فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد 14، شمارهٔ 2، صفحهٔ 270-261 (1386)

تعیین مراتع مناسب برای کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک با استفاده از سامانه تصمیم یارمکانی

علی اکبر جمالی، دانش آموخته دوره دکترای آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد میبد E-mail: jamhek@yahoo.com

جمال قدوسی، استادیار بازنشسته، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران.

مهدی فرحپور، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: 1385/12/07 تاریخ پذیرش: 1386/05/18

چکیده

تلفیق عوامل و محدودیتهای متعدد و در نظر گرفتن آنها به طور یکجا و اتخاذ تصمیم درست در مراتع که پیچیدگی زیادی دارد به شدت نیازمند استفاده از قابلیت رایانه و سامانه های تصمیم یارمکانی (SDSS) است. الگوی ترکیب عوامل مکانی مناسب طبیعی (رسوبدهی، شیب، بارش، عوامل مرتعی: تولید مرتع یا واحد دامی در ماه، گرایش مرتع، وضعیت مرتع)، اقتصادی (نزدیکی به جاده، روستا، رودخانه، چاه و چشمه) و محدودیتهای مکانی (شیب، رخساره ژئومرفولوژی، جاده، رودخانه، روستا، کاربری زمین، بارش) برای ارائه یک برنامه بیولوژیک مناسب حفاظت خاک طراحی شد. عوامل و محدودیت ها به صورت نقشه های رستری آماده شد. استاندارد کردن آنها در محدوده ارزشی صفر تا یک انجام شد و سپس وزن عوامل با تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مشخص گردید. تلفیق این لایه ها به صورت ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) در ILWIS انجام شد. نقشه شاخص ترکیبی در محدوده ارزشی صفر تا یک استخراج شد. طبق این نقشه و هیستوگرام آن، اولویت‌بندی کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک (کودپاشی، بذرپاشی همراه کودپاشی، نهال کاری و قرق) برای حوضه آبخیز پیشنهاد شد.

واژه های کلیدی: سامانه تصمیم یارمکانی، کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک، مرتع، ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE)

مقدمه

با بررسی آمار ثبت شده در ایستگاه بن‌کوه از سال 1348 تا 1381 رابطه رگرسیونی خطی دبی و رسوب معلق در حوضه حبله‌رود روند افزایشی داشته است؛ در صورتی که (Morgan, 1986) تلفات مجاز خاک را برای حوضه های بزرگتر از 10 کیلومتر مربع 0/2 کیلوگرم بر متر مربع (200 تن بر کیلومتر مربع) دانسته است، حوضه حبله‌رود بالا دست این ایستگاه مساحتی بیش از 3234 کیلومتر مربع دارد و رسوبدهی 1909 مترمکعب در کیلومتر مربع در سال اهمیت حفاظت خاک در این حوضه را مشخص می کند.

واژه سامانه تصمیم یار DSS[1] چنین تعریف شده

[1] Decision support system

است: سامانه های رایانه مبنا که به تصمیم گیران از طریق بهره برداری از داده ها و کاربرد مدلها در حل مسائل نامنسجم بی ساختار کمک می کنند. مفهوم سامانه تصمیم یار ابتدا به وسیله (Gerrit, 1971)، اینطور بیان شد: ترکیب مؤثر هوش بشری، اطلاعات، تکنولوژی و نرم‌افزار که به دقت با هم برای حل مسائل پیچیده عمل می کنند. به طور کلی سامانه تصمیم یار به عنوان عمل متقابل سامانه اطلاعات کامپیوتری در کمک به تصمیم گیری برای حل مسائل نیمه ساختاری و بی‌ساختاری با کاربرد گسترده یک پایگاه داده و مدلهای منطقی و ریاضی تعریف شده است. سامانه تصمیم یار منابع عقلی افراد را با تواناییهای رایانه به منظور بهبود کیفیت تصمیم ترکیب می کند. سامانه تصمیم یار رایانه مبنا برای مدیریت تصمیم گیرانی که مسایل نیمه ساختاری دارند به کار می‌رود (Turban & DSSs Aronson, 2003). مدلهایی هستند که داده های انعطاف پذیر را به عنوان ورودیها به کار می برند و حلهای متعدد را به عنوان خروجی می دهند. از سامانه تصمیم یار در علوم مختلفی بهره گیری می شود تا بهترین تصمیم درباره یک مسئله گرفته شود. در منابع طبیعی هم، کاربرد آن روش مناسبی در تصمیم گیری سیستمی در حفاظت بیولوژیک خاک و کاهش فرسایش خاک است. مفهوم اصلی SDSS[1] تعامل کاربر(ان) و سامانه‌های رایانه مبنا که شامل یک سری ابزار آنالیزهای مکانی و توصیفی و الگوسازی مسائل تصمیم مکانی است می باشد (Malczewski, 1999).

همان طور که داده ها و روشهای بهتر و فراوان‌تری امروزه در دسترس است و رشد می کنند، ارائه سامانه ها هم پیچیده و مشکل می شود (Matthies *et al*., 2007). روشهای جدید در سیستمهای مکانی برای تحلیلهای تصمیم گیری چند معیاره MCDA[2] و کاربرد ASSESS[3] (یک سامانه برای انتخاب سایتهای مناسب) بررسی شده است. به عنوان کاربرد مکانی AHP[4] (تحلیل سلسله مراتبی) و ASSESS به طور گسترده ای برای MCDA[5] در سیاست گذاریهای محیطی به کار برده می شود (Hill *et al*., 2005). برای ارزیابی فرسایش آبی، مقیاس منطقه ای مناسب است تا تصمیم گیری درست‌تری انجام شود، ولی از طرفی محدودیتها به علت کمبود داده های در دسترس و افت کیفیت زیاد می شود. دورسنجی با تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه داده‌های مکانی برای چنین ارزیابیهایی مناسب است (Vrieling, 2006). استفاده با هم از GIS و DSS برای تشخیص اولویتهای حفاظت طبیعت در بقایای اکوسیستمها در یک درهٔ آلپی بررسی شده است. اکوسیستمها با شاخصهای ظاهری اکولوژیکی، ابتدا ارزیابی شدند، سپس رتبه‌بندی شدند. با استفاده از فنون

2 -Spatial decision support systems

3 - Multi-criteria decision analysis
4 -A System for Selecting Suitable Sites
5 -Analytical hierarchy process
6 - multi criteria decision analysis

MCA[1]. چندین طرح حفاظتی ساخته شد. میزان تأثیر فنون پشتیبانی تصمیم‌گیری برای فرسایش در برنامه‌ریزی کاربری زمین دربارهٔ حفاظت خاک با نمونه هایی مشخص شد (Geneletti, 2004). در مطالعه‌ای موردی در ناحیه آدوای اتیوپی SDSS برای جابجا کردن محلهای زراعی با توجه به توان آنها در حفاظت خاک به کار برده شد. با سامانه های اطلاعات جغرافیایی و با نظر مستقیم مالکان محلی عاملها و محدودیتها تعیین شد. اینها بر پایه پوشش- کاربری زمین، ارتفاع، فرسایش پتانسیل، نزدیکی به جاده ها، آب و ارتباط با توان حفاظت خاک هر کاربری خاص بود. با این برنامه، فرسایش از 4/5 تن بر هکتار در سال به 1 تن بر هکتار در سال می رسد (Dragan *et al.*, 2003).

مواد و روشها

شرایط منطقه مطالعاتی

کل حوضه آبخیز حبله‌رود با وسعت 12668 کیلومتر مربع از طریق محور ارتباطی سمنان – تهران به دو بخش سراب حبله‌رود و پایاب حبله‌رود تقسیم شده است. سراب حبله‌رود که محل اجرای این تحقیق است، مساحت 6109 کیلومتر مربع دارد و در موقعیت 35 درجه، 13 دقیقه، 55 ثانیه و 35 درجه، 57 دقیقه، 31 ثانیه عرض شمالی و 51 درجه، 51 دقیقه، 39 ثانیه و 53 درجه، 8 دقیقه، 46 ثانیه طول شرقی قرار دارد و شامل 5 زیر حوضه چنداب، ایوانکی، آبسرد، حبله‌رود و ایچ است (شکل 2). اطلاعات مورد نیاز به صورت نقشه هایی از سازمانهایی که کار مطالعات – اجرا – ارزیابی حوضه را کامل کرده اند گرفته می شود یا اینکه با استفاده از نقشه های توپوگرافی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره ای و بازدیدهای زمینی ساخته می شوند. در این بررسی اطلاعات مکانی حوضه حبله‌رود بررسی و تحلیل می شود. این حوضه به دشت کویر در جهت عمومی شمال به جنوب زهکش می شود. میانگین بارندگی سالانه منطقه 318 میلیمتر، میانگین دمای سالانه 7/8 درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه با روش آمبرژه به سه ناحیه خشک سرد، نیمه خشک سرد و ارتفاعات کوهستانی تقسیم می شود. ارتفاع میانگین حوضه 2053 متر است. در این حوضه نهشته های تخریبی ناپیوسته با منشأ آبرفتی و واریزه‌ای، نهشته های تخریبی کنگلومرایی با درجه پیوستگی متوسط تا ضعیف، گل‌سنگ، شیل، سیلت سنگ، ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن همراه نهشته های تبخیری گچ و نمک، آهک، دولومیت، مواد آذر آواری مثل آندزیت، بازالت، سینیت، داسیت و توف وجود دارد. از نظر ژئومرفولوژی رخساره های توده سنگی، برونزد سنگی، دامنه منظم، واریزه، تپه، دشتهای وسیع دامنه‌ای، دشتهای میان‌کوهی، مخروط افکنه و پادگانه های رودخانه ای جوان و مسیلها مشاهده می شوند. کاربری ها 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 برنامه وارد شد. (مطالعات حبله‌رود، 1385).

---

7 -Multi Criteria Analysis

روشها

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

گردآوری کلیه اطلاعات منطقه (نقشه ها و جدولهای اطلاعاتی مورد نیاز) و آماده سازی آنها: مثلاً حاشیه یا حریم سازی و رستری کردن با کاربرد یک نرم افزار GIS (شکل 3).

طرح مدل پشتیبانی کننده تصمیم سازی به شکل درخت معیارها در SMCE نرم افزار ILWIS (شکل1).

استاندارد سازی، وزن دهی و تلفیق اطلاعات موجود با کاربرد نرم افزار GIS (در این تحقیق ILWIS)

با استفاده از نقشه شاخص مرکب و هیستوگرام آن، تعیین ناحیه های در اولویت برنامه‌های بیولوژیک حفاظت خاک و نوع برنامه های مناسب و پیشنهاد گزینه های قابل اجرا (شکل 6).

توضیح مراحل بالا: نقشه های عاملها و محدودیتها از نقشه های خام اولیه به دست آمد. با توجه به هدف اصلی که اولویت‌بندی کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک بود نقشه های عوامل یعنی طبیعی (رسوبدهی، شیب، بارش، عوامل مرتعی: تولید مرتع یا واحد دامی در ماه[1]، گرایش مرتع، وضعیت مرتع)، اقتصادی (نزدیکی به جاده، روستا، رودخانه، چاه و چشمه) و محدودیتهای مکانی (شیب، رخساره ژئومرفولوژی، جاده، رودخانه، روستا، کاربری زمین، بارش) برای ارائه یک برنامه بیولوژیک مناسب حفاظت خاک آماده شد. عوامل و محدودیتها به صورت نقشه های شبکه ای یا رستری (شکل1 و 3) به این ترتیب که در نرم‌افزار از دستور خط یا چند ضلعی به رستر این کار با انتخاب زمین مرجع و اندازه پیکسل یکسان تا پیکسلهای نظیر هم بر هم منطبق شوند آماده شد.

نقشه پهنه بندی رسوبدهی از روش MPSIAC[2] تهیه شد. شیب از مدل رقومی ارتفاعی (DEM[3]) بدست آمد. نزدیکی به روستا، جاده، چاه، رودخانه با ایجاد منطقه حاشیه‌ای یا حریم در اطراف آنها در نرم‌افزار به دست آمد. سطح روستاها، جاده ها و کلاً عوامل محدودیت مثل نواحی توده سنگی و برون زدگی سنگی نقشه رخساره‌های ژئومرفولوژی، هم که قابل اولویت‌بندی نیستند در حالت بولین[4] (صحیح و غلط) از برنامه حذف شدند.

مدل درخت معیارها برای تصمیم‌گیریهای چند معیاره از عوامل و محدودیتهای مختلف مکانی در محیط مربوطه برای این کار در نرم افزار طراحی شد (شکل 1).

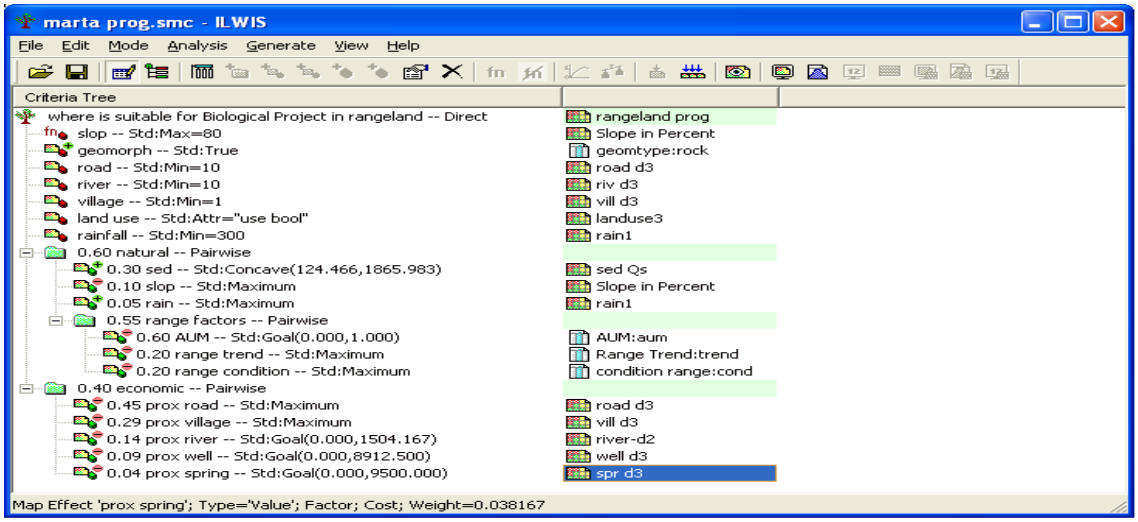
استاندارد کردن عوامل در محدوده ارزشی صفر تا یک انجام شد. این کار بر روی تصاویر برای ارائه تصویری جدید با مقادیر استاندارد صفر تا یک است. برای مقایسه

8 -Animal Unit Month

9 -Modified Pacific southwest inter agency committee
10 -Digital elevation model
11 -Boolean

درست عوامل مختلف لازم است ارزشهای در محدوده های مختلف و کم و زیاد در محدوده بین صفر و یک استاندارد شوند. روشهای بیشینه کردن[1] و هدفی[2] استفاده شد. با زیاد شدن ارزشها در یک عامل مطلوبیت افزایش می یابد که رابطه مستقیم یا سودمندی[3] برقرار است یا حالت عکس و رابطه هزینه ای[4] برقرار است. مثلاً شیب رابطه عکس یا هزینه ای در استاندارد شدن ارزشها می‌گیرد. سپس روشهای مستقیم[5]، رتبه ای[6] و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می تواند در وزن دادن عوامل به کار برده شود. در تحلیل سلسله مراتبی، عوامل به صورت جفتی مقایسه می‌شوند و اهمیت نسبی عوامل در تعیین مناسب بودن یک پیکسل برای نوع خاصی از اقدام حفاظتی برای تصمیم گیرنده ارزیابی می شود و فقط دو معیار، در یک زمان مقایسه می شود که البته ارزشهای نسبی در مقیاس پیوسته‌ای از یک نهم تا نه است. دسته‌بندیها در یک ماتریس مربعی متقابل نوشته می شوند تحلیلها و بررسیها در نرم افزار انجام می شود و بیشترین وزنها از ماتریس با بالاترین ثبات به دست می آید و گروه‌بندی انجام می شود. باید دقت کرد که ناسازگاری در وزن‌دهی تا حد امکان از صفر تا 0/1 تغییرات داشته باشد (Saaty, 1994) که در وزن‌دهی عوامل طبیعی مقدار 0/080053 و در عوامل مرتعی صفر و در عوامل اقتصادی 0/091614 به دست آمد و ناچیز بودن این مقادیر نشان دهنده سازگاری و منطقی بودن وزن‌دهی زوجی در اینجاست. اینجا وزن عوامل با تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در زیر گروه ها و در دو گروه اصلی با روش مستقیم با دخالت نظر ساکنین حوضه مشخص می شود (شکل 1). محدودیتها چون مستقیماً حذف می شود، وزن نمی گیرند. مثلاً شیب بالای 80 درصد منطقه حذف (صفر) و کمتر از آن منطقه عبور یا مجاز (یک) است و درجه های طیفی بین صفر و یک در محدودیتها نیست که بخواهد وزنی بگیرد.

12 -Maximum
13 -Goal
14 -Benefit
15 -Cost
16 -Direct
17 -Rank Ordering

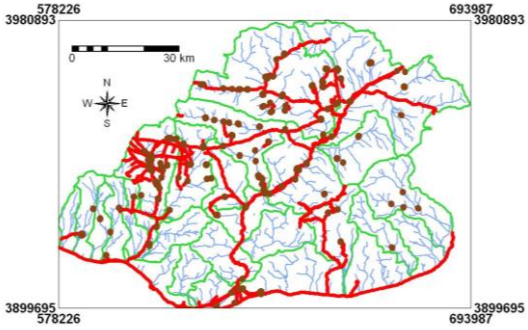


شکل 1- طراحی مدل درخت معیارها برای تصمیم گیریهای چند معیاره از عوامل و محدودیتهای مختلف مکانی

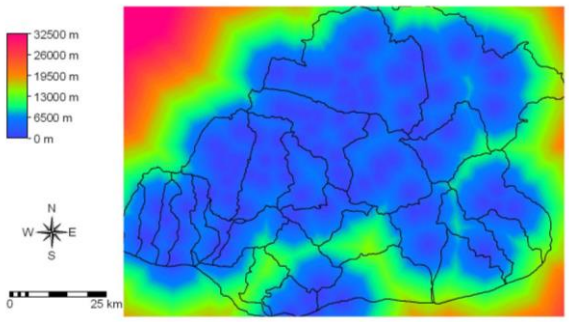
نتایج

در بررسی عوامل برای اولویت بندی بیولوژیک، نقشهٔ شاخص ترکیبی و سپس تقسیم بندیهای آن به صورت شکل 4 مشخص شد. نقشه های محدودیت باعث حذف قسمتهایی شده که در شکل 6 هم سفید نشان داده شده است.

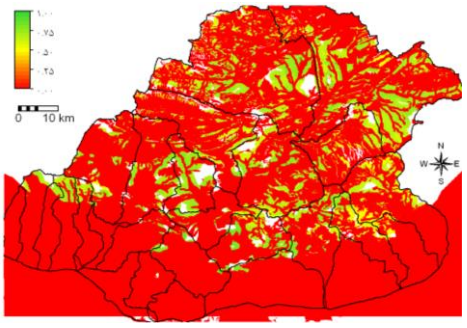
محدودیت مکانی شیب، باعث حذف شیبهای بالاتر از 80 درصد شده است. در رابطه جهانی فرسایش اثر کشت بر روی خطوط تراز را از شیبهای 1 تا 25 درصد ارزیابی کرده است (رفاهی، 1385) که شیبهای بالا چون در ارتفاعات بالاتر بوده و بارش بیشتر دریافت می کند و کشت و کار مشکل است، برای کودپاشی مطرح شده است. محدودیت مکانی رخساره ژئومرفولوژی باعث حذف مناطق توده سنگی و با برونزدگیهای بیش از 50 درصد شده است. محدودیت مکانی جاده، حدود جاده را حذف کرده است و به طور مشابه محلهای رودخانه ها و روستا ها و مناطق با بارندگی کمتر از 300 میلیمتر در سال (مقدم، 1377) از برنامه‌ریزی خارج شده اند. محدودیت مکانی کاربری زمین، با حذف کردن نواحی کشت آبی که در تملک روستاییان است و همین طور نواحی مسکونی و نمکزار در اولویت‌بندی دخالت داده نشده است و فقط مراتع در برنامه اجازه ورود داشته است. محدودیتها، استاندارد بولین می شوند و وزن‌دهی لازم را ندارند.



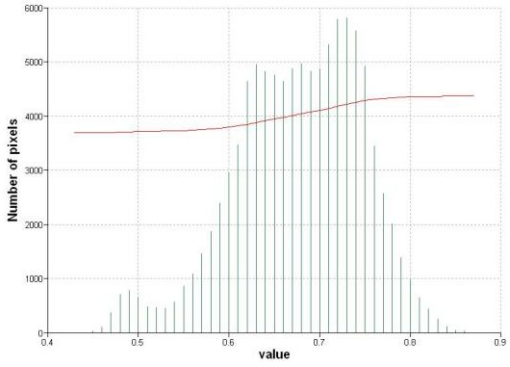
شکل2- موقعیت حوضه آبخیز حبله‌رود، زیرحوضه‌ها، آبراهه های اصلی، جاده ها و روستاها



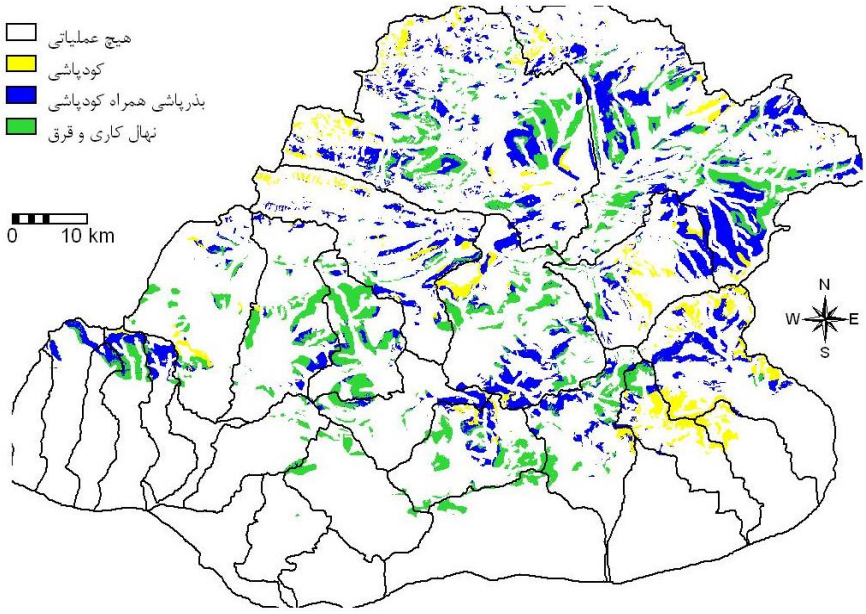
شکل 3- نقشه رستری نزدیکی به روستا به عنوان یک عامل مکانی که وارد محاسبات می شود.



شکل 4- نقشه شاخص مرکب که از ارزیابی چند معیاره مکانی به دست آمد.



شکل 5- هیستوگرام ارزشهای نقشه شاخص مرکب در مقابل تعداد پیکسلها



شکل 6- خروجی نهایی الگوی طراحی شده برای اولویت بندی کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک

به طور مستقیم وزن کلی 0/6 به عاملهای طبیعی و وزن 0/4 به عاملهای اقتصادی داده شد. به روش AHP همه عاملها وزن گرفت که در شکل 1 دیده می شود. بیشترین وزن را عامل مکانی مرتعی (0/55) و نزدیکی به جاده (0/45) گرفته است. کمترین وزن برای بارندگی (0/05) و نزدیکی به چشمه (0/04) بدست آمد.

