

چکیده:

سالمونلا یکی از باکتری‌های مهم منتقله از غذاست که هر ساله باعث درگیری و حتی مرگ در جوامع انسانی و دامی می‌شود. در این باکتری مقاومت آنتی‌بیوتیکی به دلیل قرار گرفتن در معرض استرس‌های مختلف محیطی و غذایی ایجاد می‌شود. از طرفی، جهش‌ها و استرس‌های مختلف به همراه شرایط محیطی باعث بیان توانایی ایجاد بیوفیلم در این باکتری شده است که توانایی تشکیل بیوفیلم بر روی مقاومت آنتی‌بیوتیکی می‌تواند موثر باشد. با توجه به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در سالمونلا و از طرفی توانایی‌های روزافزون این پاتوژن برای بقا، این پژوهش با هدف بررسی اثرات همزمان عوامل استرس‌زای مرتبط با مواد غذایی بر روی الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، توانایی تشکیل بیوفیلم و القای حالت زنده‌ی غیر قابل کشت در سروتیپ‌های سالمونلا انجام شد. برای ارزیابی اثرات اصلی و متقابل استرس‌ها از طرح فاکتوریل با پنج عامل در دو سطح استفاده شد. عوامل استرسی به ترتیب شامل فشار اسمزی (در دو سطح غلظت نمک 1 و 4 درصد)، pH (در دو سطح 7/3 و 5 تنظیم شده با اسید لاکتیک)، گرما (در دو سطح 45 و 55 درجه‌ی سانتی‌گراد)، سرما (در دو سطح 4 و 8 درجه‌ی سانتی‌گراد) و انجماد (در دو سطح 24 و 96 ساعت) بودند. تغییرات الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی سروتیپ‌های سالمونلا با استفاده از روش انتشار دیسک و تعیین حداقل غلظت مهاری و کشندگی بررسی شد. برای اندازه‌گیری توانایی تشکیل بیوفیلم به عنوان پاسخ به استرس‌ها از روش رنگ سنجی در میکروپلیت استفاده شد. همچنین برای ارزیابی وضعیت زنده‌ی غیرقابل کشت از روش شمارش پلیت و احیای باکتریایی استفاده شد. نتایج نشان داد فشار اسمزی و زمان انجماد بیشترین تأثیر را بر مقاومت آنتی‌بیوتیکی داشتند ($P < 0.05$). سالمونلا اینتریتیدیس کمترین تغییرات را پس از مواجهه با استرس‌ها نشان داد ($P < 0.05$). همچنین نتایج نشان داد که زمان انجماد در سطح پایین (24 ساعت) و سطح بالا (96 ساعت) به ترتیب باعث کاهش و افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی شد. در میان اثرات اصلی، زمان انجماد بیشترین تأثیر را بر پاسخ‌های تشکیل بیوفیلم سه سروتیپ سالمونلا داشت. زمان انجماد توانایی تشکیل بیوفیلم سالمونلا تایفی-موریوم و سالمونلا اینتریتیدیس را کاهش داد اما سالمونلا تایفی را افزایش داد ($P < 0.05$). از بین اثرات متقابل، بیشترین تأثیر بر پاسخ تشکیل بیوفیلم سالمونلا تایفی بر هم‌کنش بین pH و گرما بود که تأثیر منفی بر پاسخ تشکیل بیوفیلم داشت. در مقابل، اثر متقابل فشار اسمزی و استرس سرمایی، مهم‌ترین اثر متقابل بر پاسخ‌های تشکیل بیوفیلم سالمونلا اینتریتیدیس و سالمونلا تایفی-موریوم بود که اثر مثبت داشتند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که انجماد باعث ایجاد حالت زنده‌ی غیرقابل کشت (VBNC) در هر سه سویه می‌شود. شرایط اسیدی (pH 4.5) به تنهایی باعث مرگ هر سه سروتیپ سالمونلا شد، اما ترکیبی از انجماد، فشار اسمزی و pH پایین باعث ایجاد حالت VBNC در هر سه سروتیپ گردید. نتایج نشان داد که استرس‌های مختلف اثرات متفاوتی بر الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و توانایی تشکیل بیوفیلم در سروتیپ‌های سالمونلا دارند. نتایج این تحقیق می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای تحقیقات بیشتر در این زمینه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: سالمونلا، بیوفیلم، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، استرس‌های فیزیکی‌شیمیایی، حالت زنده‌ی غیر قابل کشت