

ارزیابی چند معیاره تناسب اراضی برای کاربری کشاورزی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه قزوین)

سعیده جوانمردی*^۱، حسنعلی فرجی سبکبار^۲، احمدرضا یآوری^۳، حمیدرضا پورخباز^۴

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۲ استادیار گروه کارتوگرافی، دانشگاه تهران

۳ دانشیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۴ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی بهبهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۳۰؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۱۰/۱۲)

چکیده

ارزیابی اراضی فرایندی تلفیقی از ارزیابی تولید بالقوه و تناسب اراضی برای اهداف مختلف است. از آنجایی که کشاورزی آثار محیط‌زیستی زیادی بر نواحی پسرکرانه شهری دارد، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق، برای ارزیابی اراضی حاشیه شهر قزوین برای کاربری مورد نظر، از اجرای مدل اکولوژیک حرفی مخدوم در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد. سپس این نتایج، با نتایج حاصل از ارزیابی با تکنیک تلفیقی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^(۱) و سامانه اطلاعات جغرافیایی مقایسه شد. بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های میدانی، مشخصه‌های اکولوژیک اعم از مشخصه‌های فیزیکی (کاربری اراضی، شیب، خاک، آب و بارندگی) و مشخصه‌های زیستی (تراکم پوشش گیاهی) که در کاربری کشاورزی مؤثرند، شناسایی و نقشه‌سازی این مشخصه‌ها در منطقه قزوین، به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. برای تعیین وزن اولیه هر مشخصه از مدل اکولوژیک حرفی ایران استفاده شد. سپس لایه‌های مذکور به روش ترکیب خطی وزنی (WLC)^(۲) برای تولید نقشه تناسب، رویهم‌گذاری شد. این نقشه برای کاربری کشاورزی به ۶ کلاس طبقه‌بندی شد. نتایج نشان‌دهنده وجود کل طبقات این کاربری در منطقه مورد مطالعه است که طبقه پنج با مساحت ۳۱ درصد بیشترین سطح منطقه را شامل شد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی توان اکولوژیک، مدل اکولوژیک حرفی، منطقه قزوین، کاربری کشاورزی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات جغرافیایی.

سرآغاز

حاشیه شهرها زون‌های انتقالی بین نواحی شهری و روستایی هستند که فرایند تغییر شکل‌شان به دلیل روند چشمگیر رشد شهری باعث کاهش اراضی کشاورزی در آنها می‌شود (Adell, 2001; Allen, 2001; Tacoli, 2001). جریان جمعیت در حواشی شهر ناشی از مهاجرت از نواحی روستایی، به همراه رشد سریع جمعیت، توازن اکولوژیک را مختل کرده است. این فرآیند، از توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی هر ناحیه جلوگیری می‌کند (Srivastava and Gupta, 2003). هم اکنون، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط‌زیست در چارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، همان دخالت دادن جنبه‌های اکولوژیک درباره برنامه‌ریزی و سازماندهی کاربری زمین است (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). در هر صورت برای داشتن توسعه‌ای پایدار و در خور، برنامه‌ریزی سرزمین ضروری است که شالوده این برنامه‌ریزی، ارزیابی توان محیط‌زیست است (مخدوم، ۱۳۷۲). ارزیابی توان اکولوژیک^(۳)، به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از نیروی اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیستی به منظور حصول به اصل توسعه پایدار است (ادهمی مجرد، ۱۳۶۸ و رضایی، ۱۳۸۴). در هر صورت، در تجزیه و تحلیل تناسب اراضی (Malczewski, 2004)، ناحیه به مجموعه واحدهای مطالعاتی کوچک همچون پلی‌گون‌ها، یا رسترها تقسیم می‌شود. Anderson (۱۹۸۷) معتقد است که در تجزیه و تحلیل توان/ تناسب اراضی، ارزیابی جامع با کمک مشخصه‌های اکولوژیک می‌باید صورت گیرد. در این رابطه سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی محیط‌زیستی، ذخیره، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی و غیرفضایی را انجام می‌دهد (کرم، ۱۳۸۴; Aronoff, 1989; Burrough and McDonnell, 1998). از طرفی فرایند وزن‌دهی سیستم قوی تصمیم‌گیری با معیارهای کمی و کیفی است (saaty, 1980 and 1990; Canada et al., 1996). در ارزیابی سرزمین بسیار مفید است (Fu, 1991; Ananda and Herath, 2003). بنابراین GIS می‌تواند به عنوان ابزار تحلیلی و پیش‌بینی برای برنامه‌ریزی توسعه قبل از استفاده آن در سیمای سرزمین استفاده شود (Burrough, 1986). کرمی کردعلیوند (۱۳۷۹) برای مدل‌سازی بهینه کاربری اراضی

در منطقه خرم‌آباد با استفاده از داده‌ها و نقشه‌های اکولوژیک موجود در محیط GIS، مدل‌های توان اکولوژیک کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری، تفرج گسترده و آبی‌پروری را تعیین کرد.

مینایی (۱۳۸۸) و پورخباز (۱۳۸۹) تکنیک GIS را به ترتیب برای آمایش کشاورزی در منطقه فریدون‌شهر و مدل‌سازی کاربری توسعه شهری در قزوین استفاده کردند. Sante- Riveira و همکاران (۲۰۰۸) با کمک سامانه پشتیبان برنامه‌ریزی بر اساس GIS، مکان‌یابی کاربری اراضی روستایی را در ناحیه Terra Cha اسپانیا انجام دادند.

