده بر اساس پوشش سرزمین در سال ۱۹۸۴

شکل ۳. سیمای سرزمین تهران- طبقه‌بندی شده براساس پوشش سرزمین در سال ۲۰۰۰



شکل ۴. سیمای سرزمین تهران-طبقه بندی شده بر اساس پوشش سرزمین در سال ۲۰۱۶

(رنگ قرمز: لکه‌های ساخت‌وسازی، رنگ زرد: دالان‌های ترددی، رنگ کرم: لکه‌های باز، رنگ سبز: لکه‌های سبز، رنگ آبی: لکه‌های آبی) (مأخذ: نگارندگان)

Archive of SID
www.SID.ir

لکه‌های باز: با کاهش شدید دو متریک CA و PLAND در لکه‌های باز روبه‌رو هستیم که تقریباً تمامی لکه‌های باز کاهش‌یافته به لکه‌های ساخت‌وسازی و دالان‌های ترددی تبدیل‌شده‌اند. با افزایش دو متریک PN و PD، کاهش متریک‌های AREA-MN، PROX-MN و همچنین کاهش متریک‌های ناهمگنی فضایی می‌توانیم نتیجه بگیریم که پیوستگی و ارتباط مابین لکه‌های باز کاهش پیداکرده (افزایش انقطاع) و عملکرد بوم‌شناختی آن‌ها تنزل پیداکرده است. این روند در منطقهٔ شمالی و جنوبی نیز مشاهده می‌شود. البته در منطقهٔ شمالی کاهش پیوستگی و سهم تشکیل این لکه‌ها با شدت بیشتری رخ‌داده است. روند متریک IJI دربارهٔ لکه‌های باز، تغییر معناداری را نشان نمی‌دهد. به‌طورکلی روند کاهشی داشته اما این روند قابل‌توجه نیست، همچنین این روند در مناطق شمالی و جنوبی نیز مشاهده می‌شود. شایان ذکراست، این متریک که دامنه‌ای بین ۰ و ۱۰۰ (۰ نشان از کمترین همبستگی و ۱۰۰ بیشترین ارتباط با عناصر غیرهمنوع) دارد، حدود ۵۶ است که نشان از متوسط بودن همبستگی و آمیختگی آن با دیگر عناصر سیمای سرزمین است.

لکه‌های سبز: با مشاهده دو متریک CA و PLAND می‌توانیم نتیجه بگیریم که در دورهٔ نخست بررسی سهم تشکیل روندی کاهشی داشته است، اما این معیارها در دورهٔ دوم بررسی بهبود یافته‌اند. در ادامه، به مانند لکه‌های باز با افزایش دو متریک PN و PD، و کاهش متریک‌های AREA-MN،PROX-MN، می‌توانیم نتیجه بگیریم که پیوستگی و ارتباط مابین لکه‌های سبز کاهش پیداکرده (افزایش انقطاع) و عملکرد بوم‌شناختی آن‌ها تنزل پیداکرده است. این روند در منطقه شمالی و جنوبی نیز مشاهده می‌شود. البته در منطقهٔ شمالی کاهش پیوستگی و در بخش جنوبی کاهش سهم تشکیل لکه‌های سبز شدت بیشتری دارد. روند متریک IJI در تمامی مناطق بررسی افزایشی بوده که نشان از همبستگی و آمیختگی بیشتر با دیگر عناصر است.

لکه‌های ساخت‌وسازی: دو متریک CA و PLAND نشان از افزایش سهم تشکیل لکه‌های ساخت‌وسازی و جایگزینی این عناصر به‌جای عناصری با عملکرد بوم‌شناختی بیشتر هستند. کاهش متریک‌های PN و PD و افزایش AREA-MN، نشان از افزایش پیوستگی دارد. متریک‌های PROX-MN نخست روند کاهشی و سپس روندی افزایشی را نشان می‌دهند؛ اما به‌طورکلی کاهش پیداکرده است. به علت پراکنده بودن لکه‌های جدید روند کاهشی و به علت دوباره متراکم شدن آن‌ها روند افزایشی را نشان می‌دهند. البته تمرکز شهری بالای تهران در سال‌های گذشته در قسمت مرکزی-شرقی-جنوبی و گسترش این تمرکز به مناطق شمالی-غربی نیز دلیل دیگری است. در بخش جنوبی و شمالی نیز این روند دیده می‌شود با این تفاوت که متریک PROX-MN در بخش شمالی، روند افزایشی داشته چون در دورهٔ نخست بررسی توسعهٔ لکه‌های ساخت‌وسازی در بخش شمالی اندک بوده است. با تمامی تفاسیر سهم تشکیل و پیوستگی لکه‌های ساخت‌وسازی افزایش‌یافته است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت به علت افزایش بسیار شدید سهم تشکیل و پیوستگی، پراکنش و گسترش آن‌ها هم افزایش‌یافته است. شایان ذکر است که میزان افزایش سهم تشکیل لکه‌های ساخت‌وسازی رشد بیشتری در قسمت شمالی نسبت به بخش جنوبی دارد، همچنین متریک‌های پیوستگی در بخش جنوبی تفاوت معناداری با بخش شمالی دارد و از آن بیشتر است. روند متریک IJI در تمامی مناطق بررسی به‌طورکلی افزایشی بوده که نشان از همبستگی و آمیختگی بیشتر با عناصر دیگر است.

دالان‌های ترددی: دو متریک CA و PLAND افزایش و متریک‌های PROX-MN، COHESION و CONNECT کاهش پیداکرده‌اند که نشان از افزایش سهم تشکیل و کاهش پیوستگی بین این عناصر است. AREA-MN نخست روندی افزایشی و سپس کاهشی را نشان می‌دهد که به علت ساخت بزرگراه‌ها در دورهٔ نخست بررسی و

Archive of SID
www.SID.ir

ساخت و گسترش دالان‌های تردد محلی در دورهٔ دوم بررسی است. همچنین متریک PROX روند کاهشی دارد، جز بخش شمالی که روند افرایشی از خود نشان می‌دهد که به‌علت گسترش محدود این دالان‌ها در سال نخست بررسی است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت سهم تشکیل آن‌ها زیاد شده؛ اما پیوستگی آن‌ها کاهش‌یافته است. روند متریک IJI در تمامی مناطق بررسی افزایشی بوده که نشان از همبستگی و آمیختگی بیشتر با دیگر عناصر است.

لکه‌های آبی: روند سهم تشکیل لکه‌های آبی (که عمدتاً شامل حوض‌های آبی عمومی و دریاچه‌های مصنوعی است) روند منظمی را طی نمی‌کند اما به‌طورکلی با ساخت دریاچهٔ مصنوعی خلیج‌فارس در کنار دریاچهٔ مصنوعی آزادی، روند افزایشی را طی کرده است.

سطوح نفوذپذیر: باگذشت زمان متریک‌های مربوط به ناهمگنی و متریک‌های مربوط به پیوستگی کاهش می‌یابد. این روند در مناطق جنوبی و شمالی نیز برقرار است. کاهش ناهمگنی فضایی سیمای سرزمین و پیوستگی سطوح نفوذپذیر در بخش شمالی با شدت بیشتری رخ‌داده است. ازآنجایی‌که بررسی ارتباط لکه‌ها و دالان‌های سبز با دیگر عناصر غیر ساخت‌وسازی سیمای سرزمین در تحلیل میزان عملکرد بوم‌شناختی این عناصر و سیمای سرزمین مفید است، با کاهش سهم تشکیل و پیوستگی سطوح نفوذپذیر(شامل لکه و دالان‌های سبز، آبی و باز) می‌توانیم نتیجه بگیریم ارتباط لکه و دالان‌های سبز، آبی و باز کاهش پیداکرده و درنتیجه عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین کاهش پیداکرده است و ویژگی‌های پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی نزول پیداکرده است.

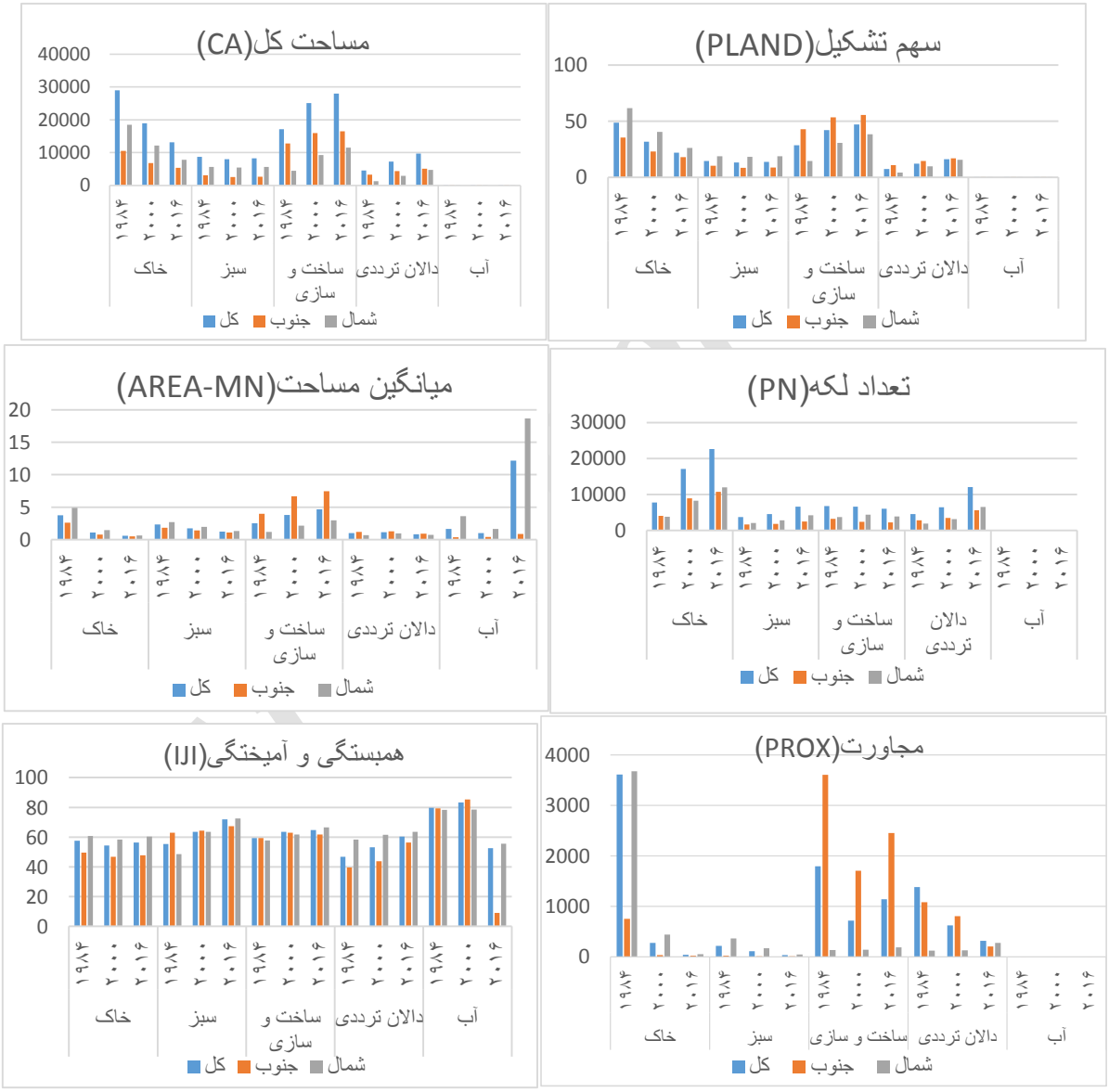
سطوح نفوذناپذیر: باگذشت زمان، متریک‌های مربوط به ناهمگنی و متریک‌های مربوط به پیوستگی افزایش می‌یابد. این روند در مناطق جنوبی و شمالی نیز برقرار است. کاهش ناهمگنی فضایی سیمای سرزمین و افزایش پیوستگی سطوح نفوذپذیر در بخش شمالی با شدت بیشتری رخ‌داده است. این سطوح شامل لکه‌های ساخت‌وسازی و دالان‌های ترددی است که بر عملکرد جامعه‌شناختی بیش از بوم‌شناختی دلالت و تمرکز دارند؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد نسبت لازم برای تأمین بهینهٔ عملکرد بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی رعایت نشده و عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین کاهش پیداکرده است.

سیمای سرزمین: CONTAG در سیمای سرزمین طبقه‌بندی‌شده بر اساس پوشش سرزمین روند کاهشی دارد و در مناطق شمالی و جنوبی نیز همین روند را طی می‌کند. این روند نشان از افزایش آمیختگی بین انواع لکه‌های سیمای سرزمین و افزایش ارتباط مابین آن‌هاست. این متریک در سیمای سرزمین‌های طبقه‌بندی‌شده بر اساس نفوذپذیری روند کاهشی دارد اما در بخش جنوبی روند عکس را طی می‌کند که به علت یکنواختی شدید لکه‌های ساخت‌وسازی است. این روند نشان از افزایش آمیختگی بین انواع لکه‌های سیمای سرزمین و افزایش ارتباط آن‌هاست. IJI در سیمای سرزمین به‌طورکلی دارای روند افزایشی است که نشان از آمیختگی و ارتباط بیشتر تمامی عناصر سیمای سرزمین با یکدیگر است. این روند در مناطق شمالی و جنوبی نیز دیده می‌شود. PR که متریک شناسایی تنوع عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین و ناهمگنی فضایی است در تمامی مناطق تحت مطالعه ثابت بوده است. از روند متریک‌های پیوستگی و ناهمگنی که حاصل از تخریب مناطق سبز و باز است، می‌توان نتیجه گرفت که انزوای مابین لکه‌های آبی، لکه‌های باز و سبز با لکه‌های ساخت‌وسازی روندی کاهشی داشته و ارتباط–انزوای آن‌ها روندی بهینه را طی نمی‌کنند. این حالت در طبقه‌بندی بر اساس نفوذپذیری هم صدق می‌کند. حتی با روند افزایش اختلاط عناصر با یکدیگر، تمامی این روندها نشان از کاهش نفوذپذیری شبکه‌های بوم‌شناختی است، زیرا که افزایش این متریک‌ها زمانی نشان از افزایش نفوذپذیری هستند که مساحت، کیفیت و ارتباط این عوامل با یکدیگر کاهش پیدا نکرده باشد. همان‌طور که گفته شد کیفیت و میزان عملکرد بوم‌شناختی از لکه‌های سبز به

Archive of SID

www.SID.ir

سمت لکه‌های ساخت‌وسازی کاسته شده و بر عملکرد جامعه‌شناختی متمرکز می‌شود. بنابراین از روند کاهشی معیارها و متریک‌های لکه‌های سبز و باز و همچنین روند افزایشی معیارها و متریک‌های لکه‌های ساخت‌وسازی و دالان‌های ترددی می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین، بهینگی عملکرد بوم‌شناختی-جامعه‌شناختی و ویژگی‌های شبکهٔ بوم‌شناختی سیمای سرزمین روند نزولی را طی کرده‌اند. در ادامه، شما روند تغییر متریک‌ها در سیمای سرزمین شهر تهران (بر اساس تقسیم‌بندی پوششی و نفوذپذیری) را به‌صورت نمودار مشاهده می‌کنید.



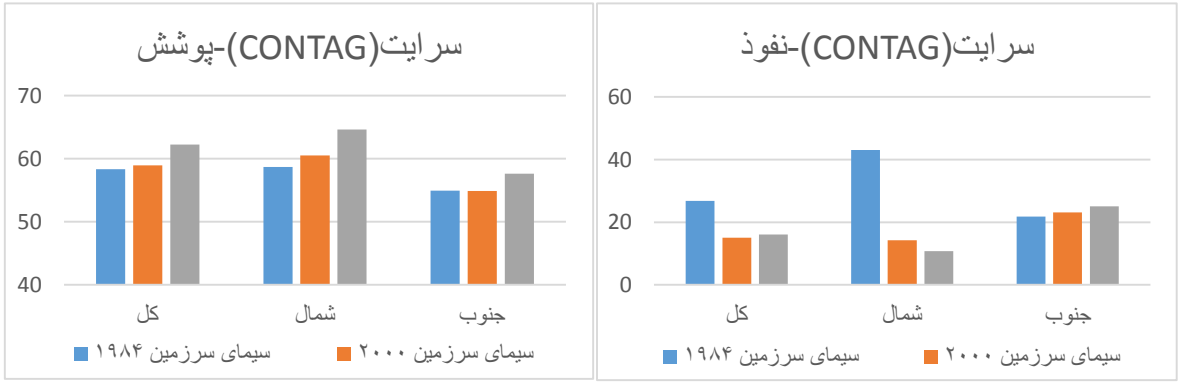
شکل ۱. مجموعه نمودارهای تشریح کنندهٔ روند تغییر عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای‌سرزمین در سطح رده

(تقسیم‌بندی بر اساس پوشش سرزمین)(منبع: نگارندگان)

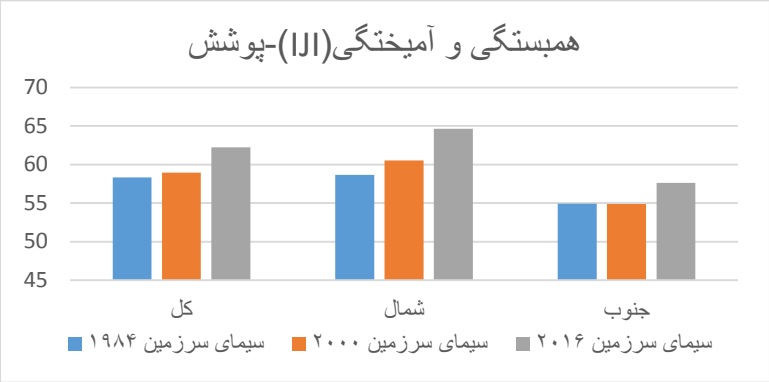
www.SID.ir

شکل ۲. مجموعه نمودارهای تشریح کنندهٔ روند تغییر عناصر تشکیل‌دهندهٔ‌سیمای سرزمین در سطح رده

(تقسیم‌بندی بر اساس نفوذپذیری سطح) (مأخذ: نگارندگان)



www.SID.ir



شکل ۳. مجموعه نمودارهای تشریح کنندهٔ روند تغییر عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای‌سرزمین در سطح سیمای‌سرزمین (مأخذ: نگارندگان)

نتایج حاصل از بررسی متریک‌های سیمای سرزمین شهری از طریق بررسی مطالعات کتابخانه‌ای (برگرفته از: طرح‌های جامع و تفصیلی شهر تهران، مشاهده‌های میدانی و پژوهش‌های مطالعاتی)

معیارهای *طبیعی بودن*، *پوشش سرزمین* و *تنوع گونه‌ای* و *ساختاری* (طبقه‌بندی افقی و عمودی نزدیک به طبیعت) برای تعیین کیفیت عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین در نظر گرفته شده‌اند. شایان ذکر است توپوگرافی منطقه که از معیارهای طبیعی بودن است، در نفوذ جریانات بوم‌شناختی و درنتیجهٔ میزان عملکرد بوم‌شناختی عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین تأثیرگذار است.

