



علوم محیطی

علوم محیطی سال ششم، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.3, Spring 2009

۱۸۵-۱۹۲

مدل هایی که نباید مدل سازی کرد یا مدلهایی که همیشه پاسخ منطقی ندارند

مجید مخدوم*

استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

Models Which are Never to be Modelled, or Models with Irrational Prediction

Majid Makhdom*

Department of Forestry, Faculty of Natural Resource,
University of Tehran

Abstract

The processes through which structure of ecosystems ends to its functions, according to the principles of environmental planning are called development. Since our environment consists of numerous ecosystems, and the complexity of action and reactions of developments emanates in cybernetic ecosystems, we need to use models, in order to predict and grasp a meaningful perception of the real world. But in some instances modelling and the use of models become too complicated, which potentially increase the uncertainty in predictions. This paper, is an attempt to elucidate these kinds of model like MLR, and AHP and to present some solutions like uses of Game Theory in spatial planning, reduced models in simplification of models, and matrix quantification of SWOT model. Finally, it is argued that model should act as a decision support system (DSS) in environmental planning.

Keywords: Modelling, AHP, SWOT model, spatial planning models, reduced models.

چکیده

از نقطه نظر برنامه ریزی محیط زیست، توسعه عبارت از فرایند تبدیل ساختار اکوسیستم به عملکرد یا کارکرد آن است. به واسطه بیشمار بودن اکوسیستم های محیط زیست و پیچیده بودن کنش ها و واکنش های توسعه در اکوسیستم های سبیرنتیک یا خود سامان، مدل سازی یا استفاده از مدل ها به عنوان راه حلی برای شناخت و پیش بینی جهان واقعی تا کنون چاره ساز بوده است. اما گاهی اوقات استفاده از مدل و مدل سازی خود به چنان پیچیدگی منجر می شود که احتمال پیش بینی نادرست از دنیای حقیقی را افزایش می دهد. در این مقاله کوشش شده است ضمن بر شمردن این گونه مدل ها، مانند مدل رگرسیون خطی چندگانه MLR و یا فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP راه های ساده کردن مدل، مانند مدل های کاسته شده و یا استفاده از محاسبات ماتریسی در مدل SWOT و همچنین به کارگیری مدل تئوری بازی ها در تصمیم گیری برای آمایش سرزمین در شیوه ایرانی به عنوان راه حل ها ارائه گردد. تا بتوان از مدل به منزله سامانه پشتیبان تصمیم گیری (DSS) مناسبی برای ترسیم دنیای واقعی در برنامه ریزی محیط زیست بهره برد.

کلید واژگان: مدل سازی - شیوه AHP - مدل SWOT - مدل آمایشی - مدل کاسته شده.