از آنجا که هدف از انجام طرح‌های توسعه اخیر در منطقه قزوین، صرفاً گسترش صنعتی و شهری بوده، ضرورت تعیین توانایی‌های اکولوژیک و مکان‌یابی صحیح و متناسب کاربری‌های مختلف و برنامه‌ریزی به منظور همسویی مقوله‌های توسعه و محیط‌زیست کاملاً مشهود است. از این رو، هدف اصلی تحقیق حاضر، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری کشاورزی در حاشیه شهر قزوین با مدل حرفی اکولوژیک و تکنیک GIS است. در مرحله بعد، نتایج حاصل با نتایج ارزیابی با تکنیک تلفیقی GIS- AHP مقایسه شد. این مطالعه، کاربرد مدل حرفی را به عنوان پشتیبان تصمیم‌گیری نشان می‌دهد.

مدل‌های اکولوژیک حرفی مخدوم

مدل‌سازی به معنای ساده‌سازی واقعیت است (اندردی، ۱۳۸۰; Ford, 1999)، که همراه با شبیه‌سازی و با گسترش سریع اطلاعات جغرافیایی، به برنامه‌ریزی کمک می‌کند (Birkin et al., 1996)، و برای تجزیه و تحلیل، و به‌ویژه پیش‌بینی توان کاربری اراضی، ضروری است. باید اذعان کرد که کاربرد مدل به عنوان پشتیبان تصمیم‌گیری، در مقایسه کاربری‌ها و کارکردهای توسعه‌ای نیز می‌تواند سهم مهمی در انتخاب مدل داشته باشد. در ایران ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین از مقایسه بین ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای محیط‌زیستی و مدل‌های اکولوژیک حرفی و ریاضی انجام می‌شود. به هر حال پیشنهاد شده که آمایش سرزمین را بسته به دامنه تغییرات مشخصه‌های متعدد جمعیت، ساختارهای زیربنایی، منابع مالی و توان اکولوژیک در یک آبخیز، زیر حوزه، حوزه منطقه و کشور با کار گام به گام با کمترین

سیستم مختصات (UTM- 39N) و به‌هنگام‌سازی آنها انجام گرفت. برای ساخت و طبقه‌بندی مجدد برخی از لایه‌های مورد نیاز تحقیق از لایه DEM^(۴) رستری منطقه استفاده شد. از آنجا که مدل اکولوژیکی ایران برای اجرا نیاز به لایه‌های اطلاعاتی به صورت پلی‌گون دارد، بنابراین لایه بارندگی با عمل درون‌یابی^(۵) به پلی‌گون تبدیل شده و در نرم افزار Arc GIS طبقه‌بندی مجدد شده است. در مرحله بعد کلیه لایه‌ها را با لایه مرز منطقه مورد مطالعه روی هم‌گذاری کرده و با کمک تابع برش^(۶) تمام لایه‌ها مرزبندی شد. در روش ارزیابی، تناسب و عدم‌تناسب منابع اکولوژیک با استفاده از ضابطه‌های موجود در مدل حرفی اکولوژیک، تمامی این مشخصه‌ها براساس طبقات کاربری کشاورزی تهیه شد. کلیه لایه‌ها یکسان‌سازی و سپس برای الویت‌بندی و تعیین وزن نسبی هر مشخصه از مدل اکولوژیک حرفی کاربری کشاورزی و مرتعداری (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۰) استفاده شد. البته بار دیگر برای تعیین وزن نسبی هر مشخصه، از مدل تحلیل سلسله مراتبی به روش مقایسه زوجی استفاده شد. سپس داده‌های حاصل، در نرم‌افزارهای Expert Choice 2000 و Excel 2003 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و وزن نهایی معیارها و زیر معیارها از این طریق نیز به‌دست آمد و بدین ترتیب عمل مقایسه نتایج انجام گرفت. در پایان مرحله آماده‌سازی معیارها و استخراج محدودیت‌ها و شاخص‌ها، محدودیت‌ها اساساً با کمک منطق‌بولین به صورت صفر و یک در آمده و سپس با استفاده از منطق اشتراک (AND) در محیط ArcGIS، روی هم‌گذاری شدند و حاصل ضرب محدودیت‌ها، تحت عنوان لایه محدودیت^(۷)، تولید شد.

در نهایت برای رویهم‌گذاری داده‌های رستری و تلفیق لایه‌ها از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) استفاده شد. در این مرحله لایه‌های رستری وزنی بر اساس تابع (۱) جمع شدند تا نقشه نهایی تناسب به‌دست آید. مدل تناسب^(۸) کاربری کشاورزی برای کلیه طبقات آن، پس از تعریف شروط به صورت تابع (۱)، اجرا می‌شود (شکل ۱). فرایند اجرای تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.

تابع (۱): مدل خطی ترکیب وزنی لایه‌ها در منطقه مورد مطالعه برای طبقه یک کشاورزی (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۰)