بر اساس این معیارها کیفیت عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین شهر تهران، به‌ترتیب از زیاد به کم عبارت‌اند از: مجموعهٔ لکه‌های سبز (به‌ترتیب شامل لکه‌های سبز طبیعی و باغ‌ها)-دالان‌های آبی طبیعی (رود دره‌ها)، باغ‌های پراکنده در سطح سیمای سرزمین، لکه‌های سبز انسان‌ساخت بر روی تپه‌ها (شامل پارک‌های جنگلی و فضای سبز انسان ساخت)، لکه‌های سبز انسان‌ساخت پراکنده در سیمای سرزمین شهر، لکه‌های باز (فاقد پوشش) (لکه‌های واقع در اطراف رود دره‌ها، واقع بر روی تپه‌ها)، لکه‌های آبی انسان‌ساخت، لکه‌های باز (پراکنده در سطح شهر)، دالان‌های ترددی و لکه‌های ساخت‌وسازی. همان‌طور که در فصل دوم گفته شد میزان عملکرد بوم‌شناختی این عناصر علاوه بر ارزش بوم‌شناختی به‌اندازهٔ آن‌ها نیز بستگی دارد.

دالان‌های طبیعی: بر اساس مطالب گفته‌شده، در پروژهٔ بررسی وضعیت رود درهٔ فرحزاد تحت نظر مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (بهتاش، ۸۹) و همچنین مشاهدات میدانی و بررسی عکس‌های ماهواره‌ای Google Earth مطالب زیر دربارهٔ رود دره‌ها استنباط شد:

رود دره‌ها که از دالان‌های بوم‌شناختی طبیعی هستند، سهم تشکیل خود را در ناهمگنی فضایی از دست داده و به عناصری دارای ارزش بوم‌شناختی کم کیفیت {لکه‌های ساخت‌وسازی، دالان‌های ترددی و دالان‌های انسان‌ساخت (کانال‌ها)} تبدیل‌شده‌اند، همچنین، هم از لحاظ بوم‌شناختی (=جریانات آلایندهٔ دالان‌های ترددی، جریانات بوم‌شناختی آن‌ها را قطع می‌کنند) و هم ازلحاظ ساختاری (=قطع شدن رود دره‌ها توسط دالان‌های ترددی و تبدیل‌شدن به کانال‌های زیرگذر دالان ترددی)، پیوستگی خود را از دست داده‌اند. این تغییرات بیان‌شده، نشان‌دهندهٔ بهینه نبودن روابط ارتباطی-انزوایی این عناصر مهم بوم‌شناختی با دیگر عناصر سیمای سرزمین است.

لکه‌های سبز: لکه‌های سبز طبیعی باقی‌مانده در اطراف رود دره‌ها، باغ‌ها (=باغ‌های اطراف رود دره‌ها، باغ سفارت انگلستان، باغ‌های منطقه طرشت و باغ‌های ده ونک)، پارک‌های جنگلی و فضاهای سبز (به ترتیب شامل: فضاهای سبز مستقر بر تپه‌ها و پراکنده در سیمای سرزمین شهری) به علت طبیعی بودن، تنوع گونه‌ای، تنوع ساختاری (درختی، درختچه‌ای و علفی) و توپوگرافی منطقه به‌ترتیب

Archive of SID
www.SID.ir

دارای ارزش بوم‌شناختی از زیاد به کم هستند. همان‌طور که در بخش بررسی نرم‌افزاری گفته شد ناهمگنی، پیوستگی و بهینگی ارتباطی و انزوایی لکه‌های سبز کاهش پیداکرده است، این روند دربارهٔ زیرمجموعه‌های باکیفیت لکه‌های سبز (لکه‌های سبز طبیعی، باغ‌ها) نیز صدق می‌کند که باعث کاهش عملکرد بوم‌شناختی این لکه‌ها می‌شود؛ بنابراین شبکهٔ لکه‌های سبز علاوه بر کاهش ویژگی‌های خود به علت تبدیل به لکه‌های ساخت‌وسازی (گفته‌شده در بخش بررسی نرم‌افزاری)، این روند را به علت تبدیل لکه‌های سبز باکیفیت به فضاهای سبز بی‌کیفیت نیز طی می‌کند. همان‌طور که گفته شد به علت دقیق‌تر شدن و همچنین کیفی‌تر کردن بررسی کمی عناصر بوم‌شناختی سیمای سرزمین، محدودهٔ مطالعاتی پژوهش را به دو بخش تقسیم کردیم، به‌وضوح لکه‌های سبز، هم ازلحاظ وسعت و پراکنش و هم ازلحاظ کیفیت و عملکرد بوم‌شناختی در منطقهٔ شمالی وزن سنگین‌تری دارند. در روند بررسی لکه‌های سبز باید به این نکته توجه کرد که فضاهای سبز شهری به‌طورکلی عملکرد پایین‌تری از لکه‌های سبز طبیعی (بخش عمده‌ای از لکه‌های سبز طبیعی به علت ساخت لکه‌ها و دالان‌های ساخت‌وسازی نابودشده‌اند) دارد، اما ساخت و طراحی شبه طبیعی آن‌ها می‌توانند به نزدیک‌تر شدن عملکرد این دو لکه کمک کند؛ اما متأسفانه به علت ناآگاهی و همچنین توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناختی شاهد کاشت گونه‌های تزئین کاشت، نظم‌دهی بیش‌ازحد انسانی و همچنین استفاده از مواد و مصالح غیرزیستی و نفوذناپذیر برای عملکردهای جامعه‌شناختی هستیم که این فرایند، به کاهش عملکرد آن‌ها از حد معمول منجر شده است.

