Archive of SID

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و دوم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir

مکان‌یابی سدهای کوتاه خاکی با استفاده از معیارهای حذفی و تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کال‌آجی، استان گلستان)

*محمد آمانی[۱]، علی نجفی‌نژاد[۲]، امیراحمد دهقانی[۳] و مشهدقلی مارامایی[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [٤]کارشناسی‌ارشد اداره منابع طبیعی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱٦

چکیده

در بسیاری از مناطق جهان به‌خصوص نواحی خشک و نیمه‌خشک، برای مقابله با کم‌آبی و سیلاب‌های بزرگ، احداث سدهای کوتاه خاکی یکی از پیشنهادات مؤثر می‌باشد. در این زمینه سنجش از دور این توانایی را دارد که اطلاعات مفیدی را با قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالایی به‌خصوص در نواحی که اطلاعات کافی در دسترس نباشد در اختیار ما قرار دهد. در این پژوهش مراحل و شاخص‌های مؤثر در تعیین مکان مناسب برای احداث سدهای خاکی ارایه شده است. شاخص‌های انتخابی در دو دسته کیفی و کمی و بر پایه آنالیزهای منطقه‌ای تعریف شده و برای محاسبه و تعیین آن‌ها از داده‌های ماهواره‌ای، داده‌های هیدرولوژی و ژئومورفولوژی استفاده شده است. معیارهای کیفی به‌منظور شناسایی دره‌ها و بر پایه تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های بزرگ مقیاس مورد استفاده قرار می‌گیرند. معیارهای کمی نیز شامل شاخص‌های هیدرولوژی، مورفولوژی و ضریب ترکیب می‌باشند. شاخص مورفولوژی (α) به‌عنوان نرخ سود به هزینه (B/C) قابل محاسبه بوده و شاخص هیدرولوژی (P) مبتنی بر آنالیز زیرحوضه‌ها و الگوهای باران‌سنجی منطقه می‌باشد. ضریب (β) نیز از حاصل‌ضرب شاخص‌های هیدرولوژی و مورفولوژی محاسبه می‌گردد. در روش به‌کار برده شده در حوضه کال‌آجی استان گلستان، از ٥٦ مکان انتخابی در مرحله اول ۲۷ مکان توانستند از فیلتر معیارهای پیشنهادی عبور

* مسئول مکاتبه: fariad.sincere@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

کنند. سپس مکان‌های باقی‌مانده براساس مقایسات جفتی و وزن‌دهی در نرم‌افزار Expert Choice اولویت‌بندی شدند که در نهایت براساس وزن نهایی به‌دست آمده از نرم‌افزار و بازدیدهای منطقه‌ای مشخص گردید که نقاط ۳٤، ۲٤ و ٤۲ دارای اولویت‌های برتر برای احداث سدهای کوتاه خاکی در منطقه مورد بررسی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی، سنجش از دور، معیارهای حذفی، مقایسه جفتی

مقدمه

امروزه در دنیا آب یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه پایدار به‌شمار می‌رود. توزیع بارش در بسیاری از مناطق کشور به‌گونه‌ای است که در فصولی از سال بارش بیش از حد مورد نیاز و در فصول باقی‌مانده سال بارش کم‌تر از حد نیاز است. که این مسأله باعث بروز مشکلاتی مانند کمبود آب در فصول کم‌آبی و بروز سیل‌های مخرب در فصول پرآب می‌شود. در این مناطق به‌منظور مدیریت منابع آب، از ذخیره آب در فصول پرآبی و استفاده از آن در فصول کم‌آبی بهره گرفته می‌شود (بهبهانی و همکاران، ۲۰۰٦). کشور ایران با میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر که کم‌تر از میانگین بارندگی آسیا و حدود یک‌سوم میانگین جهانی است دارای اقلیمی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک با باران‌های فصلی شدید و سیل‌خیز مانند ایران، احداث سدهای کوتاه خاکی[1] یک امر ضروری می‌باشد. استان گلستان به‌علت وضعیت خاص اقلیمی و آب و هوایی دارای رودخانه‌های متعدد و پرآبی بوده که هر ساله به‌علت بارندگی‌های فصلی این رودخانه‌ها طغیان نموده و موجب ایجاد خسارات متعددی می‌شوند. از سوی دیگر در فصل زراعی که بیش‌تر در نیمه اول سال می‌باشد، به‌دلیل کاهش بارندگی‌ها میزان آبدهی رودخانه‌ها کم شده و خشک‌سالی، محصولات کشاورزی را تهدید می‌کند (خرم، ۲۰۰۸). بنا به دلایل مطرح شده احداث سدهای کوتاه در حوضه‌های آبخیز استان از جمله حوضه کال‌آجی لازم و ضروری بوده و برای کاهش هزینه‌های ساخت و همچنین دست‌یابی به بیش‌ترین کارایی در راستای مرتفع نمودن مشکلات و مسایل اساسی بیان شده باید سدهای خاکی را در مکان مناسبی از حوضه احداث نمود. حوضه کال‌آجی با مساحت ۱۷۰۹۹/۹۳ هکتار در شمال شهر کلاله، واقع در شرق استان گلستان می‌باشد. در این حوضه تاکنون ۲۷ بند خاکی به‌منظور

1- Earth Small Dam

www.SID.ir

Archive of SID

جمع‌آوری آب منطقه برای مصارف کشاورزی و شرب احداث شده است. این پژوهش به‌منظور مکان‌یابی سدهای خاکی قابل احداث در منطقه می‌باشد. در پروژه‌های سدسازی پایه تمام محاسبه‌ها بر تضمین موفقیت اجرای سد قرار دارد اما تعدادی از سدها با مشکلاتی در زمان اجرا و بهره‌برداری مواجه می‌شوند. در ایران نیز عدم موفقیت بسیاری از سدها به‌دلیل رعایت نکردن اصول پایه و عدم انجام مطالعات ارزیابی مکان احداث کاملاً مشهود است در این رابطه می‌توان به سدهای اسفراین و سد مارون که به‌دلیل عدم مطالعات مکان‌یابی با مشکلات زیادی مواجه باشد که مهم‌ترین آن‌ها فرار آب و پر شدن مخزن از رسوبات حمل شده از بالادست سد می‌باشد (مقدم، ۲۰۰۹). به‌نظر می‌رسد در مورد مکان‌یابی سدهای کوتاه خاکی مطالعات زیادی انجام نشده باشد:

ناصری و همکاران (۲۰۰۵)، پژوهشی به‌منظور تعیین مناطق مناسب احداث سدهای سطحی کوچک با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری انجام داده‌اند که نتیجه این مطالعه نشان داد استفاده از سیستم شتیبان تصمیم‌گیری (DSS)[1] به همراه بازدیدهای صحرایی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش هزینه و زمان برای تعیین نقاط مناسب احداث سدهای زیرزمینی و سطحی کوچک داشته باشد. در طی پژوهشی خیرخواه‌زرکش و همکاران (۲۰۰۷)، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی استفاده کردند که در نهایت ۲۷ محور مشخص شده با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و با درنظر گرفتن معیارهای کمیت و کیفیت آب، نفوذپذیری سطح، شیب و عمق مخزن با یکدیگر مقایسه شده و مناسب‌ترین محورها را برای بررسی‌های دقیق‌تر شناسایی کردند. جابر و ایوار (۲۰۰۸)، مکان‌یابی مخازن آبی را با استفاده از تعیین مقدار رسوبات و میزان رواناب تولیدی انجام داده‌اند و هدف اصلی از این انجام پژوهش بهبود شرایط و تولیدات کشاورزی و زراعی می‌باشد که برای رسیدن به این هدف از روش‌های AHP و در سه مرحله استفاده شد. فورزیری (۲۰۰۸) از تکنیک‌های GIS و RS به‌منظور انتخاب مکان مناسب برای ساخت سدهای کوچک سطحی و زیرزمینی استفاده نموده و معیارهای به‌کار رفته در این پژوهش شامل معیارهای کیفی و کمی می‌باشد، در این پژوهش از ٦٦ مکان انتخابی اولیه ۱۷ نقطه از مرحله حذفی عبور کرده که این نقاط براساس ضریب β اولویت‌بندی شده که با انجام بازدیدهای میدانی در مراحل بعدی، ۳ مکان با ضریب β حداکثر و اولویت‌های بالاتر به‌منظور احداث سد خاکی انتخاب شدند. گارتنر و همکاران (۲۰۰۸)، از میان عوامل مؤثر در مکان‌یابی سازه‌های آبی، عواملی که در اولویت‌های بالاتری

1- Decision Support System

www.SID.ir

Archive of SID

هستند را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند و در پژوهش‌های نهایی به مطالعه دقیق‌تر فاکتورهای زمین‌شناسی و هیدرولوژی پرداخته و مکان نهایی براساس وضعیت این فاکتورها انتخاب می‌گردد. میراطربی (۲۰۱۰)، مکان‌یابی هیدرولیکی و هیدرولوژیکی برای احداث سد مخزنی بر روی رودخانه چهاردانگه استان مازندران انجام دادند، مقایسه نتایج نشان داد که برای تعیین مکان‌یابی سدهای سطحی مهم‌ترین عامل فیزیوگرافی حوضه می‌باشد. خداشناس و یاراحمدی (۲۰۱۰)، اولویت محل ساخت سدهای مخزنی در ایران را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[1] تعیین نمود و در نهایت با استفاده از بررسی‌های به‌عمل آمده با معیارهای مد نظر در اولویت‌بندی، مناطق پیشنهادی برای ساخت سدهای مخزنی مرتب شدند. محمودی (۲۰۱۱)، برای مکان‌یابی مناسب احداث سدهای کوتاه خاکی از تهیه نقشه‌های رقومی در محیط GIS و پردازش تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور یافتن منابع قرضه مناسب استفاده نموده و به‌دلیل بالا بودن بارش در منطقه و حجم آورد سالیانه زیاد نتیجه به این صورت می‌باشد که در مطالعات مکان‌یابی در این حوضه و حوضه‌های مشابه بهتر است روی شاخص‌های ژئومورفولوژی تأکید کرد، در واقع در این مناطق شاخص‌های ژئومورفولوژی تعیین‌کننده تناسب مکان‌های ساخت سد می‌باشند. میناتور و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره مکان‌یابی مناسب برای احداث سد خاکی در حوضه‌های آبخیز منطقه هرسین کرمانشاه صورت گرفت، معیارهای مؤثر در این زمینه شامل ۱٦ معیار بوده که در مراحل پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت تناسب محل تعیین شده براساس بازدیدهای میدانی تأیید گردید.

نتیجه بررسی منابع نشان‌دهنده اهمیت و اولویت امر مکان‌یابی قبل از احداث سازه‌های آبی می‌باشد و می‌توان این‌گونه برداشت نمود که کارآیی مناسب سازه‌های آبی قبل از هر چیزی نیازمند مکان‌یابی صحیح و تعیین رودخانه‌های دارای پتانسیل و مقدار جریان کافی به‌منظور پر کردن مخزن و سپس انتخاب بهترین و مناسب‌ترین مکان بر روی این رودخانه‌ها برای احداث سدهای خاکی می‌باشد. تاکنون برای مکان‌یابی و احداث این سدها مطالعات کامل و جامعی انجام نگرفته و روش خاصی تدوین نشده است و همان‌گونه که در منابع ذکر شده مشاهده می‌شود بیش‌تر مطالعات در راستای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی بر روی قنوات و به‌منظور کنترل و افزایش آبدهی قنات‌ها انجام گرفته است.

1- Multiple Criteria Decision Making

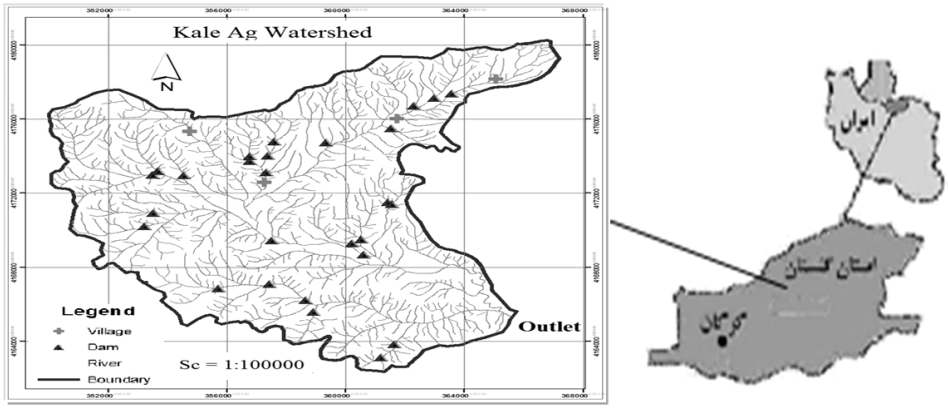
www.SID.ir

Archive of SID

هدف از انجام این پژوهش تعیین شاخص‌های مؤثر در امر مکان‌یابی سدهای کوتاه خاکی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب و ساخت سد در بهترین مکان موجود در منطقه به‌منظور جلوگیری از هزینه‌های اضافی و ایجاد کارآیی بالا در سازه مورد نظر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: حوضه آبخیز کال‌آجی با مساحت ۱۷۰۹۹/۹۳ هکتار در محدوده طول شرقی ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه و ۰٤ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۲ ثانیه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه و ٤٤ ثانیه تا ۳۷ درجه و ٤۵ دقیقه و ۳۷ ثانیه تقریباً در شمال شهر کلاله، واقع در شرق استان گلستان می‌باشد. روستاهای واقع در آن شامل اخجی، گچی‌سو و کوچک‌گوگچه بوده که در شمال این حوضه واقع شده‌اند. این حوضه در سر شاخه گرگان‌رود قرار داشته و از مناطق سیل‌خیز منطقه می‌باشد. شکل ۱ موقعیت این حوضه را در کشور و استان گلستان و نمای سه‌بعدی حوضه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه.

مشخصات کلی حوضه در جدول ۱ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات کلی زیرحوضه‌های آبخیز کال‌آجی.

پارامترها	مقادیر
مساحت حوضه آبخیز	۱۷۰۰۰ هکتار
میانگین بارش سالانه	٤٥۰ میلی‌متر
متوسط دمای سالانه	١٦ درجه سانتی‌گراد
اقلیم	نیمه‌خشک
شیب متوسط حوضه	۹/۲ درصد
کاربری اراضی	۷٥/٥ درصد مرتع - ٢٤ درصد اراضی زراعی - ۰/٥ درصد اراضی بایر
نوع خاک منطقه	لس

در جدول ۲ مشخصات هر یک از آن‌ها به‌منظور تعیین سهم هر زیرحوضه در میزان تولید رواناب آورده شده است.

جدول ۲- مشخصات زیرحوضه‌های اصلی حوضه آبخیز کال‌آجی.

زیرحوضه	مساحت (هکتار)	محیط (کیلومتر)	زیرحوضه	مساحت (هکتار)	محیط (کیلومتر)
۱	۳۸۰۱/٥۲	۳٥/٥۰	٥	١٦٦٥/٧٤	۱۹/۰۳
۲	۹۲۰/۸۷	١٤/٦٥	٦	٣٦٨٦/٧٢	۳۷/٦٥
۳	۱۰۲٦/۲٥	۲۱/۹۸	۷	٤۰۲۸/۳۳	۳۸/۰۳
٤	۱۹۷۰/٤۹	۲۳/٥۹	کل حوضه	۱۷۰۹۹/۹۳	۱۹۰/٤٤

بارندگی: برای مشخص نمودن ایستگاه‌های مؤثر در حوضه از روش چندضلعی تیسن استفاده شد که بر این اساس سه ایستگاه اخچی‌کوچک، آی‌تمر و یلی‌بدراق جدا گردیده و مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین به‌دلیل تازه ساخت بودن این ایستگاه‌ها و نداشتن آمار بلندمدت، زمان آماری مشترک هفت سال در نظر گرفته شده است.

زمین‌شناسی و فرسایش: حوضه آبخیز کال‌آجی براساس تقسیمات زمین‌شناسی بخشی از حوضه رسوبی کپه‌داغ به‌شمار می‌آید. قسمت اعظم (۸٥ درصد) این حوضه از رسوبات لس خالص (LP) پوشیده شده که بخش اعظم مدیریت و برنامه‌ریزی می‌تواند در این سازند تجلی پیدا نماید (شکیب،

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۷). این حوضه به‌دلیل شرایط طبیعی و دخالت‌های انسانی در قالب استفاده نادرست و بیش از حد از اراضی کشاورزی و مراتع منطقه شاهد ظهور انواع فرسایش‌ها بوده است (مدیریت آبخیزداری استان گلستان، ۲۰۰۵).

انتخاب کیفی مکان‌ها: در این مرحله مکان‌های مناسب اولیه براساس معیارهای حذفی، غربال شده و نقاط باقی‌مانده در مراحل بعدی براساس شاخص‌های کمی اولویت‌بندی شدند. در این قسمت انتخاب‌ها کاملاً کیفی می‌باشند، این معیارها شامل:

فاصله از روستا: آستانه‌ای به شعاع ۱۰ کیلومتر در نظر گرفته شد. این فاصله بستگی به موقعیت و پراکنش روستاها دارد.

فاصله از شبکه جاده‌های ارتباطی: آستانه‌ای به شعاع دو کیلومتر در نظر گرفته شد که به طول جاده و نحوه پراکنش جاده‌ها بستگی دارد (محمودی، ۲۰۱۱).

فاصله از منابع قرضه (خاک رس): با استفاده از نقشه‌های خاک‌شناسی و زمین‌شناسی و نمونه‌برداری، نواحی با بافت رسی مشخص شده و سپس حریمی به فاصله سه کیلومتر تعریف شد که بستگی به تعداد منابع قرضه و مقادیر خاک رس دارد.

شیب بستر رودخانه: برای داشتن کارآیی مناسب سدهای خاکی و اطمینان از پایداری آن، شیب‌های بین ۳-۰ درصد و حداکثر ۵ درصد پیشنهاد شده است (محمودی، ۲۰۱۱).

فرسایش: مناطق با فرسایش خندقی و تراس‌های آبرفتی و سازند پالئوسول به‌دلیل فرسایش‌پذیری بالا و ایجاد رسوب زیاد، جز مناطق نامناسب در نظر گرفته شدند و تا شعاع ۵۰۰ متری از این چنین مناطقی نباید هیچ سدی ساخته شود.

فاصله از اراضی کشاورزی: اراضی کشاورزی مشخص شد و آستانه‌ای به شعاع یک کیلومتر در نظر گرفته شد.

معیارهای کمی

نیاز آبی منطقه

نیاز آبی دامی: دام‌های موجود در حوضه کال‌آجی شامل گاو، شتر، بز و گوسفند بوده که تعداد آن‌ها به‌شرح جدول ۳ می‌باشد (مدیریت آبخیزداری استان گلستان، ۲۰۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تعداد دام‌های موجود در حوضه کال‌آجی به تفکیک جوامع.

گروه دامداران		دامداران غیربومی	جامعه روستایی مقیم حوضه					جمع کل حوضه
			اخچی‌بزرگ	اخچی‌کوچک	گچی‌سو بالا	گچی‌سو پایین	قره‌قرناو	جمع روستایی	
رأس	تعداد	۱۱۷۵۰	٤۳۷۳	۱٤۲۱	٤۳۹۵	۷۳۲	۲٦۳۲	۱۳۵۵۳	۲۵۳۰۳
	درصد	٤٦/٤٤	۱۷/۲۸	۵/٦۱	۱۷/۳۷	۲/۸۹	۱۰/٤	۵۳/۵٦	۱۰۰
واحد دامی	تعداد	۱۱۸۱۰	٦۳۳۱	۱۹۰۷	٤۷۷۵	۱۰۸۰	۳۱۸٤	۱۷۲۷۷	۲۹۰۸۷
	درصد	٤۲/۷۳	۲۲/۹	٦/۹	۱۷/۲۸	۳/۹	۱۱/۵۲	۵۷/۲٦	۱۰۰

نیاز آبی بخش کشاورزی: وسعت اراضی زراعی در منطقه بالغ بر ٤۰۹۵/٤۲ هکتار و اراضی مرتعی ۱۲۹٦۸/۵٤ هکتار است (مدیریت آبخیزداری استان گلستان، ۲۰۰٦).

شاخص مورفولوژیکی (α): ضریب α می‌تواند به‌عنوان تخمین کلی از نسبت سود به هزینه مطرح شود و فرمول آن به‌صورت رابطه ۱ می‌باشد. سودها به‌وسیله حجم ذخیره (V_S) و هزینه‌ها از حجم سازه‌ها (V) حاصل می‌شوند. در روش‌های کمی، این پارامتر بدون بعد نشان‌دهنده "کیفیت تنگه‌ها" می‌باشد.

$$\alpha = \frac{V_s}{V} \qquad (۱)$$

شاخص هیدرولوژیکی (P): احتمال (P)، احتمال پرشدن مخزن به‌وسیله رژیم جریان منطقه می‌باشد (رابطه ۲).

$$P = p(h_i \geq h) \qquad (۲)$$

که در آن، P: شاخص هیدرولوژی، p: احتمال پر شدن مخزن، h: حجم مخزن و h_i: آورد سالیانه.

شاخص ترکیبی (β): ضریب β پارامتری است که با توجه به جنبه‌های مورفولوژی، ابعاد سازه‌ها و فراوانی ذخایر آبی، میزان کارآیی مکان‌ها را برای ساخت سدها نشان می‌دهد.

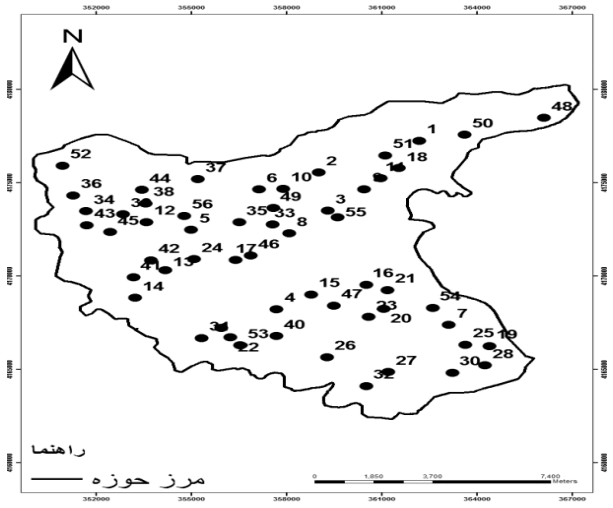
www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی نقاط نسبت به یکدیگر و اولویت‌بندی[1]: پس از مشخص شدن مکان‌های مناسب در مرحله اول و عبور آن‌ها از فیلتر حذفی، در این مرحله با استفاده از روش MCDM و بر مبنای جریان تصمیم‌گیری AHP نقاط باقی‌مانده اولویت‌بندی می‌گردند. داده‌های مورد نیاز برای اولویت‌بندی ۲۷ محور مشخص شده که در واقع همان شاخص‌های تصمیم‌گیری می‌باشند. در ادامه با استفاده از ارزش‌های نسبی تعیین شده به روش مقایسه جفتی، برای هر کدام از معیارهای کمی و کیفی شاخص تناسب محاسبه گردید. شاخص‌های تناسب بالا به معنی مناسب بودن مکان مربوطه نسبت به سایر مکان‌ها می‌باشد (بذرافکن و همکاران، ۲۰۱۱). در قدم بعدی ارزیابی عناصر با مقایسه جفتی انجام پذیرفته و برای تعیین وزن هر یک از معیارهای سطح اول، دوم و سوم از قضاوت‌های کارشناسان اجرایی و متخصصین دانشگاهی استفاده گردید که برای این منظور پرسشنامه‌هایی در ارتباط با معیارهای به‌کار رفته در اولویت‌دهی شاخص‌ها تهیه گردید.

نتایج

مکان‌های انتخابی در مرحله اول و براساس نقشه توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲- موقعیت مکان‌های انتخابی در حوضه آبخیز کال‌آجی.

1- Prioritization

www.SID.ir

Archive of SID

حجم مخزن: برای محاسبه حجم مخزن ابتدا سطح دریاچه محاسبه شده و سپس از ضرب هر پیکسل در ارزش آن و جمع تمام پیکسل‌ها، حجم مخزن هر کدام از سدها تعیین گردید (جدول ٤).

جدول ٤- مشخصات مربوط به هر کدام از مخازن تشکیل شده در اثر ساخت سد.

سد	مساحت دریاچه (هکتار)	حجم مخزن (مترمکعب)	سد	مساحت دریاچه (هکتار)	حجم مخزن (مترمکعب)
۳٤	۱۲/۸٦	٤٤۹٦۵۰۰	٤	۱۲/۳۷	۳۹٦۰۲۵۰
۳۵	۱۵/۱٤	۳۹۱۰۷۵۰	۵	۲۰/٤۵	۳۹۱۰۷۵۰
۳٦	۱۰/۵۱	٤۳۵۹۵۰۰	۱۲	۱۲	٤٦۷۳۵۰۰
۳۸	۷/۵۲	٤٦۹۲۲۵۰	۱۵	٦۱/۰۸	۲۷۹٤۲۵۰
۳۹	٦/۱۳	٤۵٦۵۲۵۰	۱٦	۱۲/۹۲	۳۰۵۹۰۰۰
٤۲	۱۵/۵۰	٤۲۷۲۵۰۰	۱۷	٤۵/۹۵	۳۵۷۹۷۵۰
٤۳	۸/۵۱	٤۵۵۱۲۵۰	۲۰	۸۷/۷۸	۲۰٦۵۲۵۰
٤۵	۱۲/۳۸	٤۵٦۳۰۰۰	۲۱	۱۱/٦۹	۳۰۱٦۰۰۰
٤٦	٤٦/۸۹	۳۵۷۹۷۵۰	۲۳	۱۸/۱۳	۲۲٤۳۰۰۰
٤۷	۱۹/۷۱	۳۱۷۹۵۰۰	۲٤	۲۵/۷٤	۳۹۷۷۷۵۰
٤۹	۱۲/٤۰	٤٦۳۳۵۰۰	۲۷	۲٦/۲۲	۲۰۳٤۰۰۰
۵۰	٤/۱۲	۱٤٤٦۷۰۰	۳۰	۲٤/۹۰	۹٦۰۷۵۰
۵٤	۲۵/٤۲	۱۸٤۷۵۰۰	۳۲	٦/۷۹	۲۸۰۹۷۵۰
۵٦	۷/۰۳	٤٦۷۳۵۱۰	-	--	---

نیاز آبی دامی: با در اختیار داشتن نیاز آبی سالانه دام‌های منطقه و محاسبه حجم آورد سالانه ورودی به مخزن هر کدام از سدهای انتخابی می‌توان میزان مازاد و یا کمبود آب در منطقه را برای تامین نیاز آبی شرب دام‌ها برآورد نمود (جدول ۵).

جدول ۵- محاسبه میزان نیاز آبی روزانه و سالانه دام‌های موجود در منطقه.

----------	گوسفند	بز	گاو	شتر	جمع
تعداد دام	۱۹۹۳۵	٤٤۳۰	۹۲۲	۱٦	۲۵۳۰۳
متوسط نیاز آبی روزانه (لیتر در روز)	٦	۱/۷۵	٤۵	۳۷/۵	۹۰/۲۵
نیاز آبی روزانه × تعداد دام	۱۱۹٦۱۰	۷۷۵۲/۵	٤۱٤۹۰	٦۰۰	۱٦۹٤۵۲/۵
مجموع نیاز آبی بر حسب لیتر در سال	٤۳۰۵۹٦۰۰	۲۷۹۰۹۰۰	۱٤۹۳٦٤۰۰	۲۱٦۰۰۰	٦۱۰۰۲۹۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز آبی بخش کشاورزی: برای انجام کشت آبی در منطقه، ابتدا باید اراضی کشاورزی با شیب کم‌تر از ۵ درصد مشخص شوند (مهدوی، ۲۰۰٦). با بررسی منطقه‌ای معلوم گردید که اراضی کشاورزی منطقه به‌طور عمده دارای کشت گندم و جو می‌باشند. مساحت کل اراضی کشاورزی منطقه مورد بررسی برابر با ۱۷۰٤۹/۱۸ هکتار بوده که از این مقدار محدوده‌ای به مساحت ٤۲٦۵/۲۹ هکتار دارای شیب کم‌تر از ۵ درصد بوده که برای کشت آبی مناسب می‌باشد (پرینز، ۲۰۰۲). نیاز آبی محصولات گندم و جو برابر ۸۰۰۰-٤۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال است (مظاهری، ۲۰۰۱) که با توجه به مساحت اراضی دارای شیب مناسب مقدار آب مورد نیاز برای آبی کردن این محصولات برابر ۲۵۵۹۱۷٤۰ مترمکعب در سال می‌باشد.

نتایج شاخص هیدرولوژی حوضه (P): حجم آورد سالانه در حوضه بالادست هر کدام از سدهای انتخابی، با استفاده از مدل تجربی جاستین محاسبه شده است. برای محاسبه حجم رواناب، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Arc Hydro حوضه بالادست هر سد مشخص گردید. مقادیر P در جدول ٦ آورده شده است.

جدول ٦- شاخص هیدرولوژیکی به‌دست آمده در هر تنگه.

سد	شاخص هیدرولوژیکی (P)	سد	شاخص هیدرولوژیکی (P)	سد	شاخص هیدرولوژیکی (P)
۳۵	۰/۷۵	٤۹	۰/۳۷۵	۱٦	۰/۷۵
۳٦	۰/۵	۵۰	۰/۸۷۵	۱۷	۱
۳۸	۰/۵	۵٤	۰/۷۵	۲۰	۱
۳۹	۰/۱۲۵	۵٦	۰/۱۲۵	۲۱	۰/۸۷۵
٤۲	۰/۵	۳٤	۰/٦۲۵	۲۳	۰/۸۷۵
٤۳	۰	٤	۰/۱۲۵	۲٤	۰/۸۷۵
٤۵	۰/۱۲۵	۵	۱	۲۷	۱
٤٦	۱	۱۲	۰/۸۷۵	۳۰	۱
٤۷	۰/۷۵	۱۵	۱	۳۲	۰/۷۵

نتایج شاخص مورفولوژی حوضه (α): جدول ۷ حجم سازه‌ها و ضریب α را برای هر کدام از تنگه‌ها نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- حجم سازه و ضریب α تنگه‌های انتخابی.

سد	حجم سازه (M^3)	حجم مخزن (M^3)	ضریب α	سد	حجم سازه (M^3)	حجم مخزن (M^3)	ضریب α
٤	۱۷۳۹٤	۳۹٦۰۲٥۰	۲۲۷/٦۸	۳٥	۱٤۱۷۰	۳۹۱۰٥۰۰	۲۷٥/۹۸
٥	۱٥٤۸٦/۲٥	۳۹۱۰۷٥۰	۲٥۲/٥۳	۳٦	۱۰۰۱۳/۲٥	٤۳٥۹٥۰۰	٤۳٥/۳۷
۱۲	۲۱۰۸۹/۲٥	٤٦۷۳٥۰۰	۲۲۱/٦۱	۳۸	۱۷۰۹٥	٤٦۹۲۲٥۰	۲۷٤/٤۸
۱٥	۸۳۳۹٥	۲۷۹٤۲٥۰	۳۳/٥۱	۳۹	۱۳۸۰٦	٤٥٦٥۲٥۰	۳۳۰/٦۷
۱٦	۱۳۸۳۲	۳۰٥۹۰۰۰	۲۲۱/۱٥	٤۲	۹۲۳٦/٥	٤۲۷۲٥۰۰	٤٦۲/٥٦
۱۷	٤۲٥٤۲/٥	۳٥۷۹۷٥۰	۸٤/۱٤	٤۳	۱۰۱۲۷	٤٥٥۱۲٥۰	٤٤۹/٤۱
۲۰	۱٥۹۲۱٥	۲۰٦٥۲٥۰	۱۳/۷۸	٤٥	۱۰٥۲۰/۲٥	٤٥٦۳۰۰۰	٤۳۳/۷۳
۲۱	۱۷۳۷۷/۷٥	۳۰۱٦۰۰۰	۱۷۳/٥٥	٤٦	٥۹٦۳۱	۳٥۷۹۷٥۰	٦۰/۰۳
۲۳	٤۸۹۲٥/٥	۲۲٤۳۰۰۰	٤٥/۸٤	٤۷	۳۱٥۳۸	۳۱۷۹٥۰۰	۱۰۰/۸۱
۲٤	۸۰٦۰	۳۹۷۷۷٥۰	٤۹۳/٥۱	٤۹	۱۲۷۱۷/۲٥	٤٦۳۳٥۰۰	۳٦٤/۳٤
۲۷	۹۲۷۲/۲٥	۲۰۳٤۰۰۰	۲۱۹/۳٦	٥۰	۳۱۰۹٦	۱٤٤٦۷٥۰	٤٦/٥۲
۳۰	۱۰۷۰۸/۷٥	۹٦۰۷٥۰	۸۹/۷۱	٥٤	۲٥٥۳٥/۲٥	۱۸٤۷٥۰۰	۷۲/۳٥
۳۲	۱۷٦۹٦/۲٥	۲۸۰۹۷٥۰	۱٥۸/۷۷	٥٦	۲٤۳۱٦/٥	٤٦۷۳٥۱۰	۱۹۲/۱۹
۳٤	۷۳۸۷/۲٥	٤٤۹٦٥۰۰	٦۰۸/٦۸	--	---	---	---

نتایج شاخص ترکیبی β: در جدول ۸ مقادیر این ضریب در تنگه‌های انتخابی نمایش داده شده است.

جدول ۸- مقادیر ضریب β در هر مکان انتخابی در حوضه آبخیز کال‌آجی.

سد	ضریب β	سد	ضریب β	سد	ضریب β
٤	۲۸/٤٦	۲٤	٤۳۱/۸۳	٤۲	۲۳۱/۲۸
٥	۲٥۲/٥۳	۲۷	۲۱۹/۳٦	٤۳	۰/۰۰
۱۲	۱۹۳/۹۱	۳۰	۸۹/۷۲	٤٥	٥٤/۲۲
۱٥	۳۳/٤۱	۳۲	۱۱۹/۰۸	٤٦	٦۰/۳۳
۱٦	۱٦٥/۸۷	۳٤	۳۸۰/٤۳	٤۷	۷٥/٦۱
۱۷	۸٤/۱٥	۳٥	۲۰٦/۹۹	٤۹	۱۳٦/٦۳
۲۰	۱۳/۷٥	۳٦	۲۱۷/٦۹	٥۰	٤۰/۷۱
۲۱	۱٥۱/۸٦	۳۸	۱۳۷/۲٤	٥٤	٥٤/۲٦
۲۳	٤۰/۱۱	۳۹	٤۱/۳۳	٥٦	۲٤/۰۲

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی نقاط نسبت به یکدیگر و اولویت‌بندی[1]: در جدول ۹ وزن هر کدام از معیارها با توجه به پرسشنامه‌ها آورده شده است.

جدول ۹- وزن در نظر گرفته شده برای هر کدام از معیارهای مورد استفاده.

معیارها	وزن	معیارها	وزن
معیارهای کیفی	۰/۱۶۷	شیب بستر آبراهه	۰/۳۳۰
اقتصادی- اجتماعی	۰/۸۵۷	فاصله از اراضی کشاورزی	۰/۱۶۲
نیاز آبی	۰/۳۳۳	فاصله از مناطق فرسایشی	۰/۰۴۸
نیاز آبی کشاورزی	۰/۶۶۷	حجم مخزن سد	۰/۱۴۳
نیاز آبی دامداری	۰/۳۳۳	معیارهای کمی	۰/۸۳۳
دسترسی	۰/۶۶۷	شاخص هیدرولوژیکی	۰/۰۹۶
فاصله از روستا	۰/۱۲۸	شاخص ژئومورفولوژیکی	۰/۳۰۸
فاصله از منابع قرضه	۰/۱۹۲	شاخص ترکیبی	۰/۵۹۶
فاصله از جاده	۰/۱۴۱	--	--

اولویت‌بندی نقاط انتخابی بر حسب معیارهای کیفی: نقاط دارای اولویت اول تا دهم براساس معیارهای کیفی مطابق جدول ۱۰ می‌باشد.

جدول ۱۰- تعیین وزن و اولویت نهایی نقاط انتخابی براساس معیار کیفی.

سد	معیار کیفی	اولویت نهایی	سد	معیار کیفی	اولویت نهایی
۳۴	۰/۰۶۳	۱	۵	۰/۰۴۵	۶
۴۶	۰/۰۵۸	۲	۴۲	۰/۰۴۶	۷
۱۷	۰/۰۵۶	۳	۱۲	۰/۰۴۵	۸
۳۵	۰/۰۵۲	۴	۲۷	۰/۰۴۴	۹
۴۹	۰/۰۴۹	۵	۳۹	۰/۰۴۳	۱۰

1- Prioritization

www.SID.ir

Archive of SID

اولویت‌بندی نقاط انتخابی بر حسب معیارهای کمی: هر چقدر اولویت این سازه‌ها برای مکان‌های انتخابی بالاتر باشد، نشان‌دهنده وضعیت مناسب هیدرولوژی و مورفولوژی آن مکان می‌باشد. جدول ۱۱ اولویت اول تا دهم را براساس این زیرمعیارها نمایش می‌دهد.

جدول ۱۱- تعیین اولویت و وزن نهایی نقاط انتخابی براساس معیارکمی.

سد	معیار کمی	اولویت نهایی	سد	معیار کمی	اولویت نهایی
۲٤	۰/۱۰۳	۱	۱۲	۰/۰٤٥	٦
٥	۰/۰۹۳	۲	۳۰	۰/۰٤٥	۷
۳٤	۰/۰۸۲	۳	۱۷	۰/۰٤٤	۸
۲۷	۰/۰۷٦	٤	۳٥	۰/۰٤۳	۹
٤۲	۰/۰٥۸	٥	٤٦	۰/۰٤۲	۱۰

اولویت‌بندی نهایی نقاط مناسب: این اولویت‌بندی براساس وزن هر کدام از نقاط براساس هر یک از زیرمعیارها و وزن خود معیارها انجام می‌گیرد. نقاط دارای اولویت اول تا دهم در جدول ۱۲ آورده شده است.

جدول ۱۲- اولویت و وزن نهایی نقاط انتخابی براساس هدف اصلی در درخت تصمیم‌گیری.

سد	مکان‌یابی مناسب	اولویت نهایی	سد	مکان‌یابی مناسب	اولویت نهایی
۳٤	۰/۱۱٤	۱	۳٦	۰/۰٥۸	٦
۲٤	۰/۱۱۰	۲	۳٥	۰/۰٤۷	۷
٤۲	۰/۰۸۲	۳	۱۲	۰/۰٤۱	۸
٥	۰/۰۷۸	٤	٤۹	۰/۰۳٤	۹
۲۷	۰/۰٥۹	٥	۱٦	۰/۰۳۲	۱۰

در شکل ۳ می‌توان ۲۷ تنگه عبوری از فیلتر حذفی مشاهده نمود که اولویت‌های اول تا سوم با فلش مشخص شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳- اولویت‌بندی نهایی نقاط مناسب ساخت سدهای خاکی.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شده است که تمامی پارامترها و معیارهای مؤثر در نظر گرفته شود و نقاط انتخابی از همه جوانب مطالعه و بررسی شوند. همان‌گونه که جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، نقاط ۳٤، ۲٤ و ٤۲ دارای اولویت‌های برتر برای احداث سدهای کوتاه خاکی در منطقه بوده و برای دست‌یابی به اهداف ساخت سد در حوضه آبخیز کال‌آجی، این نقاط دارای بهترین شرایط ممکن نسبت به سایر نقاط هستند. امروزه نرم‌افزارهای سنجش از دور در نمایش شمای کلی منطقه و استخراج اطلاعات مورد نیاز، کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند که می‌توان از آن‌ها برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرده و نقشه کاربری خاصی را با صرف زمان و هزینه کم‌تر استخراج نمود. همچنین قابلیت نرم‌افزارهای سنجش از دور با GIS توانسته است بسیاری از نیازهای کاربران را در تهیه نقشه‌ها و انجام مطالعات اولیه حوضه برآورده سازد. استفاده از نرم‌افزار GIS برای تعیین حریم‌های فاصله از عوارض و امکانات Spatial Analyst آن برای تعیین سطح دریاچه پشت سد، باعث افزایش دقت و سرعت بیش‌تر در انجام آنالیزهای مربوط به پروژه‌هایی از این گونه می‌شود. همان‌گونه که در این پژوهش مشاهده شد، استفاده از DSS و تصمیم‌گیری تحلیل سلسله‌مراتبی باعث افزایش دقت مقایسات و همچنین تعیین مکان بهینه در مقایسه با سایر نقاط انتخابی شده است که با نتایج خیرخواه‌زرکش و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۲۰۰۷) تطابق دارد. روش AHP کاربردی‌ترین روش مقایسات جفتی می‌باشد که برای مکان‌یابی مخازن آبی نیز قابل استفاده بوده که با توجه به دقت و سرعت این روش در انجام مقایسات اکنون در بیش‌تر نقاط جهان کاربرد وسیعی داشته و دارد (زرکش و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین روش تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان ابزاری توانمند و دارای انعطاف‌پذیری بالا برای کاستن از پیچیدگی‌های موجود در شناسایی مکان‌های مناسب و نظم بخشیدن به معیارهای ارزیابی بر مبنای میزان اهمیت آن‌ها در ساختار درخت تصمیم‌گیری شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. در مرحله اول این پژوهش، از ٥٦ مکان انتخابی اولیه ۲۷ مکان توانستند از فیلتر معیارهای حذفی عبور کنند. سپس این نقاط براساس مقدار ضرایب (P)، (α) و (β) و توانایی آن‌ها در برآورده نمودن نیازهای آبی منطقه و همچنین حجم مخزن این سدها، با استفاده از نرم‌افزار EC وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند و در نهایت مکان‌های بهینه که براساس هدف نهایی دارای اولویت‌های اول تا سوم بوده را جزء بهترین نقاط دانسته و توصیه می‌شود سدهای خاکی مد نظر در چنین نقاطی احداث گردند. روش AHP در این پژوهش برای مکان‌یابی سدهای کوتاه خاکی مورد استفاده قرار گرفته است اما با توجه به کاربرد وسیع و انعطاف‌ذیری آن، در صورت نیاز در دیگر مناطق نیز می‌توان با اعمال تغییراتی اندک در معیارهای مورد استفاده و نحوه ارزیابی نتایج آن برای مکان‌یابی سایر مخازن استفاده نمود که با مطالعات جابر و ایوار (۲۰۰۸) طابق دارد. دانستن این‌که آنالیزهای صورت گرفته در اینجا تعیین‌کننده مکان ساخت مناسب از نظر تکنیکی و مهندسی می‌باشند، امری مهم و اجتناب‌ناپذیر است. در یک ارزیابی قطعی در مورد امکان‌پذیری و برتری‌های این گونه پروژه‌ها، باید به جنبه‌های بیش‌تری توجه شود. جنبه‌های اجتماعی- سیاسی فراوانی با پویایی منطقه و محل مطالعه مرتبط هستند که می‌توانند در تحقق و سوددهی بیش‌تر مؤثر باشند که در این‌جا این مسایل مد نظر قرار نگرفته‌اند.

منابع

1. Behbahani, M., Nazari, B., and Nazarifar, M. 2006. Location of water reservoir HS-HAP method and GIS (case study: Lorestran Province). Seventh National Conference on Science and Watershed Engineering. Isfahan Natural Resources University. 9p. (In Persian)
2. Bazr Afkan, A., and Ekhtesasi, M. 2011. Justin feasibility models, Indian Agricultural Research Council and Kvtayn runoff estimation using cluster analysis and factor analysis (Khuzestan plain flower). Proceedings of the Seventh National Watershed Science and Engineering, Natural Resources University, Isfahan. 9p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

3.Department of Natural Resources and Watershed, Golestan Province. 2005. Detailed design and Agh Emam and Kal Aji Watershed. Volume II offers a combination of performance, Engineering Services Company Golestan, Shomal Adviser. 435p. (In Persian)
4.Forzieri, G., Gardenti, M., Caparrini, F., and Castelli, F. 2008. A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: A case study in the region of Kidal, Mali. Physics and Chemistry of the Earth. 3: 74-85.
5.Gartner, S., Reynolds, K.M., Hessburg, P.F., Hummel, S., and Twery, M. 2008. Decision support for evaluating landscape and prioritizing forest management activities in a changing environment. Forest Ecology and Management. 3: 56-66.
6.Jabr, W.M., and El-Awar, F.A. 2008. GIS and Analytic hierarchy process for siting water harvesting reservoirs. Physics and Chemistry of the Earth. 32: 741-853.
7.Khoram, F. 2008. Using simulation to determine asuitable location for construction of hydrological, hydraulic reservoir dam (case study: Catchment Area of the Galugah). Structural Engineering Master's Thesis, Higher Education Complex of Agricultural Science sand Natural Resources, Sari, Mazandaran University. 190p. (In Persian)
8.Khodashenas, S., and Yar Ahmadi, N. 2010. Site selection reservoir dams by use Multi Criteria Decision Making approach. Nineth Conference of Hydraulics, Tarbiyat Modares University. 9p. (In Persian)
9.Khairkhah Zarkash, M., Naseri, H., Davudi, M., and Salami, H. 2007. AHP method in prioritizing sites for dams, underground Case study: Northern Range Mountains Karkas Natanz. J. Res. Dev. Natur. Resour. 79: 94-100. (In Persian)
10.Moghadam, H.R. 2009. Dam foundation seepage analysis Esfaraien Bydvaz. Shahid Beheshti University, Tehran Earth Sciences University. 56p. (In Persian)
11.Mahmudi, N. 2011. Suitable site selection for construction earth small dams. Master's thesis, Agricultural Science and Natural Resources University, Sari. 118p. (In Persian)
12.Mahdavi, M. Applied Hydrology. Volume II, Tehran University Press, Sixth Edition. 441p. (In Persian)
13.Mazaheri, D. 2001. General Principles of Agriculture. Tehran University Publication, Third Edition, 320p. (In Persian)
14.Minator, M., Khazaei, J., and Ataei, M. 2012. Earth dam site selection using the analytic hierarchy process (AHP) a case study in the west of Iran. Arab J. Geosei. 10p.
15.Mir Artrabi, R. 2010. Location of hydraulic and hydrologic model used to construct Dam (Case Study: Basin Chahardangeh-Mazandaran province). Structural Engineering Master's thesis, Higher Education Complex of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Mazandaran University. 122p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

16.Naseri, H., Salmai, H., Davudi, M., and Khairkhah Zarkesh, M. 2005. Determine appropriate areas of surface and ground small dams using decision support systems on then or thern slopes of the mountain Karkas. Second Conference on Water Resources Management, Esfahan University. Pp: 1939-1947. (In Persian)
17.Prinz, D. 2002. The role of water areas. Proceeding of the International Conference on Water Resources Management in Arid Regions. Kuweit, A.A. Balkema Publishers. 4: 627-639.
18.Shakib, H. 2007. Construction of earth dams flood control and sediment yield assessment in small watersheds to provide appropriate management model, Master's thesis, Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan. Pp: 10-70. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(1), 2015
http://jwsc.gau.ac.ir

Site selection for earth small dam using criterion elimination and AHP (Kal Aji Watershed, Golestan province)

***M. Amani[1], A. Najafinejad[2], A.A. Dehghani[3] and M.Gh. Maramaei[4]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]M.Sc., Employer from Gorgan Watershed and Natural Resources Bureau

Received: 11/14/2012; Accepted: 12/07/2014

Abstract

In many regions of the world especially arid and semi-arid regions, small earth dam construction is one of the effective suggestions to solve water deficit problem and confront with heavy floodwaters in the wet seasons. RS (Remote Sensing) technique can provide useful information with high spatial and temporal resolution especially in regions without accessible data. In this research steps and efficient criteria for site selection to construct earth dams are suggested. Selection criteria divided defined two classes include quantitative and qualitative based on the region analyses and calculation using a RS data (Image, DEM) and hydrology and geomorphology data. Qualitative criteria were used to identify valley based on visual explanation of satellite image and large scale maps. Quantitative criteria were expressed in terms of α, β and P. Morphology index (α) is the benefit to cost (B/C) and Hydrology index (P) is based on participative watersheds analysis and rainfall pattern in the region. β index is combination of morphology and hydrology aspect. In the Kal Aji watershed of Golestan province, from 56 selected sites, in the first step 27 sites could pass suggested criteria and finally remaining sites were prioritized based on Paired comparisons and Weighting with Expert Choice software. Finally based on Weighting calculate software and field survey, sites 34, 24 and 42 had higher priority in the region for construction of small earth dam.

Keywords: Prioritization, Remote sensing, Elimination criteria, Binary comparison

* Corresponding Author; Email: fariad.sincere@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir