

مقدمه

آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولیدات محصولات کشاورزی جایگاه مهمی در توسعه پایدار بخش کشاورزی و توسعه اقتصادی دیگر بخش‌ها دارد [۷]. کمبود آب یکی از مشکلات اصلی بیش‌تر کشورهای جهان بوده و تنها راه خروج از این بحران استفاده و تخصیص بهینه و بالا بردن بهره‌وری آب در بخش‌های مختلف به‌خصوص بخش کشاورزی است. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین آبیاری راهکاری است که در خدمت کشاورزان برای مدیریت ریسک تولید (عملکرد) از طریق ذخیره و تخصیص بهینه منابع قرار دارد [۹]. کمبود آب در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که بشریت در سراسر جهان با آن روبرو است [۲۱]. با افزایش جمعیت جهان، این مشکل همچنان تشدید خواهد شد و تخمین‌ها حاکی از آن است که تعداد انسان‌ها تا سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر خواهد رسید. این رشد مستمر باعث افزایش بیش‌تر تقاضا برای تولید جهانی غذا و آب خواهد شد [۵]. از آنجایی که حدود ۴۰ درصد از تولیدات کشاورزی جهان از آبیاری استفاده می‌کند (تقریباً ۲۰ درصد از کل سطح زیر کشت) و سامانه‌های دیم ۶۰ درصد کل تولید (از حدود ۸۰ درصد کل سطح زیر کشت) را تولید می‌کنند [۴]. مدیریت آب در کشورهای درحال توسعه که معیشت روستایی به‌شدت به کشاورزی متکی است و ۹۰ درصد برداشت‌های آب برای سامانه‌های کشاورزی است، اهمیت بیش‌تری دارد [۲۵ و ۲۳]. سامانه‌های آبیاری تحت فشار (آبیاری بارانی و قطره‌ای) یکی از راهکارهای اساسی برای مدیریت عرضه آب هستند. این سامانه‌ها به لحاظ بالا بودن راندمان آبیاری در مقایسه با سامانه‌های آبیاری سنتی (با متوسط راندمان ۳۰ تا ۴۰ درصد) از جایگاه قابل ملاحظه‌ای در سیاست‌گذاری‌های کشاورزی و به‌خصوص در مناطق کم‌آب برخوردار هستند. راندمان قابل حصول در سامانه‌های آبیاری تحت فشار برای آبیاری بارانی حدود ۸۵ درصد و برای آبیاری قطره‌ای حدود ۹۰ درصد است [۱]. بر این اساس، توسعه اصولی آبیاری تحت فشار می‌تواند گام مؤثری برای افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه، تأمین آب موردنیاز گیاه با یکنواختی مناسب و نیاز کم‌تر نیروی انسانی است [۲۲]. در مسیر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر آن‌که امکان شناسایی نقاط قوت و ضعف اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار را فراهم می‌کند، می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطاها و بهبود بهره‌برداری اصولی از پروژه‌های در حال بهره‌وری داشته و جمع‌بندی نقاط مثبت و منفی

 ارزیابی عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری
 تحت فشار در طرح ۴۶ هزار هکتاری منطقه سیستان

 الهام جلائی فر^۱، علی سردار شهرکی^{۲*}، مهدی صفدری^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۳۱

DOI: WMJI.2024.2032518.1076/10.22034

چکیده

کمبود آب از مشکلات اصلی بیش‌تر کشورهای جهان می‌باشد و تنها راه خروج از این بحران تخصیص بهینه و بالا بردن بهره‌وری آب در بخش‌های مختلف به‌خصوص بخش کشاورزی است. در این پژوهش ارزیابی عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در طرح ۴۶ هزار هکتاری منطقه سیستان با رویکرد معیارهای چند شاخصه صورت گرفت. برای تحقیق این هدف از مدل SAW تحت منطق فازی استفاده گردید و برای این منظور پنج معیار اصلی (شامل معیار اقتصادی، فنی، ترویجی، اجتماعی و محیطی و فردی) و ۳۱ زیرمعیار برای پنج گزینه در منطقه سیستان انتخاب شدند. اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار $MCDM_{solver}$ تجزیه و تحلیل شدند. نتایج مربوط به امتیاز قطعی گزینه‌ها نشان می‌دهد که گزینه اقتصادی با مقدار وزنی ۵/۱۷۵ در رتبه اول، گزینه فنی با مقدار وزنی ۴/۷۱۱ در رتبه دوم، معیار ترویجی با مقدار وزنی ۴/۵۸۳ در رتبه سوم و معیار اجتماعی و محیطی با مقدار وزنی ۴/۵۸۱ در رتبه چهارم قرار دارند و آخرین رتبه متعلق به خصوصیات فردی با مقدار وزنی ۴/۳۵۶ می‌باشد. با توجه به نتایج حاصله و توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در منطقه، تقویت و هدفمندسازی اعطای تسهیلات دولتی برای سامانه‌های آبیاری تحت فشار پیشنهاد می‌گردد. هم‌چنین شاخص‌های فنی به دلیل وزن بالا در نتایج باید مورد توجه برنامه‌ریزان در منطقه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی، حوزه دز، کرم شب‌تاب، ماشین بردار پشتیبان.

