

Investigating and Analyzing the Adaptation of Farmers in Zayandehrud River Basin in Facing Drought and Identifying its Solutions

A. Alahdini¹ and H. Yazdian^{2*}

Abstract

Nowadays, drought as the most destructive and damaging consequence of climate change has increasingly affected the earth. One of the most important strategies for dealing with devastating droughts is understanding and adapting to them, which can greatly reduce their negative effects. The aim of this quantitative and applied research is to examine and analyze the adaptation status of farmers to drought and identify solutions to deal with it through a case study among farmers in the Zayandehrud river basin in Isfahan province. The statistical population of the research consists of all farmers in the east of Zayandehrud basin (villages of Nokhodabad, Hasanabad, Haratmeh, Joshan, and Mazrae Cheh) of whom 200 were selected as a completely random sample to achieve the research objectives. The main tool for collecting data in this study was a researcher-made questionnaire. For analyzing the collected data, the mean comparison test, frequency distribution table, and exploratory factor analysis method were used in SPSS software. The results of the research showed that the calculated mean for the adaptation of farmers to drought was 2.165, statistically significantly lower than the average level at a confidence level of 95 percent. Exploratory factor analysis revealed that six main factors are identified as the most important key solutions for improving how farmers are adapting to and coping with drought in Zayandehrud basin, explaining 71.88 percent of the dependent variable variance. These factors, in order of importance, are financial-organizational policies (17.533 percent), educational-promotional policies (12.946 percent), technical-agricultural policies (12.421 percent), infrastructure (10.697 percent), strengthening social institutions (9.188 percent), and enhancing local participation (9.096 percent).

Keywords: Climate Change, Drought, Adaptation, Agriculture, Zayandehrud.

Received: January 7, 2023

Accepted: May 4, 2023

بررسی و تحلیل وضعیت سازگاری کشاورزان حوضه زاینده‌رود در مواجهه با خشکسالی و شناسایی راهکارهای آن

آیدا الالدین ونیدی^۱ و حامد یزدیان^{۲*}

چکیده

امروزه خشکسالی به‌عنوان مخرب‌ترین و زیان‌آورترین پیامد ناشی از تغییرات اقلیمی، گستره کره خاکی را به‌صورت فزاینده‌ای تحت تأثیر قرار داده است. یکی از مهم‌ترین راهبردهای مواجهه با خشکسالی‌های ویرانگر، شناخت و سازگاری در برابر آن است که می‌تواند اثرات منفی خشکسالی را تا حد زیادی کاهش دهد. هدف پژوهش کمی و کاربردی حاضر، بررسی و تحلیل وضعیت سازگاری کشاورزان با خشکسالی و شناسایی راهکارهای مواجهه با آن است که به‌صورت مطالعه موردی در میان کشاورزان حوضه زاینده‌رود (روستاهای نکوآباد، حسن‌آباد، هراتمه، جوشان و مزرعه‌چه) در استان اصفهان انجام گرفته است. جامعه آماری پژوهش را نیز کلیه کشاورزان حوضه زاینده‌رود تشکیل می‌دهد که از میان آن‌ها، ۲۰۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری برای دستیابی به اهداف پژوهش به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شده‌اند. ابزار اصلی پژوهش برای گردآوری داده‌های پرسشنامه محقق ساخته است. برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده از آزمون مقایسه میانگین، جدول توزیع فراوانی و فن تحلیل عاملی اکتشافی در نرم‌افزار SPSS استفاده به‌عمل آمده است. نتایج پژوهش نشان داد میانگین محاسبه‌شده برای سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی با مقدار ۲/۱۶۵، در سطح ۹۵ درصد اطمینان به لحاظ آماری، پایین‌تر از حد متوسط بوده است. نتایج تحلیل عاملی اکتشافی نشان داد شش عامل اصلی به‌عنوان مهم‌ترین راهکار کلیدی برای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در میان کشاورزان حوضه زاینده‌رود شناسایی شده است که در مجموع ۷۱/۸۸ درصد از واریانس متغیر وابسته پژوهش را تبیین کرده‌اند. این عوامل به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: سیاست‌های حمایت مالی - سازمانی (۱۷/۵۳۳ درصد)، آموزشی - ترویجی (۱۲/۹۴۶ درصد)، فنی - زراعی (۱۲/۴۲۱ درصد)، زیرساختی (۱۰/۶۹۷ درصد)، تقویت نهادهای اجتماعی (۹/۱۸۸ درصد) و تقویت مشارکت محلی (۹/۰۹۶ درصد).

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، خشکسالی، سازگاری، کشاورزی، زاینده‌رود.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۲/۱۴

1- Ph.D. Student of Rural Planning, Department of Geography, Faculty of Geography and Rural Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: h.yazdian@eng.ui.ac.ir

*- Corresponding Author

Dor: [20.1001.1.17352347.1402.19.1.4.9](https://doi.org/10.17352/347.1402.19.1.4.9)

۱- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی روستایی، گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۴۰۲ امکان‌پذیر است.



۱- مقدمه

بر اساس گزارش مجمع بین‌المللی تغییرات آب‌وهوایی، هر سال دمای جهان دو درجه افزایش می‌یابد و پیش‌بینی شده که این میزان تا پایان قرن ۲۱ به ۳ تا ۶ درجه افزایش یابد (Toulabi Nejad and Sadeghi, 2019). پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد تا سال ۲۰۲۵ میلادی تغییرات اقلیمی منجر به تشدید بحران کم‌آبی خواهد شد و در نتیجه آن، حدود دوسوم جمعیت جهان در معرض تنش‌های بیشتری در خصوص منابع آبی خواهند شد و با توجه به وابستگی بسیار زیاد بخش کشاورزی به منابع آبی، اثرات منفی کم‌آبی بر این بخش، بیش از سایر بخش‌های اقتصادی نمود پیدا خواهد کرد (Pakmehr et al., 2021). به همین دلیل، موضوع تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر به شدت از سوی جامعه جهانی مورد توجه قرار گرفته است. به نحوی که اندیشمندان حوزه‌های مختلف تلاش کرده‌اند زوایای مختلف تغییر اقلیم را مورد بحث و بررسی قرار دهند (Karami, 2016).

در میان مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم، یکی از مهم‌ترین مخاطرات، خشکسالی است؛ به گونه‌ای که آسیب‌های جدی را بر پیکره بخش‌های تولیدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فضاهای معیشتی وارد می‌نماید (Shabanali et al., 2020) و از آن به عنوان مهم‌ترین پدیده ناشی از تغییر اقلیم در جهان یاد می‌کنند (Messmer et al., 2021). خشکسالی غالباً به عنوان یک پدیده خزنده توصیف می‌شود و برخلاف سیل و بارندگی که زمان شروع و خاتمه آن مشخص است، توصیف زمانی و مکانی خشکسالی بسیار پیچیده است. بر این اساس ممکن است ماه‌ها طول بکشد تا این نتیجه حاصل شود که خشکسالی آغاز شده، ضمن آنکه این امکان وجود دارد که هفته‌ها پس از خشکسالی اثرات آن باقی مانده باشد. بر اساس آنکه اثرات خشکسالی بر چه بخشی متمرکز است، انواع مختلف خشکسالی به شرح زیر است (Mishra and Singh, 2010).

خشکسالی هواشناسی: زمانی که بارندگی کمتر از نرمال باشد؛ خشکسالی هیدرولوژیکی: مرتبه‌ای از خشکسالی است که دبی رودخانه‌ها را تحت تاثیر قرار داده است؛ خشکسالی کشاورزی: زمانی که تاثیر خشکسالی و مطالعات مربوط به آن بر رطوبت خاک تمرکز داشته باشد؛ خشکسالی اجتماعی- اقتصادی شدیدترین مرتبه خشکسالی است. در صورتی که در اثر ایجاد هر یک از مرتبه‌های خشکسالی فوق کمبودی در کالاهای مورد نیاز جامعه ایجاد شود. اثرات آن به جامعه منتقل شده و معیشت مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

این حالات را خشکسالی اجتماعی-اقتصادی گویند. به صورت کلی، خشکسالی از مرتبه هواشناسی شروع شده و با گسترش آن به خشکسالی اجتماعی و اقتصادی ختم می‌شود (Zhang and Jai, 2013).

اثرات خشکسالی از نظر ماهیت متنوع است و می‌تواند اثرات مخرب زیست‌محیطی و اقتصادی (Hannah et al., 2017) اجتماعی و حتی متابولیکی و مورفولوژیکی در گیاهان داشته باشد. در اثر خشکسالی معیشت فقرا، به ویژه آن‌هایی که به کشاورزی وابسته هستند، آسیب‌پذیرتر می‌شود و در موارد شدید، ممکن است شغل و فعالیت کشاورزی را ترک کنند و آواره شوند (Karimi and Ataei, 2022). افزایش بیکاری، افزایش نرخ مهاجرت، تخلیه بعضی از روستاها (Riahi and Jamini, 2018; Karimi and Ataei, 2022) ناپایداری معیشت (Nouri and Nooripoor, 2019)، زیان و صدمه بسیار زیاد به محصولات زراعی (Jia et al., 2016)، تخریب و تضعیف منابع طبیعی، کاهش عملکرد فعالیت‌های زراعی (Almasi et al., 2016)، تغییر کارکرد روستاها و افزایش مهاجرت‌های روستایی (Pittman et al., 2011; Jamini and Dehghani, 2022)، افزایش آفات و بیماری‌ها، افزایش فرسایش و خاک، ناامنی غذایی، کاهش کیفیت زمین، کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، محدود کردن درآمدهای کشاورزان (Mesike et al., 2015)، تهدید و به مخاطره انداختن رفاه کشاورزان در سطوح مختلف محلی تا بین‌المللی (Li et al., 2017)، کاهش بهره‌وری، افزایش سطح فقر (Masud et al., 2017) تنها بخشی از اثرات خشکسالی بر جوامع روستایی به ویژه روستاییانی است که منبع اصلی تأمین معیشت آن‌ها وابسته به بخش کشاورزی است و به صورت کلی می‌توان چنین عنوان کرد که استاندارد زندگی جوامعی که با خطر خشکسالی مواجه هستند، در سطح پایینی قرار دارد (De Silva and Kawasaki, 2018).

بنابراین تلاش در جهت کاهش اثرات منفی و نامطلوب خشکسالی ضروری و منطقی است. اولین گام برای مواجهه با خشکسالی، شناخت درست آن و در گام‌های بعد، انتخاب راهکارهای منسجم و مناسب برای مواجهه با این پدیده و پیامدهای آن است (Abedi et al., 2019). از مهم‌ترین راهکارها برای کاهش اثرات منفی خشکسالی، توجه به مفهوم سازگاری است. در یک تعریف ساده سازگاری در برابر تغییرات اقلیمی از جمله خشکسالی به مجموعه فعالیت‌ها و اقداماتی گفته می‌شود که اثرات منفی ناشی از تغییرات را کاهش دهند (Ifeyanyi-obi et al., 2012). سازگاری سبب کاهش اثرات منفی

تغییرات آب‌وهوایی می‌شود و کمک می‌کند جوامع با حوادث و شرایط آب و هوایی مرتبط با تغییرات آب‌وهوایی به شکل بهتری روبه‌رو شوند و دامنه اثرات تحمیل شده به‌وسیله تغییرات اقلیمی بر منابع آب را کاهش می‌دهد (Tsfaye and Seifu, 2016). سازگاری در جوامع روستایی که قادرند خود را از طریق روش‌های متنوع با تغییرات آب‌وهوایی سازگار نمایند، باعث تعدیل خسارت‌های بالقوه می‌شود و همچنین، به مردم در کاهش عوارض جانبی و یا مشکلات غیرمستقیم مانند مهاجرت، ناخواسته خالی شدن روستاها، تغییر اجباری شغل و حتی دل‌سرد شدن جوانان روستایی از اشتغال در بخش کشاورزی کمک خواهد کرد (Jamshidi et al., 2015).

مواجهه با خشکسالی، در استان اصفهان و حوضه زاینده‌رود از اهمیت زیادی برخوردار است و نتایج آن می‌تواند ضمن روش ساختن وضعیت موجود سازگاری، برنامه‌های عملیاتی و کاربردی مناسبی را در اختیار متولیان توسعه روستایی و کشاورزی استان اصفهان قرار دهد. لذا با این اوصاف، محققان در پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر هستند: وضعیت سازگاری کشاورزان حوضه زاینده‌رود در برابر خشکسالی به چه صورتی است؟ مهم‌ترین راهکارهای ارتقای سازگاری کشاورزان برای کاهش اثرات خشکسالی و مواجهه با آن، در حوضه زاینده‌رود کدامند؟

کشورهای جنوب و جنوب غرب آسیا، جزو کشورهایی هستند که همواره در معرض خشکسالی قرار دارند و سازمان ملل متحد ایران را جزو کشورهای در معرض خشکسالی عنوان نموده است (Toulabi, 2019). پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم نیز نشانگر خشک‌تر شدن شرایط اقلیمی ایران هستند به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود که در سال ۲۰۵۰، ایران با کاهش ۲۰ الی ۲۵ درصدی بارش مواجه شود (Karami, 2016). بنابراین خشکسالی می‌تواند تأثیرگذاری بسیار زیادی را بر کشورمان به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک برجای بگذارد (Karimi and Ataei, 2022). در خصوص استان اصفهان و حوضه‌های تحت پوشش آن، به‌عنوان یکی از مناطق خشک کشور، پیش‌بینی‌ها نشانگر کاهش منابع آبی استان در آینده دارد. به‌عنوان مثال در خصوص حوضه زاینده‌رود وقوع خشکسالی‌ها در آینده پیش‌بینی شده است (Motevali Bashi Naeini et al., 2019). همچنین، بر اساس شاخص‌های خشکسالی هواشناسی، حوضه آبخیز زاینده‌رود طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱ با خشکسالی بسیار شدید، و در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ با خشکسالی نسبتاً شدید روبرو بوده است (Mirahsani et al., 2018).

کشاورزان به‌عنوان اصلی‌ترین قشر تولیدکننده مواد اولیه غذایی، متحمل بیشترین خسارات از وقوع تغییرات اقلیمی از جمله خشکسالی هستند (Thoai et al., 2018). از نظر ویل‌هایت هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی ناشی از خسارت‌های خشکسالی فقط طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۶ میلادی، به‌طور غیرمنتظره‌ای در دنیا افزایش یافته و در مجموع در کشورهای مختلف جهان بیش از سه برابر شده است (Amini Faskhodi and Mirzaei, 2013). خشکسالی به‌عنوان یک دوره طولانی کم‌بارندگی که منجر به خسارت گسترده به محصولات و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود، تعریف می‌شود. همچنین می‌توان آن را به‌عنوان یک ناهنجاری اقلیمی موقت بدون باران، به‌ویژه در فصل کاشت و رشد تعریف کرد (Shabanali, 2020).

با توجه به مطالب عنوان شده (رشد فزاینده تغییرات اقلیمی و اثر آن بر افزایش خشکسالی، اثرات خشکسالی بر بنیان زندگی و استانداردهای جامعه روستایی، اثر قابل‌توجه سازگاری بر مواجهه با خشکسالی، واقع‌شدن کشورمان در معرض خشکسالی‌های شدید و وضعیت نامساعد منابع آبی و وقوع خشکسالی در استان اصفهان و حوضه زاینده‌رود) و همچنین این مهم که بنیان معیشت تعداد قابل‌توجهی از روستاییان ساکن در حوضه زاینده‌رود به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم، بر بخش کشاورزی استوار است. بررسی وضعیت سازگاری در برابر خشکسالی و شناسایی مهم‌ترین راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و

در مناطق روستایی برای پایداری جوامع روستایی و ارتقای سطح کیفیت زندگی، بکار بردن سازگاری و راهبردهای مواجهه با خشکسالی ضروری است (Savari and Shokati Amghani, 2020). سازگاری در مفهوم کلی به معنای متناسب و همسان شدن است، اما در زمینه تغییرات اقلیمی به معنی تغییر و تحول سیستم‌های اجتماعی و اکولوژیکی می‌باشد که هدف آن، تطابق با تغییرات اقلیمی است تا این سیستم‌ها در طول زمان دوام و پایداری داشته باشند (Barnett, 2001). بر اساس دیدگاهی دیگر، سازگاری تعدیل سیستم‌های طبیعی یا انسانی در پاسخ به محرک‌های اقلیمی واقعی یا مورد انتظار یا تأثیرات آن‌ها برای کاهش ضرر یا بهره‌وری از منافع، تعریف شده است (Grothmann and Patt, 2005; Shabanali et al., 2020). عکس‌العمل‌های سازگاران می‌تواند مستقل یا غیرارادی و ارادی یا آگاهانه باشد. عکس‌العمل‌های غیرارادی معمولاً در زمان که کشاورزان دچار استرس و فشار هستند، صورت می‌گیرد. درحالی‌که دیگر عکس‌العمل‌ها توسط سهامداران، ذینفعان و افراد شاغل در بخش

مطالعه‌ای راهبردهای مدیریت خشکسالی کشاورزان گندم‌کار در شهرستان کرمانشاه را بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد دعا و نیایش، امیدواری به بهبود اوضاع، درد و دل کردن با دیگران، استفاده از تجارب قبلی کشاورز، رعایت زمان مناسب کاشت، کاهش هزینه‌های غیرضروری، قرض گرفتن از خویشاوندان و دوستان، از بین بردن علف‌های هرز، استفاده از دانش بومی در پیش‌بینی هواشناسی و تماس با کارشناسان مراکز خدمات کشاورزی، مهم‌ترین راهبردهایی کشاورزان برای مدیریت خشکسالی است. نتایج پژوهش Jamshidi et al. (2015) در خصوص سازگاری کشاورزان با تغییرات اقلیمی در شهرستان سیروان واقع در استان ایلام نشان داد ۶۶/۰۵ درصد از کشاورزان شهرستان سیروان از هیچ روشی برای سازگار شدن با تغییرات آب‌وهوایی به وجود آمده استفاده نکرده؛ ۶/۱۷ درصد از افراد مورد مطالعه از روش تغییر در زمان کاشت و ۵/۵۵ درصد از گونه‌های جدید و مقاوم به خشکی را برای سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی استفاده کرده‌اند. نتایج رگرسیون لجستیک نشان داد، متغیرهای سطح اراضی خانوار، دسترسی به مراکز خدمات و ترویج، دسترسی به اعتبارات، داشتن شغل دوم، سطح سواد، سن، تجربه رویارویی با خشکسالی در پنج سال گذشته و سطح درآمد خانوار حدود ۸۳ درصد واریانس متغیر وابسته یعنی سازگاری با تغییرات آب و هوایی را تبیین کرده‌اند. Soleimani et al. (2016) در مطالعه‌ای اقدام به تحلیل فضایی ظرفیت سازگاری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان روانسر در مواجهه با خشکسالی نموده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد میانگین محاسبه‌شده برای شاخص‌های مختلف سازگاری در مواجهه با خشکسالی در محدوده مورد مطالعه، پایین‌تر از حد متوسط است و میان روستاهای مورد بررسی به لحاظ سازگاری در مواجهه با خشکسالی به لحاظ آماری تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج مطالعه Toulabi et al. (2019) Nejad and Sadeghi باهدف راهبردهای کشاورزان در واکنش به پیامدهای خشکسالی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در شهرستان رشتخوار نشان داد کاهش منابع آب، کاهش سطح زیر کشت و افزایش هزینه‌های زندگی مهم‌ترین پیامدهای خشکسالی هستند و کشت گیاهان مقاوم به خشکی مانند زعفران، کاهش دفعات آبیاری و پرداختن به مشاغل غیر کشاورزی مهم‌ترین راهبردهای کشاورزان در واکنش به پیامدهای خشکسالی بوده است. همچنین نتایج نشان داد متغیرهای سن، جنس، دانش بومی، نیروی کار، درآمد، تجربه کشاورز و وسعت مزرعه با کاربرد راهبردها در ارتباط داشته‌اند. نتایج مطالعه Nouri and Nooripoor (2019) در خصوص راهبردهای مواجهه کشاورزان شهرستان مَهَر استان فارس با خشکسالی نشان داد کشاورزان این شهرستان برای مواجهه با خشکسالی از راهبردهای

کشاورزی در زمان و شرایط عادی صورت می‌گیرند. نمونه‌هایی از عکس‌العمل‌های مستقل عبارت‌اند از: تغییر در زمان کاشت، آبیاری، استفاده از تنوع، استفاده از گونه‌های بسیار مقاوم به حرارت و خرید بیمه. البته این عکس‌العمل‌ها در مناطق و نظام‌های کشاورزی مختلف، متفاوت هستند (Dang et al., 2014). عکس‌العمل‌های نوع دوم، معمولاً به نوع سیاست‌های عمومی دولت و مداخله آن‌ها در مواجهه با اثرات تغییرات اقلیمی تأکید دارند. سرمایه‌گذاری در امر پژوهش، تقویت زیرساخت‌ها، معرفی فن‌آوری‌های نوین، اخذ مالیات و پرداخت مالیات، نمونه‌های از عکس‌العمل‌های سازگاران از نوع دوم (آگاهانه) هستند (Bryan, 2009). همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد عکس‌العمل‌های سازگاران می‌تواند از نوع بلندمدت و یا کوتاه‌مدت باشند. اما دیدگاه‌های متفاوتی درباره عکس‌العمل‌های کوتاه‌مدت تا عکس‌العمل‌های بلندمدت وجود دارد. بعضی از محققین معتقدند که عکس‌العمل سازگاران به تغییرات آب‌وهوایی در کوتاه‌مدت منجر به آسیب‌پذیری آن‌ها در بلندمدت می‌شود. بنابراین، بهتر است که وضعیت سازگاری را به‌صورت راهبردی بر اساس تغییر آب‌وهوا در بلندمدت برنامه‌ریزی نمود (Bryant et al., 2000). در هر صورت عکس‌العمل‌های سازگاری نسبت به شرایط اقلیمی، متناسب با مناطق و نظام‌های مختلف و به‌عبارتی دیگر متناسب با شرایط انسانی و طبیعی حاکم بر مناطق مختلف، یکسان نبوده و با یکدیگر تفاوت‌های متعددی را دارند. در میان شیوه‌های سازگاری و سطح سازگاری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی، در کشورمان مطالعات متعددی انجام‌گرفته که در این میان مبنای کار پژوهشگران در مطالعه حاضر پژوهش Jamshidi et al. (2015) در خصوص سازگاری در برابر خشکسالی است. در این مطالعه محققان از متغیرهای زیر برای ارزیابی سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی استفاده کرده‌اند: کاشت محصولات دیگر، تنوع محصولات، تغییر در زمان کاشت، استفاده از گونه مقاوم، تغییر در میزان زمین برای کاشت، افزایش میزان بذر، تغییر زمان آبیاری، استفاده از روش‌های نوین آبیاری، کاشت محصولات باغی، استفاده از بیمه خشکسالی، تغییر شغل کشاورزی به شغل‌های غیر کشاورزی، تغییر شغل به پرورش دام، استفاده از روش‌های حفاظتی مانند آبخیزداری و دریافت مساعدت مالی (وام بلاعوض، قرض از آشنایان) (Jamshidi et al., 2015).

بررسی‌ها نشان می‌دهد با توجه به اهمیت اثرات تغییرات اقلیمی و خشکسالی و اهمیت سازگاری جوامع مختلف در برابر آن، در این زمینه مطالعات متعددی صورت گرفته است که در ادامه به نتایج چند مطالعه مهم اشاره شده است. Sharfi and Zarafshani (2013)

مدیریت تولیدی مزرعه، مدیریت تقاضای آب، مدیریت مالی، مدیریت فناوری تولید، مدیریت عرضه آب، مدیریت خاک و مدیریت انفعالی بهره گرفته‌اند.

Yeganegi Dastgerdi et al. (2020) در مطالعه‌ای اقدام به ارزیابی پذیرش سازگاری با خشکسالی به کمک نظریه عمل منطقی در میان کشاورزان استان چهارمحال و بختیاری نموده‌اند. نتایج نشان داد با وجود گستردگی خشکسالی‌ها، سیاست‌های سازگاری با خشکسالی به صورت جدی مورد پذیرش کشاورزان قرار نگرفته است و سطح دانش کشاورزان در خصوص سازگاری با خشکسالی بالا نیست و همچنین نگرش چندان مثبتی نسبت به سازگاری ندارند و رفتار کشاورزان نیز بیش از آنکه تحت تأثیر سیاست‌های نمادها باشند، تحت تأثیر رفتار سایر کشاورزان قرار دارد. نتایج مطالعه Pakmehr et al. (2021) در خصوص تبیین رفتار کشاورزان در رویارویی با مسئله کم‌آبی در میان کشاورزان شهرستان شوشتر در استان خوزستان نشان داد اعطای کمک‌های مالی و غیرمالی و ارائه تسهیلات به کشاورزان به وسیله سازمان‌های مرتبط از جمله جهاد کشاورزی، مراکز خدمات ترویجی و بانک کشاورزی در جهت جبران هزینه‌های مرتبط با سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی و کم‌آبی حاصل از تغییرات آب‌وهوایی توسط کشاورزان؛ افزایش کلاس‌های میدانی و عملی در مزارع نمونه که با استفاده از روش‌های سازگاری به مزرعه‌ای با محصولات باکیفیت و پربار دست‌یافته‌اند و در نتیجه آن اثربخشی رفتارهای سازگاری در عمل به کشاورزان نشان داده شود؛ برگزاری کلاس‌های آموزشی، در جهت افزایش دانش و آگاهی افراد در خصوص ابعاد تهدیدها و صدمات ناشی از خشکسالی بر زندگی آن‌ها و توجه و استفاده از نظرات و راهکارهای پیشنهادی توسط کشاورزان برای مواجهه با کم‌آبی و خشکسالی مهم‌ترین راهکارهای مواجهه با کم‌آبی و خشکسالی در محدوده مطالعاتی هستند.

اقتصادی کشاورزان، آموزش و افزایش دانش فنی کاربران و پایدار نمودن منابع درآمدی، پیشنهاد شده است.

نتایج پژوهش Fahad and Wang (2018) در خصوص اقدامات و راهکارهای کشاورزان پاکستانی در برابر تغییرات اقلیمی از جمله خشکسالی نشان داد تغییر نوع محصول و تنوع کشت، تغییر نوع کود، بهبود کیفیت بذر و سموم، ذخیره‌سازی آب و توسل جستن به دعا، از جمله مهم‌ترین راهکارهای اجرا شده توسط آن‌ها بوده است. نتایج پژوهش Shabanali et al. (2020) در خصوص راهبردهای سازگاری با خشکسالی در تغییر شیوه کشاورزی توسط دامداران در شهرستان کمیجان نشان داد راهبرد جابه‌جایی دام و مدیریت تولید، مهم‌ترین پاسخ دامداران به خشکسالی بوده است. نتایج مطالعه Karimi and Ataei (2022) در خصوص عوامل فرهنگی و رفتار سازگاری کشاورزان در مواجهه با خشکسالی در دشت سیستان نشان داد جهان‌بینی کشاورزان می‌تواند در فرآیند رفتار سازگاری با خشکسالی دخیل باشد و به طور مستقیم نگرش، هنجارهای اجتماعی و کنترل رفتاری درک شده و غیرمستقیم قصد و رفتار کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهد.

بررسی مبانی نظری و ادبیات پژوهش نشان می‌دهد اثرات منفی تغییرات اقلیمی و به ویژه خشکسالی، صدمات جبران‌ناپذیری را بر پیکره جامعه بشری وارد نموده است و با این وجود جوامع مختلف در سطوح متفاوتی از سازگاری برای مواجهه با این پدیده مخرب قرار دارند. لذا، برای کاهش اثرات آن راهکارهای متعددی ارائه شده و نیاز است برای هر منطقه، با توجه به تفاوت شرایط طبیعی، انسانی و سیاسی حاکم بر آن، مطالعات اختصاصی در خصوص وضعیت سازگاری در برابر خشکسالی و راهکارهای مواجهه با آن صورت گیرد.

۲- معرفی محدوده مطالعاتی

حوضه زاینده‌رود در استان اصفهان و در مرکز ایران واقع شده است. این حوضه دارای مساحتی حدود ۲۸۰۰۰ کیلومترمربع بوده و در محدوده بین عرض‌های جغرافیایی ۳۱-۳۴ درجه شرقی و طول‌های جغرافیایی ۴۹-۵۳ درجه شمالی قرار دارد. رودخانه زاینده‌رود از رشته‌کوه‌های زاگرس در غرب ایران سرچشمه گرفته و سپس در حوضه جریان یافته و به تالاب گاوخونی در جنوب شرق استان اصفهان ختم می‌شود. ارتفاعات نقاط مختلف در حوضه متفاوت بوده و از ۱۴۴۶ متر تا ۳۹۲۵ متر متغیر است که همین امر منجر به رژیم‌های مختلف آب و هوایی در این حوضه می‌باشد. به طور کلی متوسط بارندگی سالانه

نتایج مطالعه Solimani et al. (2021) باهدف شناسایی راهبردهای سازگاری با تغییرات اقلیم در بخش کشاورزی در شهرستان رستم نشان داد بیش از ۹۰ درصد کشاورزان تغییر اقلیم و اثرات آن را درک و به دنبال سازگاری با آن هستند و اجرای پروژه‌های مدرن سازی آبیاری و فناوری، کشت گونه‌های مقاوم به خشکی (کلزا، گیاهان دارویی)، جابجایی تاریخ کشت، کشت گلخانه‌ای و تنوع کشت محصولات جایگزین، مهم‌ترین راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم در محدوده مورد مطالعه هستند. همچنین نتایج نشان داد برای رفع موانع راهبردهای مذکور ایجاد یک نظام حمایت مالی مناسب با شرایط

خشکسالی و بحران کم‌آبی و خشک شدن زاینده‌رود در حدود یک دهه اخیر، آسیب‌های فراوانی در این حوضه آبی بزرگ پدید آورده است. علاوه بر کاهش نزولات جوی، افزایش جمعیت شهری و تقاضای فزاینده برای مصرف آب شرب و تقاضای معنی‌دار و رو به رشد صنایع سنگین مستقر در این حوضه (ذوب‌آهن و مجتمع فولاد مبارکه)، سوء مدیریت‌های معنی‌داری نیز در این سال‌ها بر یگانه منبع آبی این حوضه بزرگ اعمال گردیده است. مجموعه عوامل مذکور باعث شده است تا در طی سال‌های اخیر، ساکنان این منطقه برای نخستین بار در طول تاریخ شاهد خشک شدن زنده‌رود ایران مرکزی، شاه‌رگ حیاتی این پهنا جغرافیایی گسترده باشند.

در حوضه ۲۱۱ میلی‌متر است (شکل ۱)، در صورتی که در نقاط مختلف حوضه تفاوت زیادی در میزان بارش سالانه وجود دارد. همچنین متوسط سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل در حوضه ۱۵۰۰ میلی‌متر است. متوسط دمای سالانه حوضه ۱۴/۵ درجه سلسیوس با کمترین دمای ۱۲/۵- درجه سلسیوس در دی‌ماه و بیشترین دمای ۴۲ درجه در تیرماه است (شکل ۲). در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ در حوضه زاینده‌رود، ۱۱ سال خشک، ۴ سال نرمال و ۶ سال تر محاسبه شده است (Motevali Bashi Naeini et al., 2019). نوسانات سری زمانی بازه ۱۲ ماه شاخص بارش استاندارد^۱ (SPI) برای حوضه آبخیز زاینده‌رود طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ (شکل ۲) حاکی از آن است که سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ با خشکسالی بسیار شدید، و سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ نسبتاً شدید هواشناسی و روبرو بوده است (Mirahsani et al., 2018).

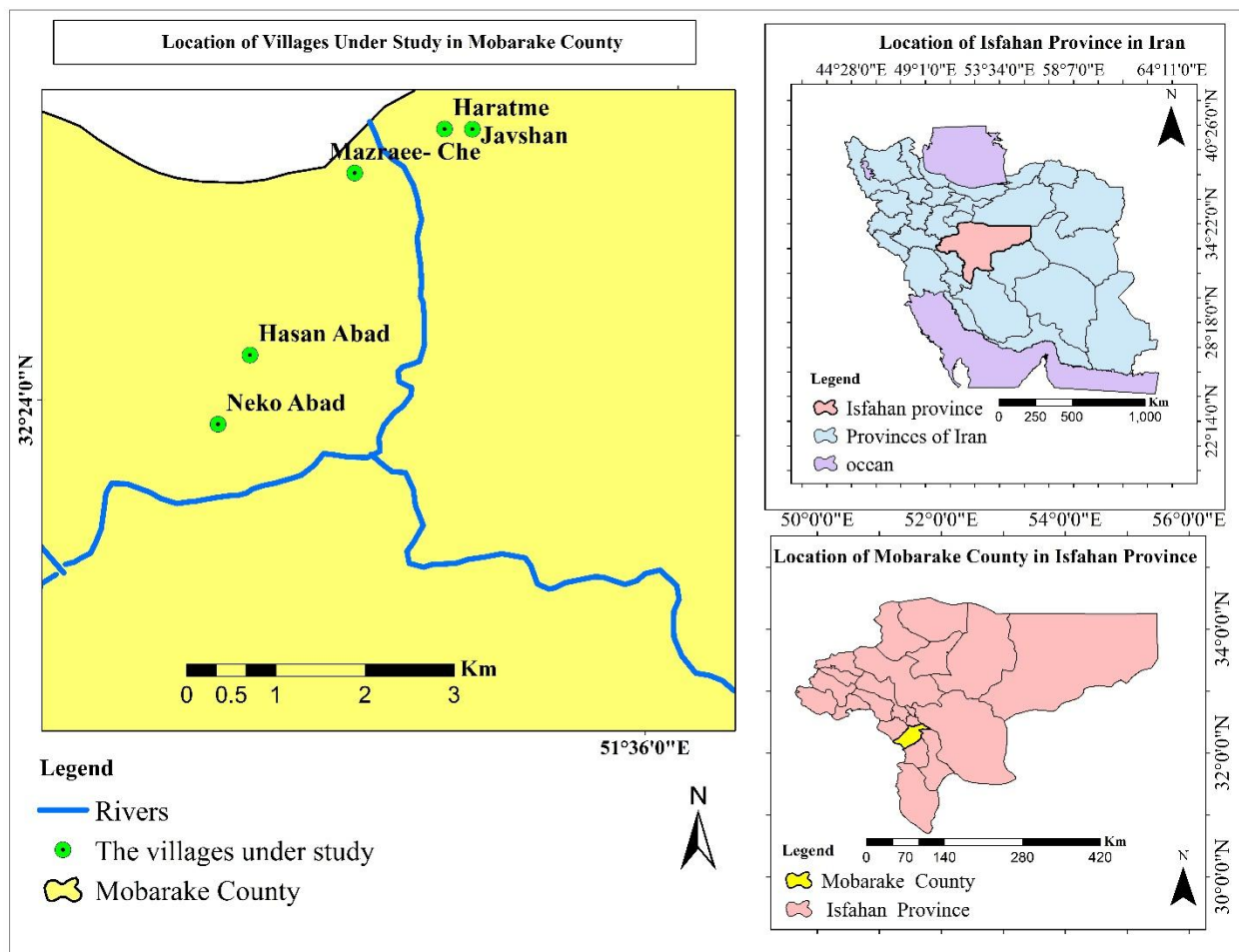


Fig. 1- Location of target villages within the study area
 شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه زاینده‌رود و ایستگاه‌های باران‌سنجی

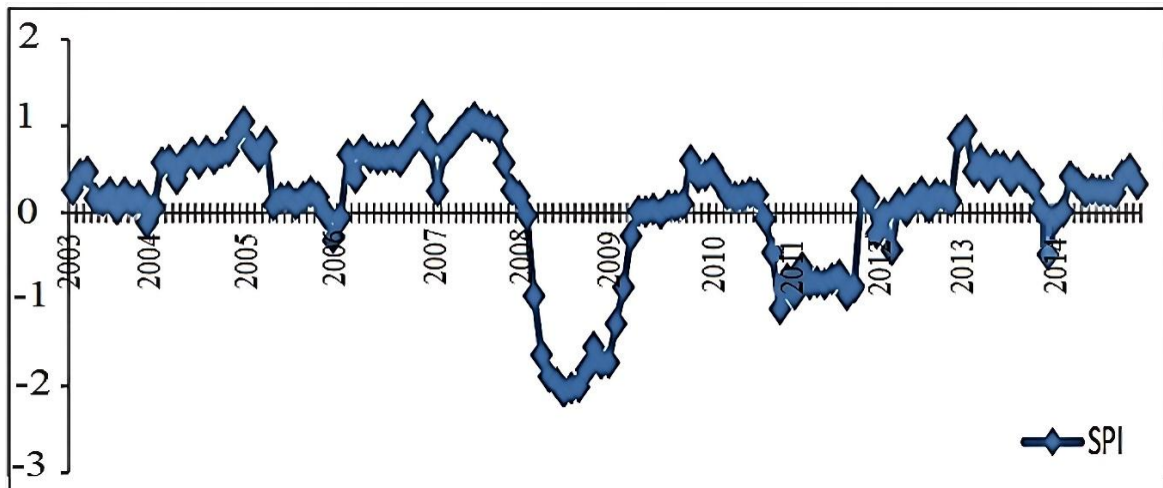


Fig. 2- Standardized precipitation index (SPI) and temperature variables in Zayandehrud Basin in the period of 2003 to 2014

شکل ۲- نمودار نوسانات سری زمانی شاخص بارش استاندارد (SPI) و متغیرهای دمایی حوزه آبخیز زاینده‌رود طی سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴

زمانی ۴/۵ ماهه (اوایل تابستان تا اواسط پاییز سال ۱۴۰۱) انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کشاورزان حوزه شرقی رودخانه زاینده‌رود (روستاهای نکوآباد، حسن‌آباد، هراتمه، جوشان و مزرعه چه) است و با توجه به نامشخص بودن تعداد آن‌ها، ۲۰۰ نفر از کشاورزان (در روستاهای نکوآباد، حسن‌آباد، هراتمه، جوشان و مزرعه چه) به‌عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شده‌اند. ابزار اصلی پژوهش برای جمع‌آوری داده‌های میدانی، پرسشنامه محقق ساخته است که روایی (صوری) آن با کسب نظرات اساتید دانشگاه اصفهان و کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان اصفهان تأیید شده است. به این صورت که پرسشنامه طراحی شده در اختیار اساتید دانشگاهی و کارشناسان جهاد کشاورزی قرار گرفت و پس از اعمال نظراتشان، روایی پرسشنامه تأیید شده است. برای بررسی پایایی پرسشنامه، از پیش‌آزمون با تعداد ۳۰ پرسشنامه استفاده شده است. ضریب آلفای کرونباخ حاصل شده برای بخش‌های مختلف پرسشنامه بالاتر از ۰/۷ بود که نشانگر پایایی نسبی پرسشنامه مورد استفاده بود. پرسشنامه مذکور در سه بخش اصلی طراحی شده است. بخش اول به متغیرهای جمعیت شناختی (مانند سن، تحصیلات، وضعیت مالکیت زمین و غیره)، بخش دوم به متغیرهای سازگاری و بخش سوم به راهکارهای مواجهه با خشکسالی و افزایش سازگاری کشاورزان اختصاص یافته است (جدول ۱). برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده متناسب با اهداف پژوهش، از آماره‌ها و آزمون‌های مربوطه در نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

پیامدهای پدیده مذکور، به تدریج تأثیر ناخوشایندی به صورت بحران طبیعی و انسانی بر کلیت نظام‌های سکونتگاهی و اکوسیستمی گذاشته است و متأسفانه رو به گسترش نیز است. وجوه اصلی تأثیرات بحران کم‌آبی در حوزه روستایی مورد مطالعه به ترتیب متوجه ساختار اجتماعی، بنیان‌ها و فرصت‌های اقتصادی مرتبط با بخش کشاورزی و ابعاد محیطی در رابطه با مدیریت و کیفیت اراضی زراعی است. خرد و پراکنده بودن اراضی آسیب‌های محیطی بیشتر و معنی‌دارتری را متوجه نظام‌های زراعی و سکونتگاهی منطقه نموده است (Amini, Faskhodi and Mirzaei, 2013). همچنین، نتایج مطالعات در خصوص پیش‌بینی خشکسالی در استان اصفهان با استناد به بررسی یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۹۰-۲۰۲۰) نیز نشانگر افزایش این پدیده طی سال‌های آینده در این استان است (Vali et al., 2022).

۳- روش تحقیق

هدف این پژوهش کمی و کاربردی که با ترکیبی از روش‌های توصیفی-تحلیلی و اکتشافی انجام شده است، بررسی و تحلیل وضعیت سازگاری کشاورزان حوزه زاینده‌رود در مقابل تغییرات اقلیمی با تأکید بر خشکسالی و شناسایی راهکارهای مواجهه با آن است. برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از دو شیوه اسنادی (مطالعه کتاب‌ها، مقالات، گزارش‌های و غیره) و میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) استفاده شده است. پژوهش به لحاظ زمانی تک مقطعی بوده و بازه

Table 1- Details of the questionnaire used in the research

جدول ۱- جزئیات پرسشنامه مورد استفاده در پژوهش

بخش اصلی پرسشنامه	مؤلفه	تعداد متغیر	شرح	ضریب آلفای کرونباخ
اول	ویژگی‌های شخصی	۴	سن، تحصیلات، نوع مالکیت اراضی زراعی و مساحت زمین‌های زراعی	-
دوم	سازگاری کشاورزان با خشکسالی	۱۴	کاشت محصولات دیگر، تنوع محصولات، تغییر در زمان کاشت، استفاده از واریته مقاوم، تغییر در میزان زمین برای کاشت، افزایش میزان بذر، تغییر زمان آبیاری، استفاده از روش‌های حفاظتی مانند آبخیزداری، کاشت محصولات باغی، تغییر شغل به پرورش دام، تغییر شغل کشاورزی به شغل‌های غیر کشاورزی، استفاده از بیمه خشکسالی، استفاده از روش‌های نوین آبیاری و دریافت مساعدت مالی	۰/۷۶۴
سوم	راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی	۱۹	تجدیدنظر در تخصیص پارانه‌ها به فعالان عرضه کشاورزی، تسهیل اخذ مجوز سایر مشاغل جایگزین بخش کشاورزی (احداث اقامتگاه بوم‌گردی، کارگاه تولید پوشاک، صنایع دستی، کارگاه فراوری تولیدات زراعی و دامی و غیره)، دعوت از کشاورزان نمونه و سازگار با خشکسالی برای بهره بردن از تجارب آن‌ها، تسهیل شرایط بیمه فعالان عرضه کشاورزی، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری (آبیاری قطره‌ای و بارانی)، تشکیل، توسعه و فعال‌سازی تعاونی‌های روستایی، تشکیل صندوق‌های اعتباری خرد محلی در میان کشاورزان، برقراری ارتباط مداوم و پایدار میان کشاورزان و مروجان و کارشناسان جهاد کشاورزی، برگزاری دوره‌های آموزشی مؤثر و کاربردی در خصوص روش‌های جدید سازگاری با خشکسالی، تسهیل دریافت اعتبارات بانکی برای کشاورزان، توجه به توصیه‌های فنی و تخصصی کارشناسان جهاد کشاورزی در خصوص زمان کشت و آبیاری، آموزش و ترویج مشاغل غیر کشاورزی، استفاده از گونه‌های گیاهی جدید و مقاوم در برابر خشکسالی، تغییر الگوی کشت با اخذ نظرات کارشناسان جهاد کشاورزی، احداث گلخانه کشت صیفی‌جات، برگزاری جلسات مشارکتی و گروهی در خصوص تصمیم‌سازی‌های گروهی در خصوص سازگاری، احداث بازارهای محلی، تقویت همکاری میان اهالی روستا برای بهره‌برداری از منابع آب و احداث انبار و سردخانه	۰/۷۳۴

۴- یافته‌های پژوهش

یافته‌ها در خصوص بررسی ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخگویان نشان می‌دهد میانگین سن آن‌ها، حدود ۴۳ سال بوده است. در ارتباط با وضعیت تحصیلی پاسخگویان نتایج نشان می‌دهد ۳۶/۵ درصد سیکل و زیر دیپلم، ۴۰/۵ دیپلم و ۲۳ درصد دارای تحصیلات دانشگاهی بوده‌اند. بررسی‌های در خصوص نوع مالکیت اراضی زراعی در محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد ۶۹/۵ درصد برای اراضی شخصی، ۲۷ درصد اجاره‌ای و ۳/۵ درصد به صورت مزارعه (سه‌م‌بری) بر روی زمین‌ها فعالیت می‌نمایند. در ارتباط با مساحت زمین‌های زراعی در محدوده مطالعاتی بررسی‌ها نشان می‌دهد میانگین محاسبه شده حدود ۸ هکتار بوده است.

۴- بررسی وضعیت متغیرهای سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی در شرق حوضه زاینده‌رود

برای بررسی وضعیت سازگاری کشاورزان محدوده مطالعاتی در برابر خشکسالی، از آزمون مقایسه میانگین (آزمون تی تک نمونه‌ای با در نظر گرفتن عدد ۳ به‌عنوان مبنای آزمون) استفاده شده است (جدول ۲). یافته‌ها نشان می‌دهد ۱۴ متغیر مورد بررسی سازگاری کشاورزان با خشکسالی دارای میانگین کمتر حد مینا هستند. منفی شدن آماره‌های آزمون نیز مؤید این مطالب است. بنابراین می‌توان چنین عنوان نمود که وضعیت متغیرهای سازگاری با خشکسالی در میان کشاورزان محدوده مطالعاتی در شرایط ضعیفی قرار دارد. در این میان دو متغیر استفاده از روش‌های نوین آبیاری و استفاده از بیمه خشکسالی به ترتیب با میانگین ۲/۶۱ و ۲/۳۸، دارای میانگین بیشتری نسبت به دیگر متغیرها بوده و دو متغیر تغییر در میزان زمین برای کاشت و تغییر شغل به پرورش دام به ترتیب با میانگین ۱/۷۶ و ۱/۹۹، دارای بدترین

وضعیت نسبت به دیگر متغیرهای سازگاری بوده‌اند. برای روشن شدن بیشتر موضوع، در ادامه وضعیت کلی سازگارهای در برابر خشکسالی در میان کشاورزان محدوده مطالعاتی بررسی شده است.

– بررسی وضعیت کلی سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی در شرق حوضه زاینده‌رود

پس از بررسی متغیرهای سازگاری، برای بررسی وضعیت کلی سازگاری در برابر خشکسالی در محدوده مطالعاتی، متغیرهای سازگاری باهم ترکیب شده^۲ و با استفاده از جدول توزیع فراوانی و آزمون مقایسه میانگین وضعیت کلی سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی در شرق حوضه زاینده‌رود بررسی شده است. یافته‌های حاصل از جدول توزیع فراوانی نشان می‌دهد (جدول ۳) به لحاظ سازگاری ۴۷/۵ درصد از کشاورزان در وضعیت بسیار ضعیف و ضعیف، ۴۲ درصد در سطح

متوسط و ۱۰/۵ درصد در سطوح زیاد و بسیار زیاد قرار گرفته‌اند. در واقع یافته‌ها نشانگر این مهم است که حدود ۹۰ درصد کشاورزان حوضه زاینده‌رود به لحاظ سازگاری در برابر خشکسالی در وضعیت متوسط و پایین‌تر از آن قرار دارند. یافته‌های حاصل از آزمون مقایسه میانگین (آزمون تی تک نمونه‌ای با در نظر گرفتن عدد ۳ به عنوان مبنای آزمون) نشان می‌دهد (جدول ۴) میانگین سازگاری در میان کشاورزان حوضه زاینده‌رود با مقدار ۲/۱۶۵ به صورت معناداری پایین‌تر از حد متوسط است. منفی شده آماره *t*، انحراف از میانگین، حد پایین و بالا، مؤید این مطلب است. در واقع یافته‌های حاصل شده نشانگر وضعیت ضعیف سازگاری در محدوده مطالعاتی در برابر خشکسالی است و نیاز است در این خصوص راهکارهای مؤثر برای افزایش سازگاری کشاورزان و مواجهه با اثرات منفی خشکسالی، شناسایی گردند که در ادامه به این مهم پرداخته شده است.

Table 2- Evaluation of the farmers adaptation variables during drought period in the east of Zayandehrud basin using a one-sample T-test

جدول ۲- ارزیابی متغیرهای سازگاری کشاورزان در طی خشکسالی شرق حوضه زاینده‌رود با استفاده از آزمون *t* تک نمونه‌ای

Adaptation variables	Test value=3						
	t	df	Sig.	Mean	Mean difference	95% confidence interval of the difference	
						Lower	Upper
Planting of other crops	-11.043	199	0.000	2.17	-0.835	-0.98	-0.69
Crop diversity	-13.271	199	0.000	2	-1	-1.15	-0.85
Changes in cropping date	-13.020	199	0.000	2.08	-0.920	-1.06	-0.78
Use of drought resistance varieties	-9.784	199	0.000	2.19	-0.810	-0.97	-0.65
Changes in the cropping land areas	-17.216	199	0.000	1.76	-1.240	-1.38	-1.10
Increase in seeding rate	-11.830	199	0.000	2.08	-0.920	-1.07	-0.77
Changes in irrigation time	-15.842	199	0.000	2.01	-0.995	-1.12	-0.87
Use of conservation methods	-10.817	199	0.000	2.04	-0.965	-1.14	-0.79
Growing agricultural products	-10.702	199	0.000	2.12	-0.880	-1.04	-0.72
Changing job from agriculture to livestock production	-15.137	199	0.000	1.99	-1.015	-1.15	-0.88
Changing job from agricultural to non-agricultural jobs	-9.093	199	0.000	2.23	-0.770	-0.94	-0.60
Using drought insurance	-4.476	199	0.000	2.69	-0.315	-0.45	-0.18
Using novel irrigation methods	-5.467	199	0.000	2.61	-0.395	-0.54	-0.25
Receiving financial assistance	-8.001	199	0.000	2.38	-0.625	-0.78	-0.47

– شناسایی مهم‌ترین راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود

پس از مشخص شدن وضعیت متغیرهای سازگاری در برابر خشکسالی و همچنین وضعیت کلی آن، مهم‌ترین راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود بررسی شده است. برای شناسایی این راهکارها در قالب چند عامل کلیدی و محدود، از فن تحلیل عاملی اکتشافی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فن‌های که هدف اصلی آن، دستیابی به ابعادی از موضوع است که به‌صورت پنهانی در بطن گویه‌ها وجود دارند ولی به‌آسانی قابل مشاهده نمی‌باشند، استفاده شده است. در این آزمون مقدار $KMO = 0/717$ ، محاسبه شد و حاکی مناسب بودن داده‌ها برای فن تحلیل عاملی بوده و همچنین، آماره بارتلت با مقدار 2282 ، در سطح 99% درصد اطمینان معنادار بود. در این پژوهش عواملی موردپیش‌رو قرار گرفته‌اند که مقدار ویژه آن‌ها بزرگ‌تر از 1 بوده است.

بر این اساس تعداد شش عامل به‌عنوان مهم‌ترین راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه کشاورزان با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود شناسایی شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود (جدول ۵) در مجموع شش عامل شناسایی شده توانسته‌اند $71/881\%$ درصد از واریانس متغیر وابسته را تبیین نمایند.

درصد واریانس مقدار ویژه هر یک از عوامل شناسایی شده به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: عامل اول $17/533\%$ درصد، عامل دوم $12/946\%$ درصد، عامل سوم $12/421\%$ درصد، عامل چهارم $10/697\%$ درصد، عامل پنجم $9/188\%$ درصد و عامل ششم $9/096\%$ درصد.

Table 3- Investigation of the general situation of farmers' adaptation during drought in the east of the Zayandehrud basin

جدول ۳- ارزیابی وضعیت کلی سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی در شرق حوضه زاینده‌رود

General situation	Frequency	Percent	Cumulative percent
Very poor	52	26	26
Poor	43	21/5	47/5
Average	84	42	89/5
Good	15	7/5	97
Excellent	6	3	100
Total	200	100	-

– نام‌گذاری عوامل شناسایی شده در خصوص راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود

در این مطالعه برای چرخش عامل‌ها از روش وریماکس استفاده شده است. در این مرحله متغیرهایی که بار عاملی آن‌ها بزرگ‌تر از $0/50$ بوده است، معنی‌دار فرض شده‌اند (جدول ۶) و بر اساس متغیرهای قرارگرفته شده در هر عامل، نام‌گذاری عامل‌های شناسایی شده انجام گرفته است.

عامل اول: یافته‌ها نشان می‌دهد (جدول ۶) متغیرهای تسهیل دریافت اعتبارات بانکی برای کشاورزان، تسهیل اخذ مجوز سایر مشاغل جایگزین بخش کشاورزی (احداث اقامتگاه بوم‌گردی، کارگاه تولید پوشاک، صنایع دستی، کارگاه فرآوری تولیدات زراعی و دامی و غیره)، تجدیدنظر در تخصیص یارانه‌ها به فعالان عرضه کشاورزی و تسهیل شرایط بیمه فعالان عرضه کشاورزی، در عامل اول قرارگرفته‌اند و در مجموع توانسته‌اند $17/533\%$ درصد از واریانس راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود را تبیین نمایند. با توجه به مفهوم کلی متغیرهای فوق، این عامل «سیاست‌های حمایت مالی- سازمانی» نام‌گذاری شد.

Table 4- Evaluation of the general situation of farmers during drought period in the east of Zayandehrud basin using a one-sample T-test

جدول ۴- ارزیابی وضعیت کلی سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی در شرق حوضه زاینده‌رود با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای

Adaptation variables	Test value=3						
	t	df	Sig.	Mean	Mean difference	95% confidence interval of the difference	
						Lower	Upper
adaptation during drought	-17.76	199	0.000	2.165	-0.834	-0.927	-0.742

Table 5- The extracted factors regarding the solutions for improving the level of adaptation and dealing with drought in the Zayandehrud River basin

جدول ۵- عامل‌های استخراج‌شده در خصوص راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود

Factor	Eigen value	Percentage of variance	Cumulative percent
1	507.3	533.17	533.17
2	589.2	946.12	479.30
3	484.2	421.12	900.42
4	139.2	697.10	597.53
5	838.1	188.9	785.62
6	1.819	096.9	88.71

عامل چهارم: احداث گلخانه کشت صیفی‌جات، احداث بازارهای محلی و احداث انبار و سردخانه، متغیرهایی هستند که در عامل چهارم واقع شده‌اند. این متغیرها با تبیین ۱۰/۶۹۷ درصد از واریانس متغیر وابسته پژوهش در حوضه رودخانه زاینده‌رود، تداعی‌کننده استفاده از تأسیسات و تجهیزات زیرساختی و کالبدی برای افزایش سازگاری و مواجهه بیشتر با خشکسالی در میان کشاورزان محدوده مطالعاتی است. لذا این عامل «زیرساختی» نام‌گذاری شد.

عامل پنجم: در پنجمین عامل شناسایی‌شده دو متغیر تشکیل، توسعه و فعال‌سازی تعاونی‌های روستایی و تشکیل صندوق‌های اعتباری خرد محلی در میان کشاورزان واقع شده‌اند و در مجموع توانسته‌اند ۹/۱۸۸ درصد واریانس راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود را تبیین نمایند. با توجه به مفهوم و ماهیت متغیرهای مذکور، این عامل «تقویت نهادهای اجتماعی و اقتصادی» نام‌گذاری شد.

عامل ششم: یافته‌های حاصل‌شده نشان می‌دهد متغیرهای تقویت همکاری میان اهالی روستا برای بهره‌برداری از منابع آب و برگزاری جلسات مشارکتی و گروهی در خصوص تصمیم‌سازی‌های گروهی در خصوص سازگاری با تبیین ۹/۰۹۶ درصد واریانس متغیر وابسته پژوهش، در عامل ششم و آخرین عامل مهم شناسایی‌شده واقع شده‌اند. با توجه به ماهیت و مفهوم این متغیرها، این عامل «تقویت مشارکت محلی» نام‌گذاری گردید.

با توجه به یافته‌های حاصل از فن تحلیل عاملی اکتشافی می‌توان عنوان نمود که مهم‌ترین و کلیدی‌ترین راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در میان کشاورزان حوضه زاینده‌رود به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: سیاست‌های حمایت مالی-سازمانی، آموزشی-ترویجی، فنی-زراعی، زیرساختی، تقویت نهادهای اجتماعی و تقویت مشارکت محلی. در واقع با تقویت و اجرایی ساختن این راهکارها، می‌توان انتظار داشت ضمن افزایش میزان سازگاری کشاورزان در برابر خشکسالی، می‌توان آثار و پیامدهای منفی خشکسالی را (به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین آثار تغییر اقلیم) کاهش داد و به پایداری اجتماعات روستایی، امیدوارتر بود.

عامل دوم: یافته‌های حاصل‌شده نشان می‌دهد (جدول ۶) چهار متغیر برقراری ارتباط مداوم و پایدار میان کشاورزان و مروجان و کارشناسان جهاد کشاورزی، برگزاری دوره‌های آموزشی مؤثر و کاربردی در خصوص روش‌های جدید سازگاری با خشکسالی، دعوت از کشاورزان نمونه و سازگار با خشکسالی برای بهره‌بردن از تجارب آن‌ها و آموزش و ترویج مشاغل غیر کشاورزی، با تبیین ۱۲/۹۴۶ درصد از واریانس متغیر وابسته پژوهش، در دومین عامل شناسایی‌شده بارگذاری شده‌اند. با توجه به ارتباط مفهومی این متغیرها، این عامل «آموزشی-ترویجی» نام‌گذاری شد.

عامل سوم: یافته‌های حاصل‌شده نشان می‌دهد متغیرهای استفاده از گونه‌های گیاهی جدید و مقاوم در برابر خشکسالی، توجه به توصیه‌های فنی و تخصصی کارشناسان جهاد کشاورزی در خصوص زمان کشت و آبیاری، تغییر الگوی کشت با اخذ نظرات کارشناسان جهاد کشاورزی و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری (آبیاری قطره‌ای و بارانی)، با تبیین ۱۲/۴۲۱ درصد واریانس راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه زاینده‌رود، در عامل سوم قرار گرفته‌اند. با توجه به ماهیت و مفهوم این متغیرها، سومین عامل شناسایی «فنی-زراعی» نام‌گذاری شد.

Table 6- Factors, variables, and coefficients of the implemented strategies for improving adaptation and coping with drought in Zayandehrud river basin

جدول ۶- عامل‌ها، متغیرها و ضرایب عاملی دوران یافته راهکارهای ارتقای سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی در حوضه

زاینده‌رود

Impact factor	Variable	Factor
Organizational and financial support policies	Facilitating bank credits for farmers	0.886
	Facilitating permissions for alternative jobs in agricultural sectors (construction of eco-tourism residences, clothing production workshops, handicrafts, workshops for processing agricultural and livestock products, etc.)	0.811
	Revising the allocation of subsidies to involved workers in agricultural scopes	0.796
	Providing better insurance conditions for those who are active in agricultural sector	0.753
	Providing permanent continuous communication between farmers and experts in Agricultural Jihad Organization	0.759
Educational-Promotional	Conducting effective training practical courses about new methods of adaptation to drought	0.682
	Inviting farmers with successful practices in adaption to drought to use their experience	0.654
	Training and promotion of non-agricultural occupations	0.711
Technical-Agricultural	Using new drought-resistant plants species	0.655
	Using technical and specialized tips by experts from Agricultural Jihad Organization about planting and irrigation time	0.744
	Altering planting patterns based on Agricultural Jihad Organization's instructions	0.533
	Using modern irrigation technologies (drip and rain irrigation)	0.765
Infrastructural	Construction of green houses for planting vegetables	0.769
	Establishment of local markets	0.830
	Establishment of warehouses and cold storages	0.754
Amplification of social institutions	Founding, developing and activating rural cooperatives	0.785
	Formation of local microcredit founds among farmers	0.766
Amplification of local cooperation	Amplification of cooperation among villagers to exploit water resources	0.699
	Conducting collective cooperative meetings regarding decision-making about adaptability	0.818

۵- نتیجه‌گیری

نشان داد سازگاری کشاورزان محدوده مطالعاتی در برابر خشکسالی در وضعیت ضعیفی قرار دارد. از آنجایی که (Jamshidi et al. 2015) و (Soleimani et al. 2016) و (Yeganegi Dastgerdi et al. 2020)، در مطالعات خود بر وضعیت نامناسب سازگاری در برابر خشکسالی اذعان کرده‌اند، لذا نتایج پژوهش حاضر همسو با این مطالعات است و این مهم در افزایش اعتبار پژوهش اثرگذار است. سطح سازگاری پایین کشاورزان در مواجهه با خشکسالی می‌تواند آسیب‌های متعدد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را برای جامعه روستایی به دنبال داشته باشد. چراکه جامعه روستایی در حال حاضر با چالش‌های مختلفی از جمله فقر، بیکاری، مهاجرت، سطح پایین تحصیلات، برخورداری ضعیف از زیرساخت‌های مختلف و غیره مواجه هستند و سطح پایین سازگاری در مواجهه با خشکسالی می‌تواند به شدت این

جوامع روستایی با چالش‌های متعددی مواجه هستند به گونه‌ای که این چالش‌ها این جامعه کهن را به سمت ناپایداری فزاینده سوق می‌دهد. در این میان خشکسالی‌های ناشی از تغییر اقلیم، یکی از مهم‌ترین چالش‌های جوامع روستایی است که اثرات منفی متعددی را بر بنیان‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تحمیل نموده است. یکی از مهم‌ترین راهبردها برای مواجهه با اثرات منفی خشکسالی، ارزیابی و سنجش سطح سازگاری جوامع روستایی در برابر خشکسالی و شناسایی راهکارهای عملیاتی برای کاهش اثرات این پدیده مخرب است. در این راستا هدف پژوهش حاضر بررسی و تحلیل وضعیت سازگاری کشاورزان حوضه زاینده‌رود در استان اصفهان در برابر خشکسالی و شناسایی راهکارهای مواجهه با آن است. نتایج پژوهش

در راستای تکمیل هرچه بیشتر موضوع مورد مطالعه و اهمیت مدیریت منسجم و یکپارچه در سطوح مختلف برنامه‌ریزی، پیشنهادهای مطالعاتی زیر ارائه می‌شود: - شناسایی مهمترین موانع نهادی و سازمانی حمایت از سازگاری کشاورزان برای مواجهه با خشکسالی در میان روستاییان حوضه زاینده‌رود؛ - شناسایی و ارائه استراتژی‌های تغییرات نهادی و سازمانی در حوزه توسعه روستایی با تأکید بر بخش کشاورزی؛ - سناریوهای آینده توسعه کشاورزی در حوضه زاینده‌رود با رویکرد آینده‌پژوهشی.

پی‌نوشت‌ها

1- Standardized Precipitation Index

۲- با استفاده از دستور کامپیوت (Compute) در نرم‌افزار SPSS و انجام عملیات شاخص‌سازی

چالش‌ها بیفزاید. لذا با توجه به نتایج حاصل شده، شناسایی راهکارهای عملیاتی برای افزایش میزان سازگاری کشاورزان با پدیده خشکسالی و کاهش اثرات آن از الزاماتی است که باید مد نظر سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان روستایی و توسعه کشاورزی قرار گیرد. نتایج پژوهش در خصوص شناسایی مهم‌ترین راهکارهای عملیاتی برای افزایش میزان سازگاری کشاورزان با پدیده خشکسالی و کاهش اثرات آن بر کشاورزان در حوضه زاینده‌رود نشان داد شش راهکار کلیدی شناسایی شده است که به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: سیاست‌های حمایت مالی- سازمانی، آموزشی- ترویجی، فنی- زراعی، زیرساختی، تقویت نهادهای اجتماعی و تقویت مشارکت محلی. راهکارهای شناسایی شده در پژوهش حاضر همسو با مطالعات Sharfi and Toulabi Nejad, Jamshidi et al. (2015), Zarafshani (2013), Nouri and Nooripoor (2019), and Sadeghi (2019), Fahad and Solimani et al. (2021), Pakmehr et al. (2021), Wang (2018) و Karimi and Ataei (2022)، در خصوص افزایش سطح سازگاری و مواجهه با خشکسالی است.

با توجه به نتایج حاصل شده و در راستای تقویت سازگاری کشاورزان محدوده مورد مطالعه در برابر خشکسالی، تخصیص اعتبارات و تسهیلات مالی مورد نیاز کشاورزان از سوی نهادهای متولی، توجه به مشاغل جایگزین بخش کشاورزی، همکاری سازنده و مؤثر سازمان‌ها و ادارات برای صدور مجوز شروع فعالیت‌های نوین زراعی و غیر زراعی، برگزاری دوره‌های آموزشی مؤثر در خصوص شیوه‌های نوین سازگاری و مزایای آن، برقراری ارتباط مؤثر و کارآمد کشاورزان با افراد باتجربه در خصوص سازگاری با خشکسالی، تغییر الگوی کشت، استفاده از بذره‌های مقاوم در برابر خشکسالی، تشکیل تعاونی‌های فعال روستایی، استفاده از تجهیزات نوین آبیاری، احداث بازارهای محلی، تشکیل صندوق‌های اعتباری خرد محلی و تقویت سرمایه اجتماعی، پرداخت سالانه خسارت ناشی از خشکسالی از سوی دولت به کشاورزان بسیار آسیب‌پذیر دیده علاوه بر دریافت بیمه، خرید تضمینی محصولات تولید شده در پایان فصل زراعی به وسیله دولت برای کاهش رشد دلالتان و افزایش نسبی سود کشاورزان، از مهم‌ترین راهکارهای عملیاتی برای بهبود وضعیت سازگاری کشاورزان و همچنین ارتقای توان آن‌ها برای مواجهه با خشکسالی است. لازم به ذکر است عملیاتی ساختن راهکارهای فوق در گرو مدیریت منسجم و یکپارچه در سطوح مختلف برنامه‌ریزی (سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی) است که به مشارکت فعال کشاورزان در تمامی مراحل تصمیم‌سازی و برنامه‌ریزی توجه نماید.

۶- مراجع

- Abedi Sarvestani A, Ghorbani KH, Khaksar Moghaddam G (2019) Studying the methods of drought coping by farmers (case study: Shirvan County of Northern Khorasan province). *Geography and Sustainability of Environment* 8(3):13-31 (In Persian)
- Almasi H, Tavakoli J, Ghoochi P (2016) Assessing and analyzing farmer's drought coping strategies in Kermanshah province. *Journal of Rural Research* 7(1):217-242 (In Persian)
- Amini Faskhodi S and Mirzaei M (2013) Consequences of water deficiency crisis and become dry of Zayande-Roud in rural areas (case study: Baraan plain in eastern Isfahan). *Community Development (Rural and Urban Communities)* 5(2):157-180 (In Persian)
- Barnett J (2001) Adapting to climate change in Pacific Island countries: The problem of uncertainty. *World Development* 29(6):977-993
- Bryan E, Deressa TT, Gbetibouo GA, Ringler C (2009) Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: Options and constraints. *Environmental Science and Policy* 12(4):413-426
- Bryant CR, Smit B, Brklacich M, Johnston TR, Smithers J, Chiotti Q, Singh B (2000) Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change. *Climate Change* 45(1):181-201
- Dang HL, Li E, Nuberg I, Bruwer J (2014b) Understanding farmers' adaptation intention to climate change: A structural equation modelling study in the Mekong Delta, Vietnam. *Environmental Science and Policy* 41(1):11-22
- De Silva M, Kawasaka A (2018) Analysis socioeconomic vulnerability to disaster risk: A case study of flood and drought impact in a rural Sri Lankan community. *Ecological Economics* 152(3):131-140
- Fahad S, Wang J (2018) Farmers' risk perception, vulnerability, and adaptation to climate change in rural Pakistan. *Land Use Policy* 79(1):301-309
- Grothmann T, Patt A (2005) Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change* 15(3):199-213
- Hannah L, Donatti CI, Harvey CA, Alfaro E, Rodriguez DA, Bouroncle C, Imbach P (2017) Regional modeling of climate change impacts on smallholder agriculture and ecosystems in central America. *Climatic Change* 141(1):29-45
- Ifeanyi-Obi CC, Etuk UR, Jike-Wai O (2012) Climate change, effects and adaptation strategies; Implication for agricultural extension system in Nigeria. *Greener Journal of Agricultural Sciences* 2(2):53-60
- Jamini D, Dehghani A (2022) Evaluation and analysis of resilience of rural tourism and identification of key drivers affecting it in the face of the Covid-19 pandemic in Iran. *Journal of Research & Rural Planning* 11(4):99-116
- Jamshidi AR, Nouri Zamanabadi SH, Sadegh Ebrahimi M (2015) Adaptation to climate change in Sirvan County, Ilam Province: Options and constraints. *Journal of Research & Rural Planning* 4(2):79-95 (In Persian)
- Jia JY, Han LY, Liu YF, He N, Zhang Q, Wan X, Hu JM (2016) Drought risk analysis of maize under climate change based on natural disaster system theory in Southwest China. *Acta Ecologica Sinica* 36(5):340-349
- Karimi H, Ataei P (2022) Consequences of applying adaptation strategies of Sistan farmers to drought: Resilience and viability. *Iranian Agricultural Extension and Education Association* 17(2):149-164 (In Persian)
- Karimi H, Ataei P (2022) Farmers' cultural biases and adaptation behavior towards drought: A case in Sistan plain. *Journal of Agriculture Science Technology* 24(4):793-809
- Li S, Juhász-Horváth L, Harrison PA, Pintér L, Rounsevell MD (2017) Relating farmer's perceptions of climate change risk to adaptation behaviour in Hungary. *Journal of Economics* 45(04):701-718
- Masud MM, Azam MN, Mohiuddin M, Banna H, Akhtar R, Alam AF, Begum H (2017) Adaptation barriers and strategies towards climate change: Challenges in the agricultural sector. *Journal of Cleaner Production* 156:698-706
- Mesike CS, Ugwa IK, Esekade TU (2015) Adaptation to climate change among rubber farmers in delta state Nigeria. *Climate Change* 1(2):98-104
- Messmer L, Thom B, Kruetli P, Dawoe E, Assefa K, Six J, Joerin J (2021) Beyond feasibility-the role of motivation to implement measures to enhance resilience. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26(5):1-24
- Mirahsani M, Salman Mahini A, Soffianian A, Moddares R, Jafari R, Mohammadi J (2018) Regional drought monitoring in Zayandeh-rud basin

- based on time series variations of the SPI and satellite-based VCI indices. *Journal of Geography and Environmental Hazards* 6(4):1-22 (In Persian)
- Mishra A, Singh V (2010) Development of Drought SAF curves. *Water Resources Publications* 811-831
- Motevali Bashi Naeini E, Akhond Ali A M, Radmanesh F, Sharifi MR, Abedi Koupaei J (2019) Zoning map of drought characteristics under climate change scenario using copula method in the Zayandeh Roud river catchment. *Irrigation Sciences and Engineering* 42(1):145-160 (In Persian)
- Nouri M, Nooripoor M (2019) Perception to action of Mohr County of Fars province farmers towards confrontation with drought. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal* 15(1):71-87 (In Persian)
- Pakmehr S, Yazdanpanah M, Baradaran M (2021) Investigating the behavior of farmers in the face of water scarcity. *Journal of Applied Sociology* 32(3):135-154 (In Persian)
- Pittman J, Wittrock V, Wheaton E (2011) Vulnerability to climate change in rural Saskatchewan. *Journal of Rural Studies* 27(1):83- 94
- Riahi V, Jamini D (2018) A study on the villagers' semantic understanding of functional challenges in rural settlements (Case study: Central District of Ravansar County). *Journal of Research & Rural Planning* 7(2):1-23
- Savari M, Shokati Amghani M (2020) Adaptation strategies of small scale farmers in confronting droughts in west Azerbaijan province. *Spatial Planning* 9(4):17-42 (In Persian)
- Shabanali Fami H, Azizi S, Alambeigi A (2020) Clarifying the role of drought adaptation strategies on changing farming mode by livestock farmers: Evidence from Komijan township, Iran. *Journal of Agriculture Science Technology* 22(2):333-346
- Shabanali Fami H, Savari M, motaghd M, Mohammadzadeh Nasrabadi M, Afshari S, baghaee M (2020) Formulating and analysis of adaptation strategies of farmers to drought conditions in Isfahan province using TOWS matrix. *The Journal of Spatial Planning* 24(1):21-47 (In Persian)
- Sharfi L, Zarafshani K (2013) Drought management strategies of wheat farmers in Kermanshah province. *Water Management in Agriculture* 1(1):1-12 (In Persian)
- Soleimani A, Afarakhte H, Azizpour F, Tahmasbi A (2016) Spatial analysis of adaptation capacity of rural settlements in facing drought in Ravansar city. *Spatial analysis of Environmental Hazards* 3(2):65-78 (In Persian)
- Tesfaye W, Seifu L (2016) Climate change perception and choice of adaptation strategies: Empirical evidence from smallholder farmers in east ethiopia. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 8(2):253-270
- Thoai TQ, Rañola Jr RF, Camacho LD, Simelton E (2018) Determinants of farmers' adaptation to climate change in agricultural production in the central region of Vietnam. *Land Use Policy* 70:224-231
- Toulabi Nejad M, Sadeghi KH (2019) Farmers' strategies in the face of droughts and examination of the factors affecting those strategies: A case study of Roshtkhar County. *Journal of Rural Research* 9(4):608-627 (In Persian)
- Vali AA, Zarepour H, Ghorbani H, Sadatinejad SJ, Alavinia SH (2022) Long-term statistical analysis of meteorological drought trends in Isfahan province. *Desert Ecosystem Engineering Journal* 11(34):113-126 (In Persian)
- Yeganegi Dastgerdi V, Sharifzadegan MH, Mobarghei Dinan N (2020) Measuring acceptance of drought adaptation using theory of reasoned action, case study: Farmers of Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Watershed Engineering and Management* 12(4):941-952 (In Persian)
- Zhang A, and Jai G (2013) Monitoring meteorological drought in semiarid Regions using multi-sensor microwave Remote sensing data. *Remote Sensing of Environment* 134:12-23