یک سیستم نظارتی زنجیره تأمین فرآورده‌های ارگانیک مبتنی بر زنجیره بلوکی

فرشته آزادی پرند*
دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
parand@atu.ac.ir

علی توکلی گلپایگانی
پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران
atavakoli@standard.ac.ir

نگین قادری
شرکت بازرسی معیار کیفیت پارس، تهران، ایران
negiinghaderii@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۸
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲

چکیده

امروزه با پیشرفت فناوری اطلاعات، تغییر شرایط زندگی و توجه بیشتر جوامع به موضوعات سلامتی و بهداشت عمومی خصوصاً در جوامع توسعه‌یافته، درخواست محصولات و غذاهای سالم و ارگانیک به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. خریداران مواد غذایی به‌خصوص محصولات ارگانیک تمایل دارند تا از تاریخچه محصولات غذایی خریداری شده و اطلاعاتی بیش از اطلاعات مندرج بر روی بسته‌بندی محصولات مطلع شوند. در این مقاله، یک سیستم نظارت زنجیره تأمین فرآورده‌های ارگانیک مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی برای اطمینان از یکپارچگی و امکان ردیابی داده‌های یک زنجیره تأمین این محصولات پیشنهاد شده است. سیستم پیشنهادی به‌عنوان یک پایگاه داده در زنجیره تأمین محصولات ارگانیک با زیرساخت غیرمتمرکز و مطمئن، ایمنی این محصولات را تضمین نموده و با تأیید خاستگاه این محصولات و کیفیت مرتبط در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی، امکان تقلب را به شکل محسوسی کاهش می‌دهد. در زنجیره تأمین پیشنهادی یک کد پاسخ سریع منحصر به فرد برای شناسایی هر محصول استفاده شده است. پروتکل‌های خودکار برای اعتبارسنجی هر تراکنش و رویدادهای مرتبط با یک محصول توسط همتایان سیستم زنجیره بلوکی، این امکان را فراهم می‌سازد که داده‌های انتقالی در شبکه صحه‌گذاری و به صورت تغییرناپذیر ذخیره شده و ریسک خرابی داده‌ها کمینه شود. هدف اصلی این مقاله ارائه ساختار سیستمی و سازوکار ذخیره‌سازی داده مبتنی بر زنجیره بلوکی در راستای ارتقاء سطح اطمینان مصرف‌کنندگان از اصالت و کیفیت فرآورده‌های ارگانیک عرضه‌شده در بازار در یک زنجیره تأمین محصولات ارگانیک و گواهی‌شده مبتنی بر اعتمادسازی عمومی است.

واژگان کلیدی

محصولات ارگانیک؛ زنجیره بلوکی؛ زنجیره تأمین.

۱- مقدمه

در شرایط امروزی با توجه به افزایش امید به زندگی خصوصاً در جوامع توسعه‌یافته و همچنین تأثیرات آلودگی‌های محیطی بر روی محصولات کشاورزی و اثرات متعاقب آن بر سلامتی مصرف‌کنندگان میزان درخواست محصولات و فرآورده‌های ارگانیک و گواهی‌شده به شکل فزاینده‌ای افزایش یافته است. در این میان ایجاد یک بانک اطلاعاتی و مدل ذخیره اطلاعات مبتنی بر زنجیره بلوکی می‌تواند تأثیر بسزایی در شفافیت انتقال اطلاعات ساختارهای اعطای گواهینامه‌های کیفی و اصالت‌سنجی این محصولات و در نهایت افزایش سطح اطمینان مصرف‌کنندگان و طرف‌های درگیر در یک زنجیره تأمین مواد ارگانیک و سالم را داشته باشد.

افزایش تقاضا در سطح بازار فرآورده‌های ارگانیک و گواهی‌شده به نوعی انگیزه‌ای برای ترغیب و ورود کشاورزان به عرصه این گروه از فرآورده‌ها را به دنبال داشته است چرا که به‌طور معمول قیمت این نوع از فرآورده‌ها با اختلاف ۳۰ الی ۱۰۰ درصدی نسبت به سایر فرآورده‌های غیرارگانیک و مشابه بهره می‌برد. با توجه به اختلاف قیمت فرآورده‌های ارگانیک نسبت به سایر محصولات مشابه، تقلب و تخلف در زنجیره تولید این محصولات شکل می‌گیرد که در بسیاری از موارد منجر به مخدوش‌شدن ایمنی فرآورده‌های غذایی می‌شوند. این موضوع علاه بر تهدید سلامتی در سطح جامعه و مخاطره در ایمنی غذایی، می‌تواند سرمایه عظیم اعتماد عمومی در جامعه را می‌کند [۱].

دستیابی به فرآورده‌های ارگانیک با کم‌ترین مخاطره ایمنی و مطابق الزامات قانونی و مجاز به‌عنوان یک مطالبه و هدف مشترک مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و دستگاه‌های نظارتی مسئول قلمداد می‌شود و تحقق این هدف با توجه به ابعاد وسیع آن مستلزم بهره‌گیری از فناوری‌های جدید است.

در زنجیره‌های تأمین سنتی به دلیل مرکزیت ذخیره‌سازی داده‌ها امکان دسترسی اطلاعات برای کلیه ذینفعان به شکل یکسان فراهم نمی‌باشد. ارتقای سطح اطمینان مصرف‌کنندگان از اصالت و کیفیت فرآورده‌های

* نویسنده مسئول

ارگانیک عرضه‌شده در بازار توسط زنجیره تأمین فرآورده‌های ارگانیک و گواهی‌شده ازطریق شفافیت و اعتمادسازی عمومی از اهداف اصلی ارائه این سیستم و سازوکار مدل ذخیره‌سازی داده مبتنی بر زنجیره بلوکی است.

با طراحی و پایه‌ریزی زنجیره تأمین محصولات ارگانیک بر روی زنجیره بلوکی و بهره‌مندی از ویژگی‌های فنی آن، امکان رهگیری و اعتبارسنجی این دسته از محصولات از طریق اطلاعات ثبت‌شده در زنجیره برای تمام افراد و سازمان‌های مشارکت‌کننده در فرایند تولید، عرضه تا مصرف یک محصول ارگانیک کشاورزی از کشاورز در ابتدای زنجیره تا مصرف‌کننده نهایی، قابل مشاهده خواهد بود و ذینفعان می‌توانند از اصالت محصول اطمینان حاصل کنند.

در ادامه مقاله ضمن مروری خلاصه بر معرفی محصولات ارگانیک و فناوری زنجیره بلوکی به‌عنوان فناوری زیرساخت مورد استفاده در اجرای این طرح، ساختار و ویژگی‌های سیستم مدیریت اطلاعات زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک پیشنهادی به تفصیل ارائه شده است.

۲- محصول ارگانیک (زیستی)

محصول ارگانیک (زیستی) محصولی است که مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۰۰۰ تولید، جابه‌جایی، بسته‌بندی، برچسب‌گذاری و حمل و نقل شده و با نشان ارگانیک نشانه‌گذاری و عرضه می‌شود [۲].

کشاورزی ارگانیک، سیستم مدیریت تولید جامع‌نگر است که براساس کاربرد کمینه نهاده‌های خارجی، عدم استفاده از کودها و آفت‌کش‌های مصنوعی بنیاد گذاشته شده است. پیاده‌سازی کشاورزی ارگانیک می‌تواند سبب ارتقاء و بهبود اکوسیستم کشاورزی، شامل تنوع زیستی، چرخه‌های بیولوژیکی و فعالیت بیولوژیکی خاک شود.

هدف اولیه کشاورزی ارگانیک، افزایش تنوع زیستی، بهبود سلامتی و بهره‌وری اجتماعات وابسته به حیات خاک، گیاه، حیوان و انسان است. کاربرد واژهٔ ارگانیک در برچسب‌گذاری یک فراورده، بیانگر این است که آن فراورده مطابق با استانداردهای ارگانیک، تولید و بوسیله یک سازمان گواهی‌کننده، تائید شده است، [۳]. از جمله اهداف کلی استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۰۰۰ به موارد زیر می‌توان اشاره نمود:

- حمایت از مصرف‌کننده در برابر تقلب در بازار و ادعاهای بی‌اساس دربارهٔ محصول ارگانیک؛
- حمایت از تولیدکنندگان فراورده‌های ارگانیک در برابر اقدام فریبکارانه بعضی از تولیدکنندگان برای ارایه فراورده‌های غیرارگانیک به‌عنوان ارگانیک؛
- حصول اطمینان از بازرسی تمام مراحل تولید، آماده‌سازی، ذخیره‌سازی، حمل و نقل، بازاررسانی و مطابقت آن با استاندارد؛
- هماهنگی مقررات تولید، آماده‌سازی، صدور گواهی، شناسائی و برچسب‌گذاری محصولات ارگانیک؛
- پایداری و بهبود سیستم کشاورزی ارگانیک در حراست از اکوسیستم منطقه‌ای و جهانی.

۳- فناوری زنجیره بلوکی

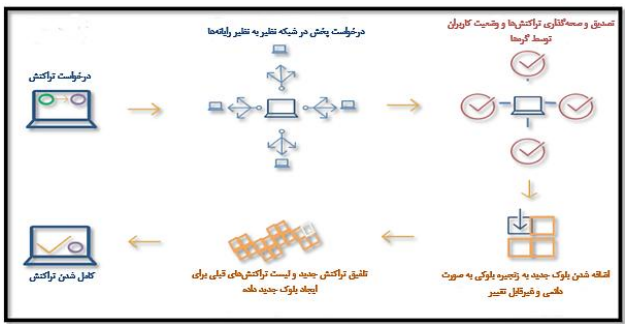
در سیستم‌های مدیریت اطلاعات امروزی شفافیت، جامعیت و توزیع‌شدگی ذخیره اطلاعات از اهداف اصلی طراحی در نظر گرفته می‌شود. استفاده از زنجیره‌های بلوکی در حد بسیار زیادی معایب سیستم‌های مرکزی از جمله امکان حذف و یا جاگزینی اطلاعات و احتمال خطا در سامانه‌های اطلاعاتی مرکزی، عدم یکپارچگی داده‌های ذخیره‌شده را حل نموده و باعث افزایش شفافیت و ارتقای اعتماد برای ذینفعان در زنجیره‌های اطلاعاتی شده و این امر موجب شده است تا شاهد افزایش روزافزون گسترش این فناوری با کاربردهای مختلف در ابعاد متفاوت باشیم [۴].

۳-۱- ساختار زنجیره بلوکی

زنجیره بلوکی مدل جدیدی از ذخیره‌سازی داده را به دلیل نوع پردازش، در سطح بالایی از غیرمتمرکزبودن فراهم می‌سازد. در زنجیره بلوکی از دو مفهوم مهم به نام تابع درهم‌ساز[1] و الگوریتم‌های توافق استفاده می‌شود [۵,۶].

توابع درهم‌ساز الگوریتم‌های ریاضی هستند که داده‌ها را با اندازه و طول متغیر دریافت کرده و به خروجی یکسان و قطعی تبدیل می‌کنند. توابع درهم‌ساز رکن اصلی فرایند درهم‌سازی[2] هستند که در فرایند درهم‌سازی از طریق یک فرمول ریاضی ورودی‌ها با مقادیر مختلف تبدیل به یک خروجی با مقدار ثابت می‌شوند.

از ویژگی‌های اصلی تابع درهم‌ساز می‌توان به ثابت‌بودن طول خروجی تابع درهم‌سازی یا مقدار درهم‌ساز و طراحی یک‌طرفه آنها اشاره نمود. به‌عبارتی در درهم‌سازی بدست‌آوردن خروجی از ورودی امکان‌پذیر است و عملیات عکس آن یعنی بدست‌آوردن ورودی از خروجی تقریباً غیرممکن است. شکل (۱) ساختار کلی یک زنجیره بلوکی اطلاعات را نشان می‌دهد.



شکل ۱- ساختار تشکیل زنجیره بلوکی اطلاعات

۳-۲- الگوریتم‌های توافق

سازوکار توافق برای ثبت پرونده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سیستم‌های غیرمتمرکز، اطلاعات و داده‌ها، به جای ذخیره و پردازش‌شدن

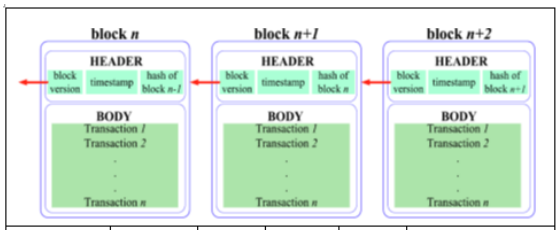
1. Hash Function
2. Hashing Process

در یک سرور مرکزی، در چندین سرور ذخیره می‌شوند که به این سرورها، گره گفته می‌شود. هر سیستم شامل مشارکت صدها هزار گره است و این گره‌ها در زمینه تأیید و احراز هویت تراکنش‌های شبکه زنجیره بلوکی و استخراج بلوک‌ها کار می‌کنند. در این فضای متغیر در عرصه زنجیره بلوکی، دفاتر کل عمومی به سازوکارهای کارآمد، منصفانه، همزمان، قابل اعتماد و مطمئن نیاز دارند تا از واقعی‌بودن تمامی تراکنش‌های در حال رخ دادن در شبکه مطمئن شوند. سازوکار اجماع، مجموعه قوانینی در ارتباط با نحوه مشارکت اعضای شبکه زنجیره بلوکی است که بستر این اطمینان را فراهم می‌کند. جدول (۱) تابع درهم‌ساز و ساختار بلوکی اطلاعات در سیستم زنجیره بلوکی محصولات کشاورزی ارگانیک را نشان می‌دهد.

از نقطه‌نظر اطلاعات سیستمی در زنجیره طراحی، چهار گروه در نظر گرفته می‌شود:

- واحد تولید داده[1]
  - مشخصات و موقعیت واحد تولیدی؛
  - مشخصات منابع آب مورد استفاده و داده‌های آنالیز خواص شیمیایی و فیزیکی؛
  - مشخصات بافت خاک و داده‌های آنالیز خواص شیمیایی و فیزیکی؛
  - کلیه داده‌های مربوط به آنالیز شیمیایی برگ، محصول؛
  - کلیه اطلاعات مربوط به شرایط کاشت، داشت و مدیریت تلفیقی آفات؛
  - هرگونه تغییر محصول مرتبط با فراوری؛
  - کلیه اطلاعات ثبت شرایط محیطی، برداشت، حمل و نقل، نگهداری و انبارش؛
  - هرگونه اطلاعات دادوستد تجاری مرتبط با محصول؛
- واحد تصدیق و صحه‌گذاری داده[2]
  - تصدیق و تأیید هرگونه اطلاعات ثبت‌شده در سیستم؛
  - تصدیق نتایج آزمون و مراحل نمونه‌برداری؛
- واحد استفاده‌کننده از داده[3]
  - مصرف‌کننده نهایی؛
  - شخص بازدیدکننده اطلاعات؛
- واحد پشتیبانی و مدیریت داده[4]
  - سازمان نظارتی و قانون‌گذار؛

جدول ۱- ساختار بلوکی اطلاعات



Transaction 0	Timestamp	Sender	Recipient	Amount	= Data {F:farming, packing}
Transaction ...	Timestamp	Sender	Recipient	Amount	= Data {I: inspection}
Transaction ...	Timestamp	Sender	Recipient	Amount	= Data {L: logestics}
Transaction n	Timestamp	Sender	Recipient	Amount	= Data {T: supermarket}
Legal Authorities & Regulators	Farmer	Land, Soil, Water, Seed Information Treatment Information (pest (control, fertilizer usage Batch Production Records Batch Packing Records			...
	Factory	Refine Process Information			...
	Third Party	Inspection Records			...
	Distributer	Storage, Market & Trade Information			...
	Market	Storage & Sale Records			...

۴- فناوری زنجیره بلوکی در زنجیره تأمین

یک زنجیره تأمین مسئولیت کل فرایندها از مرحله تولید، انبار، حمل و نقل، بازاریابی و فروش و مصرف را شامل می‌شود. در یک زنجیره تأمین عوامل مختلفی از جمله اعتماد مشتری، شفافیت زنجیره تأمین، کیفیت محصول، مباحث ترابری و حمل و نقل، تأثیرات محیطی، ایمنی محصول، تقلب و صحت داده‌های ارائه‌شده از طرفین ذیربط و ذینفع از جمله عوامل تعیین‌کننده سطح اطمینان و اعتماد آن زنجیره می‌باشند.

مصرف‌کنندگان و مشتریان همواره خواهان افزایش شفافیت، جامعیت و توزیع‌شدگی ذخیره اطلاعات هستند، درحالیکه این امر با رویکرد سیستم‌های سنتی در پایگاه داده‌های مرکزی امکان‌پذیر نمی‌باشد. از جمله معایب سیستم‌های مرکزی می‌توان به هزینه بالا، امکان تحریف و تغییر اطلاعات اولیه و خطا در سامانه‌های اطلاعاتی مرکزی، عدم یکپارچگی داده‌های ذخیره‌شده در بانک‌های اطلاعاتی، از بین رفتن و یا تقلب در گواهینامه‌ها و پروانه‌های صادرشده و عدم امکان اصالت‌سنجی آسان در هر یک از فرایندها و برای هر یک از محصولات توسط ذینفعان نام برد. امروزه استفاده از زنجیره‌های بلوکی بسیاری از معایب اشاره شده را رفع نموده است. زنجیره بلوکی به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک فناوری توزیع‌شده و غیرمتمرکز راه‌حلی برای اعتمادسازی، مسائل امنیتی و شفاف‌سازی اطلاعات در سیستم‌های مدیریت اطلاعات است، به نحوی که هر یک از وقایع و فرایندها (به همراه مستندات) ابتدا توسط هر ذینفع در سیستم ثبت و پس از انجام فرایند اعتباردهی و تصدیق این اطلاعات دیگر قابل تغییر نخواهند بود. در واقع هریک از سوابق مواد خام، سوابق تولید و سوابق گردش زنجیره‌های تأمین فرآورده‌های ارگانیک در زنجیره بلوکی ذخیره شده و قابلیت ردیابی دارند [۷].

1. Data Producer
2. Data Verification
3. Data Consumer
4. Data Maintenance & Management

تعداد زیادی از مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از فناوری زنجیره بلوکی محدود به معاملات ارز مجازی نمی‌شود، بلکه می‌توان از آن در سیستم‌های مدیریت اطلاعات نیز استفاده کرد. به‌عنوان مثال، در یکی از این مطالعات یک زنجیره بلوکی در حوزه انرژی ارایه و در آن یک سیستم تجارت انرژی امن که با استفاده از کنسرسیوم زنجیره بلوکی به چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی ناشی از بازارهای انرژی غیرقابل اعتماد و غیرشفاف می‌پرداخت ارائه شد [۸].

مطالعات متنوعی در ارتباط با زنجیره بلوکی در زمینه زنجیره تأمین نیز منتشر شده است. در مطالعه‌ای از شناسایی فرکانس رادیویی ترکیبی (RFID) و فناوری زنجیره بلوکی برای توسعه یک سیستم قابل ردیابی برای زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی براساس تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی (HACCP) با ترکیب زنجیره بلوکی و اینترنت‌اشیاء پیشنهاد شده است. (RFID) از پرکاربردترین فناوری‌ها در حوزه اینترنت‌اشیاء برای تحقق قابلیت ردیابی مواد غذایی به دلیل هزینه کم و اندازه کوچک آن است [۹]. در همین راستا در مطالعات دیگری کاربرد فناوری زنجیره بلوکی برای مدیریت ایمنی مواد غذایی مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعات برای ردیابی محصولات در تمام مراحل زنجیره تأمین استفاده از فناوری زنجیره بلوکی پیشنهاد شد [۱۰،۱۱]. در مطالعه دیگری در حوزه زنجیره تأمین مواد غذایی علاوه بر مطالعه شرایط مرزی، فناوری زنجیره بلوکی در قابلیت ردیابی زنجیره تأمین مواد غذایی به کار مطرح شد [۱۲].

استفاده از زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند در اجرای تراکنش‌های تجاری، به‌منظور تحقق قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین سویا، مورد تحقیق قرار گرفت. هدف این سیستم حذف یک مرجع متمرکز قابل اعتماد، ارائه سوابق تراکنش‌ها و استفاده از قراردادهای هوشمند برای مدیریت و کنترل تعاملات تراکنش بین ذینفعان در سیستم تأمین سویا بود. این تراکنش‌ها با استفاده از زنجیره بلوکی ثبت و ذخیره و از طریق یک بستر اشتراک فایل همتا به همتا و غیرمتمرکز (IPFS) متصل شده که بدین ترتیب شفافیت و قابلیت ردیابی در طول زنجیره تأمین سویا به شیوه‌ای ایمن و قابل اعتماد فراهم می‌شد [۱۳].

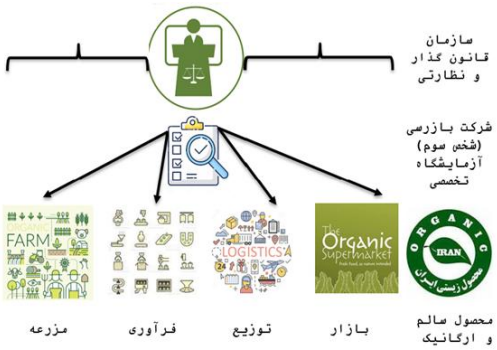
در یک مطالعه مروری، تجزیه و تحلیل مدیریت زنجیره تأمین به منظور کاهش رفتارهای فرصت‌طلبانه برای یک زنجیره تأمین کاربردهای مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند مورد بررسی قرار گرفت [۱۴].

تمام این مطالعات نشان می‌دهند که فناوری زنجیره بلوکی یک مسیر امیدوارکننده برای مدیریت اطلاعات در زنجیره تأمین محصول به منظور پیاده‌سازی قابلیت ردیابی و عملکردهای مدیریتی است. بنابراین، فناوری زنجیره بلوکی به راحتی در نظارت بر زنجیره‌های تأمین برای رسیدگی به چالش ایمنی و اصالت مواد غذایی و کشاورزی امکان‌پذیر است.

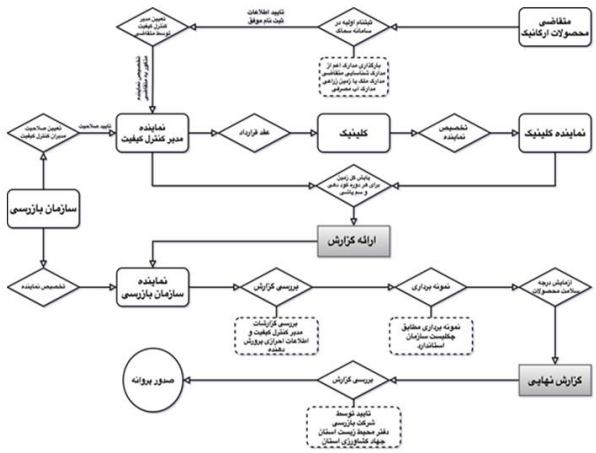
۵- زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک

زنجیره تأمین برای هر یک از محصولات کشاورزی با توجه به تمایز و ویژگی‌های آنها متفاوت است. هر فراورده غذایی دارای زنجیره فرآوری خاص خود می‌باشد و در این مسیر فرایندهای مختلف فرآوری و اختلال با سایر مواد می‌توانند در نظر گرفته شوند. در این مسیر فرآوری، پرهیز از هرگونه ضایعات و صدمه به محصول تا رسیدن به دست مصرف‌کننده نهایی قابل اجتناب است. برای مواد ارگانیک به دلیل استفاده نکردن از مواد نگهدارنده، ماندگاری کمتری انتظار رفته و استفاده محدود از سموم آفت‌کش در محصولات، احتمال وجود باکتری‌های موثر بر سلامت محصول در آنها را افزایش می‌دهد [۱۵،۱۶].

شکل (۲) بیانگر یک شماتیک کلی از مراتب نظارتی زنجیره تأمین محصولات کشاورزی از تولیدکننده تا مصرف‌کننده نهایی است و شکل (۳) بیانگر فرایند کلی صدور پروانه محصولات کشاورزی ارگانیک است.



شکل ۲- مراتب نظارتی زنجیره تامین محصولات کشاورزی ارگانیک



شکل ۳- فرایند کلی صدور پروانه محصولات کشاورزی ارگانیک

۶- ویژگی‌های سیستم مدیریت اطلاعات زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک

شکل (۴) بیانگر قابلیت ذاتی ردیابی برزمان در هر مرحله برای هریک از اجزای ساختاری یک زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی را نمایش می‌دهد.

از ویژگی‌های این سیستم مدیریت اطلاعات به‌طور خاص می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

- **پایگاه داده توزیع‌شده:**

الف) قابلیت دسترسی کامل برای هر کاربر به تمامی داده‌ها و تراکنش‌ها وجود دارد.

ب) هیچ کاربری به تنهایی پایگاه داده را کنترل نمی‌کند.

ج) هر کاربر بدون واسطه می‌تواند تراکنش‌ها را صحه‌گذاری کند.

- **تراکنش‌های نظیربه‌نظیر:**

الف) ارتباط میان کاربران در زنجیره بلوکی مستقیم و بدون واسطه صورت می‌پذیرد.

ب) هرکاربر اطلاعات را ذخیره و در کل شبکه پخش می‌کند.

- **شفافیت در عین شبه ناشناس‌بودن:**

الف) هریک از تراکنش‌های شبکه برای هر فرد تعریف شده در زنجیره بلوکی قابل مشاهده است.

ب) هر کاربر یک آدرس منحصر بفرد (کلید عمومی) دارد که توسط آن شناسایی می‌شود.

ج) کاربر می‌تواند ناشناس مانده یا هویتش را آشکار کند.

د) تراکنش‌ها میان آدرس‌های کاربران رخ می‌دهند.

- **برگشت‌ناپذیری سوابق:**

الف) زمانی‌که یک تراکنش در زنجیره بلوکی ذخیره می‌شود، قابل تغییر نیست.

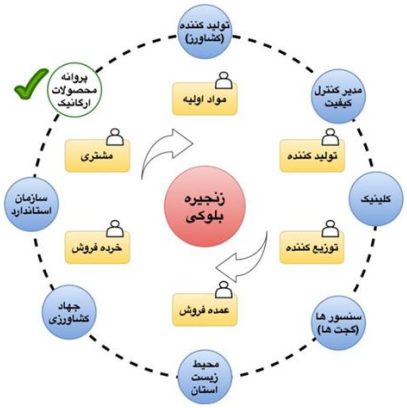
ب) تراکنش‌های هر بلوک به دیگر بلوک‌ها زنجیره ردیابی دارد.

ج) الگوریتم‌ها به نحوی تعریف می‌گردند که تضمین ماندگاری، ترتیب زمانی و دسترس‌پذیری تراکنش‌ها برای تمامی کاربران به‌طور یکسان در نظر گرفته شوند.

- **منطق محاسباتی:**

الف) تراکنش‌های زنجیره بلوکی به منطق محاسباتی گره خورده و در نتیجه قابل برنامه‌نویسی هستند.

ب) کاربران می‌توانند الگوریتم‌هایی را برای تریگ تراکنش‌های میان گره‌ها در نظر بگیرند.



شکل ۴- ارتباط ساختاری ذیربطان و ذینفعان در یک زنجیره بلوکی

۷- اجزای ساختاری زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک

اجزای ساختاری یک زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک متشکل از ارکان زیر است.

۷-۱- کشاورز یا تولیدکننده[1]

کشاورز به‌عنوان اولین حلقه از زنجیره و ایجادکننده اولین بلوک کلیه اطلاعات حاوی مشخصات و موقعیت زمین، منابع آب مورد استفاده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، شرایط محیطی، کلیه سوابق و اطلاعات مراحل کاشت، داشت و برداشت ازجمله سوابق آفات و مصرف سموم، سوابق فرایندهای حاصل‌خیزی زمین و هرگونه کوددهی و ... را در سیستم بارگذاری می‌کند.

با استفاده از سیستم‌های هوشمندسازی مبتنی بر فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و با استفاده از حسگرها می‌توان نسبت به ثبت و ذخیره اطلاعات به‌طور خودکار و با کم‌ترین هزینه نیروی انسانی اقدام نمود.

در این زنجیره پس از ایجاد بلوک توسط کشاورز یا تولیدکننده و ثبت و ذخیره اطلاعات و تصدیق مراتبی آنها توسط ارگان‌های نظارتی، اولین معامله سیستمی بین تولیدکننده و واحد فرآوری (در صورت نیاز محصول به هرگونه فراوری) قبل از قرارگیری در فرایند توزیع می‌تواند شکل گیرد.

۷-۲- فرآوری[2]

به دلیل اینکه در فرایندهای فراوری امکان تغییر در ویژگی‌های محصول و فرآورده وجود دارد شرکت‌های فراوری امکان خواندن و ورود اطلاعات را به‌طور توأمان در سیستم دارند. در سیستم ثبت اطلاعات لازم است کلیه اطلاعات مؤثر بر کیفیت و اصالت محصول، از قبیل: روش فراوری، مواد افزودنی، شرایط فرآوری، تجهیزات به‌کار رفته در مراحل فراوری، شرایط ضدعفونی و بسته‌بندی و ... در این مرحله به سیستم اضافه شوند.

1. Producer
2. Processing

۷-۳- تصدیق‌کننده[1]

ارگان‌های دولتی، سازمان‌های نظارتی گواهی‌کننده و تصدیق‌کننده، شرکت‌های بازرسی و آزمایشگاه‌های تخصصی می‌توانند هر لحظه از این زنجیره را از تولید تا مصرف پایش نموده و مطابق قوانین تعریف‌شده در سیستم، هر یک از آنها تصدیق اطلاعات مربوط به خود را در هر یک از مراحل زنجیره تأمین انجام دهند.

۷-۴- توزیع‌کننده[2]

اطمینان از سلامت و کیفیت یک محصول و فراورده غذایی به‌طور جدی وابسته به اصول نگهداری و جابجایی آن محصول است. از جمله عوامل محیطی تأثیرگذار در شرایط انبارش می‌توان به پارامترهایی از جمله دما و رطوبت محیط و مدت زمان نگهداری محصول در آن شرایط اشاره نمود.

هوشمندسازی محیط‌های انبارش و نگهداری از طریق ثبت و ذخیره اطلاعات مبتنی بر سنسورهای محیطی و اینترنت‌اشیاء IOT می‌تواند راهکار مؤثر مبتنی بر فناوری در پایش شرایط نگهداری این محصولات باشد. مجهزنمودن محیط‌های انبارش به حسگرهای محیطی و درنظر گرفتن سیستم هشدار برای تغییرات شرایط محیطی خارج از حدود مجاز و تعریف‌شده محیطی و همچنین قابلیت ردیابی محصولات مبتنی بر سیستم GPS می‌تواند ارتقای عملکرد ایمنی و سلامت محصول را به شکل ویژه‌ای در بر داشته باشد [۱۷].

۷-۵- فروشنده[3]

فروشنده در زمان دریافت محصول به کلیه اطلاعات کامل آن از مرحله تولید و زنجیره تأمین دسترسی خواهد داشت. مصرف‌کننده نیز با استفاده از یک کد اطلاعاتی QR یا یک برچسب شناسایی فرکانس رادیویی ترکیبی (RFID) می‌تواند در زمان خرید به این اطلاعات دسترسی داشته باشد.

از مهم‌ترین نکات اطلاعات ارایه‌شده، میزان تازگی محصول و فرآورده است که هم می‌تواند فروشنده را در تصمیم‌گیری چیدمان قفسه فروش راهنمایی نماید و هم اطمینان لازم برای خریدار درخصوص تازگی محصول را فراهم آورد.

۸- تصدیق محصول

تصدیق محصول فرایندی است که انطباق محصول با مشخصات بسته‌بندی و شناسه‌گذاری از قبیل منشأ خاستگاهی (مشخصات و موقعیت زمین کشاورزی)، روش‌های تولید، روش‌های فراوری، ویژگی‌های ترکیب، شرایط بسته‌بندی، انبارش و ... انجام می‌پذیرد. شکل (۵) بیانگر خلاصه‌ای از اطلاعات ورودی هریک از عوامل ساختاری یک زنجیره بلوکی تأمین محصولات کشاورزی ارگانیک است.

لازمه شفافیت در سیستم، تصدیق اطلاعات است. پس فرایند ردیابی اطلاعات[4] در سیستم برای رسیدن به شفافیت اطلاعات[5] متاثر از فرایند تصدیق است یعنی شفافیت جایی شکل می‌گیرد که اطلاعات ردیابی‌شده از نظر صحت تصدیق[6] شوند.

با ایجاد یک سیستم مدیریت ریسک مبتنی بر داده‌های شرکت‌های بازرسی در طول زنجیره تأمین و با پیاده‌سازی فرایند ارزیابی ریسک، می‌توان در صورت وجود هرگونه مخاطرات برای مصرف‌کننده با تأیید نهایی واحد نظارتی، نسبت به اطلاع‌رسانی فراخوانی، معدوم‌سازی و یا تغییر نرخ هزینه ـ فایده محصول یا فراورده اقدام شود [۱۸].

۹- ردیابی محصول

قابلیت دسترسی به کلیه اطلاعات مرتبط با محصول موردنظر (به بهترین صورت و یا واحد) در کل زنجیره طول عمر آن از تولید تا مصرف مبتنی بر داده‌های ثبت و ذخیره شده را گویند. فرایند ردیابی محصول به‌طور خاصی به نوع محصول و ویژگی‌های آن وابسته است [۱۹].

در بسیاری از جوامع مصرف‌کنندگان هزینه بیشتری را پرداخت می‌کنند تا امکان ردیابی محصول و دست‌یابی به تاریخچه فرآورده مورد نظر را با بهره‌گیری از فناوری‌هایی از قبیل لیبل‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت‌اشیا IOT داشته باشند. توسعه و رشد سریع فناوری در علوم مهندسی نیز به این امر کمک نموده تا این اقدام با هزینه و خطای انسانی کمتر و با دقت و شفافیت بیشتری قابلیت پیاده‌سازی و اجرا را داشته باشد.

نحوه ردیابی محصول متأثر از نوع و شرایط نگهداری محصول است و ارزش ذاتی جزء محصول به نوعی از دیگر عوامل تأثیرگذار بر نحوه ردیابی آن است [۲۰].

1. Legal Authorities
2. Distributer
3. Retailer
4. Traceability
5. Transparency
6. Verification

۱۰- جمع‌بندی

کشاورزان به‌عنوان تولیدکنندگان محصولات ارگانیک و گواهی‌شده در یک سازوکار مشترک اجرایی توسط سازمان‌های جهاد کشاورزی، محیط‌زیست و سازمان ملی استاندارد ایران اعتبارسنجی شده و به آن‌ها گواهینامه محصول ارگانیک و نشان حد مجاز آلاینده‌ها در صورت احراز شرایط اعطا خواهد گردید. اطلاعات و پارامترهای مختلفی از جمله شرایط و تاریخچه زمین کشاورزی و خاک آن، منابع آب مصرفی، سوابق بیماری‌ها و آفات منطقه‌ای، تاریخچه سموم به‌کار رفته و سایر عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محصول در کلیه فرایندهای کاشت، داشت، برداشت و بازاررسانی در این فرایند بررسی و اعتبارسنجی‌شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. اما تمام این ارزیابی‌ها و صدور گواهینامه‌های اعتبارسنجی برای کشاورزان شرط کافی از حصول اطمینان از دسترسی مصرف‌کنندگان به محصول ارگانیک و گواهی‌شده نمی‌باشد و در این زنجیره تأمین عوامل متعدد دیگری بین کشاورز و مصرف‌کننده قرار دارند که این عوامل می‌توانند زنجیره را تحت تأثیر قرار دهند.

در یک بازار محلی و کوچک شاید بتوان این زنجیره تأمین را با توجه به ابعاد کم آن و اشراف اطلاعاتی منطقه‌ای اعتمادسازی نمود ولی در سطح تعاملات ملی و بین‌المللی این امر نیازمند یک سازوکار با ابعاد وسیع و قابلیت اعتمادسازی گسترده بین ذینفعان و ذیربطان مختلف و زیادی است. ساختار اعتمادسازی باید به‌طور ریشه‌ای و به‌طور شمولیت کلی در اجزای مختلف زنجیره تأمین پیاده‌سازی گردد و صرفاً تصدیق گواهینامه و لیبل مشخصات نمی‌توانند اصالت محصول عرضه‌شده در بازار مصرف را گواهی کنند.

در این راستا یک زنجیره مدیریت تأمین قابل اعتماد بایستی تلفیقی از سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مطمئن، پاسخگو و مؤثر در هر یک از مراحل تولید فرآوری ذخیره و انبارش و بازار فروش باشد.

سازوکار مدل ذخیره‌سازی داده مبتنی بر زنجیره بلوکی در یک زنجیره تأمین محصولات ارگانیک و گواهی‌شده گامی در ارتقای اعتمادسازی عمومی و افزایش سطح اطمینان مصرف‌کنندگان از اصالت و کیفیت فرآورده‌های ارگانیک عرضه‌شده در بازار است. شفافیت و درستی اطلاعات منتهی به ایجاد یک رابطه مستحکم بین تولیدکننده و مصرف‌کننده شده و زمینه‌ساز شکل‌گیری یک تجارت پایدار خواهد بود. در این میان بکارگیری فناوری‌های هوشمندسازی از قبیل اینترنت‌اشیاء و استفاده از

برچسب‌های الکترونیکی اهرم مؤثری در ثبت اطلاعات جامع‌تر و دقیق‌تر و همچنین سهولت دسترسی به آنها با سهولت فرایند زمان ثبت و ذخیره داده‌ها، کاهش خطای انسانی، افزایش اعتمادسازی و کاهش هزینه نیروی انسانی است. در حال حاضر موضوع بکارگیری سیستم‌های هوشمند از چالش‌های پیشرو در پیاده‌سازی ساختاری زنجیره بلوکی در سطح ملی و خصوصاً در سطح مزارع کوچک و متوسط است.

ترکیب یادگیری ماشین با زنجیره بلوکی می‌تواند منجر به سیستمی شود که هم هوشمند و هم قابل اعتماد باشد. قراردادهای هوشمند از دیگر ویژگی‌های مهم سیستم پیشنهادی است که مبتنی بر یک قرارداد دیجیتالی شده بوده و پس از انجام توافقات خاص تعریف‌شده می‌تواند به‌طور خودکار عمل کند. به‌عنوان مثال، پس از رسیدن محصولات به انبار، وجه پرداخت به‌طور خودکار برای تولیدکنندگان ارسال شود. پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند به‌طور قابل توجهی سرعت تراکنش‌ها و افزایش اعتماد را افزایش و با صرفه‌جویی در مکاتبات تجاری تلاش‌های نیروی انسانی را در مقایسه با زنجیره تأمین سنتی به حداقل می‌رساند.

تضاد منافع

در این مطالعه تضاد منافع وجود ندارد.

۱۱- مراجع

۱- فرحزادی، علی‌اکبر، ناصر، مهدی، سازوکار جبران جمعی خسارات ناشی از نقض قواعد امنیتی آیین‌نامهٔ عمومی حفاظت از اطلاعات اتحادیهٔ اروپا و امکان‌سنجی اجرای آن در حقوق ایران، دو فصلنامه حقوق خصوصی، دوره ۱۶، شماره ۲، صص ۴۱۳-۴۳۳، ۱۳۹۸.

2- Lachlan Urquhart, Tom Lodge, Andy Crabtree, Demonstrably doing accountability in the Internet of Things,International Journal of Law and Information Technology, Volume 27, Issue 1, pp 1-33, 2019.

3- Wagner Julian, The transfer of personal data to third countries under the GDPR: when does a recipient country provide an adequate.

4- level of protection?, International Data Privacy Law, online Edition: https://academic.oup.com › advance-article-pdf › doi › idpl › ipy008 › ipy008, 2019.

5- Finck Michèle, Pallas Frank, "They who must not be identified— distinguishing personal from non-personal data under the GDPR", *International Data Privacy Law*, Volume 10, Issue 1, February, pp 11–36, 2020.

6- Ryngaert C & van Eijk N, "International cooperation by (European) security and intelligence services: reviewing the creation of a joint database in light of data protection guarantees", *International Data Privacy Law*, Volume 9, Issue 1, February, pp 61–73, 2019.

7- Altman, Micah & Etc, "Practical approaches to big data privacy over time", *International Data Privacy Law*, Volume 8, Issue 1, February, pp 29–51, 2018.

8- Van der Sloot, Bart, 'Do Privacy and Data Protection Rules Apply to Legal Persons and Should They? A Proposal for a Two-tiered System', 31 Computer Law and Security Review, Volume 13, Issue 8, pp 18-34, 2017.

9- European Commission, The Article 29 Working Party Ceased to Exist as of 25 May 2018, https://ec.europa.eu/newsroom/article29/item detail. Cfm ? item id=629492, (accessed 13 Nov 2019)

10- Data Protection Commission, 'Guidance on Anonymisation and Pseudonymisation' https://www.dataprotection.ie/sites/default/files/uploads/2019-06/190614%20 Anonymisation %20 and % 20 Pseudonymisation. pdf, (accessed 9 January 2020).

11- European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Exchanging and Protecting Personal Data in a Globalised World, online Edition: https://ec.europa.eu › newsroom › document, (accessed 12 May 2020).

12- Deliberation of the Restricted Committee SAN-2019-001, pronouncing a financial sanction against GOOGLE LLC, ONLINE Edition available at: http//:www.cnil.fr, (accessed 12 May 2020).

13- E. Blythe Stephen, "Hungary's Electronic Signature Act: Enhancing Economic Development with Secure Electronic Commerce Transactions", School of Management, New York Institute of Technology, USA, Volume 8, Issue 3, Automn, pp 47-58, 2007.

14- Levy, Karen E. C., Book-Smart, Not Street-Smart: Blockchain-Based Smart Contracts and The Social Workings of Law, online Edition available at: www.SSRN.com, pp 1-11, 2017.

15- O'Shields Reggie, Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain, North Carolina Banking Institute, volume 21, Issue 4, pp 1-13, 2017.

16- Kuan Hon, 'The Problem of "Personal Data" in Cloud Computing: What Information Is Regulated? - The Cloud of Unknowing' 1 International Data Privacy Law, Volume 3, Issue 2, March, pp 11–36, 2017.

17- PETER CAREY, Data Protection, A Practical Guide to UK and EU Law, First Edition, Oxford Publisher, 2018.

18- Diane Rowland & Etc, Information Technology Law, Fifth Edition, Taylor Fransis, 2017.