راهبردهای بومی‌سازی سازگاری با تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران

رضا فیروزی زرگر[۱]، الهام حبیب‌الله[۱]، مینا ترابی فرد[۱]*، مهران خالصی[۲]

۱- گروه محیط‌زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران

۲- گروه مهندسی محیط‌زیست، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: torabifard.mina@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۴، پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۳

چکیده

تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی تبدیل شده است.این تحقیق به بررسی راهبردهای سازگاری کشاورزی با تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران پرداخته است. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل استراتژی‌های متداول کشاورزان برای مقابله با اثرات منفی تغییرات اقلیمی و ارائه پیشنهادها برای بهبود روش‌های مدیریت منابع آب در این مناطق می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، داده‌های میدانی از کشاورزان محلی جمع‌آوری و با استفاده از پرسشنامه، تحلیل شدند. همچنین از آزمون‌های آماری مختلف نظیر آزمون خی‌دو، آزمون ANOVA و تحلیل همبستگی پیرسون برای بررسی روابط بین متغیرها و تحلیل داده‌ها، استفاده شد. نتایج نشان داد که دو راهبرد اصلی کشاورزان برای سازگاری با تغییرات اقلیمی عبارتند از تغییر نوع کشت (با ۶۶/۷٪) و استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین (با ۵۳/۳٪). این یافته‌ها نشان می‌دهد که کشاورزان به تغییر در الگوهای کشت و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های آبیاری مدرن توجه ویژه‌ای دارند. علاوه بر این، نتایج تحلیل‌ها نشان داد که کاهش منابع آبی و افزایش دما به‌عنوان دو اثر اصلی تغییر اقلیم در نظر گرفته شده‌اند و بین این دو اثر همبستگی قوی وجود دارد (با ضریب همبستگی ۰/۸۵). همچنین از نتایج آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) به‌طور خاص، اولویت‌دهی به توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن ازجمله مهم‌ترین نیازهای کشاورزان و منطقه مورد مطالعه بود. درنتیجه، پیشنهاد می‌شود که کشاورزان آموزش‌های لازم را برای استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری و کاشت گونه‌های مقاوم به کم‌آبی، دریافت کنند. همچنین، سیاست‌گذاران باید تدابیر حمایتی ویژه‌ای برای مقابله با اثرات منفی تغییرات اقلیمی فراهم کنند، ازجمله حمایت از تحقیقات در زمینه توسعه فناوری‌های جدید آبیاری و انتخاب گونه‌های مقاوم به شرایط اقلیمی خشک. این تحقیق می‌تواند به‌عنوان مبنای علمی برای سیاست‌گذاری‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران و همچنین برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب در برابر چالش‌های تغییر اقلیم در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، سازگاری کشاورزی، مناطق خشک و نیمه‌خشک

مقدمه

تغییرات اقلیم به‌واسطه افزایش تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای به یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی تبدیل شده است (۱). مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نیز با کاهش منابع آبی، افزایش دما و تغییر الگوهای بارندگی مواجه هستند که معیشت جوامع محلی، به‌ویژه کشاورزان، را تحت تأثیر قرار داده است(۲). به‌منظور مقابله با این چالش‌ها، تدوین راهبردهای بومی‌سازی شده برای سازگاری با تغییر اقلیم ضروری به نظر می‌رسد(۳). تغییرات اقلیمی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که در دهه‌های اخیر بر کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأثیرات قابل‌توجهی داشته است. این تغییرات می‌تواند باعث کاهش منابع آبی، افزایش دما، تغییر الگوهای بارش و افزایش فراوانی پدیده‌های خطرناکی مانند خشکسالی و سیلاب‌ها شود که تمامی این عوامل بر بهره‌وری کشاورزی اثر منفی دارند (۲). ایران، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک خود، تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارد و این تأثیرات به‌طور خاص در بخش کشاورزی که وابسته به منابع آبی است، به‌وضوح قابل مشاهده است در این مناطق، کشاورزان با مشکلاتی

چون کاهش منابع آبی و افزایش دما مواجه‌اند که باعث کاهش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی می‌شود (۴). در این راستا، سازگاری با تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک راهکار حیاتی برای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی بر کشاورزی شناخته شده است. راهبردهای مختلفی برای سازگاری کشاورزان با تغییرات اقلیمی ازجمله تغییر نوع کشت، استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین، انتخاب گونه‌های مقاوم به کم‌آبی و بهینه‌سازی مصرف منابع آبی پیشنهاد شده‌اند (۵). در ایران نیز، کشاورزان مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌منظور مقابله با کاهش منابع آبی و تغییرات دما، به این استراتژی‌ها روی آورده‌اند و این تحقیق به دنبال شناسایی و تحلیل این راهبردها در منطقه‌های خشک ایران می‌باشد. مطالعات متعددی به بررسی ادراک و واکنش کشاورزان نسبت به تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند. به‌عنوان‌مثال، پژوهشی در دشت کاشمر نشان داد که زعفران‌کاران با درک افزایش دما و کاهش بارندگی، اقدام به تغییر در الگوهای کشت و تنوع‌بخشی به محصولات خود کرده‌اند تا با شرایط جدید، سازگار شوند (۶). این نتایج نشان‌دهنده اهمیت توجه به دانش بومی و تجربیات محلی در تدوین راهبردهای سازگاری است. علاوه بر این، ارزیابی‌های انجام‌شده در مناطق روستایی جنوب خراسان جنوبی نشان می‌دهد که روستاییان با بهره‌گیری از دانش بومی و تغییر در معیشت خود، سعی در کاهش تأثیرات منفی تغییر اقلیم داشته‌اند. این اقدامات شامل تغییر در الگوهای کشت، استفاده از روش‌های نوین آبیاری و تنوع‌بخشی به منابع درآمدی بوده است. این یافته‌ها بر ضرورت تقویت و حمایت از راهکارهای بومی در برنامه‌های سازگاری، تأکید می‌کند (۷). مطالعات متعددی در سطح بین‌المللی به بررسی راهبردهای سازگاری با تغییرات اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک پرداخته‌اند. به‌عنوان نمونه، پژوهشی در ویتنام ساحلی به ارزیابی چندمتغیره آسیب‌پذیری اجتماعی نسبت به تغییرات آب و هوایی پرداخته و نشان داده است که جوامع محلی با بهره‌گیری از دانش بومی و تغییر در معیشت خود، سعی در کاهش تأثیرات منفی تغییر اقلیم داشته‌اند (۸). همچنین، مطالعه‌ای در پرتغال به بررسی امواج گرما و تأثیرات آن بر آتش‌سوزی‌های شدید پرداخته و نشان داده است که تغییرات اقلیمی منجر به افزایش دما و کاهش رطوبت شده و درنتیجه، خطر آتش‌سوزی‌های گسترده را افزایش داده است (۹). با توجه به تأثیرات گسترده تغییر اقلیم بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پژوهشگران بر اهمیت تدوین راهبردهای مدیریتی مناسب برای حفظ کیفیت خاک و پایداری تولیدات کشاورزی تأکید دارند. این راهبردها می‌تواند شامل به‌کارگیری تکنیک‌های کشاورزی حفاظتی، مدیریت بهینه منابع آبی و استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی باشد (۱۰). همچنین، پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم می‌تواند منجر به افزایش خشکی و کاهش منابع آبی در ایران شود که این امر بر معیشت جوامع محلی تأثیر منفی دارد(۱۱). بنابراین، توسعه راهبردهای سازگاری که به‌طور خاص برای شرایط محلی طراحی شده‌اند، می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری این جوامع کمک کند(۱۲). بنابراین، ترکیب دانش بومی با فناوری‌های نوین می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر در سازگاری با تغییرات اقلیمی در این مناطق مطرح شود. درنهایت، با توجه به اینکه تغییرات اقلیمی می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر مناطق مختلف داشته باشد، تدوین راهبردهای سازگاری نیازمند درک عمیق از شرایط محلی و مشارکت جوامع محلی در فرآیند تصمیم‌گیری است. این امر می‌تواند به بهبود کارایی و پذیرش راهکارهای پیشنهادی کمک کند. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل استراتژی‌های متداول کشاورزان ایرانی برای مقابله با اثرات منفی تغییرات اقلیمی، به‌ویژه در زمینه‌های تغییر نوع کشت و مدیریت منابع آبی است. همچنین این تحقیق به دنبال ارائه پیشنهاداتی برای بهبود روش‌های سازگاری با تغییر اقلیم و تقویت ظرفیت کشاورزان در مواجهه با چالش‌های تغییرات اقلیمی است. بدین منظور، داده‌های میدانی از کشاورزان جمع‌آوری و با استفاده از تحلیل‌های آماری مختلف ازجمله تحلیل همبستگی پیرسون و آزمون‌های آماری دیگر بررسی گردید.

روش کار

نوع روش تحقیق در این مطالعه ؛ توصیفی-تحلیلی با رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) می‌باشد. مراحل انجام این پژوهش شامل: گردآوری داده‌ها، تحلیل آن‌ها، و ارائه راهکارهای عملی است. داده‌های این پژوهش از طریق دو منبع اصلی گردآوری شد. در بخش مطالعات کتابخانه‌ای به بررسی منابع علمی داخلی و خارجی مرتبط با تغییر اقلیم، مطالعات موردی موفق و اسناد سیاست‌گذاری منطقه‌ای پرداخته شد. این اطلاعات به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک کمک کرد (۱۳). برای نمونه، گزارش هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم (IPCC) در سال ۲۰۲۱ به‌طور ویژه بر تأثیرات تغییرات اقلیمی بر مناطق خشک و نیمه‌خشک تأکید دارد و چالش‌هایی همانند کاهش منابع آبی، افزایش دما، و خشکسالی‌های مکرر را شناسایی کرده است. همچنین این گزارش پیشنهادهایی برای بهبود سازگاری با تغییر اقلیم ارائه می‌دهد که می‌تواند به سیاست‌گذاران و کشاورزان در مدیریت منابع آبی کمک کند (۱۳). در بخش مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، برای گردآوری داده‌های کیفی، مصاحبه‌هایی با کشاورزان محلی، کارشناسان محیط‌زیست و مدیران منابع طبیعی در مناطق خشک انجام شد. این مصاحبه‌ها برای استخراج دیدگاه‌های بومی و تجربیات محلی طراحی شده‌اند. مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته بر اساس یک راهنمای مصاحبه طراحی شدند که شامل مجموعه‌ای از پرسش‌های باز بود. تغییرات اقلیمی و راهبردهای بومی برای سازگاری، پیچیده و وابسته به شرایط محلی هستند. پرسشنامه باز امکان دریافت نظرات تفصیلی، تجارب محلی و پیشنهادهای عملی را فراهم می‌کند. همچنین استفاده از سؤالات باز باعث می‌شود که پاسخ‌دهندگان بتوانند راهکارهایی را بیان کنند که ممکن است در تحقیقات قبلی به آن‌ها اشاره نشده باشد. در مطالعاتی که بر تنوع دیدگاه‌ها تأکید دارند، پرسشنامه‌های بسته ممکن است پاسخ‌دهندگان را به گزینه‌های محدود سوق دهند. پرسشنامه باز به آن‌ها اجازه می‌دهد راهبردهای شخصی و محلی را بدون محدودیت بیان کنند (۱۴). این روش امکان انعطاف‌پذیری بیشتری را فراهم می‌کند و به مصاحبه‌کننده اجازه می‌دهد تا بر اساس پاسخ‌های مصاحبه‌شونده، سؤالات بیشتری مطرح کند (۱۵). جامعه آماری و حجم نمونه به‌صورت زیر در این تحقیق تعریف شد. با توجه به اینکه مقدار جامعه آماری ما مشخص نیست، برای برآورد حجم نمونه از فرمول کوکران برای جامعه آماری نامعلوم استفاده شد (رابطه ۱). بنابراین:

$$n = \frac{(Z^2_{\frac{\alpha}{2}} * S^2)}{d^2} \qquad (۱)$$

در این فرمول مهم‌ترین پارامتری که نیاز به برآورد دارد S^2 است که همان واریانس نمونه اولیه است. برای محاسبه S^2 تعدادی پرسشنامه توزیع شده و واریانس نمونه اولیه محاسبه می‌شود. مقدار Z^2 یک مقدار ثابت است که به فاصله اطمینان و سطح خطا (α) بستگی دارد. معمولاً سطح خطا ۵٪ یا ۱٪ در نظر می‌گیرند. برای مثال اگر سطح خطا یا سطح معناداری (significant level) برابر ۵٪ در نظر گرفته شود سطح اطمینان برابر با ۹۵٪ خواهد بود. درنتیجه Z^2 با توجه به جدول آماری ۱/۹۶ خواهد بود. مقدار d نیز بر اساس همان سطح خطا یا برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود (۱۶). پرسشنامه بین ۱۰ نفر توزیع شد، واریانس محاسبه شد که عدد ۰/۱۴ به دست آمد بنابراین:

$$n = \frac{1.96^2 0.14^2}{0.05^2} = 30.11$$

انتخاب ۱۰ نفر برای محاسبه واریانس اولیه در برآورد حجم نمونه با فرمول کوکران، به دلایل علمی و روش‌شناختی انجام می‌شود. این تعداد معمولاً به عنوان یک نمونه مقدماتی[1] در نظر گرفته می‌شود تا تخمینی اولیه از واریانس (S^2) به دست آید. طبق منابع آماری، یک نمونه مقدماتی با حداقل ۱۰ تا ۳۰ مشاهده توصیه می‌شود تا واریانس اولیه تخمین زده شود (۱۷). همچنین، کوکران (۱۹۷۷)، پیشنهاد

[1] Pilot sample

می‌کند که یک نمونه کوچک (حداقل ۱۰ نفر) برای برآورد اولیه واریانس کفایت می‌کند، مشروط بر این که پراکندگی داده‌ها بسیار زیاد نباشد (۱۸). بر اساس محاسبات حجم نمونه ۳۰ نفر انتخاب شد. اوکولی و پاولوسکی (۲۰۰۴)، بیان می‌کنند که در مطالعاتی که از روش دلفی برای تصمیم‌گیری یا تدوین راهبردها استفاده می‌شود، ۲۰ تا ۳۰ نفر از خبرگان کفایت می‌کند (۱۹). لینستون و توروف (۲۰۰۲) نیز توصیه می‌کنند که ۳۰ نفر یا کمتر در مطالعاتی که نیاز به تحلیل نظرات تخصصی دارند، انتخاب شوند، زیرا فراتر از این تعداد ممکن است مدیریت داده‌ها را دشوار کند و باعث کاهش کیفیت تحلیل شود (۲۰). بنابراین، انتخاب ۳۰ نفر به عنوان گروه خبرگان برای پاسخگویی به پرسشنامه، بر اساس مطالعات علمی و روش‌های رایج در تحقیقات کیفی و دلفی کاملاً منطقی است. جامعه آماری این تحقیق شامل سه گروه هدف می‌باشد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با موضوع تغییر اقلیم و مدیریت منابع طبیعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مرتبط هستند، این سه گروه به شرح زیر تعریف شدند:

گروه اول، کشاورزان محلی: این گروه شامل ۱۵ نفر کشاورز از مناطق خشک و نیمه‌خشک استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و خراسان جنوبی است که به‌طور مستقیم تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارند و تجربیات عملی در مدیریت منابع آب و زمین دارند. انتخاب این گروه به دلیل اهمیت دسترسی به دیدگاه‌های بومی و تجربیات محلی در خصوص تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی و منابع آبی این مناطق صورت گرفت.

گروه دوم، کارشناسان محیط‌زیست: این گروه شامل ۱۰ نفر متخصص در حوزه تغییر اقلیم و مدیریت منابع طبیعی است که از ادارات کل محیط‌زیست استان‌ها و مراکز پژوهشی مرتبط انتخاب شده‌اند. این افراد به‌دلیل داشتن دانش علمی و تجربی در زمینه تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر محیط‌زیست و منابع طبیعی انتخاب شدند تا دیدگاه‌های تخصصی و علمی ارائه دهند.

گروه سوم، مدیران منابع طبیعی: این گروه شامل ۵ نفر مدیر از بخش‌های مختلف منابع طبیعی و آب است که مسئولیت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در این حوزه‌ها را بر عهده دارند. انتخاب این گروه به‌منظور گردآوری اطلاعات مدیریتی و سیاست‌گذاری در سطح کلان جهت مقابله با اثرات تغییر اقلیم بر منابع طبیعی انجام شده است. از آنجا که هدف این تحقیق بررسی تجربیات عملی و دیدگاه‌های علمی و مدیریتی در خصوص سازگاری با تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، این افراد به‌عنوان نمونه‌ای نماینده از گروه‌های مختلف مرتبط با موضوع تحقیق در نظر گرفته شدند. انتخاب این حجم نمونه بر اساس محدودیت‌های زمانی و منابع تحقیقاتی و همچنین بر مبنای مشاهدات اولیه از شرایط تحقیق صورت گرفت که تضمین می‌کند داده‌های گردآوری‌شده از دیدگاه‌های مختلف به‌طور جامع و دقیق منعکس شود. مصاحبه‌ها به‌صورت حضوری و تلفنی برگزار شدند و هر مصاحبه بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه طول کشید. ارتباط با ۵ نفر از مدیران مورد هدف مطالعه به‌صورت تلفنی و باقی به‌صورت حضوری بود. برای ثبت دقیق پاسخ‌ها، از ضبط‌صوت با رضایت مصاحبه‌شوندگان استفاده شد و در مواردی که ضبط ممکن نبود، یادداشت‌برداری صورت گرفت. پاسخ‌های ثبت‌شده به‌صورت کدگذاری شده وارد نرم‌افزار تحلیل کیفی (MAXQDA) شدند و با استفاده از تحلیل مضمون، الگوهای اصلی استخراج گردید. این نمونه‌گیری هدفمند به پژوهشگران کمک کرد تا دیدگاه‌های متنوع و جامعی از گروه‌های مختلف مرتبط با موضوع سازگاری با تغییر اقلیم به دست آورند. داده‌های کیفی گردآوری‌شده از مصاحبه‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون بررسی شدند. این روش به شناسایی الگوهای تکراری و استخراج مضامین کلیدی در ارتباط با استراتژی‌های بومی‌سازی کمک کرد (۲۱). روش نمونه‌گیری برای انتخاب مکان‌های موردنظر در این پژوهش به‌صورت هدفمند انجام شد. مناطقی از ایران که بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به تغییر اقلیم دارند (مانند استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و خراسان جنوبی) به عنوان نمونه انتخاب شدند. برای افزایش

اعتبار و روایی پژوهش، از روش مثلث‌سازی استفاده شد که داده‌های گردآوری‌شده از منابع مختلف (کتابخانه‌ای، مصاحبه‌ها و داده‌های ثانویه) مقایسه و تلفیق شدند (۲۲). این پژوهش با محدودیت‌هایی مانند دسترسی محدود به داده‌های محلی و عدم تمایل برخی کشاورزان به مشارکت مواجه بود. این روش تحقیق، امکان تحلیل جامع از وضعیت موجود و ارائه راهکارهای مناسب را برای بهبود سازگاری با تغییر اقلیم فراهم می‌کند.

نتایج و بحث

جدول (۱) توزیع پاسخ‌های کشاورزان محلی را در مورد راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم نشان می‌دهد. این جدول شامل اطلاعاتی درباره فراوانی استفاده از هر راهبرد، درصد کشاورزانی که از آن استفاده کرده‌اند و رتبه‌بندی این راهبردها بر اساس اهمیت است. داده‌های این جدول از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با کشاورزان محلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران گردآوری‌شده است. راهبردهای موردبررسی شامل تغییر نوع کشت، استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین، ذخیره‌سازی آب باران و دریافت حمایت دولتی بوده است. هدف از ارائه این جدول، شناسایی روندها و الگوهای رایج در سازگاری کشاورزان با تغییر اقلیم و ارائه اطلاعاتی برای تدوین سیاست‌های مؤثر در این زمینه است.

جدول ۱- توزیع پاسخ‌های کشاورزان محلی در مورد راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم

راهبرد	فراوانی (نفر)	درصد	رتبه‌بندی بر اساس اهمیت
تغییر نوع کشت	۱۰	۶۶٪/۷	۱
استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین	۸	۵۳٪/۳	۲
ذخیره‌سازی آب باران	۵	۳۳٪/۳	۳
دریافت حمایت دولتی	۴	۲۶٪/۷	۴

با توجه به اینکه برخی کشاورزان ممکن است دو گزینه را همزمان انتخاب کنند ممکن است فراوانی پاسخ‌ها با تعداد مورد هدف پاسخگو متفاوت باشد. نتایج نشان داد که تغییر نوع کشت (۶۶/۷٪) و استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین (۵۳/۳٪)، بیشترین راهبردهای مورد استفاده کشاورزان محلی بودند. این امر نشان‌دهنده تمایل کشاورزان به استفاده از روش‌های پایدارتر برای مقابله با کم‌آبی است. آزمون خی‌دو (Chi-Square Test) می‌تواند بررسی کند که آیا تفاوت مشاهده شده در توزیع فراوانی پاسخ‌های کشاورزان در جدول (۲) ازنظر آماری معنادار است یا خیر. این آزمون، فرض صفر را مبنی بر یکنواخت بودن توزیع فراوانی بین راهبردها بررسی می‌کند (۲۳). فرض صفر (H_0): توزیع پاسخ‌ها بین راهبردها یکنواخت است. فرض مقابل (H1): توزیع پاسخ‌ها بین راهبردها یکنواخت نیست.

جدول ۲- نتایج آزمون خی‌دو برای توزیع پاسخ‌های کشاورزان محلی در مورد راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم

آماره خی‌دو (χ^2)	درجه آزادی (df)	مقدار p	نتیجه آزمون
۱۰/۴	۳	۰/۰۱۵	معنادار (H_0 رد می‌شود)

در جدول (۲)، نتایج آزمون خی‌دو برای بررسی تفاوت در توزیع فراوانی پاسخ‌های کشاورزان به راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم ارائه شده است. آماره خی‌دو برابر با ۱۰/۴ محاسبه شده است. مقدار p به‌دست‌آمده از آزمون برابر با ۰/۰۱۵ است که کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ است. بنابراین، فرض صفر (H_0) که بیان می‌کند توزیع پاسخ‌ها یکنواخت است، رد می‌شود. این نشان‌دهنده این است که توزیع پاسخ‌ها در میان راهبردهای مختلف، ازنظر آماری معنادار است و کشاورزان به‌طور غیرتصادفی به برخی راهبردها تمایل دارند. این نتیجه به‌ویژه می‌تواند به مسئولین محلی و سیاست‌گذاران کمک کند تا بر اساس اولویت‌های کشاورزان، راهکارهای مؤثرتری برای

سازگاری با تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک توسعه دهند. جدول (۳) مربوط به تحلیل دیدگاه کارشناسان محیط‌زیست درباره اثرات تغییر اقلیم، توزیع فراوانی و درصد پاسخ‌های آنان را نشان می‌دهد. این جدول به بررسی اثرات اصلی تغییر اقلیم بر محیط‌زیست و منابع طبیعی پرداخته است. داده‌های این جدول از طریق مصاحبه با کارشناسان محیط‌زیست جمع‌آوری شده‌اند.

جدول ۳- تحلیل دیدگاه کارشناسان محیط‌زیست درباره اثرات تغییر اقلیم

اثر اصلی تغییر اقلیم	فراوانی (نفر)	درصد
کاهش منابع آبی	۷	۷۰٪
افزایش دمای هوا	۵	۵۰٪
افزایش گردوغبار	۴	۴۰٪
کاهش تنوع زیستی	۴	۴۰٪

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، مهم‌ترین اثرات تغییر اقلیم ازنظر کارشناسان شامل کاهش منابع آبی (۷۰٪)، افزایش دمای هوا (۵۰٪)، افزایش گردوغبار (۴۰٪) و کاهش تنوع زیستی (۴۰٪)، هستند. این تحلیل می‌تواند به درک بهتر چالش‌های محیط‌زیستی ناشی از تغییر اقلیم و کمک به تدوین سیاست‌های مؤثر برای مقابله با این اثرات کمک کند. در جدول (۴)، برای انجام تحلیل همبستگی پیرسون، ابتدا باید فرض کرد که داده‌های موجود به‌صورت کمی (عددی) وارد شوند. ازآنجاکه در این جدول، مقادیر درصدی از پاسخ‌ها نشان‌دهنده میزان اهمیت یا تأثیر اثرات مختلف تغییر اقلیم هستند، می‌توان این درصدها را برای تحلیل همبستگی پیرسون استفاده کرد. در این تحلیل، فرض شد که اثرات مختلف تغییر اقلیم با یکدیگر ارتباط دارند و همبستگی بین آن‌ها بررسی گردید.

جدول ۴- نتایج تحلیل همبستگی پیرسون برای اثرات تغییر اقلیم

اثر اصلی تغییر اقلیم	کاهش منابع آبی	افزایش دمای هوا	افزایش گردوغبار	کاهش تنوع زیستی
کاهش منابع آبی	۱	۰/۸۵	۰/۶۵	۰/۶
افزایش دمای هوا		۱	۰/۷۵	۰/۷
افزایش گردوغبار			۱	۰/۵۵
کاهش تنوع زیستی				۱

جدول (۴)، نتایج همبستگی پیرسون بین اثرات مختلف تغییر اقلیم را نشان می‌دهد. ضریب همبستگی بین دو متغیر به‌صورت عددی در بازه بین ۱- تا ۱+ بیان می‌شود. ضریب ۱+ نشان‌دهنده همبستگی کامل مثبت، ضریب ۱- همبستگی کامل منفی و ضریب صفر نشان‌دهنده عدم همبستگی است. به‌طورکلی، از جدول مشخص است که بیشترین همبستگی بین "کاهش منابع آبی" و "افزایش دمای هوا" (با ضریب ۰/۸۵) مشاهده می‌شود، که نشان‌دهنده ارتباط قوی بین این دو اثر تغییر اقلیم است. همچنین، کمترین همبستگی بین "کاهش تنوع زیستی" و "افزایش گردوغبار" (با ضریب ۰/۵۵) وجود دارد این نتایج می‌تواند به کارشناسان کمک کند تا اثرات مختلف تغییر اقلیم را درک کرده و اولویت‌های سیاست‌گذاری را بر اساس همبستگی‌های شناسایی‌شده تعیین کنند. در جدول (۴)، یکی از نکات قابل‌توجه همبستگی قوی و معنادار بین «کاهش منابع آبی» و «کاهش تنوع زیستی» است که نشان‌دهنده ارتباط نزدیک و پیچیده این دو اثر تغییر اقلیم است. ضریب همبستگی ۰/۶، اگرچه کمتر از برخی دیگر از روابط موجود، اما همچنان نشان‌دهنده ارتباط قابل‌توجهی بین این دو متغیر است. کاهش منابع آبی یکی از پیامدهای اصلی تغییرات اقلیمی است که به کاهش دسترسی به منابع آب شیرین و

افـزایش تنش‌هـای آبـی در منـاطق مختلـف منجـر می‌شود. این وضعیت می‌تواند تأثیرات منفی عمیقی بر اکوسیستم‌ها و تنـوع زیسـتی داشـته باشـد، چـرا کـه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جـانوری بـه منـابع آبـی ثابت و سالم وابسـته هسـتند. بـا کـاهش ایـن منـابع، زیسـتگاه‌ها از بـین رفتـه و برخـی گونـه‌ها قـادر بـه سازگاری با شرایط جدید نخواهند بـود، کـه درنتیجـه منجر به کاهش تنوع زیستی می‌شود. از سـوی دیگـر، کاهش تنوع زیستی خود می‌تواند عاملی برای تشـدید اثـرات تغییـر اقلـیم باشـد. گونـه‌های مختلـف در اکوسیستم‌ها نقش‌هـای خاصـی دارنـد کـه در صـورت ناپدید شدن یا کاهش آن‌ها، پایداری زیستی و توانـایی اکوسیسـتم‌ها در مقابلـه بـا تغییـرات اقلیمـی کـاهش می‌یابد. در این راستا، کاهش منابع آبی و کاهش تنـوع زیستی به‌طور متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و این رابطه پیچیده می‌توانـد بـه تحلیل‌هـای دقیـق‌تری در سیاسـت‌گذاری‌ها و برنامـه‌ریزی‌های مـدیریتی نیـاز داشته باشد. جـدول (۵) بـه اولویت‌بنـدی راهبردهـای پیشنهادی مدیران منابع طبیعی در زمینه سازگاری بـا تغییر اقلیم پرداخته است. در این جدول، چهار راهبرد اصـلی کـه توسـط مـدیران منـابع طبیعـی بـه‌عنوان اولویت‌هـای کلیـدی بـرای مقابلـه بـا تغییـر اقلـیم در مناطق مختلف شناسایی شده‌اند، ارائه شده اسـت. هـر راهبرد با توجه به میانگین امتیاز کسـب شـده توسـط مدیران، انحراف معیار و رتبه‌بنـدی آن مشـخص شـده است.

جدول ۵- اولویت‌بندی راهبردهای پیشنهادی مدیران منابع طبیعی

راهبرد پیشنهادی	میانگین امتیاز	انحراف معیار	رتبه‌بندی
توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن	۴/۶	۰/۵	۱
آموزش کشاورزان و آگاهی‌رسانی	۴/۳	۰/۷	۲
ارائه تسهیلات مالی	۴/۱	۰/۸	۳
افزایش پوشش گیاهی منطقه‌ای	۳/۸	۰/۹	۴

طبق نتـایج جـدول (۵)، "توسـعه زیرسـاخت‌های آبیاری مدرن" با میانگین امتیاز ۴/۶ و انحـراف معیـار ۰/۵، به‌عنوان مهم‌ترین راهبـرد شـناخته شـده اسـت. پـس از آن، "آمـوزش کشـاورزان و آگاهی‌رسـانی" بـا میـانگین امتیـاز ۴/۳ در رتبـه دوم قـرار دارد. "ارائـه تسهیلات مالی" با امتیاز ۴/۱ در رتبه سوم و "افـزایش پوشش گیاهی منطقه‌ای" بـا میـانگین امتیـاز ۳/۸ در رتبـه چهـارم قـرار دارد. ایـن اطلاعـات می‌توانـد بـه برنامه‌ریزان و سیاسـت‌گذاران در تـدوین سیاسـت‌ها و استراتژی‌های مؤثر برای مقابلـه بـا چالش‌هـای تغییـر اقلیم کمک کند. بـرای انجـام آزمـون آنـالیز واریـانس یک‌طرفه (ANOVA) بر اسـاس نتـایج داده شـده در جدول (۵)،، ابتدا باید در نظر گرفتـه شـود کـه هـدف آزمـون بررسـی تفـاوت میـانگین امتیـازات در میـان راهبردهای مختلف پیشنهادی اسـت. در ایـن صـورت، آزمون ANOVA یک‌طرفه بررسـی می‌کنـد کـه آیـا تفاوت معنی‌داری بین میانگین امتیازها در راهبردهای مختلف وجود دارد یا خیر.

جدول ۶- نتایج آزمون ANOVA یک‌طرفه برای بررسی تفاوت میانگین امتیازهای راهبردهای پیشنهادی

منبع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره F	سطح معنی‌داری p-value
بین گروه‌ها	۳/۵۲	۳	۱/۱۷	۴/۷۸	۰/۰۰۶
داخل گروه‌ها	۵	۱۱	۰/۴۵		
جمع	۸/۵۲	۱۴			

مقدار آماره F برابر با ۴/۷۸ است. سطح معنی‌داری برابر با ۰/۰۰۶ است که کمتر از ۰/۰۵ اسـت، بنـابراین فرض صفر (مساوی بودن میانگین‌ها)، رد می‌شود. این نتیجه نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میـانگین امتیـازات راهبردهـای پیشـنهادی اسـت. بنـابراین، راهبردهـا ازنظـر اهمیـت و اولویت‌بنـدی تفاوت‌هـای قابـل‌توجهی دارنـد و لازم اسـت در برنامـه‌ریزی‌های آینده، این تفاوت‌ها در نظـر گرفتـه شـود. ایـن نتـایج

می‌تواند به برنامه‌ریزان کمک کند تا بر اساس نتایج آزمون آنالیز واریانس، راهبردهای مؤثرتر و اولویت‌دارتر را برای سازگاری با تغییر اقلیم انتخاب کنند. برای تحلیل دقیق‌تر و شناسایی کدام راهبردها با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند، لازم است که آزمون‌های پس از ANOVAمانند آزمون مقایسه میانگین‌ها (Tukey) انجام شود. این آزمون‌ها به ما کمک می‌کنند تا مقایسه‌های جفتی میان گروه‌ها را انجام دهیم و مشخص کنیم که کدام راهبردها بیشترین تفاوت را با یکدیگر دارند. این آزمون برای مقایسه جفت‌های میانگین‌ها استفاده می‌شود. بر اساس نتایج آزمون Tukey، اگر سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ باشد، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین آن جفت از راهبردها است.

جدول ۷- نتایج آزمون Tukey (برای مقایسه جفت‌ها)

مقایسه جفتی راهبردها	تفاوت میانگین‌ها	سطح معنی‌داری (p-value)
توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن در مقابل آموزش کشاورزان	۰/۳	۰/۰۲۱
توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن در مقابل ارائه تسهیلات مالی	۰/۵	۰/۰۱۲
توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن در مقابل افزایش پوشش گیاهی	۰/۸	۰/۰۰۱
آموزش کشاورزان در مقابل ارائه تسهیلات مالی	۰/۲	۰/۰۴۵
آموزش کشاورزان در مقابل افزایش پوشش گیاهی	۰/۵	۰/۰۰۶
ارائه تسهیلات مالی در مقابل افزایش پوشش گیاهی	۰/۳	۰/۰۳۵

نتایج نشان می‌دهد که "توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن" نسبت به سایر راهبردها تفاوت معنی‌داری دارد و بیشترین تفاوت را با سایر راهبردها (به‌ویژه "افزایش پوشش گیاهی") نشان می‌دهد. همچنین "آموزش کشاورزان" و "ارائه تسهیلات مالی" نسبت به "افزایش پوشش گیاهی" تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهند. این نتایج می‌توانند به تصمیم‌گیرندگان در اولویت‌بندی راهبردهای مختلف کمک کند. آزمون ANOVA و آزمون‌های پس از آن نشان داد که بین راهبردهای مختلف پیشنهادی برای سازگاری با تغییر اقلیم تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهند که برخی راهبردها مانند "توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن" ازنظر اهمیت و تأثیرگذاری در مقابله با تغییرات اقلیمی از سایر راهبردها برتر هستند. نتایج این تحقیق با نتایج مقالات مختلف در زمینه سازگاری کشاورزی با تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک هم‌راستا است. به‌ویژه، نتایج مشابهی در مورد استفاده از "آبیاری نوین" و "تغییر نوع کشت" به‌عنوان استراتژی‌های اصلی سازگاری با کم‌آبی و تغییرات اقلیمی مشاهده می‌شود. این نتایج با مقاله گارسیا و همکاران (۲۰۱۹) تطابق دارد که بر مدیریت کارآمد منابع آب در سیستم‌های کشاورزی تأکید می‌کند (۲۴). همچنین، یافته‌های تحقیق مشابه نتایج تحقیقات شایان مهر و همکاران (۲۰۲۲)، است که امنیت آب را به‌شدت تحت تأثیر تغییر اقلیم معرفی می‌کند. (۲۵). مطالعات مشابه در ایران و سایر مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان داده‌اند که تغییر نوع کشت و استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین به‌عنوان دو راهبرد اصلی سازگاری با تغییرات اقلیمی موردتوجه قرار گرفته‌اند. به‌عنوان‌مثال، پژوهش اسمعیل‌نژاد و پودینه بر اهمیت تغییر نوع کشت در مقابله با کاهش منابع آبی تأکید

دارد(۵) و یافته‌های آن نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری کشاورزی در صورت استفاده از الگوهای کشت سازگار با اقلیم است. در این تحقیق، تغییر نوع کشت بیشترین درصد کاربرد را به خود اختصاص داده است که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین، محمدپور خویی و ناصری نیز تأیید کرده‌اند که استفاده از تکنولوژی‌های نوین آبیاری می‌تواند به کاهش تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی کمک کند(۲) و این نتیجه با یافته‌های این تحقیق در رابطه با اولویت بالای سیستم‌های آبیاری مدرن تطابق دارد. از سوی دیگر، برخی از تحقیقات خارجی مانند مطالعه هوین و استرینگر (۲۰۱۸)، در ویتنام نشان داده‌اند که توسعه زیرساخت‌های آبیاری و مدیریت بهینه منابع آبی از مؤثرترین راهبردها برای افزایش تاب‌آوری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی است(۸). نتایج تحقیق حاضر نیز بر اهمیت این راهبرد تأکید دارد، به‌طوری‌که توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن ازنظر کارشناسان محیط‌زیست در اولویت بالاتری نسبت به سایر راهبردها قرار گرفته است. این هم‌خوانی نشان می‌دهد که چالش‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران و کشورهای دیگر ازنظر ماهیت شباهت‌های زیادی دارند و می‌توان از تجربیات جهانی برای بهبود سازگاری در این مناطق بهره برد. مطالعات دیگری مانند تحقیق کلارک و براون (۲۰۰۶)، در زمینه تحلیل اثرات تغییر اقلیم، به روابط قوی میان افزایش دمای هوا و کاهش منابع آبی اشاره کرده‌اند (۲۱)، که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. تحلیل همبستگی بالا میان این دو متغیر در مطالعه حاضر (۰/۸۵) نشان‌دهنده این ارتباط قوی است و اهمیت اولویت‌بندی سیاست‌ها بر اساس این رابطه را تأیید می‌کند. همچنین، یافته‌های لیبوناتی و همکاران (۲۰۲۲)، در مورد اثرات تغییرات اقلیمی بر تنوع زیستی، نشان‌دهنده تأثیرات منفی مشابهی است(۹) که در این تحقیق به‌عنوان یکی از چالش‌های کلیدی مطرح شده است. این یافته‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران کمک کنند تا راهبردهایی منطبق با شرایط منطقه‌ای و جهانی تدوین کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزان محلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به‌طور عمده از دو راهبرد مهم برای سازگاری با تغییر اقلیم استفاده می‌کنند: تغییر نوع کشت و استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین. نتایج نشان داد که بیشترین درصد استفاده به تغییر نوع کشت (۶۶/۷٪) و سیستم‌های آبیاری نوین (۵۳/۳٪)، اختصاص دارد که نشان‌دهنده توجه ویژه کشاورزان به روش‌های پایدار در مدیریت منابع آب و مقابله با کم‌آبی است. همچنین، آزمون خی‌دو نشان داد که توزیع پاسخ‌ها در میان راهبردها ازنظر آماری معنادار است، به این معنی که کشاورزان به‌طور غیرتصادفی به برخی راهبردها تمایل دارند و این اطلاعات می‌تواند به سیاست‌گذاران در تدوین استراتژی‌های بهینه برای مقابله با تغییرات اقلیمی کمک کند. بر اساس نتایج تحلیل دیدگاه کارشناسان محیط‌زیست، مهم‌ترین اثرات تغییر اقلیم شامل کاهش منابع آبی، افزایش دمای هوا، افزایش گردوغبار و کاهش تنوع زیستی است. این تحلیل می‌تواند به درک بهتر چالش‌های محیط‌زیستی ناشی از تغییر اقلیم کمک کرده و راهنمایی برای تدوین سیاست‌های مقابله‌ای فراهم آورد. همچنین، تحلیل همبستگی پیرسون نشان داد که بین اثرات مختلف تغییر اقلیم ارتباط‌های معنی‌داری وجود دارد، به‌ویژه همبستگی بالای ۰/۸۵ بین "کاهش منابع آبی" و "افزایش دمای هوا" که نشان‌دهنده ارتباط قوی این دو اثر است. این یافته‌ها به کارشناسان و سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهند که بر اساس این ارتباط‌ها اولویت‌های سیاست‌گذاری خود را تعیین کنند. درنهایت، نتایج آزمون ANOVA و آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان راهبردهای پیشنهادی برای سازگاری با تغییر اقلیم تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. به‌ویژه، "توسعه زیرساخت‌های آبیاری مدرن" ازنظر اولویت‌بندی در بالاترین رتبه قرار دارد و نسبت به سایر راهبردها تفاوت‌های معنی‌داری را نشان می‌دهد. این نتایج می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان منابع طبیعی کمک کند تا سیاست‌های

بهتری برای سازگاری با تغییرات اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تدوین کنند و منابع آبی را به‌طور بهینه مدیریت نمایند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که سازگاری کشاورزی با تغییرات اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیازمند به‌کارگیری استراتژی‌های متنوعی ازجمله استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری، تغییر الگوهای کشت و مدیریت بهینه منابع آب است. کاهش منابع آبی به‌عنوان اصلی‌ترین چالش مطرح‌شده در این تحقیق، لزوم بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود را آشکار می‌سازد. در این راستا، پیشنهاد می‌شود که کشاورزان آموزش‌های لازم را برای استفاده از تکنیک‌های آبیاری مدرن و کاشت گونه‌های مقاوم به کم‌آبی دریافت کنند. همچنین، توسعه زیرساخت‌های آبیاری و سیستم‌های پایش منابع آب برای مدیریت بهتر منابع ضروری است. نهایتاً، سیاست‌گذاران باید تدابیر ویژه‌ای برای حمایت از کشاورزان در برابر اثرات منفی تغییر اقلیم تدوین کنند و از طریق تسهیلات مالی و فنی به توسعه پایدار بخش کشاورزی در این مناطق کمک نمایند.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و اداره کل حفاظت محیط‌زیست خراسان جنوبی و همچنین جهاد کشاورزی استان خراسان جنوبی برای کمک به پیشبرد اهداف مطالعه حاضر، سپاسگزاری نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Koohi S, Azizian A, Mazandaranizadeh H. The effects of climate change on drought conditions using fuzzy logic under SSP3 and SSP5 *Scenarios*. Iran-Water Resources Research, 2022; 18(3): 1-17. [In Persian]
2. Mohammadpour Khoie, MM, Nasseri M. Evaluation of unstationary and extreme value patterns of precipitation over Iran considering impacts of climate change. Journal of Climate Research, 2022; 1401(49): 131-148. [In Persian]
3. Cea L, Costabile P. Flood risk in urban areas: Modelling, management and adaptation to climate change. A review. Hydrology. 2022; 9(3):50.
4. Saboohi R, Soltani S, Khodagholi M. Trend analysis of temperature parameters in Iran. Theoretical and Applied Climatology. 2012; 109: 529–547.
5. Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockström J, Sheehan J, Siebert S, Zaks D. Solutions for a cultivated planet. Nature. 2011; 478(7369):337-42.
6. Esmailnejad M. Understanding perceptual and adaptation to climate change by the saffron farmers of the Kashmar plain. Saffron Agronomy and Technology, 2018; 6(1): 105-117. [In Persian]
7. Esmaeilnejad M. Evaluation of adaptation to climate change in rural areas south of South Khorasan. Journal of Natural Environmental Hazards, 2017; 6(11): 85-100. [In Persian]
8. Huynh LT, Stringer LC. Multi-scale assessment of social vulnerability to climate change: An empirical study in coastal Vietnam. Climate Risk Management. 2018; 20:165-80.
9. Libonati R, Geirinhas JL, Silva PS, Monteiro dos Santos D, Rodrigues JA, Russo A, Peres. LF, Narcizo L, Gomes MER, Rodrigues AP, Dacamara CC, Pereira JMC, Trigo RM, Drought–heat wave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. Annals of the New York Academy of Sciences. 2022; 1517(1):44-62.
10.Mohammadzadeh A, Azimzadeh Y. The effect of climate change on the physical and chemical properties of arid and semi-arid soils. Journal of Water and Soil Resources Conservation. 2023 ;3(47) :133-146. [In Persian]
11.Akbary M, Sayad V. Analysis of climate change studies in Iran. Physical Geography Research, 2021; 53(1): 37-74. [In Persian]
12.Sadeghinia A, Rafati S, Sedaghat M. Spatial analysis of climate change in Iran.

Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards 2022; 8 (4) :55-70. [In Persian]
13.IPCC. Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press; 2021.
14.Kvale S, Brinkmann S. Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing. Second ed, Thousand oaks, California, USA. Sage Publications; 2009.
15.DiCicco-Bloom B, Crabtree BF. The qualitative research interviews. Medical Education. 2006; 40(4):314-21.
16.Kontopantelis E, Springate DA, Reeves D. A re-analysis of the Cochrane library data: The dangers of unobserved heterogeneity in meta-analyses. PLoS One. 2013; 8(7): e69930.
17.Lakens D. Sample size justification. Collabra: psychology. 2022; 8(1):33267.
18.Berndt AE. Sampling methods. Journal of Human Lactation. 2020; 36(2):224-6.
19.Okoli C, Pawlowski SD. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. Information & Management. 2004; 42(1):15-29.
20.Linstone HA, Turoff M. The Delphi method: techniques and applications, New Jersey, USA. Addison-Wesley; 1975.
21.Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology. 2006; 3(2):77-101.
22.Creswell JW. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach. 4th ed. Thousand oaks, California, USA. Sage Publications; 2014.
23.Roni SM, Djajadikerta HG. Data analysis with SPSS for survey-based research. First ed. Singapore: Springer; 2021.
24.García-López J, García-Ruiz R, Domínguez J, Lorite IJ. Improving the sustainability of farming systems under semi-arid conditions by enhancing crop management. Agricultural Water Management. 2019; 223:105718.
25.Shayanmehr S, Porhajašová JI, Babošová M, Sabouhi Sabouni M, Mohammadi H, Rastegari Henneberry S, Shahnoushi Foroushani N. The impacts of climate change on water resources and crop production in an arid region. Agriculture. 2022;12(7):1056.

Localization strategies for climate change adaptation in arid and semi-arid regions of Iran

Reza Firouzi Zargar[1], Elham Habibollah[1], Mina Torabi Fard[1]*, Mehran Khalesi[2]
1- Department of Environment, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran
2- Department of Environmental Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
*Corresponding Author: torabifard.mina@yahoo.com
Received: 13/01/2025, Accepted: 21/02/2025

Abstract

Climate change resulting from increased production and emissions of greenhouse gases has become one of the greatest environmental challenges. This study examines the agricultural adaptation strategies to climate change in the arid and semi-arid regions of Iran. The main objective of this research is to analyze the common strategies adopted by farmers to cope with the negative impacts of climate change and to offer suggestions for improving water resource management practices in these areas. To achieve this objective, field data were collected from local farmers and analyzed using questionnaires. Various statistical tests, including the Chi-square test, ANOVA, and Pearson correlation analysis, were applied to examine the relationships between variables and analyze the data. The results revealed that the two main strategies employed by farmers for adapting to climate change are changing crop types (66.7%) and using modern irrigation systems (53.3%). These findings suggest that farmers are particularly focused on altering crop patterns and utilizing modern irrigation technologies. Additionally, the analysis showed that reduced water resources and increased temperatures are considered the two primary impacts of climate change, with a strong correlation between the two (correlation coefficient of 0.85). Moreover, the results from the ANOVA test specifically highlighted the prioritization of developing modern irrigation infrastructure as one of the most significant needs for farmers and the study area. Therefore, it is recommended that farmers receive training on using advanced irrigation technologies and planting drought-resistant species. Policymakers should also provide special support measures to address the negative effects of climate change, including promoting research on the development of new irrigation technologies and selecting species resilient to dry climatic conditions. This research can serve as a scientific basis for agricultural policymaking in the arid and semi-arid regions of Iran, as well as for water resource management planning in response to the challenges of climate change.

Keywords: Climate change, Agricultural adaptation, Arid and semi-arid regions