

## مقاله پژوهشی: ساخت مدل مفهومی امنیت اکولوژیکی شهرها برای تدوین رهیافت

### برنامه‌ریزی کاربری زمین با استفاده از مدل شبکه علیت

[20.1001.1.33292538.1400.11.40.13.9](https://doi.org/10.1001.1.33292538.1400.11.40.13.9)

یاسر معرب<sup>۱</sup>، اسماعیل صالحی<sup>۲</sup>، محمدجواد امیری<sup>۳</sup>، حسن هویدی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۸

#### چکیده

در عصر حاضر، انسان‌ها با چالش‌های بی‌سابقه و متعددی در عرصه‌های محیط زیستی مواجه هستند. صاحب‌نظران و متخصصان محیط زیست اعتقاد بر این دارند که فشار اقتصادی بر منابع طبیعی بیش‌ازپیش رو به افزایش است. افزایش جمعیت به همراه الگوی مصرف ناپایدار منابع، فشار بسیار زیادی را بر زمین، آب، انرژی و سایر منابع ضروری زمین وارد می‌کند. اهمیت این موضوع زمانی دوچندان می‌شود که مسئله معضل شهرنشینی و تغییرات ساختاری پوشش/ کاربری زمین مطرح می‌شود؛ بنابراین، اثر تغییر پوشش/ کاربری زمین بر ساختار و عملکرد اکوسیستم شهری طی دوره‌های مختلف با رویکرد امنیت اکولوژیکی بسیار مهم می‌باشد.

در سال‌های اخیر مطالعات بسیاری در زمینه امنیت اکولوژیکی در سطح جهان انجام شده است. همچنین ابزارهای مختلفی در این زمینه طراحی و استفاده شده‌اند؛ اما بنا بر پیچیدگی زیاد مسئله، این تحقیقات و ابزارها همچنان در یک مسیر رو به جلو در حال توسعه و پیشرفت می‌باشند. در واقع باید گفت که نیاز به یک چارچوب جامع که بتواند به‌طور یکپارچه فاکتورهای تأثیرگذار و مهم در یک سیستم پیچیده شامل محیط، جوامع انسانی و ارتباطات آن‌ها را ببیند و در راستای پایداری به کار بگیرد، همچنان احساس می‌شود. در این راستا هدف اصلی این پژوهش توسعه یک زنجیره فرایندی برای بررسی ساختار و عملکرد

۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، پژوهشگر و مدرس

دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ایران (نویسنده مسئول) [yassermoarab@ut.ac.ir](mailto:yassermoarab@ut.ac.ir)

۲. دانشیار برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران

[Tehranssaleh@ut.ac.ir](mailto:Tehranssaleh@ut.ac.ir)

۳. استادیار برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران [Mjamiri@ut.ac.ir](mailto:Mjamiri@ut.ac.ir)

۴. استادیار برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران [hoveidi@ut.ac.ir](mailto:hoveidi@ut.ac.ir)

اکوسیستم در شهرها است. تا امنیت اکولوژیکی شهرها با استفاده از مدل‌های ریاضی و جغرافیایی، نظارت، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی شود.

در این مقاله سعی بر آن شده است که با ارائه تعاریف امنیت اکولوژیکی و تعیین ابعاد و مؤلفه‌های امنیت اکولوژیکی با توجه به چارچوب‌ها و مدل‌های مطالعه‌شده، ابعاد و مؤلفه‌های پیشنهادی برای امنیت اکولوژیکی مشخص شود. در انتها نیز مدل امنیت اکولوژیکی شهری پیشنهادی بر اساس مدل شبکه علیت ارائه شده است.

**کلیدواژه‌ها:** امنیت اکولوژیکی، اکوسیستم شهری، برنامه‌ریزی کاربری زمین، مدل شبکه علیت

## مقدمه

شهرنشینی مداوم در دهه‌های گذشته، باعث تمرکز بسیار زیاد جمعیت انسانی در این مناطق شده است. در واقع، از یک‌سو، گسترش بی‌نظم ساختارهای شهری و از سوی دیگر کاهش قابل ملاحظه زمین‌های با قابلیت خدمات اکولوژیکی، باعث شده تا پایداری توسعه شهری محدود گردد (Peng et al., 2017a ; Feist et al., 2017). در نتیجه، چگونگی تضمین ثبات ساختاری و امنیت عملکردی اکوسیستم‌های طبیعی برای توسعه پایدار شهری، مسئله‌ای جهانی شده است (Lie et al., 2015; Cumming and Allen, 2017; Serra-Llobet and Hermida, 2017). در ایران نیز به علت افزایش جمعیت و توسعه سریع و بی‌نظم شهری، تغییر در کاربری و پوشش اراضی با سرعت در حال وقوع است و پایداری شهرها روزه‌روز در حال کاهش است (پورخباز و همکاران، ۱۳۹۴؛ یاقوتی و همکاران، ۱۳۹۷، Mirzaei et al., 2015: 2565)؛ بنابراین درک اثرات رشد شهری بر اکوسیستم و تعیین رابطه پویایی شهری و امنیت اکولوژیکی برای برنامه‌ریزی مؤثر شهری و حفاظت از محیط زیست حیاتی است تا از توسعه پایدار حمایت و پشتیبانی کند.

رویکرد امنیت اکولوژیکی برای ارزیابی اساسی ساختار و عملکرد اکوسیستم که از طریق گسترش شهری و توسعه اقتصادی در معرض تهدید قرار دارد، مطرح است (Solovjova, 1999; Kullenberg, 2002; Ma et al., 2004; Gong et al., 2009; Eckersley, 2005). نویسندگان مقاله محیط و امنیت جهانی در تعریف مفهوم امنیت اکولوژیکی، بیان

می‌دارند که این واژه برای اولین بار توسط دولت ایالات متحده آمریکا پیشنهاد شده و نمی‌توان برای آن تعریف جامعی ارائه کرد (Ezeonu & Ezeonu, 2000). تاکنون، تعاریف و تأکید بر امنیت اکولوژیکی توسط دانشمندان متعدد دارای مفاهیم متفاوتی بوده است. در میان این تعاریف، امنیت اکولوژیکی به‌طور معمول به‌مثابه نوعی از وضعیت و حالت تعریف می‌شود که ساختار و عملکرد اکوسیستم به اندازه کافی برای حفاظت از زیستگاه گونه‌ها و انسان‌ها، حفاظت از مهاجرت حیوانات وحشی و مهیا کردن خدمات اکوسیستمی کافی، برای حمایت از فعالیت‌های زندگی انسانی، اقتصادی و اجتماعی؛ یکپارچه، سالم و پایدار باشد (Guo, 2001; Li and Xu, 2010; Zhou and Shen, 2003).

بنابراین الگوی امنیت اکولوژیکی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند جدید برای حفاظت از امنیت اکولوژیکی اکوسیستم‌های منطقه‌ای پیشنهاد شده است (Su et al., 2013; Berkes and Folke, 1998; Haeuber and Ringold, 1998; Devuyst et al., 2001; Ehrlich, 2002; Tzoulas et al., 2007). چندین مطالعه بررسی شده تعاریف مشابهی از الگوی امنیت اکولوژیکی به ما می‌دهد (Costanza, 1997; Schaeffer et al., 1998; Xiao et al., 2002; Yang and Lu, 2002). بنابراین الگوی امنیت اکولوژیکی به‌مثابه الگوی فضایی که شامل اجزای اساسی اکولوژیکی (لکه‌ها و کریدورهای اکوسیستم)، با اهمیت حیاتی در کنترل فرایندهای پایه اکولوژیکی، حفاظت از ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها و کنترل مشکلات محیط زیستی و اکولوژیکی منطقه‌ای تعریف شده است (Yu, 1996; Ma et al., 2004).

امنیت اکولوژیکی زمین از اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی نگرانی‌های زیادی را برای دولت‌ها و جوامع دانشگاهی ایجاد کرده است، بنابراین با گذشت زمان، روزبه‌روز توجه بیشتری به آن شده است (Peng et al., 2019; Li et al., 2019; Wang et al., 2019; Liu et al., 2018). برای مثال Liu و همکاران (۲۰۱۸) نیز به بررسی الگوهای لندسکیپ و ارزیابی امنیت اکولوژیکی و پیش‌بینی با رویکرد سنجش از دور می‌پردازند. در این پژوهش با استفاده از CA- Markov، مدل الگوی فشار، حالت و پاسخ<sup>۱</sup> و سنجش از دور به پردازش وضعیت

ژنگژو در چین در سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۶، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ میلادی پرداختند و با استفاده از این تصاویر به پیش‌بینی وضعیت این شهر در سال ۲۰۲۶ میلادی رسیدند. همچنین Peng و همکاران (۲۰۱۸) به ارتباط خدمات اکوسیستمی و تئوری جریان برای شناسایی الگوهای امنیت اکولوژی می‌پردازند. در این پژوهش منابع اکولوژیکی از طریق خدمات اکوسیستم در استان یوننان چین شناسایی شد و با استفاده از تئوری مدار به مدل‌سازی فرایندهای اکوسیستم در منظرهای ناهمگن پرداخته شد در نتیجه کریدورهای اکولوژیکی و گره‌های کلیدی اکولوژیکی شناسایی شد. Li و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی امنیت اکولوژیک و فاکتورهای تأثیرگذار بر اساس آنالیز پایداری و مدل BP-DEMATLE در منطقه شهرک مروارید رودخانه دلتا پرداختند. در این پژوهش برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی، شاخص‌های محیط زیست طبیعی و عناصر سیمای سرزمین مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه اثر و شدت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نشان داد شاخص‌های محیط زیست طبیعی شاخص تأثیرگذاری بر امنیت اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه است. از سوی دیگر، عناصر سیمای سرزمین مهم‌ترین عنصر امنیت اکولوژیک هستند و همچنین عناصر اجتماعی-اقتصادی نقش کلیدی در ارتقاء بهبود اکولوژی شهرک مروارید رودخانه دلتا داشته است.

در این خصوص در این پژوهش سعی بر آن است تا با تعیین و شناخت ابعاد و معیارهای امنیت اکولوژیکی و ترسیم مدل مفهومی آن بر اساس مدل شبکه علیت بتوان، در راستای ارتقای امنیت اکولوژیکی شهر و تقویت بهبود زندگی در این فضاها گام‌های مؤثری برداشت.

## روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع روش قیاسی با نگرش سیستمی است که ضمن مرور مبانی نظری و مفهوم امنیت اکولوژیکی، به بررسی رابطه امنیت اکولوژیکی و ساختارها و کارکردهای شهری و نقش برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌پردازد. در این پژوهش، در ابتدا، با

توجه به کمبود اطلاعات راجع به این موضوع در کشور، بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و جست‌وجوهای اینترنتی، دامنه وسیعی از اطلاعات راجع به امنیت اکولوژیکی، جمع‌آوری گردید. سپس، مدل‌ها و چارچوب‌های مختلف ارائه‌شده در مورد امنیت اکولوژیکی شهری جوامع مختلف گردآوری و مورد بررسی قرار گرفت. ابعاد و مؤلفه‌هایی که در هر کدام از آن مدل‌ها و چارچوب‌ها به‌طور جداگانه برای تعیین امنیت اکولوژیکی ارائه شده بود، استخراج شد. درنهایت، با توجه به مطالعات صورت‌گرفته، ابعاد و مؤلفه‌های امنیت اکولوژیکی شهری به‌صورت جامع استخراج و در قالب مدل شبکه علیت به‌عنوان مدل پیشنهادی مطرح شد. برایان مک ماهون و همکارانش این مدل را در سال ۱۹۶۰ میلادی ارائه کردند و مفهومش آن است که معلول‌ها همیشه نتیجه علتی مشخص نیستند، بلکه مجموعه‌ای از علل یا عوامل که همچون شبکه‌ای به هم اتصال دارند باعث ایجاد معلول می‌شوند. شبکه علیت را می‌توان به‌صورت نمودار علیتی یا مدل شبکه عنکبوتی نمایش داد. نمودار علیتی نمایش روابط علتی بین متغیرها است که به هر متغیر یک محل ثابت تخصیص می‌یابد و در آن هر رابطه علت و معلول متغیری با متغیر دیگر با استفاده از یک پیکان که نوک پیکان به سمت معلول و انتهای آن به طرف علت است، رسم می‌شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰).

