محیط‌شناسی، دورهٔ ۴۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحهٔ ۲۸۰-۲۵۹

ارزیابی پیامد طرح‌های توسعهٔ فضایی بر وضعیت پایداری مناطق با استفاده از روش ردپای اکولوژیک، مورد پژوهی طرح مجموعهٔ شهری قزوین

محمدحسین شریف‌زادگان[۱]، سحر ندایی طوسی[۲]*، لیلا اینانلو[۳]، آسیه نیک‌بین[٤]

۱. دانشیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی شهری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۲. استادیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی شهری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۳. کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
٤. کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹٤/٤/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۲/۲۷

چکیده

افزایش جمعیت از یک سو و بروز الگوهای رفتاری ناپایدار از سوی دیگر سبب‌ساز پیدایش معضلات محیط‌زیستی شده است. ارزیابی راهبردی محیط‌زیست در خلال تهیهٔ برنامه‌های توسعهٔ فضایی یکی از ابزارهای ممکن در تحقق وضعیت پایداری سکونتگاه‌ها به شمار می‌رود؛ اما سابقهٔ برنامه‌های توسعهٔ منطقه‌ای تهیه‌شده در ایران نشانگر نادیده‌گرفتن ملاحظات پایداری در اکثر برنامه‌ها بوده است. با این مقدمه هدف پژوهش پیش‌رو ارزیابی محیط زیستی «طرح مجموعهٔ شهری قزوین» از طریق بررسی تغییرات وضعیت پایداری مجموعه در افق طرح (سال ۱۴۱۰) نسبت به وضع موجود، برحسب ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری قزوین است. از این‌رو پیمایش میدانی به شیوهٔ پرسش‌نامه‌ای نسبت به تشخیص میزان ردپای محیطی به روش جزء انجام خواهد شد. سپس از طریق برآورد ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری قزوین با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس وضعیت پایداری مجموعه در شرایط فعلی و در افق طرح تحلیل می‌شود و نسبت به ارائهٔ راهکارهای تسکینی اقدام خواهد شد. نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن است که مجموعهٔ شهری قزوین در سال مبدأ با کسری اکولوژیک روبه‌روست و در صورت اجرای طرح مذکور نیز نه تنها وضعیت پایداری منطقه بهبودنیافته، بلکه با اندکی تغییر تنزل پیدا خواهد کرد.

کلیدواژه

ردپای اکولوژیکی، کسری اکولوژیک، طرح مجموعهٔ شهری قزوین، ظرفیت زیستی، وضعیت پایداری.

۱. سرآغاز

رشد فزایندهٔ جمعیت در سال های اخیر و به تبع آن افزایش و تغییر الگوهای مصرف، فشار بر محیط طبیعی و منابع و خدمات محدود آن را افزایش داده است. از آنجا که تجدید برخی از این منابع صدها سال به طول می‌انجامد و برخی نیز تجدیدناپذیرند، ادامهٔ این روند سبب ناتوانی محیط طبیعی در تأمین نیازهای جمعیت و فعالیت و در نتیجه بروز بحران های متعدد خواهد شد. همچنین، انطباق نداشتن نیازهای مصرفی جوامع با توان اکولوژیکی و ظرفیت زیستی مناطق، تدارک منطقه‌ای پشتیبان[۱] یا به عبارتی، یافتن سکونتگاهی ورای کرهٔ زمین را ضروری ساخته است (رضوانی و همکاران، ۱۳۸۹). نبود یا دشواربودن تحقق چنین ایده‌ای دست‌کم در عصر امروز ضرورت تغییر الگوهای مصرفی و حرکت در چارچوب میزان عرضهٔ محیط‌زیست به سمت وضعیت پایداری را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. در همین راستا توسعهٔ پایدار، مفهومی است که برای اولین بار خانم هارلم برانتلند در سال ۱۹۸۷ میلادی و در قالب فصل دوم بخش نخست گزارش «آیندهٔ مشترک

* نویسنده مسئول: Email: s.n.tousi@gmail.com

مـا» آن را (World commission on environment and development, 1987)[۲] مطـرح کـرد (Butlin, 1989; The World Bank Group, 2015) و بعـدها بـه‌منزلـهٔ یکـی از هشت هدف دستورکار توسعهٔ هزاره (MDGs[۳]) سال ۲۰۰۰ میلادی (افق ۲۰۱۵) و حتـی در دسـتورکار اصـلی اهـداف توسعهٔ پایدار هزارهٔ (SDGs[۴]) مربوط به افق ۲۰۳۰ میلادی، به‌منزلـهٔ اصـلی تـرین شـاخص در رشـد و تعـالی جوامـع توسعه‌یافته، محور توجه کلیـهٔ فعالیـت‌هـا و مداخلـه‌هـای توسعه‌ای مربوط به حال و آیندهٔ انسان امروزی قرار گرفتـه اسـت (United Nation Development Programme, 2015)؛ زیرا نادیده گرفتن این امر در استفاده از منابع، تولید محصول و ارائهٔ خدمات و تصـمیم گیـری هـای اقتصـادی، اجتماعی و ... آسیب‌های جبران‌ناپذیری را در محیط‌زیست انسانی در پی خواهد داشت. توسعهٔ پایدار بنـا بـه تعریـف برانتلند، توسعه ای است که نیازهای امروز را بدون تـأثیر و لطمه‌زدن به توانایی نسل‌هـای آتـی در تـأمین نیازهایشـان، برآورده می‌کند. این نوع توسعه در واقع به توسعه‌ای اطلاق می‌شود که در آن، مصرف و مداخله در محیط در موازنـه و تعادل با ظرفیت تولید و توان پالایش محیطـی قـرار داشـته باشد.

امروزه دستیابی بـه رشـد و توسـعهٔ پایـدار از مباحـث عمدهٔ کشورها به شمار می رود، اما کمتر دستورکار عملیاتی بـه منظـور تحقـق ایـن موضـوع پیشـنهاد شـده اسـت. سیاست گذاری و برنامه ریزی تحقق اهداف توسـعهٔ پایـدار مستلزم برخورداری از شیوه های مدون کمی و کیفی بـرای ارزیابی و مقایسه و انتخاب است. در این میان قیاس نمایـهٔ «ردپای اکولوژیک[۵] با نمایهٔ دیگری تحت عنـوان «ظرفیـت زیستی[۶] وضعیت پایداری منطقه را به صورت کمی و جامع مشخص می‌کند. بدین‌صورت که اگر ظرفیت زیستی بـیش از ردپای اکولوژیک باشد وضعیت پایداری بر منطقه حـاکم است و در غیر این صـورت منطقـه بـا کسـری اکولوژیـک مواجـه و توسـعهٔ آن نیـز ناپایـدار اسـت (Ewing, et al., 2010). ردپای اکولوژیک، به مجمـوع زمـین هـای خـاکی، جنگلی، چراگاهی، کشاورزی و آبـی موردنیـاز بـه منظـور تولید مستمر منابع مصرفی موردنیاز انسانی و جذب تمامی زائـدات حاصـل از آن در یـک اجتمـاع مشـخص در هـر مقیاس جهـانی گفتـه مـی شـود. در نهایـت قیـاس ردپـای اکولوژیک مصرف‌کنندگان یک منطقه با ظرفیت زیسـتی آن در صورت برقراری توازن در طول زمـان، میـزان پایـداری مناطق را به دست می‌دهد (شکل ۱).

در مقابل «ظرفیـت زیسـتی» بـه میـزان جمعیتـی گفتـه می‌شود که منطقه با توجه بـه منـابع و خـدمات طبیعـی در اختیار خود از توانایی تأمین نیازهای آن برخـوردار اسـت. این نمایه یا به صـورت مسـاحت و میـزان زمـین هـای در اختیار یا به صورت جمعیت ارائه می شود. به طور خلاصه، ظرفیت زیستی توانایی پهنه هـای آبـی و خـاکی منطقـه در تأمین منابع و خدمات اکولوژیک مورد نیاز جمعیت سـاکن به شمار می‌رود (kitzes, et al., 2007).

شکل ۱. توسعهٔ پایدار وضعیت ناشی از مصالحه میان ردپا و ظرفیت محیطی منطقه، نگارندگان براساس (Magnin, 2013)

پژوهش‌گران همواره در تلاش برای تشریح و تعیین دقیق آثار توسعهٔ شهرها و حتی کشورها بر محیط بوده‌اند، اما این تلاش‌ها اغلب با مشکلاتی روبه‌رو می‌شوند که اقتصاددانان طرفدار محیط‌زیست با آن دست‌و پنجه نرم می‌کنند. یکی از این مشکلات، چگونگی تبدیل ارزش هزینه‌های محیط‌زیستی یا اجتماعی به مواردی سنجش‌پذیر و کمی همچون، پول یا سطح زمین است. از مهم‌ترین نمایه‌ها برای اندازه‌گیری وضعیت پایداری مناطق خاص یا سبک‌های زندگی، تحلیل ردپای اکولوژیکی است که ویلیام ریز[۷]، استاد دانشگاه بریتیش کلمبیا و شاگردان و دانش‌آموختگان این دانشگاه استفاده کردند. این مدل با تبدیل نیاز به منابع و آلودگی به زمین موردنیاز برای جبران آن‌ها، معیاری مناسب برای ارزیابی آثار زندگی مدرن فراهم می‌کند. این آثار می‌تواند برای افراد، شهرها، مناطق و کشورها محاسبه شوند. همچنین، تحلیل ردپای اکولوژیکی ابزار آموزشی مفیدی در توضیح عمومی و هشدار نسبت به تغییرات وضعیت پایداری مکان‌های خاص و شیوه‌های گوناگون زندگی به شمار می‌رود. این نمایه به طور روشنی نشان می‌دهد که در کدام منطقه بر منابع طبیعی فشار وارد می‌شود؛ در نتیجه به‌منزلهٔ ابزاری در تصمیم‌گیری‌های توسعه و برنامه‌های بلندمدت تلقی می‌شود که از طریق آن پایداری منطقه را محقق و نه تنها اهداف و راهبردهای آینده را در پیشگیری از تخریب‌ها و نابرابری‌های مادی بیان می‌کند، تصمیم‌گیری‌های نهادی را نیز در مسیر و مجرای مناسب و صحیحی هدایت می‌کند (barrett & scott, 2001).

تاکنون در کشورهای مختلف، مطالعات فراوانی با استفاده از روش ردپای اکولوژیک در تشخیص وضعیت پایداری مناطق و پایش تغییرات آن طی زمان انجام شده است؛ مونیز و گالیندو در مقاله‌ای تحت عنوان «پایداری اکولوژیکی و شکل شهر» ردپای اکولوژیکی منطقهٔ کلان‌شهری بارسلونا را طی سال‌های ۱۹۹۴–۲۰۰۰ بررسی کرده‌اند. یافته‌های مطالعه نشانگر آن است که سرانهٔ ردپای بارسلونا، از ۱/۳ هکتار در سال ۱۹۹۴ به ۲/۷۴ هکتار در سال ۲۰۰۰ میلادی افزایش یافته است. آن‌ها با تأکید بر ارتباط میان شکل شهر و ردپای اکولوژیکی در نهایت به منظور کاهش ردپای کلان‌شهر بارسلونا راهکارهای پیشنهادی را شامل تغییر الگوهای حمل و نقلی و گسترش سیستم حمل و نقل عمومی، کمینه‌کردن مصرف انرژی، پیشگیری از پیدایش پراکنش شهری به سمت زمین‌های طبیعی پیرامون، یکپارچه‌سازی شهر و ایجاد کمربند سبز شهری ارائهٔ می‌دهند (Muñiz & Galindo, 2005). در سال ۱۹۹۳ میلادی نیز ردپای اکولوژیک سانتیاگو، براساس برآورد ملی شیلی محاسبه شد. براساس این محاسبات، در سال مورد مطالعه وضعیت ظرفیت زیستی شیلی ۵۰ درصد بیشتر از میانگین جهانی بوده است و ردپای اکولوژیک ۲/۴۴ هکتاری آن در قیاس با ظرفیت زیستی ۳/۲ هکتاری کمبود اکولوژیک را در وضعیت فعلی به دست نمی‌دهد (Lewan & Simmons, 2001). زورانگ و جینگ در مطالعهٔ خود با عنوان «ردپای اکولوژیک و بازتاب‌های توسعهٔ سبز در هانگزو» ردپای اکولوژیک شهر هانگزو را طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸ میلادی به روش ردپای اکولوژیک محاسبه کرده‌اند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان می‌دهد که سرانهٔ ردپای هانگزو، از ۱/۱۵۶۱ هکتار در سال ۱۹۸۸ به ۲/۲۲۳ هکتار در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است. از سال ۱۹۹۵، کسری اکولوژیک در هانگزو نمایان شده که در سال ۲۰۱۰ به ۰/۹۵۴ هکتار رسیده است. این موضوع نشان‌دهندهٔ ردپای بزرگ‌تر از ظرفیت زیستی هانگزوست و برای کاهش ردپا، توسعهٔ سبز پیشنهاد شده است (zurong & jing, 2010).

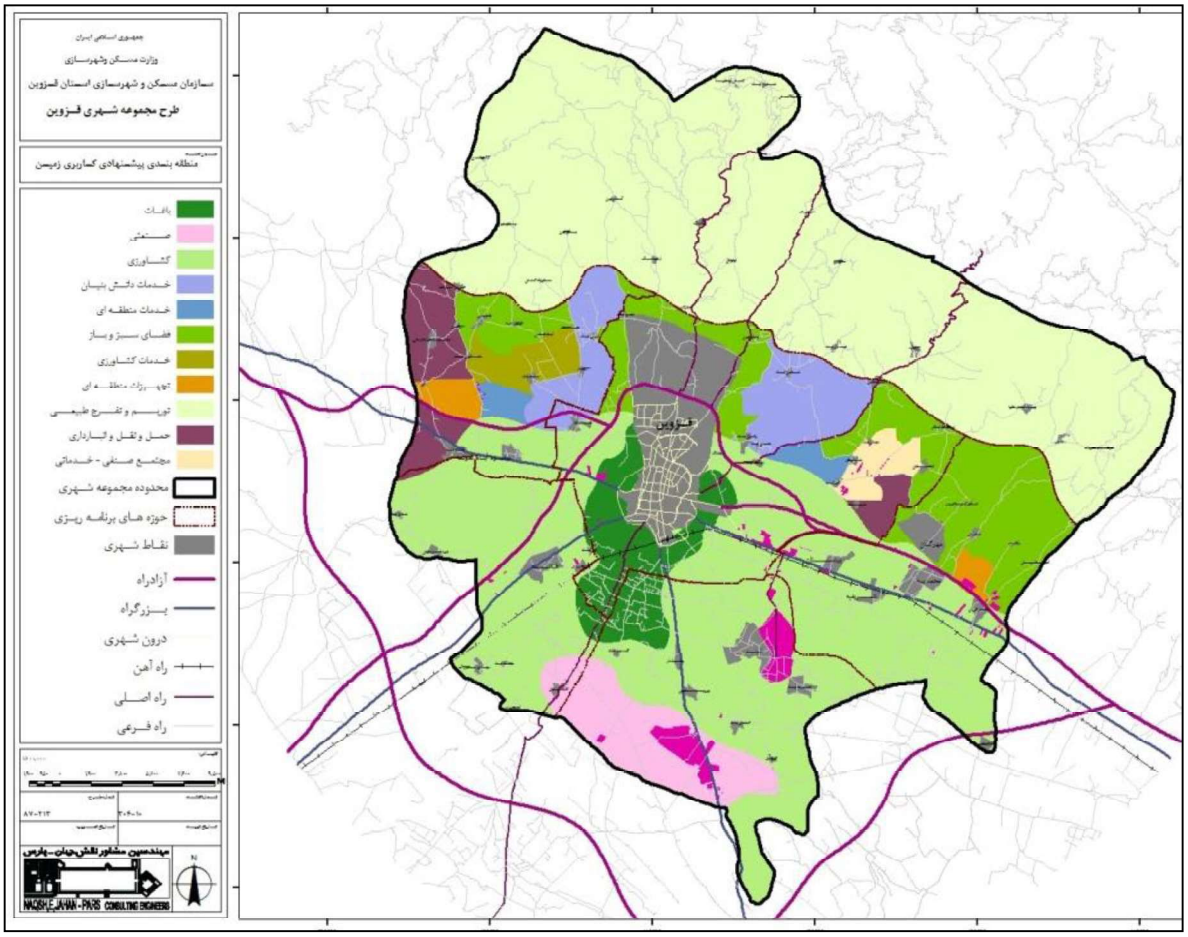
در ایران نیز، ساسان‌پور در رسالهٔ دکترای خود با عنوان «بررسی کلان‌شهر تهران با روش ردپای بوم‌شناختی» وضعیت پایداری تهران را بررسی کرده است. سرانهٔ ردپای جمعیت کلان‌شهر تهران در سال ۱۳۸۱ حدود ۳/۷۹ هکتار برآورد شده است که در قیاس با سایر مناطق جهان تهران را در وضعیت ناپایداری قرار می‌دهد و تغییر شیوه‌های مدیریت این کلان‌شهر را اجتناب‌ناپذیر می‌کند (ساسان‌پور، ۱۳۸۵). همچنین، در پژوهشی دیگر جمعه‌پور در شهرستان

رشت با استفاده از روش ردپای اکولوژیک پایداری منطقه را در سال ۱۳۸۸ بررسی کرده است. براساس نتایج این پژوهش ردپای اکولوژیک در شهرستان رشت حدود ۱/۹۷۹ و ظرفیت زیستی آن ۰/۴۱۴ هکتار به ازای هر نفر محاسبه شده است. نویسنده از طریق مقایسهٔ ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک نسبت به کسری اکولوژیک شهرستان رشت هشدار داده است (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). صمدپور نیز در ناحیهٔ الهیهٔ تهران آثار محیط‌زیستی افزایش تراکم جمعیتی و ساخت‌وسازهای شهری، به‌خصوص بلندمرتبه‌سازی در نواحی و محله‌های شهری را با استفاده روش ردپای اکولوژیکی ارزیابی کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش ساخت و سازهای محلهٔ الهیه طی ۲۶ سال دورهٔ مطالعه (از سال ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۴)، میزان فضای سبز و باز به‌منزلهٔ اصلی‌ترین شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست شهری، به طرز چشمگیری کاهش یافته است. براساس نتایج این پژوهش ردپای اکولوژیک در سال ۱۳۸۴ برای ناحیهٔ الهیه ۶/۳۳ هکتار برای هر نفر برآورد شده که ۲۷۲ برابر سهم قابل اختصاص به آن و ۹۰۰ برابر سهم متوسط شهروندان تهرانی است. به عبارت دیگر، محلهٔ الهیه طی دهه‌های گذشته بخش زیادی از منابع محیط‌زیست پیرامونی را تخریب و آثار زیانبار فراوانی را در شهر تحمیل کرده است (صمدپور و فریادی، ۱۳۸۷).

مروری بر اسناد نشانگر آن است که رویکرد غالب در اکثر پژوهش‌های صورت‌گرفته در ایران و جهان ارزیابی وضعیت پایداری منطقه در وضع موجود با دیدگاهی توصیفی یا بررسی تغییرات آن نسبت به مقطع زمانی در گذشته است. حال آنکه ارزیابی وضعیت های آتی ناشی از اجرای مداخلات توسعه‌ای خاص در منطقه (به‌منزلهٔ یکی از روش‌های استفاده‌شده در آینده‌نگری وضعیت منطقه) گام مؤثر و کمک‌کننده‌ای در اصلاح و بازبینی برنامه‌های توسعه و هدایت آن در راستای دستیابی به جامعه‌ای پایدار به شمار می‌رود. با این مقدمه دستورکار پژوهش پیش‌رو با هدف گنجاندن ملاحظات پایداری در برنامه های توسعه، به ارزیابی تغییرات احتمالی ناشی از اجرای طرح مجموعهٔ شهری قزوین بر وضعیت پایداری منطقه در افق طرح اختصاص یافته است. این طرح را که مهندسان مشاور نقش‌جهان‌پارس با هدف ساماندهی و کنترل و هدایت توسعهٔ کانون‌های جمعیتی و فعالیتی واقع در محدودهٔ ۱۴۰۰ کیلومتر مربعی بخش مرکزی قزوین و تمام شهرستان البرز به مرکزیت شهر قزوین تهیه کرده‌اند، در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۲۶ به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران رسید.

شکل ۲ تصویری از منطقه‌بندی پیشنهادی کاربری زمین را در طرح مجموعهٔ شهری قزوین نشان می‌دهد. در این طرح جمعیت مجموعهٔ شهری قزوین در سال ۱۳۸۵ برابر با ۶۵۸۸۴۱ نفر و در سال ۱۴۱۰ معادل ۹۱۷۱۹۰ نفر برآورد شده است. در صورت اجرای طرح مجموعهٔ شهری قزوین، مساحت زمین های کشتزاری، مرتعی و جنگلی از ۱۲۵۱ کیلومتر مربع در سال مبدأ به ۱۰۶۹ کیلومتر مربع در سال مقصد کاهش خواهد یافت که این تغییر کاربری سبب کاهش ظرفیت زیستی ۱۸۲ کیلومتر مربعی در مجموعه در فاصلهٔ این سال‌ها خواهد شد. این امر به‌ویژه به دلیل بالاتربودن ضریب ارزش و برابری این دسته زمین‌ها در تأمین نیازهای زیستی جمعیت ساکن منطقه اهمیت بیشتری می‌یابد.

نوآوری پژوهش پیش‌رو علاوه بر کوشش در ارزیابی آثار طرح‌های توسعه و تخمین وضعیت‌های آتی پایداری منطقه ناشی از اجرای طرح توسعه، شیوهٔ محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی است؛ در این پژوهش با فرض آنکه ردپای اکولوژیکی جوامع مختلف متناسب با الگوهای مصرفی قشرهای مختلف اجتماعی است، پس از گروه‌بندی اجتماعی جامعهٔ تحت بررسی، با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای و تعمیم آن به کل گروه، ردپای اکولوژیکی کلِ مجموعهٔ شهری قزوین از طریق اعمال ضریب بازده و ضریب معادل برگرفته از درگاه الکترونیکی شبکهٔ جهانی ردپا[8] محاسبه شده است.



شکل ۲. منطقه‌بندی پیشنهادی کاربری زمین طرح مجموعهٔ شهری قزوین (مهندسان مشاور نقش‌جهان‌پارس، ۱۳۹۲)

۲. مواد و روش بررسی

نمایهٔ ردپای اکولوژیک میزان عرصه‌های زمینی و آبی موردنیاز برای تولید تمام منابع مصرفی فرد، جمعیت یا فعالیت و جذب پسماندهای تولیدشده را محاسبه می‌کند. مقایسهٔ این نمایه با ظرفیت زیستی منطقه میزان پایداری مناطق را به دست می دهد. این قیاس امکان مطالعهٔ تطبیقی وضعیت پایداری نواحی و کشورهای مختلف از طریق تبدیل اکوسیستم هایی با حاصل خیزی زیستی متفاوت و نواحی متفاوت دنیا به یک واحد یکسان (هکتار جهانی) را نیز فراهم می‌کند (wackernagel & rees, 1996).

