

**عنوان پایان‌نامه:** ارزیابی اثرات پُست‌بیوتیک لوکونوستوک مزنتروئیدس و نقاط کوانتومی کربن دوپه شده با عنصر روی به شکل آئروسل در نگهداری پنیر موزارلا

### چکیده

پنیر موزارلا با رطوبت بالا، یکی از محبوب‌ترین پنیرهای جهان است، که معمولاً در قالب‌های توپی با اندازه‌های مختلف تهیه و در محلول‌های نگهدارنده مختلف بسته‌بندی می‌شود. پنیر موزارلا بسیار فسادپذیر است و ماندگاری کوتاه دارد. در این تحقیق، پودر پست‌بیوتیک لوکونوستوک مزنتروئیدس در مایع آب پنیر فرایالایش با ظاهر سفید تهیه شد. براساس دو روش DPPH (مقادیر  $IC_{50}$ ، 0/28 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و FRAP (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل 73/5 نانومولار) فعالیت آنتی‌اکسیدانی تایید شد. خصوصیات ضد میکروبی پست‌بیوتیک به صورت محلول در غلظت‌های 150، 300 و 450 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، از طریق روش انتشار در چاهک آگار علیه *اشریشیا کلی* ارزیابی شد و میانگین هاله ممانعت از رشد  $18/34 \pm 0/31$ ،  $22/32 \pm 0/48$  و  $23/35 \pm 0/52$  میلی‌متر مشاهده شد. همچنین نتایج تست MTT نشان داد، پست‌بیوتیک در رده سلولی L929، در غلظت‌های (0/5، 50، 100، 250 و 500 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) سمیتی نشان نداشت. در این تحقیق، نقاط کوانتومی کربنی با ظاهری سفید از استات روی به روش هیدروترمال تهیه شد. مشخصه‌یابی نقاط کوانتومی کربن با تجزیه و تحلیل اندازه ذرات، میکروسکوپ الکترونیکی، طیف سنجی UV-Visible، FTIR و طیف‌سنجی XPS تأیید و مشخص شدند. بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی نقاط کوانتومی کربنی با استفاده از دو روش DPPH (مقادیر  $IC_{50}$ ، 1/14 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و FRAP (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل 46 نانومولار) انجام شد. بر اساس تست MTT نقاط کوانتومی کربنی، در غلظت‌های 5 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و کمتر از آن در رده سلولی فیبروبلاست موش (L929)، غیرسمی بودند. نقاط کوانتومی کربن دوپه شده با عنصر روی (8/9~ نانومتر)، فعالیت ضد میکروبی وابسته به دوز را علیه *اشریشیا کلی* نشان دادند؛ به طوری که به ترتیب در غلظت‌های 1/25، 2/5 و 5 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، میانگین هاله ممانعت از رشد  $13/65 \pm 0/40$ ،  $14/46 \pm 0/46$  و  $17/52 \pm 0/46$  میلی‌متر مشاهده شد. علاوه بر این، مشاهدات تصاویر SEM این فعالیت را تایید کرد. خواص فتودینامیکی نقاط کوانتومی کربنی به عنوان حساس کننده نوری با تمرکز بر غلظت، تابش و دما (یعنی زمان (صفر-120 دقیقه)، دما (4 و 25 سانتی‌گراد) و لامپ LED (420 نانومتر) مورد بررسی قرار گرفت. *اشریشیا کلی* به تیمار فتودینامیک در 4 و 25 درجه سانتی‌گراد حساس بود. شایان ذکر است، غشای سلولی باکتری به طور قابل توجهی توسط نقاط کوانتومی کربن و تیمارهای فتودینامیک تخریب شدند. با توجه به نتایج به دست آمده، تاثیر پست‌بیوتیک (300 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، نقاط کوانتومی کربن (5 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و ترکیب این دو محلول به عنوان افزودنی در پنیر موزارلا با رطوبت بالا به روش اسپری، نشان داد که محلول پست‌بیوتیک، نقاط کوانتومی کربن به صورت تکی و ترکیبی باعث بهبود ماندگاری آن شده و تاثیر تیمار ترکیبی آن‌ها (پست‌بیوتیک-نقاط کوانتومی کربنی تابش دیده شده) بیشتر از حالت استفاده تکی بوده است و منجر به کاهش باسیل‌های اسیدلاکتیک (1/38 سیکل لگاریتمی)، باکتری‌های مزوفیل هوازی-بی‌هوازی (1/69 سیکل لگاریتمی)، باکتری‌های سرماگرا (2/16 سیکل لگاریتمی)، کلی‌فرم‌ها (2/14 سیکل لگاریتمی)، کپک-مخمر (1/90

سیکل لگاریتمی) و سودوموناس (2/97 سیکل لگاریتمی) طی 18 روز نگهداری در دمای یخچال، نسبت به گروه کنترل شده است. شاخص pH نیز در تیمارها، نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌دار داشت ( $p \leq 0/05$ )؛ که می‌تواند به دلیل ماهیت اسیدی پست‌بیوتیک و نقاط کوانتومی کربنی باشد. مقادیر درصد کاهش وزن در تیمارها نسبت به گروه کنترل کمتر بود؛ که تاثیر مثبت استفاده از پوشش‌دهی به روش اسپری را تایید می‌کند. از نظر شاخص‌های حسی، پست‌بیوتیک-نقاط کوانتومی کربنی تابش دیده شده به صورت ترکیبی منجر به افزایش مقبولیت کلی در نمونه پنیر گردید. به طور ویژه، ترکیبات معطر و دودی نقاط کوانتومی کربنی، بوی مطبوع دودی در محصول ایجاد کرد، همچنین بافت پنیر به دلیل حضور ترکیبات پلی‌ساکاریدی خارج سلولی پست‌بیوتیک بهبود یافت. نتایج این مطالعه نشان داد از پست-بیوتیک باکتری‌های پروبیوتیک و نقاط کوانتومی کربنی می‌توان در نگهداری پنیر موزارلا استفاده کرد، ضمن آنکه استفاده ترکیبی از آن‌ها برای جلوگیری از اثرات حسی نامطلوب پیشنهاد می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** مایع رویی سلول، نقاط کربنی، بسته‌بندی فعال، فتودینامیک، نانومواد.