## مبانی نظری

امنیت از ریشه لاتین «Secures» و در لغت به معنای نداشتن دلهره و دغدغه است (اجیرلو و همکاران، ۱۳۹۵)؛ بنابراین معنای لغوی امنیت «رهایی از خطر، تهدید، آسیب، اضطراب، هراس، ترس، نگرانی یا وجود آرامش، اطمینان، آسایش، اعتماد، تأمین و ضامن است» (الماسی‌فر و انصاری، ۱۳۸۹: ۲۳).

امنیت مفهومی پیچیده، چندوجهی و دارای ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و محیط زیستی و... است. تأمین امنیت به‌ویژه در بستری به نام شهر، زمینه‌ساز رشد و تعالی مادی و معنوی انسان‌ها و ضامن شکوفایی استعدادهای آن‌ها خواهد بود (محسنی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷).

نگرانی‌ها در رابطه با امنیت اکولوژیکی حداقل در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد؛ چراکه اکوسیستم‌ها و محیط‌ها به‌طور فزاینده‌ای در معرض تهدیدهای مختلفی قرار گرفته بودند (Bächler et al., 1995; Matthew et al., 2002). بلایای طبیعی و فعالیت‌های انسانی مانند زلزله، نشت رادیواکتیو، آلودگی، مه و طوفان گردوغبار باعث ایجاد مشکلات محیط‌زیستی در سراسر جهان شده است (Cucek et al., 2015; Vorosmarty et al., 2010; Brunner et al., 2010; Bell and Levy, 2008; Ackerman, 2008). انسان را تهدید می‌کند. بهره‌برداری بدون کنترل از منابع طبیعی منجر به آلودگی شدید محیط زیست و وخیم شدن امنیت اکولوژیکی در آفریقا، خاورمیانه، هند و جاهای دیگر شده است (Sahu, 2011; Kaberuka and Leape, 2012; Basumatary et al., 2015; Tsiouri et al., 2015). امنیت اکولوژیکی زمین به سلامتی محیط زیست و پایداری منابع زمین و اکوسیستم اشاره دارد که می‌تواند خدمات اکولوژیکی پایدار و نیازهای اکولوژیکی را برای نسل‌های آینده مهیا کند (Khrantsov, 2006; Feng et al., 2017).

نویسندگان مقاله محیط و امنیت جهانی در تعریف مفهوم امنیت اکولوژیکی، بیان می‌دارند که این واژه برای اولین بار توسط دولت ایالات متحده آمریکا پیشنهاد شد و نمی‌توان برای آن تعریف جامعی ارائه کرد (Ezeonu & Ezeonu, 2000). به‌طور کلی در تبیین رابطه بین اکوسیستم شهری و امنیت اکولوژیکی، می‌توان آن را به‌عنوان وضعیتی پایدار و یکپارچه در نظر گرفت که در آن حمایت کافی از توسعه اجتماعی - اقتصادی و توسعه پایدار شهری صورت می‌گیرد (Zhaoxue & Liyu, 2010:1394)؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید در صورت تهدید امنیت اکولوژیکی، جوامع شهری نمی‌توانند از منظر اجتماعی، اقتصادی به توسعه پایدار مورد انتظار دست یابند و این نشان‌دهنده یکپارچگی و پیوستگی همه عوامل دخیل در شهر است. آنچه مسلم است، امنیت اکولوژیکی بخش مهمی از امنیت منطقه‌ای و ثبات جامعه را تشکیل می‌دهد که در حال حاضر تبدیل به یک موضوع داغ در محافل علمی جهان شده است؛ بنابراین محققان داخلی و خارجی برای این مفهوم جدید، تفسیرهای متفاوتی ارائه می‌کنند. به‌طور کلی، امنیت اکولوژیکی را می‌توان به طرق زیر تعریف کرد:

مفهوم امنیت اکولوژیک در تعریفی کلان و گسترده که توسط مؤسسه بین‌المللی تحلیل سیستم‌های کاربردی<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۸ میلادی، ارائه شده است به معنای عدم تهدید زندگی بشر، بهداشت، آسایش، حقوق اولیه، دسترسی به منابع ضامن حیات و منابع ضروری، توالی اجتماعی و درنهایت توانایی انطباق با تغییرات محیطی است (Yuan et al., 2002). از دیدگاه بارنت امنیت اکولوژیک به معنای تاب‌آوری و ظرفیت اکوسیستم برای حفظ حیات، حفظ ساختار و عملکرد سازمانی خود در برابر آشفتگی و تغییر است (Barnett, 2001). بر این اساس با قبول شهر به‌عنوان یک اکوسیستم پویا، امنیت اکولوژیک شهر نیز به معنای توانایی اکوسیستم شهری در حفاظت از خود در مقابل تهدیدات مختلف در طول زمان است.

### کاربری زمین

کاربری زمین عبارت است از «مداخله انسان برای ایجاد تغییر در سطح زمین» به‌منظور به کار گرفتن پوشش زمین به خدمت نیازها و خواست‌های خود. فائو در پژوهشی مشترک با UNEP کاربری زمین و پوشش زمین را این‌گونه تعریف می‌کنند: «کاربری زمین را می‌توان بر اساس فعالیت‌ها و اقداماتی که انسان برای تولید، تغییر یا حفظ بخش‌هایی از پوشش زمین انجام می‌دهد، تعریف کرد. از این منظر کاربری زمین پیوند مستقیمی میان پوشش زمین و اقداماتی که انسان در محیط زیست خود انجام می‌دهد، برقرار می‌کند. منظور از پوشش زمین لایه بیوفیزیکی سطح کره زمین است» (Future of Our Land, 1999:7). Vink کاربری زمین را این‌گونه تعریف می‌کند «تبلور دخالت انسان در اکوسیستم برای ارضای نیازهای آن». Mather نیز مانند وینک به کنش انسانی اشاره می‌کند و می‌نویسد: «کاربری زمین از طریق انتخابی که بهره‌وران فردی زمین با توجه به محدودیت‌های گسترده زیست‌محیطی و دولتی انجام می‌دهند شکل می‌گیرد» (Vink, 1975: 1).

نظریه پردازان، عوامل مختلفی را به عنوان محرک تغییرات کاربری زمین معرفی می نمایند که شباهت های زیادی در بین آنها مشاهده می شود. گراف و دیوولف، گرایش های کلان را شامل تغییرات جمعیتی، ویژگی های اقتصادی و اجتماعی، ارزش های حکومت محلی و سایر بهره وران، قدرت حکومت محلی و دسترسی به منابع معرفی می کنند (Graaf & Dewulf, 2010). بریاسولیس، محرک های تغییر کاربری زمین را شامل دو طبقه محرک های بیوفیزیکی و اجتماعی - اقتصادی می داند. محرک های بیوفیزیکی به طور مستقیم باعث تغییر کاربری زمین نمی شوند، بلکه اغلب آنها باعث تغییر پوشش زمین می شوند که ممکن است بر روی تصمیمات کاربری زمین مالکان و مدیران تأثیر بگذارند (بریاسولیس، ۱۳۸۸: ۴۵). چاپین و کایزر (Chapin & Kaiser, 1995)، به سه عامل به عنوان مهم ترین محرک های تغییر کاربری زمین اشاره می کنند و معتقدند که در مدیریت تغییر، برنامه ریزان محلی باید با سه نیروی قدرتمند ارزش های زمین مواجه شوند که عبارت اند از: الف) ارزش های اجتماعی به مفهومی امتیازی که مردم به ساماندهی کاربری زمین به عنوان مکانی برای زندگی شان می دهند. ب) ارزش های بازار به مفهوم امتیازی که مردم به زمین به عنوان یک کالا می دهند. ج) ارزش های اکولوژیکی به مفهوم امتیازی که مردم به سیستم های طبیعی روی زمین می دهند. همچنین اضافه می کنند که مؤثر بودن مدیریت تغییر کاربری زمین، مستلزم تجمیع (هماهنگی) دیدگاه های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی زمین در یک سیستم متعادل است (Ibid, 42-43). بنابراین می توان جمع بندی نمود که فشارها و روندهای محیط کلان بیرونی در برنامه ریزی کاربری زمین را می توان شامل محیط های سیاسی - قانونی، محیط اقتصادی، محیط اجتماعی - فرهنگی، محیط فناورانه و محیط اکولوژیکی - محیط زیستی دانست (وحیدی برجی، ۱۳۹۴).

### تأثیر محیط اکولوژیکی بر برنامه ریزی کاربری زمین

با مروری بر متن مربوط به رشد کلان شهرها به نظر می رسد هسته اصلی برنامه ریزی فضایی، زمین است: «اینکه چگونه از آن استفاده شود، چه کسانی برای آن برنامه ریزی کنند



و با چه سازوکارها و روش‌هایی مهار تغییرات کاربری و نیروهای مؤثر را به دست گیریم» (Lapping, 2005: 201). به این ترتیب امروزه تغییرات کاربری زمین شهری از اساسی‌ترین مباحث مطرح دنیا است. در مناطق شهری افزایش جمعیت باعث تغییر کاربری اراضی کشاورزی و فضاهای سبز به مسکونی، تجاری و صنعتی شده است. این تغییرات دارای پیامدهای ناخوشایندی بر روی محیط زیست شهری همچون کاهش پوشش گیاهی و افزایش دمای محیط است؛ بنابراین ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی به منظور مدیریتی مناسب در مناطق شهری ضروری به نظر می‌رسد (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱).

از سوی دیگر، برطبق نظر بریاسولیس عامل اکولوژیکی علاوه بر آنکه خود یک روند کلان محسوب می‌شود و می‌تواند برنامه‌ریزی کاربری زمین را تحت تأثیر قرار دهد، تغییر عوامل اکولوژیکی، سایر عوامل مانند عامل اقتصادی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (بریاسولیس، ۱۳۸۸)؛ بنابراین به نظر می‌رسد شهر از این جهت با سایر سازمان‌ها متفاوت است؛ زیرا تغییرات عوامل اکولوژیکی اغلب تأثیر محسوسی بر روی سازمان‌های خصوصی و غیرانتفاعی ندارد. این در حالی است که این عامل یکی از مهم‌ترین ارزش‌ها در شهرسازی با هدف درک شرایط و ویژگی‌های محیطی و تلاش برای انطباق برنامه‌ریزی با مشخصه‌های کلان این روند محسوب می‌شود. برعکس فعالیت‌های کاربری زمین نیز به علت مداخلاتی که در محیط طبیعی ایجاد می‌کنند، سبب بروز پیامدهای منفی اعم از آلودگی هوا، از بین رفتن زیستگاه‌های باارزش محیط زیستی و سایر معضلات محیطی گشته است که ضرورت کنترل این مداخلات بیش‌ازپیش آشکار شده است (وحیدی برجی، ۱۳۹۴). تلاش نظریه‌پردازان، جملگی معطوف به ارائه راه‌حل‌ها و سیاست‌های مناسب برای استفاده بهینه از کاربری زمین در راستای جلوگیری از کاهش فضاهای طبیعی شهری است. می‌توان پاسخ‌هایی را که به مسئله داد در قالب دسته‌های محتوایی قرار داد. پاسخ‌های محتوایی نظریه‌هایی اثباتی‌اند که با تأسی از حوزه‌هایی نظیر اقتصاد، جامعه‌شناسی، علوم رایانه و ... درصدد ارائه نظریه‌ای متقن برای حل مسائل‌اند (داداش‌پور و جهانزاد، ۱۳۹۴). برخی از اهم این

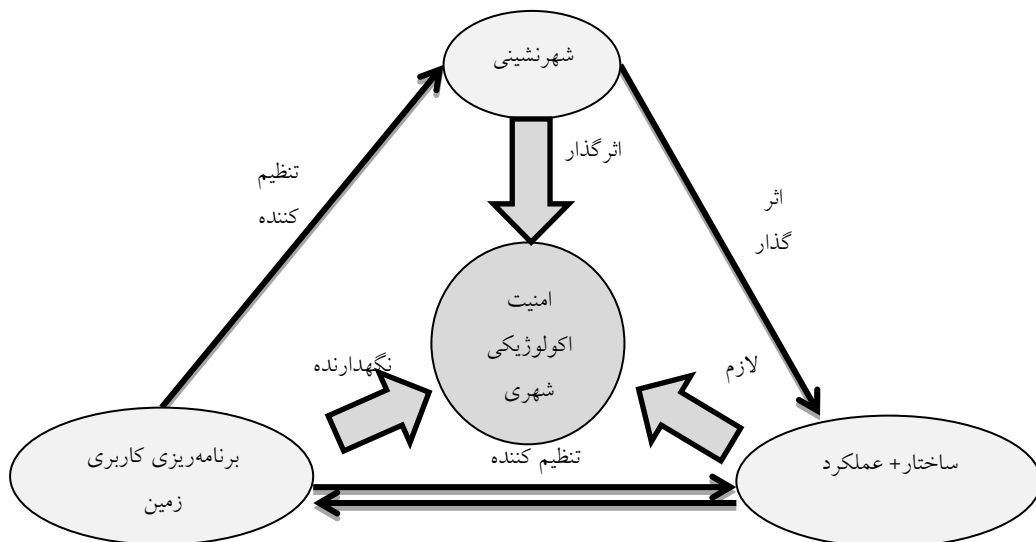
نظریه‌ها عبارت‌اند از: رشد هوشمند، توسعه حمل‌ونقل محور<sup>۱</sup>، شهرسازی اکولوژیک، شهر سبز، شهرسازی چشم‌انداز، زیست منطقه‌گرایی، مناطق و شهرهای برگشت‌پذیر و جز آن (Wheeler, 2004; Vale and Campanela, 2005; Grant, 2007; Mc Ginnis, 1999). به‌طور خلاصه می‌توان گفت که وجه مشترک نظریه‌های محتوایی نوین در رابطه با کاربری زمین، تأکید بر حفظ اراضی کشاورزی و سبز، جلوگیری از آلودگی‌های محیط زیستی، توسعه درون‌افزا و رویکرد اکولوژیک به استفاده از اراضی است (داداش‌پور و جهانزاد، ۱۳۹۴). بر این اساس، برنامه‌ریزی کاربری زمین بر اساس رویکرد اکولوژیک «مستلزم تحلیلی دقیق از منابع موجود و درکی درست از ویژگی‌ها و امکانات توسعه‌ای منطقه است» (Senes and Toccolini, 1998: 107). وظایف و اهداف اصلی برنامه‌ریزی کاربری زمین در مقیاس منطقه‌ای، در پارادایم پایداری عبارت‌اند از: ۱- تعیین چارچوب مفهومی برای مدیریت، استفاده و حفاظت از اراضی منطقه؛ ۲- بهینه‌سازی ساختار شهری و سیستم زیرساختی منطقه؛ ۳- تعیین سنج‌ها و محدودیت‌هایی برای استفاده عقلایی از منابع طبیعی، توازن اکولوژیک چشم‌اندازها، تعیین چارچوب‌های طبیعی و حفاظت از میراث طبیعی و فرهنگی؛ ۴- ارائه ابزارهایی برای ارتقای پیکربندی فضایی سکونتگاه‌های شهری منطقه و کیفیت محیط زیستی؛ ۵- تعیین اصول اصلی سیاست‌های منطقه‌ای و نحوه پیاده‌سازی آن سیاست‌ها (Kavaliauskas, 2008: 52). بر این اساس، فعالیت‌ها و کاربری‌هایی می‌بایست تنها در جایی مستقر شوند و توسعه یابند که منابع طبیعی اساسی منطقه پاسخ‌گوی آن توسعه باشند؛ یعنی «در مکان‌هایی که محیط زیست، توان و ظرفیت جذب اثرهای توسعه را داشته باشد» (Senes & Toccolini, 1998: 107).

درنهایت با توجه به مطالب گفته‌شده باید گفت اهمیت محافظت از فضاهای سبز شهری و سایر کاربری‌های دارای ارزش اکولوژیک مانند باغات، اراضی کشاورزی و زیستگاه‌های باارزش دوچندان شده است؛ بنابراین از لحاظ تئوریک بر اهمیت محیط اکولوژیکی و تأثیر آن بر برنامه‌ریزی کاربری زمین بسیار تأکید شده است؛ اما در عمل،

مسائل محیط زیستی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه مقهور موضوعات اقتصادی و سیاسی می‌گردد.

### ساختار و عملکرد اکوسیستم شهری

تغییرات ساختاری پوشش / کاربری زمین در طول زمان توسط انسان و به دلیل نیاز به تولید غذا، ایجاد سرپناه و توسعه اقتصادی / صنعتی، یکی از محرک‌های اصلی تغییر در شرایط طبیعی یک سرزمین و کارکردهای اکوسیستمی آن محسوب می‌شود. پوشش زمین شامل کلیه عوارض طبیعی و کاربری‌ها شامل کلیه عوارضی است که توسط انسان ایجاد شده باشد. به‌عنوان مثال، تبدیل پوشش طبیعی سرزمین‌های جنگلی از درخت‌زار به سکونتگاه‌های انسانی، مزارع کشاورزی، جاده، باغ و سایر کاربری‌های انسان‌ساخت، دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم زیادی بر شرایط طبیعی و کارکردهای اکولوژیکی بالادست و پایین دست جنگل (مانند تغییر در کمیت و کیفیت آب، تغییر در جریان رودخانه‌ها، وضعیت اقلیمی، کیفیت زیستگاهی و...) است (Paudyal et al., 2017; Tolessa et al., 2017). از این رو، با افزایش تقاضا برای تبدیل زمین و بروز تغییرات ساختاری در سرزمین که همراه با نقصان در کیفیت اکوسیستم‌های طبیعی است، تمرکز تحقیقاتی فزاینده‌ای بر روی این موضوع مهم به وجود آمده است (Belair et al., 2010; Power, 2010). این تغییرات ساختاری و عملکردی، خدمات زیست‌محیطی ارائه‌شده توسط زیرساخت‌های اکولوژیکی را تضعیف و امنیت محیط زیست شهرها و توسعه پایدار را تهدید می‌کند؛ بنابراین برای حفظ امنیت اکولوژیک شهر، مدیران و متخصصین امر، همواره به دنبال روشی مناسب جهت برنامه‌ریزی شهری با هدف تنظیم ساختار شهر و حمایت از ثبات عملکرد اکوسیستم بوده‌اند (Zhaoxue & Linyu, 2010:1394)؛ بنابراین پرداختن به برنامه‌ریزی تغییرات پوشش / کاربری زمین شهرها یک ضرورت مبرم است تا اثر تغییر کاربری اراضی بر ساختار و عملکردهای اکولوژیکی طی دوره‌های مختلف مشهود گردد.



شکل شماره ۱: رابطه بین ساختار و عملکرد، برنامه‌ریزی زمین، شهرنشینی و امنیت اکولوژیک (منبع: نگارندگان)

### ارتباط بین سیستم خدمات اکوسیستمی و امنیت اکولوژیکی

اکوسیستم‌ها فراهم‌کننده خدمات اکوسیستمی متفاوتی هستند که باعث رفاه جوامع شهری می‌شود. اکثر شهرها خدمات اکوسیستم را از مناطقی چندین برابر اندازه واقعی شهر مصرف می‌کنند. چنین نحوه مصرفی اغلب ناکارآمد و ناپایدار است. گومز و بارتون معتقدند که «حفاظت و مرمت خدمات اکوسیستم در مناطق شهری می‌تواند ردپای اکولوژیکی و بدهی‌های اکولوژیکی شهرها را کاهش دهد، هم‌زمان تاب‌آوری، سلامت و کیفیت زندگی ساکنان را توسعه بخشد» (Gomez- Baggethun and Barton, 2013)؛ بنابراین با توجه به مسئله مطرح‌شده پرداختن به موضوع امنیت اکولوژیکی در شهرها بسیار مهم و ضروری است.

به‌طور کلی امنیت، ارتباط بسیار نزدیک بین زنده ماندن انسان و توسعه پایدار در شرایط ایمن است. در شرایط ایمن باید محیط زیست، از هرگونه تهدید، خطر و اختلال به دور باشد (Xiao et al., 2002; Gao et al., 2006).

امنیت اکولوژیکی مؤثر یک حالت بدون تهدید به ظرفیت انسانی برای سازگاری با تغییرات محیط زیستی در آینده و سرمایه‌های طبیعی مورد نیاز است تا پاسخگویی به نیازهای زندگی روزمره انسان، تولید، مراقبت‌های بهداشتی و تفریحی رضایت‌بخش باشد (Chen et al., 2018).