لکه‌های باز: بر اساس معیارهای بوم‌شناختی (=طبیعی بودن و توپوگرافی) اجزای آن به ترتیب لکه‌های باز در محدودهٔ تپه‌های سیمای سرزمین و لکه‌های باز پراکندهٔ دیگر دارای ارزش بوم‌شناختی از زیاد به کم هستند. بسیاری از این تپه‌ماهورها، در قسمت‌های شمالی خیابان انقلاب، به علت ساخت لکه‌های ساخت‌وسازی نابود شده‌اند (هم‌سطح شدن تپه‌ها و دره‌ها). همچنین لکه‌های باقی‌مانده به علت فشار آثار جامعه‌شناختی و گسترش لکه‌های ساخت‌وسازی و دالان‌های تردد کارایی لازم برای عملکردهای آب‌شناختی و تلطیف هوای خود را از دست داده‌اند. خوشبختانه، به علت افزایش آگاهی از نقش آن‌ها، دیدگاه حفاظتی نسبت به این تپه‌ها افزایش پیداکرده است. این تپه‌ها که شامل لکه‌های باز و لکه‌های سبز (پارک‌های جنگلی، فضاهای سبز) هستند با طراحی و ساخت بوم‌شناختی می‌توانند پوشیده از گیاهان سازگار با ماتریس شهری تهران شوند و عملکرد بسیار مهم و ویژه‌ای داشته باشند. از مهم‌ترین این لکه‌ها، لکه‌های مستقر بر تپه‌های منطقهٔ پردیسان، چیتگر و لویزان است. همان‌طور که در بخش بررسی نرم‌افزاری گفته شد ناهمگنی، پیوستگی و بهینگی ارتباطی و انزوایی لکه‌های باز کاهش پیدا کرده است، همچنین، این روند دربارهٔ زیرمجموعه‌های باکیفیت لکه‌های باز (مناطق فاقد پوشش تپه‌ها) نیز صدق می‌کند که باعث کاهش عملکرد بوم‌شناختی این لکه‌ها می‌شود.

لکه‌های ساخت‌وسازی: با توسعهٔ شهر، منطقهٔ مسکونی و لکه‌های ساخت‌وسازی تمامی شهر را فرا گرفته است. این لکه‌ها علاوه بر توسعهٔ افقی در سراسر سیمای سرزمین، از لحاظ عمودی نیز با الگویی کم‌وبیش متفاوت در سراسر سیمای سرزمین شهر گسترش پیدا کردند. این افزایش در بخش‌های شمالی و غربی شهر که کم‌تر توسعه یافته بودند، بیشتر رخ داده است. شایان ذکر است این مناطق مجاری ورودی باد و جریانات هوایی شهر هستند. نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به خیابان‌ها در فرایندهای هواشناختی نقش ویژه‌ای دارند که به دلیل زیادشدن این نسبت در طول زمان، این فرایندها هم مختل شده است (Alberti, 2008).

دالان‌های ترددی: این دالان‌ها با رشد افزون خود هم‌اکنون تقریباً در تمامی مناطق سیمای سرزمین وجود دارند. این دالان‌ها در اغلب عملکردهای بوم‌شناختی سیمای سرزمین نقش تخریبی و تضعیف‌کننده (قطع کردن

Archive of SID

www.SID.ir

متعدد ساختار رود دره‌ها، همچنین اختلال در دالان‌های هوایی و آبی ناشی از رود دره‌ها، قطع کردن ساختار و جریانات بوم‌شناختی لکه‌های سبز و باز) دارند، به‌جز مواردی که درزمینهٔ فرایندهای اتمسفری و جزایر گرمایی در مناطق پرتراکم لکه‌های ساخت‌وسازی، با به وجود آوردن دالان‌های هوایی نقش مفیدی ایفا می‌کنند. شایان ذکر است نوارهای سبزرنگ حاشیهٔ دالان‌ها تقریباً در تمامی دالان‌های ترددی شهر گسترانیده شده‌اند، اما به علت ضعف‌های بوم‌شناختی {تراکم و پهنای کم، بستر و محدودهٔ غیرزنده (احاطه‌شده توسط عناصر سخت، غیرزنده و غیر قائل نفوذ و مضر برای نهادهای طبیعی)} و همچنین فشار سرسام‌آور فعالیت‌های انسانی (مانند آلاینده‌های ناشی از ترافیک و فعالیت‌های انسانی)، جریانات بوم‌شناختی آن‌ها مختل و اثر بوم‌شناختی آن‌ها کاهش‌یافته است. علاوه بر این، در بعضی از بخش‌ها علاوه بر این دلایل، جاه‌طلبی‌های انسانی آن‌ها را تخریب کرده است. همچنین در کنار برخی دالان‌های شمالی–جنوبی کانال‌های آبی قرار دارد که به علت طراحی غیر بوم‌شناختی (وجود نهادها و مصالح غیرزنده و مضر) و همچنین سرازیر شدن آلاینده‌های متعدد به آن‌ها، عملکرد بوم‌شناختی عمده‌ای ندارند.

۲.۳. تحلیل یافته‌ها

بررسی میزان عملکرد بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی (پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی) سیمای سرزمین شهر تهران

– بررسی کیفیت محتوایی عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین شهر تهران:

–بررسی روابط فی‌مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین شهر تهران:

بررسی‌های صورت گرفته که به‌طور خلاصه در جدول زیر آمده است به ما در تفسیر روند تغییر عملکرد و کارایی شبکه‌های بوم‌شناختی کمک می‌کند.

جدول ۲. خلاصهٔ نتایج بررسی سیمای سرزمین شهر تهران

عناصر سازندهٔ سیمای سرزمین	اطلاعات کسب‌شده از بررسی نرم‌افزاری	اطلاعات کسب‌شده از بررسی کتابخانه‌ای و کیفی
عناصر سبز	– کاهش سهم تشکیل، کاهش ارتباط (پیوستگی) – روند تغییر پیوستگی در شمال و تغییر سهم تشکیل در منطقه جنوبی دارای شدت بیشتری است. – روند افزایشی آمیختگی با عناصر دیگر سیمای سرزمین در تمامی منطقهٔ موردمطالعه	– کاهش سهم تشکیل و پیوستگی لکه‌های سبز باکیفیت (لکه‌های سبز طبیعی و باغ‌ها) – افزایش سهم تشکیل و پیوستگی لکه‌های سبز کم کیفیت‌تر (فضاهای سبز و پارک‌های جنگلی) – نفوذ بیش‌ازحد آثار و عناصر انسانی به عناصر سبز – کاشت گیاهان تزئین کاشت و نامتناسب با اهداف بوم‌شناختی و شرایط بوم‌شناختی سیمای سرزمین – عدم طراحی بوم‌شناختی لکه‌های سبز دست کاشت و نفوذ بیش‌ازحد ساختارهای مصنوعی (مثال: وجود راه‌های غیرقابل نفوذ در پارک‌های جنگلی و فضاهای سبز)
عناصر باز	– کاهش سهم تشکیل، کاهش ارتباط (پیوستگی) – شدت بیشتر نزول متریک‌های بوم‌شناختی در منطقه شمالی - روند افزایشی آمیختگی با عناصر دیگر سیمای سرزمین	تمامی انواع لکه‌های باز: – کاهش سهم تشکیل و پیوستگی – علاوه بر تبدیل لکه‌های باز تپه‌ماهورها به لکه‌ها و دالان‌های ترددی خود تپه‌ماهورها که به علت توپوگرافی در عملکردهای آب‌شناختی و هواشناختی تأثیر دارند، تسطیح و نابودشده‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

