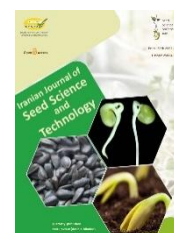




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Measuring the Technology and Market Readiness Levels of Crop Seed Coating Technology (Phase I: Cereal Seeds)

Mohamadreza Shahpasand¹, Maryam Mahmoodi^{2*}, Javad Ghasemi³, Hasan Alipour⁴

1. Associate Professor, Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Institute of Agricultural Education and Extension, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Article Information

Received: 26 Jan. 2025

Revised: 15 Mar. 2025

Accepted: 08 Apr. 2025

Keywords:

Technology readiness level,
Market readiness level,
Technology,
Seed coating,
Cereals.

Corresponding Author:

m.mahmoudi@areeo.ac.ir

Abstract

The successful implementation of technology development projects in the agricultural sector, is strongly dependent on the technology and market readiness level. Although, until now, a huge collection of knowledge and technology has been presented by the Agricultural Research, Education and Extension Organization, as the largest custodian of research in the agriculture and natural resources sector of Iran, it has not been able to effectively direct some of its product research findings according to the needs of the market or commercialize its knowledge and technology into the market. According to the statistics provided by the Organization's Technology Affairs Office in 2019, out of about 1700 technologies produced in this organization, 190 technologies (11%), have been commercialized. Therefore, it is necessary that the status of the research achievements of this organization in terms of the degree of technology and market readiness to accept these technologies should be examined and diagnosed, and by eliminating or reducing the effect of the identified challenges, a comprehensive and strategic plan should be drawn. Therefore, the main purpose of this research is to investigate the technology and market readiness levels of cereal seeds coating as one of the research achievements of the organization in the field of agricultural sciences.

How to cite this paper: Shahpasand, M.R., Mahmoodi, M., Ghasemi, J., & Alipour, H. (2026). Measuring technology and the market readiness level of coating the crop seed coating (Phase 1: cereal seeds). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 15 (3), 91-113. <https://doi.org/10.22092/IJSST.2025.368399.1552>



© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The successful implementation of technology development projects in the agricultural sector, is strongly dependent on the technology and market readiness level. Although, until now, a huge collection of knowledge and technology has been presented by the Agricultural Research, Education and Extension Organization, as the largest custodian of research in the agriculture and natural resources sector of Iran, it has not been able to effectively direct some of its product research findings according to the needs of the market or commercialize its knowledge and technology into the market. According to the statistics provided by the Organization's Technology Affairs Office in 2019, out of about 1700 technologies produced in this organization, 190 technologies (11%), have been commercialized. Therefore, it is necessary that the status of the research achievements of this organization in terms of the degree of technology and market readiness to accept these technologies should be examined and diagnosed, and by eliminating or reducing the effect of the identified challenges, a comprehensive and strategic plan should be drawn. Therefore, the main purpose of this research is to investigate the level of technological readiness and the level of market readiness of cereal seeds coating as one of the research achievements of the organization in the field of agricultural sciences.

Materials and Methods

The current research is applied in terms of purpose and considering that this research tries to answer a problem whose result is immediately used in decision-making, it is decision-oriented research. Considering the main purpose of this research, which was to determine the level of technology readiness and market readiness of technologies produced in research institutions and centers under the Agricultural Research, Education and Extension Organization, and considering the multitude of technologies provided by the organization, it was first necessary to choose a technology to investigate. In order to select the desired technology, a questionnaire consisting of 10 indicators was compiled and managers, experts and prominent researchers in the field of technology transfer in the Agricultural Research, Education and Extension Organization were asked to rate 118 technologies presented during the years 2006 to 2019 using 10 indicators in the questionnaire. 10 points were considered for each index and the average total score out of 100 was considered as the final score of each technology. Based on the results, the technical knowledge of cereal seed coating was selected which received the highest score of 92 out of 100 and was

chosen as the selected technology for study. In the second phase of the research, the level of technology readiness and market readiness of the selected technology was investigated using the questionnaire tool. The face validity of different parts of the questionnaire was done by asking experts and the research committee. In order to calculate the reliability of different parts of the questionnaire, Cronbach's alpha coefficient was used to calculate the internal consistency of the research instrument. The obtained values were calculated higher than 0.7, which indicated the acceptability of this coefficient for all variables. The statistical population of the study included all researchers and faculty members of the Agricultural Research, Education and Extension Organization in the field of agricultural science research, who directly or indirectly played a role in the development of the selected technology. The number of researchers related to this technology was 38, and 37 of them completed and returned the questionnaire. Finally, the data were analyzed using SPSS software.

Results and Discussion

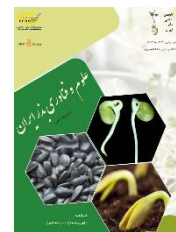
The results showed that the cereal seeds coating technology has successfully passed levels one to eight of the technology readiness scale, as well as levels one to seven of market readiness, with a high level of readiness. This technology has passed the areas of market failure risk and technology failure risk, so, the entry of this technology into the market will not be accompanied by risk. In terms of technology readiness, this technology has passed levels one to eight of the technology readiness scale, which mainly include the technical and hardware aspects of the technology, with a high level of readiness. Although the results of studies have shown that if the readiness level of a technology is higher than level seven, the probability of risk in its success is reduced and the technology will perform well. In order to fully prepare the technology examined in this study, more efforts should be made in the field of promoting and raising awareness about the desired technology to the community of end users in order to facilitate and accelerate its acceptance by users. In terms of market readiness, the technology of coating the seeds of agricultural crops has also passed levels one to seven of the scale with a high degree of readiness, and there is a need for more efforts in the last two levels.

Conclusion

The results of this research showed that the technology of cereal seeds coating is ready to enter the market successfully and its entry into the market will not face the risk of technology failure and the risk of market failure.



نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

سنجش سطح آمادگی فناوری و بازار پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی (فاز ۱: غلات)

محمدرضا شاهپسند^۱، مریم محمودی^{۲*}، جواد قاسمی^۳، حسن علیپور^۴

۱. دانشیار، مرکز آموزش عالی امام خمینی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۲. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳. استادیار، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۴. دانشیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

واژه‌های کلیدی:

سطح آمادگی فناوری،

سطح آمادگی بازار،

فناوری،

پوشش دار کردن بذر،

غلات.

نویسنده مسئول:

m.mahmoudi@areeo.ac.ir

توسعه فناوری در بخش کشاورزی به عنوان رویکرد جدیدی به منظور مواجهه با تغییرات اقلیمی و همچنین افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی به شمار می‌رود. اجرای موفقیت آمیز پروژه‌های توسعه فناوری در بخش کشاورزی وابستگی شدیدی به سطوح آمادگی فناوری و سطوح آمادگی بازار دارد. هدف اصلی این پژوهش، سنجش سطح آمادگی فناوری و همچنین سطح آمادگی بازار فناوری پوشش دار کردن (کوٹینگ) بذور غلات است، که بر اساس شاخص‌های فنی تدوین شده، به عنوان فناوری منتخب حوزه زراعی از بین ۱۱۸ فناوری قابل تجاری سازی ارائه شده توسط سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انتخاب شد. این تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است. ابزار جمع آوری داده‌ها در این مطالعه پرسشنامه بود. جامعه آماری این مطالعه کلیه اعضای هیات علمی و محققانی بودند که در تولید فناوری مورد بررسی نقش داشتند. این افراد به شیوه تمام شماری مورد بررسی قرار گرفتند. برای سنجش پایایی یا قابلیت اعتماد پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ بهره گیری شد که اعداد محاسبه شده قابلیت پایایی مناسبی را نشان داد. اعتبار محتوایی این پرسشنامه توسط صاحب نظران و چند نفر از افراد مطلع و متخصص از جمله اساتید دانشگاه‌های معتبر در حوزه ترویج و آموزش کشاورزی مورد تأیید قرار گرفت. نتایج نشان داد که فناوری پوشش دار کردن بذور غلات به لحاظ میزان آمادگی فناوری سطوح یک تا هشت مقیاس آمادگی فناوری و همچنین سطوح یک تا هفت آمادگی بازار را با میزان آمادگی بالایی طی کرده است و ورود آن به بازار با ریسک شکست فناوری و ریسک شکست بازار مواجه نخواهد شد.

نحوه استناد به این مقاله:

Shahpasand, M.R., Mahmoodi, M., Ghasemi, J., & Alipour, H. (2026). Measuring technology and the market readiness level of coating the crop seed coating (Phase 1: cereal seeds). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 15 (3), 91-113. <https://doi.org/10.22092/IJSST.2025.368399.1552>

مقدمه

طی قرن‌های متمادی، دگرگونی‌ها و فشارهای اقتصادی وارد شده بر بخش کشاورزی منجر به ایجاد تغییر و تحولاتی چون تخصصی‌سازی، تغییرات ساختاری، سازوکارهای تجاری‌سازی و همچنین توسعه فناوری‌های پیشرفته در بخش کشاورزی شد. اما در برخی موارد وقوع چنین تغییراتی منجر به ایجاد عدم تعادل در نظام‌های طبیعی و اجتماعی شد. به منظور رویارویی با این مسائل و چالش‌ها، رویکرد توسعه مبتنی بر پایداری جایگزین مفهوم غالب رشد کمی و صرفاً اقتصادی تولید شد (Tittonell, 2014). این رویکرد علاوه بر توسعه فناوری باید ابعاد زراعی و اکولوژیکی سازگار با اهداف زیست محیطی فناوری‌ها را نیز در نظر بگیرد. بنابراین، بخش تحقیقات در حوزه کشاورزی، بر توسعه دانش علمی تمرکز کند که بتواند از افزایش تولید با در نظر گرفتن اصول پایداری پشتیبانی کند. چرا که هر فناوری معمولاً به عنوان یکی از اجزای یک سیستم یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و در صورت عدم کارکرد مطلوب، احتمال بروز خطا در یک سیستم را افزایش خواهد داد. در چنین حالتی، فناوری و یا سیستم مورد نظر به دلیل عدم توسعه مطلوب و یا عدم تطبیق با نیازهای بازار متوقف شده و در نهایت از چرخه تولید خارج می‌شود (Hermanto & Purnomo, 2021). از این رو، امروزه بهره‌وری نتایج تحقیقات به شدت در سطح دنیا مورد توجه قرار گرفته است.

بهره‌وری نتایج تحقیق را معمولاً بر اساس میزان و کیفیت خروجی علمی آن می‌سنجند و ابزارهایی نیز برای این منظور طراحی شده است. یکی از ابزارهای اندازه‌گیری بلوغ خروجی تحقیقات، سطح آمادگی فناوری^۱ (TRL) است. سطح آمادگی فناوری، ابزاری برای اندازه‌گیری میزان توسعه و سهولت بکارگیری آن فناوری است. این مفهوم، میزان بلوغ و آمادگی فناوری را از مرحله ایده‌پردازی تا کاربرد عملیاتی محصول و همچنین میزان خطرپذیری در استفاده عملیاتی از آن فناوری را برآورد می‌کند. در حقیقت این مفهوم معیاری برای اندازه‌گیری آمادگی مفهومی، آزمایشگاهی و عملیاتی یک فناوری است که

مشخص می‌کند آیا می‌توان آن را از محیط تحقیقاتی به محیط صنعتی یا تجاری منتقل کرد یا خیر. از این معیار برای ارزیابی و توصیف نحوه و میزان پیشرفت و توسعه یک فناوری در طول زمان استفاده می‌شود. زمانی می‌توان گفت که یک فناوری دارای بلوغ یا آمادگی است که بتواند با اطمینان وارد بازار شده و تاثیر رقابتی بالای خود را حفظ کند (Rodriguez et al., 2019).

میزان آمادگی و یا بلوغ فناوری با استفاده از یک مقیاس^۲ سطحی اندازه‌گیری می‌شود که در آن یک سطح به سطح دیگر مرتبط است و پایه سطح بعدی را تشکیل می‌دهد. با استفاده از این مقیاس میزان بلوغ یک فناوری و میزان ریسک ناشی از استفاده از آن را می‌توان ارزیابی کرد. ارزش استفاده از این ابزار در آن است که با اندازه‌گیری سطح بلوغ یک فناوری، تصمیم‌گیران قادر خواهند شد تا با آگاهی به انتخاب و توسعه فناوری‌ها پردازند (Bhattacharya & Nishad, 2022). سطوح مختلف این مقیاس در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

باید در نظر داشت که آمادگی فناوری به لحاظ تکنیکی و سخت افزاری کافی نیست، چرا که فناوری‌های جدید به بازاری برای توسعه نیز نیاز دارند و مفهوم آمادگی بازار لزوماً با آمادگی فناوری هم‌گرا نیست (CloudwatchHub, 2020; Hjorth & Brem, 2016). علاوه بر این، فناوری‌های جدید ممکن است با مقررات و درک سازمانی، اجتماعی و یا سیاسی از منظر توسعه‌دهندگان فناوری در تضاد باشند (Innovations Fund, 2018). بنابراین اگرچه ممکن است یک فناوری به اندازه کافی توسعه پیدا کرده باشد، اما این احتمال وجود دارد که بازار برای پذیرش آن آماده نباشد. بنابراین شناسایی بازار و ارزیابی میزان تقاضا برای فناوری جدید نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به بیان دیگر میزان تطبیق فناوری جدید با نیازهای بازار نیز یکی از مواردی است که در حوزه بهره‌وری نتایج تحقیقات مورد توجه قرار می‌گیرد. به این ترتیب، مفهوم سطح آمادگی بازار^۲ (MRL) برای توصیف آمادگی فناوری جهت ورود به بازار و تجاری شدن موفق آن به کار گرفته می‌شود (Sandu & Folea, 2022). در واقع، سطح آمادگی بازار، ابزاری برای درک و

1 Technology readiness level

2 Market readiness level

(CloudwatchHub, 2020) و به این موضوع می‌پردازد که فرآیند انطباق محصول با بازار تا چه حد توسعه یافته است. به منظور بررسی آمادگی بازار از مقیاس‌های متعددی استفاده می‌شود که یکی از این مقیاس‌ها، مقیاس نه سطحی MRL است که سطوح آن در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

کمّی‌سازی ویژگی‌های بازاری یک فناوری جدید و ترجمه آنها به قابلیت‌های فنی است، به گونه‌ای که شرکت فناور با توجه به سطح آمادگی بازار بتواند خطر شکست بازار را کاهش دهد. همانطور که TRL برای ارزیابی وضعیت فنی یک فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد، MRL نیز نشان دهنده فعالیت‌های انجام شده برای توسعه فرآیند تجاری و مدیریت آن فناوری است

جدول ۱- سطوح آمادگی فناوری و بازار (Conceptivity, 2018)

Table 1- Technology and Market Readiness Levels (Conceptivity, 2018)

سطوح آمادگی بازار Market Readiness Level (MRL)		سطوح آمادگی فناوری Technology Readiness Level (TRL)	
سطح Level	توصیف سطح Level Description	سطح Level	توصیف سطح Level Description
۰ 0	تحقیق و شناسایی بازار Market Research and Identification نیازی در بازار احساس می‌شود و چیزی در ذهن جرقه می‌زند. A market need is identified, and an initial idea emerges to address that need	۰ 0	ارائه ایده Idea Generation مفهوم اثبات نشده و بدون آزمون The concept is unproven and has not yet been tested.
۱ 1	اولیت بندی و شناسایی یک نیاز مشخص و محصول متناظر با آن Prioritization and Identification of a Specific Need and the Corresponding Product نیازها اولویت بندی شده و فناوری‌ها یا محصولات مورد نیاز جهت پاسخگویی به نیاز خاص شناسایی شده‌اند. Needs have been prioritized, and the technologies or products required to address a specific need have been identified	۱ 1	اصول و تحقیقات پایه Basic Principles and Research اصول و مفاهیم اولیه فرضیه سازی شده‌اند، اما هیچ آزمون تجربی اجرا نشده است. Initial principles and concepts have been hypothesized, but no empirical testing has been conducted
۲ 2	شناسایی ویژگی‌های مورد انتظار فناوری جدید Identification of the Expected Characteristics of the New Technology فرصت‌های موجود در بازار، نیازمندی‌های مشتریان و توانایی فناوری منتخب در پاسخگویی به نیازهای بازار انجام می‌شود. Market opportunities, customer requirements, and the ability of the selected technology to meet market needs are assessed	۲ 2	فرموله کردن فناوری Technology Formulation مفاهیم و کاربردهای فناوری فرموله شده‌اند. The concepts and applications of the technology have been formulated
۳ 3	تعیین تناسب محصول-بازار Product-Market Fit فناوری توسط گروه کوچکی از مشتریان به صورت آزمایشی مورد استفاده قرار گرفته و اعتبارسنجی می‌شود. The technology is tested and validated by a small group of customers on a trial basis	۳ 3	اجرای تحقیقات کاربردی Applied Research اولین تست آزمایشگاهی انجام شده (اثبات مفهوم) The first laboratory test has been conducted (proof of concept).
۴ 4	تحلیل رقبا و مزیت رقابتی Competitor Analysis and Competitive Advantage فناوری به لحاظ مزیت رقابتی نسبت به سایر فناوری‌های مشابه موجود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. The technology is evaluated in terms of its competitive advantage relative to other similar technologies available in the market	۴ 4	اعتبارسنجی اجزای فناوری Technology Component Validation اجزاء تشکیل دهنده فناوری آزمون می‌شوند و در مقیاس آزمایشگاهی تست شده‌اند. The components of the technology have been tested and evaluated at the laboratory scale.
۵ 5	توسعه برنامه تجاری اولیه Development of an Initial Business Plan طرح کسب و کار برای مشخص کردن نحوه عرضه محصول به بازار، راهبرد قیمت‌گذاری، کانال‌های توزیع، نحوه پشتیبانی و... تهیه می‌شود. An initial business plan is developed to define the market launch strategy, pricing strategy, distribution channels, support mechanisms, and other relevant aspects	۵ 5	اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس آزمایشگاهی Laboratory-Scale Prototype Validation نمونه اولیه ساخته شده و در محیط مورد نظر آزمون شده است. A prototype has been developed and tested in the intended environment

ادامه جدول ۱

Table 1- Continued

سطوح آمادگی فناوری Technology Readiness Level (TRL)		سطوح آمادگی بازار Market Readiness Level (MRL)	
سطح Level	توصیف سطح Level Description	سطح Level	توصیف سطح Level Description
۶ 6	اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس بزرگتر Larger-Scale Prototype Validation نمونه اولیه در محیطی که به محیط واقعی شباهت بسیاری دارد، آزمون شده است. The prototype has been tested in an environment that closely resembles the real-world operating environment	۶ 6	آزمایش محصول در بازار اولیه Product Testing in the Initial Market نمونه‌های اولیه محصول در محیط واقعی آزمایش می‌شوند تا بازخورد عملیاتی و مشتری دریافت شود. Prototype products are tested in the real-world market environment to obtain operational and customer feedback
۷ 7	ارزیابی فناوری در محیط واقعی در مقیاس کوچک Small-Scale Technology Demonstration in the Real Environment چگونگی عملکرد فناوری در محیط واقعی و در مقیاس قبل از تجاری شدن ارزیابی شده است. The performance of the technology has been evaluated in a real-world environment at a pre-commercial scale.	۷ 7	آمادگی برای تولید Production Readiness مشتریان رضایت خود را از فناوری موردنظر اعلام می‌کنند، اطمینان از فروش پایدار محصول ایجاد شده و پیش‌بینی میزان درآمد امکانپذیر می‌شود. Customers have expressed satisfaction with the technology, confidence in sustainable product sales has been established, and revenue projections can be made
۸ 8	ساخت اولین نمونه تجاری Development of the First Commercial Prototype مشکلات تولید انبوه فناوری بررسی و رفع شده است Issues related to the mass production of the technology have been identified and resolved	۸ 8	آمادگی برای ورود به بازار Market Entry Readiness محصول نهایی آماده عرضه به بازار است و استراتژی بازاریابی نهایی می‌شود. The final product is ready for market launch, and the marketing strategy has been finalized
۹ 9	اجرای کامل تجاری فناوری Full Commercial Deployment of the Technology فناوری برای کلیه مصرف‌کنندگان قابل دسترس می‌شود. The technology becomes commercially available to all intended users	۹ 9	ورود به بازار و بهینه‌سازی مداوم Market Entry and Continuous Optimization شاخص‌های کلیدی عملکرد افزایش پیدا کرده و موفقیت و توسعه محصول قابل پیش‌بینی است. Key performance indicators have improved, and product success and further development can be anticipated

اگرچه در سطح دنیا مطالعاتی به بررسی میزان آمادگی فناوری و آمادگی بازار فناوری‌های مختلف با استفاده از شاخص‌ها و مقیاس‌های تدوین شده پرداخته‌اند، اما در ایران مطالعات چندانی در زمینه میزان آمادگی فناوری و بازار در حوزه‌های مختلف صورت نگرفته است. از جمله مطالعاتی که در حوزه آمادگی بازار و فناوری در داخل و خارج کشور انجام شده است، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Kalantari & Charkhtab Moghadam (2015) در پژوهشی به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل فردی (شامل نگرش، سطح تحصیلات، میزان اقتدار نیروی انسانی و شبکه‌های ارتباط با صنعت، سرمایه‌گذاران، مشتریان و ...) و عوامل سازمانی (شامل اندازه سازمان، تجربه، فرهنگ، و سابقه تحقیق و توسعه در سازمان) تاثیرگذار بر انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تاثیر عوامل فردی بر انتقال فناوری بیشتر از عوامل انسانی است و نیز با

افزایش سطوح آمادگی فناوری (از ایده اولیه تا تجاری سازی) تاثیر عوامل فردی و سازمانی بر موفقیت انتقال فناوری افزایش می‌یابد. در نظر گرفتن عوامل فردی و سازمانی تاثیرگذار بر انتقال فناوری‌های پیشرفته در سطوح گوناگون آمادگی فناوری، احتمال موفقیت ارائه دهندگان فناوری را در انتقال فناوری‌های پیشرفته افزایش و مخاطرات آن را کاهش می‌دهد.

Yousefi et al. (2020) به ارزیابی سطح بلوغ فناوری و برآورد هزینه‌های مرتبط با آن در زیردریایی کلاس سبک که نتیجه تحقیق و توسعه داخلی در بازه سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ در یکی از صنایع نظامی بوده است، پرداختند. برای دستیابی به هدف تحقیق ابتدا با استفاده از دو ماتریس خانه کیفیت، خواسته‌های اصلی مشتریان و الزامات کارکردی-عملکردی تشریح شد و سطح فناوری مشخص شد. سپس به تعیین و تحلیل شکاف موجود در سطح فناوری فعلی پرداخته شد و با استفاده از مشخصه‌های فنی فناوری، آمادگی آن به صورت کمی مورد ارزیابی قرار

این سازمان در حال حاضر مجموعه عظیمی از دانش و فناوری را در حوزه کشاورزی و منابع طبیعی در درون خود دارا است، اما با توجه به حجم انبوه دانش و فناوری تولید شده طی دهه‌ها فعالیت، تاکنون نتوانسته است به نحو موثری برخی یافته‌های تحقیقاتی محصولی خود را با توجه به نیازهای بازار جهت‌گیری کند و یا دانش و فناوری خود را وارد بازار کند و تعامل موثری در این زمینه با بازار و بخش صنعت برقرار سازد. به گونه‌ای که طبق آمار ارائه شده از سوی دفتر امور فناوری سازمان در سال ۱۳۹۸، از بین حدود ۱۷۰۰ فناوری تولید شده در این سازمان، تاکنون ۱۸۰ فناوری واگذار شده و به فروش رفته است، به عبارت دیگر تنها حدود ۱۱ درصد فناوری‌های ارائه شده در فراگرد تجاری سازی وارد شده‌اند. این در حالی است که مواجهه با چالش‌هایی همچون تنگنای تامین مالی سازمان، رقابت شدید با ارقام وارداتی، و تقاضاهای روزافزون مواد غذایی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی را مجبور کرده است برای موفقیت در برخورد با این چالش‌ها، نقش و راهبرد خود را مورد بازنگری قرار داده و با تمرکز عمیق بر فعالیت‌های پژوهشی خود و ایجاد تغییرات واقعی در سازماندهی و فرایند عملیاتی، زمینه توسعه تجاری سازی فناوری و افزایش بهره‌وری منابع انسانی و مالی خود را فراهم کند (Goodarzi et al., 2013).

بنابراین از آنجا که این سازمان بزرگترین متولی تحقیقات در بخش کشاورزی و منابع طبیعی به شمار می‌آید، ضروری است که وضعیت دستاوردهای تحقیقاتی این سازمان به لحاظ میزان آمادگی فناوری و میزان آمادگی بازار جهت پذیرش این فناوری‌ها مورد بررسی و آسیب شناسی قرار گیرد و با رفع و یا کاهش اثر چالش‌های شناسایی شده، نسبت به ترسیم نقشه جامع و راهبردی و ترسیم مسیر توسعه آنان در قالب اصول عملکردی اقدام شود. بنابراین، مسأله اساسی تحقیق حاضر این است که فناوری‌هایی که به عنوان دستاوردهای تحقیقاتی ارائه شده توسط سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ارائه می‌شوند، به لحاظ سطوح آمادگی بازار و آمادگی فناوری در چه مرحله‌ای قرار دارند؟ آیا این فناوری‌ها به لحاظ بعد سخت افزاری و نرم افزاری به بلوغ رسیده‌اند؟ و آیا بازار برای پذیرش این فناوری‌ها آمادگی لازم را دارد؟ بررسی این ابعاد به منظور تدوین برنامه

گرفت. نتایج نشان داد که فناوری مذکور سطح ۴ را به پایین رسانده و اکنون در سطح ۵ آمادگی قرار دارد.

(Widiaputra et al. (2024) به بررسی میزان آمادگی فناوری سیستم اطلاعاتی مربوط به بیماری‌های مشترک انسان و دام، و بیماری‌های عفونی نوظهور در اندونزی که با عنوان SIZE شناخته می‌شود، پرداخته‌اند. اطلاعات ارائه شده در SIZE از پایگاه داده چندین وزارتخانه از جمله وزارت بهداشت، کشاورزی، و محیط زیست و جنگلداری اندونزی تشکیل شده و توسط آژانس ارزیابی فناوری‌های کاربردی به صورت یکپارچه درآمده است. نتایج این ارزیابی نشان می‌دهد که SIZE در سطح هفتم مقیاس آمادگی فناوری قرار دارد که نشان دهنده این است که اجرای این سیستم محیط واقعی با موفقیت پیاده سازی خواهد شد.

(Abd Jamil et al. (2024) در مطالعه ای به بررسی میزان آمادگی فناوری وسایل نقلیه بدون سرنشین تولید شده در مالزی پرداخته‌اند. داده‌های مورد نیاز در این مطالعه با استفاده از روش مصاحبه نیمه ساختاریافته و روش دلفی از مخترعان ارائه دهنده این فناوری جمع آوری شد. نتایج این مطالعه نشان داد که وسایل نقلیه بدون سرنشین مراحل فرمول بندی مفهومی، آزمایش نمونه اولیه، یکپارچه سازی سیستم، و عملکرد نمونه اولیه در محیطی مشابه محیط واقعی را با موفقیت گذرانده‌اند. از دیدگاه پاسخگویان، این فناوری در سطح ششم از مقیاس آمادگی فناوری قرار دارد و با انجام اصلاحات مربوط به چالش‌های شناسایی شده شامل چالش‌های مربوط به آلودگی محیط زیست، ایمنی، حریم خصوصی، و انطباق با قوانین و مقررات رانندگی می‌تواند با موفقیت تجاری شود.

در ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی از مهمترین سازمان‌های پژوهشی است که با در برداشتن ۱۵ موسسه تحقیقاتی، ۲ پژوهشگاه و پژوهشگاه، ۲ مرکز ملی، و ۳۴ مرکز تحقیقات استانی به تولید دانش و فناوری در حوزه کشاورزی و منابع طبیعی می‌پردازد. یکی از مهمترین و محوری ترین دستاوردهای این سازمان، توسعه و تولید ارقام زراعی و باغی می‌باشد که موسسات زیرمجموعه این سازمان که در حوزه علوم زراعی و باغی فعالیت می‌کنند، با اجرای پژوهش‌های کاربردی به اصلاح و معرفی ارقام مقاوم به خشکی و انواع تنش‌های زنده و غیرزنده، و همچنین تولید ارقامی با عملکرد بالا و کیفیت مطلوب متناسب با شرایط اقلیمی و خاکی متنوع ایران می‌پردازند. اگرچه،

جامع توسعه فناوری برای سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ضروری می‌باشد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی، و به لحاظ شیوه و نحوه جمع‌آوری داده‌ها، میدانی می‌باشد. در ضمن، با توجه به اینکه هدف این تحقیق یافتن پاسخ مسأله‌ای بود که نتیجه آن بلافاصله در تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحقیق حاضر تصمیم‌گرا است. فرایند جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مورد نیاز این پژوهش در سال ۱۴۰۳ اجرا شد. با عنایت به هدف اصلی این پژوهش که تعیین سطح آمادگی فناوری و آمادگی بازار فناوری‌های تولید شده در موسسات و مراکز تحقیقاتی زیرمجموعه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی بود و با توجه به تعدد فناوری‌های ارائه شده توسط سازمان، ابتدا لازم بود به انتخاب یک فناوری در حوزه علوم زراعی پرداخته شود. به‌منظور انتخاب فناوری مورد نظر پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۱۰ شاخص تدوین شد و از مدیران، کارشناسان و محققان برجسته حوزه انتقال فناوری در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی درخواست شد ۱۱۸ فناوری ارائه شده طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ را با استفاده از شاخص‌های ۱۰ گانه در پرسشنامه مورد ارزیابی قرار دهند. برای هر شاخص ۱۰ نمره در نظر گرفته و میانگین نمره کل از ۱۰۰، به‌عنوان نمره نهایی هر فناوری لحاظ شد. بر اساس نتایج حاصل، دانش فنی پوشش‌دار کردن (کوتینگ) بذور غلات انتخاب شد که بیشترین امتیاز یعنی امتیاز ۹۲ از ۱۰۰ را به خود اختصاص داد و به عنوان فناوری منتخب برای مطالعه برگزیده شد. این فناوری در سال ۱۳۹۷ توسط محققان موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با مشارکت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل معرفی شده است.

از آنجا که بذر سالم و باکیفیت عامل دستیابی به پتانسیل واقعی عملکرد کمی و کیفی یک ژنوتیپ محسوب شده و در حفظ و انتقال مواد ژنتیکی و بقای گیاه در شرایط بحرانی و تنش‌های محیطی نقش اساسی دارد، یکی از مهمترین نهادهای تولید و افزایش بهره‌وری و سودآوری در بخش کشاورزی به

شمار می‌رود. بذر باکیفیت مانند سایر نهادهای کشاورزی باید دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های کیفی باشد و در چارچوب نظام گواهی بذر که شامل مجموعه‌ای از رویه‌ها و مقررات وضع شده جهت حفظ اصالت و خلوص ژنتیکی و فیزیکی بذر رقم خاص می‌باشد، تولید و عرضه شده باشد (Naghshzadeh & Azadbakht, 2018). با توجه به اهمیت بذر در سال‌های گذشته تلاش‌های فراوانی برای ساماندهی و برنامه‌ریزی برای تولید بذر استاندارد و گواهی شده ارقام زراعی در طبقات مختلف به عمل آمده است. فرایند تولید بذر در ایران با مشارکت معاونت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی (برنامه‌ریزی، هماهنگی و...)، موسسات تحقیقاتی (تولید هسته‌های اولیه)، شرکت‌های خصوصی (تولید بذر در طبقات گواهی شده، مادری و بعضاً پرورش سه) و موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال (نظارت بر کیفیت تولید بذر) صورت می‌گیرد.

فناوری پوشش‌دهی یا کوتینگ بذر، فناوری کارآمدی است که در ایران نسبتاً نوپا بوده و در حال شکل‌گیری است. در این روش میکروارگانیزم‌ها، عناصر غذایی و آنزیم‌های مورد نیاز رشد و نمو گیاهان را با تکنیک‌هایی روی بذر قرار می‌دهند. پوشش‌دار کردن بذر با اهداف مختلفی از جمله افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، تغییر ظاهر و اندازه بذر، امکان استقرار بهتر بذر در خاک، جلوگیری از آلودگی محیطی، کاهش هزینه‌ها، امکان کشت تأخیری، تغییر در میزان دسترسی بذر به رطوبت، افزایش میزان ظهور گیاهچه، رشد گیاه و توسعه ریشه و جلوگیری از خورده شدن بذر توسط جانوران انجام می‌شود (Mehrabi et al., 2017) و در نتیجه آن مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۵ درصد کاهش یافته و همچنین بهره‌وری آب نیز افزایش خواهد یافت (Rezaie et al., 2020).

در فاز دوم تحقیق با استفاده از ابزار پرسشنامه و به بررسی میزان آمادگی فناوری و آمادگی بازار فناوری منتخب پرداخته شد. روایی صوری بخش‌های مختلف پرسشنامه با نظرخواهی از متخصصان و کارشناسان و بررسی نهایی کمیته تحقیق انجام شد. به‌منظور محاسبه قابلیت اعتماد بخش‌های مختلف پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ برای محاسبه همسانی درونی ابزار تحقیق استفاده شد. مقادیر بدست آمده بالاتر از ۰/۷ محاسبه شد که نشان

یا درصد میزان آمادگی بین ۷۷/۵ تا ۱۰۰) به عنوان میزان آمادگی بالا، میانگین میزان آمادگی بین ۲/۱ تا ۳ (و یا درصد میزان آمادگی بین ۵۲/۵ تا ۷۷/۴) به عنوان میزان آمادگی متوسط و میانگین‌های کمتر از ۲/۱ (و یا درصد میزان آمادگی ۵۲/۴ درصد و پایین‌تر) به عنوان میزان آمادگی پایین در نظر گرفته شد. چنانچه در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، میزان آمادگی فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی در سطوح ۱ تا ۸ فناوری در سطح بالا بوده و سطح نهم این فناوری به لحاظ میزان آمادگی در حد متوسط بوده است. به بیان دیگر این فناوری سطوح ۱ تا ۸ آمادگی فناوری را با موفقیت پشت سر گذاشته است. با نگاهی به میانگین‌های کسب شده برای گویه‌های مطرح شده در سطح نهم در جدول شماره ۲ به نظر می‌رسد بکارگیری این فناوری توسط کاربران نهایی آنچنان که باید توسعه پیدا نکرده است.

بالا بودن سطح آمادگی فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی به این معنا است که این فناوری مراحل اولیه توسعه، آزمایش و اثبات مفهوم را با موفقیت پشت سر گذاشته و از نظر فنی آماده‌سازی شده است. با این حال، در سطح نهم (TRL 9) که مربوط به بکارگیری و تجاری‌سازی فناوری در شرایط واقعی است، میزان آمادگی فناوری در حد متوسط ارزیابی شده است. چنین موضوعی نشان می‌دهد که اگرچه فناوری از نظر فنی به بلوغ رسیده است، اما در مرحله اجرا و استفاده توسط کاربران نهایی (مانند بهره‌برداران) با چالش‌هایی مواجه بوده است. با توجه به پاسخ‌های ارائه شده توسط پاسخگویان، به نظر می‌رسد بکارگیری فناوری توسط کاربران نهایی مهمترین چالش بوده است. از جمله دلایل احتمالی این چالش می‌توان به مواردی چون؛ عدم آگاهی کافی بهره‌برداران از وجود این فناوری در بازار و همچنین مزایای بکارگیری این فناوری، هزینه بالای خرید فناوری برای بهره‌برداران و یا مقاومت بهره‌برداران در برابر پذیرش این فناوری اشاره کرد. مورد دیگری که با توجه به پاسخ‌های پاسخگویان، به نظر می‌رسد منجر به پایین آوردن نسبی این سطح شده است، اطلاع رسانی نامناسب در خصوص آموزش و نحوه استفاده از این فناوری و شرایط استفاده از آن بین کاربران بوده است.

دهنده قابل قبول بودن این ضریب برای کلیه متغیرها بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه محققان و اعضای هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در حوزه تحقیقات علوم زراعی بودند که بطور مستقیم یا غیرمستقیم در توسعه فناوری مورد بررسی نقش داشتند. تعداد محققان مرتبط با این فناوری، ۳۸ نفر بودند که تعداد ۳۷ نفر از آنان پرسشنامه را تکمیل و ارسال کردند. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند.

یافته‌ها

میانگین سنی پاسخگویان این مطالعه ۴۸/۱ سال بود و نیمی از پاسخگویان (۵۰/۳ درصد) در گروه سنی بیشتر از ۵۰ سال قرار داشتند. میانگین سابقه کار پاسخگویان حدود ۱۸/۳ سال، حداقل سابقه کاری ۴ سال و حداکثر ۲۸ سال بود. بررسی سطح تحصیلات پاسخگویان نشان داد که بیشترین آنها یعنی ۶۲/۲ درصد دارای تحصیلات دکتری تخصصی بودند. از نظر مرتبه علمی ۴۸/۶ درصد استادیار بودند. میزان ارتباط سوابق تحقیقاتی پاسخگویان با عنوان فناوری و همچنین میزان ارتباط رشته تحصیلی پاسخگویان با عنوان فناوری، در سطح "زیاد" بود (هر دو مورد ۷۰/۳٪). میزان ارتباط شغل فعلی پاسخگویان با عنوان فناوری در حد "متوسط" (۸۱/۱٪)، میزان ارتباط پاسخگویان با موسسات بین‌المللی مرتبط با فناوری، "کم" (۳۷/۶٪)، میزان مشارکت پاسخگویان در فعالیت‌های ترویجی "زیاد" (۷۸/۴٪)، و میزان مشارکت پاسخگویان در دوره‌های آموزشی مرتبط با فناوری، "متوسط" (۴۰/۵٪) بود. کلیه پاسخگویان فاقد سابقه عضویت در شرکت‌های دانش‌بنیان بودند و تنها ۲/۷ درصد آنان (یک نفر)، شغل دوم مرتبط با کشاورزی داشتند.

به منظور سنجش میزان آمادگی فناوری و بازار، از طیف لیکرت پنج گزینه‌ای با ارزش صفر تا چهار بهره‌گیری شد، که میانگین ۴ نشان‌دهنده موافقت کامل پاسخگویان با هر گویه می‌باشد، نتایج بررسی سطوح آمادگی فناوری برای فناوری موردنظر به تفکیک گویه‌های طراحی شده در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

به منظور طبقه‌بندی میزان آمادگی فناوری مورد بررسی در سه طبقه بالا، متوسط و پایین، میانگین میزان آمادگی بین ۳/۱ تا ۴ (و

جدول ۲- توزیع فراوانی پاسخگویان در زمینه سطح آمادگی فناوری پوشش‌دار کردن بذور محصولات زراعی

Table 2- Frequency distribution of respondents on technology readiness level of crop seed coating

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
TRL1: اصول و تحقیقات پایه TRL1: Basic principles and research								
فناوری مورد نظر، جدید و دارای جنبه‌های نوآورانه است. The technology is new and has innovative aspects	0	0	0	15	22	3.59	0.49	0.13
اصول و مفاهیم پایه علمی از مفهوم این فناوری حمایت می‌کنند. Basic scientific principles support the concept of this technology	0	0	8	29	0	2.78	0.42	0.15
روش یا رویکرد کلی توسعه فناوری مشخص شده است. The general approach of technology development is specified	0	0	15	19	3	2.67	0.63	0.23
کاربران و مشتریان فناوری مشخص شده است. The users and customers of the technology are specified	0	0	0	11	26	3.7	0.46	0.12
حامیان و سرمایه‌گذاران توسعه این فناوری مشخص شده است. Supporters and investors for the development of this technology have been identified	0	23	8	6	0	1.54	0.76	0.49
محققان با تخصص مرتبط و محل انجام تحقیقات فناوری مشخص شده است. Researchers by relevant expertise and location of technology research are identified	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
TRL2: Technology concept formulated TRL2: فرموله کردن فناوری								
کاربردهای بالقوه این فناوری شناسایی شده‌اند. Potential applications of the product have been identified	0	0	37	0	0	2	0	0.00
اجزای تشکیل‌دهنده این فناوری تا حدودی شرح داده شده است. The technology components have been partly described	8	19	0	10	0	1.32	1.10	0.83
تحلیل‌ها یا آزمایشات اولیه موید تأمین نیاز مصرف‌کننده نهایی است. Preliminary analyzes confirm the fulfillment of the needs of the final users	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
مطالعات تفصیلی و تحلیلی، اصول پایه برای تولید فناوری را تأیید می‌کنند. Analytical studies confirm the basic principles for manufacturing technology	0	0	0	19	18	3.48	0.51	0.14
تجربیات و آزمایش‌های موردنیازی که باید انجام شود، مشخص شده‌اند. The necessary experiments to be performed are specified	0	0	4	33	0	2.89	0.31	0.11

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
TRL3: اجرای تحقیقات کاربردی TRL3: Implementation of applied research								
معیارهای عملکرد و کارکرد فناوری تعیین شده است. Performance criteria and technology functionality have been determined	0	15	0	22	0	2.19	0.99	0.45
امکان سنجی تولید فناوری به طور کامل بررسی شده است. The feasibility of technology production has been fully investigated	0	8	19	7	3	2.14	0.86	0.40
روش‌ها و تکنیک‌های طراحی شناسایی و یا ایجاد شده‌اند. Design methods and techniques have been identified or created	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
مطالعات مفهومی نشان داده‌اند که فناوری با دیگر اجزای مرتبط سازگار است. Conceptual studies have shown that the technology is compatible with other related components	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
آزمایش‌ها و شبیه‌سازی‌های قبلی، قابلیت کاربردی بودن فناوری را تایید می‌کند. Previous tests and simulations confirm the applicability of the technology	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
TRL4: اعتبارسنجی اجزای فناوری TRL4: Validation of technology component								
نمونه آزمایشگاهی فناوری ساخته شده است. A laboratory sample of the technology has been manufactured	0	0	0	8	29	3.78	0.42	0.11
اجزای فناوری در محیط کنترل‌شده آزمایشگاهی با موفقیت آزمون شده‌اند. The technology components have been successfully tested in a controlled laboratory environment	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
فرایندهای کلیدی ساخت و شناسایی در آزمایشگاه ارزیابی شده‌اند. Key manufacturing and identification processes have been evaluated in the laboratory	0	0	23	11	3	2.46	0.65	0.26
طرحی برای برطرف کردن مشکلات ساخت و تولید فناوری ارائه شده است. A plan has been presented to solve the problems of manufacturing and technology production	0	0	23	7	7	2.57	0.80	0.31
پیش‌نیازهای کاربرد نهایی فناوری مشخص شده است. The prerequisites for the final application of the technology have been determined	0	0	0	22	15	3.40	0.50	0.15
مدل اولیه قابل قبولی در زمینه یکپارچه‌سازی اجزای فناوری تدوین شده است. An acceptable prototype has been developed in the field of integrating technology components	0	0	0	7	30	3.81	0.38	0.10

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
TRL5: اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس آزمایشگاهی TRL5: Prototype validated in lab								
هماهنگی اجزاء تشکیل دهنده فناوری در محیط شبیه سازی شده آزمایشگاهی با موفقیت آزمون شده است. The coordination of the components of the technology has been successfully tested in the simulated laboratory environment	0	0	0	23	14	3.38	0.49	0.14
فناوری از نمونه آزمایشگاهی به نمونه مشابه با نمونه واقعی تبدیل شده است. Technology has changed from a laboratory sample to a sample similar to a real sample	0	0	15	15	7	2.78	0.75	0.27
سخت افزار پیش تولید فناوری در دسترس محققان است. Technology pre-production hardware is available to researchers	0	0	0	23	14	3.38	0.49	0.14
نقشه های طراحی تفصیلی برای تولید فناوری کامل شده است. Detailed design maps are completed for manufacturing technology	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
حداقل الزامات برای عملیاتی شدن فناوری قابل حصول است. The minimum requirements for the technology to be operational are achievable	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
TRL6: اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس بزرگتر TRL6: Prototype validation in operational environment								
نمونه اولیه در محیط شبه واقعی و خارج از آزمایشگاه آزمایش شده است. The prototype has been tested in a quasi-real environment outside the laboratory	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
سطح کیفیت و قابلیت اطمینان فناوری بررسی و تایید شده است. The level of quality and reliability of the technology has been checked and confirmed	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
فناوری از لحاظ کارکردی با فناوری های مرتبط در محیط عملیاتی سازگار است. The technology is functionally compatible with related technologies in the operational environment	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
گزارش فنی نهایی از عملکرد فناوری تهیه شده است. A final technical report on the performance of the technology has been prepared	0	0	15	7	15	3.00	0.91	0.30
امکان پذیری مهندسی ساخت فناوری به طور کامل به نمایش گذاشته شده است. The feasibility of technology manufacturing engineering has been fully demonstrated	0	0	0	7	30	3.81	0.38	0.10
نمونه اولیه تمام الزامات کارکردی را به صورت واقع بینانه برآورده کرده است. The technology prototype has realistically fulfilled all the functional requirements	0	0	0	11	26	3.70	0.46	0.12

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
TRL7: ارزیابی فناوری در محیط واقعی در مقیاس کوچک TRL7: Technology evaluation in real environment								
اجزاء تشکیل دهنده نمونه اولیه مشابه اجزای فناوری در مقیاس تجاری هستند.	0	0	19	3	15	2.89	0.97	0.33
Prototype components are similar to commercial scale technology components								
نمونه اولیه در یک محیط عملیاتی (دنیای واقعی) آزمون شده است.	0	0	0	8	29	3.78	0.42	0.11
The prototype has been tested in an operational environment (real world)								
تفاعلات فناوری با بخش تحت شرایط تنش و غیرعادی آزمایش شده است.	0	0	0	11	26	3.70	0.46	0.12
Technology interactions with the sector have been tested under stressful and unusual conditions								
طرح تولید فناوری در مقیاس محدود ایجاد و کامل شده است.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
A limited scale technology production plan has been created and completed								
نمونه اولیه فناوری از تست‌های میدانی موفق بیرون آمده است.	0	0	0	7	30	3.81	0.40	0.10
The prototype has emerged from successful field tests								
موسسه یا شرکت دانش‌بنیان برای تولید اولیه در حجم پایین آماده است.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
The institute or knowledge-based company is ready for initial production in low volume								
TRL8: ساخت اولین نمونه تجاری TRL8: Production of commercial prototype								
عملکرد فناوری در یک محیط عملیاتی واقعی اثبات شده است.	0	0	0	11	26	3.70	0.46	0.12
The performance of the technology has been proven in a real operating environment								
این فناوری با هدف و عملکرد اعلام شده در طرح اولیه مطابقت دارد.	0	0	0	8	29	3.78	0.42	0.11
This technology is consistent with the purpose and functionality stated in the original plan								
بسته آموزشی نحوه استفاده، کاربرد و نگهداری فناوری آماده شده است.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
The training package on how to use, apply and maintain technology has been prepared								
فرایند پایلوت خط تولید با حجم پایین با موفقیت تست شده است.	0	0	0	7	30	3.81	0.40	0.10
The pilot process of the low volume production line has been successfully tested								
تمام اجزاء و مواد مورد نیاز تولید فناوری در دسترس هستند.	0	0	0	7	30	3.81	0.40	0.10
All components and materials required for production technology are available								
کارکرد فناوری انتظارات مشتریان را برآورده ساخته است.	0	0	0	15	22	3.59	0.40	0.11
The functionality of the technology has met the expectations of customers								

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D	ضریب تغییرات C.V
	None هیچ	Very low خیلی کم	Low کم	High زیاد	Very high خیلی زیاد			
همه زیرساخت‌ها و الزامات برای تولید انبوه آماده است. All infrastructure and requirements are ready for mass production	0	0	0	25	12	3.32	0.47	0.14
TRL9: اجرای کاملاً تجاری فناوری TRL9: Commercial production of the technology								
طراحی به حالت پایدار رسیده و نیازی به تغییرات مجدد وجود ندارد. The design has reached a stable state and there is no need for further changes	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.10
فناوری در جایگاه واقعی در بخش، نصب و بهره‌برداری شده است. Technology has been installed and operated in the real place in the sector	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
بسته آموزشی نحوه استفاده از فناوری و شرایط آن بین کاربران توزیع شده است. The training package on how to use the technology and its conditions has been distributed to users	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
اطلاعات مربوط به فناوری در جامعه کاربران منتشر شده است. Information about the technology is published in the user community	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
فناوری توسط کاربران نهایی مرتبط به کار گرفته می‌شود. Technology is deployed by relevant end users	0	0	0	37	0	3	0	0.00

*4= very high, 0= None

*4= خیلی زیاد، ۰=هیچ.

نهم، این فناوری به لحاظ میزان آمادگی در حد متوسط قرار دارد. به بیان دیگر این فناوری سطوح ۱ تا ۷ آمادگی بازار را با موفقیت پشت سر گذاشته است. این موضوع نشان می‌دهد که اگرچه فناوری از نظر فنی و بازارپسندی اولیه به بلوغ رسیده است، اما در مراحل نهایی تجاری‌سازی و توسعه بازار با چالش‌هایی مواجه بوده است. با نگاهی به میانگین‌های کسب شده برای گویه‌های مطرح شده در سطح هشتم آمادگی بازار در جدول شماره ۴ مشخص می‌شود که ضعف در ارزشگذاری فناوری، شناسایی شرکت‌های تولیدکننده فناوری، ایجاد ارتباط با سهامداران کلیدی و نحوه مشارکت آنها از جمله مواردی هستند که منجر به عدم آمادگی مطلوب بازار این فناوری در سطح هشتم شده است. در سطح نهم نیز عمدتاً عوامل مربوط به تجاری‌سازی و توسعه

درصد آمادگی فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک مراحل نه‌گانه آمادگی فناوری در شکل زیر نشان داده شده است. چنانچه در شکل نیز قابل مشاهده است فناوری مورد بررسی از میزان آمادگی بالایی در سطوح ۱ تا ۸ برخوردار است و در سطح ۹ این میزان آمادگی در حد متوسط می‌باشد.

جدول شماره ۴ نتایج بررسی سطوح آمادگی بازار را برای فناوری مورد بررسی به تفکیک گویه‌های طراحی شده نشان می‌دهد.

چنانچه در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود، میزان آمادگی بازار برای فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی در سطوح ۱ تا ۷ آمادگی بازار در سطح بالا بوده و در سطح هشتم و

برای بررسی و رفع چالش‌های آتی فناوری، و رفع آنها منجر به عدم آمادگی مطلوب فناوری در این سطح از بازار شده است.

تجاری فناوری از جمله ضعف در تولید فناوری در مقیاس انبوه و توزیع گسترده آن به مشتریان، عدم موفقیت در راه‌اندازی کسب و کار مناسبی برای ارائه این فناوری به بازار، برنامه‌ریزی نامناسب

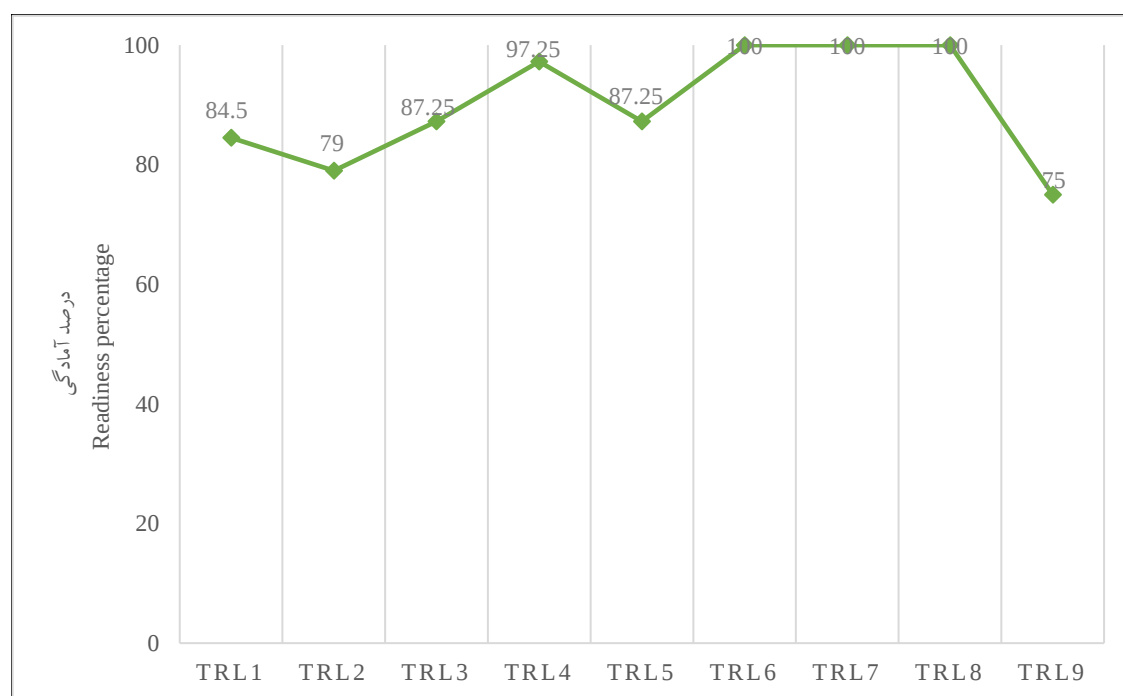
جدول ۳- میزان آمادگی فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک سطوح

Table 3- The degree of technology readiness of crop seed coating according to its levels

سطوح Levels	میانگین Mean	میزان آمادگی سطح The degree of readiness level
TRL1: اصول و تحقیقات پایه	3.38	بالا
TRL1: Basic principles and research		High
TRL2: فرموله کردن فناوری	3.16	بالا
TRL2: Technology concept formulated		High
TRL3: اجرای تحقیقات کاربردی	3.49	بالا
TRL3: Implementation of applied research		High
TRL4: اعتبارسنجی اجزای فناوری	3.89	بالا
TRL4: Validation of technology component		High
TRL5: اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس آزمایشگاهی	3.49	بالا
TRL5: Prototype validated in lab		High
TRL6: اعتبارسنجی نمونه اولیه در مقیاس بزرگتر	4	بالا
TRL6: Prototype validation in operational environment		High
TRL7: ارزیابی فناوری در محیط واقعی و در مقیاس کوچک	4	بالا
TRL7: Technology evaluation in real environment		High
TRL8: ساخت اولین نمونه تجاری	4	بالا
TRL8: Production of commercial prototype		High
TRL9: اجرای کاملاً تجاری فناوری	3	متوسط
TRL9: Commercial production of the technology		Moderate

*4= very high, 0= None

*۴= خیلی زیاد، ۰= هیچ.



شکل ۱- درصد آمادگی فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک سطوح تشکیل دهنده آن

Figure 1- Technology readiness percentage of crop seed coating according to its levels

جدول ۴- توزیع فراوانی پاسخگویان در زمینه سطح آمادگی بازار پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی

Table 4- Frequency distribution of the respondents in terms of the market readiness level of crop seed coating

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D.	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
MRL1: شناسایی یک نیاز مشخص در بازار و فناوری مورد نیاز متناظر با آن								
MRL1: Identification of a specific need in the market and the technology required corresponding to it								
این فناوری بر اساس یک نیاز ویژه در بخش کشاورزی تولید شده است. This technology was produced based on a special need in the agricultural sector	0	0	4	3	30	3.70	0.66	0.18
فناوری حاضر در نهایت بر افزایش کمی و یا کیفی تولید در بخش کشاورزی تاثیرگذار خواهد بود. The current technology will ultimately affect the quantitative or qualitative increase in production in the agricultural sector	0	0	0	8	29	3.78	0.42	0.11
نیاز به ایجاد و توسعه این فناوری توسط کارشناسان احساس شده است. The need to create and develop this technology has been felt by experts	0	0	0	22	15	3.41	0.50	0.15
نیاز به ایجاد و توسعه این فناوری توسط کشاورزان شناسایی شده است. The need to create and develop this technology has been recognized by farmers	0	0	15	15	7	1.78	0.75	0.42
MRL2: شناسایی ویژگی‌های مورد انتظار فناوری جدید								
MRL2: Identifying the expected features of new technology								
ارائه‌دهنده فناوری، مشتری، نیازهای آن و کاربردهای فناوری را می‌شناسد. The technology provider knows the customer, its needs and the applications of the technology	33	0	4		0	2.89	0.31	0.11
فناوری جدید می‌تواند پاسخگوی نیاز شناسایی شده بازار باشد. New technology can respond to the identified market needs	0	0	4	0	33	3.51	0.51	0.14
فناوری منتخب با شرایط کاربران سازگاری نسبتاً مناسبی دارد. The selected technology is relatively compatible with the users' conditions	0	0	4	0	33	3.78	0.63	0.17
MRL3: تعیین تناسب محصول-بازار								
MRL3: Determining product-market fit								
ویژگی فناوری جدید ارزش آن را در تامین نیاز کاربران اثبات کرده است. The new technology feature has proven its value in meeting the needs of users	0	0	0	18	19	3.51	0.51	0.14
استفاده از این فناوری دارای مزیت نسبی بالایی می‌باشد. Applying of this technology has a high relative advantage	0	0	0	12	25	3.67	0.47	0.13
کاربرد و استفاده از این فناوری برای کاربران نهایی پیچیده نیست. The application and use of this technology is not complicated for end users	0	0	7	12	18	3.30	0.78	0.23
فناوری با شرایط اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی کاربران سازگاری نسبتاً بالایی دارد. This technology has a relatively high compatibility with the climatic, economic and social conditions of the users	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
فناوری قبل از پذیرش توسط کاربر، قابلیت آزمون در مقیاس کوچک را دارد. The technology has the ability to be tested on a small scale before being accepted by the user	0	0	0	11	26	3.70	0.46	0.12
نتایج حاصل از کاربرد فناوری برای کاربران ملموس و قابل مشاهده است. The results of technology application are tangible and visible to users	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08

Table 4- Continued

ادامه جدول ۴

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D.	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
MRL4: تحلیل رقبا و مزیت رقابتی MRL4: Analysis of competitors and competitive advantage								
تحقیقات بازار انجام و کاربرد بالقوه و چشم‌انداز رقابتی فناوری شناسایی شده است.	0	0	8	23	6	2.94	0.62	0.21
Market research is conducted and the potential application and competitive landscape of the technology is identified								
مزیت نسبی فناوری نسبت به فناوری‌های مشابه و قبلی کمی‌سازی شده است.	0	0	8	25	4	1.89	0.57	0.30
The relative advantage of the technology compared to similar and previous technologies is quantified								
میزان پیچیدگی این فناوری نسبت به فناوری‌های مشابه و قبلی بررسی و تعیین شده است.	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
The level of complexity of this technology compared to similar and previous technologies has been investigated and determined								
میزان سازگاری این فناوری نسبت به فناوری‌های مشابه و قبلی مشخص شده است.	0	0	0	33	4	3.11	0.31	0.10
The degree of compatibility of this technology compared to similar and previous technologies has been determined								
میزان آزمون‌پذیری این فناوری نسبت به فناوری‌های مشابه و قبلی بررسی شده است.	0	0	0	29	8	3.21	0.42	0.13
The testability of this technology compared to similar and previous technologies has been checked								
قابل مشاهده بودن نتایج فناوری نسبت به فناوری‌های مشابه و قبلی مشخص شده است.	0	0	37	0	0	2	0	0.00
Visibility of technology results compared to similar and previous technologies is specified								
MRL5: توسعه برنامه تجاری اولیه MRL5: Development of initial business plan								
تولیدکنندگان فناوری تیمی با تجربه و متشکل از تخصص‌های مورد نیاز بوده‌اند.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
The technology producers have been an experienced team consisting of the required expertise								
کارشناسان فروش، بازاریابی، تجاری‌سازی و ... در تدوین فناوری مشارکت دارند.	8	15	0	14	0	1.54	1.22	0.79
Experts in sales, marketing, commercialization, etc. participate in the development of technology								
ارائه‌دهندگان فناوری پیش‌نیازهای مورد نیاز تولید فناوری را در اختیار دارند.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
Technology providers have the prerequisites for technology production								
بخش‌های مرتبط زیرساخت لازم برای تولید انبوه این فناوری را دارند.	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
Related sectors have the necessary infrastructure for mass production of this technology								
ارائه‌دهندگان فناوری از کمک افراد خارج از موسسه نیز استفاده خواهند کرد.	8	22	7	0	0	0.97	0.64	0.66
Technology providers will also use help from outsiders								

Table 4- Continued

ادامه جدول ۴

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D.	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
MRL6: آزمایش محصول در بازار اولیه MRL6: Early market product testing								
فناوری به صورت آزمایشی تولید و به مشتریان اولیه فروخته شده است. The technology has been experimentally produced and sold to early customers	8	19	3	7	0	1.24	1.01	0.81
دستورالعمل‌های فنی جهت استفاده کاربران از این فناوری تدوین شده است. Technical instructions have been developed for users to use this technology	0	0	0	15	22	3.59	0.50	0.14
بازخورد کاربران از عملکرد، نقاط ضعف و نقاط قوت فناوری جمع‌آوری شده است. User feedback is collected on the performance, weaknesses and strengths of the technology	0	0	0	15	22	3.59	0.50	0.14
فناوری در این مرحله عملکرد موفقیت آمیزی داشته است. Technology has performed successfully at this stage	0	0	0	15	22	3.59	0.50	0.14
MRL7: آمادگی برای تولید MRL7: Preparation for production								
روش‌های اولیه حفاظت از حقوق مالکیت فکری فناوری تدوین شده است. The primary methods of protection of technology intellectual property rights have been formulated	0	0	4	0	33	3.78	0.63	0.17
چگونگی واگذاری فناوری و تجاری‌سازی آن بررسی و تدوین شده است. The technology commercialization method has been reviewed and formulated	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
قراردادها در مورد حفظ حقوق مالکیت معنوی تدوین و طراحی شده است. Contracts regarding the protection of intellectual property rights have been developed and designed	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
مدیریت توان تحلیل توانمندی‌ها و منابع ضروری برای ارائه راه‌حل را دارد. Management has the ability to analyze the capabilities and resources necessary to provide a solution	0	8	25	0	4	2	0.82	0.41
مدیریت توان تحلیل شرایط کاربر نهایی را دارد. Management has the ability to analyze the conditions of the end user	0	0	8	29	0	2.78	0.42	0.15
تیم مدیریت در تجاری‌سازی فناوری‌های جدید تجربه دارند. The management team has experience in commercializing new technologies	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08

Table 4- Continued

ادامه جدول ۴

سنجه‌ها Variables	میزان آمادگی سنجه Variables readiness					میانگین Mean	انحراف معیار S.D.	ضریب تغییرات C.V
	هیچ None	خیلی کم Very low	کم Low	زیاد High	خیلی زیاد Very high			
MRL8: آمادگی برای ورود به بازار MRL8: Preparation to enter the market								
ارزش پیشنهادی فناوری ارزیابی و مشخص شده است. The value proposition of the technology is evaluated and determined	8	18	4	7	0	1.27	1.02	0.80
تولیدکننده فناوری شناسایی و روابط با سهامداران کلیدی ایجاد شده است. The manufacturing company has identified and relationship with key stakeholders has created	0	26	4	7	0	1.49	0.80	0.54
نحوه مشارکت با سهامداران کلیدی تولید فناوری شکل گرفته است. Engaging with key stakeholders in technology production has been shaped	0	26	4	7	0	1.49	0.80	0.54
قرارداد با شرکاء تدوین و سفارشات خرید اولیه از مشتریان دریافت شده است. Contracts with partners have been drawn up and initial purchase orders have been received from customers	0	26	4	7	0	1.49	0.80	0.54
مدیران اجرایی و حرفه‌ای در بخش‌های مختلف توسعه فناوری حضور دارند. Executive and professional managers are present in various departments of technology development	0	0	0	4	33	3.89	0.31	0.08
MRL9: ورود فناوری به بازار و بهینه‌سازی مداوم MRL9: Technology entry into the market and continuous optimization								
پیش نیازها و شرایط فرآیند تولید فناوری تعریف شده و در حال اجرا است. The prerequisites and conditions of the technology production process are defined and implemented	0	0	0	19	18	3.49	0.51	0.15
تولید فناوری در مقیاس انبوه و توزیع گسترده آن به مشتریان آغاز شده است Production of the technology on a mass scale and its wide distribution to customers has begun	15	19	3	0	0	0.68	0.63	0.92
کسب و کار مناسبی برای ارائه این فناوری راه‌اندازی شده است. A suitable business has been set up to provide this technology	15	4	7	11	0	1.38	1.30	0.94
چالش‌های کاربرد فناوری توسط تیم تحقیق بررسی خواهد شد. The challenges of technology application will be investigated by the research team	0	0	4	19	14	2.27	0.65	0.28
برنامه اولیه ای برای به روز کردن فناوری توسط تیم تحقیق تدوین شده است. A preliminary plan to update the technology has been developed by the research team	0	4	0	4	29	2.58	0.96	0.37
*4= very high, 0= None خیلی زیاد، ۰= هیچ.								

*4= very high, 0= None

°4= خیلی زیاد، °0= هیچ.

در ادامه بر اساس امتیازهای حاصل از بررسی میزان آمادگی فناوری و آمادگی بازار فناوری مورد بررسی، تقابل بین سطوح آمادگی فناوری و آمادگی بازار برای این فناوری ترسیم شده است. این نمودار وضعیت فناوری مورد نظر را جهت ورود یا عدم ورود به بازار و همچنین حوزه‌های ریسک فناوری و بازار را

درصد آمادگی بازار فناوری پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک مراحل نه گانه آمادگی بازار در شکل زیر نشان داده شده است. چنانچه در این شکل قابل مشاهده است فناوری مورد بررسی از میزان آمادگی بالایی در سطوح ۱ تا ۷ برخوردار است و در سطح ۸ و ۹ این میزان آمادگی در حد متوسط می‌باشد.

میزان آمادگی بازار برای پذیرش فناوری نیز بالا باشد، فناوری آماده ورود به بازار بوده و ورود آن به بازار نیز با احتمال بالایی با موفقیت مواجه خواهد شد. اما در صورتی که یکی از حوزه‌ها در سطوح بالای مقیاس و دیگری در سطوح پایینی باشد، فناوری اصطلاحاً در حوزه ریسک قرار دارد. در مجموع دو حوزه ریسک برای هر فناوری وجود دارد که در شکل زیر نشان داده شده است.

مشخص می‌کند. به این صورت که اگر میزان آمادگی بازار و میزان آمادگی فناوری هر دو در سطوح پایین قرار داشته باشند (به عبارت دیگر به لحاظ میزان آمادگی در هر دو بُعد، در مراحل ۱ تا ۵ باشند)، فناوری برای ورود به بازار آمادگی ندارد، بازار نیز آماده پذیرش چنین فناوری نخواهد بود. در حالتی که میزان آمادگی فناوری بالا بوده (در مراحل ۶ به بعد قرار داشته باشد) و

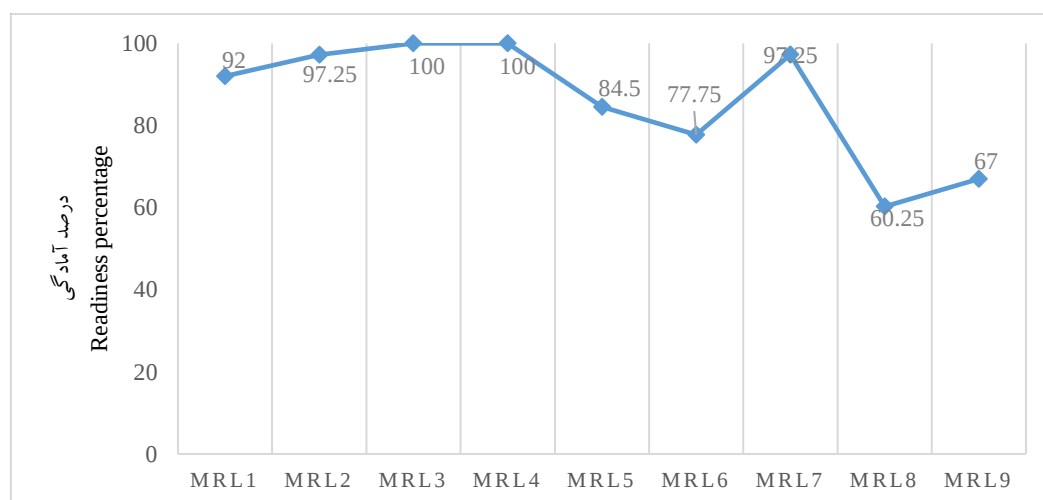
جدول ۵- میزان آمادگی بازار فناوری پوشش‌دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک سطوح آن

Table 5- The degree of market readiness of crop seed coating technology according to its levels

سطوح Levels	میانگین Mean	میزان آمادگی سطح The degree of readiness level
MRL1: شناسایی یک نیاز مشخص در بازار و فناوری مورد نیاز متناظر با آن MRL1: Identification of a specific need in the market and the technology required corresponding to it	3.68	بالا High
MRL2: شناسایی ویژگی‌های مورد انتظار فناوری جدید MRL2: Identifying the expected features of new technology	3.89	بالا High
MRL3: تعیین تناسب محصول-بازار MRL3: Determining product-market fit	4	بالا High
MRL4: تحلیل رقبا و مزیت رقابتی MRL4: Analysis of competitors and competitive advantage	4	بالا High
MRL5: توسعه برنامه تجاری اولیه MRL5: Development of initial business plan	3.38	بالا High
MRL6: آزمایش محصول در بازار اولیه MRL6: Early market product testing	3.11	بالا High
MRL7: آمادگی برای تولید MRL7: Preparation for production	3.89	بالا High
MRL8: آمادگی برای ورود به بازار MRL8: Preparation to enter the market	2.41	متوسط Moderate
MRL9: ورود فناوری به بازار و بهینه‌سازی مداوم MRL9: Technology entry into the market and continuous optimization	2.68	متوسط Moderate

*4= very high, 0= None

*۴= خیلی زیاد، ۰= هیچ.



شکل ۲- درصد آمادگی بازار فناوری پوشش‌دار کردن بذور محصولات زراعی به تفکیک سطوح تشکیل دهنده آن

Figure 2- Market readiness percentage of crop seed coating according to its levels

سطوح آمادگی بازار (۷/۹) Market readiness levels (7/9)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
MRL 9	ریسک شکست فناوری Technology failure risk									9
MRL 8										8
MRL 7										7
MRL 6										6
MRL 5	ریسک شکست بازار Market failure risk									5
MRL 4										4
MRL 3										3
MRL 2										2
MRL 1										1
	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9	سطوح آمادگی فناوری (۸/۹) Technology readiness levels (8/9)

شکل ۳- انطباق سطوح آمادگی فناوری و آمادگی بازار دانش فنی پوشش دار کردن بذور محصولات زراعی

Fig. 3- Adaptation of technological readiness levels and market readiness of crop seed coating

منظور توسعه محصولات یا فناوری‌های جدید توسط هر شرکت یا بنگاه کسب و کار، مدیران فناوری باید چنین راهبردی را در نظر داشته و واحدهای مرتبط را در این راستا راهبری کنند.

همان طور که در شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود، فناوری مورد بررسی به لحاظ سطوح آمادگی فناوری در سطح ۸ و به لحاظ سطوح آمادگی بازار در سطح ۷ قرار دارد. اگرچه به لحاظ آمادگی فناوری در مرحله آخر یا سطح نهم و همچنین به لحاظ سطح آمادگی بازار در دو سطح آخر نیاز به تلاش بیشتر وجود دارد، اما فناوری پوشش دار کردن بذور غلات، حوزه‌های شکست فنی و شکست بازار را طی کرده است و در مرحله آمادگی برای ورود به بازار قرار دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که فناوری پوشش دار کردن بذور غلات برای ورود به بازار آمادگی لازم را داشته و ورود آن به بازار با ریسک شکست فناوری و ریسک شکست بازار مواجه نخواهد شد. این فناوری به لحاظ میزان آمادگی فناوری سطوح یک تا هشت مقیاس آمادگی فناوری را که عمدتاً ابعاد فنی، تکنیکی و سخت افزاری فناوری را در بر می‌گیرند، با میزان آمادگی بالایی طی کرده

یکی از این حوزه‌ها، حوزه شکست بازار است و زمانی اتفاق می‌افتد که سطح آمادگی فناوری بالا بوده و به عبارت دیگر فناوری بالغ باشد، اما سطح آمادگی بازار پایین باشد. در این صورت ارائه دهنده فناوری با خطر شکست در بازار به دلیل عدم آمادگی بازار مواجه می‌شود. در این صورت باید بر روی توسعه بازار فناوری تمرکز کرد. حوزه دوم حوزه شکست فناوری است و زمانی اتفاق می‌افتد که سطح آمادگی فناوری پایین، اما سطح آمادگی بازار بالا باشد. در این صورت، این خطر شکست به دلیل آمادگی اندک فناوری وجود دارد. بنابراین باید بر روی توسعه فناوری متمرکز شد (Schildorfer et al., 2017). در این شکل ناحیه قرمز، نشان دهنده عدم آمادگی بازار و فناوری است، منطقه سفید واقع در کادر سبز، دلالت بر مرحله گذار و آمادگی اولیه دارد، منطقه سبز واقع در کادر سبز نشان دهنده آمادگی تدریجی برای ورود فناوری به بازار و در نهایت ورود، نواحی سفید نشان دهنده ریسک شکست فنی یا بازار و ناحیه بنفش، جایگاه فعلی فناوری را نشان می‌دهد. در مجموع باید توجه داشت که بهترین مسیر به هنگام توسعه محصول جدید، افزایش همزمان TRL و MRL است. در نمودار زیر این مسیر به صورت فلشی نشان داده شده است که بر روی قطر حرکت کرده است. به

تولید و توزیع بسته‌های آموزشی می‌تواند به عنوان یک پل ارتباطی بین تولیدکنندگان بذرها، پوشش‌دار و کشاورزان و به عنوان راهکاری جهت افزایش آگاهی و دانش فنی کشاورزان در زمینه مزایای بذرها، پوشش‌دار و آموزش نحوه صحیح کاشت و داشت آنها عمل کرده و اعتماد متقابل را افزایش دهند. زیرا بسیاری از کشاورزان ممکن است به دلیل عدم آگاهی از مزایا و یا نحوه استفاده صحیح، نسبت به استفاده از بذرها، پوشش‌دار مقاومت نشان دهند. بسته‌های آموزشی می‌توانند این مقاومت را کاهش داده و پذیرش فناوری را افزایش دهند. این اقدام می‌تواند به عنوان یک استراتژی کلیدی برای تسهیل پذیرش و استفاده موفق از فناوری بذرها، پوشش‌دار در کشاورزی عمل کند.

فناوری پوشش‌دار کردن بذور محصولات زراعی به لحاظ آمادگی بازار نیز سطوح یک تا هفت مقیاس را با میزان آمادگی بالا طی کرده است و در دو سطح آخر نیاز به تلاش بیشتر وجود دارد. به منظور ارتقاء میزان آمادگی بازار این فناوری در سطح هشتم و نهم و کاهش تاثیر بازدارنده ضعف‌های شناسایی شده در این دو سطح مانند؛ ضعف در ارزشگذاری فناوری، ایجاد ارتباط با سهامداران کلیدی و نحوه مشارکت آنها، ضعف در تولید فناوری در مقیاس انبوه و توزیع گسترده آن به مشتریان، برنامه‌ریزی نامناسب برای بررسی و رفع چالش‌های آتی فناوری، بهبود روش‌های ارزش‌گذاری، تولید انبوه، توزیع، مدل‌های کسب و کار و برنامه‌ریزی استراتژیک ضروری به نظر می‌رسد. به عنوان مثال در حوزه ضعف در ارزشگذاری فناوری، ممکن است ارزش واقعی فناوری برای مشتریان نهایی (کشاورزان) به درستی شناسایی و اطلاع‌رسانی نشده باشد که در این زمینه انجام مطالعات دقیق‌تر بازار برای درک نیازها و انتظارات کشاورزان و ارائه ارزش پیشنهادی واضح به بهره‌برداران پیشنهاد می‌شود. در زمینه ایجاد ارتباط با سهامداران فناوری نیز توسعه شبکه‌های همکاری با شرکت‌های تولیدکننده و تشویق مشارکت بیشتر بخش خصوصی، و ایجاد پلتفرم‌های تعاملی برای جلب مشارکت سهامداران و دریافت بازخورد از آنها به منظور افزایش مشارکت سهامداران پیشنهاد می‌شود. به ویژه نیاز است که ارائه دهندگان این فناوری، در زمینه توسعه تجاری سازی فناوری و روش‌های جذب سرمایه‌گذار، نحوه تعامل با آنها و کلیه سازوکارهایی که منجر به تسهیل تولید

است. بنابراین این فناوری به لحاظ فنی دارای بلوغ و آمادگی بوده و می‌تواند با اطمینان وارد بازار شده و یا با سایر محصولات و فرایندها تلفیق شده و تاثیر رقابتی بالای خود را حفظ کند.

به نظر می‌رسد یکی از دلایلی که منجر به قرار گرفتن این فناوری در سطوح بالایی از میزان آمادگی فناوری و بازار شده است، حوزه محصولی این فناوری و اهمیت استراتژیک غلات در ایران می‌باشد. غلات به ویژه گندم و جو، به عنوان یک محصول اساسی در سبد غذایی ایرانیان و نقشی که در امنیت غذایی کشور ایفا می‌کنند، و همچنین کمک به کاهش وابستگی به واردات، معمولاً در کانون توجه و حمایت دولت قرار می‌گیرند. بنابراین افزایش تولید و بهبود کیفیت آنها نیز دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. علاوه بر این، ماهیت فناوری مورد بررسی نیز به موفقیت آن کمک کرده است. این فناوری به‌ویژه در شرایط تغییرات اقلیمی و کمبود آب، با افزایش مقاومت به خشکی و جذب بهتر مواد مغذی، باعث بهبود جوانه‌زنی، و افزایش محافظت در برابر آفات و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود و تولید پایدار را در شرایط چالش‌برانگیز محیطی تضمین می‌کند.

اگرچه نتایج مطالعات نشان داده است که چنانچه سطح آمادگی یک فناوری بالاتر از سطح هفت باشد، احتمال بروز خطر در موفقیت آن کاهش یافته و فناوری عملکرد مناسبی خواهد داشت، اما از آنجا که هدف از ارزیابی دقیق میزان آمادگی فناوری، اطلاع‌رسانی به محققان و مدیران پروژه توسعه فناوری در خصوص چگونگی عملکرد آن، کاهش ریسک پروژه‌های توسعه فناوری، تعدیل هزینه‌های ناشی از آزمون فناوری‌ها و پروژه‌های ارتقای فناوری، و فراهم کردن اطلاعات مربوط به تصمیمات پشتیبانی به عنوان بخشی از فرایند اجرای پروژه‌های توسعه فناوری است، به منظور آمادگی کامل فناوری مورد بررسی در این مطالعه باید در زمینه ترویج و آگاهی بخشی در خصوص فناوری مورد نظر به جامعه کاربران نهایی تلاش بیشتری صورت گیرد تا پذیرش آن توسط کاربران تسهیل و تسریع شود. در این خصوص پیشنهاد می‌شود با استفاده از ظرفیت نیروی انسانی مراکز و ادارات مرتبط با آموزش و ترویج کشاورزی و همچنین رسانه‌های اجتماعی در زمینه انتشار دانش مربوط به فناوری مورد بررسی بین تولیدکنندگان زمینه آشنایی بیشتر آنها را با این فناوری فراهم کرد. علاوه بر این

Kalantari, A., & Charkhtab Moghadam, J. (2015). Identifying and ranking the industry and technology considerations affecting transfer of high technologies at various technology readiness levels (TRLs). *Industrial Management Journal*, 7(1-1), 107–124. <https://10.22059/imj.2015.52895> [In Persian]

Mehrabi, H. R., Chaichi, M. R., Tavakolafshari, R., & Rezaei, Sh. (2017). Study on effect of seed coating on seedling emergence of wheat *Triticum aestivum*, cultivar Sardari in different moisture stress levels and planting depths. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 6(1), 49–56. <https://doi.org/10.22034/ijss.2017.113287> [In Persian]

Naghashzadeh, M., & Azadbakht, N. (2018). *Principles of seed production and cultivation (wheat and barley)*. Tehran: Agricultural Institute of Applied Scientific and Skilled Higher Education [In Persian]

Nguyen, T. M., Le, T., Lai, P., & Duong, A. N. (2024). The effect of technology readiness on adopting artificial intelligence in accounting and auditing in Vietnam. *Journal of Risk Financial Management*, 17, 1–27. <https://doi.org/10.3390/jrfm17010027>

Rezaie, E., Heybodi, F., Valadan, M., Safarnejad, M., & Salehi Jozani, Gh. (2020). *Commercializeable research achievements by the subordinate and affiliated units of the Agricultural Research, Education and Extension Organization: The first volume of agriculture and horticulture fields*. Tehran: Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication [In Persian]

Sandu, D., & Folea, A. V. (2022). *TRL-MRL-SRL* (1st ed.). Horizon Europe NCP.

Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>

Vik, J., Melås, A. M., Straete, E. P., & Søråa, R. A. (2021). Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 169, 120854. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120854>

Widiaputra, T., Yulianingsani, Putra, P. K., Habibie, M. I., Arifandri, R., & Ramadhana, N. (2024). Technology readiness level assessment of system information zoonosis and emerging infectious disease. *International Conference on Engineering and Computer Science (ICECS)*, Lampung, Indonesia. <https://doi.org/10.1063/5.0208106>

Yousefi, O., Ghasemian, M., & Haj Heidari, N. (2020). Evaluating the technology maturity level and estimating its costs for a light class submarine. *Journal of Technology Management Development*, 7(4), 29–61. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2020.3699.2283> [In Persian]

انبوه فناوری در کمترین زمان ممکن می‌شوند، متمرکز شوند. علاوه بر این لازم است برنامه‌ای به منظور بررسی مداوم فناوری در آینده، شناسایی چالش‌های عملکردی فناوری و رفع این چالش‌ها توسط تیم تحقیق ارائه شود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارند.

Reference

Abd Jamil, A., Sarijari, A., Rashid, R. A., Puspanathan, J., Ismail, K., & Shamsir, M. S. (2024). Technology readiness level: Advancing locally made unmanned vehicles. *Malaysian Journal of Computing*, 9(2), 1824–1837. <https://doi.org/10.24191/mjoc.v9i2.26551>

Bhattacharya, S., & Nishad, S. N. (2022). Technology readiness level: An assessment of the usefulness of this scale for translational research. *Productivity*, 62(2), 112–124. <https://doi.org/10.32381/PROD.2021.62.02.2>

CloudwatchHub. (2019). A brief refresher on technology readiness levels (TRL). Retrieved October 2024 from <https://www.cloudwatchhub.eu/exploitation/brief-refresher-technology-readiness-levels-trl> 2020.

Conceptivity. (2018). Methodology for the classification of projects/services and market readiness. *The European Watch on Cybersecurity and Privacy*. Retrieved January 2025 from www.cyberwatching.eu

Goodarzi, M., Bamdad Soofi, J., Aarabi, M., & Amiri, M. (2013). A model for technology commercialization in public research organizations of Iran. *Journal of Technology Management Development*, 1(1), 37–66. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2013.3> [In Persian]

Hermanto, C., & Purnomo, S. (2021). Balancing scientific and impact recognition on agriculture research and development in developing country. *The First International Conference on Assessment and Development of Agricultural Innovation*, Bogor, Indonesia. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130603020>

Hjorth, S. S., & Brem, A. (2016). How to assess market readiness for an innovative solution: The case of heat recovery technologies for SMEs. *Sustainability*, 8(11), 1152. <https://doi.org/10.3390/su8111152>