IlamUniversity

Journal of Entrepreneurship Research
http://jer.ilam.ac.ir
Online ISSN: 2980-857X

Explaining the Indigenous Components of Sugarcane Production and Processing with Emphasis on Process Innovations: A Fuzzy Approach

Seyed Naser Alavi[1]| Sayyed Mohammadreza Davoodi[2] ✉ | Abbas Khamseh[3]

1. Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. Email: alaviseyednaser@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. E-mail: smrdavoodi@ut.ac.ir
3. Department of industrial management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. Email: abbas.khamseh@kiau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
21. 03. 2024
Revised:
02. 09. 2024
Accepted:
03. 09. 2024

Keywords:
Innovation,
Process Innovation,
Sugarcane Industry,
Sugarcane Production and Processing,
Meta-synthesis,
Fuzzy Delphi.

ABSTRACT

Introduction: Process innovation is a subset of innovation related to improving or reconfiguring production methods, workflows, or techniques. Process innovation aims to optimize the production or delivery method of existing goods or services. The importance of process innovation lies in its potential to simplify operations, reduce costs, minimize resource consumption, and improve productivity and quality. In agriculture, innovation catalyzes transformation, efficiency improvement, sustainability, and flexibility in production systems. Process innovation in sugarcane production and processing is vital to address the multifaceted challenges facing the industry, including market demand fluctuations, environmental degradation, and socio-economic inequalities. By embracing innovation, stakeholders can increase productivity, optimize resource use, reduce environmental impacts, and as a result, ensure the long-term sustainability and resilience of the sugarcane sector. In this regard, the present research was designed and carried out to explain the indigenous components of sugarcane production and processing with an emphasis on process innovations.

Methodology: The research adopted Sandelowski and Barso's meta-composite qualitative approach. The process started with a systematic review of 405 primary articles and finally, 33 articles related to the research purpose were selected. The inclusion criterion was the publication in the field of sugarcane production and processing between 2010 and 2023. To validate the proposed model and increase acceptability, the fuzzy Delphi method with a panel of experts was used. The results were verified and reviewed by the experts.

Findings: The fuzzy Delphi resulted in deriving 57 key local indexes within four processes, i.e. planting, growing, harvesting, and processing. According to the results, it can be concluded that the integration of indigenous knowledge systems with modern innovations is important to enhance sustainability, flexibility, and learning in the sugarcane industry. In addition, joint efforts among the beneficiaries are needed to reinforce innovation, promote knowledge exchange, and develop comprehensive strategies to advance the sustainability and prosperity of the sugarcane sector.

Conclusion/ Implications: It can be inferred that innovation in the process of sugarcane production is too important to be ignored because it acts as a catalyst to enhance productivity, sustainability, and flexibility in the industry. Hence, it is suggested to create an interdisciplinary platform for cooperation and knowledge exchange to integrate indigenous knowledge systems with modern innovations in the process of sugarcane production. This way, communication among researchers, policymakers, industry players, and local communities is facilitated to create and implement innovative solutions proportional to specific fields and needs of sugarcane producers.

Cite this article:
Alavi, S. N., Davoodi, S. N., & Khamseh, A. (2024). Elucidating Indigenous Components of Sugarcane Production and Processing with Emphasis on Process Innovations: A Fuzzy Approach. *Journal of Entrepreneurship Research*, 3(3), 19-40.
DOI: https://doi.org/10.22034/jer.2024.2025318.1088

© The Author(s).

Publisher: Ilam University Press.

مجله پژوهش‌های کارآفرینی
http://jer.ilam.ac.ir
شاپا الکترونیکی: 2980-857X

تبیین مؤلفه‌های بومی تولید و فراوری نیشکر با تأکید بر نوآوری‌های فرایندی: رویکرد فازی

سید ناصر علوی[۱]| سید محمدرضا داودی[۲]✉| عباس خمسه [۳]

۱. گروه مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران. رایانامه: alaviseyednaser@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران. رایانامه: smrdavoodi@ut.ac.ir
۳. گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. رایانامه: abbas.khamseh@kiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۱/۰۲
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۶/۱۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۶/۱۳

کلیدواژه‌ها:
نوآوری،
نوآوری فرایند،
صنعت نیشکر،
تولید و فراوری نیشکر،
فراترکیب،
دلفی فازی.

چکیده

مقدمه: نوآوری فرایند، زیرمجموعه‌ای از نوآوری است که به بهبود یا پیکربندی مجدد روش‌های تولید، گردش کار یا تکنیک‌ها مربوط می‌شود. هدف نوآوری فرایند، بهینه‌سازی روش تولید یا تحویل کالاها یا خدمات موجود است. اهمیت نوآوری فرایند، در پتانسیل آن برای ساده‌کردن عملیات، کاهش هزینه‌ها، به‌حداقل رساندن مصرف منابع و بهبود بهره‌وری و کیفیت کلی است. درحوزه کشاورزی، نوآوری به‌عنوان یک تسهیلگر برای تحول، تقویت کارایی، پایداری و انعطاف‌پذیری در سامانه‌های تولید عمل می‌کند. نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر برای پرداختن به چالش‌های چندوجهی پیشروی صنعت، از جمله نوسانات تقاضای بازار، تخریب محیط‌زیست و نیز نابرابری‌های اقتصادی- اجتماعی، حیاتی است. با پذیرش نوآوری، ذی‌نفعان می‌توانند بهره‌وری را افزایش دهند، استفاده از منابع را بهینه کنند، اثرات محیط‌زیستی را کاهش دهند و درنتیجه، پایداری و انعطاف‌پذیری طولانی‌مدت بخش نیشکر را تضمین کنند. دراین‌راستا، پژوهش حاضر باهدف تبیین مؤلفه‌های بومی تولید و فراوری نیشکر با تأکید بر نوآوری‌های فرایندی طراحی و انجام شد.

روش‌شناسی: در این مطالعه از رویکرد کیفی فراترکیب سندلوسکی و بارسو استفاده شده است. فرایند پژوهش با بررسی نظام‌مند ۴۰۵ مقاله اولیه آغاز و درنهایت، ۳۳ مقاله مرتبط باهدف پژوهش انتخاب گردیده است، معیارهای ورود مقالات منتشر شده در حوزه تولید و فراوری نیشکر در فاصله زمانی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ بوده است. برای اعتبارسنجی الگوی پیشنهادی و افزایش مقبولیت از روش دلفی فازی توسط خبرگان این حوزه بهره گرفته شده و نتایج به دست آمده ازسوی خبرگان نیز تأیید و بازبینی شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها نهایی پژوهش در دلفی فازی، دست‌یابی به ۵۷ شاخص کلیدی بومی در قالب چهار فرایند کاشت، داشت، برداشت و فراوری، را نشان داد. همچنین براساس یافته‌های پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق سامانه‌های دانش بومی با نوآوری‌ها برای افزایش پایداری، انعطاف‌پذیری و فراگیری در صنعت نیشکر اهمیت دارد و نیاز به تلاش‌های مشترک بین ذی‌نفعان برای تقویت نوآوری، ترویج تبادل دانش و توسعه راهبُردهای جامع برای پیشبرد پایداری و شکوفایی بخش نیشکر است.

نتیجه‌گیری/ دستاوردها: برمبنای یافته‌های پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که اهمیت نوآوری در فرایند تولید نیشکر را نمی‌توان نادیده گرفت؛ زیرا به‌عنوان یک تسهیلگر برای افزایش بهره‌وری، پایداری و انعطاف‌پذیری در صنعت عمل می‌کند. براین‌اساس پیشنهاد می‌شود، بستری بین‌رشته‌ای برای همکاری و تبادل دانش باهدف تلفیق سامانه‌های دانش بومی با نوآوری‌های نوین در فرایند تولید نیشکر ایجاد شود تا امکان گفتگو بین پژوهشگران، سیاست‌گذاران، بازیگران صنعت و جوامع محلی برای ایجاد و اجرای راه‌حل‌های نوآورانه متناسب با نیازها و زمینه‌های خاص تولیدکنندگان نیشکر تسهیل شود.

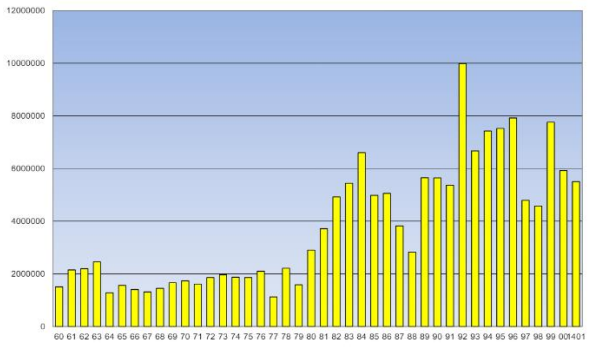
استناد: علوی، سید ناصر.، داودی، سید محمدرضا. و خمسه، عباس. (۱۴۰۳). تبیین مؤلفه‌های بومی تولید و فراوری نیشکر با تأکید بر نوآوری‌های فرایندی: رویکرد فازی. *مجله پژوهش‌های کارآفرینی*، ۳ (۳)، ۴۰- ۱۹.
DOI: https://doi.org/10.22034/jer.2024.2025318.1088
ناشر: انتشارات دانشگاه ایلام

© نویسندگان.

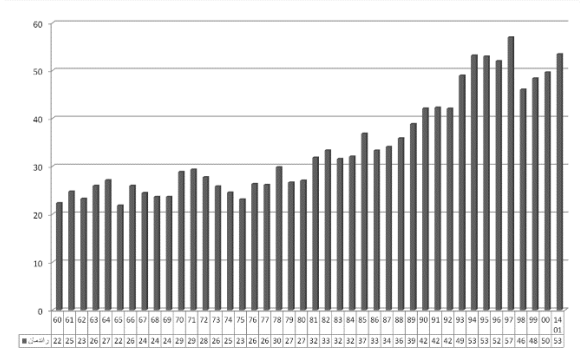
مقدمه

نوآوری، اصطلاحی فراگیر در گفتمان امروزی دربارهٔ پیشرفت و توسعه است که ذات نبوغ انسان را در بر می‌گیرد و شامل پیگیری بی‌وقفه سازگاری، بهبود و خلاقیت درحوزه‌های مختلف زندگی است. در هستهٔ خود، نوآوری به مفهوم و اجرای ایده‌ها، روش‌ها یا فناوری‌های جدید برای رسیدگی به چالش‌ها یا بهبود فرایندهای موجود اشاره دارد (Karunathilake et al., 2023; Sarvari et al., 2024). در حوزه کشاورزی، نوآوری به‌عنوان یک تسهیلگر برای تحول، تقویت کارایی، پایداری و انعطاف‌پذیری در سامانه‌های تولید عمل می‌کند (Ashraf et al., 2021). نوآوری فرایند، زیرمجموعه‌ای از نوآوری است که به بهبود یا پیکربندی مجدد روش‌های تولید، گردش کار یا تکنیک‌ها مربوط می‌شود. برخلاف نوآوری محصول که بر ایجاد کالاها یا خدمات جدید تمرکز دارد، هدف نوآوری فرایند، بهینه‌سازی روش تولید یا تحویل کالاها یا خدمات موجود است (Korasapati et al., 2023). اهمیت نوآوری فرایند، در پتانسیل آن برای ساده‌کردن عملیات، کاهش هزینه‌ها، به‌حداقل‌رساندن مصرف منابع و بهبود بهره‌وری و کیفیت کلی است (Zastempowski & Cyfert, 2022). همچنین، از راهبردهای رقابتی در توسعه کسب‌وکارهای کشاورزی شامل فرایند استفاده از بذرهای اصلاح شده در تولید محصول سالم و استفاده از شیوه‌های نوین کشاورزی سالم است (Noori et al., 2023).