۱- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان زاهدان، ایران

* نویسنده مسئول: Email: a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

۳- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان زاهدان، ایران

این عرصه از فعالیت‌های بخش کشاورزی می‌تواند راهنمایی برای تعیین راهبردهای آینده باشد.

با توجه به قرارگیری منشأ جریان‌های ورودی آب به سیستان در کشور افغانستان، کمبود آب یکی از عوامل اصلی محدودکننده توسعه فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه به شمار می‌رود به طوری که خشک‌سالی‌های اخیر به خشک شدن شریان حیاتی، نابودی بنیان‌های تولیدی و تشدید مهاجرت گسترده به سایر نقاط ایران منجر شده است [۱۷]؛ بنابراین با توجه به سطح پایین بارندگی، افزایش دما و تبخیر، فقر پوشش گیاهی، وابستگی منطقه به آب رودخانه هیرمند، کاهش یا توقف متناوب آورد سالانه آب رودخانه هیرمند و بروز خشک‌سالی‌های اخیر در منطقه، استفاده بهینه از آب موجود در چاه نیمه‌ها با روش‌های نوین آبیاری در اراضی کشاورزی روستاهای سیستان از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از طرح‌های اجرا شده برای مدیریت منابع آب در منطقه سیستان طرح انتقال آب با لوله بود که بر اساس آن، ۴۶ هزار هکتار از گستره ۲۰۰ هزار هکتاری دشت سیستان با تخصیص ۴۰۰ میلیون مترمکعب آب از چاه نیمه‌ها آبیاری می‌شود. پروژه انتقال و توزیع آب از مخازن چاه نیمه‌ها در ۴۶ هزار هکتار از اراضی کشاورزی روستاهای سیستان به منظور امکان بهره‌برداری مناسب از سیلاب‌های جاری با بهره‌گیری از سامانه‌های نوین آبیاری با بیش‌ترین راندمان، باهدف جلوگیری از مهاجرت ساکنان منطقه، احیای کشاورزی قابل‌برنامه‌ریزی، بهره‌وری هوشمندانه و بهینه از منابع پایه تولید، ایجاد اشتغال و افزایش توان اقتصادی روستاییان با رویکردی پایدار در ۷۶۶ روستای سیستان در قالب ۲۱۳۷ گروه هم‌آب ۲۰ هکتاری طراحی و اجرا شده است [۱۷]. اهمیت این موضوع در دشت سیستان بیش‌تر زمانی احساس می‌شود که افزایش راندمان آب با استفاده از سامانه‌های تحت فشار و نیمه تحت فشار از مخازن چاه نیمه افزایش یابد و انتقال آب با سیستم لوله‌گذاری توجیه اقتصادی بیش‌تری نسبت به سیستم انتقال آب با کانال‌های روباز دارد [۱۹]. در این طرح حجم آبی که به بخش کشاورزی تخصیص داده می‌شود ۴۰۰ میلیون مترمکعب است. به منظور تأمین آب اراضی طرح آبیاری دشت سیستان، آب ذخیره‌شده در مخزن چاه نیمه از طریق سیستم آبگیر آبیاری در پایاب چاه نیمه‌های شماره یک و چهار، وارد کانال خروجی این چاه نیمه‌ها شده و تحویل مدیریت بهره‌برداری از شبکه می‌گردد. میزان آب تحویلی سالانه از خروجی چاه نیمه شماره یک حدود ۱۵۳ میلیون مترمکعب و از خروجی چاه نیمه شماره چهار حدود ۲۴۷ میلیون مترمکعب تعیین شده است. آب تحویلی از چاه نیمه شماره یک توسط ایستگاه پمپاژ اصلی B که در ۵۰۰ متری پایین دست خروجی چاه نیمه واقع شده است با دبی حداکثر ۱۴/۲۴ مترمکعب بر ثانیه برداشت و برای نواحی عمرانی زهک ۱ و ۳ و هیرمند ۱، ۲، ۳ و ۴ منتقل می‌گردد. آب تحویلی از چاه نیمه شماره ۴ نیز توسط ۵ ایستگاه پمپاژ اصلی A جهت تحویل به نواحی عمرانی زایل ۱ و ۲ و نیمروز ۱، ۲ و ۳ برداشت می‌گردد [۶].

در طرح آبیاری دشت سیستان مجموعاً ۱۶ ایستگاه پمپاژ شامل ۵ ایستگاه پمپاژ مستقیم نواحی، دو ایستگاه پمپاژ اصلی و ۹ ایستگاه پمپاژ ثانویه نواحی پیش‌بینی شده است.

شناسایی عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار می‌تواند به بهبود اقدامات لازم در بهره‌گیری کارآمدتر از این سامانه‌ها منجر شود. از مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

محمدی و همکاران [۱۶] عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری با استفاده از فن تحلیل سلسله مراتبی تعیین نمودند. طبق نتایج مطالعه شاخص‌های اقتصادی در اولویت اصلی کشاورزان برای توسعه سامانه‌های آبیاری می‌باشد که در بین زیرمعیارهای این شاخص درآمد و اعتبارات بانکی دارای بیش‌ترین وزن بودند. نادریان‌فر و همکاران [۱۷] به بررسی اثرات طرح ۴۶ هزار هکتاری آبیاری دشت سیستان بر پایداری اجتماعی روستاها در شهرستان هامون پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که پایداری اجتماعی روستاها با اجرای طرح انتقال آب به اراضی کشاورزی نسبت به قبل از اجرای طرح افزایش یافته است. هم‌چنین نتایج تحلیل فضایی تأثیرگذاری طرح ۴۶ هزار هکتاری بر پایداری اجتماعی روستاها با استفاده از مدل ماباک نشان داد با اجرای طرح انتقال آب ۱۲ روستا در وضعیت مطلوب، ۱۰ روستا در وضعیت متوسط و ۱۸ روستا در وضعیت نامطلوب قرار گرفته‌اند. بیش‌ترین تأثیرگذاری اجرای طرح بر پایداری اجتماعی روستاها، مربوط به مؤلفه‌های افزایش تمایل ماندگاری روستاییان در منطقه و انتظارات خوش‌بینانه به آینده سیستان است. مختاری حصاری و همکاران [۱۵] عوامل مؤثر بر رفتار کشاورزان در به‌کارگیری سامانه آبیاری کم‌فشار بر مبنای نظریه تجزیه یافته رفتار برنامه‌ریزی شده و معادلات ساختاری در استان آذربایجان شرقی بررسی نمودند. یافته‌ها با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان داد که نظریه تجزیه یافته رفتار برنامه‌ریزی شده از اثربخشی و کارایی مناسبی برای پیش‌بینی رفتار کشاورزان در استفاده از فناوری آبیاری کم‌فشار برخوردار بوده و متغیرهای سازگاری، مزایا، تسهیل‌کننده‌ها، خودکارآمدی، رسانه‌ها، نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری در حدود ۶۳ درصد از واریانس آن را تبیین نمودند. ظریفیان و همکاران [۲۶] به شناسایی عوامل مؤثر بر به‌کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری در توسعه کشاورزی پایدار در روستاهای شهرستان بستان‌آباد با استفاده از مدل لاجیت پرداختند، یافته‌ها نشان داد ۱۲ درصد پاسخگویان با مشکل کمبود آب در حد زیاد و خیلی زیاد مواجه بودند. ۹۲ درصد کشاورزان معتقد بودند که این فناوری در حد زیاد و خیلی زیاد در افزایش محصول و کاهش مصرف آب کشاورزی تأثیر دارد. حدود ۷۹ درصد کشاورزان مورد مطالعه آبیاری تحت فشار را پذیرفته و بکار گرفته بودند.

رجا و همکاران [۲۰] به ارزیابی پتانسیل توسعه سیستم آبیاری تحت فشار در شبکه آبیاری و زهکشی دشت قزوین با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخته‌اند. بعد فنی مهم‌ترین

تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه از انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در تصمیم‌گیری چند شاخصه که رویکرد استفاده‌شده در این مطالعه است، معیار تصمیم، شاخص‌ها هستند؛ اهداف به شکل روشن‌بین شده‌اند و شاخص‌ها نیز تعیین شده‌اند. در مدل MADM انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مدنظر است که در مورد گزینه‌ها اولویت‌گذاری، انتخاب و یا رتبه‌بندی صورت می‌گیرد. هر مسئله MADM چندین شاخص دارد که تصمیم‌گیرنده در مسئله آن‌ها را باید کاملاً مشخص کند. تمامی روش‌های MADM نیاز به اطلاعاتی دارند که بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص به دست می‌آید. وزن مربوط به شاخص‌ها می‌تواند مستقیماً توسط تصمیم‌گیرنده و یا به وسیله روش‌های علمی موجود به معیارها تخصیص داده شود. این وزن‌ها اهمیت نسبی هر شاخص را بیان می‌کند. یکی از روش‌های مهم وزن‌دهی روش (Simple Additive Weighting) SAW است که در این پژوهش از آن استفاده شده است.

تکنیک SAW

این روش یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است [۱۲]. اگر در یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، راه انتخاب بهترین گزینه، استفاده از روش وزن‌دهی ساده است. مراحل پیاده‌سازی این روش به صورت زیر است:

- ۱) تشکیل ماتریس تصمیم و کمی‌سازی
- ۲) امتیازدهی برای یکسان‌سازی
- ۳) بی‌مقیاس‌سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم: از آنجایی که اعداد داخل ماتریس تصمیم قابل مقایسه باهم نمی‌باشند، باید آن‌ها را بی‌مقیاس نمود.
- ۴) تشکیل ماتریس وزن‌دار در اوزان شاخص‌ها: پس از تشکیل ماتریس، وزن معیارها تعیین می‌شود و در این گام با توجه به وزن‌های محاسبه‌شده ماتریس وزن‌دار به دست می‌آید.
- ۵) انتخاب بهترین گزینه: با جمع سطری ماتریس وزن‌ها امتیاز هر گزینه محاسبه می‌شود. شماتیک پیکربندی شبکه اصلی انتقال آب در شکل ۱ ارائه شده است.

نتایج و بحث

در جدول ۲ پس از وزن‌دهی، مقادیر اعداد فازی هر یک از زیرمعیارها مشخص شده است با توجه به نتایج به‌دست‌آمده امتیاز فازی نهایی و قطعی هر یک از معیارها به دست آمد که نتایج آن‌ها در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

زیر معیارهای سطح درآمد، اعتبارات بانکی، بهبود عملکرد تولید و کاهش هزینه‌ها در معیار اقتصادی اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد. در معیار فنی جنس خاک، کیفیت قطعات

عامل تأثیرگذار در توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار بوده و ثانیاً زیرمعیار تأمین نیاز آبی گیاه با وزن ۰/۱۲۹، امکان تحویل آب با وزن ۰/۰۹۹ و الگوی کشت با وزن ۰/۰۸۸ همگی از بعد فنی از مهم‌ترین عواملی هستند که مورد توجه ویژه کارشناسان و متخصصان بوده است. به عبارتی از شش زیرمعیار برتر، پنج مورد از بعد فنی و تنها یک مورد از بعد اقتصادی بود. ترکتن^۱ و همکاران [۲۴] به بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش سامانه‌های آبیاری تحت فشار در بین کشاورزان و تعیین تأثیر این سامانه‌ها بر روی ردپای آب در منطقه کارسامبا در استان ساسون، ترکیه با استفاده از مدل لاجیت پرداختند. این مطالعه نشان داد که تعداد زیادی از کشاورزان فندق (۷۲/۳ درصد) از دیم، ۲۴ درصد از آبیاری جویچه‌ای و ۳/۶ درصد از سامانه‌های آبیاری تحت فشار استفاده می‌کردند. در مطالعه موموندی^۲ و همکاران [۱۶] باهدف شناسایی عوامل مؤثر بر استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار توسط کشاورزان بود. نتایج نشان داد که ویژگی‌های فردی، گرایش، نگرش، خودکارآمدی، هنجارهای ذهنی، حمایت دولتی، تنش‌های محیطی و ویژگی‌های فناورانه مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کشاورزان بودند.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در خصوص ابعاد مختلف بررسی سامانه‌های آبیاری تحت فشار، این مطالعه به تعیین عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در طرح ۴۶ هزار هکتاری منطقه سیستان می‌پردازد. با توجه به خشک‌سالی‌های مکرر در منطقه، موضوع آبیاری تحت فشار به جهت راندمان آبیاری بالاتر می‌بایست در منطقه مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش پس از معرفی معیارهای مورد استفاده، به ارائه اولویت‌های مختلف مؤثر در توسعه این سامانه‌ها از دیدگاه کارشناسان پرداخته خواهد شد.

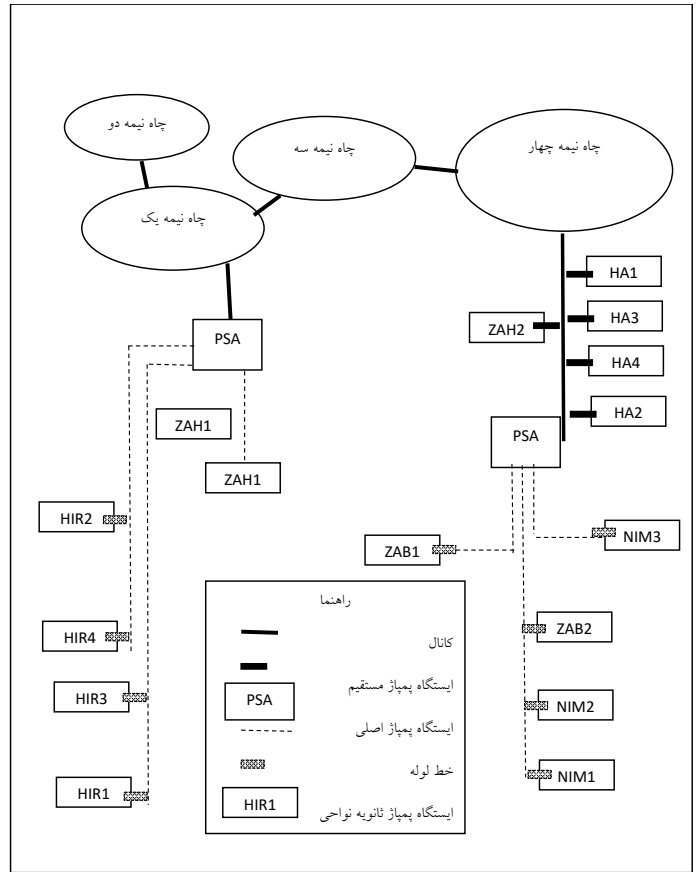
مواد و روش‌ها

نوع این تحقیق با توجه به موضوع و هدف آن کاربردی و روش انجام آن پیمایشی است. جامعه آماری تحقیق را کارشناسان و خبرگان آب، محیط‌زیست و جهاد کشاورزی مشتمل بر ۱۲۰ نفر در سال ۱۴۰۲ تشکیل دادند و با توجه به نظر کارشناسان ۳۱ شاخص به‌عنوان عوامل مؤثر بر توسعه سیستم آبیاری تحت فشار تعیین گردید که در جدول ۱ آورده شده است. هم‌چنین برای تعیین روایی داده‌ها مطابق با روش روایی محتوایی، از ۵ نفر از نظرات اساتید و متخصصین خبره در زمینه مطالعه استفاده شد. برای به دست آوردن پایایی ابزار اندازه‌گیری، از آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار ضریب محاسبه‌شده برابر با ۰/۸۱ بوده که چون بیش‌تر از ۰/۷ است از این رو پایایی ابزار اندازه‌گیری در حد زیاد بود.

1. Turkten
2. Momvandi

جدول ۱: شاخص‌های مؤثر بر توسعه سیستم آبیاری تحت فشار

ردیف	معیار	زیرمعیارها	نماد
۱	اقتصادی	سطح درآمد	M1
۲		اعتبارات بانکی	M2
۳		فرآیند تصویب طرح	M3
۴		بهبود عملکرد تولید	M4
۵		کاهش هزینه	M5
۶		الگوی کشت	M6
۷		سرمایه‌گذاری اولیه	M7
۸	فنی	طراحی و اجرا	M8
۹		جنس خاک	M9
۱۰		منبع تأمین آب	M10
۱۱		تعداد قطعات و اندازه زمین	M11
۱۲		کیفیت قطعات	M12
۱۳		خدمات پس از نصب	M13
۱۴	ترویجی	اطلاع‌رسانی جمعی	M14
۱۵		بازدید کارشناسان	M15
۱۶		رهبران محلی	M16
۱۷		کلاس‌های آموزشی	M17
۱۸		مراجعه به جهاد کشاورزی	M18
۱۹	اجتماعی و محیطی	امنیت منطقه	M20
۲۰		اقلیم منطقه	M21
۲۱		نگرش کشاورزان	M22
۲۲		عضویت در تعاونی	M23
۲۳		مالکیت آب و زمین	M24
۲۴		ضوابط اداری	M25
۲۵	فردی	آگاهی کشاورز	M26
۲۶		تحصیلات	M27
۲۷		اقامت کشاورز	M28
۲۸		انحصار وراثت	M29
۲۹		سابقه	M30
۳۰		سن	M31
۳۱		تخصص نیروی کار	M32

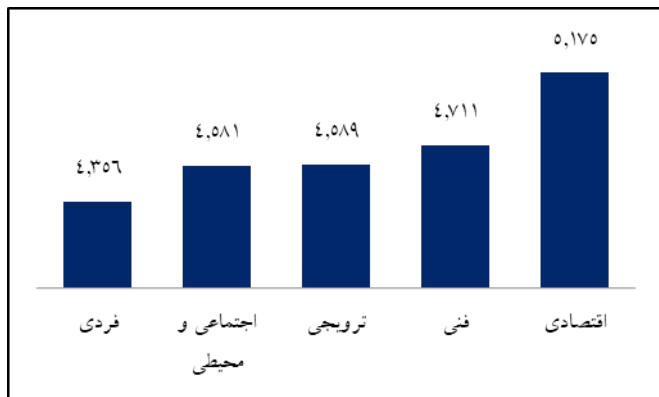


شکل ۱: شماتیک پیکربندی شبکه اصلی انتقال آب با لوله دشت سیستان

جدول ۲: ماتریس وزنی معیارهای مؤثر بر توسعه سامانه‌ها آبیاری تحت فشار

ماتریس وزین	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
اقتصادی	(۷۸/۴۰/۰۸۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	
فنی	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۷۲۰)	(۰/۷۸۰)	(۸۵/۲۰۰)	(۷۲۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۰/۲۶۰)	
ترویجی	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	
اجتماعی و محیطی	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	
فردی	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۳۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	
ماتریس وزین	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31
اقتصادی	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۳۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)
فنی	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)
ترویجی	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۴۰/۰۹۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)
اجتماعی و محیطی	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۷۸/۲۰۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)
فردی	(۰/۲۶۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۱۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۲۶۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)	(۷۴۰/۰۹۰)	(۰/۷۸۰)	(۰/۷۸۰)

به‌عنوان یکی از عمده‌ترین عوامل بازدارنده در اجرای این سامانه‌ها مورد تأیید قرار گرفته است. از سویی دیگر به اعتقاد کارشناسان یکی از مشکلات اقتصادی در رابطه با اجرا و بهره‌گیری از سامانه‌های آبیاری، بالا بودن نرخ بهره وام‌های دریافتی و کوتاه بودن دوره بازپرداخت آن است. ضمن اینکه عدم تخصیص به موقع اعتبارات طرح باعث پایین آوردن توانایی مالی کشاورزان در استفاده از این سامانه‌ها می‌شود. از سویی دیگر استفاده از این سامانه‌ها در منطقه با تنظیم میزان آب موردنیاز در فصول مختلف زراعی، جلوگیری از سله بستن خاک، عدم نیاز به ایجاد نهرهای خاکی درون مزرعه و استفاده بهینه از کل زمین موجب بهبود راندمان تولید و تشویق کشاورزان به استفاده از این سامانه‌ها می‌شود. اجرای این سامانه‌ها علاوه بر این باعث کاهش هزینه تمام‌شده محصول می‌شود به طوری که در برخی موارد به‌کارگیری این سامانه‌ها تعداد نیروی کار در هر هکتار زمین را از پنج به یک نفر کاهش داده است. شکل ۲ امتیاز قطعی معیارها را نشان می‌دهد.



شکل ۲: جدول وزن نهایی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌های مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار بر اساس نظر کارشناسان

در نمودار بالا گزینه‌ها بر اساس معیارهای که توسط کارشناسان آب، محیط‌زیست و کارشناسان جهاد کشاورزی مورد بررسی و محاسبه قرار گرفته است به‌وضوح نشان داده شده است که در منطقه سیستان بالاترین رتبه شامل گزینه اقتصادی با مقدار ۵/۱۷۵ و رتبه دوم گزینه فنی با مقدار ۴/۷۱۱ و رتبه سوم ترویجی با مقدار ۴/۵۸۳ و رتبه چهارم اجتماعی و محیطی با مقدار ۴/۵۸۱ و آخرین رتبه خصوصیات فردی با مقدار ۴/۳۵۶ می‌باشد. در بعد فنی، به اعتقاد کارشناسان، انتظار می‌رود عدم تناسب سامانه‌های اجرایی با مزارع منطقه و پیچیدگی‌های موجود در طراحی آن‌ها که باعث عدم اجرای سیستم به‌نحوی که طراحی شده می‌شود، تأثیر منفی بر تمایل کشاورزان به استفاده از این سامانه‌ها دارد. هم‌چنان که نوع خاک و منبع تأمین آب بر این امر تأثیرگذار می‌باشند. در این خصوص، اسول و زیلبرمن^[۳] با مطالعه‌ی تأثیر کیفیت اراضی و دسترسی به آب بر انتخاب فناوری‌های آبیاری نشان دادند که انتخاب فناوری‌های

و تخصص نیروی کار در اولویت اول می‌باشند. رهبران محلی و کلاس‌های آموزشی در معیار ترویجی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار به شمار آمدند. در معیار محیطی و اجتماعی نیز اقلیم منطقه و طراحی و اجرا نسبت به سایر گزینه‌ها برتری داشتند در اقلیم‌هایی که زارعین منطقه با خشک‌سالی روبه‌رو هستند، استفاده از سامانه‌های آب اندوز و تمایل به توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار بیشتر است. زیر معیار اطلاع‌رسانی جمعی که فراهم بودن و دسترسی به برنامه‌های آموزشی رادیو، تلویزیون و اینترنت و نیز نشریات ترویجی در خصوص مزایای استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار را در برمی‌گیرد، نیز وزن بالایی را در بین زیر معیارهای مختلف معیار «ترویجی» به خود اختصاص داده است. چراکه به اعتقاد کارشناسان ناآشنایی کشاورزان با مزایای استفاده از این سامانه یکی از علل اصلی توسعه نیافتن اجرای این طرح در مزارع کشاورزی در سال‌های گذشته بوده است. هم‌چنین لازم است، بازدید کارشناسان شرکت‌های خصوصی از مزارع در جهت افزایش کارایی سیستم و راندمان آبیاری با برنامه‌ریزی منظم انجام شود. در معیار فردی نیز زیرمعیار سن، آگاهی کشاورزی و تخصص نیروی کار اهمیت بیش‌تری می‌باشد؛ که به اعتقاد کارشناسان آگاهی و مهارت کشاورزان از فناوری‌های جدید، تمایل آن‌ها را به توسعه و استفاده از این سامانه‌ها بیش‌تر می‌کند که نتایج این مطالعه با مطالعات [۱۰، ۱۸ و ۸] مطابقت دارد. آن‌ها نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که مشارکت کشاورزان در طرح‌های مدیریت منابع آب و آگاهی آن‌ها از اثرات و پیامدهای روش‌های جدید آبیاری را عامل مؤثری در پذیرش این فناوری دانسته‌اند. در جدول ۳ امتیاز فازی نهایی معیارها محاسبه شده است.

جدول ۳: محاسبه امتیاز فازی نهایی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌های مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار

معیار	امتیاز فازی نهایی
اقتصادی	(۰/۱۷، ۱/۳۸، ۱/۷/۸)
فنی	(۰، ۰/۸۷، ۱/۷/۱)
ترویجی	(۰/۰۹، ۰/۸۱، ۱/۶/۶)
اجتماعی و محیطی	(۰/۰۹، ۰/۸، ۱/۶/۶)
فردی	(۰/۰۹، ۰/۶۱، ۱/۶/۱۲)

منبع: یافته‌های تحقیق

با محاسبه امتیاز فازی هر یک از گزینه‌ها مشاهده می‌شود، گزینه اقتصادی برتری بیش‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد. به عبارت دیگر توانایی مالی کشاورزان در مواجهه با هزینه‌های ناشی از سرمایه‌گذاری اولیه و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری و نیز میزان حمایت مالی دولت در اجرا و بهره‌برداری از این سامانه‌ها نقش مهمی در تشویق کشاورزان به توسعه این سامانه‌ها خواهد داشت. نقش بینه مالی کشاورزان برای تأمین هزینه‌های اجرای روش‌های جدید آبیاری در مطالعه محبوبی و همکاران [۱۴] نیز

منابع

1. Ali, M.H. 2011. Practices of Irrigation and On-farm Water Management. 1st Edition. Springer Pub. 2:571.
2. Asgharpour, M.J. 2013. Multi-criteria decision making. 11th edition Tehran, Tehran University Press: 400 (In Persian).
3. Aswell, M., and Zilberman, D. 1985. The choices of irrigation technologies in California. American Journal of Agricultural Economics. 67(2), 224-234.
4. Darzi-Naftchali, A., Bagherian-Jelodar, M., Mashhadi-Kholerdi, F., and Abdi-Moftikolaei, M. 2020. Assessing socio-environmental sustainability at the level of irrigation and drainage network. Science of the Total Environment. 731: 138927.
5. Falkenmark, M. 2013. Growing water scarcity in agriculture: future challenge to global water security. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(2002), 20120410.
6. Ghafari Moghadam, Z. 2018. Economic management of water resources in the agricultural sector of the Hirmand watershed with the integrated approach of game theory and water market. PhD thesis, University of Sistan and Baluchistan, Department of Agricultural Economics (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 using the Stackelberg-Nash-Cournot model and emphasis on the water market (case study: water transfer project with pipes in Sistan region). Ecohydrology. 9(1), 273-289 (In Persian).
8. Heyd, H., and Neef, A. 2004. Participation of local people in water management: Evidence from the MaeSa Watershed, Northern Thailand. International food policy research Institute. Washington, D.C. USA.
9. Karamatzadeh, A., Chizari, A., and Mirzai, A. 2015. Determining the economic value of irrigation water through: optimal cultivation pattern for integrated farm and horticulture, a case study of Bazo Shirvan Dam. Agricultural Economics and Development. 14(54), 35-60 (In Persian).

پیشرفته آبیاری در مناطقی باکیفیت نسبی پایین زمین‌ها، بیشتر است، حال آنکه روش‌های سنتی آبیاری بیش‌تر در مناطقی که دارای زمین‌هایی با بافت سنگین، مسطح و آب ارزان می‌باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. لیچتنبرگ^۱ [۱۱] نیز نتیجه گرفتند که گسترش آبیاری بارانی به کیفیت خاک بستگی دارد، به طوری که هر چه کیفیت خاک کم‌تر باشد، این روش آبیاری توسعه بیش‌تری می‌یابد؛ که با نتایج پژوهش انجام‌گرفته همخوانی دارد.

پیشنهادها

در مطالعه‌ی حاضر، جهت بررسی عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در طرح ۴۶ هزار هکتاری از مدل SAW تحت فازی استفاده شده است. معیارها و گزینه‌های مطالعه با توجه به مطالعات پیشین و با استفاده از نظر خبرگان در پنج دسته شناسایی گردیده شد و روابط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در گزینه اقتصادی سطح درآمد و اعتبارات بانکی مورد بررسی قرار گرفته است، هم‌چنین برنامه‌های زیربنایی برای راه‌اندازی سامانه‌های آبیاری تحت فشار (استفاده از بلوک‌های سیمان، طراحی مخازن و ساخت لوله‌ها) باید در اولویت پروژه‌های دولتی در مناطق مطالعه قرار گیرد و هم‌چنین حمایت مالی و تأمین مالی مناسب دولتی از زیرساخت‌های مناسب آبیاری تحت فشار و زمینه افزایش تمایل کشاورزان برای استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار را افزایش می‌دهد و در بعد اقتصادی مسائلی از جمله بهره بانکی و سرمایه‌گذاری اولیه و الگوی کشت و قیمت محصولات تولیدی مورد بررسی قرار می‌گیرد و وظیفه طراح آن است که در سیستم پیشنهادی خود بین این عوامل هماهنگی لازم را برقرار کند. در گزینه فنی پایین بودن کیفیت قطعات و خدمات پس از نصب، بهبود عملکرد تولید در روند توسعه این سامانه‌ها را با مشکل مواجه ساخته است و هم‌چنین در گزینه فنی طراحی و اجرا، جنس خاک، منبع تأمین آب مهم‌ترین نقش را در توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار دارد در گزینه ترویجی، ترویج به‌تنهایی قادر به انجام این مهم نیست نیازمند تحقیقات و آموزش و همکاری در مسائل مدیریت منابع آب زراعی و روش‌های نوین آبیاری می‌باشد. برنامه‌های آموزش و ترویج کشاورزی بر نقش سامانه‌های آبیاری تحت فشار در کاهش هزینه‌های آبیاری و بهبود دانش و مهارت و اطلاعات برای مدیریت آبیاری تأکید دارد. در صورت اجرای چنین شبکه‌ای برای افزایش راندمان انتقال آب علاوه بر بهبود وضعیت اقتصادی مردم به‌عنوان اشتغالی پایدار و مطمئن و هم‌چنین توسعه پایدار کشاورزی، باعث ماندگاری مردم در محل تولید و روستاها، در این منطقه استراتژیک می‌باشد.