$$AR1 = So(1,2) + Cp(4,5,6) + Pte(7,8,10,12) +$$

مدل‌سازی و فرمول‌بندی، یا با استفاده از مدل‌های ساده‌شده مانند مدل کاسته‌شده و از همه مهمتر، خرد ابزاری باید انجام داد (مخدوم، ۱۳۸۸). یکی از مدل‌های حرفی کاربری اراضی، مدل اکولوژیک کاربری کشاورزی است که شامل شش طبقه بوده (مخدوم، ۱۳۷۲) و به‌منظور ارزیابی توان اکولوژیک آن از روش معمول ارزیابی منابع به‌نام روش ارزیابی چندعامله به‌شیوه تجزیه و تحلیل سیستمی استفاده می‌شود (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۰). از شیوه‌هایی که امروزه اقبال فراوانی در بین برخی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی، یا بعضی از مهندسان مشاور پیدا کرده است، شیوه تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی است که به تصمیم‌گیری چند معیاره، یا AHP می‌پردازد. در واقع تصمیم‌گیری اصلی را متخصصان، یا پرسش‌دهندگان انجام می‌دهند، و دانشجویان مهندس مشاور فقط به جمع‌بندی تحلیل‌های تصمیم‌گیری شده می‌پردازد. به همین دلیل در اینجا سعی شده که نتایج این روش با شیوه تجزیه و تحلیل سیستمی مقایسه شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در حاشیه شهر قزوین بین ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این منطقه دارای مساحتی حدود ۲۰۶۰۹۴/۵۶ هکتار است و به‌دلیل داشتن ارتفاعات متعدد همچون رشته کوه البرز در شمال و گسترش آن در جهات شمال شرقی و شمال غربی و کوه‌های پراکنده در نقاط دیگر، شرایط مناسب زیست‌اقليمی را داراست.

روش پژوهش

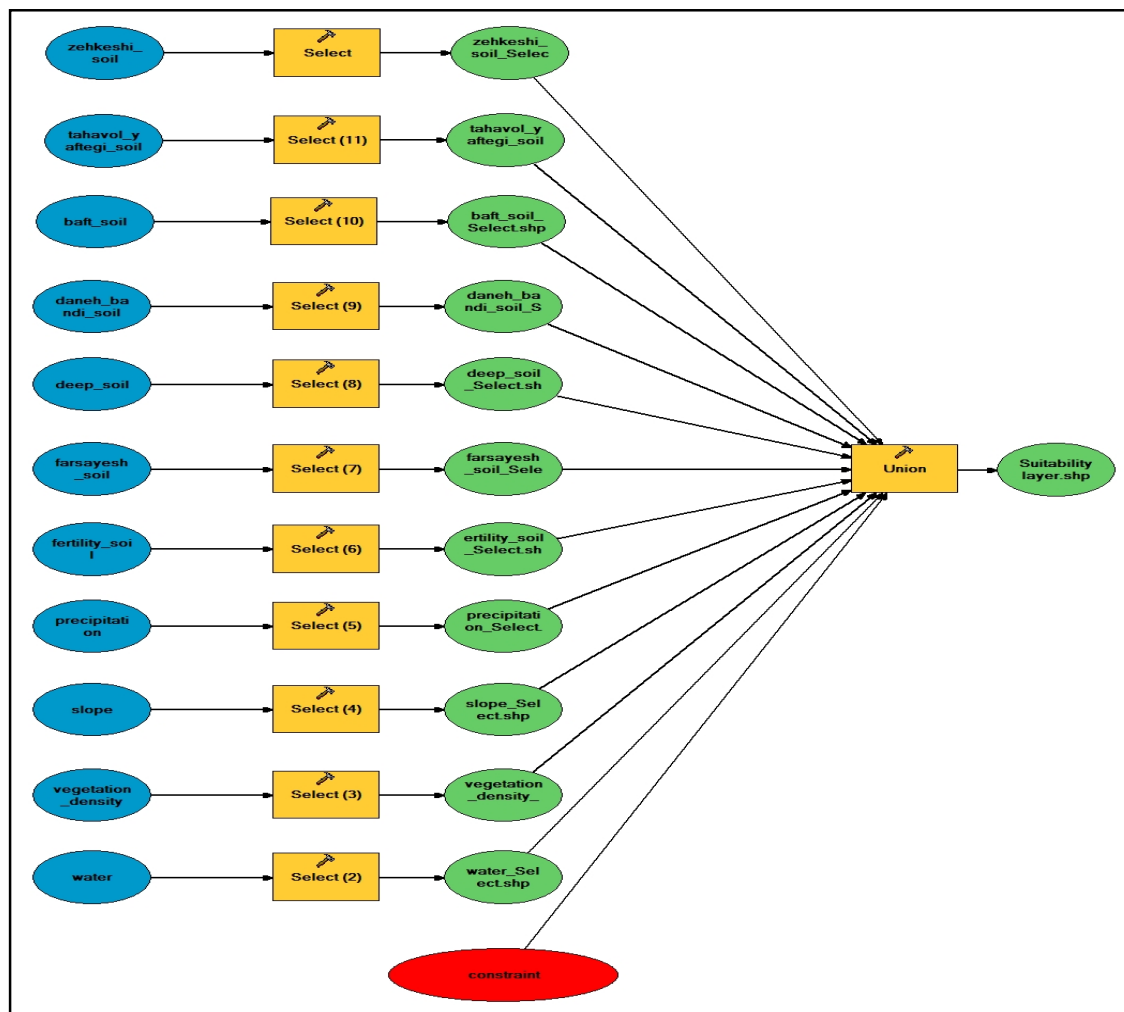
در تحقیق حاضر، برای ارزیابی تناسب اراضی برای کشاورزی به‌روش MCE، مکان‌یابی طبقات شش‌گانه کاربری موردنظر در برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین و در پایان ارزیابی توان اکولوژیک و آمایش سرزمین به عنوان چارچوب تصمیم‌گیری صورت پذیرفت. بدین منظور، ابتدا مشخصه‌های اکولوژیک (فیزیکی و زیستی) لازم برای ارزیابی توان اکولوژیک کاربری مذکور مطالعه و شناسایی و سپس آماده‌سازی لایه‌های این مشخصه‌ها با عملیات ژئورفرنس، تصحیح و ویرایش، رقومی‌سازی، تعریف

خاک (Pf)، دبی آب (Wc)، تراکم پوشش گیاهی (Vgo) Boolean_Constraint = لایه محدودیت بولین شده شامل نقاط شهری - روستایی، بیرون‌زدگی سنگی، بستر رودخانه و جنگل دست‌کاشت.