درزمینه صنعت نیشکر، نوآوری در فرایند از اهمیت بالایی برخوردار است. بخش نیشکر جایگاهی محوری در کشاورزی جهانی دارد و به‌عنوان منبع حیاتی شکر، سوخت‌های زیستی و سایر محصولات جانبی ارزشمند عمل می‌کند (Munyoro & Tyorera, 2023). علاوه براین، میلیون‌ها معیشت را در سراسر جهان حفظ می‌کند، به‌ویژه در مناطقی که کشت نیشکر، ستون فقرات اقتصاد روستایی را تشکیل می‌دهد. بااین‌حال، صنعت نیشکر با چالش‌های چندوجهی، از جمله نوسانات تقاضای بازار، تخریب محیط‌زیست، محدودیت‌های منابع و نابرابری‌های اقتصادی- اجتماعی مواجه است (Silva et al., 2019). نمودار یک و نمودار دو وضعیت مقایسه‌ای صنعت نیشکر را در سال‌های مختلف در ایران نمایش می‌دهد(Union of sugar and sugar factories of Iran,2024).



نمودار ۱. آمار نیشکر تولیدی در ایران



نمودار۲. راندمان کشت ایران در هکتار

نوآوری، به‌ویژه نوآوری فرایندی، به‌عنوان پایه‌ای برای رسیدگی به این چالش‌ها و بهره‌برداری از پتانسیل‌های نهفته صنعت ظاهر می‌شود. از طریق معرفی تکنیک‌ها، فناوری‌ها و شیوه‌های جدید، ذی‌نفعان می‌توانند بازدهی را افزایش دهند، استفاده از منابع را بهینه کنند، اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهند، و شمول اجتماعی- اقتصادی را ارتقا دهند (Ungureanu et al., 2022). از سوی دیگر، نوآوری با تجهیز ذی‌نفعان به ابزارهایی برای انطباق با شرایط پویای بازار، تنوع آب‌وهوا و چارچوب‌های قانونی در حال تحول، انعطاف‌پذیری را تقویت می‌کند (Carrer et al., 2022).

باتوجه‌به اینکه بخشی از نیاز فرآورده‌های نیشکری از خارج کشور تأمین می‌شود، همچنین باتوجه‌به نمودارهای یک و دو و عدم ثبات و یا بهبود مستمر و افزایشی در سالیان مختلف در دو نمودار فوق، لزوم توجه به نوآوری‌های فرایندی در تولید و فراوری صنعت نیشکر ایران به‌خوبی احساس می‌شود. علی‌رغم گام‌های برداشته شده در نوآوری فرایندی تولید و فراوری نیشکر، شکاف تحقیقاتی قابل‌توجهی در رابطه با ادغام مؤلفه‌های سامانه‌های دانش بومی و شیوه‌های سنتی در چارچوب‌های نوآوری کشاورزی مدرن وجود دارد. باقری و جوادی (Bagheri & Javadi, 2022) معتقدند جوامع بومی، به‌ویژه در مناطقی باسابقه غنی از کشت نیشکر مانند ایران، دارای بینش‌ها و تکنیک‌های ارزشمندی هستند که از قرن‌ها یادگیری تجربی و سازگاری به‌دست‌آمده است. بااین‌حال، مؤلفه‌های کلیدی این تکنیک‌های بومی نوآوری اغلب در گفتمان جریان اصلی مورد بررسی قرار نگرفته یا به حاشیه رانده می‌شوند و ضرورت پژوهش برای پر کردن این شکاف را برجسته می‌کنند. براین‌اساس، پژوهش حاضر باهدف تبیین مؤلفه‌های بومی نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر صورت‌گرفته است. این مطالعه با شناخت، مستندسازی و تجزیه‌وتحلیل سامانه‌های دانش بومی و شیوه‌های به‌کار گرفته شده توسط کشاورزان و جوامع سنتی نیشکر، به‌دنبال برجسته‌سازی اثربخشی، پایداری و سازگاری آن‌ها است. سهم این پژوهش فراتر از دانشگاه است و با ذی‌نفعان مختلف در سراسر زنجیره ارزش نیشکر در ایران همسو می‌شود. برای کشاورزان و جوامع، بینش‌هایی را در مورد شیوه‌های آزمایش شده با زمان ارائه می‌دهد که بهره‌وری، انعطاف‌پذیری و رفاه اجتماعی- اقتصادی را افزایش می‌دهد. سیاست‌گذاران و بازیگران صنعت می‌توانند از توصیه‌های مبتنی بر شواهد برای ایجاد محیطی توانمند که به سامانه‌های دانش بومی ارزش می‌دهد و آن‌ها را یکپارچه می‌کند، بهره‌مند شوند. علاوه براین، محققان و متخصصان درک عمیق‌تری از پویایی‌های نوآوری در زمینه‌های کشاورزی به‌دست می‌آورند و راه را برای مداخلات مشارکتی و حساس فرهنگی هموار می‌کنند. درنتیجه، تلاش برای نوآوری در تولید نیشکر فراتر از پیشرفت فناوری است و مظهر تلاشی کل‌نگر است که حکمت سنتی، تحقیق علمی و الزامات اقتصادی- اجتماعی را در برمی‌گیرد. ایران با پذیرش و ارزش‌گذاری سامانه‌های دانش بومی می‌تواند مسیری را به‌سوی آینده‌ای پایدارتر و عادلانه‌تر برای صنعت نیشکر و ذی‌نفعان آن ترسیم کند. باتوجه‌به موارد فوق، پرسش اصلی که این پژوهش را هدایت می‌کند این است: مؤلفه‌های تأثیرگذار بومی‌شده نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر کدامند؟

مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

نوآوری

نوآوری که اغلب به‌عنوان موتور پیشرفت و توسعه اعلام می‌شود، مفهومی چندوجهی است که تقابل پویا بین خلاقیت، سازگاری و حل مسئله را در برمی‌گیرد. در اصل، نوآوری به فرایند معرفی ایده‌ها، روش‌ها یا فناوری‌های جدید برای رسیدگی به چالش‌های موجود یا بهبود شیوه‌های موجود اشاره دارد و چندین ویژگی کلیدی از جمله چشم‌انداز آینده‌نگر، پیگیری بهبود مستمر و تمایل به چالش کشیدن وضعیت موجود را در برمی‌گیرد (Begum et al., 2022). علاوه براین، نوآوری اغلب در محیط‌های مساعد برای همکاری، تنوع دیدگاه‌ها و ریسک‌پذیری رشد می‌کند و فرهنگ بهبود مستمر و سازگاری را تقویت می‌کند (Bena et al., 2022).

نوآوری فرایندی

نوآوری فرایندی، زیرمجموعه‌ای از نوآوری است که به‌طور خاص بر بهبود یا پیکربندی مجدد روش‌های تولید، گردش کار یا تکنیک‌هایی برای بهینه‌سازی کارایی، کیفیت و استفاده از منابع تمرکز دارد و به‌ویژه، در زمینه بخش‌های صنعتی و کشاورزی برجسته است (Szabo et al., 2021). برخلاف نوآوری محصول که شامل ایجاد کالاها یا خدمات جدید است، نوآوری فرایند به‌دنبال بهبود روش تولید یا تحویل محصولات موجود است. ویژگی‌های نوآوری فرایند شامل یک رویکرد سامان‌مند برای شناسایی ناکارآمدی‌ها یا تنگناها در سامانه‌های تولید، استفاده از پیشرفت‌های فناوری یا تغییرات رویه‌ای برای ساده‌سازی

عملیات، و دستیابی به بهبودهای ملموس در بهره‌وری، مقرون‌به‌صرفه بودن و پایداری محیط‌زیستی است (Goni et al., 2022). نوآوری فرایندی، نشان‌دهندهٔ تحول عمدی روش‌ها، فناوری‌ها یا راهبُردهای یک سازمان برای تقویت کارایی و اثربخشی عملیاتی است. هدف اصلی نوآوری فرایندی، بهینه‌سازی گردش کار، کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد کلی یک سازمان است (Sadiki & Lebailly, 2021).

صنعت نیشکر

صنعت نیشکر سنگ بنای کشاورزی جهانی است و محصولات آن به‌عنوان اجزای ضروری در بخش‌های مختلف از جمله مواد غذایی، انرژی و داروسازی عمل می‌کنند. درک پیچیدگی‌های چرخه تولید نیشکر برای درک نقش نوآوری در این صنعت اساسی است (Nunes et al., 2020). این فرایند در چندین بخش، با مرحله کاشت[1] آغاز می‌شود، جایی که مجموعه‌ها یا ساقه‌های نیشکر بادقت انتخاب شده در خاک آماده کاشته می‌شوند. در طول دوره داشت[2] که ماه‌ها طول می‌کشد، نیشکر تحت مراقبت‌های ویژه از جمله آبیاری، کوددهی و مدیریت آفات قرار می‌گیرد تا پتانسیل رشد و عملکرد آن بهینه شود (Korasapati et al., 2023). همان‌طور که محصول بالغ می‌شود، فرایند برداشت[3] شامل برش انتخابی و جمع‌آوری ساقه‌های بالغ برای پردازش بیشتر می‌شود. درنهایت، در مرحله فراوری[4] نیشکر برداشت‌شده تحت یک‌رشته فرایندهای تصفیه و استخراج قرار می‌گیرد تا قند و شکر، ملاس، اتانول و سایر محصولات جانبی باارزش تولید شود (Flórez-Martínez et al., 2021).

نوآوری فرایندی در صنعت نیشکر

نوآوری در فرایند تولید نیشکر نقش مهمی در افزایش بهره‌وری، پایداری و انعطاف‌پذیری در کل زنجیرهٔ ارزش ایفا می‌کند (Nayeri et al., 2021). از فناوری‌های کشاورزی دقیق که شیوه‌های آبیاری و کوددهی را بهینه می‌کنند تا تجهیزات مکانیزه برداشت که شدت کار و تلفات پس از برداشت را کاهش می‌دهد، نوآوری‌ها در هر مرحله از کشت و فراوری نیشکر فراوان است (Flórez-Martínez et al., 2023). علاوه براین، پیشرفت‌ها در بیوتکنولوژی، مهندسی ژنتیک و اصلاح محصولات منجر به توسعه انواع نیشکر پربازده و مقاوم در برابر بیماری شده است که بهره‌وری و سوددهی را برای کشاورزان افزایش می‌دهد (Cezarino et al., 2023).

مونیورو و تیوررا (Munyoro & Tyorera, 2023) در پژوهش خود به نقش نوآوری در رشد صنعت نیشکر در زیمبابوه پرداختند و نشان داده‌اند که چالش‌های متعددی باعث موانعی در راه توسعه این صنعت می‌شوند. این موانع شامل کمبود نوآوری، مشکلات مالی، عدم دسترسی به فناوری‌های جدید، فرهنگ نوآوری ضعیف، عدم پایداری اقتصادی و مشکلات ارزی، تورم، نوسانات ارزی، و ناسازگاری‌های سیاستی هستند. این مطالعه نیز به اهمیت اصلاحات در صنعت نیشکر و نیز اصلاحاتی در شیوه‌های کشاورزی مانند تناوب کشت، حفاظت از محصول، مدیریت منابع آب، مدیریت خاک، بهینه‌سازی تغذیه گیاه، و استفاده از روش‌های برداشت مکانیزه اشاره کرده و تأکید دارد که این اصلاحات ضروری است تا به توسعه صنعت نیشکر کمک کند. همچنین، کادام و همکاران (Kadam et al., 2023) به بررسی افزایش تولید نیشکر با شناسایی و رفع محدودیت‌های اساسی کشاورزان پرداخته‌اند. این مطالعه چندین محدودیت قابل‌توجه در طول اجرای روش‌های کشت پایدار در کشت نیشکر شناسایی کرد، از جمله هزینه‌های بالای کودهای پیچیده، مخارج نیروی کار، ناکافی بودن مقدار مناسبی از کرم خاکی موردنیاز و عدم وجود قیمت‌گذاری مبتنی بر بازیابی. به‌عنوان پاسخ، کشاورزان پیشنهادهای ارزشمندی مانند ارائه اعتبار با نرخ بهره کمتر و به‌موقع، کاهش هزینه کودهای پیچیده و انجام نمایش یا آزمایش در مزرعه از روش‌های مختلف کشت پایدار برای اثبات کارآمدی آن‌ها ارائه داده‌اند. گوتررزکانو و همکاران (Gutiérrez Cano et al., 2023) به بررسی فرایندهای نوآوری و توسعه،

[1] Planting
[2] Growing
[3] Harvesting
[4] Processing

استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، پایداری، آموزش و گسترش در سامانه نوآوری کشاورزی پرداخته‌اند. از طریق مطالعه محدودیت‌های موجود در فرایندهای نوآوری کشاورزی، مشارکت تعاونی‌ها، پلتفرم‌های فناوری و سازمان‌های کشاورزان به‌عنوان واسطه‌هایی برای پر کردن شکاف‌های سامانه پیشنهاد شده است.

پالاسیوس و همکاران (Palacios-Bereche et al., 2022) نیز در مطالعه خود بیان می‌دارند که صنعت نیشکر از اهمیت زیادی برای کشور برخوردار است و ازآنجایی‌که این صنعت انرژی‌زا است، بدون شک مدیریت انرژی برای فرایند صنعتی آن اهمیت دارد. این مطالعه به جایگزین‌های مختلف برای بهبود فرایند صنعتی نیشکر، باهدف بهینه‌سازی مدیریت انرژی می‌پردازد. علاوه براین، سولومون و همکاران (Solomon et al., 2022) در مطالعات خود تأکید می‌کنند که هدف صنعت جهانی شکر باید سازگاری مستمر برای باقی‌ماندن در محیطی رقابتی باوجود افزایش هزینه‌های تولید، تغییرات اقلیمی، فشارهای زیستی و غیرزیستی، هزینه‌های سازگاری و تغییر الگوهای تولید و مصرف به‌دلیل مخاطرات جهانی باشد. بااین‌حال، صنعت شکر دارای پتانسیل لازم برای اثرگذاری مثبت و کمک به مسائل کلیدی مرتبط با توسعه گسترده و پایدار به روش‌های مختلف است که شامل بهره‌برداری از ظرفیت نوآوری فناورانه در زمینه‌هایی نظیر انرژی زیستی، برداشت سبز و بهره‌برداری پایدار از زباله، جداسازی، کشاورزی در محیط فناوری‌های صنعت چهار، کشاورزی فشرده، فناوری‌های حفاظت، مدیریت منابع آب در مزرعه و فرایند، کاهش آلودگی، بازیافت بخار، فناوری‌های سلول‌های سوختی، سوخت‌های زیستی، قندهای ارگانیک و اختصاصی، کودهای سبز و پلاستیک‌های قابل تجزیه‌وتحلیل، و همچنین محصولات بیوشیمیایی، دارویی و صنعتی است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از حیث روش کاربردی است؛ زیرا نتایج آن قابل‌استفاده برای شرکت‌های تولید و فراوری نیشکر است. همچنین، باتوجه‌به بهره‌گیری از فراترکیب برای استخراج شاخص‌ها و نیز استفاده از دلفی فازی برای بومی‌سازی شاخص‌ها، پژوهش حاضر را از نوع روش می‌توان پژوهشی کیفی دانست. ابتدا، با استفاده از رویکرد فراترکیب سندلوسکی و بارسو (Sandelowski & Barroso, 2007)، ابعاد و مؤلفه‌های نوآوری‌های فرایندی تولید و فراوری نیشکر شناسایی و استخراج شدند. در مرحله بعدی پژوهش، با استفاده از روش دلفی فازی با بهره‌گیری از نظرات خبرگان صنعت و دانشگاه در حوزه نوآوری‌های کشاورزی و صنعت نیشکر، از بین این شاخص‌ها و نیز لحاظ نمودن شاخص‌های جدید پیشنهادی، شاخص‌های بومی نوآوری‌های فرایندی در تولید و فراوری نیشکر، شناسایی شدند.

در فراترکیب، ۴۰۵ مقاله اولیه با استفاده از کلمات کلیدی نظیر نوآوری فرایندی در صنعت نیشکر[1]؛ نوآوری فرایندی در کشاورزی[2]؛ نوآوری فرایندی در صنعت غذایی[3]؛ نوآوری فرایندی در مرحله کاشت[4]؛ نوآوری فرایندی در مرحله داشت[5]؛ نوآوری فرایندی در مرحله برداشت[6]و نوآوری فرایندی در مرحله فراوری[7]شناسایی شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات کیفی غیرفارسی مرتبط با پرسش پژوهش بودند که در پایگاه‌های داده از جمله تیلور و فرانسیس[8]؛ وایلی[9]؛ اسپرینگر[10]؛ امرالد[11]؛ الزویر[12]

[1] Process innovation in the sugarcane industry
[2] Process innovation in agriculture
[3] Process innovation in the food industry
[4] Process innovation in the planting
[5] Process innovation in the growing
[6] Process innovation in the harvesting
[7] Process innovation in the processing
[8] Taylor and Francis
[9] Wiley
[10] Springer
[11] Emerald
[12] Elsevier

و مؤسسه اقتصاد بین‌المللی پترسون[1] بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ چاپ شده و حتماً دارای نمایه اسکاپوس[2] یا ISI-Listed یا ISI-WOS بودند. از سوی دیگر، مقالات کیفی فارسی مرتبط که توسط نشریات دارای اعتبار علمی- پژوهشی بین سال‌های مذکور چاپ شده و دارای دسترسی آزاد بودند از طریق پایگاه‌های داده مگیران، SID و سیویلیکا مورد بررسی قرار گرفتند. اعتبار این مرحله با استفاده از روش سندلوسکی و بارسو (Sandelowski & Barroso, 2007) تأیید شد. برای افزایش روایی توصیفی، از معیارهای ورود به پژوهش از جمله برگزاری جلسات هفتگی برای گزارش جستجوی مقالات و ارزیابی گزارش‌های اعضای تیم برای افزایش روایی تفسیری و استفاده از متخصص در زمینه پژوهش برای افزایش روایی عملی استفاده شد. برای بررسی پایایی پژوهش نیز از برنامه مهارت‌های ارزیابی انتقادی توسط اعضای تیم و خبرگان استفاده شد. این ارزیابی شامل ده سؤال باهدف ارزیابی کیفیت، دقت، اعتبار و اهمیت مقالات نهایی انجام شد. ویژگی بارز خبرگان منتخب، دارا بودن حداقل ده سال تجربه اجرایی و یا پژوهشی در حوزه صنعت نیشکر و نیز دارابودن تحصیلات لیسانس و بالاتر بوده است. مراحل دلفی به‌صورت زیر بود:

گام اول دلفی فازی (گردآوری نظرات خبرگان): در مرحله اول دلفی، پرسش‌نامه‌های تهیه شده براساس نتایج پیشین پژوهش طراحی و از خبرگان درخواست شد تا با استفاده از متغیرهای کلامی میزان اهمیت هر یک از شاخص‌های شناسایی شده را در ابعاد مربوط به هر شاخص مشخص نمایند. تعداد مناسب خبرگان مشارکت‌کننده به عواملی نظیر امکان دسترسی به افراد، زمان و بودجه در اختیار پژوهشگر بستگی دارد. اگرچه اغلب پژوهش‌های پیشین تعداد مشارکت‌کنندگان را بین ۱۰ تا ۲۰ نفر ذکر نموده‌اند، اما عده‌ای نیز معتقدند که با افزایش خبرگان اطلاعات جدیدی حاصل نمی‌شود و به‌عبارتی پاسخ‌ها تکراری می‌شوند (Ismail, Kamil. 2010). خبرگان انتخاب شده در این پژوهش ۱۵ نفر بوده‌اند که به‌صورت غیرتصادفی و هدفمند انتخاب شده‌اند.

گام دوم دلفی فازی (تبدیل متغیرهای کلامی به اعدا فازی مثلثی): در این مرحله متغیرهای کلامی باتوجه‌به جدول ۱، به‌صورت اعداد فازی مثلثی تعریف شدند. بدین‌صورت که اعداد فازی مثلثی به نظرات هر یک از خبرگان داده شد و مجموعه اعداد فازی مثلثی برای هر خبره با استفاده از رابطه یک به‌دست آمد.

جدول ۱. رابطه عبارات کلامی و اعداد فازی

متغیر کلامی	عدد فازی	l	m	u
خیلی کم	(۰ ، ۰ ، ۰/۲۵)	۰	۰	۰/۲۵
کم	(۰ ، ۰/۲۵ ، ۰/۵)	۰	۰/۲۵	۰/۵
متوسط	(۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵)	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵
زیاد	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)	۰/۵	۰/۷۵	۱
خیلی زیاد	(۰/۷۵ ، ۱ ، ۱)	۰/۷۵	۱	۱

رابطه (۱)
$$\tilde{A}^{(i)} = \left(a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}\right) \qquad i = 1,2,3,...,n$$

گام سوم دلفی فازی (تبدیل نظرات خبرگان به عدد فازی): در این مرحله برای تبدیل تمامی نظرات خبرگان درباره یک شاخص به یک عدد فازی، از میانگین مجموعه‌های فازی و با استفاده از رابطه دو استفاده شده است.

رابطه (۲)
$$\tilde{A}_m = \left(a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}\right) = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i\right)$$

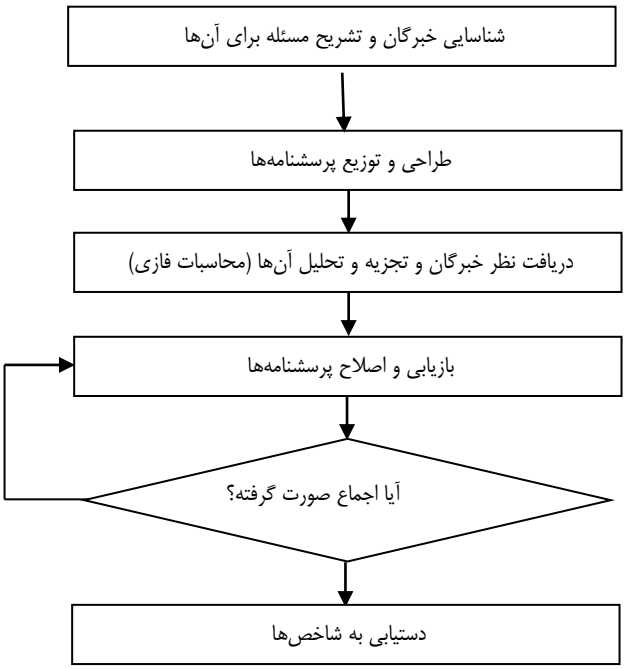
[1] Peterson Institute for International Economics
[2] Scopus

گام چهارم دلفی فازی (فازی‌زدایی کردن): روش‌های مختلفی برای فازی‌زدایی مقادیر نهایی هر یک از شاخص‌ها وجود دارد. در این مطالعه از روش ساده مرکز ثقل براساس رابطه سه برای فازی‌زدایی مقادیر هر یک از مراحل دلفی فازی استفاده شده است (Kosmidou, 2017).

رابطه (۳)

$$S_j = \frac{u_j + m_j + l_j}{3}$$

مراحل اجرایی روش دلفی فازی در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. مراحل اجرای روش دلفی فازی (Hsueh et al., 2013**)**

بررسی روایی در بخش دلفی فازی با استفاده از روش اعتبار محتوا صورت گرفت و سؤالات پرسش‌نامه دلفی براساس شاخص‌های تأیید شده توسط پژوهشگر و با همکاری تیم پژوهش، طراحی گردیدند. همچنین جهت بررسی پایایی نیز مقدار آلفای کرونباخ پرسش‌نامه در دور اول محاسبه شد و ازآنجاکه این مقدار بیشتر از ۰/۷ بود، لذا پایایی پرسش‌نامه نیز مورد تأیید قرار گرفت.

یافته‌ها

بخش فراترکیب

روش سندلوسکی و بارسو (Sandelowski & Barroso, 2007) رویکردی شامل بررسی منظم و سازمان‌یافته تحقیقات کیفی است. پرسش‌های شروع فراترکیب عبارت‌اند از:

چه چیزی: مؤلفه‌های نوآوری فرایندی در صنعت نیشکر؛

چه کسی: مقالات منتشر شده در مجلات علمی و پایگاه‌های مختلف؛

چه وقت: از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳؛

چگونه: مقالات کمی، کیفی، ادغامی.

از ۴۰۵ مقاله اولیه شناسایی شده، در مرحله اول تعداد ۲۳۵ مقاله به‌دلیل نامرتبط بودن عنوان، در مرحله دوم ۸۹ مقاله به‌دلیل نامرتبط بودن هدف و یا روش غیرکیفی، در مرحله سوم ۳۳ مقاله به‌دلیل نامرتبط بودن هدف، روش غیرکیفی و یا یافته‌های غیرمرتبط و در نهایت، در مرحله چهارم ۱۵ مقاله به‌دلیل طرح تحقیقاتی ناسازگار باهدف پژوهش، حذف گردیدند. پس از انجام چهار مرحله مذکور، ۳۳ مقاله نهایی برای تجزیه‌وتحلیل انتخاب شدند که شاخص‌های نهایی خروجی آن‌ها در روش فراترکیب،۵۰ شاخص به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار بر نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر شناسایی شد و در ابعاد چهارگانه شامل«نوآوری در فرایند کاشتن»، «نوآوری در فرایند داشت»، «نوآوری در فرایند برداشت» و «نوآوری در فرایند فراوری» مطابق جدول ۲، دسته بندی گردید.

بخش دلفی فازی

دلفی فازی در سه مرحله به شرح ذیل صورت گرفت.

مرحله اول دلفی فازی: با استفاده از شاخص‌های مستخرج از بخش فراترکیب و براساس متغیرهای کلامی تعریف شده، پرسش‌نامه‌ای جهت مرحله اول دلفی فازی طراحی و به خبرگان داده شد. نتایج حاصل از بررسی پاسخ‌های مرحله اول دلفی، در ستون‌های سمت چپ جدول ۲، ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج دور اول دلفی فازی

ابعاد	ردیف	شاخص	تجمیع نظر خبرگان			مقدار دی‌فازی شده
			l	m	u	S1
نوآوری در فرایند کاشت	۱	فناوری آبیاری زیر سطحی	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۸۳	۰/۶۴۴
	۲	فناوری تهیه قلمه نیشکر	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۹۳۳	۰/۷۵۰
	۳	شیوه‌های کشت پایدار (نظیر تکنیک‌های کشاورزی حافظ محیط‌زیست، سلامت همگانی و رفاه حیوانات، فرآورده‌های گیاهی و حیوانی)	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۶۷	۰/۷۷۲
	۴	فناوری‌های کشاورزی دقیق	۰/۴۳۳	۰/۶۸۳	۰/۹۰۰	۰/۶۷۲
	۵	تصمیم‌گیری داده‌محور (جمع‌آوری داده‌ها براساس اهداف و شاخص‌های کلیدی عملکرد قابل‌اندازه‌گیری)	۰/۲۱۷	۰/۳۸۳	۰/۶۳۳	۰/۴۱۱
	۶	نوآوری شیمی کشاورزی	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۰۰	۰/۶۹۴
	۷	تکنیک‌های کاشت مقاوم در برابر آب‌وهوا (مانند کاشت کم آب بر)	۰/۲۳۳	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۴۸۳
	۸	فناوری بذر	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۸۳	۰/۶۵۶
	۹	اتوماسیون در کاشت	۰/۶۰۰	۰/۸۵۰	۰/۹۸۳	۰/۸۱۱
	۱۰	ابتکارات تحقیقاتی مشترک	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۱۱	نوآوری‌های مدیریت آب	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۸۵۰	۰/۶۱۱
	۱۲	کنترل آفات بیولوژیکی	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۹۱۷	۰/۶۸۹
	۱۳	پذیرش کشاورزی عمودی	۰/۳۱۷	۰/۵۶۷	۰/۸۱۷	۰/۵۶۷
	۱۴	تأثیر نظارتی و سیاست	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۶۷	۰/۶۵۰
نوآوری در فرایند داشت	۱۵	سامانه‌های آبیاری هوشمند	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۱۶	فناوری هوشمند مدیریت مواد مغذی	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۱۷	بهره‌گیری از پهپادها در مبارزه با علف‌های هرز و آفات	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹
	۱۸	فناوری نوین هواشناسی	۰/۳۱۷	۰/۵۶۷	۰/۸۱۷	۰/۵۶۷
	۱۹	شیوه‌های نوین جذب کربن	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۳۳	۰/۷۶۱
	۲۰	فناوری‌های سنجش از راه دور	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱

ابعاد	ردیف	شاخص	تجمیع نظر خبرگان l	m	u	مقدار دی‌فازی شده S1
	۲۱	فناوری ماشین‌آلات نوین داشت محصول	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۸۳	۰/۶۴۴
	۲۲	سامانه نظارت داده‌محور بر محصول	۰/۴۳۳	۰/۶۶۷	۰/۸۵۰	۰/۶۵۰
	۲۳	بیوتکنولوژی برای بهبود محصول	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱
	۲۴	مدیریت یکپارچه آفات	۰/۴۳۳	۰/۶۶۷	۰/۸۵۰	۰/۶۵۰
	۲۵	چرخش محصول و زراعت	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۶۷	۰/۶۵۰
	۲۶	شیوه‌های جداسازی کربن	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۲۷	فناوری‌های سنجش از راه دور	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹
	۲۸	تقویم‌های تطبیقی محصول	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۰۰	۰/۶۹۴
	۲۹	ابتکارات انتقال دانش	۰/۴۳۳	۰/۶۸۳	۰/۹۰۰	۰/۶۷۲
	۳۰	مکانیزاسیون در مراقبت از محصول	۰/۲۸۳	۰/۵۱۷	۰/۷۶۷	۰/۵۲۲
نوآوری در فرایند برداشت	۳۱	سامانه‌های نوین در تعیین بهترین زمان برداشت	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۰۰	۰/۶۹۴
	۳۲	تکنیک‌های نوآورانه در کاهش ضایعات	۰/۲۸۳	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۵۳۳
	۳۳	فناوری‌های نوین برداشت مکانیکی سبز	۰/۱۶۷	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۳۸۳
	۳۴	بهینه‌سازی تدارکات برداشت	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۱۷	۰/۷۰۰
	۳۵	فناوری‌های نوین تعمیر و نگهداری تجهیزات	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹
	۳۶	اتوماسیون در برداشت	۰/۴۳۳	۰/۶۸۳	۰/۸۸۳	۰/۶۶۷
	۳۷	اقدامات کنترل کیفیت	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۳۳	۰/۷۶۱
	۳۸	شیوه‌های برداشت کارآمد باانرژی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱
	۳۹	فناوری‌های پس از برداشت	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸
	۴۰	ابتکارات تبدیل زباله به انرژی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱
نوآوری در فرایند فراوری	۴۱	سامانه نوین بسته‌بندی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱
	۴۲	سامانه‌های کنترل کیفیت	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۶۷	۰/۶۵۰
	۴۳	فناوری بازیافت و برگشت آب صنعتی	۰/۴۰۰	۰/۶۳۳	۰/۸۳۳	۰/۶۲۲
	۴۴	سامانه‌های مانیتورینگ و دیجیتالی فرایند تولید	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶
	۴۵	سامانه اتوماسیون کارخانه	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۴۶	کارخانه‌های فراوری کارآمد با انرژی	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸
	۴۷	راهبُردهای استفاده از زباله	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۳۳	۰/۷۶۱
	۴۸	فناوری‌های پیشرفته استخراج	۰/۲۸۳	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۵۳۳
	۴۹	ابتکارات بهبود مداوم	۰/۳۵۰	۰/۵۵۰	۰/۷۶۷	۰/۵۵۶
	۵۰	تحقیقات مشترک در فراوری	۰/۱۶۷	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۳۸۳

بعد از انجام مرحله اول دلفی، خبرگان علاوه بر اعلام نظر درباره شاخص‌های ارائه شده، شاخص‌هایی را برای بعضی از مولفه‌ها اضافه نمودند که در جدول ۳، آورده شده است.

جدول ۳. شاخص‌های پیشنهاد شده در دور اول دلفی مطابق با نظر خبرگان

ابعاد	شاخص‌ها
نوآوری در فرایند کاشت	فناوری‌های نوین
	فناوری تولید نهال مقاوم نیشکر از طریق کشت بافت
	فناوری سوپر جاذب‌ها
	فناوری ماشین‌آلات پلنتر کشت
	فناوری خاک‌ورزی نوین

ابعاد	شاخص‌ها
	فناوری اصلاح نباتات پیشرفته
نوآوری در فرایند داشت	فناوری‌های نوین در تجزیه‌وتحلیل شاخص‌ها فناوری ربات‌ها در نظارت و کنترل محصول
نوآوری در فرایند برداشت	فناوری‌های نوین برداشت هوشمند فناوری جمع‌آوری کاه‌وکلش پس از برداشت فناوری تبدیل ضایعات به صنایع جانبی سامانه‌های نوین نظارت بر مصرف سوخت
نوآوری در فرایند فراوری	فناوری بازیافت مجدد انرژی فناوری تولید انرژی از باگاس فناوری تولید همزمان شکر از نیشکر و چغندر قند (دو منظوره شدن آسیاب‌ها) فناوری هوشمند ابزار دقیق فناوری بلبرینگ‌های برنزی فناوری کوپلینگ‌های فلکسی بل سامانه مرکب کردن سنگ‌های آسیاب استفاده از فناوری سنگ لوتوس آسیاب فناوری بازیافت روغن‌های ضایعاتی سامانه فلومتر شربت سامانه آهک‌زنی (جویس تریتمنت) سامانه کندانسورهای مولتی جت فناوری تبخیرکننده‌های فالینگ فیلم فناوری تولید انرژی از بخار فناوری پن‌های لانه زنبوری فناوری کانتینیوس پن فناوری برج رنگبری تصفیه شکر سامانه اکانومایزر کوره بخار سامانه باگاس درایر فناوری تولید با خروجی co2 صفر سامانه نوین انبارداری

مرحله دوم دلفی فازی: سپس میزان اختلاف نظر هر خبره با میانگین نظرات اعضاء پانل خبرگان در جدول ۲، با استفاده از رابطه چهار محاسبه شد. در گام بعدی پرسش‌نامه دیگری به‌همراه نظر قبلی هر خبره و میزان اختلاف نظر وی با میانیگن نظرات اعضا پانل، به‌همراه شاخص‌های جدید جدول سه، برای مرحله دوم دلفی فازی طراحی و در اختیار خبرگان قرار گرفت.

رابطه(۴)

$$\left(a_{m1}-a_1^{(i)},a_{m2}-a_2^{(i)},a_{m3}-a_3^{(i)}\right)=\left(\frac{1}{n}\sum_i^n=1\ a_1^{(i)}-a_1^{(i)},\frac{1}{n}\sum_i^n=1a_2^{(i)}-a_2^{(i)},\frac{1}{n}\sum_i^n=1\,a_3^{(i)}-a_3^{(i)}\right)$$

در مرحله دوم دلفی فازی، خبرگان باتوجه‌به نقطه نظرات سایر اعضاء، مجدداً به پرسش‌های ارائه شده پاسخ دادند که نتایج آن در جدول ۴، ارائه شده است. همچنین، برای بررسی اجماع نظر خبرگان قدر مطلق اختلاف میانگین نظرات خبرگان در دور اول و دوم نیز محاسبه شده که نتایج آن در جدول ۴، نشان داده شده است.

جدول ٤. نتایج دور دوم دلفی فازی

ابعاد	شاخص	تجمیع نظر خبرگان			مقدار دی فازی شده	|S2- S1|
		l	m	u	S2	
نوآوری در فرایند کاشت	فناوری‌های نوین	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	فناوری تولید نهال مقاوم نیشکر از طریق کشت بافت	۰/۵۱۷	۰/۷۶۷	۰/۹۰۰	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	فناوری سوپر جاذب‌ها	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۷۲۲
	فناوری ماشین‌آلات پلنتر کشت	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۹۳۳	۰/۷۵۰	۰/۷۵۰
	فناوری خاک‌ورزی نوین	۰/۵۱۷	۰/۷۶۷	۰/۹۵۰	۰/۷۴۴	۰/۷۴۴
	فناوری اصلاح نباتات پیشرفته	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	فناوری آبیاری زیر سطحی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۶
	فناوری تهیه قلمه نیشکر	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۳۳
	شیوه‌های کشت پایدار	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۵۰
	فناوری‌های کشاورزی دقیق	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۵۶
	تصمیم‌گیری داده‌محور	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۳۵۶
	نوآوری شیمی کشاورزی	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۸۵۰	۰/۶۱۱	۰/۰۸۳
	تکنیک‌های کاشت مقاوم در برابر آب و هوا	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۲۸۳
	فناوری بذر	۰/۳۵۰	۰/۶۰۰	۰/۸۳۳	۰/۵۹۴	۰/۰۶۱
	اتوماسیون در کاشت	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۵۰	۰/۶۴۴	۰/۱۶۷
	ابتکارات تحقیقاتی مشترک	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۵۰	۰/۶۴۴	۰/۰۳۳
	نوآوری‌های مدیریت آب	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸	۰/۰۶۷
	کنترل آفات بیولوژیکی	۰/۴۳۳	۰/۶۸۳	۰/۸۸۳	۰/۶۶۷	۰/۰۲۲
	پذیرش کشاورزی عمودی	۰/۶۰۰	۰/۸۵۰	۰/۹۸۳	۰/۸۱۱	۰/۲۴۴
	تأثیر نظارتی و سیاست	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹	۰/۰۱۱
نوآوری در فرایند داشت	فناوری‌های نوین در تجزیه‌وتحلیل شاخص‌ها	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	فناوری ربات‌ها در نظارت و کنترل محصول	۰/۸۵	۰/۷۶۷	۰/۹۰۰	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	سامانه‌های آبیاری هوشمند	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۱۷	۰/۷۰۰	۰/۰۲۲
	فناوری هوشمند مدیریت مواد مغذی	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۰۰	۰/۷۱۷	۰/۰۳۹
	بهره‌گیری از پهپادها در مبارزه با علف‌های هرز و آفات	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۸۹
	فناوری نوین هواشناسی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۱۵۰
	شیوه‌های نوین جذب کربن	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۵۰	۰/۷۳۳	۰/۰۲۸
	فناوری‌های سنجش از راه دور	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱	۰/۰۰۰
	فناوری ماشین‌آلات نوین داشت محصول	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۹۸۳	۰/۸۰۰	۰/۱۵۶
	سامانه نظارت داده‌محور بر محصول	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۷۸
	بیوتکنولوژی برای بهبود محصول	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹	۰/۰۷۲
	مدیریت یکپارچه آفات	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸	۰/۰۲۸
	چرخش محصول و زراعت	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۸۸۳	۰/۶۸۹	۰/۰۳۹
	شیوه‌های جداسازی کربن	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹	۰/۰۳۹
	فناوری‌های سنجش از راه دور	۰/۳۸۳	۰/۶۳۳	۰/۸۳۳	۰/۶۱۷	۰/۰۲۲
	تقویم‌های تطبیقی محصول	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۸۳	۰/۶۵۶	۰/۰۳۹
	ابتکارات انتقال دانش	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸	۰/۰۰۶
	مکانیزاسیون در مراقبت از محصول	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۲۴۴
نوآوری در فرایند برداشت	فناوری‌های نوین برداشت هوشمند	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۷۶۷
	فناوری جمع‌آوری کاه و کلش پس از برداشت	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	فناوری تبدیل ضایعات به صنایع جانبی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱	۰/۷۱۱

	سامانه‌های نوین نظارت بر مصرف سوخت	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۹۸۳	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰
	سامانه‌های نوین در تعیین بهترین زمان برداشت	۰/۵۱۷	۰/۷۶۷	۰/۹۰۰	۰/۷۲۸	۰/۰۳۳
	تکنیک‌های نوآورانه در کاهش ضایعات	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۲۳۳
	فناوری‌های نوین برداشت مکانیکی سبز	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۳۳۳
	بهینه‌سازی تدارکات برداشت	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۰۶
	فناوری‌های نوین تعمیر و نگهداری تجهیزات	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۸۳
	اتوماسیون در برداشت	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۵۰	۰/۷۳۳	۰/۰۶۷
	اقدامات کنترل کیفیت	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹	۰/۱۲۲
	شیوه‌های برداشت کارآمد با انرژی	۰/۴۵۰	۰/۷۰۰	۰/۸۸۳	۰/۶۷۸	۰/۰۳۳
	فناوری‌های پس از برداشت	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۵۰	۰/۶۳۳	۰/۰۹۴
	ابتکارات تبدیل زباله به انرژی	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۸۶۷	۰/۶۱۷	۰/۰۹۴
	فناوری بازیافت مجدد انرژی	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	فناوری تولید انرژی از باگاس	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۷۲۲
	فناوری تولید همزمان شکر از نیشکر و چغندرقند (دو منظوره شدن آسیاب‌ها)	۰/۳۶۷	۰/۶۱۷	۰/۸۶۷	۰/۶۱۷	۰/۶۱۷
	فناوری هوشمند ابزار دقیق	۰/۴۱۷	۰/۶۶۷	۰/۸۸۳	۰/۶۵۶	۰/۶۵۶
	فناوری بلبرینگ‌های برنزی	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	فناوری کوپلینگ‌های فلکسی بل	۰/۳۱۷	۰/۵۶۷	۰/۸۰۰	۰/۵۶۱	۰/۵۶۱
	سامانه مرکب کردن سنگ‌های آسیاب	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	استفاده از فناوری سنگ لوتوس آسیاب	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	فناوری بازیافت روغن‌های ضایعاتی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۷۰۶
	سامانه فلومتر شربت	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۱۷	۰/۶۲۲	۰/۶۲۲
	سامانه آهک زنی (جویس تریتمنت)	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱	۰/۷۱۱
	سامانه کندانسورهای مولتی جت	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	فناوری تبخیرکننده‌های فالینگ فیلم	۰/۴۶۷	۰/۷۱۷	۰/۹۱۷	۰/۷۰۰	۰/۷۰۰
	فناوری تولید انرژی از بخار	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۷۲۲
نوآوری در فرایند فراوری	فناوری پن‌های لانه زنبوری	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	فناوری کانتینیوس پن	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۷۰۶
	فناوری برج رنگبری تصفیه شکر	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۷۱۷
	سامانه اکانومایزر کوره بخار	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۷۲۸
	سامانه باگاس درایر	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۷۶۷
	فناوری تولید با خروجی co2 صفر	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۷۲۲
	سامانه نوین انبارداری	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۷۶۷
	سامانه نوین بسته‌بندی	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۱۱
	سامانه‌های کنترل کیفیت	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۹۶۷	۰/۷۹۴	۰/۱۴۴
	فناوری بازیافت و برگشت آب صنعتی	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۱۰۶
	سامانه‌های مانیتورینگ و دیجیتالی فرایند تولید	۰/۶۱۷	۰/۸۶۷	۰/۹۸۳	۰/۸۲۲	۰/۱۱۷
	سامانه اتوماسیون کارخانه	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۳۹
	کارخانه‌های فراوری کارآمد با انرژی	۰/۳۸۳	۰/۶۳۳	۰/۸۶۷	۰/۶۲۸	۰/۰۵۰
	راهبُردهای استفاده از زباله	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۶۷	۰/۶۳۹	۰/۱۲۲
	فناوری‌های پیشرفته استخراج	۰/۳۸۳	۰/۶۳۳	۰/۸۸۳	۰/۶۳۳	۰/۱۰۰
	ابتکارات بهبود مداوم	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۸۳	۰/۶۴۴	۰/۰۸۹
	تحقیقات مشترک در فراوری	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۰۰	۰/۷۱۷	۰/۳۳۳

مرحله سوم دلفی فازی: تکرار مراحل دلفی تا آنجا پیش می‌رود که قدر مطلق اختلاف میانگین نظر خبرگان بین دو مرحله نظرسنجی به کمتر از حد ۰/۲ برسد و در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود (Cheng & Lin, 2002). باتوجه‌به این‌که با انجام دور دوم دلفی هنوز قدر مطلق اختلاف میانگین خبرگان در تمامی شاخص‌ها به کمتر از ۰/۲ نرسیده است، نظرسنجی دلفی در دور سوم نیز باید ادامه یابد. در این مرحله، نظرسنجی دلفی تنها برای شاخص‌هایی که اختلاف دور اول و دوم آن‌ها بیش از ۰/۲ بوده است، اجرا گردید که نتایج آن در جدول ۵، ارائه شده است. همچنین، قدر مطلق اختلاف میانگین نظرات خبرگان در دور دوم و سوم نیز در سمت چپ جدول ۵، نمایش داده شده است.

جدول ۵. نتایج دور سوم دلفی فازی به همراه قدر مطلق اختلاف میانگین نظرات خبرگان در دور دوم و سوم

ابعاد	شاخص	تجمیع نظر خبرگان			مقدار دی فازی شده	|S2- S3|
		l	m	l	S3	
نوآوری در فرایند کاشت	فناوری‌های نوین	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۰۵۰
	فناوری تولید نهال مقاوم نیشکر از طریق کشت بافت	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۰۳۹
	فناوری سوپر جاذب‌ها	۰/۵۶۷	۰/۸۱۷	۰/۹۶۷	۰/۷۸۳	۰/۰۶۱
	فناوری ماشین‌آلات پلنتر کشت	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۳۳
	فناوری خاک‌ورزی نوین	۰/۵۱۷	۰/۷۶۷	۰/۹۰۰	۰/۷۲۸	۰/۰۱۶
	فناوری اصلاح نباتات پیشرفته	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۰۶
	تصمیم‌گیری داده‌محور	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۶۷	۰/۷۷۲	۰/۰۰۵
	شیوه‌های کشت پایدار	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۰/۷۱۱	۰/۱۸۹
	تکنیک‌های کاشت مقاوم در برابر آب و هوا	۰/۳۳۹	۰/۵۸۹	۰/۷۸۶	۰/۵۷۱	۰/۰۸۸
	پذیرش کشاورزی عمودی	۰/۳۸۳	۰/۶۳۳	۰/۸۶۷	۰/۶۲۸	۰/۰۶۱
نوآوری در فرایند داشت	فناوری‌های نوین در تجزیه‌وتحلیل شاخص‌ها	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۶۷	۰/۷۷۲	۰/۰۵۵
	فناوری ربات‌ها در نظارت و کنترل محصول	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۲۲
	مکانیزاسیون در مراقبت از محصول	۰/۳۵۰	۰/۶۰۰	۰/۸۰۰	۰/۵۸۳	۰/۰۶۱
نوآوری در فرایند برداشت	فناوری‌های نوین برداشت هوشمند	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۶۷	۰/۷۷۲	۰/۰۰۵
	فناوری جمع‌آوری کاه و کلش پس از برداشت	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۱۱
	فناوری تبدیل ضایعات به صنایع جانبی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۰۶
	سامانه‌های نوین نظارت بر مصرف سوخت	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۹۳۳	۰/۷۵۰	۰/۰۵۰
	تکنیک‌های نوآورانه در کاهش ضایعات	۰/۶۰۰	۰/۸۵۰	۰/۹۸۳	۰/۸۱۱	۰/۰۴۴
	فناوری‌های نوین برداشت مکانیکی سبز	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۱۱
نوآوری در فرایند فراوری	فناوری بازیافت مجدد انرژی	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۱۱
	فناوری تولید انرژی از باگاس	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۰۵
	فناوری تولید همزمان شکر از نیشکر و چغندر قند (دو منظوره شدن آسیاب‌ها)	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۸۹
	فناوری هوشمند ابزار دقیق	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۶۶
	فناوری بلبرینگ‌های برنزی	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۹۸۳	۰/۸۰۰	۰/۰۷۲
	فناوری کوپلینگ‌های فلکسی بل	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۱۶۷
	سامانه مرکب کردن سنگ‌های آسیاب	۰/۷۲۲	۰/۷۱۷	۰/۰۰۵	۰/۷۲۲	۰/۰۰۵
	استفاده از فناوری سنگ لوتوس آسیاب	۰/۷۱۱	۰/۷۱۷	۰/۰۰۶	۰/۷۱۱	۰/۰۰۶
	فناوری بازیافت روغن‌های ضایعاتی	۰/۷۷۸	۰/۷۰۶	۰/۰۷۲	۰/۷۷۸	۰/۰۷۲
	سامانه فلومتر شربت	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۱۰۶
	سامانه آهک‌زنی (جویس تریتمنت)	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۱۷
	سامانه کندانسورهای مولتی جت	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۱۷	۰/۷۲۲	۰/۰۰۶

ابعاد	شاخص	تجمیع نظر خبرگان			مقدار دی فازی شده	|S2- S3|
		l	m	l	S3	
	فناوری تبخیرکننده‌های فالینگ فیلم	۰/۵۶۷	۰/۸۱۷	۰/۹۶۷	۰/۷۸۳	۰/۰۸۳
	فناوری تولید انرژی از بخار	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۹۶۷	۰/۷۹۴	۰/۰۷۲
	فناوری پن‌های لانه زنبوری	۰/۶۳۳	۰/۸۸۳	۰/۹۸۳	۰/۸۳۳	۰/۱۱۶
	فناوری کانتینیوس پن	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۲۲
	فناوری برج رنگبری تصفیه شکر	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	۰/۰۵۰
	سامانه اکانومایزر کوره بخار	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۳۳	۰/۷۲۸	۰/۰۰۰
	سامانه باگاس درایر	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۵۰	۰/۷۳۳	۰/۰۳۴
	فناوری تولید با خروجی co2 صفر	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۳۳	۰/۷۱۷	۰/۰۰۵
	سامانه نوین انبارداری	۰/۴۸۳	۰/۷۳۳	۰/۹۰۰	۰/۷۰۶	۰/۰۶۱
	تحقیقات مشترک در فراوری	۰/۴۰۰	۰/۶۵۰	۰/۸۸۳	۰/۶۴۴	۰/۰۷۳

طبق جدول ۵، اختلاف میانگین نظرات خبرگان در کلیه شاخص‌ها کمتر از ۰/۲ حاصل شده، لذا می‌توان نتیجه گرفت که نظرسنجی به اجماع رسیده است. پس از اجماع خبرگان در خصوص شاخص‌ها، نوبت به غربالگری شاخص‌ها می‌رسد. در این مرحله، هر شاخصی که از مقدار آستانه تعیین شده کمتر باشد، حذف شده و بقیه شاخص‌ها به‌عنوان شاخص‌های مؤثر شناخته می‌شوند. پژوهشگرانی نظیر کاسمیدو (Kosmidou, 2017) عدد ۰/۷ را به‌عنوان مرز آستانه، یعنی معیار پذیرش شاخص‌ها معرفی‌کرده‌اند، به این معنا که اگر مقدار غیرفازی شاخصی در دور نهایی برابر با ۰/۷ یا بیشتر بود، آن را پذیرفته و اگر کمتر بود، آن را مردود دانسته و شاخص را حذف می‌نمایند. باتوجه‌به این‌که، ۲۶ شاخص از حد آستانه ۰/۷کمتر بوده است، این شاخص‌ها حذف شده‌اند که در جدول ۶، نمایش داده شده است.

جدول ٦. شاخص‌های حذف شده در دور نهایی دلفی مطابق با نظر خبرگان

ردیف	شاخص‌ها
۱	نوآوری شیمی کشاورزی
۲	تکنیک‌های کاشت مقاوم در برابر آب و هوا
۳	فناوری بذر
۴	اتوماسیون در کاشت
۵	ابتکارات تحقیقاتی مشترک
۶	نوآوری‌های مدیریت آب
۷	کنترل آفات بیولوژیکی
۸	پذیرش کشاورزی عمودی
۹	تأثیر نظارتی و سیاست
۱۰	بیوتکنولوژی برای بهبود محصول
۱۱	مدیریت یکپارچه آفات
۱۲	چرخش محصول و زراعت
۱۳	شیوه‌های جداسازی کربن
۱۴	فناوری‌های سنجش از راه دور
۱۵	تقویم‌های تطبیقی محصول
۱۶	ابتکارات انتقال دانش
۱۷	مکانیزاسیون در مراقبت از محصول
۱۸	اقدامات کنترل کیفیت
۱۹	شیوه‌های برداشت کارآمد با انرژی

ردیف	شاخص‌ها
۲۰	فناوری‌های پس از برداشت
۲۱	ابتکارات تبدیل زباله به انرژی
۲۲	کارخانه‌های فراوری کارآمد با انرژی
۲۳	راهبُردهای استفاده از زباله
۲۴	فناوری‌های پیشرفته استخراج
۲۵	ابتکارات بهبود مداوم
۲۶	تحقیقات مشترک در فراوری

در نهایت، براساس نتایج حاصل، ابعاد و شاخص‌های بومی نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر با رویکرد دلفی فازی، شامل ۵۷ شاخص در قالب چهار بُعد حاصل شد که در جدول ۷، ارائه شده است.

جدول ۷. ابعاد و شاخص‌های بومی نوآوری فرایندی در تولیدو فراوری نیشکر

ابعاد	شاخص
نوآوری در فرایند کاشت	فناوری‌های نوین آنالیز و تحلیل
	فناوری تولید نهال مقاوم نیشکر از طریق کشت بافت
	فناوری سوپر جاذب‌ها
	فناوری ماشین‌آلات پلنتر کشت
	فناوری خاک‌ورزی نوین
	فناوری اصلاح نباتات پیشرفته
	فناوری آبیاری زیر سطحی
	فناوری تهیه قلمه نیشکر
	فناوری‌های کشاورزی دقیق
	شیوه‌های کشت پایدار
	تصمیم‌گیری داده‌محور
نوآوری در فرایند داشت	فناوری‌های نوین در تجزیه‌وتحلیل شاخص‌ها
	فناوری ربات‌ها در نظارت و کنترل محصول
	سامانه‌های آبیاری هوشمند
	فناوری هوشمند مدیریت مواد مغذی
	بهره‌گیری از پهپادها در مبارزه با علف‌های هرز و آفات
	فناوری نوین هواشناسی
	شیوه‌های نوین جذب کربن
	فناوری‌های سنجش از راه دور
	فناوری ماشین‌آلات نوین داشت محصول
	سامانه نظارت داده‌محور بر محصول
نوآوری در فرایند برداشت	فناوری‌های نوین برداشت هوشمند
	فناوری جمع‌آوری کاه‌وکلش پس از برداشت
	فناوری تبدیل ضایعات به صنایع جانبی
	سامانه‌های نوین نظارت بر مصرف سوخت
	سامانه‌های نوین در تعیین بهترین زمان برداشت
	تکنیک‌های نوآورانه در کاهش ضایعات
	فناوری‌های نوین برداشت مکانیکی سبز
	بهینه‌سازی تدارکات برداشت

ابعاد	شاخص
	فناوری‌های نوین تعمیر و نگهداری تجهیزات اتوماسیون در برداشت
	فناوری بازیافت مجدد انرژی
	فناوری تولید انرژی از باگاس
	فناوری تولید همزمان شکر از نیشکر و چغندر قند (دو منظوره شدن آسیاب‌ها)
	فناوری هوشمند ابزار دقیق
	فناوری بلبرینگ‌های برنزی
	فناوری کوپلینگ‌های فلکسی بل
	سامانه مرکب کردن سنگ‌های آسیاب
	استفاده از فناوری سنگ لوتوس آسیاب
	فناوری بازیافت روغن‌های ضایعاتی
	سامانه فلومتر شربت
	سامانه آهک زنی (جویس تریتمنت)
	سامانه کندانسورهای مولتی جت
نوآوری در فرایند فراوری	فناوری تبخیرکننده‌های فالینگ فیلم
	فناوری تولید انرژی از بخار
	فناوری پن‌های لانه زنبوری
	فناوری کانتینیوس پن
	فناوری برج رنگبری تصفیه شکر
	سامانه اکانومایزر کوره بخار
	سامانه باگاس درایر
	فناوری تولید با خروجی co2 صفر
	سامانه نوین انبارداری
	سامانه نوین بسته‌بندی
	سامانه‌های کنترل کیفیت
	فناوری بازیافت و برگشت آب صنعتی
	سامانه‌های مانیتورینگ و دیجیتالی فرایند تولید
	سامانه اتوماسیون کارخانه

بحث

اهمیت نوآوری در فرایند تولید نیشکر را نمی‌توان نادیده گرفت؛ زیرا به‌عنوان یک تسهیلگر برای افزایش بهره‌وری، پایداری و انعطاف‌پذیری در صنعت عمل می‌کند. باتوجه‌به نقش حیاتی نیشکر به‌عنوان منبع حیاتی شکر، سوخت‌های زیستی و سایر محصولات جانبی ارزشمند، نوآوری نقشی اساسی در پرداختن به چالش‌های چندوجهی پیشروی این بخش، از جمله نوسان در تقاضای بازار، تخریب محیطزیست، محدودیت‌های منابع، و اجتماعی ایفا می‌کند. براین‌اساس، پژوهش حاضر باهدف تبیین مؤلفه‌های بومی تولید و فراوری نیشکر با تأکید بر نوآوری‌های فرایندی انجام شد. در این پژوهش، ابتدا با مطالعه ادبیات و پژوهش‌های موجود به روش فراترکیب، ابعاد و شاخص‌های عمومی مؤثر بر نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر شناسایی شد، سپس با استفاده از رویکرد دلفی فازی و اخذ نظرات خبرگان، مؤلفه‌های بومی نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر شامل ۵۷ شاخص در قالب چهار بُعد ارائه گردید.

بعد «نوآوری در فرایند کاشت» شامل شاخص‌های مهمی است که نقش مهمی در افزایش کارایی و پایداری کشت نیشکر ایفامی‌کند. در میان این شاخص‌ها، پذیرش فناوری‌های نوین تجزیه‌وتحلیل به‌عنوان یک عامل اصلی برجسته می‌شود. با استفاده از ابزارهای تحلیلی پیشرفته، کشاورزان می‌توانند بینش ارزشمندی در مورد ترکیب خاک، سطوح مواد مغذی و شرایط محیطی به‌دست آورند و آن‌ها را قادر می‌سازد تا تصمیمات آگاهانه‌ای در مورد شیوه‌های کاشت بگیرند. افزون براین، استفاده از گونه‌های نیشکر انعطاف‌پذیر و کشت بافتی باعث افزایش انعطاف‌پذیری محصول در برابر آفات، بیماری‌ها و شرایط نامطلوب محیطی می‌شود. این نوآوری، نه‌تنها پتانسیل عملکرد را افزایش می‌دهد، بلکه به انعطاف‌پذیری کلی سامانه‌های کشت نیشکر نیز کمک می‌کند. همچنین، پیاده‌سازی فناوری سوپر جاذب‌ها و ماشین‌آلات پلنتر کشت، استفاده کارآمدتر از آب و منابع، بهینه‌سازی ورودی‌ها و در عین حال به حداکثر رساندن بهره‌وری را ممکن می‌سازد. این شاخص‌ها در مجموع باعث پیشرفت در فرایندهای کاشت نیشکر، ترویج شیوه‌های پایدار و تقویت انعطاف‌پذیری صنعت در برابر چالش‌های مختلف می‌شوند.

در قلمرو «نوآوری در فرایند داشت»، چندین شاخص کلیدی به‌عنوان اجزای اساسی شیوه‌های کشت مدرن نیشکر ظاهر می‌شوند. فناوری‌های نوین برای تجزیه‌وتحلیل شاخص نقش مهمی در نظارت بر سلامت، رشد و وضعیت مواد مغذی گیاه در طول فصل رشد ایفا می‌کند. با به‌کارگیری تکنیک‌های تحلیلی پیچیده، کشاورزان می‌توانند نشانه‌های اولیه استرس یا کمبود مواد مغذی را تشخیص دهند و امکان مداخلات به‌موقع را برای کاهش تلفات بالقوه محصول فراهم کنند. پذیرش رباتیک برای نظارت و کنترل محصول، نشان‌دهندهٔ نوآوری مهم دیگری است که دقت و کارایی را در مدیریت سلامت و بهره‌وری محصول ارائه می‌دهد. سامانه‌های آبیاری هوشمند و فناوری‌های مدیریت هوشمند مواد مغذی، تخصیص منابع را بیشتر بهینه می‌کنند، شرایط رشد بهینه را تضمین نموده و در عین حال، هدررفت آب و مواد مغذی را به‌حداقل می‌رسانند. افزون براین، استفاده از پهپادها برای کنترل علف‌های هرز و آفات، مداخلات هدفمند را امکان‌پذیر می‌کند، اتکا به ورودی‌های شیمیایی را کاهش می‌دهد و اثرات محیط‌زیستی را به‌حداقل می‌رساند. این شاخص‌ها مجموعاً نوآوری را در فرایند داشت هدایت کرده و شیوه‌های کشت نیشکر پایدارتر و کارآمدتر را تقویت می‌کنند.

در حوزه «نوآوری در فرایند برداشت» چندین شاخص کلیدی نقش محوری در بهینه‌سازی کارایی و اثربخشی عملیات برداشت نیشکر ایفا می‌کنند. فناوری‌های برداشت هوشمند، نشان‌دهندهٔ یک نوآوری قابل‌توجه است که امکان برداشت دقیق و کارآمد را فراهم می‌کند و در عین حال تلفات و آسیب به محصول را نیز به حداقل می‌رساند. جمع‌آوری و استفاده از بقایای پس از برداشت و زباله‌ها، به کاهش ضایعات و بهینه‌سازی منابع کمک می‌کند و باعث افزایش پایداری در شیوه‌های برداشت می‌شود. سامانه‌های نوآورانه تعیین زمان، زمان‌بندی بهینه برای برداشت را تسهیل‌کرده و حداکثر عملکرد و کیفیت را تضمین می‌کنند و در عین حال، تلفات مزرعه را به‌حداقل می‌رسانند. فناوری‌های برداشت مکانیکی سبز با به‌حداقل رساندن نیاز به کار دستی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کارایی را بیشتر می‌کنند و اثرات محیط‌زیستی را کاهش می‌دهند. افزون براین، اتوماسیون در برداشت عملیات را ساده می‌کند، نیاز به نیروی کار را کاهش داده و کارایی و بهره‌وری کلی را بهبود می‌بخشد. این شاخص‌ها در مجموع باعث نوآوری در فرایند برداشت، ارتقای پایداری و کارایی در کشت نیشکر می‌شود.

در زمینه «نوآوری در فرایند فراوری»، چندین شاخص کلیدی به‌عنوان محرک‌های مهم کارایی، پایداری و کیفیت در عملیات فراوری نیشکر ظاهر می‌شوند. فناوری‌های بازیافت انرژی، نشان‌دهندهٔ یک نوآوری قابل‌توجه است که استفاده کارآمد از محصولات جانبی و مواد زائد را برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی و به‌حداقل رساندن اثرات محیط‌زیستی ممکن می‌سازد. فناوری‌های تولید انرژی باگاس با استفاده از بقایای نیشکر برای تولید برق به پایداری انرژی کمک می‌کند. آسیاب دو منظوره برای شکر و چغندر، نمونه‌ای از یک رویکرد همه‌کاره برای پردازش، به‌حداکثر رساندن استفاده از مواد خام و افزایش انعطاف‌پذیری عملیاتی است. فناوری‌های ابزار دقیق هوشمند، کارایی پردازش و کیفیت محصول را با تضمین کنترل دقیق بر فرایندهای آسیاب و پالایش افزایش می‌دهند. افزون براین، سامانه‌های کنترل کیفیت و فناوری‌های مدرن

بسته‌بندی، نقش مهمی در حفظ کیفیت و ایمنی محصول در حین برآورده کردن نیازهای بازار دارند. این شاخص‌ها در مجموع باعث نوآوری در فرایند پردازش شده و تقویت پایداری، کارایی و کیفیت در صنعت نیشکر را موجب می‌شوند.

مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات قبلی نشان‌دهندهٔ آن است که نتایج حاصل از پژوهش حاضر از جنبه‌هایی با یافته‌های پژوهشگران قبلی هم‌راستا است، لیکن درجنبه‌هایی نیز نوآوری دارد. به‌عنوان نمونه، یافته‌های پژوهش در خصوص اهمیت فناوری‌های کشاورزی دقیق در فرایند کاشت با نتایج مطالعات سولومون و همکاران(Solomon et al., 2022; Zamany et al., 2024) هم‌سو است. همچنین، تأکید پژوهش حاضر بر اهمیت فناوری بذر با یافته‌های سیلوا و همکاران(Silva et al., 2019) هم‌خوانی دارد. درخصوص فرایند داشت، نتایج پژوهش در مورد اهمیت سامانه‌های آبیاری هوشمند با یافته‌های مونیورو و تیوررا (Munyoro & Tyorera, 2023) هم‌راستا است. در فرایند برداشت، یافته‌ها در مورد اهمیت فناوری‌های برداشت مکانیکی با نتایج مطالعات مونیورو و تیوررا (Munyoro & Tyorera, 2023) هم‌سویی دارد. افزون براین، تأکید بر نظارت بر برداشت در زمان واقعی با یافته‌های پژوهش سولومون و همکاران (Solomon et al., 2022) تطابق دارد. در فرایند فراوری، نتایج در مورد اهمیت دیجیتالی‌شدن عملیات فراوری و نیز تأکید بر اهمیت کارخانه‌های فراوری کارآمد با انرژی با یافته‌های سولومون و همکاران(Solomon et al., 2022) هم‌سو است. از سوی دیگر، این پژوهش در برخی جنبه‌ها نوآورانه است به‌عنوان مثال، این پژوهش یک چارچوب جامع از ابعاد و مؤلفه‌های نوآوری فرایندی در صنعت نیشکر ارائه نموده که درآن مراحل زنجیره ارزش نیشکر را پوشش می‌دهد. از سوی دیگر، تمرکز این پژوهش بر رابطه بین نوآوری فرایندی و پایداری محیط‌زیستی، مخصوصاً در زمینه مدیریت آب و انرژی، یک جنبه با اهمیت است که در مطالعات قبلی کمتر به آن توجه شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش به نوآوری‌ها در چهار فرایند اصلی کشت نیشکر شامل نوآوری در فرایند کاشت، نوآوری در فرایند داشت، نوآوری در فرایند برداشت و نوآوری در فرایند فراوری پرداخته است. در هر یک از این مراحل، فناوری‌های نوین و تکنیک‌های پیشرفته به‌عنوان عوامل کلیدی در بهبود کارایی، پایداری و کیفیت محصولات نیشکر معرفی شده‌اند. استفاده از ابزارهای تحلیلی، رباتیک، سامانه‌های آبیاری هوشمند، فناوری‌های برداشت مکانیکی و بازیافت انرژی، همگی نمونه‌هایی از نوآوری‌هایی هستند که به کشاورزان کمک می‌کنند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنند و منابع را بهینه‌تر مصرف نمایند. در نهایت، این پیشرفت‌ها به ترویج شیوه‌های کسب‌وکارهای کشاورزی پایدار و افزایش انعطاف‌پذیری صنعت در برابر چالش‌های مختلف منجر می‌شود.

اهمیت نوآوری در صنعت نیشکر به‌عنوان یک منبع کلیدی برای تولید شکر، سوخت‌های زیستی و محصولات جانبی است. باتوجه‌به چالش‌های متعددی که این صنعت با آن مواجه است، مانند نوسان تقاضای بازار و مشکلات محیط‌زیستی، نوآوری می‌تواند به بهینه‌سازی منابع و کاهش اثرات منفی کمک کند. همچنین، ادغام دانش بومی و شیوه‌های سنتی در فرایندهای نوآوری، به افزایش مشارکت جوامع محلی و تقویت پایداری کشاورزی منجر می‌شود. استفاده از روش‌های معتبر همچون فراترکیب و دلفی فازی برای شناسایی شاخص‌های مؤثر، بر غنای پژوهش افزوده و می‌تواند به سیاست‌گذاران و ذی‌نفعان در اتخاذ تصمیمات بهتر کمک کند. در نهایت، این تحقیق به ترویج توسعه فراگیر و عادلانه در صنعت نیشکر ایران کمک می‌کند.

براساس یافته‌های پژوهش، چندین پیشنهاد می‌تواند برای افزایش نوآوری و پایداری در فرایند تولید و فراوری نیشکر ارائه کرد. اولاً، برای ذی‌نفعان ضروری است که در پذیرش و ادغام فناوری‌های تحلیلی مدرن در طول مراحل کاشت، داشت، برداشت و فراوری سرمایه‌گذاری کنند. این فناوری‌ها می‌توانند داده‌ها و بینش‌هایی را در زمان واقعی در مورد جنبه‌های مختلف کشت نیشکر فراهم کنند و کشاورزان را قادر می‌سازد تا تصمیم‌گیری آگاهانه و بهینه‌سازی تخصیص منابع داشته باشند. افزون براین، ترویج استفاده از انواع نیشکر انعطاف‌پذیر و پرمحصول می‌تواند انعطاف‌پذیری و بهره‌وری محصول را افزایش دهد. تشویق

کشاورزان به اتخاذ تکنیک‌های کشاورزی دقیق، از جمله آبیاری زیرسطحی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها، می‌تواند مصرف آب و مواد مغذی را بهینه کند و در عین حال، اثرات محیط‌زیستی را به‌حداقل برساند. از نظر برداشت، استفاده از فناوری‌های برداشت هوشمند و اتوماسیون می‌تواند کارایی را بهبود بخشد، هزینه‌های نیروی کار را کاهش دهد و تلفات پس از برداشت را به‌حداقل برساند. ادغام فناوری‌های نوآورانه فراوری، مانند سامانه‌های بازیافت انرژی و ابزار دقیق هوشمند، می‌تواند کارایی انرژی و کیفیت محصول را افزایش دهد و در عین حال، اثر محیطی را کاهش دهد. همچنین، نیاز به تلاش‌های مشترک بین محققان، سیاست‌گذاران، ذی‌نفعان صنعت و جوامع محلی برای تسهیل تبادل دانش، ظرفیت‌سازی و انتقال فناوری وجود دارد که می‌تواند شامل ایجاد مزارع نمایشی، ارائه برنامه‌های آموزشی، و ایجاد انگیزه برای اتخاذ شیوه‌های پایدار از طریق اقدامات سیاستی و مشوق‌های بازار باشد. تقویت مشارکت با مؤسسات تحقیقاتی و ارائه‌دهندگان فناوری نیز می‌تواند توسعه و انتشار راه‌حل‌های نوآورانه متناسب با نیازها و زمینه‌های خاص تولیدکنندگان نیشکر را تسهیل کند. سرمایه‌گذاری در طرح‌های تحقیق و توسعه باهدف رسیدگی به چالش‌های کلیدی، مانند مدیریت آفات و بیماری‌ها، حاصل‌خیزی خاک، و انعطاف‌پذیری آب‌وهوا نیز برای پیشبرد بهبود مستمر و نوآوری در صنعت نیشکر ضروری است. به‌طورکلی، با پذیرش این پیشنهادها، ذی‌نفعان می‌توانند به پیشرفت سامانه‌های تولید نیشکر پایدار و انعطاف‌پذیر کمک کنند و از دوام و شکوفایی بلندمدت صنعت و ذی‌نفعان آن اطمینان حاصل کنند.

درحالی که این پژوهش، بینش‌های ارزشمندی را در مورد مؤلفه‌های بومی نوآوری فرایندی در تولید و فراوری نیشکر ارائه می‌دهد، ضروری است که محدودیت‌های ذاتی آن در نظر گرفته شود. اولاً، تکیه بر مطالعات و ادبیات موجود برای شناسایی شاخص‌های کلی مؤثر بر نوآوری، ممکن است گرایش‌های نوظهور یا دیدگاه‌هایی که به‌اندازه کافی در مطالعات نشان داده نشده‌اند، نادیده بگیرد. افزون براین، اتکا به روش‌های کیفی خبره‌محور ممکن است توانایی شناسایی مؤلفه‌های بومی صحیح و یا ایجاد روابط علّی یا مدل‌های پیش‌بینی را به‌دلیل نگرش متفاوت خبرگان، محدود سازد و مانع از توانایی ارائه بینش‌ها یا توصیه‌های عملی کاربردی برای ذی‌نفعان در صنعت نیشکر شود. باتوجه‌به این محدودیت‌ها، چندین پیشنهاد برای تحقیقات آتی می‌توان برای پیشبرد درک نوآوری در فرایند تولید و فراوری نیشکر ارائه کرد. نیاز به تحقیقات تجربی بیشتر برای تأیید و اصلاح مؤلفه‌های شناسایی‌شده جهت شکل‌گیری مدل‌های بومی نوآوری وجود دارد. مطالعات کمی با استفاده از بررسی‌های مقیاس بزرگ یا روش‌های جمع‌آوری داده‌های طولی، می‌تواند شواهد و بینش قوی‌تری در مورد پویایی نوآوری فرایندی در صنعت نیشکر ارائه دهد. تحقیقات آینده می‌تواند با بهره‌گیری از طیف وسیع‌تری از خبرگان، نقش عوامل زمینه‌ای، مانند شرایط اجتماعی- اقتصادی، نهادی و محیطی را در شکل‌دهی فرآیندها و نتایج نوآوری بررسی کند. همچنین، مطالعات تطبیقی در مناطق یا کشورهای مختلف می‌تواند چگونگی تأثیر عوامل زمینه‌ای بر پذیرش و انتشار نوآوری‌های فرایندی مختص هر کشور در صنعت نیشکر را روشن کند. درنهایت، مطالعات طولی که تکامل الگوهای نوآوری فرایندی را در طول زمان ردیابی می‌کنند، می‌توانند بینشی در مورد پایداری بلندمدت و انعطاف‌پذیری سامانه‌های تولید و فراوری نیشکر ارائه دهند. با بررسی روندها و مسیرهای نوآوری، پژوهشگران می‌توانند چالش‌ها و فرصت‌های درحال ظهور صنعت نیشکر را شناسایی کرده و سیاست‌ها و راهبُردهای مداخله آتی را ارائه دهند.

References

Ashraf, S. A., Siddiqui, A. J., Abd Elmoneim, O. E., Khan, M. I., Patel, M., Alreshidi, M., ... & Adnan, M. (2021). Innovations in nanoscience for the sustainable development of food and agriculture with implications on health and environment. *Science of the Total Environment*, *768*, 144990. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.144990

Bagheri, N., & Javadi, A. (2022). Assessing the level of technology in the production of strategic agricultural products of IRAN. *Quarterly journal of Industrial Technology Development*, *20*(47), 41-54. 20.1001.1.26765403.1401.20.47.4.0 [In persian]

Begum, S., Xia, E., Ali, F,. Awan, U., & Ashfaq, M. (2022). Achieving green product and process innovation through green leadership and creative engagement in manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(4), 656-674. https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0003

Bena, J., Ortiz-Molina, H., & Simintzi, E. (2022). Shielding firm value: Employment protection and process innovation. *Journal of Financial Economics*, 146(2), 637-664. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.10.005

Carrer, M. J., de Souza Filho, H. M., Vinholis, M. D. M. B., & Mozambani, C. I. (2022). Precision agriculture adoption and technical efficiency: An analysis of sugarcane farms in Brazil. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121510. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121510

Cezarino, L. O., de Oliveira, B. G., Liboni, L. B., Stocco, L. C., & de Araujo, G. J. F. (2023). Embedding smart technologies in developing countries: digital agrotechnology in the sugarcane ethanol and bioenergy production system. *Research Square*,250-370.https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3126098/v1

Cheng, Ching-Hsue, and Lin, Yin. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142, 174-186. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00280-6

Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., Escobar-Parra, S., & Rodríguez-Cortina, J. (2023). Key drivers for non-centrifugal sugarcane research, technological development, and market linkage: A technological roadmap approach for Colombia. *Sugar Tech*, 25(2), 373-385. https://doi.org/10.1007/s12355-022-01200-9

Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., & Rodríguez, J. (2021). A systematic analysis of non-centrifugal sugarcane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 415-428.
https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.011

Goni, J. I. C., & Van Looy, A. (2022). Process innovation capability in less-structured business processes: A systematic literature review. *Business Process Management Journal*, 28(3), 557-584. https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2021-0487

Gutiérrez Cano, L.F., Zartha Sossa, J.W., Orozco Mendoza, G.L., Suárez Guzmán, L.M., Agudelo Tapasco, D.A., & Quintero Saavedra, J.I. (2023). Agricultural innovation system: analysis from the subsystems of R&D, training, extension, and sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1176366. doi.org/10.3389/fsufs.2023.1176366

Hanafi Nayeri, Karim., Porjabali, Rababe. And Babai, beloved. (2021). *Delphi research method (expert consensus technique).* First edition, Dabizesh Publications. [In persian]

Hsueh, S.L. (2013). A Fuzzy Logic Enhanced Environmental Protection Education Model for Policies Decision Support in Green Community Development. *The Scientific World Journal*, 250374.
https://doi.org/10.1155/2013/250374

Kadam, R., Ahire, R., Tadavi, F., & Behera, R. (2023). Constraints & suggestions perceived by the sugarcane growers towards sustainable cultivation practices. *The Pharma Innovation Journal*, 12(8), 1550-1553. DOI: https://dx.doi.org/10.22271/tpi

Karunathilake, E. M. B. M., Le, A. T., Heo, S., Chung, Y. S., & Mansoor, S. (2023). The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture. *Agriculture*, 13(8), 1593. https://doi.org/10.3390/agriculture13081593

Korasapati, R., Basthipati, S. B., Rosangzuala, K., Reddy, P. R., Gajjala, R., Babu, P. R. & Banoth, L. (2023). Value-added products generation from sugarcane bagasse and its impact on economizing biorefinery and sustainability of sugarcane industry. *In Sugarcane-Its Products and Sustainability*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.107472

Kosmidou, K. (2017). The determinants of banks' profits in Greece during the period of EU financial integration. *Managerial Finance*, 34(3), 146-159. https://doi.org/10.1108/03074350810848036

Munyoro, G., & Tyorera, J. (2023). The role of innovation in the growth of sugarcane industry in Zimbabwe: A case study of Tongaat Hulett. *International Journal of Current Research in Science and Technology*, 9(05), 23-46. https://doi.org/10.57 181/igcrst./ Vol9i05/06

Nayeri, S., Hejazi, S., & Sakhdari, K. (2021). The effect of open innovation on process innovation in Iranian Food SMEs: The Moderating Effect of Learning Capability and Appropriation Capability. *Journal of Entrepreneurship Development*, *14*(3), 541-560. 20.1001.1.20082266.1400.14.3.10.1 [In persian]

Noori, M., Saymohammadi, S., & Shiri, N. (2024). Strategic Analysis of the Development of Healthy Agribusinesses in Ilam Province. *Journal of Entrepreneurship Research*, *2*(4), 83-99. 10.22034/jer.2024.2020349.1076 [In persian]

Nunes, L. J., Loureiro, L. M., Sá, L. C., & Silva, H. F. (2020). Sugarcane industry waste recovery: a case study using thermochemical conversion technologies to increase sustainability. *Applied Sciences*, *10*(18), 6481. https://doi.org/10.3390/app10186481

Palacios-Bereche, M.C., Palacios-Bereche R., Ensinas, A.V., Garrido Gallego, A., Modesto, M., Nebra, S.A. (2022). Brazilian sugar cane industry – A survey on future improvements in the process energy management. Energy, 259, 124903.
https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124903

Sadiki, J., & Lebailly, P. (2021). Determinants of process innovation in small food manufacturing firms in South Kivu (Eastern part of the DR Congo). *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 18(29), 0972-7302. https://serialsjournals.com/abstract/72341_ch-3-sadiki.pdf

Sarvari, R., Sadeghi, H., & Yadollahi Farsi, J. (2024). The Influence of Entrepreneurial Leadership on Employees' Innovative Behavior: The Role of Innovation Climate and Ethical Climate. *Journal of Entrepreneurship Research*, *2*(4), 1-14. doi: 10.22034/jer.2024.2016857.1066 [In persian]

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. springer publishing company.

Silva, D., Bomtempo, J.V., & Alves, F. C. (2019). Innovation opportunities in the Brazilian sugar-energy sector. *Journal of Cleaner Production*, 218, 871-879.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.062

Solomon, S., Mendes Souza, G., Rossetto, R. et al. (2022). Innovation for sustainability of the sugar Agro-Industry. *Sugar Tech*, 24, 627–629. https://doi.org/10.1007/s12355-022-01153-z

Szabo, Ľ., Richnák, P., & Gubová, K. (2021). New dimension of logistics innovations development in agricultural enterprises in Slovakia. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, *67*(4). DOI: 10.17221/444/2020-AGRICECON

Trade Union of Iranian Sugar and Sugar Factories (2024). *Statistics of sugarcane production in Iran in different years.*

Ungureanu, N., Vlăduț, V., & Biriș, S. Ș. (2022). Sustainable valorization of waste and by-products from sugarcane processing. *Sustainability*, 14(17), 11089. https://doi.org/10.3390/su141711089

Vrabcová, P., & Urbancová, H. (2023). Sustainable innovation in agriculture: Building a strategic management system to ensure competitiveness and business sustainability. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, 69 (1). DOI: 10.17221/321/2022-AGRICECON

Zastempowski, M., & Cyfert, S. (2022). The role of strategic innovation activities in creating Spanish agriculture companies' innovativeness. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, 68, (6). DOI: 10.17221/66/2022-AGRICECON

Zamany, A., Khamseh, A., & Iranbanfard, S. (2024). Analyzing the Dimensions and Components of Technology Transfer in the Context of Industry 5.0: A Technological Entrepreneurship Approach. *Journal of Entrepreneurship Research*, *3*(1), 1-18. doi: 10.22034/jer.2024.2025559.1091 [In persian]