Archive of SID

مقاله پژوهشی

# میزان آلودگی ماکارونی تولید شده به کلستریدیوم پرفرنژنس در منطقه جاجرود – رودهن

دکتر محمدمهدی سلطان دلال* ، 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 مصرف کننده 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 پرفرنژنس گرفته شد. آلودگی آب از لحاظ کلستریدیوم پرفرنژنس شامل ۸ نمونه (۵درصد) ، آلودگی آرد ۳ نمونه (۱/۸۷ درصد) و در مورد ماکارونی شامل ۱۰ نمونه (۶/۲۵درصد) بود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توانیم آلودگی ماکارونی به کلستریدیوم پرفرنژنس را به میزان ۸۵درصد به آب و ۱۵درصد 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 ۹/۳۷درصد 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 پاتوبیولوژی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران ، نمابر دانشکده بهداشت : ۶۴۶۲۲۶۷

** - کارشناس ارشد مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

*** - مسؤول فنی مؤسسه غذایی جاویدان دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

www.SID.ir

Archive of SID





## مقدمه

کمبود 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 غذاو 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 سرئوس و در مورد آب ، آزمایش‌های کلی‌فرم‌ها را نام برد. متاسفانه آزمایش‌های ذکر شده نمی‌تواند از لحاظ نظارت بر ماکارونی کامل باشد و همان طور که در کشورهای پیشرفته ماکارونی را از لحاظ کلستریدیوم پرفرنژنس مورد بررسی قرار می‌دهند و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز در مورد این آزمایش توصیه‌های زیادی کرده است ولی متاسفانه قدم‌های عملی در این مورد تا به امروز برداشته نشده است.

کلستریدیوم پرفرنژنس باسیل گرم مثبت اسپورداری است که سبب گانگرن گازی می‌شود و یک نوع آن نیز در انسان مسمومیت غذایی ایجاد می‌کند. عامل بیماری‌زایی کلستریدیوم پرفرنژنس ، 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 ها گ‌گذاری می‌کنند و در جریان ها گ‌گذاری با تولید ، آنتروتوکسین ، موجب مسمومیت غذایی با نشانه‌های دردهای شکمی و اسهالی می‌شوند که معمولاً کوتاه مدت هستند.

هدف اصلی این طرح ، بررسی آلودگی‌های کلستریدیوم پرفرنژنس 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 کلستریدیوم پرفرنژنس ، کلستریدیوم‌های احیاءکننده سولفیت ، باسیلوس و همچنین سایر باکتری‌های گرم منفی روده‌ای مورد بررسی قرار گرفتند (۳و۲و۱).

محیط‌ها و مواد مصرفی در این تحقیق عبارت بودند از : محیط لاکتوز براث ، محیط EMB آگار ، نوترینت آگار ، محیط کازوئین پپتون دکستروز آگار حاوی عصاره مخمر ، محیط سابورودکستروز آگار ، محیط SPS آگار ، محیط لیتموس میلک ، محیط فنل ردبراث ، 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

www.SID.ir

Archive of SID



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

آزمایش‌های کلستریدیوم پرفرنژنس 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 پرفرنژنس در مواد غذایی است، کشت داده، و در صورت مشاهدهٔ کلنی‌های سیاه‌رنگ که ناشی از احیاء سولفیت تولید شده به وسیله کلستریدیوم به سولفید بود، مثبت در نظر گرفته شدند.

ب) مرحلهٔ تاییدی: پس از محیط SPS از کلنی‌های به دست آمده روی محیط‌های کشت لیتموس میلک و ZM-65 و گلوکز آگار انتقال، و به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت تحت ۳۷ درجه‌سانتی‌گراد قرار دادیم. در صورت مثبت بودن، لخته طوفانی در لیتموس میلک 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 پرفرنژنس قدرت تخمیر گلوکز، ساکاروز، لاکتوز و مالتوز را دارد، اما فاقد قدرت تخمیر مانیتول است.

در مورد انجام آزمایش‌ها باید متذکر شویم که تمامی نمونه‌ها را به مدت ۵-۳ 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 درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شدند.

**یافته‌ها**

از ۱۶۰ نمونه آب، ۱۶۰ نمونه آرد، و ۱۶۰ نمونه ماکارونی (جمعاً ۴۸۰ نمونه) که از نظر آلودگی به کلستریدیوم پرفرنژنس مورد مطالعه قرار گرفته بودند، ۲۱ نمونه مثبت (۴درصد) به دست آمد. نمونه‌های مثبت شامل ۸ نمونه آب (۵درصد)، ۳ نمونه آرد (۱/۸۷درصد) و ۱۰ نمونه ماکارونی (۶/۲۵درصد) 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 رنگ‌آمیزی گرم و اسپور مورد بررسی قرار گرفتند. علاوه بر بررسی کلستریدیوم، نمونه‌های آب، آرد و ماکارونی، از نظر شمارش کلی میکرب، کلی‌فرم‌ها، اشرشیاکلی، باسیلی سرئوس و کپک نیز بررسی شدند. نتایج حاصله در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

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

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

الف) حداکثر مجاز شمارش کلی میکروبی در مورد آرد $10^6$ و در مورد ماکارونی $5\times10^5$ می‌باشد (تعداد در هر گرم)
ب) در آب آشامیدنی کلی‌فرم نباید وجود داشته باشد.
ج) در آب آشامیدنی اشرشیا کلی نباید وجود داشته باشد.
د) حداکثر مجاز باسیلوس سریوس در آرد ماکارونی $10^3$ می‌باشد (تعداد در هر گرم)
ه) حداکثر مجاز کپک در آرد و ماکارونی $10^4$ می‌باشد (تعداد در هر گرم)
و) حداکثر مجاز در کلستریدیوم ولشای در آرد و ماکارونی $10^4$ می‌باشد (تعداد در هر گرم یا هر سی‌سی). آب باید فاقد کلستریدیوم ولشای باشد.

www.SID.ir

Archive of SID





این نتایج نشان می‌دهند که آلودگی‌های آرد به کل میکروب‌ها شامل ۱۹ نمونه (۱۱/۸۷درصد) از ۱۶۰ نمونه است. این نوع آلودگی در ما کارونی به دو نمونه (۱/۲۵درصد) تنزل پیدا کرده است. آلودگی‌های باسیلوس سرئوس در آرد و ما کارونی شامل چهار نمونه مثبت (۲/۵درصد) می‌باشد. همچنین آلودگی‌های آرد به کپک شامل ۱۵ نمونه (۹/۳۷درصد) است که در ما کارونی به ۳ نمونه (۱/۸۷درصد) کاهش یافته است. به علاوه آلودگی‌های آب‌های منطقه به کلی‌فرم‌ها شامل ۱۴۵ نمونه مثبت (۹۰/۶۲درصد) از ۱۶۰ نمونه بود که از میان آنها ۱۱۹ نمونه (۷۴/۳۷درصد) شامل آلودگی به اشرشیاکلی بود. از این گذشته آلودگی به کلستریدیوم ولشای در آب‌های مورد آزمایش ، ۸ نمونه مثبت (۵درصد) ، در آردهای آزمایش شده ۳ نمونه مثبت (۱/۸۷درصد) و در ما کارونی آزمایش شده ۱۰ نمونه مثبت (۶/۲۵درصد) ، 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 باکیفیت مرغوب و درجه استاندارد جهانی می‌باشد. ما کارونی که یکی از مواد غذایی اساسی در جامعه است از این امر مستثنی نمی‌باشد. از این رو باید شدیداً به وسیله مسؤولین فنی در کارخانه‌ها واداره نظارت بر مواد غذایی و مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران کنترل و نظارت شود.

ازجمله آزمایش‌های ضروری ، تعیین آلودگی مواد اولیه و محصول نهایی می‌باشد که به نام شمارش کلی میکرب معروف است (۴و۲). 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 ، ۱۱/۸۷درصد 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 ما کارونی مورد آزمایش ، فقط دو مورد آلودگی بالاتر از حد استاندارد وجود داشت. یعنی آلودگی از ۱۱/۸۷ درصد در مواد اولیه به ۱/۲۵درصد در محصول نهایی کاهش پیداکرده 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 سرئوس بود. اهمیت باسیلوس سرئوس در آزمایش‌های آرد و ما کارونی به علت قدرت تولید اسپور و تولید زهرابه این باکتری می‌باشد ،که به راحتی در محیط‌های نشاسته‌ای سرعت می‌یابد و زهرابه تولید می‌کند (۵).

یکی از بزرگترین مشکلات کارخانه‌های تولید ما کارونی کنترل کپک و فارچ آن می‌باشد. کپک‌ها هم از لحاظ تولید زهرابه و هم از لحاظ وضع ظاهری در کاهش کیفیت ما کارونی بسیار مهم هستند. این ریزسازواره‌ها در زمان کوتاه در شرایط بهینه به راحتی قادرند تمام سطح ما کارونی را آلوده وبه صورت ما کروسکوپی 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 (۷و۶). پس میزان رطوبت آرد باید حتماً کنترل شود و رطوبت محصول نهایی یعنی ما کارونی ، هنگام بسته‌بندی ، باید کمتر از ۱۳درصد باشد.

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

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

www.SID.ir

Archive of SID



۱۰ نمونه یا ۶/۲۵ درصد از نمونه‌های ماکارونی به کلستریدیوم پرفرنژنس آلوده باشند. این میزان آلودگی ماکارونی 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 ماکارونی 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 ماکارونی در بیش از ۹۰درصد موارد دارای آلودگی کلی‌فرمی هستند که ۷۴درصد این آلودگی ناشی از اشرشیاکلی می‌باشد. رقم بالای آلودگی نشان‌دهندهٔ ضرورت استفاده از کلرناتور 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 ماکارونی موارد زیر قابل توجیه است:

۱) تاکید و نظارت بر رعایت کلیهٔ اصول بهداشتی به وسیلهٔ کارگران کارخانه‌های ماکارونی در هنگام تولید و بسته‌بندی ماکارونی.

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 ماکارونی به گونه‌ای که همیشه کمتر از ۱۳ درصد باشد.

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

۵) استفاده از سیستم‌های خودکار در تولید ماکارونی. (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.

## منابع

۱ - روش جستجو، شمارش و شناسایی کلستریدیوم پرفرنژنس و کلستریدیوم‌های احیاء کننده سولفیت در مواد غذایی، ۱۳۶۰، مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۲ - شرایط و ضوابط تولید ماکارونی، استاندارد شماره ۲۱۳، مؤسسهٔ 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 coliin foods: collaborative study; J Assoc Of Anal Chem. 1991; 74(4): 635-648.

5 - Mahler H, Pasi A, Kramer JM, et al. Fulminat 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 prodction 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

www.SID.ir

Archive of SID



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



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

www.SID.ir