REVIEW OF RESEARCH
ISSN: 2249-894X
IMPACT FACTOR : 5.7631(UIF)
VOLUME - 14 | ISSUE - 11 | AUGUST - 2025

''डिजिटल प्रौद्योगिकी के माध्यम से खाद्य सुरक्षा में सुधार : स्मार्ट सेंसर और ब्लॉकचेन की भूमिका''

डॉ. ममता कुमारी
सहायक प्राध्यापक, अर्थशास्त्र विभाग,
बी० एस० सिटी कॉलेज, बोकारो.

सारांश :

भारत में खाद्य सुरक्षा एक महत्वपूर्ण सार्वजनिक स्वास्थ्य और उपभोक्ता संरक्षण का विषय है। बढ़ती जनसंख्या, मिलावट की घटनाएँ और आपूर्ति श्रृंखला की जटिलताएँ इसे और भी चुनौतीपूर्ण बना देती हैं। इस परिप्रेक्ष्य में, डिजिटल प्रौद्योगिकियाँ जैसे स्मार्ट सेंसर, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT), ब्लॉकचेन, क्लाउड कंप्यूटिंग और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए अत्यंत प्रभावशाली उपकरण बनकर उभरे हैं।

भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (FSSAI) द्वारा विकसित FOSCOS, RECHT जैसी प्रणालियाँ तथा Eat Right Movement ने निगरानी और अनुपालन को पारदर्शी बनाया है। साथ ही, निजी क्षेत्र के स्टार्टअप्स जैसे AGNEXT और STATWIG ने ट्रेसबिलिटी और गुणवत्ता जाँच में AI और ब्लॉकचेन आधारित समाधान दिए हैं। हालाँकि, भारत में इन तकनीकों की पहुँच अब भी असमान है। ग्रामीण क्षेत्रों में तकनीकी ज्ञान की कमी, डिजिटल इन्फ्रास्ट्रक्चर की अस्थिरता, और डेटा सुरक्षा कानूनों का अभाव कुछ प्रमुख बाधाएँ हैं।

इसलिए, सरकार को नीतिगत सहायता, तकनीकी प्रशिक्षण, और एकीकृत डिजिटल प्लेटफार्म के विकास की दिशा में काम करना होगा। इससे भारत न केवल खाद्य गुणवत्ता सुनिश्चित कर पाएगा, बल्कि वैश्विक खाद्य व्यापार में भी अपनी स्थिति मजबूत करेगा।

शब्द कुंजी :

डिजिटल खाद्य सुरक्षा, ट्रेसबिलिटी, ब्लॉकचेन, स्मार्ट सेंसर, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, खाद्य गुणवत्ता, खाद्य निगरानी, FOSCOS, FSSAI, डेटा सुरक्षा, IOT, क्लाउड कंप्यूटिंग, खाद्य अपव्यय, उपभोक्ता संरक्षण, तकनीकी साक्षरता, आपूर्ति श्रृंखला।

परिचय :

आज के वैश्विक परिदृश्य में खाद्य सुरक्षा केवल पोषण और गुणवत्ता तक सीमित नहीं रही, बल्कि यह उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य, जीवनशैली और आर्थिक विकास से भी सीधी जुड़ी हुई है। विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) के अनुसार, हर साल लगभग 60 करोड़ लोग असुरक्षित खाद्य पदार्थों के सेवन से बीमार पड़ते हैं, जिनमें से 4.2 लाख लोगों की मृत्यु हो जाती है। इस चुनौती से निपटने के लिए पारंपरिक उपाय पर्याप्त नहीं रह गए हैं।

डिजिटल प्रौद्योगिकी के तेजी से विकास ने खाद्य सुरक्षा के क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव लाए हैं। स्मार्ट सेंसर, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT), ब्लॉकचेन, मशीन लर्निंग और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसी तकनीकों ने खाद्य आपूर्ति श्रृंखला की निगरानी, ट्रैकिंग और ट्रेसिंग को न केवल सरल बनाया है, बल्कि वास्तविक समय में खतरों की पहचान और निवारण को भी संभव बनाया है।

इस शोध पत्र का उद्देश्य यह विश्लेषण करना है कि डिजिटल प्रौद्योगिकियाँकृविशेषतः स्मार्ट सेंसर और ब्लॉकचेन, खाद्य सुरक्षा को किस प्रकार सुदृढ़ कर रही हैं, और किस प्रकार इनका व्यापक उपयोग नीति निर्माताओं, उद्योग और उपभोक्ताओं के बीच विश्वास बढ़ा सकता है।

खाद्य सुरक्षा : परिभाषा और प्रमुख चुनौतियाँ :

खाद्य सुरक्षा (Food Safety) का अर्थ है उपभोक्ताओं को ऐसा भोजन उपलब्ध कराना जो जैविक, रासायनिक और भौतिक खतरों से मुक्त हो और उनके स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित हो। यह सुनिश्चित करना कि खाद्य उत्पादन, भंडारण, प्रसंस्करण, परिवहन और उपभोग की हर अवस्था में भोजन मानकों के अनुरूप हो, खाद्य सुरक्षा का मूल उद्देश्य है।

हालांकि, वर्तमान वैश्विक और स्थानीय खाद्य प्रणालियाँ कई चुनौतियों का सामना कर रही हैं। इनमें सबसे प्रमुख हैं–

1. **जैविक खतरे–** जैसे कि बैक्टीरिया (साल्मोनेला, ई.कोलाई), वायरस (नोरोवायरस), और परजीवी जो भोजन को दूषित कर बीमारियाँ फैलाते हैं।
2. **रासायनिक खतरे–** कीटनाशकों, भारी धातुओं, औद्योगिक रसायनों और खाद्य योजकों के अनियंत्रित प्रयोग से होने वाले दूषण जो दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याएँ उत्पन्न कर सकते हैं।
3. **भौतिक खतरे–** जैसे धातु के टुकड़े, कांच, प्लास्टिक या अन्य अवांछनीय कण, जो खाद्य पदार्थों में मिल जाने से उपभोक्ता को शारीरिक नुकसान पहुँचा सकते हैं।
4. **आपूर्ति श्रृंखला की जटिलता–** वैश्विक व्यापार और लॉजिस्टिक नेटवर्क की जटिलता के कारण किसी एक बिंदु पर हुई गड़बड़ी से पूरी श्रृंखला पर प्रभाव पड़ सकता है।
5. **पारंपरिक निगरानी प्रणालियों की सीमाएँ–** मैनुअल निरीक्षण और पेपर–बेस्ड रिकॉर्डिंग प्रणाली में समय की देरी और मानवीय त्रुटियाँ आम हैं, जिससे जोखिम बढ़ जाता है।

इन सभी समस्याओं का समाधान पारंपरिक उपायों से करना कठिन होता जा रहा है। इसलिए, डिजिटल प्रौद्योगिकियों की ओर रुख करना आज की आवश्यकता बन चुका है, जो कि जोखिम की समय पर पहचान और नियंत्रण की अधिक प्रभावी प्रणाली प्रदान करती हैं।

डिजिटल प्रौद्योगिकी का उदय :

विगत दो दशकों में डिजिटल प्रौद्योगिकी ने मानव जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में क्रांति ला दी है, और खाद्य सुरक्षा इसका अपवाद नहीं है। विशेष रूप से इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT), कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), मशीन लर्निंग, क्लाउड कंप्यूटिंग और ब्लॉकचेन जैसी प्रौद्योगिकियाँ खाद्य श्रृंखला की पारदर्शिता, निगरानी और गुणवत्ता नियंत्रण में नई संभावनाएँ उत्पन्न कर रही हैं।

- **इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT)**– IOT के अंतर्गत सेंसर, एक्ट्यूएटर और अन्य उपकरण आपस में जुड़कर रीयल–टाइम डेटा प्रदान करते हैं। खाद्य भंडारण में तापमान, आर्द्रता (humidity), गैस स्तर आदि की निगरानी के लिए स्मार्ट सेंसर लगाए जाते हैं जो आवश्यकतानुसार अलार्म उत्पन्न कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, डेयरी उत्पादों के ट्रक में लगे सेंसर परिवहन के दौरान तापमान असामान्य होने पर तुरंत रिपोर्ट भेज सकते हैं, जिससे खराबी रोकी जा सकती है।
- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग–** AI आधारित सिस्टम ऐतिहासिक डेटा का विश्लेषण कर खाद्य सुरक्षा में संभावित जोखिमों की पहचान कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, किसी विशेष मौसम, क्षेत्र या सामग्री

से जुड़ी बीमारियों की भविष्यवाणी की जा सकती है।[1] मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म समय के साथ सुधार कर अधिक सटीक निर्णय लेने में सक्षम होते हैं।

● **क्लाउड कंप्यूटिंग**– क्लाउड आधारित प्लेटफार्म डेटा को केंद्रीकृत और तुरंत उपलब्ध बनाते हैं, जिससे गुणवत्ता नियंत्रण एजेंसियाँ, आपूर्तिकर्ता और रिटेलर एकीकृत रूप से सूचना साझा कर सकते हैं।[2] इससे पारदर्शिता और त्वरित निर्णय संभव होते हैं।

● **ब्लॉकचेन**– खाद्य श्रृंखला में ब्लॉकचेन तकनीक से प्रत्येक चरण का रिकॉर्ड छेड़छाड़ रहित रूप से संग्रहीत किया जा सकता है।[3] उदाहरण के लिए, किसान से उपभोक्ता तक किसी भी वस्तु की उत्पत्ति और सफर को ट्रेस करना संभव होता है। इस तकनीक का उपयोग करके वॉलमार्ट और आईबीएम ने खाद्य ट्रेसबिलिटी के लिए संयुक्त रूप से 'फूड ट्रस्ट' नामक ब्लॉकचेन प्लेटफॉर्म तैयार किया है।[4]

● **एकीकृत प्रभाव**– इन प्रौद्योगिकियों के संयुक्त उपयोग से खाद्य सुरक्षा प्रबंधन अधिक कुशल, भरोसेमंद और भविष्य–उन्मुख बनता जा रहा है। अब खाद्य प्रणाली केवल रिएक्टिव (reactive) नहीं रही, बल्कि प्रोएक्टिव (proactive) होती जा रही है, जो संभावित खतरों का पूर्वानुमान लगाकर उन्हें समय रहते रोक सकती है।

स्मार्ट सेंसर की भूमिका :

खाद्य सुरक्षा में स्मार्ट सेंसरों की भूमिका तेजी से महत्वपूर्ण होती जा रही है। परंपरागत निगरानी तंत्र जहाँ मैनुअल निरीक्षण और रिकॉर्डिंग पर निर्भर थे, वहीं स्मार्ट सेंसर वास्तविक समय (real-time) में डेटा एकत्र, विश्लेषण और साझा करने में सक्षम हैं। इससे खाद्य प्रणाली में पारदर्शिता, ट्रेसबिलिटी और जोखिम प्रबंधन में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है।

● **स्मार्ट सेंसर क्या हैं?**– स्मार्ट सेंसर वे उपकरण होते हैं जो भौतिक या रासायनिक संकेतों (जैसे तापमान, आर्द्रता, गैस उत्सर्जन, पीएच स्तर आदि) को इलेक्ट्रॉनिक डेटा में परिवर्तित करते हैं और फिर उसे प्रसंस्करण या विश्लेषण हेतु प्रेषित करते हैं। आधुनिक स्मार्ट सेंसर में निम्नलिखित कहा।

5. ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी और खाद्य सुरक्षा–

खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए पारदर्शिता, ट्रेसबिलिटी (traceability) और विश्वसनीयता अत्यंत आवश्यक हैं। पारंपरिक प्रणालियाँ अक्सर कागजी रिकॉर्डिंग समय की देरी और डेटा में हेरफेर जैसी समस्याओं से ग्रस्त रहती हैं। इन समस्याओं के समाधान के लिए ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी (Blockchain Technology) ने खाद्य सुरक्षा के क्षेत्र में एक नया क्षितिज खोल दिया है।

● **ब्लॉकचेन क्या है?**– ब्लॉकचेन एक वितरित डिजिटल लेजर (Distributed Digital Ledger) है जिसमें डेटा एक श्रृंखला (Chain) के रूप में संरक्षित रहता है। प्रत्येक डेटा प्रविष्टि (ब्लॉक) को क्रिप्टोग्राफिक रूप से सुरक्षित किया जाता है और एक बार दर्ज हो जाने के बाद उसमें संशोधन या हेरफेर संभव नहीं होता। यही गुण ब्लॉकचेन को खाद्य सुरक्षा के लिए उपयुक्त बनाता है, क्योंकि–

- डेटा पारदर्शी और भरोसेमंद होता है।
- रिकॉर्ड में हेरफेर असंभव होता है।

● खाद्य श्रृंखला में ब्लॉकचेन का उपयोग–

1. उत्पत्ति का पता लगाना (Origin Tracking)– किसान से लेकर उपभोक्ता तक खाद्य वस्तु ने कौन–कौन से चरण तय किए, इसकी जानकारी ब्लॉकचेन पर रीयल टाइम में दर्ज होती है। उपभोक्ता एक क्यूआर कोड स्कैन करके जान सकता है कि उत्पाद किस खेत से आया, कौन–से रसायन प्रयोग में लाए गए, किस वाहन में परिवहन हुआ, और किस तिथि को पैकिंग हुई।[5] उदाहरणः IBM और Walmart ने 'Food

Trust' नामक एक ब्लॉकचेन नेटवर्क विकसित किया है जिसमें फलों, सब्जियों और मांस उत्पादों की पूरी जानकारी सेकंडों में ट्रेस की जा सकती है।[6]

2. नकली उत्पादों की रोकथाम– भारतीय बाजार में नकली और मिलावटी खाद्य उत्पाद एक गंभीर समस्या है। ब्लॉकचेन तकनीक उत्पाद की असल पहचान को पुखता करती है। उदाहरण के लिए, अगर शहद की बोतल पर लिखा है कि वह ''ऑर्गेनिक'' है, तो उसके हर चरण का प्रमाण ब्लॉकचेन पर उपलब्ध रहेगा, जिससे उपभोक्ता को धोखा नहीं दिया जा सकता।[7]

3. गुणवत्ता नियंत्रण और प्रमाणन– खाद्य नियामक संस्थाएँ, जैसे कि FSSAI ब्लॉकचेन आधारित प्रणाली का उपयोग करके किसी खाद्य व्यवसाय के लाइसेंस, निरीक्षण रिपोर्ट और प्रमाणन की वैधता जाँच सकती हैं।[8] इससे निरीक्षण प्रक्रिया तेज और पारदर्शी हो जाती है।

4. रिपॉल (Recall) में तेजी– यदि किसी उत्पाद में बाद में कोई विषाक्त तत्व या बैक्टीरिया पाया जाता है, तो ब्लॉकचेन की सहायता से उस बैच को स्रोत तक तुरंत ट्रेस किया जा सकता है और उसे बाजार से हटा लेना आसान हो जाता है। इससे जनस्वास्थ्य पर बड़ा प्रभाव पड़ने से रोका जा सकता है।[9]

● **तकनीकी संरचना और कार्यप्रणाली–** ब्लॉकचेन के तहत खाद्य आपूर्ति श्रृंखला के विभिन्न बिंदुओं– किसान, प्रोसेसर, डिस्ट्रीब्यूटर, रिटेलर, उपभोक्ताकृको एक साझा नेटवर्क पर जोड़ा जाता है। प्रत्येक चरण पर एक स्मार्ट कॉन्ट्रैक्ट (Smart Contract) तैयार किया जाता है जो स्वतः डेटा अपडेट करता है जब कोई क्रिया (जैसे कि ''पैकेजिंग पूर्ण'', ''कोल्ड स्टोरेज में भेजा गया'' आदि) पूरी होती है।[10]

● **भारत में ब्लॉकचेन की स्थिति–** भारत में ब्लॉकचेन तकनीक अब खाद्य सुरक्षा के क्षेत्र में धीरे–धीरे अपनाई जा रही है–

- केरल सरकार ने मसालों की ट्रेसबिलिटी के लिए ब्लॉकचेन प्रणाली शुरू की है, विशेष रूप से ''ब्लैक पेपर'' (काली मिर्च) की पारदर्शी आपूर्ति सुनिश्चित करने हेतु।
- नीति आयोग ने कृषि उत्पादों में ट्रेसबिलिटी के लिए IBM के साथ पायलट प्रोजेक्ट शुरू किया था।

● लाभ–

- लाभ– विवरणी
- पारदर्शिता– हर रिकॉर्ड सभी हितधारकों को दिखता है
- सुरक्षा– डेटा में हेरफेर असंभव
- तेज निर्णय– रीयल टाइम ट्रेसबिलिटी
- उपभोक्ता विश्वास– भरोसेमंद जानकारी उपलब्ध
- नियामक अनुपालन– प्रमाणन और लाइसेंस को स्वचालित रूप से सत्यापित किया जा सकता है।

● चुनौतियाँ–

- तकनीकी जागरूकता की कमी– किसान और छोटे व्यवसायों को तकनीक समझाने और सिखाने में समय लगेगा।
- इंफ्रास्ट्रक्चर– ब्लॉकचेन आधारित नेटवर्क के लिए उच्चस्तरीय IT ढाँचे की आवश्यकता होती है।
- डेटा की सत्यता– ''Garbage In, Garbage Out'' की समस्याः यदि गलत डेटा दर्ज हुआ तो सिस्टम की विश्वसनीयता प्रभावित होगी।
- कानूनी और नीति समर्थन – भारत में अभी तक खाद्य आपूर्ति में ब्लॉकचेन के लिए व्यापक नीतिगत ढाँचा नहीं है।

● भविष्य की संभावनाएँ– ब्लॉकचेन को AI, IOT और बिग डेटा जैसे अन्य डिजिटल टूल्स के साथ एकीकृत कर खाद्य सुरक्षा को और अधिक सशक्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि स्मार्ट सेंसर से तापमान

में बदलाव आता है, तो वह डेटा स्वतः ब्लॉकचेन पर दर्ज हो सकता है और उपभोक्ता को तुरंत अलर्ट मिल सकता है।

WTO और FAO जैसी वैश्विक संस्थाएँ भी ब्लॉकचेन को खाद्य प्रणाली सुधार में अहम मान रही हैं। भारत जैसे विकासशील देशों के लिए यह तकनीक न केवल सुरक्षा, बल्कि वैश्विक प्रतिस्पर्धा के लिए भी आवश्यक हो सकती है।

निष्कर्ष और सुझाव :

भारत जैसे विशाल और विविधता से परिपूर्ण देश में खाद्य सुरक्षा केवल एक स्वास्थ्य मुद्दा नहीं, बल्कि यह सामाजिक, आर्थिक और तकनीकी विकास से भी जुड़ा हुआ विषय है। बढ़ती जनसंख्या, जलवायु परिवर्तन, वैश्वीकरण और खाद्य व्यापार में प्रतिस्पर्धा के कारण यह विषय और अधिक जटिल हो गया है। इन जटिलताओं के समाधान में डिजिटल प्रौद्योगिकियों की भूमिका अब निर्विवाद रूप से महत्वपूर्ण होती जा रही है।

जैसा कि पिछले अध्यायों में चर्चा की गई, भारत में डिजिटल तकनीकोंकृजैसे स्मार्ट सेंसर, ब्लॉकचेन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), IOT और क्लाउड कंप्यूटिंग ने खाद्य सुरक्षा की निगरानी, विश्लेषण, ट्रेसबिलिटी और उपभोक्ता विश्वास को एक नई दिशा दी है। इन तकनीकों के जरिए अब रीयल टाइम में खाद्य गुणवत्ता को ट्रैक किया जा सकता है, जिससे उपभोक्ताओं को मिलावटी या खराब खाद्य पदार्थों से बचाया जा सकता है।

FSSAI द्वारा लागू की गई FOSCOS, RECHT और Eat Right Movement जैसी योजनाओं ने डिजिटल प्लेटफार्मों के जरिए निगरानी और अनुपालन को अधिक पारदर्शी और दक्ष बनाया है। इसके अतिरिक्त निजी क्षेत्र और स्टार्टअप्स ने भी डिजिटल नवाचारों को अपनाकर भारत के खाद्य आपूर्ति तंत्र को अधिक संगठित बनाने में योगदान दिया है।

फिर भी, यह स्वीकार करना आवश्यक है कि भारत में डिजिटल खाद्य सुरक्षा अभी अपने विकास के आरंभिक चरण में है। देश के कुछ हिस्सों में इस तकनीकी क्रांति की पहुँच नहीं हो पाई है। संसाधनों की असमानता, डिजिटल साक्षरता की कमी, और डेटा–सुरक्षा संबंधी चिंताएँ अभी भी बड़ी बाधाएं बनी हुई हैं।

प्रमुख उपलब्धियाँ–

- भारत में खाद्य लाइसेंसिंग एवं निरीक्षण प्रणाली का 100% डिजिटलीकरण।
- स्मार्ट सेंसर आधारित कोल्ड चेन निगरानी कई राज्यों में लागू।
- ब्लॉकचेन तकनीक का मसालों, डेयरी और अनाज की ट्रेसबिलिटी में प्रयोग।
- उपभोक्ताओं के लिए क्यूआर कोड, मोबाइल ऐप और SMS अलर्ट जैसी सुविधाएँ।
- खाद्य निरीक्षकों के लिए मोबाइल–आधारित निरीक्षण प्रणाली का विकास।

प्रमुख चुनौतियाँ–

- डिजिटल साक्षरता की कमी
- अपर्याप्त नेटवर्क और बिजली आपूर्ति
- उच्च लागत।
- डेटा सुरक्षा का अभाव।
- तकनीकी एकरूपता का अभाव

सुझाव–

- नीतिगत समर्थन और वित्तीय सहायता।
- डिजिटल साक्षरता कार्यक्रम।
- स्मार्ट इंटीग्रेटेड प्लेटफॉर्म का विकास

- ब्लॉकचेन का विस्तार
- डेटा सुरक्षा और गोपनीयता कानून
- स्थानीय स्टार्टअप को बढ़ावा

भविष्य की दिशा–

डिजिटल खाद्य सुरक्षा का भविष्य बहुआयामी तकनीकों की एकीकृत प्रणाली पर आधारित होगा। AI, ब्लॉकचेन, सेंसर, GIS और बिग डेटा को मिलाकर एक ऐसा पारदर्शी और बुद्धिमान खाद्य सुरक्षा तंत्र विकसित किया जा सकता है, जिसमें न केवल खाद्य गुणवत्ता की निगरानी संभव हो, बल्कि खाद्य संकट या विषाक्तता की पूर्व चेतावनी प्रणाली भी शामिल हो।

आने वाले वर्षों में यदि भारत इन तकनीकों को सुचारु रूप से अपनाता है, तो वह न केवल घरेलू उपभोक्ताओं को सुरक्षित और गुणवत्तायुक्त खाद्य उपलब्ध करा सकेगा, बल्कि वैश्विक खाद्य निर्यात में भी अपनी हिस्सेदारी बढ़ा सकेगा।

संदर्भ सूची :–

[1] Sharma, P. & Gupta, A, "AI&based Risk Prediction in Food Systems", International Journal of Food Tech, 2022.

[2] FSSAI India, Cloud-enabled Food Traceability System Report, 2021

[3] अन्न सुरक्षा पत्रिका, ''ब्लॉकचेन और खाद्य आपूर्ति'', जून 2022

[4] IBM & Food Trust, Blockchain for Food Safety, 2023

[5] Patel, M., "Traceability Systems in Agri & Supply Chains", Springer India, 2022

[6] IBM Food Trust Case Study, https//www.ibm. m/blockchain/solutions/food trust.

[7] FSSAI, "Honey Adulteration and Blockchain Traceability", 2021

[8] FSSAI Annual Report, 2023

[9] WHO Report on Food Recall] 2022

[10] Sharma, A. & Nair, P., "Smart Contracts in Food Blockchain Systems" IEEE, 2021