

governance model for the development of Internet of Things technology in Iran's technological agriculture

Akbar Foruzesh¹, ahmadreza kasraee*², Ahmadreza Dinpanah³, mahdi charmchian langroudi³

1. Department of Technology Transfer and Intellectual Property Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Industrial Management, Information Technology and Technology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Department of Agricultural Extension and Education, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

*. Corresponding Author: kasraee1349@gmail.com

Received: 4 March 2024

Revised: 10 August 2024

Accepted: 17 August 2024

Abstract

The development of the Internet of Things requires appropriate policies to use the capacities and solve its challenges. Governance is a policy-making function that increases the effectiveness of programs based on the participation of all actors. This research conducted with the aim of developing a governance model for the development of the Internet of Things in technological agriculture, using structural equation modeling. The statistical population of the research was 641 people active in agricultural technologies in the country, of which 314 people were surveyed by stratified random sampling method with proportional assignment. The data collection tool was a questionnaire whose form validity was obtained by surveying experts, convergent and divergent validity, and reliability by calculating variance extracted (AVE) and composite reliability (CR). The results showed that the Internet of Things plays an important role in the realization of sustainable agriculture by helping to improve product quality and optimal use of production resources, and the variables of production sustainability, transparency, foresight, law abiding and the development of infrastructure have the greatest impact in the designed governance model. The overall fit of the research model based on the GOF index was equal to 0.586, which indicates the desirability of the designed model.

Keywords: technology governance, emerging technology, technological agriculture, structural equations.

Citation: Citation: Foruzesh, A., Kasraee, A., Dinpanah, A., Charmchian Langroudi, M. (2024). Governance model for the development of Internet of Things technology in Iran's technological agriculture, *Journal of Technology Development Management*, 12(1), 109-137, <https://doi.org/10.22104/jtdm.2024.6781.3281>

مدل حکمرانی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه ایران

اکبر فروزش^۱؛ احمد رضا کسرای^{۲*}؛ رضا دین پناه^۳؛ مهدی چرمچیان لنگرودی^۳

۱. گروه مدیریت انتقال تکنولوژی و مالکیت معنوی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه مدیریت صنعتی، فناوری اطلاعات و تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. گروه ترویج و آموزش کشاورزی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

*. نویسنده مسئول: kasraee1349@gmail.com

پذیرش: ۲۷ مرداد ۱۴۰۳

بازنگری: ۲۰ مرداد ۱۴۰۳

دریافت: ۱۴ اسفند ۱۴۰۲

چکیده

توسعه اینترنت اشیا نیازمند سیاست‌گذاری مناسب برای استفاده از ظرفیت‌ها و رفع چالش‌های آن است. حکمرانی کارکردی از سیاست‌گذاری است که بر مبنای مشارکت تمام نقش‌آفرینان و ذی‌نفعان، اثربخشی برنامه‌ها را بیشتر می‌کند. این پژوهش باهدف تدوین مدل حکمرانی برای توسعه اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه، با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری اجرا شد. جامعه آماری تحقیق، ۶۴۱ نفر از فعالان فناوری‌های کشاورزی سراسر کشور بودند که بر پایه جدول مورگان و کرجسی، تعداد ۳۱۴ نفر از آن‌ها به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای با انتساب متناسب مورد پیمایش قرار گرفتند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه‌ای بود که روایی شکلی آن با نظرسنجی از متخصصان، روایی همگرا و واگرا و پایایی آن با محاسبه واریانس استخراج شده (AVE) و پایایی ترکیبی (CR) حاصل شد. نتایج نشان داد اینترنت اشیا با کمک به ارتقای کیفیت محصول و استفاده بهینه منابع تولید، نقش مهمی در تحقق کشاورزی پایدار دارد و متغیرهای پایداری تولید، شفافیت برنامه‌ها، آینده‌نگری راهبردی، قانون‌مداری و توسعه امور زیربنایی، با دارا بودن بار عاملی بالاتر، بیشترین تاثیر را در مدل حکمرانی طراحی شده دارند. برآزش کلی مدل تحقیق برپایه شاخص GOF برابر ۰/۵۸۶ بود که نشان‌دهنده مطلوبیت مدل طراحی شده است.

کلمات کلیدی: حکمرانی فناوری، فناوری نوظهور، کشاورزی فناورانه، معادلات ساختاری.

مقدمه

اینترنت اشیا^۱ به عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور، جهان فناورانه‌ای را ترسیم می‌کند که در آن بسیاری از اشیا مانند حسگرها، ابزارها و تجهیزات با استفاده از اینترنت و قابلیت‌های شبکه، به هم مرتبط می‌شوند و کاربر می‌تواند با استفاده از آن، مدیریت فرایند تولید یا عرضه خدمات را در بخش‌های مختلف تولیدی و خدماتی با دقت و سرعت بیشتری انجام دهد (تزونیس^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). کشاورزی یکی از بخش‌های مهم تولیدی و اقتصادی است که اینترنت اشیا ظرفیت بالایی برای ارائه قابلیت‌ها و ظرفیت‌های خود در آن دارد (باقری، ۱۳۹۸) همچنان که در سال‌های اخیر و با بروز بحران‌های موجود در زمینه کم‌آبی و کمبود غذا و توسعه اشکال مختلف کشاورزی پیشرفته و فناورانه، امیدواری روزافزونی برای توسعه و کاربرد آن در بخش کشاورزی به وجود آمده است (حاجی کاظمی، ۱۴۰۰، تزونیس و همکاران، ۲۰۱۷). مفهوم اینترنت اشیا در بخش کشاورزی، در واقع مدیریت مناسب منابع تولیدی با کمک سنسورهایی است که در تجهیزات و وسایل مختلف کار گذاشته شده و باعث استفاده موثرتر از منابع و در نتیجه افزایش بهره‌وری می‌شوند (باقری، ۱۳۹۸). اینترنت اشیا همچنین می‌تواند با افزایش دقت و کارایی، در کاهش ضایعات مراحل کاشت، داشت و برداشت در فعالیت‌های کشاورزی کمک نماید (همتی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۰). شالیمو^۳ (۲۰۲۳)، نظارت بر فرایند پرورش دام و طیور، عملیات کشاورزی دقیق، به کارگیری پهبادهای کشاورزی، ردیابی وسایل نقلیه کشاورزی، نظارت بر حمل و نقل، فرآوری و انبارداری محصولات کشاورزی را از جمله کاربردهای اینترنت اشیا در بخش کشاورزی نام می‌برد. گزارش نهایی سمینار کشاورزی دیجیتال که سال ۲۰۲۰ در اسپانیا برگزار شد، نشان می‌دهد که پیاده‌سازی اینترنت اشیا واقعاً می‌تواند به کشاورزان برای توسعه مهارت‌های حرفه‌ای و حرکتی پربارتر به سمت کشاورزی دیجیتال بیشتر، کمک کند (گریپ و ماراسین^۴، ۲۰۲۱). از نظر خان و کار^۵ (۲۰۱۹) در سال‌های آینده بخش کشاورزی به شدت از پیشرفت فناوری IOT تأثیر پذیرفته و این فناوری تا سال ۲۰۲۵ معادل ۱۴/۴ تریلیون دلار برای صنعت کشاورزی در جهان ارزش‌آفرینی خواهد داشت.

علی‌رغم نقش و اهمیت استفاده از فناوری‌ها در فرایند تولید محصولات کشاورزی، اغلب فناوری‌های تولید شده در مراکز علمی و تحقیقاتی با ساختار اقتصادی، اجتماعی کشاورزان هماهنگی کمتری داشته و نظام ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی از کارایی لازم در حوزه انتقال فناوری‌های نوظهور برخوردار نیست و در موضوع

1. IOT: Internet of things
2. Tzounis
3. Shalimov
4. Girip & Maracine
5. Khanna & Kaur

استفاده از فناوری‌های نوین و تجهیزات کشاورزی مدرن موانع و تنگناهایی نظیر کم‌سوادی بهره‌برداران، ضعف بنیه مالی آن‌ها، وضعیت و کیفیت اراضی و نوع نظام بهره‌برداری، وجود دارد (خواجه‌ویی، ۱۴۰۰). در همین راستا تزونیس و همکاران (۲۰۱۷) بیان می‌کنند که وقتی صحبت از به‌کارگیری اینترنت اشیا در کشاورزی می‌شود، چالش‌های زیادی نظیر چالش‌های سازمانی و قابلیت همکاری، چالش‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، چالش‌های شبکه‌سازی، چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی، چالش‌های پشتیبان‌گیری، بازیابی و مکانیسم‌های کنترل پیش می‌آید. مضاف بر این، بر اساس بررسی‌ها در کشور ایران، عدم وجود استراتژی و سیاست کلی مشخص و مدون برای توسعه فناوری‌های نوظهور در بخش کشاورزی و در نتیجه حمایت نامشخص و ناکافی دولت، نبود تشکل‌های فراگیر و مناسب، ناهماهنگی‌های درون و بیرون بخشی، انحصاری بودن عرضه فناوری‌ها، نبود نظام آموزشی و اطلاع‌رسانی مناسب و ... نیز مانع انتقال، معرفی، ترویج و توسعه فناوری‌های نوین و به‌کارگیری آنها توسط کشاورزان شده است که این عوامل الگوی تولید پایدار در بخش کشاورزی را با چالش‌ها و محدودیت‌های جدی روبه‌رو کرده است (خواجه‌ویی، ۱۴۰۰).

یکی از عوامل مهم برای توسعه فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، سیاست‌گذاری و تدوین برنامه عملیاتی برای تولید، و کاربرد آن‌ها است. باتوجه‌به نقش فناوری اینترنت اشیا در زمینه‌های مختلف تولیدی و خدماتی و همچنین سرعت بالای گسترش و استفاده از آن در فعالیتهای کشاورزی کشورهای مختلف، موضوع سیاست‌گذاری برای توسعه فناوری اینترنت اشیا و حرکت در مسیر کشاورزی فناورانه اهمیت زیادی دارد. سیاست‌گذاری به‌عنوان ابزاری در نظام حکومت‌داری و اداره جوامع در معنای عام، به مفهوم زمینه‌سازی جهت هدایت منابع یک جامعه برای نیل به اهداف موردنظر است. البته در جهان در حال تحول امروز، دولت‌ها به‌تنهایی قادر به پاسخگویی به نیازهای جدید نیستند و به الگوهای جدیدی برای به حداکثر رساندن ظرفیتهای جامعه در بخش‌های دولتی، خصوصی و مدنی نیازمندند و بر همین مبنا این برداشت از سیاست‌گذاری که دولت را تنها متولی امر سیاست‌گذاری می‌داند، در دهه‌های اخیر با نوعی عدم اطمینان و عدم کارایی مواجه شده (رادفر و همکاران، ۱۴۰۱) و بویژه از سوی سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی، برنامه عمران ملل متحد با تردیدهایی همراه شده است (نادری، ۱۳۹۰). بررسی مطالعات توسعه نیز نشان می‌دهد از اوایل دهه ۹۰ میلادی، به‌دلیل شکست برخی از برنامه‌های توسعه در اغلب کشورهای جهان، پارادایم حکمرانی و تاثیر آن بر توسعه مورد توجه قرار گرفته و بی‌توجهی به حکمرانی در حوزه سیاست‌گذاری دلیل شکست برنامه‌های توسعه در مناطق مختلف دنیا، معرفی شده است (صمدی فروشانی و کیهان‌پور، ۱۴۰۱؛ ص ۶). به زعم وحدانی‌نیا و درودی (۱۳۹۸) ظهور

مسائل جدیدی چون فقر فزاینده، بیکاری، تخریب و آلودگی زیست‌محیطی، تغییرات آب و هوایی، شیوع بیماری‌های غیرواگیر حمل و نقل نا ایمن و مسائل عمومی دیگر، شواهدی از ناپایداری برنامه‌های توسعه در جهان هستند که ناکارایی و اثربخش نبودن روش‌های سنتی سیاست‌گذاری، متکی بر دیدگاه‌های حکومتی و بخشی‌نگر را آشکار ساخته است (ص ۱۳۴). این شرایط برنامه‌ریزان را برای بازنگری در مفهوم سیاست‌گذاری و بهره‌مندی از نظرات و دیدگاه‌های نمایندگان بخش‌های خصوصی و ذی‌نفعان هدف برنامه‌ها، ترغیب کرده است. پیامد این رویکرد در سیاست‌گذاری که به ویژه پس از انقلاب صنعتی چهارم بر آن تاکید می‌شود، منجر به ظهور و بروز دیدگاهی متفاوت در سیاست‌گذاری در مفهوم کلاسیک خود شده است. محور اصلی این دیدگاه، تعامل سه بخش اصلی دولتی، خصوصی و نهادهای مدنی و دخالت دادن مردم در ابعاد مختلف سیاست‌گذاری و تدوین برنامه عملیاتی با تاکید بر زمینه‌سازی برای تحقق آن از سوی دولت است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۹ ص ۷۷). بر این مبنا با توجه به نارسایی‌های سیاست‌گذاری به شکل کلاسیک در حوزه کاربرد فناوری‌ها، توسعه کشاورزی و سایر حوزه‌های تولیدی و اقتصادی و ضعف‌هایی که در اثر عدم توجه به ادراکات و نظرات ذی‌نفعان و نقش‌آفرینان، مشاهده شده است، استفاده از قالب «حکمرانی» در سیاست‌گذاری برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی مدرن و فناورانه مورد توجه محافل علمی و توسعه‌ای برخی از کشورها قرار گرفته است (زیننده، ۱۳۹۹).