ادامه جدول ۲. خلاصهٔ نتایج بررسی سیمای سرزمین شهر تهران

عناصر سازندهٔ سیمای سرزمین	اطلاعات کسب‌شده از بررسی نرم‌افزاری	اطلاعات کسب‌شده از بررسی کتابخانه‌ای و کیفی
عناصر آبی	لکه‌های آبی (دریاچه‌های مصنوعی و حوضچه‌های آبی): – روند افزایشی سهم تشکیل و پیوستگی – روند کاهشی آمیختگی – عدم تأثیرگذاری قابل‌توجه به علت وسعت بسیار کم	دالان‌های آبی (رود دره‌ها): – کاهش طول – عدم پیوستگی در طول دالان‌ها و قطع‌شدگی آن‌ها – تغییر ساختار دالان‌ها و کاهش هویت بوم‌شناختی آن‌ها (تبدیل بستر و حاشیهٔ طبیعی به بتنی) – نفوذ بیش‌ازحد آثار و عناصر انسانی به حریم رود دره‌ها
عناصر ساخت‌وسازی	لکه‌های ساخت‌وسازی: – روند افزایشی سهم، پیوستگی و آمیختگی – افزایش پراکنش و توزیع مکانی دالان‌های ترددی: – افزایش سهم تشکیل و آمیختگی – کاهش پیوستگی	– افزایش نسبت بین ارتفاع ساختمان‌ها و پهنای خیابان‌ها به‌خصوص در بخش غربی که محل ورود بادهای غربی غالب است. – عدم کارایی و نابودی بوم‌شناختی دالان‌های آبی و حاشیه‌های سبزرنگ کنار خیابان‌ها (پهنای کم، ساختار غیر بوم‌شناختی، نفوذ بیش‌ازحد انسانی)
سطوح نفوذپذیر	– روند کاهشی سهم تشکیل، پیوستگی – شدت بیشتر در منطقهٔ شمالی – روند افزایشی آمیختگی	
سطوح نفوذناپذیر	– روند افزایشی سهم تشکیل، پیوستگی – شدت بیشتر در منطقه شمالی – روند افزایشی آمیختگی	
سیمای سرزمین (تمامی عناصر با یکدیگر)	– روند افزایشی آمیختگی در تمام سیمای سرزمین – عدم‌تغییر تنوع عناصر سیمای سرزمین – عدم برقراری تعادل بهینهٔ ارتباط–انزوای عناصر سازندهٔ سیمای سرزمین	– پراکندگی مناسب فضاهای سبز – عدم تعادل بهینهٔ ارتباط–انزوای مابین آثار انسانی و لکه‌های ساخت‌وسازی با عناصر باکیفیت‌تر بوم‌شناختی (لکه‌های سبز طبیعی، باغ‌ها، تپه‌ماهورها)

(مأخذ: نگارندگان)

همان‌طور که مشاهده می‌کنید روند تغییر معیارهای بررسی و برنامه‌ریزی در محدودهٔ موردمطالعه مطلوب نیست. روند نامناسب تغییر معیارهای (کیفیت عناصر تشکیل‌دهنده، ناهمگنی فضایی سیمای سرزمین، پیوستگی لکه‌های هم نوع و بهینگی ارتباطی–انزوایی تمامی عناصر سیمای سرزمین) عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین باعث کاهش عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین، نامتعادل بودن عملکرد بوم‌شناختی–جامعه‌شناختی سیمای سرزمین و کاهش پایداری شبکه‌های بوم‌شناختی می‌شود. این روند در مناطق شمالی به خاطر تجمع عناصر بوم‌شناختی مهم و همچنین جدیدتر بودن توسعه از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی از این عملکردهای بوم‌شناختی شامل عملکردهای آب‌شناختی، هواشناختی و زیست‌شناختی است که تحلیل مختصری از روند تغییر آن‌ها را در ادامه بیان می‌کنیم.

عملکرد آب‌شناختی: به علت گسترش سطوح

Archive of SID

www.SID.ir

نفوذناپذیر، کاهش پیوستگی لکه‌های سبز (مخصوصاً لکه‌های سبز طبیعی که عموماً درختی بودند) و همچنین تغییر بستر و محیط جریانات از طبیعی به ساخت بتنی و انسان‌ساخت، آب در سیمای سرزمین شهری با سرعت بیشتری منتقل می‌شود که باعث افزایش فرسایش خاک در انتهای مسیر جریان است. همچنین مقدار زیادی از آلاینده‌های ارگانیک و غیرارگانیک به این جریان‌ها سرازیر می‌شود که باعث کاهش کیفیت آب و سلامت انسان است. علاوه بر این، خالی شدن سفره‌های آب زیرزمینی سیمای سرزمین از آثار این تغییرات ساختاری است که می‌تواند نتایج فاجعه‌باری مانند نشست خاک و سطح زمین را به همراه بیاورد. این عوامل همگی باعث کاهش عملکرد آب‌شناختی سیمای سرزمین می‌شود، به همین علت سیمای سرزمین شهری پاسخگوی نیازهای آب‌شناختی شهرنشینی نبوده و آدمی برای رفع نیازهای خود بایستی هم هزینه‌های بیشتری بپردازد و هم با افزایش ردپای بوم‌شناختی آثار بیشتری بر سیمای سرزمین منطقه‌ای بگذارد. علاوه بر این عکس‌العمل‌های انسانی باعث آلودگی‌های ثانویه مانند افزایش مصرف سوخت می‌شود.

