دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

دوره بیست و ششم، شماره‌ی ۹۵
پاییز ۱۴۰۵، صفحات ۳۱-۱

محمدمهدی رخشانی مهر[۱]
ماشاالله سالارپور*[۲]
دکتر احمدعلی کیخا[۳]
محمود احمدپور برازجانی[۴]
علیرضا سرگزی[۵]

بهینه سازی فعالیت های زراعی مبتنی بر استفاده از آب چاهک ها در منطقه سیستان با رویکرد سازگاری با خشکسالی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۱۱

تاریخ انتشار: پاییز ۱۴۰۵

چکیده

مقدمه و هدف: با توجه به موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه سیستان، مدیریت مصرف آب و برنامه‌ریزی جهت بهره‌برداری صحیح و مناسب از منابع آب دردسترس، به‌ویژه از چاه‌نیمه‌های موجود که منبع اصلی تأمین آب فعلی این منطقه در شرایط کم‌آبی، خشکسالی و کاهش جریانات سطحی رودخانه هیرمند به شمار می‌روند، یک امر ضروری است. از این‌رو، بررسی عوامل محیطی اثرگذار بر سیاست‌گذاری‌های مدیریت مصرف آب در سیستان و انتخاب استراتژی‌های مناسب جهت تخصیص بهینه و پایدار منابع آب چاه‌نیمه‌ها در این تحقیق مدنظر قرار گرفت. در ادامه، بهینه‌سازی فعالیت‌های زراعی مبتنی بر استفاده از آب چاه‌نیمه‌ها با رویکرد سازگاری با خشکسالی به‌عنوان هدف دیگر این پژوهش دنبال شد.

مواد و روش ها: در این مطالعه، جهت بررسی عوامل محیطی اثرگذار بر سیاست‌گذاری‌های مدیریت مصرف آب در منطقه سیستان و انتخاب استراتژی مناسب تخصیص آب، از یک رویکرد توصیفی-تحلیلی مبتنی بر روش تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) و ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) استفاده شد. در ادامه، برای بهینه‌سازی فعالیت‌های زراعی با رویکرد سازگاری با خشکسالی، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) و روش تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) بهره گرفته شد. داده‌های موردنیاز مربوط به سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ هستند که از طریق تکمیل پرسشنامه و مراجعه به سازمان‌های ذیربط در سیستان جمع‌آوری و در نرم‌افزار GAMS تحلیل شدند.

[۱] دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، واحد زابل، دانشگاه آزاد اسلامی، زابل، ایران.
[۲] گروه اقتصاد کشاورزی، واحد زابل، دانشگاه آزاد اسلامی، زابل، ایران
[۳] گروه اقتصاد کشاورزی، واحد زابل، دانشگاه آزاد اسلامی، زابل، ایران
[۴] گروه اقتصاد کشاورزی، واحد زابل، دانشگاه آزاد اسلامی، زابل، ایران
[۵] گروه اقتصاد کشاورزی، واحد زابل، دانشگاه آزاد اسلامی، زابل، ایران

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

یافته ها: نتایج حاصل از تحلیل ماتریس SWOT نشان داد که مقادیر برآوردشده برای عوامل درونی (نقاط قوت و ضعف) و بیرونی (تهدیدها و فرصت‌ها) به‌ترتیب برابر با ۲۸۶/۲ و ۴۳۶/۲ می‌باشند. این امر بکارگیری راهبردهای تدافعی یا واکنشی (WT) را در راستای بهبود سیاست‌گذاری‌های مرتبط با تخصیص و بهره‌برداری آب در منطقه سیستان الزامی می‌کند.
همچنین نتایج نشان داد که با رخداد خشکسالی تحت شدت‌های خفیف تا شدید، میزان منابع آب چاه‌نیمه‌ها ۵۷/۹ تا ۲۳/۴۹ درصد نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد. در این شرایط، کشاورزان سیستانی سطح زیرکشت پیاز، خربزه، هندوانه و یونجه را کاهش داده و به سمت کشت گندم و جو آبی متمایل می‌شوند. میزان مجموع سود ناخالص کشاورزان نیز ۵۳/۰ تا ۶۷/۳ درصد کاهش می‌یابد و ارزش اقتصادی آب از ۱۱۸۴ به ۲۳۷۷ ریال بر مترمکعب می‌رسد.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، اصلاح سیاست قیمت‌گذاری آب و تعیین مبالغ جبرانی در شرایط تشدید کم‌آبی، حذف محصولات با بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی پایین از الگوی کشت در شرایط خشکسالی، و بکارگیری راهبردهای تدافعی جهت اجرای مناسب سیاست‌گذاری‌های تخصیص آب چاه‌نیمه‌ها در منطقه سیستان توصیه شدند.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی الگوی کشت، چاهک‌های آب، مدل PMP، سازگاری با خشکسالی، بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب، منطقه سیستان.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

مقدمه

کمبود آب در ایران طی دو دهه اخیر به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی کشاورزان و سیاست‌گذاران تبدیل شده است. ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، از میزان بارندگی اندک و منابع آبی محدودی برخوردار است (۱). با رشد جمعیت و توسعه بخش‌های کشاورزی، صنعت و آب آشامیدنی، تقاضا برای آب به‌طور مستمر افزایش یافته است. رویارویی با این چالش مستلزم مدیریت بهینه منابع آب موجود و بهره‌گیری از رویکردهای نوین است. دولت در این زمینه نقش محوری دارد و موظف است برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های مناسبی را در راستای مدیریت پایدار منابع آب به اجرا درآورد. با این حال، در شرایط فعلی توجه کافی به بحران آب صورت نگرفته و عملکرد بخشی و غیرهماهنگ سازمان‌های مختلف، وضعیت منابع آبی کشور را بیش از پیش وخیم کرده است (۲).

از منظر نهادگرایانه، سازمان‌های دخیل در مدیریت منابع آب به سه دسته تقسیم می‌شوند: سازمان‌های تصمیم‌گیر، سیاست‌گذار و عملیاتی. نهادهای سیاست‌گذار در حوزه آب هنوز نتوانسته‌اند به برنامه‌های منسجمی برای درک و رفع بحران آب دست یابند. سازمان‌های عملیاتی نیز بدون توجه به محدودیت منابع آب، در پی تأمین آب بیشتر برای اهداف خود هستند. این رویکرد بخشی و ناهماهنگ موجب شده است که سیاست‌های توسعه کشاورزی فشار مضاعفی بر منابع آبی موجود وارد کنند و بحران آب روز به روز تشدید شود (۱ و ۲).

شکاف میان عرضه و تقاضای آب، ریشه اصلی بحران آبی است که امروزه بیش از ۴۰ درصد از مردم جهان با آن دست‌وپنجه نرم می‌کنند. بخشی از این عدم تعادل ناشی از کمبود طبیعی منابع آب است و بخشی دیگر معلول فعالیت‌های انسانی است که بر سامانه‌های آبی تأثیر منفی می‌گذارند (۳). بر اساس شاخص کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل، کشوری که بیش از ۴۰ درصد از منابع آب تجدیدشونده خود را مصرف کند، در وضعیت کمبود شدید آب قرار دارد (۴). در ایران، بیش از ۷۰ درصد از کل منابع آب در بخش کشاورزی مصرف می‌شود که نشان‌دهنده قرار گرفتن کشور در وضعیت بحرانی است. سرانه آب در دسترس در ایران حدود ۱۶۰۰ مترمکعب در سال است و این کشور را در زمره کشورهای دچار کمبود آب آبیاری قرار می‌دهد؛ وضعیتی که با گذشت زمان رو به وخامت است (۵).

وجود بحران آب در ایران یک واقعیت انکارناپذیر است. خشک شدن دریاچه‌ها، تالاب‌ها و رودخانه‌ها، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، نشست زمین، افت کیفیت آب، فرسایش خاک، گسترش بیابان‌ها و وقوع طوفان‌های گرد و غبار از مهم‌ترین نمودهای عینی این بحران هستند. قانون‌گذاران برای مقابله با این بحران اقداماتی نظیر تصویب قوانین کنترل آب‌های زیرزمینی، ملی کردن آب، سیاست‌های توزیع متعادل، قیمت‌گذاری، سهمیه‌بندی و اشتراک‌گذاری منابع آبی را در دستور کار قرار داده‌اند. با این حال، این اقدامات در مجموع نتوانسته‌اند بحران را برطرف کنند و وضعیت نه‌تنها بهبود نیافته، بلکه شدت بیشتری نیز یافته است (۶).

منطقه سیستان در شمال شرق استان سیستان و بلوچستان که روزگاری انبار غله کشور به شمار می‌رفت، امروزه با بحران جدی کمبود آب کشاورزی روبه‌روست. وابستگی شدید این منطقه به جریانات سطحی رودخانه هیرمند که از افغانستان سرچشمه می‌گیرد، در کنار ضعف در مدیریت منابع آب، موجب شده است که کشاورزان برای تأمین آب موردنیاز خود به چاه‌نیمه‌ها متکی باشند و این منطقه با بحران آبی عمیقی مواجه شود (۷).

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکردی توصیفی–تحلیلی، عوامل محیطی مؤثر بر سیاست‌گذاری مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی سیستان را بررسی می‌کند. هدف از این بررسی، ارائه سند استراتژیک مبتنی بر انتخاب راهبردهای برتر در راستای مدیریت بهینه منابع آب و بهینه‌سازی الگوی زراعی منطقه است. علاوه بر این، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP)، به بهینه‌سازی فعالیت‌های زراعی مبتنی بر آب چاه‌نیمه‌ها با رویکرد سازگاری با خشکسالی پرداخته می‌شود.

اهداف پژوهش

۱. بررسی عوامل محیطی اثرگذار بر سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در منطقه سیستان و تحلیل جوانب مختلف ماتریس SWOT در راستای ارتقای این سیاست‌گذاری‌ها.

۲. بررسی اثرات رویداد خشکسالی بر مؤلفه‌های مهم بخش کشاورزی، منابع آب و درآمد کشاورزان منطقه سیستان.

۳. برآورد شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب مصرفی در اراضی زراعی منطقه سیستان در شرایط خشکسالی و بهره‌مندی از منابع آبی چاه‌نیمه‌ها.

۴. تعیین الگوی بهینه کشت و تخصیص اراضی در منطقه سیستان با تأکید بر پایداری، رویارویی با خشکسالی و بهره‌برداری مناسب از منابع آب چاه‌نیمه‌ها.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

امروزه کشاورزی با بحران‌هایی همچون کمبود آب، آلودگی ذخایر آبی انتقال آب کشاورزی به دیگر بخش‌های مصرفی، کارآیی پایین مصرف آب و غیره روبه‌رو است که نگاه دقیق به این موضوعات نیازمند توجه بیشتر به موضوع مدیریت آب در این بخش می‌باشد (۸). مسائل محیطی مانند کمبود آب، برآیند یک سری نگرش‌های افراد در اجتماع بوده که درک صحیح این مسائل و کسب دانش و آگاهی درباره آن‌ها، مستلزم تحقیق و پژوهش در خصوص افراد و گروه‌هایی است که با این مسائل و بحران‌ها در ارتباط هستند. اگرچه نحوه مدیریت منابع آب اساساً وابسته به شاخص‌های اقتصادی می‌باشد و به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

صورت یک رهیافت تجاری درآمده، اما در عین حال تفکر توسعه و بهره‌برداری پایدار از آب نیز مدنظر قرار گرفته است که نقش و اهمیت بالایی را در برنامه‌ریزی‌ها و قانون‌گذاری‌ها بازی می‌کند. از این‌رو، در دنیا شیوه‌های مختلفی در بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی، با توجه بـه وضعیت اقتصادی و اجتماعی و موقعیت محلی جوامع، تعریف شده است (۹ و ۱۰).

بررسی وضعیت منابع آب و مدیریت آن در ایران بیان‌گر این است که این کشور به لحاظ موقعیت جغرافیایی در زمره‌ی مناطق خشک جهان قرار گرفته و کمبود آب در آن مهم‌ترین تنگنای توسعه کشاورزی به شمار می‌آید. تنها خاستگاه منابع اصلی آب در ایران، ریزش‌های جوی سالانه است که به صورت آب‌های سطحی در رودخانه‌ها و آبراهه‌ها و غیره انباشته می‌شود (۱۱). به طوری که از حدود ۳۷ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی به دلیل محدودیت و بحران منابع آب فقط ۷/۸ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت آبی است. بیش از ۹۳ درصد از منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود که از متوسط سهم مصرف جهانی آب در حدود ۲۰ درصد بالاتر است (۱۲). لذا نگرش فراگیر و همه جانبه نسبت به بهبود مدیریت پایدار آب و عوامل مؤثر بـر آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و در واقع مدیریت اثربخش و پایدار منابع آب برای تضمین توسعه پایدار حیاتی است (۱۳).

استحصال غیراستاندارد آب‌های زیرزمینی، آلودگی ناشی از پساب و فاضلاب و فعالیت‌های انسانی از دیگر مشکلات مدیریت آب است که شامل عدم توانایی مهار آب‌های سطحی، نبود برنامه درازمدت مدیریت منابع آب، مسائل و مشکلات ناشی از نارسایی اقتصادی و مالی می‌باشد. کمبود مراکز تحقیقاتی علمی و مطالعات آبی، عدم وجود بانک‌های اطلاعاتی دقیق از آمار و ارقام ذخایر، منابع و مصرف آب نیز از سایر چالش‌ها در زمینه مدیریت آب می‌باشند. بنابراین، ارتقای بهره‌وری منابع آب کشاورزی، امنیت غذایی و تأمین پایدار مواد غذایی نیازمند افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی، اصلاح ساختار مدیریتی و بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع آب موجود و دردسترس کشاورزان است. مدیریت کارای منابع آب کشاورزی اهمیت قابل توجهی دارد و مفهوم مدیریت پایدار مصرف منابع آب کشاورزی در پاسخ به موضوعاتی درباره استفاده نامناسب از منابع آب و آثار مخرب زیستمحیطی و اقتصادی کشاورزی سنتی مطرح شده است (۱۴).

یکی از اصلی‌ترین محدودیت‌ها در توسعه زیربخش زراعت و کشاورزی، تخصیص دادن غیرمناسب عوامل تولید (به خصوص آب و اراضی) بین فعالیت‌های زراعی مختلف است. لذا، توجه به تخصیص بهینه عوامل تولید در بین فعالیت‌های مختلف کشاورزی و باغداری می‌تواند از اهداف اساسی سیاست‌گذاران بخش کشاورزی به شمار رود. در تخصیص دادن عوامل بین فعالیت‌های متنوع کشاورزی در سطح اراضی، توجه نمودن به موضوع و مشکل کمبود عوامل و نهاده‌ها خیلی مهم است (۷). با تأمل به اهمیت نهاده آب در ایجاد الگوهای بهینه زراعی و تخصیص بجا و مناسب این نهاده محدود در بین محصولات کشاورزی، به ویژه در شرایط رخداد خشکسالی پژوهش‌های داخلی و خارجی متعددی صورت گرفته است.

رئن و[1] همکاران (۱۵) در تحقیقی به ارائه یک الگوی برنامه‌ریزی پیچیده جهت بهینه‌سازی تخصیص آب کشاورزی پرداختند که نه تنها برای تخصیص بهینه آب کشاورزی بلکه در راستای افزایش راندمان مصرف آب، مورد بهره‌برداری واقع می‌شود. یافته‌ها حاکی از آن هستند که نتایج الگوی ریاضی مورد بهره‌برداری برای اتخاذ تصمیم در خصوص استفاده بهینه منابع آب کشاورزی در شرایط عدم قطعیت‌های دائمی خیلی مناسب و پرکاربرد می‌باشند.

هائو و[2] همکاران (۱۶) در پژوهشی از یک الگوی زراعی بهینه‌سازی شده در جهت تحقق هدف ماکزیمم‌سازی سود خالص حاصل از هر واحد آب آبیاری برای زارعین استان گانسو[3]چین در مواقع عدم قطعیت و در میزان منابع آب موجود استفاده کردند. یافته‌ها نشان می‌دهد که اگر نرخ ذخیره آب آبیاری نسبت به شرایط فعلی منطقه ۴۴ درصد افزایش یابد، بدین ترتیب مقدار ذخیره خالص آب آبیاری به ۲۲ تا ۱/۲۸ میلیون مترمکعب و مقدار ذخیره ناخالص به ۸/۲۲۱ الی ۴/۲۷۲ میلیون مترمکعب افزایش خواهد یافت.

ظروفی و مظفری (۱۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی سناریوهای تخصیص بهینه منابع آب کشاورزی با استفاده از مدل ویپ (WEAP)[4]در حوضه سد کلان ملایر پرداختند. نتایج نشان داد که سناریو توسعه کامل با در برداشتن بهبود ساختار شبکه انتقال و توزیع آب و همچنین اصلاح سرانه مصرف و افزایش سهم ۳۰ درصدی اراضی کشاورزی که با روش‌های مدرن آبیاری می‌شوند، بالاترین شاخص اعتمادپذیری (بیش از ۹۰ درصد) برای هر یک از بخش‌های مصرف را به دست آورد. همچنین افزایش غیرمحافظه‌کارانه نیازهای آبی باعث کاهش معنادار اعتمادپذیری سیستم می‌شود به طوری که باعث اتمام ذخیره آب زیرزمینی به عنوان ذخایر حیاتی منطقه طی ۱۵ سال از اجرای این سناریو خواهد شد.

غفاری مقدم و همکاران (۷) در مطالعه‌ای به تخصیص بهینه منابع آب بخش کشاورزی بین محصولات منتخب مناطق روستایی سیستان پرداختند. برای این منظور از تئوری بازی‌ها[5]بهره گرفتند. جهت اجرای بازی از الگوریتم فرابتکاری استفاده شد که ترکیبی از الگوریتم ژنتیک پویا[6]و روش برنامه‌ریزی فازی[7]می‌باشد. نتایج نشان داد استفاده از مدل پیشنهادی می‌تواند منجر به تخصیص کارا و عادلانه آب بین مناطق تحت آبیاری و محصولات مختلف شود به طوری که حداکثر سود از این تخصیص حاصل خواهد شد و با افزایش راندمان آبیاری از ۳۵ به ۵۰ و ۷۰ درصد مقدار سود کل از ۳۱۴۸۱۰ به ۵۴۴۳۹۰ و ۸۹۶۰۵۰ میلیون ریال به ترتیب افزایش می‌یابد.

---

[1] Ren

[2] Hao

[3] Gansu Province

[4] Water Evaluation and Planning System

1. Multistage Stochastic Programming
2. Games Theory
3. Dynamic Genetic Algorithm

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

در حال حاضر یکی از عمده‌ترین مشکلات مدیریت منابع آب در ایران این است که جایگاه فعلی و آینده منابع آب در رشد و توسعه کشور بخوبی مشخص نیست و تحت تأثیر عوامل محیطی و غیرمحیطی متعددی قرار دارد که جملگی این عوامل می‌توانند بر روی سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی اثرگذار باشند. رشد جمعیت، مصرف‌گرایی، افزایش تقاضا برای محصولات و تولیدات کشاورزی، افزایش شهرنشینی و مهاجرت از مناطق روستایی به شهری، مکانیزه شدن زندگی‌ها و ...، وضعیت منابع آب را به لحاظ برداشت کمی و کیفی در معرض فشارهای زیادی قرار داده‌اند. از این رو، نیاز است تا با شناسایی و مدیریت عوامل فشار طبیعی و غیرطبیعی تاثیرگذار بر سیاست‌گذاری‌های درون بخشی و فرابخشی به خصوص در راستای متعادل‌سازی عرضه و تقاضای آب کشاورزی، گام‌های موثر و مناسبی در راستای مدیریت مصرف آب برداشته شوند. اگرچه که مطالعات داخلی و خارجی متعددی با رویکردهای متفاوت اما همسو در راستای مدیریت بهینه منابع آب در این زمینه انجام شده‌اند، اما در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

تاهسن و کارنی[1](۱۸) چارچوب جدیدی را به منظور برنامه‌ریزی استراتژیک و توسعه کلی مدیریت منابع آب منطقه نیاگارا با استفاده از مدل تجزیه و تحلیلSWOT[2] ارائه نمودند. همچنین، آن‌ها برای شناسایی اولویت در میان گزینه‌های تصمیم‌گیری بالقوه از مدل سلسله مراتب تحلیلی[3](AHP) و فرآیند شبکه تحلیلی[4](ANP) استفاده نمودند. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که تلاش برای پیش‌بینی تحولات احتمالی در بخش مدیریت منابع آب قابل توصیه نیست و در این راستا، نیاز به تحقیقات بیشتری در مورد منطقه نیاگارا برای باز کردن بحث‌های جدید بین کانادا و ایالت متحده در خصوص مدیریت منابع آب موجود و دردسترس کشاورزان است.

چارتزولاکیز و برتاک[5](۱۹) با انجام پژوهشی در راستای مدیریت پایدار منابع آب تحت شرایط تغییرات آب و هوایی به این نکته دست یافتند که قبول کردن مدیریت دائمی منابع آب آبیاری از سوی کشاورزان در سطح اراضی یک مشکل بهره‌مندی از تکنولوژی نیست، بلکه در برگیرنده ملاحظات دیگری چون رفتار اجتماعی مردم روستایی و توانمند نمودن و مشارکت دادن زارعین در مدیریت نهاده آب زراعی، قید و بندهای اقتصادی و قوانین نهادی و سیاست‌گذاری‌های رایج در یک محدوده جغرافیایی می‌باشد.

هدایتی اقمشهدی و همکاران (۲۰) در مطالعه‌ای سیاست‌گذاری توأم عرضه و تقاضا محور منابع آب را با استفاده از مدیریت پارامترهای فشار در حوضه آبریز خزر بررسی نمودند و سپس با استفاده از روش فازی[6](FANP)، پارامترهای فشار را در دو دسته انسانی و غیرانسانی اولویت‌بندی کردند. نتایج نشان می‌دهد که در حوضه آبریز خزر پارامتر انسانی با امتیاز ۰/۸۰۷ نسبت به پارامتر غیرانسانی از اهمیت بیشتری برخوردار است. از بین زیرمعیارها نیز مصرف آب کشاورزی با ۰/۲۴۳ امتیاز و سدسازی با ۰/۰۳۹ امتیاز بیشترین و کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، یافته‌ها حاکی از آن است که اصلاح سیاست مصرف آب در بخش کشاورزی حوضه مذکور، به دلیل اهمیت استراتژیک، اقتصادی و اجتماعی که دارد، نیازمند برنامه‌ای بلندمدت با تخصیص و صرف منابع مالی زیاد می‌باشد.

نتیجه اعمال سیاست‌گذاری‌های اقتصادی در بخش‌های کشاورزی و مدیریت منابع آب تا حد زیادی وابسته به نحوه رفتار یا عکس‌العمل احتمالی کشاورزان نسبت به برنامه‌های سیاستی اعمال شده می‌باشد. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز پیش از هر چیز تحت تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آن‌ها قرار دارد. مسئولین و مدیران تصمیم‌گیر در بخش کشاورزی به دنبال آن هستند که بتوانند با اطمینان بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و عکس‌العمل کشاورزان نسبت به آن‌ها آگاه شوند. امروزه این امر به کمک تحلیل برنامه‌های سیاستی در سناریوهای محتمل و کاربردی و با بهره‌مندی از مجموعه مدل‌های برنامه‌ریزی فراهم شده است (۲۱ و ۲۲). مطالعات متعددی با بهره‌مندی از رویکرد فوق، به بررسی اثرات سیاست‌گذاری‌های بخش مدیریت منابع آب و کشاورزی در شرایط سازگاری با خشکسالی پرداخته‌اند.

شی و همکاران (۲۳) با انجام پژوهشی کاربردی، سیاست‌گذاری‌های قیمتی و سهمیه‌ای آب کشاورزی را به عنوان راه حلی برای رفع محدودیت این نهاده در موقعیت جغرافیایی هایاوازاری کشور چین واقع در حوضه رود حیقه مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه از یک الگوی زیست- اقتصادی[7]جهت برآورد ارزش واقعی نهاده آب زراعی بهره گرفته شد. یافته‌ها حاکی از آن بود که ارزش واقعی آب در سطحی کمتر از قیمت سایه‌ای آن برآورد شده است. از این رو، عکس‌العمل زارعین به تغییرات ارزش واقعی آب غیر محسوس و برای کاهش درخواست یا تقاضای نهاده آب باید ارزش آن را به مقدار قابل توجهی

[1] Tahseen and Karney
[2] Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
[3] Analytical Hierarchy Process Model
[4] Analytical Network Process
[5] Chartzoulakis and Bertak
[6] Fuzzy ANP Method
[7] Bio-Economic Modeling

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

افزایش داد. به طور کلی، در شرایط کم‌آبی و رخداد خشکسالی، مدیریت کمی یا سهمیه‌بندی آب در محدوده مطالعاتی موردنظر رویکرد مناسب‌تری می‌باشد که در نهایت کاهش سود ناخالص کشاورزان منطقه را به حداقل میزان ممکن می‌رساند.

پراکاشان چاتلان و همکاران (۲۴) در پژوهشی تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب بر کارایی استفاده از آن را در شرایط نیمه‌خشک بررسی کردند. در این بررسی برای تحلیل کارایی استفاده از آب آبیاری در نظام تولید محصول‌های کشاورزی در حوضه رودخانه کریشنای هند، از تحلیل پوششی داده تصادفی[1] استفاده شد. نتایج نشان داد که تقاضا برای آب در کشتزارهای نزدیک به مرز و کسانی که دارای سطح کارایی پایینتری هستند بیشتر می‌باشد و همین طور اگر نظام قیمت‌گذاری به صورت حجمی اعمال شود افزایش قیمت آب، ضرر شایان توجهی نخواهد داشت، اما تقاضای آب به میزان شایان توجهی کاهش پیدا خواهد.

کیخا و همکاران (۲۵) با استفاده از یک مدل هیدرولوژی- اقتصادی موضوع مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه آبریز جازموریان غربی را در شرایط رخداد خشکسالی مورد بررسی قرار دادند. هدف از این کار، تخصیص آب میان کاربران مختلف و حداکثرسازی فایده‌های اجتماعی ناشی از مصرف آب بود. نتایج نشان داد با تغییر در الگوی کشت و تکنولوژی آبیاری، امکان افزایش منفعت در بخش کشاورزی تا ۴۴ درصد منفعت جاری وجود دارد؛ این در حالی است که میزان مصرف آب در این بخش ۱۱ درصد کاهش می‌یابد. علاوه بر این، با احتساب بخش زیست‌محیطی در برنامه‌ریزی یکپارچه مدیریت منابع آب و اختصاص آب به تالاب جازموریان نیز منفعت ۵۶۲۶۰ میلیون ریال حاصل می‌شود.

پرهیزکاری و همکاران (۲۶) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی چنددوره‌ای، خسارت‌های اقتصادی انتقال آب بین حوضه‌ای از سرشاخه‌های الموت‌رود به دشت قزوین را در شرایط رخداد خشکسالی بر الگوی کشت، کاربری اراضی و وضعیت درآمدی کشاورزان در حوضه مبدأ (منطقه الموت) تحلیل و ارزیابی کردند. نتایج گویای آن بود که اجرای برنامه سیاستی انتقال بین حوضه‌ای آب کشاورزی از سرشاخه‌های الموت‌رود به دشت قزوین با ایجاد محدودیت در میزان عرضه آب آبیاری منجر به کاهش ۱/۷۱ تا ۶/۳۲ درصدی الگوی زراعی کشت و کاهش ۲/۵۸ تا ۹/۸۲ درصدی میزان سود ناخالص کشاورزان منطقه الموت (حوصه مبدأ) می‌شود.

با توجه به نتایج و یافته‌های مطالعات بررسی شده، می‌توان دریافت که ارزیابی اثرات ناشی از سیاست‌گذاری‌های اجرایی در بخش مدیریت منابع آب و کشاورزی از دیدگاه‌های مختلف و با استفاده از روش‌های گوناگون مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که عمدتاً از الگوهای توصیفی- تحلیلی و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در حالت‌های مختلف (ساده، فازی، سلسله مراتبی و ...) برای این منظور بهره گرفته شده است. نتیجه به دست آمده از الگوهای توصیفی- تحلیلی و مدل‌های برنامه‌ریزی هنجاری با رفتار واقعی کشاورزان فاصله داشته و این مسئله به نوبه خود منجر به انحراف محسوسی در پیش‌بینی اثرگذاری سیاست‌گذاری‌های بخش مدیریت منابع آب و کشاورزی شده است. از این رو، برای حل مشکل یاد شده، الگوی برنامه‌ریزی اثباتی که برآورد اولیه آن بر مبنای سطوح مشاهده شده سطح فعالیت‌ها در سال پایه می‌باشد، توسعه یافته است. الگوی مدل‌سازی اقتصادی تدوین شده با این روش، قادر به توضیح بهتر اثرگذاری‌ها و تغییرپذیری شرایط حاکم بر محیط فعالیت زراعی کشاورز و اعمال سیاست‌ها و برنامه‌های اجرایی می‌باشد. از این رو در مطالعه حاضر، تلاش شده تا با بهره‌مندی از مجموعه الگوهای توصیفی- تحلیلی (در پوشش مدل SWOT[3]) و برنامه‌ریزی ریاضی (در قالب مدل PMP[4]) به بهینه‌سازی فعالیت‌های زراعی مبتنی بر استفاده از آب چاهک‌ها در منطقه سیستان با رویکرد سازگاری با خشکسالی پرداخته شود.

روش تحقیق

روش تحلیل راهبردی توسعه سیاست‌گذاری‌های منابع آب مبتنی بر روش SWOT و ماتریس QSPM[5]

مدل تحلیلی SWOT، از جمله مدل‌های تصمیم‌گیری به شمار می‌رود که در راستای مشخص نمودن راهبرد درازمدت یا کوتاه‌مدت و به وجود آمدن تصمیم‌گیری‌های کلان و مهم در خصوص مشکلات و مسائل مختلف، تداعی شده است (۲۷). این الگوی تحلیلی می‌تواند برای یک موقعیت جغرافیایی ویژه و یا مباحثی که پژوهشگران به شکلی با آن مواجه می‌باشند، تداعی و طرح شود و در واقع هدف اساسی آن تعیین استراتژی جهت بهبود راندمان و یا شرایط کنونی سناریوهای از پیش تعیین شده می‌باشد. این الگوی تحلیلی، در شروع کار به منظور تعیین پتانسیل و ظرفیت یک موضوع و یا یک موقعیت و بررسی پیامدهای داخلی و خارجی اثرگذار بر آن به کار گرفته می‌شود و سپس با بهره‌مندی از یافته‌های حاصل، استراتژی‌های مختلف در راستای اخذ

2. Envelopment Analysis of Random Data
3. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
4. Positive Mathemathical Programming
5. Quantitative Strategic Planning Matrix

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

تصمیم‌ها و پیش‌بینی‌ها و رویکردهایی برای ارتقاء آن مکان یا موضوع تعیین می‌نماید (۲۸). برای هر مسئله، پیامدهای گوناگونی وجود دارند که می‌توانند در نحوه کیفیت عملکرد آن موثر باشند. این پیامدها می‌توانند در دو گروه عوامل درونی و بیرونی تعریف شوند (۲۹).

تحلیل SWOT از بارزترین ابزارهای راهبردی می‌باشد که در پی حداکثرسازی نقاط قوت و فرصت و از طرفی دیگر، حداقل سازی تهدیدها و تبدیل نمودن نقاط ضعف به نقاط قوت است. این الگوی ماتریسی- تحلیلی از جدولی با مشخصات دو بعد مجزا تشکیل شده است که هر یک از این دو بعد، با داشتن چهار ناحیه مشخص، نشانگر یک دسته استراتژی هستند (۳۰ و ۳۱). این استراتژی‌ها عبارتند از:

- **استراتژی‌های تهاجمی (SO):** این استراتژی‌ها بیانگر راهبردهای بیشترین میزان بهره‌مندی از فرصت‌های موجود و محیطی با به کار بستن نقطه‌های قوت در راستای یک موضوع، منطقه و یا سیاست می‌باشند. این راهبردها یا استراتژی‌ها بدین پرسش پاسخ می‌دهند که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از نقاط قوت شناسایی شده، حداکثر بهره‌برداری را از فرصت‌ها انجام داد؟

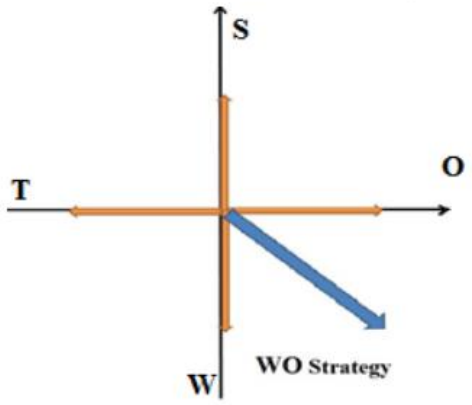
۲- استراتژی‌های محافظه‌کارانه (WO): این استراتژی‌ها بیانگر راهبردهای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای هستند که در فرصت‌های محیطی نهفته‌اند و برای جبران نقاط ضعف موجود در خصوص یک موضوع، منطقه و یا سیاست به کار گرفته می‌شوند. راهبردها یا استراتژی‌های محافظه‌کارانه بدین پرسش پاسخ می‌دهند که چگونه می‌توان با استفاده نمودن از فرصت‌ها، نقطه‌های ضعف را به نقطه‌های قوت جابجا نمود و یا اینکه از شدت آن‌ها کاست؟

۳- استراتژی‌های رقابتی (ST): این استراتژی‌ها بیانگر رویکردهای بهره‌مندی از نقطه‌های قوت سیستم برای جلوگیری از رویارویی با تهدیدهای موجود در خصوص یک موضوع، منطقه و یا سیاست به کار گرفته می‌شوند. راهبردها یا استراتژی‌های رقابتی بدین پرسش پاسخ می‌دهند که چگونه می‌توان با به کارگیری مجموعه نقطه‌های قوت موجود، تأثیر تهدیدهای غالب را رفع و یا حذف نمود و یا اینکه به حداقل میزان ممکن کاهش داد؟

۴- استراتژی‌های تدافعی (WT): این استراتژی‌ها بیانگر راهبردهایی هستند که جهت حداقل‌سازی ضررها و زیان‌های حاصل از مجموعه نقاط ضعف و نقاط تهدید موجود در خصوص یک موضوع، منطقه و یا سیاست به کار گرفته می‌شوند. راهبردها یا استراتژی‌های تدافعی به این پرسش پاسخ می‌دهند که چگونه می‌توان با کاستن از نقاط ضعف، تأثیر تهدیدهای موجود را به حداقل میزان ممکن کاهش داد و یا حذف کرد؟ به طور کلی، مدل SWOT ، یکی از مهم‌ترین مدل‌های توصیفی- تحلیلی جهت تصمیم‌گیری‌های راهبردی می‌باشد که با شناسایی عوامل درون‌بخشی و فرابخشی می‌تواند به برنامه‌ریزی و مدیریت راهبردی در خصوص یک مسئله، موضوع، منطقه و یا سیاست کمک نماید (۳۱).

الگوی ماتریسی طراحی راهبرد کمی یا مدل QSPM

در شرایط کنونی از جمله رویکردها و ابزارهای مناسبی که در ارزیابی و تحلیل گزینه‌های راهبردی و تعیین و تشخیص جذابیت‌های نسبی راهبردها در مرحله اخذ تصمیم کاربرد فراوانی دارد، الگوی ماتریس برنامه‌ریزی راهبردی کمی (QSPM) است. با توجه به شکل ۱، ماتریس مذکور جهت انتخاب و اولویت‌بندی راهبردهای برتر مورد بهره‌برداری واقع می‌گردد (۳۲).



شکل ۱- انتخاب استراتژی یا راهبرد برتر در الگوی QSPM

روش کار با ماتریس طراحی استراتژیک کمی بدین صورت است که ابتدا براساس محتوای پرسشنامه‌های تهیه شده، عوامل درونی و بیرونی موثر بر سناریوی تعریف شده در تحقیق تعیین می‌گردند و سپس به ارزش و یا ضریب تبدیل می‌شوند. برای کمی کردن خروجی پرسشنامه‌ها، شاخص‌ها و عوامل براساس طیف لیکرت (اعداد ارزشی یک تا پنج) و مقادیر ارزشی آن‌ها براساس رتبه مشخص می‌شوند و در انتهای کار با ضرب نمودن رتبه در ضریب مشخص شده، ارزش یا مقدار نهایی هر عامل مشخص می‌گردد. حاصل جمع مقادیر ارزش‌ها و نمرات به دست آمده، ارزش یا مقدار نهایی هر یک از عامل‌های چهارگانه (نقطه‌های قوت، نقطه‌های ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها) را محاسبه می‌کند. در نهایت ضریب نهایی چهارگانه وارد نمودار مدل SWOT می‌شود که این نمودار دارای چهار نوع راهبرد مختلف برای موضوع، منطقه و یا سیاست مورد بررسی می‌باشد که این راهبردها ترکیبی از عوامل مختلف هستند (۳۳).

در بخش پایانی بکارگیری رویکرد SWOT مبتنی بر ماتریس QSPM با استفاده از ارزش نهایی هر یک از عوامل چهارگانه، در یک محور، مناسب‌ترین راهبرد یا استراتژی تعیین می‌شود. در ادامه برای کمی نمودن راهکارهای حاصل از مدل تحلیلی SWOT از ماتریس طراحی استراتژیک کمی استفاده

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

می‌گردد. ماتریس QSPM یک روش تحلیلی است که به وسیله آن جذابیت نسبی و اولویت استراتژی‌های شناسایی شده توسط تحلیل SWOT مشخص می‌شود. در واقع این تکنیک به صورت عینی استراتژی‌های گوناگونی را که در زمره بهترین استراتژی‌ها یا استراتژی‌های برتر هستند، مشخص می‌نماید (۳۴).

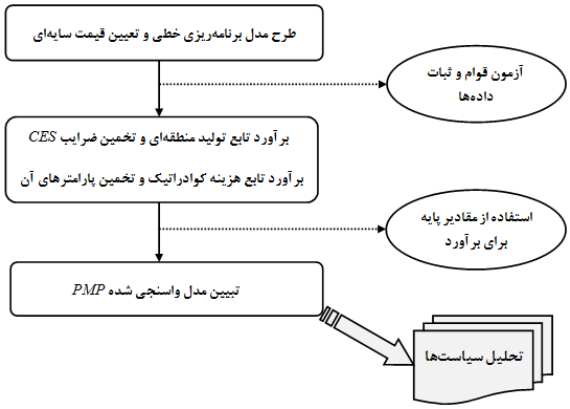
روش تحلیل سیاست‌گذاری‌های منابع آب با مدل برنامه‌ریزی PMP مبتنی بر تابع تولید CES[1]

در شرایط کنونی الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) به عنوان ابزاری مهم، کاربرد بسیار زیادی را در ارزیابی سیاست‌های بخش کشاورزی دارند. حسن استفاده از این الگوها در مقایسه با الگوهای ریاضی دیگر، قابلیت آن‌ها در ارزیابی جزئی‌تر شرایط سیاستی و برنامه‌ریزی در سطح اراضی می‌باشد (۳۵). علت آن است که این نوع مدل‌ها یا الگوها به راحتی می‌توانند اطلاعات فعلی را بازسازی نمایند و از این رو به آن‌ها مدل‌هایی با رویکرد مثبت (یا واقعی) می‌نامند. هدف اصلی این نوع الگوها نشان دادن عکس‌العمل کشاورزان به تغییرات بیرونی (مانند شرایط قیمتی، بازار، سیاست‌گذاری‌ها و ...) می‌باشد که برنامه‌ریزان بخش کشاورزی را روز به روز نسبت به الگوهای PMP علاقه‌مند می‌سازند (۳۶).

اولین بار Howitt در سال ۱۹۹۵ مدل PMP را معرفی کرد. اما، این الگوی ریاضی حتی قبل از ارائه قطعی آن، تحت عنوان یکی از رویکردهای غالب در راستای تحلیل و ارزیابی برنامه‌های سیاستی بخش کشاورزی در الگوهای زراعی و کشت به‌کار برده می‌شده است. در الگوهای برنامه‌ریزی PMP فرض ثابت این است که کشاورزان در موقعیت کنونی با تحت‌الشعاع قرار دادن قیمت بازاری محصولات کشاورزی و نهاده‌های تولیدی، به صورت بهینه فعالیت‌های زراعی خود را اجرایی می‌کنند، این امر بدین دلیل است که قیدها و محدودیت‌های بی‌شماری در شرایط واقعی برنامه کشاورزان و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی را متأثر می‌سازند و در چنین شرایطی سازنده مدل تجربی نمی‌تواند تمامی آن‌ها را در مدل لحاظ نماید؛ این در حالی است که کشاورزان و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی در زمان تصمیم‌گیری برای اجرا در شرایط واقعی تمامی آن‌ها را در نظر می‌گیرند. به طور کلی، الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، جهت تحلیل و ارزیابی برنامه‌های سیاستی بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب در شرایط فعلی مفید و مثمرثمر می‌باشد (۳۷).

کالیبراسیون یا واسنجی الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در این پژوهش مطابق با رویکرد تدوین شده از طرف مدلین– آزورا و همکاران (۳۸) و هاوویت و همکاران (۳۹) و همچنین، با توجه به برآورد کشش‌های جانشینی ثابت، تخمین ضرایب تابع هزینه کوادراتیک یا درجه دو و براساس اطلاعات وارد شده در توابع تولید محصولات کشاورزی و همچنین مجموعه قیدها و محدودیت‌هایی که برای عوامل مورد استفاده در سطح الگوی کشت منطقه سیستان (زمین، آب، نیروی‌کار و سرمایه) وجود دارند، در سه گام مداوم و پی در پی انجام می‌گیرد.

شکل ۲ مراحل کامل واسنجی الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) مورد استفاده در این پژوهش را بازگو می‌کند. در مطالعه حاضر با تکیه بر مدل تجربی مورد استفاده، فرض شده است که رفتار یا عکس‌العمل آنی کشاورزان برای حداکثرسازی سود ناخالص کشاورزان و شرایط تعادلی کوتاه‌مدت سبب تخصیص میزان نهاده‌های محدود مطابق با آن‌چه که در سال مبنا مشاهده شده، می‌شود.



شکل ۲. مراحل واسنجی مدل PMP مبتنی بر تابع تولید CES

مرحله اول: حل مدل برنامه‌ریزی خطی و برآورد قیمت‌های سایه‌ای یا مقادیر دوگان محدودیت‌های سیستمی

این مرحله از اجرای مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، شامل حل یک الگوی برنامه‌ریزی خطی کمکی جهت کالیبره نمودن گام نخست مدل و اطلاعات استفاده شده برای عوامل تولید، میزان آب مصرفی برای هر محصول و میزان عملکرد حاصله می‌باشد که نتایج به دست آمده را به داده‌های واقعی نزدیک می‌کند و اطلاعات جامع‌تری را در خصوص محصولات، محدودیت‌های سیستمی و تابع هزینه غیرخطی برای عامل اصلی تولید (یعنی زمین) به همراه دارد (۳۸ و ۴۰). در واقع این گام از واسنجی الگوی PMP در برگیرنده اجرای یک مدل برنامه‌ریزی خطی کمکی در راستای حداکثر نمودن سود ناخالص

1. Constant Elasticity of Substitution

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

کشاورزان (با در نظر گرفتن کلیه محدودیت‌های منابع و واسنجی) می‌باشد. افزون بر این، در این گام پس از اجرای الگوی برنامه‌ریزی خطی، ارزش‌های سایه‌ای یا مقادیر دوگان برای کلیه محدودیت‌های موجود و طرح شده در مدل (منابع و واسنجی) به دست می‌آید. پس از اجرای الگوی برنامه‌ریزی خطی کمکی جهت برآورد ارزش سایه‌ای کلیه محدودیت‌های الگو، ارزش‌ها یا مقادیر دوگان تعریف می‌شوند (۳۸ و ۳۹). شکل کلی این گام از کالیبراسیون الگوی PMP به صورت زیر قابل ارائه است:

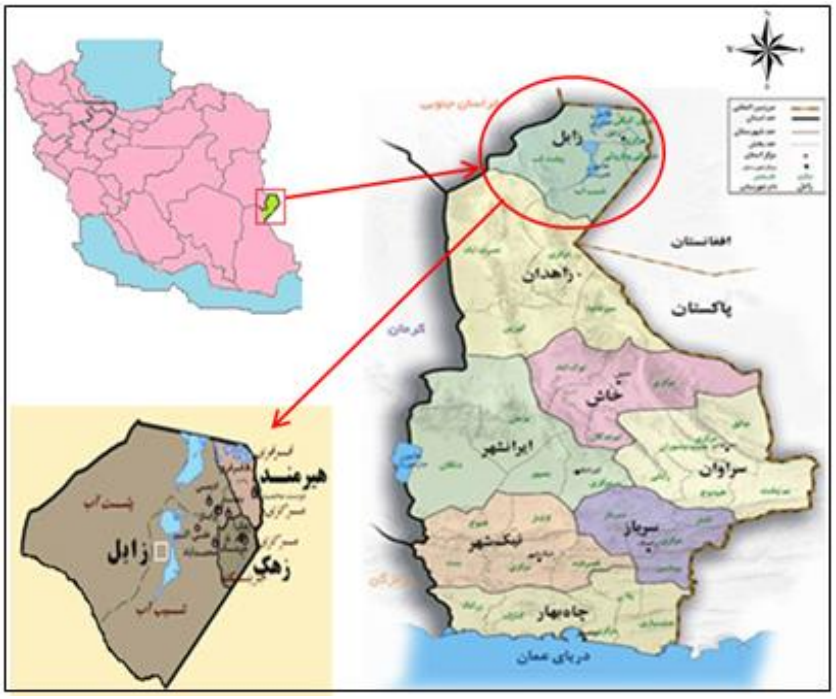
$$\text{Max } \pi = \sum_{i=1}^{7}\left(P_i Y_i - \sum_{j=1}^{4} a_{ij}\, c_{ij}\right)x_i \qquad (۱)$$

$$\sum_{i=1}^{7} a_{ij}\, x_i \le b_j \quad [\mu] \quad \forall i,j \qquad (۲)$$

$$x_i \le \tilde{x}_i + \varepsilon \quad [\theta] \quad \forall i \qquad (۳)$$

$$x_i \ge 0 \quad \forall i \qquad (۴)$$

رابطه (۱)، به عنوان تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی، شامل حداکثر کردن مجموع سود کشاورزان است. در این رابطه π بیانگر سود ناخالص کشاورزان، i بیانگر محصولات منتخب زراعی (گندم آبی، جو آبی، یونجه، پیاز، خربزه، هندوانه و شبدر)، j بیانگر نهاده‌ها یا عوامل تولید (آب، زمین، نیروی‌کار و سرمایه)، x_i سطح زیرکشت محصول i در و a_{ij} بیانگر ضرایب لئونتیف است که نسبت استفاده هر عامل تولید به زمین را نشان می‌دهد و از رابطه ($a_{ij=\tilde{x}_i/\tilde{x}_{i,land}}$) به دست می‌آید. در واقع، $\tilde{x}_i$ بیانگر ضرایب فنی منابع مورد استفاده در هر منطقه مطالعاتی می‌باشد. P_i قیمت محصول i، Y_i عملکرد محصول i، c_{ij} هزینه نهاده j برای تولید محصول i است. رابطه (۲)، کمیابی نهاده‌ها را در حوزه مطالعاتی نشان می‌دهد و برای عواملی چون آب، زمین، نیروی‌کار و سرمایه تعریف می‌شود. در این رابطه b_j بیانگر مجموع نهاده‌های دردسترس برای تولید محصولات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. رابطه (۳)، قید یا محدودیت کالیبراسیون الگوی ارائه شده را بازگو می‌کند و در آن، $\tilde{x}_i$ بیان کننده مقدار مشاهده شده فعالیت i در سال مبنا و ε مقدار مثبت ناچیزی می‌باشد. افزودن قید یا محدودیت کالیبراسیون به الگوی تجربی ارائه شده منجر به این نتیجه می‌شود که یافته‌ها یا مقادیر بهینه الگوی خطی دقیقاً میزان فعالیت‌های دیده شده در سال مبنا را برآورد می‌سازد. پس از کالیبره یا واسنجی نمودن الگوی برنامه‌ریزی خطی کمکی به منظور برآورد ارزش‌های سایه‌ای کلیه محدودیت‌های الگو، ارزش‌های دوگان تعریف می‌شوند. μ در رابطه (۲)، ارزش سایه‌ای محدودیت سیستمی و θ در رابطه (۳) ارزش سایه‌ای محدودیت واسنجی را بازگو می‌کند. محدودیت رابطه (۴) غیرمنفی بودن ارزش‌های مربوط به سطح فعالیت‌های زراعی را در منطقه سیستان نشان می‌دهد. این محدودیت قابل اجرا بودن الگوی برنامه‌ریزی ارائه شده را به لحاظ فیزیکی در منطقه مطالعاتی بازگو می‌کند (۳۸ و ۳۹).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی منطقه سیستان در شمال شرق استان سیستان و بلوچستان

مرحله دوم: برآورد تابع تولید CES و تابع هزینه غیرخطی یا کوادراتیک از درجه دو

در این گام از واسنجی مدل تجربی، تابع تولید با کشش‌های جانشینی ثابت که به منظور واسنجی در مرحله بعدی الگوی PMP نیاز است، برآورد می‌شود. حالت نهایی تابع تولید CES به شکل رابطه زیر قابل ارائه است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

$$Y_i = \delta_i \left[\beta_{i1} h_{i1}^{\rho_i} + \cdots + \beta_{i4} h_{i4}^{\rho_i}\right]^{\vartheta/\rho_i} \quad (۵)$$

در رابطه (۵)، Y_i میزان تولید محصول i ، h_{ij} عامل تولید j برای تولید محصول i، δ_i پارامتر مقیاس و β_{ij} پارامتر تولید است که سهم نهاده j را برای تولید محصول i نشان می‌دهد. ϑ ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌باشد و تابع تولید CES با ضرایب ثابت مستلزم آن است که این ضریب برابر با یک شود. ρ_i نیز متغیری است که بر حسب کشش جانشینی بین نهاده‌ها تعریف می‌گردد و برای محاسبه مقدار عددی آن از رابطه $\rho_{i=(1-\vartheta)/\vartheta}$ استفاده می‌شود. پس از تخمین تابع تولید و گرفتن مشتق اول از آن، پارامترهای β_{ij} به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشند:

$$\sum_{j=1}^{4} \beta_{ij} = 1 \quad (۶)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1+\frac{w_1}{c_1}\left(\sum_L^n \frac{c_L}{w_L^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}}\right)^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}} \quad (۷)$$

$$\beta_L = \frac{1}{1+\frac{w_1^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}}{c_1}\left(\sum_L^n \frac{c_L}{w_L^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}}\right)^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}} * \frac{c_L w_L^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}}{c_1 w_1^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}} \quad (۸)$$

$$\beta_L = \beta_1 * \frac{c_L w_L^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}}{c_1 w_1^{\left(-\frac{1}{\vartheta}\right)}} \quad (۹)$$

در روابط فوق، w_L میزان نهاده Lام و c_L هزینه نهاده یا عامل تولید L ام می‌باشد. با استفاده از تعریف تابع تولید CES، می‌توان پارامتر مقیاس را برای هر محصول محاسبه و هر یک را در سطح پایه ارزیابی نمود. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\tau_{ij} = \frac{\left(\frac{q_i}{x_i}\right)*\widehat{x_1}}{\left[\sum_{j=1}^{4} \beta_j w_j^{\rho_j}\right]^{\vartheta/\rho_i}} \qquad \forall j, i \quad (۱۰)$$

مراحل تخمین بالا برای تمام محصولات و مناطق قابل تعمیم است. قابلیت مدل واسنجی شده این است که روند تخمین پارامترها در آن برای تمام محصولات و مناطق به طور خودکار انجام می‌شود (۳۸ و ۳۹).

علاوه بر استخراج تابع تولید CES، در این گام از کالیبراسیون الگوی PMP، ارزش‌ها و مقادیر دوگان یا قیمت سایه‌ای برای استخراج یک تابع هزینه متغیر غیرخطی از درجه دو (کوادراتیک) مختص نهاده زمین مورد استفاده واقع می‌شوند. به منظور سادگی محاسبات، در این مطالعه از تابع هزینه متغیر با درجه دو (کوادراتیک) به شرح رابطه زیر بهره گرفته می‌شود:

$$TC_i(x_{i,land}) = \delta_i x_{i,land} + \frac{1}{2}\ \gamma_i x2_{i,land} \qquad \forall i, g \quad (۱۱)$$

در رابطه بالا، TC_i بیانگر هزینه کل زمین برای تولید محصول i ، δ_{ig} پارامتر رهگیری (جدا کننده) یا عرض از مبدأ و γ_i پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i می‌باشد (φ_i). این پارامترها با بازگشت دادن مقادیر دوگان یا قیمت‌های سایه‌ای واسنجی شده بر روی مقادیر مشاهده شده سطح فعالیت‌ها (مقادیر x_i) به دست می‌آیند:

$$\gamma_i = \frac{2\mu_{i,land}}{\varphi_i * x_i} \qquad \forall i \quad (۱۲)$$

$$\delta_i = \omega_i, land\ - \mu_i \quad \forall i \quad (۱۳)$$

در روابط ارائه شده بالا، φ_i بیانگر میزان کشش عرضه محصول i، $\omega_i, land$ بیانگر هزینه عامل تولید زمین برای کشت محصول i و $\mu_{i,land}$ ارزش سایه‌ای کالیبره شده برای عامل تولید زمین در گام نخست الگوی واسنجی شده می‌باشد (۳۸ و ۳۹).

مرحله سوم: استخراج الگوی PMP نهایی با کمک تابع هدف غیرخطی از درجه دو

در این گام که گام آخر واسنجی الگوی PMP است، با بهره‌مندی از تابع تولید و تابع هزینه غیرخطی کالیبره شده در گام قبلی و به کار بستن کلیه محدودیت‌های الگو (به جز محدودیت کالیبراسیون)، یک الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی مطابق با معادلات طرح شده در روابط ۱۴ تا ۱۹ کالیبره می‌شود که پس از این امر، دقیقاً اطلاعات سال مبنا را نتیجه می‌دهد.

$$\text{Max } \pi = \sum_{i=1}^{7} P_i\left(\delta_i \left[\beta_{i1} h_{i1}^{\rho_i} + \cdots + \beta_{i4} h_{i4}^{\rho_i}\right]^{\vartheta/\rho_i}\right) - \sum_{i=1}^{7}\left(\delta_i x_{i,land} + \frac{1}{2}\ \gamma_i x2_{i,land}\right) - \sum_{g=1}^{5}\sum_{j=water}^{5}\left(\omega_{i,j}\ x_{i,j}\right) \quad (۱۴)$$

Subject to:

$$\sum_{g=1}^{7} x_{ij} \le TA \qquad \forall j \quad (۱۵)$$

$$\sum_{i=1}^{7} w_i\ .\ x_i \le TW \quad (۱۶)$$

$$\sum_{i=1}^{7} k_i\ .\ x_i \le Tk \quad (۱۷)$$

$$\sum_{i=1}^{7} la_i\ .\ x_i \le Tla \quad (۱۸)$$

$$x_i \ge 0 \qquad \forall i \quad (۱۹)$$

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

معادله (۱۴)، تابع هدف الگوی PMP کالیبره شده را بازگو می‌کند که در برگیرنده تابع تولید، تابع هزینه غیرخطی از درجه دو برای نهاده زمین و تابع هزینه خطی برای دیگر عوامل تولید (آب آبیاری، سرمایه و نیروی‌کار و ...) است. $\omega_{i,j}$ در این معادله بیانگر ارزش یا هزینه مربوط به عامل تولید j به منظور کشت محصول i می‌باشد. این پارامتر برای عامل تولید آب مصرفی مربوط به هزینه استحصال مقادیر آب غیرسطحی است. رابطه (۱۵)، محدودیت سطح زیرکشت محصولات کشاورزی را بازگو می‌کند که در آن، TA مجموع اراضی کشت شده در منطقه مورد مطالعه است. رابطه (۱۶)، بیان کننده محدودیت منابع آب کشاورزی است که w_i در آن نیاز آبی محصول i و TW مجموع منابع آب دردسترس در منطقه است. رابطه (۱۷)، محدودیت سرمایه را بازگو می‌کند که در آن، k_i پارامتر یا ضریب فنی مخارج در واحد سطح محصول i و Tk مجموع سرمایه موجود در منطقه مطالعاتی است. منظور از سرمایه در اینجا، مجموع عوامل تولید (بذر، کود و سم) استفاده شده در کشت محصولات در منطقه مطالعاتی می‌باشد (که مقدر آن برحسب کیلوگرم در هکتار و ارزش آن برحسب ریال در هکتار بیان می‌شود). در واقع، طرف چپ این قید یا محدودیت نیاز فعالیت‌های زراعی به عامل سرمایه را نشان می‌دهد که برابر با مجموع مخارج و هزینه‌های متغیر برای تولید محصولات در منطقه است. طرف راست این قید یا محدودیت نیز کل مقادیر سرمایه قابل تخصیص به فعالیت‌های زراعی در منطقه مورد مطالعه است. رابطه (۱۸)، قید یا محدودیت نیروی‌کار را نشان می‌دهد که در آن، la_i نیروی انسانی لازم جهت تولید محصول i و Tla مجموع نیروی انسانی موجود در منطقه مطالعاتی است. رابطه (۱۹) حاکی از مثبت بودن سطح فعالیت‌های زراعی (مقادیر x_i) است. این محدودیت ضمانت می‌کند که الگوی تجربی ارائه شده در این مطالعه با توجه به شرایط فیزیکی موجود در منطقه مورد مطالعه، قابلیت اجرایی شدن را دارد.

پس از ارائه الگوی مدل‌سازی مبتنی بر مراحل سه‌گانه فوق و برنامه‌نویسی آن در محیط نرم‌افزاری GAMS، با ورود اطلاعات و داده‌های آماری مربوط به سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در بخش دیتای نسخه نرم‌افزاری، الگوی زراعی مبتنی بر بهره‌مندی از آب چاهک‌های موجود (چاه نیمه‌ها) با رویکرد سازگاری با خشکسالی در منطقه سیستان بهینه‌سازی گردید و اثرات رویداد خشکسالی و کم آبی بر الگوی بهینه ارائه شده، تحت شرایط مختلف (سناریوهای کاربردی) بررسی و تحلیل شد. در پایان با برآورد شاخص بهره‌وری آب که نسبت سود حاصل از تولید محصولات زراعی در الگوی بهینه کشت را به میزان آب مصرفی در سطح اراضی بازگو می‌کند، استراتژی‌ها یا سیاست‌گذاری‌های مناسب مطابق با شرایط کنونی منطقه سیستان شناسایی شدند و به منظور عملیاتی سازی آن‌ها در اولویت امر قرار گرفتند.

نتایج و بحث

جدول ۱، داده‌های آماری مربوط به منطقه سیستان را طی سال پایه نشان می‌دهد. این اطلاعات برگرفته از داده‌های اسنادی موجود در سازمان جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان هستند که برای متغیرهای کلیدی عملکرد، قیمت، نیاز آبی و سرمایه (میزان کود، سموم شیمیایی، آفت‌کش و علف‌کش مصرفی) گردآوری شدند. نیاز آبی محصولات منتخب زراعی با استفاده از نرم‌افزار نیاز آبی Netwat و گزارشات موجود در این زمینه برآورد گردید. قیمت محصولات منتخب زراعی با توجه به میانگین ارزش بازاری ثبت شده در گزارشات سازمان‌های ذیربط لحاظ گردید. عامل تولید سرمایه مجموع میانگین نهاده‌های بذر، کود و سموم شیمیایی مورد استفاده در واحد سطح محصولات منتخب زراعی را بازگو می‌کند که کشاورز قبل از هر چیز برای کشت محصولات منتخب زراعی به آن‌ها نیاز دارد. در واقع، ارزش ریالی این نهاده، هزینه یا سرمایه اولیه موردنیاز کشاورزان جهت کشت و تولید محصولات منتخب زراعی در واحد سطح می‌باشد. مقادیر آماری برای نهاده نیروی‌کار نیز براساس ساعت‌کار موردنیاز طی مراحل کاشت، داشت و برداشت محصولات منتخب زراعی در واحد سطح (هکتار) لحاظ گردید.

جدول ۱. اطلاعات آماری مربوط به محصولات منتخب زراعی منطقه سیستان طی سال پایه ۱۴۰۲-۱۴۰۱

محصولات زراعی	الگوی سال پایه (ha)	عملکرد (kg/ha)	نیاز آبی (m^3/ha)	قیمت (Rial/kg)	سرمایه* (kg/ha)	نیروی‌کار (ساعت‌کار)
گندم آبی	۴۵۶۷۸	۳۵۱۷	۴۲۸۷	۲۸۵۰۰۰	۲۳۰	۷۳۵
جو آبی	۲۱۶۸۴	۳۳۳۱	۳۶۰۰	۲۵۲۰۰۰	۲۵۰	۶۵۰
یونجه	۷۱۸۳	۹۷۵۶	۹۷۴۲	۱۲۷۵۰۰	۴۵۰	۹۷۰
پیاز	۶۵۴۰	۱۶۰۲۲	۸۱۲۰	۱۱۵۰۰۰	۲۵۰	۹۳۰
خربزه	۴۸۸۹	۲۰۸۰۰	۷۶۰۰	۸۷۰۰۰	۲۲۰	۷۸۰
هندوانه	۴۱۹۰	۲۱۵۳۰	۷۸۷۴	۸۲۰۰۰	۲۵۰	۸۹۰
شبدر	۳۳۵۰	۱۰۶۷۷	۷۲۴۰	۱۰۵۰۰۰	۳۵۰	۸۴۵

*: مجموع نهاده‌های کود شیمیایی، سموم، آفت‌کش و علف‌کش است که کشاورز در واحد سطح (هکتار) نیاز دارد.

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان، ۱۴۰۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۱، ملاحظه می‌شود که محصول غله‌ای گندم آبی با ۴۵۶۷۸ هکتار بیشترین و محصول علوفه‌ای شبدر با ۳۳۵۰ هکتار کمترین سهم را در الگوی کشت منطقه دارا می‌باشند. محصولات زراعی خربزه، هندوانه و پیاز به ترتیب بیشترین میزان عملکرد را در واحد سطح به خود اختصاص داده‌اند. محصولات غله‌ای گندم و جو آبی نیز کمترین میزان عملکرد را در واحد سطح اراضی دشت سیستان دارا می‌باشند. بیشترین میزان واحد سرمایه برای تولید محصولات صیفی خربزه و پیاز و محصول علوفه‌ای یونجه به کار گرفته می‌شود و گندم و جو آبی بیشترین قیمت بازاری را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج بخش اول تحقیق: ارزیابی توسعه سیاست‌گذاری‌های منابع آب به روش SWOT و ماتریس QSPM

نتایج به دست آمده از این بخش اول تحقیق حاضر در زمره نتایج و یافته‌های تحلیلی- توصیفی می‌باشند که با استفاده از یک رویکرد کاربردی (به لحاظ هدف) و یک روش پیمایشی یا میدانی (به لحاظ گردآوری اطلاعات موردنیاز) به دست آمدند. درواقع، بخشی از اطلاعات اولیه در خصوص سیاست‌گذاری-های انجام شده در حوزه بهره‌برداری و تخصیص منابع آب و مدیریت این نهاده کمیاب در منطقه سیستان از طریق مطالعات و تحقیقات پیشین گردآوری شدند. بخش دیگری از اطلاعات آماری هم به کمک ابزار پرسشنامه جمع‌آوری شدند. پس از تدوین ابزار تحقیق (پرسشنامه)، نظرات افراد خبره و مسئول در حوزه مدیریت منابع آب و بخش کشاورزی منطقه سیستان ارزیابی و سنجیده شدند، سپس با بهره‌مندی از روش دلفی از اطلاعات و نتایج به دست آمده برای پیش‌بینی شرایط آتی منطقه در حوزه مدیریت منابع آب تحت شرایط رویداد خشکسالی و کم‌آبی استفاده شد. با کمک رویکرد فوق و بهره‌مندی از نظرات و پیشنهادات افراد خبره (نمونه موردنظر در تحقیق)، عوامل محیطی و غیرمحیطی موثر بر سیاست‌گذاری‌های درون‌بخشی و فرابخشی مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان، فرصت‌ها، تهدیدها، نقطه‌های قوت و نقطه‌های ضعف با دقت و صراحت بالا تعیین شدند و بدین شکل چارچوب اصلی ماتریس تحلیلی SWOT ایجاد شد. همچنین، برای تخصیص امتیاز به نقطه‌های قوت، نقطه‌های ضعف، فرصت‌های موجود و تهدیدهای احتمالی در الگوهای تحلیلی- ماتریسی SWOT مدنظر، پیشنهادات و دیدگاه‌های خبرگان و کارشناسان نمونه آماری درج گردید و در انتها، تحلیل و ارزیابی عوامل بیرونی از طریق ماتریس ارزیابی عوامل خارجی(EFE) [۲۵] و عوامل درونی از طریق ماتریس ارزیابی عوامل داخلی(IFE) [۲۶] صورت پذیرفت.