بنابراین، مسئله اصلی این تحقیق عبارت از «طراحی و تدوین مدل حکمرانی مناسب برای توسعه فناوری نوظهور اینترنت اشیا در بخش کشاورزی» است و شناسایی ابعاد و اثرات فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی، شناسایی مؤلفه‌های حکمرانی مناسب برای توسعه فناوری اینترنت اشیا و تعیین تأثیر آن‌ها، از جمله اهداف تحقیق است. مرزهای پژوهش حاضر از یک سو به توسعه نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا ذیل انقلاب صنعتی چهارم در زمینه کشاورزی فناورانه می‌رسد و از سوی دیگر از حیث نگاه خط‌مشی‌گذاران، به تدوین مدل حکمرانی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در حوزه فعالیت‌های کشاورزی محدود می‌شود؛ لذا می‌توان گفت: این پژوهش که به موضوع حکمرانی برای توسعه فناوری نوظهور اینترنت اشیا در فعالیت‌های کشاورزی ایران پرداخته است، از چند جنبه واجد نوآوری و تازگی است:

اول اینکه حکمرانی به‌عنوان پدیده‌ای میان‌رشته‌ای، در ادبیات مربوط به مدیریت توسعه، سابقه زیادی نداشته و از عمر توصیه‌ای آن توسط بانک جهانی حدود ۳۰ سال می‌گذرد، برای نخستین بار موضوع توسعه فناوری‌های کشاورزی نوظهور در ایران را مورد توجه قرار می‌دهد. دوم اینکه در حوزه کشاورزی که با چالش‌ها و

بحران‌های متعددی در اغلب کشورهای جهان مواجه است، استفاده از انواع فناوری‌های نوین که امکان تولید مواد غذایی با فشار حداقلی بر منابع پایه تولید را دارند، یک ضرورت بوده و زمینه‌سازی برای توسعه کاربردپذیری آن ذیل مفهوم حکمرانی که بر خلاف سیاست‌گذاری در مفهوم کلاسیک، مشارکت تمام ذی‌نفعان را می‌طلبد و سوم اینکه کاربرد اینترنت اشیا در بخش کشاورزی و توسعه کشاورزی فناورانه در ایران علاوه بر تسهیل تحقق کشاورزی پایدار در زمینه‌سازی برای تولید محصولات سالم و عاری از باقیمانده مواد شیمیایی (که مورد توجه بازارهای جهانی است)، مؤثر است.

در این مقاله پس از مروری بر پیشینه پژوهش و آشنایی با نقش و اهمیت و اینترنت اشیا به کارکرد و نقش حکمرانی در توسعه آن به نتایج تحقیقات خارجی و داخلی در حوزه حکمرانی و اینترنت اشیا، پرداخته شده به چارچوب نظری و مدل مفهومی تحقیق اشاره می‌شود. در ادامه روش و ابزار پژوهش، جامعه و نمونه آماری پژوهش و جمع‌آوری اطلاعات اشاره شده و به یافته‌های مهم پژوهش و مدل طراحی شده برای حکمرانی و اعتبارسنجی آن ارائه می‌شود. در بخش پایانی مقاله به بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها توجه شده است.

پیشینه پژوهش

حکمرانی در حوزه توسعه کشاورزی فناورانه با کارکردهای مختلفی از تقسیم‌بندی‌ها، رویکردها و ابعاد مواجه است که از جمله آنها می‌توان کارکردهای؛ سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیلگری، تأمین‌کنندگی و توزیع‌کنندگی کالا و خدمات با تعاریف و مفاهیم اختصاصی را مورد توجه قرارداد (صادقی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱). فرض یا پرسشی که پژوهشگران سیاست‌گذاری در بدو ورود فناوری‌های جدید با آن مواجه‌اند این است که اولاً برای توسعه این فناوری چه مسائل و چالش‌هایی پیشروی حاکمیت وجود دارد؟ و ثانیاً برای اثربخشی بهتر باید چه پشتولنه‌های نظری و علمی فراهم شود؟ علی‌رغم جوان بودن فناوری اینترنت اشیا، در حوزه توسعه قابلیت‌های فنی و عملیاتی، اهمیت، کارایی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای توسعه آن مطالعات خوبی در سطح جهان انجام شده و اینترنت اشیا را پیشرانی برای پیشرفت اقتصادی کشورها، موج دیگری از پیشرفت فناوری و اقتصاد در صنعت اطلاعات جهان، پیشران کسب‌وکارهای دیجیتال و یکی از کلیدی‌ترین عوامل تحول اینترنت معرفی کرده‌اند (زیبنده، ۱۳۹۹). نیو و کاسترو (۲۰۱۵) برنامه‌ریزی، اقدامات نظارتی و تجاری را از جمله دلایل نیازمندی کشورها به داشتن استراتژی ملی برای توسعه اینترنت اشیا دانستند (حسن‌زاده گراوند و همکاران، ۱۴۰۰). منگرو^۱ (۲۰۱۷) نیز آموزش افراد درباره فواید و کاربردهای اینترنت اشیا را در توسعه کاربرد

1. Mengru

آن توسط افراد مؤثر می‌داند. فاروق^۱ و همکاران (۲۰۲۰) با اشاره به کارکردهای اینترنت اشیا در بخش کشاورزی، آن را مستحق حمایت و سیاست‌گذاری از سوی دولت در کشورهای مختلف دانستند. «عثمان فریح^۲» و همکاران (۲۰۲۱) نیز تحقق پایداری در کشاورزی را در گرو استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، دانسته و نرانجان و همکاران (۲۰۲۱) هم تاثیر فناوری اینترنت اشیا را در افزایش کلی کارایی و عملکرد بهتر تولید در فعالیتهای کشاورزی تأیید کردند. همچنین به زعم مراچید^۳ و همکاران (۲۰۲۳)، اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند مزایایی همچون: افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت محصول، کاهش استفاده از منابع، افزایش دقت و سرعت عمل دارد. در میان مطالعات انجام گرفته، مفهوم حکمرانی در توسعه و کاربرد اینترنت اشیا نیز، با هدف شناسایی زمینه‌های مورد نیاز به مداخله دولتی جهت حفظ منافع عمومی نیز مورد توجه بوده است (صادقی‌زاده، ۱۴۰۱). تحقیقات دیگری، با هدف تحقق توسعه پایدار، بر ضرورت استفاده از قابلیت «حکمرانی» در توسعه اینترنت اشیا صحنه گذاشته و توسعه زیرساخت‌ها، ارتقای تدارکات، سرمایه‌گذاری، مشارکت و آموزش اینترنت اشیا را ضروری شمردند (حسن‌زاده گراوند و همکاران، ۱۴۰۰). این مسائل، در کنار ضعف‌های زیرساختی برخی از کشورهای در حال توسعه، اهمیت اتخاذ رویکرد سیستمی که در آن نقش و جایگاه حکمرانی و برخورد متناسب با توسعه فناوری اینترنت اشیا و لزوم نگاه خط‌مشی‌گذارانه‌ی دولت به آن، به‌خوبی دیده شود، را بیش از پیش ضروری کرده‌است (صادقی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱).

در پژوهش‌های داخلی توجه چندانی به موضوع سیاست‌گذاری برای توسعه اینترنت اشیا در بخش کشاورزی نشده و تحقیقات انجام شده اغلب ناظر به کاربردها بوده و بعد فنی کار را مورد توجه قرار داده‌اند و در مواردی هم به بررسی چالش‌هایی پرداخته شده است که در آینده ممکن است با آن مواجه شویم (زیبنده، ۱۳۹۹). در همین راستا فرهمند و همکاران (۱۴۰۰) متغیرهای مؤثر در پذیرش فناوری اینترنت اشیا را شامل زیرساخت‌ها، قوانین و مقررات دولتی، مدیریت، آموزش، مسائل مالی و همچنین اجتماعی-فرهنگی و ایجاد بستر لازم برای تسهیل ورود و راه‌اندازی فناوری اینترنت اشیا دانستند. به نظر بنار و علیزاده (۱۳۹۸) اینترنت اشیا سبب کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصادی و افزایش رشد اقتصادی می‌شود. محمدزاده و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی ضمن اولویت‌بندی چالش‌های اینترنت اشیا در ایران، مهمترین عامل مؤثر بر توسعه اینترنت اشیا، را سطح تکنولوژی و حفظ حریم خصوصی و امنیتی دانستند. حسن‌زاده گراوند و همکاران (۱۴۰۰) مهمترین

1. Farooq
2. Othmane Friha
3. Morchid

زمینه‌های تدوین خط‌مشی‌ها را شامل: تشکیل و تقویت نهادهای تعیین خط‌مشی در حوزه اینترنت اشیا؛ زمینه‌سازی جهت تولید برنامه‌های کاربردی یکپارچه بر پایه نظارت و حمایت دولت؛ بومی‌سازی اینترنت اشیا با نظر داشت فرهنگ اسلامی- ایرانی و تدوین قوانین و استانداردهای داخلی اینترنت اشیا با نظر داشت استانداردهای جهانی و نظارت فعال معرفی کردند. محمدیان و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش کشاورزی بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار پرداختند و نتیجه‌گیری کردند که به ترتیب گلخانه هوشمند، شبکه تامین و توزیع هوشمند، پرورش هوشمند دام و طیور، باغداری هوشمند، پرورش هوشمند ماهی و آبزیان، زراعت هوشمند، جنگل‌داری هوشمند و کشاورزی شهری هوشمند در اولویت استفاده از اینترنت اشیا قرار دارند. در پژوهش دیگری امیری و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از تکنیک مدل معادلات ساختاری (SEM) نتیجه گرفتند که اینترنت اشیا تاثیر مثبت و معنی‌داری بر بهبود محصولات کشاورزی و ارائه خدمات کشاورزی هوشمند دارد. به نظر بهاروند و همکاران (۱۴۰۱) استفاده از فناوری اینترنت اشیا در بخش کشاورزی با کاهش مداخلات انسانی و از طریق خودکارسازی، فرایندهای صنعت کشاورزی را کارآمدتر می‌کند. خوشخوی و همکاران (۱۴۰۲) طی تحقیقی فناوری‌های نوین و از جمله اینترنت اشیا را در کاهش میزان نیروی کار و هزینه تولید، مدیریت چالش‌های تغییر اقلیم و آلودگی آب، محیط‌زیست و پسماند سم‌های دفع آفت موثر دانستند. رجب‌زاده و حیدری یکتا (۱۴۰۱) نیز در تحقیقی نشان دادند رابطه بین حکمرانی خوب و بهره‌وری فناورانه صنعت کشاورزی، رابطه معنی‌داری است؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت: علی‌رغم مزیت‌های اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه و نقش مثبت سیاست‌گذاری در هماهنگی فعالیت‌ها و زمینه‌سازی برای تحقق اهداف، موضوع سیاست‌گذاری برای توسعه کاربردپذیری فناوری اینترنت اشیا در بخش کشاورزی آنچنان که باید، مورد توجه قرار نگرفته و به‌ویژه خلاء استفاده از قابلیت‌های حکمرانی برای توسعه کاربردپذیری آن در حوزه کشاورزی فناورانه کشورمان به‌منظور افزایش بهره‌وری فرایندهای کشاورزی و بهبود عملکرد و اثربخشی هزینه‌ها و حرکت در مسیر پایداری کشاورزی نمایان است و پژوهش‌های اینچنینی می‌توانند در پرکردن خلاء مورد نظر ایفای نقش کرده و زمینه‌ساز تبیین و معرفی جایگاه حکمرانی در توسعه فناوری‌های نوظهوری مانند اینترنت اشیا شوند.

