Archive of SID

کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند

بهاره جمشیدی*
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
b.jamshidi@areeo.ac.ir

حسین دهقانی سانیج
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
h.dehghanisanij@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۶
تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۸/۱۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۶

چکیده

اینترنت اشیاء یک فناوری نوظهورِ مرتبط با اینترنت است که به جای تمرکز بر ارتباط بین افراد، بر ارتباط بین اشیاء تمرکز دارد. ظهور راه‌کارهای هوشمند و فناوری‌های جدید اینترنت‌اشیاء در کشاورزی با ایجاد تغییر بنیادی در همه وجوه شیوه‌های جاری، بسترساز توسعه الگوی جدیدی در کشاورزی به نام کشاورزی هوشمند شده است. کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت‌اشیاء سبب بهبود بهره‌وری کشاورزی با تولید بیشینه غذا از طریق استفاده بهینه از منابع پایه، کمینه‌کردن اثرات محیطی، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد با ارتباط به بازار کسب و کار خواهد شد که دستیابی به اهداف توسعه‌پایدار کشاورزی را تسهیل می‌کند. داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء، کلان‌داده هستند. در این مقاله فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده معرفی شده است. همچنین با هدف کمک به تصمیم‌گیری راهبرد از مرحله پیش از تولید تا بازاریابی کسب وکارها در کشور، چرخه عمر و روند این فناوری‌ها بررسی و تحلیل شده است. براساس Google Trends، محبوبیت جهانی این فناوری‌ها نیز بررسی و تحلیل و ارتباط بین آنها از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند ارائه شده است. همچنین در این مقاله، کاربردهای کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در چرخه کشاورزی هوشمند بر پایه مطالعه مروری و تحلیل موضوعی پژوهش‌های اجراشده، معرفی شده‌اند. طبق یافته‌ها، کاربرد فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده در کشاورزی و کسب و کارهای مرتبط رو به افزایش است و می‌توان پیش‌بینی کرد که آیندهٔ کشاورزی بهینه در جهان برای پاسخگویی به نیاز غذایی و پایداری در تولید بدون یکپارچگی این فناوری‌ها و هوشمندسازی کشاورزی امکان‌پذیر نباشد. کاربردهای کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در دسته‌بندی چرخه کشاورزی هوشمند شامل سنجش و پایش هوشمند شرایط محیطی، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند، کنترل هوشمند، و استفاده در فضاهای ابری قرار می‌گیرند.

واژگان کلیدی

اینترنت اشیاء؛ چرخه هایپ گارتنر؛ رایانش ابری؛ کشاورزی هوشمند؛ کلان‌داده؛ هوش مصنوعی.

۱- مقدمه

کشاورزی اساس زندگی بشر و منبع اصلی تولید مواد غذایی است. ورود فناوری و کاربرد آن در کشاورزی از مهم‌ترین ابداعاتی بوده که در طول زمان، تغییر شکل‌های بسیاری را در فرایند کشاورزی ایجاد کرده است. فناوری کشاورزی[1] که به‌طور عام به کاربرد فناوری در کشاورزی بر می‌گردد، به ویژه در سال‌های اخیر، توانسته است تا حدی سبب افزایش تولید محصولات کشاورزی و به تبع آن باعث رشد اقتصادی کشورها و ایجاد فرصت‌های شغلی بیشتر شود. با این حال، تقاضا برای غذای بیشتر به دلیل رشد روزافزون جمعیت همچنان رو به افزایش است.

طبق پیش‌بینی سازمان خواربار جهانی با توجه به رشد روزافزون جمعیت، تولید جهانی غذا تا سال ۲۰۵۰ میلادی بایستی دستِ‌کم ۷۰ درصد افزایش یابد تا جوابگوی نیاز تغذیه‌ای جمعیت جهان باشد. از سوی دیگر، تنها بخش کوچکی از سطح کره‌زمین به دلیل محدودیت‌های مختلف از قبیل دما، منابع آب، شرایط جوی و اقلیم، کیفیت خاک و فناوری برای کاربردهای کشاورزی و تولید غذا وجود دارد که سطح آن از چند دهه اخیر در حال کاهش است. بنابراین، بشر با چالش تولید غذای بیشتر با زمین‌های کمتر، مواجه است [۷] و مسایلی مانند تغییر اقلیم، انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش منابع آب، انرژی و زیستی نیز به ویژه در سال‌های اخیر این چالش را تشدید کرده است.

1. Agricultural Technology

* نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

اینترنت‌اشیاء[1] (IoT) یک 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 [۷]. این فناوریِ مرتبط با اینترنت، به جای تمرکز بر ارتباط بین افراد، بر ارتباط بین اشیاء تمرکز دارد. منظور از اشیاء، هر چیز بی‌جانی مانند حسگرها، محرک‌ها، دستگاه‌های مجهز به فناوری ارتباط بی‌سیم و غیره است که قابلیت جمع‌آوری داده، کنترل‌شدن و یا ارتباط از راه دور را داشته باشد. اینترنت‌اشیاء با ایجاد یک شبکه ارتباطی گسترده و یکپارچه بین اشیاء امکان هوشمندسازی محیط را در بسیاری از زمینه‌ها به ویژه کشاورزی فراهم می‌کند. ظهور فناوری‌های جدید و راه‌کارهای هوشمند اینترنت‌اشیاء سبب ایجاد تغییرات بنیادی در تمام وجوه شیوه‌های سنتی و متداول کشاورزی و بسترساز توسعه الگوی جدیدی از کشاورزی به نام کشاورزی هوشمند[2] شده است. کاربرد راه‌حل‌های هوشمند این فناوری در حوزه‌های مختلف کشاورزی مانند آبیاری، زراعت، باغبانی، گلخانه، دام و طیور و آبزیان، می‌تواند سبب بهبود بهره‌وری کشاورزی با تولید بیشینه غذا از طریق استفاده بهینه از منابع پایه، کمینه‌کردن اثرات محیطی، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد شود و دستیابی به اهداف توسعه‌پایدار کشاورزی را تسهیل کند.

به دلیل اینکه اینترنت‌اشیاء طیف گسترده‌ای از اشیاء با قابلیت جمع‌آوری داده را به هم مرتبط می‌کند، داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء، بسیار حجیم و در زمره کلان‌داده‌ها[3] هستند.

کلان‌داده، مجموعه‌ای از داده‌های حجیم و بزرگ است که در سرعت بالا تولید می‌شوند و با ابزارهای مدیریتی و پایگاه‌های داده سنتی و معمولی قابل ذخیره، پردازش و مدیریت نیستند [۲،۱]. فناوری کلان‌داده اصطلاحی است که شامل روش‌های دریافت، پردازش، تجزیه و تحلیل و بصری‌سازی مجموعه داده‌های بالقوه بزرگ در یک بازه زمانی مناسب است. این فناوری همراه با رایانش ابری[4]، فرصت‌های جدیدی را برای علم داده‌های فشرده[5] در حوزه‌های مختلف و به ویژه حوزه بین‌رشته‌ای کشاورزی و محیط‌زیست ایجاد کرده است [۸].

این مقاله، به معرفی فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده می‌پردازد. همچنین بررسی و تحلیل چرخه عمر، روند و محبوبیت جهانی این فناوری‌ها که می‌تواند برای صاحبان کسب و کار کاربردی باشد، در مقاله مدنظر است. ارتباط بین فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند و معرفی کاربردهای کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در چرخه کشاورزی هوشمند از دیگر اهداف این مقاله است.

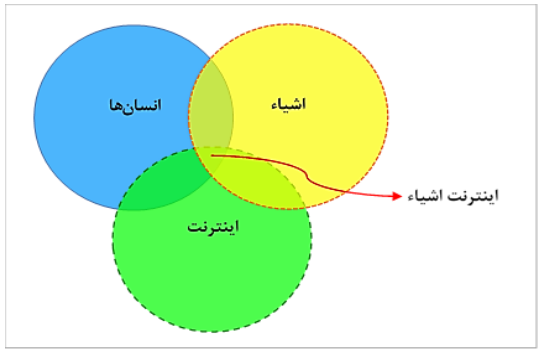
1. Internet of Things
2. Smart Agriculture
3. Big Data
4. Cloud Computing
5. Data Intensive Science

۲- ادبیات نظری

۲-۱- اینترنت‌اشیاء (IoT)

اینترنت‌اشیاء یک فناوری نوظهور و در حال رشد در زمینهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات[6] (ICT) و انقلاب بعدی مرتبط با اینترنت است. عبارت اینترنت‌اشیاء نخستین بار توسط کوین اشتون[7] در سال ۱۹۹۹ میلادی بکار برده شد [۹].

فناوری اینترنت‌اشیاء، اینترنت ارتباط بین اشیاء و گسترش و توسعه اینترنت با استفاده از اصول پایه شبکه حسگر است. به عبارت دیگر، اینترنت‌اشیاء یک شبکه اطلاعاتی است که با استفاده از فناوری‌های ارتباطی گوناگون، اشیاء را به اشیاء، اشیاء را به مردم، و مردم را به مردم متصل (شکل ۱) و اطلاعات را بر پایه تمامی انواع شبکه‌های در دسترس و اینترنت مبادله می‌کند. به این ترتیب، مدیریت، نظارت و پایش، ردیابی، مکان‌یابی و شناسایی هوشمند را عملی می‌کند. اینترنت‌اشیاء این امکان را برای مردم ایجاد می‌کند که تولید و زندگی در یک مسیر پویاتر و پیچیده‌تر را مدیریت کنند؛ به وضعیت هوشمند برسند، و سطوح بهره‌وری و استفاده از منابع پایه را بهبود دهند [۹،۱۰].



شکل ۱- ارتباط بین وجوه سه‌گانه اینترنت‌اشیاء (برگرفته از [۹])

برخی از فناوری‌های مهم ارتباطی که در اینترنت‌اشیاء استفاده می‌شوند عبارتند از: شبکه‌های حسگر بی‌سیم[8] (WSN)، شناسایی فرکانس رادیویی[9] (RFID)، ارتباطات میدانی نزدیک[10] (NFC)، تکامل بلندمدت[11] (LTE) [۹،۱۱،۱۲]:

شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN): یک شبکه حسگر از تعداد زیادی گره یا نودِ[12] حسگر تشکیل شده است که در یک محیط به‌طور گسترده پخش شده‌اند و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. حسگرهای این شبکه حسگرهایی کوچک با توان مصرفی پایین، قیمت مناسب و

6. Information and Communications Technology
7. Kevin Auston
8. Wireless Sensor Networks
9. Radio-Frequency Identification
10. Near-Field Communications
11. Long Term Evolution
12. Node

www.SID.ir

Archive of SID

کاربری‌های گوناگون هستند که افزون بر توانایی جمع‌آوری داده‌ها و دریافت اطلاعات مختلف محیطی براساس نوع حسگر، قادر به پردازش اولیه و ارسال اطلاعات به نودهای حسگر هستند. شبکه حسگر بی‌سیم که مجموعه‌ای از نودهای حسگر سامان‌دهی‌شده در داخل یک شبکه مشترک است به‌عنوان یکی از فناوری‌های مؤثر در قرن بیست و یکم، به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است و مزایای بسیاری دارد که از آن جمله می‌توان به بی‌سیم‌بودن، ارزان‌بودن، انتقال سریع و مؤثر داده‌ها بدون وجود شلوغی و هزینه سیم‌ها اشاره کرد. در مقایسه با حسگرهای معمولی، نودهای حسگر دارای حجم و هزینه کمتر هستند. اغلب داده‌های منتقل‌شده در شبکه حسگر توسط نودها پردازش می‌شوند و از این‌رو، ترافیک و شعاع ارتباطی، کوچک و پهنای باند خیلی پایین است.

شناسایی فرکانس رایویی (RFID): سیستم شناسایی فرکانس رادیویی یک سیستم شناسایی بی‌سیم است که قادر به خواندن و شناسایی اطلاعات اشیاء با استفاده از فرکانس رادیویی است. این سیستم از یک یا چند بازخوان[1] و چندین تگِ[2] RFID تشکیل شده است. تگ‌های RFID با اطلاعات الکترونیکیِ ذخیره شده و یک آدرس خاص مشخص روی اشیاء تعبیه می‌شوند. با قرار گرفتن این اشیاء در نزدیکی بازخوان‌های RFID، اطلاعات الکترونیکی ذخیره‌شده در تگ‌ها قابل بازخوانی است. به عبارت دیگر، تگ‌های RFID از میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس رادیویی برای انتقال داده‌های مرتبط با یک شیء استفاده می‌کنند.

ارتباطات میدانی نزدیک (NFC): ارتباطات میدانی نزدیک کاملاً مشابه شناسایی فرکانس رادیویی است با این تفاوت که بازخوان با یک تلفن همراه یکپارچه شده است. بنابراین، خواندن اطلاعات و شناسایی اشیاء دارای تگ‌های NFC از فاصله کوتاه توسط فرکانس رادیویی و تلفن‌های همراه یکپارچه‌سازی‌شده با بازخوان‌های NFC امکان‌پذیر خواهد بود.

تکامل بلندمدت (LTE): تکامل بلندمدت یک پروتکل استاندارد ارتباط بی‌سیم برای انتقال داده‌ها با سرعت بالا بین تلفن‌های همراه بر پایه سیستم جهانی ارتباطات سیار است.

درخصوص معماری اینترنت‌اشیاء[3]، اتفاقِ نظر جهانی وجود ندارد و معماری‌های مختلفی توسط پژوهشگران پیشنهاد شده است. ابتدایی‌ترین معماری، معماری سه‌لایه و شامل لایه‌های ادراک[4]، شبکه و کاربرد است [۱۲،۱۳]:

لایه ادراک: این لایه، یک لایه فیزیکی شامل مجموعه‌ای از حسگرها برای سنجش و جمع‌آوری لحظه‌ای و تا حدی پردازش داده‌هاست. حسگرها برخی پارامترهای فیزیکی محیط را حس می‌کنند یا اشیاء هوشمند دیگری را در محیط شناسایی می‌کنند. در این لایه اتصال شبکه‌ای حسگرها توسط یک شبکه حسگر بی‌سیم فراهم می‌شود.

لایه شبکه: این لایه، وظیفه برقراری ارتباط با سایر اشیاء هوشمند، دستگاه‌های شبکه و سرورها را بر عهده دارد. همچنین از ویژگی‌های آن برای انتقال و پردازش داده‌های حسگر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، لایه شبکه امکانات شبکه‌ای مورد نیاز را برای پشتیبانی کلان دادهٔ تولید شده توسط مجموعه حسگر بی‌سیم تأمین می‌کند.

لایه کاربرد: این لایه، شامل اپلیکیشن‌ها و برنامه‌های کاربردی برای ارائه خدمات خاص به کاربر است. این لایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار و از بسیای جهات عامل تحقق اینترنت‌اشیاء و امکان‌پذیری آن است.

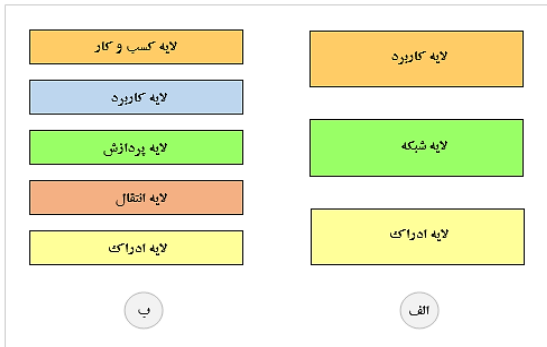
اگرچه معماریِ سه‌لایه، ایده اصلی اینترنت‌اشیاء را ارائه می‌دهد ولی برای پژوهش در مورد این فناوری، کافی نیست زیرا پژوهش‌ها اغلب بر جنبه‌های دقیق اینترنت‌اشیاء متمرکز می‌شوند. به همین دلیل لایه‌های بیشتر توسط پژوهشگران ارائه شده است. معماری پنج لایه یکی از این معماری‌ها است که شامل پنج لایهٔ ادراک، انتقال، پردازش، کاربرد، و کسب و کار است. نقش لایه‌های ادراک و کاربرد در این معماری مشابه نقش آنها در معماری سه‌لایه است. لایه‌های انتقال، پردازش و کسب و کار در ادامه توضیح داده شده‌اند [۱۳]:

لایه انتقال: این لایه، داده‌های حسگر را از لایه ادراک به لایه پردازش و بالعکس از طریق شبکه‌هایی مانند بی‌سیم، 3G، LAN، بلوتوث، RFID و NFC انتقال می‌دهد.

لایه پردازش: این لایه که به‌عنوان لایه میانی[5] نیز شناخته می‌شود، مقادیر زیادی از داده‌های حاصل از لایه انتقال را ذخیره، پردازش، و تجزیه و تحلیل می‌کند. این لایه می‌تواند مجموعه متنوعی از خدمات را به لایه‌های پایین‌تر مدیریت و ارائه کند. برای این منظور، فناوری‌های بسیاری مانند پایگاه‌های داده، رایانش ابری و ماژول[6]های پردازش کلان‌داده را بکار می‌گیرد.

لایه کسب و کار: این لایه، کل سیستم اینترنت‌اشیاء شامل برنامه‌های کاربردی، مدل‌های کسب و کار، و حریم خصوصی کاربران را مدیریت می‌کند.

شکل ۲ معماری‌های سه‌لایه و پنج‌لایه اینترنت‌اشیاء را نشان می‌دهد.



شکل ۲- معماری اینترنت‌اشیاء. سه‌لایه (الف)، پنج‌لایه (ب)

1. Reader
2. Tag
3. IoT Architecture
4. Perception
5. Middleware
6. Modules

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲- کلان‌داده

مدت‌هاست از عبارت کلان‌داده برای بیان داده‌های حجیمی که توسط سازمان‌های بزرگی مانند گوگل یا ناسا ذخیره و تحلیل می‌شوند، استفاده می‌شود. امروزه، حجم زیادی از داده در سرعت بالا توسط منابع مختلفی تولید می‌شود. سرعت تولید این داده‌ها به صورت روزافزون افزایش می‌یابد و پیش‌بینی شده است که داده‌های جهان در هر سال دو یا سه برابر شود. ذخیره و پردازش این حجم داده زیاد که در سرعت بالا تولید می‌شوند با فناوری‌ها و پارادیم‌های برنامه‌نویسی کلاسیک غیرممکن است. به تازگی، عبارت کلان‌داده بیشتر به این نوع داده‌ها گفته می‌شود که به اندازه‌ای حجیم و بزرگ هستند که با ابزارهای مدیریتی و پایگاه‌های داده سنتی و معمولی قابل پردازش و مدیریت نیستند [۲،۱].

کلان‌داده با چهار مشخصه حجم[1]، تنوع[2]، سرعت[3]، و صحت یا درستی[4] درستی[4] یا به عبارتی با چهار V مشخص می‌شود. منظور از حجم، اندازه مجموعه داده‌های موجود است که معمولاً نیاز به ذخیره‌سازی و پردازش توزیع‌شده دارند. تنوع به این حقیقت می‌پردازد که کلان‌داده‌ها از انواع مختلفی تشکیل شده‌اند که از منابع گوناگون دریافت می‌شوند. سرعت مربوط به مکانی است که در آن داده‌ها از منابع مختلف مانند اینترنت‌اشیاء، تلفن‌های همراه، و شبکه‌های اجتماعی جریان پیدا می‌کند. درستی، به سوگیری[5]، اختلال و ناهنجاری در داده اشاره دارد. این یعنی کلان‌داده‌ها حجیم هستند و در مقادیر زیاد ظاهر می‌شوند (حجم)، از منابع گوناگون دریافت می‌شوند و مخلوطی از داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار هستند (تنوع)، به صورت بی‌درنگ و لحظه‌ای دریافت می‌شوند (سرعت) و با توجه به اینکه از منابع گوناگون دریافت می‌شوند ممکن است دارای داده‌های نادرست و غیر قابل اعتماد نیز باشند (درستی) [۱،۸،۱۴].

فناوری کلان‌داده شامل روش‌های دریافت، ذخیره‌سازی، پردازش، تجزیه‌وتحلیل و بصری‌سازی مجموعه داده‌های کلان در یک بازه زمانی مناسب است. این فناوری همراه با رایانش ابری، فرصت‌های جدیدی را برای علم داده‌های فشرده در حوزه‌های مختلف و به‌ویژه حوزه بین‌رشته‌ای کشاورزی و محیط‌زیست ایجاد کرده است [۸].

برای بهره‌مندی از کلان‌داده‌ها سه مرحله لازم است: جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی داده‌ها، مدیریت کلان‌داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و کسب دانش. در مرحله یک، داده‌ها جمع‌آوری، پردازش و برای استفاده درست در مرحله تجزیه و تحلیل آماده می‌شوند. برای مدیریت داده‌ها، ذخیره‌سازی آنها در فضای ابری یا فضاهای ذخیره‌سازی عادی انجام می‌شود. در نهایت، تجزیه و تحلیل کلان‌داده‌ها برای کسب دانش لازم است [۸،۱۵].

اگرچه کلان‌داده‌ها فرصت‌های بسیاری ایجاد می‌کنند ولی کاربرد آنها چالش‌هایی را نیز به همراه دارد که مهم‌ترین آنها عبارتند از: محرمانگی در سامانه‌های ذخیره‌سازی، کمبودهای نرم‌افزاری و محدودیت‌ها و ابزارها و امکانات سخت‌افزاری، لزوم سرمایه‌گذاری بزرگ اولیه و فقدان مهارت‌های فنی و نیروی کار خبره [۱].

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، پس از معرفی فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده، بر پایه چرخه هایپ گارتنر[6] و مطالعه منابع علمی مرتبط، چرخه عمر و روند این فناوری‌ها بررسی و تحلیل شد. براساس Google Trends نیز محبوبیت جهانی دو فناوری بررسی و تحلیل و ارتباط بین آنها از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند ارائه شد. همچنین بر پایه مطالعه مروری و تحلیل موضوعی پژوهش‌های اجراشدهٔ مرتبط با کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی، کاربردهای آن معرفی و در چرخه کشاورزی هوشمند دسته‌بندی شد.

۳-۱- چرخه هایپ گارتنر

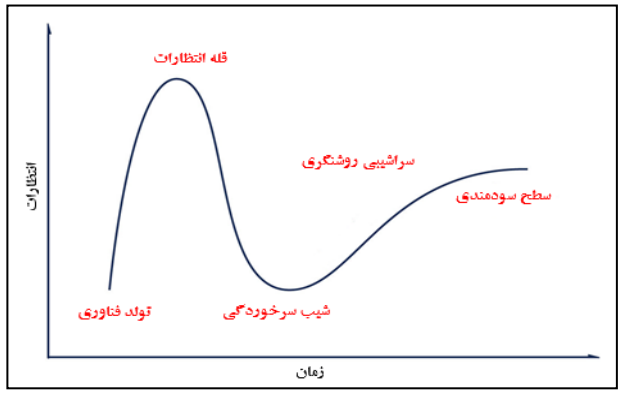
مؤسسه گارتنر که یکی از بزرگ‌ترین و معتبرترین مؤسسه‌های پژوهشی و مشاوره‌ای آمریکایی است، هر ساله نمایش گرافیکی از بلوغ و پذیرش جدیدترین فناوری‌ها و کاربردهای آنها و چگونگی ارتباط بالقوه آنها برای حل مشکلات واقعی کسب و کار و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید، در قالب چرخه هایپ گارتنر ارائه می‌کند. چرخه هایپ با ارائه دیدِ درستی از این‌که چگونه یک فناوری یا کاربرد آن با گذشت زمان تکامل می‌یابد، می‌تواند برای تصمیم‌گیری راهبرد و مدیریت توسعه فناوری یا کاربرد موردنظر در چارچوب اهداف خاص کسب و کار بسیار مفید باشد. در این چرخه می‌توان مراحلی را که یک فناوری از بدو تولد تا تکامل طی می‌کند، مورد بررسی قرار داد. مراحل این چرخه شامل تولد فناوری[7]، قلهٔ انتظارات[8]، شیب سرخوردگی[9]، سراشیبی روشنگری[10] سطح سودمندی[11] است. چرخه هایپ می‌تواند چشم‌اندازی روشن از آینده فناوری در جهان ارائه دهد [۱۶]. شکل ۳ مراحل مختلف چرخه هایپ گارتنر را نشان می‌دهد.

1. Volume
2. Variety
3. Velocity
4. Veracity
5. Biases

6. Gartner's Hype Cycle
7. Technology Trigger
8. Peak of Inflated Expectations
9. Trough of Disillusionment
10. Slope of Enlightenment
11. Plateau of Productivity

www.SID.ir

Archive of SID



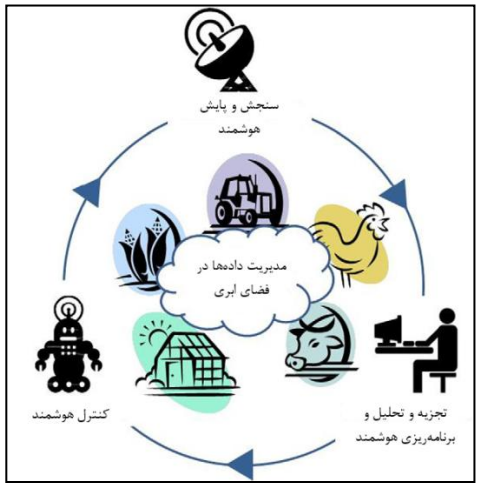
شکل ۳- مراحل مختلف فناوری در چرخهٔ هایپ گارتنر (برگرفته از [۱۶])

۳-۲- Google Trends

سرویس Google Trends که توسط شرکت گوگل حوالی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ راه‌اندازی شد، ابزاری برای استخراج آمار جستجوی واژه‌ها در گوگل است. در این سرویس، آمار و اطلاعات لحظه‌ای مهم نیست بلکه روند تغییرات مدنظر است. به‌طوری‌که، با استفاده از آن می‌توان روند محبوبیت و جستجوی واژه‌های مختلف در موتور جستجوی گوگل را مشاهده، بررسی و تحلیل کرد. ضمن اینکه امکان مقایسه حجم جستجو برای واژه‌های مختلف در آن وجود دارد. در این پژوهش، افزون بر بررسی چرخه عمر و روند فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده مبتنی بر منابع علمی، روند محبوبیت جهانی دو فناوری "اینترنت‌اشیاء" و "کلان‌داده" همچنین عبارت‌های "کشاورزی هوشمند" و "کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء" براساس Google Trends، طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ میلادی بررسی و تحلیل شد.

۳-۳- چرخه کشاورزی هوشمند

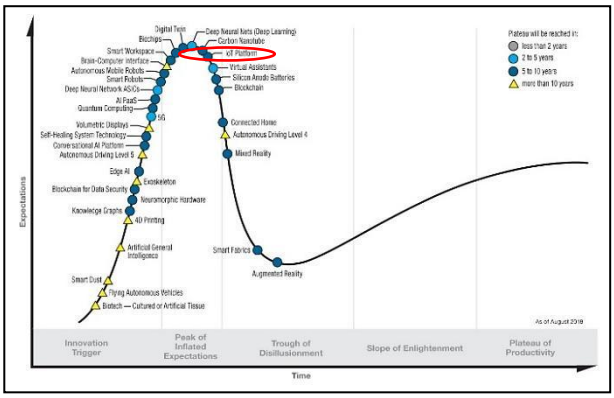
مفهوم کشاورزی هوشمند در طول مدیریت به صورت یک سامانه سایبر- فیزیکی[1] در شکل ۴ ارائه شده است. به این معنی که دستگاه‌های هوشمند[2] که به اینترنت متصل هستند، سیستم کشاورزی را کنترل می‌کنند [۱۵]. بر این اساس، در این پژوهش کاربردهای کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در دسته‌بندی چرخه کشاورزی هوشمند شامل سنجش و پایش هوشمند، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند، کنترل هوشمند، و مدیریت داده‌ها در فضای ابری ارائه شدند.



شکل ۴- چرخهٔ مدیریت سایبر- فیزیکی کشاورزی هوشمند (برگرفته از [۱۵])

۴- روند فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده

شکل ۵ چرخه هایپ گارتنر سال ۲۰۱۸ و جایگاه فناوری اینترنت‌اشیاء را در بین فناوری‌های نوظهور حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان می‌دهد.



شکل ۵- چرخهٔ هایپ گارتنر در سال ۲۰۱۸ [۱۷]

طبق این چرخه، اینترنت‌اشیاء مرحله تولید فناوری را پشت سر گذاشته است و در قلهٔ انتظارات قرار دارد. جایی‌که میزان نیازمندی و انتظاراتِ افزایش‌یافته، پژوهشگران را به توسعه‌های جدیدتر فناوری ترغیب می‌کند. همچنین، پیش‌بینی شده که بین ۵ تا ۱۰ سال زمان برای تحقق چرخه و پذیرش این فناوری توسط عامه مردم لازم است [۱۷].

از لحاظ کسب و کار، اینترنت‌اشیاء نشان‌دهنده یک فرصت فوق‌العاده برای فعالان مختلفی از قبیل ارائه‌دهندگان خدمات و برنامه‌های کاربردی اینترنت‌اشیاء، ارائه‌دهندگان پلتفرم اینترنت‌اشیاء و یکپارچه‌سازها، اپراتورهای مخابراتی و فروشندگان نرم‌افزار است. این فناوری توانایی ایجاد بازارهای جدید و تغییر وضعیت رقابتی شرکت‌ها را دارد. مؤسسه گارتنر پیش‌بینی کرده است که ارزش‌افزوده ناشی از اینترنت‌اشیاء برای اقتصاد جهانی تا سال ۲۰۲۰، ۱/۹ تریلیون دلار باشد. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که اینترنت‌اشیاء برای سازمان‌ها تبدیل به یک منبع مهم درآمدی شود [۳].

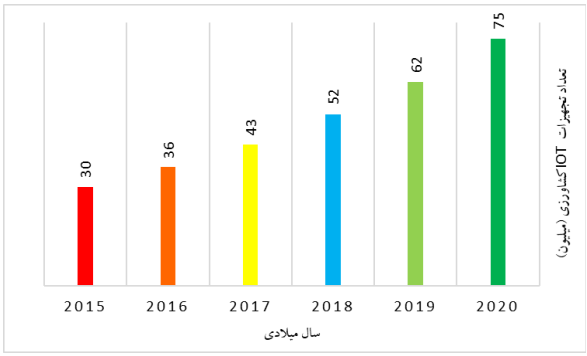
1. Cyber-Physical System
2. Smart Devices

www.SID.ir

Archive of SID

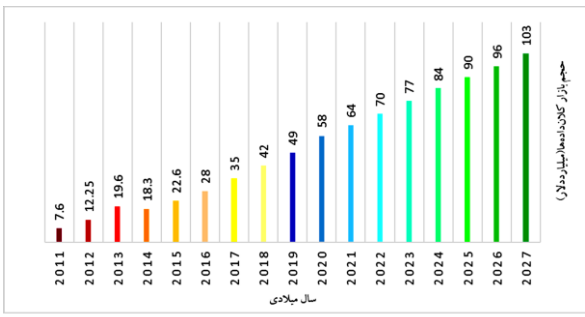
بر این اساس، اینترنت‌اشیاء به‌طور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف از قبیل هوشمندسازی شهرها و فروشگاه‌ها، پایش صنعتی و کنترل کارخانه‌ها، کنترل منازل و ساختمان‌ها، کنترل از راه دور وسایل منزل، حمل و نقل هوشمند، پایش سلامتی انسان، امنیت عمومی، کنترل هوشمند مصرف انرژی، حفاظت محیط‌زیست، پیش‌بینی آب و هوا و مدیریت بحران، هوشمندسازی زنجیره تأمین، تولید کشاورزی و غیره رواج یافته و رو به رشد است. در سال‌های اخیر، کاربرد این فناوری با هدف کشاورزی هوشمند بسیار مورد توجه پژوهشگران در هر دو حوزه دانشگاه و صنعت قرار گرفته و تعداد تجهیزات نصب‌شده اینترنت‌اشیاء در کشاورزی رو به افزایش است.

وبگاه خبریِ BI Intelligence پیش‌بینی می‌کند که تعداد تجهیزات نصب‌شده اینترنت‌اشیاء در کشاورزی از ۳۰ میلیون در سال ۲۰۱۵ به ۷۵ میلیون در سال ۲۰۲۰ افزایش یابد (با رشد سالانه ۲۰ درصدی) (شکل ۶). بنابراین، حجم کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء روز به روز در حال افزایش است. به‌طوری‌که، انتظار می‌رود با نصب تجهیزات اینترنت‌اشیاء در زمین کشاورزی متوسط، تا سال ۲۰۵۰ میلادی به‌طور میانگین ۴/۱ میلیون نقطه داده[1] در روز تولید شود. این تعداد در سال ۲۰۱۴ میلادی، ۱۹۰۰۰۰ نقطه داده در روز بوده است [۱۸].



شکل ۶- تعداد تخمینی تجهیزات اینترنت‌اشیاء کشاورزی در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ میلادی (برگرفته از [۱۸])

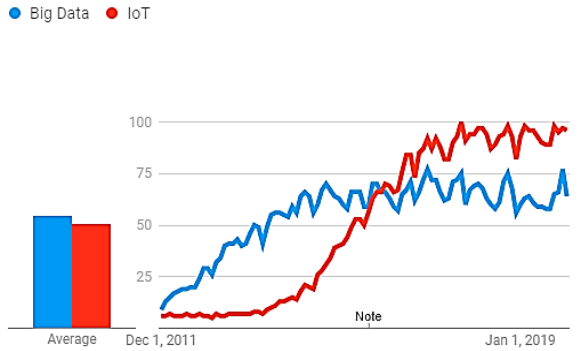
مؤسسه گارتنر، فناوری کلان‌داده را به‌عنوان یکی از ۱۰ روند فناوری برتر دنیا در سال ۲۰۱۳، همچنین به‌عنوان یکی از ۱۰ روند فناوری حیاتی در پنج سال آینده معرفی کرده است. این فناوری هر روز محبوبیت و مقبولیت بیشتری نزد دانشگاهیان، صنایع و سازمان‌های دولتی پیدا می‌کند. با توجه به اینکه با تحلیل حجم بیشتری از داده‌ها می‌توان تحلیل‌های بهتر و پیشرفته‌تر ارائه داد و نتایج مناسب‌تری دریافت کرد، استفاده از کلان داده‌ها در حوزه‌های مختلف مانند تجارت، انرژی، بهداشت و پزشکی، مباحث امنیتی، کشاورزی و غیره رواج یافته است. تحلیل بازار کلان داده‌ها نشان می‌دهد که حجم بازار این فناوری رو به افزایش است [۲،۱۹]. به‌طوری‌که حجم بازار کلان‌داده‌ها از ۷/۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۱ میلادی به ۴۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۸ رسیده است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۷ به حدود ۱۰۳ میلیارد دلار برسد (شکل ۷).



شکل ۷- حجم بازار کلان داده‌ها در افق ۲۰۲۷ (میلیارد دلار) (برگرفته از [۲])

۵- محبوبیت جهانی و ارتباط اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده

براساس Google Trends، روند محبوبیت جهانی دو فناوری "اینترنت‌اشیاء" و "کلان‌داده" مبتنی بر میزان جستجوی این عبارات طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ میلادی در شکل ۸ نشان داده شده است. در مورد هر دو فناوری، روند محبوبیت جهانی رو به افزایش بوده است. این محبوبیت در مورد فناوری اینترنت‌اشیاء طی سه سال اخیر به اوج خود رسیده است و به نظر می‌رسد بخشی از علاقمندی پژوهش در زمینه کلان‌داده، در اینترنت‌اشیاء نهفته است.



شکل ۸- پاسخ Google Trends برای فناوری‌های IoT و Big Data

به عبارت دیگر، با توجه به اینکه اینترنت‌اشیاء طیف گسترده‌ای از اشیاء با قابلیت جمع‌آوری داده را به هم مرتبط می‌کند، داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء، کلان‌داده و این دو فناوری کاملاً به هم مرتبط هستند. با این حال استفاده از این داده‌های کلان به منظور تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و کسب دانش نیازمند مدیریت و تجزیه و تحلیل مناسب است.

کسب دانش از داده‌های اینترنت‌اشیاء بزرگ‌ترین چالشی است که متخصصان کلان‌داده با آن مواجه هستند. اینترنت‌اشیاء جریان مداوی از داده تولید می‌کند که درک این جریان داده و استخراج اطلاعات مفید از آن و کسب دانش، نیازمند تحلیل‌های قوی داده‌های کلان است. یادگیری

1. Data Point

www.SID.ir

Archive of SID

ماشین[1] و هوش مصنوعی[2] تنها راه‌کارها برای مدیریت و تجزیه و تحلیل کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء هستند [۴]. هوش مصنوعی از جدیدترین موضوعات قابل کاربرد و پژوهش در حوزه‌های مختلف علم و صنعت، به ویژه کشاورزی است که به دلیل دقت بالا سبب افزایش بهره‌وری می‌شود. بکارگیری روش‌های هوش مصنوعی به منظور کسب دانش از داده‌های کلان حاصل از کاربرد فناوری‌های مختلف مانند ماشین بینایی[3] و طیف‌سنجی[4] [۵] (که نقش مؤثری در توسعه کشاورزی هوشمند دارند) در حوزه‌های گوناگون کشاورزی؛ طراحی ربات‌های هوشمند؛ خودکارسازی عملیات در مراحل مختلف تولید (کاشت، داشت و برداشت)، پس از برداشت، کیفیت‌سنجی محصول، انبارداری و فراوری محصولات کشاورزی؛ طراحی سامانه‌های هوشمند و کنترلی برای کاربردهای مختلف کشاورزی و غیره می‌تواند بسیار مفید و مؤثر واقع شود. در سال‌های اخیر، کاربرد این روش‌ها در مدیریت‌های کشاورزی مانند کشاورزی دقیق[5] نیز رواج یافته‌است. با توجه به رشد سریع فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده، بخش کشاورزی بیش از پیش نیازمند بکارگیری روش‌های هوشمند تحلیل داده‌های کلان است.

۶- کاربرد کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی

یکپارچگی فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند یا به عبارتی کاربرد کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی با بکارگیری روش‌های هوشمند تحلیل داده‌های کلان به منظور کسب دانش برای تصمیم‌گیری‌های کلان و مدیریتی در حال توسعه است که می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری و توسعه‌پایدار در بخش کشاورزی شود.

جدول ۱ برخی از مهم‌ترین کاربردهای کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء را در چرخه کشاورزی هوشمند ارائه می‌کند که در ادامه بر پایه منابع بررسی‌شده در این پژوهش و مطالعات سایر پژوهشگران، معرفی می‌شوند.

۶-۱- سنجش و پایش هوشمند:

سنجش و پایش هوشمند یکی از بخش‌های اولیه چرخه کشاورزی هوشمند است. پایش هوشمند شرایط محیطی (گلخانه، مزرعه، باغ) از کاربردهای مهم موضوعی کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در این چرخه از کشاورزی هوشمند است که پژوهشگران دیگر نیز به اهمیت آن اشاره کرده‌اند [۵،۶،۷،۱۲].

با توجه به اینکه پایش وضعیت آب، خاک و محیط تأثیر بسیاری در رشد و تولید محصولات کشاورزی (زراعی، باغی، و گلخانه‌ای) دارند، یکپارچگی فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده می‌تواند امکان سنجش، پایش و مدیریت لحظه‌ای این عوامل را به صورت هوشمند فراهم کند. از سوی دیگر، پایش لحظه‌ای و مکانی وضعیت محیط به همراه پیش‌بینی آن در تلفیق با اطلاعات هواشناسی و برخی اطلاعات دیگر می‌تواند برای پیش‌بینی و پیش‌آگاهی شرایط بحرانی و اعلام هشدارهای لازم درخصوص شیوع برخی آفات و بیماری‌های گیاهی، وقوع دماهای بحرانی و غیره بکار گرفته شود. بدیهی است این پیش‌بینی‌ها می‌تواند به مدیریت بهینه تولید با کاهش تلفات و خسارت‌های ناشی از تنش‌های زنده و غیرزنده، کاهش مصرف سموم، و به تبع آن کاهش خلاء عملکرد با هزینه‌های کمتر کمک کند. کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء می‌توانند برای این منظورها نیز کاربرد داشته باشد. در این راستا، می‌توان به پژوهش‌های کاربردی که با هدف فراهم‌کردن داده‌های لحظه‌ای و به‌هنگامِ محیط برای گلخانه، فن‌ها و دیگر تجهیزات کنترل دما [۲۰]؛ پایش عوامل محیطی شامل دما، رطوبت نسبی هوا، روشنایی، فشار اتمسفر، هدایت الکتریکی خاک[6] (EC)، رطوبت و شوری خاک در مزارع و استفاده از آنها برای تجزیه و تحلیل روش‌های کشت [۲۱]؛ و پایش عوامل محیطی باغ شامل دما و رطوبت نسبی هوا، و تریِ برگ[7] برای شناسایی بیماری محصول در مراحل اولیه و هشدار به باغدار [۲۲] به صورت عملی اجرا شده‌اند، اشاره کرد.

از سوی دیگر، کاربرد کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در سایر محیط‌های کشاورزی مانند دامداری، مرغداری و استخرهای پرورش آبزیان نیز به منظور سنجش و پایش شرایط محیطی و نظارت بر وضعیت سلامت، رشد و رفتار دام، طیور و آبزیان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و منجر به افزایش بهره‌وری شود. کاربرد موفق این فناوری‌ها در محیط‌های مختلف کشاورزی توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است [۵،۶،۷،۱۲،۲۳].

سنجش و پایش هوشمند کیفیت، ایمنی و سلامت گیاه، محصول یا غذا نیز از دیگر کاربردهای موضوعی مهم کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء است که در منابع دیگر نیز به آن اشاره شده است [۵،۱۲،۲۴]. به‌عنوان مثال، پایش لحظه‌ای و هوشمند وضعیت گیاه یا محصول (از نظر کیفیت، ایمنی و سلامت) در مراحل رشد با تلفیق فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده می‌تواند سبب مدیریت بهتر و مصرف بهینه نهاده‌ها (سم و کود)، افزایش عملکرد کیفی، کاهش تلفات ناشی از آفات و بیماری‌ها، و افزایش عملکرد کمّی شود. از سوی دیگر، پایش هوشمند کیفیت محصول می‌تواند به شناسایی مرحله رسیدگی آن که خود از عوامل مهم و تعیین‌کننده زمان مناسب برداشت است، کمک کند. همچنین پایش وضعیت عناصر خاک نیز کاربرد دیگر این فناوری‌هاست که به تعیین نیاز تغذیه‌ای گیاه و مدیریت هوشمند تغذیه کمک می‌کند.

1. Machine Learning
2. Artificial Intelligence
3. Machine Vision
4. Spectroscopy
5. Precision Agriculture
6. Soil Electrical Conductivity
7. Leaf Wetness

www.SID.ir

Archive of SID

۶-۲- تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند:

تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند از دیگر بخش‌های چرخه کشاورزی هوشمند است که براساس داده‌های حاصل از سنجش و پایش محصول یا شرایط محیطیِ رشد، تولید و یا نگهداری در تلفیق با سایر اطلاعات مانند اطلاعات هواشناسی انجام می‌شود و ارائه تصمیم می‌کند. به عبارت دیگر، مدیریت‌ها و تصمیم‌گیری‌های هوشمند در سطحی بالاتر از پایش هوشمند هستند. در این راستا، اپلیکیشن‌های تلفن‌همراه طراحی‌شده که قادر به تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از حسگرهای محیطی در تلفیق با اطلاعات منابع دیگر و ارائه راه‌کار مبتنی بر مدل‌های پیش‌بینی‌کننده و تصمیم‌ساز هستند، می‌توانند امکان برنامه‌ریزی و مدیریت هوشمند را درخصوص مسایل مختلف کشاورزی همچنین کاربردهای کشاورزی دقیق و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی فراهم کنند که کاربرد موفق آنها در منابع دیگر نیز اشاره شده است [۵،۶،۷،۱۲،۲۴].

از مهم‌ترین کاربردهای موضوعی در این راستا می‌توان به مدیریت هوشمند زنجیره تأمین غذا اشاره کرد [۲۵] که هماهنگی در تولید، موجودی، مکان‌یابی و حمل و نقل بین شرکت‌کنندگان در زنجیره تأمین به منظور دستیابی به بهترین ترکیبِ پاسخگویی و کارایی برای موفقیت در بازار را به صورت هوشمند امکان‌پذیر می‌سازد.

از دیگر کاربردهای موضوعی مهم در این چرخه از کشاورزی هوشمند، مدیریت عوامل محیطی است که به‌عنوان مثال می‌توان به پژوهش‌های اجراشده در این زمینه به منظور مدیریت هوشمند عوامل محیطی گلخانه [۲۶] و مزرعه [۲۷] اشاره کرد.

آبیاری هوشمند متناسب با نیاز آبی گیاهان مختلف و مدیریت مصرف آب با تکیه بر داده‌های محیطی حاصل از حسگرهای رطوبت خاک و حسگرهای دما و رطوبت نسبی هوا در تلفیق با اطلاعات منابع دیگر مانند داده‌های گیاهی از کاربردهای فناوری اینترنت‌اشیاء یکپارچه با فناوری کلان‌داده است که نه تنها باعث استفاده بهینه از آب می‌شود بلکه به سلامت محصول نیز کمک می‌کند. بنابراین، کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء یکپارچه با فناوری‌های رایانش ابری و هوش مصنوعی برای برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح آبیاری از کاربردهای مهمی است که در مواجه با بحران کمبود آب می‌تواند نقش مؤثری در افزایش بهره‌وری کشاورزی داشته باشد.

مدیریت هوشمند آفات و بیماری‌ها مبتنی بر این فناوری‌ها از جمله کاربردهای موضوعی دیگر در این چرخه کشاورزی هوشمند هستند که مبتنی بر تجزیه و تحلیل داده‌های محیطی لحظه‌ای در تلفیق با سایر اطلاعات مانند اطلاعات هواشناسی و غیره امکان نظارت به هنگام، مدل‌سازی و پیش‌آگاهی آفات و بیماری‌ها را فراهم می‌کنند. مدیریت هوشمند آفات و بیماری‌ها مبتنی بر هشدارها یا تصمیم‌های ارائه‌شده توسط اپلیکیشن‌های کاربردی در مقایسه با روش‌های سنتی که مبتنی بر تقویم آفات و بیماری‌ها هستند، اثربخش‌تر است.

۶-۳- کنترل هوشمند:

کنترل یا اتوماسیون هوشمند از دیگر بخش‌های مهم چرخه کشاورزی هوشمند است که در سطح بالاتر از دو دسته قبلی قرار دارد و متناسب با سنجش و تصمیم‌گیری ارائه‌شده، اقدامی را نیز به صورت خودکار شامل می‌شود. یکپارچگی فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده می‌تواند برای این هدف نیز در چرخه کشاورزی هوشمند بکار گرفته شود که منابع دیگر نیز به این کاربرد اشاره کرده‌اند [۵،۶،۷،۱۲،۲۴].

کاربرد کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء به منظور کنترل عوامل محیط رشد (مزرعه، باغ، گلخانه) یا نگهداری (سیلو، انبار) همچنین کنترل عوامل محیطی در دامداری‌ها و مرغداری‌ها، و استخرهای پرورش ماهی، به صورت هوشمند توسعه یافته است. به‌عنوان مثال می‌توان به کاربرد این فناوری به منظور کنترل عوامل محیطی گلخانه [۲۸] و محیط پرورش طیور [۲۹] اشاره کرد.

کنترل هوشمند آبیاری، کنترل هوشمند آفات و بیماری‌ها و اجرای عملیات با تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی هوشمند و بدون سرنشین با بکارگیری تجهیزات ردیابی نصب‌شده روی ماشین‌های کشاورزی و بدن کشاورزان از دیگر کاربردهای موضوعی در این چرخه کشاورزی هوشمند هستند که توسط سایر پژوهشگران نیز اشاره شده‌اند [۶،۱۲،۲۴،۳۰].

۶-۴- کلان‌داده‌ها در فضای ابری:

ذخیره‌سازی اطلاعات در فضای ابری یا مجازی‌سازی در چرخه کشاورزی هوشمند مبتنی بر فناوری رایانش ابری است. به‌عنوان مثال، مجازی‌سازی مدیریت زنجیره تأمین و توزیع محصول با استفاده از ذخیره‌سازی اطلاعات در فضای ابری در این دسته قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، مجازی‌سازی مدیریت این زنجیره‌ها به این معناست که کنترل و هماهنگی بر پایه اشیاء مجازی است نه اشیاء فیزیکی و می‌توانند در سایر مکان‌ها و از طریق شرکای دیگر صورت گیرد. در این راستا، می‌توان به کاربرد کلان داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در فضای ابری به منظور مجازی‌سازی زنجیره عرضه گل در گل‌فروشی‌ها اشاره کرد [۳۱].

به‌طور کلی کاربردهای موضوعی کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی را می‌توان در چرخه کشاورزی هوشمند با یکی از اهداف سنجش و پایش هوشمند، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند، کنترل هوشمند و یا استفاده در فضاهای ابری دسته‌بندی کرد.

در کشور ما طی چند سال اخیر، مجموعه‌های بزرگی در زمینه کشت و صنعت به حوزه کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت‌اشیاء ورود پیدا کرده‌اند. در این راستا، برخی شرکت‌های دانش‌بنیان نیز تمایل پیدا کرده‌اند که در زمینه کاربردهای این فناوری در چرخه کشاورزی هوشمند سرمایه‌گذاری کنند. برخی برنامه‌های حمایتی از این شرکت‌ها نیز در دستور کار برخی نهادها و سازمان‌های مرتبط قرار گرفته است به‌طوری‌که تسهیلاتی برای توسعه این حوزه در اختیار آنها قرار داده می‌شود. با این حال کاربردهای عملی این فناوری

www.SID.ir

Archive of SID

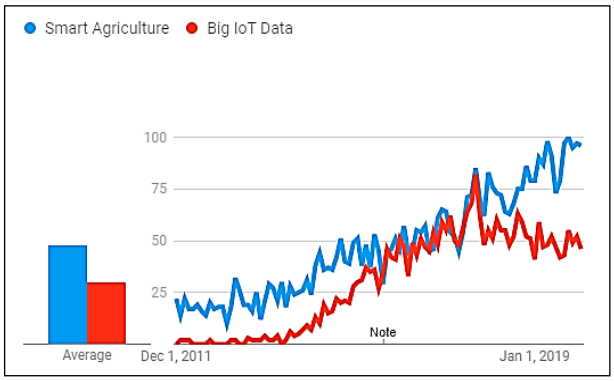
در حوزه کشاورزی کشور خیلی گسترده نیست و بیشتر در قالب پروژه‌های پایلوت و کوچک بوده است که هنوز به مرحله تجاری‌شدن نرسیده‌اند.

اگرچه ضعف‌های زیرساختی (نرم‌افزاری، ارتباطی، و سخت‌افزاری) در کشور به همراه برخی مسایل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی محدودیت‌هایی درخصوص توسعه کشاورزی هوشمند و کاربردهای موضوعی آن مبتنی بر اینترنت‌اشیاء ایجاد کرده است؛ ولی وجود پتانسیل‌های فکری، دانش فنی و ظرفیت‌های علمی و پژوهشی در کشور درخصوص توسعه این فناوری یکپارچه با فناوری‌های کلان‌داده، هوش مصنوعی و رایانش ابری؛ بومی‌سازی آنها و توسعه دانش فنی مبتنی بر علوم و فناوری‌های جدید و تمایل شرکت‌های خصوصی، دانش‌بنیان و کسب و کارهای نوپا به سرمایه‌گذاری در این خصوص از امکانات و پتانسیل‌های خوب کشور است که می‌تواند در راستای توسعه این کاربردها مدنظر قرار گیرد.

جدول ۱- برخی کاربردهای کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در چرخه کشاورزی هوشمند

چرخه کشاورزی هوشمند	کاربرد	منابع
سنجش و پایش هوشمند	پایش هوشمند شرایط محیط (گلخانه، مزرعه، باغ، دامداری، مرغداری، آبزی‌پروری)	[۲۳،۲۲،۲۱،۲۰،۱۲،۷،۶،۵]
	سنجش و پایش کیفیت، ایمنی و سلامت گیاه، محصول، غذا	[۲۴،۱۲،۵]
تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند	ردیابی زنجیره تأمین غذا	[۲۵،۱۲،۶]
	مدیریت هوشمند محیط (گلخانه، مزرعه)	[۲۷،۲۶،۵]
	مدیریت آبیاری	[۲۴،۱۲،۶]
	مدیریت آفات و بیماری‌ها	[۲۴،۱۲،۷،۶،۵]
	کشاورزی دقیق	[۲۴،۱۲،۷،۶،۵]
کنترل هوشمند	کنترل هوشمند محیط (گلخانه، مرغداری)	[۲۹،۲۸،۱۲،۵]
	کنترل هوشمند آبیاری	[۳۰،۱۲،۷،۶]
	اجرای عملیات با تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی هوشمند و بدون سرنشین	[۲۴،۶]
	کنترل هوشمند آفات و بیماری‌ها	[۲۴،۱۲،۶]
کلان‌داده‌ها در فضای ابری	مجازی‌سازی زنجیره‌های عرضه محصول	[۳۱]

شکل ۹، محبوبیت جهانی "کشاورزی هوشمند" و "کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء" را براساس Google Trends، طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ میلادی، نمایش می‌دهد. با توجه به روند افزایشی این محبوبیت به ویژه در چند سال اخیر، انتظار می‌رود در آینده‌ای نه چندان دور پذیرش کامل این فناوری‌های در حوزه کشاورزی و توسعه هرچه بیشتر کشاورزی هوشمند اتفاق افتد. بنابراین، ایجاد یا تقویت زیرساخت‌های لازم برای توسعه این فناوری‌ها یا بومی‌سازی آنها با توجه به نیازمندی‌های کشور ضروری است.



شکل ۹- پاسخ Google Trends برای عبارت‌های Smart Agriculture و Big IoT Data

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله دو فناوری اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند معرفی و مفاهیم آنها ارائه شد. چرخه عمر و روند این فناوری‌ها با هدف کمک به تصمیم‌گیری راهبرد و مدیریت توسعه فناوری در چارچوب اهداف خاص کسب وکار در کشور، بررسی و تحلیل شد. ارتباط بین فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده به همراه روند محبوبیت جهانی فناوری‌های مذکور در سال‌های اخیر ارائه و برخی کاربردهای موضوعی مهم کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء معرفی و در چرخه کشاورزی هوشمند دسته‌بندی شد. طبق بررسی‌ها، فناوری اینترنت‌اشیاء در قله انتظارات از چرخه عمر خود قرار دارد و بین ۵ تا ۱۰ سال زمان برای تکامل و پذیرش آن توسط عامه مردم لازم است. با توجه به فرصت‌های کسب و کار بزرگی که در حوزه اینترنت‌اشیاء وجود دارد و توانایی این فناوری برای ایجاد بازارهای جدید و تغییر وضعیت رقابتی شرکت‌ها، توسعه روزافزون حسگرها، دستگاه‌ها و سامانه‌های هوشمند در شبکه‌های اینترنت‌اشیاء مورد انتظار است. کاربرد این فناوری در کشاورزی و کسب و کارهای مرتبط نیز رو به افزایش است. بنابراین و با توجه به روند افزایشی حجم بازارِ کلان‌داده، به نظر می‌رسد بخش زیادی از داده‌های کلان در سال‌های اخیر مبتنی بر فناوری اینترنت‌اشیاء باشد. با توجه به افزایش کاربرد و محبوبیت فناوری‌های اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده در سال‌های اخیر، همچنین توسعه روش‌های تحلیل داده‌های کلان (یادگیری ماشین و هوش مصنوعی)، کاربرد کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی در حال توسعه است. این کاربردها را می‌توان در چرخه کشاورزی هوشمند با یکی از اهداف سنجش و پایش هوشمند، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هوشمند، کنترل هوشمند و یا استفاده در فضاهای ابری دسته‌بندی کرد. به این ترتیب، می‌توان پیش‌بینی کرد که در آینده‌ای نه چندان دور، کشاورزیِ بهینه برای پاسخگویی به نیاز غذایی و پایداری تولید در حوزه‌های مختلف به شدت نیازمند یکپارچگی این فناوری‌ها و استفاده از راه‌حل‌های هوشمند اینترنت‌اشیاء (یکپارچه با فناوری‌های رایانش ابری و هوش مصنوعی) است.

www.SID.ir

Archive of SID

در کشور نیز طی چند سال اخیر، سازمان‌ها و شرکت‌های مختلفی به کسب و کار در حوزه اینترنت‌اشیاء، کلان‌داده، هوش مصنوعی و رایانش ابری روی آورده‌اند و کشاورزی هوشمند یکی از زمینه‌های مهمی است که این فناوری می‌تواند در آن با افزایش بهره‌وری و تسهیل دستیابی به توسعه‌پایدار، سبب رشد اقتصادی کشور و ایجاد فرصت‌های شغلی بیشتر شود.

بنابراین، برنامه‌ریزی برای توسعه این فناوری‌ها یا بومی‌سازی آنها با توجه به پتانسیل‌ها و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری موجود در کشور و نیازمندی‌های حوزه کشاورزی دارای اولویت است. در این راستا، توسعه پژوهش در زمینه کاربرد کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی برای پی‌بردن به چالش‌های توسعه و ترسیم نقشه‌راه پژوهش‌های آتی ضروری به نظر می‌رسد. به‌طوری‌که، نقشه‌راهِ شناسایی فناوری‌های مناسب سبب دستیابی به راه‌کارهای عملی و قابل اعتماد در این خصوص می‌شود. بر این اساس، با توجه به وجود برخی ضعف‌ها، چالش‌ها و محدودیت‌ها در کشور برای توسعه پژوهش و کاربرد کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در کشاورزی کشور اقدامات زیر پیشنهاد می‌شوند:

- بررسی زیرساخت‌ها، برنامه‌ها، قوانین، الزامات، استانداردها و آموزش‌ها در کشورهای پیشرو در زمینه کاربرد این فناوری
- تدوین برنامه‌های کلان و سیاست‌گذاری برای پژوهش و توسعه ملی فناوری
- ایجاد یا تقویت زیرساخت‌های لازم (سخت‌افزاری، ارتباطی و نرم‌افزاری) برای پژوهش و توسعه فناوری در کشور
- دریافت سرویس اطلاعاتی کامل و یکپارچه‌سازی اطلاعات کشاورزی در راستای تحقق و توسعه فناوری
- تدوین و پیاده‌سازی قوانین امنیتی، الزامات و استانداردهای توسعه فناوری
- حمایت همه‌جانبه نهادها و سازمان‌های مرتبط برای پژوهش و توسعه فناوری و ریسک‌پذیری در سرمایه‌گذاری اولیه به ویژه برای اجرای پایلوت‌ها درخصوص مسائل کلان کشاورزی و بررسی اثربخشی کاربرد فناوری
- فرهنگ‌سازی کاربرد فناوری در بخش کشاورزی و آگاه‌سازی بهره‌برداران از مزایای آن
- استفاده از پلتفرم‌های نوآوری و کشف استعدادها در زمینه پیشرفت‌های فناوری
- توسعه آموزش و ترویج کاربرد فناوری
- تجاری‌سازی و توسعه و بهبود فضای کسب و کار فناوری

در این مطالعه به دلیل این‌که کاربردهای عملی کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیاء در حوزه کشاورزی کشور محدود و نتایج اثربخشی آنها گزارش نشده بود، امکان بررسی گسترده‌تر و اجرای فراتحلیل کاربردها فراهم نشد که پیشنهاد می‌شود این مهم در مطالعات و پژوهش‌های آتی مدنظر قرار گیرد.

۸- مراجع

۱- قاسمی‌نژاد، یاسر.، و کتابچی، سیدعلی. بررسی تطبیقی، کاربردها و چالش‌های فناوری‌های تحلیل بزرگ داده. فصلنامه رشد فناوری. سال پانزدهم، شماره ۶۰. صفحات ۶۶-۷۷، ۱۳۹۸.

۲- قربانی، سعید. "کلان‌داده‌ها: حجم بازار و روند آتی". https://monitoreconomy.ir/ (دسترسی آبان ۱۳۹۸)

۳- زرین، صدف.، علی‌محمدی، مهرداد.، و سیادت، سیدحسین. معماری نوین آینده: مدلی نوآور برای کسب و کار بر بستر یکپارچگی رایانش ابری و اینترنت‌اشیاء. فصلنامه رشد فناوری. سال چهاردهم، شماره ۵۴. صفحات ۳۵-۲۶، ۱۳۹۷.

۴- حصارکی، الهام. "تحلیل کلان داده (Big Data)، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط". https://blog.faradars.org/big-data-challenges، ۱۳۹۷. (دسترسی آبان ۱۳۹۸)

۵- جمشیدی، بهاره. نقش طیف‌سنجی به‌عنوان یک فناوری غیرمخرب اپتیکی در توسعه کشاورزی هوشمند. فناوری آزمون‌های غیرمخرب. دوره ۳، شماره ۵، ۱۳۹۸.

۶- فرخی، غلامرضا.، و گاپله، محبوبه. کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت‌اشیاء. فصلنامه رشد فناوری. سال پانزدهم، شماره ۵۹. صفحات ۳۶-۲۹، ۱۳۹۸.

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

8- Lokers, R., Knapen, R., Janssen, S., van Randen, Y., and Jansen, J. "Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science". Environmental Modelling and Software 84 (2016): 494-504.

9- Khanna, A., and Kaur, S. "Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture".Computers and Electronics in Agriculture 157 (2019): 218-231.

10- Feng, C., Wu, H., Zhu, H., and Sun, X. "The design and realization of apple orchard intelligent monitoring system based on internet of things technology". Advanced Materials Research 546-547 (2012): 898-902.

11- Ping, H., Wang, J., Ma, Z., and Du, Y. 2018. Mini-review of application of IoT technology in monitoring agricultural products quality and safety. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 11(5): 35-45.

12- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., and Kittas, C. "Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges". Biosystems Engineering 164 (2017): 31-48.

13- Sethi, P., and Sarangi, S.R. "Internet of Things: Architectures, protocols, and applications". Journal of Electrical and Computer Engineering, Volume 2017, Article ID 9324035 (2017): 1-25.

14- SBL, "Transform your business with Big Data and Internet of Things (IoT)". (2018). https://blog.sblcorp.com/transform-business-big-data-iot/ (accessed December 2019).

15- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., and Bogaardt, M.j. "Big Data in Smart Farming – A review". Agricultural Systems 153 (2017): 69-80.

16- Gartner, "Gartner Hype Cycle". (2019). https://www.gartner.com/en/research/methodologies/ (accessed December 2019).

17- Gartner, "Hype cycle for emerging technologies, 2018". (2018). https://www.gartner.com/smarterwithgartner (accessed December 2019).

18- Meola, A. "Why IoT, big data & smart farming are the future of agriculture". (2016). https://www.businessinsider.com (accessed December 2019).

19- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., and Palaniswami, M. "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions". Future Generation Computer Systems 29 (2013): 1645-1660.

www.SID.ir

Archive of SID

20- Dan, L., Xin, C., Chongwei, H., and Liangliang, J. "Intelligent agriculture greenhouse environment monitoring system based on IoT technology". International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, Halong Bay, Vietnam (2015).
21- Tseng, F.H., Cho, H.H., and Wu, H.T. "Applying big data for intelligent agriculture-based crop selection analysis". IEEE Access 7 (2019): 116965-116974.
22- Patil, S.S., and Thorat, S.A. "Early detection of grapes diseases using machine learning and IoT". Second International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP), Mysuru, India (2016).
23- Huawei, "Huawei helps modernize stock breeding using the Internet of Things". (2016). http://eblog.huawei.com/chinas-first-internet-goats (accessed December 2019).
24- Iotworm,"Agriculture Internet of Things (IoT) Technology /Applications".(2016). http://iotworm.com/agriculture-internet-of-thingsiot-technology-applications/ (accessed December 2019).
25- Yan, B., Shi, P., and Huang, G. "Development of traceability system of aquatic foods supply chain based on RFID and EPC internet of things". Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering 29 (2013): 172-183.
26- Li, P., and Wang, J., "Research progress of intelligent management for greenhouse environment information". Nongye Jixie Xuebao = Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery 45 (2014): 236-243.
27- Kaloxylos, A., Eigenmann, R., Teye, F., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Shrank, C., Dillinger, M., Lampropoulou, I., Antoniou, E., Pesonen, L., et al., "Farm management systems and the Future Internet era". Computers and Electronics in Agriculture 89 (2012): 130-144.
28- Luo, H., Yang, P.L., Li, Y.K., and Xu, F.P. "An intelligent controlling system for greenhouse environment based on the architecture of the internet of things". Sensor Letters 10 (2012): 514-522.
29- Bang, J., Lee, I., Noh, m., Lim, J., and Oh, H. "Design and implementation of a smart control system for poultry breeding's optimal LED environment". International Journal of Control and Automation 7, no.2 (2014): 99-108.
30- Khelifa, B., Amel, D., Amel, B., Mohamed, C., and Tarek, B. "Smart irrigation using Internet of Things". Fourth International Conference on Future Generation Communication Technology (FGCT), University of Bedfordshire, Luton (near London), UK (2015).
31- Verdouw, C.N., Beulens, A.J.M., and van der Vorst, J.G.A.J. "Virtualization of floricultural supply chains: a review from an internet of things perspective". Computers and Electronics in Agriculture 99 (2013): 160-175.

www.SID.ir