ماهیت ذاتی امنیت اکولوژیکی شامل دو جنبه است که باید مدنظر قرار گرفته شود:

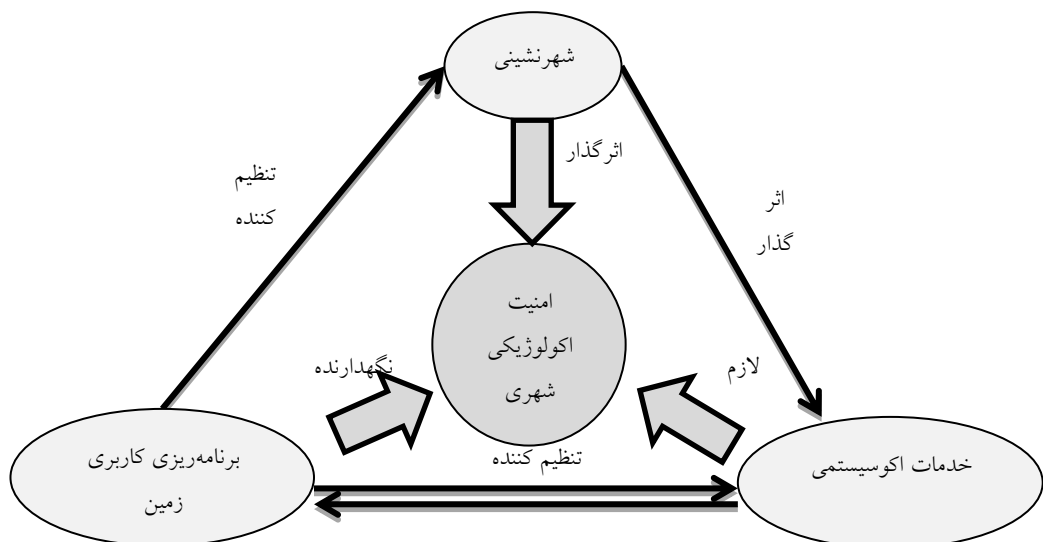
۱. تعادل اکولوژیکی و رابطه هماهنگ بین عناصر مختلف محیطی در محل و
۲. تجارت و تعادل بین نیازهای انسانی به خدمات اکوسیستمی و ارائه خدمات اکوسیستمی از سرمایه‌های طبیعی (Ibid).

برای جنبه اول، ملاحظات متعددی وجود دارد. اول، تعادل اکولوژیکی و مناسب بودن فعالیت‌های انسانی برای محیط زیست باید در نظر گرفته شود. در غیر این صورت، دخالت انسانی ممکن است منجر به اثرات زیان‌آوری به امنیت اکولوژیکی منطقه شود. دوم، باید ارتباطی هماهنگ بین فرایندهای اکولوژیکی در یک مقیاس فضایی وسیع به‌عنوان مثال، بازسازی اکوسیستم در یک منطقه، برقرار باشد و همچنین فرایندهای اکولوژیکی در مقیاس فضایی نباید اختلال ایجاد کنند. سوم، سازگاری و پایداری الگوی امنیت اکولوژیکی به تغییرات محیطی باید مورد توجه قرار گیرد (Ibid).

برای جنبه دوم، تنها زمانی که نیازهای انسانی در خدمات اکوسیستمی کاملاً رضایت‌بخش باشد یا ارزش خدمات اکوسیستمی ارائه‌شده از طبیعت بسیار بیشتر از تقاضای انسان باشد، ارتباط بین انسان و طبیعت در تعادل خواهد بود و انتظار می‌رود الگوی امنیت اکولوژیکی این تعادل را برقرار کند (Ibid).

ارزیابی امنیت اکولوژیکی شامل سه هدف است: (۱) شناسایی پایداری در رابطه بین اکوسیستم‌ها و اعضای آن، (۲) مشخص کردن قابلیت پایداری و سلامتی اکوسیستم‌ها و (۳) نشان دادن چگونگی رفع مشکلات اکوسیستم توسط خود اعضای آن اکوسیستم (Yu et al., 2014). برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی نشانگرها نقش مهمی بازی می‌کنند. همچنین باید گفت اکوسیستم‌های متفاوت در بُعدهای مختلف زمان و مکان مستلزم داشتن سیستم‌های

شاخص منحصر به فرد خود هستند (Zhao et al., 2006)؛ بنابراین خدمات اکوسیستمی یک شاخص منحصر به فرد در ارزیابی امنیت اکولوژیکی است و ارزیابی خدمات اکوسیستمی به عنوان یک موضوع گسترده مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته و به عنوان پایه‌ای در تصمیم‌گیری برای تعادل اجتماعی- اقتصادی و حفاظت از اکوسیستم به کار گرفته شده است (Chen et al., 2018). اکوسیستم‌ها و نیازهای انسانی در خدمات اکوسیستمی هر دو متغیر هستند که در نتیجه اقدامات مورد استفاده برای ارائه الگوی امنیت اکولوژیکی باید با توجه به وضعیت جدید هر محدوده تنظیم شود (Ibid). نیازهای انسانی و اکوسیستم‌ها در خدمات اکوسیستمی باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و کمبود خدمات اکوسیستمی باید مشخص شود. در نهایت این انتظار از الگوی امنیت اکولوژیکی می‌رود که بین خدمات ارائه شده از اکوسیستم‌ها و نیازهای انسانی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی تعادل برقرار کند. در شکل ۲ رابطه میان شهرنشینی، برنامه‌ریزی کاربری زمین و خدمات اکوسیستمی در امنیت اکولوژیکی آورده شده است.



شکل شماره ۲: رابطه میان شهرنشینی، برنامه‌ریزی کاربری زمین و خدمات اکوسیستمی و امنیت

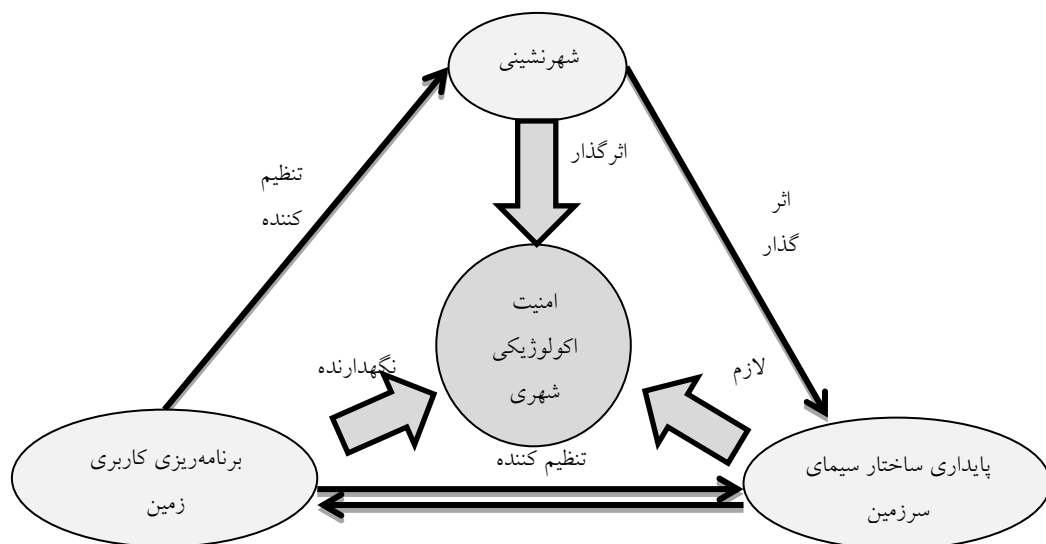
اکولوژیکی (منبع: نگارندگان)

## ارتباط بین سیستم لندسکیپ اکولوژیکی و امنیت اکولوژیکی

اگرچه شهرنشینی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محرک برای توسعه اقتصادی محسوب می‌شود، اما مسائل محیط زیستی غیرقابل ملاحظه‌ای را نیز به دنبال دارد (He et al., 2014; Li et al., 2011; Peng et al., 2017; Kong et al., 2017). توسعه پایدار به یکپارچگی و تعادل پایداری توسعه در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی توجه دارد؛ بنابراین امروزه تضمین امنیت اکولوژیکی و پایداری یکی از مهم‌ترین چالش‌ها برای توسعه پایدار منطقه‌ای است که منجر به افزایش علاقه به شناسایی الگوهای امنیت اکولوژیکی (به‌عنوان یک رویکرد مؤثر حفاظت طبیعی) شده است. الگوهای امنیت اکولوژیکی بر اساس تعاملات بین الگوهای سیمای سرزمین و عملکردهای اکولوژیکی هستند همچنین فرایندها برای تأمین خدمات اکوسیستمی و در نتیجه حفظ پایداری اکولوژیکی بسیار مهم هستند (Su et al., 2011; Teng et al., 2016). به‌طور کلی الگوهای امنیت اکولوژیکی می‌تواند یکپارچگی فعلی و وضعیت سلامتی اکوسیستم‌های طبیعی و همچنین ظرفیت درازمدت در حفاظت از تنوع زیستی و بازسازی اکولوژیکی سیمای سرزمین را ارزیابی کند (Yu, 1996).

همچنین باید گفت مطالعه فرایندها و الگوی سیمای سرزمین اطلاعات مهمی را برای حفاظت و مدیریت اکولوژیکی مهیا می‌کند که می‌تواند ترکیب و توزیع فاکتورهای سیمای سرزمین را نشان دهد؛ بنابراین، بررسی امنیت اکولوژیکی نه تنها باید فرایندها و الگوهای سیمای سرزمین را مورد توجه قرار دهد، بلکه باید تأثیر فاکتورهای سیمای سرزمین را که می‌تواند انعکاس ساختار و عملکرد سیمای سرزمین بر روی امنیت اکولوژیکی است مورد توجه قرار دهد (Ma et al., 2019).

در نهایت می‌توان گفت امنیت اکولوژیکی شهری می‌تواند به‌عنوان حالت و وضعیتی باشد که ساختار سیمای سرزمین یکپارچه و عملکرد آن پایدار باشد تا خدمات اکوسیستمی کافی را مهیا کرده و از توسعه سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی و حفظ توسعه پایدار شهرها حمایت کند (Li and Xu, 2010). در شکل ۳ رابطه میان شهرنشینی، برنامه‌ریزی کاربری زمین و پایداری ساختار و عملکرد سیمای سرزمین در امنیت اکولوژیکی آورده شده است.



شکل شماره ۳: رابطه میان شهرنشینی، برنامه‌ریزی کاربری زمین و پایداری ساختار سیمای سرزمین در امنیت اکولوژیکی (Li and Xu, 2010)

### ارتباط بین سیستم پوشش زمین و امنیت اکولوژیکی

شاخص‌های پوشش زمین نقش مهمی در حفظ و نگهداری عملکرد اکوسیستم دارند. ساختار و چیدمان پوشش‌های زمین تأثیر عمیقی بر محیط زیست منطقه دارد. از شاخص‌های پوشش زمین می‌توان به پوشش گیاهی و آب اشاره کرد.

### پوشش گیاهی

پوشش گیاهی از زیست‌بوم‌های اصلی زمین است و نقش غیرقابل جایگزینی در تنظیم و حفاظت از هوا، آب و خاک، کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای و افزایش و حفظ ثبات آب و هوا دارد. در نتیجه، هرگونه تغییر در پوشش گیاهی، تأثیر بزرگی بر محیط زیست طبیعی خواهد داشت (Weishou et al., 2011: 2438).

