دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره چهاردهم، شماره پنجاه و یک، ۱۴۰۱

ارزیابی سنجه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در نظام‌های کشاورزی پایدار (مطالعه موردی طرح پایلوت پروژه آب‌رسانی سیستان هامون ۳)

منصور حیدریان [۱]، مهدی دهمرده [۲]، محمدرضا اصغری پور [۳]، اسماعیل سیدآبادی [۴]، محمود رمرودی [۵]

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶

چکیده

در سیستم‌های کشاورزی سرتاسر جهان، امنیت غذایی و حفظ پایداری در تمام جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مورد توجه است. ارزیابی پروژه‌های آبیاری، ابزاری مؤثر برای مدیریت و پیش‌بینی تأثیرات زیست محیطی می باشد. امروزه چالش کمبود منابع آب ایران به حدی تشدید یافته است که اجرای سیاست‌های مدیریتی و اصول صحیح بهره‌وری اجتناب ناپذیر است. در این مطالعه پروژه انتقال آب از چاه نیمه‌های سیستان با تأکید بر شاخص‌های اقتصادی و بوم‌شناختی مورد ارزیابی قرارگرفته است. در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نظام‌های کشاورزی پایدار در منطقه سیستان با استفاده از روش‌های آماری مناسب مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها از طریق آمارهای ثبت شده و مصاحبه حضوری با مدیران پروژه آبرسانی جمع‌آوری شدند. پروژه آبرسانی شامل ۱۶ واحد عمرانی با مساحت‌های متفاوت بود که یکی از آن‌ها، واحد عمرانی هامون ۳، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. این واحد عمرانی دارای ۱۶ بخش زیرمجموعه بود که طرح پایلوت شبکه آبیاری با تکنولوژی کم فشار در آن اجرا شده بود. تأثیرات پروژه آبرسانی بر شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی با استفاده از آزمون ویلکاکسون مورد تحلیل قرار گرفتند. پس از اجرای پروژه، جمعیت منطقه حدود ۳۰ درصد کاهش داشته که ناشی از کاهش تولید، افزایش مهاجرت و نقص در ایجاد اشتغال پایدارمی باشد. کاهش سطح اراضی زراعی کمتر از ۵ درصد بوده در مقابل، سطح اراضی باغی با بهبود دسترسی به آب ۱۵ درصد افزایش‌یافته است. افزایش ۱۱ درصدی تعداد دام‌های سنگین و۳۷ درصدی مصرف برق، نشانگر بهبود شرایط زندگی دامداران و تحولات اجتماعی و اقتصادی پس از اجرای طرح است. همچنین هزینه تولید و فروش محصولات زراعی و باغی به دلیل تورم سالانه افزایش‌یافته است. قیمت فروش محصولات زراعی با افزایش ۳۰ درصدی روبرو بوده اما قیمت فروش محصولات باغی افزایش چشم‌گیر ۲۳۰ درصدی داشته با افزایش آفات ناشی از خشک‌سالی‌ها، استفاده از سموم ۲۰ درصد نسبت به قبل افزایش یافته، در ارزیابی‌ها، میزان خسارات وارده بعد از اجرای طرح با ۱۵ درصد افزایش ریالی مواجه بوده این مطالعه نشان می‌دهد پروژه انتقال آب از چاه نیمه‌های سیستان تأثیرات مختلفی بر جوانب اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی منطقه داشته و نیازمند راهکارهایی برای حل چالش‌ها و تقویت نتایج است.

واژه‌های کلیدی: محیط‌زیست، چاه نیمه‌های سیستان، طرح آب‌رسانی هامون، پایداری اقتصادی و اجتماعی، انتقال آب

حیدریان، م.، م. دهمرده، م. اصغری پور، ا. سیدآبادی، ک. رمرودی. ۱۴۰۱. ارزیابی سنجه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در نظام‌های کشاورزی پایدار (مطالعه موردی طرح پایلوت پروژه آب‌رسانی سیستان هامون ۳). ۱۴(۵۱): ۸۸-۷۴.

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. نویسنده مسئول: Email: dahmard@gmail.com

۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

۴- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

۵- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، مسائل محیط‌زیستی به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهان تبدیل‌شده‌اند. حفظ منابع طبیعی، بهره‌وری از زمین و آب و مدیریت صحیح آن‌ها برای تأمین نیازهای انسانی امروز و حفظ آن‌ها برای نسل‌های آینده از اهمیت فراوانی برخوردار است (آهنی و افشار کاظمی،۱٤۰۰). اطلاعات جاری نشان می‌دهد که تنها ۲ درصد از سطح کره زمین به‌عنوان جایگاه منابع خشک قابل بهره‌برداری است و از کل آب جهان تنها ۳ درصد آن آب شیرین است (گل‌کرمی و کاویانی‌راد،۱۳۹٦). در چارچوب این چالش‌ها، اصلی‌ترین تهدیدات زیست محیطی شامل نابودی لایه ازن، جنگل‌زدایی، بیابان‌زایی و افزایش آلودگی‌ها معرفی‌شده‌اند (جوادی و همکاران، ۱۳۹۷). این تهدیدات ناشی از استفاده نادرست و غیرمتناسب از منابع طبیعی و نادیده گرفتن محدودیت‌های اکولوژیکی به وجود آمده‌اند. در سطح ملی، حفظ محیط‌زیست به‌عنوان یک ضرورت در قانون اساسی تأکید شده و در برنامه‌های توسعه ملی جایگاه ویژه‌ای دارد (عصمتی و عدالت جو،۱۳۹۹). این تأکیدها به منظور جلوگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست و تأمین بهره‌وری از منابع طبیعی جهت استفاده انسان ارائه شده‌اند. در زمینه‌ی کشاورزی، روند مدرنیزه شدن منجر به افزایش استفاده از انرژی سوخت‌های فسیلی شده است. این امور نه تنها منجر به افزایش تولید، بلکه به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز منجر شده است انجامیده است (بهرامی، ۱۳۹۹).

در جهان حدود یک میلیارد نفر از سوءتغذیه رنج می‌برند، در همین حین، سیستم‌های کشاورزی جهان با تخریب مواجه‌اند. برای حفظ امنیت غذایی، تولید غذا باید پایدار شود و ردپای زیست محیطی کشاورزی کاهش یابد. کشاورزی پایدار، مجموعه فعالیت‌هایی است که بدون تخریب منابع محدود محیطی برای نسل‌های آینده، نیازهای فعلی غذا و پوشاک را تأمین می‌کند (کوینترو-آنخل و گونزالس-اسویدو، ۲۰۱۸). ویژگی‌های یک سیستم کشاورزی پایدار شامل اقتصاد مطلوب، مقبولیت سیاسی، سازگاری با فناوری زیست محیطی، مدیریت قابل‌اجرا، حفاظت از محیط زیست و قابلیت پذیرش اجتماعی است (اسمیت و مک‌دونالد، ۱۹۹۸؛ مهدوی دامغانی و معین الدینی، ۱۳۹۱). تأمین آب برای کشاورزی امری حیاتی است؛ اما با افزایش جمعیت شهری و مصرف نامناسب آب، منابع به‌شدت رو به کاهش است. ایران نیز با چالش کمبود آب روبروست و سیاست‌های مدیریت منابع آب برای بهبود و بهره‌وری از آب در کشاورزی اجرا می‌شود. کشاورزی در ایران به عنوان بخش اقتصادی حیاتی با درصد قابل توجهی از تولید و اشتغال تلقی می‌شود (کلانتری و همکاران، ۱۳۹۷). متأسفانه، استفاده نادرست از آفت کش‌ها و کودهای شیمیایی باعث آسیب به منابع آب‌وخاک، کاهش بهره‌وری زمین، آلودگی محیطی و مشکلات بهداشتی شده است. این چالش‌ها تأکید بیشتری بر توسعه‌ی پایدار در ایران، به ویژه در دهه‌های اخیر، ایجاد کرده‌اند.

توسعه کشاورزی پایدار از راهکارهای نوسازی و تغییرات در روش‌های کشاورزی متنوع، از کشاورزی صنعتی تا روش‌های سنتی، بهره می‌برد (وحدتی و ساریخانی، ۱۳۹۹). پروژه‌های آبیاری، به‌خصوص در مقیاس بزرگ، در حوزه زراعت فاریاب تأثیرات زیست محیطی و بهداشتی منفی داشته و به دلیل ضعف مدیریت منابع، کارایی کمتری نسبت به ظرفیت خود دارند. استفاده نامناسب از آب و زمین باعث کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی شده و موجب کمبود آب در مناطق مختلف جهان می‌شود (شفی و همکاران، ۲۰۱۹). حدود ۷۰ درصد از آب مصرفی جهان به کشاورزی اختصاص دارد. ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه‌های آبیاری مقیاس بزرگ، ابزار مهمی برای برنامه‌ریزی و پیش‌بینی پیامدهای زیست محیطی و تصمیم‌گیری در خصوص اقدامات پیشگیرانه است. این ارزیابی‌ها سال‌هاست که در جهان به عنوان ابزاری اساسی در توسعه پایدار منطقه‌ای مورد توجه قرارگرفته‌اند. در نظر گرفتن نگرانی‌های زیست محیطی در سطوح بالا در فعالیت‌ها، برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه ضروری است. اهداف این ارزیابی‌ها بهبود استفاده از منابع با ارائه بازخورد مدیریتی و فراهم کردن اطلاعات مفید برای اقدامات اصلاحی است (فردوسی و همکاران، ۱٤۰۱).

مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی پایداری کشاورزی درایران با استفاده از شاخص ترکیب پایداری در سال ۱۳۹۷، نقاط قوت و ضعف کشاورزی ایران را بررسی کرده است. در این مطالعه پایداری کشاورزی ایران از طریق سنجه‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و سیاسی ارزیابی شده است. نتایج نشان داده است که این پایداری در طی سال‌های اخیر افزایش یافته است. استان‌های فارس، خراسان رضوی و آذربایجان شرقی به ترتیب دارای بهترین پایداری هستند، درحالی‌که استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و هرمزگان ضعیف‌ترین پایداری را نشان می‌دهند. برای ارتقاء پایداری کشاورزی، پیشنهاد می‌شود که مسئولان بخش کشاورزی به زیرساخت‌های تولید، ازجمله بذر، کود و ابزارهای نوین آبیاری سرمایه‌گذاری نمایند (امیرزاده مرادآبادی و همکاران، ۱۳۹۷).

مطالعه رستمی و همکاران (۱٤۰۰) به‌منظور بررسی نقش نهادهای اجتماعی در توسعه‌ی پایدار کشاورزی انجام شد. نتایج نشان دادند که تمام فرضیات مرتبط با عوامل تأثیرگذار بر توسعه‌ی پایدار کشاورزی تأیید شده است. عواملی چون آموزش و برنامه‌ریزی جامع، شرایط اقتصادی، عوامل مداخله‌گر (سیاستی-قضایی- آب و هوایی) و عوامل زمینه‌ساز (دولت-زیرساخت) بر توسعه‌ی پایدار کشاورزی تأثیرگذارند (رستمی و همکاران، ۱٤۰۰).

پروژه‌ی انتقال آب چاه نیمه‌های سیستان که در اواخر سال ۱۳۹۹ بهره‌برداری شد، با هدف انتقال ٤۰۰ میلیون متر مکعب آب سالانه به ٤٦ هزار هکتار اراضی کشاورزی در دشت سیستان، اهمیت زیادی در توسعه‌ی کشاورزی، حفظ جمعیت روستایی و تحول نظام تولید دارد. این پروژه با ۵۰۰۰ کیلومتر لوله‌گذاری و ایستگاه‌های پمپاژ آب، چالش‌های اقتصادی و اکولوژیکی را به همراه دارد. سؤال اصلی مطرح شده این است که آیا این پروژه برای توسعه کشاورزی و نظام تولیدی مبتنی بر آب انتقال‌یافته، از پایداری اکولوژیکی و اقتصادی برخوردار است؟ حفظ پایداری در نظام کشاورزی، نیازمند بهره‌وری منابع، حفظ محیط و سلامت انسان و ایجاد معیشت روستایی است. ارزیابی پایداری اکولوژیکی و اقتصادی با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف می‌تواند ابزار مؤثری برای حفظ کارکردهای اکولوژیکی و کاهش تخریب منابع طبیعی در نظام کشاورزی باشد (میرشکاری و همکاران، ۱٤۰۲). برای انجام چنین تلاشی، نیاز است نظام به عنوان واحد پایدار اکولوژیکی علمی ارزیابی شود و با در نظر گرفتن ساختار اجتماعی و فرهنگی، از شاخص‌های پایداری به عنوان ابزارهای مؤثری برای ارزیابی نظام کشاورزی استفاده شود. این شاخص‌ها می‌توانند به عنوان ابزارهای تعدیل عوامل تخریب‌کننده و ارائه روش‌های حفاظتی اکولوژیکی عمل کنند (شیخ زین الدین و الهی، ۱٤۰۱).

در ارزیابی پایداری نظام‌های کشاورزی، روش‌های مختلفی مانند ردپای اکولوژیکی (عربی یزدی و همکاران، ۱۳۸۸)، تجزیه‌وتحلیل چرخه‌ی حیات، ردپای آب و تجزیه‌وتحلیل جریان مواد به کار گرفته می‌شوند (افراخته و همکاران، ۱۳۹۲). بااین‌حال، بسیاری از این روش‌ها در ابتدا برای سیستم‌های با ویژگی بازخوردی طراحی نشده بوده و بنابراین ممکن است از تفاوت‌های کیفی بین مواد و پیچیدگی فعل و انفعالات بین سیستم‌ها و محیط طبیعی غافل باشند. این نقدها به روش‌های موجود، نیاز به توجه به رویکردهای بهتر برای ارزیابی پایداری اگرواکوسیستم‌ها را ابراز می‌کنند (جت و همکاران، ۲۰۱۹). در تحلیل پایداری نظام‌های کشاورزی، میزان تولید آنتروپی[1] به عنوان یک شاخص می‌تواند ناپایداری پتانسیل سیستم را نشان دهد که هر چه این میزان بیشتر باشد، پتانسیل عدم پایداری نیز افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری مستقیم آنتروپی در سیستم‌های زنده غیرممکن است، اما اندازه‌گیری‌های غیرمستقیم از آنتروپی می‌تواند توسط تجزیه‌وتحلیل جریانات انرژی در سیستم انجام شود (آرتوزو و همکاران، ۲۰۲۱؛موسکاتالی و همکاران، ۲۰۱۷).

در پژوهش حاضر، پروژه انتقال آب از چاه نیمه‌های سیستان و نظام کشاورزی آن، با تأکید بر شاخص‌های اقتصادی و بوم‌شناختی، جهت پایداری اکولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد ارزیابی قرارگرفته است. این ارزیابی با در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی-اقتصادی وابسته به پروژه، به تحلیل جامع‌تری از توسعه پایدار منطقه‌ای مرتبط با این پروژه منجر می‌شود. مدیریت آب و تولید محصولات کشاورزی با یکدیگر ارتباط نزدیکی دارند. ارزیابی پایداری اکولوژیکی و اقتصادی پروژه‌های آبیاری در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. نظام‌های کشاورزی پایدار می‌توانند به بهره‌وری و حیات خود در طولانی مدت ادامه دهند و تأثیر بسزایی بر سلامت اکولوژیکی خاک، منابع آب، اتمسفرو موجودات زنده اطراف بگذارند. با ارزیابی پایداری این نظام‌ها، می‌توان برنامه‌ریزی‌هایی را برای ارتقاء سلامت این پارامترها اجرا کرد.

اهداف این پژوهش با تأکید بر ارزیابی پایداری اکولوژیکی و اقتصادی پروژه انتقال آب دشت سیستان و نظام کشاورزی مرتبط با آن تعیین شده است. تحلیل پایداری اکولوژیکی و اقتصادی نظام کشاورزی، با تأکید بر تأمین آب از پروژه انتقال آب دشت سیستان در مقایسه با نظام سنتی تأمین آب از طریق چاهک نیز مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، سنجش پایداری اجتماعی-اقتصادی جامعه روستایی در واحد عمرانی هامون ۳ به عنوان یک هدف اصلی مطرح می‌شود.

مواد و روش‌ها

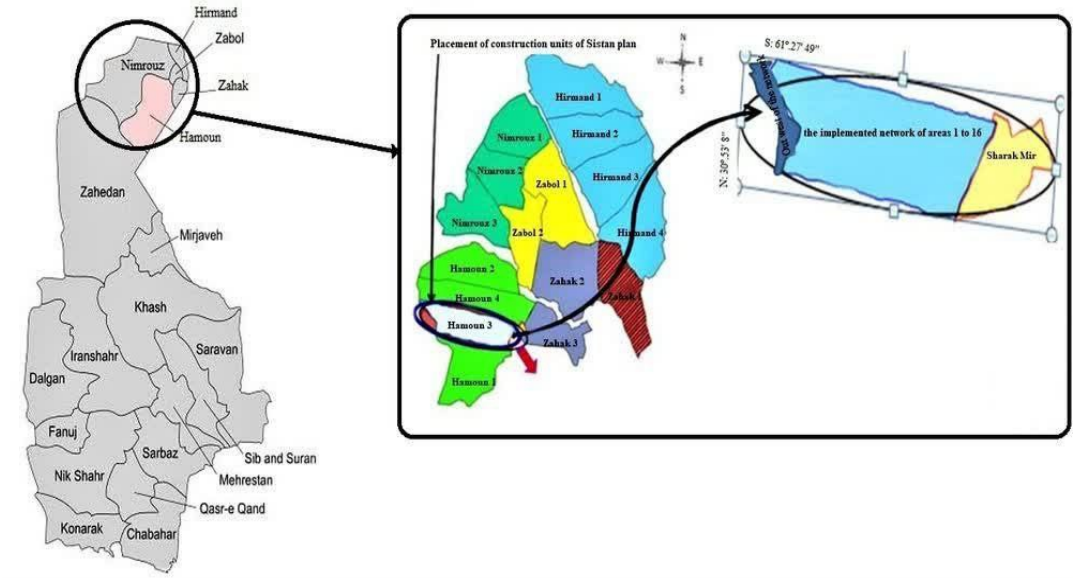
منطقه سیستان، در جنوب شرق ایران و شمال استان سیستان و بلوچستان، در دشت پست و هموار واقع شده است و شامل پنج شهرستان زابل، زهک، هیرمند، نیمروز و هامون است. این منطقه دارای آب‌وهوای گرم و خشک با بارش کم، تبخیر زیاد و رطوبت نسبی کم است. وزش بادهای محلی به نام ۱۲۰ روزه ویژگی جوی منطقه را تشدید کرده و مشکلاتی نظیرخشک

[1] Entropy

سالی‌ها و سیل‌های ویرانگر را ایجاد کرده است. مردم منطقه از فعالیت‌های کشاورزی به عنوان منبع اصلی معیشت خود استفاده می‌کنند. این منطقه با تاریخچه‌ای طولانی در کشت گندم و انگور شناخته شده و از رودخانه هیرمند برای تأمین نیازهای آبی خود استفاده می‌کند. با انعقاد قرارداد بین افغانستان و ایران، حدود ۸۲۰ میلیون مترمکعب آب از این رودخانه به ایران وارد می‌شود. این واردات آب منجر به مشکلاتی برای مردم منطقه شده است، زیرا کشورهای همسایه به تعهدات خود عمل نکرده و تنها آب سیل وارد منطقه می‌شود. طرح آبیاری دشت سیستان با هدف بهره‌برداری بهینه از آب و بهبود وضعیت معیشت کشاورزان شامل ۱۶ واحد عمرانی با مساحت‌های متفاوت است (جدول ۱). یکی از این واحدها، واحد عمرانی هامون ۳ است که ۱۶ زیر مجموعه دارد که طرح پایلوت شبکه آبیاری با تکنولوژی کم فشار در آن اجرا شده است. این طرح باعث کاهش هدر رفت آب و تأمین آب پایدار برای کشاورزی شده است. موقعیت پروژه و مراحل مختلف از بهره‌برداری آن در تصاویر ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۱- مساحت بلوک‌های ۱۶گانه شبکه آبیاری هامون ۳ (پایلوت)

ردیف	مساحت ناخالص شبکه آبیاری (هکتار)	مساحت خالص تامین آب اراضی (هکتار)	تعداد بهره بردار	تعداد گروه هم آب
۱	٥٤٣	۲۰۷	۳٦۹	۹
۲	٥۱۱	۱۹۱	۳٤۲	۸
۳	٤٥۲	۱۸۷	٤٤۸	۷
٤	۳٤٤	۸۷	۱۷۸	٦
٥	۳۲۳	۱۳۳	٦۲۸	۷
٦	۲۸۷	۹۲	۱٥۲	٦
۷	۳۳۲	۱۰۲	٦۳۰	٦
۸	٤۱۲	۱۰۰	۲۱۹	٦
۹	۳۷٥	۱٤۲	۳۲٥	۸
۱۰	۳۷۹	۱۲٦	۲۸۹	۹
۱۱	۳٤٤	۱۱۷	۲٦۸	۸
۱۲	۲۸۲	۱۲۳	۲۸۳	٦
۱۳	٤٦۸	۱٦٦	۳۷۹	۹
۱٤	٤۰۰	۱۱٦	۲٦٦	۷
۱٥	٤٥٦	۱٦۲	۳٦۹	۱۲
۱٦	۳۹۲	۱٤۹	۳٤۰	۸
جمع	**٦۳۰۰**	**۲۲۰۰**	**٥٤۸٥**	**۱۲۲**



تصویر ۱- موقعیت پروژه هامون ۳ (پایلوت) درطرح آبیاری دشت سیستان

تصویر ۲- مراحل مختلف بهره‌برداری پروژه

برای انجام این مطالعه، اطلاعات متفاوتی از بخش‌های مختلف پروژه آب‌رسانی جمع‌آوری شد. بخشی از این اطلاعات ازطریق آمارهای ثبت شده جمع‌آوری شده است و بخش دیگر از طریق مصاحبه حضوری با مدیران به دست آمده است. این اطلاعات شامل داده‌های کمی و کیفی در مورد شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نظام‌های کشاورزی پایدار در منطقه سیستان بوده است. این داده‌ها از طریق آمارهای ثبت شده در سازمان آب و فاضلاب سیستان و بلوچستان و مصاحبه حضوری با مدیران واحد عمرانی هامون جمع‌آوری شده‌اند.

تعداد نمونه‌های مورد مصاحبه ۹۵ نفر بوده و تعداد داده‌های آماری ٤٢٥ مورد بوده است.

برای استفاده از آزمون‌های آماری، ابتدا با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[2]توزیع داده‌ها بررسی شد تا نرمال بودن آن‌هاارزیابی شود. اگر توزیع داده‌ها نرمال باشد (P-value بیشتر از ۰,۰۵)، از آزمون‌های پارامتریک استفاده می‌شود؛ اگرنه، از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. SPSS بر روی داده‌ها

[2] Kolmogorov-Smirnov test

اجرا شده و اگر P-value کمتر از ۰,۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست و باید از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شود. اگر P-value بیشتر از ۰,۰۵ باشد، می‌توان از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد.مقدار Asymp. Sigکوچک‌تر از ۰,۰۵است، یعنی آزمون معنی‌دار شده و باید از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شود (Kontopantelis and Reeves, 2012).

با توجه به نداشتن شرایط اجرای آزمون‌های پارامتریک و نیاز به مقایسه دو حالت گروهی، از آزمون ویلکاکسون برای ارزیابی تفاوت‌ها در دو گروه وابسته استفاده می‌شود. این آزمون به‌عنوان یک جایگزین ناپارامتریک برای آزمون t وابسته عمل می‌کند. درحالی‌که آزمون t وابسته بر اساس فاصله میان سطوح سنجش متغیرها انجام می‌شود، آزمون ویلکاکسون ازنظر ترتیبی متغیرها عمل می‌کند.

آنچه برای متغیرهای ترتیبی اهمیت دارد میانه است. در این مطالعه، میانه‌ها با هم اختلاف دارند. در پیش از اجرای طرح میانه برابر ٤٩٩ است ولی در پس از اجرای طرح میانه برابر ١٢٤٥ است. نتایج اصلی آزمون ویلکاکسون به دو بخش اصلی تفسیر سطح معنی‌دار و استفاده از اندازه اثر (Z) می‌پردازد. سطح معنی‌داری با عددی کمتر از ۰,۰۰۱ مشخص می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری بین دو گروه، یعنی پیش از اجرای طرح و پس از اجرای طرح، وجود دارد. برای اندازه اثر، از آمار Z استفاده می‌شود. برای محاسبه اندازه اثر، کافی است قدر مطلق نمره Z بر تعداد N های هر دو گروه تقسیم شود. در این مثال، عدد ۳,۳ را بر تعداد ۱۰۸ (٥٤+٥٤) تقسیم کرده و به‌عبارت‌دیگر، اندازه اثر به دست می‌آید. با توجه به‌اندازه اثر که برابر ۰,۰۳ است، می‌توان نتیجه گرفت که اندازه اثر به دست آمده کوچک است.

نتایج و بحث

با توجه به مطالعات انجام شده، تعداد جمعیت کل منطقه پایلوت بعد از اجرای طرح، نسبت به‌پیش از اجرا۳۰ درصد کاهش یافته است. دلیل اصلی این کاهش احتمالاً به کاهش نرخ تولید و افزایش مهاجرت به دلیل عوامل اقلیمی و نقص در ایجاد اشتغال پایدار باز می‌گردد. همچنین تعداد افراد شاغل در منطقه مطالعه قبل از اجرای طرح نیز نسبت به پس از اجرا کاهش یافت که ممکن است به دلیل مرگ‌ومیر کشاورزان سنتی، خشک‌سالی‌های پی‌درپی و مهاجرت به شهرهای بزرگ باشد. ازنظر وضعیت تحصیلات دانشگاهی، با ظهور دانشگاه‌های مختلف در منطقه سیستان و امکان تحصیل برای جوانان پیش از اجرای طرح، تعداد افراد حاضر در رشته‌های کشاورزی و غیره افزایش یافته بود؛ اما پس از اجرا، به ویژه در رشته‌های کشاورزی به دلیل کمبود بازار کار و ناپایداری منابع آب، این تعداد کاهش یافته است. اکثر افراد به‌عنوان اعضای شرکت‌های تعاونی پیوسته‌اند، زیرا تخصیص سهمیه آب توسط شرکت پیمانکار لوله صورت می‌گیرد و این امکان برای اعضای تعاونی‌ها فراهم می‌شود تا از خدمات بهتری بهره‌مند شوند. این نتایج در جدول ۲ بیان شده‌اند.

جدول ۲- این جدول مقادیر سنجه‌های مختلف فرهنگی و اجتماعی در قبل و بعد از اجرای طرح را نشان می‌دهد. جمعیت و شاغلین منطقه بعد از اجرای طرح با کاهش روبرو بوده است.

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
جمعیت کل منطقه شهری و روستایی در منطقه موردمطالعه به نفر	١٥٧٤٨	١١١٣٥
جمعیت روستایی مهاجرت کرده به شهرها به نفر	٥٩٩	٤٢٤
جمعیت شهری مهاجرت کرده به روستاها برحسب نفر	٢٠٧	٢٠٦
تعداد افراد شاغل در منطقه موردمطالعه	٤٨٩٩	٣٦٨٥
تعداد افراد شاغل در بخش کشاورزی در منطقه موردمطالعه	٤٣١٠	٢٨٨٦
تعداد افراد تحصیل‌کرده در علوم کشاورزی شاغل در بخش کشاورزی	٣٩٩	٢١٩
تعداد کل دانشجویان در رشته‌های علوم کشاورزی و سایر	١٦٤	٢١٦
تعداد افراد شاغل در بخش کشاورزی با مدرک دیپلم و بالاتر	١٧٦٤	٢٤٥١
تعداد اعضای تعاونی‌های کشاورزی در منطقه	–	٣٤٠٠

در این طرح، سطح اراضی زراعی پس از اجرا اندکی کاهش‌یافته (کمتر از ۵ درصد) است.به نظر می‌رسد این کاهش ناشی از مدیریت بهتر منابع آب نسبت به روش‌های آبیاری غرقابی گذشته باشد. مدیریت بهتر منابع آب میتواند باعث کاهش مصرف آب در کشاورزی شود. همچنین روش‌های آبیاری غرقابی باعث از دست رفتن آب زیادی می‌شوند. بنابراین، نتیجه گرفته شد که مدیریت بهتر منابع آب می‌تواند باعث کاهش سطح اراضی زراعی شود. همچنین، با توجه به بهبود دسترسی به منابع آب، سطح اراضی باغی منطقه بعد از اجرای طرح حدود ۱۵ درصد افزایش یافته است. این افزایش نشان دهنده بهبود وضعیت آبیاری و افزایش کارایی در مدیریت منابع آب در این منطقه است. نتایج ارزیابی این سنجه‌ها در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳- مساحت اراضی باغی و زراعی، جنگل‌ها و فضای سبز منطقه قبل و بعد از اجرای طرح بر حسب هکتار

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
سطح کل اراضی زراعی در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	٤٤٢٩	٤٣٦٧
سطح کل اراضی باغی در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۲۱۰	۲۳۷
سطح اراضی آیش در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۲۱۹۱	۲۰۰٤
سطح کل اراضی تغییر کاربری شده در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۵	۱۲
سطح کل اراضی کشاورزی رهاشده در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۲۳۸۳	۲٤۰۷
سطح اراضی زراعی تبدیل‌شده به مرتع (چراگاه) در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۱۳	۱۷
سطح اراضی نهال یا بوته کاری شده به مساحت کل بیابان‌های منطقه برحسب هکتار	-	-
مساحت جنگل‌کاری شده در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	-	-
مساحت فضای سبز شهری در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	۸	۹
سطح اراضی زراعی آبیاری شده با آب طرح در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	–	۲٤۸۵
سطح اراضی باغی آبیاری شده با آب طرح در منطقه موردمطالعه برحسب هکتار	-	۲۹۵
مساحت نظام‌های کشاورزی که در آن از فناوری مطلوب استفاده‌شده برحسب هکتار	٤	٤
مساحت زمین‌های کشاورزی خانگی در منطقه برحسب هکتار	۱۲	۱۲

تعداد دام‌های سنگین منطقه در این طرح پس از اجرا افزایش یافته است (جدول ٤). این افزایش ۱۱ درصدی، نشانگر بهبود در دسترسی به علوفه و تغذیه بهتر برای دام‌ها پس از اجرای طرح است. می‌توان گفت که افزایش تعداد دام‌های سنگین منطقه پس از اجرای طرح، نمی‌تواند فقط به دلیل بهبود دسترسی به علوفه و تغذیه بهتر باشد. عوامل دیگری مثل افزایش جمعیت دام‌ها در کشور، پلاک‌گذاری و هویت بخشی دام‌ها، تولید مواد خوراکی با کیفیت بالا، و استفاده از علوفه‌ی سیلو شده هم میتوانند در این امر موثر باشند.

جدول ٤- تعداد دام‌های منطقه قبل و بعد از اجرای طرح

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
تعداد گاو و گوساله در منطقه موردمطالعه برحسب رأس	۱٤۰۰	۱۵۵۰
تعداد گاو و گوساله در نظام فشرده در منطقه موردمطالعه برحسب رأس	۳۰۰	۱۰۰
تعداد گاو و گوساله در مزارع سنتی در منطقه موردمطالعه برحسب رأس	۱۱۰۰	۱٤۵۰

تعداد چاه‌های آب کشاورزی بعد از اجرای طرح اندکی افزایش یافته و همچنین آب بیشتری از چاه‌ها تخلیه گردیده است. همچنین با توجه به رونق کشاورزی بعد از اجرای طرح، تعداد تراکتورها و قیمت و اجاره آن‌ها نسبت به قبل از اجرای طرح افزایش چشمگیری داشته است (جدول ۵).

جدول ۵- تعداد چاه‌های آب و حجم آب مصرف شده در این جدول قابل مشاهده است. تعداد و قیمت ماشین‌آلات کشاورزی در قبل و بعد از اجرای طرح تفاوت زیادی داشته است.

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
تعداد چاه‌های آب کشاورزی در منطقه موردمطالعه	۳۱۲	۳۲۵
تعداد چاه‌های کشاورزی برقی	۳۱۲	۳۲۵
تعداد چاه‌های کشاورزی دیزلی	-	-
مجموع تخلیه آب (لیتر) جهت انجام فعالیت‌های کشاورزی از منابع آب زیرزمینی	۸۰۸۷۰٤۰۰۰	۸٤۲٤۰۰۰۰۰
کل آب مصرفی در منطقه مطالعه برحسب مترمکعب	–	۲۲٦۲۰۰۰۰
تعداد ماشین‌آلات فعال کشاورزی در منطقه موردمطالعه	۹۸	۱۱۵
قیمت یک دستگاه تراکتور در منطقه برحسب ریال	٤۳۰۰۰۰۰۰۰	٦۷۰۰۰۰۰۰۰
قیمت اجاره یک دستگاه تراکتور در روز در منطقه برحسب ریال	۳۰۰۰۰۰۰	٤۰۰۰۰۰۰

عملکرد محصولات زراعی و باغی قبل و بعد از اجرای طرح تفاوت آن چنانی نداشته است ولی با توجه به تورم سالانه هزینه تولید و فروش آن‌ها بعد از اجرای طرح افزایش یافته است که نتایج آن‌ها در جدول ٦ ذکر شده است.

جدول ٦- عملکرد محصولات کشاورزی در منطقه برحسب تن در هکتار، قیمت فروش آن‌ها و میزان هزینه‌های تولید محصولات در جدول زیر در قبل و بعد از اجرای طرح قابل مشاهده است.

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
عملکرد محصولات زراعی در منطقه مطالعه برحسب تن در هکتار	۲	۲
عملکرد محصولات باغی در منطقه مطالعه برحسب تن در هکتار	۸	۱۰
میزان خرید محصولات کشاورزی به شکل تضمینی در منطقه مطالعه	۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
قیمت فروش محصولات زراعی در منطقه مطالعه به کیلوگرم برحسب ریال	۲۵۰۰۰	۳۳۰۰۰
قیمت فروش محصولات باغی در منطقه مطالعه به کیلوگرم برحسب ریال	۱۰۰۰۰۰	۳۳۰۰۰۰
میزان هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی مختلف در هکتار برحسب ریال	٤۰۰۰۰۰۰۰	٤۵۰۰۰۰۰۰۰

با توجه به افزایش آفات ناشی از خشک‌سالی‌های مکرر، میزان آفات در منطقه پایلوت افزایش یافته است. به عبارت دیگر برای کنترل آفات، تعداد سموم مورد استفاده افزایش یافته است که منجر به خسارت بیشتر به محصولات باغی و زراعی شده است. همچنین، با توجه به تلاش‌های کشاورزان برای افزایش تولید پس از اجرای طرح، میزان استفاده از کودهای شیمیایی و آلی به طور چشمگیری افزایش یافته است. نتایج در جدول ۷ قابل مشاهده است.

جدول ۷- مقادیر سموم شیمیایی، تعداد دفعات کنترل شیمیایی آفات، میزان خسارت وارده، مقدار کودهای مصرفی شیمیایی و آلی و میزان فاضلاب منطقه در جدول زیر در قبل و بعد از اجرای طرح قابل مشاهده است.

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
مقدار سموم شیمیایی در منطقه مطالعه برحسب لیتر	۸۹۵	۱۰۴۰
مقدار مصرف سموم شیمیایی ممنوعه در منطقه مطالعه	-	-
سطح استفاده از روش‌های کنترل زیستی و زراعی علیه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز برحسب هکتار در منطقه	۶۸۰	۷۶۸
تعداد دفعات کنترل شیمیایی آفات در منطقه مطالعه	٤	٤
میزان خسارت وارده به محصولات براثر آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خشکسالی، گرمازدگی، سرمازدگی برحسب ریال	٤٨٢٠٤٣٢٥٠٠٠	٥٤١٠٧٢٠٠٠٠٠
مقدار مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم،، ازته... برحسب کیلوگرم در کل اراضی زراعی و باغی	۳۳۵۷۰۰	٤١٧٠٠٠
مقدار مصرف کودهای آلی در منطقه مطالعه برحسب کیلوگرم در کل اراضی زراعی و باغی	۷۹۲۰۰۰	۹۲۲۰۰۰
میزان فاضلاب تولیدی در منطقه	-	-
میزان استفاده از فاضلاب در بخش کشاورزی منطقه	-	-

مصرف برق در منطقه مورد مطالعه به نسبت قابل توجهی افزایش یافته است (جدول ۸). این افزایش مصرف برق به دلیل افزایش سطح رفاه جامعه و استفاده گسترده از سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی مدرن که به برق وابسته هستند، اتفاق افتاده است. همچنین برقی شدن بیشتر چاهک‌های کشاورزی نیز جزء دلایل این افزایش مصرف برق محسوب می‌شود. با افزایش این مصرف، آگاهی بخشی به کشاورزان و دامداران در زمینه‌ی بیمه محصولات کشاورزی و دامی اهمیت یافته و جلوگیری از هرگونه خسارت احتمالی باعث شده تا پس از اجرای طرح، بهره‌برداران برای انجام امورات بیمه نیز هزینه بیشتری را در نظر بگیرند.

جدول ۸- میزان برق برق مصرفی برحسب کیلووات و ارزش محصولات کشاورزی بیمه شده به ریال در جدول زیر شرح داده شده است.

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
میزان برق مصرفی در بخش‌های خانگی، صنعتی، خدماتی و کشاورزی برحسب کیلووات	٥٨٨٨١٩٣٤	٨٠١٦١٥٢٨
تعداد طرح‌های ترویجی اجراشده در منطقه	۲	۲
ارزش محصولات کشاورزی بیمه‌شده به ریال	۳۷۱۱۲۰۰۰۰۰	٥٥٢٤٨٠٠٠٠٠

با توجه به خشکسالی‌های پی‌درپی و به منظور جلوگیری از مهاجرت مردم، دولت و دستگاه‌های ذی‌ربط پس از اجرای طرح، سرمایه‌گذاری بیشتری نسبت به دوره قبل از اجرا انجام دادند. به‌عنوان مثال، اعتبارات تخصیصی دولت پس از اجرای طرح بیش از دو برابر مقدار قبل از اجرا بوده است (جدول ۹). این اعتبارات به منظور توسعه بخش‌های مختلف اشتغال، از جمله کشاورزی، گلخانه‌داری، باغداری، دامداری و احداث زیرساخت‌ها و سایر اقدامات، هزینه گردیده است. به طور کلی پس از جمع‌آوری و بررسی اطلاعات، میزان نگرانی مردم نسبت به محیط زیست دارای حساسیت قابل قبولی است.

جدول ۹- اعتبارات تخصیص‌یافته به بخش‌های مختلف در قبل و بعد از اجرای طرح

سنجه	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
کل اعتبار تخصیص‌یافته به بخش کشاورزی و منابع طبیعی	۱۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۲٤۰۰۰۰۰۰۰۰
کل اعتبار تخصیص‌یافته به بخش محیط‌زیست	۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۲٤۰۰۰۰۰۰۰
کل اعتبار تخصیص‌یافته از طرف دولت به منطقه	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰

پروژه انتقال آب از چاه نیمه‌های سیستان، یک پیشنهاد عظیم اقتصادی و اکولوژیکی، با چالش‌های خود در این دو زمینه مواجه است. اهمیت این پروژه بر توسعه بخش کشاورزی، حفظ استقرار جمعیت روستایی و تغییر نظام تولید نهاده‌های ضروری قابل مشاهده است. در ارزیابی پایداری اقتصادی و اکولوژیکی این پروژه، ضروری است که شاخص‌های مختلف اقتصادی و اکولوژیکی مورد توجه قرار گیرند. این ارزیابی قادر به ارائه راهکارهای مؤثر برای حفظ کارکردهای اکولوژیکی و جلوگیری از تخریب منابع طبیعی در نظام کشاورزی است. نظام، به عنوان واحد پایدار اکولوژیکی، باید با ارزیابی علمی، شاخص‌های پایداری را با تأکید بر ساختار اجتماعی و فرهنگی، به کارگیرد. این ارزیابی نیازمند توجه به تأثیرات متنوع اقتصادی و اکولوژیکی پروژه انتقال آب است (نادریان فر و همکاران،۱٤۰۰).

بررسی تغییرات در جمعیت، اشتغال، وضعیت تحصیلات و سطح اراضی، نشان دهنده اثرات این پروژه بر جوانان، کشاورزان و نظام کشاورزی است. افزایش دسترسی به آب، منجر به بهبود وضعیت آبیاری و افزایش کارایی در مدیریت منابع آب منطقه گردیده است. پس از اجرای طرح در واحد عمرانی هامون ۳، هدف اصلی بهبود پایداری اجتماعی-اقتصادی در جوامع روستایی بود. کاهش جمعیت ناشی از کاهش تولید و مهاجرت به عنوان نتیجه‌ای از عوامل اقلیمی و نقص اشتغال پایدار، مشاهده شد. کاهش تعداد شاغلین نیز، ناشی از مرگ کشاورزان سنتی و خشک‌سالی‌ها بود. کاهش تحصیلات در زمینه‌ی کشاورزی ناشی از کمبود بازار کار و آب، قابل مشاهده است. اعضای بیشتری به دلیل سهمیه بندی آب به تعاونی‌ها پیوسته‌اند. همچنین، سطح زراعی کاهش یافته، اما بهبود مدیریت آب و افزایش سطح باغی مشاهده شده است. پرورش دام و افزایش مصرف آب در این زمینه، نشانگر بهبود دسترسی به تغذیه دامی است. افزایش مصرف سموم به دلیل آفات و حوادث طبیعی، باعث خسارت محصولات گردیده است. مصرف برق نیز به دلیل افزایش رفاه و برقی شدن چاهک‌های کشاورزی افزایش یافته است. توجه به بیمه محصولات زراعی و دامی نیز افزایش یافته و دولت بیشتر سرمایه‌گذاری نموده است.

مطالعه‌ی جانکر و همکاران (۲۰۱۹) به تحقیقات در زمینه‌ی پایداری اجتماعی در کشاورزی پرداخته و یک چارچوب مبتنی بر سیستم برای درک و ارزیابی پایداری اجتماعی در سیستم‌های کشاورزی ارائه‌داده است. این مطالعه تأکید دارد که ارتباط بین ابعاد مختلف پایداری بسیار حائز اهمیت است. در مرکز سیستم اجتماعی کشاورزی، کشاورز به عنوان ارتباط دهنده‌ی دو حوزه اصلی سیستم، کار و زندگی را ترکیب می‌کند و نیازهای مرتبط به هر دو باید به تعادل تأمین شوند. توجه به ابعاد فردی و گروهی به علت تنوع سیستم‌های کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد. در پایان، نویسندگان اشاره کرده‌اند که یک سیستم اجتماعی-کشاورزی پایدار زمانی حاصل می‌شود که تنظیمات نهادی امکان تأمین یا بهبود تأمین نیازهای فیزیولوژیکی، امنیتی، اجتماعی، اراده‌ای و بهبود تمام افراد را فراهم کند. درنتیجه، سیستم اجتماعی-کشاورزی پایدار قادر است سطوح ساختاری-کارکردی مختلف یک سیستم را بر اساس نیازهای لازم برای رضایت افراد ارزیابی نماید و سیستم را برای حفظ آن برای نسل‌های آینده آماده سازد (جانکر و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعه‌ی محمودی وپرهیزکاری در سال‌های اخیر به بررسی اثرات اقتصادی طرح آب‌رسانی از رودخانه شاهرود به دشت قزوین پرداخته است. این طرح انتقال آب بین حوضه‌ها، جهت تأمین منابع آب مورد نیاز در مناطق پایین دست را تدارک داده و می‌تواند بر اقتصاد حوضه‌های مقصد تأثیرگذار باشد. در این مطالعه، اثرات مالی طرح آب‌رسانی بر دشت قزوین ارزیابی شده است و نتایج نشان داده‌اند که اجرای طرح انتقال آب به دشت قزوین از لحاظ صرفه اقتصادی ۵ تا ۳٤ درصد توجیه دارد. در پایان، پیشنهاد شده است که جهت حفظ منابع آبی و توسعه‌ی کشاورزی با صرفه اقتصادی بالاتر، نظام قیمت‌گذاری آب آبیاری اصلاح گردد و کشاورزان به کشت محصولات با سودآوری بالاتر تشویق گردند (محمودی و پرهیزکاری،۱٤۰۱). مطالعه‌ی اخیر نادریان فر و همکاران در سال ۱٤۰۰ به بررسی تأثیر طرح آبیاری ٤٦ هزار هکتاری در دشت سیستان بر تغییرات مکانی-فضایی و پایداری محیطی در روستاهای شهرستان هامون و ارزیابی تأثیرات محدودیت‌های آبی در سیستان، به‌خصوص کمبود منابع آب و خشک‌سالی‌های

اخیر بر زیرساخت‌های کشاورزی و پایداری زیست محیطی منطقه می‌پردازد. این مطالعه تأثیرات متعدد این طرح بر زیرساخت‌ها، منابع طبیعی و زندگی روستایی را مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج سطح‌بندی روستاها در این مطالعه نشان می‌دهد با اجرای طرح انتقال آب پایداری ۳۲/۵ درصد روستاها کاهش، ۳۷,۵ درصد روستاها بدون تغییر و در ۳۰ درصد روستاها پایداری محیطی افزایش‌یافته است. بررسی مؤلفه‌های مختلف نشان می‌دهد که اجرای این طرح تأثیر منفی بر آلودگی آب‌وهوا و آسیب به حیات جانداران داشته و بهبود مؤلفه‌های خاک و سرسبزی محیط را نیزایجاد کرده است. این یافته‌ها می‌توانند به مدیران در طراحی و اجرای طرح‌های آبیاری و توسعه مناطق روستایی، کمک کنند تا به ابعاد پایداری محیطی توجه بیشتری داشته باشند (نادریان فر و همکاران، ۱٤۰۰).

در مطالعه‌ی دیگری از نادریان فر و همکاران، تأثیرات پروژه انتقال آب بر رفتار مشارکتی روستاییان و تغییرات مکانی–فضایی در منطقه سیستان مورد بررسی قرارگرفته است. این پژوهش به تحلیل نقش و همکاری روستاییان در اجرای طرح از چاه نیمه‌ها به اراضی کشاورزی می‌پردازد و درک بهتری از ابعاد اجتماعی و مکانی این طرح و تأثیرات آن بر جوامع روستایی ایجاد کرده است. نتایج نشان می‌دهند که مشارکت روستاییان در مؤلفه‌های مختلف، به ویژه تصمیم‌گیری و هم‌فکری، در روستاهای بالادست (۲,٤۳ درصد) و پایین‌دست (۳,۸۲ درصد) متفاوت است. به‌عبارت دیگر، فاصله گرفتن روستاهای پایین دست از چاه نیمه‌ها و انشعابات اصلی رودخانه‌ها و جریان آب‌های سطحی، باعث افزایش مشارکت روستاییان به علت تأثیر دیدگاه عدالت محوری در توزیع و دسترسی عادلانه‌تر حق‌آبه نسبت به گذشته شده است (نادریان فر و همکاران، ۱٤۰۰).

پژوهش مطیعی لنگرودی و شمسایی (۱۳۸٦) در مورد شاخص‌ها و متغیرهای سنجش پایداری کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. این شاخص‌ها شامل سنجه‌های اقتصادی، مانند تولیدات مزرعه و درآمد خانواده، اجتماعی متشکل از سطح آموزش، مهارت‌های رهبری و مدیریتی، مشارکت در تصمیم‌گیری و زیست محیطی مانند پوشش گیاهی، میزان تعادل مواد معدنی خاک و ...می‌شوند. همچنین، نجفی و زاهدی (۱۳۸٤) پایداری کشاورزی را از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و سیاسی بررسی کرده‌اند و نتیجه‌گیری می‌کنند که کشاورزی نه کاملاً پایدار و نه کاملاً ناپایدار استو تداوم روند فعلی بدون اصلاحات موجب بهبود اساسی نظام کشاورزی نمی‌شود (نجفی و زاهدی، ۱۳۸٤).

در مقابل، رسول و تاپا (۲۰۰٤) به بررسی دو سیستم کشاورزی در بنگلادش پرداخته‌اند و نتیجه‌گیری می‌کنند که کشاورزی بوم شناختی، با کاهش استفاده از مواد شیمیایی، افزودن ماده آلی به خاک، موازنه تغذیه خاک و اقتصادی بیشتر،به عنوان یک گزینه پایدارتر معرفی می‌شود. پژوهش پرنیت‌واتاکول و همکاران در سال ۲۰۰۱، درباره ارزیابی پایداری کشاورزی در حوضه آبریز مای چاام شمال تایلند است. نتایج نشان داده‌اند که کفایت مواد غذایی به عنوان یکی از مهم‌ترین جنبه‌های پایداری کشاورزی در این منطقه محسوب می‌شود. درعین‌حال، حفظ مراتع، پیشگیری از تصرف زمین و مدیریت کمبود آب به‌عنوان جنبه‌های حداقلی از پایداری کشاورزی مطرح‌شده‌اند. مطالعه‌ی سال ۲۰۰۷ بیالا و همکاران چارچوب سلسله مراتبی برای ارزیابی کشاورزی پایدار پیشنهاد داده است که شامل اصول، معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی پایداری سیستم‌های کشاورزی است. این چارچوب ایمنی سه جنبه‌ی زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را در نظر می‌گیرد. اسپیرتز و شرودر (۲۰۰۷) هم به ارزیابی جامع سیستم‌های کشاورزی در مقیاس مختلف، به‌ویژه از جهت سیاست‌های زیست محیطی و نوآوری، پرداخته‌اند و بیان کرده‌اند که سیاست‌های کشاورزی جایگزین شده‌اند و باید به منظور افزایش پایداری سیستم‌های کشاورزی و توسعه پایدارموردتوجه قرار گیرند. این مطالب نشان دهنده اهمیت ادغام جنبه‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در ارزیابی و توسعه پایداری کشاورزی می‌باشند. مطالعه میشرا و همکاران (۲۰۱۳) در مورد پروژه‌ی آبیاری کوچک در ایالت اودیشا در هند نشان می‌دهد که استفاده از مخازن ثانویه برای آبیاری در فصل خشک منجر به افزایش عملکرد محصولات شده است. این پژوهش نیز بر نابرابری در توزیع مکانی آب و مدیریت انتقال تأکید دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که الگوی کشت برنج–گوجه‌فرنگی بهترین بازده خالص را داشته و بالاترین نسبت سود به هزینه برای الگوی کشت برنج–آفتاب‌گردان به‌دست‌آمده است. وانگ و چن (۲۰۱٦) با ارزیابی پروژه‌ی آب‌رسانی در استان هبی چین نشان دادند که کشاورزان با دریافت حق‌آبه تخصیصی و یارانه از دولت، قادر به کشت و کار محصولات خود هستند. این پروژه به عنوان عامل انگیزشی برای کاهش استفاده از آب توسط کشاورزان عمل کرده و باعث افزایش چشمگیر درآمد کشاورزان شده است.

برنامه محیط‌زیست جهانی (GEF) به‌منظور بهبود مدیریت آب و حفاظت از حوضه سیستان در کشورهای افغانستان و ایران به طراحی و اجرا گذاشته شده است. این برنامه جهت دستیابی به

اهدافی چون برنامه‌ریزی موارد آب، حفاظت از بوم و حیات وحش و افزایش ظرفیت مدیریتی محلی تدوین شده و اقدامات خود را با ایجاد مدیریت هماهنگ برای جلوگیری از تعارضات مصرف آب و تدوین برنامه‌های استراتژیک، بهبود می‌بخشد. این برنامه با هماهنگی بین کشورها و شرکت‌های محلی اجرا می‌شود تا مدیریت آب و حفاظت از حوضه سیستان را بهبود بخشد و تأثیرات مثبت بر محیط‌زیست و جوامع محلی ایجاد نماید. نواقص ناشی از توزیع نا متوازن منابع آب و تقاضای نامتوازن در جامعه، نیازمند اقدامات انتقال آب به مناطق کم‌آب است. انتقالات آب بین حوضه‌ای (IBTs)، با اثرات مثبت و منفی همراه می‌باشند. اثرات مثبت انتقالات آب شامل بهبود چرخه آب، افزودن حوضه‌های جدید برای مناطق کم آب و حفظ گونه‌های وحشی است؛ اما اثرات منفی نیز از جمله نمک‌زدایی و خشک‌سالی در حوضه‌های دهنده و افزایش مصرف آب در حوضه‌های گیرنده، قابل مشاهده هستند. به‌منظور مدیریت بهتر IBTs، توازن آب بین حوضه‌ای و اعتماد به رویکردهای جایگزین ضروری است (دهقان و همکاران، ۲۰۱٤؛ نجفی و زاهدی، ۱۳۸٤).

در کل، ارزیابی مداوم و جامع از منابع طبیعی و حفظ پایداری اقتصادی و اکولوژیکی در نظام کشاورزی پایدار امری ضروری است که نقش کلیدی در تدابیر جلوگیری از تخریب منابع طبیعی و تعزیز اندیشه پایداری ایفا می‌نماید.

نتیجه‌گیری

پروژه‌ی انتقال آب از چاه نیمه‌های سیستان، با چالش‌ها و اهداف اقتصادی و اکولوژیکی مواجه است. این پروژه تأثیرات مثبتی از جمله بهبود مدیریت آب و افزایش سطح باغی دارد، اما نیازمند ارزیابی دقیق تأثیرات مختلف اقتصادی و اکولوژیکی است. تغییرات در جمعیت، اشتغال، وضعیت تحصیلات و سطح اراضی نشان دهنده‌ی تأثیرات پروژه بر جوانان، کشاورزان و نظام کشاورزی هستند. ارزیابی مداوم و جامع منابع طبیعی و حفظ پایداری اقتصادی و اکولوژیکی در نظام کشاورزی پایدار ضروری است.

منابع

افراخته، ح.، حجی‌پور، م.، گرزین، م.،و نجاتی، ب. ۱۳۹۲. جایگاه توسعه پایدار کشاورزی در برنامه‌های توسعه ایران (مورد: برنامه‌های پنج ساله پس از انقلاب). سیاست‌های راهبردی و کلان. جلد ۱، شماره ۱: ٤۳-٦۲.

امیرزاده مرادآبادی، س.، ضیایی، س.، مهرابی بشرآبادی، ح.،و کیخا، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی پایداری کشاورزی در ایران با استفاده از شاخص ترکیبی پایداری. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. جلد ٤۹، شماره ٤: ٦٦۱-٦۷٤.

آهنی، م.،و افشار کاظمی، م. ۱٤۰۰. تبیین جایگاه ایران در جهان بر مبنای توسعه پایدار: با رویکرد زیست محیطی. پایداری، توسعه و محیط زیست. جلد ۲، شماره ۲: ۳۵-۵۲.

بهرامی، ع. ۱۳۹۹. تحلیل پایداری زیست محیطی در نظام های زراعی کشاورزی با تکیه بر مصرف و کارایی انرژی. مطالعات محیط زیست. منابع طبیعی و توسعه پایدار. جلد ۱۵، شماره ٤: ۱-٦.

جوادی، ع.، پورهاشمی، س. ع.،و شیرازیان، ش. ۱۳۹۷. ظرفیت هاو محدودیت های توسعه و تدوین حقوق بین الملل محیط زیست (با رویکردی انتقادی). علوم و تکنولوژی محیط زیست. جلد ۲۰، شماره ۱: ۱۳۱-۱۳۹.

رستمی، م.، واحدی، م.، آرایش، م. ب.،و اشراقی سامانی، ر. ۱٤۰۰. نقش نهادهای اجتماعی در توسعه پایدار کشاورزی مطالعه موردی:(بانک کشاورزی استان ایلام). مطالعات توسعه اجتماعی ایران. جلد ۱۳، شماره ٤: ۱۵۹-۱۷۵.

شیخ زین الدین، آ.،و الهی،م. ۱٤۰۱. ارزیابی پایداری کشاورزی در استان های ایران. دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). جلد ۳۲، شماره ۲: ۳٤۹-۳٦٦.

عربییزدی، ا.، امین زاده، ع.،و محمدیان، ف. ۱۳۸۸. بررسی رد پای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. آب و خاک. جلد ۲۳، شماره ٤: ۱-۱۵.

عصمتی، ز.،و عدالت جو، ت. ۱۳۹۹. تحلیل نقش اسناد فرادستی و قوانین برنامه های توسعه جمهوری اسلامی ایران در حفاظت از محیطزیست. علوم و تکنولوژی محیط زیست. جلد ۲۲، شماره ۵: ۲۳۹-۲۵٤.

فردوسی، س.، منوری، س. م.، پورهاشمی، س. ع.،و مکنون، ر. ۱٤۰۱. نظام جامع ارزیابی های زیست محیطی: ابزاری برای اعمال حقوق پیشگیرانه محیط زیست. پایداری، توسعه و محیط زیست. جلد ۳، شماره ۲: ۱۱۳-۱۲۸.

کلانتری، ک.، مکنون، ر.،و کریمی، د. ۱۳۹۷. استقرار چارچوب حقوقی پایدار مدیریتیکپارچه منابع آب در حوضه‌های آبریز ایران. مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی. جلد ۷، شماره ۲۵: ۳۵-۵۱.

گل‌کرمی، ع.،و کاویانی‌راد، م. ۱۳۹٦. تأثیر محدودیت منابع آب بر تنش‌های هیدروپلیتیک (نمونهٔ موردی: حوضهٔآبریز مرکزی ایران با تأکید بر حوضهٔ آبریز زاینده‌رود). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. جلد ۲۸، شماره ۱: ۱۱۳-۱۳٤.

محمودی، ا.،و پرهیزکاری، ا. ۱٤۰۱. تحلیل مالی پروژه آبرسانی از رودخانه شاهرود به دشت قزوین و ارزیابی آثار اقتصادی بالقوه آن در زیربخش کشاورزی حوضه مقصد. تحقیقات منابع آب ایران. جلد ۱۷، شماره ۳: ۱۸۱-۱۹۷.

مطیعی لنگرودی، س. ح.،و شمسایی، ا. ۱۳۸٦. توسعه روستایی مبتنی بر تدوام و پایداری کشاورزی مطالعه موردی بخش سجاسرود زنجان. تحقیقات جغرافیایی. جلد ۲۲، شماره ۲: ۸۵-۱۰٤.

مهدوی دامغانی، ع.،و معین الدینی، س. ش. ا. ۱۳۹۱. امنیت غذایی و اخلاق زیستی در کشاورزی پایدار. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری. جلد ٦، شماره ۲: ٦۵-۷۲.

میرشکاری، س.، دهمرده، م.، اصغری پور، م.، قنبری، س. ا.،و سیدآبادی، ا. ۱٤۰۲. ارزیابی پایداری مبتنی بر امرژی در پنج بوم‌نظام عمده کشاورزی هیرمند، استان سیستان و بلوچستان. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. جلد ٤، شماره ۲: ٤۳۷-٤۵۷.

نادریان فر، م.، قنبری، س.،و بذرافشان، ج. ۱٤۰۱. تاثیر طرح ٤٦ هزار هکتاری آبیاری دشت سیستان بر تغییرات مکانی - فضایی پایداری محیطی روستاها. نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. جلد ۲٦، شماره ۸۱: ۲٤۵-۲٦٤.

نجفی، غ.،و زاهدی، ش. ا. ۱۳۸٤. مساله پایداری در کشاورزی ایران. مجله جامعه شناسی ایران. جلد ٦، شماره ۲: ۷۳-۱۰٦.

وحدتی، ک.،و ساریخانی، س. ۱۳۹۹. مروری بر توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران و جهان. مجله پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۵، شماره ۱: ۱۹-۳۲.

Artuzo, F. D., Allegretti, G., Santos, O. I. B., da Silva, and L. X., Talamini, E. 2021. Emergy unsustainability index for agricultural systems assessment: A proposal based on the laws of thermodynamics. *Sci.Tot.Enviro*., *759*: 143524.

Biala, K., Terres, J.M., Pointereau, P.,and Paracchini, M.L. 2007. Low input farming systems: an opportunity to develop sustainable agriculture. *Proceedings of the JRC Summer University Ranco*, 2-5 .

Dehgan, A., Palmer-Moloney, L.J.,and Mirzaee, M. 2014. Water security and scarcity: Potential destabilization in western Afghanistan and Iranian Sistan and Baluchestan due to transboundary water conflicts. *Water Post-conflict Peacebuild*., *305*, 323-344.

Janker, J., Mann, S.,and Rist, S.2019. Social sustainability in agriculture–A system-based framework. *J.Rural St*., *65*: 32-42 .

Jat, H.S., Sharma, P.C., Datta, A., Choudhary, M., Kakraliya, S.K., Sidhu, H.S., Gerard, B.,and Jat, M.L. 2019. Re-designing irrigated intensive cereal systems through bundling precision agronomic innovations for transitioning towards agricultural sustainability in North-West India. *Sci. Rep*., *9*(1): 17929.

Kontopantelis, E. and Reeves, D., 2012. Performance of statistical methods for meta-analysis when true study effects are non-normally distributed: a simulation study. Statistical Methods in Medical Research, 21(4): 409-426.

Mishra, A., Dash, B., Nanda, S., Das, D.,and Dey, P. 2013. Soil test based fertilizer recommendation for targeted yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*) under rice–tomato cropping system in an Ustochrept of Odisha. *Environ. Ecol*, *31*: 655-658.

Moscatelli, S., Gamboni, M., Dernini, S., Capone, R., El Bilali, H., Bottalico, F., Debs, P.,and Cardone, G. 2017. Exploring the socio-cultural sustainability of traditional and typical agro-food products: Case study of Apulia Region, South-eastern Italy. *J. Food Nut. Res*., *5*(1): 6-14 .

Najafi, A.,and Vatanfada, J. 2011. Environmental challenges in trans-boundary waters, case study: Hamoon Hirmand Wetland (Iran and Afghanistan). *Int. J. Water Res. Arid Enviro*., *1*(1): 16-24 .

Praneetvatakul, S., Janekarnkij, P., Potchanasin, C.,and Prayoonwong, K. 2001. Assessing the sustainability of agriculture: a case of Mae Chaem Catchment, northern Thailand. *Environ. Int*., *27*(2-3): 103-109.

Quintero-Angel, M.,and González-Acevedo, A. 2018. Tendencies and challenges for the assessment of agricultural sustainability. *Agric.Ecosyst.Environ*., *254*, 273-281.

Rasul, G.,and Thapa, G.B. 2004. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives. *Agric. Syst*., *79*(3): 327-351.

Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S. A., Zaidi, S. A. R.,and Iqbal, N. 2019. Precision agriculture techniques and practices: From considerations to applications. *Sensors*, *19*(17): 3796.

Smith, C. and McDonald, G. 1998. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. *J.Environ.Manage*., *52*(1): 15-37.

Spiertz, J.,and Schröder, J. 2007. Quantitative assessment of nitrogen use efficiency to improve productivityof food crops: outline and analysis. Workshop on Soil Fertility and the Future of Agriculture in Europe: UEAA Steering Committee and General Assembly Meetings, Bucharest, Romania, 25-27 June 2006.

Wang, S.,and Chen, B. 2016. Energy–water nexus of urbanagglomeration based on multiregional input–output tables and ecological network analysis: A case study of the Beijing–Tianjin–Hebei region. *App. Energ*., *178*: 773-783.

Evaluating Economic, Social, and Cultural Indicators in Sustainable Agricultural Systems (A Case Study of the Pilot Project for Water Supply in Sistan and Baluchestan, Hamoun 3)

M. Heydarian[1], M. Dehmardeh[2], M. Asgharipour[3], I. Seyyedabadi[4], M. Ramezroodi[5]

Received: 2023-11-25 Accepted: 2024-01-06

Abstract

In agricultural systems worldwide, food security and sustainability are criticaleconomic, social, and cultural considerations. Accurate assessment of irrigation projects serves as an effective tool for managing and predicting environmental impacts. Today, the challenge of water scarcity in Iran has intensified to the extent that implementing effective management policies and principles of proper productivity is imperative.This study evaluates the water transfer project from the half-wells of Sistan, emphasizing economic and ecological indicators. In this descriptive-analytical study, the economic, social and cultural indicators of sustainable agricultural systems in the Sistan region were evaluated using appropriate statistical methods. The data were collected through registered statistics and face-to-face interviews with the managers of the irrigation project. The irrigation project consisted of 16 civil units with different areas, one of which, Hamoon 3 civil unit, was selected as the case study. This civil unit had 16 sub-sections, where a pilot plan of low-pressure irrigation network was implemented. The effects of the irrigation project on the economic, social and cultural indicators were analyzed using the Wilcoxon test. Following project implementation, the region's population decreased by approximately 30% due to reduced production, increased migration, and shortcomings in establishing sustainable employment. The decrease in agricultural land area was less than 5%, while orchard land area increased by 15% due to improved water access. An 11% increase in the number of livestock and a 37% increase in electricity consumption indicate improved conditions for livestock farmers and socio-economic changes post-project.Moreover, agricultural and orchard product production and sales costs have increased annually due to inflation. The selling price of agricultural products faced a 30% increase, while orchard product prices experienced a substantial 230% surge. With a 20% rise in pesticide use due to drought-induced pests, post-implementation assessments show a 15% increase in monetary losses. This study reveals that the water transfer project from the half-wells of Sistan has diverse effects on the region's economic, ecological, and social aspects, necessitating solutions to address challenges and enhance outcomes.

Keywords: Environment, Sistan Half-Wells, Hamoun Water Supply Project, Economic and Social Sustainability, Water transportation

1- PhD Candidate, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol.
2- Associate Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol.
3- Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol.
4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol.
5- Associate Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol.