**مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**
**سال چهارم، شماره۴، زمستان ۱۳۸۸، صفحات ۷۴-۶۵**

# تأثیر بسته‌بندی با فیلم‌های نانویی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی و میکروبی نان

میثم ستاری نجف‌آبادی[۱] ، سعید مینایی[۲]، محمدحسین عزیزی[۳] ، حامد افشاری[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
پست الکترونیکی: sminaee@gmail.com
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۰

## چکیده

**سابقه و هدف:** سالانه ۳۰٪ از محصولات کشاورزی تولید شده در کشور به ضایعات تبدیل می‌شود که ۷ تا ۸٪ آن به علت بسته‌بندی نامناسب است. در این تحقیق، اثر ۷ نوع فیلم نانویی ساخته شده بر خواص ارگانولپتیک (حسی) و شمارش میکروبی نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده در این بسته‌ها بررسی شد. نفوذپذیری نسبت به اکسیژن و بخار آب در این فیلم‌های نانویی، کمتر از فیلم‌های معمولی است.

**مواد و روش‌ها:** نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده درون فیلم‌های نانویی در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴ و ۲۱ (مدت نگهداری) و در سه دمای نگهداری ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی ارگانولپتیکی قرار گرفت و شمارش میکروبی نمونه‌ها در همان دماها و صرفا در روز ۱۴ انجام شد.

**یافته‌ها:** تحلیل نتایج حاکی از آن بود که اثرات "نوع فیلم، دما و مدت نگهداری به عنوان عوامل اصلی بر میزان بیاتی نان، معنی‌دار بوده است. همچنین، اثرات متقابل دوگانه نیز در دو سطح ۹۹ و ۹۵٪ معنی‌دار بود. کمترین میزان بیاتی در روز ۱۴، مربوط به فیلم نانویی ترکیبی ۳٪ (۵۰۰ppm نقره، ۴۵۰ppm رس) و بیشترین میزان بیاتی مربوط به فیلم شاهد (فاقد ذرات نانو) بود. در شمارش کلی میکروب‌ها، با افزایش درصد نانو نقره، تعداد کل میکروب‌ها نیز کاهش یافت، به طوری که کمترین تعداد، مربوط به فیلم نانو نقره ۲٪ (۱۰۰۰ppm) بود. بیشترین تعداد میکروب‌های کلی و کپک‌ها در سه دما مربوط به نمونه شاهد بود. کمترین تعداد شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در تیمارهای دمایی، مربوط به دمای $5^{\circ}C$ و بیشترین تعداد مربوط به دمای $35^{\circ}C$ بود.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع، فیلم نانویی ترکیبی ۳٪ (۵۰۰ppm نقره، ۴۵۰ppmرس) به دلیل حفظ بیشتر تازگی نان و هزینه ساخت کمتر به عنوان بهترین فیلم شناخته شد.

**واژگان کلیدی:** فیلم‌های نانویی، ویژگی‌های ارگانولپتیک، ویژگی‌های میکروبی، دما، مدت نگهداری

## • مقدمه

کیفیت و ماندگاری محصولات صنایع پخت به طور معمول توسط تغیرات فیزیکی شیمیایی که بیاتی نامیده می‌شود، کاهش می‌یابد. بیاتی فرایندی است که سبب کاهش قابلیت پذیرش محصولات صنایع پخت توسط مصرف کنندگان می‌شود و شامل تغییراتی در مغز نان است که این تغییرات، پیش از تغییرات ناشی از فعالیت ارگانیسم‌های عامل فساد است. عموماً بیاتی به صورت چرمی شدن پوسته نان، سفت شدن مغز نان، کاهش رطوبت و طعم و کاهش تازگی در محصول مشخص می‌شود. کاهش نرمی در نان با گذشت زمان، محسوس‌ترین حالت بیاتی است و اغلب برای کنترل فرایند بیاتی هم توسط مصرف کنندگان و هم توسط محققان مورد بررسی واقع می‌شود (۱).

برای اندازه‌گیری درجه و سرعت بیاتی نان، روش‌های متعددی مورد استفاده قرار گرفته است: شیمیایی (تغییر کل مواد جامد محلول، تغییر نشاسته محلول، تغییر قدرت تورم و تغییر میزان رطوبت)، روش‌های مکانیکی-رئولوژیک (تغییر استحکام و سفتی نان، استفاده از دستگاه آزمون مواد، استفاده از تراکم‌سنج نانوایی، تغییر مشخصات فارینوگرام، تغییر مشخصات آمیلوگرام)،

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

روش‌های آنزیمی، روش‌های الکتریکی، روش‌های حرارتی (DSC و DTA) و روش‌های حسی و ارگانولپتیکی (۲).

فساد معمولاً به وسیله کپک‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها ایجاد می‌شود. تغییرات متابولیکی غیر معمول که به دلیل گرمازدگی، سرمازدگی، کمبود اکسیژن یا تنش دی-اکسیدکربن روی می‌دهد، ممکن است به لک افتادن، گود افتادگی، نرم شدگی بیش از حد، تغییر رنگ و تغییر بافت محصول منجر شود (۳).

در سال‌های اخیر به دلایل متعدد از جمله کیفیت نامناسب نان‌های سنتی و قیمت پایین نان، کشور ما با انبوهی از ضایعات نان مواجه است. به طوری که گاهی تا ۳۰٪ نان به ضایعات تبدیل می‌شود و با توجه به حجم بسیار بالای مصرف نان در کشور، این رقم بسیار قابل توجه است. بر اساس گزارشات، شهروندان ایرانی سالانه ۳۰۰ میلیون دلار نان ضایع می‌کنند (۴).

تأمین نان مورد نیاز جمعیت هفتاد میلیون نفری کشور، حجم وسیعی از فعالیت بخش‌های کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، ذخیره سازی و توزیع را در بر می‌گیرد که بر مبنای حداقل قیمت‌های بین المللی، معادل شش میلیارد دلار ارزش دارد. مطالعات بررسی الگوی مصرف مواد غذایی در استان‌های مختلف کشور نشان می‌دهد که عمده‌ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه مردم نان است که ۴۰٪ انرژی دریافتی روزانه را تأمین می‌کند. در خانواده های کم درآمد و پر جمعیت که قدرت خرید کم است و در نتیجه، تنوع و مقدار مواد غذایی مصرفی کافی نیست، نان قوت اصلی است. بنابراین، باید با به کارگیری روش‌های نوین، تکنولوژی تولید و مصرف نان را تغییر داد و از صورت فعلی خارج و روند کامل‌تری را جایگزین کرد (۵).

محصولات کشاورزی که خسارت دیده، فاسد شده و یا کیفیت غیر قابل قبولی از نظر هر یک از خصوصیات حسی داشته باشند، مورد پذیرش مصرف کنندگان قرار نمی‌گیرند و ضایعات محسوب می شوند. دلایل این گونه ضایعات را می‌توان به عوامل زیر نسبت داد (۶):

۱) آلودگی میکروبی و تجزیه مواد توسط آنها

۲) فرایندهای متابولیکی

۳) تنش‌های فیزیکی

قارچ‌ها که اغلب به طور ساپروفیت زندگی می‌کنند و هاگ آنها در طبیعت پراکنده است، به آسانی مواد غذایی را آلوده می‌کنند. قارچ‌ها در محیط مرطوب و اسیدی و مواد غذایی حاوی مقادیر زیاد نمک و قند، به خوبی حتی در دمای پایین و در مجاورت آنتی‌بیوتیک‌ها قادر به رشد و تکثیر هستند و در فساد غذاها نقش مهمی ایفا می‌کنند. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند مواد نشاسته‌ای، پروتئینی، چربی و سایر مواد آلی موجود در غذاها را مصرف کنند و سبب تغییر رنگ و بو و طعم آنها شوند. علاوه بر فساد ظاهری، بعضی از قارچ‌ها سموم خطرناکی ایجاد می‌کنند که باعث مسمومیت‌های خفیف، شدید و حتی کشنده می‌شوند. وجود و تعداد قارچ‌ها و کپک‌ها در مواد غذایی از نظر بهداشتی و تجاری، حائز اهمیت است و در بازرسی‌های بهداشتی به شمارش کلی و کپک استناد می‌شود (۳).

ضایعات را می‌توان با فرایندهایی مانند کنسروکردن، انجماد، خشک کردن و بسته بندی کاهش داد. در اثر این روش‌ها تغییرات مهمی ممکن است در صفات کیفی محصول ایجاد شود. بسته‌بندی یکی از تمهیدات مؤثری است که با توسل به آن در سطوح مختلف بسته‌بندی حجیم، بسته‌بندی جزئی و در سطح مصرف کننده، در محل تولید و در محل فراوری، بسته‌بندی اولیه و ثانویه و ثالثیه می‌توان میزان ضایعات و هدر رفت مواد غذایی را به حداقل رساند (۷). نانو کامپوزیت‌ها یا فیلم های نانویی می‌توانند خواص مقاومت در مقابل گرما و مقاومت مکانیکی را بهبود بخشند و سرعت انتقال اکسیژن را آهسته‌تر کنند (۱۱).

در تحقیق Lainez و همکاران (۶) تعداد میکروب‌های نان نگهداری شده در دمای $5^{\circ}C$ را طی ۲۸ روز شمارش کردند. نتایج آنها نیز مانند نتایج Leuschner و همکاران (۹) حاکی از شروع فعالیت میکروب‌ها پس از روز پانزدهم بود. آنها استفاده از یخچال را برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها مفید دانستند. در تحقیقی دیگر، Karaoglu و همکاران (۱۰) خواص میکروبی نان را طی ۷ روز در دمای $20^{\circ}C$ مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که استفاده از یخچال میزان رشد میکروب‌ها را به مقدار زیادی کاهش می دهد.

از آنجا که ضایعات، ۳۰٪ تولید را شامل می‌شود و تأثیری که بر تولید ناخالص داخلی و میزان خودکفایی صنایع غذایی به ویژه نان دارد، با وجود فقدان اطلاعات دقیق در مورد میزان ضایعات نان، لازم است به دنبال

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

راهکارهای اساسی و مؤثری در جهت کاهش آن باشیم که توجه به نانوتکنولوژی و بسته‌های نانویی، ضروری به نظر می‌رسد.

فیلم‌های نانویی با خواص آنتی باکتریال خود به دلیل وجود ذرات نقره و همچنین نفوذپذیری کمتر اکسیژن و بخار آب به دلیل ذرات رس نسبت به فیلم‌های معمولی، در نگهداری از نان بسته بندی شده، افزایش ماندگاری نان و جلوگیری از بیات شدن نقش قابل توجهی دارند. ذرات نانو نقره با خاصیت ضد میکروبی خود از رشد کپک‌ها و میکروب‌ها جلوگیری می‌کنند و با ایجاد محیط ضدمیکروبی باعث بهبود خواص ارگانولپتیک نان می‌شود. به کار بردن ذرات نانو رس با لایه‌های نازک نانومتری که ساختاری صفحه مانند دارند، باعث می‌شود که نفوذ ملکول‌ها از خلال توده نانوکامپوزیت با مشکل مواجه شود. حضور این ذرات سبب افزایش مسیر نفوذ کننده از خِلال پلیمر و در نتیجه باعث کاهش عبور از آن می‌شود. کاهش نفوذپذیری و خروج بخار آب از بسته، به حفظ تازگی نان کمک می‌کند و باعث دیرتر بیات شدن نان می‌شود (۱۱).

اثرات متقابل مدت زمان نگهداری، دما و نوع فیلم با توجه به شرایط محیطی و نگهداری در مکان‌های متفاوت، برای نان حجیم قالبی بررسی شد. در این پژوهش از روش ارزیابی ارگانولپتیکی (حسی) به دلیل بررسی همزمان بیاتی و شکل ظاهری نانِ بسته بندی شده استفاده شد تا تأثیر ذرات نانو نقره و نانو درس بر این خواص مشخص شود. آزمایشات کمّی در زمینه اثر فیلم‌های نانویی ساخته شده در کشور بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی و میکروبی نان انجام شده است که نتایج آنها به دلیل محرمانه بودن بعضی از آزمایش‌ها و عدم انتشار نتایج، برای مقایسه در دسترس نیست. در ضمن، تحقیق مشابه خارجی در زمینه فیلم‌های نانویی به کار رفته در این پژوهش بر خواص ارگانولپتیک و میکروبی انجام نشده است

## • مواد و روش‌ها

هفت نوع فیلم نانویی ساخته شده به روش برهم کنش مذاب بر پایه پلی اتیلن و با ضخامت کمتر از ۱۰۰ میکرون بررسی شد و نتایج با فیلم شاهد (فاقد ذرات نانو) مقایسه شد. نان حجیم به کار رفته از *شرکت نان آوران* تهیه و جهت بسته بندی آن از فیلم‌های نانویی و دستگاه دوخت الکتریکی استفاده شد.

نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده درون فیلم‌های نانویی در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴ و ۲۱ ( مدت نگهداری) و در سه دمای نگهداری ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی ارگانولپتیکی قرار گرفت. همچنین، شمارش میکروبی نمونه‌ها در سه دمای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، در روز چهاردهم انجام شد. جدول ۱ ساختار فیلم‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. فیلم شاهد، پوشش یا همان نایلون معمولی LDPE ( Low Density Poly Ethylene) بسته‌بندی‌های نان‌های قالبی است. در تیمارهای نانویی، ذرات نانو نقره و نانو رس در هنگام تولید به روش برهم کنش مذاب، به ترکیب فیلم‌ها اضافه شد. محدوده استفاده از ذرات نقره از ppm ۲۵۰ تا ppm ۱۰۰۰ بود. مقادیر کمتر از ppm ۲۵۰ تأثیر کمی بر ویژگی‌های ضد میکروبی داشت و مقادیر بیشتر از ppm ۱۰۰۰ مقرون به صرفه نبود. استفاده از ذرات نانو رس، در مقادیر کمتر از ppm ۱۵۰ کم تأثیر و بیشتر از ppm ۴۵۰ تأثیر منفی در رنگ فیلم‌های نانویی ایجاد کرد که در بسته بندی محصولات غذایی حائز اهمیت است (۱۱).

**آزمون بیاتی نان:** برای ارزیابی بیاتی نان از روش مصوب AACC۷۴-۷۳ (۱۲) استفاده شد. اساس این روش بر پایه تحقیقات بجل و مایسنر استوار است. این دو محقق در سال ۱۹۵۳ گروهی از افراد را برای بررسی تغییرات نان طی کهنه شدن با توجه به موارد زیر آموزش دادند. تکه‌ای از نان برای تشخیص سفتی و نرمی به وسیله انگشتان لمس شود. بدون شک، نان بیات سفت‌تر است. عطر و طعم تازه نان در حین کهنه شدن، از بین می‌رود و طعم نامطلوبی پدیدار می‌شود.

**جدول۱- اصول نامگذاری نوع فیلم‌های به کار رفته در پژوهش**

| شماره تیمار | نماد تیمار | ترکیب و درصد |
|---|---|---|
| ۱ | W | شاهد (فاقد ذرات نانو) |
| ۲ | S 0.5 | ۲۵۰ppm نقره (۰/۵ ٪ نقره) |
| ۳ | S 1 | ۵۰۰ppm نقره (۱٪ نقره) |
| ۴ | S 1.5 | ۷۵۰ppm نقره (۱/۵٪ نقره) |
| ۵ | S 2 | ۱۰۰۰ ppm نقره (۲٪ نقره) |
| ۶ | SC 1 | ۵۰۰ ppm نقره – ۱۵۰ ppm، رس(ترکیبی ۱٪) |
| ۷ | SC 2 | ۵۰۰ ppm نقره – ۳۰۰ ppm، رس(ترکیبی ۲٪) |
| ۸ | SC 3 | ۵۰۰ ppm نقره – ۴۵۰ ppm، رس(ترکیبی ۳٪) |

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

مزه کردن نان در دهان، به طوری که نان تازه مرطوب و مغز آن چسبنده است، در حالی که طی بیات شدن، مغز نان خشک و شکننده می‌شود.

این آزمون از طریق ارگانولپتیکی انجام گرفت و نمونه‌های نان به صورت برش داده شده و کد گذاری شده در اختیار ۱۰ داور (Panelist) متخصص قرار گرفت. افراد، نمونه‌ها را در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ ، ۱۴ و ۲۱ ( در دمای اتاق) ارزیابی کردند و به نمونه‌ها امتیاز دادند. فرم مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است.

**آزمون میکروبی:** روش شمارش میکروبی شامل تکنیک‌های استاندارد شمارش کلی Total count ، شمارش کپک‌ها (Mold count ) و شمارش کلی‌فرم‌ها (Coliforms) است (۱۳). در این پژوهش، شمارش کلی و شمارش کپک‌ها که از اهمیت بیشتری برخوردارند، در روز چهاردهم انجام شد.

شمارش کلی با استفاده از روش پورپلیت روی *پلیت کانت آگار* PCA (Plate Count Agar) انجام گرفت. برای این منظور، پلیت کانت آگار مایع به دمای ̊C ۴۵ رسانده شد و یک میلی‌لیتر از رقت‌های مختلف با ۱۵ میلی‌لیتر پلیت کانت آگار درون پتری‌دیش مخلوط شد. بعد از بستن و سفت شدن آگار، نمونه‌ها به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای ̊C۳۵ درون گرمخانه قرار گرفتند (۳). شمارش کپک‌ها در سه تکرار با استفاده از پورپلیت روی محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار PDA ( Potato Dextrose Agar) انجام گرفت. پرگنه‌های آن پس از ۳ روز قرار گرفتن درون گرمخانه در دمای ̊C ۲۵ شمارش شد (۳). محیط‌های کشت میکروبی از شرکت مرک (Darmstadt, Germany) تهیه شدند. پلیت‌ها و پیپت‌ها پیش از انجام آزمون میکروبی در دمای ̊C ۱۶۰ به مدت ۲ ساعت سترون شدند. برای سترون سازی محیط‌های کشت از اتوکلاو (دمای ̊C ۱۲۱ به مدت ۲۰ دقیقه) استفاده شد (۳).

**تهیه رقت‌های اعشاری:** از نمونه غذایی مورد آزمایش پس از توزین، به شرح زیر اقدام به تهیه سوسپانسیون و سپس رقت‌های اعشاری شد.

ابتدا ظرف خالی و سترون شده مخلوط‌کن، توزین شد و دقیقاً ۱۰ گرم از نمونه یکنواخت شده درون آن توزین شد. ۹۰ml رقیق کننده آب پپتنه به آن افزوده و مخلوط‌کن راه انداخته شد تا مخلوطی یکنواخت از نمونه با رقت ۰/۱ به دست آید. برای رقیق کردن نمونه‌های آزمایش، ابتدا به تعداد لازم، لوله های حاوی ۹ml مایع رقیق کننده به ترتیب با ۰/۱ ، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ رقت اولیه مشخص شد و سپس به کمک یک پیپت، ۱ml از رقت صفر یا ۰/۱ برداشته شد و به اولین لوله حاوی مایع رقیق کننده افزوده شد. توسط پیپت دیگری یک میلی‌لیتر از آن به دومین لوله حاوی مواد محلول رقیق کننده افزوده شد و به این ترتیب، رقت‌های دیگر فراهم تهیه شد. کلیه عملیات رقیق کردن در کنار شعله در شرایط سترونی صورت گرفت. برای شمارش کلی میکروب‌ها، از رقت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ در دمای ̊C۵ و از رقت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ در دماهای ̊C۲۰ و ̊C۳۵ استفاده شد. برای شمارش کپک‌ها نیز رقت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ در دمای ̊C۵ و رقت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ در دماهای ̊C۲۰ و ̊C۳۵ به کار برده شد.

در پایان، کلیه نتایج با استفاده از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) در سطح α =۰/۰۵ تحلیل آماری شده و در صورت معنی‌دار بودن، از آزمون مقایسه چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

**جدول۲- فرم ارزیابی کیفیت نان در طی ۲۱ روز نگهداری**

| روز / ارزش امتیاز | ۱ | ۳ | ۵ | ۷ | ۱۴ | ۲۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بسیار تازه ۶ | | | | | | |
| تازه ۵ | | | | | | |
| کمی تازه ۴ | | | | | | |
| کمی بیات ۳ | | | | | | |
| بیات ۲ | | | | | | |
| بسیار بیات ۱ | | | | | | |

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

## • یافته‌ها

نتایج حاصل از عوامل مختلف (نوع فیلم، دما و مدت نگهداری) بر خواص ارگانولپتیک و آزمون میکروبی نان بسته‌بندی به این ترتیب است.

### تعیین بیاتی نان به روش آزمون چشیدن:

**جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های میزان بیاتی نان**

| متغیر مستقل | درجه آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| نوع فیلم | ۷ | ۱/۱۹۱** | ۵/۸۷۵ |
| دما | ۲ | ۰/۸۱۷* | ۴/۰۳۱ |
| مدت نگهداری | ۵ | ۲۱۷/۰۷۱** | ۱۰۷۰/۷۴۳ |
| نوع فیلم × دما | ۱۴ | ۰/۴۰۴* | ۱/۹۵۵ |
| نوع فیلم× مدت نگهداری | ۳۵ | ۰/۳۲۲* | ۱/۵۸۶ |
| دما × مدت نگهداری | ۱۰ | ۷/۹۱۴** | ۳۹/۰۳۹ |
| نوع فیلم× دما × مدت نگهداری | ۷۰ | ns۰/۲۶۵ | ۱/۳۰۵ |
| خطا | ۳۴۲ | ۰/۲۰۳ | |
| مجموع | ۴۸۵ | | |

ns: معنی‌دار نبودن

* : معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ **معنی‌دار بودن در سطح ۱٪.

**جدول۴- تجزیه واریانس داده‌های شمارش کلی**

| متغیر مستقل | درجه آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| نوع فیلم | ۷ | ۱۶۷۵۴۵۳۱۱۸** | ۱۲/۶۹۲ |
| دما | ۲ | ۲۴۲۴۹۱۲۴۱۷۷۲** | ۱۸۲/۷۰۰ |
| نوع فیلم ×دما | ۱۴ | ۵۴۴۸۹۴۵۳۴۶** | ۴/۱۲۸ |
| خطا | ۴۸ | ۱۳۲۰۰۳۸۶۹۵ | |
| مجموع | ۷۱ | | |

**: معنی‌دار بودن در سطح ۱٪

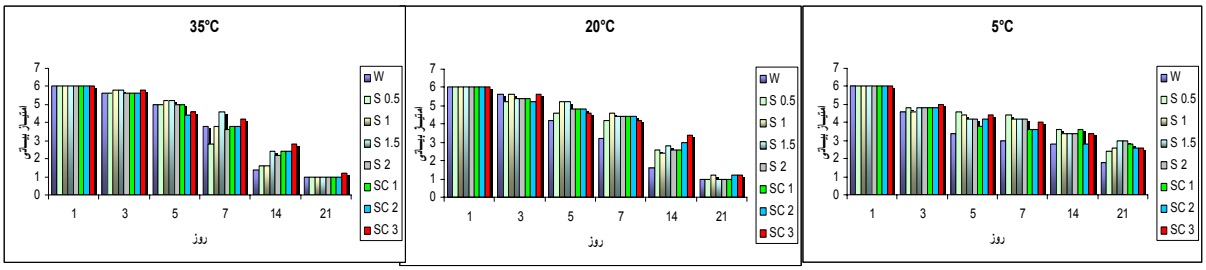
### شمارش کپک‌ها:

**جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های شمارش میکروبی کپک‌ها**

| متغیر مستقل | درجه آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| نوع فیلم | ۷ | ۳۴۸۹۸۸۷۰۵۳** | ۱۶/۰۸۵ |
| دما | ۲ | ۶۳۶۰۵۶۲۶۶۰۵** | ۲۹۳/۱۶۵ |
| نوع فیلم × دما | ۱۴ | ۱۲۱۸۳۵۳۴۸۱** | ۵/۶۱۶ |
| خطا | ۴۸ | ۲۱۶۹۶۲۰۳۶/۱۱۱ | |
| مجموع | ۷۱ | | |

**: معنی‌دار بودن در سطح ۱٪

### تأثیر انواع فیلم‌های نانویی بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی نان در سه دما:



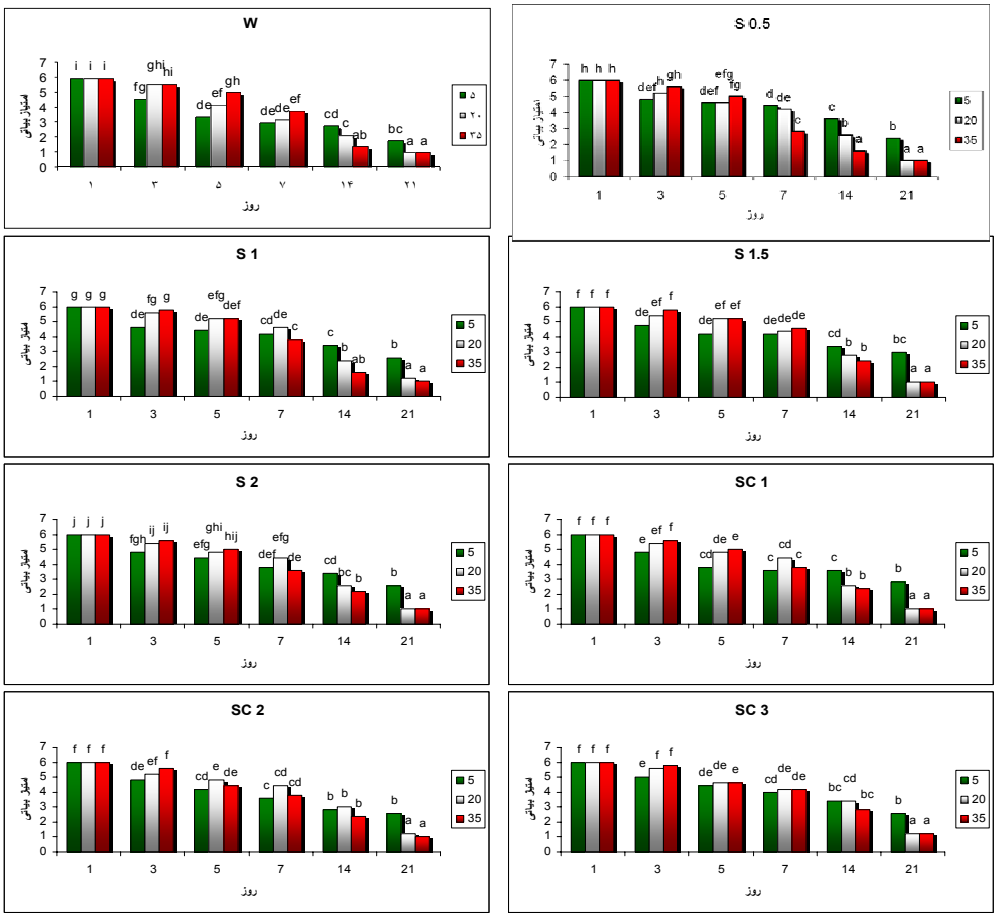

**شکل‌های ۱ تا ۳- تأثیر نوع فیلم بر امتیاز بیاتی نان طی نگهداری در دماهای ۵ °C، ۲۰°C و ۳۵°C**

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

### تأثیر دما بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی نان در انواع فیلم:

در شکل‌های ۴ تا ۱۱ تأثیر متقابل دما و مدت نگهداری در انواع فیلم‌ها آمده است. نتایج مربوط به آزمون مقایسه میانگین‌ها در شکل‌های زیر آمده است. ستون‌های با حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

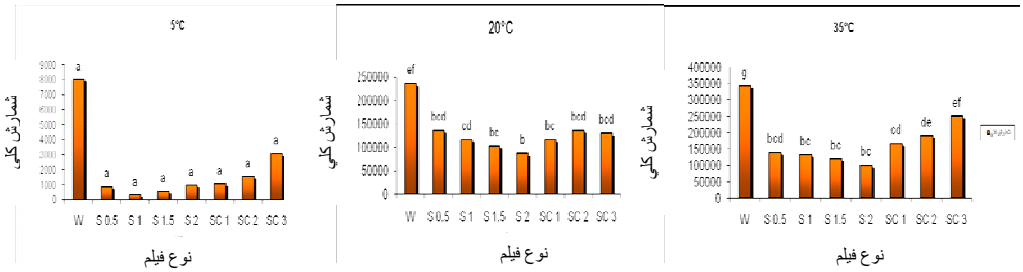



**شکل‌های ۴ تا ۱۱ - تأثیر دما و زمان بر میزان بیاتی نان در انواع فیلم‌ها طی ۲۱ روز**

ستون‌های با حروف یکسان اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

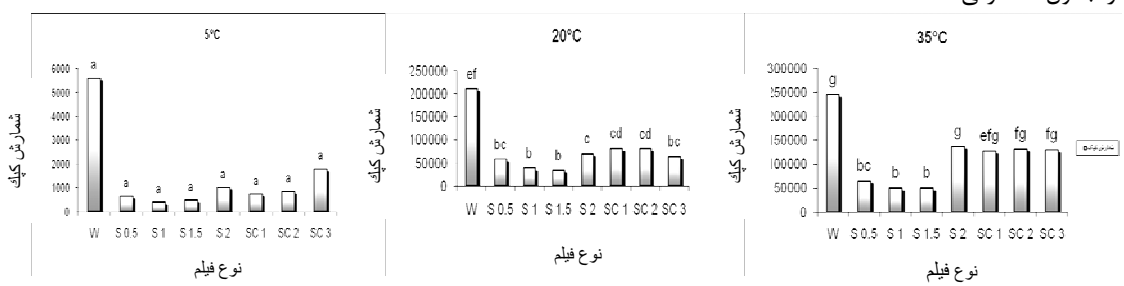
*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

**تأثیر انواع فیلم‌های نانویی بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما:**




**شکل‌های ۱۲ تا ۱۴- تأثیر نوع فیلم بر تعداد کلی میکروب‌ها در دماهای ۵° C و ۲۰° C و ۳۵°C**

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

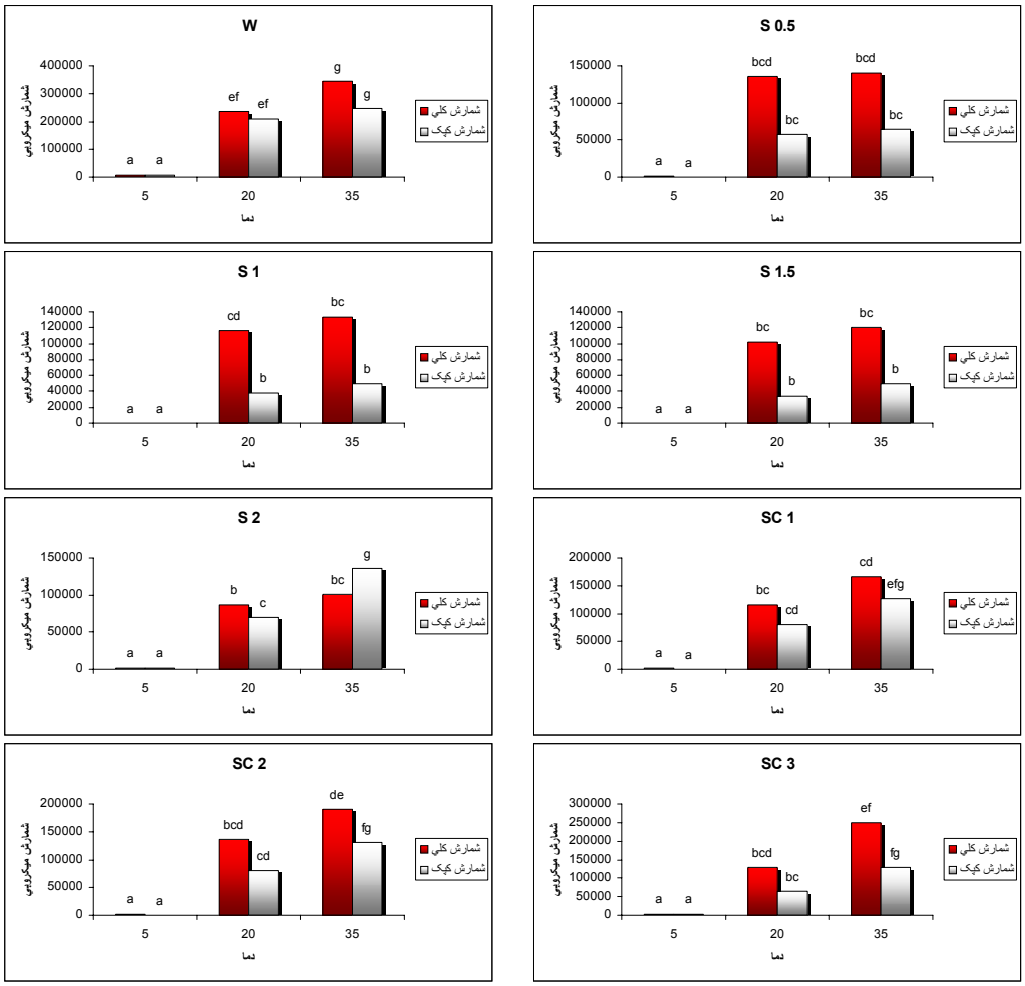



**شکل‌های ۱۵ تا ۱۷- تأثیر نوع فیلم بر تعداد کپک‌ها در دماهای ۵°C و ۲۰°C و ۳۵°C**

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**تأثیر دما بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها:**




**شکل‌های ۱۸ تا ۲۵- تأثیر دما بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک ها در انواع فیلم‌ها**

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

## • بحث

اثرات عوامل مختلف (نوع فیلم، دما و مدت نگهداری) بر خواص ارگانولپتیک و آزمون میکروبی نان بسته‌بندی به این ترتیب است.

**تعیین بیاتی نان به روش آزمون چشیدن:** همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، اثر سه عامل اصلی (نوع فیلم، دما و مدت نگهداری) بر امتیاز بیاتی نان، معنی‌دار بوده است. اثرات متقابل دوگانه نیز در دو سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بوده است. ولی اثر سه گانه "نوع فیلم× دما × مدت نگهداری" معنی‌دار نبود. با معنی‌دار شدن اثرات دوگانه، معنی‌دار شدن اثرات اصلی، تحت الشعاع قرار می‌گیرند. بنابراین، اثرات متقابل دوگانه، در شکل‌های ۱۸ تا ۲۵ بررسی می‌شوند.

**تأثیر نوع فیلم بر خواص کیفی و امتیاز بیاتی نان در سه دما:** تأثیر نوع فیلم بر امتیاز بیاتی نان، در سه دمای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش زمان نگهداری نان، امتیاز بیاتی کاهش می‌یابد (کاهش امتیاز بیاتی= افزایش میزان بیاتی). ولی این روند کاهش، در دماهای مختلف، متفاوت است. با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود که در دمای $5^{\circ}C$ نان از ماندگاری بهتری نسبت به دو دمای $20^{\circ}C$ و $35^{\circ}C$ برخوردار است. با این تفاوت که در دمای $5^{\circ}C$ از همان روز سوم، افت ناگهانی در امتیاز بیاتی نان مشاهده می‌شود. این روند در آخر بسیار کند شده و همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، دارای امتیاز بیاتی بالای ۱ در پایان روز بیست و

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

یکم است. دلیل امتیاز بالاتر در دمای$5^{\circ}C$ ماندگاری بهتر تأخیر در پدیدار شدن لکه های کپک است. در دو دمای دیگر، به دلیل دمای بالاتر محیط، نان زودتر کپک زده و به کلی از بین می‌رود. در دو دمای $20^{\circ}C$ و $35^{\circ}C$ روند کاهش امتیاز بیاتی تا روز هفتم، ابتدا کند بوده، ولی پس از آن با کاهش شدید مواجه شد، به طوری که در روز چهاردهم، اختلاف زیادی بین سه دما در انواع فیلم‌ها مشاهده شد. در روز بیست و یکم، تقریبا هیچ یک از بسته‌ها قابل استفاده نبودند و در آزمون امتیاز بیاتی، نمره ۱ (کمترین نمره) گرفتند.

در مجموع، اختلاف قابل توجهی بین امتیاز بیاتی نان بسته بندی شده در فیلم‌های نانویی و نمونه شاهد مشاهده شد. به طوری که امتیاز بیاتی نان بسته‌بندی شده در فیلم‌های نانویی، ۲۰ تا ۴۰٪ نسبت به نان بسته-بندی شده در فیلم شاهد، بیشتر بود (۲۰ تا ۴۰٪ بیاتی کمتر). با توجه به شکل‌های ۱، ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که کمترین میزان بیاتی (بیشترین امتیاز بیاتی) پس از ۱۴ روز، مربوط به فیلم نانویی ترکیبی ۳٪ (SC3) و بیشترین میزان بیاتی مربوط به نمونه شاهد (W) است. نقره به طور طبیعی خاصیت ضد میکروبی دارد و از رشد میکروبی جلوگیری می‌کند. با افزایش درصد نقره در انواع فیلم که می‌تواند باعث افزایش خاصیت آنتی باکتریایی محیط نان داخل بسته شود، میزان فساد میکروبی، نسبت به نمونه شاهد کاهش نسبی دارد. ذرات نقره از رشد کپک‌ها جلوگیری کرده و باعث می‌شود نان بسته بندی شده کیفیت ظاهری خود را بهتر حفظ کند. در فیلم‌های ترکیبی نقره-رس، با افزایش درصد رس، میزان بیاتی کاهش می‌یابد که دلیل آن را در خاصیت عدم نفوذپذیری فیلم‌های رس نسبت به اکسیژن و بخار آب می‌توان جستجو کرد. ممانعت از خروج بخار آب و اکسیژن از بسته‌های نان، باعث حفظ رطوبت داخل بسته می‌شود و بیات شدن نان را به تأخیر می‌اندازد. لازم به ذکر است که یکی از دلایل بیاتی نان از دست دادن رطوبت است که فیلم‌های نانویی با جلوگیری از آن، مدت زمان ماندگاری نان را بیشتر می‌کنند.

**تأثیر دما بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی نان در انواع فیلم:** در شکل‌های ۴ تا ۱۱ تأثیر متقابل دما و مدت نگهداری در انواع فیلم‌ها آمده است. لازم به ذکر است که ستون-های با حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند. همان طور که در شکل۴ مربوط به نمونه شاهد (W) مشاهده می شود، در دمای $5^{\circ}C$ کاهش ناگهانی در امتیاز بیاتی نان مشاهده می‌شود، ولی پس از روز هفتم شدت کاهش امتیاز بیاتی، کم می‌شود. در دو دمای $20^{\circ}C$ و $35^{\circ}C$ تا روز پنجم، امتیاز بیاتی کاهش چندانی ندارد، ولی از روز پنجم به بعد امتیاز بیاتی با کاهش ناگهانی مواجه می‌شود. این موضوع بیانگر آن است که در دو دمای $20^{\circ}C$و $35^{\circ}C$ طراوت اولیه بیشتر از دمای$5^{\circ}C$ حفظ می‌شود ولی به علت از دست دادن سریع‌تر رطوبت، زودتر به سمت بیاتی رفته و پس از مدتی به دلیل کپک زدن، به کلی از بین می‌رود. این در حالی است که در دمای $5^{\circ}C$ نان زود تر بیات می‌شود، ولی ذرات کپک دیرتر پدیدار می‌شوند و نان از ماندگاری بیشتری برخوردار است. در کل، ماندگاری نان در دمای $5^{\circ}C$ بیشتر از دو دمای دیگر است.

شکل‌های آورده شده به تفکیک درصد و ترکیب فیلم‌های نانویی، می‌تواند بیانگر اختلاف امتیاز بیاتی در انواع فیلم‌های نانویی و تفاوت معنی‌دار آنها با نمونه شاهد باشد. نکته قابل ذکر، روند افزایش میزان بیاتی است که در کلیه فیلم‌ها یکسان است. به عنوان مثال در دمای $35^{\circ}C$ کاهش ناگهانی امتیاز بیاتی در اکثر فیلم های نانویی در روز هفتم روی می‌دهد، ولی در نمونه شاهد، این کاهش در روز پنجم مشاهده می‌شود که بیانگر توانایی فیلم‌های نانویی ساخته شده در حفظ طراوت و تازگی نان حجیم قالبی است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اثر متغیر مستقل دما در سطح ۹۵٪ معنی‌دار بود که این موضوع با فرضیه ما مبنی بر عدم معنی‌دار بودن تأثیر دما بر فیلم‌های نانویی مغایرت داشت. دلیل آن را می‌توان در عدم یکسان بودن روش ساخت فیلم‌های نانویی و کیفیت فیلم‌ها در داخل و خارج از کشور بیان کرد.

در کل نتیجه می‌شود که فیلم‌های نانویی می‌توانند در حفظ نان بسته‌بندی شده و افزایش ماندگاری آن تأثیر مثبتی داشته باشند.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**تأثیر دما و نوع فیلم بر ویژگی‌های میکروبی نان بسته‌بندی شده**

**شمارش کلی و شمارش کپک‌ها:** همان‌طور که در جدول‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود، اثرات متقابل دما و نوع فیلم بر شمارش کلی و شمارش کپک‌ها، در سطح ۰/۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. ضمن آنکه اثرات اصلی نیز در سطح ۰/۹۹ درصد معنی‌دار بوده اند.

**تأثیر انواع فیلم‌های نانویی بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما:** تأثیر فیلم‌های نانویی بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک ها در سه دمای ۵°C، ۲۰°C و۳۵°C در شکل‌های ۱۲ تا ۱۷ نشان داده شده است. همان گونه که انتظار می‌رفت، تأثیر ذرات نانو نقره به خوبی قابل مشاهده است. با افزایش درصد نانو نقره تا ۱/۵ درصد، شمارش کپک‌ها نسبت به نمونه شاهد مواجه شده است. ولی در نمونه نانو فیلم ۲ درصد نقره، این عدد افزایش یافته است که احتمالا مربوط به خطای آزمایش یا کیفیت فیلم است. در مورد شمارش کلی میکروب‌ها با افزایش درصد نانو نقره، تعداد کلی کاهش یافته است.

در مورد فیلم‌های نانویی ترکیبی، بر خلاف انتظار با افزایش درصد رس، تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها افزایش یافته است. این موضوع بیانگر عملکرد منفی ذرات رس بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها است که با کاهش نفوذپذیری و عدم خروج بخار آب از بسته‌ها باعث به وجود آمدن شرایط مساعد برای رشد میکروب‌ها و کپک‌ها می‌شود. کمترین تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما، مربوط به فیلم نانویی ترکیبی ۱ درصد (SC1) است. در این فیلم به علت وجود ۱٪ نانو نقره، شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها نسبت به نمونه شاهد بسیار کمتر است. بیشترین شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما مربوط به فیلم شاهد (بدون ذرات نانو) است.

**تأثیر دما بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها:** تأثیر دمای محل نگهداری بسته‌های نان بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در شکل‌های ۱۸ الی ۲۵ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، با افزایش دما افزایشی ناگهانی در شمارش کلی میکروب‌ها و کپک ها پدید می‌آید که علت آن، مساعد بودن دمای ۲۰°Cو ۳۵°C برای رشد کلی میکروب‌ها و کپک ها است. ولی دمای۵°C خود مانعی بزرگ در جهت جلوگیری از رشد کلی میکروب‌ها و کپک ها است.

با افزایش دما، تعداد کلی میکروب‌ها و کپک ها نیز افزایش یافته است. به طوری که کمترین تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما مربوط به دمای ۵°C و بیشترین تعداد مربوط به دمای ۳۵°C است.

ذرات نانو نقره و نانو رس اثر معنی‌داری بر بهبود خواص ارگانولپتیک و میکروبی نان دارند. ذرات نانو نقره با خاصیت ضد میکروبی خود از رشد کپک‌ها و میکروب‌ها جلوگیری می‌کند و با ایجاد محیط ضدمیکروبی به بهبود خواص ارگانولپتیک نان منجر می‌شود. به کار بردن ذرات نانو رس با لایه‌های نازک نانومتری که ساختاری صفحه مانند دارند، نفوذ ملکول‌ها از خلال توده نانوکامپوزیت را با مشکل مواجه می‌کند. حضور این ذرات باعث افزایش مسیر نفوذکننده از خلال پلیمر و در نتیجه، باعث کاهش عبورپذیری آن می‌شود. کاهش نفوذپذیری و عدم خروج بخار آب از بسته به حفظ تازگی نان کمک کرده و باعث افزایش ماندگاری نان می‌شود (۱۱).

اثر سه عامل اصلی (نوع فیلم، دما و مدت نگهداری) بر امتیاز بیاتی نان، معنی‌دار بوده است. همچنین، اثرات متقابل دوگانه نیز در دو سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بوده‌اند. ولی اثر سه گانه نوع فیلم× دما × مدت نگهداری بر امتیاز بیاتی نان معنی‌دار نبوده است.

کمترین میزان بیاتی پس از ۱۴ روز نگهداری، مربوط به فیلم نانویی ترکیبی شماره ۳ (SC3) و بیشترین میزان بیاتی مربوط به فیلم شاهد است. با افزایش درصد نقره در فیلم‌ها که می‌تواند باعث افزایش خاصیت آنتی باکتریایی محصول شود، امتیاز کلی نان نسبت به نمونه شاهد افزایش نسبی داشته است. در فیلم‌های ترکیبی نقره-رس، با افزایش درصد رس، میزان بیاتی افزایش یافته است.

در دو دمای ۲۰°C و۳۵°C تازگی اولیه نان، بیشتر از دمای۵°C حفظ می‌شود، ولی در کل، ماندگاری نان در دمای ۵°C بیشتر از دو دمای دیگر است. علت آن، تأخیر در ظهور لکه‌های کپک است.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]

اثرات متقابل دما و نوع فیلم در شمارش کلی میکروبی و کپک ها در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. ضمن آنکه اثرات اصلی نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است.

با افزایش درصد نانو نقره تا ۱/۵٪، شمارش کپک‌ها نسبت به نمونه شاهد با کاهش چشمگیر مواجه شده است. در نانو فیلم ۲٪ نقره، این عدد افزایش یافته است، ولی برای شمارش کلی میکروب‌ها با افزایش درصد نانو نقره، تعداد نیز کاهش یافته، به طوری که کمترین شمارش میکروبی مربوط به فیلم نانو نقره ۲ درصد است. بیشترین تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما مربوط به نمونه شاهد است.

با افزایش دما، تعداد کلی میکروب‌ها و کپک ها افزایش یافته است. به طوری که کمترین تعداد کلی میکروب‌ها و کپک ها در سه دما مربوط به دمای $5^{\circ}C$ و بیشترین تعداد مربوط به دمای $35^{\circ}C$ بوده است.

در مجموع، فیلم نانویی ترکیبی شماره ۳ (SC3) دارای ppm ۵۰۰ نقره - ppm ۴۵۰ رس از نظر به تأخیر انداختن زمان بیات شدن نان و فیلم نانویی دارای ۱/۵٪ نقره (ppm ۵۰۰ نقره) از نظر کاهش تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها به عنوان بهترین فیلم‌ها شناخته شدند.

با اینکه هزینه ساخت فیلم‌های حاوی ذرات نانو نقره ۱/۱ تا ۱/۳ برابر فیلم‌های معمولی و هزینه ساخت فیلم‌های نانویی ترکیبی ۱/۱ تا ۱/۲ برابر فیلم‌های معمولی است، ولی صرفه اقتصادی استفاده از فیلم‌های نانویی به مراتب بیشتر از هزینه ساخت آنها است. به عنوان مثال، استفاده از فیلم‌های نانویی، زمان بیات شدن نان بسته‌بندی شده را ۴۰ تا ۶۰٪ افزایش داد یا با به کار بردن فیلم‌های نانو نقره، تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها به طور قابل مشاهده‌ای کاهش یافت (۱۱).

**سپاسگزاری**

از آقای محمود صوتی خیابانی که در تهیه و انجام آزمون‌های میکروبی، صمیمانه همکاری کردند، قدردانی می‌شود.

## References

1. Mehrae. Analyze on country bread and flour command. Control and Surveillance Organization. Page 35. 1380[in Persian].
2. Kimiagar. M. Bread: technical, foods, economic and social problems. Collection papers of Specialty congress. Nutrition research institute and food engineering Preface. Page 1. 1996 [in Persian].
3. Karim G. Microbial tests of food materials. Tehran: Tehran University Publication 1375.[in Persian].
4. Shahedi M. Bread losses and reduction methods. prevent methods from national source waste congress. Page 186. 2008 [in Persian].
5. Azizi MH. Investigation of effect of additive materials for flour and bread improvement. Collection of abstract papers of first bread and bread production machinery congress. Nation cereal organization. Page 7. 2003 [in Persian].
6. Azizi, M. H. Investigation of reduction of losses and bread losses. . Collection of abstract papers of first bread and bread production machinery congress. Nation cereal organization. Page 48. 1381 [in Persian].
7. Afshari H, Minaee S. Nano technology and agricultural losses. Proceeding of Tertiary national congress of agricultural production losses. 1386 Tarbiat Modares University [in Persian].
8. Lainez E, Vergara F, Bárcenas ME. Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage. Food Engineering J 2008; 89: 414–418.
9. Leuschner RGK, O'Callaghan MJA, Arendt EK. Optimization of baking parameters of part-baked and rebaked Irish brown soda bread by evaluation of some quality characteristics. Int. J. Food Sci. Technol. 1997; 32: 487–493.
10. Karaoglu MM, Kotancilar HG, Gurses M. Microbiological characteristics of part-baked white pan bread during storage. International Food Properties J. 2005; 8: 355–365.
11. Sattari Najaf Abadi M, Minaee S, Azizi MH, Afshari H, editors. Effect of application of nano films maked in country on bread staling with shear test method. Proceeding of the Fifth student congress of nano technology 2009 [in Persian].
12. AACC. Approved Methods of Analize of the American Association of Cereal Chemists. 4th ed Minnesota. The Association, St. Paul: Co2 ;1990.
13. AOAC. Bacteriological Analytical Manual, 6th ed Washington: Association of Official Analytical Chemists, DC; 1984.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13 ]