عملکرد هواشناختی: به علت رشد روزافزون جمعیت، وسایل نقلیه و لکه‌های ساخت‌وسازی، کاهش سطوح نفوذپذیر به‌خصوص لکه‌های سبز، عدم تمرکز و طراحی بوم‌شناختی الگوهای کاربری مختلف، تسطیح پستی‌وبلندی‌های طبیعی شهر، و بالاخره نابودی عناصر مؤثر در تلطیف هوا (مثل رود دره‌ها)، با تولید روزافزون آلاینده‌ها و همچنین گسترش جزایر گرمایی شهر مواجه هستیم. در این میان، ظرفیت بوم‌شناختی سیمای سرزمین برای جذب و کاهش این ناهنجاری‌های هواشناختی کاهش پیداکرده است. تمامی این عوامل باعث گسترش و توزیع آلودگی هوا شده و بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارند. با افزایش نسبت بلندی ساختمان‌ها به پهنای خیابان‌ها در کنار عدم طراحی و ساخت بوم‌شناختی لکه‌های ساخت‌وسازی، با مسدود شدن دالان‌های هوایی مواجه هستیم که باعث عدم جابه‌جایی آلاینده‌ها و تخلیط جزایر گرمایی شهر می‌شود.

عملکرد زیست‌شناختی: با کاهش لکه‌های زیستگاهی و جایگزینی آن‌ها توسط لکه‌های ساخت‌وسازی ظرفیت سیمای سرزمین برای کنترل و تأمین بقای گونه‌های مختلف کاهش پیدا کرده است. این مشکل با کاهش پیوستگی لکه‌های زیستگاهی (لکه‌های غیر ساخت‌وسازی) و همچنین عدم تعادل ارتباطی-انزوایی با عناصر ساخت‌وسازی و آثار انسانی، شدت می‌یابد. در ضمن، از بین رفتن لکه‌های سبز طبیعی و جایگزینی آن‌ها با فضاهای سبز بی‌کیفیت، به دلیل کاهش تنوع ساختاری در این عملکرد تأثیرگذار است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر مبنای ادبیات دانشی مرور شده، بوم‌شناسی سیمای سرزمین می‌تواند در راستای کاهش تخریب‌های توسعهٔ شهری و رسیدن به توسعهٔ پایدار شهری به برنامه‌ریزان و مدیران سرزمین کمک کند. از ابزارهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین شبکه‌های بوم‌شناختی است. برای به تعادل کشاندن تخریب ساختار و عملکرد سیمای سرزمین شهری لازم است علاوه بر برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی به برنامه‌ریزی بوم‌شناختی سرزمین شهری نیز توجه داشته باشیم. بر اساس اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین، برای برنامه‌ریزی بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری نیاز است با بررسی وضع موجود و روند تغییر عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین و عملکردهایش به اهداف کاربردی موردنیاز دست‌یافت و بر اساس آن به برنامه‌ریزی حفاظتی، توسعه‌ای و اصلاحی پرداخت. عملکرد سیمای سرزمین و شبکه‌های بوم‌شناختی به ترکیب محتوایی و روابط فی‌مابین عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین بستگی دارد. بر این اساس، برای بررسی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهر تهران چارچوبی مفهومی متشکل از بررسی ترکیب محتوایی عناصر و روابط فی‌مابین عناصر ایجاد شد و

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی معیارها در طول زمان‌های مختلف (۱۹۸۴)، (۲۰۰۰) و (۲۰۱۶) صورت گرفت. در پژوهش صورت گرفته مشاهده شد، روند تغییر ساختار و عملکرد سیمای سرزمین شهری مطلوب نبوده و پاسخگوی نیازهای بوم‌شناختی توسعهٔ پایدار شهری نیست که برای رفع این موضوع باید برنامه‌ریزی‌هایی در راستای افزایش کیفیت بوم‌شناختی عناصر تشکیل‌دهنده، افزایش ناهمگنی سیمای سرزمین شهری، افزایش پیوستگی عناصر هم نوع و بهینه‌سازی ارتباطی-انزوایی تمامی عناصر سیمای سرزمین صورت بگیرد.

در مطالعات گذشته در محدودهٔ شهری تهران تنها یک مثال در مورد شبکه‌های بوم‌شناختی تمامی سیمای سرزمین شهری مشاهده شد که بر اساس مدل شکلی و کیفی به بررسی اندازه، شکل و ارتباط عناصر سیمای سرزمین پرداخته و راهبردهایی برای بهبود وضعیت شبکه‌های بوم‌شناختی ذکر کرده بود (Aminzadeh & Khansefid, 2010). در این مطالعه از محاسبات کمی و متریکی که برای ذی‌نفعان و برنامه‌ریزان قابل‌درک است استفاده‌نشده بود. در مطالعات دیگر نیز بررسی‌ها تنها محدود به بخشی از سیمای سرزمین شهری بودند که برخی کمی و برخی کیفی بودند. ازجملهٔ این مقالات، ارزیابی عملکرد بوم‌شناختی دالان رود-دره درکه است که به معرفی چارچوبی مفهومی برای بررسی و برنامه‌ریزی رود-دره‌های شهری تهران می‌پردازد. در این چارچوب معیارهای بوم‌شناختی و جامعه‌شناختی برای تعالی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهری ذکر می‌شود (برق جلوه و همکاران، ۱۳۹۲). نمونه‌های دیگری نیز مشاهده شد که تنها به یک عنصر سازندهٔ سیمای سرزمین (ازجمله: لکه‌های سبز یا باز) پرداخته بودند و اثرگذاری تمامی عناصر بر یکدیگر را نادیده گرفته بودند. در مقاله‌های مربوط به شهرهای کشورهای دیگر، انواع و اقسام بررسی سیمای سرزمین شهری و شبکه‌های بوم‌شناختی مشاهده شد که سعی شد با استخراج معیارهای اصلی و مشترک آن‌ها چارچوب مفهومی جامعی برای این پژوهش تشکیل شود.

شایان ذکر است تمامی مطالب گفته‌شده در این پژوهش به ابعاد قابل‌لمس و فیزیکی سیمای سرزمین مربوط بوده و به ابعاد غیرقابل لمس، مفهومی و اجتماعی نپرداخته است. این مفاهیم باوجود تأثیر فراوان بر شرایط بوم‌شناختی سیمای سرزمین، نیاز به مطالعات طولانی‌مدت، فرا دانشی و مشارکتی دارد. بسیاری از معیارهای اجتماعی مانند: مشارکت مردمی، اعتماد عمومی، وجدان عمومی، عدم جاه‌طلبی، خواست هویت طبیعی، عدالت اجتماعی، نظارت عمومی و بسیاری از معیارهای دیگر، نیازمند برنامه‌ریزی و اجرای طولانی‌مدت پیمایش‌های فرهنگی، اخلاقی و اعتقادی است، به‌نحوی‌که مسئولان و مردم در کالبدی مشترک برای بهبود شرایط محیطی خود تلاش کنند.