* Corresponding author. E-mail Address: mmakhdom@ut.ac.ir

مقدمه

بنابر آخرین بررسی‌های انجام یافته در سامانه‌های اکولوژیکی (نانز و همکاران ۱۳۸۴)، برای درک ویژگی‌های چونی و چندی (کیفی و کمی) محیط‌زیست که خود از اکوسیستم‌های بیشماری متشکل شده است، کوشش می‌شود که اکوسیستم‌ها به عنوان اولین واحد فضا/پهنه/مکان مورد بررسی و مذاقه قرار گیرند. در تجزیه و تحلیل چند و چون یک اکوسیستم و تحلیل آن برای ارزیابی، برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست می‌باید سه فراز را در اکوسیستم تشخیص داده و تفسیر کرد (مخدوم، ۱۳۸۸). اینان عبارتند از: ساختار و کارکرد اکوسیستم و فرایند تبدیل ساختار به کارکرد. از نقطه نظر برنامه‌ریزی محیط‌زیست، فرایند تبدیل ساختار به کارکرد اکوسیستم‌ها یا کاربری همان کنشی است که به آن توسعه می‌گویند. به زبان ساده از جنبه برنامه‌ریزی محیط‌زیست، توسعه عبارت از فرایند تبدیل ساختار به کارکرد اکوسیستم‌هاست که ممکن است اکوسیستم طبیعی، نیمه طبیعی و یا انسان ساخت و یا ترکیبی از این سه باشد. حال تصور نمایید که در محیط‌زیست ما که متشکل از بیشماری از اکوسیستم‌هاست، چگونه می‌توان به سادگی و آسانی پی به روند این همه فرایندها یا توسعه‌ها و کنش و واکنش آنها بر هم برد. باور داریم که یکی از مشکلات فراروی ما در محیط‌زیست، آن است که این کنش‌ها و واکنش‌ها را منفک از هم و منزوی می‌بینیم. در حالی که واقعیت قضیه آن است که این کنش‌ها و واکنش‌های توسعه در اکوسیستم به صورت سامانه‌های سیبرنتیک یا خود سامان به طور پیوسته عمل می‌نمایند، که بسیار پیچیده اند (Crout et al., 2009). برای درک این سامانه‌های پیچیده است که مدل‌سازی انجام می‌پذیرد (مخدوم و همکاران ۱۳۸۶؛ مخدوم ۱۳۸۷). در واقع مدل‌سازی بدین جهت به عمل می‌آید

که بتوان ۱- پیچیدگی سامانه را ساده‌تر نمود که قابل درک باشد، ۲- جمع‌بندی از اطلاعات گردآوری شده داشت (Amiri and Nakane, 2006) و ۳- شبیه‌سازی از تلفیق اطلاعات موجود درست کرد که شباهتی به جهان واقعی داشته و نشان‌دهنده یک هستی و یا یک پدیده موجود در دنیای حقیقی باشد (Jeffers, 1982). به باور جفرز مدل‌نمایش‌گر ارتباط برخی از کمیت‌ها و کیفیت‌های معلوم و تعریف شده است. بدین منظور انواع مدل‌ها را در یک طبقه‌بندی کلان می‌توان به سه دسته تقسیم نمود. ۱- مدل‌هایی که حرفی یا اطلاعاتی اند، ۲- مدل‌های ریاضی که خود زیرمجموعه وسیعی را شامل می‌شوند (مراجعه شود به مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶) و ۳- مدل‌های گرافیکی که اینها نیز انواع منحنی‌ها، نمودارها، نگاره‌ها، شکل‌ها، عکس‌ها، ماکت‌ها و غیره را شامل می‌شوند. اما Lindenmayer و همکاران (2007) اظهار می‌دارند که نکته کلیدی آن نیست که کدام مدل بر دیگری برتری دارد، بلکه قوت و ضعف یک مدل مهم‌تر از هر چیزی است. باید اذعان نمود که کاربرد مدل به عنوان پشتیبان تصمیم‌گیری، در مقایسه کاربری‌ها و کارکردهای توسعه‌ای (Makhdoum, 2002) نیز می‌تواند سهم مهمی در انتخاب مدل داشته باشد، چنانچه Runder و همکاران (2007) برای محاسبه هزینه‌ها در تصمیم‌گیری برای ارزیابی مناطق حفاظتی از یک مدل ترکیبی (INGRID) با موفقیت استفاده نمودند. اما مدل (SLIM) توسط Hajkowicz و همکاران (2005) که برای اندازه‌گیری هزینه و فایده تولید نقشه زمین‌های حاشیه‌ای در یک بودجه بندی صرفه جویانه به کار گرفته شد هنوز نیاز به ابزارهای تحلیلی بیشتری برای درک یافته‌های مدل دارد. دلایل ناموفق بودن این مدل و یا برخی از مدل‌ها و مدل‌هایی که به کارهای بسیار پیچیده رایانه‌ای نیاز دارند

(Kennedy et al., 2006) بهانه ای برای نگارش این مقاله است. زیرا بر این باورم که مدل‌ها همیشه نه تنها ابزار کاملی برای ارزیابی نیستند، بلکه گهگاه موجب گمراهی برنامه‌ریزی‌های راهبردی و عملیاتی نیز می‌شوند (Makhdoum, 2008). بنابراین باید اذعان نمود که برای شبیه‌سازی جهان واقعی همیشه نمی‌توان با مدل‌سازی به واقعیت دست یافت و یا مدل‌هایی هستند که همیشه پاسخ منطقی ندارند. برای اثبات این ادعا تحلیلی از چند مدل در زیر به عمل آمده است.

