

فنون تحلیل چندمعیاره مکانی، تصمیم، تحلیل سلسله مراتبی و استانداردسازی فازی در تعیین بحرانی ترین چراگاههای حوزه آبخیز

علی اکبر جمالی^{۱*}، جمال قدوسی^۲ و صدیقه زارع کیا^۳

*- نویسنده مسئول، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، پست الکترونیک: jamhek@yahoo.com

۲- استادیار بازنشسته، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران

۳- کارشناس ارشد پژوهشی بخش مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۱۹

چکیده

یکی از گزینه‌های مهم در برنامه‌ریزی مرتع یافتن بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه آبخیز و در اولویت قرار دادن آنهاست. بر این اساس برای حوزه آبخیز حبله‌رود در شرق دماوند الگوی ترکیب عوامل مکانی مرتع (شیب، بارش، تولید مرتع یا واحد دامی در ماه، گرایش مرتع، وضعیت مرتع)، عوامل مکانی بحران که تردد دام در نزدیکی آنها بیشتر و فشار بر چراگاه زیادتر است (نزدیکی به جاده، به روستا، به رودخانه، به چاه و به چشمه) و محدودیتهای مکانی (شیب، رخساره ژئومورفولوژی توده یا برونزدگی، کاربری زمین، محل جاده، محل رودخانه، محل روستا) در محیط ارزیابی چندمعیاره مکانی نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی ILWIS طراحی شد. استانداردسازی فازی عوامل و محدودیت‌ها با توابع هدفی یا بیشینه خطی مستقیم (سود) یا غیرمستقیم (هزینه) در محدوده ارزشی صفر تا یک انجام شد. وزن نرمال عوامل (دامنه اعداد صفر تا یک) با مقایسه زوجی عوامل با ارزشهای ارجحیتی ۱ تا ۹ و ناسازگاری کمتر از ۰/۱ از روش تحلیل سلسله مراتبی مشخص شد. تلفیق این لایه‌ها به صورت تحلیل چندمعیاره انجام شد. نقشه شاخص مرکب در محدوده ارزشی صفر تا یک ساخته شد. طبق این نقشه و نمودار ستونی ارزش پیکسل‌های آن، محل بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه آبخیز با مساحت ۱۵۰ هکتار در نقشه نهایی برای اولویت‌بندی برنامه‌ها به دقت تعیین شد. استفاده از این الگوی در مناطق دیگر باعث استفاده بهینه از داده‌ها و صرفه‌جویی در زمان و هزینه است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل چندمعیاره مکانی، تصمیم، تحلیل سلسله مراتبی، استانداردسازی فازی، بحرانی‌ترین چراگاهها.

مقدمه

عوامل و محدودیت‌های متعدد مکانی در مراتع باید برای برنامه‌ریزی درست دخالت داده شوند و این امر با فنون سنتی به علت پیچیده شدن زیاد برنامه‌ریزی، قابل انجام نیست. یعنی فنون سنتی و معمولی تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ اکثراً غیر مکانی بوده‌اند، آنها توابع میانگین یا مجموع را که برای تمام منطقه ملاحظه می‌شوند و به نظر

مناسبند به کار می‌گیرند (Tkach and Simonovic, 1997).

در صورتی که برای شناختن مکانهای مناسب و پیشنهاد برنامه‌ها روی یک نقشه از کاربرد فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی ضروریست. مهمترین تفاوت تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل چندمعیاره مکانی، ارائه

1- Conventional Multi Criteria Decision Making (MCDM)

ترکیب روشهای ارزیابی چندمعیاره و تجزیه و تحلیلهای مکانی همان تحلیل چندمعیاره مکانیست. تحلیل چندمعیاره مکانی راه مهمی برای تهیه اطلاعات سیاست‌گذاری درباره مسائل تصمیم مکانی برای تصمیم‌گیران است. یک مسئله تحلیل چندمعیاره مکانی می‌تواند به عنوان یک جدول تحلیل نقشه‌ها یا به عنوان نقشه‌ای از جدولهای تحلیل تنظیم شده باشد (Sharifi and Herawijnen, 2003).

تغییر شکل سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به ابزارهای تصمیم‌یار در جهان واقع امروزه، ضرورتاً احساس می‌شود. برنامه‌های متعددی هم مدعی سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی به همراه جزئیات شده‌اند. به هر حال یکپارچه شدن سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و روشهای تحلیلی چندمعیاره پیشنهاد می‌شوند (Laaribi et al., 1996).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر نظریه ساده‌ایست که بر سه اصل شامل: تجزیه^۱، قضاوت مقایسه‌ای^۲ و ترکیب یا سنتز سلسله مراتبی^۳ اولویت‌ها استوار است (Saaty, 1994). از جمله پیشگامان معرفی و استفاده از تحقیقات اجرایی معروف به OR^4 به دنبال ارائه راه ساده‌ای برای کمک به مردم عادی در تصمیم‌های پیچیده بود که نتیجه آن منجر به مطرح شدن بحث فرایند تحلیل سلسله مراتبی شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی متکی بر معیارهایی مشخص است که با یک مقیاس نسبی قابل اندازه‌گیری است و در آن تصمیم‌گیرها باید مقایسه‌ای برای معیارها به صورت دوجه‌دو داشته باشند. به نحوی که معیارها ابتدا به صورت کیفی بوده و سپس با

واضح اجزا مکانی است. تجزیه و تحلیلهای تصمیم چندمعیاره مکانی به داده‌های مکانی جغرافیایی بر مبنای مقادیر معیار یا گزینه نیاز دارد. برای بدست آوردن اطلاعات در فرایند تصمیم‌گیری، داده‌ها با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره و فن و دانش سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پردازش می‌شوند. تجزیه و تحلیلهای تصمیم مکانی چندمعیاره فرایندیست که داده‌های جغرافیایی (ورودی) را ترکیب کرده، به یک تصمیم (خروجی) تغییر می‌دهد. این فرایند شامل بهره‌برداری از داده‌های جغرافیایی، اولویتهای تصمیم‌گیر و دستکاری داده‌ها و اولویتهای طبق قوانین ویژه تصمیم است. در این فرایندها داده‌های چندبعدی جغرافیایی و اطلاعات می‌تواند گرد هم آیند و به مقادیر تک‌بعدی برای گزینه‌ها تبدیل شوند. در انتخاب عوامل برای تصمیم‌گیری در مرتع، می‌توان به پژوهش Cocks et al. (1986) در استرالیا اشاره کرد که الگویی برای برنامه‌ریزی مراتع با دخالت عوامل بیوفیزیکی خاک، پوشش گیاهی، اقلیم و دسترسی به مرتع را در نظر گرفتند. آنها اظهار می‌دارند که الگو در هیچ منطقه‌ای آزمایش نشد، ولی هماهنگ با فعالیتهای مرتع‌داری جاری در آنجا بود.

در منطقه تاباسکو (Tabasco) از مراتع مکزیکی، نواحی فرسوده مرتعی با بررسی عواملی که به سادگی در کشورهای در حال توسعه نیز در دسترس باشند مشخص شد. این عوامل شامل تشکیلات سنگ‌شناسی، خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و بارش بود (Geissen et al., 2007) که در انتخاب عوامل و محدودیتهای در نظر گرفته شدند و علاوه بر آنها در تکمیل و دقت محاسبات از عوامل منطقی مثل تولید مرتع و نزدیکی به محل‌های پررفت و آمد دامها مثل جاده، روستا یا آب نیز استفاده شد.

-
- 1-Decomposition
 - 2-Comparative judgment
 - 3-Hierarchical composition
 - 4-Operation Research

بیان می‌شود. توجه به این نکته نیز ضروریست که در این روش اطلاعات مورد نیاز از تصمیم گیر کسب شده و اندازه‌ها نیز به صورت ناپیوسته هستند.

بهره‌گیری از اعداد ۱ تا ۹ به صورت کمی ارائه می‌شوند. در جدول ۱ مثالی در این باره در قالب ارجحیت بیانی آورده شده است. وزن‌های نسبی در قالب اعداد ۱ تا ۹

جدول ۱- اندازه‌های توصیفی ترجیح و اولویت (Saaty, 1980)

شماره تعیین شده	اهمیت نسبی عضوی از مقایسه زوجی یکی با دیگری به صورت توصیفی
۱	ارجحیت‌های برابر یا نامتفاوت
۳	ارجحیت‌های ضعیف
۵	ارجحیت‌های قوی
۷	ارجحیت‌های آشکار (بارز)
۹	ارجحیت‌های مطلق
۲ و ۴ و ۶ و ۸	مقادیر میانی

متفاوت ساده‌تر می‌شود. از طرفی یافتن این مناطق و طبقه‌بندی بحران از نظر شدت چرا با در نظر گرفتن عوامل و محدودیت‌های متعدد مکانی امکان‌پذیر است که بهره‌گیری از روشهای نو، نقشه‌ها و نرم‌افزارها و رایانه در این باره یک ضرورت است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است. همان‌طور که از عنوان نیز مشخص می‌شود هدف نیز کاربرد فنون تحلیل چندمعیاره مکانی، تصمیم، تحلیل سلسله مراتبی و استانداردسازی فازی در تعیین بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه‌آبخیز است تا در نهایت بتوان این مناطق بحرانی را در اولویت تصمیم‌های مدیریت مرتع قرار داد.

مواد و روشها

شرایط منطقه مورد مطالعه

حوضه حبله‌رود که محل اجرای این تحقیق است، ۶۱۰۹ کیلومتر مربع مساحت دارد و در موقعیت ۳۵ درجه، ۱۳ دقیقه، ۵۵ ثانیه و ۳۵ درجه، ۵۷ دقیقه، ۳۱ ثانیه عرض

با استفاده از فرایند مقایسه زوجی، وزن‌ها یا اولویت‌ها از یک دسته قضاوت‌های بیانی، عددی یا گرافیکی مشتق می‌شوند. درحالی‌که توجیه وزن‌ها که تصادفی تعیین شده‌اند مشکل است ولی توجیه داوریه‌ها و مبانی داوریه‌ها (داده‌ها، دانش، تجربه) نسبتاً آسان است. این وزن‌ها یا اولویت‌ها، اندازه‌های نسبی‌اند نه شمارشی. نسبت ناسازگاری (Ir) بگونه‌ای تعیین می‌شود که اگر $Ir < 0.1$ باشد، در آن صورت این نسبت دلالت بر سطح قابل قبول سازگاری در مقایسه‌های دوه‌دو دارد؛ با وجود این اگر $Ir > 0.1$ باشد، در آن صورت ارزشهای نسبت بیانگر قضاوت‌های ناسازگار هستند. در چنین حالتی باید ارزشهای اولیه مطرح در ماتریس مقایسه‌ای دوه‌دو را بازبینی و تجدیدنظر کرد (Saaty, 1980).

کاربرد روشهای جدید GIS و تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی سریع در مرتع با انبوه داده‌های مکانی ضرورت هرچه بیشتر این پژوهش را نشان می‌دهد. برنامه‌ریزی در مرتع با یافتن مناطق بحرانی با شدتهای

- طراحی الگوی تحلیل چندمعیاره مکانی به شکل درخت معیارها در SMCE نرم افزار ILWIS که انتخاب عوامل و معیارها با توجه به آنچه در مقدمه و سابقه تحقیق ذکر شده است انجام شد (شکل ۱)؛

- استانداردسازی فازی، وزن دهی با مقایسه زوجی از روش AHP و تلفیق اطلاعات آماده شده با کاربرد نرم افزار ILWIS (شکل ۲)؛

- با استفاده از نقشه شاخص مرکب (شکل ۳) و نمودار ستونی ارزش پیکسل های آن (شکل ۴)، محل بحرانی ترین چراگاههای حوزه آبخیز در نقشه نهایی برای اولویت برنامه ریزیها تعیین شد (شکل ۵).

نقشه های عاملها و محدودیتها از نقشه های خام اولیه بدست آمد. با توجه به هدف اصلی، نقشه های عوامل مکانی مرتع (شیب به صورت درصد از نقشه DEM، بارش به صورت نقشه ای شبکه ای که تغییرات آن با ارتفاع مطابق بوده و بر حسب میلی متر، تولید مرتع یا واحد دامی در ماه، گرایش مرتع، وضعیت مرتع که به صورت نقشه های سطحی یا پلی گونی که توسط تیم متخصصان مرتع در مطالعات حبله رود بدست آمده است)، بررسی و نقشه های شبکه ای آنها ساخته شد. عوامل مکانی بحران که تردد دام در نزدیکی آنها بیشتر و فشار بر چراگاه نیز در اطراف آنها زیادتر است (نزدیکی به جاده تا ۳ کیلومتر [با توجه به منطقه طرح این مسافت ها را با فشار بیشتر چرا عموماً می توانستیم ببینیم]، به روستا تا ۵ کیلومتر، به رودخانه تا ۳ کیلومتر، به چاه تا ۳ کیلومتر و به چشمه تا ۳ کیلومتر)، نیز بررسی و نقشه های شبکه ای آنها با تشکیل منطقه حریم در اطراف این عوارض برای ورود به برنامه آماده شدند. محدودیت های مکانی (شیب خیلی زیاد که دام کمتر دسترسی دارد یعنی بالاتر از ۱۰۰ درصد یا ۴۵

شمالی و ۵۱ درجه، ۵۱ دقیقه، ۳۹ ثانیه و ۵۳ درجه، ۸ دقیقه، ۴۶ ثانیه طول شرقی، در شرق دماوند و شمال گرمسار قرار دارد. برخی اطلاعات مورد نیاز به صورت نقشه هایی از سازمانها و شرکتها گرفته شده که با استفاده از نقشه های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای و بازدیدهای زمینی تدقیق شدند. در این بررسی اطلاعات مکانی حوضه حبله رود بررسی و تحلیل می شود. این حوضه به دشت کویر در جهت عمومی شمال به جنوب زهکش می شود. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۳۱۸ میلیمتر، میانگین دمای سالانه ۷/۸ درجه سانتی گراد و اقلیم منطقه با روش آمبرژه به سه ناحیه خشک سرد، نیمه خشک سرد و ارتفاعات کوهستانی تقسیم می شود. ارتفاع میانگین حوضه ۲۰۵۳ متر است. از نظر ژئومورفولوژی رخساره های توده سنگی، برونزد سنگی، دامنه منظم، واریزه، تپه، دشت های وسیع دامنه ای، دشت های میان کوهی، مخروط افکنه و پادگانه های رودخانه ای جوان و مسیلها مشاهده می شوند. کاربریها در حوضه به صورت مرتع، رخنمون سنگی با و بدون درخت، مسکونی، بایر و زراعی دیم و آبی وجود دارد که در این مطالعه فقط مرتع در الگو وارد شد. (اداره کل منابع طبیعی استان تهران، مطالعات یکپارچه حبله رود، ۱۳۸۵).

روش تحقیق

به طور خلاصه روش کار شامل مراحل زیر است که به تفصیل در صفحه های بعد آمده است:

- گردآوری داده ها و اطلاعات منطقه (نقشه ها و جدولهای اطلاعاتی مورد نیاز) و آماده سازی آنها (برای مثال حاشیه یا حریم سازی و رستری کردن نقشه ها با کاربرد نرم افزار¹ ILWIS؛

درست عوامل مختلف لازم است ارزشهای در محدوده‌های مختلف و کم و زیاد در محدوده بین صفر و یک استاندارد شوند. روشهای بیشینه کردن (استاندارد کردن با تقسیم کردن ارزشهای نقشه به بزرگترین ارزش در نقشه) و هدفی (استاندارد کردن با تقسیم کردن ارزشهای نقشه به بازه‌ای از ارزشها بین یک ارزش حداقل و حداکثر خاص در نقشه) استفاده شد (شکل ۲). از توابع خطی مستقیم (سود) یا غیرمستقیم (هزینه) در این باره استفاده شد (شکل ۲). با زیاد شدن ارزشها در یک عامل مطلوبیت افزایش می‌یابد که رابطه مستقیم یا سودمندی برقرار است یا حالت عکس و رابطه هزینه‌ای برقرار است. مثلاً شیب رابطه عکس یا هزینه‌ای در استاندارد شدن ارزشها می‌گیرد.

روشهای مستقیم و مقایسه زوجی از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در وزن دادن عوامل به کار برده شد. در تحلیل سلسله مراتبی، عوامل به صورت جفتی مقایسه می‌شوند و اهمیت نسبی عوامل در تعیین مناسب بودن یک پیکسل برای نوع خاصی از تصمیم برای تصمیم‌گیرنده ارزیابی می‌شود و فقط دو معیار، در یک زمان مقایسه می‌شود که البته ارزشهای نسبی در مقیاس پیوسته‌ای از ۱ تا ۹ است. دسته‌بندیها در یک ماتریس مربعی متقابل قرار می‌گیرند. تحلیلها و بررسیها در نرم‌افزار انجام می‌شود و بیشترین وزنها از ماتریس با بالاترین ثبات بدست می‌آید و گروه‌بندی انجام می‌شود. باید دقت کرد که ناسازگاری در وزن‌دهی تا حد امکان از صفر تا ۰/۱ تغییرات داشته باشد (Saaty, 1994) که در وزن‌دهی عوامل مرتعی مقدار صفر و در عوامل مکانی بحران ۰/۰۴۱ بدست آمد و ناچیز بودن این مقادیر نشان‌دهنده سازگاری و منطقی بودن وزن‌دهی زوجی در اینجاست. وزن عوامل با مقایسه زوجی روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در زیر گروه‌ها و در

درجه، رخساره ژئومرفولوژی توده یا برون‌زدسنگی، کاربری زمین بجز مرتع، محل جاده، محل رودخانه، محل روستا) که قابل استفاده دام نبودند نیز بررسی و نقشه‌های شبکه‌ای آنها ساخته شدند. در محیط ارزیابی چندمعیاره مکانی (SMCE) نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی ILWIS، الگوی ترکیبی شاخه درختی عوامل و محدودیتها، طراحی و ساخته شد. عوامل و محدودیتها به صورت نقشه‌های شبکه‌ای یا رستری (شکل ۱ و ۲) با زمین مرجع و اندازه پیکسل یکسان (تا پیکسلهای نظیر هم بر هم منطبق شوند) آماده شده و در این الگوی شاخه درختی قرار گرفتند.

