

Scenario-Based Evaluation of Farmers' Acceptance of Crop-Switching Policy in Kurdistan Province: Integrating Structural Equation Modeling, Bayesian Belief Networks, and Agent-Based Modeling

Wria. Salimi¹, Morteza. Mahmoudzadeh^{1*}

¹ Department of Management, Tab.C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran

* Corresponding author email address: m.mahmoudzadeh@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Salimi, W. & Mahmoudzadeh, M. (2026). Scenario-Based Evaluation of Farmers' Acceptance of Crop-Switching Policy in Kurdistan Province: Integrating Structural Equation Modeling, Bayesian Belief Networks, and Agent-Based Modeling. *Decision Science and Intelligent Systems*. 3(2), 1-20.



© 2026 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

This study aimed to develop an integrated framework for evaluating the acceptance of crop-switching policy under conditions of uncertainty. The study employed an exploratory sequential mixed-methods design. In the qualitative phase, data obtained from semi-structured interviews with 20 farmers and agricultural experts were analyzed using thematic analysis. In the quantitative phase, data collected from 300 farmers across four counties in Kurdistan Province were analyzed using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Subsequently, the validated constructs and relationships were modeled within a Bayesian belief network, and six policy scenarios were evaluated alongside the baseline scenario. The network's probabilistic outputs were then transferred to an agent-based model to simulate the crop-switching adoption rate at the level of individual farmer agents. The qualitative findings identified seven major themes: economics and markets, risk and decision-making, social influence and trust, policy and institutional support, technical and extension capacity, environment and health, and livelihoods and crop-switching behavior. The structural model results indicated that economic advantage, market security, institutional trust, social influence, and technical capacity positively affected attitudes, intentions, or crop-switching behavior, depending on the specified model pathways. In contrast, perceived costs and risks and environmental and health consequences exerted inhibitory effects. The coefficient of determination was 0.644 for attitudes and 0.716 for intentions and behavior, while the standardized root mean square residual was 0.049. The Bayesian belief network results showed that the probability of a high intention to switch crops increased from 25.87% under the baseline scenario to 54.23% under the favorable scenario, whereas it decreased to 11.01% under the unfavorable scenario. Furthermore, the agent-based model showed that the crop-switching adoption rate increased from 53% under the baseline scenario to 74% under the favorable scenario and declined to 31.67% under the unfavorable scenario. Overall, the findings indicate that the success of crop-switching policy depends on designing and implementing a coordinated policy package encompassing economic profitability, market security, risk reduction, institutional support, practical training, and trust-building.

Keywords: crop switching, farmer behavior, belief analysis, Bayesian belief network, agent-based modeling, agricultural policy.

Extended Abstract

Introduction

Changing cropping patterns has become an increasingly important component of agricultural policy in response to water scarcity, climate variability, rising input costs, market instability, and growing pressure on rural livelihoods. Crop switching is not merely a technical decision concerning the replacement of one crop with another; it is a multidimensional behavioral choice influenced by expected profitability, market accessibility, production risk, institutional arrangements, technical capacity, environmental consequences, and household livelihood considerations. Crop diversification can strengthen the resilience of agricultural systems, but its implementation depends on whether farmers perceive the proposed alternative as economically advantageous, operationally feasible, and compatible with local ecological conditions (Lin, 2011). Consequently, the effectiveness of a crop-switching policy cannot be evaluated solely through agronomic indicators or estimates of potential income.

Farmers' adoption decisions are shaped by their attitudes, intentions, perceived behavioral control, and assessments of social expectations. According to the theory of planned behavior, behavioral intention is a proximal determinant of action, although the translation of intention into actual behavior depends on the individual's perceived ability to perform the behavior and the availability of enabling conditions (Ajzen, 1991). In agricultural settings, knowledge, experience, attitudes, and perceptions affect farmers' willingness to adopt new technologies and production practices (Meijer et al., 2015). Behavioral factors such as loss aversion, risk perception, trust, social norms, and reliance on established routines may also explain why financially promising agricultural practices are not always adopted (Dessart et al., 2019).

Crop-switching decisions are particularly sensitive to uncertainty. Farmers must evaluate initial investment requirements, input availability, expected yields, price volatility, access to buyers, payment schedules, and the continuity of government support. Evidence from diversified agricultural systems indicates that perceived production and market risks can prevent farmers from adopting alternative crops even when they acknowledge their potential advantages (Di Bene et al., 2022). Decisions concerning entry into or withdrawal from tobacco cultivation similarly reflect the interaction of profitability, contracts, market structures, livelihood dependence, and the availability of viable alternatives (Appau et al., 2020; Sahadewo et al., 2020). Environmental and occupational health implications must also be considered because economic incentives may conflict with resource sustainability and health protection (Al Gouhmani et al., 2023; Ali et al., 2023).

Institutional trust and social influence constitute additional determinants of adoption. Farmers often evaluate policy credibility based on previous experiences with extension services, payment commitments, insurance mechanisms, input provision, and government purchasing arrangements. Local networks can accelerate or inhibit adoption because farmers learn from neighboring farms, influential producers, and trusted agricultural advisers. The diffusion of an innovation is therefore affected by its perceived relative advantage, compatibility, trialability, and observability within the social system (Rogers, 2003). Social capital may further facilitate collective learning, information exchange, and access to resources required for agricultural and rural development (Rivera et al., 2019).

Conventional statistical models can identify relationships among these factors, but they are less suited to representing conditional uncertainty and emergent collective behavior. Bayesian belief networks allow qualitative knowledge, quantitative evidence, and expert judgment to be integrated within a

probabilistic structure (Landuyt et al., 2013). Agent-based modeling, in turn, represents heterogeneous farmers as interacting decision-makers and simulates how individual intentions, thresholds, and neighborhood effects generate aggregate adoption patterns (An, 2012). Integrating these methods can connect empirically validated relationships with scenario analysis and dynamic behavioral simulation (Sun & Müller, 2013). Accordingly, this study developed an integrated framework combining qualitative thematic analysis, partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), a Bayesian belief network, and agent-based modeling to evaluate farmers' acceptance of a crop-switching policy in Kurdistan Province.

Methods and Materials

The study employed an exploratory sequential mixed-methods design. The qualitative phase was conducted first to identify locally grounded beliefs, constraints, and decision mechanisms associated with switching part of the land allocated to conventional crops to tobacco cultivation. The quantitative phase subsequently validated the resulting constructs and relationships. Finally, the confirmed relationships were incorporated into a Bayesian belief network and an agent-based model to evaluate policy scenarios under uncertainty.

The qualitative sample comprised 20 participants selected purposively according to maximum-variation principles. Participants included farmers, agricultural specialists, extension agents, relevant managers, and market actors from Saqqez and Marivan. They differed in professional roles, farming experience, farm size, and attitudes toward crop switching. Semi-structured interviews lasted between 41 and 55 minutes and addressed profitability, markets, production and financial risks, institutional trust, policy support, training, resource requirements, environmental effects, and livelihood outcomes. Conceptual repetition became evident after the eleventh interview, while few new codes emerged during the final interviews, indicating theoretical saturation. Interview transcripts were coded line by line, and related codes were progressively organized into concepts, subthemes, and overarching themes.

The qualitative results were used to develop a 59-item questionnaire measuring 12 constructs on a five-point Likert scale. Twelve experts assessed its face and content validity. No items were removed, although 14 were revised to improve clarity. A pilot study with 30 individuals comparable to the target population indicated a completion time of 18–22 minutes. Five negatively worded items were reverse-coded before analysis.

The main quantitative sample consisted of 300 farmers selected through stratified cluster sampling from Sanandaj, Marivan, Saqqez, and Divandarreh. The measurement model was assessed using factor loadings, Cronbach's alpha, composite reliability, average variance extracted, the Fornell–Larcker criterion, and variance inflation factors. Structural relationships were examined using PLS-SEM with 5,000 bootstrap subsamples. Explanatory power, predictive relevance, and model-fit indices were also calculated.

The Bayesian belief network was constructed from the qualitative constructs, statistically significant structural paths, and expert judgment. Each node was assigned low, moderate, and high states, and conditional probability tables were developed from the quantitative distributions, path direction and magnitude, and expert assessments. The baseline condition and six policy scenarios were evaluated.

In the agent-based model, each agent represented one farmer with defined attitude, intention, and adoption states. Scenario-specific probability distributions were obtained from the Bayesian network.

Decision rules incorporated behavioral intention, individual adoption thresholds, and neighborhood influence. The model included 300 agents, a 10-step time horizon, and a fixed random seed.

Findings

The thematic analysis generated 32 concepts, 15 subthemes, and seven principal themes: economics and markets; risk and decision-making; social influence and trust; policy and institutional support; technical and extension capacity; environment and health; and livelihoods and crop-switching behavior. These themes were operationalized through 12 quantitative constructs.

Most indicator loadings exceeded 0.70, while several ranged from 0.60 to 0.70 and were retained because of their substantive importance and the satisfactory reliability and validity of their respective constructs. Cronbach's alpha coefficients ranged from 0.744 to 0.871, composite reliability coefficients from 0.839 to 0.906, and average variance extracted values from 0.552 to 0.659. The Fornell–Larcker results supported discriminant validity, and all variance inflation factors were below 5, indicating no serious multicollinearity.

Attitude had a positive effect on crop-switching intention and behavior ($\beta = 0.115$, $t = 2.272$, $p = .023$). Perceived cost and risk negatively affected attitude ($\beta = -0.191$, $t = 4.307$, $p < .001$) and intention and behavior ($\beta = -0.183$, $t = 4.620$, $p < .001$). Perceived economic advantage positively affected attitude ($\beta = 0.204$, $t = 4.364$, $p < .001$) and intention and behavior ($\beta = 0.120$, $t = 3.219$, $p = .001$). Environmental and health consequences negatively affected attitude ($\beta = -0.117$, $t = 3.256$, $p = .001$) and intention and behavior ($\beta = -0.089$, $t = 2.579$, $p = .010$).

Institutional trust positively predicted attitude ($\beta = 0.130$, $t = 2.591$, $p = .010$) and intention and behavior ($\beta = 0.168$, $t = 3.951$, $p < .001$). Market and payment security also positively affected attitude ($\beta = 0.150$, $t = 3.388$, $p = .001$) and intention and behavior ($\beta = 0.114$, $t = 2.800$, $p = .005$). Social influence and technical capacity had significant positive effects on both endogenous constructs. Policy support directly strengthened intention and behavior ($\beta = 0.163$, $t = 3.395$, $p = .001$), but its effect on attitude was nonsignificant. Livelihood sustainability predicted attitude but did not directly predict intention and behavior. Risk-management strategy likewise had no significant direct effect on intention and behavior.

The only significant indirect relationship was the effect of perceived cost and risk on intention and behavior through attitude ($\beta = -0.022$, $p = .044$). The model explained 64.4% of the variance in attitude and 71.6% of the variance in intention and behavior. Predictive relevance values were 0.337 and 0.375, respectively. The standardized root mean square residual was 0.049, indicating acceptable model fit.

Under the baseline Bayesian scenario, the probabilities of high attitude and high intention were 25.62% and 25.87%, respectively. Under the favorable economic, market, and institutional scenario, these probabilities increased to 57.58% and 54.23%. Under the unfavorable high-risk scenario, the probability of high intention declined to 11.01%, while the probability of low intention increased to 58.50%. Improving economic conditions and market security alone increased the probability of high intention to 36.80%.

The agent-based model estimated a baseline adoption rate of 53%. Adoption increased to 74% under the favorable scenario, 59.67% under the economic and market-security scenario, and 57% under the institutional, support, and training scenario. Favorable social and livelihood conditions did not change adoption relative to baseline. Intensified environmental and health concerns reduced adoption to 51%, while the unfavorable high-risk scenario produced the lowest rate, at 31.67%.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that crop-switching acceptance results from the combined influence of economic, market, institutional, technical, social, livelihood, environmental, and psychological conditions. Profitability was important, but it was insufficient without reliable purchasing arrangements, stable prices, timely payments, manageable entry costs, and confidence in policy implementation. The marked difference between the favorable and unfavorable scenarios shows that farmers respond to the overall coherence of a policy package rather than to isolated incentives.

Perceived cost and risk emerged as particularly influential barriers because they affected behavior both directly and indirectly through attitude. Institutional trust was also more consequential than nominal support alone. Although support could encourage an immediate decision, a durable positive attitude depended on credible commitments, transparent contracts, institutional accountability, and consistent implementation.

The difference between the Bayesian probability of high intention and the simulated adoption rate indicates that collective adoption cannot be inferred from strong individual intentions alone. Farmers with moderate intentions may adopt when their thresholds are crossed through neighborhood influence and observed success. Conversely, unfavorable experiences can diffuse through local networks and suppress adoption.

The study concludes that an effective crop-switching policy requires an integrated package comprising realistic profitability, guaranteed market access, timely payment, transitional finance, insurance, input provision, trial cultivation, practical extension support, and trust-building. Environmental capacity and occupational health must be evaluated before large-scale implementation. By linking empirically validated relationships, probabilistic scenario analysis, and behavioral simulation, the proposed framework provides policymakers with a systematic tool for comparing policy alternatives and identifying weaknesses before implementation.

ارزیابی سناریومحور پذیرش سیاست تغییر کشت در میان کشاورزان استان کردستان: تلفیق مدل معادلات ساختاری، شبکه باور بیزی و مدل سازی عامل بنیان

وریا سلیمی^۱، مرتضی محمودزاده^{۱*}

۱. گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: m.mahmoudzadeh@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

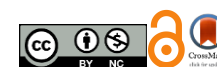
چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

سلیمی، وریا، و محمودزاده، مرتضی. (۱۴۰۵). ارزیابی سناریومحور پذیرش سیاست تغییر کشت در میان کشاورزان استان کردستان: تلفیق مدل معادلات ساختاری، شبکه باور بیزی و مدل سازی عامل بنیان. علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۳(۲)، ۱-۲۰.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

هدف این مطالعه، ارائه چارچوبی یکپارچه برای ارزیابی پذیرش سیاست تغییر کشت در شرایط عدم قطعیت بود. مطالعه با رویکرد آمیخته اکتشافی متوالی انجام شد. در مرحله کیفی، داده های حاصل از مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۲۰ نفر از کشاورزان و خبرگان حوزه کشاورزی با استفاده از روش تحلیل مضمون بررسی شد. در مرحله کمی، داده های گردآوری شده از ۳۰۰ نفر از کشاورزان چهار شهرستان استان کردستان با روش مدل سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی تحلیل شد. در ادامه، سازه ها و روابط تأیید شده در قالب شبکه باور بیزی مدل سازی و، در کنار وضعیت پایه، شش سناریوی سیاستی ارزیابی شد. سپس خروجی های احتمالی شبکه به مدل عامل بنیان انتقال یافت تا نرخ پذیرش تغییر کشت در سطح عامل های کشاورز شبیه سازی شود. یافته های کیفی به شناسایی هفت مضمون اصلی شامل اقتصاد و بازار، ریسک و تصمیم، نفوذ اجتماعی و اعتماد، سیاست و حمایت نهادی، ظرفیت فنی و ترویجی، محیط زیست و سلامت و معیشت و رفتار تغییر کشت انجامید. نتایج مدل ساختاری نشان داد مزیت اقتصادی، امنیت بازار، اعتماد نهادی، نفوذ اجتماعی و توان فنی، متناسب با مسیرهای مدل، بر نگرش، قصد یا رفتار تغییر کشت اثر مثبت دارند؛ در مقابل، هزینه و ریسک ادراک شده و پیامدهای محیط زیستی و سلامت، نقش بازدارنده ایفا می کنند. ضریب تعیین نگرش برابر با ۰/۶۴۴ و ضریب تعیین قصد و رفتار برابر با ۰/۷۱۶ بود و مقدار شاخص برازش استاندارد شده ۰/۰۴۹ به دست آمد. نتایج شبکه باور بیزی نشان داد احتمال قصد بالای تغییر کشت از ۲۵/۸۷ درصد در وضعیت پایه به ۵۴/۲۳ درصد در سناریوی مطلوب افزایش یافت، در حالی که این احتمال در سناریوی نامطلوب به ۱۱/۰۱ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین، مدل عامل بنیان نشان داد نرخ پذیرش تغییر کشت از ۵۳ درصد در وضعیت پایه به ۷۴ درصد در سناریوی مطلوب افزایش یافت و در سناریوی نامطلوب به ۳۱/۶۷ درصد کاهش یافت. برآیند یافته ها نشان می دهد موفقیت سیاست تغییر کشت به طراحی و اجرای بسته ای هماهنگ شامل سودآوری اقتصادی، امنیت بازار، کاهش ریسک، حمایت نهادی، آموزش عملی و اعتمادسازی وابسته است.

کلیدواژگان: تغییر کشت، رفتار کشاورزان، تحلیل باور، شبکه باور بیزی، مدل سازی عامل بنیان، سیاست کشاورزی.

۱. مقدمه

تغییر الگوی کشت در سال های اخیر به یکی از محورهای اصلی سیاست گذاری کشاورزی تبدیل شده است؛ زیرا کاهش منابع آب، نوسان قیمت نهاده ها، بی ثباتی بازار و تشدید مخاطرات اقلیمی، ادامه بسیاری از الگوهای تولید متعارف را با محدودیت روبه رو کرده است. در این شرایط، اصلاح ترکیب محصولات فقط یک تصمیم فنی نیست، بلکه انتخابی اقتصادی، اجتماعی و نهادی است که بر درآمد خانوار، امنیت معیشت و پایداری منابع اثر می گذارد (سلیمانی، ۱۴۰۰؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

کشاورزان هنگام انتخاب محصول جدید، مجموعه ای از عوامل را به صورت هم زمان ارزیابی می کنند. سود مورد انتظار، هزینه ورود، امکان فروش، زمان پرداخت، دسترسی به نهاده، مهارت فنی و تجربه کشاورزان همسایه بخشی از این ارزیابی است. شواهد داخلی نیز نشان می دهد تصمیم کشاورزان در ایران تنها تابع قیمت نیست و اعتماد به نهادهای اجرایی، امنیت بازار و تجربه های پیشین در حفظ یا تغییر کشت نقش تعیین کننده دارد (احسنی، ۱۴۰۱؛ محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ خشنودفر و همکاران، ۲۰۲۳).

ریسک و عدم قطعیت در این تصمیم جایگاه محوری دارد. کشاورز ممکن است سودآوری محصول جایگزین را بپذیرد، اما به دلیل نگرانی از شکست تولید، کاهش قیمت یا تأخیر در خرید، از تغییر کامل خودداری کند. مطالعات جدید بر این نکته تأکید دارند که ادراک ریسک، فشار اجتماعی و ارزیابی ذهنی از قابلیت اجرای سیاست، فاصله میان نگرش مثبت و رفتار واقعی را توضیح می دهد (کریمی و عطایی، ۱۴۰۱؛ دینه و همکاران، ۲۰۲۲؛ عطایی و همکاران، ۲۰۲۳).

در سال های اخیر، شبکه های باور بیزی و مدل های عامل بنیان برای تحلیل این پیچیدگی به کار گرفته شده اند. شبکه بیزی امکان ترکیب داده های کیفی و کمی و محاسبه پیامد تغییر هم زمان چند عامل را فراهم می کند؛ مدل عامل بنیان نیز نشان می دهد تعامل کشاورزان و یادگیری اجتماعی چگونه از تصمیم های فردی به الگوی جمعی پذیرش منجر می شود (راواگلیولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ آلونسو آدامه و همکاران، ۲۰۲۴؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴).

با وجود گسترش مطالعات رفتار کشاورزان، بخش زیادی از بررسی های داخلی به سنجش نگرش یا شناسایی عوامل مؤثر محدود مانده و کمتر به پیوند داده های ذهنی با مدل های احتمالی و شبیه سازی رفتاری پرداخته است. در مطالعات خارجی نیز غالباً یکی از سطوح رابطه ساختاری، استنتاج احتمالی یا پویایی جمعی بررسی شده است. بر این اساس، چارچوب حاضر از کشف باورهای محلی آغاز می شود، روابط میان سازه ها را اعتبارسنجی می کند و سپس پیامد سناریوهای مختلف را بر قصد و نرخ پذیرش نشان می دهد (خوشخوی، ۱۴۰۳؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

سه پرسش دنبال شد: چه ابعاد و مؤلفه هایی ادراک کشاورزان از سیاست تغییر کشت را شکل می دهد؟ کدام عوامل اقتصادی، بازاری، نهادی، اجتماعی، فنی، معیشتی و محیطی با نگرش و قصد تغییر کشت رابطه معنادار دارند؟ و تغییر ترکیب این عوامل در سناریوهای مطلوب و نامطلوب چه اثری بر احتمال قصد بالا و نرخ پذیرش در سطح عامل ها می گذارد؟

۲. مبانی نظری و چارچوب تحلیلی

۲-۱. نگرش، قصد و پذیرش تغییر کشت

نگرش و قصد تغییر کشت در خلأ شکل نمی گیرد و بازتاب ارزیابی کشاورز از پیامدهای اقتصادی، امکان اجرای فنی، حمایت اجتماعی و اعتماد به سیاست است. مطالعات داخلی نشان داده اند که حتی در صورت آگاهی از مزیت محصول جدید، ترس از زیان و وابستگی به تجربه های گذشته می تواند به حفظ الگوی سنتی منجر شود. از سوی دیگر، مشاهده موفقیت کشاورزان پیشرو و اطمینان از حمایت اجرایی، نگرش مثبت را به تصمیم عملی نزدیک می کند (احسنی، ۱۴۰۱؛ کریمی و عطایی، ۱۴۰۱؛ محمدی و فلاح، ۱۴۰۲).

پذیرش تغییر کشت معمولاً مرحله ای است و از بررسی اولیه، آزمون محدود و کشت ترکیبی آغاز می شود. در چنین فرایندی، مشاهده پذیری نتیجه، امکان آزمون در سطح محدود و سازگاری محصول با منابع مزرعه اهمیت دارد. مطالعات جدید خارجی نیز نشان داده اند که انتشار تصمیم در شبکه های محلی از طریق کشاورزان مرجع و پیوندهای اجتماعی تسریع می شود (راواگلیولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴).

بنابراین، قصد رفتاری باید همراه با عوامل تسهیل کننده یا بازدارنده بررسی شود. دانش فنی، دسترسی به نهاده، امکان تأمین مالی و قابلیت فروش می توانند تصمیم را تقویت کنند، درحالی که کمبود سرمایه، نبود تضمین خرید و تجربه شکست، حتی در حضور نگرش مثبت مانع اقدام می شوند (علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ دینه و همکاران، ۲۰۲۲؛ خشنودفر و همکاران، ۲۰۲۳).

۲-۲. مزیت اقتصادی، امنیت بازار و ادراک ریسک

ارزیابی اقتصادی کشاورز فراتر از مقایسه قیمت دو محصول است. هزینه نهاده، نیاز به نیروی کار، سرمایه گذاری اولیه، زمان دریافت درآمد، امکان فروش و ثبات قرارداد، سود واقعی را تعیین می کنند. در محیط های دارای بازار ناپایدار، افزایش قیمت اسمی بدون تضمین خرید یا پرداخت به موقع الزاماً به تغییر رفتار نمی انجامد (محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

ریسک ادراک شده از ترکیب نااطمینانی تولید، بازار، اقلیم و سیاست شکل می گیرد. در مناطق خشک، کشاورزان ممکن است به دلیل تجربه خشکسالی یا نوسان قیمت، زیان احتمالی را مهم تر از سود مورد انتظار بدانند. این الگو ضرورت استفاده از بیمه، کشت آزمایشی، پرداخت مرحله ای و قراردادهای روشن را نشان می دهد (احسنی، ۱۴۰۱؛ دینه و همکاران، ۲۰۲۲؛ عطایی و همکاران، ۲۰۲۳).

از دید سیاستی، کاهش ریسک باید با تقویت مزیت اقتصادی همراه باشد. یارانه عمومی و کوتاه مدت ممکن است ورود اولیه را افزایش دهد، اما بدون بازار، آموزش و سازوکار پایدار خرید، رفتار تثبیت نمی شود. مطالعات جدید بر بسته های ترکیبی و حمایت های مشروط به عملکرد اقتصادی و محیطی تأکید دارند (الگوهمانی و همکاران، ۲۰۲۳؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

۲-۳. اعتماد نهادی، آموزش و نفوذ اجتماعی

اعتماد نهادی زمانی تقویت می شود که وعده های سیاستی شفاف، قابل پیگیری و پایدار باشند. تأخیر در پرداخت، تغییر مقررات و فاصله میان توصیه کارشناسی و واقعیت مزرعه، اعتبار سیاست را کاهش می دهد. در مقابل، حضور مستمر مروجان، پاسخ گویی نهادی و مشارکت کشاورزان در طراحی برنامه، امکان پذیرش را افزایش می دهد (محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ خشنودفر و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

یادگیری اجتماعی از مسیر مشاهده و گفت‌وگو رخ می‌دهد. تجربه کشاورز پیشرو، به دلیل شباهت شرایط زمین و اقلیم، برای دیگر بهره‌برداران اعتبار بالایی دارد. مدل‌های جدید انتشار نوآوری نیز نشان می‌دهند هدف‌گیری افراد دارای نفوذ محلی می‌تواند از آموزش یکنواخت و عمومی اثربخش‌تر باشد (راواگلیولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴).

توان فنی فقط آگاهی نظری نیست و مهارت مدیریت آب، آفات، برداشت، فرآوری و بازاریابی را نیز شامل می‌شود. آموزش زمانی پایدار است که با تمرین مزرعه‌ای، بازخورد مستمر و پشتیبانی پس از دوره همراه شود. آموزش‌های کوتاه‌مدت و جدا از زمینه محلی معمولاً تأثیر محدودی بر تصمیم‌نهایی دارند (احسنی، ۱۴۰۱؛ محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ عطایی و همکاران، ۲۰۲۳).

۴-۲. ملاحظات معیشتی، محیط‌زیستی و سلامت

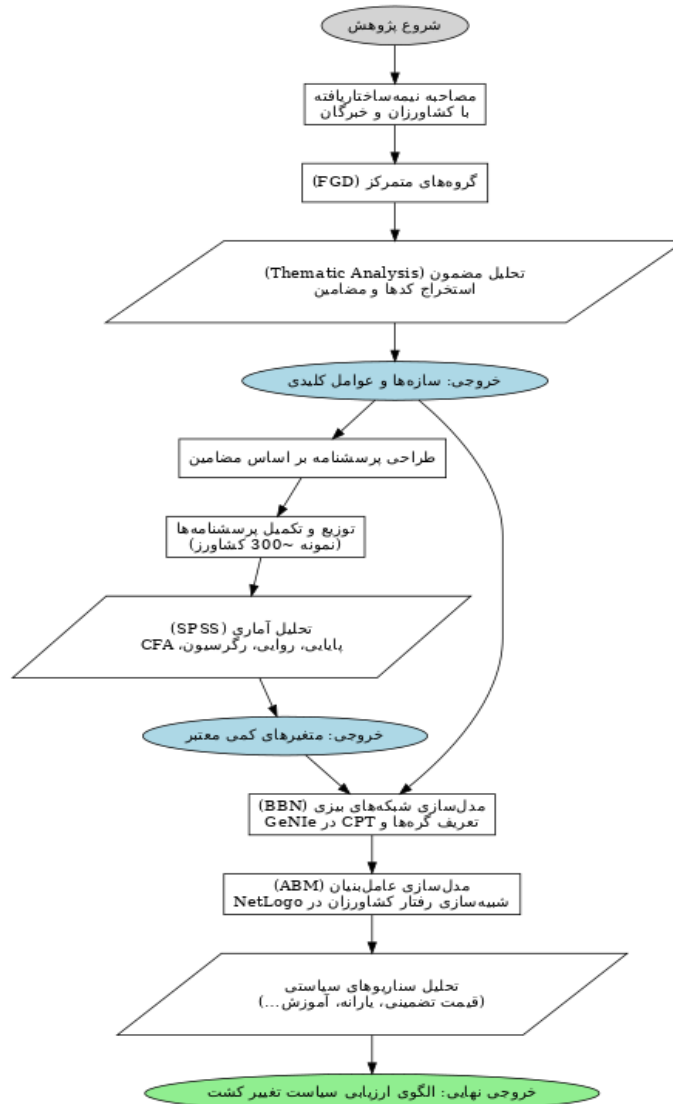
تغییر کشت باید با ساختار معیشت خانوار سازگار باشد. نیاز به نیروی کار، توزیع درآمد در طول سال، امکان اشتغال اعضای خانواده و قابلیت ترکیب محصول جدید با فعالیت‌های قبلی، ارزیابی کشاورز را شکل می‌دهد. به همین دلیل، بهبود شرایط اجتماعی و معیشتی بیشتر نقش زمینه‌ساز دارد و برای تبدیل شدن به رفتار، به بازار و کاهش ریسک نیازمند است (کریمی و عطایی، ۱۴۰۱؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳). ملاحظات محیط‌زیستی و سلامت نیز بخشی از ارزیابی سیاست است. فشار بر منابع آب، افت کیفیت خاک، مصرف مواد شیمیایی و مخاطرات سلامت شغلی می‌تواند مطلوبیت اقتصادی کوتاه‌مدت را محدود کند. مطالعات داخلی و خارجی جدید بر ضرورت حرکت به سوی الگوهای کم‌مصرف، سازگار با اقلیم و دارای پایش محیطی تأکید دارند (سلیمانی، ۱۴۰۰؛ حاجیلو، ۱۴۰۰؛ الگوهمانی و همکاران، ۲۰۲۳؛ خوشخوی، ۱۴۰۳).

۵-۲. منطق تلفیق تحلیل ساختاری، شبکه بیزی و مدل عامل‌بنیان

مدل معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی برای ارزیابی هم‌زمان کیفیت سنجش سازه‌ها و روابط میان آن‌ها مناسب است و در مدل‌های پیش‌بینی‌محور با سازه‌های متعدد کاربرد دارد. در این چارچوب، پایایی، روایی، ضرایب مسیر، قدرت تبیین و قدرت پیش‌بینی به‌صورت یکپارچه بررسی می‌شود (هیر و همکاران، ۲۰۲۲).

شبکه باور بیزی امکان بازنمایی وابستگی‌های شرطی، ترکیب داده‌های پیمایشی با قضاوت خبرگان و تحلیل سناریو را فراهم می‌کند. این روش برای مسئله تغییر کشت مناسب است؛ زیرا داده‌های بازار، اقلیم، نگرش و اعتماد را در یک ساختار احتمالی قرار می‌دهد و اثر تغییر هر عامل را بر نگرش و قصد نشان می‌دهد (دینه و همکاران، ۲۰۲۲؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴).

مدل‌سازی عامل‌بنیان با تعریف کشاورزان ناهمگن و قواعد تصمیم محلی، پیامد جمعی رفتارهای فردی را آشکار می‌کند. مرورهای جدید نشان داده‌اند این رویکرد برای تحلیل گذارهای کشاورزی، انتشار نوآوری و ارزیابی سیاست‌های چندبعدی ظرفیت بالایی دارد؛ به‌ویژه زمانی که با داده‌های تجربی یا شبکه‌های احتمالی ترکیب شود (راواگلیولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ آلونسو آدامه و همکاران، ۲۰۲۴؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).



شکل (۱) فرایند یکپارچه تحلیل کیفی، مدل ساختاری، شبکه باور بیزی و مدل عامل بنیان

۳. روش شناسی

۳-۱. طرح مطالعه و محدوده اجرا

طرح اجرا آمیخته اکتشافی متوالی بود؛ ابتدا سازه ها و منطق تصمیم گیری از داده های کیفی استخراج شد، سپس ابزار کمی بر پایه همان یافته ها شکل گرفت و در مرحله بعد، نتایج کمی به مدل های احتمالی و شبیه سازی منتقل شد. این ترتیب امکان می دهد ساختار مفهومی از زمینه محلی به دست آید و سپس در نمونه بزرگ تر اعتبارسنجی شود.

محدوده مطالعه استان کردستان بود. مرحله کیفی با مشارکت کشاورزان، کارشناسان، مروجان، مدیران مرتبط و فعالان بازار در سقز و مریوان انجام شد. مرحله کمی چهار شهرستان سنندج، مریوان، سقز و دیواندره را پوشش داد. تمرکز محتوایی بر تصمیم تغییر بخشی از زمین های زیر کشت محصولات متعارف به توتون و ارزیابی شرایط اقتصادی، نهادی، اجتماعی و محیطی این تصمیم بود.

۳-۲. مرحله کیفی

نمونه کیفی شامل ۲۰ مشارکت کننده با تنوع در نقش حرفه ای، سابقه فعالیت، اندازه زمین و موضع نسبت به تغییر کشت بود. مدت مصاحبه ها بین ۴۱ تا ۵۵ دقیقه قرار داشت. انتخاب مشارکت کنندگان به صورت هدفمند و با منطق تنوع حداکثری انجام شد تا دیدگاه

کشاورزان محافظه کار، کشاورزان جوان و ریسک پذیر، توتون کاران باتجربه، کارشناسان و فعالان بازار در داده ها حضور داشته باشد. تکرار ساختار مفهومی از مصاحبه یازدهم به بعد و محدود شدن کدهای تازه در مصاحبه های پایانی، مبنای تشخیص اشباع نظری بود. مصاحبه ها به صورت نیمه ساختاریافته و حول سودآوری، بازار، ریسک، اعتماد، حمایت، آموزش، منابع و پیامدهای معیشتی انجام شد. متن ها چند بار خوانده و واحدهای معنایی به صورت خطبه خط کدگذاری شد. کدهای هم معنا با مقایسه مستمر ادغام و سپس در سطح مفهوم، مضمون فرعی و مضمون اصلی سازمان دهی شدند.

۳-۳. ابزار و نمونه کمی

یافته های کیفی به ۱۲ سازه و ۵۹ گویه در مقیاس لیکرت پنج درجه ای تبدیل شد. روایی صوری و محتوایی ابزار با نظر ۱۲ نفر از خبرگان بررسی شد و هیچ گویه ای حذف نشد؛ ۱۴ گویه برای افزایش شفافیت بازنویسی شد. مطالعه مقدماتی با ۳۰ نفر از افراد مشابه جامعه هدف انجام گرفت و زمان تکمیل پرسشنامه ۱۸ تا ۲۲ دقیقه بود. پنج گویه با جهت منفی پیش از تحلیل معکوس کدگذاری شد. نمونه اصلی ۳۰۰ نفر بود که با روش طبقه ای - خوشه ای از چهار شهرستان انتخاب شد. ۲۷۰ نفر مرد و ۳۰ نفر زن بودند. بیشترین گروه سنی، ۴۱ تا ۵۰ سال با ۱۱۸ نفر بود و ۲۳۵ نفر بیش از ۱۰ سال سابقه فعالیت کشاورزی داشتند. سهم پاسخ دهندگان سقز ۳۶.۶۷ درصد، مریوان ۳۲ درصد، سنندج ۱۶ درصد و دیواندره ۱۵.۳۳ درصد بود.

مدل اندازه گیری با بارهای عاملی، آلفای کرونباخ، ضریب پایایی ترکیبی و میانگین واریانس استخراج شده ارزیابی شد. روایی واگرا با معیار فورنل و لارکر و هم خطی با شاخص تورم واریانس بررسی شد. برای آزمون روابط ساختاری از بازنمونه گیری با ۵۰۰۰ زیرنمونه استفاده شد و ضرایب تعیین، اندازه اثر، شاخص قدرت پیش بینی و شاخص برازش استاندارد شده گزارش شد (هیر و همکاران، ۲۰۲۲).

۳-۴. شبکه باور بیزی و سناریوها

گره های شبکه بر اساس سازه های استخراج شده از مرحله کیفی، روابط معنادار مدل ساختاری و قضاوت تخصصی تعریف شدند. گره ها در سه سطح ورودی، میانی و اصلی قرار گرفتند و هر گره سه حالت پایین، متوسط و بالا داشت. جداول احتمال شرطی با اتکا به توزیع داده های کمی، جهت و شدت روابط و داوری خبرگان تکمیل شد. علاوه بر وضعیت پایه، شش سناریوی سیاستی تحلیل شد.

۳-۵. مدل عامل بنیان

در مدل عامل بنیان، هر عامل نماینده یک کشاورز بود و وضعیت نگرش، قصد و پذیرش برای او تعریف شد. توزیع اولیه نگرش و قصد در هر سناریو از خروجی شبکه باور بیزی گرفته شد. قواعد تصمیم شامل اثر قصد، آستانه پذیرش و اثر همسایگی بود. مدل با ۳۰۰ عامل، افق ۱۰ گام زمانی و بذر تصادفی ثابت اجرا شد. خروجی اصلی، نرخ پذیرش تغییر کشت در وضعیت پایه و شش سناریوی سیاستی بود.

۴. یافته ها

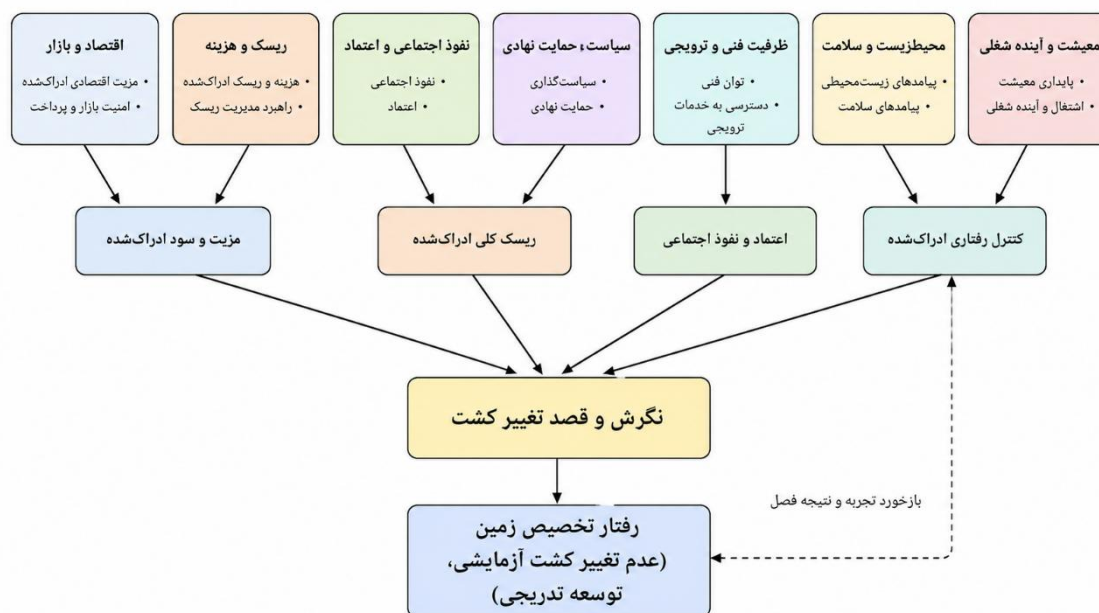
۴-۱. مضامین و سازه های اصلی

تحلیل مصاحبه ها به استخراج ۳۲ مفهوم، ۱۵ مضمون فرعی و هفت مضمون اصلی انجامید. مضمون اقتصاد و بازار، جذابیت اولیه و امکان فروش را توضیح می داد؛ ریسک و تصمیم، شیوه مواجهه با نااطمینانی را نشان می داد؛ نفوذ اجتماعی و اعتماد، اعتبار اطلاعات و یادگیری از دیگران را در بر می گرفت؛ سیاست و حمایت نهادی و ظرفیت فنی، ابزارهای تسهیل اجرا را مشخص می کرد؛ محیط زیست و سلامت، محدودیت های پایداری را بازتاب می داد و مضمون معیشت و رفتار تغییر کشت، نتیجه این عوامل را در سطح تخصیص زمین و تداوم فعالیت نشان می داد.

جدول (۱) مضامین اصلی و سازه های متناظر

مضمون اصلی	مضامین فرعی	سازه های کمی
اقتصاد و بازار	سودآوری و هزینه؛ امنیت و ساختار بازار	مزیت اقتصادی ادراک شده؛ امنیت بازار و پرداخت؛ هزینه و ریسک ادراک شده
ریسک و تصمیم	ریسک تولید و بازار؛ راهبردهای کاهش ریسک	هزینه و ریسک ادراک شده؛ راهبرد مدیریت ریسک
نفوذ اجتماعی و اعتماد	یادگیری اجتماعی؛ اعتبار منبع؛ پیوستگی فرهنگی و نسلی	نفوذ اجتماعی؛ اعتماد نهادی و کارشناسی
سیاست و حمایت نهادی	بسته حمایتی اقتصادی؛ پشتیبانی زیرساختی و نهادی	حمایت سیاستی؛ اعتماد نهادی و کارشناسی
ظرفیت فنی و ترویجی	آموزش چرخه تولید؛ ترویج میدانی؛ زیرساخت فنی	توان فنی و آموزش
محیط زیست و سلامت	آب و خاک؛ آفات؛ سلامت شغلی و ایمنی	پیامدهای زیست محیطی و سلامت
معیشت و رفتار تغییر کشت	اشتغال و درآمد پایدار؛ رفتار نهایی و سهم زمین	پایداری معیشت و اشتغال؛ نگرش؛ قصد و رفتار تغییر کشت

الگوی مفهومی حاصل از مرحله کیفی نشان داد عوامل زمینه ای ابتدا ادراک مزیت، ریسک، اعتماد و امکان پذیری را شکل می دهند؛ این ارزیابی ها بر نگرش و قصد اثر می گذارند و قصد می تواند به عدم تغییر، کشت آزمایشی، کشت ترکیبی یا توسعه تدریجی تبدیل شود. بازخورد تجربه شخصی و مشاهده اجتماعی نیز باورهای فصل بعد را اصلاح می کند.



شکل (۲) الگوی مفهومی تصمیم تغییر کشت بر پایه یافته های کیفی

۲-۴. ارزیابی مدل اندازه گیری

بارهای عاملی بیشتر گویه ها بالاتر از ۰/۷۰ بود. بار عاملی تعدادی از گویه ها در دامنه ۰/۶۰ تا ۰/۷۰ قرار داشت؛ با این حال، به دلیل اهمیت محتوایی آن ها و مطلوب بودن شاخص های پایایی و روایی سازه های مربوط، این گویه ها در مدل حفظ شدند. مقدار آلفای کرونباخ سازه ها بین ۰/۷۴۴ تا ۰/۸۷۱، پایایی ترکیبی بین ۰/۸۳۹ تا ۰/۹۰۶ و میانگین واریانس استخراج شده بین ۰/۵۵۲ تا ۰/۶۵۹ قرار داشت. بر این اساس، پایایی درونی و روایی همگرای سازه ها تأیید شد. همچنین، نتایج معیار فورنل و لارکر، کفایت روایی واگرا را نشان داد. تمام مقادیر شاخص تورم واریانس نیز کمتر از ۵ بود که بیانگر نبود مشکل جدی هم خطی میان سازه های مدل است.

جدول (۲) پایایی و روایی همگرایی سازه‌ها

سازه	آلفای کرونباخ	ضریب پایایی	پایایی ترکیبی	میانگین واریانس استخراج شده
نگرش به تغییر کشت	۷۴۸/۰	۷۶۰/۰	۸۴۱/۰	۵۷۱/۰
هزینه و ریسک ادراک شده	۸۶۶/۰	۸۶۸/۰	۹۰۰/۰	۵۹۹/۰
مزیت اقتصادی ادراک شده	۸۲۳/۰	۸۲۶/۰	۸۷۶/۰	۵۸۶/۰
پیامدهای زیست محیطی و سلامت	۸۰۰/۰	۸۰۱/۰	۸۶۲/۰	۵۵۵/۰
اعتماد نهادی و کارشناسی	۷۴۴/۰	۷۵۹/۰	۸۳۹/۰	۵۶۹/۰
قصد و رفتار تغییر کشت	۸۰۸/۰	۸۱۸/۰	۸۶۷/۰	۵۶۹/۰
پایداری معیشت و اشتغال	۸۱۸/۰	۸۳۳/۰	۸۷۲/۰	۵۷۹/۰
امنیت بازار و پرداخت	۸۷۱/۰	۸۷۳/۰	۹۰۶/۰	۶۵۹/۰
حمایت سیاسی	۸۶۰/۰	۸۶۳/۰	۸۹۶/۰	۵۸۹/۰
راهبرد مدیریت ریسک	۷۹۵/۰	۸۱۹/۰	۸۶۶/۰	۶۱۹/۰
نفوذ اجتماعی	۸۲۲/۰	۸۳۳/۰	۸۷۶/۰	۵۸۷/۰
توان فنی و آموزش	۷۹۷/۰	۷۹۸/۰	۸۶۰/۰	۵۵۲/۰

۳-۴. روابط ساختاری و قدرت تبیین

بیشتر روابط مستقیم مدل معنادار بود. هزینه و ریسک ادراک شده و پیامدهای محیطی و سلامت، اثر منفی بر نگرش و قصد نشان دادند. مزیت اقتصادی، امنیت بازار، اعتماد نهادی، نفوذ اجتماعی و توان فنی با نگرش و قصد رابطه مثبت داشتند. پایداری معیشت بر نگرش معنادار بود، اما اثر مستقیم آن بر قصد تأیید نشد. حمایت سیاسی مستقیماً قصد را تقویت کرد، ولی رابطه آن با نگرش معنادار نبود. راهبرد مدیریت ریسک نیز اثر مستقیم معناداری بر قصد نشان نداد.

جدول (۳) نتایج روابط مستقیم مدل ساختاری

رابطه	ضریب مسیر	آماره تی	سطح معناداری	نتیجه
اثر نگرش بر قصد و رفتار	۱۱۵/۰	۲۷۲/۲	۰۲۳/۰	تأیید
اثر هزینه و ریسک بر نگرش	—/۱۹۱	۳۰۷/۴	۰۰۱/۰ کمتر از	تأیید
اثر هزینه و ریسک بر قصد و رفتار	—/۱۸۳	۶۲۰/۴	۰۰۱/۰ کمتر از	تأیید
اثر مزیت اقتصادی بر نگرش	۲۰۴/۰	۳۶۴/۴	۰۰۱/۰ کمتر از	تأیید
اثر مزیت اقتصادی بر قصد و رفتار	۱۲۰/۰	۲۱۹/۳	۰۰۱/۰	تأیید
اثر محیط زیست و سلامت بر نگرش	—/۱۱۷	۲۵۶/۳	۰۰۱/۰	تأیید
اثر محیط زیست و سلامت بر قصد و رفتار	—/۰۸۹	۵۷۹/۲	۰۱۰/۰	تأیید
اثر اعتماد نهادی بر نگرش	۱۳۰/۰	۵۹۱/۲	۰۱۰/۰	تأیید
اثر اعتماد نهادی بر قصد و رفتار	۱۶۸/۰	۹۵۱/۳	۰۰۱/۰ کمتر از	تأیید
اثر پایداری معیشت بر نگرش	۱۴۵/۰	۲۲۵/۳	۰۰۱/۰	تأیید
اثر پایداری معیشت بر قصد و رفتار	۰۵۵/۰	۳۶۰/۱	۱۷۴/۰	رد
اثر امنیت بازار بر نگرش	۱۵۰/۰	۳۸۸/۳	۰۰۱/۰	تأیید
اثر امنیت بازار بر قصد و رفتار	۱۱۴/۰	۸۰۰/۲	۰۰۵/۰	تأیید
اثر حمایت سیاسی بر نگرش	۰۳۲/۰	۵۹۸/۰	۵۵۰/۰	رد
اثر حمایت سیاسی بر قصد و رفتار	۱۶۳/۰	۳۹۵/۳	۰۰۱/۰	تأیید
اثر مدیریت ریسک بر قصد و رفتار	۰۵۲/۰	۳۲۶/۱	۱۸۵/۰	رد
اثر نفوذ اجتماعی بر نگرش	۱۴۲/۰	۵۲۹/۳	۰۰۱/۰ کمتر از	تأیید
اثر نفوذ اجتماعی بر قصد و رفتار	۰۹۹/۰	۴۲۴/۲	۰۱۵/۰	تأیید
اثر توان فنی بر نگرش	۱۳۵/۰	۰۴۸/۳	۰۰۲/۰	تأیید
اثر توان فنی بر قصد و رفتار	۰۸۶/۰	۰۱۵/۲	۰۴۴/۰	تأیید

تنها اثر غیرمستقیم معنادار مربوط به مسیر هزینه و ریسک ادراک شده به قصد و رفتار از طریق نگرش بود. ضریب این اثر برابر با -0.022 و سطح معناداری آن 0.044 به دست آمد. این یافته نشان می دهد بخشی از اثر بازدارنده هزینه و ریسک ادراک شده بر قصد و رفتار، از طریق تضعیف نگرش نسبت به تغییر کشت اعمال می شود. سایر اثرهای غیرمستقیم در سطح 0.05 معنادار نبودند. ضریب تعیین سازه نگرش 0.644 و ضریب تعیین سازه قصد و رفتار 0.716 بود؛ بنابراین، مدل به ترتیب $64/4$ و $71/6$ درصد از تغییرات این دو سازه درون را تبیین کرد. همچنین، مقدار شاخص قدرت پیش بینی برای نگرش 0.337 و برای قصد و رفتار 0.375 به دست آمد که بیانگر برخورداری مدل از قدرت پیش بینی مناسب است. مقدار شاخص برازش استاندارد شده در مدل برآورده شده 0.049 و مقدار شاخص برازش هنجار شده 0.753 بود. با توجه به قرار گرفتن شاخص برازش استاندارد شده در محدوده قابل قبول، برازش کلی مدل مطلوب ارزیابی شد.

۴-۴. نتایج سناریوهای شبکه باور بیزی

در وضعیت پایه، احتمال قرار گرفتن نگرش در سطح بالا $25/62$ درصد و احتمال قرار گرفتن قصد در سطح بالا $25/87$ درصد بود. سناریوی مطلوب اقتصادی، بازاری و نهادی بیشترین اثر افزایشی را نشان داد؛ به گونه ای که احتمال قصد بالا در این سناریو به $54/23$ درصد رسید. در مقابل، اجرای سناریوی نامطلوب و پرریسک، احتمال قصد بالا را به $11/01$ درصد کاهش داد و احتمال قصد پایین را به $58/50$ درصد افزایش داد. پس از سناریوی مطلوب، سناریوی بهبود شرایط اقتصادی و امنیت بازار بیشترین اثر مثبت را بر احتمال قصد تغییر کشت داشت.

جدول (۴) نتایج سناریوهای شبکه باور بیزی

وضعیت یا سناریو	احتمال نگرش بالا (درصد)	احتمال قصد بالا (درصد)	تغییر قصد نسبت به پایه (واحد درصد)
وضعیت پایه	۶۲/۲۵	۸۷/۲۵	—
مطلوب اقتصادی، بازاری و نهادی	۵۸/۵۷	۲۳/۵۴	+۳۶/۲۸
نامطلوب و پرریسک	۱۴/۱۰	۰۱/۱۱	-۸۶/۱۴
مداخله نهادی، حمایتی و آموزشی	۳۰/۳۱	۶۰/۳۳	+۷۳/۷
بهبود اقتصادی و امنیت بازار	۵۰/۳۶	۸۰/۳۶	+۹۳/۱۰
اجتماعی و معیشتی مطلوب	۴۰/۳۰	۷۰/۲۶	+۸۳/۰
تشدید نگرانی محیطی و سلامت	۹۰/۲۱	۵۰/۲۲	-۳۷/۳

۵-۴. نتایج مدل عامل بنیان

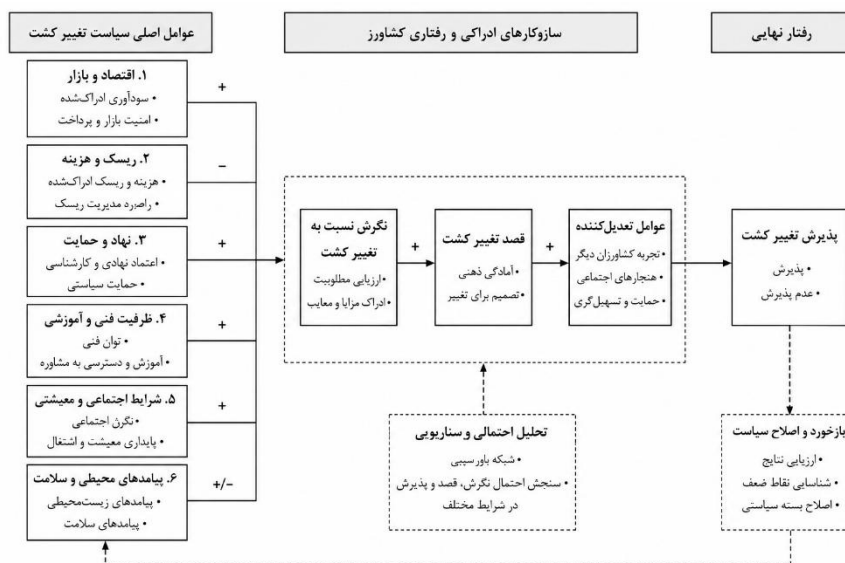
نرخ پذیرش در وضعیت پایه 53 درصد بود. در سناریوی مطلوب، نرخ پذیرش به 74 درصد رسید و 21 واحد درصد نسبت به پایه افزایش یافت. سناریوی بهبود اقتصادی و امنیت بازار با نرخ $67/59$ درصد در رتبه دوم و سناریوی مداخله نهادی، حمایتی و آموزشی با نرخ 57 درصد در رتبه سوم قرار گرفت. سناریوی اجتماعی و معیشتی مطلوب با وجود بهبود نگرش، نرخ پذیرش را نسبت به پایه تغییر نداد. سناریوی نامطلوب و پرریسک نرخ پذیرش را به $67/31$ درصد کاهش داد.

جدول (۵) نرخ پذیرش در سناریوهای مدل عامل بنیان

رتبه	تغییر نسبت به پایه (درصد)	نرخ پذیرش (درصد)	وضعیت یا سناریو
۱	+۰۰/۲۱	۰۰/۷۴	مطلوب اقتصادی، بازاری و نهادی
۲	+۶۷/۶	۶۷/۵۹	بهبود اقتصادی و امنیت بازار
۳	+۰۰/۴	۰۰/۵۷	مداخله نهادی، حمایتی و آموزشی
۴	—	۰۰/۵۳	وضعیت پایه
۴	۰۰/۰	۰۰/۵۳	اجتماعی و معیشتی مطلوب
۶	-۰۰/۲	۰۰/۵۱	تشدید نگرانی محیطی و سلامت
۷	-۳۳/۲۱	۶۷/۳۱	نامطلوب و پرریسک

۴-۶. الگوی یکپارچه ارزیابی سیاست

هم‌گرایی نتایج سه مدل نشان داد ارزیابی سیاست تغییر کشت باید در چهار حلقه انجام شود. حلقه نخست، جذابیت و امکان‌پذیری بیرونی شامل سود، بازار، هزینه، حمایت، آموزش و قیود محیطی است. حلقه دوم، سازوکارهای ادراکی شامل مزیت، ریسک، اعتماد و کنترل رفتاری است. حلقه سوم، نگرش و قصد را در بر می‌گیرد و حلقه چهارم، رفتار پذیرش و بازخورد حاصل از تجربه را به سیاست بازمی‌گرداند. وزن همه عوامل یکسان نیست؛ شواهد ساختاری و سناریویی، اقتصاد و بازار، ریسک و اعتماد نهادی را در جایگاه اهرم‌های اصلی قرار داد.



شکل (۳) الگوی نهایی ارزیابی سناریو محور سیاست تغییر کشت

۵. بحث

نتایج نشان داد که سودآوری اقتصادی و امنیت بازار از مهم‌ترین اهرم‌های پذیرش سیاست تغییر کشت به شمار می‌روند. در مدل ساختاری، مزیت اقتصادی و امنیت بازار اثر مثبت و معناداری بر نگرش و قصد تغییر کشت داشتند. نتایج تحلیل سناریوها نیز نشان داد که بهبود هم‌زمان شرایط اقتصادی و امنیت بازار، احتمال قرار گرفتن قصد در سطح بالا را ۱۰/۹۳ واحد درصد و نرخ پذیرش را ۶/۶۷ واحد درصد نسبت به وضعیت پایه افزایش می‌دهد. این یافته بیانگر آن است که افزایش سود مورد انتظار، زمانی به تصمیم عملی کشاورز منجر می‌شود که با اطمینان از فروش محصول، ثبات قیمت، خرید تضمینی و پرداخت به‌موقع همراه باشد. از این‌رو، سیاست‌های قیمتی و بازاری نباید به‌صورت

مداخلات مستقل طراحی شوند، بلکه باید در قالب یک زنجیره هماهنگ از تولید تا فروش اجرا شوند (محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

هزینه و ریسک ادراک شده در مراحل مختلف تحلیل، نقشی بازدارنده داشت. این سازه علاوه بر اثر مستقیم منفی بر نگرش و قصد تغییر کشت، تنها اثر غیرمستقیم معنادار مدل را نیز از طریق تضعیف نگرش ایجاد کرد. در سناریوی نامطلوب و پرریسک، احتمال قصد بالا به ۱۱/۰۱ درصد و نرخ پذیرش به ۳۱/۶۷ درصد کاهش یافت. این نتایج نشان می دهد که نااطمینانی درباره هزینه ورود، عملکرد محصول، شرایط بازار و تداوم حمایت های سیاستی می تواند اثر مثبت سودآوری را خنثی کند. بنابراین، کشاورزان ممکن است حتی با آگاهی از مزایای اقتصادی محصول جایگزین، به دلیل ترس از زیان یا تجربه های ناموفق پیشین، الگوی کشت موجود را حفظ کنند. این نتیجه با یافته های مطالعات داخلی و خارجی درباره نقش بازدارنده ادراک ریسک در تصمیم گیری کشاورزان همخوان است (احسنی، ۱۴۰۱؛ کریمی و عطایی، ۱۴۰۱؛ دینه و همکاران، ۲۰۲۲؛ عطایی و همکاران، ۲۰۲۳).

اعتماد نهادی و حمایت سیاستی، الگوهای اثرگذاری متفاوتی نشان دادند. اعتماد نهادی اثر مثبت و معناداری بر هر دو سازه نگرش و قصد داشت؛ درحالی که حمایت سیاستی بر قصد اثر مثبت و معناداری گذاشت، اما اثر آن بر نگرش معنادار نبود. این تفاوت نشان می دهد که حمایت ها و مشوق های سیاستی می توانند تصمیم کوتاه مدت کشاورزان را تقویت کنند، اما شکل گیری نگرش پایدار نسبت به تغییر کشت، به اعتماد آنان به اجرای تعهدات، ثبات برنامه ها، شفافیت قراردادهای و پاسخ گویی نهادهای اجرایی وابسته است. بنابراین، اثربخشی حمایت های سیاستی صرفاً به میزان حمایت بستگی ندارد، بلکه نحوه اجرا و اعتبار نهاد ارائه دهنده حمایت نیز در پذیرش آن تعیین کننده است (محمدی و فلاح، ۱۴۰۲؛ خشنودفر و همکاران، ۲۰۲۳؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

نفوذ اجتماعی و توان فنی نیز اثر مثبت و معناداری بر نگرش و قصد تغییر کشت داشتند. یافته های کیفی نشان داد که مشاهده نتایج واقعی در مزرعه، تجربه کشاورزان پیشرو و دریافت آموزش عملی در شرایط واقعی تولید، بیش از توصیه های عمومی در تصمیم کشاورزان مؤثر است. این نتیجه بیانگر آن است که یادگیری کشاورزان عمدتاً از طریق مشاهده، تعامل و اعتماد به تجربه های محلی شکل می گیرد. بنابراین، استفاده از مزارع نمایشی، آموزش همتا، مشارکت کشاورزان پیشرو و حضور مستمر کارشناسان در مزرعه می تواند اثربخشی برنامه های ترویجی را افزایش دهد. این یافته با مطالعات جدید درباره نقش رهبران محلی، شبکه های اجتماعی و یادگیری همتایان در انتشار نوآوری های کشاورزی همسو است (راواگلیولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ ویل و همکاران، ۲۰۲۴).

پایداری معیشت اثر مثبت و معناداری بر نگرش داشت، اما اثر مستقیم آن بر قصد تغییر کشت معنادار نبود. همچنین، در سناریوی مطلوب اجتماعی و معیشتی، با وجود بهبود نگرش، نرخ پذیرش نسبت به وضعیت پایه افزایش نیافت. این یافته نشان می دهد که بهبود شرایط معیشتی می تواند زمینه روانی و اجتماعی مساعدی برای پذیرش ایجاد کند، اما تا زمانی که سودآوری، هزینه ها، امنیت بازار و ریسک های اجرایی برای کشاورز روشن نباشد، الزاماً به تصمیم عملی منجر نمی شود. در مقابل، پیامدهای محیط زیستی و سلامت اثر منفی و معناداری بر نگرش و قصد داشتند و تشدید نگرانی های مرتبط با این پیامدها، نرخ پذیرش را دو واحد درصد کاهش داد. بنابراین، ارزیابی سیاست تغییر کشت باید به صورت هم زمان پیامدهای درآمدی، مصرف آب، کیفیت خاک، مصرف نهاده های شیمیایی و سلامت شغلی کشاورزان را در نظر بگیرد (سلیمانی، ۱۴۰۰؛ ال گوه مانی و همکاران، ۲۰۲۳؛ خوشخوی، ۱۴۰۳).

تفاوت میان احتمال قصد در شبکه باور بیزی و نرخ پذیرش در مدل عامل بنیان نشان داد که رفتار جمعی را نمی توان صرفاً بر اساس سهم افراد دارای قصد بالا پیش بینی کرد. در وضعیت پایه، احتمال قصد بالا ۲۵/۸۷ درصد بود، درحالی که نرخ پذیرش شبیه سازی شده ۵۳ درصد به دست آمد. این تفاوت می تواند ناشی از نقش افراد دارای قصد متوسط، آستانه های متفاوت تصمیم گیری و اثر تعامل با سایر کشاورزان

باشد. در مدل عامل‌بنیان، مشاهده رفتار همسایگان و انتشار تجربه‌های موفق یا ناموفق می‌تواند احتمال پذیرش را در طول زمان افزایش یا کاهش دهد. از این‌رو، ترکیب شبکه باور بیزی و مدل عامل‌بنیان امکان تحلیل هم‌زمان باورهای فردی و پویایی‌های اجتماعی پذیرش را فراهم می‌کند (علی و همکاران، ۲۰۲۳؛ آلونسو ادامه و همکاران، ۲۰۲۴؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

اگرچه مدل از قدرت تبیین مناسبی برای نگرش و قصد و رفتار برخوردار بود، اندازه اثر بیشتر روابط منفرد در سطح پایین قرار داشت. این نتیجه نشان می‌دهد که پذیرش تغییر کشت حاصل اثر یک عامل مسلط نیست، بلکه از تعامل و هم‌افزایی مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، بازاری، نهادی، اجتماعی و فنی شکل می‌گیرد. بیشترین افزایش احتمال قصد و نرخ پذیرش نیز در سناریویی مشاهده شد که شرایط اقتصادی، امنیت بازار، اعتماد نهادی و حمایت‌های اجرایی به‌طور هم‌زمان بهبود یافتند. بنابراین، اجرای مداخلات پراکنده و تک‌بعدی احتمالاً اثر محدودی خواهد داشت و سیاست تغییر کشت باید در قالب بسته‌ای منسجم و چندبعدی طراحی شود که کاهش ریسک، تضمین بازار، حمایت نهادی، آموزش عملی و اعتمادسازی را به‌صورت هماهنگ پوشش دهد (ویل و همکاران، ۲۰۲۴؛ مرزبان و همکاران، ۲۰۲۵).

۶. نتیجه‌گیری و دلالت‌های سیاستی

نتایج نشان داد سیاست تغییر کشت زمانی قابلیت پذیرش گسترده پیدا می‌کند که کشاورز آن را هم‌زمان سودآور، کم‌ریسک، دارای بازار مطمئن، از نظر فنی قابل اجرا و از نظر نهادی قابل اعتماد بداند. افزایش یک مؤلفه به‌تنهایی، به‌ویژه آموزش یا حمایت اسمی، برای تغییر پایدار رفتار کافی نیست. تفاوت ۴۲.۳۳ واحد درصدی میان نرخ پذیرش سناریوی مطلوب و نامطلوب، حساسیت رفتار کشاورزان به کیفیت بسته سیاستی را آشکار می‌کند.

دلالت نخست، ضرورت طراحی قرارداد روشن برای فروش و پرداخت است. قیمت خرید باید با هزینه واقعی تولید و تورم سازگار باشد، زمان پرداخت از پیش مشخص شود و خریدار یا نهاد تضمین‌کننده مسئولیت قابل پیگیری داشته باشد. بدون این اطمینان، مزیت اقتصادی ادراک‌شده شکننده می‌ماند.

دلالت دوم، حمایت از دوره گذار است. تسهیلات کم‌بهره، بیمه، تأمین نهاد، دسترسی به تجهیزات و امکان کشت آزمایشی می‌تواند شدت زیان‌گریزی و هزینه ورود را کاهش دهد. پرداخت حمایت بهتر است مرحله‌ای و مشروط به پیشرفت تولید باشد تا هم ریسک کشاورز و هم ریسک اجرای سیاست کنترل شود.

دلالت سوم، تبدیل ترویج از انتقال اطلاعات به همراهی عملی است. مزرعه‌نمایشی، استفاده از کشاورزان پیشرو، آموزش مدیریت آب و آفات، نظارت بر برداشت و فراوری و پشتیبانی تا زمان فروش، کنترل رفتاری ادراک‌شده را تقویت می‌کند. انتخاب مروجان محلی و ثبت نتایج واقعی مزارع، اعتماد به توصیه‌ها را افزایش می‌دهد.

دلالت چهارم، ارزیابی ظرفیت محیطی پیش از توسعه است. هر برنامه گسترش کشت باید محدودیت آب، آثار خاک، مصرف مواد شیمیایی و مخاطرات سلامت شغلی را در سطح منطقه بررسی کند. سودآوری و اشتغال باید در کنار شاخص‌های محیطی و ایمنی سنجیده شوند، نه به جای آن‌ها.

چارچوب ارائه‌شده می‌تواند پیش از اجرای گسترده سیاست به‌عنوان ابزار غربالگری سناریوها به کار رود. سیاست‌گذار می‌تواند وضعیت متغیرهای کلیدی را در شبکه بیزی تغییر دهد، پیامد آن را بر نگرش و قصد ببیند و سپس نرخ پذیرش احتمالی را در مدل عامل‌بنیان مقایسه کند. چنین کاربردی به معنای پیش‌گویی قطعی نیست، بلکه راهی برای شناسایی نقاط ضعف بسته سیاستی و مقایسه منظم گزینه‌هاست.

۷. محدودیت‌ها و مسیرهای آینده

داده‌های کمی مقطعی بود و ضرایب مدل ساختاری باید به‌عنوان رابطه‌های تجربی تفسیر شود، نه اثبات قطعی علیت. آزمون طولی پس از اجرای واقعی سیاست می‌تواند پایداری نگرش و فاصله قصد تا رفتار را دقیق‌تر نشان دهد.

ساختار شبکه باور بیزی و بخشی از جداول احتمال شرطی بر ترکیب داده و قضاوت تخصصی استوار بود. تحلیل حساسیت رسمی، مقایسه ساختارهای جایگزین و اعتبارسنجی با داده‌های سال‌های بعد می‌تواند عدم قطعیت پارامترها را روشن‌تر کند.

قواعد مدل عامل بنیان رفتار واقعی را ساده‌سازی می‌کند و همه تفاوت‌های زمین، سرمایه، منابع آب، ساختار خانوار و شبکه ارتباطی را پوشش نمی‌دهد. کالیبراسیون با داده‌های مشاهده‌شده چند فصل زراعی و اجرای تکرارهای متعدد با بذره‌های تصادفی متفاوت، استحکام نتایج شبیه‌سازی را افزایش خواهد داد.

تعمیم نتایج به سایر استان‌ها یا محصولات باید با احتیاط انجام شود. آزمون چارچوب در مناطق دارای بازار، اقلیم و ساختار نهادی متفاوت، امکان سنجش اعتبار بیرونی و بازتنظیم وزن عوامل را فراهم می‌کند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Al Gouhmani, H., Lagou, I., Vardavas, A. I., & Vardavas, C. (2023). Heated tobacco products: A new challenge for environmental impact assessment. *Public Health and Toxicology*, 3(4), Article 23. <https://doi.org/10.18332/pht/178088>
- Ali, M. Y., Shahrier, M., Al Kafy, A. A., Ara, I., Javed, A., Fattah, M. A., Rahaman, Z. A., & Tripura, K. (2023). Environmental impact assessment of tobacco farming in northern Bangladesh. *Heliyon*, 9(3), Article e14505. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14505>
- Alonso-Adame, A., Van Meensel, J., Marchand, F., Van Passel, S., & Farahbakhsh, S. (2024). Sustainability transitions in agri-food systems through the lens of agent-based modeling: A systematic review. *Sustainability Science*, 19, 2101–2118. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01551-0>

- An, L. (2012). Modeling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models. *Ecological Modelling*, 229, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.07.010>
- Appau, A., Drope, J., Goma, F., Magati, P., Labonté, R., Makoka, D., Zulu, R., Li, Q., & Lencucha, R. (2020). Explaining why farmers grow tobacco: Evidence from Malawi, Kenya, and Zambia. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(12), 2238–2245. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntz173>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Dessart, F. J., Barreiro-Hurlé, J., & van Bavel, R. (2019). Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: A policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, 46(3), 417–471. <https://doi.org/10.1093/erae/jbz019>
- Di Bene, C., Gómez-López, M. D., Francaviglia, R., Farina, R., Blasi, E., Martínez-Granados, D., & Calatrava, J. (2022). Barriers and opportunities for sustainable farming practices and crop diversification strategies in Mediterranean cereal-based systems. *Frontiers in Environmental Science*, 10, Article 861225. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.861225>
- El Fartassi, I., Milne, A. E., Metcalfe, H., El Alami, R., Diarra, A., Alonso-Chavez, V., Zawadzka, J., Waite, T. W., & Corstanje, R. (2025). An agent-based model of farmer decision making: Application to shared water resources in arid and semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, 310, Article 109357. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109357>
- Ghanbari, R., Azizi, K., & Gholamrezaei, S. (2020). Psychological factors affecting farmers' intention to diversify agricultural products: A case study of Khorramabad County [In Persian]. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51(2), 279–293.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Huet, E. K., Adam, M., Giller, K. E., & Descheemaeker, K. (2020). Diversity in perception and management of farming risks in southern Mali. *Agricultural Systems*, 184, Article 102905. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102905>
- Kor, A., Naderi Mahdei, K., Shanazi, K., & Esfahani, S. M. J. (2023). Study of the environmental sustainability of tobacco (*Nicotiana tabacum*) cultivation using an ecological footprint approach: A case study of flue-cured and air-cured tobacco in Golestan Province [In Persian]. *Journal of Agroecology*, 15(3), 607–624. <https://doi.org/10.22067/agry.2021.71190.1055>
- Landuyt, D., Broekx, S., D'hondt, R., Engelen, G., Aertsens, J., & Goethals, P. L. M. (2013). A review of Bayesian belief networks in ecosystem service modelling. *Environmental Modelling & Software*, 46, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.03.011>
- Lin, B. B. (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. *BioScience*, 61(3), 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- Meijer, S. S., Catacutan, D., Ajayi, O. C., Sileshi, G. W., & Nieuwenhuis, M. (2015). The role of knowledge, attitudes, and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13(1), 40–54. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.912493>
- Mousavi Moayed, S. A., Nooripoor, M., & Afereydouni, M. (2024). Investigating farmers' opinions toward switching to crops with lower water requirements: A case study of the Margoon region [In Persian]. *Agricultural and Rural Economics*, 2(1), 51–76. <https://doi.org/10.30490/etr.2024.365688.1021>
- Rahmatzadeh, M., Pirdashti, H., Esmaeeli, M. A., Abasi, R., & Yaghoubian, Y. (2024). The effect of nutrition management and planting pattern on the quantitative and qualitative characteristics of two Virginia tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) cultivars [In Persian]. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 34(3), 55–67. <https://doi.org/10.22034/saps.2023.56207.3024>
- Ravaoli, G., Domingos, T., & Teixeira, R. F. M. (2023). A framework for data-driven agent-based modelling of agricultural land use. *Land*, 12(4), Article 756. <https://doi.org/10.3390/land12040756>
- Rivera, M., Knickel, K., Díaz-Puente, J. M., & Afonso, A. (2019). The role of social capital in agricultural and rural development: Lessons learnt from case studies in seven countries. *Sociologia Ruralis*, 59(1), 66–91. <https://doi.org/10.1111/soru.12218>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Sahadewo, G. A., Drope, J., Li, Q., Witoelar, F., & Lencucha, R. (2020). In-and-out of tobacco farming: Shifting behavior of tobacco farmers in Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), Article 9416. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249416>
- Solimani, M., Rahimi, D., & Yazdanpanah, H. (2021). Climate change adaptation strategies in the agricultural sector: A case study of Rostam County [In Persian]. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(29), 19–32. <https://doi.org/10.22111/jneh.2020.32681.1598>
- Sun, Z., & Müller, D. (2013). A framework for modeling payments for ecosystem services with agent-based models, Bayesian belief networks, and opinion dynamics models. *Environmental Modelling & Software*, 45, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.06.007>

Will, M., Bartkowski, B., Schwarz, N., Wittstock, F., Grujić, N., Li, C., Ge, J., Ziv, G., & Müller, B. (2024). From primary data to formalized decision-making: Open challenges and ways forward to inform representations of farmers' behavior in agent-based models. *Ecology and Society*, 29(4), Article 31. <https://doi.org/10.5751/ES-15400-290431>