روش پژوهش تحلیل مدل‌ها

ساده‌سازی مدل‌های پیچیده

Croust و همکاران (2009) بر این باورند که برخی مدل‌های گرافیکی (مکانیکی) که گرایشی به جزئی‌تر کردن دارند، کمتر از نظام واقعی که می‌خواهند آن را توصیف کنند به جزئیات واقعی‌تر می‌پردازند. در نتیجه قضاوت درباره سطح متناسب جزئیات در مدل مشکل می‌شود، تا حدی که برخی از این مدل‌ها بیش از اندازه پارامتر درگیر در مدل^(۱) دارند که احتمال پیش‌بینی نادرست از جهان واقعی را افزایش می‌دهند. برای حل این مشکل، آنان راه حل مدل^(۲) کاسته شده را با سه مثال از جنبه‌های مدل‌سازی ریاضی^(۳) فرایندی پیشنهاد داده و به آزمون گذاردند که با مقایسه با مدل اصلی موفق‌تر بودند. به عبارت دیگر، ساده‌سازی مدل به مدل‌های کاسته شده راه حلی برای مدل‌های پیچیده به حساب می‌آید.

مدل‌های آمایشی که به آمایش سرزمین در پهنه/یگان/اکوسیستم قراردادی/آبخیز و نظایر آن می‌پردازند، در زمره مدل‌های پیچیده به حساب می‌آیند که با ترفند مدل‌سازی کاهشی می‌توان مشکل پیچیدگی را در آنها حل کرد. Bryan and Crossman (2008) با چنین ترفندی

با شاخه شاخه کردن خوارزمیک در سامانه مدل‌سازی جبر عمومی^(۴) (GAMS) بر این مشکل فائق آمدند. اما آیا به کارگیری چنین ترفندی همیشه کارساز است؟

مدل‌سازی برای آمایش سرزمین با شیوه‌های یونانی و ایرانی

از دیرباز برای تصمیم‌گیری و تعیین اولویت کاربری‌ها با شیوه کمی قیاسی در کشور از دو شیوه یونانی (مخدوم ۱۳۸۷) و ایرانی (Makhdoum, 1998) در آمایش سرزمین استفاده می‌شود. جهت مقایسه نتیجه کار این دو شیوه که هر یک تابع مدل^(۵) بهینه‌سازی با برنامه‌نویسی پویا می‌باشند (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶)، یک آزمون در بین ۲۸ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد درس آمایش سرزمین (دانشگاه تهران) در سال ۱۳۸۷ به عمل آمد. نتیجه قیاسی آزمون گویای تفاوت معنی‌دار در انتخاب گزینه/گزینه‌های تصمیم‌گیری شده در بین دانشجویان بوده است. در حالی که اگر دانشجویان برای حل مسئله با شیوه ایرانی از Game Theory استفاده می‌کردند شاید مشکل کمتری بروز می‌نمود و تفاوت‌ها آنقدر گوناگون نمی‌بودند. همچنین اگر در شیوه یونانی که محاسبات نسبتاً پیچیده‌ای دارد در محاسبه کردن دقت می‌کردند، شاید مشکل کمتری بروز می‌کرد.

بهرحال برای پرهیز از بروز چنین مشکلاتی، یک دسته مدل کاسته شده از مدل آمایشی با شیوه ایرانی به شرح زیر پیشنهاد شده‌اند که با خرد ابزاری می‌توان آنها را در موارد مختلف به کار گرفته و الگو قرار داد.

$$I(1, 2) + P(1, 2) = T, E \quad (1)$$

$$I(4, 5) + P(4, 5) = A, F, R \quad (2)$$

مرتعداری = R؛ جنگلداری = F؛ کشاورزی = A؛

اکوتوریسم = E؛ توسعه شهری = T؛ تراکم جمعیت = P؛

ساختار زیر بنایی = I

تفسیر این دو مدل کاسته شده به شرح زیر است:

۱- اگر طبقه ساختارهای زیربنایی و طبقه تراکم جمعیت ۱ و ۲ باشند، اولویت با کاربری‌های نیازمند پایداری بستر مثل توسعه شهری و اکوتوریسم متمرکز است.
۲- اگر طبقه ساختارهای زیربنایی و طبقه تراکم جمعیت ۴ و ۵ باشند، اولویت با کاربری‌های منجر به تولید بیولوژیکی مانند جنگلداری، کشت و کار و مرتعداری است.

در رابطه (۱) اولویت با کاربری است که طبقه توان و طبقه درآمد بالایی داشته باشد. در صورت تساوی، اولویت با آن کاربری است که درآمد بالاتری داشته باشد. در این حالت شهرک صنعتی و مسکونی اغلب اولویت اول می‌گیرد و اکوتوریسم متمرکز اولویت دوم، که از نظر اکولوژیکی چندان مطلوب نیست، هر چند نشانزدهای منفی اکوتوریسم متمرکز کمتر از نشانزدهای شهرک‌های صنعتی و یا مسکونی نیستند.

در رابطه دوم، اولویت با کاربری است که طبقه توان و طبقه درآمد آن بالاتر است. در صورت تساوی اولویت با آن کاربری است که طبقه درآمد بالاتری داشته باشد. در این حالت جنگلداری و مرتعداری اغلب قربانی فاریاب (کشتزار و باغ) می‌شوند. در حالی که تراکم پراکندگی دام طبقه‌های ۱ و ۲ باشد، می‌توان بین جنگلداری و مرتعداری تفاوت گذارد و اولویت را به مرتعداری داد. در این صورت جنگلداری باز هم قربانی می‌شود.

هم چنین کاربری‌های حفاظت و آبرزی پروری بلا تکلیف می‌مانند. زیرا حفاظت که درآمدی ندارد و درآمد آبرزی پروری بستگی به پارامتر اقتصاد اکولوژیکی مانند نرخ قیمت آب و مسافت بازار دارد. اما مهم‌ترین نکته در این مدل‌های کاسته شده آن است که اغلب طبقه ساختارهای زیربنایی، طبقه تراکم جمعیت و طبقه

پراکندگی دام در یک یکان برابرنند. در آن صورت چه باید کرد؟

به همین خاطر است که برای حل مسئله آمایش کمی به شیوه ایرانی، (تئوری بازی‌ها)^(۶) پیشنهاد شده است (Makhdoum, 1998) که خود بواسطه ماشینی بودن محاسبات گاهی اوقات نتایج دور از واقعیت نیز به ارمغان می‌آورد.

به هر حال پیشنهاد شده است (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶) که آمایش سرزمین را بسته به دامنه تغییرات پارامترهای متعدد جمعیت، ساختارهای زیربنایی، منابع مالی و توان اکولوژیکی در یک آبخیز، زیر حوزه، حوزه منطقه و کشور با کار گام به گام با کمترین مدل سازی و فرمول‌بندی و یا با استفاده از مدل‌های ساده شده مانند مدل کاسته شده و از همه مهمتر؛ خرد ابزاری باید انجام داد (به فصل ۱۰، ۱۱ و ۱۲ کتاب GIS (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶) مراجعه فرمائید).

چند مدل، روش و شیوه مشکل آفرین دیگر

یکی از شیوه‌هایی که امروزه اقبال فراوانی در بین برخی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی و یا بعضی از مهندسیین مشاور پیدا کرده است، شیوه تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و یا AHP^(۷) است که به تصمیم‌گیری چند معیاره می‌پردازد. در واقع تصمیم‌گیری اصلی را متخصصان و یا پرسش‌شوندگان با ارزش‌گذاری قیاسی ۱ تا ۹ انجام می‌دهند و دانشجو و مهندس مشاور تنها به جمع‌بندی تحلیل‌های تصمیم‌گیری شده می‌پردازد. این آخرین یکی از دلایل اصلی محبوبیت این شیوه در نزد برخی از کاربران است.

این شیوه همان‌گونه که از نامش پیداست یک فرایند تصمیم‌گیری چند معیاری از آمیخته‌ای از پارامترهای اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی را انجام می‌دهد و در

انجام ارزیابی^(۸) اکولوژیکی چندان موفق نیست. چنانچه احمدی (۱۳۸۱) به خوبی از این شیوه در مسیریابی جاده با GIS که آمیخته‌ای از پارامترهای اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی (منابع محیط زیستی) برای تصمیم‌گیری بهترین مسیر درگیر بودند استفاده نمود. همین‌طور ستوده و همکاران (۱۳۸۶) در انتخاب مسیر راه آهن رشت- انزلی با این شیوه به خاطر دلایل یاد شده موفق بودند.

اما استفاده از این شیوه در ارزیابی اکولوژیکی که پژوهش‌گر کوشش می‌کند بین پارامترهای اکولوژیکی، مثلا برای انتخاب گونه گیاهی برای فضای سبز و یا در روش مخدوم (که به خاطر طبقه بندی کردن، مدل‌ها هم فازی‌اند و هم پارامترها وزنی هستند) در مدل‌های مخدوم (مخدوم، ۱۳۸۷؛ مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶) اولویت‌بندی انجام دهد دچار ابهام می‌شود. نمونه بارز آن در برخی از پایان‌نامه‌های چند سال اخیر^(۹) مشهود است که مدل اکوتوریسم متمرکز را که در خود مدل اولویت‌بندی پارامتری انجام شده است را خواسته شد با AHP باز هم اولویت‌بندی کنند. در همین رابطه می‌توان از صداقت برخی از پژوهشگران یاد کرد (سمیه کرمی، ۱۳۸۷) که با شجاعت در کار یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پس از بررسی‌های فراوان که استفاده از AHP در انتخاب عوامل موثر اکولوژیکی در انتخاب گونه گیاهی برای ایجاد فضای سبز نتیجه نداد، استفاده از AHP را برای این موارد مردود اعلام نمودند.

یکی دیگر از مدل‌های مورد اقبال مدل برنامه ریزی راهبردی SWOT است که قوت، ضعف، فرصت و تهدید استراتژی‌ها و یا راهبردهای اتخاذ شده را نمایان می‌سازد. منتهی نکته بارز در به کارگیری این مدل آن است که با استفاده از این مدل حتماً می‌بایست با تشکیل ماتریس SWOT و ارزش‌گذاری وزنی به نتیجه کمی دست یافت

که بتوان با کمیت‌های به دست آمده به تصمیم‌گیری پرداخت. یکی از این شیوه‌های موثر در SWOT استفاده از ماتریس IFE^(۱۰) ارزیابی فاکتورهای درونی و EFE^(۱۱) که ارزیابی فاکتورهای بیرونی است (شورینی، ۱۳۷۷) که کمک موثری به تصمیم‌گیرنده می‌نماید. در حالی که برخی از کارشناسان از مدل تنها برای تحلیل قوت، ضعف، فرصت و تهدید استراتژی‌ها، سیاست‌ها و یا حتی پدیده‌ها به صورت انشاء گونه استفاده می‌کنند (محمدی ده چشمه و زنگی آبادی، ۱۳۸۷) که با تجزیه و تحلیل و جمع بندی سیستمی (میلر، ۱۳۸۷؛ محمدرضایی، ۱۳۸۲؛ مخدوم، ۱۳۸۷) به نتیجه بهتری می‌توان دست یافت تا تحلیل انشایی.