نقشه پهنه‌بندی رسوبدهی بدست آمده از روش MPSIAC¹ به کار برده شد. شیب از الگوی رقمی ارتفاعی (DEM²) بدست آمد. نزدیکی به روستا، جاده، چاه، رودخانه با ایجاد منطقه حاشیه‌ای یا حریم در اطراف آنها در نرم‌افزار بدست آمد. سطح روستاها، جاده‌ها و کلاً عوامل محدودیت مثل نواحی توده سنگی و برون‌زدگی سنگی نقشه رخساره‌های ژئومرفولوژی، هم که دخالتی در برنامه ندارند در حالت بولین³ (صحیح و غلط) از برنامه حذف شدند.

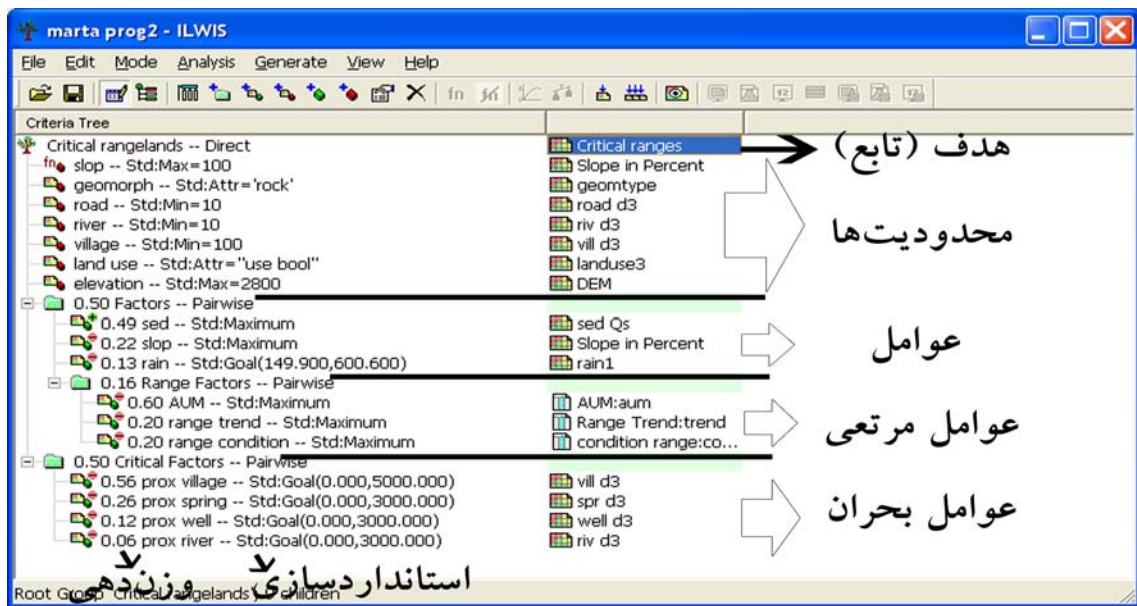
شکل ۱ الگوی درخت معیارها برای تحلیل‌های چندمعیاره از عوامل و محدودیت‌های مختلف مکانی را که در محیط نرم افزاری SMCE طراحی شد، نشان می‌دهد.

استاندارد کردن فازی عوامل در محدوده ارزشی صفر تا یک انجام شد. این کار بر روی نقشه‌ها برای ارائه نقشه‌ای جدید با مقادیر استاندارد صفر تا یک است. برای مقایسه

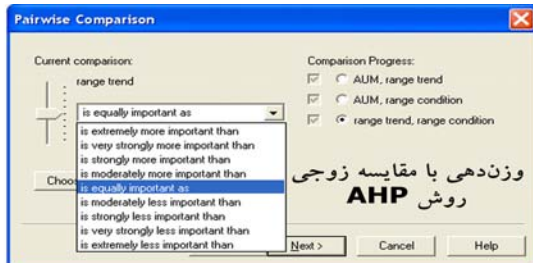
1- Modified Pacific southwest inter agency committee
2- Digital elevation model
3- Boolean

می‌شود، وزن نمی‌گیرند. مثلاً شیب بالای ۱۰۰ درصد منطقه حذف (با ارزش صفر) و کمتر از آن منطقه عبور یا مجاز (با ارزش یک) است و درجه‌های طیفی بین صفر و یک در محدودیتها نیست که بخواهد وزنی بگیرد.

دوگروه اصلی با روش مستقیم مشخص می‌شود (شکل ۱ و ۲). وزن نرمال عوامل (دامنه اعداد صفر تا یک) که در یک گروه عوامل مجموع وزن‌ها نیز باید یک باشد محاسبه شده در تلفیق وارد می‌گردند. محدودیتها چون مستقیماً حذف



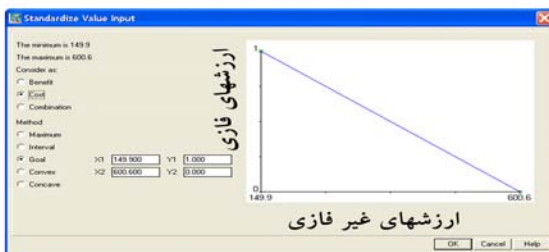
شکل ۱- طراحی الگوی درخت معیارها برای تحلیل‌های چندمعیاره از عوامل و محدودیتها



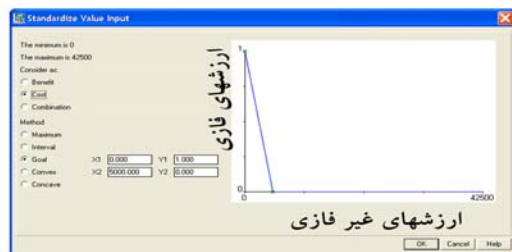
وزن‌دهی عوامل مرتعی (۱)



وزن عوامل مرتعی (۲)



استانداردسازی فازی عامل بارش به روش هدفی خطی غیر مستقیم (هزینه)



استانداردسازی فازی عامل نزدیکی به روستا به روش هدفی خطی غیر مستقیم (هزینه)

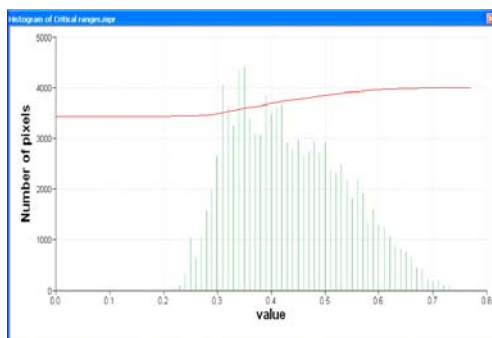
شکل ۲- نمونه‌هایی از وزن‌دهی و استانداردسازی عوامل

نتایج

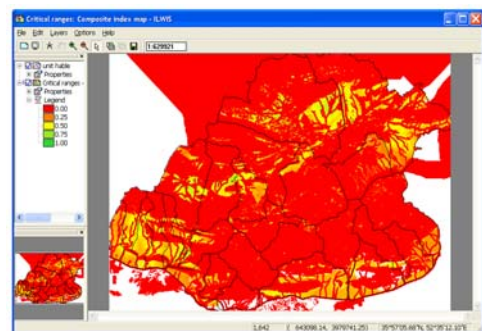
در بررسی عوامل و محدودیت‌ها، نقشه شاخص مرکب (شکل ۵) و سپس تقسیم‌بندیهای آن یعنی نقشه درجه‌های بحران در چراگاههای حوزه آبخیز حبله رود (شکل ۵) به کمک هیستوگرام (شکل ۶) ارزشهای نقشه شاخص مرکب مشخص شد. نقشه‌های محدودیت باعث حذف قسمتهایی شده که در شکل ۵ هم سفید نشان داده شده است.

محدودیت مکانی شیب، باعث حذف شیبهای بالاتر از ۱۰۰ درصد شده است (شکل ۳). محدودیت مکانی رخساره ژئومرفولوژی باعث حذف مناطق توده سنگی

و با برون‌زدگیهای بیش از ۵۰ درصد شده است. محدودیت مکانی جاده، محدوده جاده را حذف کرده است و به طور مشابه محدوده رودخانه‌ها از برنامه‌ریزی خارج شده‌اند. محدودیت مکانی کاربری زمین، با حذف کردن نواحی کشت آبی که در تملک روستاییان است و همین‌طور نواحی مسکونی در اولویت‌بندی دخالت داده نشده است و فقط مراتع در برنامه اجازه ورود در محاسبات را داشته است. محدودیتها، استاندارد بولین می‌شوند و وزن‌دهی لازم را ندارند.



شکل ۴- هیستوگرام ارزشهای نقشه شاخص مرکب

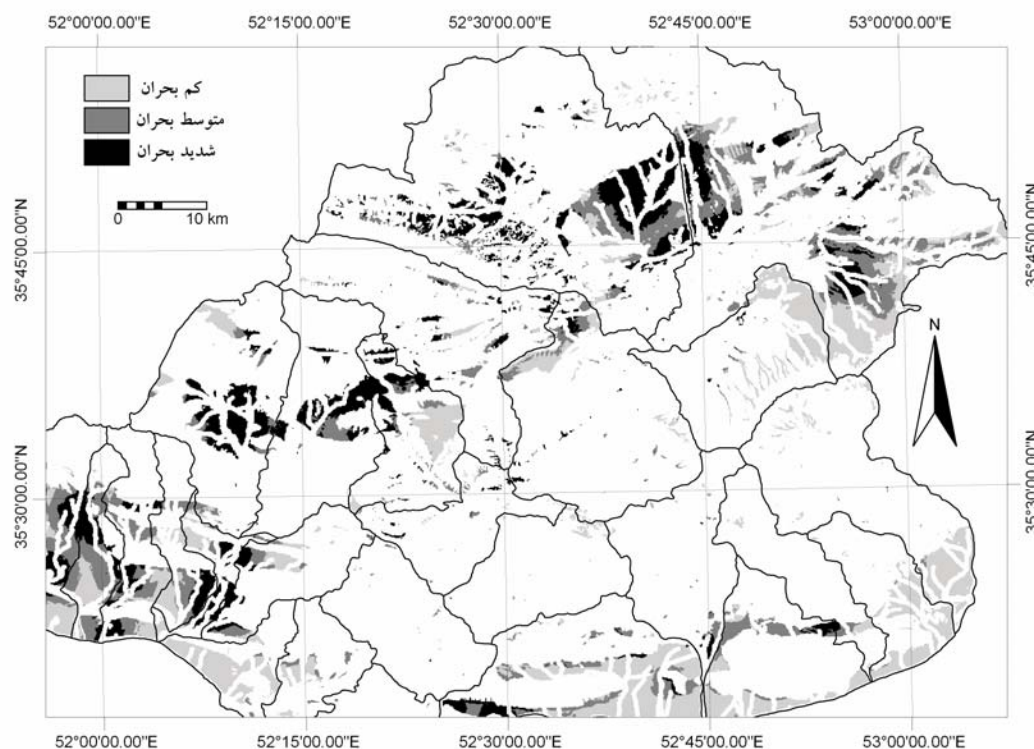


شکل ۳- نقشه شاخص مرکب از تحلیل چندمعیاره

دور شدن از جاده باعث کم‌رنگ شدن اولویت مکانی است که در شکل ۳ هم با + و - نشان داده شده‌اند. با تحلیل چندمعیاره (SMCE¹), در نرم‌افزار ILWIS نقشه شاخص مرکب بدست آمد (شکل ۳)

به طور مستقیم وزن کلی ۰/۵ به عاملهای طبیعی و وزن ۰/۵ به عاملهای بحران داده شد. به روش AHP همه عاملها وزن گرفت که در شکل ۲ نمونه آن دیده می‌شود.

بعضی عاملها با زیاد شدن ارزش آنها، اثر مثبت در انتخاب اولویت مکانی دارند، مثل بارش، یا برعکس



شکل ۵- نقشه درجه‌های بحران در چراگاههای حوزه‌آبخیز حبله‌رود

بحث

چندمعیاره به دور از خطای انسانی به کارگرفته شدند. نقشه‌های نهایی نیز به دقت بدست آمده‌اند، چون از تلفیق اطلاعات خام پرهیز شده است. محل خود روستاها و سطح جاده‌ها و رودخانه‌ها هم از برنامه خارج شده‌اند، ولی در نزدیکی آنها بحرانی‌ترین چراگاهها یافت می‌شوند. همان‌طور که اشاره شد در منطقه تاباسکو از مراتع مکزیک، نواحی فرسوده مرتعی با بررسی عواملی که به سادگی در کشورهای درحال توسعه نیز در دسترس باشند مشخص شد. این عوامل شامل تشکیلات سنگ‌شناسی، خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و بارش بود. با روش طبقه‌بندی درختی بخوبی مناطق فرسوده مرتعی پیش‌بینی شده بود. این روش ابزاری برای ارزیابی اولیه داده‌ها و ساخت فرضیه در مناطق با کمبود کارشناس و داده برای

نقشه شاخص مرکب نیز در محدوده ارزشی فازی صفر تا یک استخراج شد. طبق این نقشه و نمودار ستونی ارزش پیکسل‌های آن، محل بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه‌آبخیز در نقشه نهایی تعیین شد. «واحد دامی در ماه» در یک مرتع، متناسب با تولید آن است که به همراه روند و گرایش مرتع به عنوان عامل هزینه (-) وارد شدند، یعنی هرچه ارزش بیشتر و بهتری داشتند در بحران کمتری قرار می‌گرفتند (شکل ۱). در این مطالعه به روش بهینه، محل بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه‌آبخیز با مساحت ۱۵۰ هکتار، مناطق متوسط بحران با مساحت ۱۷۸ هکتار و مناطق کم بحران با مساحت ۱۹۳ هکتار مشخص شد، چون عوامل و محدودیتهای مختلف با فنون جدید تحلیل

منابع مورد استفاده

- اداره کل منابع طبیعی استان تهران، ۱۳۸۵. مطالعات مدیریت یکپارچه آب و خاک در حوضه آبخیز رودخانه جبله رود.
- Cocks, K. D., Young, M. D., Walker, P. A., 1986. Mapping relative viability prospects for pastoralism in Australia, *Agricultural Systems*, Volume 20, Issue 3, 1986, Pages 175-193.
- Geissen, V., Kampichler, C. López-de Llergo-Juárez, J.J. Galindo-Acántara, A., 2007. Superficial and subterranean soil erosion in Tabasco, tropical Mexico: Development of a decision tree modeling approach, *Geoderma*, Volume 139, Issues 3-4, 15 May 2007, Pages 277-287.
- Laaribi, A., Chevallier, J. Martel, J. M., 1996. A spatial decision aid: a multicriterion evaluation approach, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol: 20, Issue: 6, pp. 351-366.
- Noble, J. C., Walker, P., 2006. Integrated shrub management in semi-arid woodlands of eastern Australia: A systems-based decision support model, *Agricultural Systems*, Volume 88, Issues 2-3, June 2006, Pages 332-359.
- Saaty, T., 1980. *The Analytical Hierarchy Process*. New York, McGraw Hill.
- Saaty, T.L., 1994. How to make a decision: the analytical hierarchy process. *Interfaces*, 24 (6, S): 19-43.
- Sharifi, M.A. and Herwijnen, M. V., 2003. *Spatial Decision Support Systems*. International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC) Enschede, pp. 174.
- Tkach, R.J. and Simonovic, S.P., 1997. A new approach to multi-criteria decision making in water resources. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 1 (1): 25-43.
- پهنه‌بندی مناطق حساس و فرسوده مرتعی پیشنهاد شد (Geissen et al., 2007) که در ایران هم در مناطقی که با کمبود داده روبرو هستیم با دستیابی به نقشه‌های مکانی در ارزیابی سریع مراتع و تهیه نقشه‌های اولیه مناطق مشکل‌دار از این روش می‌توان بخوبی بهره برد. بذریابی و قرق از راههای احیای بحرانی‌ترین چراگاههای حوزه آبخیز و زمینهای فرسوده مرتعی است (Morgan, 1986). بنابراین در این محل‌ها این نوع عملیات نیز پیشنهاد می‌شود. این سؤال که چطور تراکم گیاهی در مراتع ملی مناطق نیمه‌خشک افزایش یابد به مدت یکصد سال در فهرست سیاست‌گذاری مرتع در استرالیا بوده است؛ با دیدگاهی سیستمی درصدد پاسخ به این سؤال برآمدند. یک جزء کلیدی در این دیدگاه پهنه‌بندی مناطق مشکل‌دار بود. با استفاده از دید سیستمی بود که مالکان به چگونگی برهم اثرگذاری عوامل مختلف پی‌بردند. در بررسی عوامل و محدودیتها به دیاگرامی رسیدند که به عنوان الگو برای مدیریت منطقه انتخاب شد. این الگو مسائل اقتصادی- اکولوژیکی را در بر می‌گرفت. با استفاده از الگو می‌توانستند اثر پاسخ گزینه‌های مدیریتی در شرایط متفاوت را شبیه‌سازی کنند (Noble and Walker, 2006). در مراتع ایران نیز برای پهنه‌بندی مراتع با استفاده از الگوی ارائه شده بدین منظور استفاده بهینه از داده‌ها و صرفه‌جویی در زمان و پول می‌شود.

Multicriteria, decision, analytic hierarchy process and fuzzy standardization techniques to determine the most critical rangelands in watershed

Jamali A.A.^{*1}, Ghoddousi J.², Zarekia S.³

1*-Corresponding Author, Assistant Professor of Islamic Azad University-Maybod Branch, Maybod, Iran.

Email: jamhek@yahoo.com

2- Assistant Professor of Research Institute of Soil Conservation and Watershed MGT, Tehran, Iran.

3- Senior Research Expert Of Range Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 15.12.2007

Accepted: 09.08.2008

Abstract

One of vital choices in rangeland planning is finding the most critical pastures set those places in priority. Thus for Hable Roud watershed was located east of Damavand (Iran), model of range spatial factors composition (slope, rainfall, AUM, range trend, range condition), spatial critical factors which domestic traffic is high near them and subsequently grazing pressure is high around those places (proximity to road, to village, to river, to well and to spring) and spatial constraints (slope, geomorphology, land use, road, river, village) was designed. Fuzzy standardization for factors and constraints in value range 0 to 1 by goal or maximum and linear benefit or cost functions was done. Normal weights of factors with pairwise with prefer values in 1 to 9 and inconsistency ratio less than 0.1 from analytic hierarchy process (AHP) method was determined. Compositing of these layers was done by multi criteria analysis (MCA). Composite index map (CIM) in value range 0 to 1 was made. Considering this CIM and its pixel value histogram is determining the most critical rangelands in watershed with 150 ha area for priority plans accuracy. Using this model in other districts cause to optimum data exploitation and can saving time and money.

Key words: Multicriteria, decision, analytic hierarchy process, fuzzy standardization, critical rangeland.