

## پتانسیل کاربرد سیستم های ردیابی مواد غذایی در زنجیره تأمین محصولات شیلاتی و ماهیان خاویاری: افزایش ایمنی و کیفیت، کاهش قاچاق و تقلب

اسماعیل عبدالله زاده<sup>۱</sup>

انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

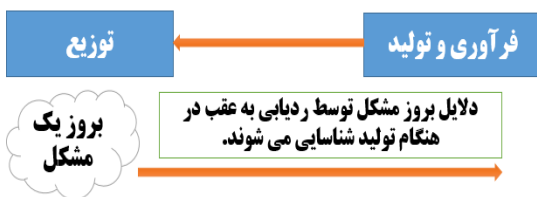
### چکیده

مصرف کنندگان مواد غذایی تمایل بسیار زیادی جهت دریافت اطلاعات کافی در مورد غذایی که خریداری و مصرف می کنند، دارند. اطلاعات مورد توجه مصرف کنندگان شامل ترکیب ماده غذایی، منبع تأمین مواد اولیه، تاریخچه فرآوری محصول و مراحل جابجایی هستند. از سوی دیگر، اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۲، به پیاده سازی سیستم ردیابی مواد غذایی به منظور کنترل کیفیت و ایمنی غذایی تأکید داشته است. ردیابی ابزاری بسیار مفید جهت ارائه اطلاعات کافی به مصرف کنندگان، حفظ ایمنی و کیفیت غذا در هر مرحله از زنجیره تأمین غذا است. همچنین این ابزار به شناسایی سریع منابع و مسیرهای آلودگی در غذاهای دریایی کمک می کند و از سوی دیگر، برای شناسایی صید غیرقانونی و تقلب در بازار ماهیان خاویاری مفید است. مستندسازی و مدیریت داده ها دو فاکتور کلیدی سیستم ردیابی بشمار می روند. در این تحقیق، ضمن اشاره به زنجیره تأمین محصولات شیلاتی بر اهمیت سیستم های ردیابی و نقش آنها در حفظ کیفیت و ایمنی غذایی اشاره شده است. علاوه بر این، نقاط قوت و ضعف انواع سیستم های ردیابی نظیر سیستم شناسایی از طریق امواج رادیویی، بارکدها، سنسورها، بلاک چین و اینترنت اشیا مورد بررسی قرار گرفت.

کلمات کلیدی: ایمنی محصولات شیلاتی، ردیابی، زنجیره تأمین، ماهیان خاویاری

## بیان مسئله

ردیابی برای محصولات شیلاتی باید بتواند اطلاعات کافی را درباره همه خصوصیات محصول و مواد افزودنی را فراهم سازد. همچنین این سیستم باید از اطلاعات ردیابی در طول زنجیره تأمین (ردیابی به سمت عقب یا جلو زنجیره) و ذخیره‌سازی سیستماتیک اطلاعات پشتیبانی نماید. شکل ۱ قابلیت ردیابی و پتانسیل کاربرد آن را در هنگام بروز یک مشکل نشان می‌دهد. بر این اساس هر فرد در طول زنجیره تولید یا توزیع مواد غذایی باید بداند که اولاً محصولات یا مواد اولیه خود را از چه فرد (یا افرادی) خریداری کرده است (ردیابی یک مرحله‌ای به سمت عقب زنجیره تولید) و همچنین باید بداند که فرآورده یا محصول خود را به چه کسی فروخته است (ردیابی یک مرحله به سمت جلو). لذا در زمان بروز مشکل یا آلودگی در محصولات غذایی به سهولت می‌توان منشأ بروز مشکل (فرد یا کارخانه مسئول) را شناسایی نمود.



شکل ۱- قابلیت ردیابی مواد غذایی و استفاده از آن در هنگام بروز مشکل در هر مرحله از زنجیره تولید و توزیع مواد غذایی؛ در صورت بروز مشکل در هر مرحله منشأ آلودگی و همچنین مصرف‌کنندگان نهایی در معرض خطر را شناسایی می‌شوند (Gebresenbet و Bosona, ۲۰۱۳)

امروزه ردیابی مواد غذایی دارای فواید متعددی برای مصرف‌کنندگان است که از جمله می‌توان به تضمین ایمنی مواد غذایی اشاره کرد. مصرف‌کنندگان مواد غذایی تمایل دارند در خصوص نحوه تولید مواد غذایی و همچنین کیفیت مواد اولیه بکار رفته در فرآورده اطلاعات کافی را دریافت کنند. به منظور پاسخ به این نیازها، سیستم‌های ردیابی مواد غذایی بسیار مفید هستند. امکان فراخوانی و جمع‌آوری سریع محصولات غذایی فاسد یا آلوده از سطح بازار، رعایت الزامات و استانداردهای جدید مواد غذایی و امکان دستیابی سریع به تمامی اطلاعات واحد تولیدی و شبکه توزیع از دیگر محاسن ردیابی مواد غذایی به شمار می‌روند.

در قانون (EC) شماره ۱۷۸ سال ۲۰۰۲ اصول و الزامات

مرتبط با حفظ سلامت و بهداشت مصرف‌کنندگان مواد غذایی بیان شده است. صادرکنندگان محصولات غذایی به اتحادیه اروپا، تابع این قانون بوده و باید قابلیت ردیابی را در مواد غذایی پیاده‌سازی کنند. در صورت اجرای سیستم ردیابی در محصولات غذایی می‌توان اظهار داشت انطباق کافی با الزامات مندرج در قانون EC 178/2002 رعایت شده است. امروزه کشورهای نظیر بلژیک، دانمارک، فنلاند، فرانسه، ایتالیا، انگلیس، سوئیس، سوئد، آلمان، اتریش، هلند و نروژ قوانین اختصاصی مدونی برای ردیابی همه محصولات غذایی دارند.

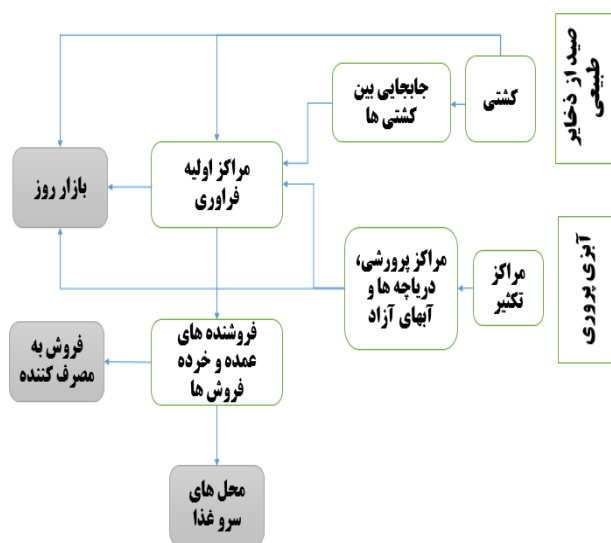
امروزه، تعاریف مختلفی از ردیابی مواد غذایی ارائه شده است. مطابق تعریف رایج ردیابی مواد غذایی در واقع توانایی ردیابی هرگونه ماده غذایی در طول تمامی مراحل تولید، فرآوری و توزیع مواد غذایی است. سیستم کامل

<sup>2</sup> European Commission

<sup>3</sup> One-step backward

<sup>4</sup> One-step forward

حسی) در تمامی مراحل زنجیره تأمین محصولات شیلاتی ضروری است. استفاده از این سیستم برای ماهیان خاویاری که صید غیر مجاز آنها باعث آسیب جدی به محیط زیست و کاهش جدی ذخایر آنها شده است، کاملاً ضروری بوده و شانس وقوع تقلب یا صید غیرقانونی را کاهش می دهد.



شکل ۲- زنجیره تأمین محصولات شیلاتی (McMillin و

همکاران، ۲۰۱۲)

تاکنون سیستم های مختلفی برای ردیابی مواد غذایی ارایه شده اند که در این تحقیق به مهمترین آنها اشاره و نقاط ضعف و قوت آنها ارایه می گردد. در این راستا Coronado در سال ۲۰۲۰ سیستم دو لایه مفهومی برای ردیابی بخش شیلاتی ارایه نمود که بر مبنای استفاده از سنسورهای شبکه بی سیم عمل می کند.

Kresna و همکاران (۲۰۱۷)، بر مبنای تکنولوژی IT سیستم ردیابی برای تن ماهیان در کشور اندونزی معرفی نمودند. با توجه به اینکه زنجیره ارزش تن ماهیان در کشور اندونزی کاملاً پیچیده بوده و بسته به دمای محیط این ماهیان مستعد آلودگی بالای باکتریایی بوده و ممکن است مقادیر بالای هیستامین داشته باشند، پیاده سازی سیستم

با استفاده از ردیابی مصرف کنندگان و سازمان های نظارتی می توانند به همه خصوصیات یک محصول غذایی، مواد سازنده آن، منبع، کشور سازنده و روش های تولید آن دسترسی داشته باشند؛ لذا شانس قاچاق، تقلب و ورود محصولات ناشی از صید غیرقانونی در بازار کاهش می یابد. سیستم ردیابی باید بتواند این اطلاعات را در تمامی نقاط زنجیره تأمین فراهم سازد. با استفاده از سیستم ردیابی مواد غذایی پشتیبان مناسبی نیز برای فراخوانی غذاهای آلوده به وجود می آید. لذا در زمانی که سیستم ردیابی در طول زنجیره تأمین به خوبی پیاده سازی شده باشد، با فراخوانی غذاهای فاسد یا آلوده می توان از وقوع آسیب ها و خسارات تا حد زیادی پیشگیری نمود. همانطور که اشاره شد، قابلیت ردیابی به سمت جلو یا عقب در طول زنجیره تأمین بسیار مهم است. پیاده سازی این قابلیت برای زنجیره های غذایی پیچیده نظیر غذاهای دریایی تا حدی می تواند دشوار باشد (شکل ۲). در تجارت آبزیان، قابلیت ردیابی نقش مهمی در ردیابی محصولات در بازارهای جهانی از لحاظ ارایه اطلاعات محل صید، شناسایی ماهیان صید شده، شرایط حمل و نقل و نگهداری ایفا می کند. یک سیستم ایده آل ردیابی در خصوص زنجیره تأمین محصولات شیلاتی باید بتواند آبزیان را از زمان صید تا تمام طول زنجیره تأمین ردیابی نموده و همچنین باید بتواند این تضمین را بدهد که محصولات در حال گردش در طول زنجیره تأمین ایمن بوده، به صورت قانونی صید شده و نهایتاً صادقانه برچسب گذاری شده اند. جهت راه اندازی سیستم ردیابی کامل، باید کلیه مزارع پرورشی یا کشتی های صیادی، واحدهای فرآوری و کانال های توزیع محصولات تا زمان رسیدن فرآورده به دست مصرف کننده نهایی ردیابی گردند. به منظور تضمین ایمنی و قانونی بودن فرآورده های در جریان در طول زنجیره تأمین، انجام آزمایشات (آزمایشات میکروبی، ارزیابی پارامترهای شیمیایی و ارزیابی های

صورت خودکار موارد مورد نیاز را شناسایی می‌کند. شناسایی توسط ذخیره‌سازی شماره سریال و یا دیگر اطلاعات بر روی ریزتراشه (میکروچیپ) انجام می‌شود که به یک آنتن متصل شده است. تگ‌ها دارای حافظه اندکی (تا چندین کیلوبایت) برای ذخیره‌سازی اطلاعات هستند که قابلیت نوشتن و خواندن را دارا هستند (Costa و همکاران، ۲۰۱۳).

با الصاق تگ‌ها به محصولات و یا بسته‌های حمل و نقل و ایجاد زیرساخت از دستگاه‌های تگ خوان<sup>۷</sup> به هم متصل، اطلاعات مربوط را می‌توان به صورت خودکار جمع‌آوری و ثبت نمود. تگ‌ها را می‌توان روی پالت محصولات غذایی در انبار چسباند و دستگاه دیگری به نام تگ خوان با آن تبادل اطلاعات می‌کند. ارتباط بین تگ خوان و تگ‌ها از طریق امواج الکترومغناطیسی بوده و تگ خوان اطلاعات مختلف را از روی تگ‌ها می‌خواند. تگ‌های RFID دارای انواع مختلف با فرکانس کاری مختلف (فرکانس پایین تا فرکانس بسیار بالا) هستند. فرکانس در واقع تعیین کننده برد ارتباطی تگ با تگ خوان نیز است. فرکانس‌های پایین، بردهای کمتری را پشتیبانی خواهند کرد.

تکنولوژی RFID دارای مزایای مختلفی نظیر عدم نیاز به مسیر دید مستقیم یا نور جهت خواندن اطلاعات، قابلیت خواندن و نوشتن تگ‌ها، اندازه حافظه بزرگتر، تگ‌های قابل استفاده مجدد و قابلیت خوانش همزمان چندین تگ است. البته این سیستم معایبی نیز دارد که می‌توان این موارد را عنوان نمود. این سیستم احتیاج به دستگاه خوانش یا تگ خوان برای جمع‌آوری داده‌ها داشته و تگ نمیتواند ارتباط را آغاز کند. همچنین هزینه راه‌اندازی سیستم هنوز بالاست و قابلیت محدود شده‌ای برای حسگری محیط اطراف دارد.

ردیابی به منظور حفظ ایمنی و تضمین کیفیت تن ماهیان ضرورت زیادی دارد. سیستم معرفی شده قابلیت ردیابی به سمت جلو یا عقب در زنجیره تن ماهیان را از زمان صید تا خرده فروشی داراست. همچنین این سیستم به انجام آزمایشات بیولوژیکی در محصولات کمک می‌کند.

با عنایت به قیمت بالای خاویار و فرآورده‌های تهیه شده از ماهیان خاویاری استفاده از سیستم‌های ردیابی کاملاً ضروری بوده و تا حد زیادی می‌تواند به تشخیص اصالت خاویار و جلوگیری از صید قاچاق کمک کند. در ادامه سیستم‌های ردیابی که دارای پتانسیل استفاده در زنجیره تأمین محصولات شیلاتی و ماهیان خاویاری هستند، معرفی می‌گردند.

#### راهکارها: انواع سیستم‌های ردیابی

##### سیستم شناسایی از طریق امواج رادیویی (RFID)

مطابق تعریف سیستم شناسایی امواج رادیویی سامانه شناسایی بی‌سیم است که قادر به تبادل داده‌ها به وسیله برقراری اطلاعات بین ریزتراشه (متصل شده به بسته‌بندی غذا یا کالا) و تگ خوان است. این سامانه با استفاده از سیگنال‌های الکترونیکی برای خواندن و نوشتن داده‌ها بدون تماس دست عمل می‌کند (Costa و همکاران، ۲۰۱۳). سیستم شناسایی از طریق امواج رادیویی جزء سیستم‌های نوین ردیابی محصولات غذایی است. در این راستا، پروژه ای با عنوان RFID-F2F<sup>۶</sup> توسط اتحادیه اروپا به منظور استفاده از RFID جهت کاربرد در سیستم‌های ردیابی متکی به اینترنت مورد حمایت قرار گرفت. سیستم RFID در واقع یکی از پرکاربردترین سیستم‌های ردیابی در زنجیره تأمین غذا است. این سیستم با استفاده از امواج رادیویی و به

<sup>6</sup> RFID from farm to fork

<sup>7</sup> Reader

<sup>5</sup> Radio frequency identification

از آنها به نام TruTags در بازار موجود است. اما در مراحل اولیه رشد خود قرار داد. کیوآرکدها (QR code) در مقایسه با بارکدهای دو بعدی دارای ظرفیت بیشتر، سرعت اسکن بالاتر و اندازه کوچکتری هستند. در بارکدهای معمولی طبق قواعد رمزگذاری تنها اعداد ذخیره سازی می شوند. ولی امروزه با استفاده از رمزگذاری ماتریسی می توان مجموعه-ی حروف، اعداد و متن را در بارکد QR ذخیره سازی نمود. این نوع بارکدها دارای شکل مربعی با گوشه های سیاه بر روی زمینه سفید هستند.

یکی از مزایای مهم RFID نسبت به بارکدها (که برای خواندن آنها لازم است اسکنر در مقابل برچسبها قرار گیرد) این است که برای خواندن تگهای سیستم امواج رادیویی نیاز به مسیر دید مستقیم نبوده و سیگنال تگها می توانند از مواد مختلف عبور کرده و توسط دستگاه تگخوان خوانده شوند که این موضوع باعث صرفه جویی در زمان می شود. همچنین در هر لحظه می توان چندین تگ را به صورت همزمان خواند که این موضوع برای مواد فاسد شدنی جزء مزیت های مهم این سیستم بشمار می رود. نکته مهم دیگر این است که تگهای RFID می توانند اطلاعات بیشتری نسبت به بارکدها در خود ذخیره کند؛ این اطلاعات می تواند شامل تاریخ مصرف، محل ذخیره و نگهداری، محل تولید، مواد تشکیل دهنده، حمل و نقل های صورت گرفته و سایر اطلاعات باشد.

#### سنسورها (شبکه حسگر بی سیم)

مطابق تعریف شبکه حسگر بی سیم، گروهی از سنسورهای هستند که برای اندازه گیری و جمع آوری پارامترها و کمیت های محیطی (دما، رطوبت و ...) بکار می روند (Costa و همکاران، ۲۰۱۳). سنسور ابزاری است که متغیرهای

تگهای مورد استفاده در سیستم شناسایی از طریق امواج رادیویی بر دو نوع مختلف هستند؛ گروهی از آنها که تگهای غیر فعال<sup>۸</sup> نام گذاری شده اند، فاقد باتری هستند. ولی تگهای فعال<sup>۹</sup> دارای باتری می باشند. تگهای فاقد باتری انرژی لازم برای فعال سازی و ارسال اطلاعات خود را از سیگنالی که از تگ خوان دریافت می دارند، فراهم می کنند. معمولاً برد تگهای غیرفعال بسیار کوتاه (چند سانتی متر تا چند متر) است. قیمت تگهای دارای باتری نسبت به تگ های غیرفعال بالاتر بوده، اما در مقابل برد بیشتری دارند. در مطالعه Mai و همکاران (۲۰۱۰) مزایای راه اندازی سیستم RFID در شرکت های مرتبط با غذاهای دریایی و آبزیان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد پیاده سازی سیستم مذکور موجب بهبود مدیریت زنجیره تأمین می گردد. سایر مزایای راه اندازی این سیستم حفظ مشتریان فعلی شرکت ها، بهبود کیفیت محصولات و کاهش شکایات مشتریان عنوان شده است.

#### بارکدها

بارکد یا رمزینه گونه ای نمایش تصویری اطلاعات بر روی سطوح است که اطلاعات مندرج در آن را می توان توسط ماشین یا بارکد خوان بازخوانی نمود. بارکدها جزء ارزان ترین و ساده ترین ابزارهای ردیابی مواد غذایی بشمار می روند. علی رغم سادگی و ارزانی، خواندن اطلاعات مندرج بر روی بارکدها نیاز به خط نوری مستقیم داشته و در صورت خراشیدگی امکان خوانش بارکد توسط اسکنر میسر نخواهد بود. همچنین اسکنر این بارکدها تنها می تواند یک برچسب را بخواند و امکان خواندن چندین بارکد در زمان واحد وجود ندارد. علاوه براین، بارکدها قابلیت جمع آوری داده ها و اطلاعات محیطی را ندارند. اخیراً، بارکدهایی معرفی شده اند که قابلیت خوراکی دارند. یکی

<sup>۹</sup> Active

<sup>۸</sup> Passive

### بلاک چین و اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء اصطلاحی است که نخستین بار توسط کوین اشتون مطرح گردید. مطابق تعریف اینترنت اشیاء یک جهان فناورانه را ترسیم می‌نماید که در آن بسیاری از اشیاء با استفاده از اینترنت و شبکه به هم مرتبط می‌شوند (باقری، ۱۳۹۸). فناوری بلاک چین و اینترنت اشیاء به سرعت در حال رشد بوده و گفته می‌شود این فناوری‌ها می‌تواند کلید ایمنی غذایی در جهان باشند. پیش بینی‌ها حاکی از این است که فناوری بلاک چین تا سال ۲۰۲۳ قابلیت ردیابی حداقل ۱۰ درصد محصولات تولیدی صنایع غذایی را خواهد داشت. در تعریف ساده فناوری بلاک چین نوعی سیستم ثبت و گزارش اطلاعات است. اما خصوصیتی که آن را از دیگر سیستم‌ها متمایز می‌کند این نکته است که اطلاعات ذخیره شده بر روی بلاک چین، میان همه اعضای شبکه به اشتراک گذاشته شده و با استفاده از توزیع مناسب و رمزنگاری اطلاعات، امکان دستکاری و یا هک آن به حد زیادی کاهش می‌یابد (Demestichas و همکاران، ۲۰۲۰). با ادغام دو فناوری بلاک چین و اینترنت اشیاء می‌توان تحولی در تأمین ایمنی غذایی ایجاد کرد. در این زمینه شرکت‌های وی چین و کوین تلگراف پیش بینی کرده‌اند که سهم فناوری اینترنت اشیاء در تولید مواد غذایی تا سال ۲۰۲۵ به ۲۵ میلیارد دلار خواهد رسید. سیستم‌هایی که بر مبنای پلتفرم اینترنت اشیاء و بلاک چین توسعه داده شده‌اند، می‌توانند منشاء صید آبزیان، کیفیت و ایمنی فرآورده، ترکیبات مورد استفاده، اثرات زیست محیطی فرآورده و پایداری منابع را به مصرف کننده نهایی نشان دهند. اگرچه استفاده از بلاک چین به دلیل دسترسی باز، اجازه دسترسی به ردیابی لحظه به لحظه و اعتبار بالای آن دارای مزایای زیادی است، اما تاکنون استفاده از تکنولوژی بلاک چین به

فیزیکی مانند حرارت، دما و رطوبت را به کمیت‌های الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می‌کند؛ در واقع این قابلیت جمع‌آوری اطلاعات محیطی و دیجیتالی نمودن آنها مهمترین مزیت سنسورها به شمار می‌رود. تکنولوژی شبکه حسگر بی‌سیم یا WSN<sup>۱</sup> بر پایه گره‌های حسگری است که برای حس کردن، پردازش و ارتباطات مورد استفاده قرار می‌گیرد. حسگرها در واقع اطلاعات محیطی نظیر دما و رطوبت را جمع‌آوری نموده و سپس این داده‌ها به فرمت دیجیتالی تبدیل و در پایگاه داده ذخیره‌سازی می‌شود (Ruiz-Garcia و همکاران، ۲۰۰۹). لذا هزینه نسبتاً بالای راه‌اندازی این سیستم یکی از معایب این سیستم بشمار می‌رود. در مطالعه Alfian و همکاران (۲۰۱۷)، از سیستم تلفیقی RFID، شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN) و داده کاوی برای ردیابی مواد غذایی استفاده شد. امروزه گوشی‌های هوشمند به صورت زیاد در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند و این تکنولوژی می‌تواند به عنوان ابزاری برای جمع‌آوری داده‌های حسگر و ارسال آن به سرور مورد استفاده قرار گیرد.

Abad و همکاران (۲۰۰۹)، سنسورهای جمع‌آوری اطلاعات محیطی (دما و رطوبت) را به یک سیستم RFID متصل نموده و سپس سیستم حاصله را به منظور پایش اطلاعات محیطی در زنجیره حمل و نقل آبزیان بکار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد با استفاده از این سیستم می‌توان به صورت خودکار و آنلاین اطلاعات زنجیره سرد آبزیان را پایش نمود. همچنین تگهای بکار رفته در این مطالعه در دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد مقاوم بوده و قابلیت خود را در پایش اطلاعات محیطی از دست ندادند.

<sup>1</sup> Wireless sensor networks <sup>0</sup>

استفاده از روش های بارکدینگ در آبریان دارای اهمیت بالاتری است (Galimberti و همکاران، ۲۰۱۳).

### استفاده از سیستم های ردیابی در ماهیان خاویاری

با توجه به اندازه بازار ماهیان خاویاری و نوپا بودن صنعت آبرزی پروری ماهیان خاویاری در مقایسه با سایر گونه های پرورشی، تحقیقات بسیار اندکی در خصوص استفاده از سیستم های ردیابی در ماهیان خاویاری انجام شده است. عمده این تحقیقات در خصوص استفاده از بارکدینگ ماهیان خاویاری می باشد. به عنوان مثال می توان به تحقیقات انجام شده توسط Waraniak و همکاران (۲۰۱۸) و Zhang و همکاران (۲۰۲۲) اشاره نمود که با استفاده از روش های متکی بر DNA، نوع گونه ماهی و یا خاویار را تشخیص داده اند.

خوشبختانه شرکت هلندی به نام Geneusbiotech در حال استفاده از تکنولوژی های بلاک چین و بارکدینگ می باشد تا بتواند تجارت غیرقانونی ماهیان خاویاری وحشی را کنترل نماید. این شرکت به عنوان شرکت متخصص ژنومیک با همکاری سه ساله با مؤسسه اکولوژی آب های شیرین برلین راه حلی ردیابی برای ماهیان خاویاری و خاویار فروخته شده در اروپا ارائه داده است. این شرکت با استفاده از نمونه برداری DNA و فناوری بلاک چین، سیستم های برچسب گذاری ماهیان خاویاری را بهبود داده است. مصرف کنندگان برای حصول اطمینان از تجارت قانونی ماهیان خاویاری، کفیسست کد QR را برای ردیابی محصولات تحت پوشش فناوری شرکت Geneusbiotech اسکن نمایند.

دلیل هزینه بالا و عدم بلوغ کافی با مشکلاتی روبروست. Feng (۲۰۱۶)، سیستم ردیابی مبتنی بر شبکه بلاک چین و RFID برای دو گروه ماده غذایی (سبزیجات و گوشت) ارائه داد. در این سیستم RFID عمدتاً در زنجیره تولید، فرآوری، توزیع و فروش استفاده شد درحالیکه از بلاکچین به عنوان یک ابزار جهت حصول اطمینان از اعتبار اطلاعات به اشتراک گذاشته شده در این سیستم ردیابی استفاده گردید. درواقع بلاکچین کمک می کند اطلاعات به صورت آزاد و شفاف به اشتراک گذاشته شود و می تواند به ردیابی برخط<sup>۱</sup> محصولات غذایی کمک شایانی کند. Rejeb (۲۰۱۸)، تکنولوژی مبتنی بر شبکه بلاک چین را در زنجیره تأمین ماهی تیلایپا (از مزرعه تا مصرف کننده) جهت پیاده سازی یک سیستم ردیابی برای آبرزی پروری تیلایپا مورد استفاده قرار داد.

### بارکدینگ مولکولی

به روش شناسایی گونه با استفاده از قطعات کوچکی از DNA از یک ژن یا ژن های خاص بارکدینگ گویند. استفاده از تکنیک های ژنتیکی مبتنی بر DNA می تواند منشاء فرآورده غذایی را تشخیص دهد. این روشها بسیار قابل اعتماد هستند و نمونه غذایی بسیار کمی برای انجام کار مورد نیاز است. همچنین با استفاده از این روشها می توان بین گونه های مختلف تمایز ایجاد کرد. اما در مقابل استفاده از این روشها به دلیل نیاز به فرآیند استخراج DNA و وابستگی آنها به بخش خاصی از DNA میتوکندریایی و همچنین شرایط نمونه با دشواری-هایی روبروست. اداره غذا و داروی آمریکا استفاده از بارکدینگ DNA را به عنوان یک ابزار برای تشخیص و تعیین هویت محصولات تجاری آبریان پیشنهاد کرده است. با توجه به تنوع گونه ای بسیار بالای آبریان نسبت به سایر حیوانات،

<sup>1</sup> Real-time tracking

## نتیجه‌گیری و پیشنهادهای ترویجی

و همچنین قیمت بالای خاویار در بازارهای جهانی، استفاده از سیستم‌های ردیابی به پیشگیری از تقلب‌ها، کاهش صید غیرمجاز، افزایش ایمنی و کیفیت محصولات کمک می‌کند. استفاده از سیستم‌های ردیابی در زنجیره ارزش ماهیان خاویاری موجب اصالت بخشی بیشتر به محصولات صادراتی خواهد شد.

با توجه به اینکه برچسب‌های کنوانسیون سایتس برای تجارت خاویار در اکثر کشورها اجباری نیستند و کشورهای چین، ژاپن و روسیه قوانین ملی خود را منطبق با برچسب‌گذاری سایتس اصلاح ننموده‌اند؛ استفاده از فناوری شرکت‌های پیشرو نظیر Geneusbiotech که محصولات خود را برای ماهیان خاویاری بر پایه فناوری بلاک چین و بارکدینگ توسعه داده‌اند، می‌تواند قابلیت ردیابی و تجارت قانونی ماهیان خاویاری را تضمین نماید.

## منابع

باقری، ن. ۱۳۹۸. اینترنت اشیا و کاربردهای آن در کشاورزی. مجله ترویجی علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی، شماره ۴، ۱۱-۱۸.

Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., De Zarate, A. G., Juarros, A., Gómez, J. M. & Marco, S., 2009. RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. *Journal of food engineering*, 93(4), 394-399.

Alfian, G., Rhee, J., Ahn, H., Lee, J., Farooq, U., Ijaz, M. F. & Syaekhoni, M. A., 2017. Integration of RFID, wireless sensor networks, and data mining in an e-pedigree food traceability system. *Journal of Food Engineering*, 212, 65-75.

امروزه رشد بسیار سریعی در تکنولوژی‌ها و سیستم‌های بی‌سیم ارتباطی نظیر بلاکچین، اینترنت اشیا، شبکه‌های سنسور بی‌سیم و شناسایی از طریق امواج رادیویی به منظور ردیابی و ارزیابی ایمنی غذاهای خام یا فرآوری شده در زنجیره تأمین به وجود آمده است. در این میان شبکه‌های سنسور بی‌سیم و اینترنت اشیا عمده‌تاً بر روی سنجش هوشمند و ارتباطات تمرکز دارند. اما زنجیره بلوکی یا بلاکچین عمده‌تاً بر روی ارزیابی داده‌ها و موضوع تراکنش‌های انجام شده در شبکه تمرکز دارد. در میان تکنولوژی‌های یادشده RFID عمده‌تاً در راستای دقت موجودی انبار، ردیابی ایمن و قابلیت تحرک آن بکار گرفته می‌شود. علاوه بر این، مصرف‌کنندگان می‌توانند از طریق RFID با کمک اینترنت اشیا به اطلاعات لحظه به لحظه محصول نیز دسترسی داشته باشند. علاوه بر قوانین موجود، با ظهور بیماری‌های جدید، عملاً استفاده از خدمات ردیابی الکترونیکی اجتناب‌ناپذیر شده است. از آنجایی که آبریان در میان محصولات غذایی فسادپذیرتر هستند، به منظور حفظ کیفیت و ایمنی غذایی در زنجیره تأمین محصولات شیلاتی کنترل و پایش پارامترهای محیطی (نظیر دمای نگهداری) در هر مرحله از زنجیره بسیار حائز اهمیت است. از سوی دیگر، به دلیل صید غیر مجاز و ضوابط قانونی سختگیرانه در خصوص تجارت ماهیان خاویاری و خاویار

Bosona, T., & Gebresenbet, G., 2013. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food control*, 33(1), 32-48.

Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D., & Menesatti, P., 2013. A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology. *Food and bioprocess technology*, 6(2), 353-366.



- Coronado Mondragon, A. E., Coronado Mondragon, C. E., & Coronado, E. S., 2021. Managing the food supply chain in the age of digitalisation: a conceptual approach in the fisheries sector. *Production Planning & Control*, 32(3), 242-255.
- Galimberti, A., De Mattia, F., Losa, A., Bruni, I., Federici, S., Casiraghi, M., ... & Labra, M., 2013. DNA barcoding as a new tool for food traceability. *Food research international*, 50(1), 55-63.
- Demestichas, K., Peppes, N., Alexakis, T., & Adamopoulou, E., 2020. Blockchain in agriculture traceability systems: a review. *Applied Sciences*, 10(12), 4113.
- Feng, T., 2016. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. 2016 13<sup>th</sup> International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). doi:10.1109/icsssm.2016.7538424
- Kresna, B. A., Seminar, K. B., & Marimin, M., 2017. Developing a Traceability System for Tuna Supply Chains. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(3), 52-62.
- McMillin, K., Lampila, L. & Marcy, J., 2012. Traceability in the meat, poultry and seafood industries. *Advances in Meat, Poultry and Seafood Packaging*, 565-595.
- Mai, N., Bogason, S. G., Arason, S., Árnason, S. V. & Matthíasson, T. G., 2010. Benefits of traceability in fish supply chains—case studies. *British Food Journal*, 112, 976-1002.
- Ruiz-Garcia, L., Lunadei, L., Barreiro, P. & Robla, I., 2009. A review of wireless sensor technologies and applications in agriculture and food industry: state of the art and current trends. *Sensors*, 9(6), 4728-4750.
- Rejeb, A., 2018. Blockchain potential in Tilapia supply chain in Ghana. *Acta Technica Jaurinensis*, 11(2), 104-118.
- Waraniak, J. M., Blumstein, D. M., & Scribner, K. T., 2018. Barcoding PCR primers detect larval lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) in diets of piscine predators. *Conservation Genetics Resources*, 10(2), 259-268.
- Zhang, X., Tinacci, L., Xie, S., Wang, J., Ying, X., Wen, J., & Armani, A., 2022. Caviar products sold on Chinese Business to customer (B2C) online platforms: Labelling assessment supported by molecular identification. *Food Control*, 131, 108370.

## **Potential application of food traceability systems in the seafood supply chain and sturgeon products: increasing safety and quality, reducing smuggling and fraud**

*Esmail Abdollahzadeh*

International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

Corresponding Author: [abdollahzadeh@rocketmail.com](mailto:abdollahzadeh@rocketmail.com)

### **Abstract**

Consumers are interested to get information regarding the food they buy and consume. This information includes details of food composition, source of raw materials, history of product processing, and handling steps. On the other hand, the European Union has emphasized implementation of a food traceability system to control food quality and safety since 2002. Traceability is a very useful tool to provide sufficient information to consumers, maintaining food safety and quality at every stage of the food supply chain. This tool also helps to identify sources of contamination in meat and seafood products. The traceability system can be used to prosecute illegal fishing activities and fraudulent sturgeon trade. Documentation and data management are two key factors in a food traceability system. This paper discusses the importance of traceability systems in maintaining food quality and safety, as well as the seafood supply chain. Moreover, this study provides information regarding the strengths and weaknesses of various traceability systems such as radio frequency identification, barcodes, wireless sensor networks, blockchain and Internet of Thing (IoT).

**Keywords:** food traceability systems, seafood supply chain, radio frequency identification, sturgeon, seafood safety.