بحث و نتیجه‌گیری

بسیاری از مدل‌سازان و استفاده‌کنندگان از مدل تا اطمینان خاطر کافی و وافی از مدل ساخته شده و یا به کار گرفته شده پیدا نکنند از مدل و مدل‌سازی در شبیه سازی واقعیت‌ها در نمایش ارتباط برخی از کمیت‌ها و کیفیت‌های معلوم و تعریف شده (Jeffers, 1982) پرهیز می‌کنند (Lindenmayer et al., 2007). چنانچه امیری و ناکانه^(۱۲) (۲۰۰۹) در مقایسه کارکرد دو مدل رگرسیون خطی چندگانه (MLR)^(۱۳) و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN)^(۱۴) که برای پیش‌بینی غلظت نیتروژن کل در بیست و یک آبخیز در ژاپن به کار گرفته شده بودند با تجزیه و تحلیل حساسیت^(۱۵) مونت کارلو در مدل‌سازی و مدل‌های به کار گرفته شده به آزمون پرداختند تا بتوانند اطمینان قابل قبولی از نتایج حاصل شده به دست آورند. گرچه در بررسی آنان عملکرد مدل ANN نتیجه دقیق‌تری تا مدل رگرسیون خطی چندگانه به دست داد. امروزه معلوم شده است که مدل‌های رگرسیون خطی چندگانه به واسطه درگیر شدن متغیرهای چندگانه همیشه نتایج قابل

قبولی عرضه نمی کنند (Bryan and Crossman, 2008). حال اگر پیچیده بودن اکوسیستمی را دلیلی برای استفاده از مدل و مدل سازی به حساب آوریم، دیده می شود که اکوسیستم های طبیعی، نیمه طبیعی و انسان ساخت هر کدام به واسطه نظام سبیرنیک خود یا خودسامانی نظام، پس فرست های^(۱۶) را در نظام، بسته به شرایط ساختاری و عملکردی خود، به کار می بندند که ممکن است در بین متغیرهای چندگانه MLR یک مدل به کار گرفته شده نباشند.

مدل های کاسته شده (Crout et al., 2009) نشان داده شد که می توانند بسیاری از مشکلات مدل های پیچیده و یا چند متغیره را با ساده کردن مدل حل کنند و از همه مهم تر نمایش بهتر و منطقی تری از دنیای پیچیده واقعی عرضه نمایند. به ویژه پیچیدگی درک دنیای حقیقی زمانی بروز می کند که به ارزیابی توامان اکولوژیکی و اقتصادی حفاظت از طبیعت (Runder et al., 2007) دست زده شود. گرچه اقتصاد اکولوژیکی (نانز و همکاران، ۱۳۸۴) تا حد زیادی این معضل و درک پیچیدگی را با ساده کردن مدل ها آسان نموده است.

چنانچه در به کارگیری شیوه ایرانی و شیوه یونانی برای آمایش سرزمین (اولویت بندی و ساماندهی بین کاربری ها) نشان داده شد که استفاده از مدل های کاسته شده و یا اساساً به کارگیری مدل تئوری بازی ها (Makhdoum, 1998) (که یک مدل آماری شناخته شده و امتحان شده است) در شیوه ایرانی کمی قیاسی آمایش سرزمین هر دو مدل می توانند تا حد زیادی در ساده کردن پیچیدگی و از همه مهم تر درک دنیای واقعی موثر باشند. در شیوه یونانی آمایش کمی قیاسی، اگر دقت بیشتری با استفاده از محاسبات رایانه ای به عمل آید و یا کافی بودن داده ها با تجزیه و تحلیل حساسیت مونت کارلو سنجیده شود باز هم نتیجه بهتری عاید خواهد شد. اگر چه موکداً پیشنهاد می شود که در اولویت بندی و

ساماندهی بین کاربری ها در برنامه ریزی منطقه ای / آمایش سرزمین / برنامه ریزی محیط زیست بسته به شرایط محیط زیستی (اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی) یکان همگن - آبخیز - زیر حوزه - حوزه - منطقه و کشور از خرد ابزاری و با کم ترین استفاده از مدل و یا با به کارگیری مدل های کاسته شده اقدام نمود. در این راستا استفاده از شیوه AHP در حالتی که آمیخته ای از داده های محیط زیستی در دست بوده و یک فرایند تصمیم گیری دوگانه (انتخاب بین دو گزینه) ولی چند معیاری انجام می شود می تواند کارساز باشد. اما نشان داده شد که استفاده از شیوه AHP هنگامی که تنها داده های اکولوژیکی (منابع فیزیکی + منابع زیستی) در دست اند شیوه موثری نمی تواند باشد. یکی از دلایل عدم توفیق این شیوه برای منظور یاد شده، نادیده گرفتن پست فرست های یک نظام اکولوژیکی و دلیل دیگر مثلاً در انتخاب چند گونه برای جنگل کاری فضای سبز، درگیر شدن فرایند تصمیم گیری چندگانه (انتخاب بین چند گزینه) در انتخاب چند گونه است. چنین حقیقتی در مورد مدل های اکولوژیکی ایران (حرفی و ریاضی) نیز صدق می کند (مخدوم ۱۳۸۷؛ مخدوم و همکاران ۱۳۸۶) که برخی سعی می کنند با استفاده از شیوه AHP این مدل ها را وزن دهی کنند و یا به صورت فازی در آورند. در حالی که مدل های یاد شده که طبقه بندی شده اند در عین وزن داشتن فازی نیز هستند. چون از طبقه یک تا طبقه n یک مدل تعلق فاکتور اکولوژیکی را به طبقه و درجه تعلق فاکتور به طبقه را (طبق اصول تئوری و منطق فازی) نشان می دهند (Makhdoum, 2002). به همین خاطر است که چند و چون اغلب فاکتورهای اکولوژیکی در مدل های اکولوژیکی در طبقات و کاربری ها با هم فرق دارند.

استفاده از مدل SWOT اگر به جمع بندی ریاضی

M.Sc. Thesis. Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (in farsi).

Amiri, B. J. and K. Nakane (2009). Comparative Prediction of stream water total nitrogen from land cover using artificial neural network and multiple linear regression approaches: a pilot researches. *Polish J. of Environ. Stud.*, 18 (2): 151- 160.

Amiri, B. J. and K. Nakane (2006). Modeling the relationship between land cover and river water duality in the Yamaguchi Prefecture of Japan. *J. Ecol. Field Biol*, 29(4): 343- 352.

Bryan, B. A. and N. D. Crossman (2008). Systematic regional planning for multiple objective natural resource management. *J. Environ. Manage.*, 88: 1175-1189.

Crout, N. M. J., D. Taristano and A. T. Wood, (2009). Is my model too complex? Evaluating model formulation using model reduction. *Environ. Modeling & software*, 24: 1-7.

Hajkowicz, St., J. M. Perraud, W. Dawes and R. De Rose (2005). The strategic landscape investment model a tool for mapping optimal environmental expenditure. *Environ Modelling and Software*, 20: 125- 1262.

Jeffers, J. N. R. (1982). *Modelling*. London: Chapman and Hall.

Karami, S. (2008). *Analysis of factors in selecting species for creating green space border for rail routes (subway case study Sadeghieh - Ekbatan)*. M. Sc. Thesis. Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (in farsi)

Kennedy, R. E, D. P. Turner W. B. Cohen and , M. Guzy (2006). A method to efficiently apply a biogeochemical model to a landscape. *Landscape*

