مجله علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال چهارم- شماره ۱۳- زمستان ۱۳۸۹ Vol. 4, No. 13, Winter 2011

گزارش فنی

مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره با تاکید بر منابع آب (مطالعه موردی غرب استان تهران)

جواد چزگی[۱]، حمیدرضامرادی[۲] و میرمسعود خیرخواه[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۰۶

چکیده

احداث سدهای زیرزمینی در مسیل‌های مناطق کوهستانی از راهکارهای مناسب تامین و توسعه منابع آبی می‌باشد. مطالعه حاضر جهت انتخاب مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی در غرب استان تهران انجام گرفت. برای این منظور، از تلفیق سامانه‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی، در قالب یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی، استفاده گردید. بدین ترتیب که ابتدا معیارهای لازم و تاثیرگذار در انتخاب مکان برای احداث سد زیرزمینی شناسایی شد. سپس این معیارها بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به اجزا و سطوح کوچکتر تقسیم شدند. با استفاده از روش مقایسه‌های زوجی، معیارهای موجود در هر جزء (سطح)، اولویت‌بندی شدند. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط GIS تهیه و وزن هر عامل محاسبه گردید. سپس با استفاده از مدول SMCE در نرم‌افزار Ilwis 3.6 درخت تصمیم‌گیری اعمال و سرانجام محورها بر اساس شاخص تناسب اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد که معیار آب در مقایسه با دیگر معیارها در ارجحیت قرار دارد زیرا بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است.

واژه‌های کلیدی: مکان یابی، سد زیرزمینی، منابع آب، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سامانه تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS

مقدمه

ذخیره مطلوب آب در دوره‌های بارانی برای ماه‌های خشک از اهداف طرح‌های تأمین آب در مناطق خشک می‌باشد. در این مناطق، آب‌های ذخیره‌شده توسط سدهای زیرزمینی بسیار حائز اهمیت هستند. چون توانایی ذخیره آب در فصول بارانی (سال‌های پر باران) و استفاده از آن در فصول خشک (سال‌های خشک) با اطمینان به منبع آب امکان پذیر می‌باشد [۷]. سدهای زیرزمینی سازه‌های هستند که توانایی مسدود کردن آب زیرقشری، نگهداری آب در سفره‌های محلی و یا منحرف‌کردن آب به سفره‌های مجاور، بالا بردن تراز آب زیرزمینی، ذخیره‌کردن و در دسترس قرار دادن آب زیرزمینی را دارا می باشند. این نوع سدها معمولاً در بستر رودخانه‌های فصلی که زه آب زیادی دارند ساخته می‌شود. مهمترین مشکل در توسعه و ایجاد سدهای زیرزمینی پیچیدگی تعیین مناطق مناسب احداث سد است. این مشکلات از آنجا ناشی می‌شود که معیارها و عوامل زیادی شامل معیارهای فیزیکی و اجتماعی- اقتصادی در مکان‌یابی مناسب آن‌ها دخیل می‌باشند. بررسی و تعیین این عوامل در عرصه با استفاده از روش‌های سنتی بسیار پرهزینه بوده و نیاز به‌صرف وقت بسیار دارد [۲]. بهترین وسیله برای یافتن محل مناسب سدهای زیرزمینی ترکیب عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای همراه با مطالعه نقشه‌ها و کنترل صحرائی است [۶]. سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری[۴] (DSS) به عنوان ابزاری توانمند جهت کمک به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب راه‌کار مناسب برای حل مسایل و مشکلات می‌باشد [۱۰].

روش تحلیل سلسله مراتبی[۵] ابزاری توانمند جهت مرتب کردن معیارها در ساختار درخت تصمیم‌گیری است که با استفاده از جدول تعیین ارزش نظری ساتی و بر پایه نظرات کارشناسی می‌توان ارزش و اهمیت نسبی معیارها را مشخص نمود [۴]. در چند سال اخیر توجه به استفاده درست و پایدار از منابع موجود آب، مورد توجه سیاست‌گذاران آب کشور قرار گرفته است. با این دیدگاه، هدف از پژوهش حاضر، مکان‌یابی محل‌های مناسب احداث سد زیرزمینی در غرب استان تهران است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، غرب استان تهران با وسعت ۳۶۰۰ کیلومتر

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

۲- نویسنده مسئول و دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس Morady5hr@Yahoo.com

۳- استادیار پژوهشکده حفاظت آب و خاک کشور

4- Decision Support System

5- Analytical Hierarchy Process (AHP)

مربع و موقعیت جغرافیایی ″۵۴ ′۳۷ °۳۵ تا ″۱۸ ′۵ °۳۶ عرض شمالی و ″۲۵ ′۹ °۵۰ تا ″۱۳ ′۲۴ °۵۰ طول شرقی می‌باشد.

روش پژوهش:

DSS مورد استفاده در پژوهش حاضر دارای حالت سلسله مراتبی بوده و در سه مرحله مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱).

۱. تشخیص و انتخاب محدوده‌های دارای پتانسیل احداث سد زیرزمینی

۲. شناسائی نقاط مناسب موجود در این محدوده ها

۳. ارزیابی نقاط نسبت به یکدیگر و اولویت‌بندی آنها جهت احداث سد زیرزمینی

الف) معیارهای حذفی:

برای احداث سد زیرزمینی می‌بایست شرایط خاصی مدنظر باشد. برای تسریع در امر تصمیم‌گیری و پرهیز از جمع‌آوری اطلاعات مازاد بر نیاز، ابتدا لازم است که با در نظر گرفتن تعدادی از معیارها و عوامل کلیدی، نقاط نامناسب حذف گردد [۳]. از جمله این شرایط دوری از گسل، دوری از قنات، زمین‌شناسی منطقه بالادست، شیب زیر ۵ درصد، کاربری مرتع و اراضی بایر (بستر آبراهه) هستند [۴].

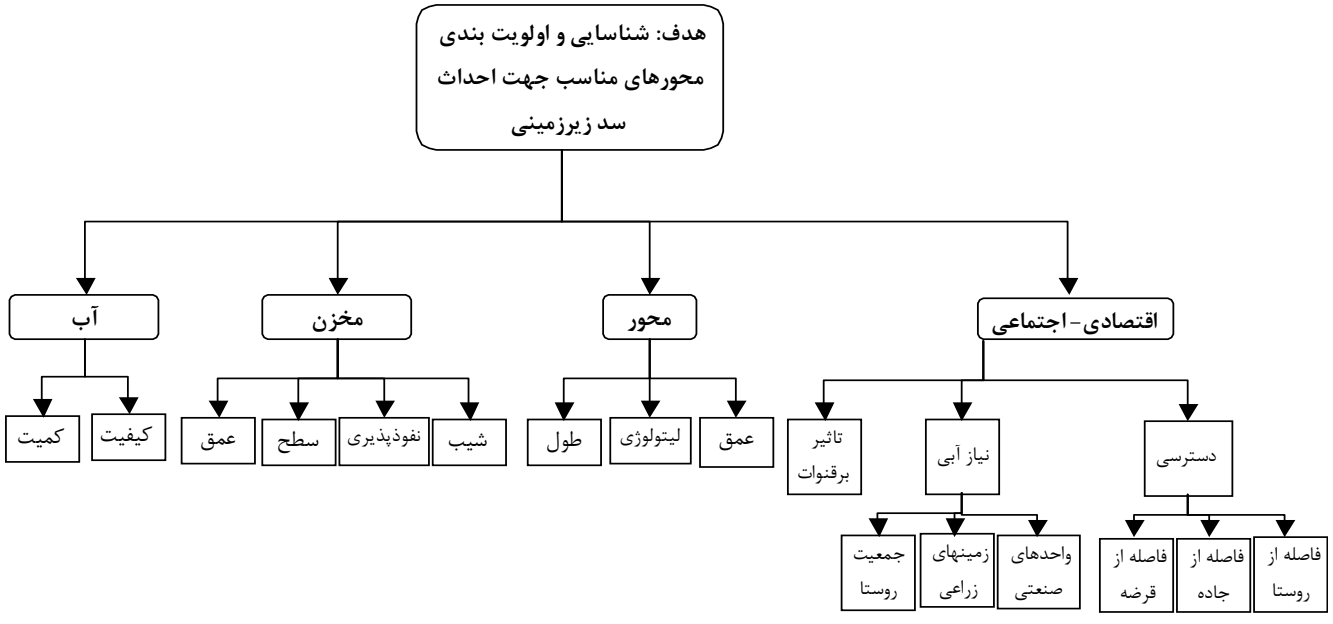
با بازدیدهای میدانی و به کمک سامانه موقعیت‌یابی جهانی[1] (GPS)، نقشه پراکنش قنات‌های منطقه تهیه شد. نقشه گسل با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ رقومی گردید. از نقشه‌های گسل و قنات، حریم ۱۰۰ متری استخراج شد. از روی نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه شیب منطقه حاصل گردید. ابتدا از نقشه‌های شیب، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، گسل و قنات به ترتیب مناطقی که دارای شیب کمتر از ۵ درصد، اراضی مرتعی و بایر، سازندهای کواترنر و بستر آبراهه با فاصله بیش از ۱۰۰ متر از گسل و قنات جدا گردیدند [۱]. به این ترتیب نقشه مناطق پتانسیل‌دار برای احداث سد زیر زمینی حاصل شد. این مناطق شامل ۳۱ محدوده است که در مرحله دوم محورهای مناسب از محدوده‌های مذکور تعیین گردید.

ب) مرحله دوم: مشخص کردن محورهای مناسب:

پس از مشخص کردن محدوده‌های مناسب در منطقه مورد بررسی باید محورهای مناسب در هر محدوده را مشخص کرد. در این مرحله ابتدا در تنگه‌های موجود در هر محدوده چند محور مشخص شد. سپس برای تمامی محورها یک حریم با فاصله ثابت ۵۰۰ متر به عنوان حداکثر طول مخزن سد زیرزمینی تعریف گردید. در ادامه محدوده‌های انتخاب شده از مرحله اول و پلی‌گون‌های مربوط به حریم‌های تعریف شده مساحت مخزن هر محور در محیط GIS مشخص و در نهایت ۳۱ محور مناسب شناسایی گردید.

مرحله سوم: اولویت بندی محورها:

در این مرحله با استفاده از روش MADM[2] و بر مبنای جریان تصمیم‌گیری AHP نقاط مناسب جهت احداث سد زیرزمینی اولویت‌بندی گردیدند (شکل ۱). برای تعیین ارزش نسبی شاخص‌ها و معیارها از روش مقایسه جفتی [۹] و نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. در آخرین مرحله تمامی شاخص‌های مکانی و غیرمکانی با استفاده از مدول SMCE[3] وارد نرم‌افزار ILWIS 3.6 شده و درخت تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی سد زیرزمینی شکل گرفت.



شکل ۱- ساختار جریان تصمیم‌گیری AHP مورد استفاده در اولویت‌بندی محورهای سد زیرزمینی

1- Global Positioning System (GPS)

2- Multi Attribute Decision Making (MADM)

3- Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)

سپس با استفاده از فرمول شاخص تناسب، برای هر کدام از محورها شاخص تناسب محاسبه گردید(رابطه۱). شاخص‌های تناسب بالا منطبق بر محورهای مناسب در منطقه مورد بررسی می‌باشند [۲].

نتایج

شاخص تناسب برای هر یک از معیارهای اصلی و فرعی موجود در هر یک از شاخه‌های جریان تصمیم‌گیری جداگانه محاسبه شده و در نهایت پس از تلفیق و جمع کردن آنها به صورت یک عدد نهایی نشان داده می‌شود.

هر چه عدد حاصله از مقدار بیشتری برخوردار باشد محور مورد نظر دارای ارزش بیشتری جهت احداث سد زیرزمینی می‌باشد.

پس از این که موقعیت محورها در مرحله دوم انتخاب گردید، در مرحله اولویت‌بندی، محورهایی دارای ارزش و امتیاز بیشتری می‌باشند که در آنجا حجم جریانات زیر سطحی بیشتر و کیفیت شیمیایی آب مناسب‌تر باشد. در این دیدگاه فرض بر این است که معیار آب نسبت به دیگر معیارهای اصلی از ارزش و اهمیت بیشتری برخوردار است. بر مبنای جدول تعیین ارزش نظری [۹] در این حالت ارزش نسبی معیارهای اصلی مطابق جدول (۱) می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داده که معیار آب در مقایسه با دیگر معیارها در ارجحیت قرار دارد زیرا بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. این روش زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که منطقه از لحاظ آب در مضیقه باشد. این روش برای مناطق خشک و نیمه خشک بسیار پراهمیت می‌باشد چون در وهله اول احداث سد زیرزمینی برای تامین کمبود آب است. با توجه به روند طبیعی تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی که در خروجی آبراهه‌ها قرار دارند و به منظور جلوگیری از اثرات سوء بر سفره آب پایین دست، اجرای این طرح فقط در مناطقی توصیه می‌شود که آب‌های زیرزمینی در پایین دست شور شده و یا به اعماق رفته و از دسترس خارج می‌شوند.

نتایج به دست آمده و بر اساس نظرات کارشناسی نشان داده که کمیت آب در مقایسه با کیفیت آن از اهمیت بیشتری برخوردار است چرا که در صورت نبود یا کمبود جریانات زیرسطحی مخزن سد زیرزمینی، به طور کامل آبگیری نشده و با مشکلات فراوانی از جمله تامین نیاز آبی حقابه بران روبرو خواهیم شد که با نتایج نیلسون [۸] درباره جمع‌آوری آب با استفاده از سد زیرزمینی با تاکید بر کمیت آب در کشورهای آفریقایی همخوانی دارد.

پژوهش حاضر نشان داد که مناسب‌ترین آبراهه‌ها برای احداث سد زیرزمینی، آبراهه‌های با رتبه ۳ و ۴ می‌باشد که با نتایج پژوهش سلیمانی [۵] همخوانی دارد. آبراهه‌های با رتبه پایین به دلیل کمیت آب هم از نظر حجم رواناب و هم مقدار آب زیرزمینی نامناسب می‌باشد. رتبه‌های بالاتر نیز به خاطر قرار داشتن در مناطق دشتی و وجود تکیه‌گاه‌های نفوذپذیر (آبرفتی‌بودن تکیه‌گاه) نامناسب هستند.

در مورد کیفیت آب چنانچه در منطقه مورد بررسی منابع آلوده‌کننده آب مانند گنبدهای نمکی، رسوبات تبخیری، کارخانجات بزرگ صنعتی و نظایر آن وجود داشته باشد در مرحله اول مکان‌یابی، مناطق پایین دست این منابع به عنوان مکان‌های نامناسب در نظر گرفته و حذف گردید. در سایر موارد کیفیت آب عمدتاً متاثر از زمین‌شناسی منطقه می‌باشد که در شرایط متعارف چندان مشکل‌ساز نیست، که با نتایج ویپ لینگر [۱۱] مبنی بر این که برای کیفیت‌های مختلف می‌توان کاربری‌های متفاوت در نظر گرفت مطابقت دارد.

منابع

۱- چزگی، ج.، مرادی، ح ر.، خیرخواه زرکش، م. م.، قاسمیان، د. و روستایی، ی. ۱۳۸۸. مکان‌یابی سد زیرزمینی به روش معیارهای حذفی با استفاده از GIS (مطالعه موردی غرب استان تهران). پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰ص.

۲- خیرخواه زرکش، م.م.، ناصری، ح.ر.، داوودی، م.ه. و سلامی، ه. ۱۳۸۷. استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی، مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه‌های کرکس- نطنز. پژوهش سازندگی در منابع طبیعی شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷.

۳- داودی راد، م.ر.، بهرنگی، ع.، و میانجی، ی. ۱۳۸۳. سدهای زیرزمینی ابزاری مفید در مدیریت منابع آب زیرزمینی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران، تهران، ۲۶- ۲۷ آبان، ۲۱ ص.

۴- سلامی، ه. ۱۳۸۵. تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث سد

جدول ۱- ارزش نسبی معیارهای اصلی با تاکید بر منابع آب با استفاده از نظرات کارشناسی

معیارهای اصلی	آب	محور	مخزن	اقتصادی-اجتماعی	ارزش نسبی
آب	۱	۹	۹	۹	۰/۷۶
محور	۱/۹	۱	۱	۱	۰/۰۸
مخزن	۱/۹	۱	۱	۱	۰/۰۸
اقتصادی-اجتماعی	۱/۹	۱	۱	۱	۰/۰۸

زیرزمینی در مناطق آذرین با استفاده از دورسنجی (مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه‌های کرکس)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آب‌شناسی (هیدروژئولوژی) دانشگاه شهید بهشتی، ۱۴۳ص.

۵- سلیمانی، س. ۱۳۸۶. بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی دشت مشهد به منظور پهنه‌بندی پتانسیل احداث سدهای‌زیرزمینی با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی: دشت مشهد)، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.

۶- گلمایی، ح.، و آشتیانی مقدم، ق. ۱۳۸۴. سدهای زیرزمینی برای ذخیره آب در مقیاس کوچک، انتشارات دانشگاه مازندران، ۹۷ ص.

7- 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. Journal of Physics and Chemistry of the Earth, 33: 74–85.

8- Nilsson, A. 1988. Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply, Intermediate Technology Publications, London. 78 pp.

9- Saaty, T. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill.

10- Stuth, J. W., Hamilton, W. T., Conner, J. C. and Sheehy, D. P. 1993. Decision support systems in the transfer of grassland technology. In M. J. Baker (ed.) Grasslands for our World. SIR Publishing, Wellington, New Zealand. pp. 234-242.

11- Wipplinger, O. 1958. The storage of water in sand, South-West Africa Administration. Water Affairs Branch, 1958.107 pp.