پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۳، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴
ص ۳۴۳-۳۵۹

شبیه‌سازی تغییرات آتی کاربری زمین بر اساس الگوی بهینهٔ اکولوژیک در مجموعهٔ شهری مشهد

هاشم داداش‌پور * - استادیار برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نریمان جهانزاد ـ کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۴/۶ تأیید مقاله: ۱۳۹۴/۷/۱۱

Archive of SID

چکیده

در چند دههٔ اخیر برنامه‌ریزان با مسئلهٔ جدیدی به نام پراکنده‌رویی مواجه شده‌اند. برای مقابله با این مشکل راه‌حل‌های گوناگونی ارائه شده است. یکی از اصلی‌ترین راه‌ها، اتخاذ رویکردی اکولوژیک در کاربری زمین و استفادهٔ درست از منابع طبیعی است. منطقهٔ کلان‌شهری مشهد از بی‌تعادلی فضایی، پراکنده‌رویی و تمرکز شدید در مرکز مجموعه و کریدور مشهد- چناران رنج می‌برد که این امر به نوبهٔ خود موجد پدیدار شدن نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی در منطقه شده است. به همین خاطر، ضروری است که به اشکال دیگر توسعهٔ فضایی در این منطقه توجه شود. در این تحقیق با ابتنا بر همین رویکرد، تلاش می‌شود ابتدا الگوی بهینه‌ای برای نحوهٔ استفاده از اراضی بر مبنای رویکرد اکولوژیک ترسیم شود. سپس با استفاده از این الگو و با مدل سلولی خودکار (CA) و شبکهٔ عصبی مصنوعی (ANN) سه سناریوی ۱. توسعهٔ اکولوژیک رادیکال، ۲. توسعهٔ اکولوژیک معتدل و ۳. تداوم توسعهٔ وضع موجود برای سال ۱۴۰۵ ترسیم می‌گردد. نتایج تحقیق نشان داد که مجموعهٔ شهری مشهد ظرفیت چندانی برای توسعه ندارد و در مجموع قریب به ۶۳۰ کیلومتر مربع از اراضی آن به لحاظ اکولوژیک قابلیت توسعه دارد. در سناریوی اول، ضمن حفظ بخش زیادی از اراضی سبز، مساحت توسعهٔ شبیه‌سازی‌شده برای سال ۱۴۰۵، ۶۵۹ کیلومترمربع محاسبه شد. در سناریوی دوم، مساحت ۷۳۵ کیلومترمربع به زیر توسعه خواهد رفت و در نهایت، سناریوی سوم که بر اساس تداوم رشد وضع موجود شبیه‌سازی شد، منجر به شکل گرفتن ۷۷۵ کیلومترمربع اراضی توسعه‌یافته و نابودی ۲۱۰ کیلومترمربع اراضی کشاورزی خواهد شد. تداوم رشد وضع موجود آثار و پیامدهای جبران‌ناپذیری در منطقه خواهد داشت. از این حیث ضرورت دارد سیستم برنامه‌ریزی به جد نسبت به نحوهٔ کنترل توسعهٔ شهری در مجموعهٔ شهری توجه کند.

کلیدواژه‌ها: الگوی بهینه اکولوژیک، توسعهٔ پایدار، سلول‌های خودکار، شبکهٔ عصبی مصنوعی، کاربری زمین.

نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۳۵۴۰۲۹۰

* E- mail: siami. H-Dadashpoor@modares.ac.i

www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های پیش از انقلاب صنعتی (پیش از ۱۷۵۰) شهرها عمدتاً ماهیتی تک‌هسته‌ای داشتند و هنوز دغدغهٔ نظریه‌پردازی برای توصیف چگونگی رشد و توسعهٔ این شهرها ایجاد نشده بود. در سال‌های پس از انقلاب صنعتی شهرها اندک‌اندک از حالت تک‌مرکزی خارج شدند و دغدغهٔ نظریه‌پردازی رفته‌رفته ایجاد شد. بدین ترتیب در اواخر سدهٔ نوزدهم و اوایل سدهٔ بیستم برخی اندیشمندان در واکنش به رشد شهر صنعتی آغاز به ارائهٔ نظریه کردند. در سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۵۰ دیدگاه‌های گوناگونی شکل یافت که عمدتاً شهر را به مثابهٔ موجودی ایستا فرض می‌کردند که فعالیت‌ها و عملکردهایش حول یک مرکز شکل می‌گرفت و بدین ترتیب نظریه‌ها عمدتاً قائل به رشد تک‌مرکزی شهرها بود (Thorns, 2002). اندک‌اندک در سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ برخی شهرها به‌ویژه در شمال آمریکا، بر خلاف رشد تک‌هسته‌ای توسعه یافتند و به سمت نواحی شهری میل پیدا کردند (Maciocco, 2008). در سال‌های دههٔ ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مشاهده شد که همگام با رشد جمعیت کلان‌شهرها، اراضی پیرامونی آنها به زیر توسعه می‌رود و مسئلهٔ پراکنده‌رویی اتفاق می‌افتد؛ شهرها به سمت مجموعه‌هایی چندمرکزی میل پیدا کردند و در سال‌های پایانی سدهٔ بیستم شاهد ظهور شهرمنطقه‌ها و کلان‌شهرهای چندمرکزی بودیم (Portugali, 2012; Hall and Pain, 2006).

منطقهٔ کلان‌شهری مشهد نیز با بیش از سه میلیون نفر جمعیت، دومین منطقهٔ کلان‌شهری کشور، به لحاظ وسعت و اندازه است. این منطقه به‌تنهایی بالغ بر ۹۵ درصد جمعیت شهری ناحیه، و قریب به ۷۵ درصد از جمعیت کل ناحیهٔ مشهد (شامل شهرستان‌های فریمان، مشهد، بینالود، چناران و کلات) و حدود ۹۰ درصد از ارزش افزودهٔ کل ناحیه را به خود اختصاص داده است. در این منطقه تمرکز و قطبیت شدید را شاهدیم. پیامد منطقی این تمرکز رشد کالبدی شهر مرکزی و انباشت نامتوازن روزافزون سرمایه و قدرت خواهد بود. رشد کالبدی این کلان‌شهر به لحاظ زیست‌محیطی موجب تخریب اراضی سبز و کشاورزی، بورس بازی زمین و رانت‌خواری، افزایش آلودگی زیست‌محیطی، آسیب‌های اکولوژیک و نداشتن تناسب اراضی توسعه‌یافته با توان‌های طبیعی آنها شده است. تغییر کاربری اراضی کشاورزی علاوه بر پیامدهای اکولوژیک، سبب تغییرات نامناسب در اقتصاد و معیشت مردم روستایی منطقه شده و ادامهٔ این روند منجر به اضمحلال تولید روستایی می‌گردد. لذا بر این اساس ضرورت دارد تا بر پایهٔ معیاری اکولوژیک الگوی توسعه‌ای بهینه برای منطقه ترسیم گردد. بنابراین این تحقیق با استفاده از سنجه‌های زیست‌محیطی و بر پایهٔ رهیافت اکولوژیک، ابتدا الگوی بهینهٔ تخصیص کاربری زمین را در منطقه تدوین می‌کند؛ سپس بر اساس الگوی تهیه‌شده، سه سناریوی ۱. توسعهٔ اکولوژیک رادیکال، ۲. توسعهٔ اکولوژیک معتدل و ۳. رشد افسارگسیخته برای سال ۱۴۰۵ ترسیم می‌گردد.

مبانی نظری

با مروری بر متون مربوط به رشد کلان‌شهرها به نظر می‌رسد هستهٔ اصلی برنامه‌ریزی فضایی، زمین است: «اینکه چگونه از آن استفاده شود، چه کسانی برای آن برنامه‌ریزی کنند و با چه سازوکارها و روش‌هایی مهار تغییرات کاربری و نیروهای مؤثر را به‌دست گیریم» (Lapping, 2005; 201). بدین ترتیب، امروزه از اصلی‌ترین دغدغه‌های برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای مسئلهٔ پراکنده‌رویی شهری و اثرهای آن بر اراضی پیرامونی است. تلاش نظریه‌پردازان، جملگی

Archive of SID

www.SID.ir

معطوف به ارائهٔ راه‌حل‌ها و سیاست‌های مناسب برای استفادهٔ بهینه از کاربری زمین در راستای جلوگیری از پراکنده‌رویی شهری است (Wheeler, 2004). می‌توان پاسخ‌هایی را که به این مسئله داده شده است به دو دستهٔ محتوایی و رویه‌ای تقسیم کرد. پاسخ‌هایی محتوایی نظریه‌هایی اثباتی اند که با تأسی از حوزه‌هایی نظیر اقتصاد، جامعه‌شناسی، علوم رایانه و غیره در صدد ارائهٔ نظریه‌ای متقن برای حل مسائل‌اند. برخی از اهم این نظریه‌ها عبارتند از: رشد هوشمند[1]، توسعهٔ حمل‌ونقل‌محور (TOD)، شهرسازی اکولوژیک[2]، شهر سبز، شهرسازی چشم‌انداز[3]، زیست‌منطقه‌گرایی[4]، مناطق و شهرهای برگشت‌پذیر[5] و جز آن (Wheeler, 2004; Muller, 2008; Vale and Campanela, 2005; Grant, 2006; Mc Ginnis, 1999). در بعد رویه‌ای نیز دیدگاه‌های نوینی نظیر حکمروایی شهری، منطقه‌گرایی نوین[6]، برنامه‌ریزی فازی[7] و غیره ظهور کرده‌اند (De roo and Porter, 2007; Xo and Yeh, 2011; Healey, 2007; Salet et al, 2003). موضوع بحث حاضر ناظر بر مورد اول است. 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 زیست‌محیطی، توسعهٔ درون‌افزا و رویکرد اکولوژیک به استفاده از اراضی است. 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 عبارتند از: ۱. تعیین چارچوب مفهومی برای مدیریت، استفاده و حفاظت از اراضی منطقه؛ ۲. بهینه‌سازی ساختار شهری و سیستم زیرساختی منطقه؛ ۳. تعیین سنجه‌ها و محدودیت‌هایی برای استفادهٔ عقلایی از منابع طبیعی، توازن اکولوژیک چشم‌اندازها، تعیین چارچوب‌های طبیعی و حفاظت از میراث طبیعی و فرهنگی؛ ۴. ارائهٔ ابزارهایی برای ارتقای پیکربندی فضایی سکونتگاه‌های شهری منطقه و کیفیت زیست‌محیطی؛ ۵. تعیین اصول اصلی سیاست‌های منطقه‌ای و نحوهٔ پیاده‌سازی آن سیاست‌ها (Kavaliauskas, 2008; 52). بر این اساس، فعالیت‌ها و کاربری‌ها 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 and Toccolini, 1998; 107). در چند دههٔ اخیر حجم انبوهی از مطالب نظری در زمینهٔ نظریهٔ توسعهٔ پایدار در حوزه‌های گوناگون تولید شده است. می‌توان به‌طور خلاصه گفت مفهوم کاربری زمین پایدار دارای سه بعد اصلی است: ۱. بعد استفادهٔ محتاطانه از زمین؛ که به پایایی، بهره‌گیری و حفظ منابع طبیعی در یک افق زمانی بلندمدت مربوط می‌شود. استفاده از سیستم‌های تناوبی زراعی، استفادهٔ محتاطانه از منابع طبیعی کمیاب و احیای اراضی تخریب‌شده، از جمله اقداماتی است که در راستای استفادهٔ محتاطانه از زمین مطرح است. ۲. بعد وابستگی متقابل؛ که اشاره دارد به ابعادی نظیر چندپارگی، گسست و ارتباط

1. Smart growth
2. Ecological urbanism
3. Landscape urbanism
4. Bio regions
5. Resilient cities and regions
6. New regionalism
7. Fuzzy planning

Archive of SID

www.SID.ir

میان انواع گوناگون کاربری زمین. حفاظت از کیفیت سیستم تعاملات طبیعی- انسانی پایه و اساس این بعد است. ۳. بعد اخلاقی؛ که اشاره دارد به برخی مسئولیت‌های مشخص ما در قبال نسل آینده. مفاهیمی نظیر ارزش انتخاب، ارزش‌های وجودی و نظیر آنها در این سطح مورد توجه قرار می‌گیرند (Nijkamp and Oltmer, 2005; 67).

در این راستا، روش‌های نوینی ابداع شده‌اند که می‌توان به روش‌های مبتنی بر شاخص پایداری زیست‌محیطی[1] (۲۰۰۴)، قاعدهٔ هارتویک (۱۹۹۰)، شاخص سیارهزنده[2] (۲۰۰۰)، رد پای اکولوژیک[3]، شاخص چرخهٔ زندگی[4]، شاخص پایداری فورد اروپا، شاخص پایداری شهری ژانگ (۲۰۰۲)، شاخص اکولوژیک ۹۹ و... اشاره کرد. بر همین اساس روش‌های ارزیابی توان زمین، ارزیابی توان اکولوژیک، ارزیابی برگشت‌پذیری[5]، ظرفیت برد محیطی[6] زمین و غیره بر اساس شاخص‌های ترکیبی ظهور یافتند (Moffat, 1994; Boggia and Contina, 2010; Zho and Lui, 2009; Lane, 2010; Colding, 2007). از جمله روش‌های نوینی که در مدل‌سازی کاربری زمین ظهور کرده‌اند، روش‌های مبتنی بر نظریه‌های پیچیدگی را می‌توان نام برد (Portugali, 2011). مدل‌های نوین اغلب دو کارکرد عمده دارند: کارکردهای توصیفی و کارکردهای تجویزی. «کارکردهای توصیفی به روش‌هایی اشاره دارد که هدفشان شبیه‌سازی نحوهٔ عملکرد سیستم کاربری زمین و همچنین شبیه‌سازی بازنمود فضایی الگوهای کاربری زمین آینده است. کارکردهای تجویزی آنهایی‌اند که هدفشان محاسبه و ترسیم پیکربندی کاربری زمین بهینه است که بیشترین سازگاری و قرابت را با مجموعه اهداف خرد و کلان [مورد نظر] داشته باشد» (Verburg et al., 2004; 309). از جملهٔ این مدل‌ها می‌توان به مدل CLUE-S، مدل‌های مبتنی بر روش سلول‌های خودکار (CA)، استفاده از الگوریتم‌های شبکهٔ عصبی مصنوعی (ANN)، الگوریتم ژنتیک و غیره اشاره کرد (Lantman et al., 2011). از مزایای مدل‌های نوینی چون سلول‌های خودکار می‌توان به این موارد اشاره کرد: توان وارد کردن داده‌های مربوط به توسعهٔ تاریخی، امکان ورود اطلاعات و سیاست‌های برنامه‌ریزی دقیق به مدل، پویایی و جامعیت، هوشمند بودن و پایین بودن درصد خطا (Liu, 2009).

از جمله تحقیقاتی که در راستای تخصیص بهینهٔ زمین انجام گرفته است می‌توان به کار جینگ آن و همکاران اشاره کرد که تلاش کردند بر اساس شاخص‌های اکولوژیک میزان تطابق تغییرات کاربری اراضی را با آن سنجه‌ها مقایسه کنند. روش این مطالعه دستی و در محیط Arc map انجام گرفته است (Jing-an et al., 2005). در تحقیقی دیگر ییننگ و همکاران با استفاده از برنامه‌نویسی خطی (LP) و زبان C+ مدلی به نام ALUOA ابداع کردند که برای هر محصول، استفادهٔ بهینه از محصولات کشاورزی را تعیین می‌کند (Ying et al., 2012). در تحقیقی دیگر چن و همکاران با استفاده از مدل iCLUE تلاش کردند مدلی بهینه برای تخصیص کاربری اراضی ارائه دهند که نسبت به مدل‌های دستی مدل یکپارچه‌تر و دقیق‌تری است (Chen et al., 2008). زارعی و همکاران در تحقیقی دیگر با ابداع مدلی یکپارچه به نام OLUAP تلاش کردند بر اساس بهینه‌سازی بر مبنای روش رگرسیون خطی در چهار لایه و با

1. Environmental sustainability Index
2. Living planet index
3. Ecological footprint
4. Life cycle index
5. Resilience
6. Carry capacity

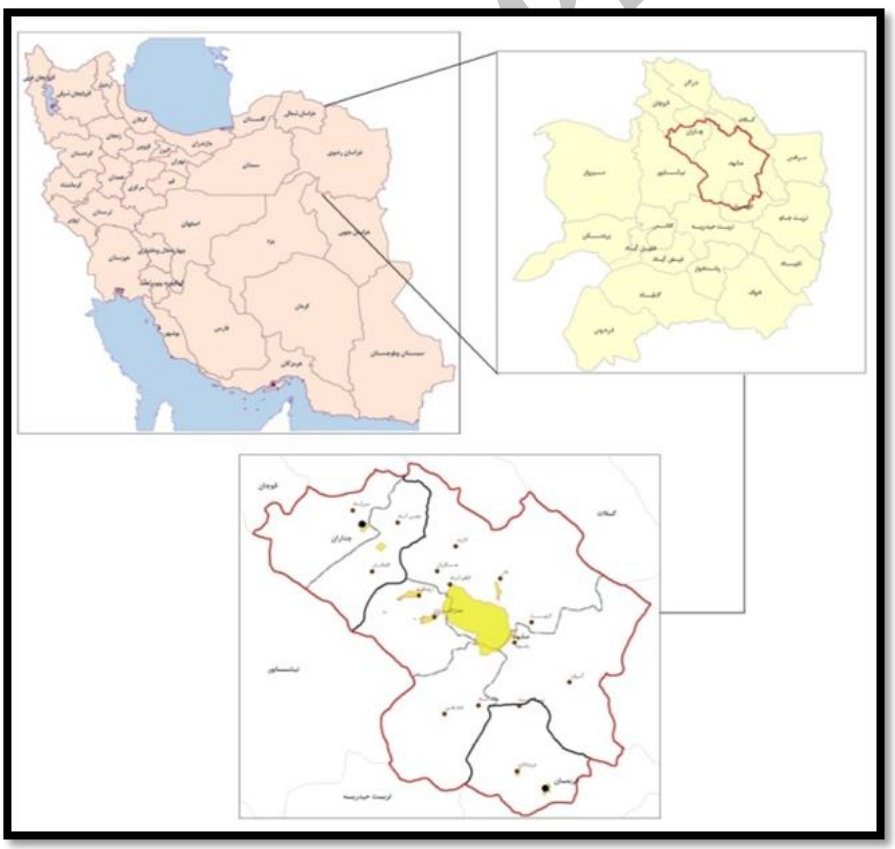
Archive of SID

www.SID.ir

هم‌پوشانی لایه‌ها با یکدیگر به الگویی جامع دست یابند (Zarei et al., 2015). جیانجو و همکاران در تحقیقی با استفاده از الگوریتم ژنتیک تلاش کردند الگویی بهینه برای تخصیص کاربری اراضی در هاله‌های شهری شهر گوانجو ارائه دهند (Gianzho et al., 2012). باری، تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته است عمدتاً با استفاده از روش‌های دستی یا روش‌های ریاضی ساده انجام گرفته‌اند و هیچ‌یک از آنها از مدلی هوشمند استفاده نکردند.

محدودهٔ تحت مطالعه

مجموعهٔ شهری مشهد با مساحتی بالغ بر ۱۱۳۰۰ کیلومترمربع و حدود ۱۰ درصد از سطح استان خراسان رضوی مهم‌ترین پهنهٔ این استان را تشکیل می‌دهد. این منطقه بین ۵۸ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۱۸ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقهٔ عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. مجموعهٔ شهری به لحاظ تقسیم‌بندی حوضهٔ آبریز قسمتی از حوضه‌های کشفرود، کویر مرکزی و جامرود را در بر می‌گیرد. محدودهٔ مطالعاتی از نظر توپوگرافی دارای دو ناحیهٔ کم‌ارتفاع و دشتی و مناطق کوهستانی و پرشیب است. سرتاسر ناحیهٔ غرب و شمال غرب منطقه را رشته ارتفاعات بینالود پوشانده است.



شکل ۱. جایگاه مجموعهٔ شهری مشهد در تقسیمات سیاسی (منبع: نگارندگان)

www.SID.ir

ناحیهٔ جنوب حوضه به ارتفاعات قره‌کمر و شادی‌محمد محدود می‌شود. سمت جنوب شرق ناحیه به بلندی‌های کوه شاهان و جهت شرق آن به رشته‌کوه بزنگان منتهی می‌گردد. رشته ارتفاعات هزارمسجد به عنوان دومین بلندی‌های مهم مجموعهٔ شهری، سرتاسر شمال شرق و شمال محدوده را پوشش می‌دهد. بررسی روند تحول سهم جمعیت مجموعه شهری مشهد از جمعیت منطقهٔ خراسان و استان خراسان رضوی طی سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ بیانگر روند افزایشی سهم آن است. سهم جمعیت مجموعهٔ شهری مشهد از جمعیت منطقه طی سال‌های مذکور به‌ترتیب معادل ۳۵/۹، ۳۹ و ۴۲/۷ درصد و از جمعیت استان معادل ۴۶/۱، ۴۹/۵ و ۵۳/۷ درصد بوده است. طی این دوره نرخ رشد جمعیت مجموعهٔ شهری مشهد ۲/۴۴، منطقهٔ خراسان ۱/۵۷ و استان خراسان رضوی ۱/۶۶ بوده است (شکل ۱).

روش تحقیق

این تحقیق دو مرحله دارد. در مرحلهٔ نخست، الگوی بهینهٔ اکولوژیک تهیه می‌شود و در مرحلهٔ دوم با استفاده از مدل‌سازی سلول‌های خودکار (CA) و الگوریتم شبکهٔ عصبی مصنوعی (ANN) از نقشهٔ خروجی مرحلهٔ نخست، به عنوان معیار فضایی تخصیص کاربری اراضی برای آینده استفاده می‌کنیم و در این راستا سه سناریو برای سال ۱۴۰۵ ترسیم می‌گردد. در ادامه، هر یک از مراحل به اجمال تشریح می‌شوند:

۱. برای انجام مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین در راستای توسعهٔ انواع کاربری‌ها و تعیین اولویت و سامان‌دهی میان کاربری‌های ممکن در یک فضای برنامه‌ریزی، از روش سیستمی ابداعی مک هارگ و مخدوم استفاده می‌شود. در این قسمت، مدل اکولوژیک توسعهٔ شهری، روستایی و صنعتی به‌کار گرفته می‌شود. برای این کار ابتدا بر اساس روش ترکیب اوزان برای تولید نقشه‌های تناسب در هر لایه و سپس با استفاده از مدل AHP و جدول نه کمیتی توماس ال ساعتی به هر یک از عوامل نمره‌ای تخصیص داده می‌شود. در محیط نرم‌افزار Arcgis 9.3 برای تولید نقشه‌های تناسب در هر یک از عوامل تولید می‌شوند سپس با استفاده از ابزار raster calculator لایهٔ تناسب زمین نهایی از طریق هم‌پوشانی ریاضی، تولید می‌شود. در این تحقیق با استفاده از شاخص‌های زیست‌محیطی برای هر لایه الگوی بهینه تعیین می‌شود. این شاخص‌ها عمدتاً بر گرفته از الگوی پیشنهادی مخدوم (۱۳۸۰) است. بر این اساس نقشه‌های بهینه بر اساس ۳ دستهٔ مناسب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی می‌شوند. این شاخص‌ها عبارتند از: میانگین سالانهٔ دما، پوشش اراضی، میزان دسترسی به منابع آب، میانگین سالانهٔ بارندگی، ارتفاع از سطح دریا، میزان شیب، جهت شیب، بافت خاک، عمق خاک، میزان فرسایش خاک، تیپ اراضی، و موقعیت سکونتگاه‌ها نسبت به گسل و خطر زلزله (جدول ۱). در قسمت پایانی این مرحله، پس از دهک‌بندی منطقه بر اساس اولویت‌های توسعه، الگوی بهینهٔ نهایی به سه دستهٔ کلی مناسب، مشروط و نامناسب تقسیم می‌شود که به‌ترتیب حاکی از بهترین توسعه، توسعهٔ نسبتاً مناسب و توسعهٔ نامناسب است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. شاخص‌های زیست‌محیطی برای الگوی بهینه (مخدوم، ۱۳۸۰، ص ۲۰۴-۲۰۷)

	طبقهٔ اول (مناسب)	طبقهٔ دو (متوسط)	طبقهٔ سوم (نامناسب)
اقلیم	بارندگی: بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر دما: ۱۸ تا ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد رطوبت: ۶۰ تا ۸۰ درصد	هر اقلیمی به جز شرایط نامناسب	در مسیر گردبادها
درصد شیب	صفر تا ۶ درصد	۶ تا ۹ درصد	بیش از ۹ درصد
ارتفاع	بین ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ متر	۰ تا ۴۰۰ و ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	بیش از ۱۸۰۰ متر
بافت خاک	لومی، لومی رسی	شنی، شنی لومی، لومی	رسی، رسی لومی، رسی هوموسی، رسی لومی شنی، لومی رسی شنی، لومی رسی و لومی
تیپ اراضی	دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای	دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی، آبرفت‌های بادبزنی سنگریزه‌دار	اراضی متفرقه مسیل، کوهستان، تپه، دشت سیلابی
جهت شیب	جنوب	جنوب شرقی، غرب، شرق، شمال شرقی	شمال، شمال غربی
عمق خاک	عمیق	نیمه‌عمق	کم‌عمق
فرسایش خاک	کم	متوسط	زیاد
موقعیت نسبت به گسل	فاصلهٔ زیاد	فاصلهٔ متوسط	فاصلهٔ کم
موقعیت نسبت به چاه آب	دسترسی بالا	دسترسی متوسط	دسترسی کم یا فقدان دسترسی
پوشش زمین	ساخته‌شده	اراضی بدون پوشش گیاهی مناسب	اراضی کشاورزی، مراتع و جنگل‌ها

۲. در مرحلهٔ دوم، از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ برای شناسایی روند تحولات کاربری اراضی استفاده می‌شود. در مرحلهٔ بعد، لایهٔ الگوی بهینهٔ اکولوژیک تهیه‌شده در قسمت پیشین به عنوان متغیر فضایی توسعه وارد مدل می‌شود و با استفاده از مدل سلول‌های خودکار و الگوریتم شبکهٔ عصبی مصنوعی سه سناریو بر اساس سه دستهٔ ذکرشده ترسیم می‌شود. شرحی اجمالی فرایند کار بدین ترتیب است: ۱. تشکیل لایه‌های کاربری/ پوشش اراضی برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰: ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ با استفاده از سازمان‌های ذیربط و عکس‌های هوایی تهیه و پردازش می‌شوند. برای به‌روزرسانی نقشه‌های GIS برای سال ۱۳۹۰ از نرم‌افزار گوگل ایرث و دیگر

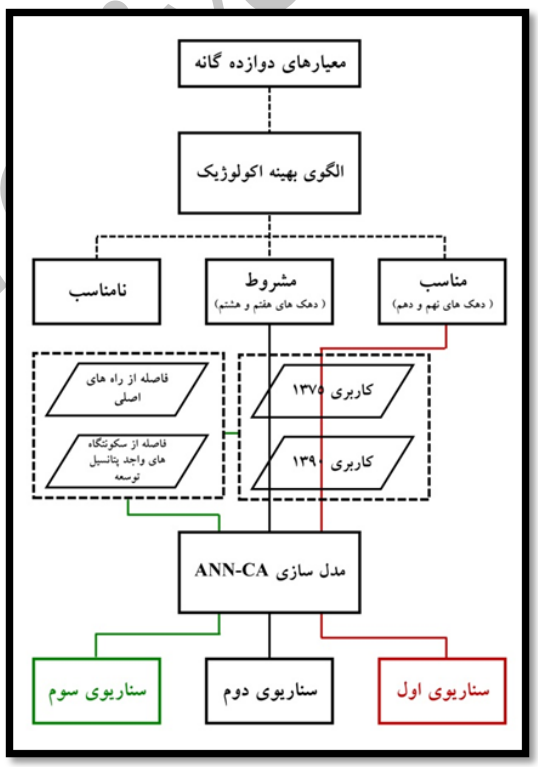
Archive of SID

www.SID.ir

عکس‌های هوایی موجود استفاده می‌شود. کاربری/ پوشش اراضی را با توجه به ویژگی‌های بومی محدوده به پنج گروه دسته‌بندی می‌کنیم که عبارتند از: شهری، کشاورزی، مرتع، جنگل و دیگر اراضی. از فایل‌های ایجادشده فایل‌های رستری ایجاد می‌کنیم. ۲. ورود نقشهٔ الگوی بهینهٔ ذکرشده به عنوان سنجهٔ تغییرات ۳. تولید ماتریس تغییرات سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰؛ ۴. مدل‌سازی پتانسیل تغییرات آینده: در این گام با استفاده از الگوریتم شبکهٔ عصبی مصنوعی پتانسل انتقال کاربری‌ها در محیط Quantum GIS 2.4 مدل‌سازی می‌شوند. ۵. شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی: با استفاده از سلول‌های خودکار در محیط QGIS 2.4 داده‌های مراحلی پیش وارد مدل می‌شوند و سه سناریوی توسعهٔ اکولوژیک رادیکال، توسعهٔ اکولوژیک معتدل و رشد افسارگسخته برای سال ۱۴۰۵ ترسیم می‌گردد.

شرح اجمالی فرایند عملکرد مدل CA-ANN

مدل ما به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش راه‌اندازی الگوریتم یادگیری توسط ANN و بخش شبیه‌سازی با CA. گام نخست وارد کردن اطلاعات به شبکه برای شبیه‌سازی آیندهٔ تغییرات است. داده‌های ورودی شامل ویژگی‌های مکان (عوامل فضایی که برای سناریوی اول و دوم عبارتند از لایهٔ الگوی بهینه در مرحلهٔ نخست، و برای سناریوی سوم فاصلهٔ اقلیدسی از شبکهٔ ارتباطی و سکونتگاه‌های واجد پتانسیل توسعه) و کاربری‌های اراضی دو دورهٔ ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ است. گام دوم: مدل‌سازی با CA است. با توجه به قواعد انتقال تعریف‌شده توسط ANN، ماتریس انتقال حاصل از نقشهٔ تفاضل و عوامل و محرک‌های تعریف‌شده، شبیه‌سازی برای دورهٔ زمانی ۱۴۰۵ انجام می‌گیرد (شکل ۲).



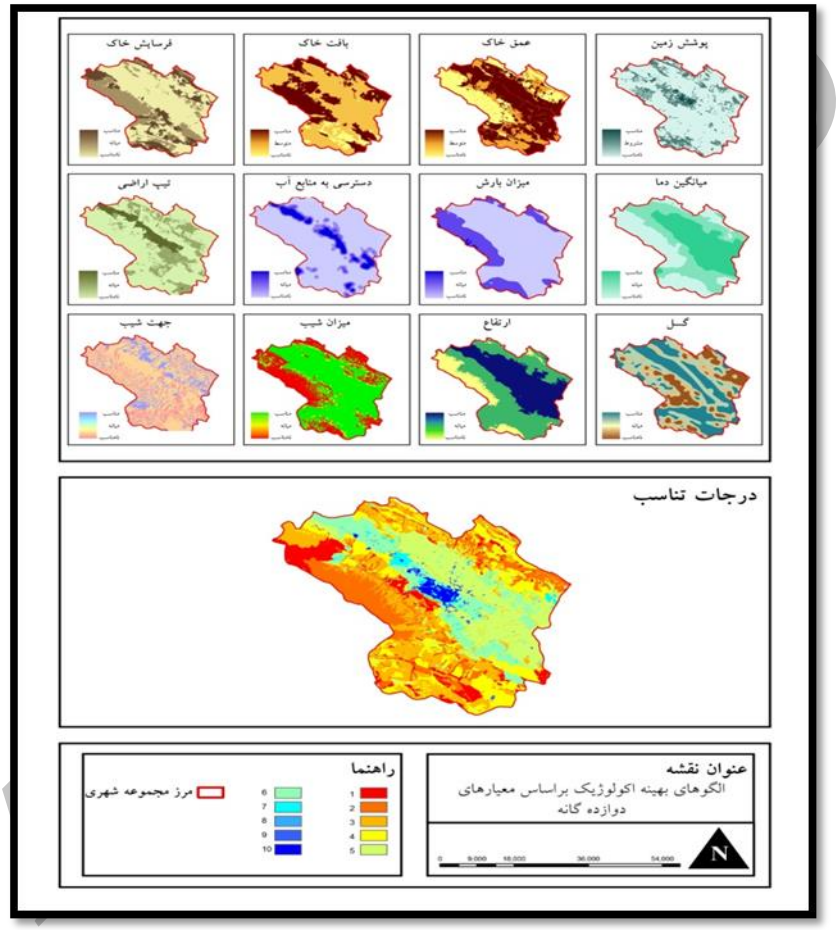
شکل ۲. فرایند انجام کار

Archive of SID

www.SID.ir

یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل

۱. به شاخص‌های کمی مزبور با استفاده از مدل AHP وزن داده شد و میزان سازگاری قضاوت‌ها تعیین گردید. عدد شاخص سازگاری معادل ۰/۱۰۰۰ بود که حاکی از سازگار بودن قضاوت‌هاست. در ادامه، الگوهای بهینهٔ کاربری اراضی بر اساس سه طبقهٔ مناسب، مشروط و نامناسب، برای هر یک از عوامل تولید شدند. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، لایه‌های تناسب اراضی بر اساس هر یک از معیارها ارائه شده است و در نهایت الگوی اکولوژیک نهایی با هم‌پوشانی لایه‌های دوازده‌گانهٔ مزبور ارائه می‌گردد.



شکل ۳. معیارهای دوازده‌گانه و الگوی بهینهٔ اکولوژیک

از نقشهٔ الگوی بهینه می‌توان نتیجه گرفت که اولاً اراضی‌ای که به عنوان کاملاً مناسب (دهک‌های نهم و دهم) تشخیص داده شده‌اند بسیار ناچیزند و معادل ۲۱۸ کیلومتر مربع اند، اراضی دهک‌های نسبتاً مناسب (دهک‌های هشتم و هفتم) هم به لحاظ مساحت معادل ۴۰۰ کیلومتر مربع‌اند (جدول ۲). بر اساس نقشهٔ ۲ و دهک‌های توسعه، سه الگوی توسعهٔ اکولوژیک رادیکال، الگوی توسعهٔ معتدل و الگوی توسعهٔ افسارگسیخته قابل تشخیص است. به‌طوری که برای الگوی نخست، «فقط» دهک‌های نهم و دهم در نظر گرفته می‌شود؛ که تفسیر آن در نظریه‌های برنامه‌ریزی عبارتست از رشد فشرده، رشد درون‌زا و جلوگیری از پراکنده‌رویی و توسعهٔ افقی سکونتگاه‌ها. در الگوی دوم، چهار دهک هفتم تا دهم

www.SID.ir

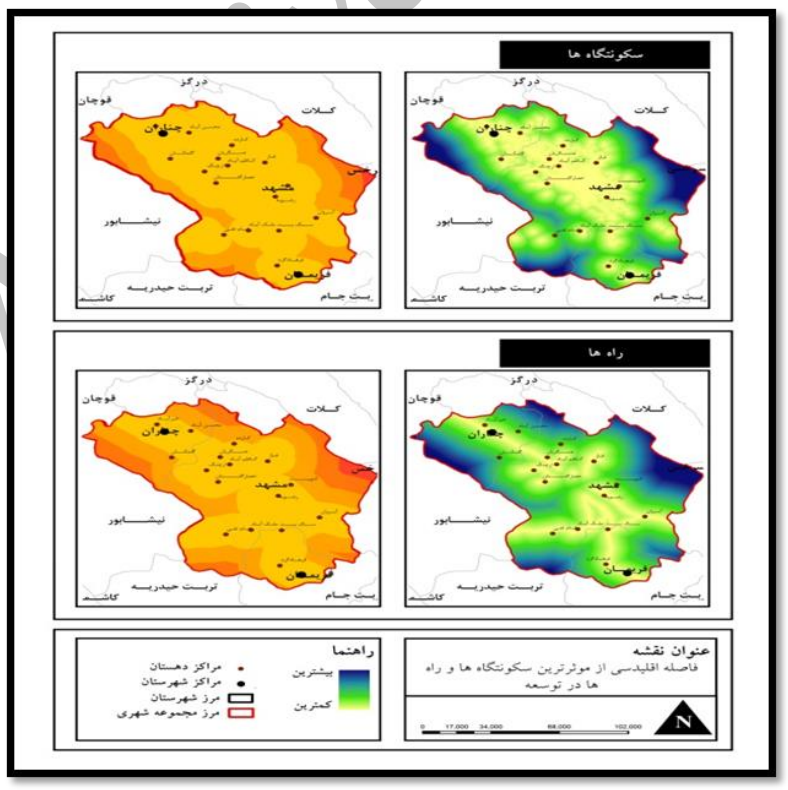
مورد نظر قرار می گیرند و نهایتاً در الگوی سوم، کـه بـه معنـای تـداوم رونـد وضـع موجـود اسـت، صـرفاً بـا اسـتفاده از «سکونتگاه‌های وضع موجود» و «شبکهٔ ارتباطی» بر توسعهٔ روند موجـود- فـارغ از توجـه بـه لایـه‌هـای بهینـهٔ توسـعهٔ اکولوژیک- تأکید می‌شود. بر اساس این سه الگو در مرحلهٔ بعد سه سناریو برای رشد سال ۱۴۰۵ ترسیم می‌شود.

جدول ۲. مساحت اراضی مناسب برای توسعه

دهک‌ها	مساحت (کیلومتر مربع)
۱۰	۱۳۰
۹	۸۸
۸	۴۱
۷	۳۶۶
مجموع	۶۲۶

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مجموع دهک‌های نسبتاً مناسب (هفتم و هشتم) و مناسب (نهم و دهـم) برای توسعه عبارتند از ۶۲۶ کیلومترمربع. این مقدار حد نهایی توسعه را در منطقه مشخص می‌کند.

۲. در این مرحله ابتدا تفاضل کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ برای به‌دست آوردن ماتریس تغییرات به مثابـهٔ منطق تحولات کاربری اراضی محاسبه می‌شود. سپس دهک‌های ذکرشده را برای شبیه‌سـازی سـناریوهای رشـد اول و دوم تهیه می‌کنیم.



شکل ۴. فاصلهٔ اقلیدسی از شبکهٔ ارتباطی و سکونتگاه‌های مهم (منبع نگارندگان)

Archive of SID

www.SID.ir

در ادامه، برای ترسیم سناریوی سوم، مطابق شکل ۴، «فاصله از سکونتگاه‌ها» و «فاصله از راه‌ها» به عنوان عوامل فضایی توسعه در نظر گرفته می‌شوند. به‌ترتیب برای هر سه سناریو، سه نقشه برای سال ۱۴۰۵ شبیه‌سازی می‌شود.

۳. بر اساس توضیحات فوق، سه سناریوی توسعهٔ سال ۱۴۰۵ مطابق شکل ۵ ترسیم شد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در سناریوی نخست مساحت اراضی ساخته‌شده کمترین مقدار را دارد و معادل ۶۵۹ کیلومترمربع است. در سناریوی دوم مساحتی معادل ۷۳۵ کیلومترمربع به زیر توسعه خواهد رفت که این سناریو منجر به از دست رفتن بخشی از اراضی کشاورزی خواهد شد. در سناریوی سوم مساحتی معادل ۷۷۵ کیلومتر مربع از اراضی منطقه به زیر توسعه خواهد رفت که این با الگوی بهینهٔ اکولوژیک در تضاد است (جدول ۳).

جدول ۳. مساحت تغییرات کاربری بر اساس هر سناریو (منبع: نگارندگان)

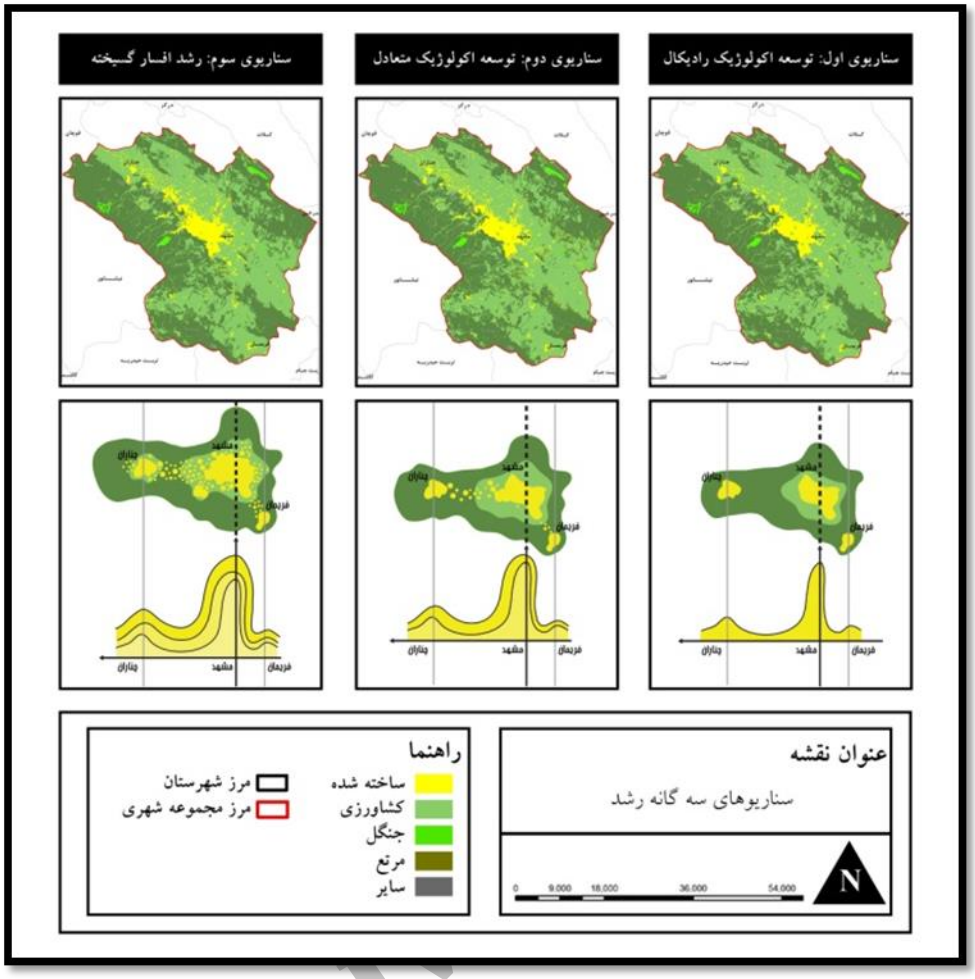
	ساخته‌شده	کشاورزی	جنگل	مرتع	سایر
وضع موجود	۵۰۰/۶۴	۵۲۲۸/۸۳	۹۸/۱۹	۵۴۲۰/۲۳	۷۲/۶۶
سناریوی اول	۶۵۹/۲۹	۵۱۱۲/۶۲	۹۷/۹۹	۵۳۷۸/۴۱	۷۲/۲۴
سناریوی دوم	۷۳۵/۵۲	۵۰۲۵/۹۲	۹۸/۰۱	۵۳۸۸/۷۵	۷۲/۳۶
سناریوی سوم	۷۷۵/۴	۵۰۲۶/۰۷	۹۷/۹۹	۵۳۸۸/۷۷	۷۲/۳۳

همان‌طور که در نقشه‌های شبیه‌سازی‌شده مشاهده می‌شود (شکل ۵) در سناریوی نخست الگوی فضایی کمابیش به‌صورت وضع موجود حفظ می‌شود و توسعهٔ اراضی اطراف شهر مشهد کنترل می‌شود و به عوض بر توسعهٔ برخی سکونتگاه‌های اطراف نظیر فریمان و چناران تأکید می‌شود. پیوستگی میان سکونتگاه‌های منطقه در سناریوی نخست کمابیش مانند وضع موجود می‌ماند و منطقه خصلتی گسسته خواهد داشت.

در سناریوی دوم اراضی بیشتری از اطراف شهر مشهد به زیر توسعه خواهد رفت ولیکن به همان اندازه سکونتگاه‌های پیرامون توسعه می‌یابند. منطق توسعه بر اساس سناریوی دوم خصلتی پیوسته داشته و البته اراضی سبز مهم و اساسی حفظ می‌شوند. نکتهٔ قابل توجه در سناریوی دوم این است که این سناریو شاید به لحاظ زیست‌محیطی با تسامح قابل قبول باشد، اما عملاً به لحاظ اقتصادی برای سرمایه‌گذاری توجیه چندانی ندارد. سناریوی سوم که الگوی رشد بدون برنامه و بدون در نظر گرفتن الگوی اکولوژیک است، خصلتی قطبی و متمرکز دارد. منطقه در این سناریو هرچه بیشتر به سمت پیوستگی خواهد رفت و عمدتاً به‌صورت دو کریدور اصلی رشد خواهد کرد، که اولی کریدور بسیار نیرومند مشهد– چناران است و دیگری کریدور ضعیف‌تر مشهد– فریمان. در ادامه، با تفصیل بیشتر هر یک از سناریوها و نیز پیامدهای احتمالی تحقق هر یک را تشریح خواهیم کرد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. سناریوهای سه‌گانهٔ رشد (منبع: نگارندگان)

سناریوی نخست: سناریوی توسعهٔ اکولوژیک رادیکال

سناریوی نخست امکان رشد و توسعهٔ کالبدی در اراضی سبز را نمی‌دهد و مانع از پراکنده‌رویی می‌شود. این سناریو حد اکولوژیک توسعه را مشخص می‌گرداند و از تداوم رشد قطبی جلوگیری می‌کند. در این سناریو کریدور مشهد- چناران با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی تقویت می‌شود و امکان رشد، تنها در اماکنی داده می‌شود که به اراضی کشاورزی و مراتع آسیب وارد نشود. پیوستگی میان مشهد- چناران نیرومند است، اما پیوند قوی‌ای میان مشهد- فریمان برقرار نیست. همان‌طور که مشاهده می شود، در این سناریو شهرهای فریمان، چناران و بینالود به عنوان شهرهای دارای پتانسیل رشد (به لحاظ اکولوژیک) انتخاب شده‌اند. و رشد شهر مشهد در همین نقطه متوقف می‌شود. شهر مشهد مطابق این سناریو صرفاً می‌تواند رشدی درون‌زا و عمودی داشته باشد. محور طرقبه و شاندیز و مشهد- چناران نیز به عنوان تنها محورهایی که به لحاظ اکولوژیک قابلیت رشد درون‌زا دارند، توسط مدل انتخاب شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

سناریوی دوم: توسعهٔ اکولوژیک معتدل

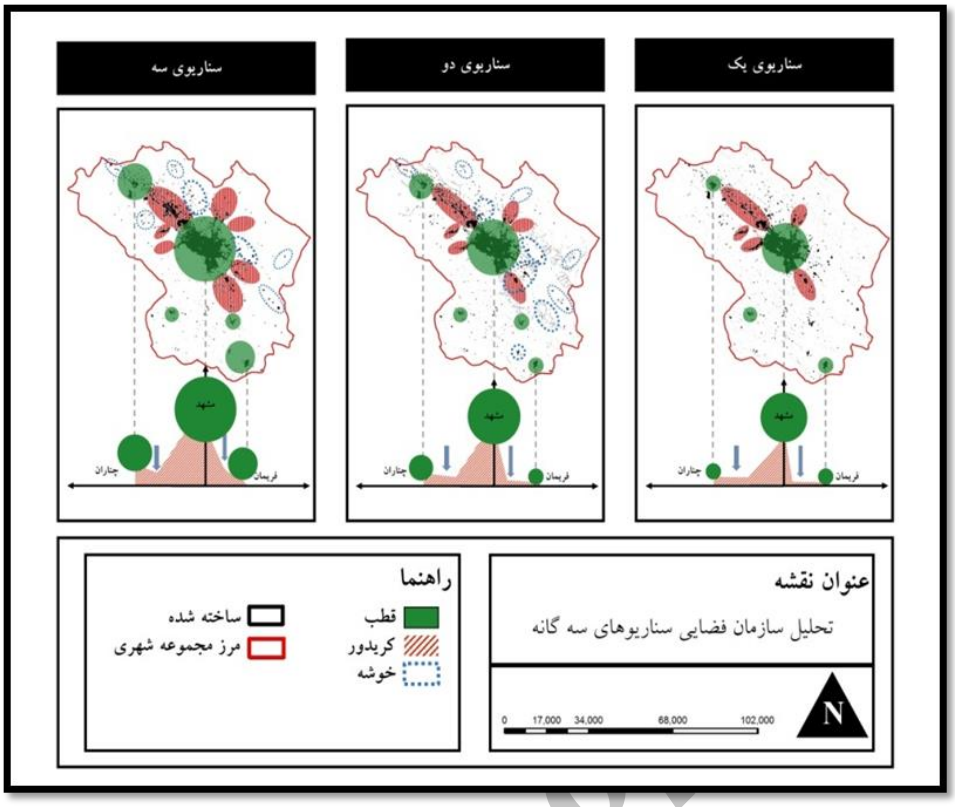
سناریوی دوم که به لحاظ اکولوژیک صبغهٔ رادیکال ندارد و توسعه در دهک‌های هفتم و هشتم الگوی بهینه را نیز مجاز می‌داند، برای تحقق یافتن به واقعیت نزدیک‌تر است. ضمن اینکه، در این سناریو اراضی حساس و غیر قابل توسعه محفوظ می‌مانند، برخی اراضی و مراتع کم‌اهمیت‌تر به عنوان مجاری مناسب برای توسعه توسط مدل مجاز دانسته شده است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده شد، در این سناریو رشد کالبدی شهر مشهد متوقف می‌شود، و شهرهای چناران، فریمان، بینالود، سنگ بست، گلمکان و طرقبه به عنوان هسته‌های اصلی توسعه که (به لحاظ اکولوژیک) قابلیت توسعه دارند، انتخاب شده‌اند. نکتهٔ دیگر اینکه برخی سکونتگاه‌ها نظیر نریمانی، فرهادگرد، و کلات، کنویست و کارده به عنوان هسته‌های ضعیف و درجهٔ دوم، در این سناریو به لحاظ اکولوژیک قابلیت توسعه دارند. به نظر می‌رسد سناریوی دوم خصلتی چندهسته‌ای دارد و با کنترل و محدود کردن رشد شهر مشهد، بر هسته‌های درجهٔ دوم و سوم تأکید می‌کند.

سناریوی سوم: رشد افسارگسیخته

چنانچه این سناریو محقق شود، نسبت شهرنشینی در منطقه رو به افزایش خواهد رفت و بدین ترتیب نرخ مهاجرت روستاییان به شهر و خالی شدن روستاها از سکنه افزایش خواهد یافت. روند خالی شدن روستاها در بازهٔ ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ معادل ۲۳۰ روستا بوده است که اگر آهنگ مهاجرت روستاییان به شهرها به همین منوال ادامه پیدا کند، این تعداد در سال ۱۴۰۰ به بالغ بر ۳۶۰ روستای خالی از سکنه خواهد رسید. این موضوع به معنای افزایش بی‌تعادلی فضایی در منطقه خواهد بود. آثار و پیامدهای این سناریو افزایش قطبیت و جذب همهٔ سرمایه‌های ناحیه‌ای از سوی شهر مشهد خواهد بود. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، مرکز مجموعه هر چه بیشتر بزرگ شده و کریدور مشهد- چناران نیز بیش از پیش نیرومند خواهد گردید. این در حالی است که این توسعه با محوریت به زیر توسعه رفتن اراضی کشاورزی و مراتع همراه است. به‌طوری که فعالیت‌های صنعتی در این سناریو به واسطهٔ خصلت افسار گسیخته و کنترل‌نشده‌شان آثار گسترده‌ای بر شرایط زیست‌محیطی بر جای خواهند گذاشت. از جمله پیامدهای تحقق این سناریو، نابودی جنگل‌ها و مراتع، آلودگی منابع آبی، خاکی و هوا و مشکلات انسانی ناشی از این آلودگی‌ها خواهد بود. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در این سناریو بر قطبیت مشهد افزوده شده است. در حالی که آهنگ رشد چناران و فریمان با آن متناسب نیست. از دیگر پیامدهای تحقق این سناریو، تراکم شدید جمعیت در کریدور مشهد- چناران، به‌واسطهٔ شکل‌گیری فعالیت‌های صنعتی و فعالیتی مرتبط خواهد بود. نتیجهٔ منطقی این امر فشار بر شبکه‌های زیرساختی نظیر آب، گاز و برق و غیره خواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. تحلیل سازمان فضایی سناریوهای سه‌گانه (منبع: نگارندگان)

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تلاش شد با تکیه بر روش اکولوژیک ابتدا الگوی بهینهٔ تخصیص کاربری زمین تهیه شود. سپس الگوی مزبور به ده دهک توسعه تقسیم شد. این مدل بر اساس روش مخدوم و روش تصمیم‌گیری AHP و با تکیه بر دوازده معیار طبیعی انجام گرفت. نتایج این بخش نشان داد که هر چه به سمت دهک‌های بالاتر می‌رویم، به اراضی مناسب‌تر برای توسعه می‌رسیم. دهک دهم خود سکونتگاه‌های فعلی است و تفسیر آن این است که ایده‌آل‌ترین روش توسعه، توسعهٔ درون‌زا و استفادهٔ حداکثری از اراضی ساخته‌شدهٔ موجود و رشد عمودی است. بر این اساس، دهک‌های اول تا چهارم دهک‌های مطلقاً نامناسب برای توسعه محسوب می‌شوند. دهک‌های پنجم و ششم برای توسعه چندان مناسب نیستند، اما از موارد اول بهترند. دهک‌های هفتم تا دهم از اراضی نسبتاً مناسب تا مناسب حرکت می‌کنند. به‌طوری که می‌توان دهک‌های هفتم و هشتم را نسبتاً مناسب و مشروط تلقی کرد و دهک‌های نهم و دهم را مناسب برای توسعه دانست. بر همین اساس، دهک‌های نهم و دهم را مبنای توسعهٔ مناسب و دهک‌های هفتم تا دهم را مبنای توسعهٔ مشروط در نظر گرفتیم. در قسمت بعد تلاش شد تا سه سناریو برای رشد سکونتگاه‌های مجموعه شهری مشهد ترسیم شود. سناریوی نخست که توسعهٔ اکولوژیک رادیکال است، بر اساس دهک‌های نهم و دهم و سناریوی دوم که توسعهٔ اکولوژیک معتدل است، بر اساس دهک‌های هفتم تا دهم انتخاب شدند. برای مقایسه، سناریوی سوم به عنوان رشد افسارگسیخته نیز ترسیم شد. برای این منظور از روش هوشمند سلول‌های خودکار با الگوریتم شبکهٔ عصبی مصنوعی استفاده شد تا روایی و دقت کار هر چه بالاتر باشد. نتایج این بخش نشان داد که مجموعه شهری مشهد ظرفیت چندانی

Archive of SID

www.SID.ir

برای توسعه ندارد و در مجموع قریب به ۶۳۰ کیلومترمربع از اراضی آن به لحاظ اکولوژیک قابلیت توسعه دارد. در سناریوی اول، ضمن حفظ بخش بسیار زیادی از اراضی سبز، مساحت توسعهٔ شبیه‌سازی‌شده برای سال ۱۴۰۵، ۶۵۹ کیلومترمربع محاسبه شد. نحوهٔ پراکنش نقاط توسعه‌یافته در این سناریو خصلتی سه‌هسته‌ای دارد، به‌طوری که رشد کالبدی هستهٔ اصلی مجموعه یعنی شهر مشهد متوقف شده است و عمدهٔ رشد در شهرهای چناران و فریمان اتفاق می‌افتد. در این سناریو ۱۰۰ کیلومترمربع از ۵۲۲۸ کیلومتر اراضی کشاورزی در وضع موجود تا سال ۱۴۰۵ به زیر توسعه خواهد رفت. طبق محاسبات مدل اینها اراضی‌ای‌اند که با ۱۱ معیار دیگر به‌صورت یکپارچه در نظر گرفته شده‌اند و این عوامل بنا بر تشخیص مدل برای توسعه مجاز دانسته شده‌اند. در سناریوی دوم، که عبارت است از سناریوی اکولوژیک معتدل، بخش‌هایی از اراضی سبز که اهمیت کمتری دارند، برای توسعه مجاز در نظر گرفته شده‌اند. در این سناریو نیز مانند سناریوی نخست، رشد کالبدی شهر مشهد متوقف می‌شود و توسعهٔ شهرهای چناران، فریمان، بینالود، سنگ بست و گلمکان به لحاظ اکولوژیک مجاز دانسته شد. در این سناریو مساحتی معادل ۷۳۵ کیلومترمربع به زیر توسعه خواهد رفت که از ۵۲۲۸ کیلومترمربع اراضی کشاورزی در وضع موجود قریب به ۲۰۰ کیلومترمربع از اراضی به زیر توسعه می‌روند. به نظر می‌رسد تحقق یافتن توسعهٔ مجموعهٔ شهری مشهد در سال ۱۴۰۵ بر اساس این سناریو خصلتی چندمرکزی خواهد داشت. در نهایت، سناریوی سوم که بر اساس تداوم رشد وضع موجود شبیه‌سازی شد، منجر به شکل گرفتن ۷۷۵ کیلومتر مربع اراضی توسعه‌یافته و نابودی ۲۱۰ کیلومتر مربع اراضی کشاورزی خواهد شد. نکتهٔ حائز اهمیت این است که سناریوهای دوم و سوم به لحاظ مساحت تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند، ولیکن در نحوهٔ پراکنش با یکدیگر تفاوت‌های بنیادی دارند. در سناریوی نخست توسعهٔ شهری بر اساس سیاست توسعه از پایین تحقق خواهد یافت؛ بدین معنا که روستاها و اراضی کشاورزی محافظت می‌شوند و توسعه بر مبنای حداکثر تحرک در منابع انسانی، نهادی و طبیعی در منطقه اتفاق می‌افتد. در این سناریو روابط میان شهرها بر اساس سلسله مراتب سکونتگاه‌های شهری صورت می‌گیرد؛ یعنی تغییر در ساختارهای روستایی از رهگذر تأمین منابع و امکانات مادی لازم در شهرهای میانی صورت می‌پذیرد که این خود منجر به توسعهٔ روستایی خواهد شد. در سناریوی دوم هم کمابیش توسعه از رهگذر نظام سلسله مراتبی صورت می‌گیرد، با این تفاوت که سطح بیشتری از اراضی کشاورزی به زیر توسعه خواهند رفت. در این سناریو هم مجموعه به‌صورت چندمرکزی توسعه خواهد یافت و توصیهٔ این سناریو تأکید بر سرمایه‌گذاری در شهرهای میانی است. در نهایت به عنوان نتیجه‌گیری باید گفت که تداوم رشد وضع موجود آثار و پیامدهای جبران‌ناپذیری در منطقه خواهد داشت. بحران‌های زیست‌محیطی نظیر بحران آب، غذا، خاک و آلودگی هوا و فشار بر شبکه‌های زیرساختی ظرفیت ایجاد بحران‌های انسانی را احتمالاً شکل خواهد داد. بر اساس نتایج تحقیق باید گفت که تنها سیاستی که می‌تواند این منطقه را از خطر بحران نجات دهد، سیاست رشد چندمرکزی بر اساس رویکرد زیست‌محیطی است که از طریق محافظت از اراضی کشاورزی از تضعیف اقتصاد روستایی و به تبع آن رشد کالبدی شهرها جلوگیری می‌کند. از این حیث ضرورت دارد تا سیستم برنامه‌ریزی به جد نسبت به نحوهٔ مدیریت توسعهٔ شهری در مجموعهٔ شهری توجه کند. سناریوهای ترسیم‌شده در این تحقیق می‌توانند ابزار بسیار مفیدی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای باشند و مسئولان مرتبط را در راستای اتخاذ تصمیم‌ها و سیاست‌های مناسب یاری رسانند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

مخدوم، مجید؛ (۱۳۸۰). شالودهٔ آمایش سرزمین، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

Muller, B.; (2001). **German Annual of Spatial Research and Policy**, Springer, Berlin.

Thorns, D.; (2002). **The Transformation of Cities**, Palgrave, London**.**

De roo, G., Porter, G., **Fuzzy Planning the Role of Actors in a Fuzzy Governance Environment**, Ashgate, Hampshire.

Maciocco, G. (2008**) Fundamental Trends in city Development**, Springer, Berlin.

Xo, j., Yeh, A.; (2011**). Govarnance and Planning of Mega city-Regions**, Routledge, London and New York.

Grant, J.; (2007). **Planing the Good Community**, Routledge, London and New York.

Portugali, J., Meyer, H., Stolk, E.; (2012) **Complexity Theories of Cities Have Come of Age**, Springer , Berlin.

Poryugali, J.; (2011) **Complexity, Cognition and the City**, Springer, Berlin.

Vale, L., Capanella, T.; (2005). **the Resilient City: How Modern Cities Recover From Disaster**, Oxford University Press, London.

McGinnis, M.; (1999). **Bioregionalism**, Routledge, London and NewYork

Liu, Y.; (2009). **Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata**,CRC press, London.

Salet, W., Thornley, A., Kreukles, A.; (2003). **Metropolitan Governance and Spatial Planning**, Spon Press, London and NewYork.

Wheeler, S.; (2004) **Planning For Sustainability**, Routledge, London and NewYork.

Hall, P., Pain, K.; (2006). **The Polycentric Metropolis: Learning from Mega City-Regions in Europe**, Earthscan, London.

Healey, P.; (2007). **Urban Complexity and Spatial Strategies**, Routledge, London and NewYork.

Colding, Johan.; (2007). Ecological Land-use Complementation for Building Resilience in Urban Ecosystems, Landscape and Urban Planning, 81, 46-55.

Ying, Zhang., Hongqi, Zhang., Dongying, Ni., Wei, Song.; (2012). Agricultural Land Use Optimal Allocation System in Developing Area: Application to Yili Watershed, Xinjiang Region,22, 232-244.

Moffat,I.; (1994). On Measuring Sustainable Development Indicators, World Ecology, 1, 97-209.

Lane, Murray, (2010). The carrying capacity imperative: Assessing regional carrying capacity methodologies for sustainable land-use planning, Land Use Policy, 27, 1038-1045.

Jing-an, Shao., Chao-Fu, Wei., De-ti, Xie., (2005). Sustainable Land Use Planning Based on Ecological Health, Chinese Geographical Science,15, 137-144.

Zarei, Abdullah, Dadashpour, Hashem, (2015). Determining of The Optimal Land use Allocation Pattern in Nowshahr County, Northen Iran,Springer, published Online.

Jianzho, Gong., Yansui, Liu., Wenli, Chen., (2012). Optimal Land-use allocation of Urban Fringe in Guangzho, Geography Science, 22, 179-191.

Archive of SID

www.SID.ir

Kavaliauskas, Pailius, (2008). A conceptual Sustainable Development for Regional Land Use Planning: Lithuanian Experience,Technological and Economical Development of Economy, 14, 51-63.

Senes, Giulio., Toccolini, Alessandro., (1998). Sustainable land use Planning in protected Rural Area in Italy, Landscape and Urban Planning,41, 107-117.

Boggia, Anthonia., Cortina, Carla., (2010). Measuring sustainable Development using a multiple-criteria: A case Study, Journal Of Environmental Management, 91, 2301-2306.

Chen, Yunhao, Li, Xiabing, Su, Wei., (2007). Simulating the optimal land-use Pattern in the Farming-Pastoral Transitional Zone of Northern China, Computers Envoronment and Urban Systems, 32, 407-414.

Liu, Gubin., Zhou, Ping., (2009). The change in Values for Ecological Footprint indices Following land-use change in a Loess Plateau watershed in China, Environment earth science, 59 , 529-536.

Nijkamp, Peter., Oltmer, Kar, (2005). Issus in Land use Evaluation, an Economic Perspective on Agri-Environmental policy, Gestao & Regionalidade magazibe, 18,64-78.

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.

Archive of SID

www.SID.ir