

ارائه راهبرد جامع و مناسب جهت توسعه احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل SWOT و ماتریس کمی QSPM (مطالعه موردی: حوضه کریان)

جواد چزگی^{۱*}، حسین ملکی نژاد^۲، محمدرضا اختصاصی^۲ و محمد نخعی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۷)

چکیده

سدهای زیرزمینی، سازه‌هایی هستند که در زیرزمین ساخته شده‌اند و توانایی ذخیره و در دسترس قرار دادن آب زیرزمینی را دارا می‌باشند. در این تحقیق با استفاده از مدل تحلیلی SWOT به بررسی مکان‌های مناسب جهت توسعه سد زیرزمینی در منطقه کریان استان هرمزگان پرداخته شده است. ابتدا برای تهیه داده‌های لازم با بازدید از منطقه و ارائه پرسش‌نامه به ساکنین منطقه و کارشناسان امر، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در منطقه برای سدهای زیرزمینی بررسی گردید. در مرحله نهایی با استفاده از مدل تحلیلی SWOT و ماتریس کمی QSPM راهبرد جامع و راهکار مناسب برای سدهای زیرزمینی تعیین شد. نتایج نشان داد که کاسته نشدن حجم مخزن در اثر رسوب‌گذاری و کاهش تبخیر از مخزن سد با ارزش نهایی ۰/۸۵ و ۰/۶۶ در عوامل درونی و تمایل و همکاری سازمان‌های مربوطه و به هم خوردن حق‌آبه پایین‌دست با ارزش نهایی ۰/۶۸ و ۰/۶۶ در عوامل بیرونی، بیشترین تأثیر را در انتخاب شدن راهبرد داشته‌اند. براساس نتایج عوامل درونی و بیرونی راهبرد در ربع حداکثر- حداکثر قرار گرفت و در راستای راهبرد تعیین شده با استفاده از نقاط قوت و فرصت‌ها باید نقاط ضعف را پوشش داد و بر تهدیدها فایق شد. راهکارهای در راستای راهبرد ارائه و در ادامه برای اولویت‌بندی این راهکارها از ماتریس کمی QSPM استفاده شد. در نهایت راهکار ارزیابی هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سدهای زیرزمینی قبل و بعد از احداث با امتیاز نهایی ۳/۱۹ در اولویت اول قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: سد زیرزمینی، راهبرد، مدل SWOT، ماتریس کمی QSPM، استان هرمزگان

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۳. گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه خوارزمی

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: chezgi@birjand.ac.ir

مقدمه

منابع آبی یکی از منابع بسیار مهم و حیاتی در زندگی روزمره انسان‌ها، موجودات، پیشرفت کشورها و تداوم تولیدات است، این اهمیت در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران دو چندان می‌شود. به طوری که ۵۵ درصد از مساحت کشور ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد که میزان بارندگی در آنها کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (۲). عدم توزیع مناسب بارندگی و عدم تطابق زمان مصرف با زمان نزولات جوی ابعاد چالش آب را سنگین‌تر و گسترده‌تر می‌نماید. بنابراین به دلیل اهمیت فوق‌العاده آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ارایه راهکارهای علمی و نو جهت استفاده بهینه از منابع آب ضرورت پیدا می‌کند. علاوه بر این امروزه به دلیل افزایش جمعیت و سطح رفاه افراد و افزایش تکنولوژی، بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی گسترش یافته است (۱۰). راهکارهای مقابله با بحران کم‌آبی در دو استراتژی "مدیریت صحیح منابع آب" و "استحصال از منابع جدید آب" خلاصه می‌شود که در کشور ما به دلیل جغرافیایی و اقلیمی، بهبود مدیریت بر منابع آبی از اولویت برخوردار بوده و نتایج بهتر و سریع‌تری خواهد داشت (۵). یکی از روش‌های کنترل، مدیریت و ذخیره آب از دوره‌های مرطوب برای استفاده در دوره‌های خشک، سدهای زیرزمینی است. سدهای زیرزمینی سازه هیدرولیکی است که برای ذخیره‌سازی و کنترل آب زیرزمینی ساخته می‌شود. این سدها معمولاً در مناطقی که جریان‌های آب زیرسطحی وجود داشته باشد، احداث می‌شوند. سدهای زیرزمینی در شرایط گوناگون، متفاوت است. این سدها گاهی در سواحل دریا برای جلوگیری از ورود آب زیرسطحی شیرین به دریا و گاهی در حواشی کویر نیز برای جلوگیری از ورود آب شیرین به سفره‌های آب شور کویری و یا در مناطقی برای جلوگیری از نشت آب زیرسطحی و یا پیش‌گیری از نفوذ فاضلاب و آلودگی‌های زیرسطحی از طریق جریان‌های آب زیرزمینی مطالعه و اجرا می‌گردند (۲۲). تصمیم‌گیری در مسائل منابع آب به دلیل لزوم در نظر داشتن توأم عوامل اقتصادی،

اجتماعی و زیست محیطی پیچیده بوده ولی استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند تا حدی از این پیچیدگی کم کند. در گذشته تصمیم‌گیری‌ها فقط مبتنی بر یک هدف اصلی (بیشینه نمودن نسبت سود به هزینه) انجام می‌شد، اما امروزه با استفاده از این مدل‌ها می‌توان تمامی معیارهای کیفی، کمی و معیارهای متضاد را در کنار هم بررسی کرد (۲۲). همچنین یکی از پیشروترین شیوه‌ها در نظام‌های برنامه‌ریزی جوامع قرن ۲۱، برنامه‌ریزی استراتژیک (SWOT) است که از مهم‌ترین ارکان مدیریت نیز به‌شمار می‌آید، چرا که پیوند دهنده زمان حال سیستم با آینده آن است (۱۷). از سوی دیگر، برنامه‌ریزی کوششی سازمان‌یافته و آگاهانه برای انتخاب بهترین وسایل ممکن به منظور رسیدن به اهداف یا هدفی مشخص است (۳). همچنین راهبرد، یک راه کلی است که موجب تغییرات ساختاری و رفتاری می‌شود. اگر بخواهیم رفتارها و ساختارها را تغییر دهیم، به اندیشه‌ای راهبردی نیازمندیم و جامعه ما اکنون نیازمند چنین پدیده‌ای است (۱). برنامه، دستور کاری برای آینده است و برخلاف پیش‌بینی به دنبال دستیابی به هدف یا اهدافی است که می‌تواند آرمانی، جزئی و کمی باشد. در برنامه همواره وسایلی برای دستیابی به اهداف در نظر گرفته می‌شود و بخش‌های گوناگون آن با هم هماهنگی دارند که شامل هماهنگی در اهداف، وسایل، میان اهداف و وسایل، توالی زمانی اجزا و برنامه و توزیع مکانی فعالیت‌هاست (۱۴). مطالعات انجام شده بیشتر در مورد مکان‌یابی و ارزیابی سد زیرزمینی (چزگی و همکاران (۱۵)، ایمران و همکاران (۱۹)، زاهدی (۷)، فورزیری و همکاران (۱۶)، سلیمانی (۹)) ارائه شده است، اما تحقیقی که به‌طور کامل و جامع چهارچوب و راهبردی برای سدهای زیرزمینی ارائه دهد انجام نشده است، در این تحقیق سعی بر آن است با استفاده از ترکیب مدل تحلیلی SWOT، مدل تصمیم‌گیری AHP و ماتریس کمی QSPM راهبرد (استراتژی) مناسب جهت بررسی و توسعه سدهای زیرزمینی ارائه شود. برخی از مطالعات انجام شده در رابطه با سد زیرزمینی در ادامه ارائه گردید.

وسعت زمین‌های کشاورزی پائین‌دست، واحدهای صنعتی، فاصله از روستا، فاصله از منبع قرضه و فاصله محور در محیط مدول SMCE به اولویت‌بندی سدهای زیرزمینی پرداخته شد. اولویت‌بندی براساس شاخص تناسب تعیین شد و سدهایی که شاخص تناسب بالاتری داشتند در اولویت اول قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوزه کریان با کد ۲۸۱۷ سازمان منابع آب کشوری در شرق شهرستان میناب در استان هرمزگان با مساحت ۲۶۵۷ کیلومتر مربع با مختصات جغرافیایی "۲۱' ۵۲' ۲۶" ۱۹° ۰۸' ۲۷° شمالی و "۲۵' ۰۷' ۵۷" تا "۲۲' ۵۲' ۵۷" شرقی قرار دارد، براساس آمار ایستگاه هواشناسی مازابی در منطقه متوسط بارندگی ۲۵ ساله (۶۸-۹۳) ۲۰۴/۳ میلی‌متر می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان هرمزگان). بیشترین ارتفاع منطقه در شرق حوزه با ارتفاع ۱۷۲۰ و کمترین ارتفاع ۴۲ متر غرب که در خروجی حوزه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱).

این تحقیق در ۳ مرحله انجام گرفت: ۱- گردآوری داده‌ها، تهیه پرسش‌نامه و بازدید صحرایی از مکان‌های مناسب برای توسعه سدهای زیرزمینی (براساس مکان‌یابی انجام شده) و سدهای احداث شده ۲- استفاده از مدل تحلیلی SWOT برای تجزیه و تحلیل قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای منطقه برای توسعه سد زیرزمینی و ارائه راهبرد جامع برای احداث سد زیرزمینی ۳- استفاده از روش QSPM برای ارزیابی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌دست آمده از نظر خبرگان برای اجرا.

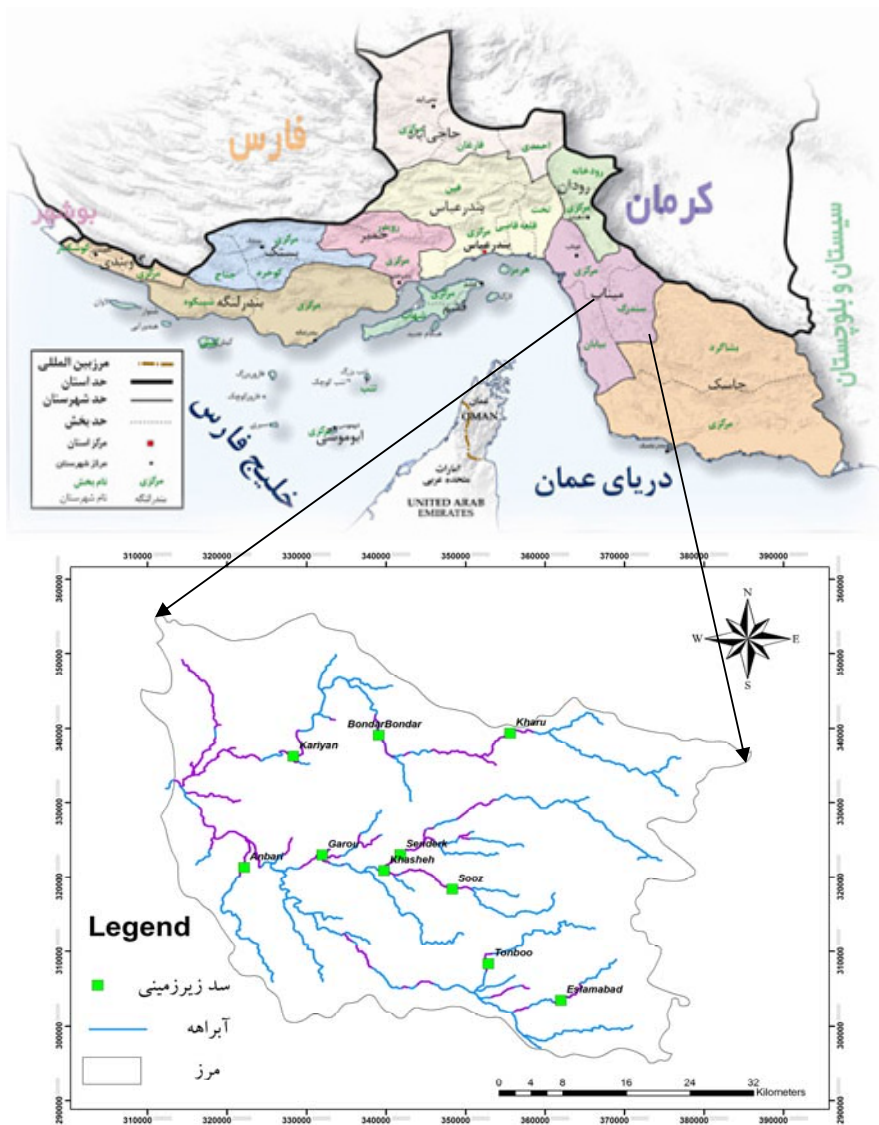
مرحله اول

این تحقیق از لحاظ گردآوری داده‌ها، میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها از نوع تحقیق توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات به‌دست آمده از بازدیدهای منطقه‌ای (اهالی و کارشناسان منطقه، سدهای زیرزمینی منطقه (سدهای موجود و مکان‌یابی شده)) در قالب روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در منطقه مورد مطالعه دو سد زیرزمینی سندرک و تنبو احداث شده و ۸ مکان

سلیمانی (۹) به ارزیابی ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی دشت مشهد به‌منظور پهنه‌بندی پتانسیل احداث سدهای زیرزمینی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور پرداخت. در این تحقیق، هریک از عوامل توپوگرافی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و زمین‌شناسی به‌عنوان عوامل مؤثر ارزیابی گردید و در محیط RS و GIS تلفیق شد. در پایان مخروطه افکنه‌های نواحی شمال و شمال شرقی ارتفاعات کپه داغ مناسب‌ترین مناطق برای احداث سد زیرزمینی معرفی شد.

ایمران و همکاران (۱۹) در تحقیقی به مکان‌یابی مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه بودا کال سوئد پرداختند. این تحقیق یک روش جدید با استفاده از نرم‌افزار (GIS) که به‌وسیله روش‌های مدل‌سازی تعادل آب زیرزمینی پشتیبانی شده است، روش مناسبی برای مکان‌یابی سد زیرزمینی به‌حساب می‌آید. منابع آب زیرزمینی با استفاده از اطلاعات رقومی زمین‌شناسی و همچنین لایه‌های چینه‌شناسی برگرفته از مطالعات زمین‌شناسی محاسبه گردید. از ۳۴ زیر حوزه موجود در این منطقه ۱۰ منطقه آب زیرزمینی مازاد دارد و در ۱۴ زیر حوزه ذخایر منابع آبی قابل اطمینان است. در نهایت ۶ منطقه جهت احداث سد زیرزمینی مناسب تشخیص داده شد.

چزگی و همکاران (۱۵) در تحقیقی با عنوان مکان‌یابی و ارزیابی سد زیرزمینی با استفاده از مدل SMCE و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در بخشی از استان البرز پرداختند. برای این تحقیق نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، قنات و کاربری اراضی از سازمان‌های مربوطه فراهم و جهت استفاده رقومی گردید. با روی هم‌اندازی لایه‌های فوق ۳۱ محدوده پتانسیل‌دار در محیط Arc GIS مشخص شد. در مرحله بعدی برای اولویت‌بندی مناطق به‌دست آمده، معیارها و زیر معیارهای به روش AHP و با نظرات کارشناسان وزن‌دهی شد. سپس با استفاده از شاخص‌های کیفیت شیمیایی و کمیت جریان‌ات زیرسطحی، طول و عمق محور، لیتولوژی تکیه‌گاه‌ها، شیب، نفوذپذیری سطح مخزن، عمق و سطح مخزن، جمعیت روستا،



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی در استان هرمزگان و ایران

اساتید و کارشناسان امر) مورد بررسی قرار گرفت. ابزار مورد استفاده در این پژوهش، پرسش‌نامه باز بود. سوال‌های پرسش‌نامه‌ها به صورت سؤالات باز و در قالب نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌های و براساس نظرات کارشناسان تهیه شد.

مرحله دوم: مدل تحلیلی SWOT

این مدل از جمله روش‌های کارآمد مدیریت استراتژیک به‌شمار

مناسب جهت احداث سد زیرزمینی شناسایی شده است، به طوری که تمام اطلاعات به خصوص نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و ضعف‌های این سدها تعیین گردید (برای هر عامل شش شاخص). با توجه به اینکه در این پروژه سه گروه از افراد مشارکت داشتند (بهره‌برداران، مشاورین یا اساتید و کارفرما) و به نوعی این سه گروه سه ضلع یک مثلث را تشکیل می‌دادند، لذا نقطه نظرات و دیدگاه‌های این سه گروه (۲۷ نفر که ۱۰ پرسش‌نامه از ساکنین منطقه و بهره‌برداران سدها و ۱۷ مورد از

گزینه‌های استراتژیک انتخاب شده امکان‌پذیر است و در واقع این راهکارها را اولویت‌بندی می‌نماید. این ماتریس از اطلاعات به‌دست آمده در مراحل مختلف مدیریت و برنامه‌ریزی استراتژیک و راهبردی استفاده نموده و مانند سایر روش‌های راهبردی نیازمند قضاوت خوب، خبرگی و آگاهی است (۱۱) و (۱۲). مراحل انجام ماتریس کمی بدین صورت می‌باشد که در ردیف‌ها، فرصت‌ها، و تهدیدهای خارجی، قوت‌ها و ضعف‌های داخلی قرار می‌گیرند و در ستون‌ها راهبردهای ترکیبی (استراتژها) تعیین شده و در ادامه امتیازهای AS جذابیت (کارایی) باید تعیین گردد و آنها را به‌صورت مقادیر عددی که نشان‌دهنده جذابیت نسبی هر راهبرد می‌باشند، تعریف گردید. امتیازهای جذابیت باید بصورت خاص و با توجه به جذابیت نسبی هر استراتژی به استراتژی دیگر داده شود. امتیازهای جذابیت بین ۱ تا ۴ تعیین می‌گردد. درنهایت باید با جمع امتیاز نهایی راهکارها به‌دست آید. این کار با ضرب امتیاز هر عامل در امتیاز ضریب کارایی در هر ردیف حاصل شده و نشان‌دهنده ضریب کارایی نسبی آن راهبرد می‌باشد رابطه (۲) و (۱). امتیاز بالاتر به معنای کارایی بیشتر آن راهکار می‌باشد و در اولویت اول قرار می‌گیرد (۲۰).

رابطه (۱) امتیاز نهایی تهدیدها + امتیاز نهایی فرصت‌ها + امتیاز نهایی ضعف‌ها + امتیاز نهایی قوت‌ها = امتیاز نهایی راهکارها
رابطه (۲) ضریب‌کارایی (قابلیت اجرایی) شاخص‌ها *
امتیاز نهایی شاخص‌ها = امتیاز نهایی (قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها)

نتایج و بحث

نتایج مرحله اول

در این مرحله براساس بازدیدهای صحرائی، داده‌ها و اطلاعات مربوطه از سازمان‌ها جمع‌آوری و مشخصات مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی تکمیل گردید (جدول ۱).

مناسب‌ترین مکان برای احداث سد زیرزمینی باید عمق مناسب، کمترین طول محور سد، بیشترین ضریب ذخیره، بیشترین

می‌آید که جهت نتایج سودمند در حوضه‌های مختلف مطالعاتی، تجزیه و تحلیل ظرفیت‌های محلی و به‌طورکلی در راستای نیل به اهداف مطالعات برنامه‌ریزی توسعه یکپارچه در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۱۳). ابزاری کارآمد برای شناسایی و بررسی عوامل مؤثر درونی (نقاط قوت و نقاط ضعف) و عوامل تأثیرگذار بیرونی منطقه (فرصت‌ها و تهدیدها)، جهت شناسایی مسائل استراتژیک و ارائه راهبردها و استراتژی‌های مناسب استفاده می‌گردد (۶). در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل عوامل درونی و بیرونی و همچنین تعیین راهبرد جامع برای توسعه و احداث سد زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از این مدل استفاده شد و پس از مشخص کردن عوامل درونی و بیرونی و تعیین ارزش هر عامل با استفاده از پرسش‌نامه‌ها و مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی تعیین گردید. راهبردها در چهار بخش جداگانه و براساس عوامل درونی (نقاط قوت و نقاط ضعف) و عوامل بیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها) تعیین می‌شود. این مدل دارای ۴ راهبرد می‌باشد که شامل: راهبرد حداکثر- حداکثر (SO) یا رقابتی- تهاجمی، نوع دوم راهبرد حداقل- حداقل (WO) یا راهبرد نوع، نوع سوم راهبرد حداکثر- حداقل (ST) یا راهبرد بازنگری و نوع چهارم راهبرد حداقل- حداقل یا (WT) راهبرد تدافعی می‌نامند (۲۰). در پایان با استفاده از مدل SWOT و براساس داده‌های مرحله قبل برنامه راهبردی منطقه تعیین شد و در ادامه راهبردهای ترکیبی و راهکار مرتبط با هر بخش تعیین گردید و با استفاده از نظرات خبرگان از ۱۲ راهکار، ۵ راهکار قابلیت اجرا داشتند که در مرحله آخر با استفاده از ماتریس QSPM اولویت‌بندی شد. که این راهبرد ترکیبی کمک شایانی بر مکان‌گزینی، احداث و بهره‌برداری پروژه‌های آتی خواهد داشت و می‌تواند به‌عنوان یک الگو ارائه گردد.

مرحله سوم: ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM)

QSPM یکی از تکنیک‌های ارزیابی، پایش و نظارت برای تحقق می‌باشد. در این روش مشخص می‌گردد که کدام‌یک از

جدول ۱. خصوصیات و مشخصات مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی

سدهای مورد بررسی	طول محور سد (متر)	عمق محور سد (متر)	ضریب ذخیره مخزن (درصد)	حجم مخزن (مترمکعب)	شیب (درصد)	دسترسی (کیلومتر)
Anbari	۱۰۰	۱۱	۳۰	۱۶۱۱	۳	۲
Bondar	۱۵۰	۹	۳۰	۱۲۱۰	۳	۲
Eslamabad	۸۰	۷	۳۰	۸۲۰	۴	۳
Graou	۲۲۰	۱۱	۲۵	۲۰۵۰	۲	۴/۵
Kariyan	۹۰	۸	۳۰	۱۳۶۰	۲	۸/۵
Kharu	۲۱۵	۹	۲۵	۸۰۵	۴	۱۱
Khashaneh	۱۳۰	۹	۲۵	۹۰۷	۴	۲/۵
Senderk	۳۸۰	۷	۲۵	۱۸۰۹	۳	۱/۵
Sooz	۹۰	۸	۳۰	۸۳۲	۵	۶
Tonboo	۱۳۰	۸	۳۰	۱۰۴۱	۳	۳/۲

جدول ۲. تجزیه و تحلیل عوامل درونی

ارزش نهایی	رتبه	اهمیت نسبی	عوامل درونی (قوت‌ها و ضعف‌ها)
۰/۰۳	۱	۰/۰۳	(S۱) آسیب‌پذیری و آلودگی کمتر توسط انسان، موجودات و عوامل محیطی
۰/۱۱	۲	۰/۰۵	(S۲) ذخیره آب با کیفیت
۰/۰۲	۱	۰/۰۲	(S۳) ساخت آسان و استفاده از منابع قرضه موجود
۰/۰۲	۱	۰/۰۲	(S۴) عدم تخریب کاربری اراضی و زیرآب رفتن اراضی
۰/۸۵	۴	۰/۲۱	(S۵) کاسته نشدن حجم مخزن در اثر رسوب‌گذاری
۰/۶۶	۴	۰/۱۷	(S۶) کاهش تبخیر از مخزن سد
۰/۳۸	۳	۰/۱۳	(W۱) حجم کم مخزن سد زیرزمینی و کاهش ضریب ذخیره مخزن به مرور زمان
۰/۰۴	۱	۰/۰۴	(W۲) عدم امکان تعیین حجم دقیق آب ذخیره شده در مخزن
۰/۶۰	۴	۰/۱۵	(W۳) عدم توجیه اقتصادی برای آبرفت‌های با عمق‌های زیاد و کم
۰/۰۳	۱	۰/۰۳	(W۴) فقدان شناخت کافی و اعتبار لازم برای احداث سد بین بومیان و مسئولین
۰/۱۷	۲	۰/۰۸	(W۵) محدودیت شرایط مکانی مناسب برای احداث سد
۰/۱۴	۲	۰/۰۷	(W۶) نبود اطلاعات ژئوفیزیکی
۳/۰۵			امتیاز کلی عوامل درونی

براساس نظرات خبرگان تمامی شاخص‌ها ارزشیابی شدند و در ادامه با مدل تحلیلی SWOT ارزش نهایی آنها به دست آمد. ارزش نهایی شاخص‌ها برای عوامل درونی ارائه شده است (جدول ۲).

نتایج جدول (۲) نشان داد که معیارهای کاسته نشدن حجم مخزن در اثر رسوب‌گذاری با ارزش نهایی ۰/۸۵ و کاهش تبخیر از مخزن سد با ارزش نهایی ۰/۶۶ مهم‌ترین معیارهای نقاط قوت می‌باشند. این دو معیار از مهم‌ترین خصوصیات سدهای زیرزمینی است که با گذشت زمان از حجم مخزن این

حجم مخزن، کمترین شیب و کمترین فاصله را از محل مصرف داشته باشد (۲۱، ۹ و ۴). چون در غیر این صورت باعث افزایش هزینه یا کاهش ذخیره آب شده که توجیه اقتصادی ندارد، که براساس این معیارها مکان Bondar در اولویت اول و مکان Kharu در اولویت آخر قرار گرفت.

مرحله دوم

عوامل درونی (قوت‌ها و ضعف‌ها)

در پرسش‌نامه برای هر عامل شش شاخص تعیین گردید و

جدول ۳. تجزیه و تحلیل عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)

ارزش نهایی	رتبه	اهمیت نسبی	عوامل بیرونی (فرصت‌ها)
۰/۰۳	۱	۰/۰۳	(O۱) افزایش درآمد ساکنین و اشتغال‌زایی
۰/۰۲	۱	۰/۰۲	(O۲) افزایش فضای آموزشی و تحقیقاتی
۰/۰۳	۱	۰/۰۳	(O۳) ترویج یک روش جدید برای استحصال آب زیرزمینی
۰/۶۸	۴	۰/۱۷	(O۴) تمایل و همکاری سازمان‌های مربوطه
۰/۴	۳	۰/۱۳	(O۵) در راستای محرومیت‌زدائی و تأمین آب شرب سالم و مورد اطمینان
۰/۳۳	۳	۰/۱۱	(O۶) وجود سیلاب‌های ناگهانی و موقتی
۰/۰۲۷	۱	۰/۰۳	(T۱) احتمال نمک‌زائی در صورت بالا آمدن سطح آب زیرزمینی
۰/۱۱	۲	۰/۰۶	(T۲) افزایش تقاضای برداشت آب زیرزمینی و زیرقشری
۰/۶۶	۴	۰/۱۷	(T۳) به هم خوردن حق‌آبه‌های پایین‌دست
۰/۱۶	۲	۰/۰۸	(T۴) تشدید خشکسالی و کمبود جریان آب
۰/۰۴	۱	۰/۰۴	(T۵) کاهش بودجه برای مکان‌گزینی، احداث و پایش در سال‌ها آتی
۰/۳۸	۳	۰/۱۳	(T۶) نبود برنامه و متولی معین در رابطه با سدهای زیرزمینی
۲/۸۹	امتیاز کلی فرصت‌ها		

و مسئولین با ارزش نهایی ۰/۰۳ کمترین امتیاز را دریافت کرد. یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق محروم عدم اعتبار برای احداث سد زیرزمینی و عدم آگاهی از فواید این سدهای می‌باشد، که باید با استفاده از متخصصین و پروژه‌های موفق، آن را اثبات کرد.

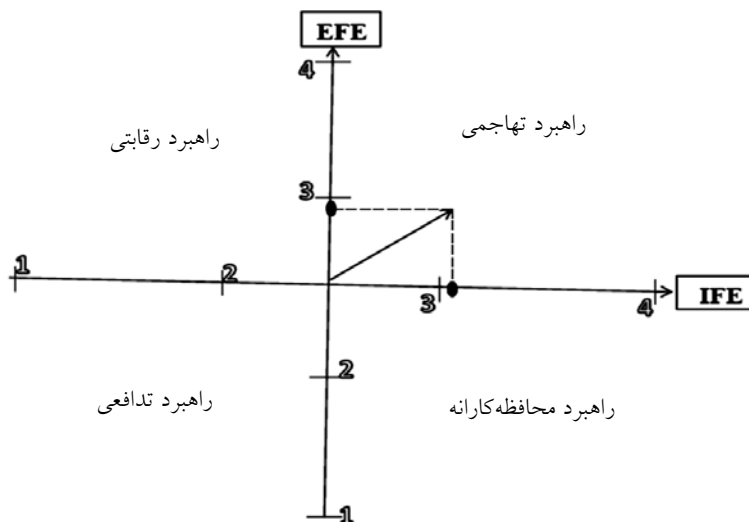
عوامل بیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها)

ارزش نهایی شاخص‌ها برای عوامل درونی ارائه شده است (جدول ۳).

نتایج جدول (۳) نشان داد معیار تمایل و همکاری سازمان‌های مربوطه با ارزش نهایی ۰/۶۸ مؤثرترین شاخص در بخش فرصت‌ها از نظر کارشناسان و خبرگان است. پشتیبانی سازمان‌های مربوطه از نظر امکانات، تجهیزات و مسائل مالی یک فرصت مهم برای توسعه سدهای زیرزمینی به حساب می‌آید، چون کمک زیادی در تسهیل انجام آن می‌شود. بنابراین بیشترین امتیاز را دریافت کرد، که با نتایج چزگی (۴) که بهترین حالت همکاری بین مسئولین و ساکنین منطقه است، همخوانی دارد. معیار ترویج یک روش جدید برای استحصال آب زیرزمینی با ارزش نهایی ۰/۰۳ کمترین امتیاز را در میان شاخص‌های فرصت دریافت نمود که با نتایج نیلسون (۲۱)، سلیمانی (۹) و سلامی

سدها کاسته نمی‌شود بلکه در مورد سدهای شنی افزایش مخزن را نیز در طول زمان خواهد داشت با تحقیقات چزگی (۴) و نیلسون (۲۱) مطابقت دارد. و معیار عدم تخریب کاربری اراضی و زیر آب رفتن اراضی با ارزش نهایی ۰/۰۲ کمترین ارزش نهایی را به خود اختصاص داد، که با نظر سلامی (۸) که عدم تخریب کاربری اراضی و زیر آب رفتن اراضی از کمترین مزیت‌های سدهای زیرزمینی می‌باشد، همخوانی دارد. این معیار نیز یکی از خصوصیات سدهای زیرزمینی است و در مناطقی ارزش پیدا می‌کند که ارزش زمین‌های قرارگیری مخزن با ارزش باشد.

نتایج جدول (۲) نشان داد که معیار عدم توجیه اقتصادی برای آبرفت‌های با عمق‌های زیاد و کم با ارزش نهایی ۰/۶ مؤثرترین معیار براساس نظرات خبرگان انتخاب شد. عمق آبرفت یکی از مهم‌ترین پارامترها برای مکان‌یابی سد زیرزمینی است (۲۱) چون عمق مناسب خیلی مهم است، زمانی که عمق کم باشد حجم مخزن کم می‌شود و احداث سد زیرزمینی به صرف نیست و برعکس زمانی که عمق زیاد باشد، هزینه‌ها افزایش می‌یابد و همچنین احداث آن با مشکل برمی‌خورد، که با نتایج سلامی (۸) و سلیمانی (۹) همخوانی دارد. معیار فقدان شناخت کافی و اعتبار لازم برای احداث سد بین ساکنین حوزه



شکل ۲. نمودار تعیین راهبرد

تعیین راهبرد

در این مرحله براساس نتایج مراحل قبل و جمع ارزش نهایی شاخص‌ها (قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها)، بردارها در نمودار ترسیم گردید و براساس این بردارها راهبرد تعیین گردید (شکل ۲). بدین صورت که جمع ارزش نهایی عوامل درونی در محور Xها و جمع ارزش نهایی عوامل بیرونی در محور Yها تعیین شده در نهایت محل برخورد این دو نقطه در هر ربعی که قرار گیرد، راهبرد کلی برای رسیدن به هدف تعیین می‌شود.

نتایج شکل (۲) حاکی از آن است که راهبرد شرایط تهاجمی (توسعه) دارد، یعنی رو به جلو باید عمل کرد. سدهای زیرزمینی در این مناطق براساس نتایج، توانایی توسعه و پیشرفت دارند. بنابراین باید با استفاده از نقاط قوت و فرصت‌های موجود برای سدهای زیرزمینی بر مشکلات و تهدیدهای حاصل از آن غلبه گردد. یکی از مشکلات پیش‌رو برای احداث سدهای زیرزمینی به هم خوردن حق‌آبه‌های پایین دست است که باید با استفاده از اطلاعات و دستگاه‌های پیشرفته حق‌آبه‌ها تعیین گردد و اجرا شود. یکی از نقاط قوت سدهای زیرزمینی تنظیم برداشت آب می‌باشد که می‌توان براساس مقدار آب ذخیره شده و براساس خشکسالی‌ها تنظیم شود. چون منطقه از حوزه‌های برون‌ریز می‌باشد، راهبرد توسعه

(۸) مطابقت ندارد، چون این محققین سدهای زیرزمینی را یک روش مناسب و جدید برای استحصال آب زیرسطحی می‌دانند.

نتایج جدول (۳) نشان داد معیار به هم خوردن حق‌آبه‌های پایین دست با ارزش نهایی ۰/۶۶ بیشترین امتیاز را در شاخص‌های تهدیدها براساس نظرات کارشناسان و خبرگان دریافت کرد. یکی از مهم‌ترین تهدیدهایی که از سوی سدهای زیرزمینی بر مناطق پایین دست تأثیر دارد، قطع آب زیرقشری در صورت عدم در نظر گرفتن حق‌آبه‌های پایین دست می‌باشد، که با نتایج چزگی (۴) و زاهدی (۷) همخوانی دارد. ولی این تهدید را می‌توان با به دست آوردن حق‌آبه‌ها و در نظر گرفتن آن در زمان احداث سد برطرف نمود. معیار احتمال نمک‌زایی در صورت بالا آمدن سطح آب زیرزمینی با ارزش نهایی ۰/۵۵۹ کمترین امتیاز را گرفت که با نتایج نیلسون (۲۱) که اگر سرریز برای سد زیرزمینی در نظر گرفته نشود، احتمال نمک‌زایی در مخزن وجود دارد، مطابقت دارد. یکی از تهدیدهایی که امکان دارد سد زیرزمینی با آن روبرو شود، نمک‌زایی در اثر بالا آمدن سطح آب می‌باشد که با در نظر گرفتن حق‌آبه و سرریز جهت عبور آب، این تهدید را نیز می‌توان بهبود بخشید.

جدول ۴. برنامه‌های اقدام (راهکارها) تعیین شده از راهبردها

برنامه‌های اقدام (راهکارها) تعیین شده از راهبردها	
Strategy ۱	تنظیم و ارائه برنامه معین و دقیق برای سازمان متصدی امر جهت تأمین بودجه و چارت سازمانی
Strategy ۲	ساخت سدهای زیرزمینی با همکاری سازمان‌ها و استفاده از تجربیات بومیان و منابع قرضه و نیروی کار موجود در منطقه
Strategy ۳	استفاده از اطلاعات جدید و دستگاه‌های زیربسط و دانش بومی برای مکان‌یابی، احداث و بهره‌برداری
Strategy ۴	ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی قبل و بعد از احداث
Strategy ۵	برگزاری کلاس‌های توجیهی، عملی و ترویجی آموزشی برای مسئولین و ساکنین حوزه

جدول ۵. ماتریس کمی QSPM

راهبردهای ترکیبی	Strategy ۱	Strategy ۲	Strategy ۳	Strategy ۴	Strategy ۵
امتیاز نهایی قوت‌ها	۰/۲۳۵	۰/۳۹۹	۰/۳۵۶	۰/۳۹۲	۰/۳۷۶
امتیاز نهایی ضعف‌ها	۰/۴۱۴	۰/۹۷۵	۱/۳۵۵	۱/۳۹۵	۱/۱۲۱
امتیاز نهایی فرصت‌ها	۱/۰۵۲	۰/۹۱۳	۰/۸۸۵	۰/۹۱۴	۱/۰۵۴
امتیاز نهایی تهدیدها	۰/۳۴۹	۰/۳۱۶	۰/۵۶۹	۰/۴۹۱	۰/۳۴۵
جمع امتیاز نهایی هر راهکار	۲/۰۵	۲/۶۰۳	۳/۱۶۵	۳/۱۹۲	۲/۸۹۶

تعیین گردید و برای مناطق مشابه نیز می‌توان پیشنهاد داد. ولی برای دیگر حوزه‌ها به‌خصوص حوزه‌های درون‌ریز (داخلی) حتما راهبرد تغییر می‌کند.

برنامه‌های اقدام (راهکارها یا راهبردهای ترکیبی)

براساس راهبرد کلی به‌دست آمده در مدل تحلیلی SWOT که راهبرد توسعه می‌باشد در همین راستا ۱۲ راهکار تعیین شد و در ادامه با احتساب نظرات کارشناسان و خبرگان راهکارها امتیازدهی شدند که ۵ راهکار با اختلاف زیاد مورد تأیید قرار گرفتند (جدول ۴)، و در ادامه با استفاده از ماتریس کمی QSPM مورد ارزیابی قرار گرفتند و اولویت‌بندی شدند (جدول ۵).

در ماتریس QSPM راهکارها براساس جمع امتیاز نهایی عوامل درونی و بیرونی که حاصل ضرب امتیاز کارایی (قابلیت اجرا) و ارزش نهایی (شاخص‌های عوامل درونی و بیرونی) هستند، حاصل می‌شود (جدول ۵). در این مرحله باید جمع امتیاز شاخص‌ها به‌دست آید. این کار با ضرب امتیاز هر شاخص در امتیاز کارایی در هر ردیف حاصل شد و نشان‌دهنده کارایی

(قابلیت اجرا) آن استراتژی می‌باشد. امتیاز بالاتر به معنای در اولویت بودن اجرای آن استراتژی است.

نتایج جدول (۵) نشان داد که استراتژی ۴ (راهکار ۴) با امتیاز ۳/۱۹۲ در اولویت اول برای اجرا قرار گرفت. این راهکار اهمیت موضوع ارزیابی از جنبه‌های مختلف برای این‌گونه سدها را قبل و بعد از احداث نشان می‌دهد. در رتبه دوم راهکار ۳ قرار گرفت که با استفاده از اطلاعاتو دستگاه‌های جدید و به‌روز و تجربیات بومیان برای مکان‌یابی، احداث و بهره‌برداری باید انجام شود. بنابراین برای احداث سدهای زیرزمینی در منطقه و مناطق مشابه ابتدا باید به ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی قبل و بعد از احداث سدها بررسی شود و در صورت وجود مشکل برطرف گردد. چنانچه براساس این ارزیابی سد مورد نظر صلاحیت نداشت، احداث نگردد. چون کارایی لازم را نداشته و عواقب خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق حوضه آبخیز کریان در شهرستان میناب، استان

۳/۱۹۲. در اولویت اول قرار گرفت. بنابراین برای احداث سدهای زیرزمینی در منطقه و مناطق مشابه ابتدا باید ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی قبل و بعد از احداث سدها انجام شود و در صورت وجود مشکل برطرف گردد. در نهایت این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی است. چون نتایج آن برای برنامه‌ریزان و مسئولان شرکت آب منطقه‌ای و منابع طبیعی استان‌های جنوب کشور قابل استفاده می‌باشد. به این صورت که سبب آگاهی مسئولین امر از مسائل و مشکلات طرح‌های استحصال آب و آب‌رسانی می‌شود و از این طریق خواهند توانست نقاط ضعف و قوت طرح‌های خود را شناسایی کرده و به بهبود آن همت گذارند.

هرمزگان به‌عنوان یک حوزه برون‌ریز و ساحلی انتخاب گردید که ویژگی‌های کم آبی و خارج شدن آب با کیفیت، بارش کم و تبخیر زیاد را دارا می‌باشد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق، قابل تعمیم به کل مناطق خشک ساحلی کشور که دارای ویژگی‌های مشترک با این حوزه هستند، است. برای توسعه احداث سدهای زیرزمینی در این منطقه از مدل تحلیلی SWOT و ماتریس کمی QSPM استفاده گردید. نتایج نشان داد که راهبرد تعیین شده شرایط توسعه (تهاجمی) دارد، یعنی رو به جلو باید عمل کرد. سدهای زیرزمینی در این مناطق براساس نتایج توانایی توسعه و پیشرفت دارند. در ادامه برای تعیین و اولویت‌بندی راهکارها جهت توسعه و احداث سدهای زیرزمینی از ماتریس کمی QSPM استفاده گردید که برنامه اقدام ۴ (استراتژی ۴) با امتیاز

منابع مورد استفاده

۱. پورطاهری، م.، ع. ر. رکن‌الدین افتخاری و س. ع. بدری. ۱۳۹۰. *راهبردها و سیاست‌های توسعه کالبدی سکونتگاه‌های روستایی*، چاپ اول. تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
۲. جعفری، م. ۱۳۸۷. *احیای مناطق خشک و بیابانی*. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۳. جمعه‌پور، م. ۱۳۸۹. *مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی توسعه روستایی: دیدگاه‌ها و روش‌ها*. انتشارات سمت. تهران.
۴. چزگی، ج. ۱۳۸۸. مکان‌یابی سد زیرزمینی با استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری و GIS در غرب استان تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
۵. داودی، م. ه.، ج. طباطبایی یزدی و س. نبی‌پی لشکریان. ۱۳۸۰. مدیریت و استحصال آب به کمک سدهای زیرزمینی، نخستین همایش آبخیزداری و مدیریت استحصال آب در حوضه‌های آبخیز، بوشهر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۲۶۲-۲۵۶.
۶. رحمانی، ب. م. شمس و س. حاتمی فر. ۱۳۸۹. امکان‌سنجی توسعه گردشگری در شهر ملایر با استفاده از مدل SWOT. فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی ۱(۳): ۲۵-۱۳.
۷. زاهدی، ا. ۱۳۹۲. تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی با استفاده از شبیه‌سازی بیلان آب (مدل SWAT) و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز درونگر درگز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، رشته آبخیزداری.
۸. سلامی، ه. ۱۳۸۵. تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در مناطق آذرین با استفاده از دورسنجی (مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه‌های کرکس)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آب‌شناسی (هیدروژئولوژی) دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۹. سلیمانی، س. ۱۳۸۶. بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی دشت مشهد به‌منظور پهنه‌بندی پتانسیل احداث سدهای زیرزمینی با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی: دشت مشهد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۰. شاه‌ی‌دشت، ع. و ا. عباسی‌نژاد. ۱۳۸۹. مدیریت منابع آبی، چالش‌ها و راهکارها (مطالعه موردی: استان کرمان). چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام. ۱۳-۱.
۱۱. فال سلیمان، م. و ح. صادقی. ۱۳۹۲. تحلیل توانمندی‌های بخش کشاورزی استان خراسان جنوبی در راستای توسعه پایدار با استفاده از مدل SWOT. جغرافیا و توسعه. ۳۰: ۱۵۶-۱۳۹.
۱۲. گنجعلی، س.، ح. قاسمی. و م. حسینی قمی. ۱۳۹۳. تحلیل زیست محیطی و استراتژیک برنامه مدیریت جامع حوضه آبخیز دریاچه ارومیه. فصلنامه علمی پژوهشی اکویولوژی تالاب ۶(۲۲): ۴۸-۴۱.
۱۳. مولائی هاشجین، ن. و ک. زاهدی دافچاهی. ۱۳۸۹. برنامه‌ریزی توسعه یکپارچه روستایی با بهره‌گیری از مدل تحلیلی SWOT در بخش خمام شهرستان رشت، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، شماره اول. ۲۲ ص: ۱۵۴-۱۳۳.
۱۴. هادی زنون، ب. و ح. بختیاری. ۱۳۸۹. عوامل مؤثر بر اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل تولید: مطالعه موردی در شرکت کربن ایران. پژوهشنامه اقتصادی ۱۰ (۲): ۲۶۶-۲۴۱.
15. Chezgi, J., H. R. Pourghasemi, S. A. Naghibi, H. R. Moradi and M. Kheirkhah Zarkesh. 2015. Assessment of a spatial multi-criteria evaluation to site selection underground dams in the Alborz Province, Iran, *Geocarto International* 31(6): 628-646.
16. Forzieri, G., M. Gardenti, F. Caparrini and F. Castelli. 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. *J. of Physics and Chem. of the Earth* 33: 74-85.
17. Hofer, B. K. 2006. Domain Specificity of Personal Epistemology: Resolved Questions, Persistent Issues, *International J. of Educ.* 45: 85-95.
18. Imran, A. J., O. Bo and M. Ulla. 2013. Locating suitable sites for the construction of subsurface dams using GIS. *Environ. Earth Sci.* 70(6): 2511-2525.
19. Ishida, S. Tsuchihara, T. Yoshimoto, S. Imaizumi, M. 2011. Review Sustainable Use of Groundwater with Underground Dams. *JARQ* 45: 51 - 61.
20. Lawrence, G. F. 2009. *The SWOT Analysis: Using Your Strength to Overcome Weaknesses, Using Opportunities to Overcome Threats.* Publisher, CreateSpace, ISBN-13: 978-1449546755, Kick It, LLC.
21. Nilsson, A. 1988 *Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply*, Intermediate Technology Publications, London.
22. Pohekar, S. D. and M. Ramachandran. 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning. A review. *Renew Sustain Energy* 8(1): 365-381.

Providing a Comprehensive and Appropriate Strategy for the Construction of an Underground Dam Using the SWOT Model QSPM Matrix (A Case Study: Keriyan Watershed)

J. Chezgi^{1*}, H. Maleki nezhad², M. R. Ekhtesasi² and M. Nakhei³

(Received: Sept. 12-2016; Accepted: May 07-2017)

Abstract

Underground dams are structures built in underground and are capable of saving and making the underground water available. In this research, by using the SWOT analysis model, suitable locations were investigated for the development of an underground dam in the Keriyan area of Hormozgan province. At first, the necessary data and information were provided by visiting the region and presenting a questionnaire to the residents of the area and experts to investigate the strengths, weaknesses, opportunities and threats in the region for the underground dams. In the final step, by using the SWOT model and QSPM matrix, a comprehensive and appropriate strategy for underground dams was determined. The results showed that among the internal factors, not decreasing the volume of the reservoir due to deposits and reducing the evaporation from the reservoir with a final value of 0.85 and 0.66, and among the external factors, the willingness and cooperation of the relevant organizations and the disruption of downstream water rights with a final value of 0.68 and 0.66 had the greatest impact on selecting the strategy. Based on the results related to the internal and external factors, the strategy was placed in the maximum-maximum quadrant; in line with the strategy, by using the strengths and opportunities, the weaknesses should be overcome and the threats should be tackled. Some strategies were presented. In order to prioritize these strategies, the quantitative matrix QSPM was used. Finally, the hydrological, economic, social and environmental evaluating strategies of underground dams, before and after the construction, with a final score of 19.3 were prioritized.

Keywords: Underground dam, Strategy, SWOT, QSPM matrix, Hormozgan province.

1. Dept. of Watershed Manag. Eng., College of Agric., Univ. of Birjand, Birjand, Iran.

2. Dept. of Watershed Manag. Eng., College of Natural Resour. and Desert Studies, Yazd Univ., Yazd, Iran.

3. Dept. of Geology, College of Sci., Kharazmi Univ., Iran.

*: Corresponding Author, Email: chezgi.javad@gmail.com