۵. پیشنهادات

در راستای دستیابی به توسعهٔ پایدار شهری لازم است مطالعات و پژوهش‌های متعدد و کاملی صورت بگیرد که تعدادی از این پژوهش‌ها عبارت‌اند از:

- طراحی مناطق ساخت‌وسازی با ترکیب عناصر بوم‌شناختی-جامعه شناختی به‌طوری‌که حداکثر بهره‌وری بوم‌شناختی را تأمین و در طی پاسخگویی به نیازهای جامعه‌شناختی حداقل جریانات مضر را تولید کند.
- طراحی سامانه‌های آبیاری مناسب و منطبق با شرایط بوم‌شناختی ایران برای فضاهای سبز شهری به‌منظور کاهش مصرف آب و برق.
- طراحی فضاهای سبز و پارک‌های جنگلی براساس ویژگی‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین (کمتر کردن ساختارهای نفوذناپذیر، امنیت کافی، کمتر کردن استفاده از انرژی‌های مختلف)
- بررسی مصالح بومی که می‌توانند در ساخت بوم‌شناختی سیمای سرزمین به کار روند.
- ارزشیابی اقتصادی از تحول بنیادی در طراحی و

Archive of SID
www.SID.ir

ساخت عناصر ساخت‌وسازی برای بهبود شرایط بوم‌شناختی.

– بررسی راهکارهای مختلف همگرایی اجتماعی برای به انجام رساندن طرح‌های اصلاحی و توسعه‌ای بوم‌شناختی با توجه به ویژگی‌های فرهنگی ایران.

– ارزشیابی اقتصادی در موارد اجرای برنامه‌های بوم‌شناختی بر سلامت انسان.

– بررسی تأثیرگذاری انجام برنامه‌های بوم‌شناختی و شبکه‌های بوم‌شناختی بر میزان ناهنجاری‌های اجتماعی.

– بررسی تأثیرگذاری پیمایش‌های فرهنگی بر پذیرش اخلاق‌گرایی و عدالت اجتماعی به‌منظور استفادهٔ بهینه و برابر از محیط‌زیست شهری.

و در آخر، به نظر نگارندگان، شهر تهران باوجود ضعف‌های شدید بوم‌شناختی–جامعه شناختی دارای ظرفیت‌های بالقوه‌ای است که با بهره‌وری مناسب از این ظرفیت‌های بوم‌شناختی و جامعه‌شناختی، می‌تواند هم پاسخگویی مناسبی به نیازهای بوم‌شناختی داشته باشد و هم تأمین و شکوفایی درخشان نیازهای جامعه‌شناختی را فراهم کند.

منابع

اطلس کلان‌شهر تهران، http://atlas.tehran.ir

طرح‌های تفصیلی مناطق ۲۲ گانهٔ شهر تهران.

برق جلوه، ش. و مبرقعی دینان، ن. ۱۳۹۲. توسعهٔ شاخص‌های پایداری شبکهٔ سبزراه‌ها بر اساس «اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین». علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۴ (۵۶): ۱۶۷–۱۸۴.

برق جلوه، ش.، مدقالچی، ن. و مبرقعی دینان، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی عملکرد بوم‌شناختی دالان رود دره شهری (تهران: دالان رود درهٔ درکه). پژوهش‌های محیط‌زیست، ۴(۸): ۹۱–۱۰۴.

فرزاد بهتاش، م.، آقا بابایی، م. و محمدامینی، م. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت رود درهٔ فرحزاد (قبل و بعد از ساماندهی). دانش شهر، سال دوم، شماره ۱۵.

Alberti, M. 2008. Advances in urban ecology integrating humans and ecological processes in urban ecosystems. springer, washington.

Alberti, M. and Marzluff, J.M. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: linking urban patterns to human and ecological functions. Urban ecosystems, 7: 241-265.

Aminzadeh, B. and Khansefid, M. 2010. A case study of urban ecological networks and a sustainable city: Tehran's metropolitan area. Urban ecosystems, 13:23-36.

Baschak, L.A. and Brown, R.D .1995. An ecological framework for the planning, design and management of urban river greenways. Landscape and Urban Planning, 33: 211-225.

Burel, F. and Baudry, J. 2003. Landscape ecology: concepts, methods, and applications: Science Publishers.

Cook, E.A. and Van Lier, H.N. 1994. Landscape planning and ecological networks. Paper presented at the Elsevier; Developments in Landscape Management & Urban Planning, 6F

Cook, E.A. 2002. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks .Landscape and Urban Planning, 58: 269-280.

Archive of SID
www.SID.ir

Forman, R.T. 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge

Forman, R.T. and Godron, M. 1986. Landscape ecology. Jhon Wiley & Sons, New York.

Gobster, P.H., Nassauer, J.I., Daniel, T.C. and Fry, G. 2007. The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology? Landscape ecology, 22: 959-972.

Ingegnoli, V. 2002. Landscape Ecology and Conservation Biology Landscape Ecology: A Widening Foundation, Springer, washington.

Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K. 2012. Measuring landscapes: A planner's handbook, Island press, washington.

McGarigal, K. and Marks, B.J. 1995. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Naveh, Z. 2000. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. Landscape and Urban Planning, 50: 7-26.

Ndubisi, F. 1997. Landscape ecological planning. Ecological design and planning. John Wiley and Sons, Newyork.

Opdam, P., Steingröver, E. and Van Rooij, S. 2006. Ecological networks: a spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. Landscape and Urban Planning, 75: 322-332.

Pickett, S.T. and Cadenasso, M.L. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. Science, 269: 331-334.

Risser, P.G. 1984. Landscape ecology: directions and approaches: Illinois Natural History Survey.

Troll, C. 1968. Landschaftsökologie Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie, Springer, Berlin.

Troll, C. 1971. Landscape ecology (geoecology) and biogeocenology—A terminological study. Geoforum, 2: 43–46.

Turner, M. G., Gardner, R. H. and O'neill, R. V. 2001. Landscape ecology in theory and practice, Springer, Newyork.

Zonneveld, I. 1972. Land evaluation and land (scape) science. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands.

Zonneveld, I. 1989. The land unit—a fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Landscape ecology, 3:67-86.

Zonneveld, I. 1994. Landscape ecology and ecological networks. Landscape planning and ecological networks, Elsevier Science, The Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir