

مکان یابی احداث سدهای خاکی کوچک در مناطق خشک و نیمه خشک

با روش تحلیل چند معیاره مکانی (SMCE)

مسلم چابک بلداجی^{1*}، هادی زارعی محمودآبادی²، محمد علی شیرزاده³ و محمد حسن زاده نفوتی⁴

(1) کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه آبخیزداری، واحد میبد، ایران.

(2) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه محیط زیست، واحد میبد، ایران.

(3) کارشناس ارشد GIS و سنجش از دور، واحد میبد.

(4) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه آبخیزداری، واحد میبد، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Moslem_chabok@yahoo.com

تاریخ پذیرش: 90/09/5

تاریخ دریافت: 90/06/26

چکیده

یکی از راه حل های کارآمد و مناسب برای بهینه سازی استفاده از رواناب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از سدهای خاکی کوچک است. که ضمن کاهش خسارات ناشی از سیل، در تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی، احیای مراتع و بیابان زدایی موثر است. در سالهای اخیر، توسعه و بهره برداری از منابع آب و خاک در مناطق خشک و نیمه خشک، ضرورتی انکارناپذیر است که بهره برداری از سیلاب های آبی در این مناطق یکی از این زمینه ها است. یکی از مسائلی مهمی که در زمینه طراحی مکان احداث این سازه های مهندسی در حوزه های آبخیز وجود دارد، بحث مکان یابی صحیح این سازه ها بر روی رودخانه اصلی حوزه می باشد. عدم وجود یک راه ریاضی و منطقی به منظور اولویت بندی عملیات اجرایی این سازه ها ما را بر آن داشت تا با استفاده از مدل ارزیابی چند معیاره مکانی و تلفیق لایه های اطلاعاتی که از اهداف اصلی این تحقیق می باشد، مکان های مناسب جهت احداث سد خاکی بر روی رودخانه های اصلی حوزه آبخیز یوسف آباد طبس بپردازیم. لذا با استفاده از ترکیب نقشه های رستری مربوط به محدودیت مکانی (حریم رودخانه)، عوامل مکانی طبیعی (درصد شیب، حریم از رودخانه، واحدهای ژئومورفولوژی و ویژگیهای زمین شناسی)، عوامل اقتصادی (منابع قرضه، حریم از راه، حریم از قنات و حریم از مناطق مسکونی) در محیط برنامه نویسی ارزیابی چند معیاره مکانی، نرم افزار ILWIS 3.31 طراحی شد. ابتدا لایه های مکانی به فرمت این نرم افزار در آورده شد. سپس لایه های مکانی ناهمگون با یکدیگر، تلفیق و همگون سازی شدند و همگی ارزش های فازی صفر تا یک را گرفتند. به دلیل یکسان نبودن ارزش لایه ها، لایه ها وزن دهی شدند. در نهایت، تلفیق لایه ها انجام شد و نقشه شاخص ترکیبی به دست آمد که در آن مکان های مساعد جهت احداث سد خاکی منطقه مطالعاتی، الویت بندی گردید و بهترین مکان جهت انجام عملیات اجرایی در حوزه مشخص شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد مکان احداث، از نظر مهندسی و از نظر مردمی مورد تأیید کارشناسان و مردم بومی منطقه بود. و می توان از عان نمود، دقت، صحت و سرعت و توانایی بالای این مدل می تواند برای حوزه های آبخیز دیگری نیز انجام گیرد.

واژه های کلیدی: مکان یابی، احداث سد خاکی، حوزه آبخیز، ارزیابی چند معیاره مکانی، یوسف آباد طبس.

مقدمه

ارزیابی چند متغیره مکانی، یک روش مفید جهت شناسایی و مقایسه راه حل‌ها برای مکان یابی بر اساس ترکیب فاکتورهای چندگانه است که می‌تواند در حداقل زمان به وسیله لایه‌های اطلاعاتی نشان داده شود (Lanni, 2007). این روش، بیانگر قابلیت GIS برای مدیریت و پردازش اطلاعات مکانی، و انعطاف پذیری ارزیابی چندمعیاره جهت ترکیب کردن اطلاعات مکانی (مانند نوع خاک، شیب و ...) با اطلاعات کارشناسی، بر اساس وزن دهی متغیرهای مختلف می‌باشد. ارزیابی چندمعیاره مکانی، روشی است برای تشخیص و ارائه راه حل‌های قیاسی در مسائل مکانی، بر پایه ترکیب عوامل چندگانه که نهایتاً با نقشه نشان داده می‌شود (Lanni, 2007). در تعیین معیارهای تصمیم نیز، می‌باید از نظر کارفرما و مسئولین امر استفاده کرد و همواره نباید استانداردهای خاصی در این باره جست. این موضوع در رشته‌های گوناگونی مثل مدیریت بازرگانی، ارتباطات بین الملل، توسعه سیاسی، مباحث مشارکت و به طور فزاینده در مدیریت منابع طبیعی کاربرد یافته است (Malczewski, 2006) (Jozi and Rezaeian, 2010). عوامل و محدودیت‌های متعدد مکانی جهت برنامه ریزی صحیح و دقیق در احداث سد خاکی باید دخالت داده شود. این امر به علت پیچیده شدن زیاد برنامه ریزی، با فنون سنتی قابل انجام نیست. فنون سنتی و معمولی تصمیم‌گیری چندمعیاره، اکثراً غیرمکانی بوده اند، و توابع میانگین یا مجموع را که برای تمام منطقه، مناسب به نظر می‌رسند به کار می‌گیرند (Sharifi and Vasilios, 2003). در صورتی که برای شناختن مکان‌های مناسب و پیشنهاد برنامه‌ها روی یک نقشه، کاربرد فنون تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی، ضروریست. مهم ترین تفاوت تصمیم‌گیری چند معیاره، و تحلیل چند معیاره مکانی، ارائه واضح اجزا مکانی است. تجزیه و تحلیل‌های تصمیم چندمعیاره مکانی به داده‌های مکانی جغرافیایی بر مبنای مقادیر معیار نیاز دارد. برای به دست آوردن اطلاعات در فرایند تصمیم‌گیری، داده‌ها با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره و دانش سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، پردازش می‌شوند. تجزیه و تحلیل‌های تصمیم مکانی چند معیاره، فرایندی است که داده‌های جغرافیایی (ورودی) را با یکدیگر تلفیق کرده و به یک تصمیم (خروجی) تبدیل می‌کند. این فرایند، شامل بهره برداری از داده‌های جغرافیایی، الویت‌های تصمیم‌گیری، دستکاری داده‌ها و الویت‌ها، طبق قوانین ویژه تصمیم است (Nash and Luttrell, 2006).

بیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در زمینه انتخاب مکان‌های مناسب، با استفاده از فنون ارزیابی چند معیاره مکانی با استفاده از GIS و RS برای پروژه‌های مشابه، تحقیقات متعددی انجام شده است. به نحوی که خیاطی خلقی، برای اولویت بندی زیر حوزه‌ها در اجرای سدهای اصلاحی، اولویت بندی زیر حوزه‌ها را به عنوان یک مسئله چند معیاره در نظر گرفته و برای حل آن از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرد. در این میان، روش تابع تجمعی ارزش که براساس برنامه ریزی خطی چند بخشی استوار است، با توجه به ارزشی که به نظرات شخص تصمیم‌گیرنده در انتخاب اولیه زیر حوزه‌ها می‌دهد، در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. نامبرده 19 زیر حوزه آبریز رودخانه کن در شمال غرب تهران را براساس معیارهای زمان تاخیر، خسارات جانی و مالی سیلاب ویژه با دوره برگشت 50 ساله مورد ارزیابی قرار داد. وی به این نتیجه رسید با وجود اینکه برخی از زیر حوزه‌ها از نظر شدت و حجم سیلاب، در ردیف‌های اول قرار ندارند با این همه ولی با توجه به در نظر گرفتن معیارهای مختلف و چندین تابع هدف، در برنامه ریزی خطی در اولویت بندهای اول قرار گرفتند. رودگرمی و همکاران در سال 1386 در تحقیقی تحت عنوان ارزشیابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات زیست محیطی، از روش ارزشیابی چند معیاره مکان مندی از SMCE برای ارزشیابی گزینه‌های توسعه، استفاده نموده اند. وی بیان نمود با استفاده از این روش در ارزیابی اثرات زیست محیطی می‌توان به صورت

تصویری (نقشه)، میزان مطلوبیت یا عدم مطلوبیت هر نوع توسعه را بر محیط، به صورت نقشه نشان داد. این روش برای ارزشیابی گزینه‌های برنامه ریزی‌های کاربری سرزمین و توسعه منطقه‌ای، مفید توصیه شده است. اوژن و همکاران در سال 1387 در پژوهشی در حوزه ریمله استان لرستان، AHP را رهیافتی به سوی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز دانسته‌اند. در این تحقیق، براساس تکنیک AHP در حوزه مورد مطالعه، برای حل مشکلات موجود ابتدا تعدادی گزینه شامل: عملیات مکانیکی (گابیون، چکدم، احداث سد خاکی و...)، عملیات بیولوژیک (نهال کاری، بوته کاری و...) و عملیات عمرانی و خدماتی (تامین برق و آبرسانی روستاها، احداث جاده، جایگاه سوخت و...) انتخاب شد. برای انتخاب بهترین گزینه، چهار معیار، شامل هزینه، حفاظت خاک، کاهش سیلاب، تولیدات زراعی و دامی در نظر گرفته شد. سپس بر اساس نظرات کارشناسان مختلف دانشگاهی و اجرایی، اقدام به ارزیابی گزینه‌ها از طریق ماتریس مقایسه زوجی گردید. پس از انجام محاسبات، هزینه، به عنوان مهمترین معیار و عملیات بیولوژیک، به عنوان بهترین طرح، بر اساس معیارهای مورد نظر معرفی گردید.

وحید نیا و همکاران در سال 1387 در تحقیقی، ضمن ایجاد یک سیستم حامی تصمیم‌گیری مکانی مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از آن برای یک سلسله تصمیم‌گیری نمونه، با هدف تهیه نقشه خطر رانش زمین استفاده کرده. ابتدا یک مسئله تصمیم‌گیری با هدف تهیه نقشه رانش زمین تعریف شد. در خصوص این مسئله برای منطقه‌ای واقع در استان مازندران معیارهای مختلفی در نظر گرفته شد. از جمله، برای منطقه‌ای در استان مازندران اندازه شیب، جهت شیب، انحنای کاربری اراضی، جنس سنگ، فاصله از گسل و فاصله آن از رودخانه‌ها. و در انتها، نقشه معیارهای مربوط به آنها نیز آماده شده (زیرمعیارهای سلسله مراتب تصمیم‌گیری را نیز کلاس‌های نقشه‌های معیار تشکیل داده‌اند)، سپس طبق نظر کارشناس امر، عملیات تکمیل ماتریس‌های مقایسه زوجی صورت گرفت. بنابراین، نقشه‌های معیار استاندارد مربوط به مسئله تصمیم‌گیری به سیستم، وارد شده و براساس ماتریس مقایسه زوجی تعیین شده برای معیارها، نتیجه خروجی سیستم که همان نقشه خطر رانش زمین می‌باشد، تهیه شده است. نتایج حاصله، نشان دهنده سهولت در امر تصمیم‌گیری و در نهایت دستیابی سریع به خروجی می‌باشد.

جمالی در سال 2008 از طریق وزن دهی به عوامل مکانی طبیعی (شیب، رتبه آبراهه‌ها، رسوبدهی، رخساره ژئومورفولوژی) و با استفاده از برنامه نویسی ویژوال، در محیط ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) در نرم افزار Ilwis، به تهیه نقشه مکان یابی سدهای اصلاحی در حوزه آبخیز حبله رود، در شرق استان تهران پرداخته است.

جمالی و همکاران در سال 2008 در تحقیق خود با عنوان تعیین اولویت بندی پهنه‌های مناسب پخش سیلاب برای تغذیه قنات‌ها، چاه‌ها و چشمه‌ها در مناطق خشک در منطقه میانکوه یزد، پس از جمع‌آوری لایه‌های اطلاعاتی رقمی، و رستری کردن همه لایه‌ها با یک زمین مرجع یکسان، مدل درختی تلفیق لایه‌ها در محیط SMCE نرم افزار ILWIS را طراحی کرده، سپس به منظور همگنی لایه‌ها، تمامی لایه‌ها را به ارزش‌های 0 و 1 تبدیل کرده و به عبارتی، عوامل با استفاده از روابط مربوط به استاندارد سازی، بولین و فازی شدند. وزن عوامل نیز با روش رتبه بندی، مشخص شدند. به طوری که لایه عوامل روستا، قنات، چاه و چشمه از عوامل مهم با وزن 0,3 پس از رستری شدن و ایجاد حریم در اطراف آنها در درخت واره استفاده شده در نهایت با ایجاد نقشه تناسب حاصل از ترکیب لایه‌ها که ارزشهای 0 تا 1 دارد، اولویت‌ها تشخیص داده شدند. به گونه‌ای که هر نقطه که به عدد یک نزدیکتر باشد با توجه به هدف، مناسب تر است. بدین ترتیب با استفاده از فنون ارزیابی چند معیاره مکانی، منطقه مناسب پخش سیلاب را مشخص نموده و کاربرد روش مزبور در تشخیص سریع و دقیق پخش سیلاب برای مناطق مشابه در کشور را توصیه نموده است.

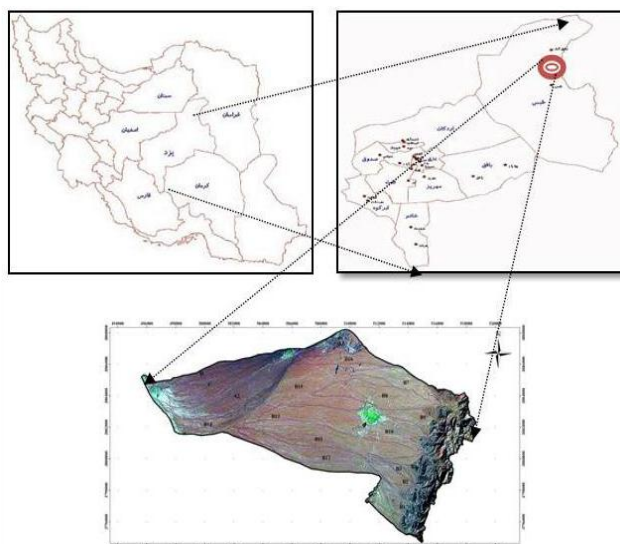
Boyd و همکاران در سال 2004 با استفاده از GIS، مناطق مناسب برای اکوتوریسم را در شمال اتناریو مشخص کرد. در ناحیه Bogra در

بنگلادش از سنجش ازدور، تحلیل چند معیاره مکانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور برنامه ریزی الگوی کشت در نواحی معروض سیل استفاده کرده و الگوی برنج-گندم/سیب زمینی، برنج-سیب زمینی، برنج-خردل به عنوان مناسب ترین الگوهای کشت شناخته شد. Jozl و همکاران در سال 2010 در تحقیق خود برای تعیین منطقه مناسب، به منظور راه اندازی مرکز تفریحی و سرگرمی در منطقه حفاظت شده وارچین با استفاده از 17 لایه اطلاعات تهیه شده و با استفاده از مدل منطق فازی، منطقه ای به مساحت 7/12 هکتار را دارای وضعیت ایده آل برای اجرای مراکز تفریحی معرفی کرد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز جعفرآباد، از شهرستان طبس، واقع در بخش دستگردان و در نزدیکی شهر عشق آباد می باشد. این محدوده از سمت شمال به روستای چاه کم، از شرق به روستای جعفرآباد و شهر عشق آباد و از غرب به کوه نواهنگ، ختم می شود. بر اساس سیستم مختصات UTM، منطقه مطالعاتی در زون 40 شمالی و بین طولهای 495639 تا 518655 و عرضهای 3805207 تا 3802340 و بر اساس سیستم مختصات جغرافیایی، بین طولهای $57^{\circ}12'15''$ تا $58^{\circ}57'12''$ شرقی و عرضهای $34^{\circ}17'35''$ تا $34^{\circ}25'30''$ شمالی قرار دارد. مقدار و حجم بارندگی سالانه حوزه جعفرآباد، به ترتیب 119/12 میلی متر و 17 کیلومتر مکعب و متوسط دمای سالانه حوزه، 18/9 درجه سانتی گراد می باشد. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل، به روش بلاتی کرایدل و تبخیر از سطح آزاد آب 2453/48 میلیمتر در سال می باشد. اقلیم منطقه مورد مطالعه به روش آمبرژه، خشک معتدل و به روش دو مارتن، نیمه خشک معتدل است. واحدهای چینه شناسی حوزه، شامل: سازند بغمشاء (Jbg)، سازند قلعه دختر، سازند اسفندیار (Je) بوده و واحدهای کواترن، شامل: Qf و Qc2 و Qcf است. از نظر وضعیت پوشش گیاهی، سه تیپ، خارشتر، درمنه دشتی و درمنه دشت- تنگرس در حوزه تشخیص داده شده که درصد پوشش گیاهی در این سه تیپ به ترتیب عبارتند از: 17/8، 21/4 و 27 درصد است. شکل (1) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان یزد و شهرستان طبس نشان می دهد.



شکل 1: موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

روش مطالعه

روش تحقیق حاضر شامل 6 مرحله زیر است:

مرحله اول: گردآوری کلیه داده‌ها و اطلاعات منطقه، اعم از نقشه‌ها و جدول‌های اطلاعاتی مورد نیاز

مرحله دوم: طراحی مدل درختی تحلیل چند معیاره مکانی در محیط SMCE نرم افزار ILWIS

مرحله سوم: آماده سازی لایه‌ها، از قبیل: نقشه‌های فواصل عوامل مکانی و رستری کردن تمامی داده‌ها برای ورود به نرم افزار

مرحله چهارم: استانداردسازی فازی، در محیط SMCE نرم افزار ILWIS و وزن دهی عوامل و معیارها در محیط نرم افزار

مرحله پنجم: تلفیق لایه‌های معیارها و تولید نقشه شاخص ترکیبی

مرحله ششم: اولویت بندی مکانی احداث سد خاکی، با استفاده از نقشه شاخص مرکب و نمودار ستونی ارزش پیکسل‌های نقشه.

جهت تهیه نقشه عوامل، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه برداری کشور، با فرمت DGN و مقیاس 1:25000 منطقه مطالعاتی،

تهیه شد. سپس توسط نرم افزارهای Microstation 8.1 و ArcGIS 9.3 کلیه لایه‌های عوارض خطی، نقطه ای و پلی گونی مورد نیاز

استخراج شدند. با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی شده، مدل رقومی ارتفاع (DEM) ساخته شد و با استفاده از DEM نقشه طبقات

ارتفاعی و طبقات شیب، تهیه و طبقه بندی گردید. سپس بر اساس نقشه‌های زمین شناسی و تصاویر ماهواره ای لندست+ ETM نیز

انجام بازدیدهای میدانی، مرز تیپ‌ها و رخساره‌ها، تفکیک و نقشه ژئومورفولوژی منطقه، تهیه شد. نقشه منابع قرضه حوزه، پس از بازدید

میدانی و شناسائی مناطق مستعد با توان برداشت خاک رس نیز تهیه گردید. سپس با توجه به هدف اصلی تحقیق، کلیه مکان‌هایی که

خارج از حریم رودخانه‌های اصلی حوزه تا شعاع 10 متری بودند به عنوان عوامل محدود کننده، تلقی شده و نقشه رستری مربوط به این

عامل، تهیه گردید. سپس نقشه‌های شبکه ای مربوط به عوامل طبیعی، شامل: در صد شیب، فاصله از رودخانه و واحدهای ژئومورفولوژی

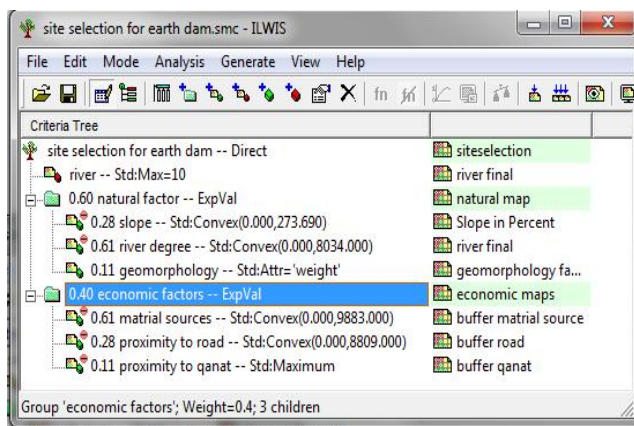
به صورت نقشه‌های سطحی یا پلی گونی تهیه و سپس نقشه شبکه ای آنها تهیه گردید. نقشه عوامل اقتصادی، شامل: منابع قرضه، فاصله از

راه و فاصله از قنات، به صورت خطی و نقطه ای حریم سازی شد. به عنوان مثال، فاصله هر یک از منابع آبی حوزه شامل: چاه، چشمه،

قنات تا 3 کیلومتر، حریم سازی شد. سپس نقشه شبکه ای مربوط به مناطق حریم، جهت ورود به نرم افزار ILWIS آماده شد.

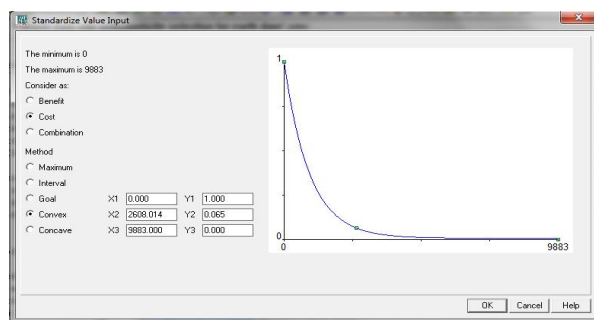
شکل (2) الگوی درخت معیارها جهت تحلیل‌های چند معیاره از عوامل و محدودیت‌های مختلف مکانی را که در محیط نرم افزاری

SMCE طراحی شده، نشان می دهد.



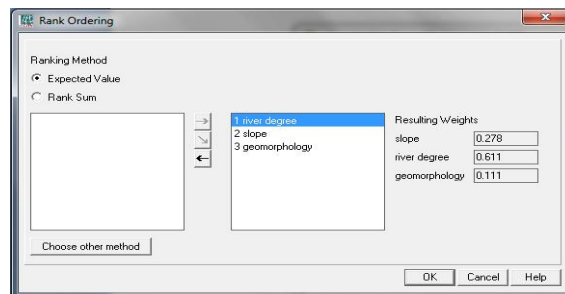
شکل 2: مدل درختی معیارها برای تحلیل‌های چند معیاره

چون عوامل و فاکتورهای موثر در مکان یابی، دارای محتوا و خصوصیات مختلفی می‌باشند به گونه‌ای که گروهی، دارای خصوصیات توصیفی چون بلندی و کوتاهی بوده و تعدادی دارای ارزش عددی چون صفر، یک، ده و ... را شامل می‌شوند. لذا نیاز است که ارزش و وزن آنها استانداردسازی گردد. در این سامانه، تمامی خصوصیات نقشه‌ها، به مقادیر بین صفر تا یک استاندارد می‌گردند. برای استاندارد کردن نقشه‌های ورودی در محیط SMCE، از یکی از روشهای استاندارد کردن نقشه‌های مقادیری (Value Input)، و یا استاندارد کردن نقشه‌های بولین (Boolean) و استاندارد کردن نقشه‌های با خصوصیات کیفی (Class Input) می‌توان استفاده نمود. در این تحقیق به دلیل مقادیری بودن نقشه‌های ورودی، از روش استاندارد کردن نقشه‌های مقادیری، استفاده شده است. در این روش، استاندارد کردن به وسیله یک تابع خطی، با استفاده از مقادیر حداقل و حداکثر مورد نظر، صورت می‌گیرد. مقدار حداقل، صفر و مقدار حداکثر، مقدار یک را در بر می‌گیرد و مقادیر بین حداقل و حداکثر، براساس تناسب، مقادیری بین صفر و یک را در بر می‌گیرند. به طوری که هر چه به مقدار یک نزدیکتر می‌شود، شرایط برای احداث سد، مطلوبتر خواهد بود. به مکانهای نزدیک به منابع قرضه، ارزش یک داده شده و هرچه از این مناطق فاصله بگیریم، ارزش کمتری می‌گیرند و نهایتاً در حداکثر فاصله، ارزش صفر داده می‌شود (شکل 3).

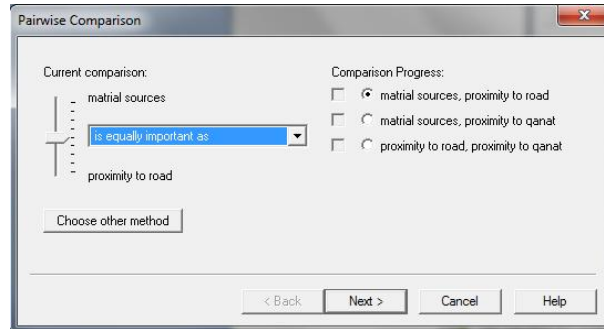


شکل 3: استاندارد سازی عامل منابع قرضه

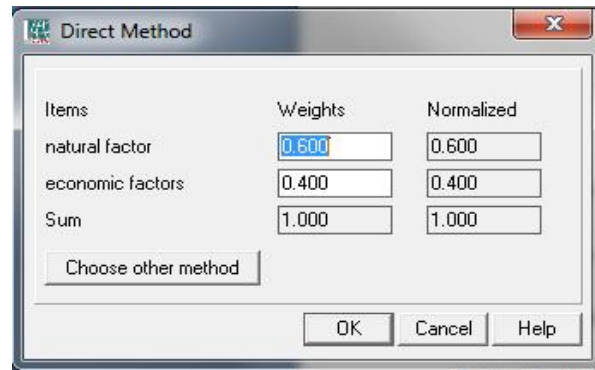
مرحله بعد، وزن دهی پارامترها است. مرتب سازی وزن‌ها در یک نظم ترتیبی، ساده‌ترین روش تعیین اهمیت آنها شمرده می‌شود. در این روش، رتبه بندی هر معیار مورد نظر بر حسب اولویت تصمیم‌گیران، صورت می‌پذیرد. بعد از انجام عمل رتبه بندی بر روی مجموعه‌ای از معیارها، برای ایجاد وزن‌های عددی از روی اطلاعات دارای نظم ترتیبی، از چندین روش می‌توان استفاده کرد. در این تحقیق در مرحله وزن دهی، از روش‌های مستقیم و جهت مقایسه زوجی، از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در وزن دادن به عوامل طبیعی و اقتصادی استفاده می‌گردد. بدین منظور ابتدا در محیط نرم افزار ILWIS درخت واره‌ای در سه سطح، تهیه گردید. سطح، اول هر درخت، بیان کننده هدف تصمیم‌گیری است. سطح دوم، معیارهای موثر در تصمیم‌گیری و در سومین سطح مدل، زیرمعیارهای تصمیم‌گیری قرار گرفته و با همدیگر مقایسه می‌شوند (اشکال 4، 5 و 6).



شکل 4: وزن دهی به زیر عوامل طبیعی با روش طبقه



شکل 5: وزن دهی به عوامل اقتصادی با روش مقایسه زوجی



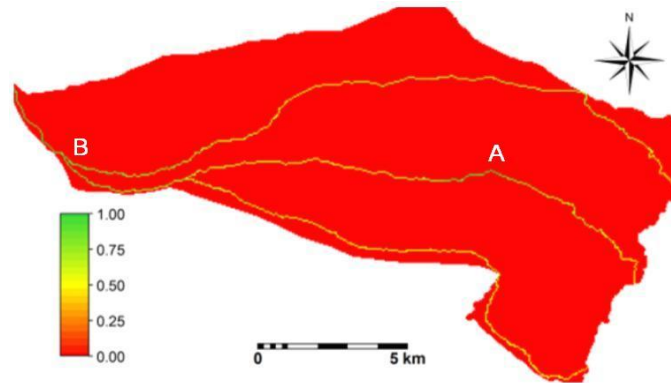
شکل 6: وزن دهی به عوامل اصلی با روش مستقیم

در تحلیل سلسله مراتبی، عوامل به صورت جفتی مقایسه می شوند. اهمیت نسبی عوامل در تعیین مناسب بودن یک پیکسل جهت نوع خاصی از تصمیم، برای تصمیم، گیرنده ارزیابی می شود و تنها دو معیار، در یک زمان، مقایسه می شوند که البته ارزشهای نسبی در مقیاس پیوسته ای از 1 تا 9 است. دسته بندیها، در یک ماتریس مربعی متقابل قرار می گیرند. تحلیلها و بررسیها در نرم افزار انجام می شود و بیشترین وزنها از ماتریس، با بالاترین ثبات بدست آمده و گروه بندی انجام می شود. باید دقت کرد که ناسازگاری در وزن دهی، تا حد امکان از صفر تا 0/1 تغییرات داشته باشد. در وزن دهی عوامل طبیعی، مقدار 0/028 و در عوامل اقتصادی، 0/052 به دست آمد. ناچیز بودن این مقادیر، نشان دهنده سازگاری و منطقی بودن وزن دهی زوجی در اینجاست. وزن عوامل، با مقایسه زوجی در روش تحلیل سلسله مراتبی، در زیرگروهها و در دو گروه اصلی، با روش مستقیم، مشخص می شود. محدودیتها نیز به دلیل آن که مستقیماً حذف می شوند، وزن نمی گیرند. در آخرین مرحله، با ترکیب نقشه‌های ورودی، نقشه خروجی، تهیه و کلاسه بندی می شود و در نهایت، مناطق مناسب جهت انجام عملیات احداث سد خاکی، الویت بندی می گردند. در واقع نقشه‌های خروجی، نتیجه رابطه‌های وزن دهی - تجمع و رابطه‌های استاندارد سازی است. اما نواحی که در نقشه شاخص مرکب به عنوان ناممکن در محدودیتها قرار دارند، از نظر مناسب بودن، ارزش صفر را خواهند گرفت.

نتایج

برای تعیین مکان مناسب جهت احداث سد خاکی، مدل درختی و عوامل طبیعی و اقتصادی تهیه شد. پس از استانداردسازی عاملها به

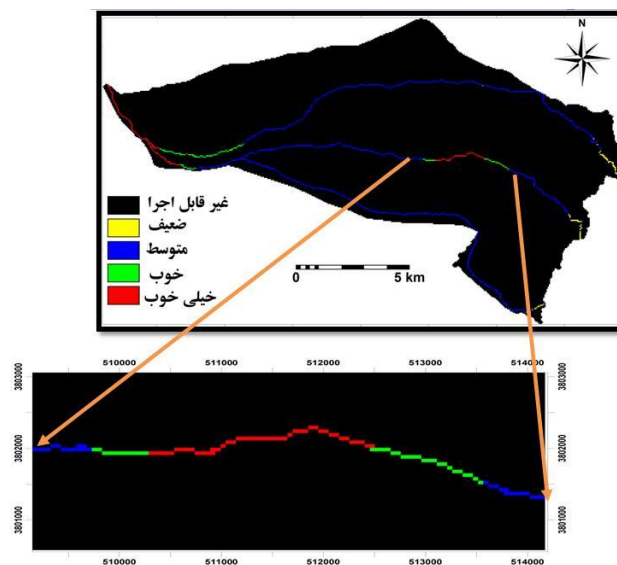
صفر تا یک، وزن دهی به روش مستقیم و مقایسه زوجی صورت گرفت و با توجه به داده‌های موجود و نیز نظر و خواست تصمیم‌گیران و سوابق تحقیقاتی، مدل اولیه ترکیب محدودیت‌ها و عوامل، طراحی شد. با ترکیب نقشه‌های ورودی، نقشه شاخص مرکب، تهیه و در نتیجه مناطق مناسب، جهت احداث سد خاکی در منطقه مورد مطالعه، شناسایی گردید. این مناطق در نقشه نهایی شکل (7) نشان داده شده است. در این نقشه، دو منطقه مشخص شده یکی در مرکز و دیگری در انتهای رودخانه اصلی حوزه که به صورت A و B نشان داده شده است به دلیل آن که سد خاکی موجود در نقطه B از لحاظ احداث و ذخیره رواناب سطحی، شرایط مساعدی را طی این چند سال داشته، لذا کلیه فعالیت‌ها، بر روی نقطه A که فاقد سد خاکی، است طبقه بندی گردید.



