



شناسایی نقاط کنترل بحرانی در فرآیند تولید فست فود با استفاده از اصول HACCP

فاطمه زارع باقی آباد^{۱*}، صالح خانی^۲، میترا موبد^۱

۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۲- کارشناس مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۴

تاریخ داوری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۳

کلمات کلیدی:

تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی،

ایمنی مواد غذایی،

صنعت فست فود،

نقاط کنترل بحرانی،

ارزیابی ریسک،

کنترل کیفیت مواد غذایی

DOI: 10.48311/fsct.2026.117680.82935

* مسئول مکاتبات:

این مطالعه با هدف شناسایی و تجزیه و تحلیل نقاط کنترل بحرانی در فرآیند تولید یک رستوران فست فود به منظور ارتقاء مدیریت ایمنی مواد غذایی انجام شد. این تحقیق با نیاز به یک رویکرد پیشگیرانه و سیستماتیک برای جلوگیری از خطرات بالقوه بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی در یک محیط خدمات غذایی با حجم بالا انجام شد. روش شناسی یک مطالعه موردی توصیفی-تحلیلی بود که در رستوران فست فود "کرنوپچ یزد" انجام شد. چارچوب تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی به کار گرفته شد که شامل مشاهده مستقیم، ترسیم نمودار جریان فرآیند، تجزیه و تحلیل خطر و استفاده از درخت تصمیم گیری برای تعیین نقاط کنترل بحرانی بود. از امتیازدهی عدد اولویت ریسک برای اولویت بندی خطرات شناسایی شده استفاده شد. این تجزیه و تحلیل هشت نقطه کنترل بحرانی را در زنجیره تولید شناسایی کرد. نقاط کنترل بحرانی کلیدی شامل شستشو و ضدعفونی مناسب مواد اولیه و ظروف، آلودگی ناشی از قطعات فلزی تجهیزات یا شیشه های شکسته، وجود باقیمانده آنتی بیوتیک در گوشت و بازرسی نهایی غذای آماده برای آلاینده های فیزیکی مانند مو یا مواد بسته بندی بود. این مطالعه نتیجه گیری کرد که کاربرد سیستماتیک اصول HACCP برای شناسایی و کنترل نقاط بحرانی در تولید فست فود حیاتی است. این یافته ها یک چارچوب عملی برای موسسات مشابه فراهم می کند تا پروتکل های ایمنی مواد غذایی خود را بهبود بخشند، اعتماد مصرف کننده را افزایش دهند و از خطرات سلامتی جلوگیری کنند. تحقیقات آینده باید بر ارزیابی کمی اثربخشی اجرای HACCP در مدل های مختلف فست فود تمرکز کنند.

۱-مقدمه

گسترش جهانی صنعت فست فود، الگوهای مصرف مدرن غذا را به طور قابل توجهی تغییر داده و نگرانی‌های فزاینده‌ای را در مورد ایمنی مواد غذایی و سلامت عمومی به همراه داشته است. ماهیت پرحجم و سریع عملیات فست فود، که با جابجایی گسترده مواد اولیه و فرآیندهای پیچیده آماده‌سازی مشخص می‌شود، نقاط متعددی را ایجاد می‌کند که در آنها خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی می‌توانند ایجاد شوند [۱]. شکست در پروتکل‌های ایمنی مواد غذایی در این بخش می‌تواند منجر به بیماری‌های ناشی از غذا شود که منجر به عواقب شدید سلامتی برای مصرف‌کنندگان، ضررهای اقتصادی برای مشاغل و از بین رفتن اعتماد به برند می‌شود. در عصر افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، ایجاد سیستم‌های مدیریت ایمنی مواد غذایی قوی و پیشگیرانه از یک روش داوطلبانه به یک ضرورت عملیاتی حیاتی برای تضمین رفاه عمومی و حفظ حیات تجاری در چشم‌انداز رقابتی خدمات غذایی تبدیل شده است.

یک چارچوب محوری برای پرداختن به این چالش‌ها، سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی^۱ است. HACCP یک رویکرد پیشگیرانه، سیستماتیک و مبتنی بر علم است که برای شناسایی، ارزیابی و کنترل خطراتی که برای ایمنی مواد غذایی مهم هستند، طراحی شده است [۲]. اگرچه مطالعاتی مانند پژوهش [۳] نشان می‌دهند که کاربرد خوب HACCP در رستوران‌های فست فود حفظ شده است، اما همین مطالعه همچنین اشاره می‌کند که این سیستم ممکن است از دیدگاه برخی فاقد اهمیت تلقی شود که این خود بر نیاز به ترویج و نشان دادن مزایای ملموس آن تأکید دارد. برخلاف آزمایش سنتی محصول نهایی، HACCP بر پیشگیری تأکید دارد و تلاش‌های کنترلی را بر نقاط خاصی در فرآیند تولید متمرکز می‌کند که در آن‌ها می‌توان از خطرات بالقوه جلوگیری، حذف یا به سطوح قابل قبول کاهش داد.

این سیستم بر اساس هفت اصل اساسی ساخته شده است که با تجزیه و تحلیل خطر شروع می‌شود و با ایجاد رویه‌ها و مستندات تأیید به اوج خود می‌رسد. همانطور که [۴] توضیح می‌دهند، کاربرد آن به طور چشمگیری نتایج ایمنی مواد غذایی را بهبود می‌بخشد. اثربخشی HACCP در کاهش خطرات میکروبی و افزایش کنترل کیفیت در بخش‌های مختلف صنایع غذایی مستند شده است و آن را به یک استاندارد شناخته شده جهانی تبدیل می‌کند که اغلب در طرح‌های صدور گواهینامه گسترده‌تر مانند ISO 22000 ادغام می‌شود.

اجرای موفقیت‌آمیز یک طرح HACCP به شناسایی دقیق نقاط کنترل بحرانی^۲ بستگی دارد. CCP به عنوان مرحله‌ای تعریف می‌شود که در آن می‌توان کنترل را اعمال کرد و برای جلوگیری یا حذف یک خطر ایمنی مواد غذایی یا کاهش آن به سطح قابل قبول ضروری است [۲]. اینها صرفاً نقاط کنترل مهم نیستند، بلکه موانع نهایی در برابر خطرات غیرقابل قبول سلامتی هستند. شناسایی یک CCP واقعی نیازمند تجزیه و تحلیل دقیقی است که اغلب توسط ابزارهایی مانند درخت‌های تصمیم‌گیری تسهیل می‌شود. کنترل در این نقاط باید قابل اندازه‌گیری باشد، با محدودیت‌های بحرانی تعیین‌شده برای پارامترهایی مانند زمان و دما، و باید توسط نظارت قوی و رویه‌های اقدام اصلاحی پشتیبانی شود. دقتی که با آن CCP شناسایی و مدیریت می‌شوند، مستقیماً اثربخشی کل سیستم HACCP را در حفاظت از محصول نهایی تعیین می‌کند.

مطالعات متعددی به بررسی کاربرد سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی (HACCP) در صنایع غذایی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، مطالعه‌ای درباره اجرای HACCP در تولید ماست نشان داد که این سیستم به عنوان یک رویکرد علمی و نظام‌مند می‌تواند با شناسایی خطرات بالقوه در مراحل مختلف تولید و تعیین نقاط کنترل بحرانی، ایمنی

1- Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)

2 -Critical control Points (CCP)

محصول نهایی را تضمین کند. در این تحقیق، مراحل دریافت شیر خام، پاستوریزاسیون، بسته‌بندی و نگهداری به عنوان نقاطی با بیشترین احتمال آلودگی شناسایی شده و به عنوان نقاط کنترل بحرانی در نظر گرفته شدند. نتایج این مطالعه تأکید کرد که اجرای مؤثر HACCP و پایش مستمر این نقاط می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از آلودگی و ارتقای ایمنی محصولات لبنی داشته باشد [۵]. در مطالعه دیگری، امکان استفاده از روش تحلیل حالات خرابی و اثرات آن به عنوان ابزاری مکمل برای تقویت سیستم HACCP در یک واحد صنایع غذایی در لهستان بررسی شد. در این پژوهش، فرایند تولید کنسرو گوشت در شیشه به عنوان مورد مطالعه انتخاب گردید و داده‌ها از طریق مصاحبه با کارکنان، تحلیل جریان ارزش و بررسی گزارش‌های عدم انطباق جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که در فرایند تولید، عدم انطباق‌هایی با درجات مختلف تأثیر بر کیفیت محصول و روند تولید وجود دارد. یافته‌های این تحقیق بیانگر آن است که کاربرد سیستم HACCP می‌تواند به بهبود مدیریت ریسک، کنترل کیفیت و ارتقای ایمنی در تولید مواد غذایی منجر شود و مزایای قابل توجهی برای صنایع غذایی در کشورهای مختلف به همراه داشته باشد [۶]. همچنین، در یک مطالعه موردی در یک شرکت تولید کیک در داکا، بنگلادش، فرآیند توسعه و اجرای سیستم مدیریت HACCP مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، تمامی مراحل تولید از نظر خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی تحلیل شد و بر اساس الزامات قانونی، یک برنامه جامع HACCP طراحی گردید. برای کاهش برخی خطرات پیش از شروع تولید، برنامه‌های پیش‌نیاز نیز تدوین شد که به ساده‌سازی اجرای طرح HACCP کمک کرد. نتایج نشان داد که در طول فرایند تولید یک نقطه کنترل بحرانی (CCP) و دو برنامه پیش‌نیاز عملیاتی شناسایی شد. این مطالعه نشان داد که اجرای سیستم HACCP می‌تواند به مهندسان فرایند و متخصصان کنترل کیفیت در طراحی اقدامات کنترلی مؤثر و بهبود ایمنی محصولات غذایی کمک کند [۷].

با وجود اثبات اثرگذاری سیستم HACCP، پژوهش‌های اندکی به بررسی اجرای واقعی آن در واحدهای کوچک و متوسط فست‌فود، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. ادبیات موجود اغلب بر صنایع تولید مواد غذایی در مقیاس بزرگ یا صنایع صادرات محور تمرکز دارد [۸]. در حالی که مطالعات در مورد اجرای عملی و گام به گام آن در رستوران‌های فست فود محلی همچنان کمیاب است. این کمبود مطالعات کاربردی سبب شده است که درک دقیقی از چگونگی اجرای مؤثر HACCP در محیط‌های کوچک سرو غذا، شامل چالش‌ها، خطاهای رایج و نقاط کنترل بحرانی واقعی، وجود نداشته باشد. نتایج برخی مطالعات موردی، از جمله بررسی انجام‌شده در رستوران هتل آرجونا رستو چاکرا، نشان داده‌اند که اجرای مؤثر HACCP در این واحدها با چالش‌های عملی متعددی مواجه است [۹]. یک مطالعه جدیدتر نیز به‌طور تجربی این چالش‌ها شامل کمبود نیروی آموزش‌دیده، پیچیدگی اسناد و درک ناکافی فرآیندهای تحلیلی را تأیید کرده است [۱۰]. این شکاف نشان‌دهنده نیاز به تحقیقات هدفمند و موردی است که فرآیند شناسایی CCP را در یک محیط فست فود در دنیای واقعی نشان می‌دهد و یک مدل ملموس برای مشاغل مشابه ارائه می‌دهد.

این مطالعه با هدف شناسایی نقاط کنترل بحرانی (CCP) در فرآیند تولید یک رستوران فست‌فود در یزد و تحلیل خطرات اصلی در هر مرحله انجام شده است. سوالات تحقیقاتی که این بررسی را هدایت می‌کنند عبارتند از: (۱) خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی قابل توجه در هر مرحله از فرآیند تولید فست فود چیست؟ و (۲) کدام یک از این مراحل فرآیند، نقاط کنترل بحرانی واقعی را تشکیل می‌دهند؟ این تحقیق از یک روش مطالعه موردی توصیفی-تحلیلی استفاده می‌کند که از مشاهده مستقیم، نمودار جریان فرآیند، تجزیه و تحلیل خطر و درخت تصمیم برای شناسایی سیستماتیک نقاط کنترل بحرانی استفاده می‌کند. بخش‌های بعدی این مقاله به تفصیل این رویکرد روش‌شناختی را شرح می‌دهد، یافته‌های تجزیه و تحلیل خطر و شناسایی نقاط

زمینه‌ای این چارچوب و انتقال آن از یک استاندارد عمومی به یک برنامه‌ی متناسب و قابل اجرا است. با انجام این کار، این مطالعه در پی آن است که به درک نظری چگونگی تبدیل مؤثر تفکر سیستمی و اصول پیشگیرانه به عملکرد مدیریتی در چارچوب محدودیت‌های خاص لجستیکی و منابع یک عملیات فست فود کمک کند.

چندین مفهوم اساسی در این تحقیق نقش اساسی دارند. اول مفهوم خطر است که به عنوان یک عامل بیولوژیکی، شیمیایی یا فیزیکی در غذا یا در شرایط آن تعریف می‌شود که پتانسیل ایجاد اثرات نامطلوب بر سلامتی را دارد [۲]. ادبیات نظری بین شناسایی تمام خطرات بالقوه و تعیین بعدی که به اندازه کافی قابل توجه هستند و نیاز به کنترل دارند، تمایز قائل می‌شود. دوم نقطه کنترل بحرانی، مرحله‌ای است که در آن می‌توان کنترل را اعمال کرد و برای جلوگیری یا حذف یک خطر ایمنی مواد غذایی یا کاهش آن به سطح قابل قبول ضروری است. شناسایی دقیق یک CCP، برخلاف یک نقطه کنترل صرف، یک تمرین نظری اصلی است که اغلب توسط یک درخت تصمیم‌گیری تسهیل می‌شود، یک توالی منطقی از سؤالات برای تعیین اینکه آیا یک مرحله یک CCP است یا خیر [۴]. این مفاهیم واژگان اساسی فرآیند تحلیلی را تشکیل می‌دهند.

بنیاد نظری این تحقیق بر اساس سیستم HACCP بنا شده است و توسط پیش‌نیاز ارزیابی ریسک پشتیبانی می‌شود. سیستم HACCP خود یک مدل جامع است که بر کنترل پیشگیرانه و پیشگیرانه به جای بازرسی محصول نهایی مبتنی است. اصول کلیدی آن شامل انجام تجزیه و تحلیل خطر، تعیین CCP ها، ایجاد محدودیت‌های بحرانی، رویه‌های نظارت، اقدامات اصلاحی، تأیید و مستندسازی، یک مدل متوالی برای ایجاد یک پروتکل ایمنی مواد غذایی ارائه می‌دهد [۲]. مکمل این مدل، مدل ارزیابی ریسک است که زیربنای کمی یا کیفی تجزیه و تحلیل خطر را فراهم می‌کند.

کنترل بحرانی را ارائه می‌دهد و پیامدهای عملی برای بهبود مدیریت ایمنی مواد غذایی در صنعت فست فود را مورد بحث قرار می‌دهد و در نهایت توصیه‌هایی برای تحقیقات و پیاده‌سازی‌های آینده ارائه می‌دهد.

۲- چارچوب نظری

این تحقیق در حوزه حیاتی مدیریت ایمنی مواد غذایی قرار دارد و به طور خاص به بررسی کاربرد سیستم‌های کنترل سیستماتیک و پیشگیرانه در صنعت فست فود می‌پردازد. دامنه این تحقیق توسط فرآیندهای عملیاتی یک رستوران فست فود، از دریافت مواد اولیه تا سرو نهایی وعده‌های غذایی به مشتریان، تعریف می‌شود. اهمیت این موضوع با چالش جهانی مداوم بیماری‌های ناشی از غذا و آسیب‌پذیری‌های منحصر به فرد بخش فست فود، که در آن توان عملیاتی بالا، آماده‌سازی پیچیده و فشارهای زمانی می‌تواند اقدامات بهداشتی سنتی و واکنشی را به خطر بیندازد، برجسته می‌شود [۱]. اهمیت نظری در پر کردن شکاف بین اصول ایمنی مواد غذایی تثبیت شده و اجرای عملی و زمینه‌ای آنها در شرکت‌های خدمات غذایی کوچک تا متوسط است، که اغلب در مقایسه با تولید در مقیاس بزرگ، در ادبیات دانشگاهی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند [۱۱]. بنابراین، این مطالعه با بررسی چگونگی عملیاتی کردن مدل‌های نظری کنترل خطر در یک محیط پرخطر در دنیای واقعی، به یک حوزه مفهومی حیاتی می‌پردازد. هدف نظری اصلی این مطالعه، ساخت یک مدل مفهومی برای شناسایی و کنترل خطرات با استفاده از چارچوب بین‌المللی شناخته‌شده تحلیل خطرات و نقاط کنترل بحرانی (HACCP) است. این تحقیق صرفاً توصیفی نیست، بلکه هدف آن نشان دادن فرآیند تحلیلی تجزیه یک سیستم پیچیده‌ی تولید مواد غذایی به مراحل تشکیل‌دهنده‌اش برای ارزیابی سیستماتیک ریسک است. چارچوب نظری راهنما، سیستم HACCP کدکس آلیمنتاریوس است که یک رویکرد ساختاریافته و هفت‌اصلی برای تضمین ایمنی مواد غذایی ارائه می‌دهد [۲]. سهم بالقوه این مطالعه، پیشرفت دانش در مورد تطبیق

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- طراحی و روش‌شناسی تحقیق

این مطالعه از یک طرح مطالعه موردی توصیفی-تحلیلی برای بررسی فرآیندهای تولید غذا در یک رستوران فست فود واحد و فعال استفاده کرد. این تحقیق در یک محیط میدانی واقعی - فست فود "کرنویچ یزد" - انجام شد تا اعتبار اکولوژیکی یافته‌ها تضمین شود. انتخاب این رستوران به‌عنوان نمونه موردی بر چند مبنای صورت گرفت: نخست، این رستوران یکی از واحدهای فست‌فود فعال با حجم بالای فروش و تنوع منوی نسبتاً گسترده در شهر یزد است که شامل فرآیندهای اصلی آماده‌سازی، پخت و نگهداری مواد غذایی می‌شود. دوم، مدیریت مجموعه همکاری لازم برای بررسی میدانی کامل فرآیندهای تولید و اجرای اصول HACCP را ارائه داد، که امکان دسترسی مستقیم به داده‌های واقعی را فراهم ساخت. سوم، شرایط عملیاتی این واحد (از منظر اندازه، تجهیزات، و نیروی انسانی) نماینده رایج‌ترین ساختار فست‌فودهای کوچک تا متوسط در ایران بوده و نتایج مطالعه را از نظر کاربردی برای سایر کسب‌وکارهای مشابه قابل تعمیم می‌کند.

رویکرد کلی برای جمع‌آوری داده‌ها کیفی و مشاهده‌ای بود که توسط چارچوب ساختاریافته و هفت اصل سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی [۲] هدایت می‌شد. روش‌شناسی تحلیلی شامل تجزیه و تحلیل سیستماتیک خطر و استفاده از یک درخت تصمیم‌گیری استاندارد برای تبدیل داده‌های مشاهده‌ای به نقاط کنترل بحرانی (CCP) شناسایی شده بود. این طرح برای ارائه درک دقیق و متناسب با شرایط از خطرات ایمنی مواد غذایی، مطابق با هدف مطالعه برای توسعه یک مدل مبتنی بر HACCP متناسب و کاربردی، انتخاب شد.

۳-۲- نمونه و مواد مطالعه

در این مطالعه، این مدل از طریق عدد اولویت ریسک^۳ مشتق شده از تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکست^۴ عملیاتی می‌شود، مدلی که ریسک را با ارزیابی شدت، وقوع و تشخیص شکست‌های بالقوه محاسبه می‌کند. این ادغام امکان اولویت‌بندی عینی‌تر خطرات را در طول تجزیه و تحلیل HACCP فراهم می‌کند.

ارتباط متقابل بین این مفاهیم و نظریه‌ها، پایه‌ای منسجم و قوی برای این تحقیق ایجاد می‌کند. چارچوب جامع HACCP نقشه راه ساختاری را ارائه می‌دهد، در حالی که مفاهیم خاص خطرات و CCPها، گره‌های حیاتی تجزیه و تحلیل را در آن ساختار نشان می‌دهند. مدل ارزیابی ریسک، که با RPN نشان داده شده است، مستقیماً مرحله "تجزیه و تحلیل خطر" HACCP را آگاه می‌کند و آن را از یک فهرست ذهنی به یک ارزیابی اولویت‌بندی شده بر اساس شدت، وقوع و تشخیص منتقل می‌کند. سپس درخت تصمیم‌گیری به عنوان ابزاری منطقی عمل می‌کند که از خروجی ارزیابی ریسک برای طبقه‌بندی قطعی یک مرحله فرآیند به عنوان یک CCP یا غیر CCP استفاده می‌کند. بنابراین، این عناصر جدا از هم نیستند؛ آنها از نظر عملکردی یکپارچه هستند، جایی که ارزیابی ریسک مشکل را کمی می‌کند، اصول HACCP پاسخ سیستماتیک را هدایت می‌کند و درخت تصمیم‌گیری منطق حیاتی را برای تعیین دقیق محل کنترل مطلق ارائه می‌دهد. این هم‌افزایی، یک دیدگاه نظری جامع ارائه می‌دهد که از طریق آن می‌توان ایمنی یک سیستم تولید مواد غذایی را به طور دقیق بررسی و تقویت کرد. با این حال، همانطور که مطالعات میدانی در صنعت هتلداری عربستان سعودی نشان داده است، درک و اهمیت‌دهی به سیستم HACCP حتی در بین رستوران‌های زنجیره‌ای بین‌المللی فست فود می‌تواند متفاوت باشد [۳] که لزوم در نظر گرفتن عوامل انسانی و سازمانی را در کنار چارچوب‌های فنی برجسته می‌سازد.

4 -Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

3- Risk Priority Number (RPN)

(اثر یا احتمال کم) و عدد ۵ نشان‌دهنده بالاترین سطح اهمیت یا احتمال است. از هیچ تجهیزات آزمایشگاهی تخصصی استفاده نشد؛ جمع‌آوری داده‌ها بر مشاهده مستقیم، نظارت بر فرآیند و کاربرد سیستماتیک این ابزارهای تحلیلی ساختاریافته در فرآیندهای مشاهده‌شده متکی بود.

۳-۴- روش‌های جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها به صورت متوالی انجام شد و با ایجاد یک نمودار جریان فرآیند دقیق برای هر دسته اصلی محصول (به عنوان مثال، پیتزا، مرغ سوخاری) شروع شد. سپس محققان مشاهدات مستقیمی از تمام مراحل عملیاتی، از دریافت و ذخیره‌سازی مواد گرفته تا آماده‌سازی، پخت، نگهداری و سرویس‌دهی انجام دادند. در طول مشاهده، خطرات بالقوه بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی شناسایی و در چک لیست‌ها ثبت شدند. برای تعیین اولویت خطرات، از ماتریس RPN ($RPN = S \times O \times D$) با مقیاس پنج‌درجه‌ای برای شاخص‌های S، O و D استفاده شد. آستانه RPN برابر با ۱۵ در نظر گرفته شد. انتخاب این مقدار بر اساس منطق مقیاس پنج‌درجه‌ای و با هدف اتخاذ رویکردی محافظه‌کارانه صورت گرفت؛ به گونه‌ای که حتی خطرات با میزان وقوع یا شدت متوسط نیز برای بررسی بیشتر و ورود به مرحله تحلیل درخت تصمیم در نظر گرفته شوند. این روش، روشی سیستماتیک و قابل تکرار را برای حرکت از مشاهده به شناسایی نقاط بحرانی تضمین می‌کرد.

۳-۵- محدودیت‌های روش‌شناسی

اگرچه رویکرد پیشنهادی، امکان شناسایی و اولویت‌بندی سیستماتیک خطرات را فراهم می‌کند، نتایج این مطالعه دارای چند محدودیت روش‌شناختی است. نخست، امتیازدهی شاخص‌های شدت، وقوع و تشخیص بر مبنای قضاوت خبرگان انجام شده است و بنابراین احتمال وجود سوگیری یا عدم قطعیت در نظرات وجود دارد. دوم، دامنه مطالعه به یک واحد تولیدی محدود می‌شود؛ از این رو تعمیم‌پذیری نتایج به سایر خطوط تولید یا صنایع غذایی مشابه ممکن

موضوع این مطالعه موردی، کل سیستم تولید مواد غذایی رستوران فست فود "کرنوپیچ یزد" بود. برای انتخاب این واحد خاص، به دلیل ویژگی‌های عملیاتی آن که نمایانگر یک فست فود متوسط معمولی است، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. علاوه بر این، سازماندهی فضای فیزیکی و طرح‌بندی مناطق عملکردی این رستوران نیز با توجه به مطالعات معاصر در زمینه الزامات HACCP برای محیط‌های رستورانی [۱۲] مورد توجه قرار گرفت تا امکان ارزیابی دقیق‌تری از جریان مواد و خطرات بالقوه آلودگی متقاطع فراهم شود. محصولات مورد بررسی شامل طیف کاملی از اقلام منوی رستوران، از جمله پیتزا، غذاهای سرخ‌شده (سوخاری)، استیک، پاستا و ساندویچ بود. این تجزیه و تحلیل شامل تمام مواد اولیه مرتبط، مواد تشکیل‌دهنده و محصولات نیمه‌تمام مورد استفاده در تهیه آنها بود. ویژگی‌های کلیدی این مواد، مانند مبدا تأمین‌کننده آنها، شرایط نگهداری (مثلاً نگهداری در یخچال یا خشک) و الزامات آماده‌سازی، به عنوان متغیرهای ذاتی مؤثر بر تجزیه و تحلیل خطر ثبت شدند.

۳-۳- ابزار و وسایل جمع‌آوری داده‌ها

ابزار اصلی برای جمع‌آوری داده‌ها، یک پروتکل مشاهده ساختاریافته مبتنی بر اصول HACCP بود که شامل چک‌لیست‌های سفارشی برای ممیزی بهداشت و فرآیند بود. ابزار اصلی تحلیلی، درخت تصمیم‌گیری برای شناسایی CCP بود. برای مؤلفه ارزیابی ریسک، از ماتریس شماره اولویت ریسک (RPN) به عنوان ابزاری کمی برای اولویت‌بندی خطرات شناسایی‌شده استفاده شد. این ماتریس با مقیاس‌های ترتیبی از پیش تعریف‌شده (۱ تا ۵) برای امتیازدهی شدت (S)، وقوع (O) و تشخیص (D) هر حالت خرابی بالقوه طراحی شد. هر سه شاخص شامل شدت اثر بالقوه خطر بر ایمنی مواد غذایی، وقوع یعنی احتمال بروز آن خطر در فرآیند و تشخیص یعنی احتمال شناسایی خطر قبل از رسیدن به مصرف‌کننده، در مقیاس ترتیبی ۱ تا ۵ امتیازدهی شدند. در این مقیاس، عدد ۱ بیانگر سطح پایین

کمی RPN برای اولویت‌بندی و به دنبال آن فیلتر منطقی و دودویی درخت تصمیم‌گیری تجزیه و تحلیل شدند. این فرآیند منسجم از نمودار جریان گرفته تا شناسایی خطر، اولویت‌بندی ریسک و تعیین نهایی CCP برای پرداختن دقیق به سوالات تحقیقاتی مربوط به خطرات خاص و نقاط کنترل بحرانی در فرآیند تولید فست فود اجرا شد و یک پروتکل واضح و قابل تکرار برای تحقیقات مشابه ارائه داد.

۴-مدل پیاده‌سازی و تحلیل ریسک

پیاده‌سازی سیستم HACCP در این مطالعه، متشکل از پنج مرحله متوالی و سیستماتیک بود که در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است. این مراحل به شرح زیر اجرا شدند:

است محدود باشد. سوم، مقادیر RPN صرفاً نشان‌دهنده اولویت نسبی خطرات هستند و به‌طور مستقیم شدت پیامد واقعی را پیش‌بینی نمی‌کنند. بنابراین توصیه می‌شود مطالعات آینده از نمونه‌های گسترده‌تر، شاخص‌های تکمیلی یا روش‌های چندمعیاره برای افزایش قابلیت تعمیم و دقت ارزیابی ریسک استفاده کنند.

به طور خلاصه، رویکرد روش‌شناختی، یک طرح مطالعه موردی را با چارچوب تحلیلی ساختاریافته HACCP ادغام کرد. سیستم تولید رستوران به عنوان مورد محدود عمل کرد که از آن داده‌های مربوط به فرایندها و خطرات از طریق مشاهده مستقیم و چک لیست‌ها جمع‌آوری شد. سپس این داده‌های کیفی به طور سیستماتیک با استفاده از امتیازدهی

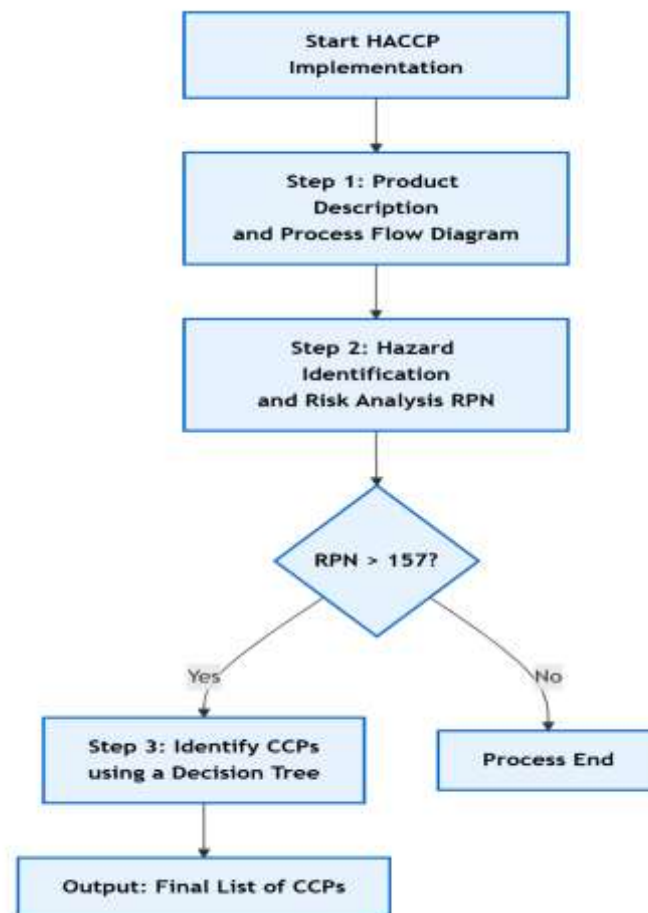


Figure 1: Steps in implementing the HACCP system in the present study

۴-۱- مرحله ۱: توصیف محصول و ترسیم نمودار جریان در گام اول، مشخصات کامل هر یک از محصولات اصلی (پیتزا، سوخاری، استیک، پاستا و ساندویچ) در قالب جدول فرآیند

توصیف محصول (جدول ۱) ثبت گردید. این جداول شامل ترکیبات، مشخصات حسی، شرایط نگهداری و نوع بسته‌بندی بودند.

Table 1: Description of Krono Pich products

Item	Ingredients	Key Characteristics	Consumption Method	Packaging Type	Shelf Life and Storage	Distribution and Sales
Types of Pizza	Pizza dough, pizza cheese, main toppings	Good taste, crispiness of pizza, cheese elasticity, proper baking	Ready-to-eat for the customers	Pizza box	To be consumed on the same day	At the fast-food restaurant, takeaway, delivery
Types of Fried Chicken	Chicken, special flour, frying oil	Crispiness, flakiness, proper cooking	Ready-to-eat for the customers	Special box and paper bag	To be consumed on the same day	At the fast-food restaurant, takeaway, delivery
Types of Steak	Beef, vegetables, mushroom sauce	Good taste, proper cooking, freshness	Ready-to-eat for the customers	Plastic containers, paper bag	To be consumed on the same day	At the fast-food restaurant, takeaway, delivery
Types of pasta	Macaroni, milk, cream, mushrooms, chicken or beef	Good taste, freshness of ingredients	Ready-to-eat for the customers	Plastic containers, heat-resistant up to 120°C	To be consumed on the same day	At the fast-food restaurant, takeaway, delivery
Types of Sandwiches	Baguette bread, lettuce, tomato, main fillings	Freshness	Ready-to-eat for the customers	Sandwich paper, box	To be consumed on the same day	At the fast-food restaurant, takeaway, delivery

از دریافت مواد اولیه تا سرو به مشتری را به طور شماتیک و

دقیق نشان دادند (شکل ۲ تا شکل ۶).

بلافاصله پس از آن، نمودار جریان فرآیند^۱ برای هر محصول به طور جداگانه ترسیم شد. این نمودارها کلیه مراحل تولید،

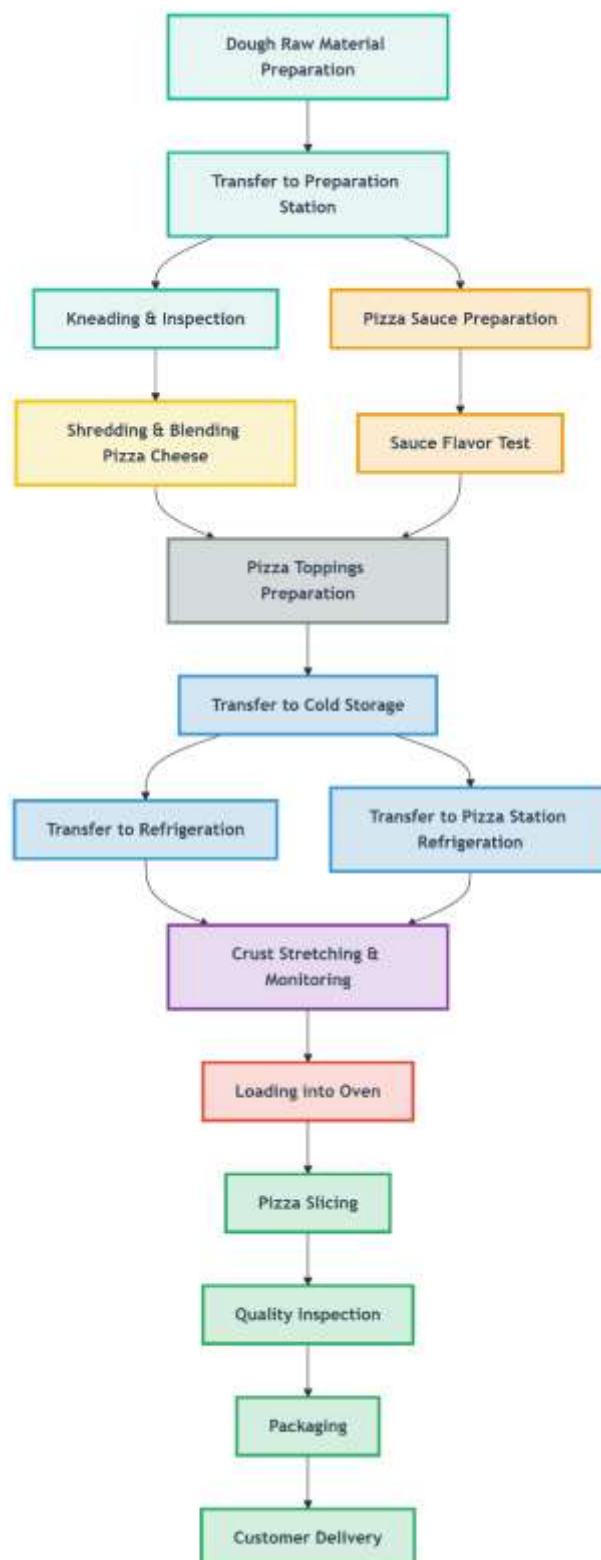


Figure 2: Pizza process flow chart

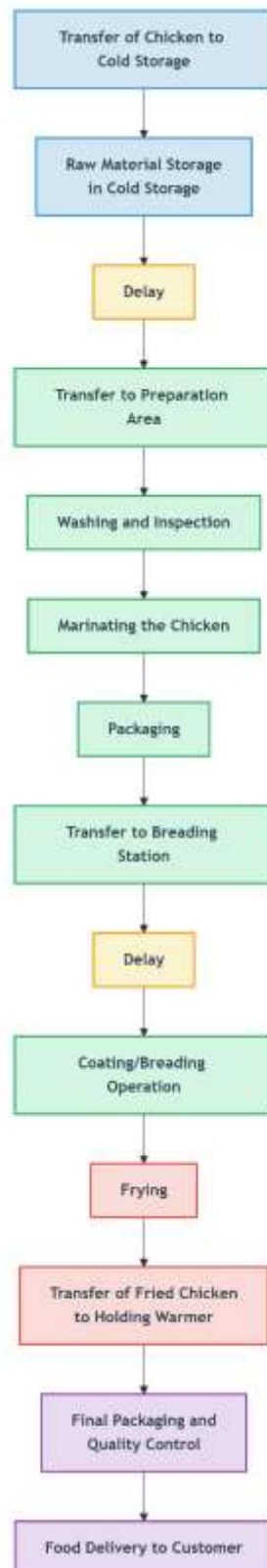


Figure 3: Breeding process flow chart

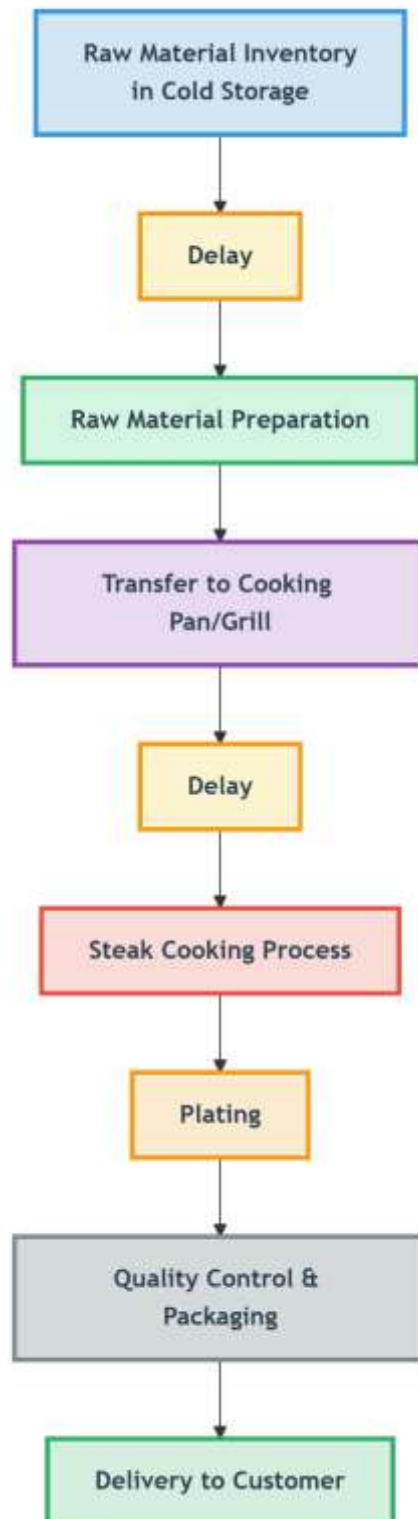


Figure 4: Steak process flow chart

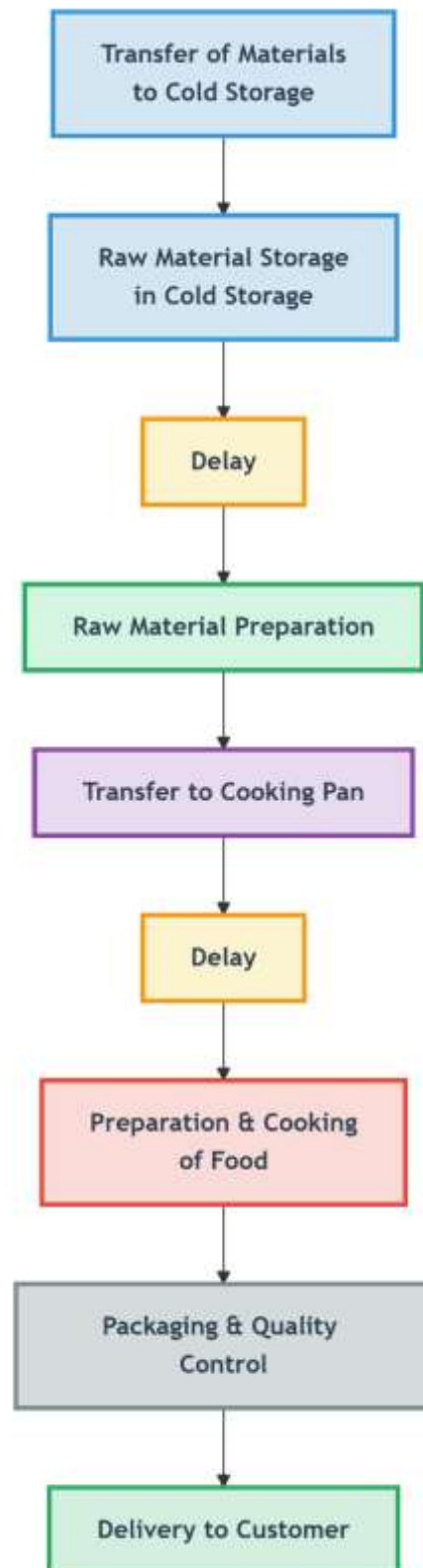


Figure 5: Pasta process flow chart

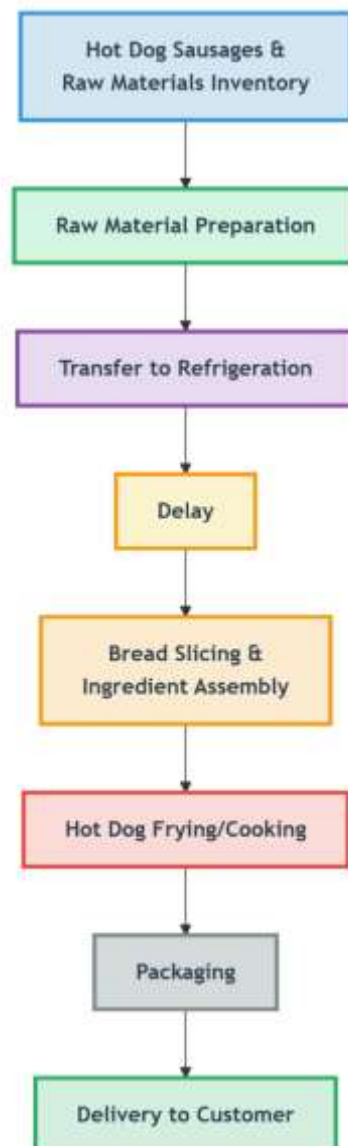


Figure 6: Sandwich process flow chart

۲-۴- مرحله ۲: شناسایی خطرات و تحلیل ریسک^۱

در این مرحله، با پایش میدانی و تطبیق با نمودارهای جریان، کلیه خطرات بالقوه (بیولوژیک، شیمیایی و فیزیکی) در هر مرحله شناسایی شد. برای اولویت‌بندی علمی این خطرات،

از روش عدد اولویت ریسک^۲ استفاده گردید. امتیازدهی بر اساس سه شاخص شدت^۳ (S)، احتمال وقوع^۴ (O) و قابلیت کشف^۵ (D) انجام و خطراتی که RPN آن‌ها از آستانه ۱۵ بالاتر بود، به عنوان خطرات معنی‌دار (با اولویت بالا) انتخاب شدند (جدول ۲).

4- Occurrence

5 -Detection

1- Hazard Analysis

2 -Risk Priority Number

3 -Severity

**Table 2: Identified hazards and associated risk scores
FMEA hazards**

	O	S	D	RPN
Food contamination with Hepatitis A virus due to improper handwashing practices by staff	2	5	4	40
Contamination in bread and vegetables caused by mold growth and expired shelf life	3	4	2	24
Contamination in raw meat due to the presence of parasites	2	5	4	40
Contamination in vegetables caused by residual pesticide chemicals	2	5	4	40
Contamination in vegetables due to the presence of heavy metals	2	5	4	40
Contamination in meat caused by antibiotic residues	2	5	4	40
Contamination in semi-processed materials due to small metallic fragments from kitchen equipment	2	4	4	32
Contamination in semi-processed materials due to broken glass pieces from containers	2	4	4	32
Contamination in ready-to-eat food caused by fragments of packaging materials	2	4	3	24
Contamination in ready-to-eat food due to the presence of hair	2	4	3	24

اولیه با درخت تصمیم سه سوالی (شکل ۷) و خطرات مرتبط
با مراحل فرآوری و تولید با درخت تصمیم پنج سوالی (شکل
۸) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳-۴- مرحله ۳: شناسایی نقاط کنترل بحرانی

برای تعیین دقیق نقاط کنترل بحرانی، از دو درخت
تصمیم‌گیری استاندارد استفاده شد. خطرات مربوط به مواد

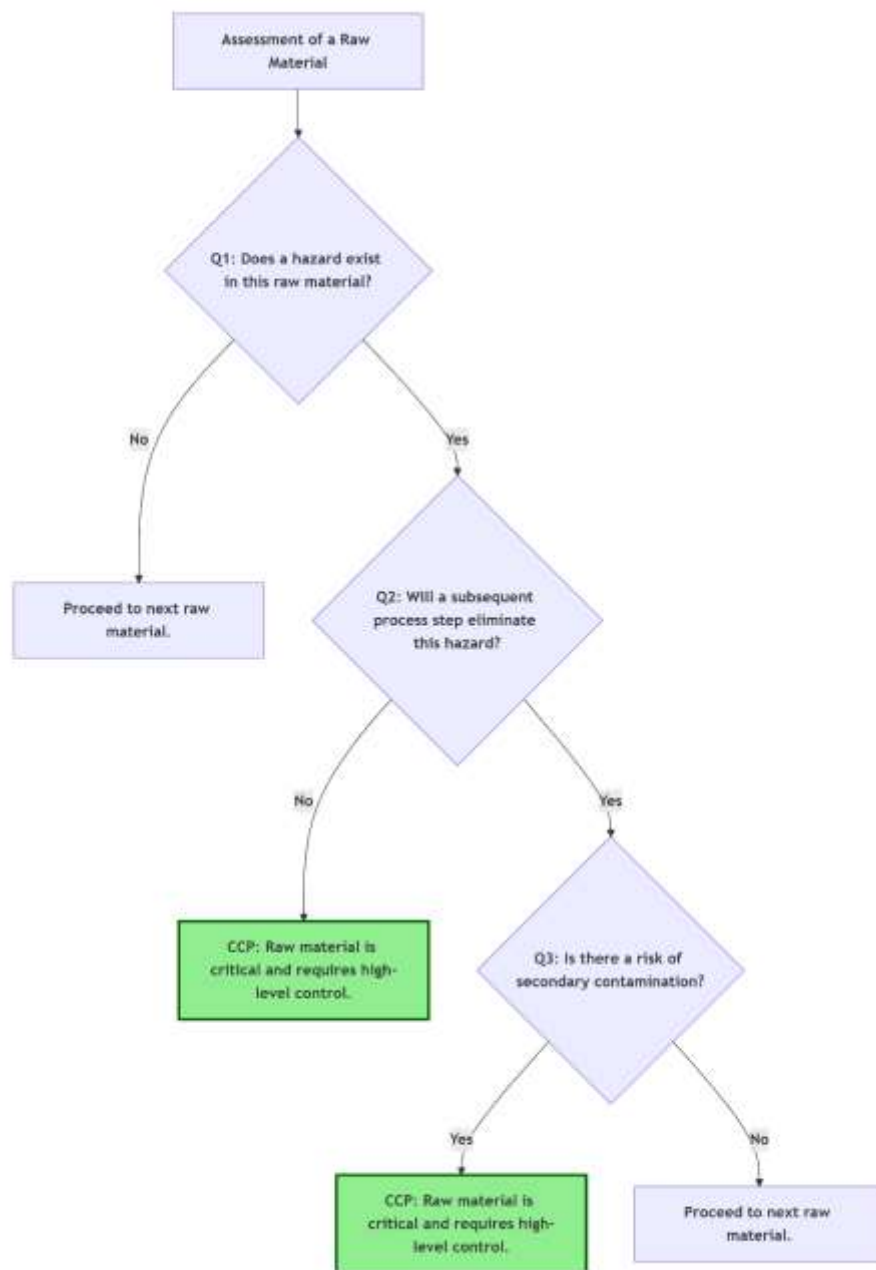


Figure 7: Three-question decision tree for raw materials [2]

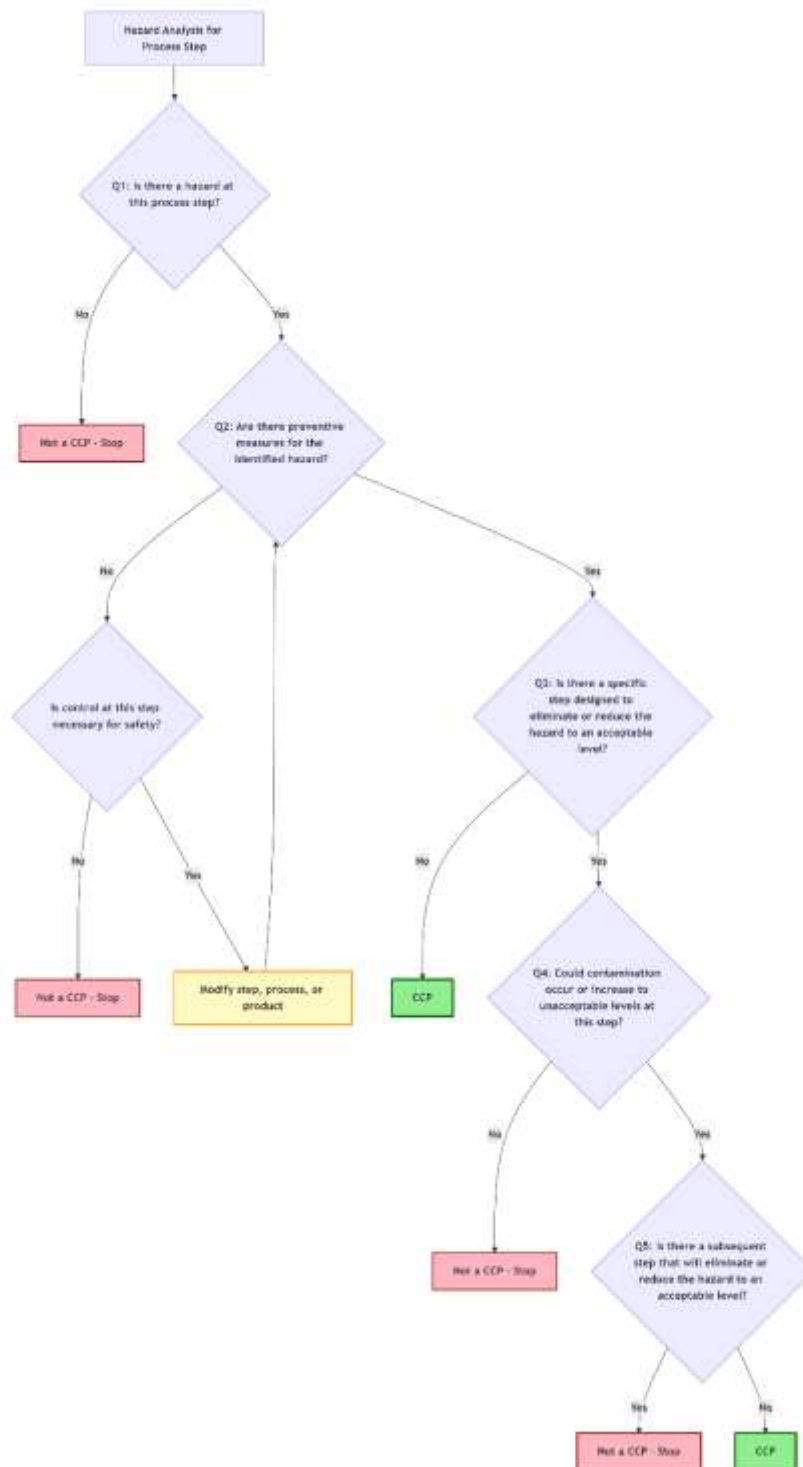


Figure 8: Five-question decision tree for processing and production stages [2]

خروجی این مرحله، لیست نهایی نقاطی بود که کنترل در آن‌ها برای حذف یا کاهش خطر به سطح قابل قبول، ضروری و حیاتی تشخیص داده شد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

Table 3: List of Critical Control Points (CCPs) identified in the production process

ID	Critical Control Point (CCP)	Hazard type
1	Contamination of preparation materials due to improper cleaning and washing practices	Chemical / Biological
2	Contamination of raw and semi-processed materials caused by inadequate washing of utensils	Chemical / Biological
3	Contamination of raw or semi-processed materials due to lack of washing	Chemical / Biological
4	Contamination in meat caused by antibiotic residues	Chemical
5	Contamination in semi-processed materials due to small metallic fragments from kitchen equipment	Physical
6	Contamination in semi-processed materials due to broken glass pieces from containers	Physical
7	Contamination in ready-to-eat food caused by fragments of packaging materials	Physical
8	Contamination in ready-to-eat food due to the presence of hair	Physical

تصمیم با عنوان «آیا مرحله بعدی قادر به حذف یا کاهش این خطر به سطح قابل قبول است؟» به عنوان معیار اصلی تعیین CCP در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در خطراتی نظیر وجود بقایای آنتی بیوتیک در گوشت (CCP4)، حضور قطعات فلزی ناشی از تجهیزات آشپزخانه (CCP5)، قطعات شیشه‌ای ناشی از ظروف (CCP6)، قطعات بسته‌بندی در محصول آماده مصرف (CCP7) و همچنین وجود موی انسان در محصول نهایی (CCP8)، مرحله بعدی فرآیند قادر به حذف یا کاهش خطر به سطح قابل قبول نیست. در نتیجه، کنترل این مراحل برای تضمین ایمنی محصول ضروری تشخیص داده شد و به عنوان نقاط کنترل بحرانی در نظر گرفته شدند.

۵- نتایج

کاربرد سیستماتیک چارچوب HACCP در فرآیند تولید فست فود در رستوران "کرنوبیچ یزد" منجر به ترسیم نقشه روشنی از خطرات قابل توجه و شناسایی نقاط کنترل بحرانی شد. تجزیه و تحلیل خطر، آلاینده‌های بالقوه بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی متعددی را در تمام مراحل تولید، از

بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل درخت‌های تصمیم‌گیری HACCP، هشت نقطه کنترل بحرانی (CCP) در فرآیند مورد مطالعه شناسایی شد. در سه مورد نخست که مربوط به مراحل مرتبط با مواد اولیه و آماده‌سازی بودند، از درخت تصمیم‌گیری سه‌سؤالی استفاده شد. در این موارد، پاسخ «خیر» به سؤال دوم درخت تصمیم با عنوان «آیا مرحله بعد قادر به حذف یا کاهش خطر به سطح قابل قبول است؟» نشان داد که در مراحل بعدی فرآیند اقدام کنترلی مؤثری برای حذف یا کاهش خطر وجود ندارد؛ بنابراین این مراحل به عنوان نقاط کنترل بحرانی تعیین شدند. این وضعیت در مواردی نظیر آلودگی مواد آماده‌سازی به دلیل شست‌وشوی ناکافی (CCP1)، آلودگی ناشی از شست‌وشوی ناقص ظروف (CCP2) و عدم شست‌وشوی مواد خام یا نیمه‌فرآوری‌شده (CCP3) مشاهده شد.

در سایر موارد که مربوط به مراحل فرآوری و آماده‌سازی محصول بودند، از درخت تصمیم‌گیری پنج‌سؤالی استفاده شد. در این مراحل، پاسخ «خیر» به سؤال پنجم درخت

مشابه، خطر "مواد آلوده به دلیل شستشو و ضدعفونی ناکافی" نیز به عنوان یک CCP تأیید شد. برعکس، سایر خطرات با RPN بالا، مانند آلودگی ناشی از سالمونلا به دلیل مرغ نپخته ($RPN=40$)، به عنوان CCP طبقه‌بندی نشدند زیرا یک مرحله پخت کنترل‌شده بعدی برای از بین بردن خطر شناسایی شد.

تجزیه و تحلیل بیشتر نتایج، توزیع خاص هشت CCP شناسایی شده را در انواع مختلف خطرات و مراحل فرآیند نشان داد. CCPها محدود به یک مرحله نبودند، بلکه در مراحل شامل آماده‌سازی (مثلاً شستشوی مواد اولیه و ظروف)، فرآوری (مثلاً احتمال وجود قطعات فلزی یا شیشه‌ای) و آماده‌سازی نهایی قبل از سرویس (مثلاً بازرسی نهایی برای آلاینده‌های فیزیکی) یافت شدند. یک یافته قابل توجه این بود که همه CCPهای شناسایی شده برای آلاینده‌های فیزیکی (مثلاً از بسته‌بندی، مو یا تجهیزات) نیاز به اقدامات کنترلی مبتنی بر بازرسی بصری و رعایت رویه‌ها داشتند، زیرا هیچ مرحله حذف بعدی برای حذف چنین خطراتی وجود نداشت. مجموعه کامل هشت CCP، چارچوبی هدفمند برای اجرای اقدامات کنترلی با محدودیت‌های بحرانی تعریف‌شده، رویه‌های نظارتی و اقدامات اصلاحی فراهم می‌کند.

۶- بحث

شناسایی هشت نقطه کنترل بحرانی (CCP) در فرآیند تولید فست فود، اهمیت یک رویکرد پیشگیرانه و ساختارمند در مدیریت ایمنی مواد غذایی را برجسته می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین خطرات محدود به یک مرحله واحد نیستند، بلکه در کل زنجیره تولید، از دریافت و آماده‌سازی تا مونتاژ نهایی، توزیع شده‌اند. این پراکندگی، ناکافی بودن تکیه صرف بر یک نقطه بازرسی نهایی، مانند مرحله پخت، برای کاهش همه خطرات را برجسته می‌کند. این واقعیت که چندین CCP، به ویژه آنهایی که مربوط به آلاینده‌های فیزیکی مانند فلز، شیشه و مو هستند، در مراحل پس از پردازش شناسایی شده‌اند، به ویژه گویا است. یافته‌ها نشان

دریافت مواد تا سرویس نهایی، آشکار کرد. یک نتیجه کلی کلیدی، اولویت‌بندی موفقیت‌آمیز این خطرات با استفاده از عدد اولویت ریسک (RPN) بود که مبنایی کمی برای تمرکز تلاش‌های کنترلی ایجاد کرد. کاربرد بعدی درخت تصمیم‌گیری در مورد خطرات با اولویت بالا، منجر به شناسایی قطعی هشت مرحله مجزا در فرآیند تولید شد که به عنوان نقاط کنترل بحرانی (CCP) طبقه‌بندی شدند و نشان می‌دهند که کنترل در کجا برای پیشگیری، حذف یا کاهش یک خطر ایمنی مواد غذایی به سطح قابل قبول ضروری است.

اولین سوال تحقیق که به دنبال شناسایی خطرات قابل توجه در هر مرحله از فرآیند تولید بود، از طریق یک تجزیه و تحلیل جامع خطر مورد بررسی قرار گرفت. این تجزیه و تحلیل ۲۷ خطر بالقوه مجزا را شناسایی کرد. محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN) که با حاصلضرب نمرات شدت (S)، وقوع (O) و تشخیص (D) تعیین می‌شود، برای اولویت‌بندی این خطرات استفاده شد. نتایج، طیف وسیعی از نمرات RPN را از ۵ تا ۴۸ نشان داد. آستانه RPN از پیش تعیین‌شده ۱۵ تعیین شد که ۱۸ مورد از ۲۷ خطر شناسایی شده (66.7%) از این مقدار فراتر رفته و بنابراین به عنوان قابل توجه طبقه‌بندی شدند. این خطرات با اولویت بالا شامل موارد زیر بودند، اما محدود به آنها نبودند: آلودگی ناشی از باقیمانده آنتی‌بیوتیک در گوشت ($RPN=40$)، وجود قطعات فلزی از تجهیزات ($RPN=40$) و آلودگی ناشی از نور و ویروس به دلیل بهداشت ناکافی دست ($RPN=40$).

سوال دوم تحقیق، با تمرکز بر شناسایی نقاط کنترل بحرانی (CCP) واقعی، با قرار دادن ۱۸ خطر با اولویت بالا (RPN > 15) در درخت تصمیم‌گیری پاسخ داده شد. نتایج این تجزیه و تحلیل مشخص کرد که هشت مورد از این خطرات مهم مربوط به مراحل هستند که به عنوان CCP طبقه‌بندی شده‌اند. به عنوان مثال، خطر "غذای آلوده به دلیل وجود مو" ($RPN=24$) به عنوان یک CCP تأیید شد، زیرا هیچ مرحله بعدی نتوانست این آلاینده فیزیکی را از بین ببرد. به طور

شکاف بین اصول کیفی HACCP و ابزارهای ارزیابی کمی ریسک را پر می‌کند و دقت مرحله اولیه تجزیه و تحلیل خطر را افزایش می‌دهد.

در مقایسه با مطالعات پیشین، دستاوردهای این پژوهش هم از نظر ماهیت CCPها و هم از نظر رویکرد تحلیل خطر، شباهت‌ها و تفاوت‌های معناداری نشان می‌دهد. در بسیاری از تحقیقات انجام‌شده در واحدهای خدمات غذایی، CCPهای اصلی عمدتاً در مراحل دریافت مواد اولیه، نگهداری در دمای مناسب و فرآیند پخت شناسایی شده‌اند و تمرکز اصلی بر کنترل خطرات میکروبی و شیمیایی بوده است [۱، ۱۳]. یافته‌های این مطالعه با تأیید اهمیت این مراحل، نشان می‌دهد که در یک واحد فست‌فود نیز چندین CCP در طول زنجیره تولید وجود دارد؛ اما در عین حال، بخش قابل توجهی از CCPهای شناسایی‌شده به خطرات فیزیکی در مرحله پس از پخت و مونتاژ نهایی مربوط می‌شوند، نکته‌ای که در پژوهش‌های متمرکز بر تولید صنعتی مقیاس بزرگ کمتر برجسته شده است. این تفاوت حاکی از آن است که ماهیت عملیاتی فست‌فودها شامل سرعت بالای سرویس‌دهی، تماس مکرر کارکنان با محصول نهایی و محدودیت‌های فضایی، الگوی متفاوتی از مواجهه با خطرات ایجاد می‌کند. علاوه بر این، در حالی که بسیاری از مطالعات پیشین ارزیابی خطر در چارچوب HACCP را عمدتاً به صورت کیفی و مبتنی بر قضاوت کارشناسی انجام داده‌اند، استفاده از عدد اولویت ریسک (RPN) در این پژوهش برای اولویت‌بندی خطرات پیش از تحلیل درخت تصمیم، رویکردی کمی‌تر و ساختارمندتر ارائه می‌دهد. بدین ترتیب، این مطالعه ضمن همسویی با نتایج کلی ادبیات در زمینه کارایی HACCP در بهبود ایمنی مواد غذایی، با برجسته‌کردن نقش خطرات فیزیکی پس از پردازش در واحدهای فست‌فود و ادغام یک ابزار کمی ارزیابی ریسک، دانش موجود در این حوزه را گسترش می‌دهد.

علیرغم سهم آن، این مطالعه محدودیت‌های خاصی دارد که باید هنگام تفسیر یافته‌ها در نظر گرفته شوند. از آنجایی که

می‌دهد که سرمایه‌گذاری بر روی آموزش مستمر و ارتقای فرهنگ ایمنی مواد غذایی میان کارکنان، همانطور که در مطالعه [۱۳] بر روی یک رستوران موردی تأکید شده است، یک پیش‌نیاز اساسی برای کنترل مؤثر چنین خطراتی محسوب می‌شود. این نشان می‌دهد که برای برخی از طبقات خطرات، هیچ "مرحله حذف" بعدی وجود ندارد، و کنترل پیشگیرانه از طریق رویه‌های عملیاتی استاندارد دقیق و نظارت بر محیط زیست تنها دفاع قابل اجرا است [۲]. مطالعه کامتس و همکاران نیز بر اهمیت حیاتی طراحی و سازماندهی فضای فیزیکی رستوران، از جمله طرح‌بندی مناطق عملکردی، برای جلوگیری از آلودگی متقاطع و تسهیل نظارت مؤثر بر نقاط کنترل بحرانی تأکید کرده است [۱۲]. این نتیجه، اصل اصلی HACCP را تأیید می‌کند که کنترل باید در نقاط خاص و علمی تعیین شده اعمال شود تا مؤثر باشد.

این یافته‌ها هم با مجموعه مقالات موجود در مورد اجرای HACCP همسو هستند و هم آن را گسترش می‌دهند. برای مثال، مطالعات انجام‌شده در محیط‌های خدمات غذایی نشان داده‌اند که اجرای HACCP منجر به شناسایی چندین نقطه کنترل بحرانی در مراحل مختلف آماده‌سازی و تولید غذا می‌شود [۱]. نتایج مطالعه حاضر نیز با شناسایی هشت CCP در مراحل مختلف دریافت مواد اولیه، آماده‌سازی و مونتاژ نهایی غذا با این یافته‌ها همخوانی دارد. با این حال، این مطالعه با برجسته کردن آسیب‌پذیری خاص عملیات فست‌فود در برابر آلودگی پس از پردازش، نکته‌ای که در تحقیقات متمرکز بر تولید در مقیاس بزرگ کمتر مورد تأکید قرار گرفته است، دیدگاهی ظریف ارائه می‌دهد. علاوه بر این، استفاده از این مطالعه از آستانه کمی عدد اولویت ریسک (RPN) برای اولویت‌بندی خطرات برای تجزیه و تحلیل درخت تصمیم‌گیری، یک اصلاح روش‌شناختی ارائه می‌دهد. این رویکرد با معرفی یک مرحله اولویت‌بندی عینی‌تر و مبتنی بر ریسک، به یک چالش رایج که در ادبیات ذکر شده یعنی ماهیت ذهنی تجزیه و تحلیل خطر می‌پردازد [۸]. این امر

پاسخ داد. تحقیقات تجربی، که با هدایت چارچوب HACCP انجام شد، طیفی از خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی را آشکار کرد که ۱۸ مورد از آنها بر اساس آستانه عدد اولویت ریسک (RPN) قابل توجه تلقی می‌شدند. کاربرد بعدی یک درخت تصمیم‌گیری استاندارد، هشت مرحله متمایز را به عنوان CCP های واقعی شناسایی کرد. این نقاط عمدتاً در مراحل قرار دارند که کنترل، مانع نهایی در برابر آلودگی است، به ویژه برای خطرات فیزیکی و مسائل ناشی از بهداشت نامناسب. دستاورد اصلی این تحقیق، ارائه مجموعه‌ای معتبر، خاص و قابل اجرا از CCP ها است که پایه و اساس روشن و تجربی را برای مداخلات هدفمند ایمنی مواد غذایی در زمینه مورد مطالعه فراهم می‌کند.

پیامدهای این یافته‌ها فراتر از مطالعه موردی فوری است و یک مدل قابل تکرار برای افزایش پروتکل‌های ایمنی مواد غذایی در بخش گسترده‌تر شرکت‌های خدمات غذایی فست فود و کوچک تا متوسط ارائه می‌دهد. در عمل، نقاط بحرانی شناسایی شده، طرحی برای مدیران فراهم می‌کند تا منابع را به طور کارآمد تخصیص دهند و نظارت و اقدامات اصلاحی را بر مهم‌ترین مراحل برای جلوگیری از نقص ایمنی مواد غذایی متمرکز کنند. اجرای موفقیت‌آمیز این سیستم نه تنها ایمنی را تضمین می‌کند، بلکه همانطور که پژوهش [۱۴] نشان می‌دهد، می‌تواند با ساختارمند کردن فرآیندها و افزایش آگاهی، به بهبود عملکرد کلی کارکنان نیز منجر شود. این امر با نشان دادن سازگاری عملی HACCP و ارزش ادغام یک مرحله اولویت‌بندی ریسک مانند امتیازدهی RPN در فرآیند تجزیه و تحلیل خطر، به بحث در مورد HACCP کمک می‌کند. برای تحقیقات آینده، این مطالعه پایه‌ای برای چندین مسیر مهم، از جمله اعتبارسنجی کمی اقدامات کنترلی در نقاط بحرانی شناسایی شده از طریق آزمایش میکروبیولوژیکی، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای نقاط بحرانی بحرانی در مدل‌های مختلف فست فود برای شناسایی اصول جهانی و بررسی تأثیر اقتصادی اجرای هدفمند HACCP بر کاهش ضایعات و مسئولیت‌پذیری، ایجاد می‌کند.

یک مطالعه موردی واحد بر روی یک رستوران فست فود کرنویچ یزد متمرکز است، تعمیم‌پذیری هشت CCP خاص محدود است. رویه‌های عملیاتی، شبکه تأمین‌کنندگان و طرح فیزیکی سایر مؤسسات به ناچار متفاوت خواهد بود و نیاز به یک برنامه HACCP سفارشی برای هر یک دارد. علاوه بر این، اختصاص نمرات برای محاسبه RPN (شدت، وقوع، تشخیص) بر اساس داده‌های مشاهده‌ای و قضاوت تخصصی در چارچوب خاص بود که در عین سیستماتیک بودن، حاوی درجه‌ای ذاتی از ذهنیت‌گرایی است. تحقیقات آینده باید به دنبال اعتبارسنجی این یافته‌ها از طریق مطالعات موردی چند مکانی در بین برندهای مختلف فست فود و مدل‌های عملیاتی برای شناسایی CCP های مشترک و قابل انتقال باشند. علاوه بر این، فرصت قابل توجهی برای کارهای آینده وجود دارد تا اثربخشی اقدامات کنترلی اجرا شده در این CCP ها را به صورت کمی اندازه‌گیری کنند. علاوه بر این، فرصت قابل توجهی برای کارهای آینده وجود دارد تا اثربخشی اقدامات کنترلی اجرا شده در این CCP ها را به صورت کمی برای مثال از طریق تعریف و پایش مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکردی مشخص اندازه‌گیری کنند. این شاخص‌ها می‌توانند شامل کاهش موارد آلودگی میکروبی و فیزیکی در نمونه‌های محصول، کاهش تعداد عدم انطباق‌های ثبت‌شده در چک‌لیست‌های بهداشتی داخلی و روند شکایات مشتریان مرتبط با کیفیت و ایمنی غذا باشند. همچنین، اندازه‌گیری میزان پایبندی کارکنان به رویه‌های بهداشتی (مانند نرخ انجام صحیح شست‌وشوی دست‌ها یا استفاده از تجهیزات حفاظت فردی) و نتایج آزمون‌های میکروبی دوره‌ای از محیط و سطوح تماس با غذا می‌تواند تصویر روشن‌تری از کارایی سیستم HACCP در طول زمان ارائه دهد.

۷- نتیجه‌گیری

این مطالعه با شناسایی سیستماتیک خطرات قابل توجه و تعیین نقاط کنترل بحرانی (CCP) در فرآیند تولید یک رستوران فست فود، با موفقیت به سوالات اصلی تحقیق خود

دسترسی به داده‌ها

بیانیه تأمین مالی

نویسندگان تأیید می‌کنند که تمام داده‌ها در این مطالعه ارائه شده است.

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ بودجه‌ای دریافت نکرده‌اند.

مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت‌ها توسط نویسندگان انجام شده است.

تضاد منافع

نویسندگان تأیید می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه وجود ندارد.

۸-منابع

- [1] P. Thapa, A. Singh, and TB Karki, "Assessment of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) of Fast Food (Momo) from Restaurants of Kathmandu City," *Nepal J. Sci. Technol.*, no. 9, pp. 49–56, 2008, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://nepjol.info/index.php/NJST/article/view/3164>
- [2] C. A. Commission, "Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application," *Annex to CAC/RCP*, no. 3, pp. 1–1969, 1997, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1570291224914408192>
- [3] S. Hussein, A. ALkuraieef, and O. S. Rigeo, "Food safety: impact of (HACCP) in hospitality and hotels industry in king Saudi Arabia (A case study of international fast-food restaurants in Riyadh)," *rigeo*, vol. 8, no. 11, 2021, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://rigeo.org/menu-script/index.php/rigeo/article/view/2409>
- [4] S. Mortimore and C. Wallace, *HACCP: A practical approach*, 3rd ed. Springer Science & Business Media, 2013. Accessed: Nov. 13, 2025. Available: [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=mWpDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Mortimer,+S.,+%26+Wallace,+C.+\(2004\).+HACCP:+A+Practical+Approach.+Springer+Science+%26+Business+Media.&ots=iPNIZ3b6S4&sig=5MLgxikQaalof_lflB9OyjeYVI](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=mWpDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Mortimer,+S.,+%26+Wallace,+C.+(2004).+HACCP:+A+Practical+Approach.+Springer+Science+%26+Business+Media.&ots=iPNIZ3b6S4&sig=5MLgxikQaalof_lflB9OyjeYVI)
- [5] R. Aslani *et al.*, "Implementation of hazard analysis and critical control point (HACCP) in yogurt production," *J. Dairy Res.*, vol. 91, no. 1, pp. 125–135, 2024.
- [6] A. Szczyrba and M. Ingaldi, "Implementation of the FMEA Method as a Support for the HACCP System in the Polish Food Industry," *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 32, no. 3, pp. 357–371, 2024.
- [7] M. F. Jubayer, M. S. Hossain, M. Al-Emran, and M. N. Uddin, "Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study," *J. Food Qual.*, vol. 1, p. 5321333, 2022.
- [8] A. Dima, Elena Radu, and Cosmin Dobrin, "Exploring key barriers of haccp certification adoption in the meat industry: A decision-making trial and evaluation laboratory approach," *Foods*, vol. 9, no. 13, p. 1303, 2024, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/9/1303>
- [9] I. Nyoman Suarka, N. Gusti, N. Suci Murni, I. A. Kade, and W. Damayanti, "HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) Implementation in Fast Food at Cakra Hotel," *Repos. Politek. Negeri Bali*, 2022, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <http://repository.pnb.ac.id/id/eprint/4447/>
- [10] A. Salavelis, S. Pavlovsky, and N. Lazarenko, "Obstacles to the implementation of HACCP in small food industry enterprises and in restaurant business establishments," *Food Technol.*, vol. 103, no. 27, pp. 38–43, 2025, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/5517>
- [11] E. Radu, A. Dima, E. Dobrota, A. Badea, and D. M.- Heliyon, "Global trends and research hotspots on HACCP and modern quality management systems in the food industry," no. 9, 2023, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)05440-3](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)05440-3)
- [12] O. Kamets, O. Kuzmin, O. Niemirich, and O. Matyiashchuk, "Organization of restaurant space based on HACCP requirements and recommendation," 2024. Accessed: Nov. 13, 2025. Available:

<https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/ce989ad4-e57c-40b2-b612-ae7c9dd91018/download>

- [13]Z. Usin and L. Nurhanifah, "Health Education about Food Safety based on Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) at Selera Kita Restaurant in Kuwait," *J. Community Engagem. Heal.*, vol. 1, no. 7, pp. 10–15, 2024, Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://www.jceh.org/index.php/JCEH/article/view/517>
- [14]I. Suyana, "Implementasi Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) dalam Mendukung Kinerja Karyawan di Senggigi Square Restaurant and Longue," Politeknik Negeri Bali, 2025. Accessed: Nov. 13, 2025. Available: <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/15956/>



Scientific Research

Identifying critical control points in the fast-food production process using HACCP principles

Fatemeh Zare Baghiabad ^{1*}, Saleh Khani ², Mitra Moubed ¹

1- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran

2- Bachelor of Industrial Engineering, Ardakan University, Ardakan, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received: 2025/11/15

Review: 2026/05/11

Accepted: 2026/05/13

Keywords:

Hazard Analysis and Critical Control Points,

Food Safety,

Fast Food Industry,

Critical Control Points,

Risk Assessment,

Food Quality Control

DOI: 10.48311/fsct.2026.117680.82935

*Corresponding Author E-

This study aimed to identify and analyze critical control points (CCPs) in the production process of a fast-food restaurant in order to improve food safety management. This research was conducted with the need for a preventive and systematic approach to prevent potential biological, chemical, and physical hazards in a high-volume food service environment. The methodology was a descriptive-analytical case study conducted at the fast-food restaurant "Krono Pich Yazd". The Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) framework was applied, which included direct observation, drawing a process flow diagram, risk analysis, and using a decision tree to determine CCPs. Risk Priority Number (RPN) scoring was used to prioritize the identified hazards. The analysis identified eight critical control points in the production chain. Key CCPs included proper washing and sanitizing of raw materials and containers, contamination from metal parts of equipment or broken glass, presence of antibiotic residues in meat, and final inspection of ready-to-eat food for physical contaminants such as hair or packaging materials. This study concludes that the systematic application of HACCP principles is essential for identifying and controlling critical points in fast food production. The findings provide a practical framework for similar establishments to improve their food safety protocols, increase consumer confidence, and prevent health risks. Future research should focus on quantitatively assessing the effectiveness of HACCP implementation in different fast-food models.