جدول ۲، تفکیک و تقسیم‌بندی عوامل درونی و بیرونی مرتبط با حوزه‌ها یا زیربخش‌های اصلی ابزار تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۲. تفکیک و تقسیم‌بندی عوامل درونی و بیرونی مرتبط با حوزه‌ها یا زیربخش‌های اصلی ابزار تحقیق

حوزه یا زیربخش اصلی ابزار تحقیق	عوامل بیرونی و عوامل درونی*	تعداد سوالات
افزایش میزان بهره‌وری منابع آب کشاورزی و حفظ و صیانت از آن	O1، O3، T5، T13، T16	۵
تدوین برنامه‌های یکپارچه منطقه‌ای برای بخش کشاورزی و منابع آب	S3، S5، S8،O2، O10، T6	۶
انطباق کشاورزی بر شرایط آب و هوایی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه	W2، W10، W14، T2، T8	۵
حفظ و احیای اراضی زراعی و رعایت کامل حقوق آبخیزنشینان	W4، O4، O6، T11، T12	۵
اجرایی‌سازی الگوی بهینه کشت با برنامه‌های تشویقی و ترغیبی	W12، W13، W15، T14	۴
ارتقاء و پایداری معیشت کشاورزان منطقه و توسعه کشاورزی	W17، O11، T4، T7، T9	۵
تغییر مدیریت منابع آب از یک‌تنه به مدیریت مشارکتی ذینفعان	S2، S7، W9، O7، O8، O9	۶
تغییر مدیریت منابع آب از مدیریت سازه‌ای به مدیریت مشارکتی	S1، W7، W11، O5، T15	۵
برقراری تعادل منابع آب سطحی و زیرزمینی با لحاظ حقوق آبخیزنشینان	W3، W6، W16، T3، T10	۵
توسعه فرآیند اشتراک‌گذاری آب و نهاد بازار با تمرکز بر مخازن چاه‌نیمه‌ها	S4، S6، W1، W5، W8، T1	۶

*: شامل کلیه عوامل بیرونی و درونی مرتبط با زیربخش‌های اصلی ابزار تحقیق می‌باشند.

پس از تعیین و تقسیم‌بندی حوزه‌ها یا زیربخش‌های اصلی ابزار تحقیق و تفکیک سوالات مرتبط با هر حوزه، به تعیین درجه اهمیت عوامل داخلی و خارجی براساس نظرات کارشناسان در نمونه موردبررسی پرداخته شد. برای این منظور، تمام امتیازهایی که توسط متخصصان و کارشناسان حوزه منابع آب و بخش کشاورزی منطقه سیستان در خصوص نقاط قوت و ضعف سیاست‌گذاری‌های محقق شده اختصاص داده شده بودند، با هم جمع شدند (یعنی کل نمرات نقطه‌های قوت و ضعف، که مجموع این نمرات امتیاز کلی عوامل درونی را مشخص نمودند). جهت مشخص نمودن مقدار ضریب هر عامل درونی، نمره یا امتیازی که برای هر نقطه قوت و یا هر نقطه ضعف به صورت جداگانه در حالت کلی به دست آمده بود بر مجموع نمرات عوامل درونی تقسیم شد و بدین شکل، ضریب هر عامل درونی محاسبه گردید. براساس یک اصل کلی و از قبل تعیین شده، چنانچه حاصل‌جمع امتیازها یا نمره‌های

[2] External Factor Evaluation Matrix
[26] Internal Factor Evaluation Matrix

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

کلی پایین‌تر از سطح نرمال ۲/۵ باشد، بدین معنی است که اجرای سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه سیستان با تأکید بر استفاده از ذخایر آب مخازن چاه‌نیمه‌ها از نظر عوامل درونی دچار ضعف است و یا از نظر عوامل بیرونی دچار تهدید می‌باشد. اگر چنانچه حاصل‌جمع امتیازها یا نمره‌های به دست آمده در حالت کلی بالاتر از سطح نرمال ۲/۵ باشد، به معنی وجود قوت و یا فرصت در اجرای سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه سیستان با تأکید بر استفاده از ذخایر آب مخازن چاه‌نیمه‌ها است. جدول ۳، تحلیل و ارزیابی نقاط قوت و ضعف ناشی از عوامل داخلی (IFE) را در راستای سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری و تخصیص منابع آب منطقه سیستان با رویکرد توجه به ذخایر آبی مخازن چاه نیمه‌ها بازگو می‌کند.

جدول ۳. ارزیابی نقاط ضعف و قوت ناشی از عوامل درونی (ماتریس ارزیابی عوامل داخلی IFE)

نماد	گویه‌ها یا عوامل	ضریب اهمیت	امتیاز (شدت)	امتیاز نهایی	اولویت
S1	- ایجاد فرآیند مشارکت ذینفعان در شکل‌گیری الگوهای تفویض آب و پذیرش نقش مشارکتی ذینفعان در فرآیند تخصیص آب چاه نیمه‌ها در سیستان	۰/۰۲۷۵	۳/۲۵	۰/۰۸۹	۱
S2	- الزام به ایجاد نمودن بنیان‌های یکپارچه تحقیقی و امکان بهره‌گیری از نظام‌های پویا در برآورد اطلاعات مرتبط با تخصیص آب در منطقه سیستان	۰/۰۲۰۳	۲/۵۰	۰/۰۵۱	۵
S3	- کمک به ایجاد جریان تسهیم دانش بین کارکنان سازمان‌های محلی جهت دستیابی به اطلاعات موثق طی فرآیند تخصیص آب در منطقه سیستان	۰/۰۱۹۲	۲/۲۵	۰/۰۴۳	۷
S4	- سرمایه‌گذاری دائمی ذینفعان (دولت، کشاورزان، صنایع و ...) در زیرساخت-ها برای تخصیص کارآمد آب چاه نیمه‌ها به منظور کسب منافع در سیستان	۰/۰۲۱۷	۳/۰۰	۰/۰۶۵	۳
S5	- استفاده از ابزارهای کشف قیمت (مزایده، مناقصه و کارگزاری) برای مشخص شدن قیمت عادلانه و گسترش نظام‌های حسابداری در ساختار تخصیص آب	۰/۰۱۷۸	۲/۵۰	۰/۰۴۵	۶
S6	- پیگیری جهت ایجاد سازوکارهای اولیه مرتبط با تبادل حقوق آب (بازار آب و اشتراک‌گذاری منابع آب) و مشخص نمودن حق قابل انتقال از حقآبه‌ها	۰/۰۲۳۰	۳/۲۵	۰/۰۷۵	۲
S7	- شکل‌گیری محاکم اختصاصی برای منازعات مرزی مرتبط با آب رودخانه هیرمند و به رسمیت شناختن کثرت‌گرایی حقوق در ساختار تخصیص آب	۰/۰۲۰۷	۲/۵۰	۰/۰۵۲	۴
S8	- بررسی اولیه و پیگیری امکان ایجاد صندوق‌های حامی جهت انجام اقدامات بنیانی در حوزه تخصیص منابع آب چاه نیمه‌ها در منطقه سیستان	۰/۰۱۹۸	۱/۷۵	۰/۰۳۵	۸
	جمع ضرایب نقاط قوت (S ها)	**۰/۱۷۰**		**۰/۴۵۴**	
W1	- نبود ارزش‌یابی اقتصادی و پیامدگرا در راستای تخصیص منابع آب سیستان و تشدید معضلات موجود به ویژه در مناطق مرزی با کشور همسایه	۰/۰۵۲۴	۲/۵۰	۰/۱۳۱	۳
W2	- افزایش میزان شوری آب و خاک در محل یا هنگامه تخصیص منابع آب چاه نیمه‌ها و به ویژه در دلتای رودخانه هیرمند	۰/۰۴۰۶	۲/۷۵	۰/۱۱۲	۷
W3	- عدم هماهنگی فعالیت‌های اجرایی با مقیاس‌های مشخص و از پیش تدوین شده برای تخصیص منابع آب چاه نیمه‌ها در دو بخش شرب و کشاورزی	۰/۰۴۹۰	۲/۰۰	۰/۰۹۸	۱۳
W4	- عدم کفایت ابزارهای جبرانی و پرداخت غرامت در خصوص تخصیص منابع آب چاه نیمه‌ها و از بین رفتن مناطق انتقال دهنده در حوزه رودخانه هیرمند	۰/۰۴۷۲	۲/۲۵	۰/۱۰۶	۱۰
W5	- لحاظ نکردن هزینه‌های جانبی طرح تخصیص آب چاه نیمه‌ها (هزینه آلودگی آب، مالیات، تأسیسات و ...) در برآورد هزینه‌ها جهت قیمت‌گذاری	۰/۰۴۴۳	۲/۷۵	۰/۱۲۲	۵
W6	- توجه نکردن به مجزاسازی حقوق منابع آب از اراضی و ضعف در اجرای نظام یکپارچه حقوقی در بین مشارکت‌کنندگان در تخصیص آب چاه نیمه‌ها	۰/۰۵۱۰	۲/۲۵	۰/۱۱۵	۶
W7	- نبود مذاکرات و گفتمان دائمی و پایدار مابین ذینفعان، سازمان‌های مردم نهاد و سازمان‌های دولتی علیرغم کاهش شدید حقابه‌های مرزی سیستان	۰/۰۳۸۳	۱/۷۵	۰/۰۶۷	۱۵
W8	- عدم اجرایی‌سازی ساختار یکپارچه بازار آب، نبود سازوکار تعیین ارزش اقتصادی آب و عدم بهره‌برداری در حد معقول آب در سطح اراضی زراعی	۰/۰۵۸۲	۲/۷۵	۰/۱۶۰	۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

W9	- تغییر جریان‌های آبی حاصل از آورد رودخانه هیرمند و متعاقباً کنارگذاری برخی از اهداف از پیش تعیین‌شده تخصیص منابع آب در دشت سیستان	۰/۰۵۵۱	۲/۰۰	۰/۱۱۰	۹
W10	- حذف جریان‌های برگشتی آب به چاه نیمه‌ها به جهت توجه صرف به رشد بهره‌وری و عدم اجرای سازوکار کاهش تبخیر از سطح آزاد آب این مخازن	۰/۰۴۱۲	۱/۵۰	۰/۰۶۲	۱۶
W11	- نادیده گرفتن نقش مهم فراتولیدی آب و توجهات بیش از حد به تأمین آب شرب مناطق شهری همجوار از ذخایر آب چاه نیمه‌ها	۰/۰۴۳۲	۱/۲۵	۰/۰۵۴	۱۷
W12	- عدم توجه به کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی در برآوردهای مرتبط با تخصیص و تشدید راه‌اندازی چاه‌های غیرمجاز آب در دشت سیستان	۰/۰۳۹۳	۲/۵۰	۰/۰۹۸	۱۲
W13	- عدم وجود بستر و زیرساخت‌های کامل جهت فعلیت یافتن امر تخصیص بهینه منابع آب چاه نیمه‌ها در دشت سیستان	۰/۰۵۶۱	۳/۰۰	۰/۱۶۸	۱
W14	- مهجور ماندن بخش کشاورزی منطقه سیستان به دلیل وابستگی شدید به آب رودخانه هیرمند و کوشش برای به نابودی کشاندن آن	۰/۰۵۵۲	۲/۲۵	۰/۱۲۴	۴
W15	- ضعف آموزش در زمینه عملیاتی‌سازی الگوی بهینه مصرف آب و بهینه‌سازی الگوی زراعی در منطقه به ویژه در زمان رویداد خشکسالی و کم آبی	۰/۰۵۵۸	۲/۰۰	۰/۱۱۲	۸
W16	- نادیده گرفتن حق و حقوق کشاورزان در تسهیم منابع آب مرزی و امیدهای واهی برای اجرای معاهدات سابق در منطقه	۰/۰۵۲۰	۲/۰۰	۰/۱۰۴	۱۱
W17	- نابودی منابع آبی موجود و محدود در چاه نیمه‌ها به دلیل نجات بخش شرب و سودآوری حاصل از تخصیص در اراضی با محصولات غیرمتعارف و آب‌بر	۰/۰۵۱۱	۱/۷۵	۰/۰۸۹	۱۴
	جمع ضرایب نقاط ضعف (W ها)	**۰/۸۳۰**		**۱/۸۳۲**	
	جمع ضرایب نقاط قوت و ضعف‌ها (مجموع امتیاز عوامل درونی)	**۱/۰۰**		**۲/۲۸۶**	

جدول ۴، تحلیل و ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از عوامل خارجی (EFE) را در راستای سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه سیستان با رویکرد توجه به ذخایر آبی مخازن چاهک‌های موجود (چاه نیمه‌ها) بازگو می‌کند.

جدول ۴. ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از عوامل بیرونی (ماتریس ارزیابی عوامل خارجی EFE)

نماد	گویه‌ها یا عوامل	ضریب اهمیت	امتیاز (شدت)	امتیاز نهایی	اولویت
O1	– افزایش میزان تمایل ذینفعان جهت مشارکت در طرح‌های توسعه‌ای مدیریت منابع آب و تقلیل مسائل زیست محیطی در منطقه سیستان	۰/۰۳۵۳	۳/۰۰	۰/۱۰۶	۱
O2	– افزایش میزان توجه بخش دولتی و نهادهای ذیربط به توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب در منطقه سیستان	۰/۰۳۵۷	۲/۷۵	۰/۰۹۸	۲
O3	– افزایش توجهات مسئولین ذیصلاح استانی و کشوری به مدیریت یکپارچه آب و تخصیص مناسب منابع آب موجود در چاه نیمه‌ها مطابق با اسناد بالادستی	۰/۰۴۲۷	۲/۲۵	۰/۰۹۶	۳
O4	– ایجاد نگرش مثبت و سازنده در بین ذینفعان منابع آب منطقه سیستان به خصوص در حوزه بازمصرف آب موجود و توسعه سیستم‌های زهکشی در اراضی پایین‌دست	۰/۰۳۳۸	۱/۷۵	۰/۰۵۹	۶
O5	– رشد جایگاه مدیریت بحران منابع آب و تخصیص بهینه آن در برنامه‌ریزی‌های کلان مرتبط با توسعه با نگاه ویژه به توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب	۰/۰۴۰۲	۱/۵۰	۰/۰۶۰	۵
O6	– ایجاد فرهنگ و اطلاع‌رسانی‌های جمعی درخصوص مجازات در نقض قوانین مرتبط با برداشت آب و ازدیاد مصرف در دشت‌های بحرانی کشور از جمله دشت سیستان	۰/۰۲۴۹	۱/۵۰	۰/۰۳۷	۹
O7	– افزایش سطح آگاهی فعالان مدنی و مسئولین استانی نسبت به محدودیت آب و الزام به تخصیص مناسب این نهاده کمیاب در سطح اراضی زراعی منطقه سیستان	۰/۰۴۵۸	۱/۷۵	۰/۰۸۰	۴
O8	– شکل‌گیری شبکه‌های تحقیقاتی محلی و امکان ارائه راهکارهای مناسب جهت تخصیص بهینه منابع آب چاه نیمه‌ها به ذینفعان بخش کشاورزی و شرب	۰/۰۱۴۲	۲/۲۵	۰/۰۳۲	۱۰
O9	– عزم و اراده مسئولین نهادهای ذیربط مدیریت منابع آب و کشاورزی بر تمرکززدایی از قدرت سیاسی و تفویض اختیار به سازمان‌های مردم نهاد محلی در سیستان	۰/۰۲۵۰	۲/۰۰	۰/۰۵۰	۷

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

O10	– امکان استفاده از فناوری‌های جدید جهت سهولت فرآیند تخصیص منابع آب و روی آوردن به فرآیندهای توسعه آبیاری نوین در اراضی منطقه سیستان	۰/۰۱۹۷	۲/۲۵	۰/۰۴۴	۸
O11	– امکان بهره‌گیری از کمک‌های اقتصادی و اعتبارات مناسب دولتی در دوره زمانی جابه‌جایی جهت تقلیل فجایع ناشی از انتقال و تخصیص آب	۰/۰۱۱۳	۱/۷۵	۰/۰۲۰	۱۱
	جمع ضرایب فرصت‌ها (O ها)	**۰/۳۲۹**		**۰/۶۸۳**	
T1	– تغییر مداوم در ساختارهای مدیریتی و برنامه‌های اجرایی مرتبط با مباحث آب و بی‌نتیجه ماندن پروژه‌های توسعه زیرساخت و عملیات انتقال آب در منطقه سیستان	۰/۰۴۸۴	۲/۷۵	۰/۱۳۳	۳
T2	– رویداد تغییرات اقلیمی و آب و هوایی در قالب روند نزولی کاهش بارندگی، افزایش تبخیر و تعرق، گرمایش زمین و در نهایت خشکسالی‌های متوالی	۰/۰۶۱۳	۳/۷۵	۰/۲۳۰	۱
T3	– برداشت غیرقانونی منابع آب زیرزمینی با حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بدون مجوز و تشدید بحران آب‌های زیرزمینی و فرونشست اراضی در دشت سیستان	۰/۰۴۲۲	۳/۰۰	۰/۱۲۷	۵
T4	– رویداد پدیده مهاجرت منطقه‌ای و عدم برخورداری مناسب برنامه‌های حاضر از پشتوانه مردمی به واسطه ناامیدی آن‌ها در حل بحران‌های موجود در منطقه سیستان	۰/۰۳۵۹	۲/۵۰	۰/۰۹۰	۱۳
T5	– نبود هماهنگی‌های یکپارچه و مکفی مابین ارگان‌های ذیربط در حوزه منابع آب و کشاورزی منطقه سیستان (آب منطقه‌ای، محیط‌زیست، کشاورزی و ...)	۰/۰۴۷۳	۲/۲۵	۰/۱۰۶	۹
T6	– فقدان اطلاع‌رسانی به موقع از سوی رسانه‌ها به عموم مردم جهت اطلاع از وضعیت بحرانی دشت سیستان و نبود آموزش به کشاورزان در حوزه تخصیص بهینه منابع آب	۰/۰۳۹۶	۲/۵۰	۰/۰۹۹	۱۰
T7	– ضعف در احساس مسئولیت اجتماعی و وجدان عمومی به ویژه در راستای بهره‌برداری از منابع آب موجود و محدود چاه نیمه‌ها و هدررفت این نهاده کمیاب	۰/۰۳۸۲	۲/۵۰	۰/۰۹۶	۱۱
T8	– هزینه‌های گزاف اجرایی‌سازی طرح‌های مقابله با خشکسالی در سیستان با طرز تفکر عدم به صرفه‌بودن تولیدات کشاورزی تا این میزان از سوی نهادهای ذیصلاح	۰/۰۴۶۸	۳/۲۵	۰/۱۵۲	۲
T9	– رخداد بحران‌های اجتماعی (بیکاری، ورشکستگی کشاورزان، رشد مشاغل کاذب در نقاط مرزی و ...) در کنار مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی در منطقه سیستان	۰/۰۴۱۰	۲/۷۵	۰/۱۱۳	۸
T10	– کاهش میزان کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی به دلیل برداشت بیش از حد و شور شدن اراضی زراعی در مناطق پایین‌دست کشاورزی در دشت سیستان	۰/۰۴۲۵	۲/۷۵	۰/۱۱۷	۶
T11	– ایجاد نفوذهای سیاسی بر الگوهای تخصیص آب منطقه سیستان از سوی کشور همسایه و تهدید منطقه‌ای برای تولیدات زراعی و دامی	۰/۰۳۹۶	۲/۲۵	۰/۰۸۹	۱۲
T12	– بازگشت به نظام خرده مالکی و به هم خوردن یکپارچگی اراضی به دلیل بهره‌برداری ناقص از منابع آب و امکان‌پذیر نمودن بالاجبار برنامه‌های تخصیص ذخایر آبی موجود	۰/۰۳۱۲	۱/۲۵	۰/۰۳۹	۱۶
T13	– ناکارآمد شدن شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌ها و پساب‌های کشاورزی در منطقه سیستان به دلیل هزینه‌های هنگفت و غیر اقتصادی تحمیل شده	۰/۰۳۸۴	۱/۷۵	۰/۰۶۷	۱۴
T14	– روی آوردن کشاورزان به کشت محصولات با مصرف آبی بالا و عدم رعایت الگوی کشت بهینه با طرز تفکر کسب سود اقتصادی بیشتر	۰/۰۴۳۲	۳/۰۰	۰/۱۳۰	۴
T15	– تشدید حاکمیت تفکر مدیریت سازه‌ای در فرآیند تخصیص نهاده آب به جای پررنگ‌تر شدن جایگاه نهادهایی چون بازارهای آب محلی در منطقه سیستان	۰/۰۴۶۰	۲/۵۰	۰/۱۱۵	۷
T16	– بزرگی حدود نظارتی، عدم چرخش وظایف و کاهش کیفیت نظارت بر بهره‌برداران از سود نهادهای ذیربط و ذینفعان	۰/۰۲۹۴	۱/۷۵	۰/۰۵۱	۱۵
	جمع ضرایب تهدیدها (T ها)	**۰/۶۷۱**		**۱/۷۵۳**	
	جمع ضرایب فرصت‌ها و تهدیدها (مجموع امتیاز عوامل بیرونی)	**۱/۰۰**		**۲/۴۳۶**	

نتایج به دست آمده در جداول ۳ و ۴ بیانگر مقادیر وزنی به دست آمده برای گویه‌های مختلف در چهار بخش نقاط قوت، نقاط ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها براساس مقادیر ضریب اهمیت نسبی و امتیاز به دست آمده برای گویه‌ها مطابق با نظرات کارشناسان مربوطه در نمونه مطالعاتی می‌باشد. نحوه برآورد و محاسبه امتیازات نهایی بدین شکل است که پس از شناسایی عوامل درونی و بیرونی در ماتریس عوامل و با اخذ نظرات از کارشناسان نمونه مورد مطالعه، برای هر یک از عوامل امتیازی برحسب اهمیتی که هر یک از این عوامل دارند، محاسبه و به آن تعلق داده شد (ستون‌های آخر در جداول مذکور). برای محاسبه این امتیازات ابتدا به هر عامل یک ضریب وزنی بین صفر (بی اهمیت) تا یک (بسیار مهم) اختصاص داده شد. یعنی صرفه نظر از اینکه عامل موردنظر به عنوان یک نقطه قوت و ضعف داخلی برای رسیدن به هدف اصلی به حساب آید یا نه، یا اینکه فرصت باشد و یا تهدید، به عاملی که دارای بیشترین اثر در نیل به راهبرد اصلی است، بالاترین ضریب داده شد. سپس با نظرخواهی از کارشناسان نمونه مورد مطالعه، وضع موجود هر عامل (رتبه) با

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

امتیازی بین یک تا چهار (یک= ضعیف یا کمترین جذابیت، دو= متوسط یا با جذابیت متوسط، سه= بالاتر از متوسط یا تقریباً جذاب و چهار= بسیار خوب یا جذاب) تعیین شد. در نهایت با ضرب مقادیر درجه اهمیت در امتیاز یا رتبه برای هر ردیف از عوامل داخلی یا خارجی، مقدار امتیاز موزون یا وزن‌دار محاسبه گردید که این مقادیر در ستون آخر جداول مذکور آورده شده‌اند.

با استناد به نتایج مندرج در جداول ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود که جمع امتیازهای موزون عوامل درونی (شامل نقاط قوت و نقاط ضعف) و عوامل بیرونی (شامل تهدیدها و فرصت‌ها) به ترتیب برابر با ۲/۲۸۶ و ۲/۴۳۶ محاسبه شده است. در این خصوص چنانچه مجموع امتیاز نهایی عوامل درونی کمتر از مقدار ثابت و عرف ۲/۵ باشد، بدان معنا می باشد که موضوع مربوطه از نظر عوامل درونی دچار ضعف است. از سوی دیگر، در صورتی که مجموع امتیاز نهایی برای عوامل بیرونی کمتر از مقدار عرف ۲/۵ باشد، این نتیجه حاکی از آن است که موضوع مربوطه در خصوص بهره‌مندی از فرصت‌ها و مقابله با تهدیدها به خوبی عمل نمی‌کند.

مطابق با یافته‌های جداول ۳ و ۴، ملاحظه می‌شود که امتیاز نهایی عوامل درونی برای این پژوهش در حوزه سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری و تخصیص منابع آب منطقه سیستان به خصوص در شرایط رویارویی با خشکسالی و کم‌آبی کمتر از مقدار عرف ۲/۵ می‌باشد (امتیاز نهایی عوامل درونی= ۲/۲۸۶) که این امر حاکی از وجود ضعف در خصوص بکارگیری عوامل درونی در منطقه موردنظر می‌باشد.

لازم به ذکر است که مهم‌ترین نقاط قوت شناسایی شده در حوضه مورد مطالعه در راستای سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب، شامل "ایجاد فرآیند مشارکت ذینفعان در شکل‌گیری الگوهای تفویض آب و پذیرش نقش مدیریتی و مشارکتی ذینفعان در فرآیند تخصیص آب چاه نیمه‌ها" با امتیاز نهایی ۰/۰۸۹، "پیگیری جهت ایجاد سازوکارهای اولیه و مقدماتی مرتبط با تبادل حقوق آب (بازار آب و اشتراک‌گذاری منابع آب) و مشخص نمودن حق قابل انتقال از حقآبه‌ها" با امتیاز نهایی ۰/۰۷۵، "سرمایه‌گذاری دائمی ذینفعان (دولت، کشاورزان، صنایع و ...) در زیرساخت‌ها برای انتقال و تخصیص کارآمد آب چاه نیمه‌ها به منظور کسب منافع در منطقه سیستان" با امتیاز ۰/۰۶۵ و "شکل‌گیری محاکم اختصاصی برای منازعات مرزی مرتبط با آب رودخانه هیرمند و به رسمیت شناختن کثرت‌گرایی حقوق در ساختار تخصیص منابع آب منطقه سیستان" با امتیاز نهایی ۰/۰۵۲ می‌باشند. بنابراین، مشارکت برای ایجاد نهاد ساختاری بازار آب و اشتراک‌گذاری آب آبیاری و همچنین سرمایه‌گذاری برای ایجاد و ساخت کانال‌های انتقال آب به مناطق مختلف سیستان و زیرساخت‌های انتقال آب (سیستم‌های پمپاژ و لوله‌گذاری) از جمله نقاط قوتی هستند که در راستای سیاست-گذاری‌های بخش منابع آب چاه‌نیمه‌ها در سیستان می‌توان به آن‌ها توجه نمود.

افزون بر موارد فوق، مهم‌ترین ضعف‌های یا چالش‌های موجود در راستای موضوع تحقیق حاضر (سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه سیستان با تأکید بر منابع و ذخایر چاه‌نیمه‌ها) شامل "عدم وجود بستر و زیرساخت‌های کامل جهت فعلیت یافتن امر تخصیص بهینه منابع آب چاه نیمه‌ها در دشت سیستان" با امتیاز نهایی ۰/۱۶۸، "عدم اجرایی‌سازی ساختار یکپارچه بازار آب، نبود سازوکار تعیین ارزش اقتصادی آب و عدم بهره‌برداری در حد معقول آب در سطح اراضی زراعی" با امتیاز نهایی ۰/۱۶۰، "نبود ارزش‌یابی اقتصادی و پیامدگرا در راستای تخصیص منابع آب سیستان و تشدید معضلات موجود به ویژه در مناطق مرزی با کشور همسایه" با امتیاز نهایی ۰/۱۳۱، "مهجور ماندن بخش کشاورزی منطقه سیستان به دلیل وابستگی شدید به آب رودخانه هیرمند و کوشش برای به نابودی کشاندن آن" با امتیاز نهایی ۰/۱۲۴، "لحاظ نکردن هزینه‌های جانبی طرح تخصیص آب چاه نیمه‌ها (هزینه آلودگی آب، مالیات، نگهداشت تأسیسات و ...) در برآورد هزینه‌ها جهت قیمت‌گذاری" با امتیاز نهایی ۰/۱۲۲ و "توجه نکردن به مجزاسازی حق و حقوق منابع آب از اراضی زراعی و ضعف در اجرای نظام یکپارچه حقوقی در بین مشارکت‌کنندگان در طرح تخصیص آب چاه نیمه‌ها" با امتیاز نهایی ۰/۱۱۵ می‌باشند. این بدان معناست که نبود ساختار یکپارچه‌سازی تخصیص منابع آب و سیستم قیمت‌گذاری اقتصادی و همچنین، وابستگی شدید کشاورزی منطقه سیستان به منابع سطحی آب حاصل از رودخانه هیرمند و ذخایر مخازن چاه نیمه‌ها از جمله مهم‌ترین مشکلات و ضعف‌ها در منطقه مطالعاتی سیستان به شمار می‌روند که نیازمند بازبینی و مرتفع شدن دارند.

بخش دیگری از نتایج به دست آمده در جدول ۴ حاکی از آن است که مقدار محاسبه شده‌ی امتیاز نهایی برای عوامل بیرونی تأثیرگذار بر سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب منطقه سیستان معادل با ۲/۴۳۶ می‌باشد که بیانگر کمتر بودن نسبت به مقدار عرف ۲/۵ می‌باشد. بدین معنی که استفاده از نقاط فرصت موجود در منطقه و مقابله با تهدیدها و خطرات موجود نمی‌تواند به نحو مناسبی صورت گیرد. مهم‌ترین فرصت‌های موجود در منطقه موردمطالعه در راستای تأثیر سیاست‌گزاری‌های مرتبط با تخصیص منابع آب شامل "افزایش میزان تمایل ذینفعان جهت مشارکت در طرح‌های توسعه‌ای مدیریت منابع آب و تقلیل مسائل زیست محیطی در منطقه" با امتیاز نهایی ۰/۱۰۶، "افزایش میزان توجه بخش دولتی و نهادهای ذیربط به توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب در منطقه" با امتیاز نهایی ۰/۰۹۸، "افزایش توجهات مسئولین ذیصلاح استانی و کشوری به مدیریت یکپارچه منابع آب و تخصیص مناسب منابع آب موجود در چاهک‌های موجود (چاه نیمه‌ها) مطابق با اسناد بالادستی" با امتیاز نهایی ۰/۰۹۶، "افزایش سطح آگاهی فعالان مدنی و مسئولین استانی نسبت به محدودیت آب و الزام به تخصیص مناسب این نهاده کمیاب در سطح اراضی زراعی منطقه" با امتیاز نهایی ۰/۰۸۰ و "رشد جایگاه مدیریت بحران منابع آب و تخصیص بهینه آن در برنامه‌ریزی‌های کلان مرتبط با توسعه با نگاه ویژه به توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب" با امتیاز نهایی ۰/۰۶۰ می‌باشند که می‌توان با تکیه بر ثبات شرایط فعلی در راستای رفع چالش‌های موجود و تقویت ضعف‌های شناسایی شده بر این موارد به عنوان فرصت‌های دارای اولویت و برتری تکیه نمود.

افزون بر فرصت‌های موجود، عواملی شامل "رویداد تغییرات اقلیمی و آب و هوایی در قالب روند نزولی کاهش بارندگی، افزایش تبخیر و تعرق، گرمایش زمین و در نهایت خشکسالی‌های متوالی" با امتیاز نهایی ۰/۲۳۰، "هزینه‌های گزاف اجرایی‌سازی طرح‌های مقابله با خشکسالی در سیستان با طرز تفکر عدم به صرفه‌بودن تولیدات کشاورزی تا این میزان از سوی نهادهای ذیصلاح" با امتیاز نهایی ۰/۱۵۲، "تغییر مداوم در ساختارهای مدیریتی و برنامه‌های

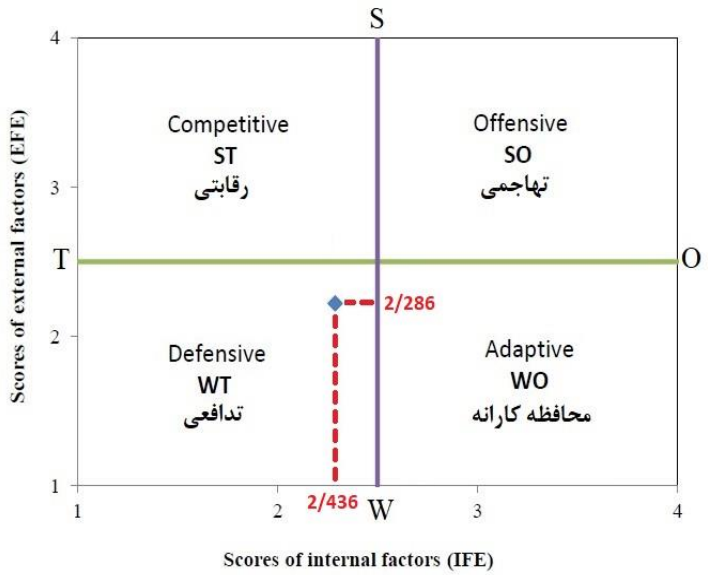
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

اجرایی مرتبط با مباحث آب و بی‌نتیجه ماندن پروژه‌های توسعه زیرساخت و عملیات انتقال آب در منطقه سیستان" با امتیاز نهایی ۰/۱۳۳، "روی آوردن کشاورزان به کشت محصولات با مصرف آبی بالا و عدم رعایت الگوی کشت بهینه با طرز تفکر کسب سود اقتصادی بیشتر" با امتیاز نهایی ۰/۱۳۰، "برداشت غیرقانونی منابع آب زیرزمینی با حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بدون مجوز و تشدید بحران آب‌های زیرزمینی و فرونشست اراضی در دشت سیستان" با امتیاز نهایی ۰/۱۲۷ نیز به عنوان مهم‌ترین تهدیدها یا خطرات بر سر راه سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب چاه نیمه‌ها در منطقه سیستان شناسایی و اولویت‌بندی شدند. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که رویداد خشکسالی‌های متوالی، هزینه‌های بالا جهت مقابله با دوره‌های خشکی، تغییرات دائمی در اجرای برنامه‌های سیاستی مرتبط با کشاورزی و منابع آب، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از طریق حفر چاه‌های غیرقانونی و متمایل شدن کشاورزان منطقه به سمت و سوی کشت محصولات آب‌برتر ولو سودسازتر از جمله مهم‌ترین تهدیدهای موجود در منطقه سیستان در راستای سیاست‌گذاری‌های منابع آب و کشاورزی به شمار می‌روند که مقابله با این تهدیدها جهت کاهش اثرات سوء آن‌ها نیازمند برنامه‌ریزی مناسبی هم در مصارف آب موجود و هم در بهینه نمودن الگوی زراعی منطقه است. این موضوع درواقع، همان مسأله‌ای مهمی است که در تحقیق حاضر ملاک امر و هدف اصلی واقع شده است.

مقادیر به دست آمده برای عوامل درونی (نقاط ضعف و نقاط قوت) و بیرونی (تهدیدها و فرصت‌ها) را می‌توان بر روی نمودار SWOT ترسیم نمود. برای این کار کافی است که عوامل درونی را بر روی محور افقی و عوامل بیرونی را بر روی محور عمودی درنظر گرفت. محل تلاقی عوامل درونی و بیرونی بر روی نمودار SWOT، راهبرد اصلی مواجهه با تهدیدها و بهره‌مندی از فرصت‌ها را با تکیه بر نقاط قوت موجود و تقویت ضعف‌های شناسایی شده در راستای سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه سیستان مشخص می‌نماید. از این رو، نقطه تلاقی امتیازهای نهایی برای عوامل درونی و بیرونی بر روی محورهای افقی و عمودی نمودار SWOT موقعیت اتخاذ راهبرد اصلی تحقیق را نشان می‌دهد.

شکل ۴، نمودار SWOT و محل دقیق تلاقی مجموعه عوامل درونی و بیرونی را برای تعیین وضعیت استراتژی یا راهبرد اساسی تحقیق نشان می‌دهد.



شکل ۴. نمودار SWOT و محل تلاقی عوامل درونی و بیرونی (تعیین راهبرد اساسی تحقیق)

با توجه به نمودار SWOT در شکل ۴، ملاحظه می‌شود که چهار ناحیه مختلف در این نمودار وجود دارد که هر ناحیه بیانگر راهبرد یا استراتژی جداگانه‌ای برای استفاده از نقاط قوت و فرصت جهت رفع نقاط ضعف و مقابله با تهدیدها در خصوص برنامه یا سیاست‌گذاری مشخصی است. با ترسیم امتیازهای موزون و نهایی عامل‌های درونی و بیرونی (به ترتیب برابر ۲/۲۸۶ و ۲/۴۳۶) ماتریس SWOT، محل تلاقی آن‌ها در شکل ۴ مشخص گردید. محل تلاقی این مقادیر در محدوده WT قرار گرفته است که نشان می‌دهد استراتژی یا راهبرد انتخابی برای سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب چاه‌نیمه‌ها در منطقه سیستان به ویژه در شرایط رویارویی با خشکسالی و کم‌آبی، می‌بایست از نوع تدافعی باشد. بدین معنی که راهبردهای محوری بهبود سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بهره‌برداری و تخصیص منابع آب در منطقه مذکور باید به گونه‌ای باشد که از فرصت‌های بالقوه‌ای که در محیط بیرونی وجود دارند (مانند افزایش تمایل ذینفعان آب جهت مشارکت در طرح‌های توسعه‌ای، افزایش توجه بخش دولتی به گسترش شبکه‌های انتقال آب، افزایش سطح آگاهی مسئولین و فعالان مدنی و افزایش توجه به توسعه زیرساخت‌ها و نهاد بازار آب در منطقه) برای جبران نقاط ضعف موجود (نبود زیرساخت‌های مناسب انتقال آب، عدم وجود ساختار یکپارچه بازار آب جهت قیمت‌گذاری این نهاده، نبود سیستم ارزش‌یابی اقتصادی، وابستگی شدید کشاورزی سیستان به منابع آب سطحی هیرمند و چاه نیمه‌ها) استفاده شود و همزمان با کاهش نقاط ضعف، تهدیدهای ممکن نیز کاهش یابند و با آن‌ها مقابله شود. البته با توجه به موقعیت تلاقی امتیازات عوامل بیرونی و درونی در شکل ۴، ملاحظه می‌شود که به محدوده WO (استراتژی یا راهبرد محافظه‌کارانه) نیز نزدیک است، لذا نیاز است تا در تعیین راهبردها از استراتژی مجاور نیز تا حدی استفاده شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

برنامه زمانی، امتیازات و اولویت‌های ممکن جهت اجرایی‌سازی راهبردهای جزئی و استراتژی‌های کلی مرتبط با سیاست‌گذاری‌های حوزه تخصیص و بهره‌برداری منابع آب منطقه سیستان را با تأکید بر استفاده بهینه از ذخایر آبی چاه نیمه‌ها نشان می‌دهد.

مطابق با یافته‌های مندرج در جدول ۵، ملاحظه می‌شود که در بین راهبردهای جزئی مربوط به استراتژی کلی تدافعی یا کاهشی در راستای سیاست‌گذاری‌های مربوط به تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب منطقه سیستان، سه راهبرد اساسی ایجاد سازوکارهای ارزیابی و اثربخشی پیامدگرا در حوزه کارایی و پایداری منابع آب (WT1) دارای امتیاز نهایی ۰/۲۴۵، شکل‌دهی سازوکار توانمند جهت تخصیص بهینه منابع آب چاه نیمه‌ها در خشکسالی (WT3) دارای امتیاز نهایی ۰/۴۱۰ و توسعه و بهبود فعالیت زراعی و اجرایی نمودن طرح الگوی بهینه کشت در منطقه (WT11) دارای امتیاز نهایی ۰/۲۶۸ به ترتیب در اولویت امر قرار دارند که این امر توجه به مسأله مدیریت منابع آب منطقه سیستان را در شرایط رویارویی کشاورزان با رخداد خشکسالی و کم‌آبی بازگو می‌کند؛ از این رو نیاز است تا اثرات اقتصادی رویداد خشکسالی در منطقه موردمطالعه بر میزان مصارف آبی، منابع ذخیره‌ای چاه نیمه‌ها و الگوی زراعی منطقه ارزیابی و بررسی شوند که این کار با توجه به در اولویت بودن استراتژی تدافعی یا کاهشی در این مطالعه مدنظر واقع گردید.

بخش دیگری از نتایج جدول ۵، حاکی از آن است که در بین راهبردهای جزئی مربوط به استراتژی تهاجمی یا توسعه دهنده؛ برداشتن تمرکز از قدرت سیاسی و پذیرفتن نقش مشارکتی ذینفعان در برداشت منابع آب (SO1) با امتیاز نهایی ۰/۸۸۴، تکمیل و توسعه سیستم‌ها، زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب در منطقه مورد مطالعه (SO3) با امتیاز نهایی ۰/۴۳۸ و ایجاد سیستم جامع برنامه‌ریزی تخصیص منابع آب و تحقیقات مربوطه با رویکردی پویا (SO2) با امتیاز نهایی ۰/۴۲۰ به ترتیب در اولویت امر قرار گرفته‌اند که می‌بایست پس از اجرای استراتژی تدافعی و راهبردهای در اولویت آن، جهت توسعه و بهبود سیاست‌گذاری‌های حوزه تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب منطقه سیستان مورد توجه واقع شوند.

جدول ۵. زمان‌بندی، امتیازات و اولویت‌های اجرایی برای راهبردهای جزئی مرتبط با سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در سیستان

استراتژی‌ها	راهبردهای جزئی تعریف شده	زمان‌بندی: کوتاه مدت	زمان‌بندی: میان مدت	زمان‌بندی: بلند مدت	ضریب	شدت	امتیاز	اولویت
استراتژی تدافعی یا کاهشی	WT1: ایجاد سازوکارهای ارزیابی و اثربخشی پیامدگرا در حوزه کارایی و پایداری منابع آب	*	*	*	۰/۰۸۹	۲/۷۵	۰/۲۴۵	۳
	WT2: توجه به مسائل کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی و تعادل بخشی منابع با بیلان منفی	*	*		۰/۰۸	۳/۰۰	۰/۲۴۰	۴
	WT3: شکل‌دهی سازوکار توانمند جهت تخصیص بهینه ذخایر آب چاه‌نیمه‌ها در خشکسالی	*	*	*	۰/۱۱۷	۳/۵۰	۰/۴۱۰	۱
	WT4: ایجاد بستر لازم جهت اجرای رویکردهای پرداخت غرامت و جبران هزینه در خشکسالی		*	*	۰/۰۵۸	۲/۲۵	۰/۱۳۱	۱۱
	WT5: توجه لازم به حق‌آبه‌های زیست‌محیطی در کنار حق‌آبه‌های مرزی در شرایط کم‌آبی	*	*		۰/۰۶۸	۲/۰۰	۰/۱۳۶	۱۰
	WT6: یکپارچه‌سازی و تجمیع حداقلی مزارع کشت محصولات منتخب زراعی در منطقه	*	*		۰/۰۶۴	۲/۲۵	۰/۱۴۴	۹
	WT7: مقابله با انحصار عوامل اجرایی و توجه به توسعه سازمان‌های مردم نهاد در منطقه	*	*		۰/۰۵۱	۲/۵۰	۰/۱۲۸	۱۲
	WT8: بهبود و توسعه کلیه مکانیزم‌های دخیل در تهیه بیلان آب به لحاظ کمیت و کیفیت	*	*		۰/۰۶۸	۲/۷۵	۰/۱۸۷	۷
	WT9: ارائه برنامه‌های آموزشی به کشاورزان جهت توانمندسازی و مقابله با رویداد خشکسالی	*	*		۰/۰۸۵	۲/۵۰	۰/۲۱۳	۵
	WT10: الزامی نمودن قاعده انصاف و برابری در برداشت از منابع آب براساس قوانین بالادستی	*			۰/۰۷۳	۲/۷۵	۰/۲۰۱	۶
	WT11: توسعه و بهبود فعالیت زراعی و اجرایی نمودن طرح الگوی بهینه کشت در منطقه	*	*		۰/۱۰۷	۲/۵۰	۰/۲۶۸	۲
	WT12: کمک به شکل‌گیری نهادهای مردمی در راستای تقویت بیشتر سازوکارهای نظارتی	*	*		۰/۰۷۵	۲/۲۵	۰/۱۶۹	۸
	WT13: بهره‌مندی از منابع آب بازگشتی به چرخه مصرف از طریق زهکش‌ها و پساب‌ها	*	*	*	۰/۰۶۵	۱/۷۵	۰/۱۱۴	۱۳

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

	مجموع				-	**۲/۵۸۳**	**۱**
استراتژی تهاجمی یا توسعه دهنده	SO1: برداشتن تمرکز از قدرت سیاسی و پذیرفتن نقش مشارکتی ذینفعان در برداشت منابع آب		*	*	۰/۳۰۷	۳/۰۰	۰/۸۸۴	۱
	SO2: ایجاد سیستم جامع برنامه‌ریزی تخصیص منابع آب و تحقیقات مربوطه با رویکردی پویا	*	*	*	۰/۲۱۰	۲/۲۵	۰/۴۲۰	۳
	SO3: تکمیل و توسعه سیستم‌ها، زیرساخت‌ها و شبکه‌های انتقال آب در منطقه مورد مطالعه	*	*	*	۰/۱۷۵	۲/۷۵	۰/۴۳۸	۲
	SO4: تحقق سیستم ارزش‌گذاری اقتصادی آب و توسعه و ترویج نظام مالی- حسابداری مربوطه		*	*	۰/۰۹۶	۲/۰۰	۰/۱۶۸	۵
	SO5: تعریف مجدد و مشخص حقوق آب در منطقه و ایجاد نهادهای مستقل مبادله کننده آب	*	*	*	۰/۱۵۴	۲/۰۰	۰/۲۷۰	۴
	SO6: بروی‌کار آوردن صندوق سرمایه‌گذاری (حامی) جهت تکمیل اقدامات زیربنایی مرتبط		*	*	۰/۰۵۸	۱/۷۵	۰/۰۸۷	۶
	مجموع				**۱/۰۰**	-	**۲/۴۷۶**	**۲**
استراتژی رقابتی یا تنوع بخشی	ST1: رعایت حقوق آب بین ذینفعان و تسهیم منافع حاصل از تخصیص براساس انصاف و برابری	*			۰/۵۱۳	۲,۲۵	۱/۱۵۴	۱
	ST2: پیگیری منظم محاکم مرتبط با حقابه مرزی با استناد به قوانین مدون و بالادستی		*	*	۰/۱۹۵	۲/۰۰	۰/۳۹۰	۳
	ST3: سرمایه‌گذاری ذینفعان مربوطه در توسعه زیرساخت‌ها جهت کاهش برداشت بی‌رویه		*	*	۰/۲۹۲	۲/۷۵	۰/۸۰۳	۲
	مجموع				**۱/۰۰**	-	**۲/۳۴۷**	**۳**
استراتژی محافظه کارانه یا انطباقی	WO1: بکارگیری روش‌های نوین آبیاری در منطقه جهت مدیریت ذخایر آب چاه نیمه‌ها	*	*		۰/۴۲۸	۲/۰۰	۰/۸۵۶	۲
	WO2: تلاش در راستای افزایش بهره‌وری آب در منطقه همسو با تحقق الگوی بهینه کشت زراعی	*	*		۰/۵۷۲	۰/۲۵	۱/۲۸۷	۱
	مجموع				**۱/۰۰**	-	**۲/۱۴۳**	**۴**

افزون بر یافته‌های فوق، با استناد به نتایج جدول ۵ می‌توان دریافت که در بین راهبردهای جزئی مربوط به استراتژی تنوع بخشی یا رقابتی، آنچه که حائز اهمیت و در اولویت امور واقع شده است، موضوع مهم رعایت حقوق آب بین ذینفعان و تسهیم منافع حاصل از تخصیص براساس انصاف و برابری (راهبرد ST1) می‌باشد که این راهبرد اساسی بالاترین میزان امتیاز نهایی (۱/۱۵۴) را در بین راهبردهای این بخش به خود اختصاص داده است. پس از آن راهبرد سرمایه‌گذاری ذینفعان در توسعه زیرساخت‌های انتقال آب جهت کاهش برداشت بی‌رویه این نهاده کمیاب (ST3) با امتیاز نهایی ۰/۸۰۳ از اهمیت بیشتری در منطقه برخوردار است که این موضوع درواقع مرتبط با اصلاح و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای انتقال منابع آب را در بین مناطق با کشاورزی آبی منطقه سیستان (شهرستان‌های زابل، زهک، هامون و هیرمند) بوده و در اولویت بودن این امر را بازگو می‌کند. پیگیری منظم محاکم مرتبط با حقابه مرزی با استناد به قوانین مدون و بالادستی (ST2) نیز راهبرد اساسی دیگری است که مطابق با امتیاز نهایی تخصیص یافته برای آن (۰/۳۹۰) می‌توان گفت، در حصول نتیجه جهت تنوع بخشی به سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در منطقه مورد مطالعه حائز اهمیت می‌باشد. در راستای بهره‌مندی از استراتژی انطباقی یا محافظه‌کارانه نیز در کنار سایر استراتژی‌های ذکر شده؛ به منظور اصلاح، رشد و توسعه سیاست‌گذاری‌های مرتبط با تخصیص و بهره‌برداری منابع آب چاه‌نیمه‌ها در منطقه سیستان، اولویت امر با پوشش‌دهی موضوع مهم افزایش بهره‌وری آب در همسو با تحقق الگوی بهینه کشت زراعی (راهبرد WO2) می‌باشد که امتیاز نهایی ۱/۲۸۷ برای آن محاسبه و برآورد شده است. پس از تحقق این راهبرد، به نظر می‌رسد که پیاده‌سازی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و روش‌های نوین آبیاری به جای رویکردهای سنتی و قدیمی (آبیاری کرتی، نواری و جوی و پشته‌ای) در منطقه مطالعاتی می‌تواند در جهت مدیریت ذخایر آب چاه نیمه‌ها، به خصوص در شرایط رویارویی کشاورزان سیستانی با رخداد خشکسالی مثمرثمر واقع گردد (راهبرد WO1 با امتیاز نهایی ۰/۸۵۶).

جدول ۶. امتیازات نهایی و اولویت‌های اجرایی برای استراتژی‌های مرتبط با سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در سیستان

نماد ماتریسی	استراتژی‌های کلی	مجموع امتیاز نهایی	اولویت اجرایی‌سازی
WT	استراتژی تدافعی یا کاهشی	۲/۵۸۳	۱

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

SO	استراتژی تهاجمی یا توسعه دهنده	۲/۴۷۶	۲
ST	استراتژی رقابتی یا تنوع بخشی	۲/۳۴۷	۳
WO	استراتژی محافظه کارانه یا انطباقی	۲/۱۴۳	۴

یافته‌ها و نتایج جدول ۶ حاکی از آن است که در حالت کلی، اولویت اجرایی‌سازی استراتژی تدافعی یا کاهشی در حوزه سیاست‌گذاری‌های مرتبط با تخصیص و بهره‌برداری منابع آب در منطقه سیستان با تأکید بر ذخایر آبی چاهک‌های موجود (چاه‌نیمه‌ها) با مجموع امتیاز نهایی معادل با ۲/۵۸۳ در مقایسه با سایر استراتژی‌ها (شامل استراتژی‌های تهاجمی، رقابتی و محافظه‌کارانه) در اولویت امر قرار دارد. نکته کلیدی در بین راهبردهای اولویت‌دار و تعریف شده برای استراتژی تدافعی یا کاهشی (از WT1 تا WT13) در راستای ارزیابی سیاست‌گذاری‌های مدیریت منابع آب در منطقه سیستان، برآمده از دو راهبرد برتر، یعنی شکل‌دهی سازوکار توانمند جهت تخصیص بهینه منابع آب چاه نیمه‌ها در خشکسالی (WT3) و توسعه و بهبود فعالیت زراعی و اجرایی نمودن طرح الگوی بهینه کشت در منطقه (WT11)، است که در قالب ضرورت "بهینه‌سازی الگوی زراعی منطقه و تخصیص منابع آب ذخیره‌سازی شده در چاه‌نیمه‌ها در الگوی زراعی بهینه شده، به‌ویژه در شرایط مواجهه کشاورزان با رویداد خشکسالی و کم‌آبی" از یک‌سو، و تمرکز بر راهبرد WT1، یعنی "ایجاد سازوکارهای ارزیابی و اثربخشی پیامدگرا در حوزه بهره‌وری، کارایی و پایداری منابع آب منطقه سیستان" از سوی دیگر، قابل تبیین است که در ادامه کار با بهره‌گیری از خروجی مجموعه مدل‌های اقتصادی به این دو اصل و نتیجه مهم، به عنوان یافته‌های کلیدی بخش اول تحقیق حاضر، پرداخته شده است.

نتایج بخش دوم تحقیق: تحلیل و ارزیابی استراتژی منتخب سیاست‌گذاری‌های منابع آب در سیستان با مدل برنامه‌ریزی PMP مبتنی بر تابع تولید CES

پس از تخمین ضرایب تابع هزینه غیرخطی در مرحله دوم مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) به کمک رویکرد تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، مقادیر دوگان یا قیمت سایه‌ای نهاده آب آبیاری در سطح منطقه سیستان برآورد شد. این متغیر اقتصادی که بیانگر ارزش واقعی یا اقتصادی نهاده آب کشاورزی در منطقه مورد مطالعه است، پس از محاسبه با آب‌بهای پرداختی کشاورزان منطقه سیستان مقایسه شد. مطابق با گزارشات اخیر کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، کشاورزان سیستانی با توجه به محدودیت جدی منابع آب در این منطقه آب‌بها یا هزینه‌ای را که جهت استحصال و انتقال آب کشاورزی پرداخت می‌کنند حدود ۳۴۵ ریال به مترمکعب می‌باشد. این در حالی است که مطابق با خروجی مدل تجربی PMP در سال پایه، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری در منطقه سیستان معادل با ۱۰۳۶ ریال محاسبه شد. این نتیجه، ارزش واقعی آب را در شرایط وجود محدودیت این نهاده جهت تولیدات زراعی در اراضی منطقه سیستان دو چندان می‌کند؛ چرا که کشاورزان سیستانی در حقیقت می‌بایست به ازای استفاده از هر مترمکعب آب آبیاری مبلغ یا هزینه آب‌بهایی برابر با ۱۰۳۶ ریال را پرداخت نمایند، ولی نهاده آب را تقریباً به صورت رایگان (با آب‌بهای پرداختی ۳۴۵ ریال در مترمکعب) در سطح اراضی زراعی خود مورد استفاده قرار می‌دهند. در واقع، نتایج این بخش حاکی از آن است که کشاورزان منطقه سیستان از کل ارزش واقعی یا اقتصادی نهاده آب کشاورزی چیزی حدود یک سوم (۳۳ درصد) آن را در قالب هزینه‌های استحصال و انتقال آب پرداخت می‌نمایند که این امر می‌تواند منجر به رایگان تلقی شدن نهاده آب کشاورزی در منطقه توسط کشاورزان و عدم صرفه‌جویی به موقع در زمان‌های نبود محدودیت (فصول نسبتاً پرآب‌تر) گردد.

جدول ۷، تغییرات میزان آب دردسترس کشاورزان منطقه سیستان را تحت شرایط متفاوتی از رخداد خشکسالی (خفیف تا شدید) نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این جدول، ملاحظه می‌شود که رخداد خشکسالی تحت شرایط متفاوت از خفیف تا شدید، منجر به کاهش ۹/۵۷ تا ۴۹/۲۳ درصد از منابع آب دردسترس کشاورزان در الگوی زراعی منتخب منطقه سیستان می‌شود که کاهشی به میزان ۴۶/۴۱ تا ۲۳۸/۷۴ میلیون مترمکعب آب را در منطقه مذکور به دنبال دارد.

جدول ۷. تغییرات کاهشی میزان آب دردسترس کشاورزان منطقه سیستان در شرایط رخداد خشکسالی

متغیرهای مورد بررسی	سال پایه	خشکسالی خفیف	خشکسالی ملایم	خشکسالی متوسط	خشکسالی نسبتاً شدید	خشکسالی شدید
حجم آب دردسترس*	۴۸۴/۹۵	۴۳۸/۵۴	۳۸۷/۲۸	۳۴۱/۲۶	۲۹۶/۳۰	۲۴۶/۲۱
میزان تغییرات آب**	۰/۰۰	-۴۶/۴۱	-۹۷/۶۷	-۱۴۳/۶۹	-۱۸۸/۶۵	-۲۳۸/۷۴
درصد تغییرات	۰/۰۰	-۹/۵۷	-۲۰/۱۴	-۲۹/۶۳	-۳۸/۹۰	-۴۹/۲۳

* و **: آب دردسترس و میزان تغییرات آب نسبت به سال پایه بر حسب میلیون متر مکعب است.

جدول ۸، تغییرات به وجود آمده در الگوی کشت منطقه سیستان، ارزش اقتصادی آب کشاورزی و بازده یا سود ناخالص کشاورزان از الگوی بهینه شده را پس از اعمال سناریوهای مختلف رخداد خشکسالی (خفیف تا شدید) نشان می‌دهد. درواقع این جدول واکنش یا پاسخ احتمالی کشاورزان سیستانی را در شرایط رخداد شدت‌های مختلف خشکسالی در منطقه به وضوح نشان می‌دهد. این جدول بیانگر آن است که کشاورزان تحت شدت‌های مختلف خشکسالی،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

الگوی بهینه کشت محصولات منتخب را براساس تخصیص منابع آب و سودآوری آن در هر هکتار از اراضی تغییر می‌دهند. هدف آنان این است که با الگوی بهینه ارائه شده، بیشترین میزان سودآوری را متناسب با حجم آب دردسترس و قابل تخصیص در الگو به دست آورند. آنچه مسلم است، تغییر پذیری سودآوری الگوی زراعی بهینه شده پس از ایجاد تغییرات در سطح زیرکشت محصولات منتخب و همچنین، تغییر در ارزش واقعی (اقتصادی) نهاده آب آبیاری به دلیل محدود شدن این نهاده کمیاب در اثر رخداد خشکسالی می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول ۸، ملاحظه می‌شود که با رخداد خشکسالی تحت شدت‌های خفیف تا شدید در منطقه سیستان، الگوی کشت محصولات منتخب زراعی دچار تغییرات محسوسی می‌شود و کشاورزان سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی را در الگوی کشت منطقه جایگزین می‌نمایند تا با توجه به اثرات رویداد خشکسالی و کم شدن منابع آب دردسترس کشاورزان، بتوانند حداکثر بازده ناخالص را از الگوی بهینه زراعی به دست آورند و کمترین میزان تغییرات سود را در الگوهای به دست آمده تجربه نمایند. مطابق با یافته‌های جدول مذکور، می‌توان ملاحظه نمود که با رخداد خشکسالی از حالت خفیف تا شدید، سطح زیرکشت محصولات غله‌ای گندم و جوآبی نسبت به شرایط سال پایه به ترتیب ۰/۵۸ تا ۳/۹۸ درصد و ۰/۸۳ تا ۵/۵۸ درصد افزایش پیدا می‌کند و این در حالی است که سطح زیرکشت سایر محصولات الگو نسبت به شرایط سال پایه با کاهش همراه است. به بیان دیگر، کشاورزان سیستانی با رویداد خشکسالی خفیف تا شدید، سطح زیرکشت محصولات صیفی را کاهش می‌دهند: پیاز از ۶۵۴۰ به ۶۲۷۵ هکتار، خربزه از ۴۸۸۹ به ۴۵۹۸ هکتار و هندوانه از ۴۱۹۰ به ۳۸۴۴ هکتار. این کاهش، به ترتیب معادل ۰/۵۷ تا ۴/۰۶ درصد برای پیاز، ۰/۸۴ تا ۵/۹۵ درصد برای خربزه و ۱/۱۸ تا ۸/۲۵ درصد برای هندوانه در الگوی زراعی منطقه سیستان نسبت به شرایط سال پایه است. نتایج این بخش گویای ان است که کشاورزان سیستانی با رخداد خشکسالی تحت شدت‌های مختلف، از سطح زیرکشت محصولاتی که نیاز آبی بالاتری در واحد سطح دارند (پیاز، هندوانه و خربزه) می‌کاهند و سطح زیرکشت کاسته شده را برای تخصیص به کشت محصولات کم‌آب‌تر گندم و جو آبی اختصاص می‌دهند. در این شرایط، مشاهده می‌شود که کاهش سطح زیرکشت محصول هندوانه در مقایسه با خربزه به میزان بیشتری می‌باشد که این امر ناشی از نیاز آبی بالاتر محصول هندوانه و سود ناخالص کم‌تر حاصل از آن در واحد سطح (هکتار) می‌باشد. آنچه مسلم است، تغییر رفتار احتمالی کشاورزان در کاهش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر و حرکت به سمت جایگزینی آن‌ها با محصولات غله‌ای که نیاز آبی کمتری دارند، در الگوی منتخب زراعی منطقه سیستان در شرایط مواجهه با کم‌آبی ناشی از رخداد خشکسالی می‌باشد. افزون بر یافته‌های فوق، نتایج جدول ۸ گویای آن است که کشاورزان سیستانی در شرایط رخداد خشکسالی تمایلی به افزایش و توسعه سطح زیرکشت محصولات علوفه‌ای یونجه و شبدر در الگوی منتخب زراعی نیستند. آن‌ها مادامی که خشکسالی خفیف در منطقه رخ می‌دهد، سطح زیرکشت یونجه را از ۷۱۸۳ هکتار در شرایط کنونی (سال پایه) به ۷۰۷۲ هکتار کاهش می‌دهند و از کشت ۱۱۱ هکتار یونجه در شرایط رخداد خشکسالی خفیف صرفه‌نظر نموده و این میزان را جایگزین با محصولات گندم و جوآبی می‌نمایند. به همین ترتیب در شرایط خشکسالی ملایم و متوسط، سطح زیرکشت یونجه را به ۶۹۳۲ و ۶۷۸۹ هکتار کاهش می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که با تشدید کم‌آبی ناشی از رخداد خشکسالی، کشاورزان سیستانی میزان کشت یونجه را حتی تا ۶۶۲۵ و ۶۴۰۹ هکتار نیز می‌رسانند. یافته‌ها گویای آن است که با رخداد خشکسالی خفیف تا شدید، کشاورزان سیستانی علی‌رغم اینکه نیاز به تولید محصول علوفه‌ای برای دام‌های خود یا دامداران منطقه دارند، در نهایت مجاب می‌شوند تا سطح زیرکشت این محصول را ۱/۵۵ تا ۱۰/۸ درصد نسبت به شرایط سال پایه کاهش دهند. تغییرات کاهشی سطح زیرکشت یونجه در مقایسه با محصولات صیفی پیاز، خربزه و هندانه بیانگر آن است که کشاورزان سیستانی میزان آب آبیاری بیشتری را در واحد سطح برای محصول یونجه در مقایسه با محصولات صیفی تخصیص می‌دهند و از سوی دیگر میزان بازده ناخالص کشاورزان از واحد سطح محصول یونجه مطمئناً در سطحی کمتر از بازده محصولات صیفی می‌باشد که این نتایج در ادامه قابل ارائه هستند.

جدول ۸. اثرات رخداد خشکسالی تحت شدت‌های مختلف بر الگوی کشت منتخب در منطقه سیستان

محصولات منتخب	الگوی کشت سال پایه*	میزان تغییرات	سناریوهای مختلف رخداد خشکسالی در منطقه				
			خفیف	ملایم	متوسط	نسبتاً شدید	شدید
گندم آبی	۴۵۶۷۸	مقدار	۴۵۹۴۴	۴۶۲۷۶	۴۶۶۱۳	۴۶۹۹۶	۴۷۴۹۹
		درصد	۰/۵۸	۱/۳۱	۲/۰۵	۲/۸۸	۳/۹۸
جو آبی	۲۱۶۸۴	مقدار	۲۱۸۶۳	۲۲۰۸۶	۲۲۳۱۰	۲۲۵۶۴	۲۲۸۹۴
		درصد	۰/۸۳	۱/۸۵	۲/۸۹	۴/۰۶	۵/۵۸
یونجه	۷۱۸۳	مقدار	۷۰۷۲	۶۹۳۲	۶۷۸۹	۶۶۲۵	۶۴۰۹
		درصد	−۱/۵۵	−۳/۵۰	−۵/۴۸	−۷/۷۶	−۱۰/۸
پیاز	۶۵۴۰	مقدار	۶۵۰۳	۶۴۵۶	۶۴۰۷	۶۳۵۱	۶۲۷۵
		درصد	−۰/۵۷	−۱/۲۹	−۲/۰۳	−۲/۸۹	−۴/۰۶
خربزه	۴۸۸۹	مقدار	۴۸۴۸	۴۷۹۶	۴۷۴۲	۴۶۸۱	۴۵۹۸
		درصد	−۰/۸۴	−۱/۹۱	−۳/۰۰	−۴/۲۶	−۵/۹۵
هندوانه	۴۱۹۰	مقدار	۴۱۴۰	۴۰۷۸	۴۰۱۴	۳۹۴۱	۳۸۴۴
		درصد	−۱/۱۸	−۲/۶۷	−۴/۱۹	−۵/۹۴	−۸/۲۵

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

شبدر	۳۳۵۰	مقدار	۳۱۴۴	۲۸۹۰	۲۶۳۸	۲۳۵۶	۱۹۹۵
		درصد	-۶/۱۴	-۱۳/۷	-۲۱/۲	-۲۹/۷	-۴۰/۴
مجموع الگوی کشت*	۹۳۵۱۴	مقدار	۹۳۵۱۴	۹۳۵۱۴	۹۳۵۱۴	۹۳۵۱۴	۹۳۵۱۴
		درصد	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
مجموع سود ناخالص الگو**	۱۰۱۹۸/۷۲۷۲	مقدار	۱۰۱۴۵/۰۱۱۷	۱۰۰۷۹/۱۰۶۰	۱۰۰۱۰/۷۱۸۵	۹۹۳۱/۱۶۶۵	۹۸۲۴/۵۲۰۲
		درصد	-۰/۵۳	-۱/۱۷	-۱/۸۴	-۲/۶۲	-۳/۶۷

* و **: به ترتیب بر حسب هکتار و میلیون ریال در هکتار

بخش دیگری از نتایج جدول ۸ بیانگر تغییرات محسوس و نسبتاً شدید سطح زیرکشت شبدر در الگوی زراعی منطقه سیستان تحت شرایط رخداد خشکسالی می‌باشد. این محصول (شبدر) بدون تردید بیشترین میزان تغییرات کاهشی را در شرایط رخداد خشکسالی به خود اختصاص می‌دهد. به بیان دیگر می‌توان نتیجه گرفت که با رخداد خشکسالی خفیف تا شدید در منطقه سیستان، کشاورزان این منطقه ناگزیر به کاهش سطح زیرکشت محصول علوفه‌ای شبدر از ۳۳۵۰ هکتار در سال پایه به ۳۱۴۴ هکتار در شرایط رخداد خشکسالی خفیف تا ۱۹۹۵ هکتار در شرایط رخداد خشکسالی شدید می‌باشند. بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که با محدود شدن منابع آب دردسترس کشاورزان سیستانی در اثر رخداد پدیده خشکسالی، ناگزیر به کاهش سطح زیرکشت این محصول به میزان ۶/۱۴ تا ۴۰/۴ درصد نسبت به شرایط سال پایه می‌باشند. این نتیجه مهم، حاکی از آن است که کشت شبدر در الگوی کشت منطقه سیستان به خصوص در شرایط کم‌آبی و رخداد خشکسالی صرفه اقتصادی ندارد و کشاورزان ترجیح می‌دهند که سطح زیرکشت این محصول را به میزان ۲۰۶ تا ۱۳۵۵ هکتار در شرایط خشکسالی خفیف تا شدید کاهش دهند و برای تأمین علوفه موردنیاز بخش دامی (دام‌ها و مراکز دامداری و دامپروری)، به کشت یونجه اکتفا نموده و بخشی از علوفه موردنیاز برای تأمین تقاضای واحدهای دامداری را از طریق محصولات غله‌ای گندم و جوآبی (کاه) پاسخ‌گو باشند.

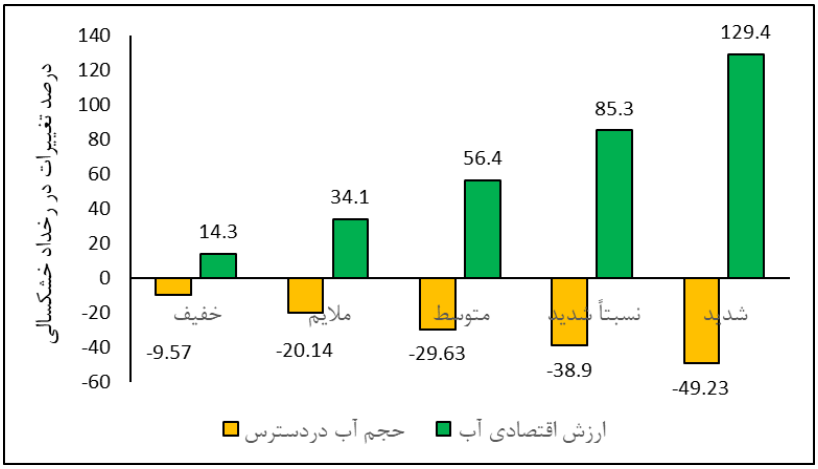
نتایج در ردیف آخر جدول ۸، حاکی از آن است که با رخداد خشکسالی تحت شدت‌های خفیف تا شدید، مجموع سود ناخالص کشاورزان سیستان که در سال پایه معادل ۱۰۱۹۸/۷۲۷۲ میلیون ریال است، به حدود ۱۰۱۴۵/۰۱۱۷ تا ۹۸۲۴/۵۲۰۲ میلیون ریال می‌رسد که در نهایت کاهشی به میزان ۰/۵۳ تا ۳/۶۷ درصد را نسبت به سال پایه به دنبال دارد. این نتیجه مهم بیانگر آن است که با وقوع خشکسالی در منطقه سیستان، کشاورزان این منطقه به نحوی می‌توانند بسته به شدت رخداد خشکسالی الگوی کشت منطقه را تدوین و اجرایی‌سازی نمایند که کمترین میزان تغییرات سودناخالص برای آن‌ها در چنین شرایطی رقم بخورد. مطابق با ردیف و ستون آخر جدول ۸ ملاحظه می‌شود که الگوی بهینه ارائه شده در این مطالعه برای شرایط رخداد خشکسالی شدید که در نهایت چیزی حدود ۴۰ درصد از منابع آبی منطقه موردنظر را محدود و برای کشاورزان غیرقابل دسترس می‌کند، تنها حدود ۳/۶۷ درصد کاهش سودناخالص را در مقایسه با شرایط سال پایه (شرایط فعلی و بدون رخداد خشکسالی) به همراه دارد که امر بهینه بودن الگوی کشت ارائه شده را براساس تخصیص بهینه منابع آب موجود در چاه نیمه‌ها بین محصولات منتخب در شرایط رویداد خشکسالی بازگو می‌کند.

به طور کلی، نتایج جدول ۸ حاکی از آن است که رخداد خشکسالی تحت شدت‌های خفیف تا شدید منجر به تغییر سطح زیرکشت کلیه محصولات منتخب در الگوی زراعی منطقه سیستان می‌شود. این درحالی است که محصول جوآبی با افزایش ۱۷۹ تا ۱۲۱۰ هکتار (۰/۸۳+ تا ۵/۵۸+ درصد) نسبت به شرایط سال پایه بیشترین تغییرات مثبت و محصول شبدر با کاهش ۲۰۶ تا ۱۳۵۵ هکتار (۶/۱۴- تا ۴۰/۴- درصد) نسبت به شرایط سال پایه بیشترین تغییرات منفی را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین، کشاورزان سیستانی در شرایط وقوع خشکسالی و محدودشدن منابع آب دردسترس منطقه، تمایل دارند از سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا (پیاز، خربزه و هندوانه) در الگوی کشت بکاهند و سطح کاسته شده را به محصولات غله‌ای (گندم و جو آبی) تخصیص دهند. در چنین شرایطی ملاحظه می‌شود که حتی با وجود خشکسالی نسبتاً شدید و شدید هم کشاورزان منطقه سیستان مجبور به بایر گذاشتن اراضی زراعی خود نیستند؛ بلکه با رعایت میزان سطح زیرکشت ارائه شده در مدل بهینه‌سازی تحقیق حاضر، می‌توانند از تمام ظرفیت اراضی موجود، بهره‌مند شوند. در واقع، تحت چنین شرایطی فقط نیاز به جابجایی سطح زیرکشت اراضی مطابق با الگوی بهینه ارائه شده در هر شدتی از رخداد خشکسالی توسط کشاورزان می‌باشد؛ چرا که اراضی منطقه قابلیت کشت تمامی محصولات منتخب را دارا می‌باشند. برابری مجموع سطح زیرکشت در حالات مختلف اعمال سناریوهای خشکسالی (خفیف تا شدید) و عدم وجود تغییرات کاهشی و یا افزایشی در مجموع سطح زیرکشت الگو (درصد تغییرات صفر) بیانگر این نتیجه مهم است. این قابلیت بهینه‌سازی الگوی کشت، امکان جابجایی محصولات منتخب زراعی را در حالات مختلف رخداد خشکسالی برای کشاورزان منطقه سیستان به وجود می‌آورد تا بدون اینکه بخشی از اراضی خود را در شرایط رخداد خشکسالی در حالت بایر یا عدم کشت نگهداری نمایند، بتوانند تولید محصولات زراعی موردنیاز منطقه را انجام داده و با تخصیص بهینه منابع آب موجود در سطح اراضی زراعی، هدف حداکثرسازی سودناخالص خود را از مجموع الگوی کشت منطقه محقق نمایند.

شکل ۵، تغییرات به وجود آمده در متغیرهای اقتصادی میزان منابع آب دردسترس و ارزش واقعی آب آبیاری را در حالات مختلفی از رخداد خشکسالی (خفیف تا شدید) در منطقه سیستان نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]



شکل ۵. اثرات رخداد خشکسالی بر حجم آب دردسترس و ارزش اقتصادی آب آبیاری در منطقه سیستان

یافته‌ها حاکی از آن است که هرچقدر بر شدت خشکسالی افزوده می‌شود، ارزش اقتصادی منابع آب باقیمانده در منطقه با ضریب نسبتاً بالاتری افزون می‌گردد؛ به نحوی که در شرایط رخداد خشکسالی شدید، این میزان (ارزش اقتصادی آب) بیش از صددرصد تغییرات افزایشی دارد (یعنی چیزی حدود دو نیم برابر تغییرات حجم آب دردسترس در منطقه). براساس روند تغییرات الگوی کشت و افزایش و کاهش به وجود آمده در سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی تحت شرایط رخداد خشکسالی خفیف تا شدید نیز می‌توان به این نتیجه مهم دست یافت که، با وقوع خشکسالی کشاورزان منطقه سیستان تمایل دارند که مقادیر آب باقیمانده در ذخایر چاه نیمه‌ها را برای کشت محصولاتی در الگوی زراعی منطقه تخصیص دهند که سود ناخالص حاصل از تولید آن‌ها نسبت به ارزش واقعی هر مترمکعب آب بیشتر باشد. از این رو، درک ارزش واقعی یا اقتصادی نهاده آب آبیاری در تغییرات الگوی کشت منطقه تحت شرایط رخداد خشکسالی توسط کشاورزان امری بدیهی است. آن‌ها می‌دانند که با محدود شدن منابع اب چاه نیمه‌ها در اثر رخداد خشکسالی، جهت بهره‌مندی از حجم آب باقیمانده مستلزم پرداخت هزینه یا قیمت بالاتری خواهند بود.

شکل ۶ شاخص بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی را در منطقه سیستان تحت شرایط رخداد خشکسالی نسبت به سال پایه نشان می‌دهند.



شکل ۶. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی منتخب منطقه سیستان در سال پایه و تحت سناریوهای مختلف رخداد خشکسالی

مطابق با شکل ۶، با مقایسه شاخص بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری برای محصولات منتخب زراعی منطقه سیستان تحت شرایط خشکسالی، ملاحظه می‌شود که این نسبت سود به آب مصرفی در مجموع الگوی کشت منطقه در سال پایه معادل با ۲۰۷۵۱ ریال بر مترمکعب می‌باشد. بدین معنی که در سال پایه، میزان سود ناخالص حاصل از مصرف هر مترمکعب آب در الگوی کشت منطقه معادل با ۲۰۷۵۱ ریال می‌باشد که این میزان در شرایط رخداد خشکسالی و در الگوهای کشت ارائه شده افزایش نشان می‌دهد. این امر بیانگر آن است که با رخداد خشکسالی و محدود شدن منابع آب دردسترس کشاورزان در منطقه سیستان، ارزش یا سود ناخالصی که می‌بایست از الگوی کشت بهینه شده حاصل شود، باید نسبت به سال پایه بیشتر باشد تا تولید محصولات منتخب به میزان توصیه شده در الگو، صرفه اقتصادی داشته باشد. این امر بیانگر آن است که با رخداد خشکسالی و محدود شدن منابع آب دردسترس کشاورزان در منطقه سیستان، ارزش یا سود ناخالصی که می‌بایست از الگوی کشت بهینه شده حاصل شود، باید نسبت به سال پایه بیشتر باشد تا تولید محصولات منتخب به میزان توصیه شده در الگو، صرفه اقتصادی داشته باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در این بخش از تحقیق حاضر، این نگرانی وجود دارد که استفاده از منابع آب محدود در چاه نیمه‌ها در منطقه سیستان بدون در نظرگرفتن ارزش اقتصادی و نسبت سود به مصارف آبی در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

آینده مشکلات جدی را برای کشاورزان این منطقه ایجاد نماید. طی بررسی‌های میدانی به عمل آمده، مشاهده شد که توسعه فعالیت‌های زراعی در این منطقه سبب شده تا فاصله بین نرخ تجدید و نرخ بهره‌برداری از منابع آبی ذخیره شده در چاه نیمه‌ها افزایش یابد. متأسفانه این شکاف در نتیجه وقوع خشکسالی‌های خفیف تا شدید در منطقه مذکور طی سالیان اخیر عمیق‌تر نیز شده است؛ به طوری که مدیریت بر مصرف منطقی منابع آب، بالاخص ذخایر آبی موجود در چاه نیمه‌ها را با مشکل مواجه نموده است و منجر به صرفه اقتصادی کم در بخش کشاورزی این منطقه از کشور شده است. این موضوع مهم در تبصره یک ماده ۱۰۶ قانون برنامه سوم و بندهای ماده ۱۷ برنامه چهارم توسعه نیز گنجانده شده است؛ به طوری که دولت را مکلف به اقدامات لازم جهت تطبیق الگوی کشت، مطابق با امکانات و ظرفیت‌های آبی مناطق از طریق تخصیص آب به تولید محصولات با نیاز آبی کمتر و بازدهی اقتصادی بیشتر گردانده است. در این راستا، نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد که کشت‌های با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پایین همانند شبدر و یونجه باید از الگوی کشت منطقه حذف و یا سطح زیرکشت آن‌ها کاهش داده شود و به جای آن‌ها کشت‌هایی نظیر محصولات غله‌ای که هم موجب کاهش مصرف آب و هم متضمن منافع اقتصادی برای کشاورزان سیستانی می‌باشند، در الگوی کشت جایگزین گردند. به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش بهره‌وری، به‌ویژه از دیدگاه ارزش اقتصادی تولید به ازای واحد مصرف آب به طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند راهکار مهمی برای بهبود معیشت کشاورزان در منطقه سیستان باشد. در حال حاضر، بهره‌وری آب کشاورزی در این منطقه از کشور معادل با ۲۰۷۵۱ ریال به ازای مصرف هر مترمکعب آب است که بر اساس برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تا سال ۱۴۰۵ باید به حداقل ۴۰۰۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب افزایش یابد. اختلاف در بهره‌وری اقتصادی آب در کشت محصولات مختلف در منطقه سیستان و همچنین، در مقایسه با شرایط رخداد خشکسالی نشان‌دهنده وجود پتاسیل برای افزایش بهره‌وری آب آبیاری در این منطقه است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به طور کلی، تحقیق حاضر نشان داد که اولویت اجرایی‌سازی استراتژی تدافعی یا کاهشی در حوزه سیاست‌گذاری‌های مرتبط با تخصیص و بهره‌برداری منابع آب در منطقه سیستان با تأکید بر ذخایر آبی چاه‌نیمه‌ها در مقایسه با سایر استراتژی‌ها (تهاجمی، رقابتی و محافظه‌کارانه) در اولویت امر قرار دارد. نکته کلیدی در بین راهبردهای اولویت‌دار و تعریف‌شده برای استراتژی تدافعی یا کاهشی، توجه به دو موضوع مهم است. نخست، بهینه‌سازی الگوی زراعی منطقه سیستان و تخصیص منابع آب ذخیره‌سازی شده در چاه‌نیمه‌ها در الگوی زراعی بهینه شده، به‌ویژه در شرایط مواجهه کشاورزان با رویداد خشکسالی و کم‌آبی. دوم، ایجاد سازوکارهای ارزیابی و اثربخشی پیامدگرا در حوزه بهره‌وری، کارایی و پایداری منابع آب منطقه سیستان. از سوی دیگر، اعمال تغییرات ارائه شده در الگوهای بهینه کشت تحت شرایط متفاوتی از رخداد خشکسالی، اگرچه که متضمن کشت‌های با بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری بالاتر و بیشتر نسبت به سال پایه می‌باشد، اما مشکلات خاص خود را در منطقه سیستان به دنبال دارد. توجیه نمودن کشاورزان برای حذف محصولاتی کم‌بازده و پرآبی مانند شبدر از الگوی کشت در شرایط رخداد شدت‌های متفاوت خشکسالی در منطقه براساس پیش‌بینی‌های به عمل آمده نمونه‌ای از این مشکلات می‌باشد که مطمئناً بازخوردها و پیامدهای خاص خود را با توجه به سیستم کشاورزی بومی یا سنتی منطقه به همراه خواهد داشت. به عنوان نمونه‌ای دیگر می‌توان به قانع نمودن کشاورزان برای کاهش سطح زیرکشت محصولات سودآوری چون پیاز، خربزه و هندوانه اشاره کرد. سطوح کاسته‌شده این محصولات باید با غلاتی چون گندم و جو آبی جایگزین شوند تا کشاورزان از اثرات سوء و پیامدهای خشکسالی در امان بمانند. این کار بدون شک نیازمند مشارکت همه‌جانبه اداره ترویج جهاد کشاورزی و دیگر نهادهای ذی‌ربط در منطقه سیستان است تا بتوان به واسطه آن‌ها، فرهنگ به‌کارگیری الگوهای بهینه کشت را بسته به شرایط متفاوت رخداد خشکسالی از خفیف تا شدید در منطقه ایجاد نمود و بدین شکل اهداف مدنظر جهت بهبود بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری را محقق ساخت. یافته‌ها نشان داد که با رخداد خشکسالی، سطح زیرکشت محصولات صیفی و علوفه‌ای در الگوی کشت منطقه سیستان کاهش می‌یابد و بیشترین میزان تغییرپذیری‌ها مربوط به محصول شبدر است. با این حال برای برخی از محصولات نیز مانند غلات گندم و جو آبی افزایش سطح زیرکشت در شرایط پایاپای ملاحظه شد. این امر می‌تواند به دلیل همبستگی منفی بین سطح زیرکشت این دو گروه محصول (یعنی کاهش یکی همراه با افزایش دیگری) در الگوی زراعی منطقه باشد. لذا توجه به این امر می‌تواند در جهت کاهش ریسک تولید محصولات منتخب زراعی به کشاورزان سیستانی کمک شایان توجه‌ای نماید. همچنین، ایجاد فرآیند مشارکت ذینفعان در شکل‌گیری الگوهای تفویض آب و پذیرش نقش مدیریتی و مشارکتی ذینفعان در فرآیند تخصیص آب چاه نیمه‌ها در سیستان استراتژی مهمی است که تمایل برای اجرایی شدن آن به عنوان یک نقطه قوت از سوی ذینفعان وجود دارد. لذا توصیه می‌شود که این موضوع مهم دائماً در برنامه‌های راهبردی منطقه ملاک امر ذینفعان قرار گیرد و آموزش‌های لازم جهت هم‌افزایی مشارکت‌ها بالاخص برای کشاورزان منطقه و نمایندگان آن‌ها ارائه گردد تا مسائل مربوط به بهره‌برداری از منابع آب محدود چاه نیمه‌ها همواره در سریع‌ترین زمان ممکن و بدون ایجاد تنش در بخش کشاورزی منطقه مرتفع گردد. با استناد به یافته‌های تحقیق، رخداد خشکسالی‌های متوالی و هزینه‌های گزاف اجرایی‌سازی طرح‌های مقابله با خشکسالی در منطقه سیستان با طرز تفکر عدم به صرفه‌بودن تولیدات کشاورزی تا این میزان از سوی نهادهای ذیصلاح، از مهم‌ترین تهدیدهای شناسایی شده می‌باشند؛ لذا نیاز است تا ضمن بکارگیری کلیه اقدامات لازم جهت مقابله با خشکسالی، اثرات رویداد این پدیده بر الگوی کشت و بازده درآمدی کشاورزان به صورت دوره‌ای برای آن‌ها ارائه گردند و آموزش‌های لازم توسط سازمان‌های ذیربط در راستای مقابله با خشکسالی و پیامدهای آن به کشاورزان داده شوند. در پایان، به منظور پایداری فعالیت کشاورزی و بهره‌برداری و تخصیص بهینه منابع آب در الگوی بهینه زراعی منطقه سیستان، رعایت کشت محصولات مطابق با الگوهای بهینه ارائه شده تحت شرایط رخداد خشکسالی، ایجاد بستر لازم جهت فعلیت یافتن نهادهای اشتراک‌گذاری آب کشاورزی و تخصیص بهینه آن، اجرای طرح‌های مقابله با خشکسالی در منطقه، اصلاح سیاست قیمت‌گذاری آب و تعیین مبالغ جبرانی در شرایط تشدید کم‌آبی، حذف محصولات با بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی پایین از الگوی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

کشت در شرایط خشکسالی و بکارگیری راهبردهای تدافعی جهت اجرای مناسب سیاست‌گذاری‌های تخصیص آب چاه نیمه‌ها در منطقه سیستان توصیه می‌شوند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تأمین شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی:

نظارت و نگارش نهایی:

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Mobasheri, F. (2013). The history of planning for the development of the exploitation of Iran's water resources. Second Edition, Sustainable Water Management website. (In Persian)
2. Eslami, R. and Rahimi, A. (2018). Policy making and water crisis in Iran. Journal of Strategic and Macro Policies, 27(7): 410-435. (In Persian)
3. Tena, T.M., Mwaanga, P. and Nguvulu, A. (2019). Hydrological modelling and water resources assessment of Chongwe River catchment using WEAP model. Water, 11(4): 839-850.
4. Hamlat, A., Errih, M. and Guidoum, A. (2013). Simulation of water resources management scenarios in western Algeria watersheds using WEAP model. Arab. J. Geosci., 6(7): 2225-2236.
5. Hekmatnia, M., Hosseini, M. and safdari, M. (2020). Determination and assessment of green, blue and gray water footprints in the international trade of agricultural products of Iran. Iranian Journal Irrigation Drain, 14(2), 446-463 [In Persian].
6. Saljuqi, Sh. And Salarpour, M. (2016). Determining the optimal pattern of cultivation with an emphasis on the limitation of water resources in Erzuye city (application of mathematical proof planning method). Master's thesis, Department of Agricultural Economics, Zabul University, Faculty of Agriculture, 132 pages. (In Persian)
7. Ghafari Moghadam, Z., Moradi, A., Hashemi Tabar, M. and Sardar Shahraki, A. (2022). Optimal allocation of water resources in the agricultural sector between selected crops in the rural areas of Sistan. Journal of Rural Development Strategies, 9(3): 394-410. (In Persian)
8. Uzun, V., Shagaida, N. and Lerman, Z. (2019). Russian agriculture: Growth and institutional challenges. Land Use Policy, 83: 475-487.
9. Giopponi, C., Mysiak, J., Fassio, A. and Cogan, V. (2004). MULINO-DSS: A computer tool for sustainable use of water resources at the catchment scale. Mathematics and Computer in Simulation, 64: 13-24.
10. Zhou, Q., Wu, F. &Zhang, Q. (2015). Is irrigation water price an effective leverage for water management? An empirical study in the middle reaches of the Heihe River basin. Physics and Chemistery of the Earth, Parts A/B/C, 89-90: 25-32.
11. Rahimian, M. (2016). Factors affecting the sustainable management of water resources among irrigated wheat farmers in Kohdasht. Iranian Journal of Agricultural Education and Extension Sciences, 12(2): 233-248. (In Persian)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

12. Shirazi Loskokalaye, S., Sabohi, M., Davari, K. and Kikha, A. (2017). The effect of irrigation water pricing policy on the level of underground water in the Neishabur watershed, Journal of Agricultural Economics Research, 10(3): 187-220. (In Persian)
13. Giordano M, Shah, T. (2014). From IWRM back to integrated water resources management. International Journal of Water Resources Development, 30: 364-376.
14. Shah Pasand, M. and Sawari, M. (2017). Obstacles to the sustainable management of agricultural water resources for the training of farmers in rural areas (a study in the Qeshlaq dam area of Kurdistan province). Environmental Education and Sustainable Development Quarterly, 5(3): 87-101. (In Persian)
15. Ren, C., Yang, J., Zhang, H. 2019. An inexact fractional programming model for irrigation water resources optimal allocation under multiple uncertainties. PLoS ONE. 14(6): 1-17.
16. Hao, L., Su, X., Singh, P. (2018). Cropping pattern optimization considering uncertainty of water availability and water saving potential. International Journal of Agricultural and Biological Engineering.2018; 1: 178-186. [DOI: 10.25165/j.ijabe.20181101.3658].
17. Zorofi, A. and Mozafari, J. (2015). Evaluation of scenarios for optimal allocation of water resources using the WEAP model (case study: Kelan Malair Dam basin). Iranian Water Research Journal, 17(1): 1-12. (In Persian)
18. Tahseen, S. and Karney, B. 2017. Opportunities for increased hydropower diversion at Niagara: A An sSWOT analysis. Renewable Energy, 1(101):757-770.
19. Chartzoulakis, K and Bertak, M. 2015. Sustainable water management in agriculture under climate change. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 4(1): 88-98.
20. Hedayati Aghmashhadi, A., Ansari, A. and Kazemi, A. (1401). Supply-side and demand-oriented policy of water resources using pressure parameters management (case study: Caspian watershed). Journal of Water Resources Engineering, 53(15): 71-84. (In Persian)
21. Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. and Lund, R. (2012). Calibrating disaggregates economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modeling and Software, 38: 244-258.
22. Parhizkari, A. (2013). Determining the economic value of irrigation water and farmers' response to price and non-price policies in Qazvin province. Master's Thesis in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Zabul University, 135 p.
23. Shi, M., Wang, X., Yang, H. and Wang, T. 2014. Pricing or quota? ASolution to Water Scarcity in Oasis Regions in China: ACase ofHeihe River Basin. Journal Sustainability, 6: 7601-7620.
24. Parkashan, CH., Stijn, S., Guido Van, H. 2013. Estimating the impact of water pricing on water efficiency in semi-arid cropping system: an application of probabilistically constrained nonparametric efficiency analysis. Water Resources Management, 27: 55-73.
25. Keykha, A., Samra Hashemi, Kh., Mehrabi Beshrabadi, H., Mardani Najafabadi, M. and Ziaei, S. (2022). The application of the hydrological-economic model in the integrated management of water resources in the West Jazmurian watershed. Journal of Agricultural Economics Research, published online from May 8, 1401. (In Persian)
26. Parhishkari, A., Taghizadeh Ranjbari, H., Shaukat Fadaei, M. and Mahmoudi, A. (2014). Evaluation of the economic damages of inter-basin water transfer on the cultivation pattern and the income status of farmers in the source basin (case study: water intake from the headwaters of Alamut River to the Qazvin Plain). Journal of Agricultural Economics and Development, 29(3): 333-319. (In Persian)
27. Chaturvedi, A., Hajare, T.N., Patil, N.G., Chaturvedi, A., Mungole, A. and Kamble, R. (2015). Land use planning issues in management of common property resources in a backward tribal area. Land Use Policy, 42: 806-812.
28. Tahseen, S. and Karney, B. (2017). Opportunities for increased hydropower diversion at Niagara: A An sSWOT analysis. Renewable Energy, 1(101):757-770.
29. Kangas, J., Kurtila, M., Kajanus, M., Kangas, A. (2003). Evaluation management strategies of a forestland estate-the S-O-S approach. Journal of Environmental Management, 69(4): 349-358.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

30. Ratha, D., and Agrawal, V.P. 2015. A digraph permanent approach to evaluation and analysis of integrated watershed management system. Journal of Hydrology, 1(525):188-196.
31. Mungole, A. and Kamble, R. (2015). Land use planning issues in management of common property resources in a backward tribal area. Land Use Policy, 42: 806-812.
32. Fal Soleiman, M. and Sadeghi, H.A. (2013). Analysis of the capabilities of the agricultural sector in South Khorasan province for sustainable development using the SWOT model. Journal of Geography and Development, 11(30):139-156. (In Persian).
33. Molai Hashjin, N. and Zahedi Dafchahi, K. (2010). Rural integrated development planning using SWOT analytical model in Khomam district of Rasht city. Journal of Rural Research. 1: 133-154. (In Persian).
34. Firoozi, M.A., Mohammadi Dehcheshmeh, M. and Saidi, J. (2017). Evaluation of environmental instability indicators with emphasis on water, soil and noise pollutions using Analytical Hierarchy Process (AHP) in Ahvaz metropolis. Journal of Environmental Science and Technology. 19(3):67- 81. (In Persian)
35. Shirzadi Laskookalayeh, S., Mardani Najafabadi, M. and Shahnazari, A. (2022). Investigating the effects of management of irrigation water distribution on farmers' gross profit under uncertainty: A new positive mathematical programming model. Journal of Cleaner Production16 March 2022.
36. Amirnjad, H., Fazelian, S. and Hosseini Yakanki, A. (2017). Determining the economic value of water in the production of high-quality and high-yielding rice (case study of Behshahr plain, Mazandaran province). Journal of Agricultural Economic Research, 39(10): 241-260. (In Persian)
37. Lee, H., Eom, J. and Koo, Y. (2019). A bottom-up model of industrial energy system with positive mathematical programming. Energy, 173(15): 679-690.
38. Medellan-Azuara, J., Harou, J.J. and. Howitt, R.E. (2011). Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Science of the Agricultural Water Management. 108(1): 73-82.
39. Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. and Lund, R. (2012). Calibrating disaggregates economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modeling and Software, 38: 244-258.
40. Gohar, A.A., Amer, S.A. and Ward, F.A. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. Journal of Hydrology, 520(3): 85-100.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

Optimizing Agricultural Activities Based on the Use of Water Wells in the Sistan Region with the Approach of Adapting to Drought

Mohama Mehdi Rakhshanimehr - PhD student - - - PhD student, Department of Agricultural Economics, Zab.C., Islamic Azad University, Zabol, Iran - salarpoor@uoz.ac.ir

Mashaallah Salarpoor - Assistant Professor - - - Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Zab.C., Islamic Azad University, Zabol, Iran - mohamadmahdi.rakhshanimehr@gmail.com

AhmadAli Keikha - Associate Professor - - - Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Zab.C., Islamic Azad University, Zabol, Iran - ahmadali.keikha@uoz.ac.ir

Mahmoud Ahmadpour borazjani - Associate Professor - - - Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Zab.C., Islamic Azad University, Zabol, Iran - mahmadpour@uoz.ac.ir
Alireza Sargazi - Assistant Professor - - - Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Zab.C., Islamic Azad University, Zabol, Iran - alirezasargazi@uoz.ac.ir

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

Abstract

Introduction: The Sistan region faces serious challenges in irrigation water management due to its geographical and climatic conditions. Water scarcity, drought, and reduced surface flows of the Hirmand River have made the existing water wells the primary source of water supply in the region. Effective planning for the optimal use of these well water resources is therefore essential. This study aimed to investigate the environmental factors influencing water consumption management policies in the Sistan region. A secondary objective was to identify appropriate strategies for the optimal and sustainable allocation of Nimruz well (Chah-e Nimeh) water resources.

A descriptive-analytical approach was applied, using the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) matrix and the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) to assess environmental factors and select appropriate water allocation strategies. Subsequently, Positive Mathematical Programming (PMP) combined with the Constant Elasticity of Substitution (CES) production function was used to optimize agricultural activities based on well water use under drought conditions. Data from 2022–2023 were collected through questionnaires and consultations with relevant organizations in Sistan and analyzed using GAMS software.

The SWOT analysis revealed that internal factors (strengths and weaknesses) scored 2.286 and external factors (threats and opportunities) scored 2.436. These values indicate the need for defensive (WT) strategies to improve water allocation and exploitation policies in the region. Under mild to severe drought conditions, well water resources are projected to decline by 9.57% to 49.23% compared to the base year. In response, farmers are expected to reduce the cultivation area of onions, melons, watermelons, and alfalfa, and shift toward wheat and barley. Total gross farm profit is estimated to decrease by 0.53% to 3.67%, while the economic value of water rises from 1,184 to 2,377 rials per cubic meter.

Based on the findings, the following measures are recommended: reforming water pricing policy and establishing compensation mechanisms under conditions of increasing water scarcity; removing crops with low economic and physical productivity from cultivation patterns during drought; and implementing defensive strategies for the proper management of well water allocation policy in the Sistan region.

Keywords: Cropping Pattern Optimization, Water Wells, PMP Model, Adaptation to Drought, Economic and Physical Water Productivity, Sistan Region

Introduction

Iran faces a serious and undeniable water crisis. Numerous domestic and international sources have confirmed this reality and proposed various solutions. The most visible consequences of this crisis include the drying up of lakes, wetlands, and rivers, declining groundwater levels, land subsidence,

deteriorating water quality, soil erosion, desertification, and dust storms. In response, legislators have enacted various policies, including groundwater monitoring and control, water nationalization laws, balanced water distribution policies, pricing and rationing measures, water supply reduction strategies, and water resource sharing frameworks. However, these measures have largely failed to resolve the crisis, and conditions have continued to worsen (6).

The Sistan region, located in the northeast of Sistan and Baluchistan province, was once considered the country's breadbasket. Today, it suffers from severe agricultural water shortages due to a combination of factors, including inadequate policy implementation. The agricultural sector in this region is heavily dependent on transboundary water inflows from Afghanistan through the Hirmand River. At the same time, persistent weaknesses in water resource management and agricultural planning have forced farmers to rely primarily on agricultural water wells (Chah-e Nimeh) to sustain production (7).

Given the geographical and climatic characteristics of the Sistan region including irregular rainfall patterns, recurring droughts, and political instability affecting the release of the Hirmand River's allocated share by Afghanistan proper management of irrigation water and optimal use of available water resources has become a critical necessity (1). The Chah-e Nimeh wells currently serve as the main source of water supply in the region, particularly during periods of water scarcity and reduced river flows. This study therefore pursued two main objectives: first, to identify the environmental factors influencing water consumption management policies in the Sistan region and select appropriate strategies for the optimal and sustainable allocation of Chah-e Nimeh well water resources; and second, to optimize agricultural activities based on the use of well water under drought adaptation conditions.

Methods

The Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) matrix combined with the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) was applied to assess environmental factors affecting water consumption management policies in the Sistan region and to identify appropriate water allocation strategies. To construct the SWOT analytical model, internal and external factors were analyzed simultaneously using a strategic position diagram (Figure 1). The output of this diagram determines the core strategy for developing water resource management policies in the Sistan region (32).

The strategic position diagram is built by plotting scores from the Internal Factor Evaluation (IFE) matrix on the horizontal axis and scores from the External Factor Evaluation (EFE) matrix on the vertical axis (33). The position of the intersection point determines the nature of the recommended strategy, which may be aggressive, competitive, conservative, or defensive. In the next step, sub-strategies are identified by comparing internal and external factors pairwise within the SWOT matrix, in line with the research objectives (32, 33).

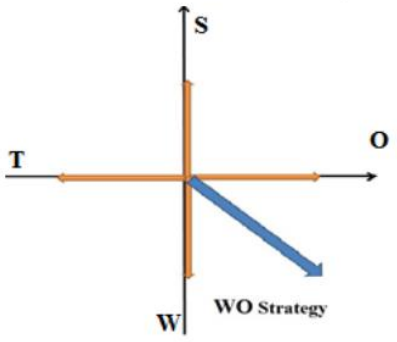


Figure 1- Choosing the best strategy or strategy based on the QSPM model

The prioritization of strategies with the help of the QSPM quantitative strategic model in this research is also done in such a way that the score coefficient of each strategy or strategy is calculated from the product of the coefficient of each factor in its attractiveness score. The attractiveness score can include values of 1, 2, 3 or 4 (score 4 as the most attractive and score 1 as the least attractive). Then, considering the total attractiveness score for each strategy, the available strategies are ranked (32).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

In the following, to optimize the agricultural activities based on the use of water from the wells (wells of half) with the drought adaptation approach, the Probative Mathematical Programming (PMP) model and the production function method with constant substitution elasticity (CES) were used (38). In the following, each of the step-by-step steps of the economic modeling system presented above is fully explained:
This model is calibrated in 3 steps as follows:
Step 1: Implementation of linear programming model and estimation of shadow prices or binary values of system constraints;
Step 2: Estimation of the CES function and the nonlinear or quadratic cost function of the second order;
Step 3: Extracting the final and experimental PMP pattern with the help of nonlinear objective function (38, 39).

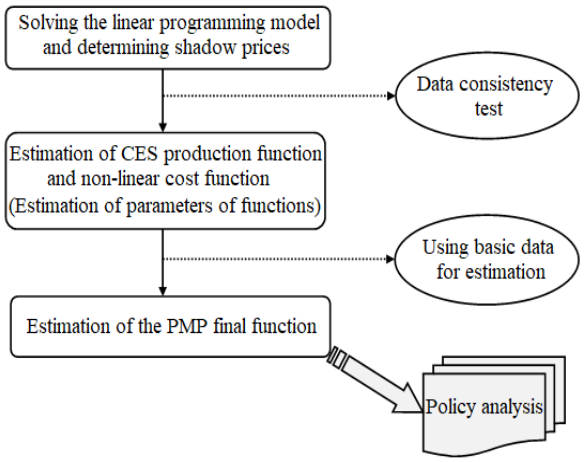


Figure 2- The stages of implementing the PMP economic model

Data for this study were obtained from two sources: structured questionnaires administered to farmers in the Sistan region, and official records collected from relevant governmental organizations. All data correspond to the 2022–2023 agricultural year and were analyzed using GAMS software.

Findings

The results of SWOT matrix extraction and analysis showed that the estimated values for internal (strengths and weaknesses) and external factors (threats and opportunities) are equal to 2.286 and 2.436, respectively. This indicates the use of defensive strategies or requires a response (WT) in order to improve the policies related to the allocation and exploitation of water in the Sistan region. Among the defensive strategies, the formation of a powerful mechanism for the optimal allocation of water from the semi-arid well and dealing with the occurrence of drought with a final score of 0.41 was placed in the first priority of policy programs. Also, the results showed that with the occurrence of drought under mild to severe intensities, the amount of well water resources will decrease from 9.57 to 49.23 percent compared to the base year. In this situation, Sistani farmers will reduce the acrage of onions, melons, watermelon and alfalfa and are inclined towards the acrage of wheat and barley. In the event of severe drought, the clover crop is removed from the model due to high water consumption and low economic productivity. In addition to the results showed that with the occurrence of drought, despite the optimization of the agricultural patterns provided, the amount of total farmers' gross profit of decreases from 0.53 to 3.67 percent and also the economic value of water reaches from 1184 to 2377 rials per cubic meter. The economic and physical productivity index of irrigation water for the current conditions of the region was calculated as 20,751 rials per cubic meter and 1.293 kg per cubic meter, and the results showed that the values of these indicators showed positive changes in the conditions of farmers facing drought compared to the conditions of the base year and it will be increased.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]

Discussion

The findings of this study indicate that shifting to optimal cultivation patterns under varying drought intensities can improve the physical productivity of irrigation water relative to the base year. However, implementing such changes in the Sistan region presents practical challenges that must be carefully considered.

One of the most significant challenges involves persuading farmers to remove water-intensive, low-yield crops such as clover from their cultivation patterns. While drought projections support this recommendation, clover cultivation is deeply embedded in the agricultural traditions and cultural practices of the region. Any policy aimed at eliminating such crops is therefore likely to encounter social resistance and may have unintended consequences for the livelihoods and traditions of local farming communities.

Conclusion

This study offers several practical recommendations for sustaining agricultural activity and improving water resource management in the Sistan region.

First, farmers should be encouraged to adopt optimal cultivation patterns that are specifically designed for drought conditions. Shifting to these patterns will help reduce water consumption while maintaining acceptable levels of agricultural productivity.

Second, the institutional framework for agricultural water sharing must be strengthened. Establishing and operationalizing water-sharing institutions will enable more equitable and efficient allocation of well water resources across the region.

Third, comprehensive drought management plans should be developed and implemented at the regional level. These plans must address both short-term water shortages and long-term structural vulnerabilities in the agricultural sector.

Fourth, the current water pricing policy requires reform. Compensation mechanisms should also be established to support farmers under conditions of increasing water scarcity.

Fifth, crops with low economic and physical water productivity should be gradually removed from cultivation patterns during drought periods. This measure will improve the overall efficiency of water use in the region.

Finally, defensive strategies identified through the SWOT-QSPM analysis should be systematically applied to guide the proper implementation of Chah-e Nimeh well water allocation policies in the Sistan region.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: https://doi.org/10.83252/geospa-6v33]