بعضی عاملها با زیاد شدن ارزش آنها، اثر مثبت در انتخاب اولویت مکانی دارند، مثل بارش، یا برعکس دور شدن از جاده باعث کمرنگ شدن اولویت مکانی است که در شکل 1 هم با + و – نشان داده شده اند. با ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE[18])، در نرم افزار ILWIS[19] نقشه شاخص مرکب برای اولویت‌بندی بدست آمد (شکل 4)

بحث

نقشه های شاخص ترکیبی برای اولویت بندی کنترل بیولوژیکِ فرسایش خاک (کودپاشی، بذرپاشی همراه کودپاشی، نهال‌کاری و قرق) طبقه بندی شد. البته در مراتع فقط کودشیمیایی به کار برده می شود آن هم غیر پتاس و اواخر زمستان و اوایل بهار(مقدم، 1377). مراتع کف دره ها که با چشمه‌ها و سیلابهای فصلی آبیاری می‌شوند مناسب کودپاشی هستند (مصداقی، 1374). نهال‌کاری در نزدیکی روستاها و رودخانه‌ها اقدام مناسبی برای حفاظت خاک است (رفاهی، 1385) که با توجه به همین مطالب نزدیکترین مناطق برای نهال کاری پیشنهاد شد. با این بررسی و تحلیلها و با توجه به هیستوگرام ارزشهای نقشه شاخص مرکب در مقابل تعداد پیکسلها (شکل 5) اولویت‌بندی مرتع برای کارهای حفاظت خاک مشخص 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 اولویت دورتری قرار می گرفتند (شکل1). بسیار مشاهده شده در منطقه ای کارهای پرهزینه‌ای برای جلوگیری از فرسایش شده است حال آنکه منطقه اصولاً مشکل رسوب‌خیزی نداشته است یا بودجه در حوضه هایی مصرف شده است که از نظر حفاظت خاک در اولویت نبوده است (Morgan, 1986). در این مطالعه به درستی و دقت این اولویت‌بندی در نظر گرفته شد. چون عوامل و محدودیتهای مختلف با تحلیل چندمعیاره به کار گرفته شدند. نقشه‌های نهایی، به طور دقیقی به دست آمده اند چون از روی هم انداختن اطلاعات خام پرهیز شده است. همان‌طور که در طرح نهایی (شکل 6) مشاهده می شود در قسمتهای پست حوضه که مقدار بارش کمتر از 300 میلیمتر در سال (مقدم، 1377) بوده است عملیات بیولوژیک مطرح نشده است. موفقیت در بذرپاشی به الگوی بارش و وضعیت سایتهای انتخابی بستگی دارد. برای موفقیت در این کار باید خاک و بارش کافی وجود داشته باشد (Brooks *et al.*, 1993)؛ که با اعمال محدودیت. رخساره های ژئومرفولوژیکی نواحی سنگی حذف شد و مناطق با خاک کافی در مدل وارد شد. به همین ترتیب بقیه جاها هم که در طرح به عنوان محدودیت وارد شده، از اولویت‌بندی خارج شده است. محل خود روستاها و سطح جاده ها و رودخانه ها هم از برنامه خارج شده‌اند ولی در نزدیکی آنها برنامه با اولویت بالاتر معرفی شده است. بذرپاشی و قرق از راههای احیای زمینهای فرسایش یافته مرتعی است (Morgan, 1986) و

18 -Spatial multi criteria evaluation
19 -Integrated Land and Water Information System

بنابراین در این کاربری قسمتی برای این عملیات در نظر گرفته شد.

سپاسگزاری:

از اداره کل منابع طبیعی استان تهران، بخش مطالعات آبخیز، به ویژه آقایان، مهندس اکبر مبشر ناظمی، مهندس هوشنگ جزی و مهندس یحیی روستایی که داده های مختلفی را در اختیارم قرار دادند و از آقایان مهندس آرش ممبینی ابوالفتح در سازمان زمین‌شناسی کشور، مهندس باقر قرمزچشمه در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، خانم مهندس صدیقه زارع کیا کارشناس ارشد موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و سایر دوستان مرتبط با این تحقیق، صمیمانه سپاسگزاری می کنم.

منابع مورد استفاده

1- اداره کل منابع طبیعی استان تهران، بخش آبخیزداری، 1385. مطالعات مدیریت یکپارچه آب و خاک در حوضه آبخیز رودخانه حبله‌رود.

2- رفاهی، ح.، 1385. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران،650 صفحه.

3- مدیریت منابع آب کشور، 1384. آمار رقومی دبی و رسوب، بخش پایگاه داده ها، وابسته به وزارت نیرو.

4- مصداقی، م.، 1374. مرتع داری در ایران، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، 251 صفحه.

5- مقدم، م.ر.، 1377. مرتع و مرتع داری، انتشارات دانشگاه تهران، 470 صفحه.

6. Brooks, K.N., Ffolliott, P.F., Geregerson, H.M., Thames, J.L., 1993. Hydrology and the Management of Watersheds, IOWA state university press/AMES, 391p.

7. Dragan, M., E. Feoli, M. Fernetti & W. Zerihun, 2003. Application of an erosion decision support system (SDSS) to reduce soil erosion in northern Ethiopia, Environmental Modelling & Software, Volume 18, Pages 861-868.

8. Geneletti, D., 2004. A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley, Land use Policy, Volume 21, Issue 2, April, Pages 149-160.

9. Hill, M.J., R. Braaten, M. Simon, V. Brian, G. Lees & S. Sharma, 2005. Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis Environmental Modelling & Software, Volume 20, Pages 955-976.

10. Lam, D., L. Leon, S. Hamilton, N. Crookshank, D. Bonin & D. Swayne, 2004. Multi-model integration in a decision support system: a technical user interface approach for watershed and lake management scenarios, Environmental Modelling & Software, Volume 19, Pages 317-324.

11. Malczewski, S., 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley & Sons, Inc, New York, 392p.

12. Matthies, M., C. Giupponi & B. Ostendorf, 2007. Environmental decision support systems: Current issues, methods and tools, Environmental Modelling & Software, Volume 22, Issue 2, Pages 123-127

13. Morgan, R.P.C., 1986. Soil erosion and conservation, Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons.

14. Saaty, T.L. 1994. How to make a decision: the analytical hierarchy process. Interfaces, 24 (6, S): 19-43.

15. Turban, E. 1995. Decision support and expert system: management support system. Macmillan Publishing Company, New York.

16. Vrieling, A., 2006. Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review, Catena 65 (2006) 2 – 18

Suitable Range Determination for Biological soil Erosion Control by Spatial Decision Support System

A.A. Jamali [1], J. Ghodousi [2], M. Farahpour [3]

1- PhD Graduated in Watershed Management Major- Islamic Azad University, Science and Research Branch and Faculty Member of Maybod Branch

2- Assistant Professor of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran

3- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran

Received: 26.02.2007 Accepted:9.08.2007

Abstract

Composing multi criteria and factors and do right decision making in rangelands for Biological soil Erosion Control is very complicate and strongly need to apply computer and spatial decision support systems. With these and experience a decision maker can show the best solution fast. Hable Roud watershed had many spatial data that provided by companies and organizations. Rangelands in this watershed were selected. A model for compositing the natural suitable spatial factors (sediment discharge, slope, rainfall, Range Factors: animal unit month, range trend, range condition), economic (proximity to road, proximity to villages, proximity to rivers, proximity to wells, proximity to spring) and constraints (slope, land use, village, roads, rivers, and rainfall shortage) was designed for suitable biological soil erosion control planning. Then they were standardized in value range between 0 & 1. They were weighted by analytical hierarchical processing (AHP). Of course some cases were weighted by direct method. Compositing of these layers were done by spatial multi criteria evaluation (SMCE). Output was composite index map. This map was classified by its histogram, and identified in each class which measure should be done. Biological soil erosion control plan was recommended (manure spreading, seeding with manure spreading, seedling and enclosure).

Key words: spatial decision support system, Biological soil erosion control, Range, spatial multi criteria evaluation (SMCE)