

Research Paper

**Analysis of Factors Affecting the Transfer of Lean Technology in
Agriculture**

B. Rezaee^۱, *H. Najafpour*^۲, *Z. Akbarian*^۳

Received: 12 October, 2025

Accepted: 31 December, 2025

Introduction: Lean technology in agriculture is recognized as a transformative paradigm in the present era that has the potential to revolutionize traditional agricultural methods by integrating the most advanced digital technologies such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), robotics, and big data. Lean technology transfer in agriculture, focusing on eliminating resource waste and creating added value in all links of the supply chain, has been proposed as a key solution to confront global challenges such as water scarcity, climate change, and food insecurity. By applying principles such as precise agriculture, smart waste management, and optimization of planting to harvesting processes, this technology not only reduces production costs but also improves product quality and market transparency. The success of this model requires tripartite cooperation between the government, the private sector, and farmers to form a sustainable cycle of production, distribution, and consumption that is in line with the environmental and economic goals of the 21st century. In Iran, despite significant achievements in some areas of agricultural technology, several obstacles, including the dispersion and small scale of production units, infrastructural limitations, lack of an integrated technology transfer system, and shortage of specialized human resources, have challenged the process of utilizing these technologies. This study aimed at analyzing the factors affecting the transfer of lean technology in agriculture. The importance of this study becomes more apparent when we know that according to a report by the

-
۱. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Management and Entrepreneurship, Faculty of Economics and Accounting, Razi University, Kermanshah, Iran (b.rezaee@razi.ac.ir).
 ۲. Postdoctoral Researcher, Department of Management and Entrepreneurship, Faculty of Economics and Accounting, Razi University, Kermanshah, Iran.
 ۳. PhD Student in Entrepreneurship, Department of Management and Entrepreneurship, Faculty of Economics and Accounting, Razi University, Kermanshah, Iran.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), utilizing new technologies can be effective in increasing the productivity of the agricultural sector.

Materials and Methods: This applied-developmental research was conducted using a descriptive-survey method. The statistical population of the research included 250 people (130 PhD students and professors of the Faculty of Agriculture of Razi University in Kermanshah province of Iran and 120 managers and specialists of companies located in growth centers and science and technology parks in the province). Using the Cochran formula and simple random stratified sampling method, 161 people were selected from the statistical population while 150 questionnaires were finally completed. The data collection tool was a researcher-made questionnaire with 31 closed-ended questions based on a five-option Likert scale (very low, low, medium, high, very high), whose face validity was examined by a panel of experts. The reliability of the questionnaire was also examined and confirmed by calculating Cronbach's alpha of 0.89. Composite Reliability (CR) was also used to measure the reliability of the constructs. In addition, the fit of the designed model in relation to the factors affecting the transfer of lean technology in agriculture was also examined in two measurement and structural sections. The Structural Equation Modeling (SEM) measurement (model section) was studied with indicators such as factor loadings, Cronbach's alpha, Composite Reliability (CR), convergent validity or Average Variance Extracted (AVE) index as well as divergent validity (Fornell-Larker test). The structural model was also examined with indicators such as R^2 coefficient of determination, t-coefficients and path coefficients (Beta). The study data were analyzed using SEM and using the Smart PLS3 software package.

Results and Discussion: The analysis of the research data showed that six main factors with different impact coefficients would determine the success of transferring the lean technology to the agricultural sector of Iran. Key factors such as technological factors, legal factors, government support, infrastructural factors, human resource training and education, and management skills were found to be influential on the transfer of lean technology in agriculture. Interestingly, the path analysis showed that the interaction of these factors with each other (especially managerial factors and technological factors and human capital) had a double effect on technology transfer. The final research model was confirmed with favorable fit indices, indicating the high efficiency of the model in predicting the success of technology transfer. Also, the study results showed that different regions of the country required different strategies in technology adoption due to differences in the level of development.

Conclusion and Suggestions: The study findings indicated that the transfer of lean technology in Iranian agriculture would require a comprehensive and systematic approach. The model proposed in this study, as a comprehensive framework, can help policymakers, managers and farmers in facilitating the technology transfer process. For the effective implementation of this model, it is recommended: 1) Establish a special fund for the development of smart agriculture with the participation of the private and public sectors, 2) Establish a network of international communications and interactions for the transfer of lean technologies, 3) Develop national standards for smart agricultural products, and 4) Develop skill-based training programs in the field of lean technology for farmers and experts. Ultimately, the success of implementing this model requires the cooperation of all stakeholders in the form of an operational plan with specific quantitative and qualitative goals and specific time frames. Proper implementation of these strategies can lead to an average increase in productivity in the Iranian agricultural sector by up to 35 percent in the next five years.

Keywords: *Smart Agriculture, Management Factors, Technology Transfer, Technological Factors.*

JEL Classification: O13, Q10, O32, Q16

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۳، شماره ۱۳۲، زمستان ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

تحلیل عوامل مؤثر بر انتقال فناوری ناب در کشاورزی*

بیژن رضایی^۱، هدا نجف‌پور^۲، زینب اکبریان^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۰

چکیده

فناوری ناب در کشاورزی به‌عنوان رویکردی نوین و تحول‌آفرین شناخته می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، رباتیک و کلان‌داده‌ها، زمینه بهبود بهره‌وری و کارایی را فراهم می‌سازد. هدف پژوهش حاضر شناسایی و تبیین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری ناب در بخش کشاورزی ایران بود و به‌منظور تحلیل وضعیت انتقال این فناوری‌ها، از داده‌های گردآوری‌شده در قالب پرسشنامه از ۱۵۰ نفر از متخصصان و ذی‌نفعان حوزه کشاورزی در استان کرمانشاه شامل دانشجویان دکتری، اعضای هیئت علمی و نیز مدیران و متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان استفاده شد. در بخش اول پرسشنامه، سؤالات مربوط به ویژگی‌های فردی پاسخ‌گویان و در بخش دوم، سؤالات تخصصی برای سنجش متغیرهای تحقیق شامل ۳۵ گویه بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت طراحی شده بود، که روایی آن از طریق پانل تخصصی بررسی شد. همچنین، از دو نرم‌افزار SPSS و Smart PLS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که شش عامل شامل عوامل فناوری، قانونی، حمایت دولت، زیرساخت‌ها، آموزش و تربیت نیروی انسانی و مهارت‌های مدیریتی نقش معنی‌دار در انتقال فناوری ناب

* با سپاس فراوان از همکاران و اساتید محترم و نیز جامعه محترم کشاورزی، که پژوهش حاضر مرهون همکاری‌های بسیار ایشان است.

۱- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (b.rezaee@razi.ac.ir)

۲- پژوهشگر پسادکتری، گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

در کشاورزی دارند. همچنین، تحلیل مسیر مشخص کرد که تعامل میان عوامل مدیریتی، ظرفیت‌های فناورانه و سرمایه انسانی تأثیر تقویتی بر انتقال فناوری دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهاد کاربردی پژوهش حاضر این است که یک برنامه ملی توسعه مهارت‌های فناورانه برای کشاورزان و کارشناسان با همکاری دولت، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی طراحی و اجرا شود، برنامه‌ای که بتواند آموزش‌های مهارت‌محور در زمینه فناوری‌های ناب را به‌صورت مستمر و متناسب با نیازهای منطقه‌ای ارائه کند.

کلیدواژه‌ها: کشاورزی هوشمند، عوامل مدیریتی، انتقال فناوری، عوامل فناورانه.

طبقه‌بندی JEL : O13, Q10, O32, Q16

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت جهان و نیاز به تأمین غذا، کشاورزی سنتی دیگر به‌تنهایی قادر به پاسخ‌گویی بدین نیازها نیست. این موضوع، در مواجهه با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود منابع طبیعی و کاهش زمین‌های قابل کشت، بیش از پیش برجسته می‌شود (Hamasalih & Layeq, 2023). در این راستا، فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا^۱ و هوش مصنوعی^۲، به‌عنوان ابزارهایی برای افزایش بهره‌وری و پایداری در کشاورزی، مطرح شده‌اند (Dorovska, 2025). با این همه، انتقال این فناوری‌ها در بخش کشاورزی با موانع متعدد روبه‌روست که نیازمند طراحی مدل‌های مؤثر برای غلبه بر این چالش‌هاست (Yang et al., 2025). در کشاورزی، فناوری ناب^۳ به استفاده از اصول ناب برای بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش ضایعات اشاره دارد (Hodge et al., 2011)؛ همچنین، فناوری ناب به معنی به‌کارگیری اصول و روش‌هایی است که با حذف ضایعات و بهینه‌سازی منابع، کارایی تولید را افزایش می‌دهد (Yang et al., 2025). این رویکرد به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با استفاده بهینه از منابع، کیفیت محصولات و خدمات را افزایش دهند. این مفهوم ریشه در نظام تولید تویوتا (دهه ۱۹۵۰) دارد و بر اصولی مانند بهبود مستمر (کایزن^۴)، تولید به‌موقع^۵ و نقشه‌برداری از جریان ارزش استوار است (Al-Abbasi et al., 2025)؛ و سپس، در قالب تفکر ناب وومک و جونز (Womack & Jones, 1996) پیرامون پنج محور «تعریف ارزش، شناسایی جریان ارزش، ایجاد جریان پیوسته، استقرار نظام کششی و تعقیب کمال» تبلور یافت (شکل ۱).

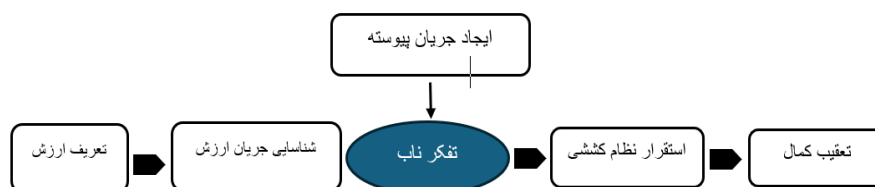
۱. Internet of Things (IoT)

۲. Artificial Intelligence (AI)

۳. lean technology

۴. Kaizen

۵. just in time



مأخذ: وومک و جونز (Womack & Jones, 1996)

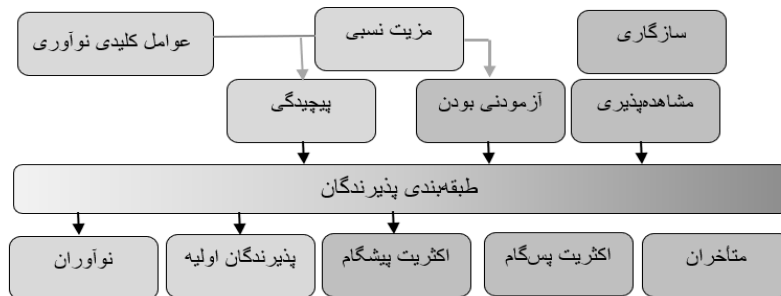
شکل ۱- تفکر ناب وومک و جونز

از دههٔ دو هزار، پژوهش‌های هابز^۱ در سال ۲۰۰۱ و مطالعات توسعه کشاورزی هوشمند در سال ۲۰۱۰ این اصول را با به‌کارگیری فناوری‌هایی مانند سامانه اطلاعات جغرافیایی^۲ و کشاورزی دقیق^۳ در سال ۱۹۹۴ در مزارع تلفیق کردند. این فناوری‌ها عبارت‌اند از ابزارهایی مانند کشاورزی دقیق، حسگرهای هوشمند و تحلیل داده‌های کلان که به کشاورزان امکان مدیریت بهتر مزارع را می‌دهند (Al-Abbasi et al., 2025). برای نمونه، حسگرهای مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند اطلاعاتی در مورد رطوبت خاک، دما، و نیازهای آبی گیاهان ارائه دهند که به کاهش مصرف آب و افزایش تولید کمک می‌کند (Hodge et al., 2011). یکی از مدل‌های پایه‌ای و تأثیرگذار در این حوزه مدل انتشار نوآوری راجرز (Rogers, 1962) است (شکل ۲). این مدل، با شناسایی پنج ویژگی کلیدی نوآوری (مزیت نسبی، سازگاری، پیچیدگی، آزمودنی بودن و مشاهده‌پذیری) و طبقه‌بندی پذیرندگان به پنج گروه (نوآوران، پذیرندگان اولیه، اکثریت پیشگام، اکثریت پس‌گام و متأخران)، فرآیند پذیرش فناوری‌های جدید در جوامع کشاورزی را تحلیل می‌کند. راجرز تأکید می‌ورزد که درک این عوامل و گروه‌ها برای طراحی راهبردهای ارتباطی و آموزشی هدفمند به‌منظور تسهیل نفوذ فناوری‌های جدید در بین کشاورزان حیاتی است (Smith & Brown, 2021). این مدل به ارائهٔ پایه‌ای برای درک پویا یا همان دینامیک پذیرش نوآوری‌های کشاورزی می‌پردازد.

۱. Hobbs

۲. Geographic Information System (GIS)

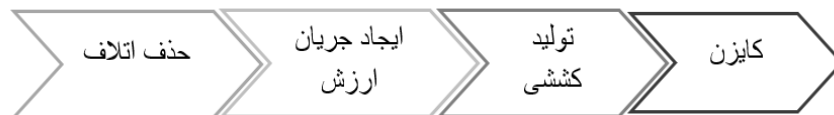
۳. precision agriculture



مأخذ: راجرز (Rogers, 1962)

شکل ۲- مدل انتشار نوآوری راجرز

در سطحی تخصصی‌تر و متمرکز بر اجرای اصول ناب در بخش کشاورزی، مدل جفکات^۱ در سال ۲۰۰۹ یک چارچوب کاربردی ارائه می‌دهد. این مدل به‌ویژه برای پیاده‌سازی مفاهیم ناب (حذف اتلاف، ایجاد جریان ارزش، تولید کششی و کایزن) در زنجیره تأمین کشاورزی طراحی شده است (Rinne et al., 2019).



مأخذ: رین و همکاران (Rinne et al., 2019)

شکل ۳- مدل اصول ناب جفکات

در کنار این نظریه‌ها، رویکردهای ناب در کشاورزی (متکی بر کاهش اتلاف، افزایش کارایی و یادگیری مستمر) نیازمند سازوکارهای انتقال دقیق‌تر و مبتنی بر مشارکت است و بنابراین، نقش آموزش، ترویج و شبکه‌های دانشی اهمیت مضاعف می‌یابد. در مطالعات داخلی نیز یافته‌هایی مشابه دیده می‌شود. قاسمی‌نژاد رینی و همکاران (Ghaseminejad Raeini et al., 2021) نشان دادند که بر اثر پیچیدگی‌های دیوان‌سالاری و قوانین ناکارآمد، انگیزه بهره‌برداران برای پذیرش فناوری‌های پیشرفته بسیار کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، به باور حسابی و همکاران (Hesabi et al., 2023)، دولت با اتخاذ اقدامات و ایجاد بسترهای مناسب نظیر توسعه زیرساخت‌های فنی، زیرساخت انسانی، حمایت از تحقیقات و توسعه، تشویق به کشاورزی هوشمند، حمایت مالی و توسعه بازارهای تضمینی می‌تواند به

۱. Jeffcutt

توسعه کشاورزی هوشمند و افزایش بهره‌وری این حوزه کمک کند. شریفی تهرانی و مهدوی دامغانی (Sharifi Tehrani & Mahdavi Damghani, 2023) نیز از جنبه‌های اقتصادی، زیرساختی و اجتماعی و فرهنگی به‌عنوان موانع مهم ورود و توسعه فناوری‌های نوین در بخش کشاورزی ایران یاد کردند. همچنین، بر اساس نتایج پژوهش پارسامطلق و همکاران (Parsa-Motlagh et al., 2024)، اصلی‌ترین مانع انتقال فناوری‌های نوین کشاورزی در ایران فقدان سیاست‌های قانونی جامع و هماهنگ شناسایی شده است. همچنین، مطالعه سنایی‌راد و همکاران (Sinaiee-Rad et al., 2024) نشان دادند که بر اثر ضعف زیرساخت‌های دیجیتال و نبود حمایت‌های مالی کافی، توسعه کشاورزی هوشمند محدود شده است. در مطالعات خارجی نیز منگنی (Mangeni, 2019) نشان داد که تنها از طریق مشارکت‌های عمومی- خصوصی، می‌توان دسترسی عادلانه کشاورزان حاشیه‌ای به فناوری‌های پیشرفته را تضمین کرد. همچنین، شاتکوفسکایا و همکاران (Shatkovskaya et al., 2017) مشارکت‌های عمومی- خصوصی همراه با مشوق‌های مالی دولتی را کلید تجاری‌سازی محصولات فکری در حوزه کشاورزی دانستند. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) نیز نقش مقررات دولتی در کاهش ردپای بوم‌شناختی از طریق فناوری‌های سبز را بررسی کردند و دریافتند که سیاست‌های حمایتی می‌تواند نرخ پذیرش این فناوری‌ها را تا چهل درصد افزایش دهد. همچنین، در مطالعه بامیدل (Bamidele, 2025)، با تحلیل سیاست‌های کشورهای توسعه‌یافته، اثبات شد که قوانین تسهیل‌گر مهم‌ترین پیشران موفقیت انتقال فناوری به کشاورزان کوچک‌مقیاس است. سهنیم و همکاران (Sehnem et al., 2025)، با بررسی هم‌افزایی صنعت، اقتصاد چرخشی و تولید ناب، تأکید کردند که حمایت‌های دولتی و مشارکت‌های عمومی- خصوصی تعیین‌کننده‌ترین عوامل موفقیت یکپارچه‌سازی این پارادایم‌ها در کشاورزی است.

مروری بر پیشینه پژوهش‌ها نشان داد که هر مؤلفه از چه طریقی به‌دست آمده است. بنابراین، پژوهش حاضر، با تکیه بر یافته‌های برگرفته از تحقیقات میدانی و تحلیل داده‌های اولیه، نه‌تنها به استخراج عوامل مؤثر و تسهیل‌گر در انتقال فناوری ناب در بافت کشاورزی می‌پردازد (جدول ۱)، بلکه با ترسیم مدلی جامع، شبکه پیچیده روابط میان این ابعاد چندگانه (دولتی، قانونی، آموزشی، مدیریتی، زیرساختی، فناوری) و موفقیت فرآیند انتقال را آشکار می‌سازد. با این بینش‌های نوین و مبتنی بر شواهد عینی، بنیانی مستحکم برای تدوین راهبردهای عملیاتی کاربردی، طراحی برنامه‌های اجرایی گام‌به‌گام و ارائه توصیه‌های سیاستی اثربخش برای ذی‌نفعان کلیدی (اعم از کشاورزان پیشرو، شرکای فناور، نهادهای حاکمیتی و سیاست‌گذاران) فراهم می‌آید. هدف از پژوهش حاضر تحلیل عوامل مؤثر بر انتقال فناوری ناب در کشاورزی از دیدگاه کارشناسان و متخصصان در حوزه توسعه کشاورزی و فناوری نوین استان کرمانشاه بوده است.

مواد و روش‌ها

یافته‌های جدول ۱ برخی از مهم‌ترین تحقیقات داخلی و خارجی پیشین در حوزه موفقیت انتقال فناوری و مدل‌های موجود را با قلمروهای مکانی مختلف به تفصیل نشان می‌دهد؛ اگرچه پژوهش‌های متعدد در این حوزه انجام پذیرفته، اما ویژگی‌های مناسب مدل‌ها در یک مدل جامع ارائه نشده است و همچنین، هیچ مدلی دربرگیرنده کلیه ابعاد مؤثر در انتقال فناوری ناب نیست. از سوی دیگر، مرور مطالعات پیشین حاکی از آن است که تاکنون پژوهشی متضمن ارائه مدلی اختصاصی برای حوزه کشاورزی و در عین حال، با لحاظ ویژگی‌های این حوزه و شرایط و خصوصیات کشور گزارش نشده است. در نهایت، می‌توان گفت که مطالعات موجود در این حوزه عمدتاً بر ابعاد تولید و بهره‌وری درون‌مزرعه‌ای متمرکز بوده و فرآیند کلیدی انتقال، پذیرش و استقرار موفق فناوری‌های ناب از منبع به بستر عملیاتی کشاورزی را مورد توجه قرار نداده است. پژوهش حاضر، با تمرکز ویژه بر فرآیند انتقال فناوری ناب، خلأ تحقیقاتی موجود را پر کرده و به تبیین چگونگی پذیرش و به‌کارگیری این فناوری در صنعت کشاورزی پرداخته است. بدین ترتیب، می‌توان مسیرهای عملی برای اجرای موفق این فناوری در کشاورزی را شناسایی و ارائه کرد. مطالعه حاضر در پی آن بوده است که با شناسایی مؤلفه‌های توسعه انتقال فناوری ناب و میزان تأثیرگذاری هر کدام از عوامل بر توسعه انتقال فناوری ناب در کشاورزی، مناسب‌ترین راهکارها را برای بهبود و گسترش این صنعت نوین در بخش کشاورزی بیابد.

جدول ۱- ابعاد و مؤلفه‌های عوامل مؤثر بر انتقال فناوری ناب در کشاورزی

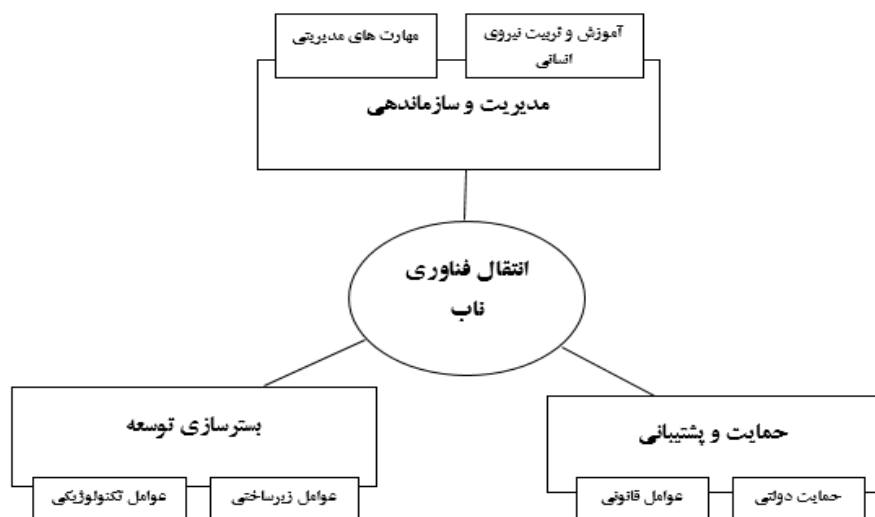
ابعاد اصلی	ابعاد فرعی	مؤلفه‌ها	منبع
عوامل زیرساختی		X1 ایجاد ساختارهای حمایتی ضروری اعم از پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد و ...	پارسا مطلق و همکاران (Parsa-Motlagh et al., 2024)
		X2 تدوین دستورالعمل‌های شفاف سازمانی در سیاست‌های فناوری ناب	قاسمی نژاد رینی و همکاران (Ghaseminejad, 2021)
		X3 ایجاد پایگاه‌های دانش به روز و جامع در بخش‌های مختلف کشاورزی	همکاران (Raeini et al., 2021)
		X4 وجود تیم‌های متخصص و مشاوره‌ای و مالی در انتقال فناوری ناب بین کشاورزان	بامیدل (Bamidele, 2025)
		X5 ایجاد ساختارها و نظام‌های مدیریتی در قالب دفاتر تخصصی انتقال فناوری ناب	
حمایت و پشتیبانی		X6 تدوین و طراحی قوانین مرتبط با استانداردهای محصولات فناوری ناب	پارسا مطلق و همکاران (Parsa-Motlagh et al., 2024)
		X7 تنظیم ضوابط خاص درباره نحوه بهره‌گیری از فناوری ناب و اطلاعات مرتبط با آن	همکاران (Ghaseminejad, 2021)
		X8 سیاست‌گذاری و اجرای مشوق‌های مالیاتی در حوزه انتقال فناوری ناب در کشاورزی	پردهان و همکاران (Pradhan et al., 2025)
		X9 اصلاح قوانین تجاری با رویکرد توسعه کسب‌وکارهای اقتصادی مرتبط با فناوری ناب	مارتینز و همکاران (Martins et al., 2023)
		X10 تصویب قوانین و مقررات حمایتی در حوزه انتقال فناوری ناب در کشاورزی	الخزاله و همکاران (Alkhazaleh et al., 2022)
حمایت دولتی		X11 حمایت مالی از ایده‌های پژوهشی ارائه شده در حوزه فناوری ناب	پارسا مطلق و همکاران (Parsa-Motlagh et al., 2024)
		X12 تخصیص منابع مالی مجزا به منظور تسهیل فرآیند انتقال فناوری از دانشگاه به صنعت در حوزه فناوری ناب	تواضعی فر و همکاران (Tavazoeifar et al., 2019)
		X13 راه‌اندازی صندوق‌های اعتباری تخصصی به منظور انتقال محصولات فناوری ناب	کمالیان و همکاران (Kamalian et al., 2016)
		X14 افزایش نقش دولت در ایجاد کسب‌وکارها در فناوری ناب مورد نظر در کشاورزی	مارتینز و همکاران (Martins et al., 2023)
		X15 تشویق سرمایه‌گذاران مخاطره‌پذیر برای مشارکت در مراحل مختلف توسعه فناوری ناب	سهنم و همکاران (Sehnm et al., 2025)

ابعاد اصلی	ابعاد فرعی	مؤلفه‌ها	منبع
عوامل فناوری	X16	ایجاد بانک اطلاعاتی به منظور مستندسازی تجارب ایده‌پردازان، مخترعان و کارآفرینان موفق در حوزه تجاری‌سازی فناوری‌های نانو	عبدی و همکاران (Abdi et al., 2020)، گوئل و همکاران (Goel et al., 2021)، سهنم و همکاران (Sehnm et al., 2025)، نظروف و همکاران (Nazarov et al., 2024)
	X17	ظرفیت‌سازی مناسب فناوری در سازمان	
	X18	توانایی سازمان در تعمیر و نگهداری تجهیزات مورد نیاز در فناوری مورد نظر	
	X19	تشکیل شبکه‌های اطلاعاتی قوی به منظور برقراری ارتباط مناسب بین ذی‌نفعان فعال در عرصه فناوری ناب	
	X20	ایجاد و توسعه واحد تحقیق و پژوهش در کشاورزی نوین	
	X21	توانایی در استفاده از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای کاربردی مناسب با فرآیندها	
	X22	تخصص مدیران در حوزه فناوری‌های بانکی و فرآیند انتقال آن	علی‌خانی و همکاران (Alikhani et al., 2021)، قاسمی‌نژاد رینی و همکاران (Ghaseminejad et al., 2021)، استاخوف (Ostakhov, 2024)، کاریخو و همکاران (Carrijo et al., 2024)
	X23	دانش و تجربه کافی مسئولان پروژه‌ها در زمینه انتقال فناوری ناب و محصولات آن	
	X24	میزان دانش بازاری مدیران و شناخت دقیق بازار و مشتریان	
	X25	میزان بالای مخاطره‌پذیری مدیران	
مهارت‌های مدیریتی	X26	برگزاری دوره‌های آموزشی به منظور آشنا سازی ایده‌پردازان و محققان با فرآیند کسب‌وکار و فناوری ناب	
	X27	برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای محققان و پژوهشگران	
	X28	ایجاد رشته‌های دانشگاهی مرتبط در حوزه فناوری ناب و کشاورزی ناب	
	X29	تربیت نیروهای متخصص در حوزه مالکیت معنوی مربوط به فناوری ناب	
	X30	استفاده از تجارب سازمان‌های دیگر و مشاوره با آنها	
	X31	برگزاری نمایشگاه به منظور شناساندن فناوری ناب و انتقال آن	
انتقال فناوری ناب		تدوین دستورالعمل‌ها و مستندات جامع و استاندارد برای انتقال اصول و ابزارهای فناوری ناب	راجی و همکاران (Raji et al., 2024)، آن‌تونی‌تزی و همکاران (Antonietti et al., 2024)