مبانی نظری

برای آنکه ابعاد موردنظر برای مدل حکمرانی روشن شود، بایستی متغیرهای آن شناسایی شوند. اصطلاح متغیر در تعریف، عبارت از سازوکاری مناسب برای معرفی و سنجش یک پدیده است (بیگی نیا و همکاران، ۱۳۹۱). متغیرها

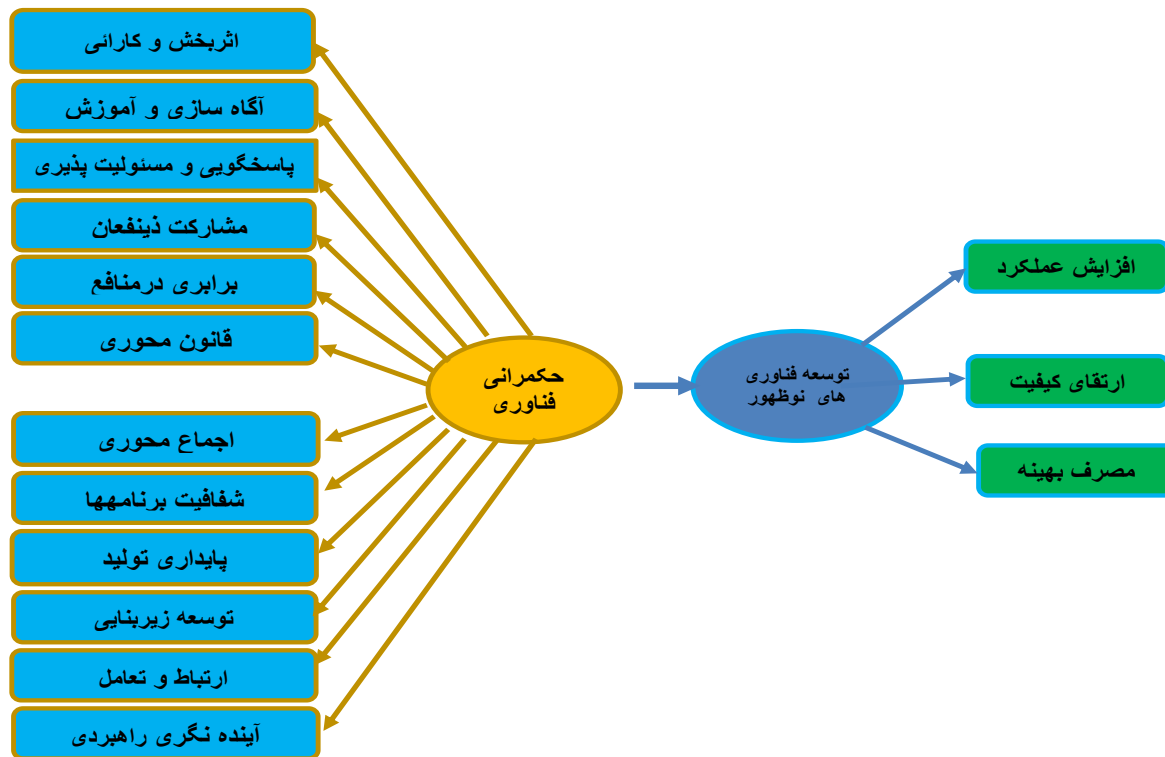
در قالب معیارها و شاخص‌ها، نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در همه سطوح دارند و اساساً بدون سنجش‌های به نام معیار و یا شاخص، ارزیابی یک پدیده مانند حکمرانی امکان‌پذیر نیست (بایسته و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۶).

سازمان‌های بین‌المللی، نهادهای ملی و پژوهشگران دانشگاهی و مراکز پژوهشی؛ هر کدام متغیرها، معیارها، ویژگی‌ها، شاخص‌ها و مؤلفه‌هایی را برای معرفی، سنجش و ارزیابی حکمرانی برشمرده‌اند (بیگی نیا و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی‌های انجام شده برای این پژوهش نشان دادند که متغیرهای متعدد و گوناگونی هم به لحاظ تعداد و هم به لحاظ نام برای سنجش و ارزیابی این مفهوم احصا و تعریف شده است که هریک گویای ویژگی، معیار، شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و مؤلفه‌های خاصی از حکمرانی است (محمودی و آرش پور، ۱۳۹۶: ۲۱۳).

در همین راستا، کمیسیون اقتصادی، اجتماعی آسیا و اقیانوس آرام (ESCAP) متغیرهای مهم حکمرانی و عوامل مؤثر در تقویت آن را تبیین کرده که شامل مشارکت، حاکمیت قانون، شفافیت، پاسخگویی، انسجام و اجماع محوری، تساوی، کارایی و اثربخشی هستند (کوهستانی و همکاران، ۱۳۹۳). عرب یار محمدی و اسمعیلی خوشمردان (۱۳۹۹) نیز با استناد به نظرات نهادهایی مانند: کمیسیون اقتصادی، اجتماعی آسیا و اقیانوس آرام، کمیسیون حقوقی سازمان ملل، مؤسسه لگاتوم، بنیاد برتلسمن استیفتونگ، صندوق صلح، مؤسسه کیفیت دولت و بانک جهانی، ویژگی‌ها و شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی حکمرانی را تبیین نموده‌اند (ص ۱). بانک جهانی نیز برای حکمرانی شاخص "خوب یا مطلوب" را از اواسط دهه ۹۰ میلادی تعیین و برای آن زیرشاخص‌هایی مانند: حق اظهارنظر، ثبات سیاسی و نبود خشونت و تروریسم، اثربخشی دولت، کیفیت تنظیم‌کنندگی، حاکمیت قانون و مهار فساد را تبیین نموده است (علیزاده و بیات، ۱۳۹۵: ۵۰۱). علاوه بر شاخص‌های ارائه شده توسط نهادها و مراجع بین‌المللی، شاخص‌های دیگری همچون: عدالت‌محوری، وفاق محوری، اعتماد محوری شایسته محوری، مردم‌محوری، آینده محوری، دولت‌محوری، گسترش فناوری اطلاعات، آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی و تخصصی در جامعه، ارتقای درآمد سرانه، امید به زندگی، سطح بهداشت و سلامت، تحقق توسعه پایدار، پاسخگویی به تقاضای مواد غذایی جمعیت روبه‌افزایش جهان، مقابله با آفات و حشرات مضر، تعاملات پیچیده میان نقش‌آفرینان، بحران‌های زیست‌محیطی، کاهش ضایعات، محدود کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای و ترویج استفاده کارآمد از منابع، ارتباطات دوجانبه، حمایتی و همکارانه بین دولت، جامعه مدنی و بخش خصوصی، تساوی در برابر قانون، پیش‌بینی‌پذیری، فعالیت‌های مردم‌سالارانه، آزادی‌های مدنی و دسترسی به اطلاعات، داشتن بینش راهبردی و آینده‌نگری در برابر پیامدهای تصمیمات، دسترسی جامعه هدف به اطلاعات موردنیاز، انعطاف‌پذیری عملکرد و قوانین، کنترل فساد، تمرکززدایی، تفویض اختیارات، شهروندمداری، ظرفیت‌سازی امور زیر امری و

سازمانی، اعتمادسازی، جهت‌گیری توافقی، توسعه‌گرایی، ارزش‌گرایی، توجه به زمینه‌های فرهنگی، هدایت افراد و سازمان‌ها به استفاده از فناوری‌ها با رعایت موازین اخلاقی، تخصیص کارآمد منابع، و افزایش رفاه ذی‌نفعان، توجه به حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست و پایداری در تولید محصولات کشاورزی، ارتقای بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع آب‌و‌خاک و به‌کارگیری حداقلی منابع شیمیایی کارآمدی، شکل‌دهی آینده مطلوب و توجه به منافع عمومی آیندگان، ثبات سیاسی، اثربخشی خدمات عمومی، مقررات تنظیم‌گری دقیق، تأمین غذایی، کرامت انسانی، نظارت و کنترل‌پذیری، امنیت، تعادل و تعامل سه نهاد اصلی جامعه یعنی دولت، بازار (بخش خصوصی) و جامعه مدنی، حفظ محیط‌زیست و دستیابی به توسعه پایدار، چشم‌انداز و برنامه‌ریزی، فقرزدایی، رشد اقتصادی، توسعه نهادی با رویکرد توسعه پایدار، مسئولیت‌پذیری جامع‌گرا در سه بعد تعهدات بین‌نسلی، تعهدات اجتماعی و تعهدات زیست‌محیطی، راهبردها و فعالیتهای خلاقانه و مدیریت تعامل، توسعه و افزایش دانش سرمایه‌های انسانی برای تحقق توسعه پایدار در تحقیقات و مطالعات به‌عنوان متغیرهای ارزیابی حکمرانی معرفی شدند.

نظر به اینکه حکمرانی در یک بیان کلی، در مفهوم، مجموعه‌ای از هنجارها و ارزش‌هایی که غایت آرزوی نهادها، سازمان‌های دولتی و بین‌المللی است، تلقی می‌شود (مقیمی و اعلائی اردکانی، ۱۳۹۰)، مهم‌ترین متغیرهایی که در این تحقیق جهت طراحی مدل حکمرانی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه ایران مورد استفاده قرار گرفته و مبتنی بر پیشینه نظری تحقیق و نظرات خبرگان و کنشگران فناوری‌های کشاورزی است، شامل متغیرهای دوازده‌گانه: مشارکت ذی‌نفعان، مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی، قانون‌مداری، آموزش و آگاه‌سازی، آینده‌نگری و چشم‌انداز راهبردی، پایداری تولید، ارتباط و تعامل، اثربخشی و کارایی، توسعه قابلیت‌های زیربنایی، عدالت و برابری، شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها، اجماع محوری و فراگیری هستند که به‌عنوان چارچوب مفهومی پژوهش در قالب شکل (۱) مورد تأیید قرار گرفت.



شکل ۱: چارچوب مفهومی تحقیق بر اساس مطالعات نظری و پیشینه تحقیق

روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ تئوریک جزو پژوهش‌های کمی، از نظر میزان امکان کنترل متغیرها، غیرآزمایشی و بر مبنای چگونگی گردآوری داده‌های موردنیاز، پیمایشی و از نظر هدف جز پژوهش‌های کاربردی است که در سال ۱۴۰۲ انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل ۶۴۱ نفر از خبرگان و کنشگران حوزه مطالعات، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، عرضه‌کنندگان فناوری‌ها و تجهیزات مدرن کشاورزی و همچنین بهره‌برداران کشاورزی فناورانه در حوزه تولید محصولات گلخانه‌ای هستند که بر پایه جدول مورگان و کرجسی (۱۹۷۰)، تعداد ۳۱۴ نفر از آنها به‌عنوان نمونه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. به‌منظور دستیابی به نمونه‌ها از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای با انتساب متناسب استفاده شد. به‌گونه‌ای که بر مبنای حجم جامعه آماری در هر یک از حوزه‌های کاری، شمار نمونه متناسب به هر یک از حوزه‌ها اختصاص یافت (جدول ۱).

جدول ۱: جامعه و نمونه آماری تحقیق

ردیف	جامعه آماری	تعداد جامعه	تعداد نمونه (جدول کرجسی و مورگان)	تعداد پرسشنامه تکمیل شده و قابل قبول
۱	کارشناسان و مدیران مرتبط با کشاورزی فناورانه در بخش دولتی (وزارت جهاد کشاورزی و واحدهای استانی و شهرستانی)	۱۶۵ نفر	۱۱۵ نفر	۹۷
۲	مدیران و کارکنان شرکت‌های عرضه‌کننده فناوری‌های نوظهور	۱۳۰ نفر	۹۷ نفر	۸۰
۳	بهره‌برداران و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در واحدهای مجهز به بیش از سه فناوری نوظهور	۳۴۶ نفر	۱۸۲ نفر	۱۳۷
۴	جمع	۶۴۱	۳۹۴	۳۱۴

بررسی روایی متغیرهای پنهان

روایی به این سؤال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه موردنظر را می‌سنجد. به طور متعارف جذر میانگین واریانس استخراج شده AVE یک متغیر پنهان باید بیشتر از همبستگی آن متغیر پنهان با متغیرهای پنهان دیگر باشد این امر نشانگر آن است که همبستگی متغیرهای پنهان با نشانگرهای خود بیشتر از همبستگی آن با متغیرهای پنهان دیگر است. بر اساس آنچه در جدول (۳) نمایش داده شده است، جذر میانگین واریانس استخراج شده هر یک از متغیرهای پنهان این پژوهش نشانگر “روایی مناسب” متغیرهای پنهان هستند (جدول ۲).

جدول ۲: ماتریس همبستگی و روایی متغیرهای پنهان پژوهش

متغیر پنهان	مشارکت	شفافیت	برابری	اجماع	قانون‌مدار	مسئولیت	آموزش و آگاه‌سازی	پایداری	آینده-نگری	ارتباط و تعامل	امور زیربنایی	اثربخشی
مشارکت...	۰/۷۵۵*											
شفافیت...	۰/۶۰۳	۰/۷۷۷*										
برابری...	۰/۴۸۷	۰/۶۲۵	۰/۸۸۵*									
اجماع...	۰/۴۳۵	۰/۵۲۳	۰/۴۹۸	۰/۸۰۲*								
قانون‌مداری...	۰/۲۵۸	۰/۶۲۴	۰/۶۰۲	۰/۴۰۰	۰/۷۱۷*							
مسئولیت...	۰/۴۵۲	۰/۵۷۳	۰/۵۸۲	۰/۴۰۹	۰/۶۶۷	۰/۸۱۶*						
آموزش...	۰/۳۸۲	۰/۴۴۸	۰/۳۵۰	۰/۴۳۲	۰/۵۴۴	۰/۵۳۲	۰/۸۱۱*					
پایداری...	۰/۶۰۵	۰/۶۰۲	۰/۴۷۸	۰/۴۳۵	۰/۵۸۳	۰/۶۲۱	۰/۷۹۱*	۰/۷۹۱*				
آینده‌نگری...	۰/۴۶۱	۰/۵۸۲	۰/۴۰۷	۰/۴۳۹	۰/۶۱۶	۰/۷۱۵	۰/۶۶۷	۰/۷۵۴*	۰/۷۵۴*			
ارتباط...	۰/۵۵۹	۰/۵۵۳	۰/۴۱۴	۰/۴۷۶	۰/۶۲۳	۰/۷۳۸	۰/۵۳۱	۰/۱۷۷	۰/۶۳۱	۰/۷۸۶*		
زیربنایی...	۰/۴۷۱	۰/۵۴۴	۰/۳۹۲	۰/۴۸۵	۰/۴۹۱	۰/۵۹۸	۰/۶۷۰	۰/۷۳۴	۰/۶۸۸	۰/۷۱۷*	۰/۷۱۷*	
اثربخشی...	۰/۵۲۸	۰/۵۸۶	۰/۴۴۴	۰/۶۰۶	۰/۴۶۲	۰/۵۱۹	۰/۵۵۹	۰/۶۶۱	۰/۶۶۷	۰/۷۷۴	۰/۷۱۹*	۰/۷۱۹*

منبع: یافته‌های تحقیق

*جذر میانگین واریانس استخراج شده هر یک از متغیرهای پنهان

ابزار و روش‌های جمع‌آوری داده و انواع متغیرهای پژوهش

داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه محقق ساخته گردآوری شدند که برای استخراج متغیرها و تدوین آن از منبع‌های مختلفی استفاده شده بود. پرسش‌نامه نهایی، افزون بر ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای نمونه مورد بررسی (۶ گویه)، شامل کارکرد کلی فناوری اینترنت اشیا در فعالیت‌های کشاورزی (۳ پرسش) و متغیرهای مشاهده‌پذیر حکمرانی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در بخش کشاورزی (۷۳ پرسش) بود که هر یک از پرسش‌ها با بازه لیکرت (ارزش ۵ برای گزینه خیلی زیاد و ارزش ۱ برای گزینه خیلی کم) سنجش شدند. روایی شکلی پرسش‌نامه با استفاده از نظرسنجی از متخصصان در حوزه پژوهش تأیید شد. همچنین روایی سازه شامل روایی همگرا و روایی تشخیصی و پایایی ابزار اندازه‌گیری از طریق برازش مدل پژوهش بررسی شد که بر پایه محاسبه میانگین واریانس استخراج شده ($0/784 < AVE < 0/514$) و پایایی ترکیبی $0/916 < CR < 0/842$ و ضریب کرونباخ الفای $0/873 < \text{Alpha Cronbach} < 0/714$ می‌توان گفت: پرسش‌نامه ساخته شده دارای روایی همگرا و پایایی مناسبی بود. پس از گردآوری و دسته‌بندی داده‌ها، از روش آمار توصیفی و استنباطی در محیط نرم‌افزار SPSS²¹ و همچنین برای استخراج مدل معادله‌های ساختاری از نرم‌افزار Smart PLS³ استفاده شد. در این پژوهش توسعه فناوری نوظهور اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه متغیر وابسته و عوامل مؤثر در آن در دو نوع آشکار (مشاهده‌پذیر) و پنهان (مکنون) به‌عنوان متغیرهای مستقل تحقیق محسوب می‌شوند (جدول ۲). همچنین «حکمرانی مناسب» در نقش متغیر تعدیل‌کننده یا متغیر مستقل فرعی است که در کنار سایر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته تحقیق تأثیر می‌گذارد.

جدول ۳: انواع متغیرهای مستقل تحقیق

متغیر آشکار	گویه‌ها / متغیرهای مکنون (پنهان)
شفافیت برنامه-ها و سیاست‌ها	شفاف بودن سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه فناوری برای همه ذی‌نفعان، دسترسی آزاد و مناسب تمام ذی‌نفعان به اطلاعات موردنظر، آگاهی ذی‌نفعان از چگونگی اتخاذ و اجرای تصمیمات، شفاف کردن قوانین، مقررات، ضوابط و دستورالعمل‌های تأسیس و توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، تسهیلگری در مقررات واردات فناوری‌ها و تجهیزات مدرن کشاورزی
اجماع محوری و فراگیری	دستیابی به اجماع نظرات (مخالف و موافق) درباره منفعت و سودمندی همگان از فناوری‌ها، تصمیم‌گیری مبتنی بر منافع فراگیر و درازمدت همه نقش‌آفرینان و ذی‌نفعان، هماهنگی سیاست‌های توسعه فناوری در بخش کشاورزی با سیاست‌های فناوری دولت در سایر بخش‌ها
عدالت و برابری	تأمین یکسان منافع ذی‌نفعان، بهره‌مندی متناسب همه گروه‌های ذی‌نفع از مزایای برنامه‌های توسعه فناوری‌های نوظهور، عدم جانب‌داری در توجه به دیدگاه‌های ذی‌نفعان برنامه‌های توسعه فناوری‌های نوظهور

<p>بومی سازی فناوری های وارداتی، توسعه شهرک های کشاورزی با فناوری مدرن، تأمین نقدینگی برای توسعه گلخانه های مدرن، آسان سازی سرمایه گذاری در حوزه گلخانه های مدرن، فعالیت بخش خصوصی در ارائه خدمات فنی و پشتیبانی پس از عرضه فناوری، پویایی ساختار و تشکیلات سازمانی و انسانی امور توسعه فناوری در بخش دولتی، توسعه فرهنگ سازمانی فناوری گرای در بخش کشاورزی، توسعه و تقویت ساختار انسانی، سازمانی و زیرساخت های مورد نیاز صنعت کشاورزی فناورانه، جهت دهی به تحقیقات بازار داخلی و خارجی محصولات کشاورزی مدرن.</p>	<p>توسعه امور زیربنایی</p>
<p>منفعت اقتصادی از کاربرد فناوری های نوین، پیچیده نبودن کاربرد فناوری، توسعه استارت آپ ها و شرکت های دانش بنیان، جذابیت و تخصصی شدن فعالیت کشاورزی، تولید محصولات کشاورزی صادرات محور، توسعه اشتغال متخصصین در حوزه کشاورزی فناورانه، افزایش دامنه نفوذ فناوری به نظام تولید کشاورزی، افزایش کارایی، بهره روری و بهبود مدیریت فرایند تولید، ناپذیری و تحول خواهی جامعه روستایی نسبت به فعالیت های کشاورزی، سودمندی عمومی فناوری ها در استفاده بهینه از منابع پایه در بخش کشاورزی، سازگار کردن فناوری برای واحدهای بهره برداری کوچک مقیاس توسط فناوران، بهره گیری از تشکلهای صنفی برای توسعه واحدهای فناورانه.</p>	<p>اثر بخشی و کارایی</p>
<p>ارتباط و تعامل متولیان امور توسعه فناوری های کشاورزی در بخش های دولتی، خصوصی (شرکت های عرضه کننده فناوری، بهره برداران، تعامل و ارتباط سیاست گذاران و برنامه ریزان، با کشورهای صاحب فناوری های کشاورزی، توسعه روابط سیستمی و هماهنگی بین بخشی در حوزه کشاورزی مدرن).</p>	<p>ارتباط و تعامل</p>
<p>رفع نیازهای جامعه با حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی و تحقق کشاورزی پایدار، محدودیت منابع آب و الزام به سازگاری با تغییرات اقلیمی، انطباق فناوری ها با مبانی توسعه پایدار کشاورزی، شناخت عوامل زراعی، اکولوژیکی و زیر ساختی منطقه مورد نظر.</p>	<p>پایداری تولید</p>
<p>آمایش سرزمین و نیازسنجی فناوری های نوظهور، توسعه کشاورزی فناوری محور در نظام سیاست گذاری بخش کشاورزی، ارائه بازخورد نتایج تحقیقات در ارتباط با فناوری های مدرن برای سیاست گذاران و برنامه ریزان، ترویج نظام تولید فناورانه برای علاقه مندان و سرمایه گذاران، توانمندسازی (توسعه دانشی، بینشی و مهارتی) نیروی انسانی شاغل در کشاورزی مدرن، عزم و اراده ملی و هماهنگی ارکان حاکمیت کشور در توسعه فناوری های کشاورزی، ارتقای امنیت غذایی از طریق توسعه فناوری های نوین</p>	<p>آینده نگری راهبردی</p>
<p>فرهنگ سازی و ترویج پذیرش فناوری های نوین کشاورزی، افزایش دانش و آگاهی عمومی، مهارت و دانش فنی بهره بردار، برنامه های آموزشی و ترویجی و ارائه خدمات مشاوره ای.</p>	<p>آموزش و آگاه- سازی</p>
<p>ثبات در قوانین، مقررات و ضوابط، توجه به قوانین و اسناد بالادستی، تدوین قوانین هدایتی، حمایتی و نظارتی، تدوین و ارائه الگوی کشت گلخانه ای، ابلاغ مقررات و استانداردهای اجباری فناوری در زمان صدور مجوز احداث و بهره برداری، ثبات سیاست های بازرگانی در حوزه صادرات محصولات گلخانه ای، منوط شدن حمایت های دولت از کشاورزان به استفاده از فناوری های مدرن، تدوین نظام جامع و پویا برای تولید و عرضه محصولات کشاورزی سالم در کشور</p>	<p>قانون مداری</p>
<p>مسئولیت پذیری برنامه ریزان در قبال نتایج سیاست های تدوین شده، و تأثیر آن بر ذی نفعان، عموم مردم و تأمین نیازهای جامعه، دسترسی ذی نفعان به مدیران و کارشناسان تصمیم گیر، مسئولیت پذیری دولت در حمایت (مالی، قانونی و...) از کشاورزان پذیرنده فناوری های مدرن</p>	<p>مسئولیت پذیری و پاسخگویی</p>
<p>سیاست گذاری و برنامه ریزی مشارکتی، تمرکززدایی از برنامه ریزی، مشارکت شرکت های فناور، انجمن ها، اتحادیه های صنفی و بهره برداران در برنامه ریزی، تأمین مالی و سرمایه مورد نیاز، فعالیت های تحقیق و توسعه (R&D) و عملیاتی کردن برنامه ها</p>	<p>مشارکت ذی- نفعان</p>

یافته‌ها

بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده، ۷۱/۳ درصد پاسخ‌گویان مرد و ۲۸/۷ درصد نیز زن بودند. ۳۱ درصد در بخش دولتی، ۲۵/۵ درصد در بخش خصوصی و ۴۳/۵ درصد نیز در بخش عمومی به عنوان بهره‌برداران فناوری‌های گلخانه‌ای فعالیت داشتند. از نظر مدرک تحصیلی، ۲۳/۲ درصد دکتری، ۴۶/۸ درصد کارشناسی ارشد، ۲۵/۸ درصد کارشناسی و ۴/۲ درصد کاردانی بودند. نمونه مورد بررسی دارای میانگین سنی ۴۳ سال با کمینه و بیشینه ۲۴ و ۶۱ سال و میانگین سابقه شغلی ۱۷ سال با کمینه و بیشینه ۳ و ۴۵ سال بودند. کارکرد فناوری اینترنت اشیا (IOT) در سه زمینه افزایش عملکرد، افزایش کیفیت و استفاده بهینه از منابع تولید در فعالیت‌های کشاورزی به ترتیب از نظر ۵۲/۹، ۵۰/۷ و ۶۲/۱ درصد از پاسخگویان در حد «زیاد و خیلی زیاد» در مقیاس لیکرت بدست آمد.

ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار در تحقق حکمرانی مناسب و میزان سودمندی فناوری اینترنت اشیا

جدول ۴ رابطه بین میزان سودمندی فناوری اینترنت اشیا در افزایش عملکرد، ارتقای کیفیت و استفاده بهینه از منابع تولید در کشاورزی فناورانه با میزان تأثیرگذاری متغیرهای موثر در تحقق حکمرانی مطلوب از طریق ضریب همبستگی پیرسون را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج؛ «متغیرهای مکنون مشارکت ذی‌نفعان»، «شفاف‌بودن برنامه‌ها»، «عدالت و برابری منافع ذینفعان»، «قانون‌مندی و قانون‌مداری»، «مسئولیت‌پذیری و پاسخ‌گویی»، «آموزش و آگاه‌سازی»، «توجه به پایداری در تولید کشاورزی»، «آینده‌نگاری و چشم‌انداز استراتژیک»، «ارتباط و تعامل»، «توسعه قابلیت‌های زیربنایی» و «اثربخشی و کارایی» در سطح ۹۹ درصد و متغیر «اجماع محوری و فراگیری» در سطح ۹۵ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری با سودمندی فناوری اینترنت اشیا دارند.

جدول ۴: رابطه بین متغیرهای حکمرانی مناسب و سودمندی فناوری اینترنت اشیا

متغیر اول	متغیر دوم
میزان سودمندی اینترنت اشیا (IOT)	
مشارکت ذی‌نفعان در برنامه‌ها	۰/۴۵۱**
پایداری در تولید	۰/۴۰۳**
برابری منافع	۰/۳۷۴**
آموزش و آگاه‌سازی	۰/۳۷۰**
قانون‌مداری	۰/۳۰۸**

۰/۲۸۰**	آینده‌نگری و چشم‌انداز استراتژیک
۰/۲۵۸**	شفافیت برنامه‌ها
۰/۲۰۵**	مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی
۰/۲۴۴**	اثر بخشی و کارایی
۰/۱۵۹**	توسعه امور زیر بنایی
۰/۱۴۱**	ارتباط و تعامل
۰/۱۲۷*	اجماع محوری
۰/۰۵** و ۰/۰۱**	

مقایسه سودمندی اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه از نظر پاسخگویان

برای مقایسه میانگین‌های سودمندی فناوری اینترنت اشیا برای پاسخ‌گویان با جنسیت، نوع فعالیت شغلی و مدرک تحصیلی متفاوت از آزمون‌های F و T استفاده گردید. همان‌طور که در جداول ۵ و ۶ مشاهده می‌شود بین میانگین‌های سودمندی فناوری اینترنت اشیا از نظر شاغلین در بخش‌های دولتی، خصوصی و بهره‌برداران و مدرک تحصیلی مختلف، تفاوت معنی‌داری ندارد. اما، بین میانگین نظرات زنان و مردان در ارتباط با سودمندی فناوری اینترنت اشیا تفاوت معنی‌داری وجود دارد و پاسخگویان زن نظر مساعدتری نسبت به سودمندی فناوری اینترنت اشیا در فعالیت‌های کشاورزی فناورانه دارند (جدول ۷).

جدول ۵: نتایج آزمون F مقایسه میانگین‌های سودمندی فناوری اینترنت اشیا از نظر شاغلین

بخش‌های مختلف

Post Hoc Duncan	sig	F	عمومی (n=۱۳۷)	خصوصی (n=۸۰)	دولتی (n=۹۷)	نوع فعالیت شغلی
						نوع فناوری
-	۰/۱۹۷	۷/۰۹۳	۱۱/۲۷۰	۱۰/۵۱۵	۱۰/۰۸۷	اینترنت اشیا (IOT)

جدول ۶: نتایج آزمون F مقایسه میانگین‌های سودمندی فناوری اینترنت اشیا از نظر شاغلین

بخش‌های مختلف

Post Hoc Duncan	sig	F	دکتری (n=۷۳)	کارشناسی ارشد (n=۱۴۷)	کارشناسی (n=۸۱)	کاردانی (n=۱۳)	مدرک تحصیلی
							نوع فناوری
-	۰/۰۷۸	۳/۱۰۲	۱۱/۱۷۸	۱۰/۵۱۷	۱۰/۵۰۶	۱۲/۱۵۳	اینترنت اشیا (IOT)

جدول ۷: نتایج آزمون T مقایسه میانگین‌های سودمندی فناوری اینترنت اشیا از نظر پاسخ‌گویان زن و مرد

جنسیت	زن (n=۹۰)	مرد (n=۲۲۴)	t	sig
نوع فناوری				
اینترنت اشیا (IOT)	۲/۸۱۲	۲/۱۱۹	۱۲/۳۵۷	۰/۰۰۱

رتبه‌بندی تأثیرگذاری ابعاد حکمرانی برای توسعه فناوری (IOT) در کشاورزی فناورانه

برای بررسی روابط بین متغیرهای پنهان (مکنون) و متغیرهای مشاهده‌پذیر (آشکار) از روش مدل‌یابی معادلات ساختاری استفاده شد. در تحلیل معادلات ساختاری برای مقایسه قدرت رابطه بین عامل (متغیر پنهان) و متغیر قابل‌مشاهده از پارامتر بار عاملی^۱ استفاده می‌شود. مقدار بار عاملی عددی بین صفر و یک است. اگر بار عاملی کمتر از ۰/۳ باشد رابطه ضعیف در نظر گرفته شده و از آن صرف‌نظر می‌شود. بار عاملی بین ۰/۳ تا ۰/۶ قابل‌قبول است و اگر بزرگ‌تر از ۰/۶ باشد خیلی مطلوب است (حبیبی و کلاهی، ۱۴۰۱). با توجه به مقدار بار عاملی حاصل از مدل‌یابی معادلات ساختاری، همه مولفه‌های مورد بررسی، دارای بار عاملی "خیلی مطلوب" در رابطه با متغیر وابسته توسعه فناوری‌های اینترنت اشیا در بخش کشاورزی بودند و مفهوم آن این است که تمام ابعاد متغیر مستقل مورد بررسی رابطه قوی و مطلوبی یا متغیر وابسته یعنی توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه ایران دارند. در این میان ابعاد پنجگانه "توجه به پایداری تولید در بخش کشاورزی، شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها، آینده‌نگری راهبردی، قانون‌مداری و توسعه امور زیربنایی، بیشترین تأثیر را در توسعه فناوری (IOT) دارند و در مراتب بعدی مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی، ارتباط و تعامل، اثربخشی و کارایی، آموزش و آگاه‌سازی، مشارکت ذی‌نفعان و نقش‌آفرینان، عدالت و برابری ذی‌نفعان و اجماع محوری و فراگیری قرار دارند (جدول ۸).

جدول ۸: خلاصه یافته‌های برازش مدل اندازه‌گیری تأثیر ابعاد حکمرانی برای توسعه فناوری IOT

رتبه تأثیرگذاری	تعداد متغیر آشکار اندازه‌گیری شده	بار عاملی	متغیر پنهان
۱	۴	۰/۸۰۸	پایداری تولید در بخش کشاورزی
۲	۵	۰/۷۸۶	شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها
۳	۷	۰/۷۷۳	آینده‌نگری راهبردی
۴	۶	۰/۷۷۰	قانون‌مداری
۵	۷	۰/۷۶۴	توسعه امور زیربنایی

۶	۵	۰/۷۶۲	مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی
۷	۵	۰/۷۵۵	ارتباط و تعامل
۸	۵	۰/۷۴۸	اثربخشی و کارایی
۹	۵	۰/۷۲۹	آموزش و آگاه‌سازی
۱۰	۷	۰/۷۰۱	مشارکت ذی‌نفعان و نقش‌آفرینان
۱۱	۳	۰/۶۹۷	عدالت و برابری ذی‌نفعان
۱۲	۳	۰/۶۰۷	اجماع محوری و فراگیری

منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد تأثیر متغیرهای مستقل پژوهش در توسعه فناوری اینترنت اشیا

جهت بررسی معنادار بودن رابطه بین متغیرها از آماره آزمون t یا t -value استفاده می‌شود. چون معناداری در سطح خطای $0/05$ بررسی می‌شود، بنابراین اگر میزان بارهای عاملی مشاهده شده با آزمون t -value از 1.96 کوچک‌تر شود، رابطه معنادار نیست. همانطور که نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد، تمام متغیرهای مورد بررسی در حکمرانی مناسب در سطح 99 درصد اطمینان، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه دارند. در این میان متغیرهای «پایداری تولید در بخش کشاورزی»، «شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها»، «آینده‌نگری راهبردی»، «قانون‌مداری» و «توسعه امور زیربنایی» بیشترین تأثیر را بر توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه دارند (جدول ۹).

جدول ۹: تأثیر متغیرهای مستقل پژوهش بر توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه

متغیر پنهان	میزان تأثیر	t-value	سطح معنی‌داری
مشارکت ذی‌نفعان و نقش‌آفرینان	۰/۴۹۱	۱۸/۸۴۹	۰/۰۰۰
شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها	۰/۶۱۸	۳۶/۶۲۸	۰/۰۰۰
عدالت و برابری	۰/۴۸۶	۱۸/۶۵۴	۰/۰۰۰
اجماع محوری و فراگیری	۰/۳۶۹	۱۸/۷۴۳	۰/۰۰۰
قانون‌مداری	۰/۵۹۴	۲۴/۳۶۸	۰/۰۰۰
مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی	۰/۵۸۰	۲۸/۵۲۲	۰/۰۰۰
آموزش و آگاه‌سازی	۰/۵۳۲	۳۱/۳۷۱	۰/۰۰۰
پایداری تولید در بخش کشاورزی	۰/۶۵۵	۳۹/۵۲۲	۰/۰۰۰
آینده‌نگری راهبردی	۰/۵۹۸	۳۱/۷۹۳	۰/۰۰۰
ارتباط و تعامل	۰/۵۷۰	۲۷/۱۴۹	۰/۰۰۰
توسعه امور زیربنایی	۰/۵۸۴	۳۲/۷۷۴	۰/۰۰۰
اثربخشی و کارایی	۰/۵۵۹	۲۹/۱۱۰	۰/۰۰۰

شاخص بررسی اعتبار مشترک برای پیش‌بینی متغیرهای آشکار

شاخص بررسی اعتبار مشترک، توانایی مدل را در پیش‌بینی متغیرهای آشکار با میزان متغیر پنهان متناظرشان می‌سنجد. با توجه به یافته‌ها، میزان SSO (مجموع مجذورهای مشاهده‌ها) برای هر بلوک پنهان، SSE (مجموع مجذور خطاهای پیش‌بینی برای هر بلوک متغیر پنهان) و SSE/SSO (شاخص اعتبار اشتراک یا com-CV) را نشان می‌دهد. اگر شاخص واری اعتبار اشتراک متغیرهای پنهان مثبت باشد، مدل اندازه‌گیری کیفیت مناسب دارد، بر اساس آنچه که در جدول ۱۰ ارائه شده است، مقادیر به‌دست‌آمده از رابطه $1-SSE/SSO$ که همگی مثبت هستند، کیفیت مدل را تأیید می‌کنند.

جدول ۱۰: مقادیر شاخص‌های اعتبار مشترک برای پیش‌بینی متغیرهای آشکار

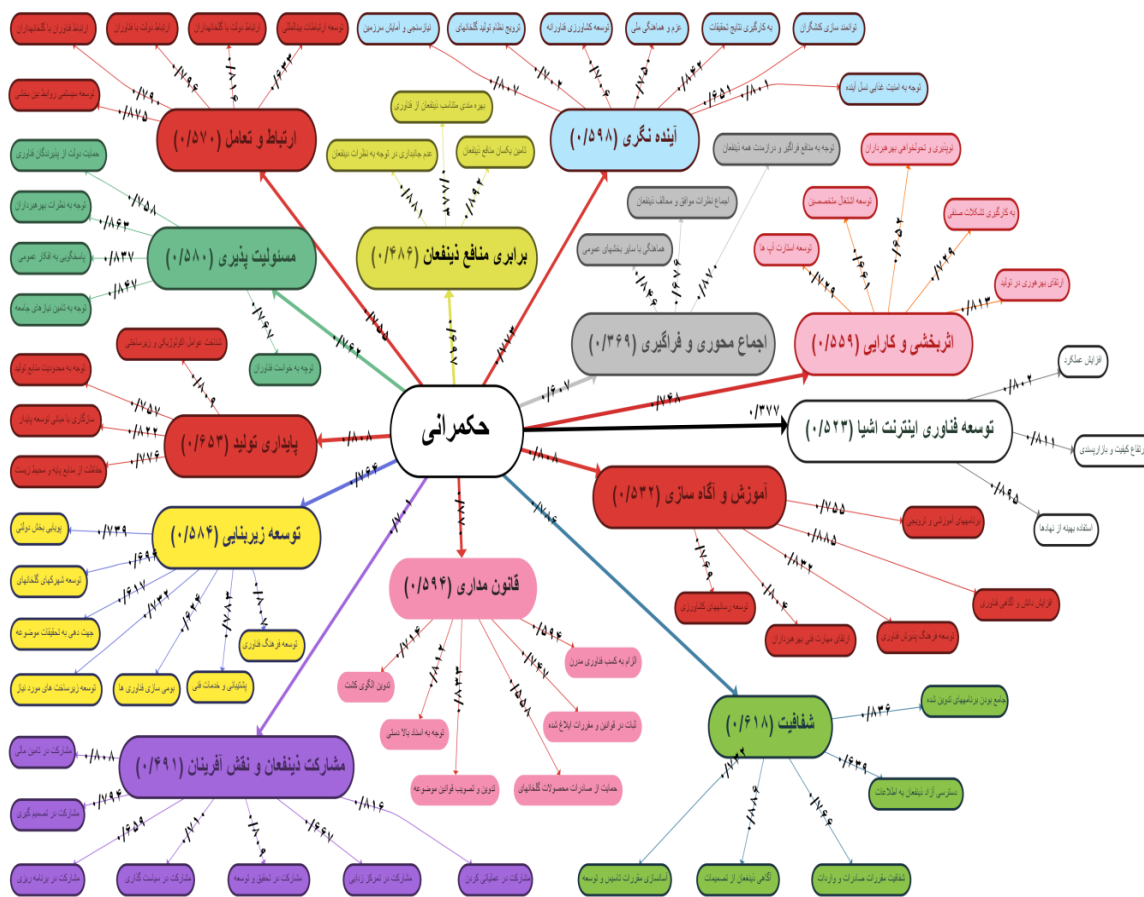
متغیر پنهان	SSO	SSE	1-SSE/SSO
پایداری تولید در بخش کشاورزی	۱۲۵۶	۷۵۰/۵۸۷	۰/۴۰۲
مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی	۱۵۷۰	۹۷۶/۴۶۸	۰/۳۷۶
عدالت و برابری	۹۴۲	۵۸۷/۸۱۱	۰/۳۷۶
شفافیت برنامه‌ها و سیاست‌ها	۱۵۷۰	۹۹۵/۸۹۱	۰/۳۶۶
ارتباط و تعامل	۱۵۷۰	۱۰۲۹/۸۳۱	۰/۳۴۴
آموزش و آگاه‌سازی	۱۵۷۰	۱۰۴۵/۵۴۴	۰/۳۳۴
آینده‌نگری راهبردی	۲۱۹۸	۱۴۷۶/۵۳۴	۰/۳۲۸
قانون‌مداری	۱۸۸۴	۱۳۲۷/۷۴۰	۰/۲۹۵
توسعه امور زیربنایی	۲۱۹۸	۱۵۵۹/۷۳۲	۰/۲۹۰
اثربخشی و کارایی	۱۵۷۰	۱۱۳۴/۰۷۵	۰/۲۷۸
مشارکت ذی‌نفعان و نقش‌آفرینان	۲۱۹۸	۱۵۹۹/۱۲۱	۰/۲۷۲
اجماع محوری و فراگیری	۹۴۲	۷۲۵/۵۲۲	۰/۲۳۰

مدل حکمرانی مناسب برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه ایران

مدل‌سازی معادله‌های ساختاری SEM^۱ روش آماری توانمندی است که مدل اندازه‌گیری (تحلیل عاملی تأییدی) و مدل ساختاری (رگرسیون یا تحلیل مسیر) را با یک آزمون آماری هم‌زمان ترکیب می‌کند. روش حداقل مربعات جزئی (PLS) در شرایطی که پژوهشگران قصد سنجیدن رابطه‌های علی را دارند و متغیرها نرمال نیستند، برای هر صفت پنهان دو یا یک متغیر تعریف شده باشد و حجم نمونه نیز زیاد

1. SEM: Structural Equation Model

نباشد، مناسب‌تر از نرم‌افزارهای نسل نخست است (هایر و همکاران، ۲۰۱۷). در این پژوهش باتوجه به برتری‌های روش PLS نسبت به روش‌هایی چون رگرسیون و نسل نخست مدل‌های معادله‌های ساختاری و برتری‌هایی همچون: برآورد رابطه‌های چندگانه، قابلیت سنجش متغیرهای پنهان (مفهوم-های مشاهده نشده)، محاسبه خطای اندازه‌گیری و قابلیت بررسی تأثیر هم خطی قدرت پیش‌بینی مناسب و همچنین در نظر گرفتن شرایط این پژوهش مانند پیچیدگی مدل، نبود محدودیت استفاده از متغیرهای دارای مقیاس کمی و کیفی و استفاده از داده‌های نا نرمال، از این روش استفاده شد. بر اساس محاسبات معادلات ساختاری مدل نهایی نقش حکمرانی مناسب برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناوریانه ایران بر مبنای ضریب مسیر در شکل شماره (۲) ارائه شده است.



شکل ۲: مدل نهایی حکمرانی مناسب برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناوریانه ایران، منبع: یافته‌های تحقیق

بررسی برازش کلی مدل تحقیق بر پایه شاخص GOF

اعتبار مدل به دست آمده برای حکمرانی توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه از طریق روش دلفی و تشکیل پانلی با شرکت خبرگانی از افراد دانشگاهی و حرفه‌ای با توجه به سطح تحصیلات، آشنایی با روش تحقیق، سوابق پژوهشی و برخورداری از تجربه در رابطه با موضوع برنامه‌ریزی، حکمرانی و فناوری اینترنت اشیا حاصل و مدل به دست آمده مورد تأیید اعضای پانل قرار گرفت. همچنین در تحلیل pls برای برازش کلی مدل یا بررسی اعتبار و کیفیت مدل از معیار یا شاخص GOF نیز استفاده می‌شود. شاخص GOF عددی بین صفر تا یک است که هر چه مقدار آن به یک نزدیک‌تر باشد نشان از اعتبار و کیفیت بالاتر مدل است. این شاخص به صورت مجذور حاصل ضرب میانگین ضریب تعیین متغیرهای درون‌زا (پنهان) در میانگین میزان‌های اشتراکی متغیرهای مورد بررسی در مدل و توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$GOF = \sqrt{\text{communalities} \times R^2}$$

در فرمول مذکور communalities میانگین مقادیر اشتراک هر سازه در مدل pls است و R^2 نیز همان R^2 squares است. معمولاً مقادیر به دست آمده از این فرمول که بالاتر از ۳۵ درصد یا ۳۵۰ هزارم باشد نشان از اعتبار قابل قبولی در مدل pls است (تسلیمی ما چک پستی و چرمیان لنگرودی، ۱۴۰۱). با توجه به اینکه میزان به دست آمده $GOF = ۰/۵۸۶$ است، برازش کلی مدل در سطح مطلوبی است.

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش جمعیت جهان و نیازهای غذایی فزاینده آن، بازنگری در روش‌های تولید در بخش کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر نموده است از طرفی افزایش تولید مواد غذایی با رویکرد توسعه سطحی و استفاده بیشتر از منابع تولید به دلایل متعددی امکان‌پذیر نبوده و علاوه بر محدودیت‌های فیزیکی و سخت‌افزاری، به لحاظ توجه به شاخص‌های پایداری و استفاده درست و اصولی از منابع تولید نیز توجیه ندارد؛ لذا توجه به توسعه عمودی و افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح و تولید در محیط‌های قابل کنترل و کشت‌های گلخانه‌ای از طریق کاربرد فناوری‌ها، رویکرد قابل قبولی در تأمین غذای جمعیت روبه‌رشد جهان است. به بیانی، توسعه کشاورزی فناورانه، یکی از گزینه‌های مناسب جهت استفاده بهینه از مزیت‌های نسبی بخش کشاورزی در واحدهای کشاورزی غالب کشورهای دنیا و علی‌الخصوص ایران در تولید و عرضه محصولات کشاورزی به بازارهای داخلی و خارجی است. لازمه چنین مسئله‌ای سودآور کردن واحدهای تولید در بخش کشاورزی است که آن نیز در گرو کاهش هزینه‌های تولید، افزایش عملکرد و ارتقای کیفیت و بازارپسندی است. در این میان فناوری‌های

مدرن و پیشرفته که امکان استفاده بهینه، بررسی‌ها، کنترل‌ها و نظارت‌های دقیق میدانی عملیات تولید را برای بهره‌برداران فراهم می‌کنند، از جایگاه ممتازی برخوردار هستند.

اینترنت اشیا یکی از فناوری‌های نوظهوری است که در کشاورزی نه تنها یک نوآوری بلکه یک راه‌حل عملی برای ساده کردن کار کشاورزی از طریق به‌کارگیری حسگرها و شبکه‌های ارتباطی و از راه دور محسوب می‌شود. به‌کارگیری اینترنت اشیا در فرایند تولید مزارع بزرگ و کوچک کشاورزی، موضوعی است که امروزه باتوجه به بحران‌های موجود در زمینه کم‌آبی و کمبود غذا اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده و امیدواری روزافزونی برای کاربرد آن در حوزه کشاورزی مدرن از سوی کشاورزان نوگرا و پذیرنده فناوری‌های نوظهور وجود دارد. فناوری اینترنت اشیا در ایران تاریخچه‌ای کوتاه (کمتر از یک دهه) دارد و به‌ویژه در فعالیت‌های کشاورزی، پدیده‌ای نو و در حال توسعه محسوب می‌شود. به همین دلیل در حال حاضر انسجام و ترتیب مشخصی از تعامل میان نقش‌آفرینان و ذی‌نفعان آن از نظر شیوه حکمرانی شکل نگرفته است؛ این پژوهش باهدف تدوین مدل حکمرانی مطلوب برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه ایران با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری به اجرا درآمد.

بر اساس نتایج حاصل از تحقیق، میانگین سنی نمونه مورد بررسی ۴۳ سال بود که نشان دهنده جوان بودن کنشگران و عوامل کارگزار برای توسعه فعالیت‌های کشاورزی فناورانه، است. بخصوص اینکه اغلب پاسخگویان از تحصیلات تکمیلی برخوردار بودند که این امر نشانگر حضور جوانان تحصیل کرده در حوزه فعالیت‌های کشاورزی فناورانه و مدرن در کشورمان است و از این منظر می‌توان به ورود جوانان تحصیل کرده و دانشگاهی در فعالیت‌های کشاورزی مدرن با استفاده از انواع فناوری‌های نوین و در نتیجه ورود دانش و فناوری نوین به بخش کشاورزی در سال‌های آینده امیدوار شد. نتایج حاصل از بررسی تاثیر به‌کارگیری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه نشان دهنده این امر است که فناوری مذکور در افزایش کیفیت محصولات، استفاده بهینه از منابع تولید و همچنین افزایش عملکرد در واحدهای کشاورزی فناورانه، نقش و کارکرد قابل توجهی دارد. این نتایج با نتایج تحقیق خوشخوی و همکاران (۱۴۰۲)، بنار و علیزاده (۱۳۹۸)، امیری و همکاران (۱۳۹۹)، نرانجان و همکاران (۲۰۲۱)، بهاروند و همکاران (۱۴۰۱) و مراچید و همکاران (۲۰۲۳) که نقش فناوری اینترنت اشیا در کاهش هزینه‌ها و افزایش کلی کارایی و عملکرد بهتر و بهره‌وری را تأیید کردند، مطابقت و همپوشانی دارد.

بررسی روابط بین متغیرهای حکمرانی و توسعه فناوری اینترنت اشیا از طریق ضریب همبستگی پیرسون نشانگر این امر بود که میان متغیرهای مذکور، رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد وجود دارد به این

معنی که هر کدام از متغیرهای مربوط به حکمرانی مطلوب، به هر میزان مورد توجه برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران قرار گیرد، به همان اندازه تاثیر مثبتی بر توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه خواهد گذاشت. در این میان متغیرهای «مشارکت ذی‌نفعان در برنامه‌ها»، «توجه به پایداری در تولید»، «عدالت و برابری» و «آموزش و آگاه‌سازی» ارتباط بیشتری با توسعه فناوری اینترنت اشیا دارند. این نتیجه با نتیجه تحقیق رجب‌زاده و حیدری یکتا (۱۴۰۱) که نشانگر رابطه معنی‌دار بین حکمرانی خوب و بهره‌وری صنعت کشاورزی است، هم‌سویی دارد. علاوه بر این، مقدار بار عاملی حاصل از مدل‌یابی معادلات ساختاری، نیز نشان داد که، بعد «پایداری تولید در بخش کشاورزی» بیشترین تاثیر را در مدل حکمرانی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه دارد. این نتیجه با نتایج تحقیق عثمان فریحا و همکاران (۲۰۲۱) و مراچید و همکاران (۲۰۲۳) که اینترنت اشیا را ابزار موثری برای تقویت پایداری تولید در کشاورزی و امنیت غذایی دانستند، هم‌سویی دارد. این امر تاکید دوباره‌ای بر جایگاه کشاورزی فناورانه، در استفاده بهینه از منابع پایه تولید و تحقق کشاورزی پایدار است که فناوری اینترنت اشیا می‌تواند اثرگذاری آن را تقویت نماید. این نتیجه همچنین با نتایج تحقیقات محمدیان و همکاران (۱۳۹۹) که بخش گلخانه‌های هوشمند را بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار در اولویت نخست کاربرد اینترنت اشیا در بخش کشاورزی ایران معرفی کردند، نیز همپوشانی دارد.

توجه به توسعه قابلیت‌های زیربنایی مانند: توسعه فرهنگ فناوری‌گرایی در بخش کشاورزی، توسعه زیرساخت‌هایی مانند جاده، شبکه حمل‌ونقل، تأمین برق و آب، شبکه اینترنت و سوخت موردنیاز واحدهای کشاورزی فناورانه و همچنین خدمات فنی و پشتیبانی پس از عرضه فناوری و پویایی ساختار و تشکیلات سازمانی و انسانی بخش دولتی و اهتمام به قانون‌مندی مانند: تدوین قوانین هدایتی، حمایتی و نظارتی برای توسعه فناوری‌ها، توجه به قوانین و اسناد بالادستی، ثبات در قوانین، مقررات و ضوابط اداری تعیین شده و توسعه فعالیت‌ها بر مدار قانون و مقررات اعلام شده نتیجه دیگری است که از تحقیق حاصل شد که پیش‌تر در تحقیق فرهمند و همکاران (۱۴۰۰) نیز نقش زیرساخت‌ها و قابلیت‌ها و همچنین ثبات قوانین و مقررات فناوری در تسهیل توسعه اینترنت اشیا در اغلب بخش‌های اقتصادی به تأیید رسیده است.

نتایج حاصل از آزمون F و T حاکی از این بود که سودمندی فناوری اینترنت اشیا برای پاسخ‌گویان شاغل در بخش‌ها و تحصیلات مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد؛ اما از نظر پاسخ‌گویان مرد و زن میزان سودمندی فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه تفاوت معنی‌داری داشته و پاسخ‌گویان زن، سودمندی موردنظر را بیشتر ارزیابی می‌کنند این تفاوت احتمالاً به خاطر آشنایی قبلی زنان با قابلیت‌های فناوری اینترنت اشیا که در برخی از

لوازم خانگی مورد استفاده واقع شده است، باشد؛ بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان گفت: زمینه و شرایط مناسبی برای توسعه اینترنت اشیا در کشاورزی فناورانه در ایران وجود دارد. ضمن اینکه سود اقتصادی بالای فناوری اینترنت اشیا در نتیجه افزایش کیفیت محصولات و استفاده بهینه از منابع تولید و در نتیجه افزایش عملکرد که در این پژوهش و پژوهش‌های پیشین با اطمینان بالایی مورد تأیید قرار گرفت، تا اندازه زیادی مشوق اصلی سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری در حوزه کشاورزی فناورانه است. همچنین باتوجه به نقش، اهمیت و گستردگی کارکرد مفهوم "حکمرانی" و نقش و اهمیت فناوری اینترنت اشیا در فعالیتهای کشاورزی و شرایط حاکم بر بخش کشاورزی کشورمان، می‌توان گفت: به‌رغم همه فرصت‌ها و تهدیدها، موانع و چالش‌های فنی و غیرفنی که پیرامون توسعه فناوری اینترنت اشیا در فعالیتهای کشاورزی وجود دارد. کنشگران و نقش‌آفرینان دولتی و غیردولتی حوزه اینترنت اشیا بایستی ذیل مفهوم حکمرانی، توجه ویژه‌ای به انتقال، آموزش، ترویج، توسعه و بومی‌سازی و در نهایت به‌کارگیری حداکثری این فناوری داشته باشند.

پیشنهادها

بر اساس نتایج این تحقیق و تحقیقات پیشین، برای تحقق حکمرانی مناسب جهت توسعه اینترنت اشیا در حوزه کشاورزی فناورانه ایران؛ پیشنهاد می‌شود:

- سیاست‌گذاران فناوری ضمن کسب فهمی روشن از ظرفیتهای فناوری اینترنت اشیا و اتخاذ رویکردی غیرمنفعل، سیاست‌های حمایتی و تشویقی مشخصی برای توسعه کاربردپذیری فناوری اینترنت اشیا، ارائه نمایند.
- نظر به سرعت بالای پیشرفت فناوری اینترنت اشیا، در کشورهای صنعتی، موضوع بومی‌سازی و کاربردپذیری فناوری اینترنت اشیا در بخش‌های مختلف تولیدی و از جمله کشاورزی ایران مورد توجه قرار گیرد.
- نظر به اهمیت توجه به مصرف بهینه منابع تولید در بخش کشاورزی، در برنامه‌ریزی برای توسعه کاربرد فناوری اینترنت اشیا موضوع "پایداری در فرایند تولید" و حفظ و نگهداشت منابع پایه کشاورزی مانند آب و خاک برای نسل‌های آینده مورد توجه باشد.
- باتوجه به تأثیر بالای متغیر "مشارکت ذی‌نفعان" در مدل حکمرانی تدوین شده، زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی، سازمانی و اداری لازم برای مشارکت تمام کنشگران و نقش‌آفرینان فناوری اینترنت اشیا در بخش کشاورزی فراهم شود.

- نظر به نقش مهم آموزش و آگاه‌سازی ذی‌نفعان در مدل حکمرانی تدوین شده، ضرورت دارد آگاهی‌بخشی به جامعه هدف و تبیین قابلیت‌ها و ظرفیت‌های کشاورزی فناورانه از طریق انواع برنامه‌های آموزشی و ترویجی مستمر از سوی متولیان بخش کشاورزی علی‌الخصوص بخش دولتی مورد توجه قرار گیرد.
- با توجه به نقش مهم زیرساخت‌های فیزیکی (شبکه‌های ارتباطی و اینترنتی)، سازمانی و انسانی در توسعه کاربردپذیری فناوری اینترنت اشیا لازم است توسعه امور زیربنایی ارتباطات و همچنین پویایی ساختار و تشکیلات سازمانی و انسانی مرتبط با امور فناوری بخش دولتی در سطوح شهرستان و دهستان در دستور کار برنامه‌های توسعه‌ای کشور قرار گیرد.

محدودیت‌های تحقیق

در مراحل مختلف انجام این تحقیق، تیم پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه بودند. عمده‌ترین آن‌ها کمبود مطالعات قبلی مرتبط با تحقیق در مراحل آغازین فرایند پژوهش بود. همچنین عدم وجود آمار مدون و مشخص از وضعیت فناوری‌های نوظهوری مانند اینترنت اشیا در بخش کشاورزی کشور از جمله مشکلات دیگر تحقیق بود. در مراحل میدانی تحقیق نیز عدم آشنایی کافی نمونه آماری با مفاهیم حکمرانی و فناوری‌های نوظهوری مانند اینترنت اشیا و همچنین دسترسی به نمونه آماری تحقیق که در سه گروه مجزای بخش دولتی، بخش خصوصی و بهره‌برداران فناوری بوده و در ۳۱ استان کشور پراکنده بودند، محدودیت‌هایی در اجرای تحقیق ایجاد نمودند که با توجه به تجربه محقق در حوزه پژوهش، بخش عمده‌ای از محدودیت‌ها با پیگیری و همکاری کارشناسان و مدیران ستادی و استانی وزارت جهاد کشاورزی، انجمن‌ها و تشکل‌های صنفی برطرف شده و روند اجرای تحقیق در حوزه اجرایی مطابق طرح تحقیق پیش رفت.

سپاسگزاری

نوسندگان مقاله، از تمام مشارکت‌کنندگان بخش‌های دولتی، شرکت‌های ارائه‌کننده خدمات فناوری‌های کشاورزی و همچنین بهره‌برداران فناوری‌های نوظهور در واحدهای کشاورزی فناورانه که در بخش میدانی باحوصله و دقت کافی به سؤالات پژوهش پاسخ دادند، قدردانی می‌نمایند.

منابع

- Alizadeh, S. & Bayat M. (2016). Investigating the effect of good governance on the environment in middle-income countries, *environmental science and technology*, 18(2), pp. 501-513, https://journals.srbiau.ac.ir/article_9870.html (InPersian).
- Amiri, S., Tajfar, A.h., Karimzadegan Moghadam, D., & Vahdat, D. (2020). The role of Internet of Things in smart agriculture and improvement of agricultural products, the first international conference and the second national conference on management, ethics and business, <https://civilica.com/doc/1117891>. (InPersian).
- Bagheri, N. (2020). Internet of things and its applications in agriculture, *extension magazine of agricultural science and information technology*, 2 (4), digital ID: 10.22092 / AISTJ.2020.127826.1032: DOI: [10.22092 / AISTJ.2020.127826.1032](https://doi.org/10.22092/AISTJ.2020.127826.1032): DOI: [aistj.areeo.ac.ir](https://doi.org/10.22092/AISTJ.2020.127826.1032) (InPersian).
- Hemtinejad, F., Bagheri, R., & Islami, Gh. (2021). Investigating factors affecting the use of Internet of Things technology with the mediating role of trust and perceived risk in the field of health, the 5th International Conference on Internet of Things and Applications, <https://civilica.com/doc/1316641> (InPersian).
- Baharvand, F., Hosseinpour, M., & Jamshidi, M. J. (2022). Presentation of the adoption model of Internet of Things technology in Iran's agricultural sector, *entrepreneurial strategies in agriculture*, 9(18), pp 22-32, DOI: [10.52547/jea.9.18.22](https://doi.org/10.52547/jea.9.18.22), (InPersian).
- Banar, M., & Alizadeh, P. (2019). Internet of Things: Technologies, Standards and Challenges, Research Center of the Islamic Council, ID number, serial number: 16965, <https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1497237>. (InPersian).
- Beiginia A, Safari, S, Morshidizad, A. & Poladrag, A. (2013). Identification and prioritization of good governance indicators, *Public Administration Perspective*, No. 12, pp. 65-86, https://jppap.sbu.ac.ir/article_94767.html (InPersian).
- Farahmand, A. A., Radfar, R., Pourabrahimi A.r., & Sharifi, M. (2022). Factors affecting the acceptance of Internet of Things technologies in smart business based on TAM, two scientific quarterly journals of Iran's Future Research, 6(1), pp 171-151, <https://civilica.com/doc/1359476> (InPersian).
- Farooq, M. Sh, Shamyala Riaz, A. A, Tariq U, & Yousaf B. Z. (2020) "Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review" *Electronics* 9(2). <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Girip, M & Maracine, D. (2021). Internet of Things in Romanian agriculture, DOI: [10.2478/picbe-2021-0053](https://doi.org/10.2478/picbe-2021-0053)
- Habibi, A.; Kolahi, B. (2022). Structural equation modeling and factor analysis, Jihad University Press, second edition, Tehran, <https://parsmodir.com/book/sem-book.php>. (InPersian).

- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2017) A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). 2nd Edition, Sage Publications Inc., Thousand Oaks, CA, <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2297757>
- Hassanzadeh Garavand, L., Abdulhamid, M., & Zakari, A. (2022). Presenting the model of Internet of Things policies in Iran through the application of thematic analysis method, Farda Management scientific research journal, 20 (67) pp125-140, DOI: [20.1001.1.22286047.1400.20.67.7.9](https://doi.org/10.22286047.1400.20.67.7.9). (InPersian).
- Hemtinejad, F., Bagheri, R., & Islami, Gh. (2021). Investigating factors affecting the use of Internet of Things technology with the mediating role of trust and perceived risk in the field of health, the 5th International Conference on Internet of Things and Applications, <https://civilica.com/doc/1316641> (InPersian).
- Khajooi, A. (2021). development of new agricultural technologies; Today's need in the field of production, <https://avansn.com>. (InPersian).
- 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://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.039>
- Khoshkhai, M, Vahdati, M, Salehi, K, Azizi, H., Eshghi, M., Haghighi, S., Grigorian V., & Tafzali, M. God's grace. (2023). Solutions for localization of new technologies in Iran's horticulture industry, Journal of Strategic Researches in Agricultural Sciences and Natural Resources 8(1), pp 17 – 28, DOI: [10.22047/SRJASNR.2023.171629](https://doi.org/10.22047/SRJASNR.2023.171629) (InPersian).
- Kohestani, H. & Ghasemi, N. (2014), the role of good governance in the management of sustainable rural development, the first national conference on sustainable rural development in Efaq, 2014, Isfahan. Isfahan Tourism Development Company, <https://civilica.com/doc/319554> (InPersian).
- Mahmoudi, A & Arashpour, A. (2017). favorable governance; The mechanism of creating capability in the realization of development, World Policy Research Quarterly, 6(4), pp. 213-236, DOI: [10.22124/WP.2018.2795](https://doi.org/10.22124/WP.2018.2795) (InPersian).
- Mengru, T. (2018). An exploratory study of internet of things (Iot) adoption intention in logistics and supply chain management: a mixed research approach. The International Journal of Logistics Management, 29(6), DOI: [10.1108/IJLM-11-2016-0274](https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2016-0274)
- Moghimi, S. M & Alaei Ardakani, M. (2011). Measuring the indicators of good governance and the role of electronic government in its promotion, Information Technology Management, School of Management, University of Tehran 3 (8), pp. 171 – 188, <https://ensani.ir/fa/article/478715> (InPersian).
- Mohammadian, A., Heydari Dahoui. J., & Ghorbani, A.r. (2020). Prioritizing the applications of Internet of Things in agriculture using sustainable development indicators, Iranian Economic and Agricultural Development Research Quarterly, ۱۴(۴), pp759-745, DOI: [10.22059/IJAEDR.2020.282000.668759](https://doi.org/10.22059/IJAEDR.2020.282000.668759) (InPersian).

- Mohammadzadeh AK, Ghafoori S, Mohammadian A, Mohammadkazemi R, Mahbanooei B, & Ghasemi R. (2018). Internet of Things challenges in Iran: A FANP approach for prioritization, *Technology in Society*, doi: [10.1016/j.techsoc.2018.01.007](https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.01.007)
- Morchid A.a, El Alami R a, Aeshah A., Raezah b, & Sabbar, Y. (2023). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges, *Ain Shams Engineering Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>
- Naderi, M. M. (2011). good ruling; Introduction and brief critique, *Islam and Management Research*, 1(1), pp 69-93, <https://ensani.ir/fa/article/306540> (InPersian).
- Neranjana, N. T, Hayati, Y., Saifullah, M, Abu, B., & Pg Emerolyariffion, A. (2021). Internet of Things in Smart Agriculture: Challenges, Opportunities and Future Directions, <https://www.researchgate.net>, DOI: [10.1109/CSDE53843.2021.9718402](https://doi.org/10.1109/CSDE53843.2021.9718402)
- Othmane Friha, M., Amine F., & Lei Sh. (2021). Internet of Things for the Future of Smart Agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies *Iee/Caa Journal Of Automatica Sinica*, 8(4), DOI: [10.1109/JAS.2021.1003925](https://doi.org/10.1109/JAS.2021.1003925).
- Paisteh, M. Kolahi, M. & Imranian Khorasani, H. (2020). Criteria and indicators: a requirement for recognizing, applying and evaluating good governance in natural resources *Water and Sustainable Development*, 7(1), pp. 13-22, DOI: [10.22067/JWSD.V7I1.81456](https://doi.org/10.22067/JWSD.V7I1.81456). (InPersian).
- Radfar, F. Afsharnjad, A. Amini Sabegh, Z. Sadh, E3. (2022). Presenting a model for the realization of good health governance in the Ministry of Health (a case study in Tehran University of Medical Sciences), *Scientific Monthly Political Sociology of Iran*, 5 (8), pp. 1610-1625, <https://dx.doi.org/10.30510/psi.2022.323161.2917> (InPersian).
- Rajabzadeh, A & Heydariyekta, H. (2022). Productivity of agricultural industry with the application of good governance components in management, accounting and computer, *The fifth national conference on the development of science and new technologies in management, accounting and computers*, <https://civilica.com/doc/1554243>. (InPersian).
- Sadeghizadeh, H., Dawai Markazi, A.h., & Shawalpour, S. (2023). Explaining the role of governance in the development of the Internet of Things technological innovation system in Iran, *Information Processing and Management Research Journal*, ۳[^](1), pp. 39-168 , doi: [10.35050/JIPM010.2022.016](https://doi.org/10.35050/JIPM010.2022.016) (InPersian).
- Samadi Forushani, M & Kayhanpour, M.J. (2022). Analysis of the governance system of sustainable development of deprived and less developed regions of the country, affairs of specialized commissions of Iran Chamber, report number: 070119, 41 pages, doi: [10.22111/JIPAA.2022.350230.1061](https://doi.org/10.22111/JIPAA.2022.350230.1061) (InPersian).
- Shalimov, Al. (2023). IoT in Agriculture: 9 Technology Use Cases for Smart Farming (and Challenges to Consider), <https://easternpeak.com>

- Tavakoli, Gh, Babaei, S & Sajjadih, A. (2020). Explanation and analysis of good governance indicators in VEDGA, *Defense Management and Research Quarterly*, 19 (78), 73-102, <https://sid.ir/paper/371353/en>. (InPersian).
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31-48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>.
- Vahdani Nia, W & Droudi, M. (2018). late public policy; The transition from "centered government" to "governance", *Government Research*, 5 (18), pp. 131-170, [\[Online\]. Available: https://sid.ir/paper/406515/fa](https://sid.ir/paper/406515/fa) (InPersian).
- Zibande, H. (2020) research agenda on policy in the field of Internet of Things governance, *Science and Technology Policy Quarterly*, 10(3), pp19-34, doi: [20.1001.1.24767220.1399.10.3.2.7](https://doi.org/10.3.2.7) (InPersian).