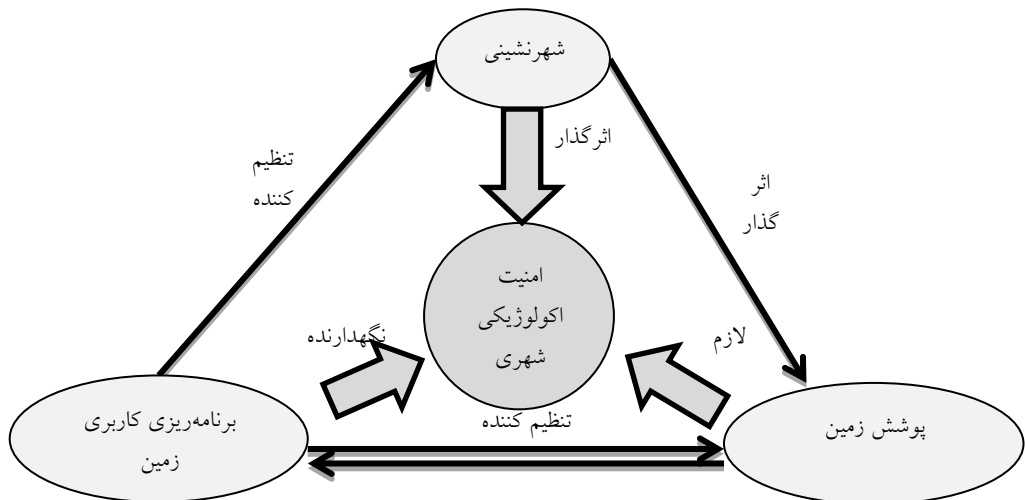
پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Pettorelli et al., 2005: 504)؛ بنابراین توسعه مفاهیم و ابزارهایی برای



توصیف و تعیین کمیت پوشش گیاهی برای مطالعه تغییرات الگوهای پوشش گیاهی در سیمای سرزمین ضروری است (Zhang et al., 2013).

## آب

آب یکی از مهم‌ترین بخش‌های اکوسیستم است (Effendi, 2016). آب سطح زمین یکی از منابع راهبردی غیرقابل جایگزین برای حیات شهری و توسعه آن است و همچنین مایه حیات بوده و یکی از نیازهای اساسی برای بشریت و محصولات کشاورزی و اکوسیستم زیست‌محیطی است (Lu et al., 2011). اغلب پدیده‌های طبیعی سطح زمین از جمله سطوح آبی با مرور زمان، خیلی سریع تغییر پیدا می‌کنند و این تغییرات در طول زندگی انسان بسیار چشمگیر است. در دهه‌های گذشته، استخراج تغییرات سطح آب در فاصله‌های زمانی مختلف به‌عنوان یک پژوهش زیربنایی مورد توجه واقع شده است، زیرا چنین مناطقی ماهیتی دینامیکی داشته و مدیریت چنین محیط‌های اکولوژیکی حساسی نیاز به کسب اطلاعات دقیق در فواصل زمانی مختلف دارد (Jupp, 1988; Dasarathy, 1991). بدیهی است شناسایی به‌موقع و دقیق تغییرات ایجادشده در پدیده‌ها باعث اخذ تصمیمات صحیح در مدیریت آن‌ها خواهد شد.



شکل شماره ۴: رابطه میان شهرنشینی، برنامه‌ریزی کاربری زمین و پوشش زمین در امنیت اکولوژیکی

(منبع: نگارندگان)

## مدل پیشنهادی امنیت اکولوژیک شهری

برای ارتقای امنیت اکولوژیک شهرها، نیاز به تعیین ابعاد و مؤلفه‌های مطرح در امنیت اکولوژیکی و تبیین مدلی جامع است که بر اساس آن برنامه‌ریزان و مدیران با برنامه‌ریزی مناسب، اقدام به تعیین استراتژی‌ها و راهبردها در جهت ارتقای امنیت اکولوژیک شهرها کنند. در این تحقیق از مدل شبکه‌علیت به‌منظور پیشنهاد مدلی جامع برای امنیت اکولوژیک شهری استفاده شده است. برای امنیت اکولوژیکی شهری، با توجه به مطالعات انجام گرفته‌شده در این زمینه، دو بُعد در نظر گرفته شده و برای هر بُعد هم معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌های مختلفی تعریف شده است. ابعاد در نظر گرفته‌شده در این مدل پیشنهادی شامل ابعاد ساختاری و عملکردی است.

برای هر بُعد هم در این مدل، معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌های متنوعی عنوان شده است که در جدول‌های شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به ابعاد، معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌های استخراج شده در مفهوم امنیت اکولوژیکی و همچنین ارتباط تنگاتنگ آن‌ها با یکدیگر، در قالب مدل شبکه‌علیت طرح‌ریزی شد تا بتوان هرچه بهتر این ارتباط را نشان داد (نمودار شماره ۱). همان‌گونه که در نمودار ۱ نیز به نظر می‌رسد، تمام مؤلفه‌ها با یکدیگر در ارتباط بوده و در کنار هم در امنیت اکولوژیکی شهری نقش بازی می‌کنند.

از آنجایی که در مفهوم امنیت اکولوژیکی، ابعاد مختلفی تأثیرگذار هستند و تاکنون در مدل‌ها و چارچوب‌های مورد بررسی فقط یک یا چند جنبه خاص از امنیت اکولوژیکی در نظر گرفته شده است، در این مدل سعی شده که ابعاد، معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌ها به‌طور جامع و گسترده در نظر گرفته شود. این ابعاد، جنبه‌های ساختاری و عملکردی یک اکوسیستم را در نظر می‌گیرد؛ بنابراین برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی یک اکوسیستم شهری، ابعاد ساختاری و عملکردی باید به‌طور هم‌زمان مورد بررسی قرار گیرد تا بتوانیم به هدفمان که ارتقای امنیت اکولوژیکی شهری است دست یابیم.

به‌طور کلی برای ارتقای امنیت اکولوژیکی به‌منظور دستیابی به پایداری اکولوژیکی شهرها باید ساختارها و فرایندهای اکولوژیکی و تأثیر ساختار بر عملکرد و برعکس مدنظر

قرار گیرد تا شهری کارآمد از جنبه امنیت اکولوژیکی داشته باشیم. در واقع تمام اجزای حیاتی مربوط به حفاظت، رشد اجتماعی، رفاه انسانی و توانایی سازگاری در رابطه با امنیت اکولوژیکی در مدل امنیت اکولوژیکی باید مورد توجه قرار گیرد. مدل شبکه علیت نیز مبین همین موضوع است. این مدل به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای حفاظت از امنیت اکولوژیکی شهری در این پژوهش پیشنهاد شده است. مدل شبکه علیت نشان می‌دهد که تمامی ابعاد، معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌ها به‌گونه‌ای با یکدیگر در تقابل بوده و برای ارتقای امنیت اکولوژیکی شهرها باید تمام مطرح‌شده در مدل پیشنهادی را در نظر گرفت.

جدول شماره ۱: بُعد عملکردی امنیت اکولوژیکی

منبع	سنجه	منبع	زیر معیار	منبع	معیار	منبع	بُعد
Das and Das, 2019	عرضه مواد غذایی	Qin et al., 2019 Pasgaard et al., 2017 Hao et al., 2017	تامین کننده <sup>۱</sup>	Hu et al., 2019 Li et al., 2019 Wu et al., 2019 Shi et al., 2018 Hao et al., 2017 Xu et al., 2016 Zhou et al., 2014 Li et al., 2010	خدمات اکوسیستمی <sup>۱</sup>	Li et al., 2010 Shi et al., 2018 Zhou et al., 2014	Indicators of ecosystem function شاخص‌های عملکردی
Das and Das, 2019	مواد خام						
Zhang & Ramírez, 2019	تولید آب						
Narducci et al., 2019	تأمین آب شیرین						
Cortinovis and Geneletti, 2019	تنظیم درجه حرارت شهری	Pasgaard et al., 2017 Hao et al., 2017 Xu et al., 2016	تنظیمی <sup>۲</sup>				
Cortinovis and Geneletti, 2019	کاهش آلودگی صوتی						
Cortinovis and Geneletti, 2019	تصفیه هوا						
Zhang & Ramírez, 2019	تصفیه آب						
Cortinovis and Geneletti, 2019	تعدیل شدت‌های آب و هوایی						
Cortinovis and Geneletti, 2019	کاهش رواناب‌ها						
Das and Das, 2019	اداره کردن و مدیریت ضایعات						

1. Ecosystem Service.
2. Provisioning.
3. Regulating.

منبع	سنجه	منبع	زیر معیار	منبع	معیار	منبع	بعد
Wilkerson et al., 2018	تنظیم گرده‌افشانی و کنترل آفات و پراکندگی دانه‌ها						
Valck et al., 2019	ترسیب کربن						
Zhang & Ramírez, 2019	تنظیم شرایط آب و هوایی						
Capotorti et al., 2019	زیستگاه تنوع زیستی	Pasgaard et al., 2017 Hao et al., 2017 Xu et al., 2016	۱- ۲- ۳- ۴-				
Valck et al., 2019	تفریحی و اکوتوریسم						
Lam and Conway, 2018	ارزش‌های زیباشناختی						
Anne et al., 2018	توریسم						
Toit et al., 2018	ارزش مکان‌ها و انسجام اجتماعی	Pasgaard et al., 2017 Hao et al., 2017 Xu et al., 2016	۱- ۲- ۳- ۴-				
La Rosa et al., 2016	میراث فرهنگی						
Lam and Conway, 2018	ارزش‌های آموزشی						
Ko and Son, 2018	ارزش‌های ارتباطات اجتماعی						
Ko and Son, 2018	ارزش سلامتی						
Zhang & Ramírez, 2019	ارزش‌های معنوی / مذهبی						

1. Supporting.
2. Cultural.

جدول شماره ۲: بُعد ساختاری امنیت اکولوژیکی

منبع	سنجه	منبع	زیر معیار	منبع	معیار	منبع	بُعد
Kim, 2019	درصد پوشش سیمای سرزمین <sup>۳</sup>	Liu et al., 2016	سطح کلاس <sup>۲</sup>	Hu et al., 2019 Wu et al., 2019 Peng et al., 2018 Liu et al., 2018 Xu et al., 2016 Zhang et al., 2016 Zhou et al., 2014	عناصر تشکیل دهنده سیمای سرزمین <sup>۱</sup>	Li et al., 2010 Zhou et al., 2014	شاخص‌های ساختاری امنیت اکولوژیکی
Ma et al., 2019	پیوستگی <sup>۵</sup>	Liu et al., 2016 Liu et al., 2018	سیمای سرزمین <sup>۴</sup>				
Li et al., 2019	شاخص تنوع شانون <sup>۶</sup>						
Yu et al., 2019	شاخص یکنواختی شانون <sup>۷</sup>						
Morelli et al., 2018	شاخص تنوع سیمپسون <sup>۸</sup>						
Inkoom et al., 2018	شاخص یکنواختی سیمپسون <sup>۹</sup>						
Yu et al., 2019	تعداد لکه <sup>۱۳</sup>	Liu et al., 2016 Liu et al., 2018	سطح لکه <sup>۱۰</sup>				
Li et al., 2019	شاخص سوراخ شدگی <sup>۱۴</sup>		سطح کلاس <sup>۱۱</sup>				
Ma et al., 2019	تراکم حاشیه <sup>۱۵</sup>		سیمای سرزمین <sup>۱۲</sup>				
Pan et al., 2019	شاخص تجمع <sup>۱۶</sup>						
Wu et al., 2019	تراکم لکه <sup>۱۷</sup>						

1. Landscape.
2. Class level.
3. PLAND.
4. Landscape level.
5. CONTAG.
6. SHDI.
7. SHEI.
8. SIDI.
9. SIEI.
10. Patch level.
11. Class level.
12. Landscape level.
13. NP.
14. SPLIT.
15. ED.
16. AI.
17. PD.

