

## مقاله پژوهشی

## استراتژی‌های سازگاری کشاورزان با تغییر اقلیم و اثرات آن بر تولید خرما در جنوب شرق ایران

عایشه ملازهی<sup>۱</sup>، حمید نظری‌پور<sup>۲\*</sup> و محمود خسروی<sup>۳</sup>

## چکیده

فقدان ظرفیت‌های انطباقی برای تغییرات اقلیمی، کشاورزان فقیر را از تنوع‌بخشیدن به تولیدات کشاورزی باز می‌دارد. استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی می‌تواند خطر تولید مربوط به شوک‌های اقلیمی پیش‌بینی‌نشده را کاهش و امنیت غذایی، درآمد و معیشت کشاورزان را افزایش دهد. این مقاله به بررسی ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان خرما برای سازگاری با استراتژی‌های تغییرات اقلیمی برای کاهش خطر تولید می‌پردازد. در این مطالعه ۳۰۰ نمونه خردمقیاس سطح مزرعه از کشاورزان خرما در بخش جنوب‌شرق ایران جمع‌آوری شده است. این نظرسنجی در دوره‌های بین مرداد و شهریور ۱۴۰۱ انجام شده است. ظرفیت سازگاری کشاورزان خرماکار با طبقه‌بندی کشاورزان به‌عنوان سازگارکننده‌های سطح بالا، متوسط و پایین با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی به‌صورت کمی برآورد شده است. در این مطالعه، از تابع تولید کاب-داگلاس برای اندازه‌گیری اثرات ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان بر تولید خرما استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر سطح متوسط سازگاری کشاورزان از نظر استراتژی‌های سازگاری با تغییر اقلیم و درجه ظرفیت سازگاری بوده است. کشاورزان با استراتژی‌های عملیات به باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوشه)، استفاده از کودهای شیمیایی و آبی، کنترل آفات و شیوه‌های هرس و نگهداری نسبت به سایر اقدامات از جمله کاشت انواع ارقام مقاوم به خشکی و شوری، بهبود شیوه‌های آبیاری و ... سازگاری بالاتری دارند. مقدار تولید محصول، تابعی از نیروی کار، اندازه زمین کشاورزی، مصرف نهاده‌های کشاورزی و ظرفیت‌های متفاوت سازگاری کشاورزان است. این مطالعه توصیه می‌کند که کشاورزان بایستی به‌طور قابل‌توجهی خود را با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی سازگار کنند. در نتیجه، کشاورزان خرما بایستی خدمات ترویجی بهتری را دریافت و رویه کشاورزی فعلی را برای دستیابی به وضعیت سازگاری بالاتر تغییر دهند.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر اقلیم، استراتژی‌های سازگاری، کشاورزان، تولید خرما، جنوب شرق ایران.

**ارجاع:** ملازهی ع. نظری‌پور ح. و خسروی م. ۱۴۰۳. استراتژی‌های سازگاری کشاورزان با تغییر اقلیم و اثرات آن بر تولید خرما در جنوب شرق ایران. مجله پژوهش آب ایران. ۵۲: ۴۹-۶۱. <https://dx.doi.org/10.22034/IWRJ.2024.14567.2564>

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد مخاطرات محیطی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۳- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

\* نویسنده مسئول: [h.nazaripour@gep.usb.ac.ir](mailto:h.nazaripour@gep.usb.ac.ir)

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۳

## مقدمه

پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند که تغییرات اقلیمی یک چالش مهم برای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است، زیرا سرعت تغییرات اقلیمی بسیار سریع‌تر از پیش‌بینی‌های ارائه‌شده است (فیلد و همکاران، ۲۰۱۲). بهره‌وری کشاورزی در سراسر جهان به‌طور چشمگیری توسط تغییرات اقلیمی منظم تغییر یافته است (فائو، ۲۰۱۰)؛ علاوه‌براین، تخمین زده شده است که تغییرات اقلیمی بر امنیت غذایی جهان تا اواسط قرن بیست‌ویکم تأثیر خواهد گذاشت (پری و همکاران، ۲۰۰۷). تغییرات اقلیمی بر تولید کشاورزی یا عملکرد محصول در کشورهای با درآمد بالاتر، عرض جغرافیایی بالا و عرض جغرافیایی متوسط تأثیر مثبت می‌گذارد. با این حال، کشورهای کم‌درآمد و با عرض جغرافیایی پایین با تأثیر منفی بر تولید بخش کشاورزی مواجه هستند (لی، ۲۰۰۹). از آنجایی که اکثر جوامع جنوب‌شرقی ایران، کم‌درآمد و در عرض جغرافیایی پایین‌تر هستند، تغییرات اقلیمی مکرر به امنیت غذایی بیشتر مردم در این مناطق آسیب می‌رساند.

مطالعات تجربی اذعان دارند که سازگاری با تغییرات اقلیمی ممکن است اثرات مضر آن را به حداقل رسانده، از معیشت کشاورزان فقیر حمایت کند و همه مزایای ممکن که یک کشاورز احتمالاً از آن بهره‌مند می‌شود را تقویت کند (ویلر و همکاران، ۲۰۱۳؛ کندور و همکاران، ۲۰۱۳). سازگاری اشاره به انطباق با محیط‌های اکولوژیکی، فیزیکی، انسانی یا اجتماعی-اقتصادی در واکنش به آسیب‌پذیری شناخته‌شده یا محرک‌های اقلیمی پیش‌بینی‌شده و واقعی و اثرات آن‌ها بر تغییر اقلیم دارد (مک‌کارتی و همکاران، ۲۰۱۱؛ ادجر، ۱۹۹۹).

پایش تغییرات اقلیمی ضروری است، زیرا تعدیل در شیوه‌های مدیریت کشاورزی با تغییرات شرایط اقلیمی سازگار است (نهمی‌چینا و حسن، ۲۰۰۷). سازگاری انتخاب یک سیاست برای کاهش اثرات مضر تغییرات اقلیمی بر تولید است (کوروکولاسوریا، ۲۰۰۷). این انتخاب سیاست می‌تواند قرارگرفتن در معرض تغییرات اقلیمی (مانند شوری‌زایی و افزایش سطح آب دریا) و رویدادهای فرین اقلیمی مانند سیل و خشکسالی را کاهش دهد (برنکا و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه‌براین، با افزایش تغییرات اقلیمی، قابلیت‌های تطبیقی می‌تواند آسیب‌پذیری سیستم

کشاورزی را کاهش دهد (آگراوالا و رمی، ۲۰۰۹). دو واکنش انطباقی مستقل و مورد انتظار وجود دارد. سازگاری خودمختار (مستقل) به رفتار فردی کشاورزان یا سازمان‌های کشاورزی اشاره دارد، درحالی‌که سازمان‌های منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی درگیر سازگاری برنامه‌ریزی‌شده هستند. سازگاری پیش‌بینی‌شده ایجاد زیرساخت‌ها، قوانین و مقررات و مشوق‌های ویژه اقلیم است که توسط کشاورزان و سازمان‌ها برای تکمیل، بهبود و ارتقای پاسخ‌ها اجرا می‌شود (شاو و همکاران، ۲۰۱۳). درجه‌بندی روش‌های انطباق، افزایشی و تحول‌آفرین است (پارک و همکاران، ۲۰۱۲). استراتژی‌های سازگاری جامعه، مداخلات واکنشی کوتاه‌مدت هستند که بر حفظ سیستم موجود متمرکز می‌شوند که در آن روش‌های اتخاذ تصمیم‌گیری آگاهانه استراتژی‌های سازگاری تحول‌آفرین هستند.

در طراحی و اجرای استراتژی‌های سازگاری موفق در واکنش به تغییرات اقلیمی، ظرفیت سازگاری ضروری است. این امر خطر و شدت پیامدهای نامطلوب مرتبط با اقلیم را کاهش می‌دهد، زیرا ابزارهای موجود برای کاهش آسیب‌پذیری موجود در برابر خطرات اقلیمی را برجسته می‌کند. اجرای راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم می‌تواند درجه آسیب‌پذیری زیست‌بوم‌ها را کاهش دهد (صابری و همکاران، ۱۴۰۲). مجموعه‌ای از ادبیات درباره خرما نشان داده است که حساسیت نخل به تغییرات اقلیمی تشدید شده است (آلبد و همکاران، ۲۰۱۷؛ آلموتوا، ۲۰۲۲). روش‌های انسانی، یعنی کشاورزی کارمحور، مانند اکوسیستم‌ها و گونه‌های بیولوژیکی، پتانسیل ذاتی برای توسعه استراتژی‌های خود به منظور سازگاری با شرایط محیطی و اقلیمی محلی را دارند (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۰). از طریق سازگاری در سیستم کشاورزی، کشاورزان ممکن است توانایی‌های خود را برای مقابله با درجات مختلف شوک‌های اقلیمی بهبود بخشند. از آنجایی‌که ظرفیت تطبیقی توانایی انسان یا سیستم طبیعی برای پاسخگویی مؤثر به تغییرات اقلیمی است، این ظرفیت‌های سازگاری به کاهش خطر اثرات نامطلوب احتمالی رویدادهای شدید اقلیمی کمک می‌کند (پاری و همکاران، ۲۰۰۷). سازگاری مؤثر می‌تواند انعطاف‌پذیری بخش کشاورزی و سطح اطمینان امنیت غذایی در مقابل تغییر اقلیم را افزایش دهد؛ اما کشاورزان به‌طور معمول، به‌دلیل

تکنیک‌های کمی را در ارزیابی ظرفیت برای استراتژی‌های سازگاری مرتبط با تغییرات اقلیم و روش‌های اقتصادی اعمال می‌کند. برای ایجاد استراتژی‌های سازگاری مقاوم به خشکسالی در بخش کشاورزی منطقه جنوب‌شرق ایران، تحقیقات اندکی صورت گرفته است. تحقیقات نشان می‌دهد که در نتیجه تغییر اقلیم، کیفیت اقلیم بهینه برای توسعه محصول خرما در جنوب‌شرق ایران کاهش می‌یابد (حمیدیان‌پور و همکاران، ۱۴۰۱). مدل‌ها، پیش‌بینی کرده‌اند که تنش گرمایی در آینده بر توزیع جغرافیایی نخل خرما در ایران تأثیر خواهد گذاشت و مناطق کشت آن به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر جابه‌جا خواهد شد (شعبانی و همکاران، ۲۰۱۴)؛ بنابراین مطالعه حاضر تلاش می‌کند در جنوب‌شرق ایران که یک منطقه آسیب‌پذیر از خشکسالی است (نظری‌پور و همکاران، ۱۴۰۱)، درک ما را درباره توانایی سازگاری خرماکاران برای اتخاذ استراتژی‌های تغییر اقلیم برای کاهش خطر تولید خرما توسعه دهد. سیاست‌گذاران بایستی از سطح فعلی و پتانسیل ظرفیت سازگاری کشاورزان برای انطباق با استراتژی‌های تغییرات اقلیم در کاهش خطر تغییرات اقلیمی مرتبط با خرما مطلع باشند؛ بنابراین، این مطالعه، استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی را برای کاهش خطر تولید خرما اندازه‌گیری می‌کند. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به‌عنوان ورودی برای اولویت‌بندی و طراحی مداخلات و کمک به سیستم تولید خرما در منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق ایران با ویژگی‌های مشابه مفید باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

این مطالعه از داده‌های اولیه جمع‌آوری‌شده از طریق یک بررسی مقطعی خانوارهای کشاورز در روستاهای شهرستان سیب و سوران در گوشه جنوب‌شرق ایران استفاده کرده است. انتخاب این محدوده به دلیل وابستگی گسترده این منطقه به محصول خرما است. این منطقه، از قطب‌های مهم تولید خرما در جنوب‌شرق ایران بوده و یکی از مرغوب‌ترین رقم‌های خرما در این منطقه تولید می‌شود. مشخصه اقلیمی این منطقه، کمبود بارندگی (کمتر از ۱۱۰ میلی‌متر در سال)، دمای سالانه بالا (۲۳ درجه سلسیوس) و اقلیم گرم و خشک بیابانی که به‌شدت به

طیف گسترده‌ای از بازدارنده‌ها در سازگاری موفق نیستند (سلیمانی، ۱۴۰۲). چندین گزینه برای کشاورزان برای کمک به مقابله با تغییرات اقلیمی وجود دارد. برخی از آن‌ها می‌توانند حاصل‌خیزی و رطوبت خاک را افزایش دهند و آن‌ها را برای افزایش ظرفیت تطبیقی ایده‌آل کنند ولی عمده آن‌ها می‌توانند تولید محصول را به‌طور پایدار بهبود بخشند. تغییر آبیاری، تنوع محصولات، کاشت درخت، حفظ خاک، استفاده از خاک رسی، تنوع محصولات و دام، کاشت گونه‌های زودرس و دیررس، افزایش فاصله بوته‌ها و تنظیم درجه و زمان مصرف کود، رایج‌ترین گزینه‌های سازگاری هستند (برادشاو و همکاران، ۲۰۰۴؛ براین، ۲۰۰۹؛ مولوا، ۲۰۰۹؛ دیرسا، ۲۰۰۹). کشاورزان (باغ‌داران) می‌توانند با استفاده از گزینه‌های سازگاری سنتی و مدرن با شوک‌های اقلیمی فعلی و آینده در جنوب‌شرق ایران کنار بیایند. این گزینه‌های سازگاری شامل عملیات به‌باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوشه)، کودهای آلی/شیمیایی، کنترل آفات، بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری، بهبود آبیاری، گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری، کشاورزی در نزدیکی منابع آب، تنوع محصول و ذخیره آب هستند. با این حال، موانع متعددی مانند کمبود دانش و دسترسی ضعیف به اعتبار و اطلاعات کامل، سرمایه و کمبود آب برای اجرای استراتژی‌های سازگاری وجود دارد. به دلیل افزایش اطلاعات به‌روز، رویکردهای کشاورزی هوشمند با اقلیم، به یک استراتژی مرتبط‌تر برای پرداختن به چالش‌های تغییر اقلیم و اثرات آن بر امنیت غذایی تبدیل شده است. کمبود منابع مالی و سایر منابع حیاتی مانع از پذیرش گسترده فعالیت‌های کشاورزی هوشمند با اقلیم در کشورهای با درآمد کم و متوسط می‌شود.

کشاورزان به‌ویژه در جنوب‌شرق ایران نسبت به تغییرات اقلیمی حساس‌تر هستند. به همین دلیل، آن‌ها نمی‌توانند با اطلاعات و فناوری محدود خود با تغییرات اقلیمی سازگار شوند. با وجود آسیب‌پذیری کشاورزان جنوب‌شرق ایران در برابر تغییرات اقلیمی، مطالعات، محدود به ادراک کشاورزان از تغییرات اقلیمی و موانع دستیابی به سازگاری با آن است و هیچ مطالعه مدونی درباره استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی برای کاهش خطر تولید خرما در جنوب‌شرق کشور وجود ندارد. برای محاسبه اثرات توانایی انطباق بر توسعه و بهبود خرما، این تحلیل

خشکسالی مستعد است، است. معیشت غالب این منطقه، کشاورزی با غلبه باغداری (نخل خرما) است. بیش از ۱۵۰۰ خانوار در این روستاها، جامعه آماری پژوهش حاضر را شامل می‌شوند. حجم نمونه انتخابی برای مطالعه، براساس جدول کریسی-مورگان، با اصلاح جزئی، شامل ۳۳۰ خانوار است. پس از توزیع و جمع‌آوری داده‌ها، ۳۰ پرسشنامه به دلایل متعدد ناقص و فاقد ارزش تجزیه و تحلیل شناخته شده و حجم نمونه به ۳۰۰ مورد تقلیل یافت. این نظرسنجی از مرداد تا شهریور ۱۴۰۱ انجام شده است. برای انتخاب پاسخ‌دهندگان از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. به‌طور کلی ۴ درصد از جمعیت جامعه آماری و بیش از ۲۰ درصد تعداد خانوارها برای بررسی در نظر گرفته شده‌اند؛ علاوه‌براین، جوامع کشاورزی روستایی در منطقه مورد مطالعه یک جامعه عمدتاً همگن را تشکیل می‌دهند که استفاده از یک نمونه محدود را نیز امکان‌پذیر می‌کند. داده‌های این مطالعه از طریق یک برنامه مصاحبه سیستماتیک برای رسیدگی به سؤال‌های پژوهش، از جمله سؤالات مربوط به ابعاد مختلف پتانسیل انطباقی برای استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی و ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی خانوارهای کشاورز جمع‌آوری شده است.

### تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، از ارقام و اشکال توصیفی، صدک و مقیاس‌های ترتیبی پنج‌نقطه‌ای برای تجزیه و تحلیل آماری برای ارزیابی نظرات کشاورزان درباره پتانسیل سازگاران با استراتژی‌های تغییر اقلیم استفاده شده است. همچنین در این مطالعه از توابع تولید کاب-داگلاس (Cobb-Douglass) برای اندازه‌گیری تأثیر ظرفیت سازگاری بر تولید خرما در منطقه مورد مطالعه استفاده شد (گوب و دوگلاس، ۱۹۲۸).

### اندازه‌گیری ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان با استراتژی‌های سازگاری

ظرفیت سازگاری، تمایل کشاورزان به اجرای روش‌های سازگاری تغییر اقلیم برای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی بر کشاورزی است. برخی از مطالعات از پنج ویژگی مانند تجربه، استفاده، در دسترس بودن، قابلیت دستیابی و مشاوره برای ارزیابی ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان

استفاده کرده‌اند (ناکوجا و همکاران، ۲۰۱۲؛ نانتوی و همکاران، ۲۰۱۲). یک سازگاری مفید مستلزم درک نیاز به انطباق و گزینه‌های موجود و همچنین دسترسی و استفاده از مرتبط‌ترین آن‌هاست (یاسمین و همکاران، ۲۰۱۷). میزان استفاده از شیوه‌های جدید زراعی برای تاب‌آوری اقلیمی بستگی به آگاهی از آن استراتژی‌ها و نقش نهادهای دولتی مرتبط با کشاورزی دارد (فانخور و تول، ۱۹۹۷). در کشورهای در حال توسعه، اکثر کشاورزان از تحصیلات کافی برخوردار نیستند. استفاده از استراتژی‌های کاهش تغییرات اقلیمی به‌صورت جداگانه برای آن‌ها چالش‌برانگیز است. مؤسسات نقش اساسی در تشویق کشاورزان به استفاده از تکنیک‌های جدید کاهش تغییرات اقلیمی در کاهش تلفات تولید دارند (قوشا و همکاران، ۲۰۱۵). این فناوری‌ها شامل اصلاح محصولات (مهندسی ژنتیک)، سیستم‌های هشدار اولیه، شیوه‌های مدیریت آب، آبیاری و سازه‌های حفاظتی است؛ بنابراین، توانایی سازگاری نیاز به بهبود پایداری با ایجاد گزینه‌های جدید با استفاده از فناوری‌های جدید دارد (اچراگا و همکاران، ۱۹۹۸؛ گوکلنی، ۱۹۹۵). علاوه‌براین، ظرفیت سازگاری متفاوت با مؤسسات کشاورزی بوده و تابعی از در دسترس بودن و دسترسی به نوآوری‌هاست (کیلی و آدجیر، ۱۹۹۹؛ توما و بایرباوم، ۱۹۹۶). امکانات سازمانی نقش حیاتی در گرد هم آوردن جامعه، تعریف معنا و نیت و سازگاری دارند (اورپوردان و جوردن، ۱۹۹۹). در این مطالعه، راهکارهای سازگاری عبارتند از: عملیات به‌باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوشه)، استفاده از کودهای شیمیایی/آلی، کنترل بیولوژیک و شیمیایی آفات، بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری، بهبود آبیاری، کاشت انواع رقم میوه خرما، کاشت انواع گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری، کشاورزی در نزدیکی منابع آب، کشت مخلوط و ساخت سد. این تحقیق از روشی پیروی می‌کند که برای ارزیابی ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان برای استراتژی‌های سازگاری ایجاد شده است. انتظارات کشاورزان درباره استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی برای اندازه‌گیری توانایی سازگاری استفاده شده است. در این مطالعه از کشاورزان خواسته شده است تا نشان دهند چگونه هر عامل بر توانایی سازگاری در این روش تأثیر می‌گذارد که در آن کمترین مقدار درجه ۰/۲۵ است. برای هریک از ویژگی‌ها، بالاترین درجه کسب امتیاز،

یک است. سطح امتیاز با درجه بیشتری از دستیابی به هر ویژگی در این تحلیل ۰/۷۵ است. درنهایت، از منظر دانش، هرچه میزان دانش کشاورز درباره هر استراتژی سازگاری

بیشتر باشد، آگاهی کشاورز از یک استراتژی سازگاری خاص بهتر است. جدول ۲ اندازه‌گیری خلاصه از هر ویژگی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- اطلاعات جمعیتی و توزیع پرسشنامه در سطح روستاهای مورد مطالعه

| ردیف | روستا     | خانوار | جمعیت | مرد  | زن   | پرسشنامه |
|------|-----------|--------|-------|------|------|----------|
| ۱    | شکبند     | ۹۷     | ۳۲۸   | ۱۶۳  | ۱۶۵  | ۱۵       |
| ۲    | کهن‌ملک   | ۵۷۳    | ۲۳۴۷  | ۱۱۵۱ | ۱۱۹۶ | ۸۸       |
| ۳    | شندان     | ۲۳۴    | ۸۸۳   | ۴۴۹  | ۴۳۴  | ۳۶       |
| ۴    | رحمت‌آباد | ۲۰۲    | ۸۲۲   | ۴۱۳  | ۴۰۹  | ۳۱       |
| ۵    | کنت       | ۲۳۴    | ۳۱۹۹  | ۱۶۱۷ | ۱۵۸۲ | ۱۳۱      |
| ۶    | کناری     | ۱۲۵    | ۴۳۹   | ۲۱۳  | ۲۲۶  | ۱۹       |
| ۷    | دیمرود    | ۶۳     | ۲۴۵   | ۱۱۵  | ۱۳۰  | ۱۰       |
| جمع  |           | ۱۵۲۸   | ۸۲۶۳  | ۴۱۲۱ | ۴۱۴۲ | ۳۳۰      |

جدول ۲- نمرات دسترسی کشاورزان به مشخصه‌های ظرفیت‌های سازگاری (قوشا و همکاران، ۲۰۱۵؛ مابی و همکاران، ۲۰۱۴)

| درجه          | نمرات | دانش  | استفاده   | موجودبودن | نحوه دستیابی     | مشاوره    |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| بالاترین درجه | ۱     | عالی  | چندین بار | خیلی منظم | دستیابی آسان     | چندین بار |
| درجه بالاتر   | ۰/۷۵  | خوب   | دو بار    | منظم      | قابل دستیابی     | دو بار    |
| درجه بالا     | ۰/۵   | متوسط | یکبار     | موقتی     | دستیابی غیر آسان | یکبار     |
| درجه پایین    | ۰/۲۵  | ضعیف  | هرگز      | هرگز      | غیر قابل دستیابی | هرگز      |

$$AveAdapCap_{ij} = \frac{\sqrt{AdapCap_{ij}}}{N} \quad (2)$$

برپایه ظرفیت‌های سازگاری هر ویژگی، از سه دسته استفاده شده است. ظرفیت‌های سازگاری که هر کشاورز به آن نسبت داده شده، شامل ظرفیت‌های سازگاری پایین، متوسط و بالا هستند (جدول ۳). در جدول ۳، طبقه‌بندی میانگین ظرفیت‌های سازگاری (بالا، متوسط و پایین) از هر فناوری سازگاری نیز توضیح داده شده است. جدول نشان می‌دهد که اگر ظرفیت سازگاری در مقیاس  $0.00 < AdapCap_{ij} < 0.33$  محاسبه شود، کشاورز دارای سازگاری ضعیف با استراتژی سازگاری خاص خواهد بود. دامنه ظرفیت متوسط ( $0.33 \leq AdapCap_{ij} < 0.66$ ) و بالا ( $0.66 \leq AdapCap_{ij} \leq 1.00$ ) از سازگاری هر کشاورز با هر استراتژی سازگاری نیز برآورد شده است.

معادله (۱) ظرفیت سازگاری ( $AdapCap$ ) یک کشاورزی را استراتژی خاص سازگاری نشان می‌دهد. در اینجا،  $K_{ij}$  دانش هر کشاورز درباره هر استراتژی سازگاری،  $V_{ij}$  دسترسی به نوآوری‌ها درباره هر استراتژی سازگاری برای هر کشاورز،  $U_{ij}$  سطح استفاده از هر استراتژی سازگاری به وسیله هر کشاورز،  $A_{ij}$  فراهم‌بودن نوآوری‌ها درباره هر استراتژی سازگاری برای هر کشاورز و  $C_{ij}$  سطح مشاوره با مسئولان ترویج کشاورزی به وسیله هر کشاورز درباره هر استراتژی و  $N_A$  مجموع ویژگی‌های قابل اجراست.

$$AdapCap_{ij} = \frac{K_{ij} + U_{ij} + V_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{N_A} \quad (1)$$

معادله (۲) میانگین ظرفیت سازگاری کشاورزان برای هر استراتژی خاص را نشان می‌دهد که در آن  $N$  حجم نمونه است.

جدول ۳- درجه ظرفیت کشاورزان با سازگاری (علی و همکاران، ۲۰۲۱؛ ناکوجا و همکاران، ۲۰۱۲)

| درجه ظرفیت سازگاری  | دامنه شاخص‌های برای $AdapCap_{ij}$ | دامنه شاخص‌های برای $AveAdapCap_{ij}$ |
|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| ظرفیت سازگاری پایین | $0.00 < AdapCap_{ij} < 0.33$       | $0.00 < AveAdapCap_{ij} < 0.33$       |
| ظرفیت سازگاری متوسط | $0.33 \leq AdapCap_{ij} < 0.66$    | $0.33 \leq AveAdapCap_{ij} < 0.66$    |
| ظرفیت سازگاری بالا  | $0.66 \leq AdapCap_{ij} \leq 1.00$ | $0.66 \leq AveAdapCap_{ij} \leq 1.00$ |

## مدل اقتصادی

در این پژوهش از تابع تولید کاب-داگلاس برای ارزیابی اثرات توانایی سازگاری بر تولید خرما استفاده شده است. یک رابطه فنی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در معادله (۳) نشان داده شده است.

$$Q_i = \gamma_0 K_i^{\gamma_1} L_i^{\gamma_2} e^{\mu_i} \quad (3)$$

در اینجا،  $Q_i$  کل تولید خرمای هر کشاورز،  $K_i$  ورودی سرمایه استفاده‌شده هر کشاورز،  $L_i$  تعداد ورودی‌های نیروی کار مورد نیاز هر کشاورز برای تولید،  $\mu$  عبارت خطا و  $\gamma_1$  و  $\gamma_2$  ضرایب شیب به ترتیب برای سرمایه و نیروی کار هستند. این مطالعه تولید خرما را بر حسب کیلوگرم محاسبه کرده است. همزمان، ورودی‌های سرمایه و نیروی کار به ترتیب با واحد پولی ریال و روزهای کاری محاسبه شده است. سپس، همان‌گونه که در معادله (۴) نشان داده شده است، با افزودن متغیرهای توضیحی ساختگی و پیوسته، خروجی تابع تولید افزایش یافته است. کل تولید خرما ( $Q_i$ ) به عنوان متغیر وابسته در این مدل تعریف شده

است. در همان زمان، متغیرهای مستقل ساختگی عبارت بودند از: ارتباطات توسعه‌ای ( $Ext$ )، شاخص‌های توانایی انطباق ( $HA_i$  و  $LA_i$ ) و دسترسی به آموزش ( $Edu$ ). متغیرهای توضیحی پیوسته شامل کمیت کود ( $Fert$ )، اندازه مزرعه ( $FmS$ ) و سن کشاورز ( $Age$ ) هستند. برای کشاورزانی که به توسعه دسترسی دارند، بردار «تماس توسعه» ساختگی 1 و در غیر این صورت، 0 است. در غیر این صورت، یک کشاورز با حداقل تحصیلات ابتدایی ساختگی 1 و 0 است. در اینجا،  $HA_i$  و  $LA_i$  معیارهای قابلیت انطباقی هستند که منعکس‌کننده ظرفیت‌های سازگاری بالا و پایین هستند. در غیر این صورت، یک کشاورز با ظرفیت سازگاری پایین ساختگی 1 و 0 است؛ علاوه بر این، به رابط‌های بالا امتیاز 1 داده می‌شود. در غیر این صورت، 0 است. واحد مقدار کود، کیلوگرم؛ واحد اندازه مزرعه، هکتار و در نهایت واحد سن، سال است. علامت مورد انتظار متغیرهای مستقل در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- علامت مورد انتظار از متغیرهای مستقل (علی و همکاران، ۲۰۲۱)

| متغیرها             | پارامترها  | علامت مورد انتظار |
|---------------------|------------|-------------------|
| سرمایه              | $\gamma_1$ | +                 |
| نیروی کار           | $\gamma_2$ | +                 |
| کود                 | $\gamma_3$ | +                 |
| اندازه مزرعه        | $\gamma_4$ | +                 |
| سن                  | $\gamma_5$ | +                 |
| ارتباط توسعه‌ای     | $\gamma_6$ | +                 |
| دسترسی آموزش        | $\gamma_7$ | +                 |
| ظرفیت سازگاری پایین | $\gamma_8$ | -                 |
| ظرفیت سازگاری بالا  | $\gamma_9$ | +                 |

است که به شرح معادله (۴) تعریف می‌شود. این معادله را می‌توان با در نظر گرفتن لگاریتم طبیعی به هر دو طرف به صورت یک معادله لگاریتم دوگانه (۵) تبدیل کرد؛ همان‌گونه که در زیر نشان داده شده است.

بازده‌های ثابت به مقیاس با ویژگی خروجی کاب-داگلاس همراه است (انوماه و همکاران، ۲۰۱۰). تابع تولید کاب-داگلاس با در نظر گرفتن ضعف بازده ثابت به مقیاس، اثرات ورودی‌ها بر عملکرد را برای سادگی اندازه‌گیری می‌کند (باتیسی، ۱۹۹۷)؛ بنابراین، در این مطالعه از تابع تولید کاب-داگلاس به عنوان یک شکل تقویت‌شده استفاده شده

$$Q_i = \gamma_0 K_i^{\gamma_1} L_i^{\gamma_2} Fert_i^{\gamma_3} FmS_i^{\gamma_4} Age_i^{\gamma_5} e^{\gamma_6 Ext_i} e^{\gamma_7 Edu_i} e^{\gamma_8 LA_i} e^{\gamma_9 HA_i} e^{\mu_i} \quad (4)$$

$$\ln Q_i = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(K_i) + \gamma_2 \ln(L_i) + \gamma_3 \ln(Fert_i) + \gamma_4 \ln(FmS_i) + \gamma_5 \ln(Age_i) + \gamma_6 \ln(Ext_i) + \gamma_7 \ln(Edu_i) + \gamma_8 \ln(LA_i) + \gamma_9 \ln(HA_i) + \mu_i \quad (5)$$

## نتایج و بحث

## درجه ظرفیت سازگاری کشاورزان در استراتژی‌های سازگاری

جدول ۵ درجه سازگاری کشاورزان درگیر با تولید خرما را برای استراتژی‌های سازگاری مختلف نشان می‌دهد. این بررسی نشان داد کشاورزان چگونه با عملیات به‌باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوسه)، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، کنترل بیولوژیک و شیمیایی آفات و بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری، سازگار شده‌اند؛ زیرا ظرفیت‌های سازگاری این ویژگی‌ها در محدوده ۰/۶۶ تا ۱/۰۰ قرار دارد. عملیات به‌باغی و بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری بیشترین و کمترین ظرفیت سازگاری را به‌ترتیب با ۰/۸۹ و ۰/۷۲ در میان این ویژگی‌های سازگاری بالا نشان می‌دهند. بهبود شیوه‌های آبیاری، کاشت انواع رقم میوه خرما، کاشت ارقام مقاوم به خشکی و شوری و کشاورزی در نزدیکی منابع آب استراتژی‌های سازگاری با ظرفیت‌های سازگاری متوسط هستند. این مطالعه نشان داد که از ۱۰ استراتژی سازگاری، کشاورزان

در منطقه مورد مطالعه دارای سازگاری متوسط با چهار استراتژی سازگاری هستند. کشاورزانی که تا حدودی با استفاده از شیوه‌های بهبود آبیاری سازگار هستند، بالاترین ارزش سازگاری ۰/۶۴ را دارند، درحالی‌که کمترین مقدار سازگاری مربوط به کشاورزی در نزدیکی منابع آب (۰/۴۵) است. سطوح توانایی سازگاری برآورد شده به‌ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۵۵ برای استراتژی‌های کاشت انواع ارقام میوه خرما و انواع ارقام مقاوم به خشکی (کم‌آبی) و شوری برآورد شده است. کشاورزان با استراتژی‌های سازگاری در منطقه مورد مطالعه، مانند ساخت سدها و کشت مخلوط، سازگاری ضعیفی داشتند. برای کشت مخلوط و ساخت سدها، ظرفیت سازگاری به‌ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۲۷ است. همچنین در منطقه مورد مطالعه، میانگین ارزش توانایی سازگاری خانوارهای کشاورز برابر با ۰/۶۵ است. این وضعیت بیان می‌کند که خانوارهای کشاورز خرما تا حدودی با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه سازگار هستند.

جدول ۵- درجه ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان

| شیوه‌های کشاورزی                                     | ظرفیت‌های سازگاری | رتبه | درجه ظرفیت‌های سازگاری |
|------------------------------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| عملیات به‌باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوسه) | ۰/۸۹              | ۱    | ظرفیت سازگاری بالا     |
| استفاده از کودهای آلی و شیمیایی                      | ۰/۸۶              | ۲    | ظرفیت سازگاری بالا     |
| کنترل بیولوژیک و شیمیایی آفات                        | ۰/۷۵              | ۳    | ظرفیت سازگاری بالا     |
| بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری                         | ۰/۷۲              | ۴    | ظرفیت سازگاری بالا     |
| بهبود آبیاری                                         | ۰/۶۴              | ۵    | ظرفیت سازگاری متوسط    |
| کاشت انواع رقم خرما                                  | ۰/۶۳              | ۶    | ظرفیت سازگاری متوسط    |
| انواع ارقام مقاوم به خشکی و شوری                     | ۰/۵۵              | ۷    | ظرفیت سازگاری متوسط    |
| کشاورزی در نزدیکی منابع آب                           | ۰/۴۵              | ۸    | ظرفیت سازگاری متوسط    |
| کشت مخلوط                                            | ۰/۳۲              | ۹    | ظرفیت سازگاری پایین    |
| ساخت سدها (ذخیره آب)                                 | ۰/۲۷              | ۱۰   | ظرفیت سازگاری پایین    |
| میانگین                                              | ۰/۶۵              | -    | ظرفیت سازگاری متوسط    |

جدول ۵ نشان داد که کشاورزان ظرفیت سازگاری بالایی برای چهار استراتژی سازگاری از ده تکنیک سازگاری بهره می‌گیرند (برای مثال، عملیات به‌باغی، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، کنترل بیولوژیک و شیمیایی آفات و بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری). جدول ۶ ویژگی‌هایی را نشان می‌دهد که ظرفیت سازگاری بالا یا پایین کشاورزان را تعیین می‌کند. ظرفیت‌های متفاوت سازگاری کشاورزان به‌شدت تابع سه عامل اطلاعات یا دانش،

استفاده و مشاوره قرار دارد. این سه عامل دارای ارزش‌های میانگین بالاتری در استراتژی‌های عملیات به‌باغی، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، کنترل بیولوژیک و شیمیایی آفات و بهبود شیوه‌های نگهداری و هرس هستند که بالاترین مقدار در بین ده استراتژی سازگاری است. برای چهار استراتژی سازگاری (بهبود آبیاری، کاشت انواع رقم خرما، انواع ارقام مقاوم به خشکی و شوری و کشاورزی در نزدیکی منابع آب) کشاورزانی که رابط‌های متوسط

هستند، ارزش میانگین پایین‌تری از دانش، استفاده و مشاوره را دارا هستند. برای بقیه دو روش سازگاری، کشاورزانی که رابط‌های ضعیف‌تری دارند، کمترین ارزش میانگین اطلاعات، استفاده و مشاوره را دارند (برای مثال، کشت مخلوط و ساخت سدها) و مقادیر ۰/۲۴ و ۰/۱۶ برای دانش، ۰/۲۲ و ۰/۱۷ برای استفاده و ۰/۲۶ و ۰/۱۶ برای مشاوره است. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات در ظرفیت‌های سازگاری به‌وسیله تفاوت در دانش، استفاده و مشاوره با نهادهای دولتی مرتبط با کشاورزی برای هر استراتژی سازگاری مرتبط است. ظرفیت‌های سازگاری کمتری را می‌توان برای خانوارهای کشاورزانی مشاهده کرد که برای این سه ویژگی امتیاز پایینی داشته‌اند. اکثر کشاورزان در منطقه مورد مطالعه آگاهی کافی از تغییرات اقلیمی و استراتژی‌های مرتبط با کشاورزی ندارند. نهادهای دولتی مرتبط با کشاورزی می‌توانند نقش اساسی در افزایش آگاهی کشاورزان از تغییرات اقلیمی و استراتژی‌های سازگاری مرتبط با آن و استفاده از استراتژی‌های مختلف سازگاری برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب تغییرات اقلیمی ایفا کنند. به‌طور کلی جوامعی که دارای مؤسسات کشاورزی توسعه‌یافته باشند، از نظر ظرفیت‌های انطباقی نسبت به جوامعی که مؤسسات کشاورزی کمتر توسعه‌یافته دارند، برتری دارند (اسمیت و لینه‌هات، ۱۹۹۶). این نشان می‌دهد که امکان پتانسیل انطباق بالاتر مستلزم توزیع برابر منابع جامعه به پیروی از چیدمان مناسب نهادهای کشاورزی است که تخصیص و

دسترسی به منابع را تنظیم می‌کنند (هاندمر و همکاران، ۱۹۹۹). ظرفیت‌های انطباقی برای رویارویی با تغییرات اقلیمی نیز تحت‌تأثیر نحوه استفاده جوامع از منابع موجود است. توزیع درصد پاسخ‌دهندگان با توجه به درجه توانایی انطباق برای استراتژی‌های تغییر اقلیم در جدول ۶ نشان داده شده است. جدول ۷ نشان می‌دهد که ۴۲ درصد از ۳۰۰ کشاورز مورد بررسی دارای درجه پایینی از سازگاری با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی هستند، درحالی‌که ۳۶ درصد از کشاورزان نیز سازگاری متوسط دارند؛ علاوه‌براین، فقط ۲۲ درصد از پاسخ‌دهندگان به واکنش به تغییرات اقلیمی عادت کرده‌اند. درحالی‌که اکثر (۴۲ درصد) کشاورزانی که در تولید خرما فعالیت دارند، سازگاری پایینی با تغییرات اقلیمی دارند، کشاورزان مورد بررسی رابط‌های متوسطی در میانگین هستند. به این دلیل که ۰/۵۳، متعلق به دامنه‌ای از رابط‌های متوسط است  $(0.33 \leq AdapCap_{ij} < 0.66)$  که متوسط پتانسیل سازگاری در منطقه مورد مطالعه است. این نشان می‌دهد که کشاورزان منطقه مورد مطالعه، نسبتاً با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی سازگار هستند؛ زیرا آن‌ها همه ابزار مورد نیاز برای پاسخگویی موفقیت‌آمیز به تغییرات اقلیمی را ندارند. اگر جوامع کشاورزی امکانات و ابزارهای لازم را به‌طور کامل شامل دسترسی نامحدود به نهادهای کشاورزی، منابع آب، سرمایه و... در اختیار داشته باشند قطعاً سازگاری بالایی با تغییرات اقلیمی خواهند داشت.

جدول ۶- میانگین ویژگی‌های مؤثر در ظرفیت‌های سازگاری متفاوت

| ویژگی     | استراتژی‌های سازگاری |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | $AP_{10}$            | $AP_9$ | $AP_8$ | $AP_7$ | $AP_6$ | $AP_5$ | $AP_4$ | $AP_3$ | $AP_2$ | $AP_1$ |
| دانش      | ۰/۱۶                 | ۰/۲۴   | ۰/۶۵   | ۰/۴۳   | ۰/۶۳   | ۰/۶۱   | ۰/۶۳   | ۰/۶۶   | ۰/۷۲   | ۰/۶۱   |
| استفاده   | ۰/۱۷                 | ۰/۲۲   | ۰/۴۴   | ۰/۳۷   | ۰/۵۲   | ۰/۵۶   | ۰/۷۱   | ۰/۶۵   | ۰/۷۸   | ۰/۶۸   |
| موجودبودن | ۰/۱۸                 | ۰/۲۸   | ۰/۴۹   | ۰/۲۶   | ۰/۵۱   | ۰/۳۶   | ۰/۳۸   | ۰/۲۸   | ۰/۳۳   | ۰/۴۲   |
| دستیابی   | ۰/۱۷                 | ۰/۳۴   | ۰/۴۸   | ۰/۲۱   | ۰/۴۷   | ۰/۲۵   | ۰/۲۸   | ۰/۲۳   | ۰/۳۰   | ۰/۳۵   |
| مشاوره    | ۰/۱۶                 | ۰/۲۶   | ۰/۳۳   | ۰/۴۰   | ۰/۳۹   | ۰/۵۴   | ۰/۵۵   | ۰/۷۶   | ۰/۸۸   | ۰/۶۴   |

جدول ۷- درصد ظرفیت‌های سازگاری پاسخ‌دهندگان

| ظرفیت سازگاری | میانگین | فراوانی | درصد |
|---------------|---------|---------|------|
| سازگاری بالا  | ۰/۷۲    | ۶۶      | ۲۲   |
| سازگاری متوسط | ۰/۵۵    | ۱۰۸     | ۳۶   |
| سازگاری پایین | ۰/۳۲    | ۱۲۶     | ۴۲   |
| متوسط         | ۰/۵۳    | ۳۰۰     | ۱۰۰  |

### اثرات ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان بر تولید خرما

جدول ۸ نتایج مدل را با در نظر گرفتن اثرات ظرفیت‌های سازگاری بر تولید خرما ارائه می‌کند. انتظار می‌رود که تابع تولید تقویت‌شده لگاریتمی دوگانه (کاب-داگلاس) که در معادله (۵) تعریف شده است، این اثرات را ایجاد کند، زیرا مدل تقریبی دارای F-value برابر با ۰/۱۳۶/۰۶۳ است. این مدل کلی از نظر آماری در سطح معنی‌داری ۱ درصد معنی‌دار است. مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) برابر با ۰/۸۱ است که نشان می‌دهد متغیرهای مستقل، ۸۱ درصد از واریانس (پراش) متغیر وابسته را توصیف می‌کند. ارزش آماری ۱/۸۹ برای آزمون دوربین-واتسون نشان می‌دهد که مدل از مشکل همبستگی متوالی برخوردار نیست. آماره دوربین-واتسون همواره بین ۰ تا ۴ است. اگر بین باقیمانده‌ها همبستگی متوالی وجود نداشته باشد، مقدار این آماره باید به ۲ نزدیک باشد. چنانچه مقدار آماره به صفر نزدیک باشد، بیانگر همبستگی مثبت و اگر به ۴ نزدیک باشد، نشان‌دهنده همبستگی منفی است. به‌طور کلی اگر مقدار این آماره بین ۱/۵ و ۲/۵ باشد، مطلوب ارزیابی می‌شود. از آنجایی که واریانس خطا ثابت است، آزمون White، نبود ناهمسانی را تضمین می‌کند. علت این است که مقدار  $\chi^2$  ۲۸/۵۴۶۸ است. از جدول اندازه‌گیری‌شده در سطح ۵ درصد ضروری است. از جدول ۸ می‌توان گفت که نیروی کار ( $L$ )، مقدار کود ( $Fert$ ) و اندازه زمین ( $FmS$ ) متغیرهای توضیحی هستند که با علائم پیش‌بینی‌شده قبلی سازگار هستند. در سطح ۱۰ درصد، اثرگذاری متغیر مستقل نیروی کار در تولید خرما معنی‌دار است. هنگامی که از تابع خروجی لگاریتمی کاب-داگلاس دوگانه استفاده می‌شود، از ضریب کشسانی استفاده می‌شود؛ بنابراین، نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در صورت استفاده کشاورزان از ۱ درصد نیروی کار اضافی، تولید خرما ۰/۲۸ درصد افزایش می‌یابد. نیروی کار ماهر تأثیر مفید و قابل‌توجهی بر تولید خرما داشته و می‌تواند بهره‌وری تولید نخل خرما را بهبود ببخشد (المادینی و همکاران، ۲۰۲۱). با این حال، در منطقه مورد مطالعه، کمبود افراد آموزش‌دیده و واجد شرایط محلی وجود دارد و مردم تمایلی به کار در این زمینه ندارند. این ممکن است به دلیل سختی عملیات به‌باغی تولید خرما نسبت به دیگر فعالیت‌های کشاورزی باشد که عمدتاً مکانیزه است. ضریب مقدار کود مصرفی (آلی/شیمیایی)

در تولید خرما در سطح ۱ درصد مثبت و ضروری است؛ به این معنی که با افزایش ۱ درصدی کود افزوده‌شده، تولید خرما ۰/۲۶ درصد افزایش می‌یابد. تولید خرما نیز تا حد زیادی تحت تأثیر اندازه زمین کشاورزی برای تولید خرما است؛ بنابراین، با افزایش ۱ درصد اندازه زمین کشاورزی، مقدار تولید خرما ۰/۷۵ درصد افزایش خواهد یافت. از آنجایی که اندازه زمین کشاورزی دارای بالاترین مقدار کشسانی است، تولید خرما نسبت به سایر نهاده‌ها به افزایش اندازه زمین کشاورزی حساس‌تر است. از آنجایی که سازگاری مستلزم زمین‌های کشاورزی بزرگ و هزینه‌های گزاف است، احتمال بیشتری وجود دارد که کشاورزان بزرگ نسبت به کشاورزان خرده‌پا چنین رویکردی را زودتر اتخاذ کنند. متغیر مستقل سن، با علائم مورد انتظار جدول ۴ سازگار نیست. تصور بر آن بود که کشاورزان مسن‌تر با توجه به اندوخته‌های تجربی خود، توانایی سازگاری بالاتری داشته باشند که این‌گونه نشد. دلیل این امر، تمایل کشاورزان جوان‌تر به کشاورزی سازگارانه‌تر با توجه به دانش اکتسابی و آگاهی است. علاوه بر متغیر سن، متغیرهای سرمایه و تحصیلات با وجود سازگاری با علائم مورد انتظار، در تولید محصول خرما اثر معنی‌دار نداشتند.

ارتباطات مشاوره‌ای (Ext)، ظرفیت سازگاری پایین (LA) و ظرفیت سازگاری بالا (HA)، تأثیر آماری معنی‌دار بر تولید خرما دارند. ارتباطات مشاوره‌ای (Ext) از نظر آماری در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است، که نشان‌دهنده بهبود تولید خرما به میزان ۰/۰۸۷ درصد از ۱ درصد تماس مشاوره است. ارتباطات مشاوره‌ای می‌تواند اطلاعاتی درباره فناوری‌های نوظهور کشاورزی و فناوری‌های سازگاری در اختیار کشاورزان قرار دهد. ارتباطات متقابل با مروجان کشاورزی به‌طور مثبت بر پتانسیل سازگاری با استراتژی‌های انطباقی تأثیر می‌گذارد. کشاورزان با توانایی انطباق بالا، ۰/۲۴ درصد ارزش بالاتری نسبت به سایرین در تولید خرما دارند و به همین ترتیب، کشاورزان با ظرفیت سازگاری پایین، ۰/۱۵ درصد ارزش پایین‌تری نسبت به سایرین در تولید خرما دارند. در یک عملیات کشاورزی، کشاورز بسیار انعطاف‌پذیر تکنیک‌های مدرن را می‌آموزد و از آن‌ها استفاده می‌کند؛ بنابراین، تولید خرما با کاهش اثرات نامطلوب تغییرات اقلیمی از طریق سازگاری کشاورزان، افزایش می‌یابد. خانوارهایی که توانایی

سازگاری بالاتری دارند، از استراتژی‌های سازگاری بیشتری برای تحریک مثبت تولید خرما استفاده می‌کنند؛ بنابراین می‌توان فرض کرد که ظرفیت تطبیقی بالا، تأثیر مثبتی بر تولید خرما دارد. درمقابل، ظرفیت سازگاری پایین به تولید خرما آسیب می‌رساند.

جدول ۸- نتایج رگرسیون حداقل مربعات معمولی

| <sup>1</sup> Dependent Variable: Date Output |             |            |                      |                      |
|----------------------------------------------|-------------|------------|----------------------|----------------------|
| Variable                                     | Coefficient | Std. Error | t-Statistic          | p-Value              |
| $\ln(K)$                                     | ۰/۱۳۹       | ۰/۰۶۵      | ۱/۵۸۶                | ۰/۱۳۵                |
| $\ln(L)$                                     | ۰/۲۸۰       | ۰/۱۳۵      | ۱/۷۵۸                | ۰/۰۶۵ <sup>x</sup>   |
| $\ln(Fert)$                                  | ۰/۲۶۰       | ۰/۰۸۷      | ۳/۴۵۸                | ۰/۰۰۰ <sup>xxx</sup> |
| $\ln(FmS)$                                   | ۰/۷۴۸       | ۰/۱۲۰      | ۷/۳۹۸                | ۰/۰۰۰ <sup>xxx</sup> |
| $\ln(Age)$                                   | -۰/۰۶۵۳     | ۰/۲۳۱      | -۰/۶۳۲               | ۰/۵۸۷                |
| $Ext$                                        | ۰/۰۸۹       | ۰/۳۹۷      | ۱/۹۸۳                | ۰/۰۸۷ <sup>x</sup>   |
| $Edu$                                        | ۰/۰۳۷۵      | ۰/۶۳۸      | ۰/۶۶۸۴               | ۰/۵۹۸۶               |
| $LA$                                         | -۰/۱۵۶۵     | ۰/۰۸۱      | -۲/۳۲۵               | ۰/۰۱۳ <sup>xxx</sup> |
| $HA$                                         | ۰/۲۳۸۴      | ۰/۶۱۲      | ۴/۳۶۴                | ۰/۰۰۰ <sup>xxx</sup> |
| $C$                                          | ۵/۶۸۵       | ۱/۰۰۳      | ۵/۸۷۵                | ۰/۰۰۰ <sup>xxx</sup> |
| R-square                                     |             | ۰/۸۱۱۲۳۵   | میانگین متغیر وابسته | ۶/۳۲۱۰۲۵             |
| Durbin-Watson Test                           |             | ۱/۸۹۰۴     | Prob(F-statistic)    | ۰/۰۰۰ <sup>xxx</sup> |
| Log likelihood                               |             | -۴/۳۱۵۴    | F-statistic          | ۶۳/۰۱۳۶              |
| White Heteroskedasticity Test                |             |            |                      |                      |
| Chi-square                                   |             | ۲۸/۵۴۶۸    | Prob. Chi-Square     | ۰/۱۵۵۸ <sup>xx</sup> |

نکته: متغیر وابسته: لگاریتم طبیعی از تولید خرما ( $\ln(Q)$ )؛ روش: مربعات حداقل. <sup>xxx</sup>، <sup>xx</sup> و <sup>x</sup> بیانگر سطح معنی‌داری به ترتیب ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه ظرفیت‌های سازگاری کشاورزان درگیر در تولید خرما را در رابطه با استراتژی‌های سازگاری با توجه به تغییرات اقلیمی و درجه ظرفیت‌های سازگاری برای کاهش خطر توسعه تولید خرما توصیف می‌کند. این بررسی از نظرات کشاورزان خرما درباره استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی بهره برده و به‌همین دلیل، ویژگی‌های زیر را ارائه می‌دهد: آگاهی، استفاده، دسترسی، دستیابی و مشاوره. از آنجایی که در اقدامات تصمیم‌گیری کشاورز تنوع وجود داشت، یک مانع کلیدی برای درک پاسخ‌های سازگاری احتمالی کشاورزان وجود داشت. این مطالعه، ظرفیت‌های سازگاری خرماکاران را برای استراتژی‌های سازگاری مرتبط با تغییرات اقلیمی به‌عنوان درجات پایین، متوسط و بالا طبقه‌بندی کرده است. تابع تولید لگاریتمی کاب-داگلاس دوگانه برای ارزیابی تأثیر ظرفیت‌های سازگاری خرماکاران برای استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی در تولید خرما

در جنوب شرق ایران، استفاده شده است. با استفاده از یک متغیر ساختگی، این مدل تنها توانایی انطباقی بالا و پایین را در نظر گرفته و ظرفیت سازگاری متوسط را حذف کرده است.

این مطالعه نشان داد که ظرفیت کشاورزان همگن‌تر و بسیار شبیه به ظرفیت سازگاری پایین است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بیشتر کشاورزان با سازگاری متوسط دارای ارزش ۰/۳۴ تا ۰/۴۵ ظرفیت سازگاری هستند. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که خرماکاران جنوب شرق ایران، با عملیات به‌باغی (خاک‌ورزی، گرده‌افشانی و مدیریت خوسه)، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، کنترل آفات و بهبود شیوه‌های هرس و نگهداری، سازگاری بالایی دارند. درمقابل، خرماکاران تا حدودی با بهبود شیوه‌های آبیاری، کاشت انواع رقم میوه خرما، کاشت انواع ارقام مقاوم به خشکی و شوری و کشاورزی در نزدیکی منابع آب سازگار هستند. آن‌ها به اندازه کافی با کشت مخلوط و ساخت سدها (ذخیره آب) سازگار نیستند؛

۳. صابری ب. رحیمی د. و خوشحال ج. ۱۴۰۲. آسیب پذیری اقلیمی و راهبردهای پایداری منابع آب در حوضه کارون شمالی. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. ۲۱(۲): ۲۲۹-۲۵۵.

۴. نظری‌پور ح. حمیدیان‌پور م. خسروی م. و وزیری‌مهر م. ۱۴۰۱. تغییرپذیری فراوانی و شدت خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش- تبخیر تعرق. علوم آب و خاک. ۲۶(۴): ۲۳۳-۲۴۷.

5. Adger W. N. 1999. Exploring income inequality in rural, coastal Viet Nam. The Journal of Development Studies. 35(5): 96.
6. Agrawala S. and Remy P. 2009. Integrating Climate Change Adaptation into Development Cooperation: Policy Guidance, Organization for Economic Cooperation and Development: Paris, France.
7. Ali S. Ghosh B. C. Osmani A. G. Hossain E. and Fogarassy C. 2021. Farmers' climate change adaptation strategies for reducing the risk of rice production: evidence from Rajshahi district in Bangladesh. Agronomy. 11(3): 600.
8. Allbed A. Kumar L. and Shabani F. 2017. Climate change impacts on date palm cultivation in Saudi Arabia. The Journal of Agricultural Science. 155(8): 1203-1218.
9. Almadini A. M. Ismail A. I. and Ameen F. A. (2021). Assessment of farmers practices to date palm soil fertilization and its impact on productivity at Al-Hassa oasis of KSA. Saudi Journal of Biological Sciences. 28(2): 1451-1458.
10. Almutawa A. A. 2022. Date production in the Al-Hassa region, Saudi Arabia in the face of climate change. Journal of Water and Climate Change. 13(7): 2627-2647.
11. Battese G. E. 1997. A note on the estimation of Cobb-Douglas production functions when some explanatory variables have zero values. Journal of agricultural Economics. 48(1-3): 250-252.
12. Bradshaw B. Dolan H. and Smit B. 2004. Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. Climatic change. 67(1): 119-141.
13. Branca G. Tennigkeit T. Mann W. and Lipper L. 2012. Identifying opportunities for climate-smart agriculture investment in Africa (p. 132). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
14. Bryan E. Deressa T. T. Gbetibouo G. A. and Ringer C. 2009. Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa;

بنابراین، واضح است که کشاورزان به شدت با شیوه‌های کشاورزی سازگار هستند که راحت‌تر می‌توان آن‌ها را اتخاذ کرد (عملیات به‌باغی، استفاده از کود، سموم و شیوه‌های هرس و نگهداری). به‌طور همزمان، آن‌ها به اندازه کافی با روش‌های پُرهزینه‌تر سازگار نیستند (مانند بهبود شیوه‌های آبیاری، کاشت رقم‌های جدید، جابه‌جایی و ذخیره آب) که در آن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه می‌تواند مانع مهمی برای سازگاری باشد. نتایج نشان داد که تغییرات در ظرفیت‌های سازگاری ناشی از تفاوت در دانش (آگاهی)، استفاده و دسترسی به مشاوره است. به‌طور کلی، کشاورزان منطقه مورد مطالعه تا حدودی با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی سازگار هستند، زیرا این با میانگین ظرفیت سازگاری ۰/۶۵ توجیه می‌شود. بالاین‌حال، تنها ۲۲ درصد از کشاورزان ظرفیت سازگاری بالایی دارند؛ درحالی‌که ۴۲ درصد از کشاورزان ظرفیت سازگاری پایینی در منطقه مورد مطالعه دارند. می‌توان نتیجه گرفت که تولید خرما در منطقه مورد مطالعه به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر درجه سازگاری با تغییرات اقلیمی، نیروی کار، نهاده‌های کشاورزی، اندازه زمین و ارتباطات مشاوره‌ای قرار دارد. این تأیید می‌کند که کشاورزان در منطقه مورد مطالعه با ظرفیت سازگاری بالا، به بازده خرماي بیشتری دست می‌یابند، درحالی‌که کشاورزان با ظرفیت سازگاری پایین خرماي کمتری تولید می‌کنند.

### سپاسگزاری

از بازیبنان ناشناس بابت ارائه نظرات سازنده در راستای بهبود کیفیت مقاله و همچنین جوامع محلی بابت همکاری داوطلبانه در گردآوری داده‌های پژوهش، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

۱. حمیدیان‌پور م. نظری‌پور ح. خسروی م. و وزیری‌مهر م. ۱۴۰۱. آینده‌نگری کشت نخل خرما در مناطق خشک و فراخشک جنوب‌شرقی ایران بر اساس سناریوهای تغییر اقلیم. برنامه‌ریزی منطقه‌ای. ۱۲(۴۸): ۳۱-۴۴.
۲. سلیمانی م. ۱۴۰۲. سازگاری با تغییر اقلیم از دیدگاه کشاورزان و کارشناسان (شهرستان رستم). برنامه ریزی فضایی. ۲(۴۹): ۹۱-۱۰۶.

26. Kurukulasuriya P. 2007. A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland (Vol. 4305). World Bank Publications.
27. Lee H. L. 2009. The impact of climate change on global food supply and demand, food prices, and land use. *Paddy and Water Environment*. 7: 321-331.
28. Mabe F. N. Sienso, G. and Donkoh S. 2014. Determinants of choice of climate change adaptation strategies in northern Ghana. *Research in Applied Economics*. 6(4): 75.
29. McCarthy J. J. 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 2). Cambridge University Press.
30. Molua E. L. 2009. An empirical assessment of the impact of climate change on smallholder agriculture in Cameroon. *Global and Planetary Change*. 67(3-4): 205-208.
31. Nakuja T. Sarpong D. B. Kuwornu J. K. and Felix A. A. 2012. Water storage for dry season vegetable farming as an adaptation to climate change in the upper east region of Ghana. *African Journal of Agricultural Research*. 7(2): 298-306.
32. Nantui M. F. Bruce S. D. and Yaw O. A. 2012. Adaptive capacities of farmers to climate change adaptation strategies and their effects on rice production in the northern region of Ghana. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 11(11): 9-17.
33. Nhemachena, C. and Hassan R. 2007. Micro-level analysis of farmers adaption to climate change in Southern Africa. *Intl Food Policy Res Inst*.
34. O'Riordan T. and Jordan A. 1999. Institutions, climate change and cultural theory: towards a common analytical framework. *Global Environmental Change*. 9(2): 81-93.
35. Onumah E. E. Brümmer B. and Hörstgen-Schwark G. 2010. Elements which delimitate technical efficiency of fish farms in Ghana. *Journal of the World Aquaculture Society*. 41(4): 506-518.
36. Park S. E. Marshall N. A. Jakku E. Dowd A. M. Howden S. M. Mendham E. and Fleming A. 2012. Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change*. 22(1): 115-126.
37. Parry M. L. 2007. Climate change 2007-impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4). Cambridge University Press.
- options and constraints. *Environmental science & policy*. 12(4): 413-426.
15. Cobb C. W. and Douglas P. H. 1928. A theory of production. *The American Economic Review*. pp.139-165.
16. Deressa T. T. Hassan R. M. Ringler C. Alemu T. and Yesuf M. 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global environmental change*. 19(2): 248-255.
17. Eyasmin F. Ghosh B. C. and Hossain M. A. 2017. Perception of and adaptive capacities to climate change adaptation strategies and their effects on rice production: a case of pabna district, bangladesh. *Journal of Health and Environmental Research*. 3(1): 8-21.
18. Fankhauser S. and Tol R. S. 1997. The social costs of climate change: the IPCC second assessment report and beyond. *Mitigation and adaptation strategies for global change*. 1(4): 385-403.
19. Field C. B. 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
20. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2010. "Climate-Smart" Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaption and Mitigation. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
21. Gandure S. Walker S. and Botha J. J. 2013. Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community. *Environmental Development*. 5: 39-53.
22. Ghosh B. C. Osmani M. A. G. and Hossain M. E. 2015. Perception of and adaption capacities to climate change adaption strategies by the rice farmers: A case of Rajshahi District in Bangladesh. *Perception*. 6(2): 8-21.
23. Goklany I. M. 1995. Strategies to enhance adaptability: technological change, sustainable growth and free trade. *Climatic change*. 30: 427-449.
24. Handmer J. W. Dovers S. and Downing T. E. 1999. Societal vulnerability to climate change and variability. *Mitigation and adaptation strategies for global change*. 4: 267-281.
25. Kelly P. M. and Adger W. N. 1999. Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaption. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment.

38. Scheraga J. D. and Grambsch A. E. 1998. Risks, opportunities, and adaptation to climate change. *Climate research*. 11(1): 85-95.
39. Shabani F. Kumar L. and Taylor S. 2014. Suitable regions for date palm cultivation in Iran are predicted to increase substantially under future climate change scenarios. *The Journal of Agricultural Science*. 152(4): 543-557.
40. Shaw R. Mallick F. and Islam A. 2013. *Climate change adaptation actions in Bangladesh*. New York: Springer.
41. Smit B. Burton I. Klein R. J. and Wandel J. 2000. An anatomy of adaptation to climate change and variability. Springer Netherlands. pp. 223-251.
42. Smith J. B. and Lenhart S. S. 1996. Climate change adaptation policy options. *Climate Research*. 6(2): 193-201.
43. Toman M. and Bierbaum R. 1996. An overview of adaptation to climate change. *Adapting to climate change: an international perspective*. pp.5-15.
44. Wheeler S. Zuo A. and Bjornlund H. 2013. Farmers' climate change beliefs and adaptation strategies for a water scarce future in Australia. *Global Environmental Change*. 23(2): 537-547.