ابعاد اصلی	ابعاد فرعی	مؤلفه‌ها	منبع
		گذراندن دوره‌های آموزشی نظری و عملی مرتبط با فناوری ناب به صورت منظم	اسماتس (Antonizzi & Smuts, 2020)، اسمیت و
		دسترسی پیوسته به مشاوران و متخصصان فنی برای رفع ابهام و پرسش‌های کاربران	براون (Smith, & Brown, 2021)
		دسترسی به موقع به منابع آموزشی، ابزارها و تجهیزات لازم برای پیاده‌سازی فناوری ناب	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به یافته‌های پیشین، مدل مفهومی پژوهش به صورت شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴- مدل مفهومی پژوهش

پژوهش حاضر، از حیث ماهیت و رویکرد تحقیقاتی، از نوع تبیینی است، چراکه در پی مطالعه روابط میان متغیرهاست؛ همچنین، از حیث روش گردآوری اطلاعات، از نوع پیمایشی و از لحاظ نوع داده‌ها، کمی است. ابزار تحقیق پرسشنامه محقق ساخته برگرفته از ادبیات تحقیق و شامل ۳۵ سؤال است که به منظور تحلیل عوامل مؤثر بر انتقال فناوری شناسایی شدند. عوامل مؤثر بر انتقال فناوری به سه مؤلفه اصلی (مدیریت و سازمان‌دهی، حمایت و پشتیبانی، و بستر و توسعه) تقسیم‌بندی شده است. همچنین، به منظور تکمیل پرسشنامه و نیز تعیین تعداد نمونه‌ها، حجم نمونه با استفاده از رابطه کوکران برای جوامع معلوم به صورت رابطه (۱) تعیین شده است:

$$n = \frac{NZ^2pq}{Nd^2 + Z^2pq} \quad (1)$$

که در آن، N حجم جامعه، آماره p درصد توزیع صفت در جامعه یعنی، نسبت افراد دارای صفت مورد مطالعه و آماره q درصد افراد فاقد صفت مورد مطالعه است. اگر میزان p و q مشخص نباشد، از حداکثر مقدار آنها یعنی، ۰/۵ استفاده شده و در سطح خطای پنج درصد، مقدار z برابر با ۱/۹۶ و Z^2 برابر با ۳/۸۴۱۶ است؛ مقدار d نیز تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه با میزان برآوردشده برای وجود آن صفت در جامعه است که معمولاً ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود.

$$\frac{250 \times 3.8416^2 \times 0.5 \times 0.5}{250 \times 0.05^2 + 3.8416^2 \times 0.5 \times 0.5} = 150 \quad (2)$$

سرانجام، با استفاده از رابطه کوکران، ۱۵۰ نفر از جامعه آماری انتخاب شدند و پرسشنامه را تکمیل کردند. جامعه آماری تحقیق شامل ۲۵۰ نفر بود که از این تعداد، ۱۳۰ نفر دانشجویان دکتری و اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی و ۱۲۰ نفر از مدیران و متخصصان شرکت‌های مستقر در مراکز رشد و پارک علم و فناوری در استان کرمانشاه (از بین ۵۶ شرکت فعال در حوزه کشاورزی و خدمات آن) با سابقه حداقل یک پژوهش معتبر در زمینه فناوری‌های نوین در کشاورزی و یا فعالیت مرتبط با فناوری‌های نوین در حوزه کشاورزی و یا فروش الکترونیک بودند. برای تحلیل روابط متغیرها، از روش معادلات ساختاری با نرم‌افزار SmartPLS3 استفاده شده است. مدل‌سازی معادلات ساختاری^۱ یک روش آماری است که روابط بین متغیرهای مشاهده‌شده و پنهان را با در نظر گرفتن خطای اندازه‌گیری تحلیل می‌کند. در این راستا، پیش از انجام تحلیل اصلی، اعتبار ابزار جمع‌آوری داده‌ها (پرسشنامه) از طریق بررسی روایی، پایایی و بارهای عاملی ارزیابی شد. ارزیابی روایی پرسشنامه بدین معنی است که آیا پرسشنامه دقیقاً آنچه را باید اندازه‌گیری شود، ارزیابی می‌کند یا نه؛ یعنی، ابزار تحقیق باید مرتبط و مناسب با اهداف پژوهش باشد تا نتایج معتبر و قابل اعتماد حاصل شود. پایایی پرسشنامه نیز نشان‌دهنده ثبات و تکرارپذیری نتایج آن است، به‌گونه‌ای که اگر آزمون چندین بار تکرار شود، نتایج مشابه به‌دست آید و نوسان‌های تصادفی کمتری مشاهده شود. در تحلیل عاملی، بارهای عاملی نشان‌دهنده قدرت ارتباط بین هر سؤال (گویه) پرسشنامه و عامل زیربنایی آن بوده و معمولاً مقادیر بالاتر از ۰/۴ یا ۰/۵ نیز نشان‌دهنده بار عاملی مناسب و قابل قبول است که اعتبار سازه را تأیید می‌کند. در پژوهش حاضر، روایی صوری پرسشنامه با مشورت و نظرخواهی از کارشناسان و اساتید دانشگاه مورد تأیید

۱. Structural Equation Modeling (SEM)

قرار گرفت. همچنین، برای دستیابی به میزان پایایی پرسشنامه‌ها، از ضریب آلفای کرونباخ، پایایی مرکب (ترکیبی) و میانگین واریانس استخراج شده استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تحلیل‌های روایی، پایایی و بارهای عاملی مؤلفه‌های انتقال فناوری ناب در کشاورزی

متغیر پنهان	آلفای کرونباخ	rho_A	پایایی مرکب	میانگین واریانس استخراج شده	R ²
عوامل زیرساختی	۰/۸۸۱	۰/۸۷۹	۰/۹۱۲	۰/۶۸۳	۰/۸۸۹
عوامل قانونی	۰/۹۰۲	۰/۸۹۵	۰/۹۲۱	۰/۷۹۸	۰/۹۵۴
عوامل دولتی	۰/۹۰۲	۰/۸۹۳	۰/۹۱۶	۰/۶۹۲	۰/۸۲۵
عوامل فناوری	۰/۹۲۹	۰/۹۱۵	۰/۹۳۳	۰/۷۱۱	۰/۹۲۱
مهارت‌های مدیریتی	۰/۸۹۱	۰/۸۷۱	۰/۹۱۱	۰/۷۳۹	۰/۸۷۳
آموزش و تربیت نیروی انسانی	۰/۹۳۶	۰/۹۳۰	۰/۹۴۴	۰/۷۴۱	۰/۹۳۴
انتقال فناوری ناب	۰/۸۷۳	۰/۸۷۴	۰/۹۰۴	۰/۶۶۷	۰/۸۷۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳ نتایج تحلیل عاملی تأییدی (ضرایب مسیر) را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، می‌توان گفت که همه متغیرهای پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌دار با یکدیگر دارند. بر اساس جدول ۳، بارهای عاملی مربوط به هر کدام از گویه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد (مقادیر بالای ۰/۴) معنی‌دار بودند (Azar et al., 2019). بنابراین، اعتبار سازه‌های مورد مطالعه از نظر روایی بالاست.

جدول ۳- نتایج تحلیل عاملی تأییدی (ضرایب مسیر)

بار عاملی	مؤلفه‌ها
۰/۸۸۴	ایجاد ساختارهای حمایتی ضروری اعم از پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد و ...
۰/۷۵۴	تدوین دستورالعمل‌های شفاف سازمانی در سیاست‌های فناوری ناب
۰/۸۶۴	ایجاد پایگاه‌های دانش به‌روز و جامع در بخش‌های مختلف کشاورزی
۰/۷۳۹	وجود تیم‌های متخصص و مشاوره‌ای و مالی در انتقال فناوری ناب بین کشاورزان
۰/۸۶۱	ایجاد ساختارها و نظام‌های مدیریتی در قالب دفاتر تخصصی انتقال فناوری ناب
۰/۷۲۸	تدوین و طراحی قوانین مرتبط با استانداردسازی محصولات فناوری ناب

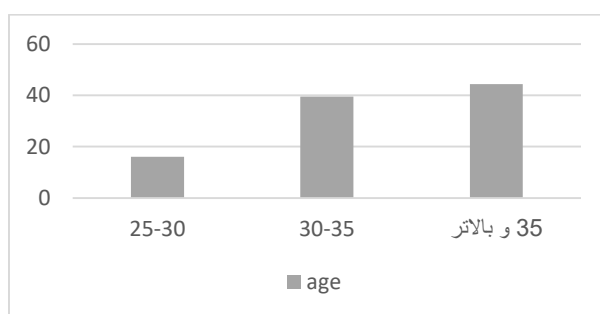
بار عاملی	مؤلفه‌ها
۰/۸۹۱	تنظیم ضوابط خاص درباره نحوه بهره‌گیری از فناوری ناب و اطلاعات مرتبط با آن
۰/۸۵۲	سیاست‌گذاری و اجرای مشوق‌های مالیاتی در حوزه انتقال فناوری ناب در کشاورزی
۰/۸۹۷	اصلاح قوانین تجاری با رویکرد توسعه کسب‌وکارهای اقتصادی مرتبط با فناوری ناب
۰/۷۷۵	تصویب قوانین و مقررات حمایتی در حوزه انتقال فناوری ناب در کشاورزی
۰/۸۱۰	حمایت مالی از ایده‌های پژوهشی ارائه‌شده در حوزه فناوری ناب
۰/۷۸۲	تخصیص منابع مالی مجزا به‌منظور تسهیل فرآیند انتقال فناوری از دانشگاه به صنعت در حوزه فناوری ناب
۰/۸۶۰	راه‌اندازی صندوق‌های اعتباری تخصصی به‌منظور انتقال محصولات فناوری ناب
۰/۸۹۰	افزایش نقش دولت در ایجاد کشش تقاضا در فناوری ناب مورد نظر در کشاورزی
۰/۷۸۸	تشویق سرمایه‌گذاران مخاطره‌پذیر برای مشارکت در مراحل مختلف توسعه فناوری ناب
۰/۸۱۵	ایجاد بانک اطلاعاتی به‌منظور مستندسازی تجارب ایده‌پردازان، مخترعان و کارآفرینان موفق در حوزه تجاری‌سازی فناوری‌های نانو
۰/۸۷۹	ظرفیت‌سازی مناسب فناوری در سازمان
۰/۸۴۷	توانایی سازمان در تعمیر و نگهداری تجهیزات مورد نیاز در فناوری مورد نظر
۰/۷۳۷	تشکیل شبکه‌های اطلاعاتی قوی به‌منظور برقراری ارتباط مناسب بین ذی‌نفعان فعال در عرصه فناوری ناب
۰/۸۹۱	ایجاد و توسعه واحد تحقیق و پژوهش در کشاورزی نوین
۰/۷۳۱	توانایی در استفاده از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای کاربردی مناسب با فرآیندها
۰/۸۹۷	تخصص مدیران در حوزه فناوری‌های بانکی و فرآیند انتقال آن
۰/۸۵۹	دانش و تجربه کافی مسئولان پروژه‌ها در زمینه انتقال فناوری ناب و محصولات آن
۰/۸۱۶	میزان دانش بازاری مدیران و شناخت دقیق بازار و مشتریان
۰/۸۳۲	میزان بالای مخاطره‌پذیری مدیران
۰/۷۵۱	برگزاری دوره‌های آموزشی به‌منظور آشناسازی ایده‌پردازان و محققان با فرآیند کسب‌وکار و فناوری ناب
۰/۸۸۷	برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای محققان و پژوهشگران
۰/۸۰۴	ایجاد رشته‌های دانشگاهی مرتبط در حوزه فناوری ناب و کشاورزی ناب
۰/۸۱۶	تربیت نیروهای متخصص در حوزه مالکیت معنوی مربوط به فناوری ناب
۰/۸۲۹	استفاده از تجارب سازمان‌های دیگر و مشاوره با آنها
۰/۷۳۷	برگزاری نمایشگاه به‌منظور شناساندن فناوری ناب و انتقال آن
۰/۸۶۶	تدوین دستورالعمل‌ها و مستندات جامع و استاندارد برای انتقال اصول و ابزارهای فناوری ناب
۰/۷۵۳	گذراندن دوره‌های آموزشی نظری و عملی مرتبط با فناوری ناب به‌صورت منظم
۰/۸۳۶	دسترسی پیوسته به مشاوران و متخصصان فنی برای رفع ابهام و پرسش‌های کاربران
۰/۷۲۸	دسترسی به‌موقع به منابع آموزشی، ابزارها و تجهیزات لازم برای پیاده‌سازی فناوری ناب

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج و بحث

تعداد افراد مورد بررسی در پژوهش حاضر شامل ۱۵۰ نفر بود که از این تعداد، ۸۵ نفر از دانشجویان دکتری و اساتید دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی و ۶۵ نفر از مدیران و متخصصان

شرکت‌های مستقر در مراکز رشد و پارک علم و فناوری در استان کرمانشاه بودند؛ همچنین، مردان با فراوانی ۹۱ نفر (۶۰/۶ درصد) و زنان با فراوانی ۵۹ نفر (۳۹/۴ درصد) نمونه آماری را تشکیل می‌دادند. سن غالب پاسخ‌گویان یا همان افراد نمونه آماری ۳۵ سال و بالاتر (۴۴/۴ درصد) بود (نمودار ۱).



نمودار ۱- مشخصات سنی افراد نمونه آماری

همچنین، سطح تحصیلات پاسخ‌گویان دکتری و دانشجوی دکتری با فراوانی ۸۵ نفر (۵۶/۷ درصد) و کارشناسی ارشد با فراوانی ۴۴ نفر (۲۹/۴ درصد) بوده و کمترین آن کارشناسی با فراوانی ۲۱ نفر (۱۳/۸ درصد) است.

در پژوهش حاضر، برای ارزیابی روایی واگرا (که همان روایی افتراقی^۱ است)، از روش فورنل و لارکر استفاده شده، زیرا علاوه بر ارزیابی روایی همگرا از طریق بارهای عاملی و میانگین واریانس استخراج‌شده، بررسی روایی افتراقی نیز ضروری است تا اطمینان حاصل شود که سازه‌های مدل از یکدیگر متمایزند و در اندازه‌گیری‌های آنها، تداخل مفهومی وجود ندارد. معیار فورنل و لارکر روشی برای ارزیابی روایی افتراقی است که در آن، ریشه دوم میانگین واریانس استخراج‌شده هر سازه با همبستگی‌های بین آن سازه و سایر سازه‌ها مقایسه می‌شود. برای تأیید روایی افتراقی، ریشه دوم میانگین واریانس استخراج‌شده هر سازه باید از بیشترین همبستگی آن با سایر سازه‌ها بیشتر باشد. برای ارزیابی روایی واگرا نیز از روش فورنل و لارکر استفاده شده است. بر اساس نتایج ماتریس فورنل و لارکر (جدول ۴)، جذر مقدار متوسط واریانس استخراج‌شده^۲، برای تمامی متغیرهای پنهان (ابعاد) که در خانه‌های موجود در قطر اصلی ماتریس قرار دارند، از مقدار همبستگی میان آنها که در خانه‌های زیرین قطر اصلی قرار گرفته‌اند، بیشتر است؛ بنابراین، می‌توان گفت که

۱. discriminant validity

۲. Average Variance Extracted (AVE)

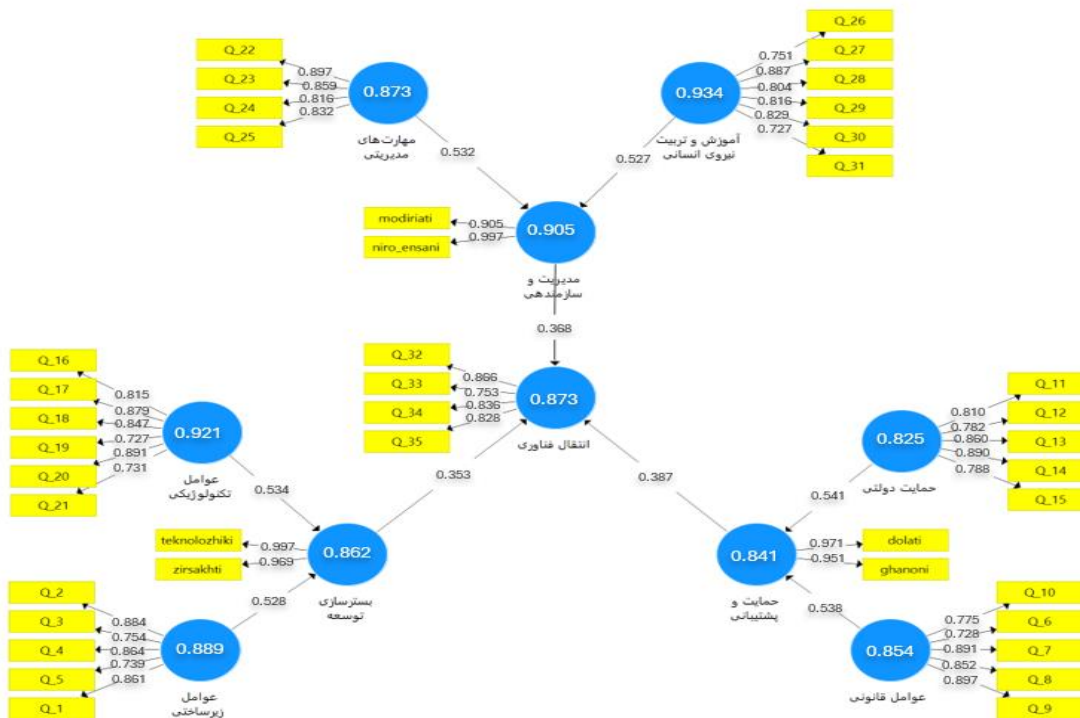
تعامل متغیرهای مکنون (پنهان) در مدل حاضر بیشتر با مشاهده‌پذیرهای خود است تا با سازه‌های دیگر؛ به دیگر سخن، اعتبار واگرایی مدل در حد مناسب بوده و مورد تأیید است.