$$Pd(1) + Pdr(1) + Ps_1(1) + Pg(1,2) + Es(1,2) + Pf(1) + Wc(1,2) + Vgo(2) * [Boolean_Constraint]$$

=AR1 طبقه یک کاربری کشاورزی

مشخصه‌ها: شیب (So)، بارندگی (Cp)، بافت خاک (Pte)، عمق خاک (Pd)، زهکشی خاک (Pdr)، تحول‌یافتگی خاک (Ps)، دانه‌بندی خاک (Pg)، فرسایش خاک (Es)، حاصلخیزی

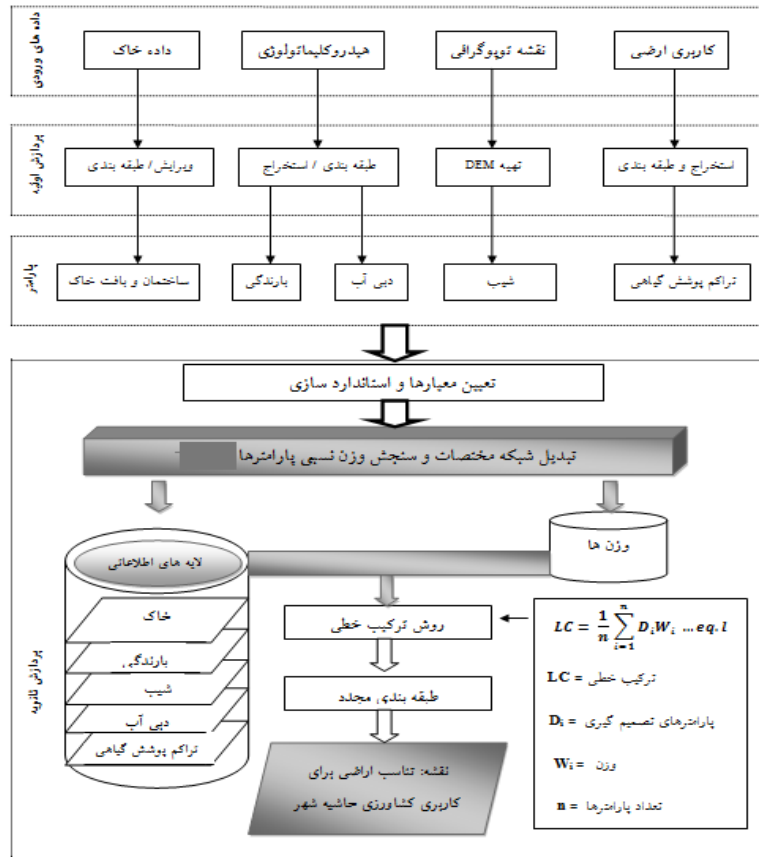


شکل (۱): مدل تناسب منطقه مطالعاتی برای کاربری کشاورزی

پایدار منطقه مورد مطالعه و بهره‌گیری پایدار و درخور، شناسایی ویژگی‌های اکولوژیک این منطقه و ارزیابی توان آن ضروری به نظر می‌رسد.

کاربرد وسیع تکنیک GIS در تصمیم‌گیری برای ارزیابی تناسب اراضی در جدول (۱) ذکر شده است.

ناگفته نماند که برنامه‌ریزی مبتنی بر توان بالقوه سرزمین شاید بهترین راهکار در جلوگیری از ادامه بحران‌های موجود و کاهش آثار سوء آنها باشد (Sante-Riveira et al., 2008). از ویژگی‌های بارز این تحقیق استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و وزن نسبی معیارها و زیر معیارها (موجود در مدل اکولوژیک) در کلیه مراحل کار بوده است. به منظور توسعه



شکل (۲): فرایند اجرای ارزیابی چند معیاره تناسب اراضی در منطقه مطالعاتی

جدول (۱): کاربرد GIS در مطالعات کشاورزی مطابق با نوع ارزیابی در مناطق مختلف جغرافیایی

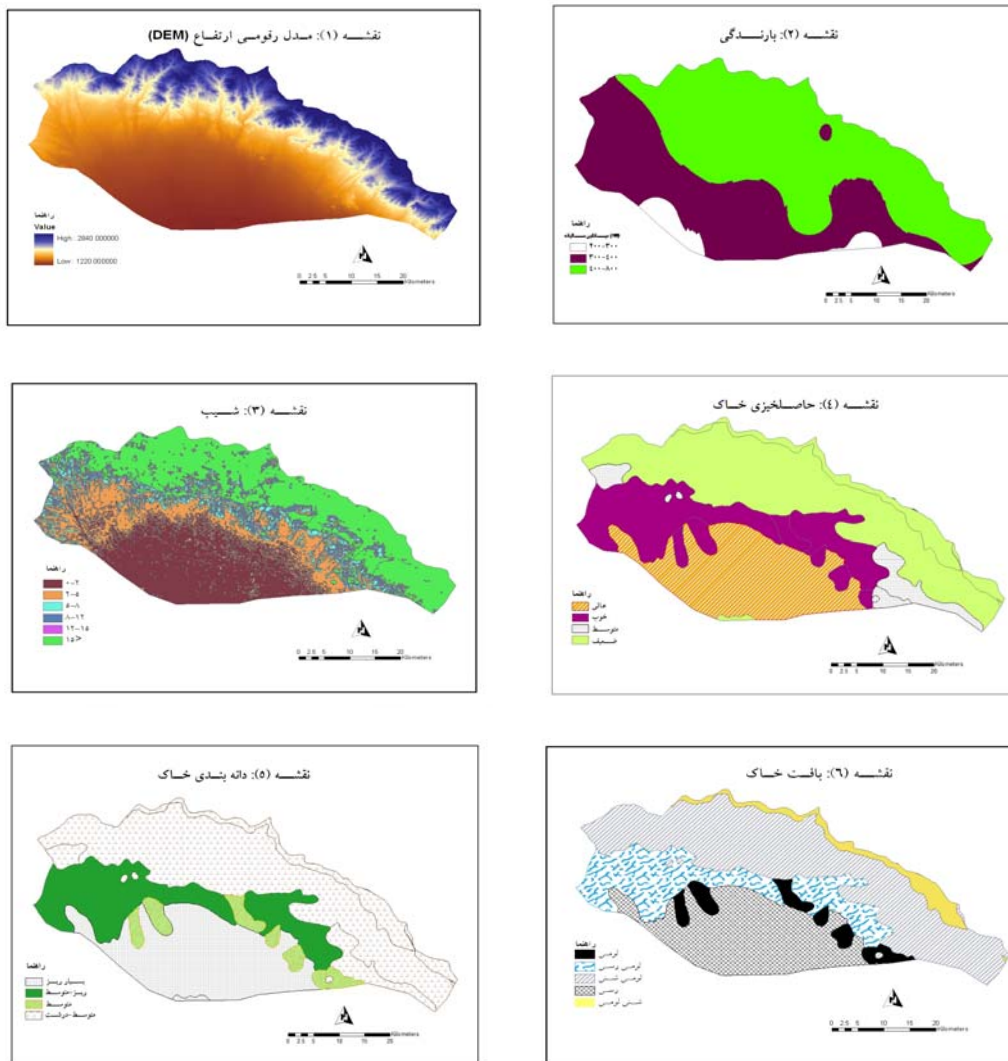
منطقه جغرافیایی	هدف	نرم افزار GIS	منابع
Qazvin, Iran West Bengal, India Hanoi, Vietnam Gaoyou, China Iowa, USA Kalyanakere, India	Agriculture land use evaluation Agriculture Watershed evaluation Pri-urban agriculture evaluation Soil productivity Assessing alternative futures for agriculture Crop-land suitability	ARC/INFO ERDAS, ARC/INFO ArcView ArcView ArcView ARC/INFO	مطالعه حاضر Reshmidevi et al., 2009 Thapa et al., 2008 Zhang et al., 2004 Santelmann et al., 2004 Nisar Ahmed et al., 2000

نتایج حاصل از مطالعات مشخصه‌های اکولوژیک منطقه مورد نظر، به صورت نقشه‌های رقومی در آمدند. حال، با توجه به مدل ارزیابی اکولوژیک کاربری کشاورزی، این نقشه‌ها، طبقه بندی مجدد^(۹) شدند که شکل (۳) پاره‌ای از این مشخصه‌های اکولوژیک را نشان می‌دهد. با استفاده از این نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی مربوط به منطقه، پایگاه اطلاعاتی برای تحلیل منابع محیطی تهیه شد.

یافته‌ها

مدل اکولوژیک کاربری کشاورزی

دستگاه معادلات این مدل شاید پیچیده‌ترین مدل در میان سایر مدل‌ها باشد، اما با مشخص کردن دامنه فعالیت‌هایی که در این بخش به عمل می‌آید از پیچیدگی مدل کاسته شده است. کوشش شده است که برای هر فعالیت، یا دسته‌ای از آنها مدل جداگانه در دستگاه معادلات، برنامه‌ریزی خطی شود.

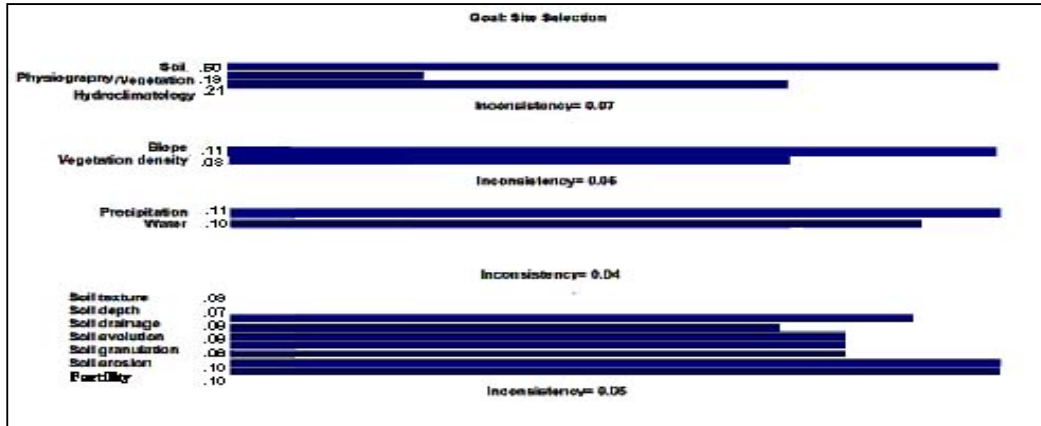


شکل (۳): نقشه‌های پارامترهای اکولوژیکی

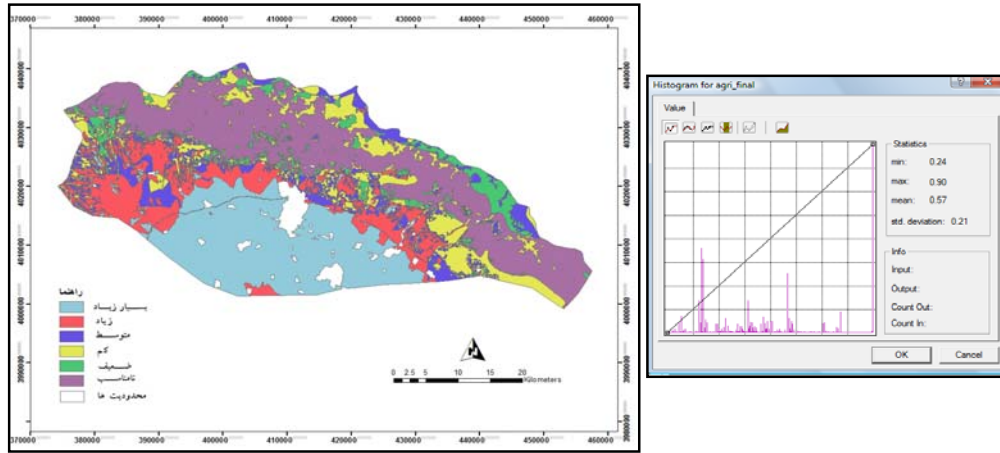
وزن‌دهی شاخص‌ها (Canada et al., 1996) و صحت این مرحله را تأیید می‌کند. در نهایت با روش WLC، نقشه استاندارد شده وزنی شاخص‌ها جمع، و مجدداً در نقشه محدودیت ضرب شد. بنابراین نقشه‌های ارزیابی منطقه به دو طریق استفاده از مدل حرفی مخدوم (مدل وزنی معیارها) و مدل AHP به دست آمد. با کمک هیستوگرام این نقشه‌ها و تعیین نقاط شکست، اقدام به طبقه‌بندی طبقات کاربری کشاورزی شد که در شکل‌های (۵ و ۶) نقشه‌های نهایی طبقه‌بندی شده و هیستوگرام آنها دیده می‌شود.

وزن‌دهی شاخص‌ها

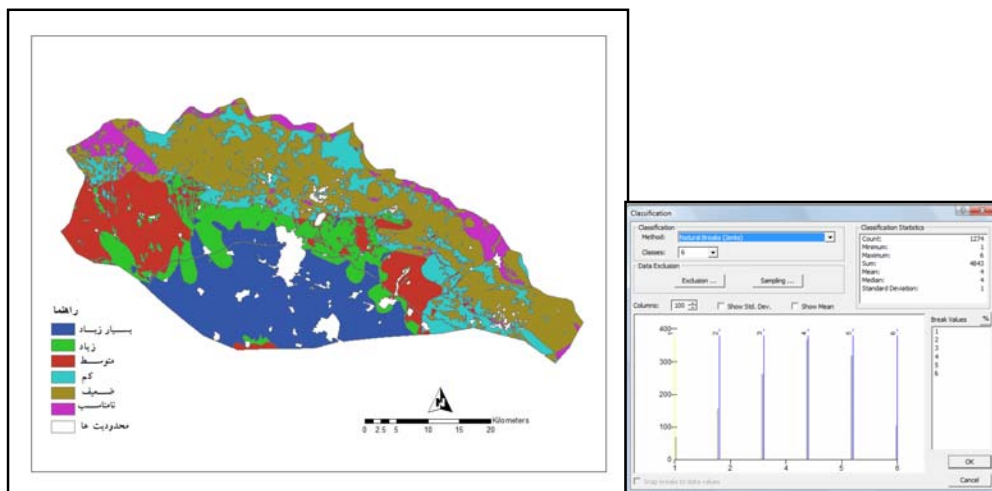
وزن‌دهی به شاخص‌ها یکی از مراحل مهم و اساسی در استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی است. مدل‌های اکولوژیک حرفی مخدوم به دلیل وجود طبقه‌بندی، وزنی بوده و نیاز به وزن‌دهی مجدد ندارند. اما برای انجام مقایسات از وزن‌دهی به روش AHP نیز استفاده گردید. شکل (۴)، وزن‌های شاخص‌های اکولوژیک را نشان می‌دهد که میزان نسبت سازگاری قابل قبول بوده ($CR \leq 0.1$) (Saaty, 1990;)



شکل (۴): وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها به روش AHP



شکل (۵): پهنه‌های مناسب کاربری کشاورزی به روش مدل حرفی



شکل (۶): پهنه‌های مناسب کاربری کشاورزی به روش AHP

بحث و نتیجه‌گیری

تلفیق تکنیک‌های GIS و وزن‌دهی برای ارزیابی اراضی حاشیه شهر قزوین به‌منظور تعیین تناسب کشاورزی به برنامه‌های منطقه‌ای و راهبرد کاربری اراضی کمک می‌کند. در این تحقیق، ارزیابی توان اکولوژیک کاربری کشاورزی با نگرشی همه‌جانبه به کلیه مشخصه‌های اکولوژیک در محدوده حوزه مدیریت به عنوان واحد برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین مدنظر بوده و در این راستا مشخصه‌های فیزیکی و زیستی مطالعه و شناسایی شدند.

شیب مشخصه‌ای مهم در کاربری کشاورزی بوده و شیب‌های ۰ تا ۱۵ درصد مناسب برای این کاربری است که بیش از ۶۰ درصد از منطقه را شامل می‌شود و شمال منطقه به‌دلیل کوهستانی بودن و دارا بودن شیب‌های تند نامناسب شناخته شد (شکل ۳). نتایج نشان می‌دهد که بافت خاک در بخش‌های جنوبی و شمالی منطقه رسی، شنی‌لومی و لومی‌شنی و فقط در بخش مرکزی لومی و لومی‌رسی است (شکل ۳). تراکم پوشش گیاهی ۰ تا ۲۵ درصد مساحتی حدود ۵۵۹۴/۸۳ هکتار، معادل ۲/۷ درصد از منطقه را در بر گرفته و تراکم‌های ۲۵ تا ۵۰ درصد به مساحت ۵۶۰۱/۵۲ (معادل ۲/۷ درصد) و بیش از ۵۰ درصد به ترتیب نسبتاً مناسب و مناسب برای کاربری کشاورزی هستند (شکل ۳). مطالعات دبی آب نشان داد که میزان آب بالای ۶۰۰۰ مترمکعب در سال برای کاربری مورد نظر مناسب بوده و ۹۵ درصد مساحت منطقه را شامل می‌شود، بنابراین منطقه از لحاظ آب به عنوان مهمترین عامل توسعه مشکلی ندارد. نتایج حاکی از آن است که بخشی از نقاط شمالی منطقه مورد نظر از لحاظ بافت خاک، دانه بندی خاک، حاصلخیزی خاک و فرسایش خاک برای کاربری کشاورزی محدودیت دارد. پس از اجرای مدل ارزیابی اکولوژیک کاربری کشاورزی در منطقه قزوین، نتایج حاکی از وجود کلیه طبقات این کاربری است. شکل (۵) پهنه‌های مناسب این کاربری و جدول (۲) مساحت طبقات شش‌گانه کشاورزی را نشان می‌دهد.

نقشه‌های ارزیابی (شکل‌های ۵ و ۶) در بعضی نقاط تفاوت‌های فاحشی را نشان می‌دهند. در شکل (۵) که وزن معیارها از مدل حرفی مخدوم گرفته شده، مناطق شمالی را بنا به دلایل بالا، برای کشاورزی نامناسب معرفی کرده و کنترل زمینی نیز این موضوع را تأیید می‌کند. زیرا این مناطق کاملاً کوهستانی با

شیب‌های تند هستند. چنانچه شکل (۶) نشان می‌دهد این مناطق جزء مناطق کاربری کشاورزی است. در سایر نقاط نیز تفاوت دو روش در طبقات کشاورزی دیده می‌شود که کنترل‌های زمینی نیز این موضوع را تأیید کرد و به روش معمول ارزیابی با مدل حرفی وزن بیشتری داد. دلیل این مسئله واضح است، شیوه AHP همان‌گونه که از نامش پیداست فرایند تصمیم‌گیری چند معیاری از آمیخته مشخصه‌های اکولوژیک و اقتصادی اجتماعی

جدول (۲): مساحت اراضی مناسب کشاورزی در منطقه

طبقات کشاورزی	مساحت	
	هکتار	درصد
۱	۴۹۵۴۵/۵۱	۲۴/۸۸
۲	۲۹۴۵۸/۱۱	۱۴/۷۹
۳	۱۹۵۹۴/۵۸	۹/۸۴
۴	۲۵۸۰۴/۲۲	۱۲/۹۶
۵	۱۳۴۷۵/۴۶	۶/۷۷
۶	۶۱۲۴۴/۳۵	۳۰/۷۶
جمع	۱۹۹۱۲۲/۲۳	۱۰۰

را انجام می‌دهد و در انجام ارزیابی اکولوژیک چندان موفق نیست. به همین دلیل پژوهشگر که با این شیوه می‌خواهد در مدل‌های مخدوم اولویت‌بندی انجام دهد دچار ابهام می‌شود، زیرا این مدل‌ها به عت طبقه‌بندی کردن، هم فازی و همچنین مشخصه‌ها وزنی‌اند. در این زمینه استفاده از شیوه AHP در حالتی که آمیخته‌ای از داده‌های محیط زیستی در دست بوده و فرایند تصمیم‌گیری دوگانه (انتخاب بین دو گزینه) ولی چند معیاری انجام می‌شود، می‌تواند کارساز باشد. اما نشان داده شد که استفاده از این شیوه هنگامی که فقط داده‌های اکولوژیک (منابع فیزیکی + منابع زیستی) در دست‌اند شیوه مؤثری نمی‌تواند باشد. در هر صورت، کنترل طبقات کاربری با بررسی‌های زمینی در این تحقیق، مشخص کرد که نقاط مورد نظر در مناطق محدودیت قرار نگرفته، افزون بر آن که نشان داد بهترین روش‌های ارزیابی، روش‌هایی هستند که عمل ارزیابی را با استفاده از مدل ارزیابی چندعامله حرفی ایران و استفاده از عوامل مؤثر اکولوژیک (فیزیکی و زیستی) انجام می‌دهند. می‌باید یادآور شد که همواره بین محیط طبیعی و انتخاب بستر مناسب برای کاربری کشاورزی، ارتباط معنی‌داری وجود دارد. هم اکنون به

آبی و خاک، کیفیت منابع آبهای سطحی و زیر زمینی استفاده شوند.

تشکر

نویسندگان از جناب آقای دکتر مجید مخدوم برای راهنمایی‌های ارزنده‌شان در اجرای این تحقیق قدردانی می‌کنند.

یادداشت

1. Analytical Hierarchical Process
2. Weighted Linear Combination
3. Ecological Capability Evaluation
4. Digital Elevation Model
5. Interpolation
6. Clip Function
7. Constraint Layer
8. Suitability Model
9. Reclassification

دلیل توسعه و گسترش بی‌رویه شهر، همچنین به واسطه ایجاد راه‌ها و تأسیسات زیربنایی بدون برنامه‌ریزی‌های مناسب، اختلال در یکپارچگی اراضی کشاورزی صورت می‌گیرد. بنابراین لازم است از توسعه بی‌رویه شهری در جهات مختلف شهر قزوین جلوگیری شود. در هر صورت در ارزیابی توان اکولوژیک حوزه‌های آبخیز، باید مدل ویژه‌ای برای کاربری کشاورزی در مناطق مختلف ارائه شود تا از مشخصه‌های اثرگذار محیطی برای ارزیابی آن منطقه بهره‌جست و از مشخصه‌های اکولوژیک که وزن بیشتری دارند استفاده کرد تا تعدد معیارها و مشخصه‌ها، اجرای عمل ارزیابی را با مشکل مواجه نکند. از این‌رو ارزیابی اکولوژیک براساس مشخصه‌های وزن داده شده (وزنی) در مدل حرفی مخدوم دقت بیشتری در جزئیات داشته و تطابق بیشتری با واقعیت زمینی دارد. در ارائه مدل ویژه کاربری کشاورزی، باید برخی از مشخصه‌های کمی و کیفی از جمله پراکنش صنایع آلاینده، میزان و نوع آلودگی آنها، میزان و نحوه آلودگی منابع

فهرست منابع

- ادهمی مجرد، م. ح. ۱۳۶۸. مقایسه سه روش ارزیابی منابع طبیعی، گروه محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
- اندرودی، م. ۱۳۸۰. اصول و روش‌های مدیریت محیط‌زیستی، نشر کنگره، تهران.
- بهرام سلطانی، ک. ۱۳۷۱. مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی: محیط‌زیست، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، چاپ اول، تهران.
- پورخیا، ج. ر. ۱۳۸۹. مدل‌سازی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری، رساله دکتری برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- رضایی، م. ۱۳۸۴. توسعه کالبدی- فضای شهر و نقش محیط‌زیستی آن (مطالعه موردی: شیراز)، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس.
- کرم، ع. ۱۳۸۴. تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب تبریز با استفاده از رویکرد چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۴، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- کرمی کردعلیوند، ت. ۱۳۷۹. مدل‌سازی بهینه کاربری اراضی در منطقه خرم‌آباد با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس.
- مخدوم، م. ۱۳۷۲. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.
- مخدوم، م. درویش صفت، ع. ا.، جعفر زاده، ه. و مخدوم، ع. ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.
- مخدوم، م. ۱۳۸۸. مدل‌هایی که نباید مدل‌سازی گردد یا مدل‌هایی که همیشه پاسخ منطقی ندارند، مجله علوم محیطی، شماره ۳، پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۲-۱۸۵.

مینایی، م. ۱۳۸۸. پیاده‌سازی مدل آمایشی کشاورزی با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران.

Adell, G. 1999. Theories and models of the peri-urban interface: a changing conceptual landscape. Strategic Environmental Planning and Management for the Peri-urban Interface (Research Project Report), Development Planning Unit, University College London, UK.

Allen, A. 2001. Environmental planning and management of the peri-urban interface. In: Proceedings of the Conference on Rural- Urban Encounters: Managing the Environment of the peri-urban Interface, London, UK.

Ananda, J. & Herath, G. 2003. The use of analytic hierarchy process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. *Forest Policy and Economics* 5: 13- 26.

Anderson, L. T. 1987. Seven methods for calculating land capability/suitability. Planning Advisory Service (PAS) Report No. 402.

Aronoff, S. 1989. GIS a Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, Canada.

Birkin, M.; Clarke, G.; Clarke, M. & Wilson, A. 1996. Intelligent GIS. Locations decisions and strategic planning. Cambridge, UK: Geoinformation International.

Burrough, P. A. & McDonnell, R. A. 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, New York. 333 PP.

Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographic Information System for Land Resources Assessment. Oxford University Press, New York.

Canada, J. R.; Sullivan, W. G. & White, J. A. 1996. Capital Investment Analysis for Engineering and Management. Prentice- Hall, New Jersey.

Ford, A. 1999. Modeling the Environment. An introduction to system dynamic modeling of environmental systems. Washington, DC, USA: Island Press.

Fu, B. 1991. Theory and Practice of Land Evaluation. Science and Technology Publishing House, Beijing.

Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62.

Nisar, A. T. R.; Gopal Rao, K. & Murthy, J. S. R. 2000. GIS based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis, *Agricultural systems* 63(2).

Reshmidevi, T. V.; Eldho, T. I. & Jana, R. 2009. A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds. *Agricultural Systems*, 101: 101- 109.

Saaty, T. L. 1990. Multi Criteria Decision Making—The Analytic Hierarchy Process. RWS Publication, Ellsowrth Avenue, USA.

Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

Santelmann, M. V.; White, D.; Freemark, K.; Nassauer, J. I.; Eilers, J. M.; Vaché, K. B. 29- Danielson, B. J.; Corry, R. C.; Clark, M. E.; Polasky, S.; Cruse, R. M.; Sifneos, J.; Rustigian, H.; Coiner, C.; Wu, J. & Debinski, D. 2004. Assessing alternative futures for agriculture in Iowa, U.S.A. *Landscape Ecology* 19: 357- 374.

Sante- Riveira, I.; Crecente- Maseda, R. & Miranda- Barros, D. 2008. GIS- based planning support system for rural land- use allocation, *Computers and Electronics in Agriculture* 63.

Srivastava, S. K. & Gupta, R. D. 2003. Monitoring of changes in landuse/landcover using multi-sensor satellite data, *Map India Conference* 2003.

Tacoli, C. 2001. Livelihoods impacts and strategies of the periurban poor, In: Proceedings of the Conference on Rural- Urban Encounters: Managing the Environment of the Periurban Interface, London, UK.

Thapa, R. B. & Murayama, Y. 2008. Land evaluation for peri-urban agriculture using analytical hierarchical process and geographic information system techniques: A case study of Hanoi. *Land Use Policy*, 25: 225- 239.

Zhang, B.; Zhang, Y.; Chen, D.; White, R. E. & Li, Y. 2004. A quantitative evaluation system of soil productivity for intensive agriculture in China. *Geoderma*, 123: 319- 331.