ماتریس آن ختم نشود دیده شد که تنها ارزش یک تحلیل نوشتاری را پیدا خواهد کرد. در حالی که کمی کردن هر یک از قوت- ضعف- تهدید و فرصت در ماتریس یاد شده می تواند پشتیبان بهتری در تصمیم گیری به عنوان یک DSS^(۱۷) باشد. زیرا تمامی مدل‌هایی که ساخته می شوند و یا به کار گرفته می شوند، همگی نقشی فراتر از یک DSS ندارند. تمام تلاش و کوشش ما انسان‌ها برای به‌سازی محیط زیست مان برای آن است که بتوانیم در امر توسعه در محیط تصمیم گیری منطقی‌تر و موثرتر انجام دهیم تا در عین داشتن محیط زیست سالم، بازده اقتصادی و رفاه و عدالت اجتماعی نیز داشته باشیم. این معنا اساس توسعه پایدار است.

یادداشت‌ها

1. Over- Parameterised
2. Reduced model
3. Processed-based mathematical model
4. General Algebraic Modeling System
5. Optimization model
6. Game Theory
7. Analytical Hiarchical Process
8. Evaluation, Assessment
9. به واسطه رازداری حرفه‌ای این پایان نامه‌ها معرفی نمی‌شوند.

10. Internal Factor Evaluation
11. External Factor Evaluation
12. Amiri & Nakane
13. Multiple Linear Regression
14. Artificial Neural Networks
15. Montcarlo- based Sensitivity analysis
16. Feedback
17. Decision Support System

منابع

Ahmadi, H. (2002). *Routing based on environmental principles, using GIS. Case study Parchin road.*

- (2008). Feasibility of ecotourism potential in Chaharmahal and Bakhtiari using SWOT method. *Journal of environmental studies*, 47: 1-10.
- Mohammadrezaei, Sh. (2005). System approach to ecosystems analysis. Tehran: Abiz publications.
- Nunes P., J. Van den Bergh and P. Nijkamp (2005). Ecological economics of biodiversity. (Translation by Majid makhdoum). Tehran: Tehran University publication.
- Runder, M., R. Biedermann, B. Schroder, and Kleyer. (2007). Integrated grid based ecological and economic (INGRID) landscape model- A tool to support landscape management decisions. *Environ. Modeling and software*. 22: 177- 187.
- Sotudeh, A., A. Darvish Sefat and M. F. Makhdoum (2007). Using principles of environmental railway routing using GIS: case study railway Rasht - Anzali. *Journal of environmental studies*, 44: 65 – 72.
- Shourini, Kh. (1998). Matrices for SWOT Computation. Jihad Publication.
- 
- Ecology*, 21: 213- 224.
- Lindenmayer, D. B, J. Fischer and R. Hobbs (2007). The need for pluralism in landscape models: a reply to Dunn and Majer. *Oikos*, 116: 1419- 1421.
- Makhdoum, M. (2008). Fundamental of land use planning (Eighth Printing). Tehran: University of Tehran Publication.
- Makhdoum, M. (2009). *Assessment of the forest ecological Capability*, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. PhD Candidate's Course leaflet.
- Makhdoum, M. F. (2002). Degradation model: A quantitative EIA instrument, Acting as a decision support system (DSS) for environmental management. *Environ. Manage*. 30: 151- 156.
- Makhdoum, M. F. (2008). Landscape ecology or environmental studies (Land ecology) (European versus Snglo- Saxon schools of thought). *J. Intern. Environ. Application. Sci.*, 3 (3): 147- 160.
- Makhdoum, M. F., A. Darvish Sefat, H. Jafarzadeh and A. Makhdoum (2007). Evaluation and planning of the environment with geographic information systems (GIS) (Third Printing). Tehran: University of Tehran.
- Makhdoum. M. F. (1998). Introducing a methodology for integration of ecological and socioeconomic data in regional Planning. In: *Nature and Culture in Landscape Ecology*. Ed: (Pavel Kovar): 390- 393.
- Miller J.T. (2008). Living in the environment. (Translation by Majid Makhdoum). Tehran:Tehran University publication.
- Mohammadi Dah Cheshmeh M. and A. Zangiabadi