1. Lichtenberg

19. Piri, J., Ansari, H., and Shirzadi Leskokalaye, S. 2013. Economic evaluation and comparison of gravity and pressure systems of water distribution network in Sistan region. *Water research in agriculture*. 28(28-4), 713-724 (In Persian).
20. Raja, A., Mirzaei, F., Pourgholam Amiji, M., Houshmand, M., Saleh, M., and Balavi, F. 2018. Assessing the development potential of pressurized irrigation in Qazvin Plain with the method, hierarchical analysis and ant colony optimization algorithm. *Water management in agriculture*. 7(2), 15-30 (In Persian).
21. Rosa, L., Chiarelli, D.D., Rulli, M.C., Dell'Angelo, J., and D'Odorico, P. 2020. Global agricultural economic water scarcity. *Science Advances*. 6(18), 6031.
22. Salehi, R., Attaroshan, S., and Porrostami, R. 2013. Evaluation of the use of drip irrigation system in the hand-planted seed forests of northern Karaj. *Journal of Renewable Natural Resources Research*. 3(1), 68-77 (In Persian).
23. Samian, M., Mahdei, K.N., Saadi, H., and Movahedi, R. 2015. Identifying factors affecting optimal management of agricultural water. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 14(1), 11-18.
24. Türkten, H., Yıldırım, Ç., and Boz, İ. 2023. Factors influencing the adoption of pressurized irrigation systems in hazelnut production and its effect on the water footprint in the Çarşamba district of Samsun. *Erwerbs-Obstbau*. 65(4), 775-783.
25. Zarei, Z., Karami, E., and Keshavarz, M. 2020. Co-production of knowledge and adaptation to water scarcity in developing countries. *Journal of environmental management*. 262: 110283.
26. Zarifian, Sh., Rostami, J., and Pishbahar A. 2019. Factors affecting the use of modern irrigation systems in the development of sustainable agriculture (case study: Bostan Abad city, East Azarbaijan province). *Agricultural knowledge and sustainable production*. 30(3), 217-229 (In Persian).
10. Khoshab, A., and Namazi, A. 2015. Examining the reasons for farmers not accepting the public participation plan. *Papers of the first national conference on management of irrigation and drainage networks*. Ahvaz 12-14 (In Persian).
11. Lichtenberg, E. 1998. Land quality, irrigation development, and cropping patterns in the northern high plains. *American Journal of Agricultural Economics*. 71(1), 187-194.
12. Malczewski, J. 1997. *Propagation of errors in multicriteria location analysis*. Springer. Berlin Heidelberg New York: 154-155
13. Maleki, S., and Mandalujoybari, M. 2014. Measuring and rating the quality of life in Mazandaran province using AHP and SAW techniques. *Geography and development of urban space*. 3(1-4), 133-147 (In Persian).
14. Mahboobi, M., Nakhai, H., Razvanfar, A., Movahed, A., and Mohammadi, H. 2012. Identifying the educational needs of users of classic pressure irrigation systems in Golestan province. *Journal of Water Research in Agriculture*. 27(2), 171-180 (In Persian).
15. Mokhtari Hasri, A., Rezaei, R., and Shabanali Fami H. 2018. Analysis of influencing factors on farmers' behavior in using low pressure irrigation system in East Azarbaijan province. *Extension Sciences and Agricultural Education of Iran*. 16(2), 125-143 (In Persian).
16. Momvandi, A., Omidi Najafabadi, M., Hosseini J.F., and Lashgarara, F. 2018. The identification of factors affecting the use of pressurized irrigation systems by farmers in Iran. *Water*. 10(11), 15-32.
17. Naderianfar, M., Ghanbari, S., and Bazarafshan, J. 1401. The impact of the 46,000-hectare Sistan plain irrigation project on the social sustainability of villages (case study: Hamon rural areas). *Local development (rural-urban)*. 13(2), 455-479 (In Persian).
18. Nowrozi, A., and Chizari, M. 2014. Factors affecting the adoption of rain irrigation in Nahavand city. *Journal of Agricultural Economics and Development*. 14(54), 61-84 (In Persian).



Abstract

Evaluation of Factors Affecting the Development of Pressurized Irrigation Systems in the 46 Thousand Hectare Plan of Sistan RegionE. Jalae Far¹, A. Sardar Shahraki^{*2}, M. Safdari³

Received: 2024/06/15 Accepted: 2024/07/21

Water shortage is one of the main problems of most countries in the world, and the only way out of this crisis is optimal allocation and increasing water productivity in different sectors, especially the agricultural sector. In this research, the factors affecting the development of pressurized irrigation systems in the 46,000-hectare project of Sistan region were evaluated with the approach of multi-indicator criteria. To research this goal, the SAW model under fuzzy logic was used, and for this purpose, 5 main criteria (including economic, technical, promotion, social, environmental and individual criteria) and 31 sub-criteria were selected for 5 options in Sistan region. Data were analyzed using MCDM solver software. The results related to the definitive score of the options show that the economic option with a value of 5.175 is in the first rank, the technical option is in the second rank with a value of 4.711, the promotion criterion is in the third rank with a value of 4.583, and the social and environmental criterion with a value of 4.581 is located in fourth rank and the last rank belongs to individual characteristics with a value of 4.356. Considering the results obtained and the development of pressurized irrigation systems in the region, it is suggested to strengthen and target the granting of government facilities for pressurized irrigation systems. Also, technical indicators should be considered by planners in the region due to their high weight in the results.

Keywords: Drip irrigation, SAW Model, Fuzzy, Water management, Sistan area.

1. Master of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

2. Associate Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran *Corresponding Author's E-mail: a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

3. Associate Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran