

مدل یکپارچه مدیریت تولید محصولات کشاورزی مبتنی بر فناوری‌های هوشمند و داده‌محور؛ راهکاری برای تعادل عرضه و تقاضا در بازار کشاورزی

امیرحسین عظیمی^{۱,*}

۱- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی ahaz00@gmail.com

خلاصه

این مقاله با عنوان «مدل یکپارچه مدیریت تولید محصولات باغی و زراعی مبتنی بر فناوری‌های هوشمند و داده‌محور» به بررسی ریشه‌های نوسانات شدید بازار محصولات کشاورزی ناشی از تولید فاقد برنامه کلان و عدم مدیریت نوع و سطح کشت محصولات می‌پردازد. هدف اصلی مقاله، ارائه چارچوبی عملیاتی برای طراحی و استقرار یک سامانه ملی، تجمیعی و داوطلبانه تحت نظارت وزارت جهاد کشاورزی است که در آن کشاورزان اطلاعات دقیق مزرعه خود (موقعیت، نوع محصول، مساحت و پیش‌بینی عملکرد) را با همکاری کارشناسان مربوطه ثبت می‌کنند. با روش توصیفی-تحلیلی و با بررسی پیشینه تحقیق، مقاله نشان می‌دهد که پردازش کلان‌داده‌های این سامانه با استفاده از هوش مصنوعی و مدل‌سازی پیش‌بینی‌گر، می‌تواند به نقشه‌ای پویا و جامع از عرضه ملی تبدیل شود. دستاورد محوری این مدل، کاهش ریسک تولید برای کشاورز، جلوگیری از اشباع بازار و ضایعات گسترده، افزایش ثبات قیمت‌ها و در نهایت تحقق امنیت غذایی و تخصیص بهینه منابع ملی از طریق حکمرانی داده‌محور است.

کلمات کلیدی:

مدیریت تولید یکپارچه، کشاورزی هوشمند، کلان‌داده، سامانه اطلاعات کشاورزی، تولید بدون برنامه ریزی، اشباع بازار، تعادل عرضه و تقاضا.

۱. مقدمه

کشاورزی در هزاره سوم، در آستانه تحولی شگرف تحت تأثیر انقلاب صنعتی چهارم قرار دارد. فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا (IoT)، سنسور از دور (RS)، سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، هوش مصنوعی (AI) و علم داده (Data Science) در حال دگرگون ساختن پارادایم‌های سنتی مدیریت مزرعه و زنجیره تأمین محصولات کشاورزی هستند. در هسته این تحول، مفهوم «کشاورزی هوشمند» یا «کشاورزی دقیق» قرار دارد که بر پایه جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی و تحلیل داده‌های مختلف برای اتخاذ تصمیمات بهینه استوار است. با این حال، کاربرد این فناوری‌ها اغلب در سطح مزرعه یا واحدهای تولیدی بزرگ متمرکز بوده و کمتر به سطح کلان و ملی با هدف هماهنگی جمعی تولید توجه شده است.

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، بخش کشاورزی با چالش مزمن «نوسان قیمت» و «عدم تعادل ساختاری عرضه و تقاضا» مواجه است. پدیده‌ای که در گفتار عامیانه به «گرانی یک محصول در یک سال و ریزش قیمت و عدم فروش همان محصول در سال بعد» تعبیر می‌شود. این نوسانات نه تنها مصرف‌کننده را در فشار قرار می‌دهد، بلکه بیشترین فشار را بر زحمت‌کشان بخش کشاورزی وارد می‌سازد؛ قشری که با پذیرش مخاطرات طبیعی، نباید مخاطرات ناشی از ناکارآمدی اطلاعاتی بازار را نیز متحمل شود.

آمارها نشان می‌دهد بخش قابل توجهی از ضایعات کشاورزی در ایران، نه به دلیل نقص فنی در تولید، بلکه به دلیل عدم تطابق زمان و مکان عرضه با تقاضا رخ می‌دهد. بنابراین، ضرورت حرکت از «کشاورزی سنتی و بی برنامه» به «مدیریت هوشمند در سطح کلان» بیش از پیش احساس می‌شود. این مقاله در پی ارائه چارچوبی برای چنین مدیریت کلانی است؛ مدلی که با بهره‌گیری از ظرفیت‌های دیجیتال، تلاش می‌کند تا حلقه مفقوده میان «تولیدکننده» و «بازار» را از طریق شفاف‌سازی داده‌ها ترمیم نماید.

این مقاله با هدف ارائه یک مدل یکپارچه مدیریت تولید محصولات کشاورزی مبتنی بر فناوری‌های هوشمند و داده‌محور نگاشته شده است. مدل پیشنهادی، ایجاد یک سامانه ملی، تجمیعی و داوطلبانه-تشویقی تحت نظارت وزارت جهاد کشاورزی را مطرح می‌کند که در آن کلیه کشاورزان و بهره‌برداران قادر به ثبت اطلاعات واحد تولیدی خود اعم از مزرعه، باغ، گلخانه و ... خود شامل موقعیت جغرافیایی (ژئوتگ)، نوع محصول، رقم، مساحت دقیق، تاریخ کشت، عملیات‌های داشت و پیش‌بینی میزان تولید خواهند بود. داده‌های خرد جمع‌آوری شده در این سامانه، پس از پردازش و تحلیل کلان‌داده‌ای، می‌توانند نقشه جامع و پویایی از وضعیت تولید ملی ارائه دهند. خروجی این سامانه در قالب گزارش‌های تحلیلی و پیش‌بینی‌های بازار، در اختیار ذی‌نفعان مختلف شامل خود کشاورزان، تعاونی‌ها، تجار، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان ملی قرار می‌گیرد. در سالهای بعد همچنین می‌توان با تکمیل داده‌های بدست آمده به تحلیل بازار مصرف از نظر تنوع محصولات و نیز نوع و گونه و بهای بازارپسند این محصولات راه کارهای ترویجی و اقتصادی مفیدی را در اختیار کشاورزان قرار داد. همچنین برنامه ریزی کارشناسان جهاد کشاورزی جهت تامین زیر ساخت ها و نهاده های مورد نیاز بر اساس اطلاعات بدست آمده برای دوره های آتی دقیق و واقعی خواهد بود، بصورتی که با حداقل هزینه ها می توان به بالاترین بازدهی از نظر میزان و پراکندگی تولید دست یافت. پس از اجرای این طرح همواره داده های کلان در برنامه ریزی های وزارت مطبوع در دسترس خواهد بود. قابل ذکر است با طراحی یک سامانه هوشمند که بر بستر ارتباط دوطرفه کشاورز و مدیریت های سطح بالا استوار است، هزینه های اجرایی طرح بشدت کاهش خواهد یافت چرا که نیازی به نیروی کار ثبت اطلاعات واحد های تولیدی نیست و بصورت خوداظهاری این اطلاعات توسط کاربران واحدهای تولیدی وارد

سیستم خواهد شد و تنها با راستی آزمایی و نظارت کارشناسان منطقه ایی اعتبار سنجی این اطلاعات کنترل خواهد شد. این مقاله با روش توصیفی-تحلیلی و با بررسی پیشینه تحقیق، به تبیین دقیق مسئله، شرح جزئیات روش پیشنهادی طراحی سامانه، ذکر مزایا و چالش‌های اجرایی و در نهایت نتیجه‌گیری می‌پردازد. استدلال اصلی مقاله آن است که استقرار چنین سامانه‌ای می‌تواند با کاهش عدم تقارن اطلاعاتی، به تخصیص بهینه منابع، کاهش ضایعات، جلوگیری از اشباع بازارهای خاص، افزایش درآمد کشاورز، کاهش هزینه‌های تولید و همچنین مدیریت تولید محصولات و در نهایت ثبات نسبی قیمت‌ها و امنیت غذایی بینجامد.

۲. بیان مسأله:

مسئله اصلی که این مقاله به آن می‌پردازد، «فقدان یک مکانیسم ملی، یکپارچه و داده‌محور برای هماهنگی و پیش‌بینی عرضه محصولات باغی و زراعی» است. این فقدان به بروز چندین معضل عملی و آشکار منجر می‌شود:

الف - تولید کورکورانه: تصمیم‌گیری کشاورز درباره نوع محصول و سطح زیر کشت، عمدتاً بر اساس تجربیات شخصی، سنت، مشاهده عملکرد همسایگان در سال گذشته و قیمت‌های جذاب بازار در زمان کشت قبلی صورت می‌گیرد. این مدل تصمیم‌گیری با تأخیر زمانی (Lag) مواجه است. به عبارت ساده، کشاورز محصولی را می‌کارد که در زمان برداشت "سال قبل" بازار جذابی داشت، بدون آنکه اطلاعی از مجموع تصمیمات هزاران کشاورز دیگر در سراسر کشور داشته باشد. این امر باعث می‌شود همه در یک جهت حرکت کنند و موجی از عرضه یک محصول خاص در بازه زمانی مشابه به بازار سرازیر شود.

ب- اشباع بازار و ضایعات گسترده: هنگامی که عرضه یک محصول (مانند گوجه فرنگی، پیاز یا سیب) به دلیل تولید کورکورانه، بسیار فراتر از تقاضای واقعی بازار باشد، قیمت سقوط می‌کند. در این شرایط، حتی ممکن است هزینه‌های برداشت و حمل‌ونقل از قیمت فروش پیشی بگیرد. پیامد این امر این است که هرساله شاهد موارد زیر هستیم:

- رهاسازی محصول در مزارع
 - تخلیه بار کامیون‌ها در جاده‌ها
 - فروش با قیمت‌های بسیار نازل که نه تنها سودی برای کشاورز ندارد بلکه او را دچار زیان می‌کند.
- این پدیده علاوه بر هدررفت منابع ملی (آب، خاک، نهاده‌ها، نیروی کار)، موجب دلسردی فعالان این بخش می‌شود.

ج- کمبود ناگهانی و گرانی افسارگسیخته: در طرف مقابل، ممکن است به دلیل کاهش کشت یک محصول خاص (به علت زیان‌ده بودن در سال گذشته) یا بروز حوادث طبیعی در یک منطقه، با کمبود عرضه و در نتیجه افزایش شدید و نامتعارف قیمت مواجه شویم که فشار بر مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد.

د- ناهماهنگی در زنجیره تأمین: عدم اطلاع از حجم دقیق و زمان رسیدن محصول به بازار در سطح ملی، برنامه‌ریزی برای فراوری، نگهداری (سردخانه‌ها)، حمل‌ونقل و توزیع را با مشکل مواجه می‌سازد.

ریشه همه این مشکلات در «عدم تقارن اطلاعاتی» و «پراکندگی و جزیره‌ای بودن داده‌ها و نیز تصمیم‌گیری بر اساس شواهد تجربی تولید» است. در حال حاضر، آمارهای رسمی اغلب با تأخیر، برآوردی و گاه با خطای بالا ارائه می‌شوند. یک سامانه یکپارچه، دقیق و به‌روز می‌تواند این شکاف اطلاعاتی را پر کند.

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در حوزه کاربرد فناوری‌های نوین در کشاورزی انجام شده است. در سطح خرد، تحقیقات گسترده‌ای درباره کشاورزی دقیق، استفاده از حسگرها، تصویربرداری ماهواره‌ای برای پایش سلامت گیاه و مدیریت آبیاری وجود دارد. مطالعاتی از جمله (2021, Zhang et al.; 2017, Wolfert et al.) در سطح کلان نیز مفاهیمی مانند «کشاورزی دیجیتال»، «پلتفرم‌های داده کشاورزی» و «زنجیره بلوکی برای ردیابی محصول» مورد بررسی قرار گرفته‌اند مانند تحقیقات (Kamilaris et al., 2019; Trendov et al., 2019).

در ایران نیز پژوهش‌هایی در زمینه لزوم ایجاد سامانه‌های اطلاعاتی کشاورزی، کاربرد سنجش از دور در برآورد سطح زیر کشت و بررسی علل نوسانات بازار محصولات کشاورزی صورت پذیرفته است (برای مثال، رضایی و همکاران، ۱۳۹۸؛ فلاحی و کردی، ۱۳۹۹). این تحقیقات عموماً بر بخشی از مسئله یا ارائه راهکارهای کلی تأکید داشته‌اند.

با این حال، خلأ یک مطالعه جامع که به صورت عملیاتی و با جزئیات فنی، مدلی برای یک "سامانه ملی تجمیع داوطلبانه داده‌های مزرعه‌ای با هدف تنظیم هوشمند بازار" ارائه دهد، احساس می‌شود. مدل پیشنهادی این مقاله در تلاش است تا با تلفیق ایده‌های کشاورزی دقیق، علم داده و حکمرانی دیجیتال، این خلأ را پر کند و چارچوبی اجرایی برای ایران ارائه نماید.

۴. روش پیشنهادی طراحی سامانه

مدل یکپارچه پیشنهادی با عنوان «سامانه ملی اطلاعات و مدیریت تولید کشاورزی (سامک)» طراحی می‌شود. اجزاء و جریان کار این سامانه به شرح زیر است

الف- لایه جمع‌آوری داده: (Data Acquisition Layer)

- اطلاعات مورد نیاز اولیه: ثبت اطلاعات تاریخی بازار مصرف، آمار و اطلاعات پراکندگی، جمعیتی و بهای تمام شده محصولات در دوره پیشین، پیش بینی بازار مصرف آتی توسط وزارت جهاد کشاورزی در ابتدای استقرار.
- ثبت نام و احراز هویت: کشاورزان و باغداران از طریق اپلیکیشن موبایل یا پورتال وب، پس از ثبت نام و احراز هویت (احتمالاً با پیوند به سامانه‌های هویت ملی)، به سامانه دسترسی می‌یابند.
- ثبت اطلاعات پایه واحد تولیدی: کاربر موقعیت دقیق قطعه زمین خود را روی نقشه مشخص می‌کند (با قابلیت کشیدن polygon بر روی تصاویر ماهواره‌ای یا استفاده از GPS). سپس اطلاعاتی شامل: نام محصول، رقم، مساحت دقیق، تاریخ کشت/نشاء، نوع آبیاری، تاریخ‌های مهم داشت (مانند سمپاشی، کوددهی) را وارد می‌کند. حتی در حالت خوشبینانه تر استقرار قطعات تفکیکی واحدهای تولیدی توسط وزارت جهاد کشاورزی در سامانه و اختصاص پلاک و کد های اصلی و فرعی مشابه استانداردهای ثبت اسناد، که در زمینه مالکیت و مباحث حقوقی و نقل و انتقالات و تاریخچه اراضی در دراز مدت، کاربرد خواهد داشت.
- ورود داده‌های پویا (اختیاری-پیشرفته): برای کشاورزان مجهز به فناوری، امکان اتصال حسگرهای مزرعه (رطوبت خاک، دما) و یا آپلود تصاویر دوربین‌های مزرعه وجود دارد. همچنین، امکان وارد کردن داده‌های دستی مانند برآورد اولیه عملکرد در مراحل مختلف رشد فراهم است.
- مکانیزم‌های تشویقی: برای ترغیب کشاورزان به ثبت دقیق و مستمر اطلاعات، مکانیزم‌هایی مانند: اولویت در دریافت تسهیلات بانکی، بیمه محصول با نرخ ترجیحی، دریافت هشدارهای هواشناسی و آفت‌شناسی دقیق، دسترسی به گزارش‌های تحلیلی بازار و مشاوره رایگان در نظر گرفته می‌شود.

ب- لایه یکپارچه‌سازی و ذخیره‌سازی داده: (Data Integration & Storage Layer)

- داده‌های وارد شده توسط کاربران، با داده‌های مکمل دولتی (مانند داده‌های هواشناسی، تصاویر ماهواره‌ای) سنجش از دور برای اعتبارسنجی سطح زیر کشت، داده‌های خاک‌شناسی) تلفیق می‌شوند.

- داده‌ها در یک پایگاه داده امن و مقیاس‌پذیر با ساختار NoSQL/SQL ترکیبی ذخیره می‌شوند. حریم خصوصی داده‌های شخصی کشاورز کاملاً محفوظ است و داده‌ها برای تحلیل‌های کلان، به صورت ناشناس جمع‌آوری می‌شوند.

ج- لایه پردازش و تحلیل: (Processing & Analytics Layer)

- هوش مصنوعی و مدل‌سازی: در این لایه، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و علم داده، تحلیل‌های پیچیده انجام می‌شود.
- پیش‌بینی عملکرد ملی: با ترکیب داده‌های سطح زیر کشت، تاریخ کشت، داده‌های هواشناسی تاریخی و جاری، و تصاویر ماهواره‌ای، میزان تولید هر محصول در سطح استان و کشور در بازه‌های زمانی آینده پیش‌بینی می‌شود.
- تحلیل بازار و قیمت: داده‌های پیش‌بینی تولید با داده‌های تقاضا (بر اساس مصرف سرانه، روندهای جمعیتی، صادرات و ...) مقایسه می‌شود. مدل‌های پیش‌بینی قیمت بر اساس عرضه و تقاضای آینده توسعه می‌یابند.
- شناسایی الگوها و هشدار: شناسایی مناطق با کشت بیش‌ازحد یک محصول خاص و ارسال هشدارهای اولیه به کشاورزان آن منطقه درباره خطر اشباع بازار.
- بهینه‌سازی پیشنهاد: ارائه پیشنهادهاى شخصی‌شده به کشاورز درباره محصولات جایگزین یا الگوی کشت مناسب برای زمین او در فصل آینده، بر اساس تحلیل بازار و شرایط اقلیمی.

د- لایه ارائه و توزیع اطلاعات: (Presentation & Distribution Layer)

- داشبوردهای مدیریتی: برای مسئولان وزارتخانه و استان‌ها، نقشه‌های پویا و گرافیکی از توزیع جغرافیایی کشت، پیش‌بینی تولید و هشدارهای بازار ارائه می‌شود.
- اپلیکیشن کشاورز: به هر کشاورز، اطلاعات خلاصه‌شده مربوط به منطقه خود و محصولاتش، هشدارها، پیش‌بینی قیمت و پیشنهادها نمایش داده می‌شود. همچنین می‌توان نظام ترویجی جهاد کشاورزی را در این بستر الکترونیک بصورت چند رسانه ایی، پیاده سازی نمود. ارتقا سطح فنی، علمی و تجربی واحدهای تولیدی، آشنایی با فناوری های نوین کشاورزی و معرفی محصولات و بازارهای جدید، امکان سنجی فرآوری، بسته بندی و صادرات محصولات تولیدی و شبکه ارتباط کشاورزان با یکدیگر در همین بستر قابل پیاده سازی است. از طرفی در یک چشم انداز خوش بینانه، راه اندازی بازار برخط محصولات

در همین سامانه می تواند منجر به ایجاد فرصتهای شغلی متعدد و متنوع برای جوامع بومی و محلی شود که در بردارنده نتایج غیر مستقیم موثر بر معکوس شدن جریان مهاجرت از روستاها به شهر است.

- درگاه باز داده (Open Data API محدود): ارائه داده‌های کلان و ناشناس به بخش خصوصی، تعاونی‌ها، تجار و پژوهشگران برای توسعه خدمات جانبی (مانند سامانه‌های حمل‌ونقل بهینه، بازارگاه‌های مجازی، بازاریابی خدمات، تجهیزات، ماشین آلات و ابزارآلات).

۵. چالش‌های پیش‌رو و راهکارهای مقابله:

استقرار این سامانه بدون شک با موانعی روبرو خواهد بود. شناسایی دقیق این موانع و ارائه راهکار برای آن‌ها، شرط لازم برای موفقیت طرح است:

- چالش فنی و زیرساختی:
مشکل: ایجاد زیرساخت امن، مقیاس‌پذیر و قابل اطمینان برای جمعیت میلیونی کشاورزان و حجم عظیم داده‌های ورودی، به ویژه در مناطق روستایی با اینترنت ناپایدار.
راهکار: طراحی معماری سامانه به صورت آفلاین-اول (Offline-First) که امکان ثبت داده بدون اینترنت را فراهم کرده و همگام‌سازی را به زمان اتصال موکول کند. همچنین استفاده از سرورهای ابری داخلی برای تضمین پایداری.
- چالش انسانی و فرهنگی:
مشکل: مقاومت در برابر تغییر، بی‌اعتمادی اولیه کشاورزان به نهادهای حاکمیتی برای ثبت اطلاعات (ترس از مالیات یا قطع یارانه)، و پایین بودن سواد دیجیتال در بخشی از جامعه کشاورزی.
راهکار: تغییر رویکرد از «اجبار» به «تشویق». گره زدن خدمات ملموس (مانند بیمه ارزان‌تر، نهادهای یارانه‌ای، یا وام کم‌بهره) به ثبت اطلاعات در سامانه. همچنین استفاده از تسهیل‌گران محلی (مروجان کشاورزی) برای آموزش چهره‌به‌چهره.
- چالش اقتصادی:
مشکل: تأمین بودجه اولیه برای توسعه، استقرار، نگهداری و ترویج سامانه.
راهکار: تعریف مدل کسب‌وکار پایدار؛ به عنوان مثال، فروش داده‌های کلان و ناشناس شده (Anonymous Aggregated Data) به شرکت‌های بیمه، بانک‌ها و صنایع تبدیلی برای تأمین بخشی از هزینه‌های جاری سامانه

و ایجاد یک بازار ثانویه جهت صنعتگران، تولید کنندگان و ارائه دهندگان خدمات حوزه کشاورزی جهت تامین بخشی از هزینه های استقرار طرح.

• چالش حقوقی و امنیتی:

مشکل: تدوین قوانین محکم برای حفظ حریم خصوصی داده های کشاورزان و جلوگیری از سوءاستفاده تجاری یا امنیتی از داده های حساس ملی (مانند نقشه دقیق کشت محصولات استراتژیک).

راهکار: تصویب پروتکل های سخت گیرانه دسترسی به داده ها در مجلس یا هیأت دولت، به طوری که داده های خرد فقط در اختیار خود کشاورز و داده های کلان فقط در اختیار سیاست گذاران مجاز باشد.

۶. مزایای استقرار سامانه

برای کشاورز: کاهش ریسک تولید، افزایش قدرت چانه زنی با آگاهی از بازار، دسترسی به مشاوره دیجیتال، بهره مندی از خدمات تشویقی، کاهش ضایعات و افزایش درآمد نهایی، افزایش دانش و تجربه و بهره وری کشاورز.

برای بازار و مصرف کننده: ثبات نسبی قیمت ها، کاهش هدررفت محصولات و در نتیجه دسترسی به مواد غذایی با قیمت معقول تر.

برای دولت و حاکمیت: امکان برنامه ریزی دقیق برای تأمین امنیت غذایی، تخصیص بهینه منابع آبی و نهاده ها، هدفمندی یارانه ها، مدیریت صادرات و واردات هوشمند و کاهش بحران های اجتماعی ناشی از نوسانات بازار.

برای محیط زیست: جلوگیری از اتلاف منابع ارزشمند آب و خاک در تولید محصولات که به ضایعات تبدیل می شوند.

۷. نتیجه گیری و پیشنهادات سیاستی:

مدل یکپارچه مدیریت تولید محصولات کشاورزی مبتنی بر فناوری های هوشمند (سامک)، پاسخی ساختاری به مشکل دیرینه «تولید کورکورانه» در کشاورزی ایران است. همان طور که در این مقاله تبیین شد، ریشه نوسانات بازار نه در کمبود تولید، بلکه در عدم تقارن اطلاعاتی نهفته است. استقرار این سامانه با تبدیل داده های پراکنده مزرعه ای به اطلاعات هوشمند ملی، می تواند زنجیره تأمین را از حالت واکنشی (Reactionary) به حالت پیش دستانه (Proactive) تغییر دهد.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، پیشنهادات زیر برای سیاست‌گذاران بخش کشاورزی ارائه می‌گردد:

الف- اولویت‌بندی اجرایی: به جای تلاش برای پوشش همزمان تمام محصولات، طرح پایلوت با یک یا دو محصول استراتژیک (مانند پیاز یا سیب‌زمینی) در یک استان مشخص آغاز شود.

ب- تضمین حریم خصوصی: پیش از راه‌اندازی عمومی، قوانین حمایت از داده‌های کشاورزان به صورت شفاف اعلام گردد تا اعتماد عمومی جلب شود.

ج- اکوسیستم مشارکتی: توسعه سامانه صرفاً به دولت واگذار نشود؛ بلکه از ظرفیت استارت‌آپ‌های کشاورزی (AgTech) برای توسعه لایه‌های کاربردی و رابط‌های کاربری استفاده شود.

د- پیوست فرهنگی: بودجه‌ای مجزا برای آموزش و فرهنگ‌سازی جهت تغییر نگرش کشاورزان از «داده‌ستیزی» به «داده‌ورزی» تخصیص یابد.

در نهایت، تحقق این مدل نیازمند عزم ملی و همکاری بین‌دستگاهی است، اما هزینه عدم اقدام آن، یعنی تداوم هدررفت منابع ملی و ناامنی غذایی، به مراتب سنگین‌تر خواهد بود.

منابع ۷

۱. رضایی، ع.، محمدی، ک.، و حسینی، س. (۱۳۹۸). تحلیل علل نوسانات قیمت محصولات کشاورزی در ایران و راهکارهای تثبیت بازار. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۷(۱۰۵)، ۴۵-۶۸.
۲. فلاحی، م.، و کردی، ب. (۱۳۹۹). طراحی الگوی حکمرانی داده‌محور در بخش کشاورزی ایران. پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی، ۱۲(۲)، ۱۱۲-۱۳۵.
۳. Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. Trends in Food Science & Technology, 91, 640-652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
۴. Trendov, N. M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas: Status report. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
۵. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. Agricultural Systems, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>
۶. Zhang, Q., Liu, Y., & Wang, L. (2021). Internet of Things (IoT) in Smart Agriculture: Technologies and Applications. IEEE Internet of Things Journal, 8(10), 8035-8050.
۷. وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۱). گزارش سالانه آمارنامه کشاورزی. تهران: معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.