

گزارش فنی

مکان‌یابی سدهای زیرزمینی با استفاده از ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE)
(مطالعه موردی: حوضه آدوری شهرستان بم)محمد حسن زاده نفوتی^۱، علی اکبر جمالی^۲ و امیر ارسلان فلاح^۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۴

شد، این نقشه سه منطقه با ارزش‌های مختلف را نشان می‌دهد که از بین این سه منطقه بهترین مکانی که دارای ارزش بیشتری می‌باشد، برای احداث سد زیرزمینی در منطقه آدوری شهرستان بم پیشنهاد داده می‌شود.

کلید واژه‌ها: مکان‌یابی، سد زیرزمینی، ارزیابی چند معیاره مکانی، معیارها، آدوری بم

مقدمه

به دلیل نیاز روز افزون به آب و عدم دسترسی به منابع تامین‌کننده آن، حفظ و استفاده از منابع زیرزمینی ضروری به نظر می‌رسد، که در مناطقی که دارای آب زیر زمینی و بستر مناسب هستند، احداث سدهای زیرزمینی می‌تواند یکی از گزینه‌های مطلوب باشد. سدهای زیرزمینی به هر ساختاری اطلاق می‌گردد که با مسدود نمودن جریان زیرزمینی، آب را در زیر زمین ذخیره نماید. هدف اصلی از ایجاد یک سد در زیر زمین، جلوگیری از تغییر گرادیان هیدرولیکی سفره‌های آب شور به سوی سفره‌های آب شیرین و یا افزایش کمی و کیفی سفره‌های آب زیرزمینی و در نهایت بالا آوردن تراز آب زیرزمینی می‌باشد [۷].

مهمترین مشکل در توسعه و ایجاد سدهای زیرزمینی پیچیدگی تعیین مناطق مناسب احداث سد می‌باشد. این مشکلات از آنجا ناشی می‌شود که معیارها و عوامل زیادی شامل معیارهای اجتماعی، اقتصادی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی و در مکان‌یابی مناسب آنها دخیل می‌باشند. با استفاده از روش‌های جدید از جمله روش ارزیابی چند معیاره مکانی^۴ می‌توان مکان‌ها مناسب جهت احداث سدهای زیرزمینی را با دقت بالا و با صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها تعیین کرد.

اخیرا در تحقیقات مکان‌یابی از روش‌های مختلفی استفاده شده است، از جمله این روش‌ها می‌توان روش تحلیل سلسله مراتبی^۵ را نام برد. حاجی عزیزی و همکاران [۵] با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی از دو روش مکانی و غیر مکانی به مکان‌یابی سد زیرزمینی منطقه پیشکوه شهرستان تفت یزد پرداختند و با تعریف پنج سناریو اولویت‌بندی مکانی را انجام دادند و نتیجه گرفتند که

چکیده

یکی از راه‌های مفید و موثر در تامین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مقابله با بحران خشکسالی، افزایش ذخیره آب‌های زیرزمینی است. احداث سدهای زیرزمینی از جمله راهکارهای مناسب جهت تامین و توسعه منابع آبی است. اولین و مهمترین مرحله در احداث یک سد زیرزمینی شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث این نوع سدها است. تصمیم‌گیری در انتخاب مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی با در نظر گرفتن اینکه معیارهای متعددی در این انتخاب باید در نظر گرفته شوند، کار دشواری است. هدف از این بررسی مکان‌یابی احداث سد زیرزمینی برای ذخیره نزولات و جلوگیری از تبخیر با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) در منطقه آدوری شهرستان بم می‌باشد. معیارهای مورد بررسی عبارتند از: گروه اول اقتصادی و اجتماعی (شامل: فاصله از قنوت - فاصله از چاه - فاصله از روستا - فاصله از چشمه - فاصله از جاده - فاصله از منابع قرضه)، گروه دوم هیدرولوژی (شامل: خطوط همباران - رودخانه‌ها)، گروه سوم زمین‌شناسی (شامل: توپوگرافی (شیب) - زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی - نفوذپذیری) و محدودیت‌ها (شامل: شیب - گسل - قنات - کاربری اراضی - زمین‌شناسی - فاصله از رودخانه) انتخاب شدند.

نقشه‌ها در نرم‌افزار ILWIS تهیه شدند، سپس در منوی SMCE، استانداردهای بر روی نقشه‌ها انجام شد و بعد به روش رتبه‌بندی وزن‌دهی شدند. در نهایت نقشه تلفیقی آنها تهیه

۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد
۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد
۳- نویسنده مسئول و کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد. پست الکترونیک: amirarsalanfalah@yahoo.com

4- Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)

5- Analytic Hierarchy Process (AHP)

بررسی و نقد منابع

از این مطالعات می‌توان چنین استنباط کرد که در مکان‌یابی سدهای زیرزمینی، بیشتر مطالعات به مکان‌یابی سدهای زیرزمینی به روش‌های سنتی اکتفا شده و مکان‌یابی سدهای زیرزمینی به روش نوین در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است، لازم به ذکر است که تکنیک‌های سنتی تصمیم‌گیری چند معیار به طور گسترده‌ای غیر مکانی بوده و متوسط یا تاثیر کلی یک معیار را که متناسب با داده‌های موجود می‌باشد. پیرمادی و همکاران [۷]، برای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در نظر می‌گیرند. اما تکنیک‌های جدید از جمله ارزیابی چند معیاره مکانی که یکی از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد، تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی است و لایه‌ها را بر اساس موقعیت مکانی آنها تلفیق می‌کند. بنابراین این روش می‌تواند به مکان‌یابی دقیق و مناسب این سازه کمک فراوانی کند، این روش در مکان‌یابی سازه‌های مختلف و علوم مختلف استفاده شده و نتیجه مطلوبی داده است.

در واقع می‌توان اذعان نمود که کسی تاکنون با این روش درباره مکان‌یابی سدهای زیر زمینی تحقیق نکرده است. منطقه آدوری شهرستان بم به علت اقلیم خاص و بارش کم، آبراهه‌ها آبدهی قابل توجهی ندارند و اکثر آن‌ها سیلابی می‌باشند. احداث سدهای زیرزمینی به منظور جمع‌آوری و ذخیره نمودن جریانات زیرزمینی می‌تواند یکی از راهکارهای بسیار مناسب برای جبران کم آبی در ماههای خشک سال در منطقه باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه از دیدگاه جغرافیایی در استان کرمان، در ناحیه‌ای بین عرض جغرافیایی 28° – 47° تا 29° – 08° شمالی و طول جغرافیایی 55° – 57° تا 58° – 15° شرقی واقع شده است. وسعت حوزه آدوری برابر $78/346$ کیلومتر مربع، میانگین بارش 298 میلیمتر می‌باشد. مناطق مسکونی زومین، دسک، دسک بالا، مغوثیه، گورو، دهنه سرآسیاب، جزین، گردان و آدوری داخل حوزه قرار دارند. حداکثر ارتفاع آن 3545 متر (قله کوه جوزو) و حداقل ارتفاع محدوده برابر $4/1211$ متر و ارتفاع متوسط حوضه برابر 2297 متر برآورد شده است. شکل (۱) موقعیت حوزه مطالعاتی را در کشور و استان کرمان و راههای دسترسی به حوزه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

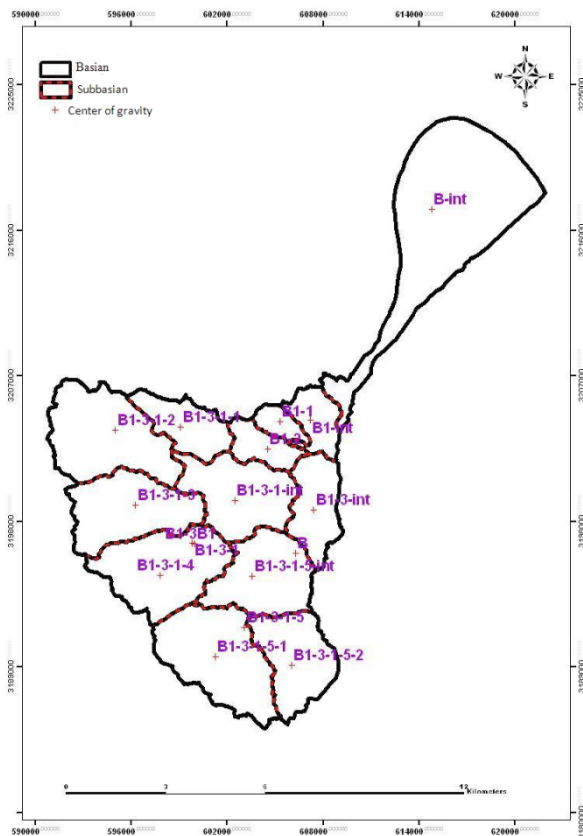
ابتدا با استفاده از نرم‌افزار آرک جی آی اس^۲ از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس $1:500000$ سازمان نقشه‌برداری کشور و $1:250000$ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، در تهیه، تولید و تلفیق نقشه‌های رقومی تراز راهها، آبراهها و موارد مشابه استفاده شد. نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس $1:100000$ و $1:250000$ سازمان زمین‌شناسی کشور، در تهیه نقشه‌های رخساره‌های زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی، به کار برده

نتایج حاصل از دو روش مکانی و غیرمکانی متفاوت خواهد بود. همچنین چابک و همکاران [۱] در مطالعه‌ای به مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در حوزه آبخیز عشق‌آباد طبرس پرداختند. مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با نقشه سامانه پخش سیلاب اجرا شده در منطقه مطالعاتی نشان داد که عوامل به کار گرفته شده در مدل برای دستیابی به مکان‌یابی پخش سیلاب مناسب بوده و طرح اجرا شده در محدوده مناطق بسیار مناسب و خوب که توسط مدل تعیین شده بود قرار گرفته است. لذا مدل تحلیل سلسله مراتبی روش مناسبی جهت مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب در حوزه‌های آبخیز مناطق خشک کشور می‌باشد.

از دیگر روش‌های تحقیق در مکان‌یابی که منطقی‌تر و دقیق‌تر می‌باشد، به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ و نرم‌افزارهای مربوط به آن است. از جمله این تحقیقات می‌توان به مطالعه‌ای که چزگی و همکاران [۲] در غرب استان تهران برای مکان‌یابی سد زیرزمینی به روش معیارهای حذفی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند نام برد. که نتایج نشان می‌دهد که جنوب منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل خوبی برای احداث سد زیرزمینی است. اسوری و همکاران [۸] نیز در مطالعه‌ای از یکپارچه کردن روش ارزیابی چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی مناسب مناطق اکولوژیکی برای چهار کاربری زمین شامل: حفاظت طبیعی، مناطق جنگلی، مناطق مسکونی و مناطق صنعتی استفاده کردند.

ارزیابی چند معیاره مکانی نیز در تحقیقات مکان‌یابی توسط محققین و متخصصین زیادی به کار برده شده است، به عنوان مثال: جمالی و همکاران [۶] در مورد تحلیل حساسیت وزن‌دهی عوامل مکانی با بررسی تغییرات ارزش پیکسل‌های نقشه فازی شده از ارزیابی چند معیاره مکانی درباره محل احداث سدهای اصلاحی سنگ و سیمان در حوزه آبخیز حبله‌رود در شرق استان تهران تحقیق انجام دادند.

برای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی معیارهای مختلفی نیاز می‌باشد به عنوان نمونه: فوستر و تن هوف [۴] در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی سدهای زیرزمینی احداث شده در برزیل انجام دادند، که در این تحقیق عوامل: حجم مخزن، عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین، نفوذپذیری خاک مخزن و کیفیت شیمیایی خاک مخزن به عنوان عوامل تاثیرگذار در میزان موفقیت سدهای زیرزمینی آورده شد. افکار و همکاران [۱] نیز در تحقیقی تحت عنوان استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای برای انتخاب سایت‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در استان خراسان جنوبی به مطالعه پرداختند. در این تحقیق خصوصیات هیدرولوژیکی و هواشناسی در نرم‌افزارهای مناسب به صورت سنجش از دور مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت هشت سایت برای احداث سد زیرزمینی بیشترین امتیاز را گرفتند.

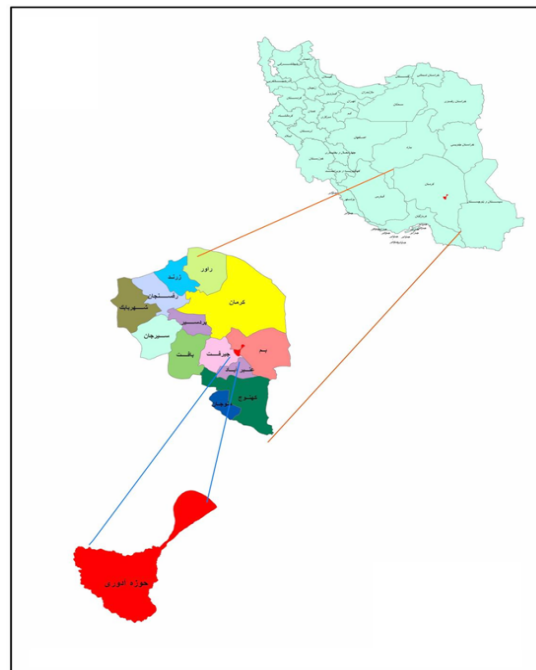


شکل ۲- زیر حوضه ها آدوری شهرستان بم
fig 2. subBasin adori area in Bam city

لایه‌ها به ارزش‌های صفر و یک تبدیل شده، یا به عبارتی عوامل با استفاده از روابط مربوط، استانداردسازی (بولین و فازی) شدند که به غیر از رودخانه در بخش محدودیت تمامی محدودیت‌ها و معیارها به روش فازی استاندارد سازی شدند. مرحله بعد همه عوامل به روش رتبه‌بندی وزندهی شدند. شکل شماره (۷) درختواره معیارها، وزندهی و استانداردسازی محدودیت‌ها و معیارها را نشان می‌دهد. مرحله آخر ایجاد نقشه تناسب می‌باشد که حاصل از ترکیب لایه‌هایی است که ارزش‌های صفر تا یک دارد، به گونه‌ای که هر نقطه که به یک نزدیکتر باشد، با توجه به هدف مناسبتر است. شکل شماره (۸) نقشه شاخص ترکیبی می‌باشد که از جمع عوامل و محدودیت‌ها بدست آمده است.

نتایج

نقشه نهایی که از جمع عوامل و محدودیت‌ها به دست آمده، نقشه شاخص ترکیبی است، که اولویت‌بندی مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی را مشخص میکند. در این نقشه سه محدوده مشخص شد، که دارای پتانسیل احداث سد زیرزمینی بودند. در زیر ارزش‌های آنها که از نقشه شاخص ترکیبی بدست آمده بود آورده شده است. از بین این سه محدوده، سایت شماره دو که ارزش آن



شکل ۱- موقعیت حوضه مطالعاتی در کشور و استان کرمان و شهرستان بم

fig 1. situation Studies basin in the country ,Kerman province and bam city

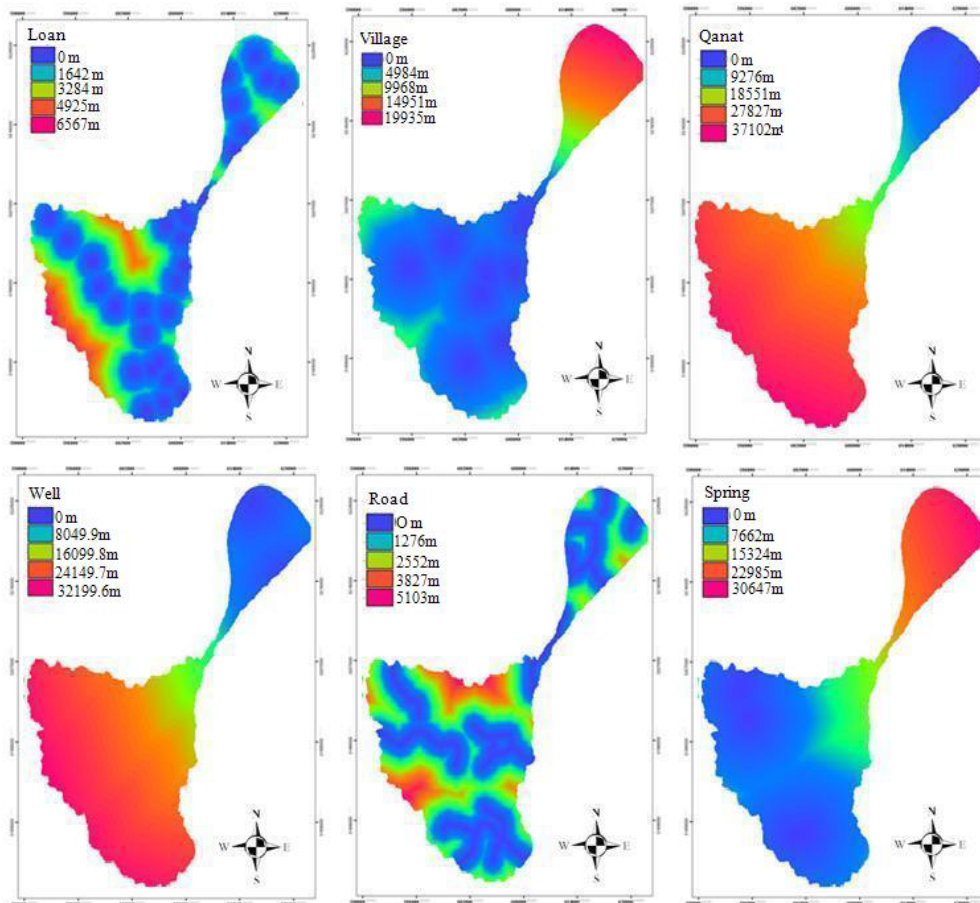
شد و تصاویر ماهواره‌های گوگل ارث^۱ نیز مورد استفاده قرار گرفت. سپس منطقه مورد مطالعه به واحد هیدرولوژیکی یا واحد کاری مناسب تقسیم‌بندی شد که در شکل شماره (۲) زیر حوضه‌های منطقه آدوری شهرستان بم مشخص شده است.

نقشه‌ها در قالب دو دسته اول عوامل دسته دوم محدودیت‌ها آورده شد. نقشه عوامل در قالب اقتصادی و اجتماعی (فاصله از منابع قرصه، فاصله از روستا، فاصله از قنوات، فاصله از جاده، فاصله از چاه، فاصله از چشمه) که در شکل شماره (۳) نمایش داده شده است، عوامل هیدرولوژی (رودخانه‌ها، خطوط همباران) که در شکل شماره (۴) نمایش داده شده است، عوامل زمین‌شناسی (توپوگرافی (شیب)، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، نفوذپذیری) که در شکل شماره (۵) نمایش داده شده است و محدودیت‌ها (شیب، گسل، قنات، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، رودخانه) برای تلفیق و برنامه‌ریزی انتخاب شدند. شکل شماره (۶) محدودیت‌ها را نمایش می‌دهد.

نقشه‌های عوامل و محدودیت‌ها به نرم‌افزار الویس^۲ برای اعمال فنون ارزیابی چند معیاره مکانی بر لایه‌های اطلاعات مکانی آورده شدند و در آنجا همه نقشه‌ها با یک نوع سیستم تصویری و پیکسل سائز (با پیکسل سائز ۱۰) زمین مرجع شدند، نقشه‌های خطی و نقطه‌ای به صورت بافر درآمدند. سپس به منظور همگنی لایه‌ها، تمام

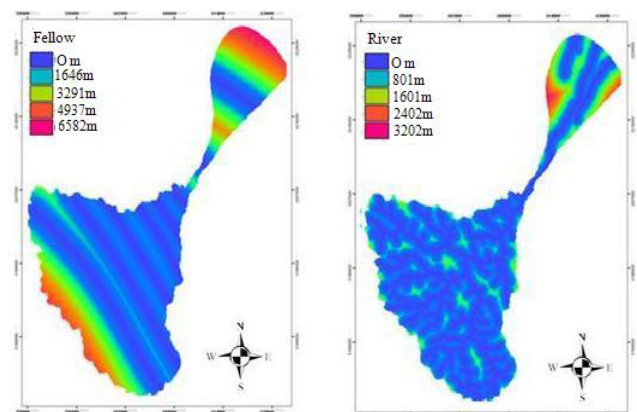
1- Google Earth

2- ILWIS



شکل ۳- نقشه عوامل اقتصادی و اجتماعی در حوضه آدوری شهرستان بم
 Fig 3. factors Map Economic and social adori area in Bam city

جمالی و همکاران [۶] توانایی نرم افزار سیستم اطلاعات جامع آب و زمین ۱۱ در مدل سازی و کمک به کاهش هزینه ها و افزایش موفقیت اجرای طرح های مختلف و نیز ترکیب معیارهای کمی و کیفی با مقیاسهای مختلف را نشان می دهد. چون هدف ما ذخیره و نگهداری آب است بنابراین مکان احداث سد زیرزمینی از گسل ها، قنوت و چاهها باید فاصله داشته باشد، سنگ بستر باید نفوذناپذیر باشد تا مشکل نشت از زیر سد را نداشته باشیم. فاصله این سدها باید نسبت به روستا، جاده، منابع قرضه تا حد امکان نزدیک باشد و در بستر رودخانه ها باشند. از نظر ژئومورفولوژی لیتولوژی تکیه گاهها و فاصله بین دو دره مدنظر است. با توجه به قابلیت این نرم افزار و همچنین به لحاظ اینکه معیارهای مورد نظر در حوضه آبخیز آدوری شهرستان بم در محیط ارزیابی چند معیاره مکانی استانداردسازی و با استفاده از مدل رتبه بندی وزن دهی شدند، در نهایت قابلیت های مکانی برای احداث سد زیرزمینی مشخص شد. بطوریکه پس از تلفیق نقشه ها نقشه شاخص تلفیقی بدست آمد. در نهایت سه محدوده با توجه به نقشه شاخص تلفیقی، دارای پتانسیل احداث سد زیرزمینی بودند. از بین این سه محدوده، سایت شماره دو که دارای ارزش ۰٫۸

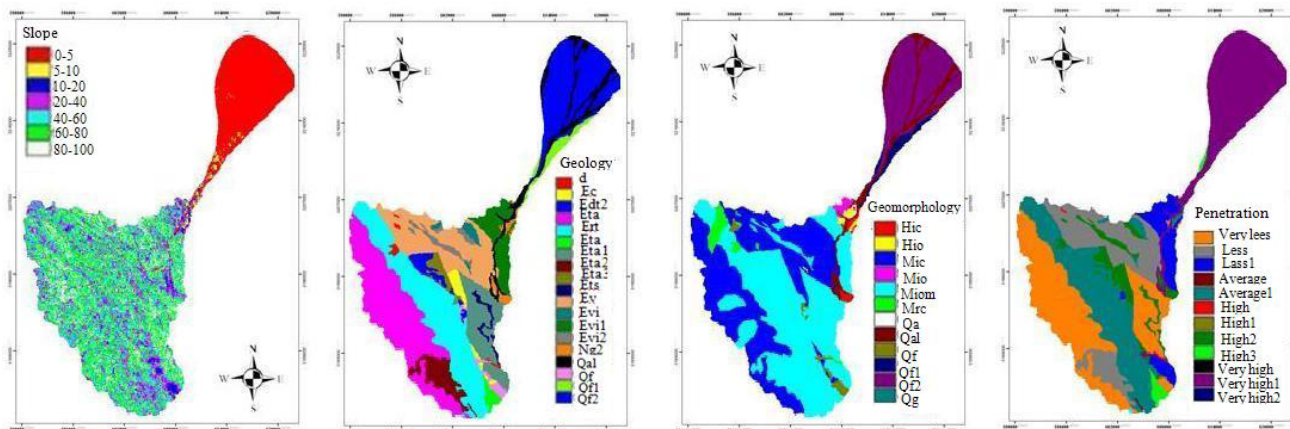


شکل ۴- نقشه عوامل هیدرولوژی در حوضه آدوری شهرستان بم
 Fig 4. factors Map hydrology adori area in Bam city

۰٫۸ می باشد بهترین مکان برای احداث سد زیرزمینی تشخیص داده شد. شکل (۹) محدوده های از مناطق بدست آمده برای احداث سد زیرزمینی در آدوری شهرستان بم را نمایش می دهد.

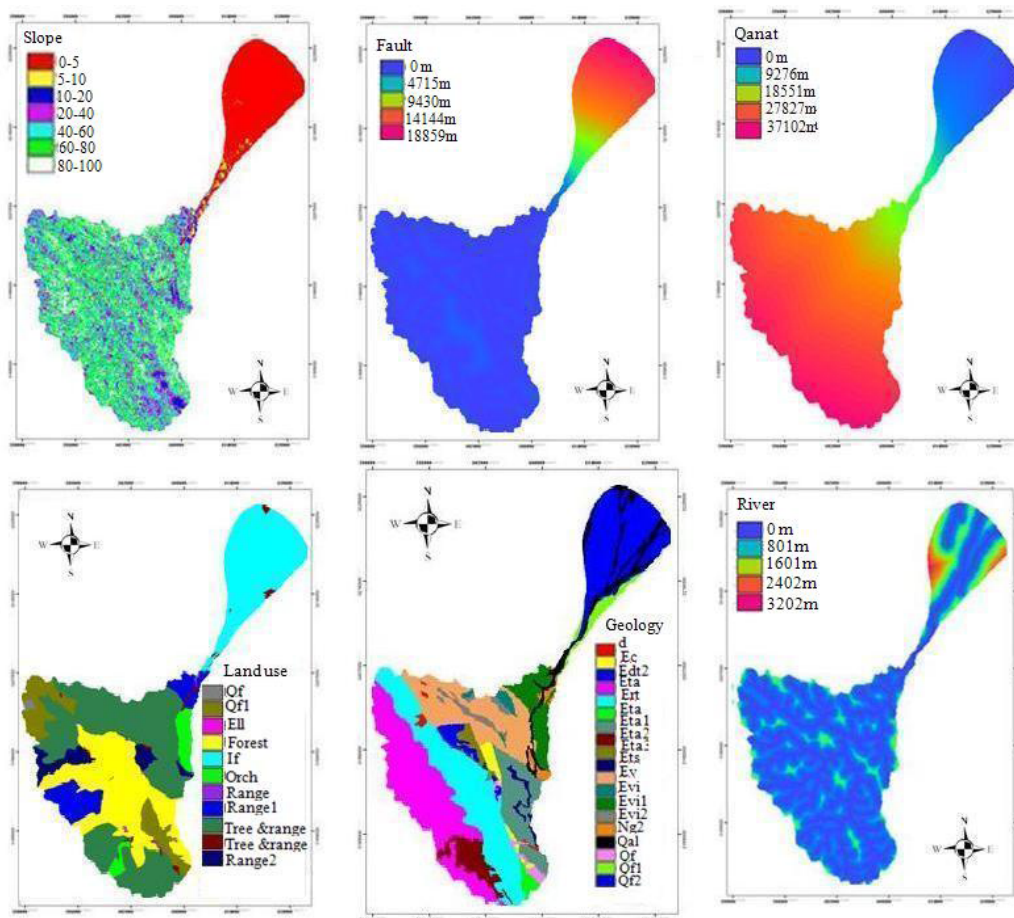
بحث و نتیجه گیری

بررسی تحقیقات انجام شده توسط محققان مختلف از جمله



شکل ۵- نقشه عوامل زمین شناسی در حوضه آدوری شهرستان بم

Fig 5. factors Map Geology adori area in Bam city

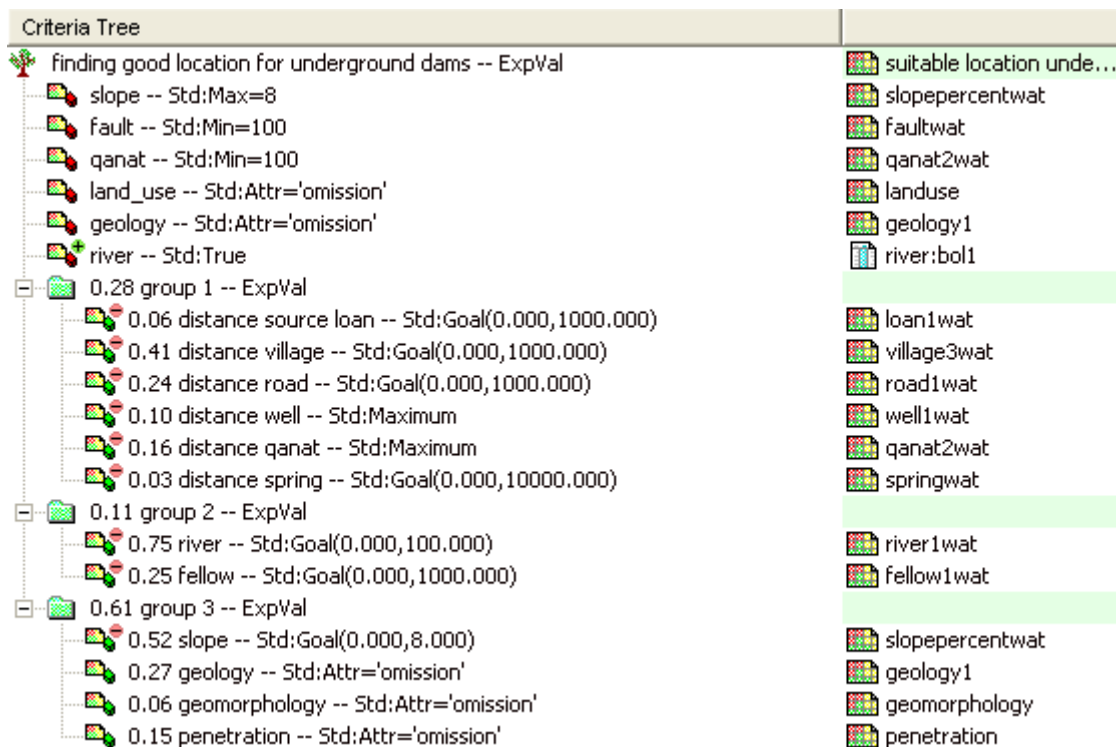


شکل ۶- نقشه محدودیت ها در حوضه آدوری شهرستان بم

Fig 6. Limitations Map adori area in Bam city

خشک و نیمه خشک با بارندگی ۲۵۰ میلیمتر تا ۵۰۰ میلیمتر باشد، زیرا در کمتر از ۲۵۰ میلیمتر احداث سد زیرزمینی صرفه اقتصادی ندارد و بیش از ۵۰۰ میلیمتر نیز نیازی به احداث سد زیرزمینی نیست.)، از نظر شیب کمتر از هشت درصد، از نظر نفوذپذیری کم تا متوسط و از نظر زمین شناسی سازندهای ائوسن و ژئومرفولوژی

می باشد بهترین مکان برای احداث سد زیرزمینی در نظر گرفته شد، به علت اینکه این منطقه به روستای زومین، چشمه، جاده و منابع قرضه نزدیکتر، از چاه، قنات و گسل فاصله، از نظر کاربری مرتع مشجر، بارندگی متوسط ۴۵۵ میلیمتر (بر اساس مطالعات انجام شده مناطقی برای احداث سد زیرزمینی مناسب است که دارای اقلیم



شکل ۷- درختواره وزن‌دهی و استاندارد سازی محدودیت‌ها و معیارها در حوضه آدوری شهرستان بم
 Fig 7. Tree weighting and standardization of limitations and criteria adori area in Bam city

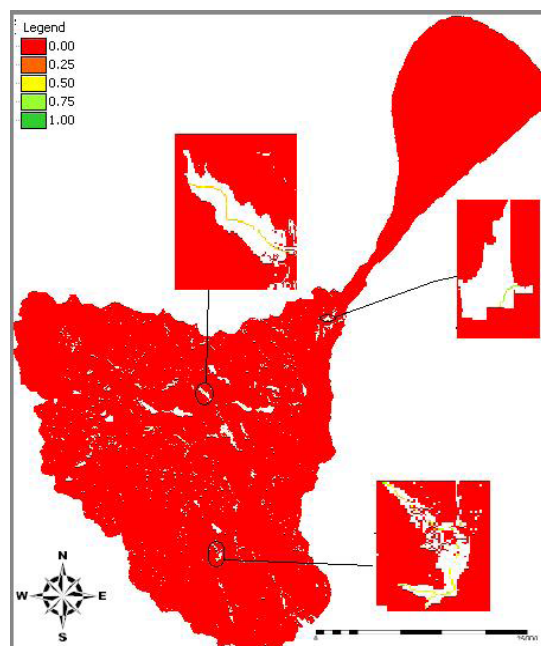
پیشنهادات:

بهرتر است که محل احداث سد زیرزمینی در منطقه آدوری بم در نقطه خروجی در محل اتصال کوهستان به دشت سر باشد زیرا بیشترین نیاز آب در این مناطق دیده شده است. مطالعات ژئوالکتریکی و حفر چاه‌های اکتشافی به منظور تدقیق مشخصه‌های فیزیکی آبخوان در حوضه آدوری شهرستان بم انجام شود.

به دلیل اینکه شیب یکی از فاکتورهای حذفی در محدودیت‌ها است در صورتی که نقشه‌های توپوگرافی منطقه مورد بررسی فاقد بعد ارتفاعی باشند بهتر است که از نهایت دقت در هنگام مشخص کردن ارتفاع منحنی‌های توپوگرافی استفاده شود.

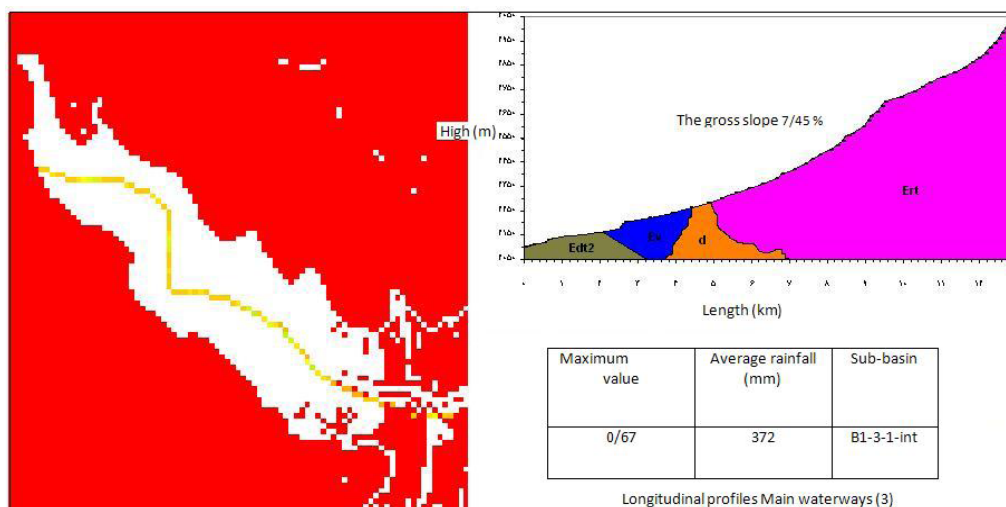
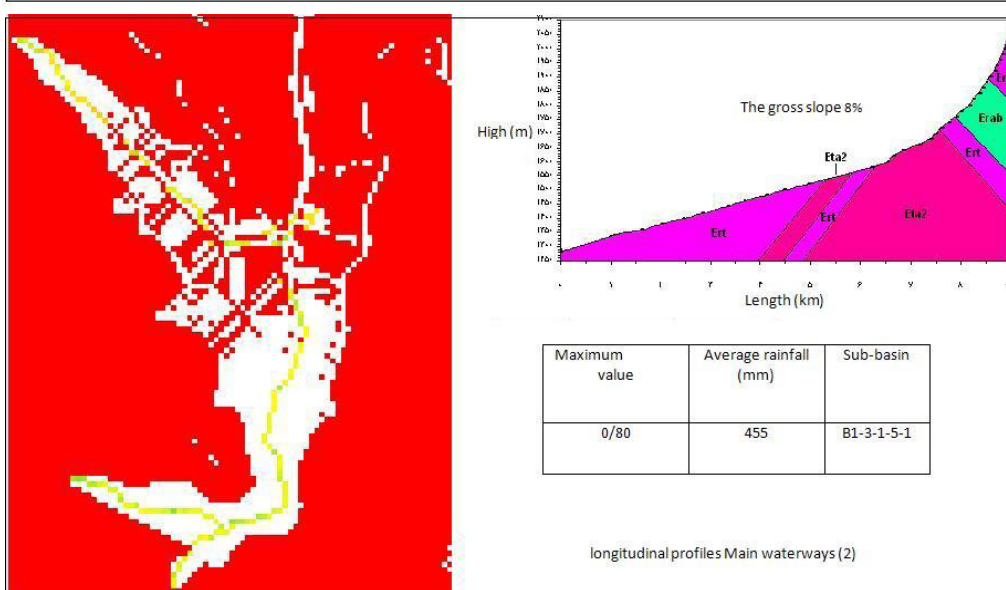
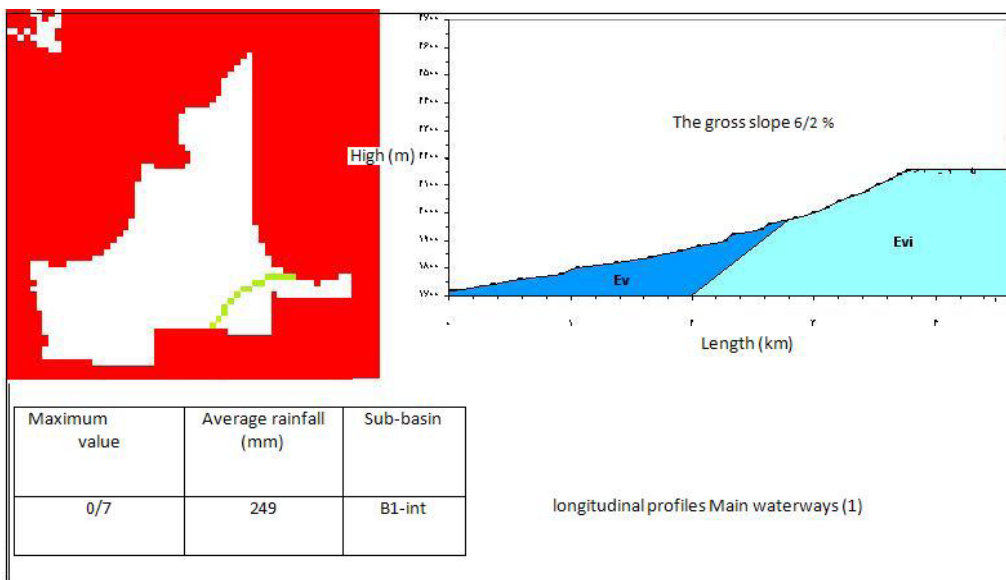
منابع

- 1- Afkar, M. Ghafoori, M. Tabatabaie yazdi, J. and Ardalanzadeh, A. 2009. Using Satellite Images to Select Suitable Sites for the Construction of an Underground Dam (Case Study: South Khorasan). Fourteenth and Twenty-Eighth Meeting of Geological Society of Iran Conference on Earth Sciences. (In Persian)
- 2- Chezgi, J. 2010. Locating suitable sites for construction of underground dams using multi-criteria decision making with emphasis on water resources



شکل ۸- نقشه شاخص ترکیبی حوضه آدوری شهرستان بم
 Fig 8. composite index Map adori area in Bam city

دامنه منظم، بنابراین با توجه به اینکه اکثر نزولات این حوضه از دسترس خارج شده و تبخیر می‌شوند می‌توان محل احداث سد زیرزمینی را در این مکان پیشنهاد نمود.



شکل ۹- شماتیکی از مناطق بدست آمده برای احداث سد زیرزمینی در آدوری شهرستان بم
 Fig9. Schematic of the areas obtained for the construction of underground dams

- 7- Pirmoradi, R. 2010. Designated Areas for Underground Dam Construction Using GIS and AHP (Case Study: Malayer Hamadan). *Geography Quarterly*. 3(8), 48-32. (In Persian)
- 8- Svoray, T. Bar (Kutiel), P. and Bannet, T. 2005. Urban land-use Allocation in a Mediterranean Ecotone: Habitat Heterogeneity Model Incorporated in a GIS Using a Multi Criteria Mechanism. *Journal of Landscape and Urban Planning*. 72 pp 337-351. (In Mediterranean)
- 9- Chabook Beldaji, M. hasanzadeh nafoti, M. and ebrahimi khosfi, Z. 2010. Field Location Floodwater Using AHP. *Iranian Journal of Science & Engineering Watershed*. 4 (13): 31-38. (In Persian)
- (Case of West Tehran). *Iranian Journal of Science & Engineering Watershed*. 4 (13): 65-68. (In Persian)
- 3- Falah, A. 2011. Multi-Criteria Evaluation Using of Spatial Location of Underground Dams (Case Study: Adori of City Bam). Master's thesis. Faculty of Engineering. Islamic University Maybod, 321 page. (In Persian)
- 4- Foster, S. and Tuinhof, A. 2004. Subsurface Dams to Augment Groundwater Storage in Basement Terrain for Human Subsistence Brazilian and Kenyan Experience World Bank Groundwater Management Advisory Team. 5. (In Brazil)
- 5- Haji Azizi, Sh. Khierkhah Zarkash, M. and Sherifi, A. 2011. Select the location of Underground Dams Using Analytic hierarchy process to both spatial and Ghyrmkany (Case Study: Yazd, Taft city Pishkuh basin). *Azdvr Sensing and GIS Applications in Natural Resources Science Journal*. 2: 27-38. (In Persian)
- 6- Jamali, a. Ghodosi, j. and Farah por, M. 2008. Sensitivity analysis of the spatial weighting The study of the spatial variation of the phase map pixels Multi-criteria evaluation of spatial About the PTA rocks and concrete dams in the watershed. National Conference on Geomatics 87 Tehran. National Cartographic Center. (In Persian)

Abstract (Technical Note)

Site Selection Underground Dams Using Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE) (Case Study: the Adori Area in Bam city)

M. Hassanzadeh Nafooti¹, A. Jamali² and A. A. Falah³

Received:2013.8.27 Accepted:2016.2.13

One of the effective ways to provide water in the arid, semi-arid and drought crisis is rising the groundwater stores. Underground dams are one of the best strategies for securing and development of water resources. The first and most important step in the construction of an underground dam is identifying suitable locations for the construction of these dams. Making decision about the site selection of the underground dam is difficult because several criteria must be considered in this choice. The purpose of this study is to select the underground dam site for storing precipitation and preventing evaporation in the Adori area in Bam city by using spatial multi-criteria evaluation (SMCE). The selected evaluation criteria include: (1) Economic and social criteria (including distance to aqueduct - distance to well - distance to village - distance to spring - distance to road - distance to rock source), (2) Hydrology (including precipitation isolines - rivers), (3) Geology (including topography (slope) - Geology - geomorphology - permeability), and (4) Constraints (including slope - fault - aqueduct - land use - geology - distance to river). The maps were first prepared in the ILWIS software, standardize with SMCE menu, and weighted by ranking method. Finally, the integrated map was prepared which shows three regions with different values. One of these three areas, which have the best value, was suggested for the construction of underground dam in the Adori area in Bam city.

Keywords: *Site selection, Underground dams, Spatial multi-criteria evaluation, the Adori area.*

1- Assistant Professor, Natural Resources Faculty, Islamic Azad University, Maybod Branch, Yazd.

2- Assistant Professor, Natural Resources Faculty, Islamic Azad University, Maybod Branch, Yazd.

3- Graduate of M.S. in Watershed Management Islamic Azad University, Maybod Branch, Yazd. Corresponding Author

Email: amirarsalanfalah@yahoo.com