منبع	سنجه	منبع	زیر معیار	منبع	معیار	منبع	بعد
Inkoom et al., 2018	شاخص تکه تکه شدگی <sup>۱</sup>						
Liu et al., 2018	شاخص پراکنش و آمیختگی <sup>۲</sup>						
Zhijia Zheng et al., 2018	شکل <sup>۳</sup> سیمای سرزمین						
Miller and Brewer, 2018	بزرگ ترین لکه <sup>۴</sup>						
Morelli et al., 2018	مجموع حاشیه <sup>۵</sup>						
Chen et al., 2014,	مساحت کل / مساحت طبقه <sup>۶</sup>						
Pan et al., 2019	نسبت چولیدگی لبه <sup>۷</sup>						
Miller and Brewer, 2018	شاخص پیوستگی لکه <sup>۸</sup>						
Zhong et al., 2019	شاخص تفاضل نرمال- شده پوشش گیاهی <sup>۱۰</sup>						
Rokni et al., 2019	شاخص پوشش گیاهی ارتقایافته <sup>۱۱</sup>	Li et al., 2019	پوشش گیاهی	Li et al., 2019	پوشش زمین <sup>۹</sup>		
Fernández et al., 2019	شاخص گیاهی تعدیل شده خاک <sup>۱۲</sup>	Liu et al., 2019		Liu et al., 2019			
Hao Shi et al., 2017	شاخص سطح برگ <sup>۱۳</sup>	Ma et al., 2019					
Zaimas et al., 2019	شاخص وضعیت پوشش گیاهی <sup>۱۴</sup>						

1. DIVISION.

2. IJI.

3. LSI.

4. LPI.

5. TE.

6. CA/TA.

7. PAFRAC.

8. Cohesion.

9. Land cover.

10. NDVI.

11. EVI.

12. SAVI.

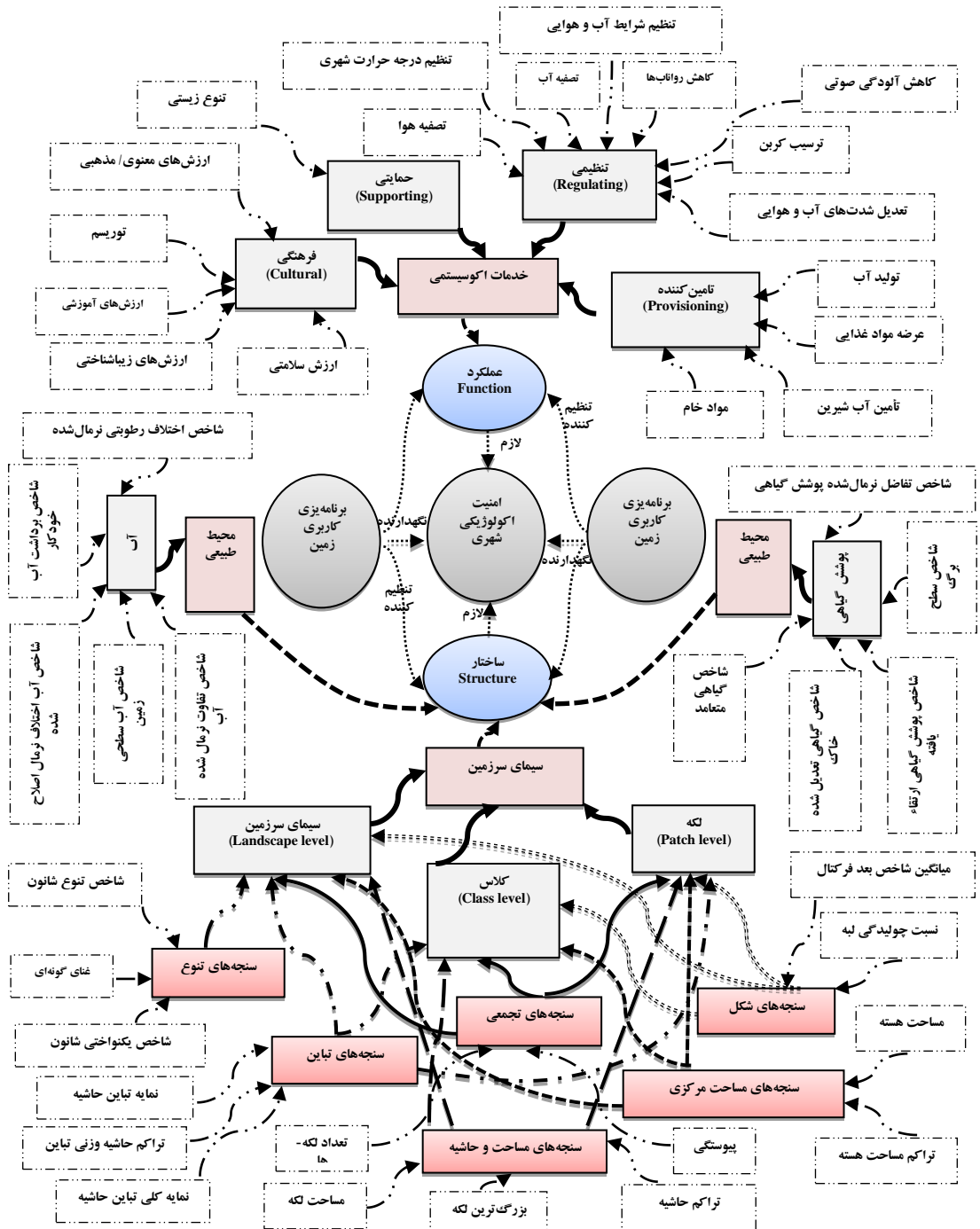
13. LAI.

14. VCI.

منبع	سنجه	منبع	زیر معیار	منبع	معیار	منبع	بعد
Zaimes et al., 2019	شاخص گیاهی متعامد <sup>۱</sup>						
Ji et al., 2014	شاخص نسبت گیاهی <sup>۲</sup>						
Ji et al., 2014	شاخص گیاهی تفاضل <sup>۳</sup>						
Ji et al., 2014	شاخص گیاهی تفاوت وزنی <sup>۴</sup>						
Zaimes et al., 2019;	شاخص گیاهی مقاومت جوی سبز <sup>۵</sup>						
Ji et al., 2014	شاخص پوشش گیاهی مقاوم به اتمسفر <sup>۶</sup>						
Alves Barbosa et al., 2019	شاخص تفاوت نرمال شده آب <sup>۷</sup>						
Zaimes et al., 2019	شاخص آب سطحی زمین <sup>۸</sup>	Li et al., 2019	آب				
Zhong et al., 2019	شاخص آب اختلاف نرمال اصلاح شده <sup>۹</sup>	Liu et al., 2019					
Yang et al., 2018	شاخص برداشت آب خودکار <sup>۱۰</sup>	Ma et al., 2019					
Liu et al., 2019	شاخص اختلاف رطوبتی نرمال شده <sup>۱۱</sup>						

منبع: نگارندگان

1. PVI.
2. RVI.
3. DVI.
4. WDWI.
5. GARI.
6. ARVI.
7. NDWI.
8. LSWI.
9. MNDWI.
10. AWEI.
11. NDMI.



نمودار شماره ۱: مدل مفهومی با استفاده از شبکه علیت (منبع: نگارندگان)



## نتیجه‌گیری

در هر حال، توسعه شهری و تغییرات الگوهای کاربری زمین، باعث ایجاد تأثیرات گسترده اجتماعی و محیط زیستی گردیده است. این تأثیرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان تولید بالا، تأثیر بر زهکش‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب است (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰). به واسطه این اثرهای بزرگ، آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین به مبحث مهمی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست و آمایش سرزمین تبدیل شده است (Yu et al., 2011).

به طور کلی، الگوهای امنیت اکولوژیکی با هدف دستیابی به پایداری اکولوژیکی منطقه‌ای از طریق ادغام الگوهای سیمای سرزمین با فرایندهای اکولوژیکی و مقایسه اهمیت لکه‌های مختلف سیمای سرزمین به‌خصوص بر فرایندهای اکولوژیکی و خدمات اکوسیستمی است. همان‌گونه که در بالا اشاره شد، مدل‌ها، چارچوب‌ها و روش‌های متنوعی برای ارزیابی امنیت اکولوژیک شهری عنوان شده است و هرکدام از آن‌ها جنبه خاصی از امنیت اکولوژیک را در نظر گرفته‌اند؛ بنابراین می‌توان برای ارتقای امنیت اکولوژیک شهری مؤلفه‌های گسترده‌ای را در قالب ساختار و عملکرد اکوسیستم در نظر گرفت و به‌طور جامع به امنیت اکولوژیک شهری نگاه کرد.

برای انجام این کار کافی است که ساختار و عملکرد اکوسیستم را مورد بررسی قرار داد. برای در نظر گرفتن این موضوع، مدل شبکه علیت دید جامع و کاملی نسبت به ابعاد، معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌های مطرح در امنیت اکولوژیک یک جامعه شهری ایجاد می‌کند. ابعاد مطرح در این مدل، کلیه جنبه‌های ساختاری و عملکردی اکوسیستم شهری را پوشش می‌دهد و معیارها، زیرمعیارها و سنجه‌های مطرح شده نیز عامل‌های مهم در هر بُعد را نشان می‌دهد.

در این راستا از آنجا که بنیادی‌ترین پرسش و هدف عملیاتی این تحقیق معطوف به ساختن مدل مفهومی امنیت اکولوژیک شهری است، برای رسیدن به این مضمون در چارچوب این پژوهش تلاش شد. بر این اساس در قالب فرایندی تجزیه و تحلیل نظری این مهم در دو سطح عام و اختصاصی به انجام رسید.

فرایند عام تجزیه و تحلیل نظری امنیت اکولوژیک (سطح اول) از تبیین مفهوم امنیت و عوامل ساختاری و عملکردی اکوسیستم آغاز و پس از تبیین مفاهیم و تعاریف امنیت اکولوژیک و متعاقباً ارتباط بین ساختار و عملکرد؛ پرداخته شد.

در سطح دوم فرایند تجزیه و تحلیل نظری که به طور مشخص اختصاص به احصاء ابعاد و مؤلفه‌های سنجش امنیت اکولوژیک شهری داشت؛ با تبیین ارتباط برنامه‌ریزی کاربری زمین و امنیت اکولوژیک، همچنین امنیت اکولوژیک با ساختار و عملکرد اکوسیستم شهری در نهایت ابعاد و مؤلفه‌های امنیت اکولوژیک شهری احصاء و تبیین گردیدند.

بر این اساس، در پژوهش حاضر تلاش گردید تا با مطالعات متعدد و نظر کارشناسان ضمن تعیین ابعاد و معیارهای امنیت اکولوژیکی با نگرش سیستمی، مدل مفهومی آن، در قالب مدل شبکه‌علیت ترسیم گردد تا بتوان با برنامه‌ریزی مناسب برای هرکدام از این ابعاد و معیارها به ارتقای امنیت اکولوژیکی شهرها کمک نمود. بر این اساس مدل مفهومی امنیت اکولوژیکی شهری به‌عنوان دستاورد نظری این تحقیق در اینجا و در قالب نمودار ۱ معرفی می‌گردد.

به‌منظور ارتقای امنیت اکولوژیکی منطقه یا شهر باید تمام ابعاد و معیارها مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به مدل ارائه‌شده در این پژوهش تمام ابعاد و معیارهای در نظر گرفته‌شده با هم در ارتباط هستند.

در پایان به‌منظور پیشرفت هرچه بیشتر و تکمیل مطالعات این تحقیق، پژوهش‌های آتی در زمینه‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. بررسی معیارهای امنیت اکولوژیکی در فرایند برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر اساس سناریوسازی.

