Application Model of Internet of Things in Industrial Greenhouses with an Emphasis on Sustainable Development Based on Theme Analysis

Amini Maryam [1], Shojaeifard Ali [2], Feili Ardalan [3*], Basravi Rasoul [4]

Received: October 29, 2023 Accepted: August 28, 2024

1- Department of Management, Faculty of Management, Apadana University, Shiraz, Iran
2- Associate Professor of Management Department, Payam Noor University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor of Management Department, Apadana University, Shiraz, Iran
4- Department of Information Technology, Faculty of Electronic Educations, Shiraz University, Shiraz, Iran

*Corresponding author: feili@apadana.ac.ir

Abstract

Agriculture has been one of the most important industries for a long time, and providing people with food as a factor in providing energy and health to perform various activities has been of the highest importance. As a controlled environment for growing plants, the greenhouse has more advantages than outdoor cultivation. Greenhouse agriculture has had various ups and downs and has experienced various cultivation methods and technologies to improve production efficiency. The Internet of Things is also one of the technologies that its use in greenhouses has brought various advantages such as reducing water consumption and agricultural inputs, reducing energy consumption, improving the quality and health of the product, increasing the production rate and growing profitability, and it is essential that the more attention should be paid. The purpose of this research is applied and the method is qualitative. The research data was collected through interviews with eight experts with education and expertise related to the use of intelligent systems in the greenhouse. Data analysis was done by thematic analysis method. 51 basic themes and 12 organizing themes were identified in the coding process of the interviews and the final model has four main socio-cultural, technical, economic, and governance themes. The results show that the use of Internet of Things in industrial greenhouses, in addition to direct financial benefits such as increasing productivity and profit margins, has significant effects on improving sustainable development such as reducing energy consumption and increasing food security.

Keywords: Development, Internet of Things, Sustainable Greenhouse, Theme Analysis

How to cite:
Amini, M. Shojaeifard A. Feili A. Basravi R, HR. (2024). *Application Model of Internet of Things in Industrial Greenhouses with an Emphasis on Sustainable Development Based on Theme Analysis.* Journal of Agricultural Mechanization, 9 (2):55-65. https://doi.org/10.22034/jam.2024.59384.1264.

مدل کاربرد اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی با تأکید بر توسعه پایدار با رویکرد تحلیل مضامین

مریم امینی[۱]، علی شجاعی‌فرد[۲]، اردلان فیلی[۳]*، رسول بصراوی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۶

۱- گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، موسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران
۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳- استادیار گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران
۴- گروه فناوری اطلاعات، دانشکده آموزش‌های الکترونیک، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

* مسئول مکاتبه feili@apadana.ac.ir

چکیده

از دیرباز کشاورزی یکی از مهم‌ترین صنایع مورد توجه بوده و تأمین غذای مردم به عنوان عامل تامین انرژی و سلامت برای انجام فعالیت‌های مختلف بیشترین سطح اهمیت را داشته است. گلخانه به عنوان محیطی کنترل شده برای پرورش گیاهان، مزایای بیشتری نسبت به کشت فضای باز دارد. کشاورزی گلخانه‌ای نشیب و فرازهای مختلفی را داشته و روش‌های کشت و فناوری‌های مختلفی را برای ارتقاء بهره‌وری تولید تجربه کرده است. اینترنت اشیاء از جمله فناوری‌هایی است که بکارگیری آن در گلخانه‌ها مزایای مختلفی از قبیل کاهش مصرف آب و نهاده‌های کشاورزی، کاهش مصرف انرژی، ارتقاء سطح کیفی و سلامت محصول، افزایش میزان تولید و رشد سودآوری را به همراه داشته است و ضروری است که مورد توجه بیشتری قرار گیرد. این پژوهش از نوع هدف، کاربردی و از نوع روش، کیفی است. داده‌های تحقیق از طریق مصاحبه با هشت نفر از خبرگان دارای تحصیلات و تخصص مرتبط با بکارگیری سامانه‌های هوشمند در گلخانه جمع‌آوری شد. تحلیل داده‌ها با روش تحلیل مضامین صورت گرفت. ۵۱ مضمون پایه و ۱۲ مضمون سازمان‌دهنده در فرآیند کدگذاری مصاحبه‌ها شناسایی و مدل نهایی دارای چهار مضمون اصلی اجتماعی-فرهنگی، فنی، اقتصادی، و حاکمیتی است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی علاوه بر فواید مستقیم مالی مانند افزایش بهره‌وری و حاشیه سود، تأثیرات قابل توجهی بر بهبود توسعه پایدار مانند کاهش مصرف انرژی و افزایش امنیت غذایی دارد.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیاء، تحلیل مضامین، توسعه پایدار، گلخانه

۱- مقدمه

نقش تغذیه در سلامت، افزایش کارایی و یادگیری انسان‌ها و ارتباط آن با توسعه اقتصادی در پژوهش‌های وسیع جهانی به اثبات رسیده است؛ بنابراین در بین اولویت‌های اهداف توسعه هر کشور دستیابی به امنیت غذایی اهمیت ویژه‌ای دارد (Del Ninno et al., 2007). بخش کشاورزی به طریق مستقیم از طریق تولید بیشتر و صادرات و به صورت غیرمستقیم از راه افزایش تقاضا برای خدمات و کالاهای صنعتی به رشد اقتصادی کمک می‌کند و فضای امنیت غذایی کشور را بهبود می‌بخشد (Hosseini et al., 2012). امروزه به دلیل نقش حیاتی کشاورزی برای جامعه، هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه، پایداری کشاورزی را به عنوان اولین هدف توسعه در نظر می‌گیرند (Rahmani et al., 2015). جهان در حال حاضر، بحران کم آبی و در مناطق زیادی بحران بی‌آبی را تجربه می‌کند و به نظر اکثر کارشناسان بحران آب در جهان، یک بحران مدیریتی در این حوزه ملموس می‌باشد (Mirii & Farshi, 2002). کمبود منابع آب، هزینه‌های بالای تامین انرژی، هزینه‌های بالای تامین نهاده‌ها از یک طرف و ارتقاء استانداردهای پذیرش محصول از جانب مشتری و افزایش سطح رقابت و تقاضا از طرف دیگر از جمله محدودیت‌های موجود در این بخش می‌باشد که با روش‌های سنتی تولید محصول تناقضی آشکار دارد و برای بهبود کیفی و کمی تولید و رقابت در بازار محصولات کشاورزی، فعالان این بخش مجبور به ارتقاء بهره‌وری و انطباق خود با شرایط حاصل از کاربرد فناوری‌های جدید هستند (Bagheri & Moazen, 2008). از آن جا که این شرایط، شکل جدیدی از تولید در بخش کشاورزی را طلب می‌نماید، از جمله راه‌های غلبه بر شکاف‌های موجود جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار در حوزه کشاورزی، افزایش استفاده از فناوری‌های نوین ارتباطی و اطلاعاتی (ICT) است (Vermesan & Friess, 2016). این فناوری که بدون شک در عمده موضوعات روزمره زندگی نقشی پررنگ را ایفا می‌کند، در زمینه ارتقاء بهره‌وری بخش کشاورزی نیز راهکارهای خاص خود را دارد که اینترنت اشیاء به عنوان یکی از جالب‌توجه‌ترین آن‌ها مدنظر قرار گرفته است.

اینترنت اشیاء مفهوم جدیدی در دنیای فناوری و ارتباطات به شمار می‌آید و برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی از جمله اشیاء بی‌جان برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آنها را سازماندهی و مدیریت کنند (Khanna & Kaur, 2019).

منظور از اینترنت اشیاء به زبان ساده، امکان ایجاد ارتباط بین شیء و سامانه‌های هوشمند از طریق حسگرها و تجهیزاتی است که وضعیت لحظه به لحظه شیء را کنترل و مورد پایش قرار داده و تصمیمات لازم را از طریق مهارت‌های هوش مصنوعی یا کنترل‌های انسانی و از راه دور اتخاذ می‌نماید. این مفهوم می‌تواند به سادگی ارتباط یک گوشی هوشمند با تلویزیون یا به پیچیدگی نظارت بر زیرساخت‌های شهری و ترافیک باشد، برای نمونه می‌توان به یخچال‌های هوشمند که به اینترنت متصل‌اند و شما را از موجودی و تاریخ انقضاء مواد خوراکی داخل یخچال باخبر می‌سازند اشاره نمود (Bendict, 2020).

۱-۱- اینترنت اشیاء و کشاورزی

امروزه مفاهیمی مانند کشاورزی دقیق و کشاورزی هوشمند برای پاسخ به نیازهای روزافزون بشر به غذا و حفاظت از محیط زیست معرفی شده‌اند (Khair Alipour, 2023). کشاورزی دقیق با استفاده از فناوری‌های مختلف به تحقق اهداف توسعه پایدار در کشاورزی کمک می‌کند (Saranya et al., 2023). کشاورزی هوشمند شامل استفاده از فناوری‌های ارتباطات اطلاعاتی و به ویژه اینترنت اشیاء و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ مرتبط با این چالش، نظارت الکترونیک بر محصولات کشاورزی و همچنین محیط زیست، خاک، کود و آبیاری است (Jamshidi & Dehghani, 2019). اینترنت اشیاء در راستای هوشمندسازی به کشاورزان کمک می‌کند تا از یک فناوری اتوماسیون و ابزار تصمیم‌گیری برخوردار باشند و به طور یکپارچه دانش، خدمات و محصولات را برای کیفیت بهتر همراه با بهره‌وری و سود در کشاورزی به یکدیگر مرتبط سازند (Elijah et al., 2018). این فناوری با بررسی منظم شرایط محیط تولید نظیر رطوبت، دما، میزان آب، میزان غذا و تشخیص وضعیت سلامت گیاه و مقایسه این شرایط با استانداردها و گزارشات ادواری، اتخاذ بهترین تصمیم ممکن برای ادامه تولید را تسهیل و تأثیر بسزائی در ارتقاء بهره‌وری به همراه خواهد داشت. ادغام کشاورزی با اینترنت اشیاء می‌تواند آن را فعالیتی بسیار کارآمد و سودمند کند. آبیاری خودکار مبتنی بر حسگر آب و خاک باعث بهینه شدن آبیاری در منطقه ریشه گیاه شده و به دنبال آن رشد سریع گیاه را نیز به دنبال دارد. این طرح، می‌تواند باعث صرفه جویی قابل توجه آب در مقایسه با آبیاری سنتی شود (Gavrilović & Mishra, 2020). فناوری‌های اینترنت اشیاء می‌توانند هزینه‌ها را کاهش داده و مقیاس چنین مطالعاتی را از طریق جمع‌آوری داده‌های مجموعه مرتبط با شبکه‌های حسگر داده‌های هوائی از حسگرهای تصویربرداری و مشاهدات ثبت شده توسط انسان از طریق تلفن‌های هوشمند را افزایش دهند. سیستم‌های مدیریت آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء می‌تواند در دستیابی به منابع بهینه در چشم‌انداز کشاورزی دقیق کمک کنند. اینترنت اشیاء فناوری نوظهور است که اثری عمیق و معنی‌دار روی زندگی میلیاردها انسان و آینده جهان در زمینه‌های مختلف به ویژه کشاورزی و پاسخ به این چالش بحرانی خواهد داشت (Zhang et al., 2018).

اینترنت اشیاء به ویژه در گلخانه‌ها به عنوان فضاهائی با سطح کنترل قابل قبول‌تر نسبت به تولید در فضای باز مورد توجه بالائی قرار گرفته است. در سیستم نظارت و کنترل محیط گلخانه، برنامه سرویس گیرنده از طریق خدمات داده و برنامه‌های وب، عملکرد پارامترهای محیط گلخانه و کنترل از راه دور گلخانه را بر اساس اینترنت اشیاء ارائه می‌دهد (Jingbin et al., 2021). اعتقاد بر این است که فناوری‌های در حال تحول اینترنت اشیاء که شامل حسگرهای هوشمند، دستگاه‌ها، پیکربندی اجزای شبکه، تجزیه و تحلیل داده های بزرگ و تصمیم گیری هوشمند می شود، راه حلی برای رسیدگی به چالش‌های کلیدی پیش

روی کشاورزی گلخانه‌ای مانند کنترل آب و هوای محلی، نظارت بر رشد محصول، برداشت محصول و مانند این‌هاست (Rayhana et al., 2020). این سامانه، اطلاعات یکپارچه را با استفاده از انواع حسگرها (نور، رطوبت، دما و ...) جمع‌آوری کرده و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، آبیاری را به صورت خودکار تنظیم می‌نماید. نظارت چند پارامتری برای دستیابی به کنترل موثر گلخانه مفید است و فناوری بی‌سیم مبتنی بر اینترنت اشیاء به تدریج جایگزین حالت سیمی برای انتقال داده ها در محیط داخل و خارج گلخانه شده است. یادگیری عمیق، داده‌های کلان و سایر فناوری‌های پیشرفته مورد استفاده در پایش گلخانه‌ها، پیشرفت‌های ارزشمندی محسوب می‌شوند. با کمک این سیستم‌ها، مجریان می‌توانند وضعیت گلخانه را از هر گوشه دنیا، مور بررسی قرار دهند (Li et al., 2021).

۱-۲- کشاورزی و توسعه پایدار

توسعه پایدار یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های دوستداران محیط زیست در جهان است. اهمیت توسعه پایدار به دلیل نقش کلیدی آن در افزایش رفاه در زندگی بشر و حفاظت از محیط زیست به طور هم زمان است. توسعه پایدار می‌خواهد با در نظر گرفتن همه جنبه‌های زندگی بشر، رفاه دائمی را برای نسل‌های فعلی و آینده فراهم آورد (Kuhlman & Farrington, 2010). به مفهوم ساده‌تر، توسعه پایدار به توسعه‌ای گفته می‌شود که نیازهای نسل امروز را برآورده می‌کند، بدون این که نیازهای نسل آینده را به خطر بیندازد (کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه یا کمیسیون براندلند، ۱۹۸۷). توسعه پایدار از سه شاخص اصلی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تشکیل شده است و به عنوان مفهوم و معیاری برای این که آیا توسعه در حال انجام، می‌تواند توسعه‌ای قابل قبول در نظر گرفته شود یا خیر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mitlin, 1992). توسعه در اصل باید نشان دهد که مجموعه نظام اجتماعی هماهنگ با نیازهای متنوع اساسی و خواسته‌های افراد و گروه‌های اجتماعی در داخل نظام از حالت نامطلوب زندگی گذشته خارج شده و به سوی وضع یا حالتی از زندگی که از نظر مادی و معنوی بهتر است حرکت می‌کند (Todaro, 1999). توسعه‌ای که در آن علاوه بر بعد اقتصادی، پیامدهای محیط زیستی و اجتماعیِ آن نیز مثبت و مدیریت شده باشد، مطلوب و ماندگار خواهد بود. با این نگاه، بهره‌برداری از منابع طبیعی و سرمایه‌های انسانی امروز سیاره زمین، حیات و بهره‌مندی و شادی نسل‌های فعلی و آینده را به خطر نخواهد انداخت (مدرسه توسعه پایدار دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۹). تولید پایدار به همه رشته‌ها و زمینه های تحصیلی و شغلی مرتبط است (Khair Alipour, 2022). با توجه به تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم صنعت کشاورزی بر سه مقوله اقتصاد، امنیت غذائی و سلامت آحاد جامعه و محیط زیست و منابع طبیعی، اصلاح روش‌های سنتی به کار گرفته شده در صنعت کشاورزی نقش بسیار مهمی در تحقق مفهوم توسعه پایدار در کشورها ایفا می‌نماید (Gudarzvand Chegini, 2014).

۱-۳- پیشینه پژوهش

Farrokhi & Gaple (2018) در پژوهشی ضمن بررسی اثرات اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند به این نتیجه رسیدند که با توجه به دسترسی محدود به زمین‌های مناسب برای کاشت گیاهان زراعی، مدیریت آبیاری و آفات و همچنین مدیریت هزینه‌ها از طریق اجرای سیستم‌ها و فناوری اینترنت اشیاء منجر به کاهش اشتباهات انسانی و به حداکثر رساندن عملکرد با یک روش کارآمد می‌شود.

Sajjadi Kabudi et al. (2017) در پژوهشی بر روی کاربرد معماری اینترنت اشیاء در کاهش مصرف آب در محیط‌های کشاورزی تحقیق نمودند. در شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب، تعدادی محل برای آبرسانی در محیط مشخصی از زمین کشاورزی در نظر گرفته شد که توسط چند دستگاه اینترنت اشیاء این محیط‌ها و نقاط پوشش داده شدند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم و اینترنت اشیاء می‌توان باعث صرفه‌جوئی مصرف آب در محیط گلخانه شد.

Atri (2015) به بررسی و تحقیق استفاده از اینترنت اشیاء در کشاورزی مناطق روستایی و کمتر توسعه یافته پرداخت. نتایج نشان داد که افزایش استاندارد زندگی و کاهش فقر در جوامع روستایی و کمتر توسعه یافته از مهم‌ترین نتایج بهره‌گیری از این فناوری است و این فناوری با افزایش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی و پایداری تولید و کاهش هزینه‌ها قادر است تأثیرات شگرفی در توسعه همه جانبه مناطق کمتر توسعه یافته داشته باشد.

Saranya et al. (2023) با ارایه یک مدل پیشنهادی مبتنی بر به‌کارگیری اینترنت اشیاء برای تشخیص آفات نشان دادند که این مدل با دقت ۹۶/۵۸ درصد و اتلاف ۰/۱۵ درصد از سایر مدل‌ها بهتر عمل می‌کند. بر این اساس استفاده از یادگیری عمیق و اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند به کشاورزان این امکان را می‌دهد تا عملیات کشاورزی خود را برای تامین پایدار مواد غذایی آینده ارتقا دهند.

Maraveas & Bartzanas (2021) به بررسی نقش فناوری اینترنت اشیاء برای بهینه‌سازی محیط‌های گلخانه‌ای پرداختند. داده‌ها با استفاده از روش‌های توصیفی و آماری برای استنباط روابط بین اینترنت اشیاء، فناوری‌های نوظهور، کشاورزی دقیق، کشاورزی نسل چهارم و بهبود در کشاورزی تجاری تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد اینترنت اشیاء در کاهش اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوا و گرم شدن کره زمین در کشاورزی از طریق بهینه‌سازی پارامترهای حیاتی مانند دما و رطوبت، جمع‌آوری هوشمند داده‌ها، کنترل مبتنی بر قانون، و رفع موانع موجود در کشاورزی نقش مهمی دارد.

Goilen et al. (2020) یک سیستم نظارتی هوشمند گلخانه‌ای طراحی کردند که بر اساس سنسورهای هواشناسی شامل کنترل دما، رطوبت و شدت نور عمل می‌کرد. در این طرح تحقیقاتی، اطلاعات خروجی از گره‌های اینترنت اشیاء توسط سرویس بسته امواج رادیویی به سیستم هوش مصنوعی فرستاده و در آنجا عملیات آنالیز داده‌ها صورت گرفته و در نهایت توسط مجموعه مانیتورینگ به ناظر گلخانه

پیام هشدار در خصوص اتخاذ تصمیم مناسب در زمان مورد نظر را می‌داد.

Munir et al. (2019) در پژوهشی یک سیستم آبیاری هوشمند ارائه نمودند که با استفاده از یک برنامه اندروید برای مصرف هوشمند آب در گلخانه‌ها و مزارع در مقیاس متوسط، به کشاورزان کمک می‌کند. داده‌های مربوط به گیاهان و شرایط محیطی مانند سطح رطوبت خاک، شدت نور، رطوبت هوا، دمای هوا ضبط و سپس داده‌ها با استفاده از روش منطق فازی برای تصمیم‌گیری در مورد برنامه آبیاری پردازش شدند. نتایج حاصل از این سیستم نشان می‌دهد که این روش یک روش کارآمد و ایمن برای اجرای فرآیند آبیاری گیاهان می‌باشد.

Karimah et al. (2018) گلدان هوشمندی را با استفاده از منطق فازی طراحی و مورد آزمایش قرار دادند. ورودی این سیستم از سه سنسور دما، رطوبت هوا و رطوبت خاک و خروجی سیستم دارای دو حالت روشن و خاموش بود. نتایج این آزمایش شاهد برتری گلدان هوشمند نسبت به گلدان معمولی بوده است.

بررسی تحقیقات انجام شده در خصوص هوشمندسازی سیستم‌ها در بخش کشاورزی به ویژه گلخانه‌ها، اهمیت بالای این موضوع در جهت ارتقاء سطح بهره‌وری تولید را نشان می‌دهد. سیستم‌های هوشمند، ضمن کاهش نهاده‌های مصرفی نظیر آب، کود و سم تأثیری بر میزان تولید نداشته و حتی سطح تولید را نیز افزایش داده‌اند. در حال حاضر اینترنت اشیاء به عنوان یکی از بروزترین سامانه‌های هوشمند مورد استفاده در گلخانه‌ها مورد استفاده فراوانی در کشورهای توسعه یافته دارد ولی استفاده از این دانش در ایران تازه در ابتدای راه می‌باشد و علیرغم حمایت‌ها و تسهیلاتی که بعضا جهت حمایت از این موضوع پیش‌بینی گردیده است با این حال کاربردهای عملی این فناوری در کشاورزی کشور خیلی گسترده نیست و بیشتر در قالب پروژه‌های پایلوت و کوچک بوده که آنچنان به مرحله تجاری نرسیده‌اند. در ادامه، بر آن خواهیم بود تا ضمن بررسی عوامل مؤثر بر بکارگیری سیستم اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی فواید بکارگیری آن را نیز مورد بررسی قرار دهیم.

۲- مواد و روش‌ها

روش‌شناسی از مهم‌ترین مراحل در انجام یک پژوهش است. چنانچه روش مناسبی با موضوع پژوهش انتخاب شود، کار پژوهش سریع‌تر و مطمئن‌تر انجام می‌شود. به عبارتی روش‌شناسی یعنی اینکه با چه روشی قرار است اطلاعات گردآوری شود و چگونه اطلاعات گردآوری شده طبقه‌بندی و مورد تحلیل قرار می‌گیرند؟

پژوهش حاضر بر اساس نوع هدف کاربردی و از نظر نوع روش تحقیق کیفی است. گردآوری اطلاعات در این پژوهش ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی است. بدین مفهوم که با بررسی مقالات، کتب و سایر منابع در ارتباط با موضوع پژوهش از روش کتابخانه‌ای استفاده گردیده و با مراجعه به محل پژوهش یعنی تعدادی از گلخانه‌های استان فارس و اخذ اطلاعات از کارشناسان و مدیران مجموعه که اطلاع کافی از موضوع پژوهش داشته‌اند و انجام مصاحبه از روش میدانی استفاده شده است. ابزار گردآوری اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش مصاحبه بوده است که برای دریافت اطلاعات از مشارکت کنندگان، مصاحبه‌هایی نیمه ساختار یافته ترتیب داده شد. در این پژوهش از روش تحلیل مضامین برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است.

۲-۱- روش تحلیل مضامین

تحلیل مضمون، روشی برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده‌های کیفی است. این روش، فرآیندی برای تحلیل داده‌های متنی است و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌هایی غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند (Braun & Clarke, 2006). تحلیل مضمون، صرفاً روش کیفی خاصی نیست بلکه فرآیندی است که می‌تواند در اکثر روش‌های کیفی به کار رود. به طور کلی، تحلیل مضمون، روشی است برای:

الف - دیدن متن؛

ب - برداشت و درک مناسب از اطلاعات ظاهراً نامرتبط؛

ج - تحلیل اطلاعات کیفی؛

د - مشاهده نظام‌مند شخص، تعامل، گروه، موقعیت، سازمان و یا فرهنگ؛

هـ - تبدیل داده‌های کیفی به داده‌های کمی (Boyatzis, 1998).

روش‌های مختلفی برای تحلیل مضمون وجود دارد که هر یک از آن‌ها، فرآیندهای خاصی را دنبال می‌کند. با ترکیب روش پیشنهادی King & Horrocks (2010) ، Braun & Clarke (2006) و Attride-Stirling (2001)، فرآیند گام به گام و جامعی جهت تحلیل مضمون، عرضه می‌شود. در این بخش، فرآیند تحلیل مضمون در قالب دو مرحله و شش گام معرفی می‌شود (جدول شماره ۱).

جدول ۱ - فرآیند گام به گام تحلیل مضمون و تحلیل شبکه مضامین

Table 1. The step-by-step process of theme analysis and theme network analysis (Abedi and Jafari, 2011)

مرحله	گام
تجزیه و توصیف متن	۱- آشنا شدن با متن
	۲- کدگذاری
	۳- جستجو و شناخت مضامین
تشریح و تفسیر متن	۴- بازبینی مضامین
	۵- تحلیل شبکه مضامین
ترکیب و ادغام متن	۶- تدوین گزارش

۳- یافته‌ها

پس از این که داده‌های مورد نیاز تحقیق از طریق انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته جمع‌آوری گردید، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مضامین صورت پذیرفت.

پرسش‌های مصاحبه با خبرگان شامل یک پرسش اصلی و چهار پرسش فرعی به شرح زیر بودند که برای دریافت نتیجه بهتر، در حین مصاحبه پرسش‌های فرعی در قالب پرسش‌های تفصیلی‌تری مطرح گردیدند.

پرسش اصلی: کاربرد اینترنت اشیاء در مدیریت گلخانه‌های صنعتی چگونه است؟

پرسش فرعی ۱: عوامل مؤثر بر استفاده از اینترنت اشیاء در مدیریت گلخانه‌های صنعتی چیست؟

پرسش فرعی ۲: گروه‌بندی عوامل مؤثر بر استفاده از اینترنت اشیاء در مدیریت گلخانه‌های صنعتی چگونه است؟

پرسش فرعی ۳: نتایج استفاده از اینترنت اشیاء در مدیریت گلخانه‌های صنعتی چیست؟

پرسش فرعی ۴: آیا نتایج حاصل از استفاده از اینترنت اشیاء، منطبق با مفهوم توسعه پایدار می‌باشد؟

مصاحبه‌ها با ۸ نفر از خبرگان با حداقل تحصیلات کارشناسی ارشد، حداقل ۷ سال سابقه در فعالیت‌های کشاورزی و ۳ سال سابقه در خصوص تولید در گلخانه‌های صنعتی و هوشمند صورت پذیرفت و پس از پیاده‌سازی مصاحبه‌ها، تحلیل متناسب با روش تحلیل مضامین انجام گردید. مطابق جدول ۲، از متون این مصاحبه‌ها، ۵۱ مضمون پایه و ۱۲ مضمون سازمان دهنده استخراج گردید.

جدول ۲ – مضامین پایه و سازمان دهنده

Table 2. Basic and organizing themes

سازمان‌دهنده	مضامین پایه
سطح دانش کاربران	سطح معلومات – تجربه‌های مشابه اجرا
سنت و عادت	عدم باورپذیری فناوری- آموزه‌های قبلی و عادت
آموزش	نیاز به آموزش - سطح شناخت فناوری
نحوه طراحی و ساخت گلخانه	مساحت- نوع و چیدمان تجهیزات - بازار - نوع کشت - نوع محصول - نوع سازه
نحوه طراحی و پیاده‌سازی سیستم	متناسب بودن شیوه طراحی - رابط کاربری مناسب - توانمندی تیم اجرا
محصول	افزایش کیفیت - افزایش کمیت - کاهش آفت
جامعه	افزایش امنیت غذائی - بهبود سلامت
مالی	افزایش درآمد مستقیم و غیرمستقیم - کاهش هزینه نیروی انسانی، آب، برق و گاز، تجهیزات، کود، سم- کاهش هزینه جاری- افزایش (ROI)- افزایش حاشیه سود-کاهش دوره بازگشت سرمایه-کاهش هزینه کود، سم و هزینه سرقت
بهره‌وری	کاهش تعداد نفرات شاغل-ارتقاء بهره‌وری-امکان دورکاری- افزایش عمر مفید تجهیزات گلخانه
کنترل	کاهش خطای انسانی- ارتقاء سطح نظارت- پیش‌بینی رخدادهای آتی و اتخاذ تمهیدات مراقبتی - تعامل سیستم و انسان
محیط زیست	کاهش مصرف آب، برق و گاز، کود، و سم با ثابت بودن میزان تولید
سیاست‌های دولت	اهمیت مشوق‌ها، فعالیت‌های اطلاع‌رسانی و ترویجی، اصلاح روش‌های آموزشی

در ادامه برای دستیابی به مدل، مضامین سازمان دهنده در گروه کلی‌تری تحت عنوان مضامین فراگیر به شرح زیر قرار گرفتند (جدول شماره ۳). این چهار مضمون فراگیر درحقیقت گروه‌بندی عوامل مؤثر می‌باشد.

جدول۳- مضامین فراگیر

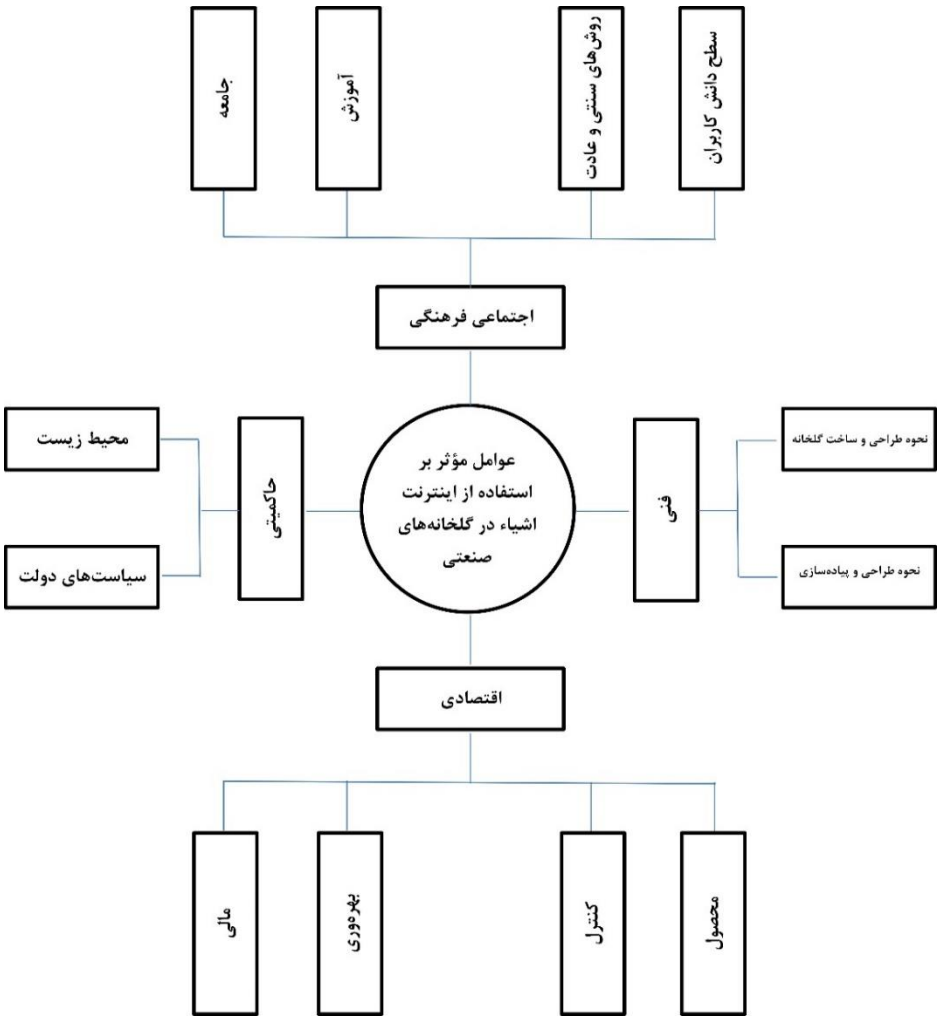
Table 3. Overarching themes

مضمون فراگیر	مضامین سازمان دهنده
اجتماعی- فرهنگی	سطح دانش کاربران سنت و عادت آموزش جامعه
فنی	نحوه طراحی و ساخت گلخانه نحوه طراحی و پیاده‌سازی سیستم هوشمند
اقتصادی	محصول کنترل بهره‌وری مالی
حاکمیتی	محیط زیست سیاست‌های دولت

مدل تحقیق علاوه برآنکه شرایط لازم برای استفاده از اینترنت اشیاء در محیط‌های گلخانه‌ای را نشان می‌دهد، نتایج حاصل از اجرای این فناوری در ابعاد مختلف را یادآور می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی علاوه بر فواید مستقیم مالی مانند افزایش بهره‌وری و حاشیه سود، تأثیرات قابل توجهی بر بهبود توسعه پایدار مانند کاهش مصرف انرژی و افزایش امنیت غذایی دارد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

مدل نهایی که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، دارای چهار مضمون اصلی اجتماعی - فرهنگی، فنی، اقتصادی، و حاکمیتی است. مضمون اصلی اجتماعی - فرهنگی از چهار مضمون سازمان‌دهنده سطح دانش کاربران، روش‌های سنتی و عادت، آموزش و جامعه تشکیل شده است که در این بین سطح دانش کاربران با ۶، روش‌های سنتی و عادت با ۵، آموزش با ۴ و جامعه با ۲ تکرار در مصاحبه‌ها بیشترین تأکید از سوی خبرگان را داشته‌اند.



شکل ۱- مدل کاربرد اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی

Fig 1. The application model of Internet of Things in industrial greenhouses

نتایج تحقیق نشان داد که هر چقدر کشاورز سطح معلومات و دانش بیشتری داشته باشد احتمال این که استفاده از سیستم هوشمند اینترنت اشیاء را به عنوان یک نوآوری مدنظر قرار دهد بالاتر خواهد رفت. نتایج تحقیق Alikani & Fekri (2013) و Mura et al. (2013) در مورد رابطه بین نوآوری و دانش این یافته را تأیید می‌کند.

خو گرفتن به روش‌های سنتی و عادت به انجام فعالیت‌ها مهم‌ترین مانع در برابر ایجاد تغییر هستند. در گلخانه‌های سنتی نیز گلخانه‌داران با این ادله که "همیشه این طور کار می‌شده"، "از کجا معلوم که روش بهتری وجود داشته باشد" و امثال این جملات مقاومت زیادی در مقابل پیاده‌سازی سیستم هوشمند از خود نشان می‌دهند. مقاومت در برابر تغییر مانع اصلی تغییر و دلیل عمده عدم اجرای موفقیت تغییر قلمداد می‌شود (Parsaeian, 1995).

آموزش راه حل رفع عارضه‌های متأثر از عامل سطح دانش کاربران و روش‌های سنتی و عادت می‌باشد. برای این که بتوان افراد را به سیستم‌های جدید ترغیب نمود بایستی با آموزش سطح دانش آنان را ارتقاء و همچنین عادت‌های جدید را در آنان پرورش داد. با تغییر در افکار افراد رفتار آنان تغییر خواهد کرد. موفقیت‌های ژاپن در تولیدات کشاورزی تنها به دلیل استقرار یک نظام آموزش فراگیر و جامع و وجود نیروهای ماهر و آموزش دیده است (Shooltz, 1961). آموزش منفعتی دو طرفه را ایجاد خواهد نمود از یک طرف باعث ارتقاء و تغییر افکار و رفتار فرد می‌شود و از طرف دیگر ارتقاء فرد نوآوری و خلاقیت‌های جدید را در جامعه بروز می‌دهد. خلاقیت و نوآوری تحت تأثیر آموزش افزایش می‌یابد و توانائی ابتکار از جهش محسوسی برخوردار می‌شود (Pirkhaefi, 2009).

مردم یک جامعه نیازمند امنیت غذائی و همچنین سلامت غذائی می‌باشند. اینترنت اشیاء باعث می‌گردد که مصرف سم و کود در زمان تولید کمتر شده و در نتیجه محصولی به مراتب با کیفیت‌تر و سالم‌تر تولید شود و استفاده کنندگان نیز با عوامل بیماری‌زائی کمتری مواجه شوند. از طرف دیگر اینترنت اشیاء باعث می‌شود کمیت محصول نیز افزایش یافته و کمبود غذای کمتری رخ دهد (Khanna & Kaur, 2019).

مضمون فراگیر فنی از دو مضمون سازمان‌دهنده نحوه طراحی و ساخت گلخانه (با ۱۳ تکرار) و نحوه طراحی و پیاده‌سازی سیستم هوشمند (با ۷ تکرار) تشکیل شده است. برای این که یک گلخانه صنعتی بتواند از

مزایای پیاده‌سازی سامانه هوشمند اینترنت اشیاء بهره کافی ببرد، ضروری است این سیاست‌گذاری قبل از ساخت گلخانه و در زمان طراحی مدنظر قرار گیرد. مساحت گلخانه، نوع تجهیزاتی که قرار است در گلخانه مورد استفاده قرار گیرد و حتی چیدمان آن‌ها در هنگام طراحی نقشه‌های ساخت، توان مالی و اقتصادی و منابع مالی مورد نیاز، نوع کشت، نوع محصول و نوع سازه همگی عواملی هستند که باید به تفصیل مدنظر قرار گیرد تا نتایج به مراتب بهتری از استقرار سیستم هوشمند حاصل گردد. برای این منظور استفاده از مشاورین و طراحان با تجربه و متخصص در زمینه ساخت گلخانه‌های صنعتی و همچنین اهمیت تهیه طرح توجیهی فنی و اقتصادی به خوبی مشخص می‌شود. استقرار و پیاده‌سازی سیستم هوشمند باید به گونه‌ای باشد که قابلیت کاربری آن ساده، قابل فهم و منطبق بر ساختار فیزیکی گلخانه و تجهیزات مستقر در آن باشد. بر همین اساس شمای گرافیکی گلخانه و تجهیزات آن و وضعیت پارامترهای محیط گلخانه مانند نور، دما، رطوبت و ... بایستی طراحی و از طریق سیستم مستقر در گلخانه و سیستم‌های ارتباط راه دور قابل استفاده باشد. برای این منظور استفاده از شرکت‌های با تجربه استقرار سیستم اینترنت اشیاء در گلخانه توصیه می‌شود (Ullah et al. 2018).

مضمون فراگیر اقتصادی از چهار مضمون سازمان‌دهنده محصول، کنترل، بهره‌وری و مالی تشکیل شده است. مضمون مالی با ۳۲، مضمون محصول با ۱۱، مضمون کنترل با ۸ و مضمون بهره‌وری با ۷ تکرار در مصاحبه‌ها به ترتیب بیشترین اهمیت را از نظر خبرگان داشته‌اند.

نتایج تحقیق نشان داد که استقرار سیستم هوشمند اینترنت اشیاء در گلخانه باعث کاهش هزینه آب می‌شود که با نتایج تحقیق Sajjadi Kabudi et al. (2017) و Barkunan et al. (2019) همسوئی دارد. کاهش هزینه برق، گاز، نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سم، تعمیرات، نیروی انسانی نیز از نتایج دیگر استفاده از سیستم هوشمند می‌باشد (Soheil et al., 2022).

تغییر در کیفیت، کمیت و سلامت محصول از مهم‌ترین عوامل مورد علاقه گلخانه‌دار می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از سامانه اینترنت اشیاء با ایجاد عوامل محیطی بهینه مورد نیاز گیاه محصولی به مراتب با کیفیت‌تر را به عمل خواهد آورد و با جلوگیری از تنش‌های محیطی کمیت محصول نیز افزایش می‌یابد. این نتایج با تحقیقات Karimah et al. (2019) همخوانی دارد.

ارتقاء سطح نظارت و کنترل بر فرآیند تولید باعث بهبود محصول می‌شود زیرا کنترل ابزاری مفید برای حل بسیاری از مشکلات بالقوه است (Baltaci & Yilmaz, 2006). این تحقیق نشان می‌دهد که استقرار سامانه اینترنت اشیاء باعث کاهش خطا و ارتقاء نظارت می‌شود که با نتایج تحقیق Khareji et al. (2019) و Farrokhi & Gaple (2018) مطابقت دارد. از طرف دیگر تحقیق نشان داد که پیش‌بینی رخدادهای آتی گلخانه و اتخاذ تمهیدات مراقبتی از فوائد سیستم هوشمند است که با نتیجه تحقیق Atri (2015) مطابقت دارد.

استقرار سیستم هوشمند اینترنت اشیاء در گلخانه ضمن این که باعث کاهش نفرات شاغل در گلخانه و افزایش عمر مفید تجهیزات مستقر در گلخانه می‌شود، هزینه به مراتب کمتری را به گلخانه‌دار تحمیل می‌کند. به عبارتی افزایش نسبت ستاده به داده در عوامل مختلف نیروی انسانی، ماشین و پول یا به عبارتی ارتقاء بهره‌وری قابل مشاهده است (Farooq et al., 2022).

مضمون فراگیر حاکمیتی از دو مضمون سازمان‌دهنده محیط زیست (با ۱۴ تکرار) و سیاست‌های دولت (با ۸ تکرار) تشکیل شده است. این بدان معنا است که اگر نگاه حاکمیتی جامعه توجه جدی‌تری به موضوع فناوری‌های هوشمند در زمینه صنعت کشاورزی به ویژه گلخانه‌ها داشته باشد، به یکی از مهم‌ترین وظائف خود یعنی حفاظت از محیط زیست جامه عمل بهتری خواهد پوشاند.

در حقوق ایران بند ۱۱ ماده ۸ قانون مدیریت خدمات کشوری مصوب سال ۱۳۸۶، یکی از مصادیق امور حاکمیتی، حفظ محیط زیست و منابع طبیعی معرفی شده است (Mashhadhi, 2015). نتایج تحقیق گویای این موضوع است که، پیاده‌سازی سیستم هوشمند اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی باعث کاهش مصرف آب، برق، گاز در مقایسه با گلخانه‌های سنتی می‌گردد و همچنین کاهش مصرف کود و سم را به دنبال خواهد داشت و عملا نقش خوبی در حفاظت از منابع طبیعی و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از نیروگاه‌ها و همچنین رها شدن کود و سم در طبیعت را ایفا خواهد نمود (Maraveas et al., 2022).

در زمینه فناوری و توسعه آن در یک کشور، وجود یک دولت کارآمد امری ضروری است (Bagheri et al., 2010). مطالعات داخلی و خارجی که دولت را از عوامل مؤثر در انتقال فناوری شناسایی می‌کنند و به نقش محوری آن معتقدند، فراوانند (Noori et al., 2019). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد چنانچه دولت از طرق مختلف نظیر رسانه‌های اجتماعی، ایجاد مشوق‌های لازم مانند تسهیلات بانکی کم بهره یا تسهیلات بلاعوض، انجام فعالیت‌های ترویجی برای کشاورزان و گنجاندن مباحث روز در سرفصل‌های آموزشی دانشگاه‌ها و موسسات علمی تحقیقاتی وارد عمل شود، گلخانه‌داران استقبال بیشتری از پیاده‌سازی سیستم هوشمند اینترنت اشیاء به عمل خواهند آورد.

واژه توسعه پایدار به مفهوم گسترده آن شامل اداره و بهره‌برداری صحیح وکارا از منابع پایه، منابع طبیعی، منابع مالی و نیروی انسانی برای نیل به الگوی مصرف مطلوب همراه با بکارگیری امکانات فنی و ساختار و تشکیلات مناسب برای رفع نیاز نسل‌های امروز و آینده بطورمستمر و قابل رضایت می‌باشد.

توجه به مسائل زیست محیطی درسطح جهان پس از تشدید فعالیت‌های آلوده کننده در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی یعنی حدود ۶۵ سال قبل، آغاز گردید. درسال ۱۹۶۸میلادی مجمع عمومی سازمان ملل متحد تصمیم به برگزاری کنفرانس بین‌المللی محیط زیست گرفت و در نتیجه اولین کنفرانس جهانی در ژوئن ۱۹۷۲ در استکهلم برگزار شد. حاصل کار کنفرانس بیانیه محیط زیست انسانی و برنامه عمل شامل ۱۰۶ توصیه‌نامه بود که وابستگی انسان به محیط زیست و شکل‌دهندگی آن رابیان نموده و استفاده منطقی از منابع کاهش

آلودگی‌ها، آموزش همگانی، محیط زیست، تحقیقات زیست محیطی و ایجاد سازمان‌های بین‌المللی زیست محیطی را به کشورها توصیه نمود.

علاوه بر برنامه‌های فنی، تقویت گروه‌های مهم اجتماعی شامل زنان، جوانان، مردم بومی، سازمان‌های غیردولتی، مقامات محلی، کارگران وکشاورزان نیز از اجزای برنامه جامع توسعه پایدار محسوب گردیده و پیشنهادهایی در این زمینه ارائه شده است. باتوجه به گسترده بودن برنامه‌های محیط زیست وتوسعه، شیوه‌های اجرایی برای تحقق اهداف پیش‌بینی گردیده است که شامل منابع مالی، مکانیزم‌های انتقال دانش فنی، همکاری‌های علمی برای توسعه پایدار، آموزش عمومی، ظرفیت‌سازی در کشورها، ایجاد نهادهای بین‌المللی، پیش‌بینی ابزار قانونی و توسعه بانک اطلاعاتی زیست محیطی می‌باشد.

توسعه پایدار که زیربنای فکری برنامه‌های اجلاس زمین بود، گستردگی امور را در سطح ملی و بین‌المللی بخوبی نشان داد. این گستردگی شامل امور اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست بود و نیاز به تعاملات جوامع در سطح ملی وبین المللی می‌شد. از گزارش برانتلد ابتدا دو اصل برابری درون نسلی و برابری برون نسلی در تامین نیازها، شناخته شده و بعد از آن با بسط این اصول، اصولی چون، برابری بین نسلی، برابری درون نسل‌ها، حفاظت از محیط طبیعی، استفاده از حداقل منابع غیرقابل تجدید، بقای اقتصادی و تنوع جامعه خود اتکا، رفع نیازهای اساسی و رفاه فردی افراد جامعه نیز به آن‌ها اضافه شده است. با توجه به این اصول مشاهده می شود که انسان و جوانب زندگی او بیش از همه مدنظر قرار گرفته و توسعه پایدار برای از بین بردن فقر، تامین رفاه و معاش مردم، بالا بردن و گسترش حمایت از حقوق زنان و احیای دوباره محیط زیست طبیعی تلاش می‌کند. در واقع موضوع توسعه پایدار انسانی این است که انسان به عنوان محور موضوع توسعه، نه تنها شرکت کننده، که کمک کننده و ذی‌نفع در حق توسعه نیز باشد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با استقرار سیستم هوشمند اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی ابعاد مختلف توسعه پایدار نظیر اجتماعی، اقتصادی و محیط زیست در بخش کشاورزی محقق گردیده و می‌تواند گام مؤثری در این زمینه باشد. با استقرار سیستم هوشمند، از بعد اجتماعی امنیت غذائی و محصول سالم و با کیفیت که از حقوق اولیه مردم جامعه می‌باشد محقق می‌گردد. همچنین، بالا رفتن میزان تولید، محصول را با قیمت مناسب‌تر در دسترس اقشار مختلف جامعه قرار خواهد داد. سیستم‌های نوین آموزش‌های جدید و حضور افراد متخصص‌تر را در جامعه رقم خواهد زد و سیستم‌های سنتی و کم بازده به تدریج جای خود را به فناوری‌های نوین و با صرفه خواهند دارد. با پیاده‌سازی سیستم اینترنت اشیاء، از بعد اقتصادی به مراتب گلخانه‌ها با نظارت دقیق‌تر و بهره‌وری بالاتری را رقم خواهند زد و درآمد بیشتر، هزینه کمتر و نهایتا سود بیشتری به دست خواهند آورد. این سودآوری عامل سرمایه‌گذاری در سایر فعالیت‌های اقتصادی گردیده و کارآفرینی، کاهش بیکاری و رشد ثروت جامعه را به دنبال خواهند داشت؛ و نهایتا این که با فناوری جدید، کاهش مصرف آب، برق، گاز که خود نیازمند مصرف منابع تجدیدناپذیر هستند را شاهد خواهیم بود و این به معنی حفاظت از منابع طبیعی برای این نسل و نسل‌های آتی خواهد بود و از طرفی با کاهش مصرف انواع سموم و کودها که تأثیرات آلایندگی بالائی را بر محیط زیست دارند روبرو می‌شویم. این نتایج با نتایج تحقیق Atri (2015)، که به بررسی و تحقیق استفاده از اینترنت اشیاء در کشاورزی مناطق روستایی و کمتر توسعه یافته پرداخته است و نهایتا به این جمع‌بندی رسیده است که فناوری اینترنت اشیاء، تأثیرات زیادی در بخش‌های مختلف کشاورزی از جمله پیش‌آگاهی هواشناسی، مدیریت آب، مدیریت بیماری‌های دام، جنگل‌داری، بیماری‌های گیاهی مدیریت آفات و عرضه و ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی و توسعه سیستم‌های تصمیم‌یار داشته و پتانسیل‌های شناخته شده فراوانی که می‌تواند تاثیر بسزایی در بخش کشاورزی بخصوص در مناطق کمتر توسعه یافته داشته باشد و باعث افزایش استاندارد زندگی، کاهش فقر در جوامع روستایی و کمتر توسعه یافته شود، همخوانی دارد.

۵- نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به یافته‌های تحقیق، چهار عامل فراگیر اجتماعی فرهنگی، فنی، اقتصادی و حاکمیتی از عوامل مؤثر بر بکارگیری سیستم هوشمند اینترنت اشیاء در گلخانه‌های صنعتی می‌باشند. این عوامل خود مشتمل بر ۱۲ عامل سازمان دهنده هستند که بخشی از این عوامل، عوامل تصمیم ساز هستند و باعث می‌شوند که یک گلخانه‌دار تصمیم بگیرد که سیستم هوشمند اینترنت اشیاء را مورد استفاده قرار دهد یا خیر، که مهم‌ترین این عوامل تاثیرات مثبت اقتصادی و بهبود کیفیت و کمیت محصول هستند. برخی عوامل نیز عوامل زمینه‌ساز هستند که این عوامل به مراتب از عوامل تصمیم‌ساز مهم‌تر هستند زیرا گلخانه‌دار باید زمینه و شناختی برایش ایجاد شود تا بعد از آن در مقام مقایسه برآید. مهم‌ترین عامل زمینه‌ساز منتج این تحقیق آموزش و روش‌های سنتی و عادت می‌باشد که به تفصیل بررسی گردید. در پایان ابعاد توسعه پایدار و مطابقت آن با سیستم هوشمند مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که پیاده‌سازی سیستم اینترنت اشیاء در گلخانه گامی در جهت تحقق توسعه پایدار در بخش کشاورزی می‌باشد.

منابع:

Alikani, H. and Fekri, R. (2013). *Presenting the innovation model with the knowledge management approach in Iran's automotive industry*. International Conference on Management in the 21st Century, Tehran. (In Persian).

Atari, A. (2015). *The use of Internet of Things in agriculture in rural and less developed areas*. 2nd National Conference of ICT Mandatory Public Services in Rural and Less Developed Areas, Communication and Information Technology Research Institute. (In Persian).

Attride-Stirling, J. (2001). *Thematic networks: an analytic tool for qualitative research*. Qualitative research, 1(3), 385-405. https://doi.org/10.1177/146879410100100307.

Bagheri M., Mohammadi, K., Jafari, M. (2010). *The position and duties of the government in the process of technology*

enabling technologies, and solutions. Journal of Systems Architecture, Volume 117, August 2021, 102098. https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2021.102098.

Karimah, S.A., Rakhmatsyah, A. and Suwastika, N.A. (2018). *Smart pot implementation using fuzzy logic*. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1192: 1-12. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1192/1/012058.

Khanna, A., & Kaur, S. (2019). *Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture*. Computers and electronics in agriculture, *157*, 218-231. https://bibleaves.library.illinois.edu/catalog/ACDC_D10290.

Khair Alipour, K. (2022). *Technical components of sustainable production*. 14th National Congress of Biosystem Mechanical Engineering and Mechanization of Iran, Kermanshah. (In Persian).

Khair Alipour, K. (2023). *the relationship between different technologies in precision agriculture*. the 15th National Congress and the first International Congress of Biosystem Mechanical Engineering and Agricultural Mechanization, Tehran. (In Persian).

King, N. (1998). *Template analysis, in G. Symon and C. Cassell (eds.).* Qualitative Methods and Analysis in organizational Research, London: Sage .

King, N., and Horrocks, C. (2010). *Interviews and qualitative research.* Thousand oaks, CA, US: SAGE publications.

Kuhlman, T., Farrington, J. (2010). *What is Sustainability?* Sustainability, 2, 3436-3448. http://www.mdpi.com/2071-1050/2/11/3436.

Li, H., Guo, Y., Zhao, H., Wang, Y., & Chow, D. (2021). *Towards automated greenhouse: A state of the art review on greenhouse monitoring methods and technologies based on internet of things*. Computers and Electronics in Agriculture, 191, 106558. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106558.

Mashhadhi, A. (2015). *Government and Environment: From Non-Governmental Approaches to Participatory Approaches*. Political Studies Quarterly, Journal of Faculty of Law and Political Sciences, 2(8), 59-80. (In Persian). https://doi.org/10.22054/tssq.2017.7198.

Maraveas, C., & Bartzanas, T. (2021). *Application of Internet of Things (IoT) for optimized greenhouse environments*. AgriEngineering, 3(4), 954-970. https://doi.org/10.3390/agriengineering3040060.

Maraveas, C., Piromalis, D., Arvanitis, K. G., Bartzanas, T., & Loukatos, D. (2022). *Applications of IoT for optimized greenhouse environment and resources management*. Computers and Electronics in Agriculture, 198, 106993. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106993.

Mirii Seyedsadat, M., Farshi, A. (2002). *How to use and utilize water in the agricultural sector*? The 11th seminar of the National Irrigation and Drainage Committee. (In Persian).

Mitlin, D. (1992). *Sustainable Development: A Guide to the Literature*, Environment and Urbanization, 4(1), 111-124.

Munir, M. S., Bajwa, I. S., Ashraf, A., Anwar, W. and Rashid, R. (2021). *Intelligent and Smart Irrigation System Using Edge Computing and IoT*. Complexity 2021: 1-16.

development. The fourth national conference of Iran technology management, Tehran. (In Persian).

Bagheri, N., Moazen, S.A. (2008). *Optimal strategy for the development of agricultural mechanization in Iran*. The 5th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. (In Persian).

Baltaci, M., Yilmaz, S. (2006). *Keeping an Eye on Subnational Governments: Internal Control and Audit at Local Levels*. World Bank Institute, washington.D.C,1-35.

Benedict, Sh. (2020). *Serverless Blockchain-Enabled Architecture for IoT Societal Applications*. IEEE Transactions on Computational Social Systems 7: 1146-1158. https://doi.org/10.1109/TCSS.2020.3008995.

Braun, V. & Clarke, V. (2006). *Using thematic analysis in psychology*. Qualitative Research in Psychology, 3, 10-77. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa.

Del Ninno, C., Dorosh, P. A., Kalanidhi, S. (2007). *Food aid, domestic policy and food security: Contrasting experiences from South Asia and sub-Saharan Africa*, Food Policy 32, 413–435. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.11.007.

Elijah, O., T.A. Rahman, I. Orikumhi, C.Y. Leow and M.N. Hindia. (2018). *An overview of internet of things (IoT), and data analytics in agriculture: benefits and challenges*. Internet of Things Journal,5(5): 3758-3773. https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296.

Farrokhi, G., Gaple, M. (2018). *Smart agriculture based on the Internet of Things*. Technological Development Quarterly, 15(59). (In Persian). https://doi.org/10.52547/jstpi.20750.15.59.29.

Farooq, M. S., Riaz, S., Helou, M. A., Khan, F. S., Abid, A., & Alvi, A. (2022). Internet of things in greenhouse agriculture: a survey on enabling technologies, applications, and protocols. *IEEE Access*, *10*, 53374-53397. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166634.

Gavrilović, N. and Mishra, A. (2020). Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 12*: 1315-1336. https://doi.org/10.1007/s12652-020-02638-x.

Gudarzvand Chegini, M. (2014). *Sustainable development of indicators and policies*. World Politics Scientific Research Quarterly, 4(2). (In Persian).

Hosseini, S., Pakrovan, M., Atghaee, Milad. (2012). *The effect of supporting the agricultural sector on food security in Iran*. Economic research and agricultural development of Iran. 44(4). (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijaedr.2013.50957.

Jamshidi, B., Dehghani S. (2019). *Big data based on the Internet of Things from the perspective of intelligent agriculture*. Technological Development Quarterly, 16(63). (In Persian). https://doi.org/10.52547/jstpi.20875.16.63.12.

Jingbin, Z., Meng M., Ping W., Xiao-dong S. (2021). *Middleware for the Internet of Things: A survey on requirements,*

https://doi.org/10.1155/2021/6691571.

Mura, M., Lettieri, E., Radaelli, G. & Spiller, N. (2013). *Promoting Professionals' Innovative Behaviour through Knowledge Sharing: The Moderating Role of Social Capital*. Journal of Knowledge Management, 17(4), 527-544. https://orcid.org/0000-0002-5762-2228.

Noori, F., Delangizan, Sohrab., Rezaei, Bijan. (2019). *Technology transfer policy in developing countries and the government's position in it*. International Political Economy Studies, 3(2), 473-509. (In Persian). https://doi.org/10.22126/ipes.2020.5361.1270.

Pirkhaefi, A., Barjali, A., Delaware, A., Eskandari H. (2009). *The effect of creativity training on the psychological components of students' creative thinking*. Educational Leadership and Management Quarterly, 3(2), 51-61. (In Persian).

Rahmani, B., Shafii Sabet, N., Rahmani Fazli, Abdul Reza., Soleimangoli, R. (2015). *Analysis of the place of communication and information technology in the sustainable development of agriculture*. Quarterly Development of Space Economy and Rural Development, 5(4), 189-209. (In Persian). http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.serd.5.18.189.

Rayhana, R., Xiao, G., & Liu, Z. (2020). *Internet of things empowered smart greenhouse farming*. IEEE journal of radio frequency identification, 4(3), 195-211. https://doi.org/10.1109/JRFID.2020.2984391

Robbins, S. (1943). *Organizational behavior: concepts, theories and applications* (Parsaiyan, A., Arabi, M.). Cultural Research Office. (In Persian).

Saedi, I., Alimardani, R., Mouszadeh, Hossein., Salehi, Reza. (2016). *Design and implementation of a solar rotary hydroponic cultivation device equipped with an intelligent irrigation system*. Journal of agricultural machinery, 8(2). (In Persian). https://doi.org/10.22067/jam.v8i2.61694.

Sajjadi Kabudi, R., Mirbaha, Omid., Rezvani, Mojtaba. (2017). *Application of Internet of Things architecture in reducing water consumption in agricultural environments*. The first electrical and computer engineering conference, Qaimshahr, Islamic Azad University, Qaimshahr branch. (In Persian).

Saranya, T., Deisy, C., Sridevi, S., & Anbananthen, K. S. M. (2023). *A comparative study of deep learning and Internet of Things for precision agriculture*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 122, 106034. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106034

Soheli, S. J., Jahan, N., Hossain, M. B., Adhikary, A., Khan, A. R., & Wahiduzzaman, M. (2022). *Smart greenhouse monitoring system using internet of things and artificial intelligence*. Wireless Personal Communications, 124(4), 3603-3634. https://doi.org/10.1007/s11277-022-09528-x.

Todaro, M. (1999). *Economic development in the third world*. translated by Gholam Ali Farjadi, Tehran, Higher Institute of Research in Planning and Development, 9th edition. (In Persian).

Ullah, M. W., Mortuza, M. G., Kabir, M. H., Ahmed, Z. U., Supta, S. K. D., Das, P., & Hossain, S. M. D. (2018). *Internet of things based smart greenhouse: remote monitoring and automatic control*. DEStech Trans. Environ. Energy Earth Sci. https://doi.org/10.12783/dteees/iceee2018/27803.

Vermesan, O., Friess, P. (2016). *Degitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds*. River Publisher. https://doi.org/10.13052/rp-9788793379824.

Zhang, L., Dabipi, I.K., and Brown Jr., W.L. (2018). *Internet of Things Applications for Agriculture (Chapter 18)*. (Hassan, Q.F. edt.) *Internet of Things A to Z: Technologies and Applications*. First Edition, the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. John Wiley & Sons, Inc. 507-528.