شکل 7: اولویت‌بندی مناطق مستعد جهت احداث سد خاکی

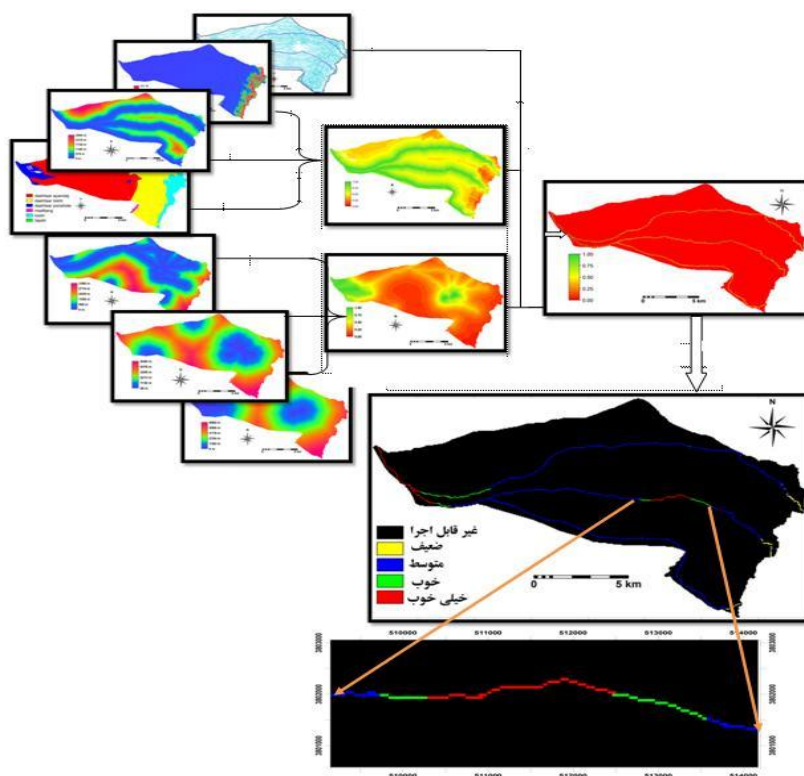
بحث و نتیجه گیری

با توجه به نقشه شاخص ترکیبی به دست آمده، نقطه B حذف گردیده و برای طبقه بندی و تحلیل اولویت مکانی جهت احداث سد خاکی، نقطه A انتخاب شده نتایج حاصله نیز در شکل (8) خلاصه شده است.



شکل 8: اولویت بندی جهت احداث سد خاکی

نتایج بررسی نشان می دهد که حوزه یوسف آباد، از نظر اولویت بندی مکانی، جهت احداث سد خاکی در مکان A، بر روی رودخانه های اصلی به 5 طبقه، تقسیم بندی شد که عبارتند از: غیر قابل اجرا، ضعیف، متوسط، خوب، و خیلی خوب محل احداث سد خاکی در انتهای زیر حوزه B6، وضعیت خیلی خوب را به خود اختصاص داده و در مشاهدات میدانی و نظرسنجی صورت گرفته از کارشناسان سازه ای و نیز مردم بومی، منطقه مکانی مناسب و دارای کارایی بالایی، انتخاب گردیده است. زیرا هم باعث تغذیه منابع آبهای زیر زمینی است که در نزدیکی محل احداث می باشد و هم وضعیت نفوذ پذیری واحد زمین شناسی مطلوبی دارد. هم چنین باعث افزایش زمان تمرکز و نیز جلوگیری از سیلاب های آبی می گردد. این امر نشان دهنده، مناسب بودن عوامل و محدودیت های به کار گرفته شده در مدل SMCE، جهت الویت بندی مکان احداث سد خاکی در حوزه مطالعاتی می باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که روش ارزیابی چند معیاره مکانی، می تواند روشی مؤثر، جهت شناسایی و طبقه بندی مناطق مستعد، و غیر مستعد، جهت احداث سد خاکی در حوزه های آبخیز مناطق خشک و نیمه خشک باشد. لذا پیشنهاد می شود تمامی مدیران و برنامه ریزان، جهت کاهش خطای انسانی، در سایر فعالیت های مرتبط از این برنامه کارآمد استفاده نمایند.



شکل 9: الگوریتم جریانی تلفیق معیارها و تعیین مناطق مستعد احداث سد خاکی

منابع

- اوژن، م. جلیلیان، ح. رستمی زاد، ق. (1387). **AHP**. رهیافتی به سوی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز.
- رودگر می، پ. خراسانی، ن. منوری، س. س. و نوری، ج. (1386). ارزشیابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات زیست محیطی به روش ارزشیابی چند معیاره مکانمند از SMCE، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره 9 شماره 4 صفحه 73-84.
- وحیدنیا، م. ح. آل‌شایخ، ع. ا. علیمحمدی، ع. و حسینعلی، ف. (1388). ایجاد یک سیستم حامی تصمیم‌گیری مکانی مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مجموعه مقالات ژئوماتیک 88.
- **Boyd, S.W., Butler, R. W., Haider, W. A. Perera (2002)**, Identifying areas for ecotourism in northern Ontario: Application of a geographic information system methodology. *J. Appl. Rec. Res* 2004, 19 (1), pp.41-66.
- **Jamali, A.A., Ghoddousi, J. and Zarekia, S. (2008)**. Multicriteria, decision, analytic hierarchy process and fuzzy standardization techniques to determine the most critical rangelands in watershed, *J. Range and Desert Reseach. Iranian*. 15: (4), pp. 475-484.
- **Jozi, S. A., Zaredar, N and Rezaeian, S. (2010)**. Evaluation of Ecological Capability using Spatial Multi Criteria Evaluation Method (SMCE) (Case study: Implementation of Indoor) Recreation in Varjin Protected Area-Iran, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 1, No. 3, August 2010. ISSN, 2010-0264.
- **Ianni, E. (2007)**. Integrated assessment of eco – social systems: the case study of Aysen watershed (Chile) and Marano lagoon (Italy): PhD Thesis, Department of Biology, University of Trieste.
- **Malczewski, J. (2006)**. Gis – based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *I.J. Geographic Information SCIENCE*. 20:(7), pp.703-726.
- **Nash, R., Hudson, A. and Luttrell, A. (2006)**. Mapping Political Context A Toolkit for Civil Society Organisation. Overseas Development Institute, London.
- **Sharifi, M.A. and Vasilios, R. (2003)**. Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis. *International Conference on Decision Support for Telecommunications and Information Society*, Warsaw, Poland.