هدف از به کارگیری شاخص ردپای محیط زیستی اندازه‌گیری مقداری از منابع یا ضایعات (برحسب هکتار) است که برای حفظ جمعیت با توجه به نیازهای آن‌ها محاسبه می‌شود. تا به امروز، این فرایند از طریق دو روش تحلیل روند[۹] و روش ورودی- خروجی[۱۰] انجام شده است. دو روش مکمل برای محاسبهٔ مطالعات آثار محیط زیستی به شیوهٔ تحلیل روند وجود دارد که روش ترکیب[۱۱] و جزء[۱۲] نامیده می شوند. روش ترکیب رویکردی از بالا به پایین است که بیشتر مناسب مطالعات آثار دارای مقیاس‌های بزرگ‌تر است؛ در حالی که روش جزء با اختیار رویکردی از پایین به بالا بیشتر مناسب مطالعات دارای مقیاس های کوچک تر تشخیص داده شده است. با این حال همیشه این چنین نیست. در روش ترکیبی داده‌های کشور یا ایالت به سطوح پایین‌تر تعمیم داده می‌شود و در روش جزء داده‌ها از سطح محلی به دست می‌آید. روش ورودی- خروجی نیز در صنایع و بخش های فعالیتی دارای کاربرد است (Nichols, 2003). ردپای اکولوژیکی نشانگر آن است که جوامع مختلف به چه میزان از طبیعت بهره برداری

می‌کنند. میانگین کل سرانهٔ ردپای اکولوژیکی از مجموع کل مناطق اکوسیستم تخصیص‌داده‌شده برای هر فرد به منظور پرکردن سبد خرید سالانهٔ مصرف کالاها و خدمات وی محاسبه می‌شود. در نهایت، ردپای اکولوژیکی جمعیت مورد مطالعه با ضرب میانگین سرانهٔ ردپا در تعداد جمعیت به دست می‌آید (Ewing, et al., 2010). ردپای اکولوژیک بر اساس نیازهای چهارگانهٔ مصرف خوراک، مسکن، حمل و نقل و کالاها و خدمات مصرفی محاسبه می‌شود. همچنین، طبقه بندی انواع زمین موردنیاز برای تأمین این میزان مصرف و جذب آلودگی ها نیز عبارت است از (Wackernagel, 2013; Larson, et al., 2013):

- کربن[۱۳] مساحت جنگلی موردنیاز برای جذب دی اکسید کربن؛
- زمین جنگلی[۱۴] زمین موردنیاز جنگلی برای تولید چوب سوختنی و محصولات چوبی؛
- زمین ساخته شده[۱۵] زمین موردنیاز برای احداث ساختمان، زیرساخت، سازه‌های صنعتی و مخازن تولید برق؛
- زمین صید آبزیان[۱۶] زمین موردنیاز برای تولید ماهی و مواد غذایی آبی؛
- زمین چراگاهی[۱۷] زمین موردنیاز برای تولید علوفهٔ موردنیاز دام؛
- زمین کشتزاری[۱۸] زمین موردنیاز برای برای تولید غذا و تولید محصولات پلاستیکی و نفتی.

یک مفهوم کلیدی در محاسبهٔ ردپای اکولوژیک و ظرفیت زیستی، به‌کاربردن یک واحد یکسان (هکتار جهانی) است تا مقایسهٔ نواحی مورد مطالعه با نواحی دیگر در سطح جهانی امکان‌پذیر شود. هکتار جهانی با کمک دو عامل تخمین زده می‌شود که عبارت‌اند از: «ضریب بازده[۱۹] و «ضریب معادل[۲۰] ضریب بازده «میانگین حاصل‌خیزی ملی[۲۱] را با «میانگین حاصل‌خیزی جهانی» در یک نوع یکسان از گروه‌بندی زمین مقایسه کرده است و ضریب معادل نیز حاصلخیزی نسبی یک نوع خاص از زمین را در مقایسه با سایر انواع زمین سنجش می‌کند (Geng, et al., 2014). این ضریب که در سطح جهانی تعریف شده است هر ساله (یا هر چند سالی که در این گزارش ضریب معادل نامیده می‌شود) در گزارش سیاره زنده[۲۲] منتشر می‌شود. جنگ زنگ[۲۳] و همکارانش در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۴ ارائه داده‌اند ضریب‌های معادل ارائه‌شده در گزارش سیارهٔ زنده بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۵ را مقایسه کرده‌اند. در این مقاله به عنوان نمونه، ذکرشده که در گزارش سال ۲۰۰۵ میلادی به زمین کشتزار ضریب معادل ۲/۳۹ و به مرتع ضریب ۰/۵۱ اختصاص داده شده است؛ زیرا زمین کشتزار نسبت به مرتع برای انسان حاصل‌خیزتر است (Geng, et al., 2014).

در محاسبهٔ ردپای اکولوژیک در گام نخست مقدار کلی تولیدات مورد مصرف و ضایعات ناشی از آن شامل خوراک، پوشاک، خدمات و حمل و نقل محاسبه خواهد شد. چنانکه این اطلاعات از سطح کشور گردآوری و به منطقهٔ مورد مطالعه تعمیم داده شود از روش ترکیب و در صورتی‌که داده‌ها از سطح خود محل مورد مطالعه گردآوری شوند از روش جزء استفاده می‌شود. در گام بعد مقدار تولیدات و ضایعات به تفکیک گروه های چهارگانه (خوراک، پوشاک، خدمات و حمل‌ونقل) بر متوسط بازده ملی تقسیم و در ضریب تعادل و ضریب بازده ضرب می‌شود. در نهایت تمامی آن‌ها با یکدیگر جمع می‌شوند و ردپای اکولوژیک کل بر حسب هکتار محاسبه می‌شود (فرمول ۱).

$$EF = \frac{P}{Yn} * YF * EQF \qquad (۱)$$

(Ewing, et al., 2010)

در فرمول بالا EF، ردپای اکولوژیک، P، مقدار تولید یا ضایعات، Yn، متوسط بازده ملی برای همان تولید، YF، ضریب بازده و EQF ضریب معادل است.

در مقابل ظرفیت زیستی، نواحی حاصل‌خیزی است که برای تولید منابع و جذب پسماند وجود دارد. این ظرفیت، که مناطق بدون حیات مانند صحرای آفریقا و کوه‌های آلپ

را شامل نمی‌شود، معیار تراکمی[۲۴] از میزان زمین در اختیار به شمار می‌رود که در صورت در نظر گرفتن میزان بهره‌وری آن، زمین وزن‌دهی‌شده به دست می‌آید. به طور خلاصه، ظرفیت زیستی به توانایی پهنه‌های آبی و خاکی برای تأمین خدمات اکولوژیک اطلاق می‌شود (Ewing, et al., 2010). به عبارت دیگر، منظور از ظرفیت زیستی، ظرفیت اکوسیستم برای تولید مواد حیاتی مفید و جذب پسماندی است که انسان تولید می کند. مواد حیاتی مفید، موادی اند که در اقتصاد انسانی مصرف می شوند. محاسبهٔ ظرفیت زیستی ملی با محاسبهٔ مقدار کلی زمین های حاصل‌خیز در دسترس آغاز می‌شود و اشاره به زمین و منابع آبی دارد که پشتیبان فعالیت فتوسنتزی[۲۵] و تجمع زیست‌توده[۲۶] است و مناطق بی‌ثمر، کم‌بهره و پراکنده را وارد محاسبات نمی کند. در تعیین ظرفیت زیستی نیز (مشابه ردپای اکولوژیک) انواع زمین به شش گروه تقسیم می‌شوند. ظرفیت زیستی یک کشور نیز برای هر نوع زمین براساس فرمول ۲ محاسبه می‌شود:

$$BC = A * YF * EQF \qquad (۲)$$

(Ewing, et al., 2010)

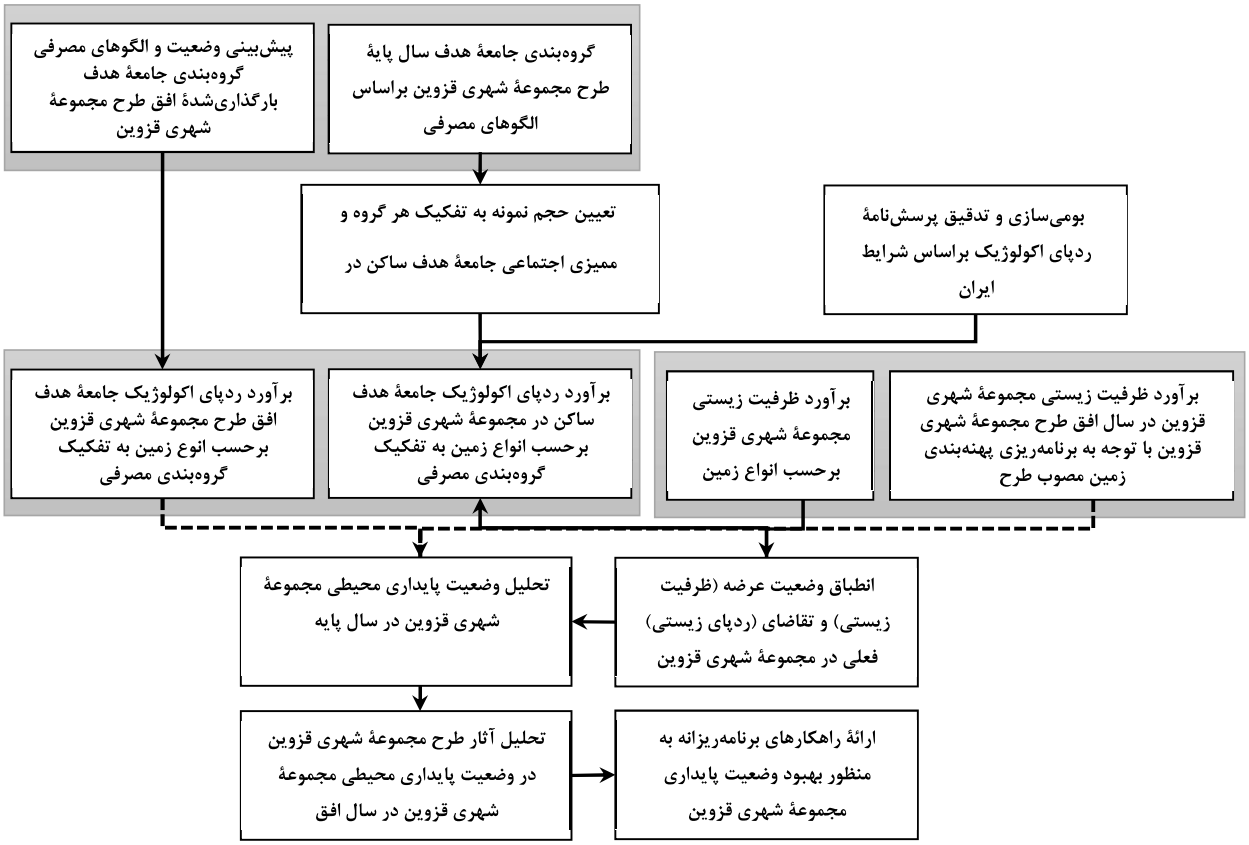
در فرمول بالا BC، ظرفیت زیستی، A، سطح موجود برای یک نوع خاص زمین، YF، ضریب بازده و EQF ضریب معادل است.

۱.۲. روش‌شناسی پژوهش

به منظور ارزیابی تأثیرات ناشی از اجرای طرح توسعهٔ مجموعهٔ شهری قزوین در وضعیت پایداری محیطی مجموعه، به شیوهٔ پژوهش تجربی[۲۷] وضعیت اکولوژیکی منطقهٔ مورد پژوهش در سال ۱۳۸۵ با ۱۴۱۰ شمسی، مطابق با شرایط پیشنهادی برنامهٔ مجموعهٔ شهری قزوین، مقایسه خواهد شد. با این هدف ردپای اکولوژیک و ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری به صورت مجزا برای سال‌های مدنظر محاسبه شده و در نهایت پس از کسر ردپای اکولوژیک از ظرفیت زیستی مجموعه، وضعیت پایداری اکولوژیکی منطقه از نظر مازاد یا کسری اکولوژیک تعیین خواهد شد. شکل ۳ فرایند پیموده‌شده برای دستیابی به هدف پیش‌رو را به صورت خلاصه نمایش می‌دهد.

در خصوص ردپای اکولوژیک روش منتخب به منظور پیشبرد پژوهش پیش‌رو روش جزء خواهد بود، به این معنا که به منظور محاسبهٔ ردپای اکولوژیک فردی از پرسش نامهٔ تهیه‌شدهٔ درگاه الکترونیکی شبکهٔ جهانی ردپا[۲۸] استفاده شده است. این پرسش نامه که تنها برای چندین کشور معدود تهیه شده است[۲۹] شامل پرسش هایی است که پاسخ آن ها با توجه به سبک زندگی آن کشور خاص تدوین شده است؛ برای نمونه در گسترهٔ پاسخ‌های ارائه‌شدهٔ زیر هر پرسش تعداد اتاق ها، تعداد وعده های مصرفی غذاهای گوشتی، سوخت استفاده شده و ... در پرسش نامهٔ کشورهای مختلف متفاوت است. اساس این پرسش‌نامه بر مبنای پرسش‌هایی است که در خصوص چهار گروه خوراک، مسکن، حمل‌ونقل و کالا مطرح شده است و بر مبنای سبک زندگی هر کشور خاص نیز گزینه‌های پاسخ طراحی شده‌اند.

برای محاسبهٔ ظرفیت زیستی، لازم است در گام نخست نسبت به تعیین انواع زمین موجود در منطقهٔ مورد پژوهش مطابق با دسته‌بندی شش‌گانه زمین اقدام شود. از آنجا که پیشنهاد نحوهٔ استفاده از زمین در طرح مجموعهٔ شهری قزوین با توجه به مقیاس طرح به صورت پهنه‌ای انجام شده است، نوع زمین استفاده‌شده در تولید انرژی و آبی در این پژوهش قابل تشخیص نیست؛ از این‌رو برای آن مساحتی در نظر گرفته نشده است. روش استفاده شده در محاسبهٔ میزان ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری قزوین نیز استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی در برآورد میزان انواع زمین موجود در مجموعهٔ شهری قزوین است. پس از محاسبهٔ انواع زمین با داشتن ضریب بازده و ضریب معادل با استفاده از فرمول ۲ می توان ظرفیت زیستی را محاسبه کرد.



شکل ۳. فرایند پژوهش

۲.۲. پیش‌فرض‌های پژوهش

پیشبرد اهداف پژوهش پیش‌رو مستلزم در نظر گرفتن پیش‌فرض‌هایی به شرح زیر از سوی نگارندگان است:

- **گروه‌بندی اجتماعی جامعهٔ ساکن و بارگذاری‌شونده در مجموعه از طریق طرح مجموعهٔ شهری قزوین به منظور شناسایی تفاوت‌های موجود در الگوهای مصرفی ساکنان و نمونه‌گیری از افراد گروه‌های اجتماعی**: از آنجا که ردپای اکولوژیک مستقیماً با سبک زندگی و الگوهای مصرفی افراد رابطه دارد، بنابراین تشخیص تفاوت‌های موجود در الگوهای مصرفی ضروری است. به منظور تعیین گروه‌های همگن به لحاظ الگوهای مصرفی از گروه‌بندی‌های هزینه- درآمد خانوارها به‌منزلهٔ تقریبی از سبک زندگی استفاده شده است. محاسبهٔ ردپای تک تک افراد جامعه غیرممکن است، بنابراین نمونه‌گیری از جامعه نیاز است. برای این منظور لازم است ابتدا افراد جامعه با توجه به متغیر درآمد گروه‌بندی شوند، سپس مطابق با سهم هر گروه از جامعه، تعداد نمونه مشخص می‌شود. بر این اساس نگارندگان از گروه‌بندی اجتماعی انجام‌شده در طرح مجموعهٔ شهری قزوین استفاده کرده‌اند، اما به منظور شناسایی میزان ردپا، از سوی نگارندگان مقالهٔ پیش‌رو از جامعهٔ نمونهٔ تعیین‌شده در هر یک از گروه‌ها ممیزی اجتماعی صورت پذیرفته است.

با وجود آمارگیری سالانهٔ مرکز آمار ایران از هزینه و درآمد خانوارها، طرح مجموعهٔ شهری قزوین دوره‌های زمانی ۱۳۶۴، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۳ را به دلیل تغییر گروه‌بندی‌های اقتصادی در این مقاطع و نزدیکی این

سال‌ها با مقاطع سرشماری ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ برگزیده است. مقاطع انتخاب‌شده، همگی ابتدای تقسیم‌بندی‌های جدید در گروه‌بندی‌های هزینه- درآمد خانوارها به شمار می روند. از آنجا که اطلاعات هزینه- درآمد در خصوص مجموعهٔ شهری قزوین در دسترس نبود و با توجه به این مسئله که سهم جمعیتی مجموعهٔ شهری از کل استان قزوین بسیار چشمگیر است، اطلاعات استان قزوین به سطح مجموعهٔ شهری قزوین تعمیم داده شده است (مهندسین مشاور نقش جهان- پارس، ۱۳۹۲). در اینجا برای سهولت محاسبات، سهم درآمدی در پنج گروه بررسی می شود. جدول یک سهم جمعیتی استان قزوین را در گروه‌های مختلف هزینه‌ای- درآمدی در سه دورهٔ آماری منتخب و در سال مبدأ و مقصد پژوهش نشان می دهد. با توجه به اینکه آخرین آمار ارائه شدهٔ مرکز آمار ایران برای سهم خانوارها در گروه های مختلف درآمدی مربوط به سال ۱۳۸۷ است، لازم است سهم خانوارها در گروه های مختلف درآمدی در سال ۱۳۹۳ و ۱۴۱۰ نیز محاسبه شود. مطابق جدول سهم خانوارهای استان قزوین در گروه‌های مختلف درآمدی، بازه‌های درآمدی سال ۱۳۸۷ مشابه بازه های درآمدی سال ۱۳۸۳ در نظر گرفته شده و فراوانی خانوارها در آخرین گروه تجمع یافته است. از این رو در مقایسهٔ گروه های درآمدی و محاسبات سهم درآمدی خانوارها برای سال مبدأ و مقصد، خطا ایجاد می‌شود؛ اما با استفاده از نسبت شاخص‌بها بین سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷، بازه‌های درآمدی ۱۳۸۷ محاسبه و در نهایت سهم درآمدی هر گروه اصلاح شد (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۳). با استفاده از نسبت شاخص‌بها بین سال ۱۳۸۳ و دی‌ماه ۱۳۹۳، بازه‌های درآمدی ۱۳۹۳ محاسبه و در نهایت سهم درآمدی هر گروه نیز با فرض اینکه تغییر سهم هر گروه در آینده، به روند گذشته نزدیک خواهد بود با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$Pn = Po\,(1 + r)\,t \;..\qquad (۳)$$

به همین ترتیب، سهم درآمدی هر گروه در سال ۱۴۱۰ نیز پیش بینی می شود. شایان یادآوری است، که براساس فرمول بالا، بار نخست نرخ رشد سهم درآمدی گروه‌های مختلف بین سال های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ و بار دیگر نرخ رشد برای سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷ محاسبه شد و بار هر یک از آن ها به طور جداگانه، سهم درآمدی هر گروه برای سال ۱۳۹۳ و ۱۴۱۰ نیز به دست آمد و میانگین اعداد حاصل‌شده به‌منزلهٔ سهم درآمدی هر گروه در نظر گرفته شد (جدول ۱).

براساس تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌ها در طرح مجموعهٔ شهری قزوین با توجه به تغییرات مورد انتظار ناشی از اجرای طرح بر وضعیت منطقه، قاعدهٔ کلی توزیع خانوارها براساس میزان درآمد، گویای توزیع کاهنده- افزاینده خواهد بود و سهم گروه‌های کم‌درآمد و پردرآمد از گروه‌های میان‌درآمد بیشتر خواهد شد.

جمعیت مجموعهٔ شهری قزوین در سال ۱۳۹۰ برابر با ۶۵۸۸۴۱ نفر برآورد شده است؛ بنابراین لازم است با استفاده از نمونه گیری تصادفی و از طریق بررسی نمونه و تعمیم آن به جامعه ردپای اکولوژیک محاسبه شود. با استفاده از فرمول کوکران، با سطح اطمینان ۹۵ درصد و فاصلهٔ اطمینان ۱۰ درصد، حجم نمونهٔ موردنیاز برای جامعه‌ای با جمعیت ۶۵۸ هزار نفری، ۹۶ نفر تعیین شد. بنابراین، تعداد پرسش‌نامه برای محاسبهٔ ردپای اکولوژیک هر یک از پنج گروه درآمدی، مطابق با سهم هر گروه در سال ۱۳۹۳ در نظر گرفته شد. به این ترتیب برای گروه یک تا پنج به ترتیب، ۱۷، ۱۰، ۲۶، ۱۸ و ۲۵ پرسش‌نامه تکمیل شد. نمونهٔ موردنظر برای پاسخ به این پرسش‌نامه‌ها به طور تصادفی و از میان ساکنان مجموعهٔ شهری قزوین انتخاب شد. از میان ۱۰۰ پرسش‌نامهٔ تکمیل‌شده، ۶۳ پرسش‌نامه قابل پذیرش بودند و مابقی آن ها، به دلیل اینکه بیشتر از تعداد موردنیاز گروه‌های میان‌درآمد بودند، از این مجموعه خارج شد و مجدداً ۶۵ پرسش‌نامهٔ دیگر تکمیل شد تا تعداد پرسش‌نامهٔ موردنیاز هر گروه تأمین شود.

جدول ۱. تعیین سهم خانوارهای مجموعهٔ شهری قزوین در گروه‌های درآمدی مختلف برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۴۱۰

سال	شاخص بها	ردیف	۱	۲	۳	۴	۵
۱۳۷۷	–	گروه‌بندی درآمدی (میلیون ریال)	۷/۲ و کمتر	۱۲–۷/۲	۱۲– ۱۹/۵	۱۹/۵– ۳۰	بیش از ۳۰
		سهم (درصد)	۳۰/۳	۲۶/۲	۱۸	۱۳٫۸	۱۱/۷
۱۳۸۳	۳۶/۱	گروه‌بندی درآمدی (میلیون ریال)	۱۶/۵ و کمتر	۱۶/۵– ۲۴	۲۴– ۴۵	۴۵– ۷۵	بیش از ۷۵
		سهم (درصد)	۹/۲	۱۶/۵	۲۷/۴	۳۳	۱۳/۹
۱۳۸۷ (با فرض گروه‌بندی درآمدی سال ۱۳۸۳)	–	گروه‌بندی درآمدی (میلیون ریال)	۱۶/۵ و کمتر	۱۶/۵– ۲۴	۲۴– ۴۵	۴۵– ۷۵	بیش از ۷۵
		سهم (درصد)	۴/۷	۴/۲	۲۱/۴	۲۲/۹	۴۶/۸
۱۳۸۷	۶۶/۱	گروه‌بندی درآمدی (میلیون ریال)	۳۰ و کمتر	۳۰– ۴۴	۴۴– ۸۲	۸۲– ۱۳۷	بیش از ۱۳۷
با احتساب گروه‌بندی درآمدی جدید		سهم (درصد)	۱۵/۳	۱۵	۲۷/۵	۲۲/۴	۱۹/۸
۱۳۹۳	۲۱۲/۳	گروه‌بندی درآمدی (میلیون ریال)	۹۵ و کمتر	۹۵– ۱۴۰	۱۴۰– ۲۶۰	۲۶۰– ۴۴۰	بیش از ۴۴۰
		سهم (درصد)	۱۸/۲	۱۰/۲	۲۷/۲	۱۸/۴	۲۶
۱۴۱۰	–	سهم (درصد)	۳۰/۷	۱/۹	۱۹/۹	۱۶/۱	۳۱/۴

- **یکسان فرض‌کردن الگوهای مصرفی و سبک زندگی جمعیت در افق طرح مجموعهٔ شهری قزوین با وضعیت فعلی**: براساس پیش‌بینی‌ها در طرح مجموعهٔ شهری قزوین، میزان درآمد، سطح تحصیلات و منزلت اجتماعی و شغلی خانوارها در افق طرح افزایش می‌یابد و به وضعیت استان تهران نزدیک خواهد شد (مهندسین مشاور نقش جهان– پارس، ۱۳۹۲). بر این اساس، الگوهای مصرفی و سبک زندگی نیز قطعاً با تغییراتی روبه‌رو خواهد شد. در پژوهش پیش‌رو به منظور برآورد میزان ردپای جمعیت بارگذاری‌شده از طریق طرح مجموعهٔ شهری قزوین، الگوهای مصرفی جمعیت افق طرح مشابه با وضعیت مصرف جمعیت فعلی در نظر گرفته شده است.
- **معادل فرض‌کردن ضریب بازده ایران برابر با ضریب بازده جهانی**: تعیین ردپای اکولوژیک و ظرفیت زیستی کل مجموعه نیازمند دستیابی به دو فاکتور ضریب بازده و ضریب معادل خواهد بود. در این پژوهش از آخرین ضریب معادل منتشرشده در گزارش سیارهٔ زنده استفاده شده است. در خصوص ضریب بازده به دلیل آزادانه‌نبودن دسترسی به اطلاعات مربوط به ایران و ضرورت صرف هزینه های میلیونی به منظور خرید این نوع اطلاعات این ضریب برابر با ضریب جهانی و یک فرض شده است.

با احتساب پیش‌فرض‌های گفته‌شده فرایند پیشبرد پژوهش در قالب گام‌های زیر تنظیم شده است:

- گام نخست: گروه‌بندی اجتماعی مجموعهٔ شهری

قزوین، تعیین حجم نمونه، ارسال پرسش‌نامهٔ تدقیق‌شده، دریافت پرسش‌نامه‌ها و محاسبهٔ ردپای اکولوژیک در سال مقصد با استفاده از درگاه الکترونیکی جهانی ردپای اکولوژیک؛

- گام دو: پیش‌بینی وضعیت در سال افق و محاسبهٔ ردپای اکولوژیک براساس محاسبات به‌کار گرفته‌شده در گام نخست؛
- گام سوم: برآورد ظرفیت زیستی در سال پایه با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و پیش‌بینی ظرفیت زیستی در سال افق با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی پیشنهادی طرح مجموعهٔ شهری قزوین؛
- گام چهارم: تعیین وضعیت اکولوژیک مجموعهٔ شهری، تحلیل وضعیت و در نهایت ارائهٔ راهکارهای برنامه‌ریزانه به منظور بهبود وضعیت پایداری مجموعهٔ شهری قزوین.

- **استفاده از گزینه‌های پرسش‌نامه‌ای مشابه وضعیت ایران**: به دلیل تهیه‌نشدن این پرسش‌نامه برای ایران از سوی شبکهٔ جهانی ردپا از نزدیک‌ترین کشوری که به لحاظ سبک زندگی به ایران شبیه است، یعنی ترکیه استفاده شده است.

در نهایت پس از محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری نتایجی حاصل شد که در ادامه تشریح خواهند شد.

۳. نتایج و بحث

در جدول ۲، خلاصه‌ای از نتایج پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده ارائه شده است. در این جدول پاسخ‌های هر یک از گروه‌های درآمدی مختلف به پرسش‌های ۱ تا ۱۷، همچنین مد و بیشترین تعداد پاسخ هر گروه مشخص شده است.

جدول ۲. وضعیت مصرف ساکنان مجموعهٔ شهری قزوین به تفکیک گروه‌بندی انجام‌شده

پرسش‌ها	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵
غذا					
سؤال ۱) شما هر چند وقت میوه و سبزیجات، غلات (شامل نان، برنج و ماکارونی) و حبوبات مصرف می‌کنید؟	گاهی اوقات (مقداری در هر وعدهٔ غذایی)	گاهی اوقات (مقداری در هر وعدهٔ غذایی) / اغلب اوقات (نصف هر وعدهٔ غذایی)	اغلب اوقات (نصف هر وعدهٔ غذایی)	اغلب اوقات (نصف هر وعدهٔ غذایی)	اغلب اوقات (نصف هر وعدهٔ غذایی)
سؤال ۲) شما هر چند وقت گوشت مرغ (پرندگان) می‌خورید؟	به ندرت (یک بار در هفته)	به ندرت (یک بار در هفته)	گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)	گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)	گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)
سؤال ۳) شما هر چند وقت گوشت گاو، گوسفند یا دیگر گوشت‌های قرمز مصرف می‌کنید؟	هرگز	به ندرت (یک بار در هفته)	به ندرت (یک بار در هفته)/ گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)	گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)	گاهی اوقات (بیشتر روزهای هفته)
سؤال ۴) شما هر چند وقت ماهی یا سایر خوراکی‌های دریایی مصرف می‌کنید؟	هرگز	هرگز	به ندرت (یک بار در هر چند هفته)	به ندرت (یک بار در هر چند هفته)	به ندرت (یک بار در هر چند هفته)
سؤال ۵) شما هر چند وقت تخم مرغ، شیر و لبنیات مصرف می‌کنید؟	به ندرت (دو یا سه بار در هفته)	به ندرت (دو یا سه بار در هفته)	گاهی اوقات (یک بار در روز)	اغلب اوقات (دو بار در روز)	گاهی اوقات (یک بار در روز)

ادامه جدول ۲. وضعیت مصرف ساکنان مجموعهٔ شهری قزوین به تفکیک گروه‌بندی انجام‌شده

پرسش‌ها	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵
کالا و خدمات					
سؤال ۶) به طور متوسط هزینه‌های ماهانهٔ شما برای کالاهای خانگی و تعمیر و نگهداری آن چه میزان است؟	کمتر از ۵۰ هزار تومان	کمتر از ۵۰ هزار تومان	کمتر از ۵۰ هزار تومان	۱۵۰–۲۰۰ هزار تومان	۱۰۰–۱۵۰ هزار تومان
سؤال ۷) به طور متوسط هزینه‌های ماهانهٔ شما برای پوشاک و کفش چه میزان است؟	کمتر از ۵۰ هزار تومان	کمتر از ۵۰ هزار تومان	کمتر از ۵۰ هزار تومان	۵۰–۱۰۰ هزار تومان	۱۰۰–۱۵۰ هزار تومان
سؤال ۸) به طور متوسط هزینه‌های ماهانهٔ شما برای تماشای فیلم و سینما، موزه‌ها، پارک‌ها، و غیره (سرگرمی و فرهنگ) چه میزان است؟	کمتر از ۲۰ هزار تومان	کمتر از ۲۰ هزار تومان	کمتر از ۲۰ هزار تومان	کمتر از ۲۰ هزار تومان	کمتر از ۲۰ هزار تومان
مسکن					
سؤال ۹) چند نفر در خانوادهٔ شما زندگی می‌کنند؟	۴	۳ و ۴	۴	۴	۴
سؤال ۱۰) چه نوع خانه ای در آن زندگی می‌کنید؟	آپارتمان	آپارتمان	آپارتمان	آپارتمان	آپارتمان
سؤال ۱۱) نوع سوخت مصرفی خانه چیست؟	گاز طبیعی	گاز طبیعی	گاز طبیعی	گاز طبیعی	گاز طبیعی
سؤال ۱۲) اندازهٔ خانه شما چند متر مربع است؟	کمتر از ۵۰ متر مربع	۵۱–۸۰ متر مربع	۸۱–۱۰۰ متر مربع	۱۰۱–۱۵۰ متر مربع	۱۰۱–۱۵۰ متر مربع
سؤال ۱۳) چند درصد از انرژی مصرفی از منابع تجدیدپذیر است؟	کمتر از ۲۵ درصد	کمتر از ۲۵ درصد	کمتر از ۲۵ درصد	کمتر از ۲۵ درصد	کمتر از ۲۵ درصد
جابه‌جایی					
سؤال ۱۴) شما با چه نوع وسیلهٔ نقلیه‌ای رانندگی می‌کنید؟	وسیلهٔ نقلیه نداریم	وسیلهٔ نقلیه نداریم	یک خودروی چهار درب	یک خودروی چهار درب	یک خودروی چهار درب
سؤال ۱۵) در هر هفته تا چه حد با وسیلهٔ نقلیه سفر می‌کنید؟	۱–۲۵ کیلومتر	۲۶–۵۰ کیلومتر	۱–۲۵ کیلومتر	بیش از ۱۰۰ کیلومتر	بیش از ۱۰۰ کیلومتر
سؤال ۱۶) در هر سال تا چه حد با قطار سفر می‌کنید؟	هرگز	هرگز	هرگز	هرگز	هرگز
سؤال ۱۷) در هر سال تا چه حد با هواپیما سفر می‌کنید؟	هرگز	هرگز	هرگز	هرگز	کمتر از ۲ ساعت

با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه‌ها، پس از محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی هر یک از افراد، به منظور پردازش اطلاعات، از ردپای افراد مختلف در گروه‌های پنج‌گانه میانگین گرفته شد و بدین‌ترتیب ردپای هر گروه به دست آمد. در جدول ۳ میانگین ردپای اکولوژیکی هر یک از پنج گروه درآمدی به طور کلی و ردپای مصرفی آن‌ها به طور مجزا به تفکیک هر یک از شش نوع زمین ارائه شده است.

جدول ۳. محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی ساکنان مجموعهٔ شهری قزوین به تفکیک گروه‌بندی انجام‌شده

محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵
میانگین ردپا در زمین انرژی هر گروه	۴۰/۶۱ درصد	۴۰/۹۱ درصد	۴۴ درصد	۴۳/۷۸ درصد	۴۵/۸۸ درصد
میانگین ردپا در زمین انرژی (همهٔ گروه‌ها)	۴۳/۴۰ درصد				
میانگین ردپا در زمین کشتزاری هر گروه	۴۵/۴۱ درصد	۴۴/۸۴ درصد	۴۱/۵۸ درصد	۴۱/۱۶ درصد	۳۹/۴۴ درصد
میانگین ردپا در زمین کشتزاری (همهٔ گروه‌ها)	۴۱/۹۶ درصد				
میانگین ردپا در زمین مرتع	۱/۷۹ درصد	۱/۹۶ درصد	۲/۳۵ درصد	۲/۵۱ درصد	۲/۳۷ درصد
میانگین ردپا در زمین مرتع (همهٔ گروه‌ها)	۲/۲۵ درصد				
میانگین ردپا در زمین جنگلی	۹/۱۰ درصد	۹/۱۱ درصد	۹ درصد	۹/۲۶ درصد	۸/۹۴ درصد
میانگین ردپا در زمین جنگلی (همهٔ گروه‌ها)	۹/۱۳ درصد				
میانگین ردپا در زمین ساخته‌شده	۲/۴۸ درصد	۲/۵۰ درصد	۲ درصد	۲/۵۵ درصد	۲/۶۱ درصد
میانگین ردپا در زمین ساخته‌شده (همهٔ گروه‌ها)	۲/۵۳ درصد				
میانگین ردپا در زمین آبی	۰/۶۲ درصد	۰/۶۷ درصد	۰/۷۷ درصد	۰/۷۲ درصد	۰/۷۷ درصد
میانگین ردپا در زمین آبی (همهٔ گروه‌ها)	۰/۷۲ درصد				
میانگین ردپای هر گروه (gha)	۱/۹۲	۲/۳۹	۲/۸۷	۳/۱۱	۳/۳۵
میانگین ردپای همهٔ گروه‌ها (gha)	۲/۸۲				

با استفاده از ردپای اکولوژیکی هر گروه و با در نظر گرفتن درصد جمعیتی هر یک از آن ها، ردپای اکولوژیکی کل برای مجموعهٔ شهری قزوین در سال مبدأ و مقصد محاسبه شد. در نتیجه میانگین ردپای هر فرد در سال مقصد (۱۴۱۰ شمسی) براساس فرمول زیر عبارت خواهد بود از ۲/۷۶ که با توجه به افزایش آگاهی‌های محیط‌زیستی جوامع چندان دور از ذهن به نظر نمی‌رسد.= (۴)

(۱/۹۲*۳۰/۷) + (۲/۳۹*۱/۹) + (۲/۸۷*۱۹/۹)

+ (۳/۱۱*۱۶/۱) + (۳/۳۵*۳۱/۴) /۱۰۰= ۲/۷۶

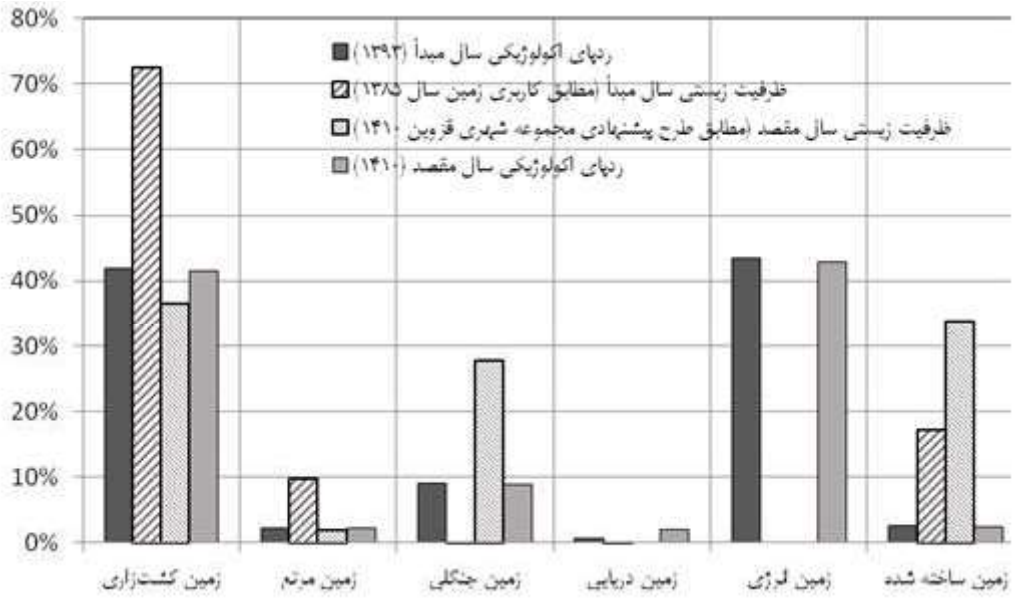
به منظور محاسبهٔ ظرفیت زیستی، با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، مساحت کاربری زمین موجود

و پیشنهادی مطابق با هر یک از انواع شش زمین نامبرده محاسبه شد. با توجه به اینکه در سال ۱۳۸۵ جمعیت مجموعهٔ شهری قزوین ۶۵۸۸۴۱ نفر و جمعیت پیش‌بینی‌شده برای سال مقصد ۹۱۷۱۹۰ نفر مشخص شده است، سرانهٔ کاربری‌های زمین به دست آمد. سپس در ضریب معادل، که به طور جهانی برای هر نوع زمین در نظر گرفته شده است، ضرب شد. در نهایت مجموع آن‌ها، ظرفیت زیستی کل مجموعهٔ شهری را به دست می‌دهد. در مرحلهٔ آخر نیز وضعیت اکولوژیکی مجموعه از کسر ردپای اکولوژیک از ظرفیت زیستی به دست آمد.

جدول ۴. محاسبهٔ ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری قزوین در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۴۱۰

نوع زمین	۱۳۸۵				۱۴۱۰			
	مساحت زمین (هکتار)	سرانهٔ موجود (هکتار به ازای نفر)	ضریب معادل	ظرفیت زیستی (هکتار به ازای نفر)	مساحت زمین (هکتار)	سرانهٔ موجود (هکتار به ازای نفر)	ضریب معادل	ظرفیت زیستی (هکتار به ازای نفر)
کشتزاری	۷۱۴۱۴	۰/۱۰۸	۲/۵۱	۰/۲۷۲	۳۸۳۰۴	۰/۰۴۲	۲/۵۱	۰/۱۰۵
مرتع	۵۳۰۱۵	۰/۰۸۰۴	۰/۴۶	۰/۰۳۷	۱۰۷۶۰	۰/۰۱۱۷	۰/۴۶	۰/۰۰۵۴
جنگلی	۶۹۱	۰/۰۰۱	۱/۲۶	۰/۰۰۱۳	۵۷۸۵۲	۰/۰۶۳	۱/۲۶	۰/۰۷۹
آبی	۲۳۵	۰/۰۰۰۳	۰/۳۷	۰/۰۰۰۱	–		۰/۳۷	
انرژی	۸	۰/۰۰۰۰۱۲	۱/۲۶	۰/۰۰۰۰۱۵	–		۰/۲۶	
ساخته‌شده	۱۶۹۸۹	۰/۰۲۵۸	۲/۵۱	۰/۰۶۴۷	۳۵۴۳۷	۰/۰۳۸۶	۲/۵۱	۰/۰۹۷
مجموع	۱۴۲۳۵۲	۰/۲۲	–	۰/۳۷	۱۴۲۳۵۳	۰/۱۵	–	۰/۲۸

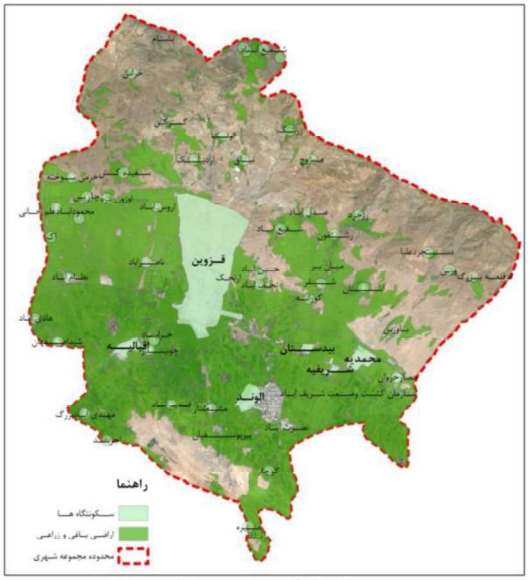
با توجه به جداول ۳ و ۴، کسری اکولوژیک در مجموعهٔ شهری قزوین در سال ۱۳۸۵ به ازای هر نفر، معادل ۲/۴۵- هکتار و در سال ۱۴۱۰ و ناشی از اجرای پیشنهادهای طرح، برخلاف کاهش ردپای سرانه به دلیل بارگذاری جمعیت مازاد برابر با ۲/۴۷- هکتار خواهد بود. بنابراین، در سال پایهٔ طرح مجموعهٔ شهری قزوین با کسری اکولوژیک مواجه است و در صورت ادامهٔ این روند مصرفی و تغییر کاربری‌های زمین مطابق با پیشنهادهای داده‌شده، تا سال مقصد نیز همین میزان کسری اکولوژیک با افزایشی ناچیز وجود خواهد داشت. شکل ۴ ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری را به تفکیک انواع زمین در کنار هم نشان می‌دهد. این کسری اکولوژیک به‌ویژه مربوط به زمین کشتزاری است. براساس جداول ۳ و ۴ و شکل ۴، تراز ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک در زمین‌های کشتزاری در سال مبدأ با اختلاف زیاد مثبت بوده است؛ اما با وجود ثابت‌بودن تقریبی ردپا در فاصلهٔ سال‌های مبدأ تا افق، به دلیل تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی از طریق طرح، ظرفیت زیستی زمین‌های کشتزاری به شدت به نصف کاهش یافته است. در نتیجه مجموعه در وضعیت افق با کسری اکولوژیک بیشتری در این دست زمین‌ها نسبت به سایر انواع زمین مواجه خواهد بود حال آنکه توسعه‌های برنامه‌ریزی‌نشدهٔ اخیر در مجموعهٔ شهری قزوین نشان از تخریب بی‌رویهٔ زمین‌های کشاورزی و باغی واقع در دشت ارزشمند و تاریخی قزوین داشته است. شکل ۵ وضعیت و مساحت این پهنهٔ ارزشمند را در سال ۱۳۹۰ نمایش می‌دهد.



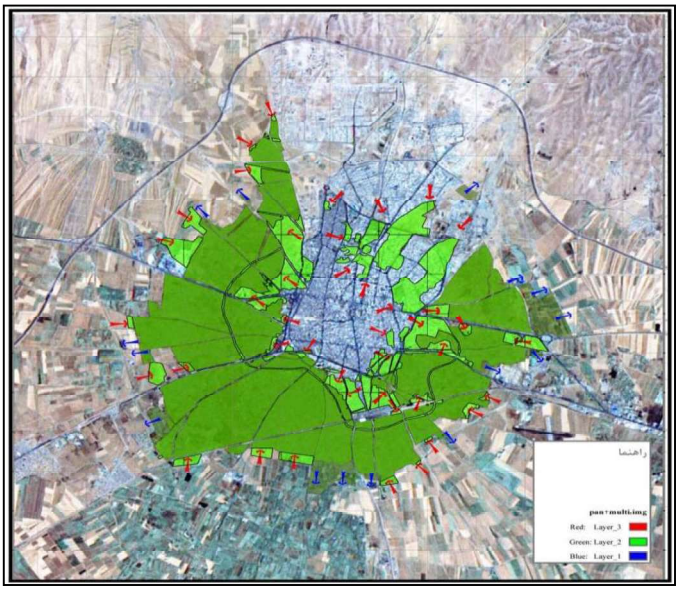
شکل ۴. ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی به تفکیک انواع زمین در سال مبدأ و مقصد برحسب سهم (درصد)

روند برنامه‌ریزی‌نشدهٔ توسعهٔ این سکونتگاه‌ها در گذشته موجب تخریب زمین های کشاورزی شده است، اما در صورت تداوم یا تشدید برنامه‌ریزی‌شدهٔ این روند در آینده وضعیت پایداری منطقه از امروز بسیار بدتر خواهد شد. همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است، سکونتگاه‌های شهری مجموعه تماماً در زمین‌های کشاورزی و باغی نیمهٔ جنوبی مجموعه گسترده شده‌اند.

همچنین بررسی روند گسترش این سکونتگاه‌ها در سال‌های گذشته در قالب شکل ۶ نشانگر تمایل آن‌ها به پراکنده‌رویی و در نتیجه تخریب بی‌رویهٔ این عرصه‌های زیستی به‌ویژه در پیرامون قزوین است. در شکل زیر فلش‌های آبی و قرمزرنگ به ترتیب جهت گسترش و تخریب باغ‌های پیرامون قزوین را از سال ۱۳۴۷ تا ۱۳۷۹ نشان می‌دهند.



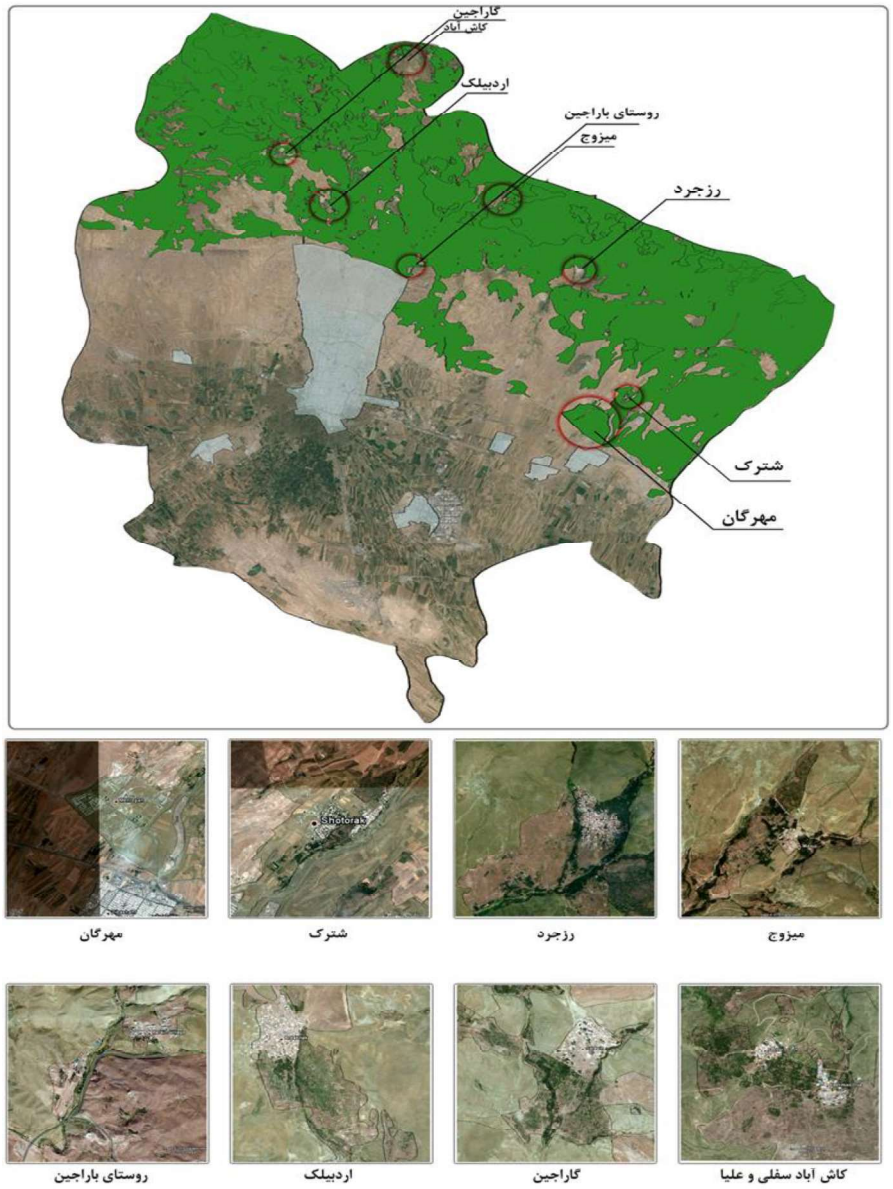
شکل ۵. ایجاد نقاط سکونتگاهی در زمین‌های کشاورزی و باغی- ۱۳۹۰، (مهندسین مشاور نقش‌جهان پارس، ۱۳۹۲)



شکل۶. پراکنش نقاط سکونتگاهی به سمت زمین‌های کشاورزی و باغی پیرامون قزوین- ۱۳۹۰، (مهندسین مشاور آورث، ۱۳۸۰)

این تصویر، از مقایسهٔ دو تصویر هوایی مربوط به سال‌های ۱۳۴۷ و ۱۳۷۹ توسط مهندسین مشاور آورث به دست آمده است[۳۰] لکه‌های سبز کم‌رنگ محدودهٔ باغی در سال ۱۳۴۷ و لکه‌های سبز پررنگ محدودهٔ باغی عقب‌نشینی‌کرده در سال ۱۳۷۹ را نمایش می‌دهند.

همان‌طور که در جدول ۴ ارائه شده است، در صورت اجرای طرح مجموعهٔ شهری قزوین، مساحت زمین های کشتزاری از ۷۱۴ کیلومتر مربع در سال مبدأ به ۳۸ کیلومتر مربع در سال مقصد کاهش خواهد یافت. همچنین ظرفیت زیستی این نوع کاربری زمین در فاصلهٔ این سال ها به ازای هر نفر ۰/۱۶۷ هکتار کاهش خواهد یافت. براساس شکل ۷، زمین‌های مرتعی در شمال و شرق مجموعهٔ شهری قزوین و در واقع در ارتفاعات مجموعه گسترده شده است.



شکل ۷. شکل‌گیری سکونتگاه‌های روستایی در زمین‌های مرتعی شمال مجموعهٔ شهری قزوین؛ ۱۳۹۰

توضیحات: پهنه‌های سبزرنگ زمین‌های مرتعی شمال مجموعهٔ شهری قزوین را نمایش می‌دهد که در سال‌های اخیر معرض خطر ناشی از پراکنش سکونتگاه‌های روستایی قرار گرفته است. در ادامه با بررسی گزارش ردپای اکولوژیک جهانی ارائه‌شده در سال ۲۰۱۰ میلادی، که به محاسبهٔ ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی در مقیاس جهانی، قاره‌ای و در سطح کشورها پرداخته است، می توان به مقایسهٔ وضعیت پایداری اکولوژیکی مجموعهٔ شهری قزوین با سطوح بالاتر در مقیاس ایران، آسیا و جهان دست یافت.

جدول ۵. مقایسهٔ وضعیت ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی در جهان، آسیا، ایران (۲۰۰۷) و مجموعهٔ شهری قزوین (۱۳۸۵ و ۱۴۱۰)

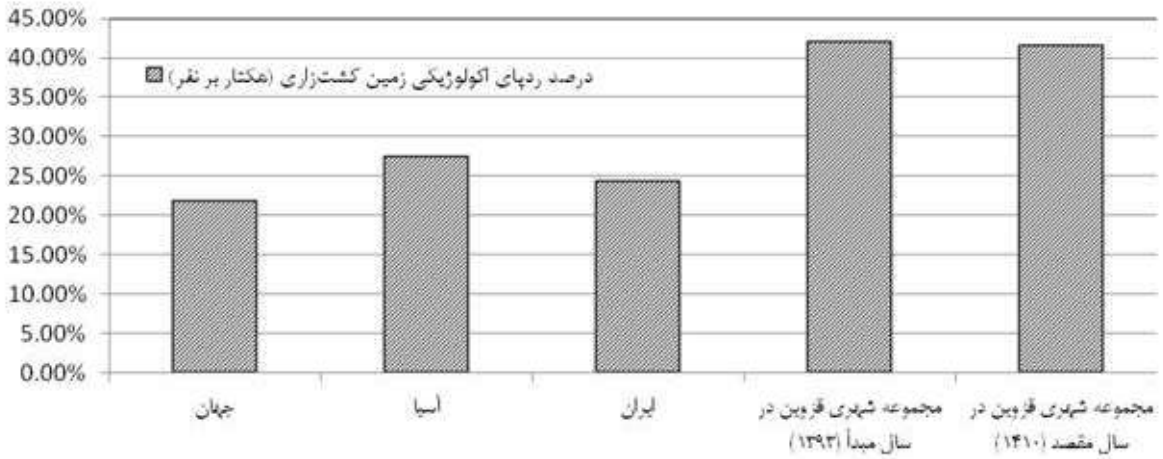
منطقه		جهان		آسیا		ایران		مجموعهٔ شهری قزوین در سال مبدأ (۱۳۸۵)	مجموعهٔ شهری قزوین در سال مقصد (۱۴۱۰)
جمعیت (میلیون)		۶۶۷۰/۸		۴۰۳۱/۲		۷۲/۴۴		۶۵۸۸۴۱ (نفر)	۹۱۷۱۹۰ (نفر)
درصد تغییرات جمعیت (۱۹۶۱-۲۰۰۷)		+٪۱۱۷		+٪۱۳۸		+٪۲۲۵			
ردپای اکولوژیکی به تفکیک زمین (هکتار بر نفر)	زمین کشتزاری	۰/۵۹	۲۱/۸۵ درصد	۰/۴۹	۲۷/۵۳ درصد	۰/۶۵	۲۴/۲۵ درصد	۴۱/۹۶ درصد	۴۱/۵۸ درصد
	زمین مرتعی	۰/۲۱	۷/۷۸ درصد	۰/۰۶	۳/۳۷ درصد	۰/۱۰	۳/۷۳ درصد	۲/۲۵ درصد	۲/۱۷ ردصد
	زمین جنگلی	۰/۲۹	۱۰/۷۴ درصد	۰/۱۴	۷/۸۷ درصد	۰/۰۵	۱/۸۶ درصد	۹/۱۳ درصد	۸/۹۵ درصد
	پهنه‌های آبی	۰/۱۱	۴/۰۸ درصد	۰/۱۲	۶/۷۴ درصد	۰/۰۹	۳/۳۶ درصد	۰/۷۲ درصد	۱/۹۵ درصد
	ردپای کربن	۱/۴۴	۵۳/۳۳ درصد	۰/۹۰	۵۰/۵۶ درصد	۱/۷۱	۶۳/۸۱ درصد	۴۳/۴۰ درصد	۴۲/۹۴ درصد
	زمین ساخته‌شده	۰/۰۶	۲/۲۲ درصد	۰/۰۷	۳/۹۳ درصد	۰/۰۸	۲/۹۹ درصد	۲/۵۳ درصد	۲/۴۱ درصد
ردپای اکولوژیکی کلی (هکتار بر نفر)		۲/۷۰		۱/۷۸		۲/۶۸		۲/۸۲	۲/۷۶
درصد تغییرات ردپای اکولوژیکی برای هر نفر (۱۹۶۱-۲۰۰۷)		+٪۱۴		+٪۳۹		+٪۷۴			
درصد تغییرات ردپای اکولوژیکی کلی (۱۹۶۱-۲۰۰۷)		+٪۱۴۹		+٪۳۴۳		+٪۴۶۴			
ظرفیت زیستی به تفکیک زمین (هکتار بر نفر)	زمین کشتزاری	۰/۵۹		۰/۴۳		۰/۵۳		۰/۲۷۲	۰/۱۰۴۸
	زمین مرتعی	۰/۲۳		۰/۰۷		۰/۰۸		۰/۰۳۷	۰/۰۰۵۴
	زمین جنگلی	۰/۷۴		۰/۱۵		۰/۰۷		۰/۰۰۱۳	۰/۰۷۹۵
	پهنه‌های آبی	۰/۱۶		۰/۰۹		۰/۰۶		۰/۰۰۰۱	–
	زمین ساخته شده	۰/۰۶		۰/۰۷		۰/۰۸		۰/۰۶۴۷	۰/۰۹۷
ظرفیت زیستی (هکتار بر نفر)		۱/۷۸		۰/۸۲		۰/۸۱		۰/۳۸	۰/۲۹
درصد تغییرات ظرفیت زیستی برای هر نفر (۱۹۶۱-۲۰۰۷)		-٪۵۲		-٪۵۵		-٪۵۱			
درصد تغییرات ظرفیت زیستی کلی (۱۹۶۱-۲۰۰۷)		+٪۴		+٪۳۵		+٪۵۹			
کسری اکولوژیکی		-۰/۹۲		-۰/۹۶		-۱/۸۷		-۲/۴۵	-۲/۴۷

منبع: (Ewing, et al., 2010)

در صورت توسعهٔ سکونتگاه های واقع در این محدوده، امکان تخریب مراتع وجود خواهد داشت. براساس جدول ۴ نیز پس از اجرای طرح مجموعهٔ شهری قزوین، مساحت زمین مراتع با کاهش ۴۳ کیلومتر مربعی (۵۳ کیلومتر مربع در سال ۱۳۸۵ و ۱۰ کیلومتر مربع در سال ۱۴۱۰) مواجه خواهد بود. همچنین، ظرفیت زیستی این نوع کاربری زمین در فاصلهٔ این ۲۵ سال، ۰/۰۳ هکتار بر نفر کاهش خواهد یافت.

در جدول بالا علاوه بر مقایسهٔ وضعیت پایداری اکولوژیکی مجموعهٔ شهری قزوین با مقیاس های بالاتر ایران، آسیا و جهان در سال ۲۰۰۷، میزان تغییرات ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی در جهان، آسیا و ایران نیز در فاصلهٔ سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۷ میلادی ارائه شده است. در مجموع درصد تغییرات ردپای اکولوژیکی در این بازهٔ ۴۶ ساله، در هر دو شکل کلی و فردی، رشد مثبتی داشته است. این تغییر در آسیا تقریباً دو برابر جهان و در ایران بیشتر از آسیا بوده است. از سوی دیگر، تغییرات ظرفیت زیستی به طور کلی مثبت بوده و نشانگر افزایش توانایی اکوسیستم در تأمین خدمات اکولوژیکی است. اما میانگین ظرفیت زیستی برای هر نفر، در جهان، آسیا و ایران حدوداً به نصف میزان آن در سال ۱۹۶۱ کاهش یافته است. بنابراین، شرایط اکولوژیکی متناسب با افزایش جمعیت تغییر نکرده است و در جهت ناپایداری حرکت می‌کند.

با مقایسهٔ وضعیت ردپای اکولوژیکی به طور کلی در جهان، آسیا و ایران مشخص می شود که جامعهٔ ایران بهره‌برداری بیشتری از طبیعت نسبت به مجموع جوامع آسیایی داشته و این میزان، مشابه ردپای اکولوژیک کل جهان است. پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۵، ردپای اکولوژیکی هر فرد در مجموعهٔ شهری قزوین، ۲/۸۲ هکتار بر نفر بوده و این عدد حتی از ردپای اکوژیکی هر فرد ایرانی که به طور میانگین ۲/۶۸ هکتار بر نفر محاسبه شده به میزان ۰/۱۴ هکتار بر نفر بیشتر است. همچنین، با توجه به وضعیت ردپای مصرفی هر فرد در زمین‌های مختلف که به طور مجزا مشخص شده است، نسبت بهره‌برداری از زمین‌های کشتزاری به سایر زمین‌ها در مجموعهٔ شهری قزوین در مقایسه با وضعیت جهان، آسیا و ایران بسیار بیشتر است. از این مقایسه می توان نتیجه گرفت علاوه بر بالابودن میانگین ردپای اکولوژیکی ساکنان مجموعهٔ شهری قزوین در مقایسه با مناطق و جوامع مورد قیاس، مطابق شکل ۸ میزان بهره‌برداری از «زمین کشتزاری» برای مصرف کالاها و خدمات از میان شش نوع نحوهٔ استفاده از زمین در اکوسیستم نیز، بسیار شدیدتر از سایر مناطق ایران و جهان است.



شکل ۸. مقایسهٔ ردپای اکولوژیکی زمین کشتزاری در مناطق مختلف

بنابراین، لزوم حفظ و توسعهٔ این نوع کاربری زمین به منظور تأمین نیازهای مصرفی جامعه کاملاً روشن و آشکار است، زیرا تغییرات ساختار اقتصادی جامعه و در نتیجه تغییر میزان ردپای اکولوژیکی تا سال مقصد (۱۴۱۰) تفاوت چندانی نشان نمی‌دهد و با کاهش ناچیزی به میزان ۲/۷۶ هکتار بر نفر خواهد رسید. از سوی دیگر، ظرفیت زیستی مجموعهٔ شهری قزوین بسیار کمتر از وضعیت ایران و به‌ویژه جهان است. تنها توانایی پهنه‌های ساخته‌شده برای تأمین خدمات اکولوژیک در مجموعهٔ شهری قزوین در وضعیتی مشابه با وضعیت جهانی قرار دارد. با توجه به نتایج این پژوهش، ظرفیت زیستی مجموعه در سال مقصد با کاهش قابل توجهی مواجه خواهد شد و این تغییر به‌ویژه در خصوص ظرفیت زمین‌های کشتزاری بسیار نگران‌کننده است. در مجموع می‌توان مشاهده کرد که کسری اکولوژیکی در ایران دو برابر آن در آسیا و جهان است و این میزان در مجموعهٔ شهری قزوین نزدیک به سه برابر کسری اکولوژیکی در جهان است.

۴. نتیجه‌گیری

با افزایش جمعیت کرهٔ زمین و افزایش میزان ردپای اکولوژیکی، سهم هر فرد از منابع زمین در حال کاهش است. ادامهٔ این روند، بحرانی عظیم و کشمکش‌هایی را برای تصاحب منابع بیشتر در پی خواهد داشت. به همین دلیل محاسبهٔ میزان زمین موردنیاز برای ادامهٔ زندگی هر فرد یا به عبارتی سرانهٔ هر فرد از منابع طبیعی برای رفع نیازهای روزمره ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، کاهش فشار وارده بر محیط در گام نخست مستلزم اندازه‌گیری میزان آن و آنگاه توسل بر فرایندهای از پیش‌اندیشیده‌شدهٔ برنامه‌ریزانه خواهد بود. بنابراین، آگاهی از وضع موجود و برنامه ریزی برای استفادهٔ پایدار از منابع با رعایت تعادل میان انسان، فعالیت و محیط طبیعی، رویکرد جدید و ضروری در راستای کمینه‌کردن مسائل محیط‌زیستی به شمار می‌رود. در این راستا، برخلاف کاستی‌ها و دشواری‌های محاسباتی و ناممکن‌بودن محاسبهٔ دقیق ردپای واردشده، شاخص ردپای اکولوژیکی می‌تواند ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری توسعهٔ مناطق در راستای کاهش میزان فشار ناشی از توسعه در چارچوب ظرفیت زیستی قلمداد شود. در این پژوهش کوشش بر آن بوده است تا با استفاده از دو نمایهٔ ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی، وضعیت پایداری مجموعهٔ شهری قزوین در وضع فعلی و افق طرح برآورد شود. نتایج نشانگر آن است که مجموعهٔ شهری قزوین با کاهش ردپای اکولوژیکی حدود ۰/۶ هکتاری به ازای هر نفر تا پایان افق طرح روبه‌رو خواهد شد، اما کاهش ظرفیت‌های زیستی ناشی از تغییر کاربری زمین بنا به پیشنهادهای طرح کسری اکولوژیک حدود ۲/۴۷- هکتاری را به ازای هر نفر در سال افق رقم خواهد زد. در صورت ادامهٔ این روند مصرفی و تغییر کاربری‌های زمین مطابق با پیشنهادهای داده‌شده، تا سال مقصد نیز همین میزان کسری اکولوژیک با افزایشی ناچیز ادامه خواهد داشت. امروزه خطر بزرگی که استان قزوین را تهدید می‌کند، رواج کاربری‌های ناهم‌ساز در زمین‌ها و دشت کشاورزی است که سبب‌ساز آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر وضعیت پایداری منطقه خواهد شد. بنابراین، حفظ دشت حاصل‌خیز قزوین و پیشگیری از سوء استفاده و ساخت و سازهای غیرمجاز وضعیت پایداری منطقه را بهبود خواهد بخشید. بنابراین، یکی از وظایف تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیرندگان توسعهٔ مناطق لحاظ‌کردن ملاحظات واقعی محیط‌زیستی در برنامه‌ها و طرح‌های توسعهٔ فضایی است. در این خصوص هنگامی می‌توان به راستی اذعان کرد که اهداف توسعهٔ پایدار در طرح‌ها لحاظ شده‌اند که بارگذاری‌های آتی جمعیتی، فعالیتی و فضایی تنها در چارچوب ظرفیت‌های زیستی فعلی یا توان‌های آتی مجموعه در افزایش ظرفیت زیستی به شیوه‌های نوآور و تجدیدپذیر باشد. تغییر الگوهای مصرفی جامعه یا افزایش توانمندی منطقه در جذب جمعیت و تقاضاهای پیشرفته و مسئولانه گام مؤثری در کاهش ردپای محیط‌زیستی به‌شمار

می‌رود. این مهم به نظر از مسیر کیفیت زندگی و زیست‌پذیری مناطق عبور می‌کند.

با توجه به نتایج پژوهش، در راستای جبران کسری اکولوژیکی منطقه و رسیدن به وضعیت پایداری دو دسته راهکار برنامه‌ریزانهٔ طرف عرضه و طرف تقاضا به شرح زیر می‌تواند در دستور کار توسعه‌گران منطقه‌ای قرار گیرد:

- **راهکارهای طرف تقاضا- کمینه کردن ردپای اکولوژیک:** این دسته راهکارها با دستکاری طرف تقاضا، به کاهش مصرف جمعیت و در نتیجه کاهش ردپای اکولوژیک می‌پردازند. این دسته راهکارها نیز خود به دو گروه تقسیم می‌شوند؛ گروه نخست راهکارهای جذب جمعیت گزینشی و تقاضاهای پیشرفته و مسئولیت‌پذیر نسبت به مسائل محیط‌زیستی در مناطق از طریق افزایش کیفیت زندگی و زیست در مجموعه؛ و دیگری راهکارهای مربوط به تغییر و تصحیح الگوی توسعه و تقاضای جمعیت. در این خصوص می‌توان به اعمال سیاست‌های سلبی و ایجابی همچون نظارت بر روند توسعهٔ مناطق و تغییر کاربری زمین (گشت‌های محیط‌زیست)، پیشگیری از تخریب و تغییر پوشش گیاهی و پراکنش شهری به سمت دارایی‌های ارزشمند محیطی، پذیرش رویکرد توسعهٔ میان‌افزا در توسعهٔ شهرها، افزایش آگاهی‌های شهروندی و کاهش تبلیغ الگوهای مصرف‌گرایانه، تأکید بر استفادهٔ مجدد و بازیافت منابع، ترویج شیوه‌های حمل و نقلی پایدار و محیط‌زیست‌محور، شناسایی الگوهای توسعهٔ منطقه‌ای پایدار، شناسایی فعالیت‌ها و محصولات کشاورزی کم‌آب‌بر، تعهد داوطلبانه نسبت به دستورکارهای جهانی و بین‌المللی در زمینهٔ محیط‌زیست و کوشش در راستای تدوین شاخص‌های محلی و در نهایت افزایش هزینه‌های مصرف سوخت و منابع آب اشاره کرد. در این خصوص برنامه‌ریزی توسعهٔ فضایی نقش بسزایی خواهد داشت.
- **راهکارهای طرف عرضه- افزایش ظرفیت زیستی:** این دسته راهکارها که بیشتر در کشورها و جوامع توسعه‌یافته‌تر پیگیری می‌شوند در پی افزایش ظرفیت‌های زیستی از طریق راهکارهای نوآورانه‌اند. در این خصوص نیز می‌توان به دو دسته سیاست اشاره کرد؛ سیاست‌هایی که در پی افزایش ظرفیت‌های خدمات‌رسانی محیطی از طریق توقیف کربن متصاعدشده به شیوه‌های طبیعی و مصنوعی، جنگل‌کاری مجدد و ایجاد زمین‌های جنگلی در پهنه‌های دارای قابلیت و افزایش عرضهٔ فضاهای سبز و پوشش گیاهی در پهنه‌های جمعیتی و فعالیتی با هدف کمک به تصفیهٔ هوا هستند و دیگری سیاست‌هایی که در پی افزایش ظرفیت منابع محیطی از طریق شیوه‌هایی چون افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های فسیلی، افزایش کارایی و بازدهی زمین‌های شش‌گانه و مواردی نظیر آن هستند.

در نهایت باید اذعان داشت که نقش تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیرندگان توسعهٔ فضایی منطقه‌ای در این زمینه بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

یادداشت‌ها

1. Support Area
2. our common future
3. Millennium Development Goals
4. Sustainable Development Goals
5. Ecological Footprint
6. Biocapacity
7. William Rees
8. Global Footprint Network
9. Process Analysis
10. Input-output analysis
11. Compound
12. component
13. carbon
14. forest Land
15. built-up Land
16. fishing Grounds
17. grazing Land
18. Cropland
19. yield factor
20. equivalence factor
21. national average yield

۲۹. در درگاه الکترونیکی تنها برای ۱۷ کشور پرسش‌نامه تهیه شده است.
۳۰. استنتاج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۲ و سنجش از دور (RS).
31. carbon sequestration

22. Live Planet Report
23. Geng, Y., Zhang
24. aggregated measure
25. photosynthesis
26. biomass
27. experimental research
28. Global Footprint Network

منابع

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، «شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی در مناطق شهری ایران»، ۱۳۹۳.

جمعه‌پور، م.، حاتمی‌نژاد، ح.، شهانواز، س. ۱۳۹۲. «بررسی وضعیت توسعهٔ پایدار شهرستان رشت با استفاده از روش جای پای اکولوژیک»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۳، صص ۱۹۱–۲۰۸.

رضوانی، م.، سلمانی، م.، قنبری‌نسب، ع.، باغبانی، ح. ۱۳۸۹. «جاپای بوم‌شناختی؛ رویکردی نو برای سنجش اثرات زیست‌محیطی (مفهوم کاربرد و سنجش آن)». جغرافیا و توسعه، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲۰، صص ۱۴۵-۱۶۶.

ساسان‌پور، ف. ۱۳۸۵. «بررسی پایداری کلان‌شهر تهران با روش جاپای اکولوژیکی»، پایان‌نامهٔ دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، با راهنمایی دکتر کریم حسین‌زاده دلیر، دانشگاه تبریز.

صمدپور، ف.، فریادی، ش. ۱۳۸۷. «تعیین ردپای اکوژلویکی در نواحی شهری پرتراکم و بلندمرتبه»، نمونهٔ مورد مطالعه: محلهٔ الهیهٔ تهران، محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، شمارهٔ ۴۵، صص ۶۳–۷۲.

مهندسین مشاور معماری و شهرسازی آورث. ۱۳۸۰. «طرح ساماندهی و احیا باغ‌های سنتی (پیرامونی) شهر قزوین»، شهرداری قزوین.

مهندسین مشاور نقش‌جهان– پارس. ۱۳۹۲. «طرح مجموعهٔ شهری قزوین»، ادارهٔ کل راه و شهرسازی استان قزوین.

Barrett, J., and Scott, A. 2001. The ecological footprint: a metric for corporate sustainability. Corporate Environmental Strategy 8 (4): pp. 316–325.

Butlin, J. 1989. Our common future; By World commission on environment and development. Journal of International Development, 1(2), 248-287.

Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., and Wackernagel, M. 2010. The Ecological Footprint Atlas 2010. Oakland: Global Footprint Network: pp. 11-13.

Geng, Y., Zhang, L., Chen, X., Xue, B., Fujita, T., and Dong, H. 2014. Urban ecological footprint analysis: a comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan. Journal of Cleaner Production 75: pp. 130-142.

Kitzes, j., peller, a., goldfinger, s., & wackernagel, m. 2007. Current method for calculating national ecological footprint accounts. science for environment & sustainable society.

Larson, J., Moore, D., & Gracey, K., 2013. The Ecological Footprint and Biocapacity of California. Global Footprint Network, Oakland.

Lewan, L., and Simmons, C. 2001. The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analysis as Sustainability Indicators for Sub-National Geographical Areas: A Recommended Way Forward, European Common Indicators Project, Includes feedback from Oslo Workshop: pp. 23-25, Italia.

Magnin, A., 2013. Ecological Footprint: Do we fit on our planet? Retrieved from sustainability illustrated: http://sustainabilityillustrated.com/en/portfolio/ecological-footprint-do-we-fit-our-planet/

Muñiz, I., and Galindo A. 2005. “Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona,” Ecological Economics: pp. 55, 499-514.

Nichols, M. 2003. An application of the Ecological Footprint Method to an Eco-tourism. Resort: A Case Study of Kingfisher

Bay Resort and Village, Fraser Island. Bachelor of Science Thesis, University of the Sunshine Coast, Maroochydore, Australia: pp. 19-21.

United Nation Development Programme(UNDP). 2015. Sustainable Development Goals. United Nation Development Programme.

Wackernagel, M. 2013. Biocapacity matters. Ecological Footprint Network.

Wackernagel, m., & rees, w. 1996. Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth. Gabriola Iisland, BC: New Society Publishers.

World Bank Group. 2015. What is Sustainable Development. Retrieved from DEPweb: http://www.worldbank.org/depweb/english/sd.html.

World commission on environment and development. 1987. Our common future. London: Oxford University Press.

Zurong, D., and Jing, L., 2010. Ecological Footprint and Reflections on Green Development of Hangzhou, Energy Procedia, Vol. 5: PP.118–124.