

## میزان آلودگی ماکارونی تولید شده به کلستریدیوم پرفرنزنس در منطقه جاجرود - رودهن

دکتر محمد مهدی سلطان دلالت\*، زهره محمدیان\*\*، نوریک غریبیان\*\*\*

### چکیده

ماکارونی از جمله فرآورده‌های غذایی مورد علاقه اکثر خانواده‌ها بوده و بازار مصرف آن در اکثر نقاط جهان در حال گسترش است، بنابراین سالم بودن آن از لحاظ میکروبی و کیفیت بالای پخت آن، مهم‌ترین عامل برای مصرف‌کننده می‌باشد. از لحاظ سالم بودن محصول از نظر میکروبی، مواد اولیه مورد استفاده باید دارای شرایط مناسب باشند. در بررسی حاضر از ۵ کارخانه تولیدی ماکارونی در منطقه جاجرود - رودهن، ۱۶۰ نمونه آب، آرد و ماکارونی به منظور تعیین آلودگی‌های میکروبی به ویژه آلودگی به کلستریدیوم پرفرنزنس گرفته شد. آلودگی آب از لحاظ کلستریدیوم پرفرنزنس شامل ۸ نمونه (۵ درصد)، آلودگی آرد ۳ نمونه (۱/۸۷ درصد) و در مورد ماکارونی شامل ۱۰ نمونه (۶/۲۵ درصد) بود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توانیم آلودگی ماکارونی به کلستریدیوم پرفرنزنس را به میزان ۸۵ درصد به آب و ۱۵ درصد به آرد نسبت دهیم. همچنین کاهش شمارش کلی میکروب از ۱۱/۸۷ درصد در مورد آرد به ۱/۲۵ درصد در ماکارونی، و کپک از ۹/۳۷ درصد در آرد به ۰/۶۲ درصد در ماکارونی، نشان می‌دهد که با رعایت شرایط مناسب در تولید نه تنها ریزسازواره‌ها افزایش نمی‌یابند، بلکه کاهش شدید در میزان آنها دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ماکارونی، باکتری‌های اسپوردار، کلستریدیوم

\* - دانشیار گروه باتوبیولوژی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران - شماره دانشکده بهداشت: ۲۳۲۲۲۲۷

\*\* - کارشناس اداره نظارت بر مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی \*\*\* - مسؤول فنی مؤسسه غذایی چاویدان دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

## مقدمه

کمیبود مواد غذایی در بسیاری از نقاط جهان موجب بیماری‌های سوء تغذیه و عوارض ناشی از آن بالاخص در کودکان می‌شود. بنابراین کوشش برای تأمین غذا و یافتن راه‌های مناسب برای فراهم نمودن کالری مورد نیاز مردم یکی از وظایف مسؤولین غذا و تغذیه دنیا می‌باشد (۱).

در حال حاضر درصد تولیدات کشاورزی در کشورهای جهان سومی، در حدود ۲/۷ درصد، اما رشد جمعیت این کشورها ۳/۷-۳/۲ درصد است. از طرفی دیگر کشورهای صنعتی که فقط ۳۰ درصد جمعیت جهان را دارا می‌باشند، ۶۵-۶۰ درصد تولیدات مواد غذایی را در اختیار دارند. از این رو سلاح غذا بعد از سلاح نظامی مهم‌ترین قدرت در دست قدرت‌طلبان است که می‌توانند به راحتی علیه مردم ضعیف استفاده نمایند (۲).

یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند به حل مشکلات بالا کمک کند، برنامه‌ریزی غذایی صحیح به ویژه برای گروه‌های آسیب‌پذیر می‌باشد. در این مورد یکی از مهم‌ترین صنایع غذایی صنعت تولید ماکارونی می‌باشد. ماکارونی دو عامل مهم در مورد غذا را داراست: ارزش غذایی بالا و ارزان بودن. طبق آمارهای به دست آمده به جرات می‌توان گفت که امروزه یک‌دهم مواد غذایی جهان را ماکارونی تشکیل می‌دهد. از این رو بررسی خصوصیات میکروبیولوژیکی آن در کشورهای جهان از جمله کشور ما همیشه در برنامه اداره نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار دارد. مطابق قوانین استاندارد اجباری، هر کارخانه تولید ماکارونی موظف است برنامه‌های کنترلی این مؤسسات را به دقت رعایت کند (۳).

از میان آزمایش‌های انجام شده در مورد آرد و ماکارونی می‌توان شمارش کلی میکرب، کپک، باسیلوس سرتوس و در مورد آب، آزمایش‌های کلی فرم‌ها را نام برد. متأسفانه آزمایش‌های ذکر شده نمی‌تواند از لحاظ نظارت بر ماکارونی کامل باشد و همان‌طور که در کشورهای پیشرفته ماکارونی را از لحاظ کلوستریدیوم پرفرنزنس مورد بررسی قرار می‌دهند و مؤسسه

استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز در مورد این آزمایش توصیه‌های زیادی کرده است ولی متأسفانه قدم‌های عملی در این مورد تا به امروز برداشته نشده است.

کلوستریدیوم پرفرنزنس باسیل گرم مثبت اسپورداری است که سبب گانگرن گازی می‌شود و یک نوع آن نیز در انسان مسمومیت غذایی ایجاد می‌کند. عامل بیماری‌زایی کلوستریدیوم پرفرنزنس، زهرابه (توکسین) می‌باشد که به پنج نوع A تا E دسته‌بندی می‌شوند. در انسان فقط نوع A و به ندرت نوع C بیماری‌زا هستند. این باکتری‌ها به همراه مواد غذایی آلوده بلعیده شده و در روده کوچک هاگ‌گذاری می‌کنند و در جریان هاگ‌گذاری با تولید آنتروتوکسین، موجب مسمومیت غذایی با نشانه‌های دردهای شکمی و اسهالی می‌شوند که معمولاً کوتاه مدت هستند.

هدف اصلی این طرح، بررسی آلودگی‌های کلوستریدیوم پرفرنزنس در آب، آرد و ماکارونی است. همه نمونه‌ها از کارخانه‌های جاجرود و رودهن گرفته شدند. زیرا آب این مناطق به آب منابع تهران نزدیک و مصرف آب چاه برای تولید ماکارونی در این مناطق، بیش از ۶۰ تن در ماه است.

## وسایل و روش‌ها

در این بررسی مجموعاً ۴۸۰ نمونه (۱۶۰ نمونه از هر کدام از نمونه‌های آب، آرد و ماکارونی) به صورت تصادفی گرفته شده و از نظر باکتری‌های اسپوردار کلوستریدیوم پرفرنزنس، کلوستریدیوم‌های احیاء‌کننده سولفیت، باسیلوس و همچنین سایر باکتری‌های گرم منفی روده‌ای مورد بررسی قرار گرفتند (۳ و ۲ و ۱). محیط‌ها و مواد مصرفی در این تحقیق عبارت بودند از: محیط لاکتوز برات، محیط EMB آگار، نوترینت آگار، محیط کازوین پستون دکستروز آگار حاوی عصاره مخمر، محیط ساپورودکستروز آگار، محیط SPS آگار، محیط لیتموس میلک، محیط فتل ردبرات، محیط ZM-65.

نمونه‌برداری از آب و آرد همزمان با فرایند تولید ماکارونی صورت گرفته است. در مورد ماکارونی چون ۴۸ ساعت فرایند تولید ماکارونی طول می‌کشد، نمونه‌برداری ماکارونی پس از ۴۸ ساعت انجام شد. مدت زمان نمونه‌برداری طی چهار فصل و از ۵

در مورد انجام آزمایش‌ها باید متذکر شویم که تمامی نمونه‌ها را به مدت ۳-۵ دقیقه تحت ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا اشکال فعال باکتری‌ها از بین رفته و فقط اسپورها باقی بمانند. سپس به محیط کشت SPS اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

#### یافته‌ها

از ۱۶۰ نمونه آب، ۱۶۰ نمونه آرد، و ۱۶۰ نمونه ماکارونی (جمعاً ۴۸۰ نمونه) که از نظر آلودگی به کلستریدیوم پرفرنزنس مورد مطالعه قرار گرفته بودند، ۲۱ نمونه مثبت (۴ درصد) به دست آمد. نمونه‌های مثبت شامل ۸ نمونه آب (۵ درصد)، ۳ نمونه آرد (۱/۸۷ درصد) و ۱۰ نمونه ماکارونی (۶/۲۵ درصد) بودند. همه نمونه‌های مثبت در محیط SPS کلنی‌های سیاه، در محیط لیتموس ملیک و ZM-65 لخته طوفانی تولید، و در محیط گلوکز آگار که در لوله صورت گرفته است به علت تولید گاز فراوان، محیط کشت را کاملاً متلاشی کردند. همچنین نمونه‌های مثبت از نظر تخمیر قندهای مختلف و رنگ آمیزی گرم و اسپور مورد بررسی قرار گرفتند. علاوه بر بررسی کلستریدیوم، نمونه‌های آب، آرد و ماکارونی، از نظر شمارش کلی میکرب، کلی‌فرم‌ها، اشرشیاکلی، باسیلی سرنوس و کپک نیز بررسی شدند. نتایج حاصله در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

کارخانه ماکارونی که آرد آنها به وسیله ۱۲ کارخانه تولید کننده آرد نول تامین می‌شود، انجام پذیرفت.

آزمایش‌های کلستریدیوم پرفرنزنس طی ۳ مرحله احتمالی، تاییدی و تکمیلی انجام شدند.

الف) مرحله احتمالی: در این بررسی جمعاً ۴۸۰ نمونه را در محیط کشت اس.پی.اس (SPS) که محیط انتخابی برای جداسازی و شمارش کلستریدیوم پرفرنزنس در مواد غذایی است، کشت داده، و در صورت مشاهده کلنی‌های سیاه‌رنگ که ناشی از احیاء سولفیت تولید شده به وسیله کلستریدیوم به سولفید بود، مثبت در نظر گرفته شدند.

ب) مرحله تاییدی: پس از محیط SPS از کلنی‌های به دست آمده روی محیط‌های کشت لیتموس ملیک و ZM-65 و گلوکز آگار انتقال، و به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت تحت ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم. در صورت مثبت بودن، لخته طوفانی در لیتموس ملیک و ZM-65 ایجاد می‌شد. محیط ZM-65 دارای خصوصیات اسپورسازی سریع و نتیجتاً ترشح زهرابه می‌باشد.

ج) مرحله تکمیلی: در این مرحله از قدرت تخمیر ریزسازواره از لحاظ قندهای مختلف استفاده شد. زیرا کلستریدیوم پرفرنزنس قدرت تخمیر گلوکز، ساکاروز، لاکتوز و مالتوز را دارد، اما فاقد قدرت تخمیر مانیتول است.

جدول ۱: توزیع فراوانی آلودگی‌های میکروبی در آب، آرد و ماکارونی تولیدی در منطقه جاجرود

نوع نمونه	نوع ریزسازواره		
	آب تعداد(درصد)	آرد تعداد(درصد)	ماکارونی تعداد(درصد)
شمارش کلی میکرب <sup>الف</sup>	-(-)	۱۹(۱۱/۸۷)	۲(۱/۲۵)
کلی‌فرم <sup>ب</sup>	۱۴۵(۹۰/۶۳)	-(-)	-(-)
اشرشیاکلی <sup>ج</sup>	۱۱۹(۷۴/۳۷)	-(-)	-(-)
باسیلوس سرنوس <sup>د</sup>	-(-)	۴(۲/۵)	۴(۲/۵)
کپک <sup>ه</sup>	-(-)	۱۵(۹۳/۷۵)	۳(۱/۸۷)
کلستریدیوم ولشای <sup>و</sup>	۸(۵)	۳(۱/۸۷)	۱۰(۶/۲۵)

الف) حداکثر مجاز شمارش کلی میکروبی در مورد آرد<sup>۱۰۶</sup> و در مورد ماکارونی<sup>۵</sup> ۵×۱۰<sup>۵</sup> می‌باشد (تعداد در هر گرم)

ب) در آب آشامیدنی کلی‌فرم نباید وجود داشته باشد.

ج) در آب آشامیدنی اشرشیاکلی نباید وجود داشته باشد.

د) حداکثر مجاز باسیلوس سرنوس در آرد ماکارونی<sup>۱۰۳</sup> می‌باشد (تعداد در هر گرم)

ه) حداکثر مجاز کپک در آرد و ماکارونی<sup>۱۰۴</sup> می‌باشد (تعداد در هر گرم)

و) حداکثر مجاز در کلستریدیوم ولشای در آرد و ماکارونی<sup>۱۰۴</sup> می‌باشد (تعداد در هر گرم یا هر سی‌سی). آب باید فاقد کلستریدیوم ولشای باشد.

دو مورد آلودگی بالاتر از حد استاندارد وجود داشت. یعنی آلودگی از ۱۱/۸۷ درصد در مواد اولیه به ۱/۲۵ درصد در محصول نهایی کاهش پیدا کرده است. این نشان می‌دهد اگرچه سیستم قادر نیست میزان آلودگی‌ها را به صفر برساند ولی آن را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین در طی این بررسی، ۴ نمونه دارای آلودگی به باسیلوس سرنوس بود. اهمیت باسیلوس سرنوس در آزمایش‌های آرد و ماکارونی به علت قدرت تولید اسپور و تولید زهرابه این باکتری می‌باشد، که به راحتی در محیط‌های ناشسته‌ای سرعت می‌یابد و زهرابه تولید می‌کند (۵).

یکی از بزرگترین مشکلات کارخانه‌های تولید ماکارونی کنترل کپک و قارچ آن می‌باشد. کپک‌ها هم از لحاظ تولید زهرابه و هم از لحاظ وضع ظاهری در کاهش کیفیت ماکارونی بسیار مهم هستند. این ریزسازواره‌ها در زمان کوتاه در شرایط بهینه به راحتی قادرند تمام سطح ماکارونی را آلوده و به صورت ماکروسکوپی نیز قابل رؤیت باشند و از طرف دیگر برای تولید زهرابه، دارای قدرت تولید فراوان هستند. آردهایی که رطوبت بالایی دارند، واجد شرایط مساعد برای رشد کپک‌ها و قارچ‌ها می‌باشند (۶ و ۷). پس میزان رطوبت آرد باید حتماً کنترل شود و رطوبت محصول نهایی یعنی ماکارونی، هنگام بسته‌بندی، باید کمتر از ۱۳ درصد باشد.

در بررسی‌های انجام شده نتایج ما نشان می‌دهد که از ۱۶۰ نمونه آرد مورد آزمایش برای کپک، ۱۵ نمونه (۹/۳۸ درصد) دارای آلودگی بالاتر از حد مجاز بودند ولی در حین تولید این آلودگی‌ها به حدود ۱/۸۷ درصد رسیده است. بنابراین کارخانه‌های ماکارونی قادرند با رعایت موازین بهداشتی، به طور قابل ملاحظه‌ای از آلودگی محصولات خود به کپک‌ها و قارچ‌ها، بکاهند.

در آزمایش‌های مربوط به کلستریدیوم پرفرنزنس از نمونه‌های آرد، ۳ نمونه مثبت یا ۱/۸۷ درصد آلودگی مشاهده گردید، در حالی که از ۱۶۰ نمونه آب مورد آزمایش ۸ نمونه مثبت یا ۵ درصد آلودگی به کلستریدیوم پرفرنزنس به دست آمد. نتیجه آلودگی آرد و آب سبب گردید که از ۱۶۰ نمونه ماکارونی،

این نتایج نشان می‌دهند که آلودگی‌های آرد به کل میکروب‌ها شامل ۱۹ نمونه (۱۱/۸۷ درصد) از ۱۶۰ نمونه است. این نوع آلودگی در ماکارونی به دو نمونه (۱/۲۵ درصد) تنزل پیدا کرده است. آلودگی‌های باسیلوس سرنوس در آرد و ماکارونی شامل چهار نمونه مثبت (۲/۵ درصد) می‌باشد. همچنین آلودگی‌های آرد به کپک شامل ۱۵ نمونه (۹/۳۷ درصد) است که در ماکارونی به ۳ نمونه (۱/۸۷ درصد) کاهش یافته است. به علاوه آلودگی‌های آب‌های منطفه به کلی‌فرم‌ها شامل ۱۴۵ نمونه مثبت (۹۰/۶۲ درصد) از ۱۶۰ نمونه بود که از میان آنها ۱۱۹ نمونه (۷۴/۳۷ درصد) شامل آلودگی به اشرفیاکلی بود. از این گذشته آلودگی به کلستریدیوم ولشای در آب‌های مورد آزمایش، ۸ نمونه مثبت (۵ درصد)، در آردهای آزمایش شده ۳ نمونه مثبت (۱/۸۷ درصد) و در ماکارونی آزمایش شده ۱۰ نمونه مثبت (۶/۲۵ درصد)، بود.

## بحث

امروزه حفظ سلامت بهداشت جامعه از هر لحاظ امری مهم و همه گیر شده است. یکی از مهم‌ترین عوامل حفظ سلامت جامعه، عرضه مواد غذایی با کیفیت مرغوب و درجه استاندارد جهانی می‌باشد. ماکارونی که یکی از مواد غذایی اساسی در جامعه است از این امر مستثنی نمی‌باشد. از این رو باید شدیداً به وسیله مسئولین فنی در کارخانه‌ها و اداره نظارت بر مواد غذایی و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران کنترل و نظارت شود.

از جمله آزمایش‌های ضروری، تعیین آلودگی مواد اولیه و محصول نهایی می‌باشد که به نام شمارش کلی میکروب معروف است (۲ و ۴). در این بررسی از ۱۶۰ نمونه آرد (مواد اولیه) مورد آزمایش، ۱۹ مورد آلودگی بالاتر از حد استاندارد مشاهده شد. به عبارتی دیگر میزان آلودگی آرد از این نظر، ۱۱/۸۷ درصد بوده است.

ریزسازواره‌های موجود در آرد طی عمل تولید و مراحل خشک شدن در گرمخانه‌ها در صورت رعایت مراحل تولید نه تنها افزایش نشان نمی‌دهند، بلکه از تعداد آنها به شدت کاسته می‌شود. به طوری که در ۱۶۰ نمونه ماکارونی مورد آزمایش، فقط

ما کارونی.

(۲) استفاده از آب سالم و تصفیه شده در تولید مواد غذایی. (از این رو کارخانه‌ها را باید در جایی طراحی و بنا کرد که از لحاظ آب آشامیدنی و تصفیه شده مشکلی نداشته باشند).

(۳) کنترل مداوم و آزمایش میزان رطوبت آرد و ما کارونی به گونه‌ای که همیشه کمتر از ۱۳ درصد باشد.

(۴) خشک کردن ما کارونی در گرمخانه‌ها در دما و زمان معین. (زیرا سریع خشک نمودن ما کارونی، سبب پیچ خوردگی، ترک خوردن و شکستگی آن و آرام خشک نمودن آن سبب ترشیدگی، رشد کپک‌ها و بالا رفتن شمارش کلی میکروب در محصول نهایی می‌شود).

(۵) استفاده از سیستم‌های خودکار در تولید ما کارونی. (این سیستم‌ها باعث می‌شوند تماس دست انسان با محصول به حداقل رسیده و آلودگی‌های ثانویه در حین تولید و بسته‌بندی کاهش یابند).

### تشکر و قدردانی

نگارندگان این مقاله وظیفه خود می‌دانند که از دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم و اداره نظارت بر مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی که در اجرای این پروژه همکاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری کنند.

۱۰ نمونه با ۶/۲۵ درصد از نمونه‌های ما کارونی به کلستریدیوم پرفرنزوس آلوده باشند. این میزان آلودگی ما کارونی می‌تواند خطر بزرگ و بالقوه برای سلامت جامعه باشد. از دیگر نمونه‌هایی که در طی این بررسی مورد آزمایش قرار گرفت، آب مصرفی واحدهای تولید ما کارونی می‌باشد. از پنج کارخانه مورد مطالعه، چهار کارخانه از آب چاه‌های نیمه عمیق و یک کارخانه از آب لوله کشی شهر رودهن استفاده می‌کردند.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که آب مورد استفاده کارخانه‌های ما کارونی در بیش از ۹۰ درصد موارد دارای آلودگی کلی فرمی هستند که ۷۴ درصد این آلودگی ناشی از اشرشیاکلی می‌باشد. رقم بالای آلودگی نشان‌دهنده ضرورت استفاده از کلریناتور برای حذف یا به حداقل رساندن آلودگی می‌باشد.

با مقایسه‌ای آلودگی آب‌های منطقه در سال ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ می‌توان مشاهده کرد، که اکثر مناطق در سال ۱۳۶۵ به علت رشد کم جمعیت و بومی بودن منطقه فاقد آلودگی بودند، در حالی که امروزه در برخی قسمت‌های محور جاجرود - رودهن با توجه به وجود آمدن شهرک‌ها، آلودگی در آب‌ها افزایش یافته است (۸). در مجموع برای پیشگیری از آلودگی ما کارونی موارد زیر قابل توجه است:

(۱) تاکید و نظارت بر رعایت کلیه اصول بهداشتی به وسیله کارگران کارخانه‌های ما کارونی در هنگام تولید و بسته‌بندی

### منابع

- ۱ - روش جستجو، شمارش و شناسایی کلستریدیوم پرفرنزوس و کلستریدیوم‌های احیاء کننده سولفیت در مواد غذایی. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- ۲ - شرایط و ضوابط تولید ما کارونی. استاندارد شماره ۲۱۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- ۳ - شریعت پناهی، دکتر محمد، اصول کیفیت آب و فاضلاب. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم، ۱۳۷۵. صفحه ۵۴-۵۱.
- 4 - Curiale MS, Sons T, MC Lver D, et al. Dry rehydratable film enumeration of total coliforms and Escherichia coli in foods: collaborative study; J Assoc Of
- Anal Chem. 1991; 74(4): 635-648.
- 5 - Mahler H, Pasi A, Kramer JM, et al. Fulminant live failure in association with the emetic toxin of bacillus cereus. N Engl J Med 1997; 336(16): 1142-1148.
- 6 - Halm M, Lillie A, Sorensen AK, Jakobsen M. Microbiological and aromatic characteristics of fermented maize doughs for kenkey production in Ghana; Int J Food Microbiol 1993; 19(2): 135-143.
- 7 - Trucksess MW, Mislivec PB, Young K, et al. Cyclopiazonic acid production by cultures of aspergillus

۸ - سلطان دلال، دکتر محمد مهدی، بررسی آب رودخانه جاجرود از نظر آلودگی به بزرسیبیا آنتروکلن تیکا، مجله بیماری‌های عفونی و گرمسیری ایران، ۱۳۷۷، شماره ۸، صفحه ۶۵-۶۱.

and penicillium species isolated from dried beans, cornmeal, macaroni and pecans. J Assoc Of Anal Chem 1987; 7(1): 123-126.