

An Extension of the Theory of Planned Behavior for Explaining Climate-Smart Agriculture Adoption: The Role of Climate Knowledge in the Coastal Region of Chababhar

Zeinab Asadi¹ 

1. (Corresponding Author) Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran
Email: zeinabasadi3009@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:

Received:
13 February 2026
Received in revised form:
2 April 2026
Accepted:
25 April 2026
Available online:
2 June 2026

Keywords:

Climate Knowledge,
Chababhar's Coastal
Farmers, Climate-Smart
Agriculture, Theory of
Planned Behavior.

ABSTRACT

Food insecurity and climate change are the most significant global challenges threatening agricultural sustainability. Climate-smart agriculture is an effective approach to enhancing resilience and adaptation to climate change. However, the role of cognitive factors - particularly climate knowledge - has received less attention in the adoption of this approach. Accordingly, this study aims to extend the Theory of Planned Behavior (TPB) by incorporating climate knowledge to explain the adoption of climate-smart agriculture in Chababhar coastal region. Data were collected using a structured questionnaire comprising 24 items based on six constructs. The validity and reliability of the instrument were confirmed, and the data were analyzed using SPSS and SmartPLS software through partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). The results indicated that the proposed model exhibited adequate fit and explanatory power. Attitudes, subjective norms, and perceived behavioral control explained 59% of the variance in behavioral intention, while behavioral intention accounted for 51% of the variance in CSA adoption behavior. All research hypotheses were confirmed. Subjective norm had the greatest influence on behavioral intention ($\beta = 0.391$), followed by perceived behavioral control and attitude. Additionally, climate knowledge had a positive and significant effect on attitude ($\beta = 0.631$), subjective norm ($\beta = 0.594$), and perceived behavioral control ($\beta = 0.563$). The findings indicate that climate knowledge enhances adoption of climate-smart agriculture by reinforcing cognitive and social factors. Therefore, enhancing climate knowledge through educational and extension programs can play an effective role in promoting CSA and increasing farmers' resilience to climate change.

Citation: Asadi, Z. (2026). An Extension of the Theory of Planned Behavior for Explaining Climate-Smart Agriculture Adoption: The Role of Climate Knowledge in the Coastal Region of Chababhar. *Journal of Spatial Planning and Development of Coastal and Border Regions*, 2 (1), 75-94.
<http://doi.org/10.22034/jpd.2026.2092042.1074>



© The Author(s)

Publisher: International University of Chababhar

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, climate change has become one of the most significant global threats to food security and the sustainability of agricultural systems. Rising temperatures, shifting precipitation patterns, increased frequency of extreme events such as droughts and floods, and declining natural resource productivity have posed serious challenges to agricultural production and farmers' livelihoods, making it increasingly difficult to achieve sustainable development goals, particularly the 'Zero Hunger' target. Under these circumstances, climate-smart agriculture has gained the attention of policymakers and researchers as a strategic approach to enhancing productivity, improving resilience, and mitigating the effects of climate change. However, the adoption of this approach is not solely dependent on technical and economic factors; cognitive and behavioral variables also play a decisive role in farmers' decision-making. In this regard, although the *Theory of Planned Behavior* is one of the most widely used frameworks for explaining farmers' behaviors, the role of climate knowledge in shaping the components of this model has received less attention. Therefore, this study, by extending the *Theory of Planned Behavior* and incorporating the construct of climate knowledge, investigates the factors influencing the adoption of climate-smart agriculture among farmers in the Chabahar region.

Methodology

This study was conducted in Sistan and Baluchestan Province - one of the most vulnerable regions of Iran to climate change. Due to its predominantly arid and semi-arid climate, inadequate water resources, and the significant dependence of rural livelihoods on the agricultural sector, this province provides a suitable context for examining the adoption of climate-smart agriculture (CSA). Data were collected using a structured questionnaire. The questionnaire consisted of two sections: the first section recorded the demographic and socio-economic information of the respondents, and the second section comprised 24 items

designed to measure the core constructs of the study based on the *Theory of Planned Behavior (TPB)* and the climate knowledge variable. The constructs examined in this study included attitude, subjective norms, perceived behavioral control, behavioral intention, and climate knowledge, all of which were measured using a five-point Likert scale. Content validity of the instrument was confirmed by expert judgment in relevant fields, and its reliability was assessed using Cronbach's alpha coefficient. Data analysis was conducted at both descriptive and inferential levels. SPSS software was used for preliminary statistical analyses, and partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) with SmartPLS software was employed to test the conceptual model and examined the relationships among the research variables.

Results and Discussion

The results of structural equation modeling indicate that the proposed model exhibited satisfactory explanatory power. Specifically, attitude, subjective norms, and perceived behavioral control explained 59% of the variance in farmers' behavioral intention, while behavioral intention accounted for 51% of the variance in climate-smart agriculture (CSA) adoption behavior. All research study hypotheses were confirmed. Among the components of the Theory of Planned Behavior, subjective norms had the strongest effect on behavioral intention ($\beta = 0.391$), followed by perceived behavioral control ($\beta = 0.326$) and attitude ($\beta = 0.284$). Furthermore, climate knowledge had a positive and significant impact on attitude ($\beta = 0.631$), subjective norms ($\beta = 0.594$), and perceived behavioral control ($\beta = 0.563$), explaining 39.8%, 53.3%, and 31.7% of the variance in these constructs, respectively. In addition, behavioral intention, with a path coefficient of $\beta = 0.713$, was identified as the strongest predictor of actual behavioral intention toward climate-smart agriculture. Overall, the findings indicate that climate knowledge, by reinforcing the cognitive and social components of the *Theory of Planned Behavior*, plays a key role in shaping farmers' intention and adoption behavior toward climate-smart agriculture in the coastal region of Chabahar.

Conclusion

The findings demonstrated that the extended *Theory of Planned Behavior* (TPB) model possesses sufficient explanatory power to account for the adoption of climate-smart agriculture (CSA) in Chabahar's coastal region. The results indicated that attitude, subjective norms, and perceived behavioral control significantly contribute to shaping farmers' behavioral intention, with behavioral intention serving as the most important predictor of actual CSA adoption behavior. Among the TPB constructs, subjective norms exerted the strongest effect on behavioral intention, underscoring the importance of social factors and environmental approval in farmers' decision-making processes. Furthermore, climate knowledge, as a contextual variable, had a positive and significant impact on attitude, subjective norms, and perceived behavioral control, thereby playing an important role in strengthening the adoption process. This finding indicates that enhancing farmers' awareness and understanding of climate change can lead to the formation of more positive attitudes, the reinforcement of social support, and an increased perception of their capability to implement innovative agricultural practices. Accordingly, the design and implementation of educational and extension programs tailored to local conditions, the strengthening of social networks and local institutions, and the facilitation of farmers' access to necessary resources and technologies can play a significant role in promoting the adoption of climate-smart agriculture and enhancing the resilience of the agricultural sector in the region to climate change.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

The author is solely responsible for the conceptualization, data analysis, and writing of the manuscript. The author has approved the content of the article and agrees with all aspects of the work.

Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest concerning the authorship or publication of this article.

Acknowledgments

I thank all scientific advisors of this article.

توسعه مدل نظری رفتار برنامه‌ریزی‌شده در تبیین پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی با تأکید بر نقش دانش اقلیمی در منطقه ساحلی چابهار

زینب اسدی^۱^۱ - نویسنده مسئول، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: zeinabasadi3009@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۴	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۱/۱۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۵	
تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۳/۱۲	
واژگان کلیدی: دانش اقلیمی، کشاورزان ساحلی چابهار، کشاورزی هوشمند اقلیمی، نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده.	ناامنی غذایی و تغییرات اقلیمی مهم‌ترین چالش‌های جهانی هستند که پایداری کشاورزی را تهدید می‌کنند. کشاورزی هوشمند اقلیمی رویکردی مؤثر برای افزایش تاب‌آوری و سازگاری با تغییرات اقلیمی است. بااین‌حال، نقش عوامل شناختی به‌ویژه دانش اقلیمی در پذیرش این رویکرد کمتر بررسی شده است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف توسعه نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده از طریق افزودن سازه دانش اقلیمی در تبیین پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در منطقه ساحلی چابهار انجام شد. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ای ساختاریافته شامل ۲۴ گویه مبتنی بر ۶ سازه گردآوری شد. روایی و پایایی ابزار تأیید گردید و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری PLS تحلیل شدند. نتایج نشان داد مدل پیشنهادی از برازش و قدرت تبیین مناسبی برخوردار است. نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری ادراک‌شده ۵۹ درصد از واریانس قصد رفتاری را تبیین کردند و قصد رفتاری نیز ۵۱ درصد از واریانس رفتار پذیرش CSA را توضیح داد. تمام فرضیه‌های پژوهش تأیید شدند. هنجار ذهنی ($\beta = 0/391$) بیشترین تأثیر را بر قصد رفتاری داشت و پس‌از آن کنترل رفتاری ادراک‌شده و نگرش قرار گرفتند. همچنین دانش اقلیمی اثر مثبت و معناداری بر نگرش ($\beta = 0/631$)، هنجار ذهنی ($\beta = 0/594$) و کنترل رفتاری ادراک‌شده ($\beta = 0/563$) داشت. یافته‌ها نشان داد دانش اقلیمی از طریق تقویت عوامل شناختی و اجتماعی، پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی را افزایش می‌دهد. بنابراین، ارتقای دانش اقلیمی از طریق برنامه‌های آموزشی و ترویجی می‌تواند نقش مؤثری در گسترش CSA و افزایش تاب‌آوری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی داشته باشد.
استناد: اسدی، زینب. (۱۴۰۵). توسعه مدل نظری رفتار برنامه‌ریزی‌شده در تبیین پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی با تأکید بر نقش دانش اقلیمی در منطقه ساحلی چابهار. <i>مجله آمایش و توسعه نواحی ساحلی و مرزی</i> ، ۲ (۱)، ۷۵-۹۴.	
http://doi.org/10.22034/jpd.2026.2092042.1074	
	ناشر: دانشگاه بین‌المللی چابهار

مقدمه

ناامنی غذایی، که به شکل گرسنگی آشکار می‌شود، چالشی جهانی در بهداشت عمومی است و دستیابی به اهداف توسعه هزاره را با مانع مواجه کرده است (Mansour et al., 2026). این ناامنی ریشه در عوامل ساختاری و موقعیتی در سطح بین‌المللی دارد و بازسازی امنیت غذایی جهانی مستلزم درک حق جهانی غذا و اتخاذ رویکرد "سلامت واحد" است که سلامت انسان، حیوانات و محیط‌زیست را در برمی‌گیرد (Suwa-Eisenmann et al., 2026). هم‌زمان، تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک نگرانی جهانی، تقریباً تمامی جنبه‌های زندگی بشر، محیط‌زیست و اقتصاد جهانی را تحت تأثیر قرار داده است (Gul et al., 2026). این پدیده، تهدیدی مداوم برای امنیت غذایی و سیستم تولید کشاورزی محسوب می‌شود و بخش کشاورزی را با چالش‌های جدی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار مواجه ساخته است، به‌طوری‌که تأثیر آن بر این بخش بسیار گسترده‌تر از سایر صنایع است (Rouf & Tanveer, 2026). شواهد متعدد نشان می‌دهد که جهان در حال حاضر با اثرات ملموس تغییرات اقلیمی، از جمله طوفان‌ها و خشک‌سالی‌های شدید، دست‌وپنجه نرم می‌کند که بر تأمین آب و امنیت غذایی در بسیاری از کشورها تأثیر گذاشته است (Madonda et al., 2026). افزایش جهانی انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) در طول صدسال گذشته عمدتاً به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود. این فعالیت‌ها شامل افزایش مصرف انرژی، غذا و آب؛ تقاضای بیشتر برای حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها؛ تغییرات در الگوهای کاربری زمین و جنگل‌زدایی و اتکای بیشتر به احتراق سوخت‌های فسیلی است (Ripple et al., 2024). غلظت‌های فزاینده این گازها باعث افزایش میانگین دمای سطح سیاره به میزان ۱/۱ درجه سانتی‌گراد از اواخر دهه ۱۸۰۰ شده و تغییرات در سیستم‌های زمین، از جمله اقیانوس‌ها و زیست‌کره را تسریع کرده است (Lee et al., 2024). تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی، الگوهای آب‌وهوایی را دگرگون ساخته، خطر وقوع رویدادهای شدید را افزایش داده و منجر به خسارات و آسیب‌های گسترده و نامطلوب برای جامعه بشری و طبیعت شده است (Mahmood et al., 2026). اگرچه تغییرات اقلیمی امری تاریخی است، اما غیرقابل‌پیش‌بینی بودن، فراوانی و شدت این رویدادها به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است (Qiu et al., 2024). این تحولات اقلیمی اثرات تهدیدآمیز و ویرانگری بر امنیت غذایی انسان و پیامدهای نامطلوب تغذیه‌ای برجای می‌گذارند که ابعاد کامل آن‌ها در حال آشکار شدن است (Rosegrant et al., 2024; Fanzo et al., 2025). علاوه بر این، آلودگی محیط‌زیست به‌عنوان یک چالش حیاتی برای امنیت غذایی ظهور کرده و بر موجودی، دسترسی، پایداری و کیفیت غذا تأثیر می‌گذارد (Whig et al., 2026). تغییرات اقلیمی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای امنیت غذایی جهانی، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه که کشاورزی ستون فقرات معیشت و اقتصاد آن‌هاست، شناخته می‌شود (Kalele et al., 2021). افزایش دما، تغییر الگوهای بارندگی و افزایش فراوانی رویدادهای شدید آب‌وهوایی، خطرات شدیدی را برای سیستم‌های تولید مواد غذایی در سراسر جهان ایجاد می‌کند. طبق گزارش هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC)، تغییرات اقلیمی با جلوگیری از رشد کشاورزی، کاهش تولید محصولات و بی‌ثبات کردن سیستم‌های غذایی، این آسیب‌پذیری را تشدید می‌کند (Abeba & Feleke, 2026). این پدیده موجب گرمایش جهانی، افزایش رخدادهای حادی مانند طوفان، خشک‌سالی و موج گرما و بروز پیامدهایی همچون ذوب یخچال‌ها، افزایش سطح دریا و تخریب اکوسیستم‌ها شده است (Kumar et al., 2026). پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، تغییرات اقلیمی باعث کاهش چشمگیر ۳۰ درصدی تولید محصولات کشاورزی شود و کشاورزان با دشواری‌های بیشتری در تولید غذا مواجه شوند (Mengistie & Ray, 2026). زیرا بخش کشاورزی به دلیل وابستگی به منابع طبیعی و شیوه‌های مرسوم (مانند مصرف بالای آب و کودهای شیمیایی)، در برابر تغییرات اقلیمی بسیار آسیب‌پذیر است (Kpammah et al., 2026). تشدید رخدادهای اقلیمی، به‌ویژه در جوامع محروم و کشاورزان کوچک، منجر به کاهش بهره‌وری زمین و بی‌نظمی‌های جوی شده است (Abeba & Ray, 2026).

(Feleke, 2026). با توجه به نقش حیاتی کشاورزی در تأمین نیازهای اساسی بشر و ثبات اجتماعی، بررسی تعامل این بخش با بحران‌های اقلیمی و رویدادهای شدید آب‌وهوایی اهمیت روزافزونی یافته است (Mengistie & Ray, 2026). دستور کار توسعه پایدار سازمان ملل متحد برای سال ۲۰۳۰، امنیت غذایی را به‌عنوان یک هدف جهانی تعیین کرده است. هدف دوم توسعه پایدار (SDG 2) به‌طور صریح به «پایان دادن به گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و بهبود تغذیه و ترویج کشاورزی پایدار» اختصاص دارد (UN, 2015). باوجوداین، جهان به طرز چشمگیری از دستیابی به این هدف فاصله دارد؛ به‌طوری‌که جمعیت جهان امروز ناامنی غذایی بیشتری نسبت به زمان آغاز دستور کار ۲۰۳۰ تجربه می‌کند. طبق گزارش وضعیت امنیت غذایی و تغذیه در جهان (FAO و همکاران ۲۰۲۴)، شیوع سوءتغذیه حدود ۸/۵ درصد از جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار داده که بالاتر از سطح قبل از همه‌گیری است و این بدان معناست که میلیون‌ها نفر بیشتر در مقایسه با سال ۲۰۱۹ گرسنگی را تجربه می‌کنند (Saccone & Vallino, 2025). در سال‌های اخیر، تأثیرات تغییرات اقلیمی بر سیستم‌های غذایی توجه بین‌المللی را جلب کرده و به‌عنوان یک نگرانی اساسی برای سیاست‌گذاران و دانشگاهیان مطرح شده است (Gatto & Chepeliev, 2025). طبق گزارش بحران جهانی غذا، تغییرات اقلیمی باعث کاهش ۲۱ درصدی رشد بهره‌وری کشاورزی در جهان شده و عامل اصلی ناامنی غذایی در ۱۸ کشور است (FAO et al., 2024). در حال حاضر، بیش از ۸۰ کشور برنامه‌های سازگاری با آب‌وهوا را در بخش کشاورزی تدوین کرده‌اند و از ابزارهای سیاستی مانند نوآوری در فناوری کشاورزی و کشاورزی سبز برای ترویج تحول در سیستم‌های غذایی استفاده کرده‌اند (Roy, et al., 2022).

در مواجهه با این چالش‌ها، کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA) به‌عنوان یک راه‌حل نویدبخش برای مقابله با تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی، مطرح می‌شود (Khumalo et al., 2026). کشاورزی نقشی دوگانه در بحران اقلیمی ایفا می‌کند: هم تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرد و هم در آن نقش دارد، باین‌حال، به‌عنوان بخشی از راه‌حل نیز پتانسیل قابل‌توجهی دارد (El Bilali et al., 2020). این امر بر اهمیت شیوه‌های کشاورزی پایدار که به‌طور هم‌زمان تاب‌آوری را افزایش داده و اثرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهند، تأکید می‌کند (Awoke et al., 2026). کشاورزی هوشمند اقلیمی، با هدف افزایش بهره‌وری کشاورزی، بهبود تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق شیوه‌های پایدار و متناسب با شرایط، به این نیاز پاسخ می‌دهد (Abegunde et al., 2019). این رویکرد با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد (SDGs)، به‌ویژه گرسنگی صفر (SDG 2) و اقدامات اقلیمی (SDG 13) همسو است و یک رویکرد جامع برای پرداختن هم‌زمان به امنیت غذایی و تغییرات اقلیمی ارائه می‌دهد (Simutowe et al., 2025). کشاورزی هوشمند اقلیمی، به‌عنوان یک استراتژی سازگاری حیاتی برای کشاورزی خرده‌پا و امنیت غذایی در برابر تهدیدات تغییرات اقلیمی ترویج می‌شود (Baffour-Ata et al., 2026). این رویکرد مدرن، با ادغام استراتژی‌های کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی، به دنبال افزایش بهره‌وری، تقویت تاب‌آوری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Kabato et al., 2026). تحقیقات نشان می‌دهند که سطح دانش، آموزش، دسترسی به اعتبارات، خدمات ترویجی و درک کشاورزان از تغییرات اقلیمی، عوامل کلیدی در تصمیم‌گیری برای پذیرش فناوری‌های CSA هستند (Biswas et al., 2026). باین‌حال، به دلیل پیچیدگی فرآیند پذیرش CSA و تأثیر هم‌زمان عوامل متعدد بر آن، ادبیات فعلی به دلیل تمرکز بر ابعاد محدود، هنوز نتوانسته است تصویری جامع از مسیرهای پذیرش گسترده این شیوه‌ها ارائه دهد (Mengistie & Ray, 2026). کشاورزی هوشمند اقلیمی، که با نام کشاورزی مقاوم در برابر اقلیم نیز شناخته می‌شود، رویکردی یکپارچه برای مدیریت زمین است که جمعیت رو به رشد جهان را در نظر می‌گیرد تا امنیت غذایی را تضمین کند و درعین‌حال به تطبیق شیوه‌های کشاورزی، دام و محصولات با اثرات تغییرات اقلیمی کمک کند (Begna & Wakweya, 2025). کشاورزی

هوشمند اقلیمی، بر سه اصل بنا شده است: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشاورزی، تطبیق روش‌های کشاورزی با تغییرات اقلیمی و حفظ یا افزایش بهره‌وری کشاورزی، که آن را به کلید پایداری تبدیل می‌کند (Surekha et al., 2026). باوجود اینکه مدل رفتار برنامه‌ریزی شده (TPB)، چارچوب مؤثری برای تبیین پذیرش رفتارهای مختلف، از جمله رفتارهای مرتبط با کشاورزی، محسوب می‌شود، اما مطالعات اندکی به بررسی تأثیر دانش اقلیمی بر مؤلفه‌های اصلی این مدل (نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری ادراک شده) پرداخته‌اند. در مقابل، مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که بخش عمده مطالعات در حوزه کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA) عمدتاً بر ابعاد فنی، اقتصادی و نهادی متمرکز بوده‌اند؛ به گونه‌ای که عواملی مانند دسترسی به منابع، حمایت سیاستی، انگیزه‌های اقتصادی و موانع اجرایی به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در برخی موارد توانسته‌اند بخش قابل توجهی از واریانس قصد و رفتار کشاورزان را تبیین کنند (Smita & Stijn, 2026; Valizadeh et al., 2026; Erick et al., 2026). در همین راستا، برخی مطالعات نیز نقش عوامل اجتماعی-روانشناختی مانند نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری ادراک شده را در شکل‌گیری قصد پذیرش تأیید کرده‌اند (Mondal & Hasan, 2025; Erekalov et al., 2025). با این حال، بررسی‌ها نشان می‌دهد که تمرکز غالب این تحقیقات همچنان بر تبیین فنی و اقتصادی بوده و نقش دانش اقلیمی در تعامل با سازه‌های شناختی و رفتاری مدل TPB کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که شواهد نشان می‌دهد دانش می‌تواند به عنوان یک عامل زیربنایی، بر شکل‌گیری نگرش، ادراک اجتماعی و احساس کنترل رفتاری اثرگذار باشد. از سوی دیگر، منطقه چابهار به دلیل ویژگی‌های اقلیمی خاص، از جمله آسیب‌پذیری بالا در برابر تغییرات اقلیمی، محدودیت منابع آبی و شوری خاک، با چالش‌های جدی در بخش کشاورزی مواجه است. وابستگی معیشتی این منطقه به کشاورزی، ضرورت بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی را دوچندان می‌کند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف توسعه مدل رفتار برنامه‌ریزی شده و افزودن سازه دانش اقلیمی، تلاش دارد این شکاف پژوهشی را پوشش داده و درک جامع‌تری از عوامل شناختی، اجتماعی و زمینه‌ای مؤثر بر پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در منطقه چابهار ارائه دهد.

مبانی نظری

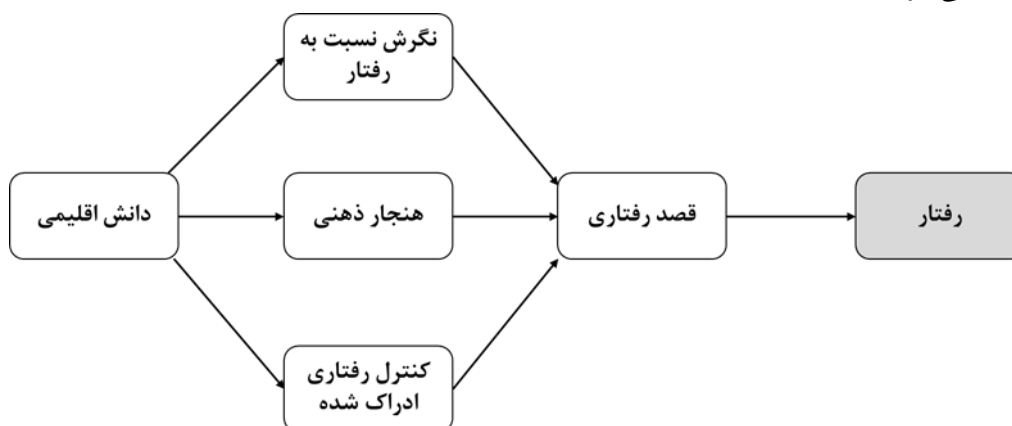
کشاورزی هوشمند اقلیمی

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزی جهانی در حال ظهور است و پیامدهای عمیقی بر پویایی آفات، بهره‌وری محصولات و امنیت غذایی دارد (Fand et al., 2026; Jha & Dev, 2024). این تغییرات با افزایش دما، بارندگی نامنظم، خشک‌سالی و نوسانات اقلیمی، به‌ویژه برای کشاورزان خرده‌پا، موجب کاهش بهره‌وری و افزایش ناامنی غذایی شده است (Mbuli et al., 2021). در این شرایط، کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA) به عنوان یک رویکرد چند رشته‌ای و راهبردی برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی بر کل سیستم‌های کشاورزی و زنجیره تأمین غذا مطرح شده است (Tamang et al., 2026; Kabato et al., 2025). CSA بر سه هدف اصلی شامل افزایش پایدار بهره‌وری و درآمد، تقویت سازگاری و تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی، و کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای تمرکز دارد (Kabato et al., 2025). این رویکرد با بهره‌گیری از روش‌هایی مانند کشاورزی دقیق، کشاورزی احیاکننده و مدیریت بهینه آب و مواد مغذی، ضمن افزایش تولید غذا، اثرات زیست‌محیطی کشاورزی را کاهش می‌دهد (Musa & Ariff Lim, 2025). با این حال، در کشورهای در حال توسعه، ایجاد پیوند میان دانش و سیاست برای افزایش پذیرش CSA ضروری است، زیرا کشاورزی در این مناطق همچنان در برابر تغییرات اقلیمی، تخریب زمین و محدودیت منابع بسیار آسیب‌پذیر است (Ali & Singh, 2026).

نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده

تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده (TPB) که در ابتدا به عنوان بسطی از نظریه عمل منطقی (TRA) توسط آجزن و فیشبین توسعه یافت، یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین چارچوب‌های نظری در تبیین و پیش‌بینی رفتار انسان به شمار می‌رود (Ajzen, 1985). این نظریه بیان می‌کند که رفتار افراد عمدتاً از طریق قصد رفتاری پیش‌بینی می‌شود و این قصد نیز تحت تأثیر سه سازه اصلی شامل نگرش نسبت به رفتار، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری ادراک شده شکل می‌گیرد (Kashif et al., 2018). نگرش به ارزیابی مثبت یا منفی فرد از انجام رفتار اشاره دارد، هنجار ذهنی بیانگر فشارها و انتظارات اجتماعی ادراک شده است و کنترل رفتاری ادراک شده نیز میزان احساس توانایی فرد برای انجام رفتار را نشان می‌دهد (Prachyakoon, 2014). TPB به طور گسترده در حوزه‌های مختلف از جمله رفتارهای زیست‌محیطی و کشاورزی به کار رفته و به دلیل ساختار انعطاف‌پذیر خود امکان توسعه با افزودن متغیرهای جدید را فراهم می‌کند. با این حال، محدودیت‌هایی مانند تمرکز بر یک رفتار خاص، محدودیت در تعمیم‌پذیری نتایج و چالش در مفروضات نظری، موجب شده است پژوهشگران به توسعه این مدل با متغیرهای تکمیلی از جمله دانش و عوامل زمینه‌ای توجه کنند؛ موضوعی که در این مطالعه با تأکید بر نقش دانش اقلیمی در پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس (شکل شماره ۱)، فرضیه‌های پژوهش به گونه‌ای تدوین شدند که مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم را پوشش دهند. فهرست فرضیه‌های تدوین شده در ادامه ارائه می‌شود:

- ❖ H1: نگرش نسبت به پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان دارد.
- ❖ H2: هنجار ذهنی مرتبط با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان دارد.
- ❖ H3: کنترل رفتاری ادراک شده توسط کشاورزان تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری آن‌ها برای پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد.
- ❖ H4: قصد رفتاری کشاورزان برای پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر رفتار واقعی آن‌ها دارد.
- ❖ H5: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر نگرش کشاورزان نسبت به پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد.
- ❖ H6: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر هنجار ذهنی کشاورزان در رابطه با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد.
- ❖ H7: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر کنترل رفتاری ادراک شده توسط کشاورزان در رابطه با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد.



شکل ۱. الگوی مفهومی پژوهش بر اساس مدل نظری رفتار برنامه‌ریزی شده با تأکید بر نقش دانش اقلیمی

روش پژوهش

جامعه آماری پژوهش شامل روستاییان استان سیستان و بلوچستان بود. با توجه به وسعت و تنوع جغرافیایی استان، از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده غیر تصادفی با رویکرد هدفمند استفاده شد. بدین منظور، استان به پنج ناحیه شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و مرکزی تقسیم و از هر ناحیه تعدادی روستا بر اساس معیارهایی نظیر موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های جمعیتی، شرایط اجتماعی - اقتصادی، تنوع معیشتی و امکان اجرای مطالعات میدانی انتخاب شد. در مجموع، ۱۸ روستا به‌عنوان روستاهای نمونه تعیین گردیدند. سپس پاسخ‌گویان از میان ساکنان این روستاها بر اساس معیارهایی همچون سکونت در روستا، آگاهی از شرایط محلی، تمایل به مشارکت و توانایی پاسخ‌گویی انتخاب شدند. حجم نمونه نهایی پژوهش ۳۶۰ نفر از روستاییان ساکن در ۱۸ روستای منتخب بود. به‌طور کلی، روش نمونه‌گیری به‌کاررفته، نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده غیر تصادفی با رویکرد هدفمند بود که متناسب با شرایط جغرافیایی و اجتماعی منطقه انتخاب شد.

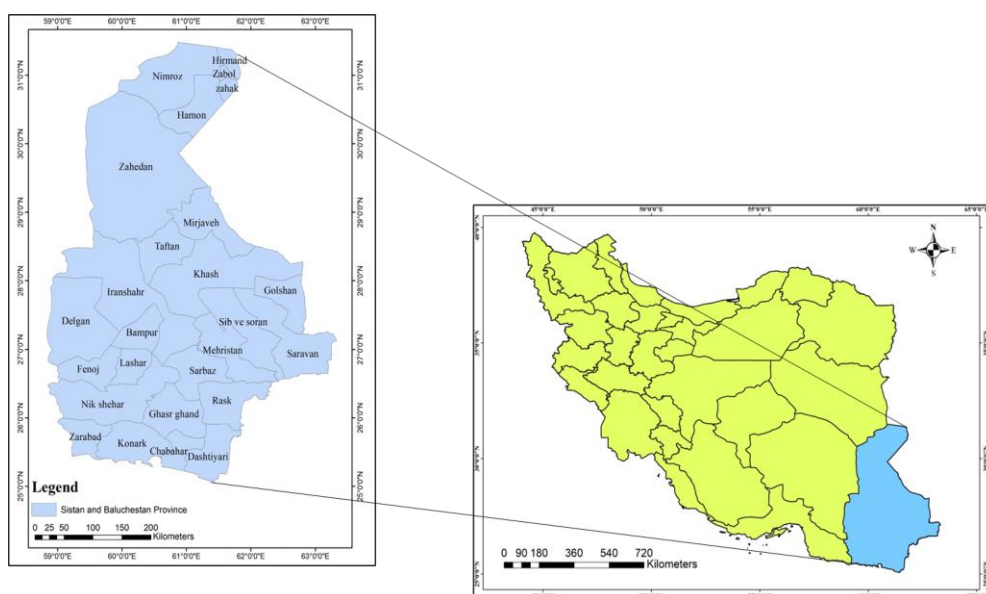
در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه ساختاریافته استفاده شد. این پرسشنامه در دو بخش اصلی طراحی گردید. بخش اول شامل سؤالات مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان مانند سن، جنسیت، سطح تحصیلات، وضعیت شغلی و سایر ویژگی‌های مرتبط بود. بخش دوم پرسشنامه شامل مجموعه‌ای از گویه‌ها برای اندازه‌گیری سازه‌های اصلی پژوهش بود که بر اساس چارچوب نظری نظریه رفتار برنامه‌ریزی و همچنین متغیر دانش اقلیمی تدوین شد. در مجموع، این بخش شامل ۲۴ گویه در ۶ سازه بود که هر یک برای سنجش ابعاد مختلف ادراکات، توانمندی‌ها و رفتارهای مرتبط با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در میان خانوارهای روستایی مورداستفاده قرار گرفتند. سازه‌های مورد بررسی به شرح زیر بود: ۱- نگرش، ۲- هنجارهای ذهنی، ۳- کنترل ادراک‌شده، ۴- قصد (نیت)، ۵- رفتار نهایی و ۶- دانش اقلیمی (۱) از پاسخ‌دهندگان خواسته شد میزان موافقت یا مخالفت خود را با هر یک از گویه‌ها بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت (۱ = بسیار کم تا ۵ = بسیار زیاد) مشخص کنند. گویه‌های پرسشنامه بر اساس مطالعات معتبر پیشین در حوزه نظریه رفتار برنامه‌ریزی و دانش اقلیمی تدوین و متناسب با شرایط جوامع روستایی مورد مطالعه بومی‌سازی شدند.

پیش از اجرای نهایی پرسشنامه، به‌منظور اطمینان از روایی محتوایی ابزار پژوهش، پرسشنامه توسط گروهی از خبرگان و اساتید دانشگاهی در حوزه‌های مرتبط شامل کشاورزی، محیط‌زیست، علوم اجتماعی و توسعه روستایی مورد بررسی قرار گرفت. این فرایند به اصلاح و بهبود گویه‌ها از نظر شفافیت مفهومی، تناسب با اهداف پژوهش و انطباق با شرایط منطقه مورد مطالعه کمک کرد. به‌منظور ارزیابی پایایی ابزار پژوهش نیز از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. این شاخص میزان همسانی درونی گویه‌های هر سازه را نشان می‌دهد و مقادیر بالاتر از ۰/۷۰ نشان‌دهنده پایایی قابل قبول ابزار اندازه‌گیری هستند.

در این پژوهش، داده‌ها در دو سطح توصیفی و استنباطی تحلیل شدند؛ برای تحلیل توصیفی از SPSS و برای بررسی روابط بین متغیرها از SmartPLS استفاده شد. مدل مفهومی پژوهش با روش مدل‌سازی معادلات ساختاری (PLS-SEM) آزمون شد که امکان بررسی هم‌زمان روابط بین سازه‌های پنهان و مشاهده‌شده را فراهم می‌کند. در این روش، ابتدا مدل اندازه‌گیری از نظر پایایی و روایی (همگرا و واگرا) ارزیابی شد و سپس مدل ساختاری برای بررسی اثر متغیرهای مستقل بر وابسته و میزان تبیین واریانس پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تحلیل گردید. در نهایت، برای سنجش برازش مدل از شاخص‌هایی مانند SRMR، NFI و RMS Theta استفاده شد.

محدوده مورد مطالعه

استان سیستان و بلوچستان با مساحتی حدود ۱۸۱,۷۸۵ کیلومتر مربع و جمعیتی نزدیک به ۲,۷۷۵,۰۱۴ نفر در جنوب شرقی ایران واقع شده است. از نظر طبقه‌بندی اقلیمی، این استان عمدتاً دارای اقلیم بیابانی و نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نسبتاً معتدل است (Pegahfar, 2023). بر اساس گزارش‌های رسمی، این استان دارای ۲۴ شهرستان، ۵۶ بخش و تعداد قابل توجهی دهستان است و بیش از ۱۰ درصد از روستاهای دارای سکنه کشور (حدود ۶,۵۵۳ روستا) در این استان قرار دارند (Derafshi & Seyedhamzeh, 2021). در سال‌های اخیر، جمعیت روستایی این استان با رشد قابل توجهی مواجه بوده است؛ رشدی که موجب افزایش تقاضا برای منابع اساسی مانند غذا، آب، انرژی و حمل‌ونقل شده است. افزایش فشار بر منابع طبیعی، همراه با الگوهای بهره‌برداری ناپایدار از منابع، ضرورت انجام مطالعاتی را که به بررسی رفتارهای سازگاری و مدیریت پایدار منابع می‌پردازند برجسته می‌کند (Kabiri et al., 2023).



شکل ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه

یافته‌ها

هدف این پژوهش، توسعه مدل نظری رفتار برنامه‌ریزی‌شده (TPB) در تبیین پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی با تأکید بر نقش پیش‌ران دانش اقلیمی در میان کشاورزان منطقه ساحلی چابهار می‌باشد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون مدل ساختاری پژوهش، از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر رویکرد کمترین مربعات جزئی (PLS-SEM) استفاده شده است. ارزیابی مدل در دو مرحله انجام می‌گیرد: (۱) ارزیابی مدل اندازه‌گیری (بخش بیرونی مدل)، (۲) ارزیابی مدل ساختاری (بخش درونی مدل).

ارزیابی مدل اندازه‌گیری

مدل اندازه‌گیری نشان‌دهنده رابطه بین متغیرهای پنهان (مکنون) و گویه‌های سنجش آن‌ها (متغیرهای آشکار) است. برای ارزیابی مدل اندازه‌گیری، شاخص‌های پایایی (پایایی تک‌تک گویه‌ها، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی) و روایی (روایی همگرا و روایی واگرا) مورد سنجش قرار گرفتند.

پایایی و روایی همگرا

پایایی مدل از طریق آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (ρ_a و ρ_c) سنجیده می‌شود که مقادیر بالای ۰/۷ نشان‌دهنده پایایی مطلوب سازه‌هاست. روایی همگرا نیز با شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) بررسی می‌شود که مقادیر بالاتر از ۰/۵۰ برای آن قابل قبول است.

جدول ۱. شاخص‌های پایایی و روایی همگرای سازه‌های پژوهش

متغیرها	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی (ρ_{a_a})	پایایی ترکیبی (ρ_{c_c})	میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)
دانش اقلیمی (KC)	۰/۸۸	۰/۸۸۴	۰/۹۱۷	۰/۷۳۵
نگرش (AT)	۰/۸۶۵	۰/۸۶۷	۰/۹۰۸	۰/۷۱۱
هنجارهای ذهنی (SN)	۰/۸۶۷	۰/۸۶۹	۰/۹۰۹	۰/۷۱۵
کنترل رفتاری ادراک‌شده (PBC)	۰/۸۵	۰/۸۵۴	۰/۸۹۹	۰/۶۸۹
قصد رفتاری (IN)	۰/۸۷۷	۰/۸۷۹	۰/۹۱۶	۰/۷۳۱
رفتار نهایی (BI)	۰/۸۵۸	۰/۸۵۸	۰/۹۰۴	۰/۷۰۲

همان‌طور که در (جدول ۱) مشاهده می‌شود، مقدار آلفای کرونباخ و هر دو شاخص پایایی ترکیبی (ρ_a و ρ_c) برای تمامی متغیرها به‌طور چشمگیری بالاتر از آستانه استاندارد ۰/۷۰ است که نشان از همسانی درونی بسیار بالا و پایایی عالی ابزار سنجش دارد. همچنین مقادیر AVE برای تمامی متغیرها بالاتر از ۰/۵۰ است (بازه بین ۰/۶۸۹ تا ۰/۷۳۵) که روایی همگرای مدل اندازه‌گیری را به‌طور کامل تأیید می‌کند.

بارهای عاملی معرفی‌ها

برای بررسی میزان هماهنگی گویه‌ها با متغیر مکنون خود، از ضرایب بارهای عاملی استفاده می‌شود. مقدار بار عاملی باید بالاتر از ۰/۷۰ باشد و آماره t مربوط به آن‌ها از ۱/۹۶ بزرگ‌تر باشد تا معناداری رابطه گویه‌ها با سازه پنهان اثبات شود.

جدول ۲. بارهای عاملی و آماره‌های t معرف‌های مدل اندازه‌گیری

متغیرها	Indicator	Outer Loading	T Statistics
KC	KC1	۰/۸۸	۷۸
KC	KC2	۰/۸۸۱	۶۸/۱۶۱
KC	KC3	۰/۸۲۶	۴۲/۷۴۸
KC	KC4	۰/۸۴۲	۴۶/۳۱۳
AT	AT1	۰/۸۴۴	۴۸/۷۸۵
AT	AT2	۰/۸۷۲	۶۶/۵۱۹
AT	AT3	۰/۸۰۳	۳۴/۶۱۸
AT	AT4	۰/۸۵۴	۵۳/۱۱
SN	SN1	۰/۸۲۵	۴۶/۰۶۷
SN	SN2	۰/۸۳۷	۴۳/۵۶۵
SN	SN3	۰/۸۶	۵۸/۴۹۷
SN	SN4	۰/۸۶	۵۹/۶۷
PBC	PBC1	۰/۸۲۶	۴۳/۸۴۸
PBC	PBC2	۰/۸۴۴	۴۹/۶۹۵
PBC	PBC3	۰/۷۹۵	۳۳/۲۷۹
PBC	PBC4	۰/۸۵۴	۵۴/۷۳۶
IN	IN1	۰/۸۷۳	۶۴/۶۴۸

IN	IN2	۰/۸۲۳	۴۲/۴۶۵
IN	IN3	۰/۸۶۷	۶۱/۳۱۸
IN	IN4	۰/۸۵۶	۵۴/۵۱۹
BI	BI1	۰/۸۱۷	۴۲/۲۳۳
BI	BI2	۰/۸۵۲	۵۶/۰۷۴
BI	BI3	۰/۸۳۸	۴۹/۶۹۸
BI	BI4	۰/۸۴۴	۵۰/۰۸۱

نتایج تحلیل بارگذاری عاملی نشان می‌دهد که بارهای عاملی تمامی گویه‌ها در محدوده بسیار مطلوب ۰/۷۹۵ تا ۰/۸۸۱ قرار دارند که همگی بالاتر از ملاک پذیرش ۰/۷۰ هستند. همچنین مقادیر آماره t برای تمامی معرف‌ها بسیار فراتر از مقدار بحرانی ۲/۵۸ (در سطح خطای یک درصد) است، که تأیید می‌کند تمامی گویه‌ها با دقت و قدرت بالا سازه‌های پنهان خود را اندازه‌گیری می‌کنند.

روایی واگرا: روایی واگرا نشان می‌دهد که یک سازه پنهان تا چه حد از سایر سازه‌های پنهان مدل متمایز است. این روایی از دو روش فورنل-لارکر (Fornell-Larcker) و نسبت هتروترایت-مونوترایت (HTMT) سنجیده می‌شود. **معیار فورنل - لارکر:** بر اساس این معیار، ریشه دوم AVE هر سازه (مقادیر روی قطر اصلی) باید بزرگ‌تر از همبستگی‌های آن سازه با سایر سازه‌ها (مقادیر زیر قطر اصلی) باشد.

جدول ۳. بررسی روایی واگرا به روش فورنل-لارکر

متغیرها	AT	BI	IN	KC	PBC	SN
نگرش	۰/۸۴۴					
تمایل رفتاری نهایی	۰/۴۹۵	۰/۸۳۸				
قصد رفتاری	۰/۵۶۸	۰/۷۱۳	۰/۸۵۵			
دانش اقلیمی	۰/۶۳۱	۰/۵۴۴	۰/۶۴۷	۰/۸۵۸		
کنترل رفتاری ادراک شده	۰/۴۰۳	۰/۵۰۸	۰/۵۷۶	۰/۵۶۳	۰/۸۳	
هنجار ذهنی	۰/۳۹	۰/۴۷۶	۰/۶۱۵	۰/۵۹۴	۰/۳۴۷	۰/۸۴۵

نتایج تحلیل معیار فورنل - لارکر نشان داد که مقادیر روی قطر اصلی (که ریشه دوم AVE متغیرها هستند) همگی از مقادیر همبستگی متناظر خود در سطرها و ستون‌های مربوطه بزرگ‌تر هستند. این موضوع تأیید می‌کند که مرزبندی و تمایز کاملی بین متغیرهای مکنون مدل وجود دارد.

معیار نسبت هتروترایت - مونوترایت (HTMT): به‌عنوان معیار مدرن‌تر و دقیق‌تر روایی واگرا، نسبت HTMT باید کمتر از آستانه سخت‌گیرانه ۰/۸۵ (یا استاندارد ۰/۹۰) باشد.

جدول ۴. بررسی روایی واگرا به روش هتروترایت-مونوترایت (HTMT)

متغیرها	AT	BI	IN	KC	PBC	SN
نگرش						
تمایل رفتاری نهایی	۰/۵۷۴					
قصد رفتاری	۰/۶۵۱	۰/۸۲۱				
دانش اقلیمی	۰/۷۲۱	۰/۶۲۳	۰/۷۳۳			
کنترل رفتاری ادراک شده	۰/۴۶۶	۰/۵۹۶	۰/۶۶۴	۰/۶۴۹		
هنجار ذهنی	۰/۴۹۹	۰/۵۴۹	۰/۷۰۳	۰/۶۷۹	۰/۴۰۱	

نتایج تحلیل معیار نسبت هتروترایت - مونوتریت نشان داد که بیشترین مقدار ثبت شده در جدول HTMT برابر با ۰/۸۲۱ (بین قصد رفتاری و تمایل رفتاری نهایی) است که از مرز بحرانی ۰/۸۵ پایین تر می باشد. این امر نشان دهنده تأیید کامل و بی نقص روایی واگرا به روش HTMT است.

ارزیابی مدل ساختاری

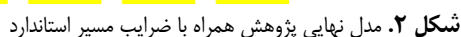
پس از تأیید مدل اندازه گیری، ارزیابی مدل ساختاری جهت سنجش کیفیت روابط بین سازه ها، قدرت پیش بینی مدل و تأیید یا رد فرضیه های پژوهش انجام می شود.

بررسی ضریب تعیین (R^2): شاخص R^2 میزان تغییرات (واریانس) یک متغیر وابسته را که توسط متغیرهای مستقل تبیین می شود، نشان می دهد. طبق استانداردهای هیر و همکاران، مقادیر ۰/۱۹، ۰/۳۳، ۰/۶۷ به ترتیب به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای R^2 تفسیر می شوند.

جدول ۵. ضرایب تعیین (R^2) متغیرهای درون زای مدل

متغیرها	R-square	R-square Adjusted
نگرش	۰/۳۹۸	۰/۳۹۷
تمایل رفتار نهایی	۰/۵۰۹	۰/۵۰۷
قصد رفتاری	۰/۵۹	۰/۵۸۶
کنترل رفتاری ادراک شده	۰/۳۱۷	۰/۳۱۵
هنجار ذهنی	۰/۳۵۳	۰/۳۵۱

متغیر قصد رفتاری (IN) دارای ضریب تعیین ۰/۵۹۰ است؛ یعنی سه متغیر اصلی تئوری رفتار برنامه ریزی شده (نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده) توانسته اند ۵۹ درصد از تغییرات قصد کشاورزان چابهار به پذیرش فناوری های هوشمند اقلیمی را تبیین نمایند که مقداری بسیار قوی و برجسته در علوم رفتاری-کشاورزی است. متغیر تمایل رفتاری نهایی (BI) دارای $R^2=0/509$ است که نشان می دهد قصد رفتاری به تنهایی قادر به تبیین ۵۱ درصد از تمایل یا رفتار نهایی پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در منطقه می باشد. متغیر دانش اقلیمی (KC) نیز به عنوان پیش ران بیرونی توانسته است به ترتیب ۳۹/۸ درصد از نگرش، ۳۵/۳ درصد از هنجارهای ذهنی و ۳۱/۷ درصد از کنترل رفتاری درک شده کشاورزان منطقه چابهار را پیش بینی کند. این ارقام نشان دهنده نقش کلیدی و بنیادین دانش در ساختار شناختی و هنجاری کشاورزان ساحلی است.



آزمون فرضیه‌ها و ضرایب مسیر

برای بررسی معناداری فرضیه‌ها از آماره آزمون t با تکنیک خودگردان سازی (Bootstrapping) استفاده شد. در سطح اطمینان ۹۵ درصد، در صورتی که مقدار مطلق آماره t بزرگ‌تر از ۱/۹۶ باشد، فرضیه تأیید می‌گردد. همچنین علامت ضریب مسیر جهت تأثیر (مثبت یا منفی) را نشان می‌دهد.

جدول ۶. خلاصه نتایج آزمون فرضیه‌های مدل ساختاری پژوهش

نتایج فرضیات	P Values	T Statistics	STDEV	ضریب مسیر (Beta)	فرضیه‌ها
تأیید شده	.	۷/۰۶	۰/۰۴	۰/۲۸۴	AT -> IN
تأیید شده	.	۱۰/۸۱۵	۰/۰۳۶	۰/۳۹۱	SN -> IN
تأیید شده	.	۸/۸۱۳	۰/۰۳۷	۰/۳۲۶	PBC -> IN
تأیید شده	.	۲۷/۸۹۹	۰/۰۲۶	۰/۷۱۳	IN -> BI
تأیید شده	.	۱۷/۸۰۴	۰/۰۳۵	۰/۶۳۱	KC -> AT
تأیید شده	.	۱۵/۸۷	۰/۰۳۷	۰/۵۹۴	KC -> SN
تأیید شده	.	۱۵/۹۳۹	۰/۰۳۵	۰/۵۶۳	KC -> PBC

بحث

تحلیل تفصیلی نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهد که سازه‌های اصلی مدل رفتار برنامه‌ریزی شده نقش معنادار و تعیین کننده‌ای در تبیین قصد و رفتار پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در میان کشاورزان منطقه ساحلی چابهار دارند. در این راستا، نتایج حاکی از آن است که نگرش کشاورزان نسبت به کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری آن‌ها برای پذیرش این شیوه‌ها دارد؛ به گونه‌ای که کشاورزانی که به مزایایی همچون افزایش بهره‌وری، سودآوری اقتصادی و پایداری محیط‌زیستی سیستم‌های CSA آگاهی بیشتری یافته‌اند، تمایل جدی‌تری برای به کارگیری و پیاده‌سازی عملی این رویکردها از خود نشان می‌دهند. از سوی دیگر، هنجارهای ذهنی با ضریب مسیر $\beta = ۰/۳۹۱$ و آماره $t = ۱۰/۸۱۵$ قوی‌ترین تأثیر مستقیم را در میان متغیرهای کلاسیک نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر قصد رفتاری کشاورزان داشته‌اند. این یافته بیانگر آن است که در بافت اجتماعی و قبیله‌ای منطقه ساحلی چابهار، فشارها و انتظارات اجتماعی و همچنین توصیه‌های افراد تأثیرگذار نظیر معتمدین محلی، همسایگان، مروجان کشاورزی و رهبران مذهبی نقش بسیار مهمی در ترغیب کشاورزان به ترک روش‌های سنتی و گرایش به شیوه‌های نوین و هوشمند کشاورزی ایفا می‌کنند. همچنین نتایج آزمون فرضیه مربوط به کنترل رفتاری درک شده با ضریب مسیر $\beta = ۰/۳۲۶$ و آماره $t = ۸/۸۱۳$ نشان می‌دهد که این متغیر نیز اثر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان دارد. با توجه به شرایط اقلیمی خاص منطقه چابهار، از جمله کم‌آبی و شوری خاک، هرچه کشاورزان احساس کنند که دسترسی مناسبی به منابع مالی، نهاده‌های موردنیاز، فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های آبیاری تحت فشار یا ارقام مقاوم به شوری و نیز آموزش‌های فنی و تخصصی دارند، سطح کنترل رفتاری درک شده آن‌ها افزایش یافته و در نتیجه قصدشان برای پذیرش فناوری‌ها و روش‌های نوین اقلیمی به طور قابل توجهی تقویت می‌شود. در ادامه، نتایج نشان داد که قصد رفتاری با ضریب مسیر بسیار بالا $\beta = ۰/۷۱۳$ و آماره $t = ۲۷/۸۹۹$ ، پیش‌بینی کننده‌ای فوق‌العاده قوی و معنادار برای تمایل رفتاری نهایی (رفتار واقعی) کشاورزان است. این یافته تأیید می‌کند که با شکل‌گیری قصد ذهنی قوی در کشاورزان منطقه چابهار، احتمال پیاده‌سازی و اجرای عملی کشاورزی هوشمند اقلیمی در مزارع آن‌ها به میزان زیادی افزایش می‌یابد. در ادامه، به منظور تبیین دقیق‌تر یافته‌ها و مقایسه آن‌ها با نتایج مطالعات پیشین، هر یک از فرضیه‌های پژوهش به صورت جداگانه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

فرضیه اول: نگرش نسبت به پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان دارد (AT -> IN): نتایج پژوهش نشان داد که نگرش کشاورزان تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری آنان برای پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($\beta = ۰/۲۸۴$) این یافته بیانگر آن است که هرچه کشاورزان ارزیابی مطلوب‌تری از مزایا و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی این رویکرد داشته باشند، تمایل بیشتری برای پذیرش و به کارگیری آن نشان می‌دهند. این نتیجه با مطالعات پیشین نیز همسو است که نگرش مثبت را یکی از مهم‌ترین پیش‌بین‌های قصد

پذیرش کشاورزی پایدار معرفی کرده‌اند (Atta-Aidoo et al., 2022; Yang et al., 2022; Mondal & Hasan, 2025).

فرضیه دوم: هنجار ذهنی مرتبط با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان دارد ($SN \rightarrow IN$): یافته‌ها نشان داد هنجار ذهنی تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری دارد ($\beta = 0.391$) و قوی‌ترین اثر را در مدل داشته است. این نتیجه با مطالعات پیشین همسو است که نقش تعیین‌کننده فشارهای اجتماعی و انتظارات گروه‌های مرجع را در پذیرش شیوه‌های کشاورزی اقلیم هوشمند تأیید کرده‌اند (Hou & Hou, 2019; Atta-Aidoo et al., 2022; Savari et al., 2023). در این چارچوب، حمایت اجتماعی و ادراک تأیید دیگران، انگیزه مهمی برای پذیرش فناوری‌های جدید در میان کشاورزان محسوب می‌شود.

فرضیه سوم: کنترل رفتاری ادراک‌شده توسط کشاورزان تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری آن‌ها برای پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($PBC \rightarrow IN$): کنترل رفتاری ادراک‌شده نیز تأثیر مثبت و معناداری بر قصد رفتاری کشاورزان داشت ($\beta = 0.326$) این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد که بر نقش دسترسی به منابع، مهارت‌ها و امکانات در افزایش قصد پذیرش تأکید کرده‌اند (Smita & Stijn, 2026; Wang & Zhang, 2024; Yang et al., 2022). به عبارت دیگر، هرچه کشاورزان احساس توانمندی و امکان‌پذیری بیشتری برای اجرای این شیوه‌ها داشته باشند، تمایل آن‌ها به پذیرش افزایش می‌یابد.

فرضیه چهارم: قصد رفتاری کشاورزان برای پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر رفتار نهایی پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($IN \rightarrow BI$): نتایج نشان داد قصد رفتاری قوی‌ترین پیش‌بینی کننده رفتار نهایی پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی است ($\beta = 0.713$) این یافته با مدل‌های رفتاری و مطالعات تجربی پیشین همسو است که نشان می‌دهند قصد رفتاری، نقش واسطه‌ای کلیدی در تبدیل نگرش‌ها به رفتار نهایی دارد (Yang et al., 2022; Erekal et al., 2025; Krchegani & Savari, 2025). همچنین مقدار ضریب تعیین رفتار نهایی نشان داد که قصد رفتاری توانسته بخش قابل توجهی از تغییرات رفتار پذیرش را تبیین کند. بنابراین، تقویت نیت رفتاری می‌تواند مستقیماً به افزایش رفتارهای پذیرش منجر شود.

فرضیه پنجم: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر نگرش کشاورزان نسبت به پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($KC \rightarrow AT$): یافته‌ها نشان داد دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر نگرش کشاورزان دارد ($\beta = 0.631$) همچنین دانش اقلیمی توانسته است حدود ۳۹/۸ درصد از تغییرات نگرش را تبیین کند. این نتیجه با مطالعات پیشین هم‌راستا است که تأکید دارند افزایش آگاهی و دانش نسبت به تغییرات اقلیمی، نقش مهمی در شکل‌گیری نگرش مثبت نسبت به کشاورزی پایدار دارد (Tama et al., 2021; Maumoh & Yindi, 2021). در واقع، دانش به عنوان پیش شرط شناختی، ارزیابی کشاورزان از مزایا و ضرورت این رویکرد را بهبود می‌بخشد.

فرضیه ششم: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر هنجار ذهنی کشاورزان در رابطه با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($KC \rightarrow SN$): نتایج نشان داد دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر هنجار ذهنی دارد ($\beta = 0.594$) همچنین این متغیر توانسته است ۳۵/۳ درصد از واریانس هنجارهای ذهنی را تبیین کند. این یافته با ادبیات پژوهش همسو است که نشان می‌دهد افزایش دانش نه تنها نگرش فردی را تقویت می‌کند، بلکه ادراک افراد از انتظارات اجتماعی و هنجارهای حمایتی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Erekal et al., 2025; Smita & Stijn, 2026). بنابراین، آگاهی بیشتر می‌تواند به تقویت فشار اجتماعی مثبت در جهت پذیرش فناوری منجر شود.

فرضیه هفتم: دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر کنترل رفتاری ادراک شده توسط کشاورزان در رابطه با پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی دارد ($PBC > KC$): یافته‌ها نشان داد دانش اقلیمی تأثیر مثبت و معناداری بر کنترل رفتاری ادراک شده دارد ($\beta = 0.563$) همچنین این متغیر توانسته است ۳۱/۷ درصد از تغییرات کنترل رفتاری درک شده را تبیین کند. این نتیجه با مطالعات پیشین همسو است که بیان می‌کنند دانش و آموزش، نقش مهمی در افزایش احساس توانمندی و دسترسی به مهارت‌های لازم برای اجرای شیوه‌های اقلیم هوشمند دارد (Tama et al., 2021; Maumoh & Yindi, 2021) در نتیجه، افزایش سطح دانش می‌تواند موانع ادراکی را کاهش داده و آمادگی رفتاری کشاورزان را تقویت کند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف توسعه نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده از طریق افزودن سازه دانش اقلیمی در تبیین پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در منطقه ساحلی چابهار انجام شد. نتایج نشان داد مدل پیشنهادی از برازش مناسب و قدرت تبیین قابل توجهی برخوردار است؛ به گونه‌ای که سه سازه اصلی نظریه شامل نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری ادراک شده توانستند ۵۹ درصد از تغییرات قصد رفتاری کشاورزان را تبیین کنند و قصد رفتاری نیز ۵۱ درصد از تغییرات رفتار واقعی پذیرش را توضیح داد. این میزان تبیین در مطالعات رفتاری حوزه کشاورزی، نشان‌دهنده کارایی بالای مدل در توضیح فرآیند تصمیم‌گیری کشاورزان است و تأیید می‌کند که شکل‌گیری نیت رفتاری، حلقه واسطه اصلی بین ادراکات روان‌شناختی و رفتار واقعی محسوب می‌شود. یافته‌ها همچنین نشان داد که هر سه مؤلفه نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در شکل‌گیری قصد پذیرش نقش معنادار دارند، اما هنجار ذهنی بیشترین اثر را بر قصد رفتاری داشته است ($\beta = 0.391$) این نتیجه نشان می‌دهد که تصمیم‌گیری کشاورزان در منطقه مورد مطالعه تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل اجتماعی، فشارهای محیطی و انتظارات افراد مهم پیرامون آنان قرار دارد. به بیان دیگر، پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی تنها یک تصمیم فردی مبتنی بر ارزیابی عقلانی نیست، بلکه به شدت از بستر اجتماعی و میزان حمایت یا تأیید جامعه محلی اثر می‌پذیرد. پس از آن، کنترل رفتاری ادراک شده ($\beta = 0.326$) نیز نقش مهمی در افزایش قصد پذیرش داشته که بیانگر اهمیت احساس توانمندی، دسترسی به منابع و امکان‌پذیری اجرای فناوری‌های جدید در میان کشاورزان است. همچنین نگرش ($\beta = 0.284$) نشان داد که ارزیابی مثبت کشاورزان از مزایا و پیامدهای این رویکرد، همچنان یکی از پایه‌های مهم شکل‌گیری قصد رفتاری محسوب می‌شود. در سطح توسعه مدل، نتایج نشان داد دانش اقلیمی نقش اساسی و زیربنایی در ساختار تصمیم‌گیری کشاورزان دارد؛ به طوری که توانسته است ۳۹/۸ درصد از تغییرات نگرش، ۳۵/۳ درصد از هنجار ذهنی و ۳۱/۷ درصد از کنترل رفتاری ادراک شده را تبیین کند. این یافته نشان می‌دهد که دانش اقلیمی صرفاً یک متغیر شناختی ساده نیست، بلکه یک عامل کلیدی و جهت دهنده است که هم‌زمان بر ارزیابی فردی، درک اجتماعی و احساس توانمندی اثر می‌گذارد. به عبارت دیگر، افزایش آگاهی نسبت به تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن می‌تواند هم نگرش مثبت‌تری ایجاد کند، هم فشار اجتماعی ادراک شده را در جهت پذیرش تقویت نماید و هم حس کنترل و توانایی اجرای رفتار را در کشاورزان افزایش دهد. همچنین نتایج مربوط به روابط ساختاری نشان داد که تمامی فرضیه‌های پژوهش تأیید شده‌اند و در این میان، قصد رفتاری قوی‌ترین پیش‌بینی کننده رفتار واقعی پذیرش بوده است ($\beta = 0.713$) این یافته اهمیت حیاتی مرحله نیت در فرآیند پذیرش فناوری را برجسته می‌سازد و نشان می‌دهد که هرگونه مداخله برای افزایش رفتار نهایی کشاورزان باید ابتدا بر تقویت قصد رفتاری متمرکز باشد. در واقع، بدون شکل‌گیری نیت قوی، احتمال تبدیل ادراکات مثبت به رفتار عملی بسیار محدود خواهد بود. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که پذیرش کشاورزی هوشمند اقلیمی در منطقه مورد مطالعه حاصل تعامل پیچیده و هم‌زمان عوامل شناختی، اجتماعی و دانشی است. درحالی‌که سازه‌های نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده نقش مستقیم در

شکل‌گیری قصد و رفتار دارند، دانش اقلیمی به‌عنوان یک عامل پایه‌ای و زیرساختی، این فرآیند را تقویت کرده و به‌صورت غیرمستقیم نیز بر افزایش پذیرش اثرگذار است. این موضوع نشان می‌دهد که تمرکز صرف بر یک بعد (مثلاً آموزش یا صرفاً حمایت مالی) کافی نیست، بلکه باید رویکردی جامع اتخاذ شود که هم ارتقای دانش اقلیمی را شامل شود، هم تقویت شبکه‌های اجتماعی و هنجارهای حمایتی را در برگیرد و هم موانع ادراکی مرتبط با توانایی و دسترسی به منابع را کاهش دهد. در مجموع، یافته‌های این بخش به‌صورت تجربی و مبتنی بر شواهد آماری معتبر تأیید می‌کند که دانش اقلیمی به‌عنوان یک متغیر برون‌زای کلیدی، نقش بسیار مهمی در تقویت ساختار نظری مدل رفتار برنامه‌ریزی‌شده در منطقه ساحلی چابهار ایفا می‌کند. تمامی فرضیه‌های هفت‌گانه پژوهش در سطح خطای کمتر از یک درصد ($P < 0.01$) مورد تأیید قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که برای تحقق توسعه پایدار کشاورزی در منطقه چابهار، تمرکز بر ارتقای دانش اقلیمی کشاورزان و بهره‌گیری از ظرفیت‌های هنجاری و اجتماعی موجود در منطقه، کارآمدترین و واقع‌بینانه‌ترین راهبرد برای هدایت کشاورزان به‌سوی پذیرش و به‌کارگیری کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA) محسوب می‌شود بنابراین در ادامه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، متناسب با شرایط منطقه ساحلی چابهار پیشنهاد می‌شود که در وهله اول، تقویت آموزش‌ها و برنامه‌های ترویجی بومی‌محور درباره تغییرات اقلیمی و کشاورزی هوشمند اقلیمی ضروری است؛ به‌گونه‌ای که محتوای آموزشی متناسب با شرایط محلی و تجربیات واقعی کشاورزان طراحی شود تا به افزایش درک و پذیرش کمک کند. همچنین پیشنهاد می‌شود شبکه‌های اجتماعی محلی، تعاونی‌ها و گروه‌های روستایی در فرآیند ترویج این رویکرد فعال‌تر شوند، زیرا نقش روابط اجتماعی و هنجارهای محلی در پذیرش بسیار تعیین‌کننده بوده است. از سوی دیگر، فراهم‌سازی زیرساخت‌ها و دسترسی آسان‌تر به فناوری‌ها و منابع موردنیاز برای اجرای کشاورزی هوشمند اقلیمی، می‌تواند احساس توانمندی و کنترل رفتاری کشاورزان را در منطقه تقویت کند. در نهایت، با توجه به وابستگی معیشتی کشاورزان چابهار به منابع طبیعی و شرایط اقلیمی خاص منطقه، لازم است برنامه‌های حمایتی و سیاستی به‌گونه‌ای طراحی شوند که هم‌زمان با ارتقای دانش اقلیمی، امکان تجربه عملی و تدریجی این نوع کشاورزی در سطح مزارع محلی فراهم شود.

حامی مالی

این اثر حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسنده

نویسنده به‌تنهایی مسئول مفهوم‌سازی، تحلیل داده‌ها و نگارش مقاله بوده است. نویسنده محتوای مقاله را تأیید کرده و با تمام جنبه‌های کار موافق است.

تضاد منافع

نویسنده اعلام می‌دارد که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارد.

تقدیر و تشکر

از همه مشاوران علمی این مقاله سپاسگزارم.

References

Abebaw, S. E., & Feleke, T. G. (2026). Systematic review on the impact of climate change on soil properties: Implications for sustainable land management. *Applied and Environmental Soil Science*, 2026(1), 9005763. <https://doi.org/10.1155/aess/9005763>

- Abegunde, V. O., Sibanda, M., & Obi, A. (2019). Determinants of the adoption of climate-smart agricultural practices by small-scale farming households in King Cetshwayo District Municipality, South Africa. *Sustainability*, 12(1), 195. <https://doi.org/10.3390/su12010195>
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In *Action control: From cognition to behavior* (pp. 11-39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2
- Ali, A. M., & Singh, B. (2026). Strengthening science-policy engagement for sustainable adoption of climate-smart agriculture in developing countries. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 1-43. <https://doi.org/10.1080/21683565.2026.2645346>
- Atta-Aidoo, J., Antwi-Agyei, P., Dougill, A. J., Ogbanje, C. E., Akoto-Danso, E. K., & Eze, S. (2022). Adoption of climate-smart agricultural practices by smallholder farmers in rural Ghana: An application of the theory of planned behavior. *PLoS Climate*, 1(10), e0000082. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000082>
- Awoke, M. D., Löhr, K., Kimaro, A. A., Lana, M., Soh Wenda, B. D., Eshetu, S. B., ... & Sieber, S. (2026). Climate-smart agriculture and household food security: The case of smallholder farmers in semi-arid Tanzania. *Agriculture & Food Security*, 15(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s40066-026-00624-w>
- Baffour-Ata, F., Mensah, S. C., Boakye, L., Arthur, E., Owusu, S. A., Asiedu-Asare, D. K., ... & Mensah, E. F. (2026). Climate-smart agriculture (CSA) practices and food security among smallholder farmers in Ghana: A case study of Sekyere Kumawu District. *Regional Environmental Change*, 26(2), 89. <https://doi.org/10.1007/s10113-026-02576-0>
- Begna, T., & Wakweya, R. B. (2025). Climate-smart agriculture: Effect of climate change on food security and its mitigation strategies. *International Journal of Agronomy*, 2025(1), 9972955. <https://doi.org/10.1155/iaa/9972955>
- Biswas, A., Mittra, P. K., Biswas, S., Majumder, D., & Debnath, P. (2026). Farmers perceived effectiveness of agricultural extension services for climate smart agricultural practices: Insights from a selected coastal area of Bangladesh. *Agricultural & Rural Studies*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.59978/ar04010005>
- Derafshi, K., & Seyedhamzeh, M. (2022). Synthesis of quantitative geosite assessment models and its application on Sistan and Baluchestan province natural heritages, potential geotourism destination of Iran. *Geoheritage*, 14(4). <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00752-2>
- El Bilali, H., Bassole, I. H. N., Dambo, L., & Berjan, S. (2020). Climate change and food security. *Agriculture & Forestry*, 66(3), 197-210. <https://doi.org/10.17707/AgriForest.66.3.16>
- Erekalo, K. T., Gemtou, M., Kornelis, M., Pedersen, S. M., Christensen, T., & Denver, S. (2025). Understanding the behavioral factors influencing farmers' future adoption of climate-smart agriculture: A multi-group analysis. *Journal of Cleaner Production*, 510, 145632. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145632>
- Erick, S. B., Mbwambo, J. S., & Salanga, R. J. (2026). Behavioral determinants of climate-smart agriculture adoption among smallholder leafy vegetable agripreneurs in semi-arid Tanzania. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6024538/v1>
- Fand, B. B., Azrag, A. G., Adhikari, V., Ganesh, B., Suroshe, S. S., Choudhary, J. S., ... & Waghmare, V. N. (2026). Pest-smart strategies for climate-smart agriculture: Solutions for shaping a smarter future. *Crop Protection*, 107569. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2026.107569>
- Fanzo, J., Carducci, B., Louis-Jean, J., Herrero, M., Karl, K., & Rosenzweig, C. (2025). Climate change, extreme weather events, food security, and nutrition: Evolving

- relationships and critical challenges. *Annual Review of Nutrition*, 45. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-111324-111252>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. (2024). *The state of food security and nutrition in the world 2024: Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd1254en>
- Gatto, A., & Chepeliev, M. (2025). Integrating food loss and waste reduction policies with global dietary shifts: An economic modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.lanplh.2025.101285>
- Gul, S., Mir, S. A., & Maqbool, Y. (2026). Climate change and the challenges of water and food security. In *Food and water security: Sustainable solutions* (pp. 79-97). Springer. <https://www.springerprofessional.de/en/food-and-water-security/27885404>
- Hou, J., & Hou, B. (2019). Farmers' adoption of low-carbon agriculture in China: An extended theory of the planned behavior model. *Sustainability*, 11(5), 1399. <https://doi.org/10.3390/su11051399>
- Jha, M. K., & Dev, M. (2024). Impacts of climate change. In *Smart internet of things for environment and healthcare* (pp. 139-159). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70102-3_10
- Kabato, W., Getnet, G. T., Sinore, T., Nemeth, A., & Molnár, Z. (2025). Towards climate-smart agriculture: Strategies for sustainable agricultural production, food security, and greenhouse gas reduction. *Agronomy*, 15(3), 565. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030565>
- Kabiri, S., Meratizaman, M., Godarzi, A. A., & Mirbabashahisaraei, S. M. (2023). Techno-economic and environmental analysis of sustainable drinking water supply methods in deprived areas (case study of Sistan and Baluchestan). *Urban Water Journal*, 20(3). <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2169169>
- Kalele, D. N., Ogara, W. O., Oludhe, C., & Onono, J. O. (2021). Climate change impacts and relevance of smallholder farmers' response in arid and semi-arid lands in Kenya. *Scientific African*, 12, e00814. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00814>
- Kashif, M., Zarkada, A., & Ramayah, T. (2018). The impact of attitude, subjective norms, and perceived behavioural control on managers' intentions to behave ethically. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(5-6), 481-501. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1209970>
- Khumalo, N. Z., Sibanda, M., & Mdoda, L. (2026). Determinants of adopting climate-smart agriculture practices by small-scale urban crop farmers in eThekweni Municipality. *Sustainability*, 18(10), 5207. <https://doi.org/10.3390/su18105207>
- Kpammah, M., Oyelude, E. O., & Adonadaga, M. G. (2026). Biochar for sustainable agriculture: Potential to mitigate climate change and advance sustainable development goals in Ghana. *Discover Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01199-5>
- Krchegani, A. M., & Savari, M. (2025). Integrating the protection motivation model with place attachment theory to examine rural residents' intentions toward low-carbon behaviors: Empirical evidence from Iran. *Results in Engineering*, 107180. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107180> [In Persian]
- Kumar, M., Bolan, S., Naorem, A., Shukla, S., Chandel, N., Mukherjee, S., ... & Bolan, N. (2026). The impact of climate-induced extreme weather events on soil constraints and ecosystem functioning. *Journal of Soils and Sediments*, 26(5), 149. <https://doi.org/10.1007/s11368-026-04351-4>

- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P., ... & Ruane, A. C. (2024). Climate change 2023 synthesis report: Summary for policymakers. *Climate Change 2023 Synthesis Report*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Madonda, A. E., Machage, F. D., Nombo, N. M., & Kaaya, K. T. (2026). *Exploring the impact of prolonged climate change on households' food security in Kongwa District, Tanzania*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8448782/v1>
- Mahmood, S., Iqbal, R., Ilyas, S., Zaka, E., Fayyaz, I., & Haroon, K. (2026). Climate change induced extreme weather events and food security. *Spectrum of Engineering Sciences*, 4(3), 488-511. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18996197>
- Mansour, R., Liamputtong, P., & Arora, A. (2026). Food security, insecurity, and health among migrants and refugees in Australia. In *Handbook of concepts in health, health behavior and environmental health* (pp. 1-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0821-5_164-1
- Maumoh, I., & Yindi, E. H. (2021). *Understanding the farmers, environmental citizenship behaviors towards climate change: The moderating mediating role of environmental knowledge and ascribed responsibility*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.12378>
- Mbuli, C. S., Fonjong, L. N., & Fletcher, A. J. (2021). Climate change and small farmers' vulnerability to food insecurity in Cameroon. *Sustainability*, 13(3), 1523. <https://doi.org/10.3390/su13031523>
- Mengistie, B. T., & Ray, R. L. (2026). Global dynamics of climate smart agricultural practices and technologies: Recent advancements, challenges and potential future pathways: A review. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2025.104570>
- Mondal, S., & Hasan, A. A. T. (2025). Factors affecting climate-smart agriculture adoption intentions among potato farmers in Bangladesh: The moderating role of agricultural innovativeness. *Management & Sustainability: An Arab Review*. <https://doi.org/10.1108/MSAR-09-2024-0136>
- Musa, S. F. P. D., & Ariff Lim, S. (2025). Revitalising agriculture through climate change mitigation: A systematic literature review on smart technologies and sustainable practices. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 17(1), 479-497. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-05-2024-0071>
- Pegahfar, N. (2023). Future precipitation and near surface air-temperature projection using CMIP6 models based on TOPSIS method: Case study, Sistan-and-Baluchestan Province of Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(12), 1548. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12084-x>
- Prachyakoon, N. (2024). *Knowledge, attitude, subjective norm, perceived behavioral control, self-efficacy, personality, and intention to providing palliative care for cancer patients among nursing students: A structural equation model*. Chulalongkorn University. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/12786>
- Qiu, H., Li, T., & Zhang, B. (2024). The impact of climate change on the earth system and its simulation predictions: Progress, challenges, and future directions. *Geographical Research Bulletin*, 3, 231-246. https://doi.org/10.50908/grb.3.0_231
- Ripple, W. J., Ch, W., Gregg, J. W., Rockström, J., & Mann, M. E. (2024). The 2024 state of the climate report: Perilous times on planet Earth. *BioScience*, 74(12), 812-824. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae087>

- Rosegrant, M. W., Sulser, T. B., Dunston, S., Mishra, A., Cenacchi, N., Gebretsadik, Y., ... & Wiebe, K. (2024). Food and nutrition security under changing climate and socioeconomic conditions. *Global Food Security*, 41, 100755. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100755>
- Rouf, Z., & Tanveer, A. (2026). Socio-economic dimensions of climate change in the Arabian Peninsula: Challenges and strategic responses. In *Climate change in the Arabian Peninsula: Challenges and pathways to solutions* (pp. 129-160). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02481-7_6
- Roy, P., Pal, S. C., Chakraborty, R., Chowdhuri, I., Saha, A., & Shit, M. (2022). Climate change and groundwater overdraft impacts on agricultural drought in India: Vulnerability assessment, food security measures and policy recommendation. *Science of the Total Environment*, 849, 157850. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157850>
- Saccone, D., & Vallino, E. (2025). Global food security in a turbulent world: Reviewing the impacts of the pandemic, the war and climate change. *Agricultural and Food Economics*, 13(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40100-025-00388-0>
- Savari, M., Damaneh, H. E., Damaneh, H. E., & Cotton, M. (2023). Integrating the norm activation model and theory of planned behaviour to investigate farmer pro-environmental behavioural intention. *Scientific Reports*, 13(1), 5584. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32831-x> [In Persian]
- Simutowe, E., Ngoma, H., & Thierfelder, C. (2025). Impacts of climate smart agriculture on livelihoods in sub-Saharan Africa: A meta-analysis. *Outlook on Agriculture*, 54(3), 234-245. <https://doi.org/10.1177/00307270251322797>
- Smita, D. B., & Stijn, S. (2026). Smallholder farmers' intention to adopt climate-smart agricultural (CAS) practices: Insights into the socio-psychological dimensions of their pro-environmental behaviours. *Regional Sustainability*, 7(2), 100332. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2026.100332>
- Surekha, R., Sampath, S., Dhinakaran, M., Kumar, B., & Jebastin, P. (2026). Integrating sustainable practices in climate-smart agriculture and adaptation strategies. In *Health, nutrition and sustainability* (pp. 695-713). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-32920-3.00033-1>
- Suwa-Eisenmann, A. (2026). Sécurité alimentaire: Comment nourrir la population mondiale? *Politique étrangère*, (2), 29-40. <https://doi.org/10.3917/pe.262.0029>
- Tama, R. A. Z., Ying, L., Yu, M., Hoque, M. M., Adnan, K. M., & Sarker, S. A. (2021). Assessing farmers' intention towards conservation agriculture by using the extended theory of planned behavior. *Journal of Environmental Management*, 280, 111654. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111654>
- Tamang, K. R., Mahdi, S., Koirala, P., Asiamah, J. Y., Sharma, S., Padyana, S., ... & Valliyodan, B. (2026). Soil microbiome for climate smart agriculture in legumes: A review. *Current Microbiology*, 83(4), 236. <https://doi.org/10.1007/s00284-026-04811-7>
- UN. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). United Nations. <https://docs.un.org/en/A/RES/70/1>
- Valizadeh, N., Bazrafkan, K., Le, T. A. T., Rastgar, E., Dehrashid, A. A., & Goli, I. (2026). Sustainable decision-making: Modeling adoption intention of low-carbon agricultural practices by farmers. *Sustainability*, 18(9), 4421. <https://doi.org/10.3390/su18094421> [In Persian]

- Wang, H., & Zhang, L. (2024). Research on farmers' low-carbon production behavior: Introducing green cognition into the theory of planned behavior. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(1), 873-884. <https://doi.org/10.15244/pjoes/172041>
- Whig, P., Banerjee, S., Achanta, P. R. D., & Whig, A. (2026). Impact of environmental pollution on food security: Concepts and issues. In *Sustainable solutions for environmental pollution* (pp. 49-70). <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-33145-9.00010-9>
- Yang, X., Zhou, X., & Deng, X. (2022). Modeling farmers' adoption of low-carbon agricultural technology in Jiangnan Plain, China: An examination of the theory of planned behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121726. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121726>
- Zhang, M., Huang, Y., Zhang, Y., Nie, F., & Jia, X. (2024). Farmers' adoption of agricultural nature-based solutions in Northeast China: An extended theory of planned behavior approach. *Agriculture*, 14(9), 1650. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091650>