جدول ۴- روایی واگرا (فورنل و لارکر)

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
انتقال فناوری ناب	عوامل قانونی	حمایت دولتی	حمایت و پشتیبانی	عوامل زیرساختی	عوامل فناوری	بسترسازی توسعه	مهارت‌های مدیریتی	آموزش و تربیت نیروی انسانی	مدیریت و سازماندهی	سازه‌ها
									۰/۹۵۹	مدیریت و سازماندهی
								۰/۷۸۱	۰/۷۶۵	آموزش و تربیت نیروی انسانی
							۰/۹۱۲	۰/۸۸۳	۰/۸۹۷	مهارت‌های مدیریتی
						۰/۸۸۱	۰/۸۷۶	۰/۸۸۰	۰/۷۳۴	بسترسازی توسعه
					۰/۸۵۳	۰/۸۳۱	۰/۸۲۱	۰/۸۴۳	۰/۸۰۱	عوامل فناوری
				۰/۷۸۵	۰/۷۴۲	۰/۷۴۹	۰/۷۷۶	۰/۷۴۳	۰/۷۰۵	عوامل زیرساختی
			۰/۸۳۷	۰/۸۳۲	۰/۸۱۴	۰/۷۹۲	۰/۷۹۸	۰/۸۲۱	۰/۸۱۱	حمایت و پشتیبانی
		۰/۷۴۱	۰/۷۰۳	۰/۷۲۴	۰/۷۱۱	۰/۷۰۱	۰/۷۴۰	۰/۷۱۲	۰/۷۳۱	حمایت دولتی
	۰/۷۸۴	۰/۷۶۵	۰/۷۱۴	۰/۷۰۱	۰/۷۲۲	۰/۷۱۲	۰/۷۳۲	۰/۷۶۵	۰/۷۲۱	عوامل قانونی
۰/۸۴۸	۰/۸۲۱	۰/۸۱۲	۰/۶۶۹	۰/۸۳۴	۰/۷۸۴	۰/۷۷۶	۰/۸۰۱	۰/۷۹۸	۰/۸۲۳	انتقال فناوری ناب

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در این بخش، روابط میان متغیرها با استفاده از مدل ساختاری در روش حداقل مربعات جزئی^۱ بررسی شده، که نتایج آن در دو حالت اعداد معنی‌داری یا مقادیر t ^۲ و تخمین استاندارد^۳ درج شده است. نخست، برای تأیید فرضیه‌های پژوهش، از دستور Bootstrapping در نرم‌افزار PLS Smart3 استفاده شد، که خروجی حاصل از ضرایب t را نشان می‌دهد (شکل ۵).



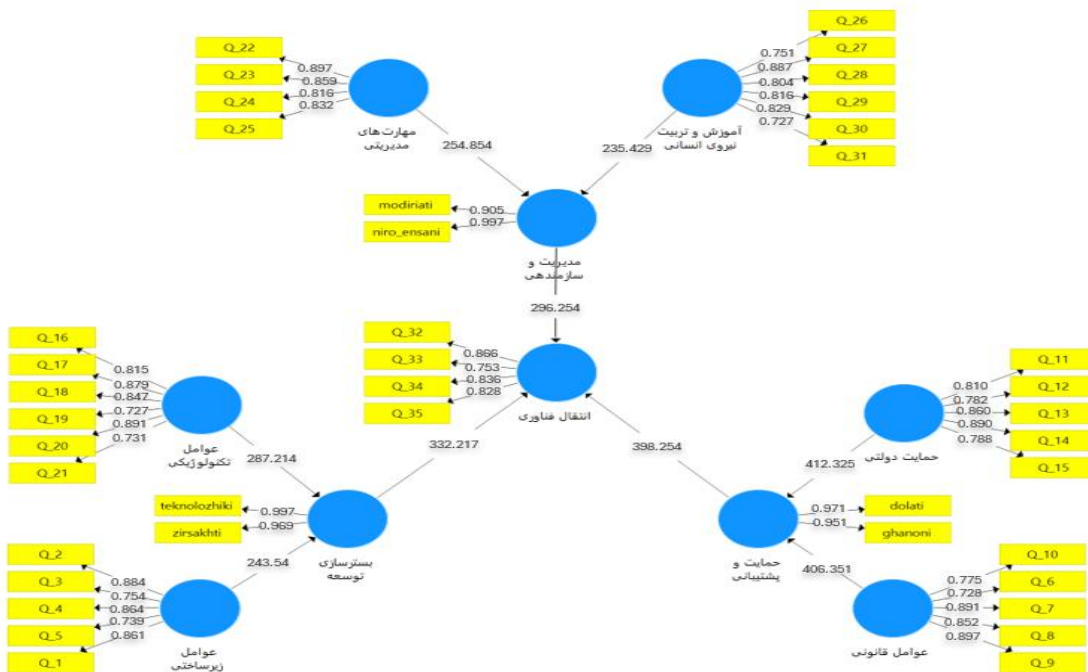
شکل ۵- مدل نهایی پژوهش در حالت ضریب مسیر و بارهای عاملی

همان‌گونه که در شکل ۶ مشخص است، مقادیر ضرایب t بین سازه‌های اصلی پژوهش همگی بالای ۱/۹۶ بوده، که مبین پذیرش فرضیه‌های پژوهش است.

۱. Partial Least Squares (PLS)

۲. t -values

۳. standardized estimation



شکل ۶- مدل نهایی پژوهش در حالت آماره t به منظور ارزیابی معنی‌داری سوالات

همچنین، یافته‌های جدول ۵ میزان تأثیر هر کدام از عوامل و ضرایب t را نشان می‌دهد، در حالت ضرایب t تمامی ضرایب مسیرها از مقدار $1/96$ بیشتر است (مقدار t مسیر از مدیریت و سازمان‌دهی به توسعه انتقال فناوری $296/254$ و مقدار t مسیر از بسترسازی توسعه به توسعه انتقال فناوری $332/217$ است؛ همچنین، مقدار t مسیر از حمایت و پشتیبانی به توسعه انتقال فناوری $398/254$ است)، که نشان‌دهنده صحت مدل است، بدین معنی که تمامی مسیرهای مورد بررسی در پژوهش حاضر تأیید می‌شود. افزون بر این، با توجه به نتایج جدول و از آنجا که تأثیر همه عوامل در سطح $0/05$ معنی‌دار بوده است، می‌توان گفت که عوامل زیر بر توسعه انتقال فناوری تأثیر مثبت و معنی‌دار داشته است. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان استنباط کرد که نیکویی برآزش مدل معادلات ساختاری طراحی شده برای بررسی تأثیر مدیریت و سازمان‌دهی، بسترسازی توسعه و حمایت و پشتیبانی بر انتقال فناوری ناب در حد مطلوب است.

جدول ۵- مقادیر ضریب مسیر و آماره t فرضیه‌های مرتبط با مسیرهای مدل پژوهش

رابطه	ضریب مسیر	آماره t	سطح معنی‌داری
← بسترسازی توسعه	۰/۳۵۳	۳۳۲/۲۱۷	۰/۰۰۱
← حمایت و پشتیبانی	۰/۳۸۷	۳۹۸/۲۵۴	۰/۰۰۱
← مدیریت و سازماندهی	۰/۳۶۸	۳۹۶/۲۵۴	۰/۰۰۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر، با هدف بررسی و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامه، به تجزیه و تحلیل کمی و آماری پرداخته است. نتایج پژوهش نشان داد که بیشتر پاسخ‌گویان مرد هستند و بیشترین فراوانی در رده سنی ۳۵ تا ۴۷ سال و با مدرک تحصیلی دکتری است. در بخش متغیرهای پژوهش، میانگین و انحراف معیار متغیرهای مختلف بررسی شده، که نشان‌دهنده نرمال نبودن داده‌ها در ابتدا بود و اما پس از نرمال‌سازی، امکان تجزیه و تحلیل استنباطی فراهم شد. همچنین، میزان روانی و پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت و ضریب پایایی بالاتر از حد قابل قبول گزارش شد. انتقال فناوری ناب در بخش کشاورزی یکی از راهکارهای اساسی برای افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها، و ارتقای پایداری زیست‌محیطی است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تحقق این انتقال به هماهنگی میان چندین عامل کلیدی وابسته است. فناوری‌های پیشرفته، از جمله سامانه‌های هوشمند آبیاری، کشاورزی دقیق، و استفاده از کلان‌داده‌ها، نقش محوری در بهینه‌سازی فرآیندهای کشاورزی ایفا می‌کنند. با این همه، موفقیت در پذیرش و اجرای این فناوری‌ها مستلزم ایجاد زیرساخت‌های مناسب، تدوین قوانین حمایتی، و نقش‌آفرینی دولت در ارائه مشوق‌های مالی و آموزشی است. همچنین، به‌ویژه، توسعه مهارت‌های مدیریتی و آموزش نیروی انسانی در بخش کشاورزی بسیار اهمیت دارد، زیرا توانایی کشاورزان در بهره‌گیری از فناوری‌های نوین دارای تأثیر مستقیم بر اثربخشی انتقال فناوری است.

مطابق یافته‌های تحقیق، چارچوب‌های قانونی و حمایتی دولت نقش تعیین‌کننده در پیاده‌سازی موفق فناوری ناب در بخش کشاورزی ایفا می‌کند. این مقررات باید استانداردهای لازم برای ایمنی، کارایی و ملاحظات اخلاقی را در تمام مراحل تحقیق، توسعه و تجاری‌سازی فناوری‌های ناب کشاورزی تضمین کند. چارچوب‌های قانونی و مقرراتی شفاف و تسهیل‌گر (مانند قوانین مالکیت داده‌ها، استانداردهای فنی، مقررات تجاری) به ایجاد محیطی قابل پیش‌بینی و امن برای سرمایه‌گذاری و همکاری‌های بخش خصوصی در توسعه و انتقال فناوری می‌پردازد (Pradhan et al., 2025). همچنین، بر اساس یافته‌های پژوهش‌های پارسامطلق و همکاران

(Ghaseminejad Raeini et al., 2024), قاسمی‌نژاد رینی و همکاران (al., 2021)، ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) و بامیدل (Bamidele, 2025) در ارتباط با عامل قانونی، تدوین قوانین شفاف و جامع توسط دولت برای مدیریت چالش‌های انتقال فناوری ناب در کشاورزی ضروری است. این سیاست‌ها می‌توانند به‌عنوان یک سازمان‌دهنده بازار و تسهیل‌گر شبکه عمل کنند.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حمایت‌های دولتی می‌تواند هزینه‌های اولیه بالای فناوری‌های ناب را جبران کند و مخاطره پذیرش توسط کشاورزان و بنگاه‌های کوچک را کاهش دهد. مشوق‌های مالی، سرمایه‌گذاری‌ها و مشارکت‌های عمومی - خصوصی در تولید می‌توانند به‌طور قابل توجه، انتقال و توسعه فناوری ناب را تسهیل کنند و منجر به دستاوردهای چشمگیر در کشاورزی شوند. این موضوع با یافته‌های مطالعات شاتکوفسکایا و همکاران (Shatkovskaya et al., 2024)، منگنی (Mangeni, 2019) و سهنم و همکاران (Sehnen et al., 2025) که بر اهمیت مشارکت‌های عمومی - خصوصی در افزایش موفقیت انتقال فناوری و تجاری‌سازی تأکید دارند، هم‌راستاست. سرمایه‌گذاری‌های راهبردی در فناوری ناب نه تنها به ایجاد شغل می‌انجامد، بلکه رشد اقتصادی را نیز تحریک می‌کند، این سرمایه‌گذاری‌ها می‌تواند شامل تأسیس مراکز تحقیقاتی جدید، حمایت از کسب‌وکارهای نوپا (استارت‌آپ‌ها) و تشویق همکاری بین دانشگاه‌ها و صنعت باشد. یافته‌های بامیدل (Bamidele, 2025) و نظروف و همکاران (Nazarov et al., 2024) ضرورت وجود سیاست‌های دولتی برای مدیریت انتقال فناوری ناب در کشاورزی را مورد تأکید قرار می‌دهد و بر نیاز به سیاست‌های هماهنگ تضمین‌کننده دسترسی عادلانه به پیشرفت‌های فناوری و حفظ حقوق داده‌ها در بخش کشاورزی تأکید می‌کند. به‌طور خلاصه، ادغام چارچوب‌های قانونی حمایتی و سرمایه‌گذاری‌های راهبردی برای ایجاد محیطی مناسب برای انتقال موفق فناوری ناب در کشاورزی ضروری است و در نهایت، منجر به افزایش بهره‌وری و پایداری می‌شود.

از سوی دیگر، بسترسازی مناسب (فناورانه و زیرساختی) برای اجرای موفق فناوری ناب در کشاورزی ضروری است. دسترسی به امکانات تحقیقاتی پیشرفته، آزمایشگاه‌ها و قابلیت‌های تولید می‌تواند به‌طور قابل توجه، توسعه و تجاری‌سازی فناوری‌های کشاورزی ناب را تسریع کند. یک زیرساخت قوی برای تحقیق و توسعه به فراهم‌سازی امکان آزمایش‌های پیچیده و تولید در مقیاس بزرگ در راستای راه‌حل‌های نوآورانه کشاورزی کمک می‌کند و تأکیدی است بر ادغام فناوری ناب در صنایع مختلف از جمله کشاورزی، که خود نیازمند زیرساخت مناسب برای تسهیل فرآیندهای تحقیق، آزمایش و تولید است.

افزون بر این، توسعه حرفه‌ای پایدار و همکاری بین دانشگاه‌ها و صنعت برای تجهیز افراد به مهارت‌های لازم به‌منظور سازگاری با چشم‌انداز در حال تغییر فناوری ناب بسیار مهم است. کارگاه‌ها، سمینارها و دوره‌های آموزشی تخصصی می‌توانند دانش فنی نیروی کار را در زمینه اجرای این فناوری‌ها در کشاورزی افزایش دهند. تشویق محققان جوان به مشارکت در پروژه‌های تحقیقاتی بین‌المللی نیز می‌تواند راه‌هایی جدید برای تجاری‌سازی فناوری‌های ناب در بخش کشاورزی ایجاد کند.

مهارت‌های مدیریت مؤثر و آموزش منابع انسانی برای توسعه و تجاری‌سازی موفق فناوری ناب در کشاورزی حیاتی به‌شمار می‌روند. فناوری ناب، به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین و نوآورانه‌ترین زمینه‌ها، نیازمند نوعی رویکردهای مدیریتی خاص است که بتواند به‌طور مؤثر، تغییرات و تحولات سریع در این بخش را هدایت کند. این فرآیند نه‌تنها به دانش فنی عمیق نیاز دارد، بلکه به مهارت‌های مدیریتی و بین‌فردی قوی نیز نیازمند است تا استفاده بهینه از منابع و دستیابی به اهداف تجاری را ممکن سازد. یک نیروی کار ماهر برای پیشبرد نوآوری و اجرای مؤثر راه‌حل‌های ناب در بخش‌های مختلف کشاورزی ضروری است. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج پژوهش مارتینز و همکاران (Martins et al., 2023)، راجی و همکاران (Raji et al., 2024)، کاریخو و همکاران (Carrizo et al., 2024) و استاخوف (Ostakhov, 2024) هم‌راستاست. می‌توان نتیجه گرفت که مهارت‌های مدیریتی باید شامل توانایی شناسایی و ارزیابی فرصت‌های بازار باشد. از آنجا که بسیاری از کاربردهای فناوری ناب در کشاورزی هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارند، باید مدیران روندهای بازار را تحلیل کرده، پیش‌بینی‌هایی دقیق از نیازهای آینده انجام دهند. این توانایی نه‌تنها به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در مسیر صحیح باقی بمانند، بلکه به آنها این امکان را می‌دهد که از رقبای خود پیشی گیرند و به بازارهای جدید وارد شوند.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر نقش تعیین‌کننده چارچوب‌های قانونی، حمایت دولت و عوامل فناوری، عوامل زیرساختی، آموزش و تربیت نیروی انسانی و مهارت‌های مدیریتی در انتقال موفق فناوری ناب به بخش کشاورزی، پیشنهادها کاربردی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- تدوین و اصلاح چارچوب قانونی جامع و تسهیل‌گر انتقال فناوری ناب در کشاورزی: وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و صنعت، معدن و تجارت با همکاری سازمان برنامه و بودجه، در سال‌های آینده، لایحه‌ای جامع برای تنظیم مالکیت داده‌های کشاورزی، استانداردهای فنی فناوری‌های ناب، و مقررات اخلاقی و ایمنی زیستی تدوین و به مجلس شورای اسلامی ارائه کنند. این چارچوب باید شامل سازوکارهای سریع صدور مجوز، کاهش دیوان‌سالاری، و حمایت حقوقی از قراردادهای انتقال فناوری باشد.

- ایجاد صندوق اختصاصی حمایت مالی از فناوری‌های ناب کشاورزی با محوریت مشارکت عمومی- خصوصی: دولت موظف شود که به تأسیس صندوق توسعه فناوری‌های ناب کشاورزی بپردازد؛ و این صندوق مشوق‌های مالی شامل یارانه سود تسهیلات، معافیت مالیاتی برای کسب‌وکارهای نوپای ناب کشاورزی و نیز بورسیه‌های تحقیقاتی برای پروژه‌های مشترک دانشگاه- صنعت ارائه دهد.
 - سرمایه‌گذاری متمرکز در زیرساخت‌های دیجیتال و آزمایشگاهی فناوری ناب: تا پایان برنامه توسعه هشتم، حداقل سی درصد از بودجه تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی به ایجاد و ارتقای مراکز تحقیقاتی مجهز به آزمایشگاه‌های ناب، طرح‌های آزمایشی هوشمند کشاورزی، و شبکه ملی داده‌های کشاورزی اختصاص یابد. این مراکز باید در قطب‌های اصلی کشاورزی کشور مستقر شوند تا امکان آزمایش و تجاری‌سازی سریع فناوری‌های ناب فراهم شود.
 - طراحی و اجرای برنامه ملی آموزش مدیران و کشاورزان پیشرو در فناوری ناب: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موظف شود که برنامه آموزشی تخصصی (شامل کارگاه‌های عملی نقشه‌برداری جریان ارزش، مدیریت تغییر ناب، و ابزارهای دیجیتال کشاورزی) برای مدیران مزارع، تعاونی‌ها و کشاورزان پیشرو اجرا کند. این برنامه باید با همکاری دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی و با صدور گواهینامه رسمی همراه باشد.
- در نهایت، با توجه به محدودیت‌های پژوهش حاضر که به‌صورت کمی و با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) انجام شده است، پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده با رویکرد آمیخته (کمی- کیفی) انجام شوند تا علاوه بر تأثیر هم‌زمان عوامل شناسایی شده بر پذیرش فناوری ناب، در بخش کیفی نیز با تمرکز بر مطالعات میدانی و مصاحبه‌های عمیق، به تبیین سازوکارها، موانع و زمینه‌های مؤثر بر فرآیند انتقال این فناوری بپردازند. همچنین، از رهگذر بررسی تطبیقی انتقال فناوری ناب در ایران با کشورهای موفق مانند هلند، برزیل و هند و نیز مطالعه اثرات بلندمدت این فناوری‌ها بر بهره‌وری و پایداری زیست‌محیطی مزارع ایرانی در بازه زمانی پنج تا ده‌ساله، خلأهای پژوهشی موجود پر خواهد شد. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به سیاست‌گذاران حوزه کشاورزی، مدیران کسب‌وکارها، کسب‌وکارهای نوپای فناوری کشاورزی و سازمان‌های ترویجی کشور مبنایی عملی و علمی برای شتاب‌دهی به انتقال و تجاری‌سازی موفق فناوری ناب را ارائه دهد و سرانجام، به افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات، و تحقق کشاورزی پایدار و رقابت‌پذیر در ایران بسیار کمک کند.

منابع

1. Abdi, S., Abedi, T., & Abedi, R. (2020). Prioritizing the effective criteria for the sustainability of agroecosystems in the West Azerbaijan province

by using Delphi fuzzy technique. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(4), 307-321. [In Persian]

2. Al-Abbasi, G., Brennan, C., Ohly, N., & Gee, C. (2025). Surgical tray leaning: carbon, efficiency and cost-savings in MAKO robotic-assisted total knee arthroplasty. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*.
3. Alikhani, H., Isfandyari Moghaddam, A., & Saeedi, P. (2021). Identification and analysis of factors affecting digital entrepreneurship in knowledge-based companies in Mazandaran province. *J. Entrepreneurial Strategies Agric.*, 8(16), 68-77. DOI: 10.52547/jea.8.16.68. [In Persian]
4. Alkhazaleh, R., Mykoniatis, K., & Alahmer, A. (2022). The success of technology transfer in the Industry 4.0 Era: a systematic literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4), 202-219.
5. Antonizzi, J., & Smuts, H. (2020). The characteristics of digital entrepreneurship and digital transformation: a systematic literature review. *Proceedings of Conference on E-Business, e-Services and e-Society* (pp. 239-251). Springer International Publishing, Cham.
6. Azar, A., Khosravani, F., & Jalali, R. (2019). *Research in soft operations*. Industrial Management Institute, Tehran. [In Persian]
7. Bamidele, S. (2025). BRICS revolution: the global agrarian shift sparked by emerging economies. *India Quarterly*, 09749284241307937.
8. Carrijo, P. R. S., Rader, M. L. B., Batalha, M. O., & Godinho Filho, M. (2024). Lean manufacturing in agriculture: adapting the value stream mapping approach for farm management. *Operations Management Research*, 17(4), 1444-1468. DOI: 10.1007/s12063-024-00517-w.
9. Dorovska, P. (2025). Lean optimizations role in driving effective digital transformation in project-based organizations. *Proceedings of 3rd International Scientific Conference: Industrial Growth Conference 2024* (pp. 162-171). DOI: 10.53656/igc-2024.22.
10. Ghaseminejad Raeini, M., Marzban, A., Keshvari, A., & Hasnaki, N. (2021). Analysis of the importance of effective criteria in the transfer of technology process in agricultural mechanization. *Journal of Technology*

Development Management, 9(1), 165-197. DOI: 10.22104/jtdm.2021.4859.2780. [In Persian]

11. Goel, R. K., Yadav, C. S., Vishnoi, S., & Rastogi, R. (2021). Smart agriculture: urgent need of the day in developing countries. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 30, 10.
12. Hamasalih, C. M., & Layeeq, T. M. (2023). The importance of agricultural extension program in technology transfer for rural farmers: a review. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 50(3), 387-394.
13. Hesabi, F., Jafarpanah, I., Karshenas, A., & Ahmadzadeh, M. H. (2023). Technological trends in smart agriculture. *J. Entrepreneurial Strategies Agric.*, 10(2), 100-115. DOI: 10.61186/jea.10.20.94. [In Persian]
14. Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control*, 22(3), 237-247.
15. Kamalian, A., Yaghoubi, N., & Moloudi, J. (2016). Providing functional model for developing digital entrepreneurship. *International Journal of Business and Development Studies*, 8(1), 97-116. [In Persian]
16. Mangeni, B. (2019). The role of public-private partnerships (PPPs) in ensuring technology access for farmers in Sub-Saharan Africa. *Journal of African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 19(1), 14137-14155.
17. Martins, A. de O., dos Anjos, F. E. V., & da Silva, D. O. (2023). The lean farm: application of tools and concepts of lean manufacturing in agro-pastoral crops. *Journal of Sustainability*. 15(3), 2597. DOI: 10.3390/su15032597.
18. Nazarov, A., Kulikova, E., & Molokova, E. (2024). Economic security through technological advancements in agriculture: a pathway to sustainable agro-industrial growth. *Journal of BIO Web of Conferences*, 121, 02012.
19. Ostakhov, O. (2024). Modern approaches, trends and directions of development of human resources potential of agricultural enterprises. *Journal of Applied Economics and Technology*, 2024(3), 379-382. DOI: 10.36887/2415-8453-2024-3-68.

20. Parsa-Motlagh, B., Naghavi, S., & Youneszadeh, R. (2024). Evaluation of factors affecting the challenges of cultivation patterns and crop diversity in the south of Kerman aiming at sustainable agricultural development. *J. Entrepreneurial Strategies Agric.*, 11(2), 74-82. DOI: 10.61186/jea.11.2.74. [In Persian]
21. Pradhan, S. K., Prusty, A. K., Das, S., Ghosh, M., Chandra, Y. B., & Nayak, S. (2025). Empowering small-scale agriculture: effective strategies for technology transfer. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 9(3), 118-125. DOI: 10.33545/26174693.2025.v9.i3b.3902.
22. Raji, E., Ijomah, T. I., & Eyieyien, O. G. (2024). Integrating technology, market strategies, and strategic management in agricultural economics for enhanced productivity. *International Journal of Management & Amp.; Entrepreneurship Research*, 6(7), 2112-2124. DOI: 10.51594/ijmer.v6i7.1260.
23. Rinne, U., Christmann, P., & Autio, E. (2019). Lean startup methods in agricultural contexts. *Journal of Rural Entrepreneurship*, 4(1), 45-64.
24. Rogers, E. M. (1962). Diffusion of innovations. Free Press.
25. Sehnem, S., Junges, I., Soares, S. V., & Maganda, A. (2025). Reconciling the efficiency of Industry 4.0 and circular economy with the human empowerment of lean: unraveling the challenges and opportunities of integration. *Journal of Social Responsibility*, 21(3), 429-450.
26. Sharifi Tehrani, A., & Mahdavi Damghani, A. (2023). Evaluation of modern eco-based technologies application in the agriculture and natural resource management of Iran. *Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 8(1), 1-16. DOI: 10.22047/srjasnr.2023.170636. [In Persian]
27. Shatkovskaya, T. V., Solonchenko, A. A., Emirsultanov, Y. A., & Naumenko, Y. A. (2017). Leading governments' legal initiatives of innovational development in the sphere of commercialization of intellectual products. *Jornal of European Reserch Studies*, XX(3B), 432-442. DOI: 10.35808/ersj/798.
28. Sinaiee-Rad, Z., Shafiee, F., & Jamshidi, O. (2024). Challenges of eco-based emerging and knowledge-based technologies development in the

agricultural sector of Mazandaran province. *Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 55(4), 611-629. DOI: 10.22059/ijaedr.2024.367468.669265. [In Persian]

29. Smith, J., & Brown, P. (2021). Global trends in agri-technology adoption. *World Journal of Agricultural Economics*, 15(1), 1-20.
30. Tavazoeifar, A., Sheihakitash, M., & Keshavarz, S. (2019). Identification of effective propellants on digital entrepreneurship in small and medium businesses with meta-synthesis approach. *Science and Technology Policy*, 9(28), 61-72. [In Persian]
31. Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
32. Yang, X., Fu, L., Zhu, L., & Lv, J. (2025). Recent advances in lean techniques for discrete manufacturing companies: a comprehensive review. *Machines*, 13(4).
33. Zhang, L., Takhumova, O., Borzunov, I., Kalitskaya, V., & Rykalina, O. (2025). The role of green technologies in enhancing agricultural productivity and reducing ecological footprint. *E3S Web of Conferences*, 614, 03026.