۲. تعریف و کمی‌سازی شاخص‌های امنیت اکولوژیکی.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور انجام گرفته است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از صندوق مذکور تشکر و قدردانی نمایند.

## فهرست منابع و مآخذ

### الف. منابع فارسی

- اجیرلو، احد بدلی؛ مؤذنی، مهدی؛ آقائی و نوروزی، اکبر، (۱۳۹۵)، بررسی امنیت در بوستان‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)، (مطالعه موردی: بوستان‌های شهر مرزی پارس‌آباد مغان)، پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، سال چهارم، شماره چهاردهم، ص ۱۶۶-۱۳۹.
- بریاسولیس، هلن، (۱۳۸۸)، الگوهای تحلیلی تغییر کاربری زمین، انتشارات آذرخش، تهران.
- پورخباز، حمیدرضا؛ محمدیاری، فاطمه؛ اقدر، حسین و توکلی، مرتضی، (۱۳۹۴)، رویکرد آمایشی در مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان بهبهان با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه‌ای، آمایش سرزمین، دوره هفتم، شماره دوم، ص ۲۰۷-۱۸۷.
- داداش‌پور، هاشم و جهانزاد، نریمان، (۱۳۹۴)، شبیه‌سازی تغییرات آتی کاربری زمین بر اساس الگوی بهینه اکولوژیک در مجموعه شهری مشهد، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دوره سوم، شماره سوم، ص ۳۵۹-۳۴۳.
- صالحی، اسماعیل؛ آقابابایی، محمدتقی؛ سردی، هاجر و فرزاد بهتاش، محمدرضا، (۱۳۹۰)، بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت، محیط‌شناسی، سال سی‌وهفتم، شماره ۵۹، ص ۱۱۲-۹۹.
- عبداللهی، جلال؛ رحیمیان، محمدحسن؛ دشتکیان، کاظم و شادان، مهدی، (۱۳۸۵)، بررسی اثرات زیست‌محیطی تغییر کاربری اراضی روی پوشش گیاهی مناطق شهری با به‌کارگیری تکنیک سنجش از دور، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲۹، ص ۶-۱.
- کامیاب، حمیدرضا؛ ماهینی، عبدالرسول سلمان؛ حسینی، محسن و غلامعلی‌فرد، مهدی، (۱۳۹۰)، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۶، ص ۱۱۳-۹۹.
- الماسی‌فر، نینا و انصاری، مجتبی، (۱۳۸۹)، بررسی امنیت محیطی در پارک‌های منطقه‌ای به‌عنوان بخشی از فضاهای شهری از دیدگاه زنان بر پایه رویکرد CPTED (مطالعه موردی: پارک ساعی)، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۵، ص ۳۴-۲۱.
- وحیدی برجی، گلдіس، (۱۳۹۴)، توان‌سنجی رویکرد راهبردی-سناریویی در برنامه‌ریزی کاربری زمین در طرح‌های توسعه شهری ایران، استاد راهنما: دکتر فرشاد نویان، استاد مشاور: محمدمهدی عزیزی، پایان‌نامه دانشگاه تهران، پردیس هنرهای زیبا دانشکده شهرسازی.

- یاقوتی، حدیث؛ امیری، ابراهیم؛ سکوتی اسکویی، رضا و مهدیان، محمدحسین، (۱۳۹۷)، بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز توتکابن با استفاده از فناوری‌های GIS و RS. جغرافیا و توسعه، شماره ۵۳، ص ۳۶-۱۹.

### ب. منابع انگلیسی

- Alves Barbosa, H., Kumar, L., Paredes, F., Elliott, S., Ayuga, J.G. (2019). Assessment of Caatinga response to drought using Meteosat-SEVIRI Normalized Difference Vegetation Index (2008–2016), *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 148, 235–252.
- Anne, B., Geoffroy, S., Cherel, J., Warot, G., Marie, S., Noël, C.J., Louis, M.J., Christophe, S. (2018). Towards an operational methodology to optimize ecosystem services provided by urban soils, *Landscape and Urban Planning*, 176, 1–9.
- Bächler, G., Eaton, D.J., Eaton, J.W., Falkenmark, M., Ghosh, P.S., Isaac, J., Kliot, N., Markakis, J., Mayor, R., Rogers, K.S. (1995). Environmental crisis: regional conflicts and ways of cooperation. *Neotrop. Entomol.* 39 (5), 681–685.
- Barnett, J. (2001). *The Meaning of Environmental Security: Ecological Politics and Policy in the New Security Era*. Zed Books, London, UK and NewYork, NY, USA, 184 pp.
- Basumatary, A., Middha, S.K., Usha, T., Brahma, B.K., Goyal, A.K. (2015). Bamboo, as potential sources of food security, economic prosperity and ecological security in North- East India: an overview. *Res. Plant Biol.* 5, 17–23.
- Belair, C., Ichikawa, K., Wong, B. and Mulongoy, K. (2010). Sustainable use of biological diversity in socio-ecological production landscapes. Background to the ‘Satoyama Initiative for the benefit of biodiversity and human well-being.’ Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series.
- Bell, M., Levy, J.Z. (2008). The effect of sandstorms and air pollution on cause-specific hospital admissions in Taipei, Taiwan. *Occup. Environ. Med.* 65 (2), 104–111.
- Berkes, F., Folke, C. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Brunner, D., Lemoine, G., Bruzzone, L. (2010). Earthquake damage assessment of buildings using VHR optical and SAR imagery. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 48 (5), 2403–2420.
- Capotorti, G., Alós Ortí, M.M., Copiz, R., Fusaro, L., Mollo, B., Alvatori, E., Zavattoni, L. (2019). Biodiversity and ecosystem services in urban green infrastructure planning: A case study from the metropolitan area of Rome (Italy), *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 87–96.
- Chapin, Stewart & Kaiser, Edward. (1995). *Urban land use planning*, Champaign, Illinois, University of Illinois press.

- Chen, L., Sun, R., Yang, L. (2018). Regional Eco-security: Concept, Principles and Pattern Design, Challenges Towards Ecological Sustainability in China, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03484-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03484-9_2).
- Cortinovis, Ch., Geneletti, D.(2019). A framework to explore the effects of urban planning decisions on regulating ecosystem services in cities, *Ecosystem Services*, 38, 100946.
- Costanza, R. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 287, 253–260.
- Čuček, L., Klemeš, J.J., Varbanov, P.S., Kravanja, Z.(2015). Significance of environmental footprints for evaluating sustainability and security of development. *Clean Techn. Environ. Policy* 17 (8), 2125–2141.
- Cumming, G.S., Allen, C.R. (2017). Protected areas as social-ecological systems: perspectives from resilience and social-ecological systems theory. *Ecol. Appl.* 27, 1709–1717.
- Das, M., Das, A.(2019). Dynamics of Urbanization and its impact on Urban Ecosystem Services (UESs): A study of a medium size town of West Bengal, Eastern India, *Journal of Urban Management*.
- Dasarathy, B. (1991). "Nearest Neighbor Pattern Classification Techniques IEEE Computer Society Press," Silver Spring, MD.
- Devuyt, D., Hens, L., De Lannoy, W.(2001). How Green Is the City?—ustainability Assessment and the Management of Urban Environments. Columbia University Press, New York.
- Eckersley, R. (2005). Ecological security dilemmas. *N. Environ. Agendas* II.
- Effendi H. (2016). River water quality preliminary rapid assessment using pollution index. *Procedia Environ Sci*, 33: 562-7
- Ehrlich, P.R. (2002). Human natures, nature conservation, and environmental ethics. *Bioscience* 52, 31–43.
- Ezeonu, I.C., Ezeonu, F.C., (2000). The environment and global security .*Environmentalist* 20, 41–48.
- Feist, B.E., Buhle, E.R., Baldwin, D.H., Spromberg, J.A., Damm, S.E., Davis, J.W., Scholz, N.L., (2017). Roads to ruin: conservation threats to a sentinel species across an urban gradient. *Ecol. Appl.* 27, 2382–2396.
- Feng, Y., Liu, Y., Liu, Y. (2017). Spatially explicit assessment of land ecological security with spatial variables and logistic regression modeling in Shanghai, China. *Stoch. Env. Res. Risk A.* 31 (9), 2235–2249.
- Fernández, I., Wu, J., Simonetti, J.A.(2019). The urban matrix matters: Quantifying the effects of surrounding urban vegetation on natural habitat remnants in Santiago de Chile, *Landscape and Urban Planning*, 187 (2019) 181–190.
- Gao, CB, Chen, XG, Wei, CH.(2006). Regional ecological security: the concept and assessment theoretical basis. *Ecol Environ*, 15(1):169–174.
- Gong, J.Z., Liu, Y.S., Xia, B.C., Zhao, G.W. (2009). Urban ecological security assessment and forecasting, based on a cellular automata model: a case study of Guangzhou, China. *Ecol. Modell.* 220, 3612–3620.

- Graaf, R. & Dewulf, G. (2010). Applying the lessons of strategic urban planning learned in the developing world to Netherland: A case study of three industrial area development projects, *Habitat international*, 34, pp.471-477.
- Grant, J. (2007). *Planing the Good Community*, Routledge, London and New York.
- Guo, Z.W.(2001). To build the early warning and maintaining system of nationalecological security. *Science and Technology Review* 1, 54–56, in Chinese.
- Haeuber, R., Ringold, P. (1998). Ecology, the social sciences, and environmentalpolicy. *J. Appl. Ecol.* 8, 330–331.
- Hao, H., Bin, Ch., Zhiyuan, M., Zhenghua, L., Senlin, Zh., weiwei, Y., Jianji, L., Wenjia, H., Jianguo, D., Guangcheng, Ch.(2017). Assessing the ecological security of the estuary in view of the ecological servicese A case study of the Xiamen Estuary, *Ocean & Coastal Management*, 137, 12-23.
- He, C., Liu, Z., Tian, J., Ma, Q. (2014). Urban expansion dynamics and natural habitat loss in China: a multiscale landscape perspective. *Glob. Chang. Biol.* 20, 2886–2902. <https://doi.org/10.1111/gcb.12553>.
- Inkoom, J.N., Frank, S., Greve, K., Walz, U., Fürst, Ch.(2018).Suitability of different landscape metrics for the assessments of patchy landscapes in West Africa, *Ecological Indicators*, 85, 117–127.
- Jupp, D. (1988) "Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters," in *Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone*, pp. IV. 2.1-IV. 2.19.
- Kaberuka, D., Leape, J. (2012). Africa ecological footprint report - green infrastructure for Africa's ecological security. Available at. <http://www.panda.org/lpr/africa2012>.
- Kavaliauskas, P. (2008). A conceptual Sustainable Development for Regional Land Use Planning: Lithuanian Experience, *Technological and Economical Development of Economy*, 14, 51-63.
- Khramtsov, B. (2006). A primer on ecological security. *Delegates of the 34th National Student Commonwealth Forum*. vol. 30.
- Kim, J.(2019).Subdivision design and landscape structure: Case study of The Woodlands, Texas, US, *Urban Forestry & Urban Greening*, 38, 232–241.
- Ko, H., Son, Y.(2018).Perceptions of cultural ecosystem services in urban green spaces: A case study in Gwacheon, Republic of Korea, *Ecological Indicators*, 91, 299–306.
- Kong, F., Ban, Y., Yin, H., James, P., Dronova, I. (2017). Modeling stormwater management at the city district level in response to changes in land use and low impact development. *Environ. Model. Softw* 95, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.021>.
- Kullenberg, G. (2002). Regional co-development and security: a comprehensiveapproach. *Ocean Coastal Manag.* 45 (11–12), 761–776.
- Lam, Sh.T., Conway, T.M.(2018). Ecosystem services in urban land use planning policies: A case study of Ontario municipalities, *Land Use Policy*, 77, 641–651.

- Lapping, M. (2005). *Sprawl: Contemporary Land Use Planning's Paradigm*, In Goetz, S., Shortle, J., Bergstrom, J., 2005, *Land Use Problems and Conflicts*, Routledge, London and NewYork.
- Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X., Wu, J.(2011). Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: a case study of Shanghai, China. *Remote Sens. Environ.* 115, 3249–3263. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.008>.
- Li, Z.X., Xu, L.Y. (2010). Evaluation indicators for urban ecological security based onecological network analysis. *Procedia Environ. Sci.* 2, 1393–1399.
- Liu, P., Jia, Sh., Han, R., Zhang, H.(2018). Landscape Pattern and Ecological Security Assessment and Prediction Using Remote Sensing Approach, *Journal of Sensors*, Article ID 1058513, 14 pages <https://doi.org/10.1155/2018/1058513>.
- Liu, Y., Wei, X., Li, P., Li, Q.(2016). Sensitivity of correlation structure of class- and landscape-levelmetrics in three diverse regions, *Ecological Indicators*, 64, 9–19.
- Lu, S. Wu, B. Yan, N. and Wang, H. (2011). Water body mapping method with HJ-1A/B satellite imagery, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 13, pp.428-43, 2012.
- Ma, K.M., Fu, B.J., Li, X.Y. (2004). The regional pattern for ecological security (RPES): the concept and theoretical basis. *Acta Ecol. Sin.* 24 (4), 761–768, in Chinese.1991. National environmental protection bureau, chinese research academy of environmental sciences. In: *City Air Pollution Control Methods, Manual*.Environmental Science Press, Beijing, China.
- Matthew, R., Halle, M., Switzer, J. (2002). *Conserving the Peace: Resources, Livelihoods and Security*.
- McGinnis, M. (1999). *Bioregionalism*, Routledge, London and NewYork.
- Miller, J.D., Brewer, T.(2018). Refining flood estimation in urbanized catchments using landscape metrics, *Landscape and Urban Planning*, 175, 34–49.
- Mirzaei, J., A. Mohamadi, Z. Heidarizadi, H. Noorolahi and Omidipour, R. (2015). Assessment of land cover changes using RS and GIS (case study: Zagros forests, Iran). *Journal Master Environ. Sci.* 6(9): 2565-2572.
- Morelli, F., Benedetti, Y., Šimová, P.(2018). Landscape metrics as indicators of avian diversity and community measures, *Ecological Indicators*, 90, 132–141.
- Narducci, J., Quintas-Soriano, C., Castro, A., Som-Castellano, R., Brandt, J.(2019). Implications of urban growth and farmland loss for ecosystem services in the western United States, *Land Use Policy*, 86, 1–11.
- Pasgaard, M. Van Hecken, G. Ehammer, A. Strange, N. (2017). Unfolding scientific expertise and security in the changing governance of Ecosystem Services, *Geoforum*, 84 (2017) 354–367.
- Paudyal, K., Baral, H., Putzel, L., Bhandari, S. and Keenan, R. (2017). Change In Land Use And Ecosystem Services Delivery From Community-Based Forest Landscape Restoration In The Phewa Lake Watershed, Nepal. *International Forestry Review.* 19, 88-101.
- Peng, J., Liu, Y., Liu, Z., Yang, Y., (2017a). Mapping spatial non-stationarity of human-natural factors associated with agricultural landscape multifunctionality in Beijing-Tianjin- Hebei region, China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 246, 221–233.

- Peng, J., Tian, L., Liu, Y., Zhao, M., Hu, Y., Wu, J. (2017). Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: thresholds identification. *Sci. Total Environ.* 607–608, 706–714. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.218>.
- Peng, J., Yang Y., Yanxu L., Yi'na H., Yueyue D., Jeroen M., Sijing Q. (2018). Linking ecosystem services and circuit theory to identify ecological security patterns, *Science of the Total Environment*, 644(2018)281-790.
- Peng, J., Yang, Y., Liu, Y., Hu, Y., Du, Y., Meersmans, J., Qiu, S.(2018). Linking ecosystem services and circuit theory to identify ecological security patterns, *Science of the Total Environment*, 644, 781–790.
- Pettorelli, N., Vik, O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., Stenseth, N, C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental, *Journal Trends in Ecology and Evolution*, 20 (9): 503-510.
- Power, A.G.(2010). Ecosystem Services And Agriculture: Tradeoffs And Synergies. *Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London B: Biological Sciences.* 365, 959-2971.
- Qin, K., Liu, J., Yan, L., Huang, H.(2019). Integrating ecosystem services flows into water security simulations in water scarce areas: Present and future, *Science of the Total Environment*, 670, 1037–1048.
- Sahu, S.K. (2011). Localized food systems: the way towards sustainable livelihoods and ecological security - a review. *J. Anim. Plant Sci.* 21 (2), 388–395.
- Schaeffer, D.J., Henricks, E.E., Kerster, H.W. (1998). Ecosystem health: measuringecosystem health. *Environ. Manag.* 2, 397–402.
- Senes, Giulio., Toccolini, Alessandro. (1998). Sustainable land use Planning in protected Rural Area in Italy, *Landscape and Urban Planning*,41, 107-117.
- Serra-Llobet, A., Hermida, M.A. (2017). Opportunities for green infrastructure under Ecuador's new legal framework. *Landsc. Urban Plan.* 159, 1–4.
- Solovjova, N.V. (1999). Synthesis of ecosystemic and ecoscreening modelling insolving problems of ecological safety. *Ecol. Modell.* 124, 1–10.
- Su, Y., Chen, X., Liao, J., Zhang, H., Wang, C., Ye, Y., Wang, Y. (2016). Modeling the optimal ecological security pattern for guiding the urban constructed land expansions. *Urban For. Urban Green.* 19, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.06.013>
- Su, Y.X., Zhang, H.O., Chen, X.Z., Huang, G.Q., Ye, Y.Y., Wu, Q.T., Huang, N.S., Kuang,Y.Q., (2013). The ecological security patterns and construction land expansionsimulation in Gaoming. *Acta Ecol. Sin.* 33 (5), 1524–1534.
- Teng, M., Wu, C., Zhou, Z., Lord, E., Zheng, Z. (2011). Multipurpose greenway planning for changing cities: a framework integrating priorities and a least-cost path model. *Landsc. Urban Plann.* 103, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.05>.
- The future of our land. (1999). facing the challenge, guidelines for integrated planning for sustainable management of land resources, FAO & UNEP press, Rome.
- Toit, M. D., Cilliers, S., Dallimer, M., Goddard, M., Guenat, S., Cornelius, S.F.(2018). Urban green infrastructure and ecosystem services in sub-Saharan Africa, *Landscape and Urban Planning*, 180, 249–261.



- Tolessa, T., Senbeta, F. and Kidane, M. (2017). The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia. *Ecosystem services*. 23, 47-54.
- Tsiouri, V., Kakosimos, K.E., Kumar, P. (2015). Concentrations, sources and exposure risks associated with particulate matter in the Middle East Area—a review. *Air Qual. Atmos. Health*, 8 (1), 67–80.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., James, P., (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review. *Landsc. Urban Plann.* 81 (3), 167–178.
- Valck, J.D., Beames, A., Liekens, I., Bettens, M., Seuntjens, P., Broekx, S. (2019). Valuing urban ecosystem services in sustainable brownfield redevelopment, *Ecosystem Services*, 35, 139–149.
- Vale, L., Capanella, T. (2005). *the Resilient City: How Modern Cities Recover From Disaster*, Oxford University Press, London.
- Vink, A.P.A. (1975). *Land use in advanced agriculture*. Springer-Verlag, 423p.
- Vorosmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liermann, C.R., Davies, P.M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467 (7315), 555–561.
- Weishou, Shen, Zhang Hui, Ji Di, Shouguang, Yan, Haidong, Li, Naifeng, Lin. (2011). The Response Relation between Climate Change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau, *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index*, 59, Vol 5, No 11, p 2438- 2444.
- Wheeler, S. (2004). *Planning For Sustainability*, Routledge, London and New York.
- Wilkerson, M.L., Mitchell, M., Shanahan, D., Wilson, K., Ives, Ch., Lovelock, C., Rhodes, J.R. (2018). The role of socio-economic factors in planning and managing urban ecosystem services, *Ecosystem Services*, 31 (2018) 102–110.
- Xiao, D.N., Chen, W.B., Guo, F.L. (2002). On the basic concepts and contents of ecological security. *Chin. J. Appl. Ecol.* 13, 354–358 (in Chinese).
- Xu, C., Pu, L., Zhu, M., Li, J., Chen, X., Wang, X., Xie, X. (2016). Ecological Security and Ecosystem Services in Response to Land Use Change in the Coastal Area of Jiangsu, China, *Sustainability*, 8, 816; doi:10.3390/su8080816.
- Yang, J.P., Lu, J.B. (2002). *The System Analysis of Ecological Security*. Chemicals Industry Press, Beijing, China.
- Yu, G., Zhang, S., Yu, Q., Fan, Y., Zeng, Q., Wu, L. (2014). Assessing ecological security at the watershed scale based on RS/GIS: A case study from the Hanjiang River Basin. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28(2), 307–318. <https://doi.org/10.1007/s00477-013-0750-x>.
- Yu, K. (1996). Security patterns and surface model in landscape ecological planning. *Landsc. Urban Plann.* 36 (1), 1–17.
- Yu, W., Zang, S., Wu, C., Liu, W., Na, X (2011) “Analyzing and modeling land use land cover change (LUCC) in the Daqing City, China,” *Applied Geography*, 31: 600-608.

- Zhang Z, Van Coillie F, De Clercq EM, Ou X, De Wulf R. (2013). Mountain vegetation change quantification using surface landscape metrics in Lancang watershed, China. *Ecological Indicators*, 31: 49-58.
- Zhang, S., Ramírez, F.M.(2019). Assessing and mapping ecosystem services to support urban green infrastructure: The case of Barcelona, Spain, *Cities*, 92, 59–70.
- Zhao, Y. Z., Zou, X. Y., Cheng, H., Jia, H. K., Wu, Y. Q., Wang, G. Y., et al. (2006). Assessing the ecological security of the Tibetan plateau: Methodology and a case study for Lhaze County. *Journal of Environmental Management*, 80(2), 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.08.019>.
- Zhaoxue, L. Linyu X. (2010). Evaluation indicators for urban ecological security based on ecological network analysis. *International Society for Environmental Information Sciences 2010 Annual Conference. Procedia Environmental Sciences*, 2 .pp 1399–393.
- Zheng, Zh., Du, Sh., Wang, Y.Ch., Wang, Q.(2018). Mining the regularity of landscape-structure heterogeneity to improve urban land-cover mapping, *Remote Sensing of Environment* 214 (2018) 14–32.
- Zhou, C.X., Shen, W.S. (2003). Research progress of ecological security. *RuralEco-Environ.* 19 (1), 56–59 (in Chinese).