Agricultural Economics and Development

Vol. 33, No. 131, Autumn 2025

Identifying Factors Affecting the Adoption of Smart Agriculture in the Face of Climate Variability: A Case Study of Farmers in Fars Province of Iran

M. Moosaei [1]

Received: 19 March, 2025 Accepted: 3 October, 2025

Introduction: Climate change is one of the most important ecological problems of the 21st century, which has significant impacts on water resources, soil, floods and soil erosion. Thus, adopting appropriate measures to reduce the concerned damages requires assessing the impact of climate change and the effectiveness of adaptation options. The climate change affects all economic sectors to some extent and has widespread consequences on natural ecosystems and is a very important factor in intensifying the occurrence of dust, biodiversity loss, pest outbreaks in ecosystems, threatening the biological functions of wetlands and changing the natural geographical distribution of animals. Therefore, the issue of climate change and its consequences as a global problem requires further investigation. Smart agriculture is an emerging concept that refers to the management of agricultural land with Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IOT), and robotics. The goal of using smart agriculture is to improve the quantity and quality of products and reduce the human labor required during the production process. The smart agriculture provides farmers with various technologies such as sensors, software, robots, connections, positioning, and data analysis. In this way, the farmers can control their land anywhere and make the best decisions with the useful information obtained from the tools. The goal of smart agriculture is to provide globally applicable principles for agricultural management for food security under the influence of climate change. One of the main features of smart agriculture is to meet three objectives: increasing food security through increased productivity and income, resilience and adaptation to climate change, and reducing greenhouse gas emissions. According to the mentioned materials, this research aimed to investigate the factors influencing the adoption of smart

1. Associate Professor, Department of Agricultural Management, Gachsaran Branch, Islamic Azad University, Gachsaran, Iran (Mo.moosaei1344@iau.ac.ir).

DOI: 10.30490/aead.2025.367410.1666

agriculture to respond to (in the face of) climate variability among the farmers of Fars province of Iran.

Materials and Methods: This study ws an applied research in terms of purpose and a descriptive-survey research in terms of methodology. The statistical population of the study included 287,863 farmers in Fars province. Morgan table was used to determine the sample size; and based on this table, the sample size was determined 384 people. Also, a simple random sampling method was used to select the sample size. The main tool for collecting research data was a questionnaire. In order to determine the construct validity, Average Variance Extracted (AVE) index was calculated; and to calculate the reliability of the questionnaire, Composite Reliability (CR) test and Cronbach's alpha coefficient were used. Frequency distribution tables and central tendency indices including frequency distribution, standard and mean deviations were used to describe the research variables as well as Partial Least Squares (PLS) approach and coefficient of determination, CVCom and CVRed statistics were used to fit the model. SPSS22 and SMART PLS2 software were used to analyze the research data.

Results and Discussion: The results of the structural equation test for the relationship between the studied variables and adoption of smart agriculture for responding to (in the face of) climate variability showed that the significance of individual factors was 10.057, indicating a greater value than the critical limit of 1.96, and the factor loading value in the standard case was estimated 0.962, indicating that the relationship between the two variables was positive and in the direct direction, because the coefficient obtained was positive. For agricultural factors, the significance was 8.846, and the factor loading value in the standard case was calculated 0.883, indicating that the relationship between the two variables was positive and in the direct direction as well. For the social factors, it was equal to 6.693, and the factor loading value in the standard case was equal to 0.680, indicating that the relationship between the two variables was positive and in the direct direction too. Finally, for the economic factors, the significance was 4.916 and the factor loading value in the standard case was obtained as 0.425, indicating that the relationship between the economic factors and the adoption of smart agriculture tin the face of the climate variability was positive and in a direct direction as well, because the obtained coefficient was positive. The study findings showed that there were positive and significant relations of the social, agricultural and individual factors with the adoption of smart agriculture in the face of the climate variability.

Conclusion and Suggestions: Based on the study results, indicating that there were some positive and significant relations between the studied economic, social, agricultural and individual factors and the adoption of smart agriculture in the face of the climate change (variability), it is suggested that the government take necessary measures to provide the economic and technical infrastructure needed to implement the smart agriculture; also, special and low-interest facilities be considered for farmers who are more inclined to adopt it. In addition, it is suggested that in order to promote the smart agriculture, in addition to focusing on educational and extension programs that can lead to changes in farmers' attitudes and behaviors, a special attention should be paid to issues such as the cultural and social status of target groups as well as the individual characteristics of farmers, especially young and progressive farmers with higher levels of education.

Keywords: *Smart Agriculture, Climate Variability, Adoption. Fars (Province).*

JEL Classification: Q1, Q16

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۳، شماره ۱۳۱، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی: مطالعه موردی کشاورزان استان فارس

محسن موسایی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱

چکیده

تغییرات آب‌وهوایی تهدیدی بزرگ و فزاینده، برای امنیت غذایی جهان است. دامنه و سرعت تغییرات آب‌وهوایی و اثرات سازگاری و تعدیلی آن در کشاورزی، برای بخش‌هایی بزرگ از جمعیت جهان در آینده، حیاتی و بحرانی خواهد بود. کشاورزی هوشمند، رویکردی برای هدایت مدیریت کشاورزی در عصر تغییر آب‌وهوایی است. پژوهش حاضر، با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی، جزو پژوهش‌های توصیفی از نوع همبستگی بوده، از لحاظ ماهیت، کمّی و از لحاظ هدف، کاربردی است. جامعهٔ آماری پژوهش شامل کشاورزان استان فارس به تعداد ۲۸۷۴۵۶ نفر بود که بر اساس جدول مورگان، تعدد ۳۸۴ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای انتخاب حجم نمونه، از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای استفاده شد. ابزار مورد استفاده برای گردآوری اطلاعات پرسشنامه بود که روایی آن از طریق پانل متخصصان و پایایی آن از طریق ضریب آلفای کرونباخ به‌دست آمد. در بخش اول پرسشنامه، سؤالات مربوط به ویژگی‌های فردی پاسخ‌گویان و در بخش دوم،

۱- دانشیار گروه مدیریت کشاورزی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران.
(Mo.moosaei1344@iau.ac.ir)

DOI: 10.30490/aead.2025.367410.1666

سؤالات تخصصی برای سنجش متغیرهای تحقیق شامل ۴۱ گویه بود که بر اساس طیف لیکرت پنج‌گزین‌های (خیلی کم= ۱ تا خیلی زیاد= ۵) تنظیم شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای SPSS22 و Smart PLS2 استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که عوامل اقتصادی، اجتماعی، زراعی و فردی با پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی رابطه مثبت و معنی‌دار دارند. بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود که به‌منظور ترویج کشاورزی هوشمند، علاوه بر تمرکز بر برنامه‌های آموزشی و ترویجی در راستای تغییر نگرش و رفتار کشاورزان، به‌ویژه به مسائلی مانند وضعیت فرهنگی و اجتماعی گروه‌های هدف نیز توجه شود.

کلیدواژه‌ها: *فارس (استان)، پذیرش، تنوع آب‌وهوایی، کشاورزی هوشمند.*

طبقه‌بندی JEL : Q1, Q16

مقدمه

در دهه‌های اخیر، جوامع علمی و سیاست‌گذاران تغییرپذیری‌های اقلیمی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوع‌های زیست‌محیطی دانسته‌اند که به‌شدت بر پایداری بسیاری از فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی تأثیر می‌گذارد (Pagliacci et al., 2020). تغییرپذیری‌های اقلیمی، به‌عنوان یک تهدید بزرگ برای کشاورزی، امنیت غذایی و معیشت میلیون‌ها نفر، در بسیاری از کشورهای جهان در حال گسترش است (IPCC, 2013). همچنین، کشاورزی به‌شدت با شرایط اقلیمی در ارتباط است و در اثر تغییر اقلیم، تهدید می‌شود. از این‌رو، این پدیده می‌تواند آسیب‌پذیری و فقرکشاورزان را افزایش دهد (Nguyen et al., 2016).

تغییرات آب‌وهوایی تهدیدی بزرگ و فزاینده برای امنیت غذایی جهان است. دامنه و سرعت تغییرات آب‌وهوایی و اثرات سازگاری و تعدیلی آن در کشاورزی، برای بخش‌هایی بزرگ از جمعیت جهان در آینده، حیاتی و بحرانی خواهد بود. اثرات تغییرات آب‌وهوایی در برنامه‌ریزی توسعه کشاورزی یک چالش بزرگ است. همچنین، از آنجا که کشاورزی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است، برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ظرفیت تولیدکنندگان، توجه به کاربرد فناوری‌های جدید و اتخاذ تدابیر سیاسی ضرورت دارد (Abbaszadeh, 2020).

هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم[1]، در آخرین گزارش خود، به‌روشنی اشاره کرده است که تغییر اقلیم اثرگذاری‌های زیانبار و قابل ملاحظه بر بخش کشاورزی داشته است. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[2]، بعد از انقلاب صنعتی، غلظت دی‌اکسید کربن تا ۳۸۰ پی‌پی‌ام (ppm) افزایش

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

را نشان می‌دهد. افزایش دمای زمین، تغییر الگوی بارش و افزایش شدت پدیده‌هایی چون خشکسالی، سیل، طوفان و ... به‌موازات هم روی می‌دهند که به‌صورت جدی، تولید محصولات کشاورزی را تهدید می‌کنند. بر پایهٔ برخی گزارش‌ها، تا سال۲۰۵۰، نرخ رشد ذرت، برنج و گندم، به‌ترتیب، دوازده، ۲۳ و سیزده درصد کاهش خواهد یافت و قیمت این محصولات،، به‌ترتیب، نود، ۸۹ و ۷۵ درصد نسبت به زمان حال افزایش پیدا خواهد کرد. از سوی دیگر، تنوع گیاهی در انت‌های سال ۲۰۳۰، نسبت به سال ۲۰۰۰، در نتیجهٔ تغییر اقلیم، به میزان ده درصد کاهش خواهد یافت.

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیم منجر به کاهش تولید و درآمد محصولات کشاورزی شده است. کشاورزان، در ایران، در برابر رویدادهای اقلیمی مانند خشکسالی و کاهش منابع آبی بسیار آسیب‌پذیرند. به‌رغم افزایش آسیب‌پذیری و فقر کشاورزان در نتیجه گسترش تغییرپذیری‌های اقلیمی، راهبردهای هوشمند در زمینهٔ اقلیم به اندازه کافی توسط کشاورزان ایرانی عملیاتی نشده است. از جمله عوامل مؤثر بر پذیرش راهبردهای کشاورزی هوشمند، می‌توان از ویژگی‌های روان‌شناختی مانند اعتقاد به وجود تغییرات اقلیمی و درک خطرات آن نام برد که بر مشارکت کشاورزان تأثیرگذار است (Etemadi et al., 2021).

افزایش تغییرپذیری‌های اقلیمی، با کاهش بهره‌وری زمین‌های زراعی و در پی آن، کاهش درآمد، روابط بازار را دچار آشفتگی کرده است؛ و در این میان، کشاورزان خرده‌پا و معیشت جامعه‌های روستایی با آسیب‌پذیری بیشتری روبه‌رو می‌شود. با ادامه روند تأثیرهای منفی ناشی از تغییر اقلیم، انگیزه سرمایه‌گذاران کاهش یافته، مخاطره‌پذیری (ریسک‌پذیری) بهره‌برداران کشاورزی تحلیل می‌رود و کشاورزان ناچار خواهند شد که برای حفظ تولید، فشار بیشتری بر منابع وارد کرده، استفاده از نهاده‌هایی مثل کود و سم را افزایش دهند و بی‌ثباتی را تشدید کنند. این فعالیت‌ها به‌نوبه خود باعث افزایش ناپایداری‌های اقلیمی می‌شود و افزون بر این، به رشد نرخ تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌انجامد. در صورت عدم تغییر بینش نسبت به کشاورزی رایج و عدم تطبیق با شرایط اقلیمی جدید، سامانه‌های تولیدی قادر به تأمین امنیت غذایی و مبارزه با تغییر اقلیم نخواهند بود (FAO, 2010).

زمانی که در حدود یک قرن پیش، نظریه «گرمایش جهانی» توسط آرنیوس دانشمند سوئدی مطرح شد، کمتر کسی تصور می‌کرد که این مسئله، با اثرگذاری بر اقلیم زمین و تغییر آن، در کوتاه‌مدت، تبدیل به مهم‌ترین نگرانی جامعه بین‌المللی شود (Ghambar Ali et al., 2013).

تغییر اقلیم تهدیدی جدی برای آینده جهان محسوب می‌شود، که می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر چرخه آب‌شناختی (هیدرولوژیکی) برجای گذارد؛ از جمله این اثرات، عبارت‌اند از: تغییر

الگوی کشت و دسترسی به آب مورد نیاز، تغییر میزان بارش باران، افزایش دما، افزایش وقوع خشکسالی و سیل، تغییر زیست‌بوم، بالا آمدن آب دریا، شور شدن منابع آب زیرزمینی و کاهش ذخایر آبزیان به‌دلیل گرم شدن دمای آب دریاها، تغییر در سطح منابع آب سطحی و زیرزمینی و نیز افزایش تقاضای مصرف آب در بخش کشاورزی، تغییر میزان تبخیر و تعرق گیاه و تولید محصولات، افزایش تنوع و تقویت قدرت زمستان‌گذرانی آفات کشاورزی (Chou, 2013; Bose et al., 2014; Butler et al., 2014; Manandhar et al., 2015; Ali & Erenstein, 2017; Kimeli et al., 2017).

تغییرات اقلیمی می‌تواند اثرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی جدی بر غذا، اشتغال و معیشت ساکنان کره زمین و از جمله کشاورزان داشته باشد. از این‌رو، به‌دلیل اهمیت این موضوع، به پیشنهاد هیئت بین‌الدول تغییرات اقلیم (IPCC)، انجام اقدامات فوری به‌منظور کاهش اثرات تغییرات اقلیم ضروری است (Parry et al., 2007; Chisanga et al., 2017; Jiri et al., 2017).

تغییر اقلیم از مهم‌ترین مشکلات بوم‌شناختی قرن ۲۱ است که اثرات قابل توجه بر منابع آب، خاک، سیلاب‌ها و فرسایش خاک می‌گذارد؛ از این‌رو، اتخاذ تدابیر مناسب برای کاهش آسیب‌ها نیازمند ارزیابی اثر تغییر اقلیم و کارآیی گزینه‌های سازگاری است.

بر پایهٔ سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2010)، در صورت عدم تغییر نگرش در مورد کشاورزی رایج و نیز عدم تطبیق با شرایط اقلیمی جدید، سامانه‌های تولیدی قادر به تأمین امنیت غذایی و مبارزه با تغییر اقلیم نخواهند بود.

در واقع، چالش‌های مرتبط با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی نیاز به پذیرش راهکارهای نوآوری برای افزایش تاب‌آوری کشاورزان و کاهش اثرگذاری‌های تغییر اقلیم را روشن می‌سازد. مجموع‌های از این راهکارها از سوی سازمان خواربار و کشاورزی (FAO) به‌عنوان کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی[1] نامیده شده است. در این راستا، ترغیب کشاورزان به اتخاذ راهبردهای هوشمند آب‌وهوایی (CSA) می‌تواند اثرات منفی تنوع آب‌وهوایی را تعدیل کرده، آسیب‌پذیری کشاورزان را به کمترین حد ممکن برساند (Wood et al., 2014).

در حال حاضر، روش‌های سنتی کشاورزی به زمین‌های زراعی، زمان و مقدار قابل توجه آب (برای آبیاری) نیاز دارند، که تولید غذای کافی برای نسل آینده را دشوار می‌کند. بخشی از این مشکل نیز به‌دلیل استفاده نادرست از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها و همچنین، استفاده نادرست از فناوری‌های موجود است، که هر دو به محصولات زراعی آسیب می‌زند و در نهایت، منجر به ضایعات کشاورزی

1. Climate-Smart Agriculture (CSA)

می‌شود. به باور شی و همکاران (Shi et al., 2019)، این مشکلات را می‌توان با ترکیب فناوری‌های پیشرفته و برنامه‌های کاربردی مبتنی بر رایانه حل کرد، راهکاری که بازده بالاتر محصول، مصرف آب کمتر، استفاده بهتر از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها و بهبود کیفیت محصول را تضمین می‌کند.

کشاورزی هوشمند رویکردی برای هدایت مدیریت کشاورزی در عصر تنوع آب‌وهوایی است. این مفهوم توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۱۰ آغاز شد و هدف آن ارائه اصول کاربردی جهانی در زمینه مدیریت کشاورزی برای امنیت غذایی تأثیرپذیر از تنوع آب‌وهوایی است. یکی از ویژگی‌های اصلی کشاورزی هوشمند برآورده کردن سه هدف افزایش امنیت غذایی از طریق افزایش بهره‌وری و درآمد، انعطاف و سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Abbaszadeh, 2020).

کشاورزی هوشمند ابزاری برای شناسایی راهکارهای مناسب محلی در راستای مدیریت کشاورزی، توسعه پایدار و امنیت غذایی در شرایط تغییرات آب‌وهوایی است. در نهایت، سودمندی کشاورزی هوشمند، با اثربخشی آن در یکپارچه‌سازی پاسخ به تغییرات آب‌وهوا، در راهبردهای توسعه کشاورزی پایدار بر روی زمین، تامین می‌شود و مورد قضاوت قرار خواهد گرفت. کشاورزی هوشمند مبتنی بر تحلیل داده است. کشاورزان قرن بیست‌ویکم به فناوری GPS، اسکن خاک، مدیریت داده‌ها و فناوری اینترنت اشیاء دسترسی دارند. کشاورزان، با اندازه‌گیری دقیق تغییرات در یک زمینه و تطبیق راهبرد، می‌توانند اثربخشی سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی را افزایش دهند و از آنها به‌صورت انتخابی استفاده کنند. به همین ترتیب، با استفاده از فنون کشاورزی هوشمند، کشاورزان می‌توانند نیازهای حیوانات و گیاهان را بهتر شناسایی کرده، تغذیه آنها را به تناسب تنظیم کنند که از این طریق، از بروز انواع بیماری‌ها جلوگیری شده، سلامت گله و مزرعه افزایش خواهد یافت (Stavtsev et al., 2018).

می‌توان از طیف گستردهٔ ابزارها و خطمشی‌ها را برای اتخاذ شیوه‌های CSA در کشاورزی استفاده کرد. برای نمونه، با محدودسازی استفاده از کودهای نیتروژنه یا عدم استفاده از روش‌های متداول شخم‌زنی در راستای خاک‌ورزی حفاظتی، ظرفیت خاک‌های کشاورزی برای ذخیره کربن افزایش می‌یابد. علاوه بر این، کاهش مصرف آب از طریق سامانه‌های نوین آبیاری مؤثر بر صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش ذخیره آب و مدیریت مؤثر آب نیز امکان‌پذیر است (Tromboni et al., 2014; Levidow et al., 2014; Pagliacci et al., 2020; Camarotto et al., 2018).

جوامع بشری ناگزیرند که به‌منظور ارتقای توسعه کشاورزی پایدار، با تغییرات آب‌وهوایی سازگار شوند. سازگاری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک رفتار در نظر گرفته می‌شود. این رفتار دائماً در حال تغییر بوده و شامل تعداد زیادی فرآیندهای درونی است که بر واکنش‌ها و آمادگی‌های افراد در برابر اثرات منفی تغییرات اقلیمی تأثیر می‌گذارند. بنابراین، هدف از به‌کارگیری رفتارهای سازگاری حداقل‌سازی اثرات بالقوه منفی تغییر اقلیم و حداکثرسازی فرصت‌ها برای جبران کاهش رشد و عملکرد گیاهان زراعی است (Cooper et al., 2008; Rosenzweig & Tubiello, 2007; Swim et al., 2009; Below et al., 2012; Tesfahunegn et al., 2016).

در خصوص رفتارهای سازگاری و پذیرش شیوه‌های نوین، نظریات مختلف ارائه شده است که با توجه به موضوع پژوهش، مهم‌ترین آنها در پی تشریح می‌شود.

مدل پذیرش نظریه کنش استدلال‌شده[1] توسط آجزن و فیشبن (Ajzen & Fishbein, 1980) اصلاح شد و توسعه یافت. مدل نظریهٔ کنش استدلال‌شده (TRA) جریان‌هایی از مفاهیم اجتماعی–روانی و سازه‌های متصل‌شده به همدیگر برای توضیح و پیش‌بینی رفتار انسانی است. به گفتهٔ آجزن و فیشبین (Ajzen & Fishbein, 1980)، یک خرید شخصی یا استفاده شخص از یک محصول به‌خاطر تمایل وی به خرید یا استفاده از آن تعیین می‌شود و انتخاب میان ویژندها یا همان برندهای متفاوت عملکردی از قدرت ارتباطی تمایل شخص به هر ویژند است؛ در عوض، تمایل شحص برای خرید یا استفاده از یک محصول معین با نگرش او نسبت به خرید یا استفاده از آن و به‌خاطر هنجار فاعلی وی (فردی) در خصوص رفتار مورد نظر تعیین می‌شود؛ به دیگر سخن، اراده فردی نسبت به رفتار به یک شیوه خاص مبتنی بر دو عامل نگرش و هنجار فردی (فاعلی) است.

مدل پذیرش نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده[2] آجزن و فیشبین (Ajzen & Fishbein, 1980)، با وارد کردن سازه کنترل رفتاری ادراک‌شده، به‌عنوان عامل تعیین‌کننده قصد رفتاری و رفتار، نظریه کنش استدلال‌شده (عمل مستدل) را به‌عنوان رفتار برنامه‌ریزی‌شده توسعه داده است. بدین ترتیب، این نظریه می‌کوشد که رفتارهای غیرارادی را نیز پیش‌بینی کند. نظریه عمل مستدل تنها محدود به پیش‌بینی رفتارهای ارادی است. بر اساس مدل پذیرش نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده (TPB)، رفتار انسان با سه مقوله هدایت می‌شود: اول، اعتقاد در زمینه پیامد رفتار و ارزیابی این پیامد؛ دوم، اعتقاد در مورد انتظارات هنجاری دیگران و انگیزه تحقق این انتظارات؛ و سوم، اعتقاد در زمینه وجود عواملی که ممکن است

1. Theory of Reasoned Action (TRA)
2. Theory of Planned Behavior (TPB)

عملکرد را تسهیل یا آن را مختل کند. باورهای هنجاری در هنجار ذهنی نمود پیدا می‌کند و باورهای کنترلی نیز کنترل رفتاری ادراک‌شده را به شکل‌گیری قصد انجام رفتار می‌انجامند؛ به‌عنوان یک قانون کلی، نگرش و هنجار ذهنی قصد فرد را برای انجام رفتار به‌صورت عملی، مطلوب‌تر و همچنین، ادراک بیشتر از کنترل رفتاری قصد فرد را برای انجام رفتار به‌صورت عملی، قوی‌تر خواهد کرد و در نهایت، قصد و نیت به مرحله کنش یا عمل می‌رسد و رفتار واقعی انجام می‌شود.

مدل پذیرش فناوری[1] در دهه ۱۹۸۰ توسط فرد دیویس ارائه شد. بر اساس این مدل، «سودمندی ادراک‌شده» و «سهولت استفاده ادراک‌شده» دو عامل اصلی گرایش به استفاده از فناوری‌های جدید به‌شمار می‌روند. بعدها، عوامل دیگری نیز به مدل اضافه شده که مخاطره (ریسک) ادراک‌شده ،مهم‌ترین آنهاست. مدل پذیرش فناوری (TAM) برگرفته از نظریه کنش استدلال‌شده یا همان عمل مستدل (TRA) آجزن و فیشبن (Ajzen & Fishbein, 1980) است. این مدل بیان می‌کند که دو عامل کلیدی سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفاده ادراک‌شده بر تصمیم کاربران برای پذیرش یک فناوری تأثیر می‌گذارند.

نظریه انتشار (نشر) نوآوری[2] در جست‌وجوی توضیحی برای چگونگی، چرایی و چیستی نرخ پذیرش ایده‌ها و فناوری‌های جدید و نوآورانه است. این نظریه توسط اورت راجرز در سال ۱۹۶۲ در کتاب «نشر نوآوری‌ها» مطرح شد. از این نظریه به‌عنوان یک نظریه پایه در بسیاری مباحث نوآوری سازمانی استفاده می‌شود. رویکرد راجرز بیشتر به فرآیندهای نشر نوآوری و پذیرش آنها در یک شیوه نظام‌یافته و برنامه‌ریزی‌شده مربوط است. نظریه نشر نوآوری به‌تدریج به‌عنوان یک چارچوب محلی برای هدایت ارتباطات در خدمت توسعه مطرح شد. ریشه نشر نوآوری‌ها در گزاره‌ها و فرضیات نظریه تغییر از بیرون (برون‌زا) است. دیدگاه مبتنی بر تغییر برون‌زا مفاهیم و فرضیاتی را به نظریه نشر نوآوری داده است. راجرز، برای ماهیت نوآوری، خصوصیاتی را در نظر می‌گیرد. این خصوصیات، از نظر او، بر ضریب اطمینان پذیرش نوآوری از طرف شخص اثر می‌گذارد. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: امتیاز نسبی، سازگاری، پیچیدگی، قابلیت آزمایش و عینیت. وی معتقد است که نوآوری‌هایی از سوی دریافت‌کنندگان مورد قبول واقع می‌شوند که دارای چند ویژگی باشند. باید امتیاز نسبی، سازگاری و عینیت بیشتر و پیچیدگی کمتر باشند؛ همچنین، آسان‌تر و سریع‌تر از سایر نوآوری‌ها باشند.

1. Technology Adoption Model (TAM)
2. Diffusion of Innovations Theory (DIT)

برای اطمینان از پایداری کشاورزی در بلندمدت، شناسایی عامل‌های محرک پذیرش راهبردهای کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSA) بسیار حیاتی است. بر اساس نتایج تحقیقات در مورد پذیرش کشاورزان و پیوستگی به‌کارگیری داوطلبانه طرح‌های CSA، انتخاب کشاورزان از طیف گستردهٔ عامل‌های مرتبط با محیط زیست، فناوری، سیاست‌گذاری‌ها، ساختار کشتزارها، ویژگی‌های اقتصادی کشاورزان، نگرش‌ها، انگیزه‌ها و جنبه‌های اجتماعی تأثیر می‌پذیرد (Deressa et al., 2009; Luo et al., 2016; Deng et al., 2016).

در واقع، اگرچه کشاورزان در معرض تغییرپذیری‌های آب‌وهوایی هستند، اما تصمیم‌گیری در مورد تغییر شیوه‌های کشاورزی آنها آشکار نیست. چه‌بسا این کشاورزان، از نظر فنی، آمادگی یا علاقه‌ای به اتخاذ نوآوری نداشته باشند، یا قادر به درک برتری و سودمندی‌های این تغییرها در بلندمدت نباشند. به دیگر سخن، ممکن است برخی از کشاورزان خیلی زود به اتخاذ راهبردهای CSA روی آورند و یا اتخاذ راهبردهای هوشمند سازگاری با تغییر اقلیم برای برخی از کشاورزان زمان‌بر باشد. بنابراین، شناسایی مشوق‌های مؤثر بر پذیرش انواع راهکارهای کشاورزی هوشمند و افزایش آگاهی‌های کشاورزان در این زمینه، به‌منظور افزایش شمار کشاورزان پذیرنده این راهکارها در برابر تغییر اقلیم، ضروری است (Pagliacci et al., 2020). بخش کشاورزی، به‌عنوان یکی از ظرفیت‌های بالقوه و مهم، می‌تواند در فرآیند توسعه اقتصادی کشور نقشی بی‌بدیل ایفا کند. به‌کارگیری فناوری در این حوزه نقشی بسیار مهم در افزایش تولید، ارتقای بهره‌وری و دستیابی به بازارهای جهانی دارد. پیشرفت در فناوری‌های نوظهور موجب تغییر انگاره (پارادایم) در حوزه کشاورزی شده است (Hesabi et al., 2023).

با توجه به ویژگی‌های فردی و اجتماعی کشاورزان، هر کدام از نظریات مطرح‌شده در خصوص پذیرش نوآوری می‌تواند در پذیرش نوآوری توسط کشاورزان کاربرد داشته باشد. با این همه، بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه نظریه نشر نوآوری (DIT) راجرز نشان‌دهنده کاربرد بیشتر این نظریه، در حوزه مطالعات مرتبط با پذیرش در بخش کشاورزی است. تنوع آب‌وهوایی ایران باعث شده است که ایران زیرساخت قوی برای گسترش بخش کشاورزی را در اختیار داشته باشد. از این‌رو، ایران به کارآمدترین تولیدکننده محصولات کشاورزی در خاورمیانه مبدل شده است. افزون بر این، کشور ایران دارای مناطق کشاورزی متنوع است و الگوهای کشت گوناگون را می‌توان در قسمت‌های مختلف آن پیاده‌سازی کرد. این محصولات می‌تواند شامل مواد اولیه فرآورده‌های غذایی، دانه‌های روغنی، حبوبات، گیاهان ریشه‌ای، سبزی‌ها و خوراک دام و طیور نیز باشد. از این‌رو، ارزیابی و استفاده از تمام توان‌ها یا همان پتانسیل‌های این مناطق، کشاورزی اهمیت فراوان می‌یابد. با شناسایی توانمندی‌های هر استان

برای تولید محصولات کشاورزی، می‌توان به تولیدات کشاورزی پایدار دست یافت و استفاده و حفظ منابع طبیعی را نیز بهینه کرد.

استان فارس از مهم‌ترین مناطق کشاورزی و چهارمین استان پهناور در کشور ایران است. این استان، بر پایه تقسیمات کشوری سال ۱۴۰۲ خورشیدی، به ۳۷ شهرستان، ۹۷ بخش و ۱۲۴ شهر تقسیم شده است. آب‌وهوای استان فارس، در بخش‌های گوناگون این استان، به سه گونه کوهستانی، معتدل و گرم تقسیم می‌شود. این استان، برخلاف خشکسالی‌های اخیر، به‌دلیل تنوع اقلیمی، طی سال‌های گذشته، همواره در بین استان‌های کشور در تولیدات زراعی رتبهٔ برتر را داشته است (SCI, 2018)؛ اما، به‌طور کلی و با توجه به توان محیطی استان فارس، شرایط اقلیمی برای تولیدات زراعی این استان محدودیت‌هایی ایجاد کرده است، که کمبود منابع آبی و وقوع زیاد پدیدهٔ خشکسالی از مهم‌ترین آنهاست؛ به‌گونه‌ای که می‌توان گفت خشکسالی پدیده‌ای است که در استان فارس، به‌طور متوسط، یک سال در میان و با خسارات فراوان روی می‌دهد. استان فارس، به‌دلیل تغییرات اقلیمی اخیر، با افزایش دما، کاهش بارندگی و خشکسالی مواجه است که به‌شدت بر منابع آبی و کشاورزی تأثیر گذاشته، تنوع زیستی را تهدید می‌کند. این وضعیت لزوم توجه جدی به مدیریت منابع آب، حفاظت از محیط زیست و اجرای راهکارهای پایدار را برجسته می‌سازد. از این‌رو، توجه به کشاورزی هوشمند و نقش مهم این شیوه کشاورزی در مواجهه با تنوع اقلیمی ضروری است. بنابراین، هدف تحقیق حاضر شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی در بین کشاوران استان فارس بوده و بدین منظور، شناسایی عوامل اقتصادی، اجتماعی، زراعی و عوامل فردی به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر پذیرش کشاورزی هوشمند بررسی شده است.

اعتمادی و همکاران (Etemadi et al., 2021)، با تأکید بر ویژگی‌های سرمایه اجتماعی و روان شناختی در استان فارس، به ارزیابی عامل‌های مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند نسبت به اقلیم (آب‌وهوایی) پرداختند. در این پژوهش، داده‌ها از طریق پرسشنامه از ۴۴۳ کشاورز طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در منطقه رامجرد استان فارس گردآوری شد. بر این مبنا، راهبردهای اتخاذشده هوشمند نسبت به اقلیم در سه گروه (راهبردهای مدیریت مواد مغذی و آب و نیز حفظ و تقویت باروری خاک و البته، ترکیبی از این دو راهبرد) تقسیم‌بندی و مدل لاجیت چندگزینه‌ای برای عامل‌های مؤثر بر پذیرش این راهبردها برآورد شدند. نتایج نشان داد که ویژگی‌های روان‌شناختی مانند اعتقاد به وجود تغییرپذیری‌های اقلیمی و درک خطرات آن بر مشارکت کشاورزان در راهبردهای هوشمند نسبت به اقلیم تأثیر مثبت و معنی‌دار دارند؛ در ارتباط با متغیرهای سرمایه اجتماعی، متغیر اعتماد به مردم تأثیر منفی و معنی‌دار بر مشارکت کشاورزان در راهبردهای سازگاری دارد؛ همچنین، متغیر مشارکت اعضای خانواده در

فعالیت‌های اجتماعی تأثیر مثبت و معنی‌دار بر احتمال اتخاذ هر سه نوع راهبردهای هوشمند نسبت به اقلیم دارد. افزون بر این، کشاورزان جوان‌تر با دسترسی بیشتر به اعتبارات و مشارکت بالاتر در گروه‌های اجتماعی و نیز آگاهی بیشتر و درک بالاتر خطر نسبت به تغییرپذیری‌های اقلیمی، گرایش بیشتری به اتخاذ راهبردهای هوشمند نسبت به اقلیم داشتند. مزارع بزرگ‌تر و درآمد بیشتر مزارع تضمین‌کننده مشارکت کشاورزان در اتخاذ راهبردهای کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی در منطقه بوده است.

روستایی و همکاران (Roostaei et al., 2021)، با استفاده از روش دیمتل[1]، به بررسی روابط متقابل مؤلفه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند پرداختند. این پژوهش از نوع کاربردی و روش آن توصیفی–پیمایشی بود. جامعه آماری پژوهش خبرگان و اساتید توسعه کشاورزی، ترویج و آموزش کشاورزی، اقلیم و خاک‌شناسی دانشگاه تهران بودند، که پانزده نفر از آنها از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. ابزار پژوهش پرسشنامه بود، که روایی (ظاهری و محتوایی) آن بر اساس نظر اساتید دانشگاه تهران تأیید شد. در این تحقیق، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Excel و روش دیمتل استفاده شد و نتایج تحقیق نشان داد که در بین مولفه‌های اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند، افزایش سازگاری با شدت اثر ۰/۳۴ اثرگذارترین متغیر و پایداری درآمد با شدت اثر ۰/۴۴– اثرپذیرترین متغیر به‌شمار می‌روند؛ و همچنین، کشاورزی اقلیم هوشمند با ضریب ۱۱/۱۸ بیشترین تعامل (هم اثر می‌گذارد و هم اثر می‌پذیرد) و پایداری درآمد، با ضریب ۸/۶۳ کمترین تعامل را با سایر مؤلفه‌ها و خود نظام کشاورزی دارد. افزون بر این، نتایج این پژوهش حاکی از آن است که در بین زیرمؤلفه‌های اصلی کشاورزی اقلیم هوشمند، اثرگذارترین متغیر «بهبود مدیریت آب» با شدت اثر ۰/۵۹ و اثرپذیرترین متغیر «حفظ کاربری اراضی» با شدت اثر ۰/۵۳– بوده و از لحاظ تعامل، «کشاورزی اقلیم هوشمند» با ضریب ۳/۱۴ بیشترین و «بیمه محصولات کشاورزی» با ضریب ۰/۵۵ کمترین تعامل را با سایر زیرمؤلفه‌ها و خود نظام کشاورزی دارد.

قاسملو و همکاران (Ghasemlou et al., 2023) مطالعه‌ای با عنوان «استفاده از فناوری اینترنت اشیا در جمع آوری اطلاعات محیطی اراضی کشاورزی و ارائه آن در بستر وب و گوشی‌های هوشمند» انجام دادند. زمین کشاورزی مورد مطالعه شامل اراضی گل محمدی در نزدیکی استان قم بود. در این پژوهش، با به‌کارگیری فناوری اینترنت اشیا، روشی برای دریافت اطلاعات از حسگرهای اطلاعاتی، ذخیره‌سازی آنها، ساخت وب‌سرویس‌ها و نمایش آنها در بستر وب و گوشی‌های هوشمند ارائه شد. یکی از چالش‌های مهم بهره‌گیری از اینترنت اشیا در کشاورزی ارائه اطلاعات جمع‌آوری‌شده و نمایش برخط این اطلاعات بوده که در این تحقیق، استفاده از وب‌سرویس‌های تحت وب برای ارائه

1. DEMATEL

اطلاعات برداشتی از حسگرها و نیز استفاده از استاندارد WMS[1] برای نمایش و بهره گیری از اطلاعات جمع‌آوری‌شده پیشنهاد شده است. در این تحقیق، اطلاعات مورد نیاز برای اندازه‌گیری نیاز آبی از جمله دما، رطوبت هوا، سرعت باد، ساعت آفتابی و رطوبت خاک برای محصول گل محمدی توسط حسگر جمع‌آوری شد و پس از ذخیره‌سازی، اطلاعات از طریق ایجاد وب‌سرویس‌ها، در اختیار تحلیل‌گران و یا نمایش در پورتال‌های مکانی و یا گوشی‌های هوشمند قرار گرفت. در نتیجه، هم کارشناسان و هم کشاورزان می‌توانند به‌صورت بر خط، اطلاعاتی مانند میزان رطوبت خاک در نقاط مختلف زمین کشاورزی، میزان دما، رطوبت هوا و سرعت باد را مشاهده کنند و بر اساس اطلاعات، به اتخاذ تصمیمات لازم بپردازند.

ثابت و محمدپور (Sabet & Mohammadpour, 2021)، در مطالعه‌ای با عنوان «کشاورزی هوشمند»، بیان داشتند که کشاورزی هوشمند مفهومی نوظهور است و اغلب به مدیریت فرآیندها، ابزارها و خدمات گوناگون کشاورزی اشاره دارد که در ترکیب با فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، به‌صورت خودکار یا هوشمند، عمل می‌کنند؛ هدف هوشمندسازی عبارت است از ارتقای کمی و کیفی محصولات و خدمات و کاهش منابع مالی، انسانی و دیگر هزینه‌ها؛ همچنین، مدیریت بهینه آب، خاک، هوا، انرژی، کود، سم و سایر موارد نیز در هوشمندسازی اهمیت دارد؛ نظارت از راه دور، تولید و دسترسی بیشتر به داده‌ها برای بهبود تصمیم‌گیری و افزایش کارکردها و کارآیی نیز از جمله اهداف هوشمندسازی است؛ و سرانجام، کاربرد ابزارهای هوشمند در صنعت کشاورزی چنان در حال افزایش است که می‌توان آن را نوعی دگردیسی یا تحول رقمی تلقی کرد.

جهانگیرپور و زیبایی (Jahangirpour & zibaei, 2021)، در مطالعه‌ای با عنوان «بهینه‌سازی الگوی کشت در چارچوب اهداف کشاورزی اقلیم هوشمند: مطالعه موردی سد درودزن ایران»، بدین نتیجه رسیدند که سامانه‌های نوین آبیاری را می‌توان به‌عنوان یک راهبرد انطباقی، برای مدیریت اثرات تغییر اقلیم و بهبود امنیت آب در نظر گرفت. به باور آنها، استفاده از چنین سامانه‌هایی، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، چالش‌هایی را در زمینه افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد کرده است؛ همچنین، اگرچه برخی از مطالعات اخیر تحلیل‌هایی ارزنده از رابطه بین آب و انرژی در سامانه‌های آبیاری کشاورزی ارائه کرده‌اند، اما توجه هم‌زمان به بهره‌وری، سازگاری و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی در بهینه‌سازی الگوی کشت یک نظام کشاورزی، به‌عنوان یک ضرورت اساسی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. افزون بر این، شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی[2] (CSAPs)

1. Service Web Map (SWM)
2. Climate-Smart Agricultural Practices (CSAPs)

به‌عنوان یک مفهوم برنامه‌ای قوی، که به این سه هدف می‌پردازد، توان یک راه حل برد سه‌جانبه را ایجاد کرده است. این مطالعه، با توسعه یک مدل یکپارچه اقتصادی- آب‌شناختی- زیست‌محیطی به نام WECSAM در سطح حوضه آبریز بختگان، متشکل از یک الگوی آب‌شناختی به نام WEAP و یک الگوی بهینه‌سازی چندهدفه و ترکیب آن با مفاهیم ردپای آب، ردپای انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در چارچوب کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی، در راستای پر کردن این خلأ است. این مدل برای منطقه شمالی حوضه آبریز بختگان به نام شبکه آبیاری درودزن اجرا شد. در مدل توسعه یکپارچه اقتصادی- آب‌شناختی- زیست‌محیطی (WECSAM)، بهینه‌سازی هم‌زمان اهداف متناقض «حداکثرسازی سود اقتصادی» و «حداقل‌سازی ردپای آب، ردپای انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن» انجام می‌شود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد این مدل در مقایسه با مدل تک‌هدفه حداکثرسازی سود باعث کاهش ۸/۲ درصدی ردپای آب، ۲۱/۲ درصدی ردپای انرژی، ۶/۹ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن و ۷/۴ درصدی سود اقتصادی می‌شود. سهم سامانه قطره‌ای در آبیاری الگوی کشت آب- هوشمند، انرژی- هوشمند و اقلیم- هوشمند ۵۴/۵ درصد و برای سامانه بارانی نیمه‌متحرک ۲۶/۲ درصد است، در حالی که سامانه بارانی سنتی (کلاسیک) ثابت کمتر از یک درصد از آبیاری الگوی کشت بهینه را به خود اختصاص می‌دهد.

امیری و میرک‌زاده (Amiri & Mirakzadeh, 2022)، در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش کنتورهای هوشمند آب در بین کشاورزان دشت ماهی‌دشت»، از روش پیمایشی استفاده کردند؛ همچنین، با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی، ۱۸۵ کشاورز انتخاب شدند. روایی پرسشنامه به روش محتوایی و پایایی آن با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ بررسی شد. تجزیه‌وتحلیل آمار توصیفی و استنباطی با نرم‌افزارهای آماری SPSS و AMOS انجام شد. یافته‌های تحلیل مسیر نشان داد که متغیرهای سودمندی ادراک‌شده، سهولت استفاده ادراک‌شده و نگرش نسبت به استفاده از کنتور هوشمند تأثیر مثبت و معنی‌دار بر تمایل به استفاده از کنتور هوشمند دارد. همچنین، نتایج پژوهش نشان داد که بین عوامل زمینه‌ای، سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفاده ادراک‌شده رابطه مثبت و معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج کلی به‌دست‌آمده، نگرش کشاورزان بیشترین تأثیر را بر تمایل به استفاده از کنتور هوشمند و در نتیجه، پذیرش آن داشته است. از این‌رو، تغییر نگرش کشاورزان در زمینهٔ نقش کنتور هوشمند ضروری به‌نظر می‌رسد. بدین منظور، ارتباطات کشاورزان و تعاملات آنها با کشاورزان نمونه و مراکز ترویج و خدمات کشاورزی می‌تواند تأثیرگذار باشد. بر اساس نتایج این تحقیق، لزوم کاربرد مدل‌های پذیرش فناوری در معرفی فناوری‌های آب‌محور به کشاورزان تأیید شده است.

به گفتهٔ موسایی و سیدنژاد (Moosaei & Seyednejad, 2021)، در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر نظام‌های کشاورزی و گذار به ثبات و امنیت غذایی: مطالعه موردی سازمان جهاد کشاورزی، استان خوزستان»، فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و قابل توجه بر نظام‌های کشاورزی دارد؛ از سوی دیگر، نظام‌های کشاورزی بر امنیت غذایی و پایداری آن تأثیر می‌گذارد؛ و در نهایت، از طریق فناوری اطلاعات کشاورزی و نظام‌های کشاورزی، می‌توان امنیت غذایی را افزایش داد و به اهداف توسعه پایدار کشاورزی دست یافت.

بخشوده‌نیا و همکاران (Bakhshoudehnia et al., 2023) مطالعه‌ای با عنوان «کشاورزی اقلیم هوشمند (CSA)» را به روش مروری و اسناد کتابخانه‌ای انجام دادند، که هدف اساسی آن تبیین جایگاه کشاورزی اقلیم هوشمند بوده است. به باور آنها، به‌طور کلی، یکی از رویکردهای مطرح‌شده برای مقابله با پدیده تغییر اقلیم که به‌طور مستقیم، بر بخش کشاورزی تأثیر می‌گذارد، کشاورزی اقلیم هوشمند است. این رویکرد بر مسائل چندگانه‌ای که در اثر تغییر اقلیم در بخش کشاورزی ایجاد می‌شود (یعنی، کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی، آسیب‌پذیری کشاورزان در مقابله با تغییرات اقلیمی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در اثر فعالیت‌های کشاورزی)، متمرکز است.

به گفتهٔ کاظم علیلو و جمشیدی (Kazem Alilou & Jamshidi, 2022) نیز در مطالعه‌ای با عنوان «کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی هوشمند اقلیم»، تغییرات اقلیمی حاصل از گرمایش زمین برای انسان‌ها چالش‌های بسیار جدی ایجاد کرده است. اجرای سیاست‌های مربوط به کشاورزی هوشمند اقلیم یکی از رهیافت‌هایی است که می‌تواند آثار منفی بحران حاصل از تغییرات اقلیمی به‌ویژه در موضوع امنیت غذایی را کاهش دهد. این موضوع اخیراً توجه جامعه علمی را به خود جلب کرده است. هوش مصنوعی می‌تواند به حل پیچیدگی‌های پیرامون این موضوع کمک کند. به‌طور مشخص، در این مطالعه، AgBiz به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی معرفی شده، که هدف آن اجرای کشاورزی هوشمند اقلیم به‌منظور افزایش سود کشاورز و افزایش بهره‌وری، با در نظر گرفتن متغیرهای آب‌وهوایی و محیطی است و نتایج آن مؤید این واقعیت است که با استفاده از این ابزار، می‌توان کشاورز را در مسیر درست به سمت اهداف تعریف‌شده در کشاورزی هوشمند اقلیم قرار داد تا به نتایج مورد انتظار دست یابد.

فیلیپینی و همکاران (Filippini et al., 2020)، در پژوهشی با عنوان «شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان محرک‌های پذیرش فناوری، مطالعه‌ای از یک منطقه کوهستانی روستایی در ایتالیا»، به بررسی شبکه‌های اجتماعی که منجر به پذیرش فناوری می‌شود، پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که عوامل اجتماعی به‌گونه‌ای چشمگیر بر پذیرش کشاورزی هوشمند تأثیر می‌گذارند.

اودیونتان و اُبیسه‌سان (Oduntan & Obisesan, 2022)، در مطالعه‌ای با عنوان «عوامل مؤثر بر پذیرش اقلیم کشاورزی هوشمند، در میان کشاورزان ذرت‌کار ایالت اوندو، نیجریه»، از روش نمونه‌گیری چندمرحله‌ای تصادفی استفاده کردند. در این پژوهش، تعداد صد نفر پاسخ‌دهنده به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. برای گردآوری اطلاعات، از پرسشنامه ساختاریافته استفاده شد و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و رگرسیون پروبیت صورت گرفت. نتایج رگرسیون پروبیت نشان داد که وضعیت زناشویی [تأهل]، دسترسی به خدمات ترویجی، تجربه کشاورزی، عضویت در انجمن کشاورزان و دسترسی به اعتبارات تأثیر مثبت بر پذیرش شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی دارند و اثر متغیرهای سن، اندازه مزرعه و درآمد کل بر پذیرش شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی منفی است. بر اساس یافته‌های این مطالعه توصیه شده است که در راستای تشویق کشاورزان به‌ویژه کشاورزان روستایی، دولت به تدوین سیاست‌هایی مناسب برای اتخاذ تصمیم و استفاده از شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSAPs) بپردازد.

آسلدونک و همکاران (Asseldonk et al., 2023)، در مطالعه‌ای با عنوان «مشوق‌های سیاستی برای پذیرش شیوه‌های کشاورزی هوشمند، آب‌وهوایی توسط خرده‌مالکان»، از یک رویکرد ماتریسی پیروی کردند که مؤید شیوه‌های خاص کشاورزی هوشمند با بهره‌گیری از ابزارهای خط‌مشی معمولی برای افزایش پذیرش گسترده است. ابتدا شش روش کلیدی کشاورزی هوشمند شامل مدیریت آب، مدیریت خاک و مواد مغذی، تحمل محصول نسبت به تنش، زراعت و کشت مخلوط، تناوب زراعی و نظام‌های ترکیبی و مدیریت آفات و بیماری‌ها شناسایی شدند. در ادامه، نتایج این پژوهش نشان داد که ابزارهای سیاستی معمولی (یعنی، قیمت‌های بازار، مالیات‌ها و یارانه‌ها، حقوق زمین، امور مالی روستایی، آموزش و اطلاعات، و گواهی و برچسب‌گذاری) بر پذیرش شیوه‌های کشاورزی هوشمند تأثیر می‌گذارند.

به گفتهٔ اوجیسی و بگهو (Ogisi & Begho, 2023)، مطالعه‌ای با عنوان «پذیرش شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی در جنوب صحرای آفریقا[1]: مروری بر پیشرفت‌ها، موانع، تفاوت‌های جنسیتی و توصیه‌ها»، تغییرات اقلیمی یکی از چالش‌های اصلی کشاورزی در جنوب صحرای آفریقا (SSA) است، منطقه‌ای که در آنجا، بسیاری از افراد برای امرار معاش خود به کشاورزی دیم متکی‌اند. شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSAPs) به‌عنوان یک راه حل امیدوارکننده برای مبارزه با این مشکل شناسایی شده و مسائل مربوط به تغییرات آب‌وهوا نشان‌دهندهٔ آن است که میزان پذیرش CSAPs در SSA نسبتاً پایین است. با این همه، پذیرش CSAPs در سراسر منطقه بسیار متفاوت

1. Sub-Saharan Africa (SSA)

است. همچنین، در این پژوهش، شواهدی از مزایای استفاده از CSAPs برای کشاورزان و محیط زیست، از افزایش بهره‌وری، انعطاف‌پذیری، و درآمد کشاورزان گرفته تا کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود سلامت خاک ارائه می‌شود. تصمیم برای اتخاذ شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی خاص از عوامل متعدد همچون عوامل روان‌شناختی فردی و اجتماعی، عوامل محیطی، فیزیکی و بوم‌شناختی، عوامل زراعی و اقتصادی و نیز از عوامل نهادی، سیاستی و ساختاری تأثیر می‌پذیرد. همچنین، موانع مبتنی بر جنسیت در کشاورزی بر پذیرش CSAPs در SSA تأثیر می‌گذارد و زنان را در وضعیتی نامساعد قرار می‌دهد. سرانجام، این پژوهش نتیجه می‌گیرد که رسیدگی به موانع و استفاده از اهرم‌های محرک برای بهبود نرخ پذیرش CSAPs در SSA بسیار مهم است.

به باور بنسون و همکاران (Benson et al., 2023)، در مطالعه‌ای با عنوان «کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSA) برای پیوند کشاورزی پایدار» و با هدف ارزیابی چگونگی ارتباط CSA با کشاورزی پایدار[1] و نیز امکان کمک این دو به الزامات کاهش تغییرات آب‌وهوایی، کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSA) یک راهبرد جهانی برای افزایش بهره‌وری مواد غذایی در میان عدم قطعیت‌های تغییرات آب‌وهوایی در قرن بیست‌ویکم است؛ همچنین، CSA درآمد کشاورزان را بهبود می‌بخشد، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و نیز باعث انعطاف‌پذیری نظام‌های کشاورزی در برابر تغییرات آب‌وهوایی می‌شود. علی‌رغم نقش حیاتی CSA در توسعه صنعت کشاورزی و اقتصاد، میزان ارتباط CSA با کشاورزی پایدار (SA) به‌خوبی مستندسازی نشده است. نتایج این مطالعه مشخص می‌کند که CSA و SA به‌گونه‌ای به هم ارتباط دارند که دومی منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه، کاهش تغییرات آب‌وهوایی می‌شود؛ از این‌رو، CSA و SA یک هدف اصلی مشترک برای دستیابی به امنیت غذایی دارند.

بِلِی و همکاران (Belay et al., 2023)، در مطالعه‌ای با عنوان «آیا کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی درآمد خانوار و امنیت غذایی را بهبود می‌بخشد؟»، به بررسی تأثیر شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSAPs) بر درآمد خانوار و امنیت غذایی در جنوب اتیوپی پرداختند. در این مطالعه، در مجموع، ۳۸۵ خانوار، با استفاده از نمونه گیری چندمرحله‌ای، انتخاب شدند؛ سپس، داده‌های اولیه و ثانویه گردآوری شد، و از روش تطبیق امتیاز تمایل با انواع مختلف الگوریتم‌های تطبیق مانند نزدیک‌ترین همسایه، هسته، و تطبیق شعاع، برای تعیین کمیت تأثیرات مشروط مداخله CSAPs بر درآمد مزرعه و امنیت غذایی، استفاده شد. این مطالعه، با مقایسهٔ کشاورزان اتخاذکنندهٔ شیوه‌های کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی (CSAPs)، نشان می‌دهد که خدمات ترویجی مؤثر، اطلاعات دقیق

1. Sustainable Agriculture (SA)

آب‌وهوا، و حمایت از سیاست‌های صحیح برای ترویج و افزایش اقدامات CSA در منطقه مورد مطالعه، برای بهبود ظرفیت سازگاری، درآمد مزرعه و امنیت غذایی کشاورزان، ضروری است.

فرید و همکاران (Freed et al., 2023)، در مطالعه‌ای با عنوان «کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی چگونه به سیاست جهانی آب‌وهوا کمک می‌کند؟»، به تجزیه‌وتحلیل عمیق میزان استفاده از کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی به‌عنوان رویکردی برای دستیابی به اهداف آب‌وهوایی پرداختند و همچنین، راهکارهایی را برای تقویت استفاده از آن در دو کشور اتیوپی وکلمبیا ارائه دادند؛ و سرانجام، بدین نتیجه رسیدند که کشاورزی هوشمند آب‌وهوایی می‌تواند به‌عنوان رویکردی برای اجرای مشارکت‌های ملی مفید باشد، زیرا چارچوب آن می‌تواند به مقیاس‌بندی اقدامات آب‌وهوایی در سطوح مختلف کمک کند. افزون بر این، ادغام تغییرات آب‌وهوایی در بخش کشاورزی مستلزم راهبردهای ملی مؤثر است، که عبارت‌اند از ایجاد بسترهایی برای تشویق هماهنگی بین سطوح و بازیگران، شناسایی مؤسسات پیشرو، و گنجاندن ارکان کشاورزی هوشمند آب وهوایی در فرآیندهای برنامه‌ریزی.

در پژوهش ژائو و همکاران (Zhao et al., 2023)، با مروری بر کشاورزی هوشمند اقلیمی در شهر پکن کشور چین، تعریف و اهداف توسعه CSA مشخص شد و سپس، بررسی پیشرفت‌های اخیر CSA در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته صورت گرفت؛ و در نهایت، پیشنهادهایی در مورد چشم‌انداز و جهت‌گیری‌های CSA در آینده ارائه و در قالب مسیر اصلی آینده در نظر گرفته شد، که از آن جمله است: استفاده از فناوری پیشرفته اینترنتی برای تضمین امنیت اطلاعات کشاورزی، اصلاح الگوهای کشت و شیوه‌های مدیریت، ارائۀ خدمات «آب‌وهوای اینترنتی»، ارتقای کیفیت خدمات کشاورزی و ارائۀ بیمه مبتنی بر شاخص آب‌وهوای کشاورزی.

کوولکار و همکاران (Kuvelkar et al., 2023)، در مطالعه‌ای با عنوان «کشاورزی هوشمند اقلیم برای دستیابی به امنیت غذایی بر اساس چشم‌انداز جهانی»، در کشور مکزیک، به بررسی تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی بر کشاورزی و امنیت غذایی در مناطق مختلف جهان پرداختند. این پژوهش موضوعاتی مانند ظهور راهبردها و سیاست‌های کشاورزی هوشمند از نظر آب‌وهوا و نیز ارزیابی‌های تغییرات آب‌وهوایی در سطح مزرعه و نیاز به انطباق کشاورزی با شرایط متغیر محیطی را پوشش می‌دهد؛ و در آن، اهمیت درک چگونگی تأثیرگذاری تغییرات آب‌وهوا بر نظام‌های کشاورزی و همچنین، چگونگی امکان استفاده از این دانش برای توسعه شیوه‌های کشاورزی پایدارتر و انعطاف‌پذیرتر برجسته شده است. پرداختن بداین مسائل، برای تضمین امنیت غذایی، در مواجهه با آب‌وهوای در حال تغییر، حیاتی است و سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه راه‌حل‌های کشاورزی هوشمند اقلیم و همچنین، اقدام بین‌المللی مشترک همراه با تغییرات سیاستی و طبقه‌بندی مربوط را می‌طلبد.

با ارزیابی مطالعات پیشین، چارچوب نظری تحقیق در خصوص عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی و شناسایی متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- چارچوب نظری تحقیق (متغیرهای تحقیق)

متغیر ها	تعاریف	محقق و سال اجرای تحقیق	گویه‌های پرسشنامه
عوامل اقتصادی	میزان درآمد، بیمه محصولات، شغل دوم، پرداخت خسارت و غرامت، تأمین اعتبار، تسهیلات و ...	Etemadi et al., 2021; Roostaei et al., 2021; Kazem Alilou & Jamshidi, 2022; Belay et al., 2023; Oduntan & Obisesan, 2022; Asseldonk et al., 2023	سؤالات ۱ تا ۱۰
عوامل اجتماعی	فرهنگ و آداب و رسوم، شرکت در تشکل‌های اجتماعی، ساختار اجتماعی، مشارکت خودجوش و تمایل به پذیرش کشاورزی هوشمند، و	Etemadi et al., 2021; Amiri & Mirakzadeh, 2022; Filippini et al., 2020; Belay et al., 2023; Oduntan & Obisesan, 2022; Ogisi & Begho, 2023	سؤالات ۱۱ تا ۱۵
عوامل زراعی	تنوع کشت، تغییر زمان کشت، و تغییر میزان کشت و روش‌های آبیاری نوین، شیوه‌های مدیریت مزرعه، مسائل زیست‌محیطی، استفاده از ماشین‌آلات نوین و ...	Etemadi et al., 2021; Oduntan & Obisesan, 2022; Asseldonk et al., 2023; Ogisi & Begho, 2023	سؤالات ۱۶ تا ۲۳
عوامل فردی	خصوصیات فردی کشاورزان منطقه از نظر جنسیت، سن، سطح سواد، سابقه کار کشاورزی، تعداد اعضای خانوار، عضویت در گروه‌های کشاورزان، و ...	Etemadi et al., 2021; Oduntan & Obisesan, 2022; Ogisi & Begho, 2023	سؤالات ۲۴ تا ۳۴
پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی	کشاورزی هوشمند یک مفهوم مدیریتی است که بر فراهم کردن زیرساخت‌های صنعت کشاورزی برای استفاده از فناوری پیشرفته از جمله داده‌های بزرگ (big data)، هوش مصنوعی، ابر و اینترنت اشیا (IoT) برای ردیابی، نظارت، خودکارسازی و تجزیه‌وتحلیل عملیات متمرکز است.	Roostaei et al., 2021; Oduntan & Obisesan, 2022; Freed et al., 2023; Ogisi & Begho, 2023	سؤالات۳۵ تا ۴۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی انجام گرفته است و از نظر ماهیت، توصیفی و از نوع همبستگی بوده و با رویکرد کمی و هدف کاربردی طراحی و اجرا شده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کشاورزان استان فارس بوده و. بر اساس جدول کرجسی و مورگان، حجم نمونه مورد نیاز ۳۸۴ نفر تعیین شده است. با توجه به وسعت جغرافیایی استان، از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای استفاده شده است. بدین ترتیب، استان فارس به چهار ناحیه شمال، جنوب، شرق و غرب تقسیم شده و از هر ناحیه، دو شهرستان به‌صورت تصادفی انتخاب شده است. شهرستان‌های مرودشت و سپیدان از ناحیه شمال، جهرم و فیروزآباد از جنوب، استهبان و فسا از شرق و شهرستان‌های ممسنی و کازرون از ناحیه غرب انتخاب شدند. سپس، انتخاب نمونه‌ها به‌صورت تصادفی از میان کشاورزان این شهرستآن‌ها صورت گرفت. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته بوده که بر اساس مرور پیشینه نظری و مطالعات پیشین تدوین شده و شامل دو بخش است: بخش اول، به اطلاعات عمومی پاسخ‌دهندگان (از جمله جنسیت، سن، سطح تحصیلات، میزان درآمد، شغل دوم و سابقه فعالیت) اختصاص دارد؛ و بخش دوم نیز برای سنجش متغیرهای پژوهش تنظیم شده است. در این بخش، چهار دسته عوامل اقتصادی، اجتماعی، زراعی و فردی به‌عنوان متغیرهای مستقل و متغیر وابسته پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی مورد سنجش قرار گرفتند. عوامل اقتصادی در قالب ده گویه، عوامل اجتماعی پنج گویه، عوامل زراعی هشت گویه و عوامل فردی نیز در قالب یازده گویه تعریف شدند. همچنین، متغیر وابسته پذیرش کشاورزی هوشمند با هفت گویه و با استفاده از طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت (از کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم) مورد سنجش قرار گرفت.

روایی محتوایی و ظاهری پرسشنامه، با نظر گروهی از متخصصان حوزه کشاورزی و با بهره‌گیری از روش تحقیق بررسی شد و پس از اعمال اصلاحات لازم، روایی ابزار تحقیق تأئید شد. برای سنجش روایی سازه، از شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده[1] استفاده شد. همچنین، پایایی ابزار از طریق ضریب آلفای‌کرونباخ و پایایی ترکیبی[2] ارزیابی شد. مقدار آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۰/۸۳ به‌دست آمده، که بیانگر پایایی مناسب ابزار است.

1. Average Variance Extracted (AVE)
2. Composite Reliability (CR)

به‌منظور توصیف داده‌ها، از شاخص‌های آمار توصیفی شـامل میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و توزیع فراوانی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، برای تحلیل روابط میان متغیرها، از مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) بهره گرفته شد. این روش امکان بررسی هم‌زمان روابط مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرهای مستقل و وابسته را فراهم می‌سازد. برای ارزیابی برازش مدل، از شاخص اشتراک با روایی متقاطع (CV-Com) و افزونگی (CV-Red) استفاده شد. کلیه تحلیل‌های آماری با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای SPSS22 و SMART PLS2 انجام گرفت.

نتایج و بحث

به‌منظور توصیف مناسب‌تر نتایج به‌دست‌آمده، آمار توصیفی داده‌های استفاده‌شده در جدول ۲ آمده است. بر اساس مندرجات این جدول، از منظر جنسیت، ۸۹ درصد افراد مورد مطالعه را مردان و یازده درصد را زنان تشکیل می‌دهند. از نظر میزان درآمد، ۲۹/۳ درصد زیر بیست میلیون تومان و ۸/۷ درصد بین بیست تا سی میلیون تومان، ۴/۲ درصد بین چهل تا پنجاه میلیون تومان و ۵۷/۹ درصد بیش از پنجاه میلیون تومان درآمد سالانه دارند. از منظر تحصیلات، ۱۲/۴ درصد افراد مورد مطالعه تحصیلات ابتدایی و ۵/۴ درصد سیکل، ۳۱/۹ درصد تحصیلات دیپلم، دوازده درصد فوق دیپلم، ۲۹/۹ درصد لیسانس و ۸/۴ درصد دارای مدرک فوق لیسانس و بالاتر بودند. از نظر سن، ۳/۴ درصد از افراد مورد مطالعه کمتر از سی سال، ۳۴/۶ درصد بین سی تا چهل سال، ۳۸/۵ درصد بین چهل تا پنجاه سال، و ۲۵/۸ درصد بیش از پنجاه سال سن داشتند. از منظر سابقه کشاورزی، ۵/۵/ درصد از افراد مورد مطالعه کمتر از پنج سال، ۱۸/۵ درصد بین پنج تا ده سال، ۵۲/۶ درصد نیز بینده تا پانزده سال، ۹/۳ درصد بین پانزده تا بیست سال و ۲۳/۴ درصد بیش از بیست سال سابقه کار کشاورزی داشتند.

جدول ۲- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌گویان

	فراوانی	درصد فراوانی		فراوانی	درصد فراوانی	
سن (سال)			**سابقه کار کشاورزی (سال)**			
کمتر از ۳۰	۱۳	۳/۴	کمتر از ۵	۲۰	۵/۵	
۳۰ تا ۴۰	۱۳۳	۳۴/۶	۵ تا ۱۰	۶۸	۱۷/۷	
۴۰ تا ۵۰	۱۴۸	۳۸/۵	۱۰ تا ۱۵	۱۷۴	۴۵/۲	
			۱۵ تا ۲۰	۳۶		
بیش از ۵۰	۹۰	۲۵/۸	بیش از ۲۰	۸۶	۲۲/۳	
کل	۳۸۴	۱۰۰	کل	۳۸۴	۱۰۰	
نما	۴۰ تا۵۰	میانگین	۴۵/۵	نما	۱۰ تا ۱۵	میانگین ۱۳/۸
جنسیت			**درآمد**			
مرد	۳۴۲	۸۹	کمتر از ۲۰ میلیون تومان	۹۲	۲۹/۳	
زن	۴۲	۱۱	۳۰-۲۰ میلیون تومان	۳۳	۸/۷	
کل	۳۸۴	۱۰۰	۵۰-۴۰ میلیون تومان	۴۶	۴/۱	
			بیشتر از ۵۰ میلیون تومان	۲۱۳	۵۷/۹	
			کل	۳۸۴	۱۰۰	
			نما	≥۵۰	میانگین	۳۴/۹
تحصیلات						
ابتدایی	۴۸	۱۲/۴	لیسانس	۱۱۵	۲۹/۹	
سیکل	۲۱	۵/۴	فوق لیسانس	۲۶	۶/۹	
دیپلم	۱۲۲	۳۱/۹	دکتری	۶	۱/۵	
فوق دیپلم	۴۶	۱۲	کل	۳۸۴	۱۰۰	
			نما		مقطع دیپلم	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ابتدا (با استفاده از نرم فزار SPSS)، از شیوه‌های آمار توصیفی از قبیل میانگین، انحراف معیار، کمترین و بیشترین مقدار بهره‌گیری شده، که نتایج تحلیل آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
عوامل اقتصادی	۳۸۴	۳/۲۱۹	۰/۷۷۱	۱/۱۰	۵
عوامل اجتماعی	۳۸۴	۳/۴۱۳	۰/۸۱۰	۱/۲۰	۵
عوامل زراعی	۳۸۴	۳/۴۳۲	۰/۷۲۳	۱/۷۵	۵
عوامل فردی	۳۸۴	۳/۳۱۹	۰/۷۶۶	۱/۱۴	۵
پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی	۳۸۴	۳/۵۰۵	۰/۶۸۱	۱/۵۵	۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج بررسی آمار توصیفی نشان می‌دهد که پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی با مقدار ۳/۵۰۵ دارای بیشترین میانگین با انحراف معیار ۰/۶۸۱ است. عوامل اقتصادی نیز با مقدار ۳/۲۱۹ دارای کمترین میانگین با انحراف معیار ۰/۷۷۱ به‌دست آمده است. بیشترین مقدار برای پاسخ‌گویان برابر با پنج و کمترین میزان پاسخ‌گویی نیز عدد یک کسب شده است.

در این بخش، سؤالات پرسشنامه از نظر روایی مورد بحث قرار گرفته است تا مشخص شود که آیا سؤالات مناسب‌اند و همچنین، متغیر مورد نظر را به‌خوبی مورد سنجش قرار می‌دهند. حد مطلوب بار عاملی شاخص‌ها در حالت استاندارد ۰/۳ یا بالاتر و در حالت معنی‌داری نیز باید بیش از ۱/۹۶ کسب شود؛ به دیگر سخن، در این مرحله، چنانچه بار عاملی یک شاخص کمتر از حدود مورد نظر باشد، لازم است آن سؤال حذف شود. بار عاملی سؤالات در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- بررسی روایی مدل اندازه‌گیری برای متغیرهای پژوهش

متغیر	سؤال	استاندارد	معنی‌داری	متغیر	سؤال	استاندارد	معنی‌داری
عوامل اقتصادی	Q1	۰/۵۲۹	۱۳/۲۲۶	عوامل زراعی	Q22	۰/۷۶۸	۲۵/۲۳۱
	Q2	۰/۷۷۶	۲۶/۹۷۵		Q23	۰/۵۶۰	۱۳/۰۳۸
	Q3	۰/۷۶۶	۲۶/۴۵۲	عوامل فردی	Q24	۰/۷۱۴	۲۲/۶۳۰
	Q4	۰/۷۶۴	۲۶/۵۷۲		Q25	۰/۶۹۸	۲۳/۲۱۶
	Q5	۰/۸۱۲	۳۵/۹۸۸		Q26	۰/۶۹۴	۲۱/۸۲۵
	Q6	۰/۶۰۹	۱۳/۱۹۸		Q27	۰/۷۱۰	۲۲/۰۷۸
	Q7	۰/۶۳۰	۱۳/۸۸۶		Q28	۰/۵۴۹	۱۱/۶۶۲
	Q8	۰/۶۱۵	۱۲/۵۶۷		Q29	۰/۵۲۹	۱۰/۸۸۳
	Q9	۰/۶۲۲	۱۳/۴۸۰		Q30	۰/۵۳۱	۱۱/۱۴۱
	Q10	۰/۸۰۲	۳۲/۱۶۶		Q31	۰/۶۴۷	۱۸/۵۷۶
عوامل اجتماعی	Q11	۰/۶۲۰	۱۱/۹۰۵		Q32	۰/۶۴۷	۱۵/۸۱۴
	Q12	۰/۶۰۷	۱۱/۹۶۵		Q33	۰/۷۱۵	۲۱/۱۹۱
	Q13	۰/۸۶۳	۴۹/۵۷۸		Q34	۰/۶۶۶	۱۷/۸۱۵
عوامل زراعی	Q14	۰/۸۲۶	۳۷/۸۹۴	پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی	Q35	۰/۴۶۸	۹/۵۶۴
	Q15	۰/۸۴۱	۴۶/۱۷۸		Q36	۰/۷۲۵	۲۴/۸۱۹
	Q16	۰/۵۶۰	۱۲/۴۳۵		Q37	۰/۷۷۴	۳۰/۱۷۷
	Q17	۰/۵۳۶	۱۱/۱۸۰		Q38	۰/۸۱۰	۴۰/۶۰۱
	Q18	۰/۷۵۸	۲۳/۵۰۷		Q39	۰/۷۹۵	۳۳/۸۸۱
	Q19	۰/۷۹۸	۲۹/۲۰۰		Q40	۰/۷۹۴	۳۱/۳۰۳
	Q20	۰/۷۸۷	۲۸/۹۲۷		Q41	۰/۵۲۹	۱۱/۸۲۵
	Q21	۰/۷۸۸	۳۰/۳۱۴				

مأخذ: یافته‌های پژوهش

خلاصهٔ برازش مدل اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در جدول ۵ آمده است. نتایج این آزمون نشان داد که بار عاملی تمامی سؤالات در حالت معنی‌داری بیش از ۱/۹۶ قرار گرفته و همچنین، در حالت استاندارد نیز بیش از ۰/۳ است. در نتیجه، سؤالات پژوهش مورد تأیید قرار گرفته و به دیگر سخن، به‌درستی توانسته است که متغیرهای پژوهش را اندازه‌گیری کند.

به‌منظور بررسی پایایی درونی (قابلیت اعتماد) پرسشنامه، از آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی استفاده شد. پایایی درونی نشانگر میزان همبستگی بین یک سازه و شاخص‌های مربوط بدان است. مزیت پایایی ترکیبی (مرکب) نسبت به آلفای کرونباخ در تعیین پایایی درونی آن است که در پایایی

ترکیبی، شاخص‌های با بار عاملی بیشتر اهمیت زیادتری دارند، همین موضوع باعث می‌شود که مقادیر پایایی مرکب یا همان ترکیبی معیاری دقیق‌تر و مطلوب‌تر باشند. معیار روایی همگرای میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای اعتبار همگرایی به‌کار رفته و همبستگی زیاد شاخص‌های یک سازه را در مقایسه با همبستگی شاخص‌های سازه‌های دیگر نشان می‌دهد. به‌طور کلی، شروط وجود روایی همگرا به‌صورت زیر خلاصه می‌شوند:

$$CR \geq 0.7,\ CR \geq AVE,\ AVE \geq 0.5$$

جدول ۵- خلاصه برازش مدل اندازه‌گیری

سازه	آلفای کرونباخ	ضریب پایایی ترکیبی CR ≥ 0.7	میانگین واریانس استخراج‌شده AVE ≥ 0.5	CR ≥ AVE
عوامل اقتصادی	۰/۸۶۰	۰/۸۸۸	۰/۵۲۲	✓
عوامل اجتماعی	۰/۸۴۸	۰/۸۸۴	۰/۵۹۴	✓
عوامل زراعی	۰/۸۲۷	۰/۸۷۴	۰/۵۰۶	✓
عوامل فردی	۰/۸۱۱	۰/۸۷۰	۰/۵۷۸	✓
پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی	۰/۸۸۱	۰/۹۰۴	۰/۵۸۹	✓

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۵ نشان داد که مقادیر AVE برای تمامی متغیرها بالاتر از ۰/۵ و مقادیر CR برای تمامی متغیرها بالاتر از ۰/۷ است. همچنین، مقادیر CR بیشتر از AVE است. بنابراین، می‌توان گفت که روایی همگرای مدل‌های اندازه‌گیری مطلوب است.

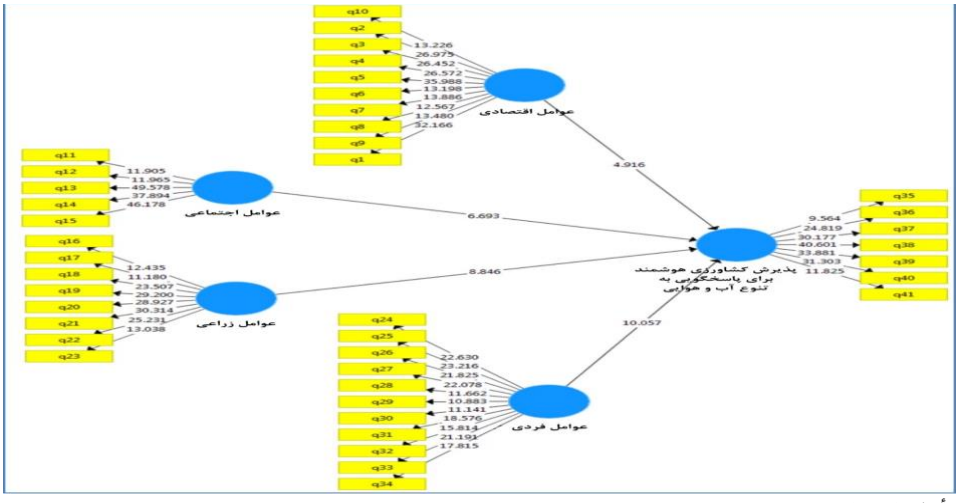
روایی واگرا سومین معیار سنجش برازش مدل‌های اندازه‌گیری در روش حداقل مربعات جزئی (PLS) است. روایی واگرا زمانی در سطح قابل قبول است که میزان جذر AVE برای هر سازه بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سازه‌های دیگر (یعنی، مربع مقدار ضرایب همبستگی بین سازه‌ها) در مدل باشد. در جدول ۶، مقدار جذر AVE هر کدام از سازه‌ها با مقادیر همبستگی میان سازه‌های دیگر نشان داده شده است. از آنجا که تمامی عددهای روی قطر از عددهای زیر قطر بیشترند، سؤالات فقط متغیر مورد نظر را می‌سنجد؛ و می‌توان گفت که روایی وگرا برقرار است.

جدول ۶- نتایج سنجش روایی واگرا به روش فورنل و لارکر

	عوامل فردی	عوامل زراعی	پذیرش کشاورزی هوشمند	عوامل اجتماعی	عوامل اقتصادی
عوامل فردی	۰/۷۲۳				
عوامل زراعی	۰/۵۹۷	۰/۷۷۱			
پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی	۰/۶۷۱	۰/۵۲۳	۰/۷۱۱		
عوامل اجتماعی	۰/۵۲۱	۰/۶۰۹	۰/۴۸۴	۰/۷۶۰	
عوامل اقتصادی	۰/۵۲۵	۰/۵۱۴	۰/۵۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۶۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مدل‌یابی معادلات ساختاری، بر پایه فرضیه‌هایی درباره وجود روابط علّی بین متغیرها، مدل‌های علّی را با دستگاه معادله خطی آزمون می‌کند (Reyhani & Manavipour, 2020). بدین ترتیب، مدل‌سازی به آزمون روابط نظری بین شرایط ساختاری معین و مفروض می‌پردازد و برآورد علّی میان متغیرهای مکنون (مشاهده‌نشده یا پنهان) و نیز روابط میان متغیرهای اندازه‌گیری‌شده (مشاهده‌شده یا آشکار) را امکان‌پذیر می‌سازد. رابطه متغیرها و یا فرضیه‌ها با آزمون معادلات ساختاری و نرم‌افزار PLS آزمون شده است. معادلات ساختاری، مدل را در دو حالت معنی‌داری و استاندارد مورد آزمون قرار می‌دهد. در حالت معنی‌داری، بار عاملی بین متغیرها باید بیشتر از ۱/۹۶ به‌دست آید تا فرضیه تأیید شود؛ و در حالت استاندارد، میزان و شدت تأثیر بین متغیرها بررسی می‌شود.

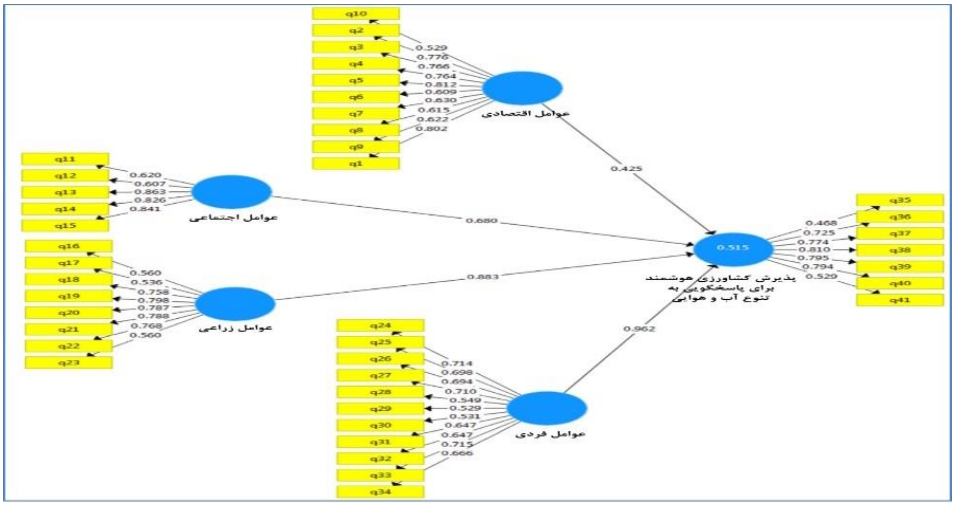


مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱- مدل ساختاری پژوهش (ضرایب معنی‌داری)

شکل ۱ نتایج معادلات ساختاری را در حالت معنی‌داری نشان می‌دهد. در حالت معنی‌داری، باید ارزش t (ضریب مسیر در حالت معنی‌داری) بیش از مقدار ۱/۹۶ باشد تا رابطه بین متغیرها یا فرضیات پژوهش معنی‌دار باشد. نتایج آزمون معادلات ساختاری برای رابطه بین متغیرهای تحقیق و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی نشان داد که مقدار معنی‌داری برای عوامل فردی برابر با ۱۰/۰۵۷ بوده، که این مقدار بیش از حد بحرانی ۱/۹۶ است. مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۹۶۲ به‌دست آمده است؛ این موضوع نشان می‌دهد که رابطه بین دو متغیر مثبت و در جهت مستقیم است، زیرا ضریب به‌دست‌آمده نیز مثبت است. برای عوامل زراعی، مقدار معنی‌داری برابر با ۸/۸۴۶ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۸۸۳ به‌دست آمده است؛ این موضوع هم نشان می‌دهد که رابطه بین دو متغیر مثبت و در جهت مستقیم است. مقدار معنی‌داری برای عوامل اجتماعی برابر با ۶/۶۹۳ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد برابر با ۰/۶۸۰ به‌دست آمده است؛ این موضوع نیز نشان می‌دهد که رابطه بین دو متغیر مثبت و در جهت مستقیم است. در نهایت، مقدار معنی‌داری برای عوامل اقتصادی برابر با ۴/۹۱۶ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد برابر با ۰/۴۲۵ به‌دست آمده است؛ این موضوع هم نشان می‌دهد که رابطه عوامل اقتصادی و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی مثبت و در جهت مستقیم است، زیرا ضریب به‌دست‌آمده نیز مثبت است.

شکل۲ نتایج معادلات ساختاری را در حالت استاندارد نشان می‌دهد. در حالت استاندارد، بارهای عاملی نشان داده می‌شود. ضریب مسیر بیان‌کننده وجود رابطه علی خطی و شدت و جهت این رابطه بین دو متغیر مکنون است. در حقیقت، همان ضریب رگرسیون در حالت استاندارد است که در مدل‌های ساده‌تر، رگرسیون ساده و چندگانه مشاهده می‌شود. عددی بین ۱− تا ۱+ است که اگر برابر با صفر شود، نشان‌دهندهٔ نبود رابطهٔ علی خطی بین دو متغیر پنهان (مکنون) است.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲- مدل ساختاری پژوهش (ضرایب استاندارد)

برای بررسی کفایت مدل، از شاخص‌های اشتراک با روایی متقاطع (CvCom) و شاخص افزونگی (CV Red) استفاده شده است. شاخص اشتراک با روایی متقاطع (CvCom) توانایی مدل مسیر را، در پیش‌بینی متغیرهای مشاهده‌پذیر از طریق مقادیر متغیر پنهان متناظر آنها می‌سنجد. برای بررسی کل مدل اندازه‌گیری، میانگین این شاخص محاسبه می‌شود؛ و چنانچه مثبت باشد، کل مدل اندازه‌گیری از کیفیت مناسب برخوردار است. همچنین، سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ برای شاخص CvCom، به‌ترتیب، میزان کیفیت کم، متوسط و زیاد را برای مدل اندازه‌گیری ارائه می‌دهند، که نتایج آن در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- برازش مدل بیرونی

متغیر	CVCom 1-SSE/SSO
عوامل اقتصادی	۰/۳۱۷
عوامل اجتماعی	۰/۳۴۶
عوامل زراعی	۰/۳۴۵
عوامل فردی	۰/۳۷۷
پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با نتوع آب‌وهوایی	۰/۳۶۶
میانگین	۰/۳۵۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون شاخص اشتراک با روایی متقاطع (CvCom) در جدول ۷ نشان می‌دهد که شاخص اشتراک با روایی متقاطع برای مدل پژوهش برابر با ۰/۳۵۰ است؛ این مقدار بیانگر کیفیت مطلوب مدل ارائه‌شده است.

در آزمون کیفیت مدل ساختاری با شاخص افزونگی، مقادیر بالای صفر ،نشان‌دهنده توانایی مطلوب مدل ساختاری در پیش‌بینی است و مقادیر ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵، به‌ترتیب، میزان ضعیف، متوسط و قوی بودن پیش‌بینی مدل ساختاری را ارائه می‌دهند. مقادیر به‌دست‌آمده از این شاخص نشان می‌دهد که برای متغیرهای این مدل، مقدار این شاخص مطلوب و قوی بوده است.

جدول ۸- برازش مدل درونی

متغیر	CVRed 1-SSE/SSO
عوامل اقتصادی	-
عوامل اجتماعی	-
عوامل زراعی	۰/۲۱۵
عوامل فردی	-
پذیرش کشاورزی هوشمند	-
میانگین	۰/۲۱۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون شاخص افزونگی (CVRed) در جدول ۸ نشان می‌دهد که شاخص افزونگی برای مدل پژوهش برابر با ۰/۳۱۹ بوده، که این مقدار بیانگر کیفیت مطلوب مدل ارائه‌شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

وجود رابطه بین دو متغیر عوامل اقتصادی و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی (آب‌وهوایی) مثبت و معنی‌دار است (مقدار معنی‌داری برابر با ۴/۹۱۶ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۴۲۵ بوده است. بارهای عاملی بزرگ‌تر از ۰/۳ نشان‌دهنده بااهمیت بودن رابطه است. چنانچه بار عاملی کمتر از ۰/۳ باشد، رابطه ضعیف در نظر گرفته شده، از آن صرف‌نظر می‌شود). در پژوهش حاضر، از جمله عوامل اقتصادی مورد بررسی می‌توان به میزان درآمد، بیمه محصولات، شغل دوم، پرداخت خسارت و غرامت، تامین اعتبار، تسهیلات و ... اشاره کرد. همان‌گونه که نتایج هم نشان داد، اینها از جمله عوامل اقتصادی مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با نتوع آب‌وهوایی

است و توجه به هر کدام از این عوامل اقتصادی می‌تواند پذیرش کشاورزی هوشمند را تسهیل و به کشاورزان در مواجهه با تغییرات آب‌وهوایی کمک کند. این نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های آسلدونک و همکاران (Asseldonk et al., 2023)، بنسون و همکاران (Benson et al., 2023)، اعتمادی و همکاران (Etemadi et al., 2021)، بلِی و همکاران (Belay et al., 2023) و روستایی و همکاران (Roostaei et al., 2021) هم‌راستاست.

وجود رابطه بین دو متغیر عوامل اجتماعی و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی مثبت و معنی‌دار است (مقدار معنی‌داری برابر با ۶/۶۹۳ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۶۸۰ بوده است). در پژوهش حاضر، از جمله عوامل اجتماعی مورد بررسی می‌توان به فرهنگ و آداب و رسوم، شرکت در تشکل‌های اجتماعی، ساختار اجتماعی، مشارکت خودجوش و تمایل به پذیرش کشاورزی هوشمند و ... اشاره کرد. عوامل اجتماعی از جمله عوامل مهم تأثیرگذار بر پذیرش نوآوری به‌شمار می‌روند. در نظریه‌های مطرح‌شده در خصوص پذیرش نوآوری به‌ویژه در نظریه نشر نوآوری (DIT) راجرز که بر تغییر از بیرون تأکید می‌کند، عوامل اجتماعی از جمله عواملی شناخته می‌شوتند که بر نشر نوآوری تأثیر می‌گذارند. از این‌رو، توجه بدین عوامل می‌تواند به پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی کمک زیادی کند. این نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش‌های اعتمادی و همکاران (Etemadi et al., 2021)، امیری و میرک‌زاده (Amiri & Mirakzadeh, 2022)، فیلیپینی و همکاران (Filippini et al., 2020)، اودانتان و اُبیسه‌سان (Oduntan & Obisesan, 2022) و اوجیسی و بگهو (Ogisi & Begho, 2023) همخوانی دارد.

وجود رابطه بین دو متغیر عوامل زراعی و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی مثبت و معنی‌دار است (مقدار معنی‌داری برابر با ۸/۸۴۶ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۸۸۳ بوده است). از جمله عوامل زارعی مورد بررسی می‌توان به عواملی از قبیل تنوع کشت، تغییر زمان کشت، تغییر میزان کشت و روش‌های آبیاری نوین، شیوه‌های مدیریت مزرعه، مسائل زیست‌محیطی، استفاده از ماشین‌آلات نوین و ... اشاره کرد. توجه به هر کدام از عوامل یادشده تأثیر زیادی بر پذیرش کشاورزان دارد. از این‌رو، توجه به هر کدام از این عوامل می‌تواند به کشاورزان کمک کند، که نسبت به پذیرش کشاورزی هوشمند، راحت‌تر تصمیم‌گیری کنند و نیز توان خود را در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی بهبود بخشند. این نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا با نتایج تحقیقات امیری و میرک‌زاده (Amiri & Mirakzadeh, 2022) و جهانگیرپور و زیبایی (Jahangirpour & zibaei, 2021)،

آسلدونک و همکاران (Asseldonk et al., 2023)، قاسملو و همکاران (Ghasemlou et al., 2023) و روستایی و همکاران (Roostaei et al., 2021) است.

وجود رابطه بین دو متغیر عوامل فردی و پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع اقلیمی مثبت و معنی‌دار است (مقدار معنی‌داری برابر با ۱۰/۰۵۷ و مقدار بار عاملی در حالت استاندارد نیز برابر با ۰/۹۶۲ بوده است). در پژوهش حاضر، عوامل فردی از قبیل جنسیت، سن، سطح سواد، سابقه کار کشاورزی، تعداد اعضای خانوار، عضویت در گروه‌های کشاورزان، و ... بررسی شده است. ویژگی‌های فردی از جمله عواملی به‌شمار می‌روند که در نظریه‌های مختلف ارائه‌شده در خصوص پذیرش نوآوری‌ها نیز بر آنها تأکید شده است؛ به‌ویژه در نظریه نشر نوآوری‌ها ی (DIT) راجرز و مدل پذیرش فناوری (TAM) مبنی بر آنکه دو عامل کلیدی سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفاده ادراک‌شده بر تصمیم کاربران برای پذیرش یک فناوری تأثیر می‌گذارند. ویژگی‌های فردی تأثیر زیادی بر پذیرش دارد و در پژوهش حاضر هم با توجه به مقدار معنی‌داری به‌دست‌آمده برای این عوامل (۱۰/۰۵۷)، تأکید بیشتری بر عوامل فردی می‌شود. توجه بیشتر به عوامل فردی پذیرش کشاورزی هوشمند در مواجهه با تنوع آب‌وهوایی را افزایش می‌دهد. این نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات اوجیسی و بگهو (Ogisi & Begho, 2023)، اودانتان و اُبیسه‌سان (Oduntan & Obisesan, 2022)، بلِی و همکاران (Belay et al., 2023) و اعتمادی و همکاران (Etemadi et al., 2021) مطابقت دارد.

کشاورزی هوشمند یک مفهوم در کشاورزی نوین بوده که به‌دنبال استفاده از فناوری برای بهبود تولید و افزایش محصولات کشاورزی است؛ و در عین حال، استفاده از نهاده‌ها را به‌گونه‌ای چشمگیر کاهش می‌دهد. کشاورزی هوشمند، همچنین، یک رویکرد کشاورزی مبتنی بر فناوری اطلاعات است که نیاز به مشاهده آن را افزایش می‌دهد. این رویکرد اقداماتی را به‌کار می‌بندد که از نظر اقتصادی و بوم‌شناختی، برای دستیابی به بهبود در تولید، معنی‌دار به‌شمار می‌روند. نقش کشاورزی هوشمند، در رشد پایدار تولید محصولات کشاورزی و همچنین، کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی و کاهش خطر آلودگی‌های زیست‌محیطی با اجرای کشاورزی دقیق و از طریق توزیع نهاده‌ها بر اساس نیاز واقعی در هر قسمت از مزرعه که اطلاعات آن موجود است، در آینده کشاورزی جهان کاملاً مشهود خواهد بود. در کشاورزی هوشمند، کشاورزان از شیوه‌ها و ابزارهای نوآورانه کشاورزی از جمله هواپیماهای بدون سرنشین یا همان پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور (پهپاد)، دستگاه‌های جغرافیایی و حسگرها، برای بهبود شیوه‌های کشاورزی خود استفاده می‌کنند. به‌طور کلی، این روش شامل استفاده

از فنآوری شبکه‌ای برای دستیابی به افزایش تولید و پشتیبانی از توسعه پایدار کشاورزی است. بر این اساس و با توجه به نتایج تحقیق حاضر، پیشنهادهایی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- باید سیاست‌های دولت به نیازهای کشاورزان برای پیاده‌سازی کشاورزی هوشمند نزدیک‌تر باشند و توسعه خدمات حمایتی و اقتصادی در کاربرد کشاورزی هوشمند برنامه‌ریزی شود. همچنین، باید در زمینه فراهم کردن زیرساخت‌های اقتصادی و فنی مورد نیاز براتی اجرای کشاورزی هوشمند، استفاده از فناوری‌های کشاورزی، دیجیتال‌سازی و توجه به کشاورزی هوشمند در برنامه‌های توسعه کشاورزی سازمان‌های ذی‌ربط و توسعه دانش فنی کشاورزان در استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط با این فناوری، اقدامات لازم صورت گیرد.
- لازم است که توسعه فناوری‌های نوین و هوشمند ارزان قیمت و مناسب برای واحدهای تولیدی کوچک کشاورزی و تقویت زیرساخت اینترنت و شبکه به‌ویژه شبکه‌های بی‌سیم برای مناطق کشاورزی و روستایی انجام شود. همچنین، افزایش سهم سرمایه‌گزاری در بخش کشاورزی و فراهم‌سازی زیرساخت‌های لازم برای تولید محصولات متنوع در منطقه (از قبیل تأمین ادوات مورد نیاز و تسهیلات لازم برای کشاورزان به‌منظور پذیرش کشاورزی هوشمند) در دستور کار سیاست‌گذاران ذی‌ربط قرار گیرد.
- شایسته است که خدمات مشاوره و راهنمایی به کشاورزان از سوی سازمآن‌ها و مسئولان ذی‌ربط ارائه شود و کارهای لازم برای افزایش آگاهی از منافع کاربردی فناوری کشاورزی هوشمند انجام گیرد.
- به‌منظور ترویج کشاورزی هوشمند، علاوه بر تمرکز بر برنامه‌های آموزشی و ترویجی که می‌تواند منجر به تغییر نگرش و رفتار کشاورزان شود، بر مسائلی مانند وضعیت فرهنگی و اجتماعی گروه‌های هدف نیز توجه ویژه صورت گیرد.
- افراد حقیقی از جمله متخصصان، کشاورزان، زارعان و یا افراد حقوقی از جمله تصمیم‌گیران و مدیران جهاد کشاورزی نسبت به تشکیل شرکت‌های تعاونی و ارائه خدمات کشاورزی هوشمند و امکانات مربوط مبادرت ورزند.
- شایسته است که انتقال دانش کشاورزی هوشمند به دو صورت مجازی و حضوری توأمان صورت گیرد تا تأثیر بیشتری داشته باشد. با استفاده از ارتباطات مجازی می‌توان با سرعت بیشتری یافته‌های نوین تحقیقاتی را در اختیار کشاورزان قرار داد و با استفاده از گروه‌های مجازی و ایجاد

ارتباط مداوم، دانش کشاورزی را به‌روز کرد، ضمن اینکه باید ادوات و فناوری روز دنیا را نیز در دسترس و اختیار کشاورزان قرار داد.

منابع

1. Abbaszadeh, F. (2020). Smart agriculture and its relationship with climate change. Proceedings of Jiroft National Agriculture and Health Conference, Jirof, Iran. [In Persian]
2. Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behaviour. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
3. Ali, A, & Erenstein, O. (2017). Assessing farmer use of climate change adaptation practices and impacts on food security and poverty in Pakistan. *Climate Risk Management*, 16, 183-194.
4. Amiri, S., & Mirakzadeh, A. (2022). Investigating factors affecting the adoption of smart water meters among farmers in the Mahidasht Plain. *Advanced Technologies in Water Productivity*, 2(3), 36-53. [In Persian]
5. Asseldonk, M. V., Girvetz, E., Pamuk, H., Wattel, C., & Ruben, R. (2023). Policy incentives for smallholder adoption of climate-smart agricultural practices. *Politics of Technology*, 5, 1-15. DOI: 10.3389/fpos.2023.1112311.
6. Bakhshoudehnia, N., Farhadian, H., Akbari, A., & Saadoundi, M. (2023). Climate-Smart Agriculture (CSA). The 9th National Conference on Food Security, Ideas and Researches in Recycling Engineering and Reducing Agricultural Waste, Tehran. Available at https://civilica.com/doc/1679365. [In Persian]
7. Belay, A., Mirzabaev, A., Recha, J. W., Oludhe, C., Osano, P. M., Berhane, Z., Olaka, L. A., Tegegne, Y. T., Demissie, T., Mutsami C., & Solomon D. (2023). Does climate-smart agriculture improve household income and food security? Evidence from Southern Ethiopia. *Environ. Dev. Sustain*., 12, 1-28. DOI: 10.1007/s10668-023-03307-9.
8. Below, T. B., Mutabazi, K. D., Kirschke, D., Franke, C., Sieber, S., Siebert, R., & Tscherning, K. (2012). Can farmers' adaptation to climate change be

explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change*, 22(1), 223-235.

9. Benson, T., Natal, A., Wycliffe, T., & Hegarty, J. Ph. (2023). Climate Smart Agriculture (CSA) for Sustainable Agriculture nexus: a tool for transforming food systems. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 1-11(6), 1195-1199. DOI: 10.24925/turjaf.V11i6.1195-1199.5591.
10. Bose, M, Abdullah, A, Harun, R, Jamalani, M, Elawad, R, & Fallah, M. (2014). Perception of and adaptation to climate change by farmers in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science Toxicology and Food Technology*, 1(8), 52-57.
11. Butler, J. R. A, Skewes, T, Mitchell, D, Pontio, M, & Hills, T. (2014). Stakeholder perceptions of ecosystem service declines in Milne Bay, Papua New Guinea: Is human population a more critical driver than climate change? *Marine Policy*, 46, 1-13.
12. Camarotto, C., Dal Ferro, N., Piccoli, I., Polese, R., Furlan, L., Chiarini, F., & Morari, F. (2018). Conservation agriculture and cover crop practices to regulate water, carbon and nitrogen cycles in the low-lying *Venetian plain. Catena*, 167, 236-249.
13. Chisanga, K, Bosco Mvula, A, & Habibu, T, (2017). The role of indigenous knowledge in climate adaptation: experiences with farmer perceptions from climate H. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(9), 94-101.
14. Chou, K. T. (2013). The public perception of climate change in Taiwan and its paradigm shift. *Energy Policy,* 61, 1252-1260.
15. Cooper, P. J. M., Dimes, J., Rao, K. P. .C., Shapiro, B., Shiferaw, B., & Twomlow, S. (2008). Coping better with current climatic variability in the rain-fed farming systems of Sub-Saharan Africa: An essential first step in adapting to future climate change? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1), 24-35.
16. Deng, J., Sun, P., Zhao, F., Han, X., Yang, G., & Feng, Y. (2016). Analysis of the ecological conservation behavior of farmers in payment for ecosystem

service programs in eco-environmentally fragile areas using social psychology models. *Sci. Total Environ*., 550, 382-390.

17. Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., & Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Globbal Environ. Change*, 19, 248-255.
18. Etemadi, M, Mousavi, N, & Amini, A. (2021). Evaluation of factors affecting the adoption of smart gricultural solutions to the climate with an emphasis on the characteristics of social and psychological capital. *Agricultural Economy Magazine*, 16(1), 1-33. [In Persian]
19. FAO (2010). Climate-smart agriculture: policies, practices, and financing for food security, adaptation and mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
20. FAO (2015). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. Available at http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/. Retreived at 03.12. 2015.
21. Filippini, R., Marescotti, M. E., Demartini, E., & Gaviglio, A. (2020). Social networks as drivers for technology adoption: a study from a rural mountain area in Italy. *Sustainability*, 12(22), 9392. DOI: 10.3390/su12229392.
22. Freed, E. K., Schulte, R. P. O., & Loboguerrero, A. M. (2023). How does climate-smart agriculture contribute to global climate policy? Bridging the gap between policy and practice. *Front. Sustain. Food System*., 7, 802289. DOI: 10.3389/fsufs.2023.802289.
23. Ghambar Ali, R, Papzan, A, & Afsharzadeh, N. (2013). Analysis of farmers' perceptions of climate change and adaptation strategies. *Journal of Rural Research*, 3(11), 192-213. [In Persian]
24. Ghasemlou, N., Mutkan, A., Alimohammadi Sarab, A., Aqiqi, H., & Mirbagheri, B. (2023). Using Internet of Things technology in collecting environmental information of agricultural land using sensor observation service. *Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources,* 14(4), 12-19. DOI: 10.30495/girs.2023.691226. [In Persian]

25. Hesabi, F., Jafarpanah, A., Karshenas, A., & Ahmadzadeh, M. H. (2023). Technological trends in smart agriculture. *Entrepreneurship Strategies in Agriculture*, 10(2), 102-115. [In Persian]
26. IPCC (2013). Summary for policymakers. In: Stocker, T. F, Qin, D, Plattner, G. K, Tioner, M, Allen, S. K, Boschung, J, Nauels, A, Xia, Y, Bexm V, Midgley, P. M. (Eds) Climate change 2013: Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
27. Jahangirpour, D.., & Zibaei, M. (2021). Cropping pattern optimization within the framework of climate-smart agriculture objectives: a case study of the Dorudzan irrigation network, Iran. *Agricultural Economics and Development (Agricultural Sciences and Industries)*, 35(4), 407-422. Available at https://sid.ir/paper/1053935/fa. [In Persian]
28. Jiri, O, Mtali-Chafadza, L, & Mafongoya, P. L. (2017). Influence of smallholder farmers' perceptions on adaptation strategies to climate change and policy implications in Zimbabwe. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, 3(1), 47-55.
29. Kazem Alilou, V., & Jamshidi, B. (2022). Application of artificial intelligence in climate smart agriculture. *Agricultural Information Science and Technology*, 5(2), 51-60. DOI: 10.22092/jaist.2023.362065.1090. [In Persian]
30. Kimeli, P, Nyasimi, M, & Radeny, M. (2017). Strengthening farmer adaptive capacity through farms of the future approach in Nyando, western Kenya. In: Filho, W. L. et al (Eds) Climate change adaptation in africa: fostering resilience and capacity to adapt (Part II, Cham). Switzerland: Springer International Publishing, pp. 629-645.
31. Kuvelkar, R., Anjanappa, J., & Bhattacharya, A. (2023). Climate smart agriculture to attain food security based on a global outlook. Available at https://ssrn.com/abstract=4384125. DOI: 10.2139/ssrn.438 4125.
32. Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M., & Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Managagement*, 146, 84-94.

33. Luo, L., Qin, L., Wang, Y., & Wang, Q. (2016). Environmentally-friendly agricultural practices and their acceptance by smallholder farmers in China: a case study in Xinxiang County, Henan province. *Sci. Total Environ*., 571, 737-743.
34. Manandhar, S, Pratoomchai, W, Ono, K, Kazama, S, & Komori, D. (2015). Local people's perceptions of climate change and related hazards in mountainous areas of northern Thailand. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 11, 47-59.
35. Moosaei, M., & Seyednejad, M. (2021). The impact of information and communication technology on agricultural systems and the transition to food stability and security (case study: Agriculture-Jahad Organization, Khuzestan province). *International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems (IJASRT in EESs)*, 11(1), 41-53.
36. Nguyen, T. P. L, Seddaiu, G, Virdis, S. G. P, Tidore, C, Pasqui, M, & Roggero, P. P. (2016). Perceiving to learn or learning to perceive? Understanding farmers' perceptions and adaptation to climate uncertainties. *Agricultural Systems*, 143, 205-216.
37. Oduntan, O., & Obisesan, A. (2022). Factors influencing adoption of climate smart agricultural practices among maize farmers in Ondo State, Nigeria. *Journal of Economics and Allied Research*, 7(4), 164-177. Available at https://jearecons.com/index.php/jearecons/article/view/264.
38. Ogisi, O. D., & Begho, T. (2023). Adoption of climate-smart agricultural practices in sub-Saharan Africa: a review of the progress, barriers, gender differences and recommendations. *Farming System*, 1(2), [100019].
39. Pagliacci, F, Defrancesco, E, Mozzato, D, Bortolini, L, Pezzuolo, A, Pirotti, F, Pisani, E, & Gatto, P. (2020). Drivers of farmers' adoption and continuation of climate-smart agricultural practices: a study from northeastern Italy. *Science of the Total Environment*, 710, 136345.

40. Parry, M, Canziani, O, Palutikof, J, Van der Linden, P, & Hanson, C. (2007). Climate change impacts, adaptation and vulnerability. *Cambridge University Press*, New York, NY 10013-2473, USA.
41. Reyhani, M., & Manavipour, D. (2020). Standardization and evaluation of psychometric properties of Midchildhood Developmental Assessment Tool (MDAI). *Islamic Life Style*, 4(3), 123-138. [In Persian]
42. Roostaei, M., Asadi, A., & Kalantari, Kh. (2021). Examining the interrelationships of smart climate agricultural components using DEMATEL technique. *Economic Research and Agricultural Development of Iran*, 52(3), 569-589. DOI: 10.22059/ijaedr.2019.260450.66861. [In Persian]
43. Rosenzweig, C., & Tubiello, F. N. (2007). Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change,* 12(5), 855-873.
44. Sabet, F., & Mohammadpour, M. (2021). Smart agriculture. *Extension Journal of Agricultural Information Science and Technology*, 4(1), 49-58. [In Persian]
45. SCI (2018). Agricultural products of Fars province, 2017. Statistical Center of Iran (SCI), Tehran. [In Persian]
46. Shi, X, An, X, Zhao, Q, Liu, H, Xia, L, Sun, X, & Guo, Y. (2019). State-of-the-art internet of things in protected agriculture. *Sensors*, 19(8), 1833.
47. Stavtsev, A. N., Natarov, D. S., & Porfirov, P. A. (2018). European market of organic livestock: modern trends. *Economy, Labor, Management in Agriculture*, 12, 37-45. DOI: 10.33938/1812-37.
48. Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, R., Howard, G., Reser, J., Stern, P., & Weber, E. (2009). Psychology and global climate change: addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges. A Report by the American Psychological Association's Task Force on the Interface between Psychology and Global Climate Change. American Psychological Association, Washington, DC.
49. Tesfahunegn, G. B., Mekonen, K., & Tekle, A. (2016). Farmers' perception on causes, indicators and determinants of climate change in northern Ethiopia:

implication for developing adaptation strategies. *Applied Geography*, 73, 1-12.

50. Tromboni, F., Bortolini, L., & Martello, M. (2014). The use of water in the agricultural sector: a procedure for the assessment of large-scale irrigation efficiency with GIS. *Irriggation, Drain*., 63, 440-450.
51. Wood, S. A, Jina, A. S, Jain, M, Kristjanson, P, & DeFries, R. S. (2014). Smallholder farmer cropping decisions related to climate variability across multiple regions. *Global Environmental Change*, 25, 163-172.
52. Zhao, J., Liu, D., & Huang, R. (2023). A review of climate-smart agriculture: recent advancements, challenges, and future directions. *Sustainability*, 15(4), 3404. DOI: 10.3390 /su15043404.