تاثیر بسته‌بندی با فیلم‌های نانویی بر ویژگی‌های مکانیکی نان

میثم ستاری نجف آبادی[a*]، حامد افشاری[b]، سعید مینایی[c]

[a] *مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری، تهران*
[b] *استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن*
[c] *دانشیار دانشگاه تربیت مدرس، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، تهران*

Archive of SID

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۹/۲۰

چکیده

مقدمه: نان یکی از ارزنده‌ترین و مهمترین مواد غذایی مورد استفاده انسان است. در سال‌های اخیر، کشور ما با انبوهی از ضایعات نان مواجه است. بر اساس گزارش‌ها، شهروندان ایرانی سالانه ۳۰۰ میلیون دلار نان ضایع می‌کنند. در این پژوهش هفت نوع فیلم نانویی تهیه شده به منظور بررسی اثر آن‌ها بر رطوبت و میزان بیاتی نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده در این بسته‌ها به دو روش تعیین نیروی فشار و نیروی برش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: نمونه‌ها در دماهای نگهدای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سلسیوس طی ۲۱ روز بررسی شد و داده‌ها با استفاده از نرم افزارSPSS و SAS، مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه با نمونه شاهد (فاقد ذرات نانو) قرار گرفت.

یافته‌ها: تحلیل نتایج حاکی از معنادار بودن اثرات سه‌گانه "نوع فیلم×دما×مدت نگهداری" بر رطوبت نان در سطح ۰/۹۹ بود. میزان از دست دادن رطوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس بیاتی نان نشان داد که اثر سه گانه"نوع فیلم×دما×مدت نگهداری"در هیچ یک از دو روش بارگذاری معنادار نبوده است. نتایج حاکی از افزایش نیروی مصرفی (فشاری و برشی) در انواع فیلم‌های نانویی بود. ولی روند افزایش نیرو در انواع فیلم‌ها، متفاوت بود. بیشترین میزان افزایش بیاتی در فیلم شاهد که فاقد ذرات نانو بود، مشاهده شد. در فیلم‌های نانویی، با افزایش ذرات نانو، میزان بیاتی کاهش یافت. همچنین نتایج بیانگر آن بود که در دو دمای ۲۰°C و ۳۵°C، طراوت اولیه بیشتر از دمای۵°C حفظ شده و نان دیرتر بیات می‌شود ولی در کل، ماندگاری نان در دمای ۵°C بیشتر از دو دمای دیگر است.

نتیجه گیری: در مجموع، فیلم نانویی ترکیبی ۲ درصد (دارای ۵۰۰ppmنقره–۳۰۰ppm رس) به عنوان بهترین فیلم در جهت کاهش بیاتی نان و میزان از دست دادن رطوبت، شناخته شد. نتایج نشان دهنده کاهش ۴۰ تا ۶۰ درصدی ضایعات نان بود.

واژه های کلیدی: *بیاتی، ضایعات نان، نانو فیلم ، نان حجیم*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: sattari.utm@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

نان یکی از ارزنده‌ترین و مهمترین مواد غذایی مورد استفاده انسان است. اگر چه مصرف نان از کشوری به کشور دیگر و نیز در بین جمعیت یک کشور متغیر است، اما اهمیت آن در بر طرف کردن نیازهای تغذیه‌ای، کاملا مشخص شده است (Sidhu *et al*., 1997). 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، بطوری که گاهی تا ۳۰٪ نان، تبدیل به ضایعات می‌شود و با توجه به حجم بسیار بالای مصرف نان در کشور، این رقم بسیار قابل توجه می‌باشد. بر اساس گزارش‌ها، شهروندان ایرانی سالانه ۳۰۰ میلیون دلار نان ضایع می کنند (شاهدی، ۱۳۸۲).

تامین 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 عمده ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه نان می‌باشد که ۴۰ درصد انرژی دریافتی روزانه را تامین 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 می‌باشد. بنابراین باید با بکارگیری روش‌های نوین، تکنولوژی تولید و مصرف نان را تغییر داده و از صورت فعلی خارج و روند کامل‌تری را جایگزین نمود (عزیزی، ۱۳۸۶).

معرفی ساده‌ترین تکنولوژی تولید بسته‌بندی‌های نانویی با تکنولوژی‌های داخل کشور، بررسی مسائل مربوط به ایمنی زیستی و قابلیت انتقال ذرات نانو از بسته‌بندی به محصولات غذایی و اقتصادی بودن استفاده از این بسته‌ها در کشور از مسایل مهم است. استفاده از بسته‌بندی‌های نانو و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، سالانه ۱۶۴ تا ۱۸۷ میلیون دلار صرفه‌جویی اقتصادی را در کشور به همراه خواهد داشت (تاج الدین، ۱۳۸۲).

نان هایی که بسته‌بندی می‌شوند، دیرتر بیات می‌شوند. علت این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که در اثر بسته‌بندی، فشار بخار آب ایجاد شده در داخل بسته، مانع خروج آب از نان می‌شود. پس شدت و درجه به تاخیر افتادن بیاتی بستگی به نوع بسته بندی و درجه نفوذپذیری دارد (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). برای اندازه‌گیری درجه و سرعت بیاتی نان، راه‌های متعددی از قبیل شیمیایی (تغییر کل مواد جامد محلول، تغییر نشاسته محلول، تغییر قدرت تورم و تغییر میزان رطوبت)، روش‌های مکانیکی- رئولوژی (تغییر استحکام و سفتی نان، دستگاه آزمون مواد، تراکم سنج نانوایی، تغییر مشخصات فارینوگرام، تغییر مشخصات آمیلوگرام)، روش های آنزیمی، روش‌های الکتریکی، روشهای حرارتی(DSC و DTA) و روش‌های حسی و ارگانولپتیکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و این نکته شایان ذکر است که در تمامی روش‌ها، اندازه گیری بیاتی به طور غیر مستقیم انجام پذیرفته است و در چنین شرایطی می توان انتظار داشت که در مرتبط ساختن نتایج آزمایشگاهی با پذیرش یا رد آن به وسیله مصرف کننده، مشکلاتی بروز نمایند (لامع، ۱۳۷۷). دانشمندان زیادی در طول سال‌های متمادی، چگونگی پدیده بیات شدن نان را مورد بحث و بررسی قرار دادند. یکی از نظریه‌های موجود در این مورد به وسیله مارتین و همکاران (۱۹۹۱) و همچنین مارتین و هوسینی (۱۹۹۱) پیشنهاد شده است. آن‌ها قدرت تورم نشاسته را به عنوان عامل اصلی سفت شدن معرفی کردند.

استر و بایلی در سال ۱۹۳۸نشان دادند که سرعت و میزان بیات شدن با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد.دستگاه آزمون مواد از سال ۱۹۶۶ به طور گسترده برای بررسی رتروگراداسیون نشاسته مورد استفاده قرار گرفت. در آن آزمایش یک نمونه نان با ابعاد مشخص به وسیله کارد که با سرعت ثابت حرکت می‌کرد برش داده شد و نیروی لازم برای برش بر حسب واحد نیوتن ثبت شد (AbdKarim and Norziah, 2000). با دنبال کردن افزایش سختی مغز نان در طول مدت نگهداری با استفاده از دستگاه آزمون مواد، اطلاعات زیادی در مورد بیاتی نان به دست آمد. یک رابطه قوی منفی بین قابلیت پذیرش نان به وسیله مصرف کننده و سفتی نان ثبت شده است (Axford, 1968).

بیکر (۱۹۸۶) طی سلسله فعالیت‌های تحقیقاتی به بررسی نقش هر یک عوامل قابل تغییر دستگاه آزمون مواد شامل تعداد برش های یک نمونه، میزان تراکم نمونه،

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت حرکت پلانجر و سطح آن بر روی مقدار نیروی خوانده شده، پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که تعداد برش‌ها در نمونه، عامل مهمی نیست. سرعت پلانچر نیز به عنوان عامل اساسی مهم نیست. ولی میزان تراکم و سطح پلانچر را عواملی بحرانی و بسیار مهم معرفی کردند. در پژوهشی دیگر، زیبل و سیدهو (۱۹۹۸) با استفاده از دستگاهآزمون مواد، به ارزیابی بافت انواع نان پرداختند و خواص مکانیکی نان‌های مختلف را مورد مقایسه و بررسی قرار دادند.

فیلم‌های پلی اتیلن معمولی به دلیل نفوذپذیری قابل توجه اکسیژن و بخار آب از آن‌ها که از جمله عوامل فیزیکی در بیاتی نان می‌باشند، باعث افزایش قابل توجهی در ضایعات نان می‌شود .فیلم‌های نانویی با خواص آنتی‌باکتریال خود به دلیل وجود ذرات نقره و همچنین نفوذپذیری کمتر اکسیژن و بخار آب به دلیل ذرات رس نسبت به فیلم‌های پلی اتیلن 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 کرده و با ایجاد محیط ضدمیکروبی، منجر به بهبود خواص مکانیکی و ماندگاری نان می‌شود. به کار بردن ذرات نانو رس با لایه‌های نازک نانومتری که ساختاری صفحه مانند دارند، باعث می‌شود نفوذ ملکول‌ها از خلال توده نانوکامپوزیت با مشکل مواجه شود. حضور این ذرات سبب افزایش مسیر نفوذ کننده از خلال پلیمر شده، در نتیجه باعث کاهش عبورپذیری از آن، نسبت به فیلم‌های پلی اتیلن معمولی می‌شود. کاهش نفوذپذیری و خروج بخار آب از بسته، به حفظ تازگی نان کمک‌کرده و باعث دیرتر بیات شدن نان می‌شود (Sattari Najaf Abadi *et al.*, 2009).

بررسی منابع خارجی و داخلی نشان داد که تاکنون کار چندانی در زمینه فیلم‌های نانویی ترکیبی با ساختار نقره- رس و تاثیر آن بر خواص مکانیکی نان حجیم قالبی گزارش نشده است.کرمانی و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر فیلم نانویی رس را بر نان‌های مسطح بررسی کرد و نتایج را از طریق آزمون ارگانولپتیک مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از افزایش ماندگاری به میزان بسیار کم بود. در پژوهشی دیگر، میشل و همکاران (۲۰۰۸)، اثر بسته‌بندی نانویی بر میزان پذیرش عمومی نان را مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاکی از افزایش میزان استقبال عمومی از بسته‌بندی‌های نانو بود.

در این تحقیق، با توجه به میزان قابل توجه ضایعات نان در کشور، بیاتی نان به روش‌های مکانیکی شامل آزمون فشار و آزمون برش،بررسی شده و در مورد راه‌های جلوگیری از بیات شدن و ضایعات نان بحث شده است. نتایج با استفاده از نرم افزارهای SPSS و SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

هفت نوع فیلم نانویی تهیه شده بر پایه پلی‌اتیلن با چگالی کم(LDPE)، شامل ذرات نانو نقره و نانو رس و با ضخامتی بین ۷۰ تا ۱۰۰ میکرون، به منظور بررسی اثر این فیلم‌ها بر رطوبت و ویژگی‌های مکانیکی نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده در این بسته‌ها، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن با فیلم شاهد (پلی اتیلن فاقد ذرات نانو) که برای بسته بندی نان حجیم استفاده می‌شود، مقایسه شد. میزان رطوبت و ویژگی‌های مکانیکی نان 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 سلسیوس بررسی شد.

جدول۱- روش نامگذاری فیلم‌های بکار رفته در پژوهش

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ خصوصیات بکار برده شده در فیلم‌ها را نشان می‌دهد. دامنه استفاده از ذرات نقره در محدوده ۲۵۰ppm تا ۱۰۰۰ppm می‌باشد. مقادیر کمتر از ۲۵۰ ppm، تاثیری بر ویژگی‌های ضد میکروبی نداشته و مقادیر بیشتر از ۱۰۰۰ ppm، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد. طبق آزمایش‌های انجام شده، استفاده از ذرات نقره در این دامنه از نظر میکروبی نیز بلامانع است (Lainez *et al.*, 2008). استفاده از ذرات نانو رس، در دامنه‌ای کمتر از ۱۵۰ ppm، تاثیری ناچیز بر خواص مکانیکی و بیشتر از ۴۵۰ppm، تاثیر منفی در رنگ فیلم‌های نانویی ایجاد می‌کند که در بسته‌بندی محصولات غذایی حائز اهمیت است (ستاری نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بی‌نام، ۱۳۸۶). لازم به ذکر است خواص مکانیکی و نفوذپذیری فیلم های بکارفته نیز بررسی شد که نتایج حاکی از بهبود خواص مکانیکی و کاهش نفوذپذیری اکسیژن و بخار آب در انواع فیلم ها بود.

- **میزان رطوبت نان**

میزان رطوبت نان در هر مرحله انجام آزمون‌های فشار و برش، به وسیله اندازه‌گیری وزن، قبل و بعد از خشک کردن به مدت ۵ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس محاسبه شد (Fontanet, 1997).

- **دستگاه آزمون مواد**

دستگاه آزمون مواد مورد استفاده برای انجام آزمایش‌ها، Hounsfield مدل H50 K-Sساخت کشور انگلستان بود. این دستگاه برای تعیین ویژگی‌های مکانیکی طیف گسترده‌ای از مواد در بارگذاری‌های مختلف فشاری، کششی و برشی قابل استفاده است.

- **تهیه وآماده‌سازی نمونه**

نان مورد استفاده از نوع حجیم قالبی بوده و ضخامت نمونه‌های مورد آزمون۳۰ mm بود. قرص‌های نان به طور مکانیکی به لایه‌های با ضخامت ۱۰ mm برش داده شد. برای لایه‌های با ضخامت ۱۰ mm، از سه لایه روی هم گذاشته برای آزمون استفاده شد. فیلم‌های مورد استفاده بر پایه پلی اتیلن (LDPE[1])، درجه ۰/۷۵ همراه با مستربچ ۰/۲۰ نانو نقره می‌باشد که تحت شرایط دمایی ۱۹۵– ۱۶۵ درجه سلسیوس و سرعت ۵۰rpm، با ضخامت کمتر از ۱۰۰ میکرون، به روش برهم کنش مذاب و با همکاری ستاد نانو ریاست جمهوری، تولید شده است.

- **آزمون فشار**

آزمون فشار به عنوان شاخص میزان بیاتی نان محسوب می‌شود. همچنین از این آزمایش، در محاسبه تنش فشاری که آن نیز شاخصی در تعیین میزان بیاتی نان است، استفاده می‌شود. نیروی لازم برای تراکم یک فرآورده تا مسافت معین، سفتی[2] نامیده می‌شود. این روش آزمونی برای ارزیابی سفتی مغز نان توسط دستگاه آزمون مواد فراهم می‌کند. در هنگام ارزیابی سفتی مغز نان به وسیله دستگاه آزمون مواداز سل بارگذاری ۵۰۰ کیلونیوتنی و میله بارگذاری آلومینیومی با قطر ۳۰ میلی‌متر (سطح مقطع $۰/۷۰۶۵ \times ۱۰^{-۳} m^2$) با لبه‌های خمیده استفاده شد (سرفراز، ۱۳۸۶). روش آزمون فشار بدین گونه می‌باشد که ابتدا عامل بارگذاری در وضعیتی قرار داده می‌شود که ۱ mm بالاتر از مرکز سطح لایه بریده شده قرار گیرد. سرعت تراکم، ۱۰۰ mm/min (سرفراز، ۱۳۸۶) و خواندن نیروی فشار در میزان تراکم ۲۵ درصد (۷/۵ mm) انجام گرفت. عامل بارگذاری به وضعیت اول خود برگردانیده شده، لایه فشرده شده خارج و برای نمونه‌های بعدی این روش تکرار می‌گردد.

- **آزمون برش[2])**

نیروی برش به عنوان شاخص نیروی خردکنندگی دندان‌های انسان، محسوب می‌شود. از این آزمایش، در محاسبه تنش برشی که آن هم شاخصی در تعیین نیروی خردکنندگی دندان‌های انسان است، استفاده می‌شود (ناصحی، ۱۳۷۵). این آزمون با تیغه مخصوص برش به ابعاد ۲mm×۸۰mm×۸۰mm و با سرعت۱۲۰ mm/min انجام شد (AACC, 1988). میله بارگذاری بر روی نان تنظیم می‌شود. عمل برش به وسیله تیغه مخصوص انجام شده و پس از عمل برش، عامل بارگذاری به وضعیت اول خود برگردانده شد. لایه بریده شده را خارج کرده و برای نمونه‌های بعدی، این روش تکرار شد.

[1] Low Density Poly Ethylene

[2] Hardness

Archive of SID

www.SID.ir

- **تجزیه و تحلیل آماری**

در پایان کلیه داده‌ها با استفاده از نـرم افـزار SPSS و SAS، در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی مورد تـجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها

جدول۲- درصد رطوبت نان بسته‌بندی شده در روزهای بارگذاری

نوع فیلم	دما	مدت نگهداری بر حسب روز					
		۱	۳	۵	۷	۱۴	۲۱
W*	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۱۶^{bc}	۳۷/۲۶^{c}	۳۶/۰۴^{cd}	۳۳/۹۵^{g}	۳۱/۱۰^{i}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۷۳^{c}	۳۵/۶۵^{e}	۳۳/۶۴^{g}	۳۱/۳۷^{i}	۲۸/۰۱^{k}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۳۷^{c}	۳۷/۱۷^{c}	۳۵/۳۹^{e}	۳۰/۹۰^{j}	۲۵/۱۲^{l}
S 0.5	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۹/۳۰^{a}	۳۹/۰۳^{a}	۳۶/۲۵^{d}	۳۵/۹۹^{e}	۳۴/۲۰^{f}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۱۷^{b}	۳۶/۸۴^{d}	۳۵/۲۸^{e}	۳۱/۴۷^{i}	۲۹/۸۴^{j}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۷۳^{b}	۳۷/۸۹^{c}	۳۴/۳۷^{f}	۳۲/۹۹^{h}	۲۸/۳۶^{i}
S1	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۹/۴۹^{a}	۳۹/۴۱^{a}	۳۷/۷۵^{c}	۳۶/۱۸^{d}	۳۵/۷۳^{e}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۸۹^{b}	۳۵/۶۴^{e}	۳۲/۷۴^{h}	۳۰/۷۱^{i}	۲۸/۴۳^{k}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۶۸^{b}	۳۷/۷۹^{c}	۳۵/۸۲^{e}	۳۰/۶۲^{i}	۲۷/۳۶^{j}
S1.5	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۹/۰۰^{a}	۳۸/۴۴^{d}	۳۶/۹۲^{d}	۳۶/۷۷^{d}	۳۴/۱۶^{f}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۹۳^{c}	۳۵/۲۸^{e}	۳۴/۹۸^{f}	۳۲/۱۵^{h}	۲۹/۸۴^{k}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۷۵^{c}	۳۵/۹۴^{e}	۳۴/۶۳^{f}	۳۱/۳۸^{i}	۲۸/۴۷^{k}
S2	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۶۸^{b}	۳۷/۷۳^{c}	۳۷/۶۴^{c}	۳۷/۳۳^{c}	۳۴/۰۰^{f}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۵۶^{b}	۳۵/۴۹^{e}	۳۲/۵۷^{g}	۳۰/۰۴^{i}	۲۹/۳۸^{j}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۱۴^{b}	۳۶/۷۵^{d}	۳۳/۳۰^{f}	۳۰/۱۴^{i}	۲۷/۴۵^{l}
SC1	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۹/۱۱^{a}	۲۸/۶۶^{k}	۳۶/۹۰^{d}	۳۵/۳۱^{e}	۳۲/۳۶^{h}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۲۲^{b}	۳۶/۶۴^{d}	۳۲/۳۴^{f}	۳۰/۲۴^{i}	۲۸/۴۹^{k}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۲۳^{b}	۳۶/۸۹^{d}	۳۲/۳۳^{f}	۳۱/۵۷^{g}	۲۸/۶۲^{k}
SC2	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۹/۳۷^{a}	۳۹/۱۷^{a}	۳۷/۹۴^{c}	۳۶/۹۲^{d}	۳۶/۱۳^{d}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۸۹^{ab}	۳۶/۵۶^{d}	۳۵/۲۸^{e}	۳۲/۲۷^{h}	۲۹/۹۸^{j}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	^{b}۳۸/۲۰	۳۶/۸۴^{d}	۳۵/۱۰^{e}	۳۳/۴۶^{g}	۲۹/۰۱^{j}
SC3	۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۸/۹۴^{ab}	۳۸/۳۱^{c}	۳۷/۱۵^{d}	۳۵/۸۱^{e}	۳۵/۵۶^{e}
	۲۰	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۸۷^{bc}	۳۶/۶۴^{d}	۳۴/۶۳^{f}	۳۱/۱۱^{i}	۳۰/۱۶^{fg}
	۳۵	۳۹/۵۷^{a}	۳۷/۸۴^{bc}	۳۶/۱۲^{d}	۳۴/۴۲^{f}	۳۱/۵۰^{i}	۲۸/۱۹^{k}

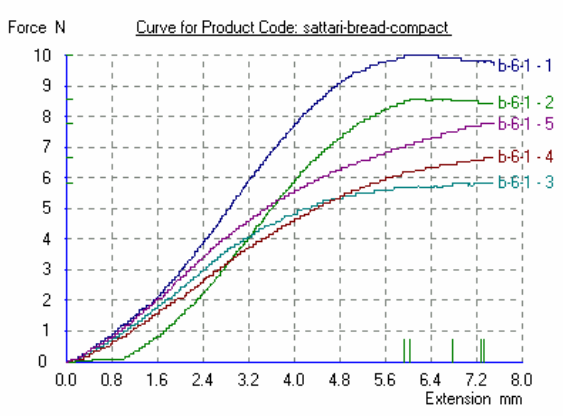
*- تیمارها در جدول ۱ آمده است

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های رطوبت نان بسته بندی شده

متغیر مستقل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع فیلم	۷	۸/۹۹۸***	۹/۵۴۳
دما	۲	۳۲۵/۵۲۲**	۳۴۵/۲۷۰
مدت نگهداری	۵	۷۵۵/۸۱۴*	۷۹۸/۴۸۴
نوع فیلم × دما	۱۴	۴/۵۸۶***	۴/۸۶۴
نوع فیلم × مدت نگهداری	۳۵	۳/۳۷۸**	۳/۵۸۳
دما × مدت نگهداری	۱۰	۳۲/۵۴۱***	۳۴/۵۱۵
نوع فیلم × دما × مدت نگهداری	۷۰	۲/۳۵۲**	۲/۴۹۴
خطا	۲۸۸	۰/۹۴۳	

*، ** و ***به ترتیب نشان دهنده معنادار بودن در سطوح ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می باشند

Archive of SID
www.SID.ir

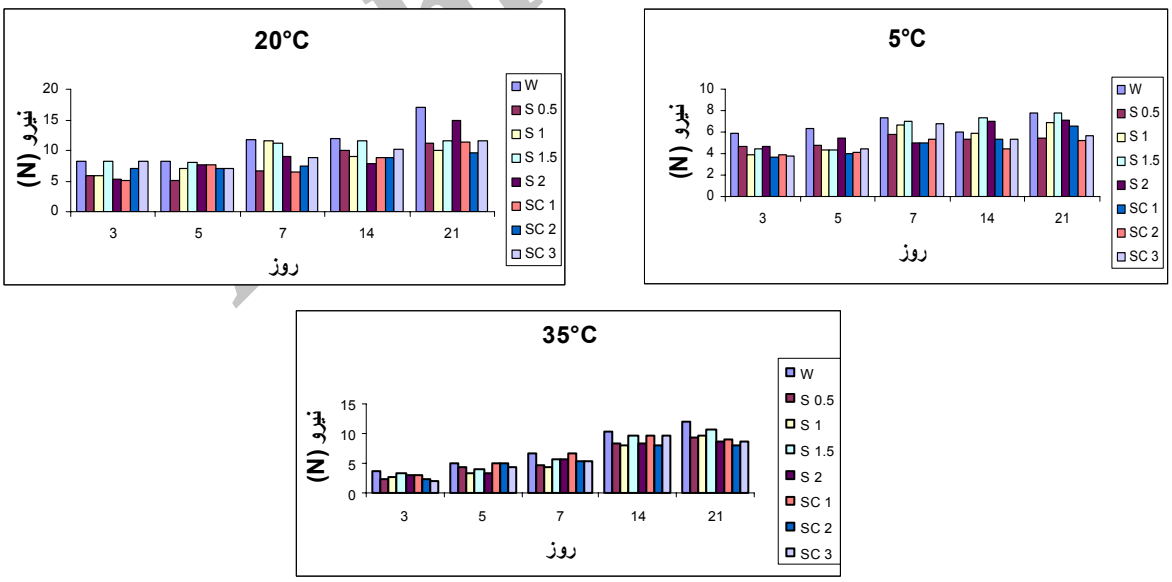


شکل ۱- نمونه نمودار نیرو- جابجایی آزمون فشار نان

جدول ٤- تجزیه واریانس داده‌های نیروی مصرفی

متغیر مستقل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع فیلم	۷	۳۵/۶۵۹**	۲۴/۱۱۳
دما	۲	۴۰۱/۶۸۲**	۲۷۱/۶۲۲
مدت نگهداری	۴	۲۸۹/۰۹۲***	۱۹۵/۴۸۷
نوع فیلم× دما	۱۴	۷/۱۹۲**	۴/۸۶۳
نوع فیلم × مدت نگهداری	۲۸	۴/۵۰۷***	۳/۰۴۸
دما × مدت نگهداری	۸	۲۸/۷۲۷**	۱۹/۴۲۵
نوع فیلم ×دما × مدت نگهداری	۵۶	۴/۳۸۶ns	۲/۹۶۶
خطا	۲۴۰	۱/۴۷۹	

ns، * ، ** و ***به ترتیب نشان دهنده معنادار نبودن و معنادار بودن در سطوح ۵ ،۱ و ۰/۱ درصد می باشند.

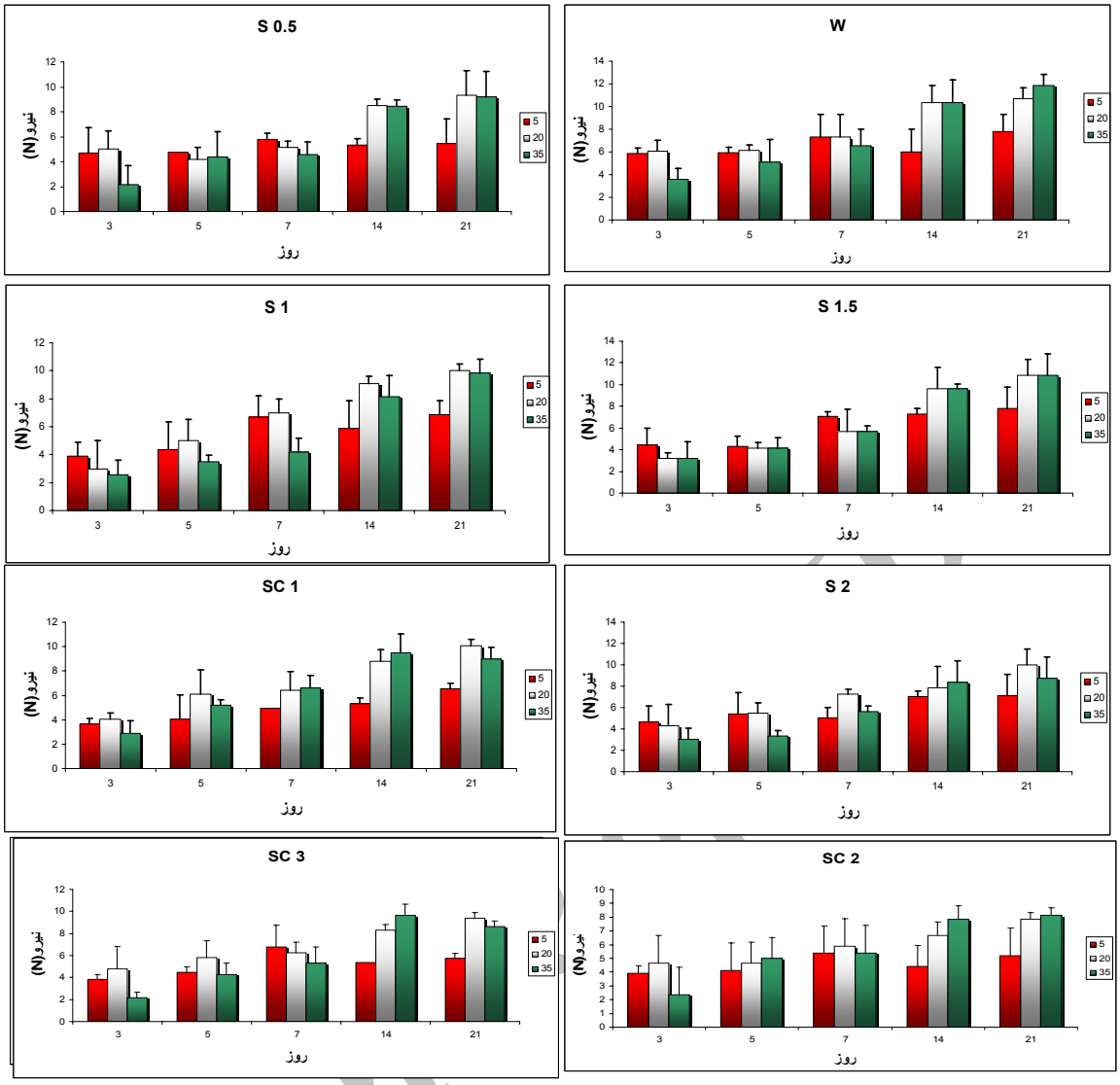


نمودار ۲- تاثیر نوع فیلم بر نیروی مصرفی (سفتی نان) در سه دما

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۳- تاثیر دما بر نیروی مصرفی (سفتی نان) درانواع فیلم

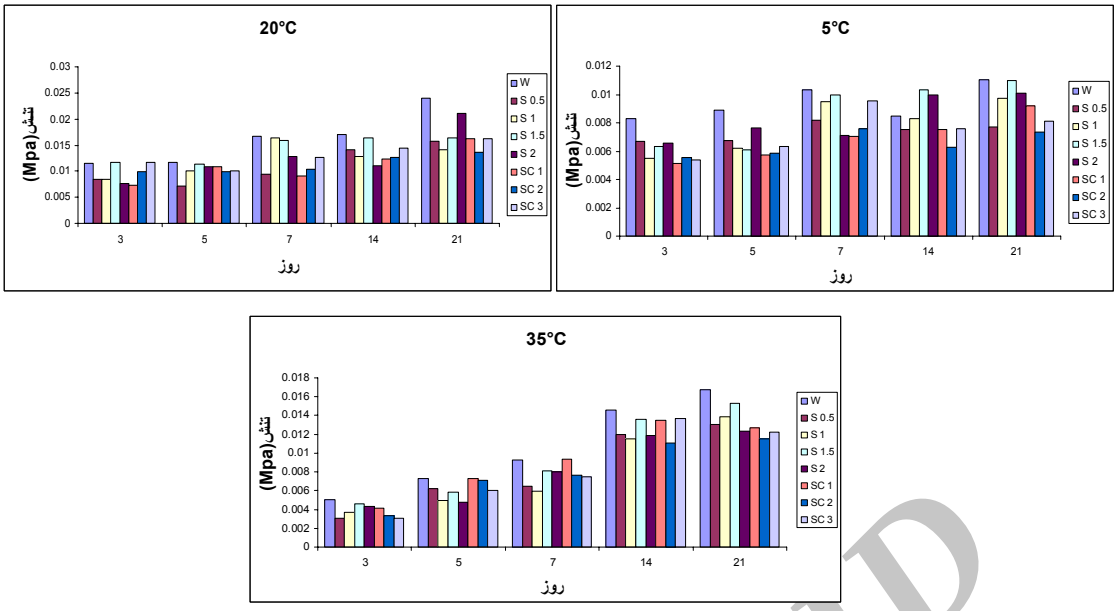
*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند

جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های تنش فشاری نان بسته بندی شده

متغیر مستقل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع فیلم	۷	۰/۷۱۴**	۲۴/۱۱۳
دما	۲	۸/۱۴۷***	۲۷۱/۶۲۲
مدت نگهداری	۴	۵/۷۹۲**	۱۹۵/۴۸۷
نوع فیلم × دما	۱۴	۰/۱۴۴**	۴/۸۶۳
نوع فیلم × مدت نگهداری	۲۸	۰/۰۹۰*	۳/۰۴۸
دما× مدت نگهداری	۸	۰/۵۷۶**	۱۹/۴۲۵
نوع فیلم × دما × مدت نگهداری	۵۶	۰/۰۸۸ns	۲/۹۶۶
خطا	۲۴۰	۰/۰۳۰	

ns، * ، ** و ***به ترتیب نشان دهنده معنادار نبودن و معنادار بودن در سطوح ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد می باشند.

www.SID.ir



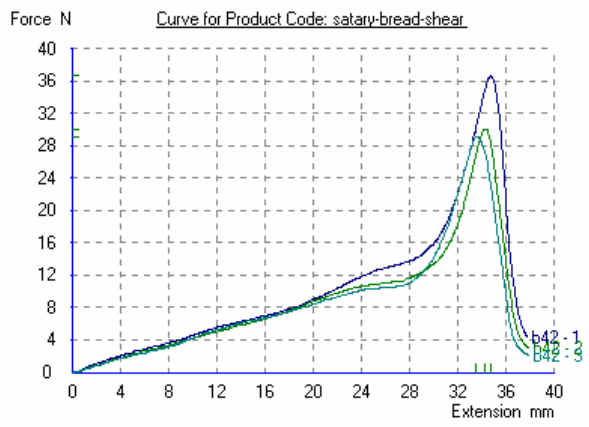
نمودار ٤- تاثیر نوع فیلم بر تنش فشاری در سه دما

*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند

جدول ٦- تجزیه واریانس داده‌های نیروی برش نان

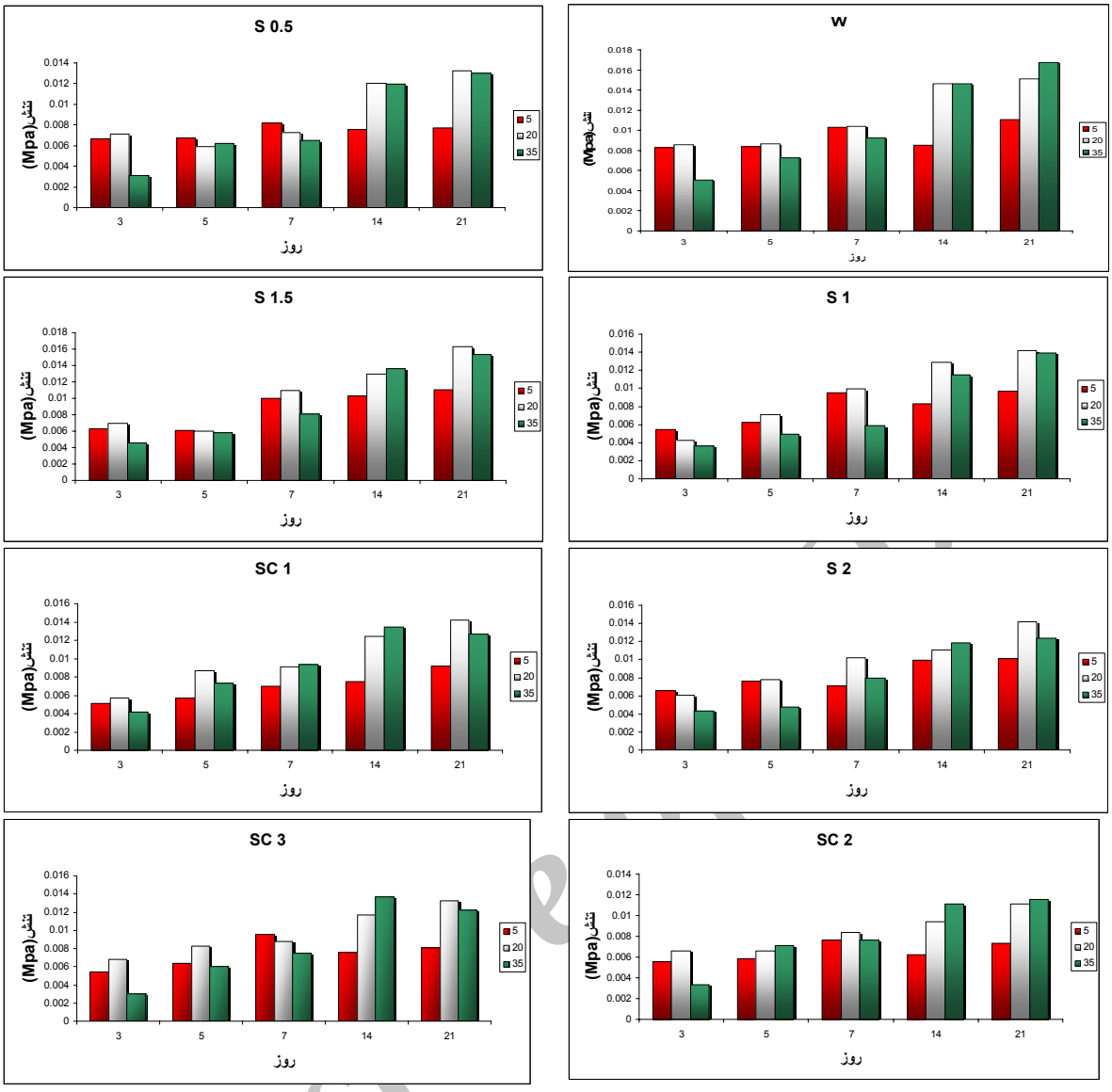
متغیر مستقل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع فیلم	۷	۸۲۸/۳۴۸**	۱۴/۴۲۱
دما	۲	۹۷۹۳/۶۰۳***	۱۷۰/۴۹۶
مدت نگهداری	۴	۳۷۰/۱۹۰**	۶/۴۴۵
نوع فیلم× دما	۱۴	۱۲۲/۷۳۹ns	۲/۱۳۷
نوع فیلم ×مدت نگهداری	۲۸	۸۶/۰۱**	۱/۴۹۷
دما× مدت نگهداری	۸	۶۵۸/۷۸۰**	۱۱/۴۶۹
نوع فیلم ×دما ×مدت نگهداری	۵۶	۱۶۶/۲۶۲ns	۲/۸۹۴
خطا	۲۴۰	۵۷/۴۴۲	

ns، * ، ** و ***به ترتیب نشان دهنده معنادار نبودن و معنادار بودن در سطوح ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد می باشند.

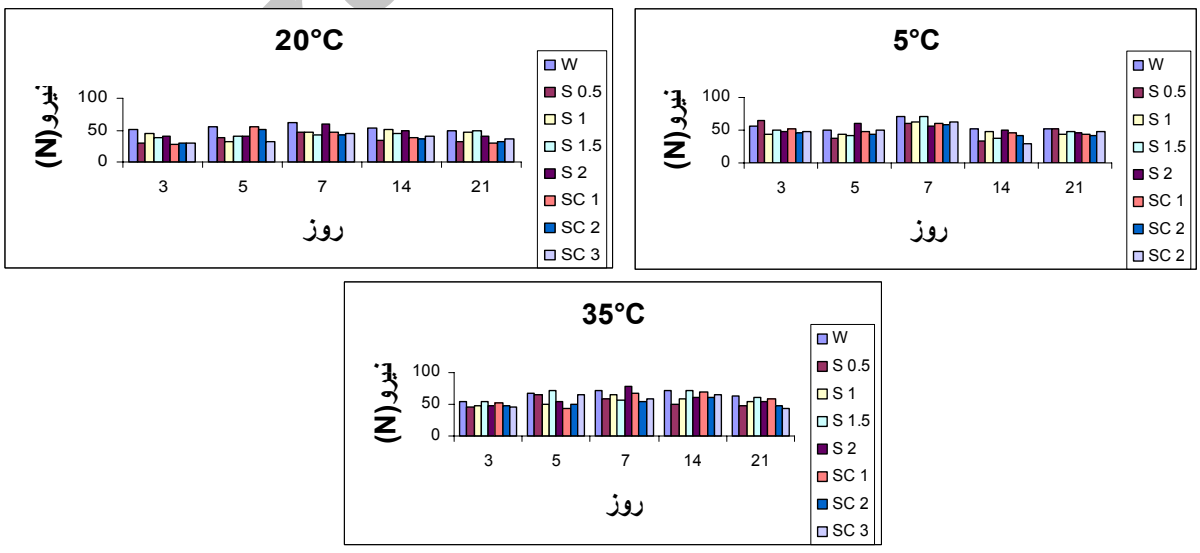


شکل۲- نمودار نیرو-جابجایی آزمون برش نان

Archive of SID
www.SID.ir

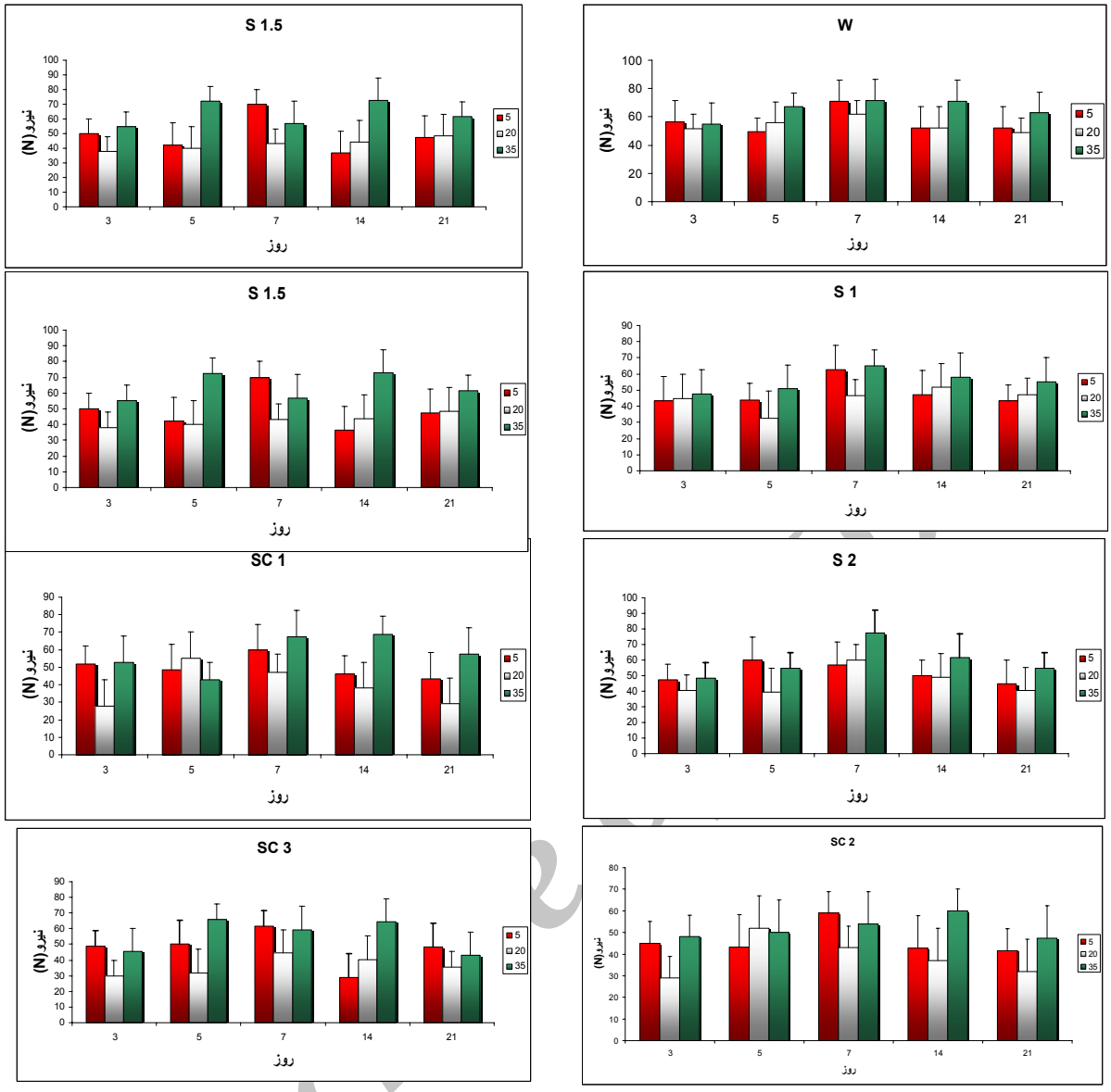


نمودار ۵- تاثیر دما بر تنش فشاری نان در انواع فیلم (*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند)



نمودار ٦- تاثیر نوع فیلم بر نیروی برشی در سه دما

www.SID.ir



نمودار ۷- تاثیر دما بر نیروی برشی در انواع فیلم

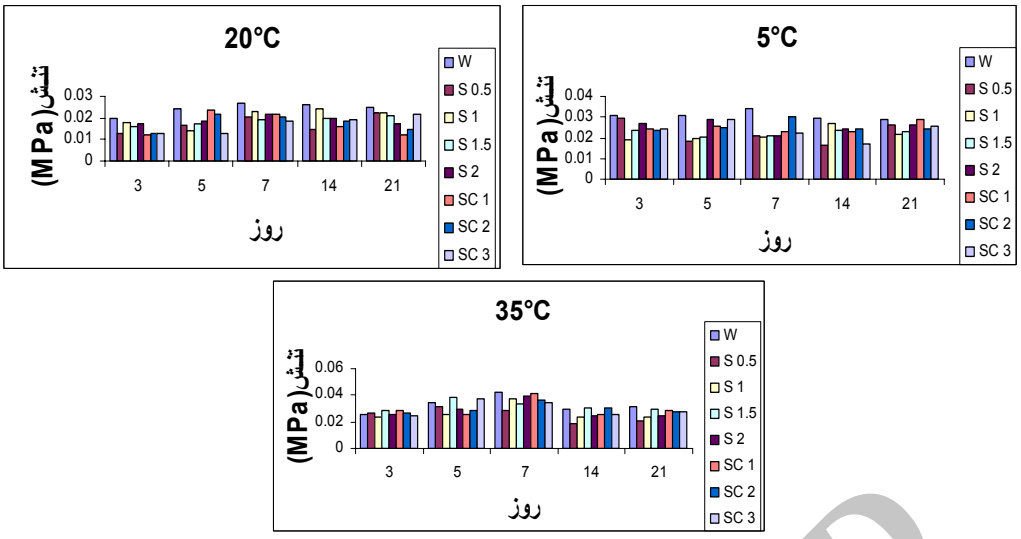
*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند

جدول ۹- تجزیه واریانس داده‌های تنش برشی نان

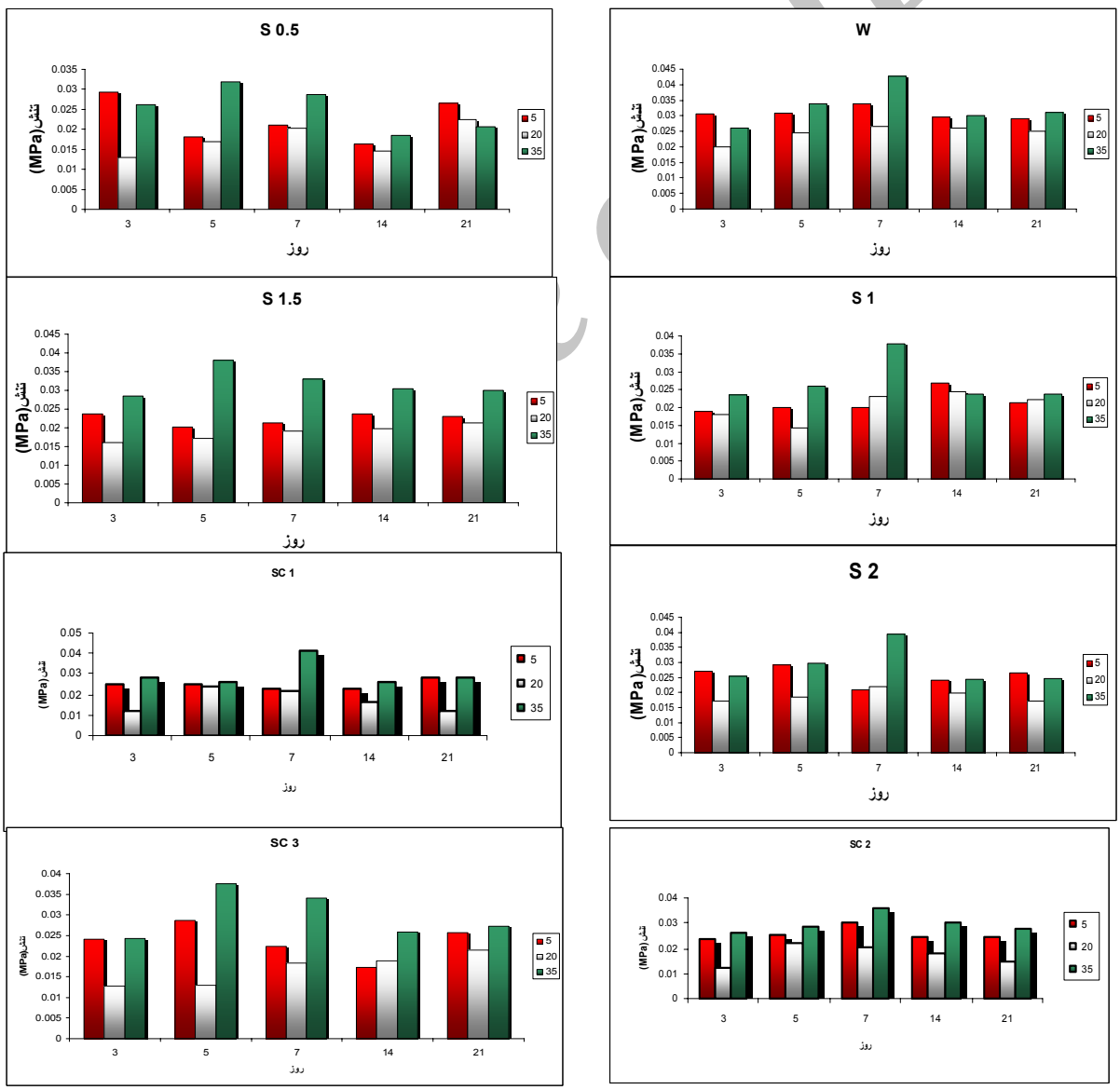
متغیر مستقل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع فیلم	۷	۱/۵۸۳***	۴/۶۸۱
دما	۲	۱۷/۹۵۱**	۵۳/۰۹۰
مدت نگهداری	۴	۴/۸۱۷**	۱۴/۲۴۵
نوع فیلم× دما	۱۴	۳/۷۱۵**	۱۰/۹۸۷
نوع فیلم ×مدت نگهداری	۲۸	۱/۱۴۰***	۳/۳۷۲
دما× مدت نگهداری	۸	۳/۱۰۶**	۹/۱۸۵
نوع فیلم ×دما ×مدت نگهداری	۵۶	۳/۰۳۹ns	۳/۰۷۲
خطا	۲۴۰	۰/۳۸۸	

ns، * ، ** و ***به ترتیب نشان دهنده معنادار نبودن و معنادار بودن در سطوح ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد می باشند.

www.SID.ir



نمودار ۸- تاثیر نوع فیلم بر تنش برشی در سه دما (*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند.)



نمودار ۹- تاثیر دما بر تنش برشی در انواع فیلم (*تیمارها در جدول ۱ معرفی شده‌اند)

www.SID.ir

بحث

- اندازه‌گیری رطوبت در مراحل مختلف آزمون‌های مکانیکی

به طور کلی با اندازه‌گیری رطوبت نان می‌توان به میزان بیاتی آن پی برد (Scanlon *et al.*, 2000). رطوبت نان بسته بندی شده در بسته‌های نانویی در مراحل مختلف بارگذاری اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت در مراحل مختلف در جدول ۲ آمده است.رطوبت اولیه نان در هنگام عملیات بسته بندی ۳۹/۵۷ درصد بدست آمد. درصد رطوبت در مراحل مختلف می‌تواند بیانگر میزان تاثیر فیلم‌های نانویی در جلوگیری از خروج رطوبت نان بسته بندی شده و ممانعت از بیات شدن نان باشد. نتایج حاکی از آن بود که میزان از دست دادن رطوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده است. این امر نشانگر کاهش میزان افت رطوبت نان بسته‌بندی شده در بسته‌های نانویی و در نتیجه کاهش میزان بیاتی آن است. نتایج مشابهی مبنی بر کاهش رطوبت نان بسته بندی شده با افزایش مدت نگهداری نان توسط اسکالون و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شده است.تجزیه واریانس داده‌های رطوبت نان بسته بندی شده در جدول ۳ آمده است. . قابل ذکر است هر زمان اثر متقابل معنادار شود، اثرات اصلی از اعتبار ساقط می‌شوند. در نتیجه می بایست اثرات متقابل را مورد بررسی قرار داد. همچنین در جایی که اثر متقابل سه گانه معنادار شود، اثرات دو گانه نیز مورد بررسی قرار نخواهد گرفت (ولی زاده و مقدم، ۱۳۸۳). نتایج حاکی از معنادار بودن اثرات سه‌گانه نوع فیلم، دما و مدت نگهداری در سطح ۰/۹۹ می‌باشد. همچنین نتایج، حاکی از کاهش میزان رطوبت طی مدت نگهداری نان می‌باشد. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که در هر نوع فیلم، اعم از نانویی و غیر نانویی، رطوبت نان در دمای $35^{\circ}C$ کمتر از میزان رطوبت در دمای $20^{\circ}C$ و $5^{\circ}C$ می‌باشد. این امر بیانگر آن است که میزان بیاتی نان در دمای بالاتر، هر چند دیرتر اتفاق می‌افتد، ولی در نهایت بیشتر است. روند کاهش رطوبت در فیلم‌های نانویی نسبت به فیلم شاهد، کند تر بوده است. نتایج مشابهی توسط کرمانی و همکاران بدست آمد.

در بین فیلم‌های نانویی، فیلم نانویی ترکیبی نقره و رس ۲ درصد (SC_2)، با کمترین میزان از دست دادن رطوبت، به عنوان بهترین فیلم و فیلم شاهد (W) با بیشترین میزان از دست دادن رطوبت به عنوان بدترین فیلم شناخته شد.

- بررسی نتایج مربوط به آزمون فشار نان

نمونه‌ای از نمودار بارگذاری فشاری نان در ۵ تکرار، توسط دستگاه آزمون مواد بر حسب نیرو-جابجایی در شکل ۱ آمده است. این نمودار، حداکثر میزان نیروی مصرفی برای فشردن نان تا مسافت مشخص (۷/۵mm) را نشان می‌دهد. افزایش ماکزیمم نیروی مصرفی نشانگر کاهش رطوبت و در نتیجه بیات شدن بیشتر نان می‌باشد. این روش از معتبرترین روش‌های مکانیکی تعیین میزان بیاتی نان می‌باشد.

- تاثیر مدت نگهداری، دما ونوع فیلم‌های نانویی بر نیروی مصرفی نان

همانطور که در جدول ۴، مربوط به تجزیه واریانس اثر داده‌های نیروی مصرفی مشاهده می شود، اثرات سه گانه "نوع فیلم، دما و مدت نگهداری" در سطح ۰/۹۵ معنادار نبوده است. ولی کلیه اثرات متقابل دوگانه در سطح ۰/۹۹ معنادار بوده است. اثرات متقابل دوگانه" نوع فیلم‌های نانویی و دما" طی مدت نگهداری، در زیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

- اثر نوع فیلم بر نیروی مصرفی در سه دما

تاثیر نوع فیلم‌ها بر نیروی مصرفی (نشانگر سفتی نان)در سه دمای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سلیسیوس و در پنج مرحله بارگذاری در نمودار ۱ آمده است.

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، در هر سه دما، بیشترین نیروی مصرفی مربوط به نمونه شاهد بوده که در آن از ذرات نانو استفاده نشده است. این امر بیانگر تاثیر مثبت فیلم‌های نانویی در کاهش بیاتی نان است. در میان فیلم‌های نانویی، فیلم‌های ترکیبی نسبت به فیلم‌های نانو نقره، نیروی مصرفی کمتر و در نتیجه بیاتی کمتری داشته‌اند. با توجه به نمودار ۱ مربوط به دمای $35^{\circ}C$، مشاهده می‌شود که نیروی مصرفی در ابتدا کم بوده ولیدر روز چهاردهم افزایش زیادی نسبت به روز اول داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

در حالی که در دمای ۵°C، از همان زمان شروع نگهداری، نیرو افزایش می‌یابد که به منزله شروع بیاتی است. دلیل آن، درجه حرارت است که با افزایش دمای نگهداری، بیاتی کاهش می‌یابد (AbdKarim and Norziah, 2000). در دمای ۳۵°C، شروع بیاتی نان از روز هفتم آغاز می‌شود و تا روز هفتم، نان تازگی اولیه خود را حفظ می‌کند. در دمای ۵°C، به علت دمای پایین، نان سریعا تازگی اولیه خود را از دست می‌دهد ولی به علت دمای پایین و عدم رشد میکروب‌ها و کپک‌ها، ماندگاری بیشتری نسبت به دمای ۳۵°C دارد. روند افزایش نیرو در آزمون فشار به گونه‌ای است که با شروع بیاتی، نیروی مصرفی افزایش می‌یابد. ولی با شروع پدیدار شدن لکه‌های کپک، به علت ریشه‌ای بودن کپک‌ها و تخریب بافت نان، روند افزایش نیرو کند و یا متوقف می‌شود.بیشترین روند افزایشی نیرو، مربوط به دمای ۳۵°C بوده که به دلیل دمای بالا، بیشترین میزان خروج بخار آب از بسته‌ها را داشته و منجر به بیاتی بیشتر نان شده است. کمترین روند افزایشی نیرو مربوط به دمای ۵°C بوده که کمترین میزان خروج بخار آب را داشته است. طبق تحقیقات مشابه انجام شده توسط کرمانی و همکاران، نتایج مشابهی در زمینه کاهش بیاتی نان در پی استفاده از فیلم های نانویی بدست آمد.

- اثر دما بر نیروی مصرفی در انواع فیلم

با توجه به نمودار ۲، مشاهده می‌شود که بر خلاف انتظاری که از فیلم‌های نانویی می‌رفت، در کلیه فیلم‌های نانویی با افزایش مدت نگهداری، نیروی مصرفی نیز افزایش یافته است (AbdKarim and Norziah, 2000) که البته میزان افزایش نیرو درانواع فیلم‌ها، متفاوت است. به عبارت دیگر همانطور که قبلا نیز ذکر شد، اثر دما بر فیلم‌های نانویی بر خلاف انتظار معنادار شد. در کلیه فیلم‌های نانویی، کمترین افزایش نیرو مربوط به دمای ۵°C می‌باشد و بیشترین میزان افزایش نیرو مربوط به دمای ۳۵°C می‌باشد. در بین فیلم‌های موجود، کمترین اثر دما در فیلم نانو نقره۲ درصد (S2) می‌باشد.

- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر تنش فشاری نان

با توجه به جدول ۵، مربوط به تجزیه واریانس اثر متغیرهای متفاوت بر تنش فشاری نان مشاهده می شود، اثر سه گانه "نوع فیلم، دما و مدت نگهداری"، اثر معناداری در سطح ۰/۹۵ نداشته است. ولی کلیه اثرات متقابل دوگانه در سطح ۰/۹۹ و ۰/۹۵ معنادار بوده‌اند. بنابراین به بررسی اثر متقابل دوگانه "نوع فیلم های نانویی و دما" طی زمان نگهداری می پردازیم.

- تاثیر نوع فیلم بر تنش فشاری در سه دما

تنش فشاری نان، بیانگر میزان نیرو در واحد سطح بوده و رابطه‌ای مستقیم با نیروی مصرفی جهت فشردن نان دارد. با افزایش زمان نگهداری نان، میزان تنش فشاری نیز افزایش می‌یابد. نتایج مربوط به تنش فشاری شبیه به نیروی مصرفی بوده و اختلاف چندانی در روند تغییرات تنش و نیروی مصرفی جهت فشردن نان مشاهده نشد.

با توجه به نمودار ۳ مشاهده می‌شود، در هر سه دما، بیشترین تنش فشاری مربوط به نمونه شاهد بوده که فاقد ذرات نانو بوده است. بیشترین میزان افزایش تنش فشاری، مربوط به دمای ۳۵°C بوده که به دلیل دمای بالا، بیشترین میزان خروج بخار آب از بسته‌ها را داشته و منجر به بیاتی نان شده است. کمترین میزان افزایش تنش فشاری مربوط به دمای ۵°C بود.

- اثر دما بر تنش فشاری در انواع فیلم

با توجه به نمودار ۴، در کلیه فیلم‌های نانویی با افزایش مدت نگهداری، تنش فشاری نان نیز افزایش یافته است که البته بسته به نوع فیلم، میزان افزایش تنش فشاری نان متفاوت است. در بین فیلم‌های نانویی، کمترین تاثیر دما بر فیلم نانویی ترکیبی ۲ درصد (SC_2) مشاهده شد.

- بررسی نتایج مربوط به تست برش نان

روش مکانیکی دیگری که برای تعیین میزان بیاتی نان و مخصوصا به عنوان شاخصی در تعیین نیروی خردکنندگی دندان‌های انسان به کار می‌رود، آزمون برش است (ناصحی، ۱۳۷۴). این نمودار، حداکثر میزان نیروی مصرفی برای برش نان تا مسافت مشخص (۳۰ mm) را نشان می‌دهد. افزایش ماکزیمم نیروی مصرفی نشانگر کاهش رطوبت و در نتیجه بیات شدن بیشتر نان می باشد. این روش نیز از معتبرترین روش‌های مکانیکی برای تعیین

Archive of SID
www.SID.ir

میزان بیاتی نان می‌باشد. نمونه نمودار نیرو-جابجایی مربوط به آزمون برش (شکل ۲) به همراه تجزیه و تحلیل داده‌های آزمون برش، در زیر آمده است.

- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر نیروی برش نان

دیگر روش مکانیکی برای تعیین میزان بیاتی نان، برش نان است. همانطور که در جدول ۶ مربوط به تجزیه واریانس اثر متغیرهای متفاوت بر نیروی برش نان مشاهده می شود، اثر سه گانه "نوع فیلم × دما ×مدت نگهداری"، اثری معنادارینداشتهاست. اثرات متقابل دوگانه نوع "فیلم×مدت نگهداری و دما ×مدت نگهداری"، در سطح ۰/۹۹ معنادار بوده‌اند. ولی اثر متقابل دوگانه "نوع فیلم ×دما"، اثر معناداری نداشته است.

در این بخش به بررسی اثر متقابل دوگانه نوع فیلم‌های نانویی و دما در روزهای متفاوت بارگذاری (مدت نگهداری) می پردازیم.

- تاثیر نوع فیلم بر نیروی برش در سه دما

همانطور که در نمودار ۶ مشاهده می‌شود، بیشترین نیروی برشی در هر سه دما مربوط به نمونه شاهد است که فاقد ذرات نانو می‌باشد. در اینجا تاثیر مثبت فیلم‌های نانویی در کاهش بیاتی نان مشاهده می‌شود. در بین فیلم‌های نانویی، فیلم‌های نانویی ترکیبی نسبت به فیلم‌های نانو نقره، نیروی برشی کمتر و در نتیجه بیاتی کمتری داشته‌اند. با توجه به نمودار ۶، مشاهده می‌شود که در دمای $35^{\circ}C$، نان تازگی اولیه خود را نسبت به دو دمای دیگر، بیشتر حفظ کرد. در دمای $5^{\circ}C$، به علت دمای پایین، نان تازگی اولیه خود را به سرعت از دست می‌دهد ولی به علت دمای پایین و عدم رشد میکروب و کپک ها، ماندگاری بیشتری نسبت به دمای $35^{\circ}C$ دارد. روند افزایش نیرو در آزمون برش به گونه‌ای است که با شروع بیاتی، نیروی مصرفی افزایش می‌یابد. ولی با کریستالیزه شدن نشاسته و همچنین پدیدار شدن لکه‌های کپک و شل شدن بافتها، روند افزایش نیرو متوقف شده و نیروی برشی، روندی کاهشی پیش می‌گیرد. پدیدار شدن لکه‌های کپک در فیلم‌های نانویی به دلیل وجود ذرات نقره که خاصیت آنتی باکتریایی دارد به تاخیر افتاده و در روز چهاردهم مشاهده شد.بیشترین مقدار نیروی برش، مربوط به دمای $35^{\circ}C$ بوده که به دلیل دمای بالا، بیشترین میزان خروج بخار آب از بسته‌ها و در نتیجه بیشترین میزان بیاتی را داشته است. کمترین مقدار نیروی برش مربوط به دمای $5^{\circ}C$ بوده که کمترین میزان خروج بخار آب را داشته است. طبق تحقیقات مشابه انجام شده توسط کرمانی و همکاران، نتایج مشابهی در زمینه کاهش بیاتی نان در پی استفاده از فیلم‌های نانویی بدست آمد.

- تاثیر دما بر نیروی برش در انواع فیلم

با توجه به نمودار ۷، مشاهده می‌شود که در کلیه فیلم‌های نانویی با افزایش مدت نگهداری، نیروی برش نیز افزایش یافته است که البته میزان افزایش نیروی برشی در هر نوع فیلم، متفاوت است. در انواع فیلم‌های نانویی، کمترین مقدار نیرو مربوط به دمای $20^{\circ}C$ و بیشترین میزان افزایش نیرو مربوط به دمای $35^{\circ}C$ می‌باشد. کمترین تاثیر دما بر بیاتی نان در بین فیلم‌های نانو نقره در فیلم S2 و در بین فیلم‌های نانویی ترکیبی در فیلم SC2 مشاهده شد.

- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر تنش برشی نان

همانطور که در جدول ۹، مربوط به تجزیه واریانس اثر متغیرهای متفاوت بر تنش برشی نان مشاهده می شود، اثر سه گانه "نوع فیلم × دما ×مدت نگهداری"، اثر معناداری در سطح ۰/۹۵ نداشته‌اند. ولی کلیه اثرات متقابل دوگانه در سطح ۰/۹۹۹ و ۰/۹۹ معنادار بوده‌اند. بنابراین به بررسی اثر متقابل دوگانه "نوع فیلم های نانویی و دما"طی مدت نگهداری می‌پردازیم.

- تاثیر نوع فیلم بر میزان تنش برشی در فیلم‌های نانویی

تنش برشی، رابطه‌ای مستقیم با نیروی برش داشته و روندی شبیه به آن دارد. به این ترتیب که با شروع بیاتی نان، تنش برشی نیز افزایش می‌یابد ولی با شروع کریستالیزه شدن نشاسته موجود در نان، تنش برشی کاهش می‌یابد. این روند به خوبی در نمودار ۸ قابل مشاهده است. کرمانی و همکاران، به نتایج مشابهی در زمینه کاهش بیاتی نان در پی استفاده از فیلم های نانویی دست یافتند.

Archive of SID

www.SID.ir

- **تاثیر دما بر تنش برشی در انواع فیلم**

تاثیر دما بر تنش برشی در انواع فیلم در نمودار ۹ آمده است. با توجه به نمودار ۹، مشاهده می‌شود کمترین مقدار نیرو مربوط به دمای ۲۰ $^{\circ}C$ و بیشترین میزان افزایش نیرو مربوط به دمای ۳۵ $^{\circ}C$ می‌باشد. در کلیه فیلم‌های نانویی با افزایش مدت نگهداری، تنش برشی نیز افزایش یافته است که البته میزان افزایش تنش برشی در هر نوع فیلم، متفاوت است. در انواع فیلم‌های نانویی، کمترین تاثیر دما بر بیاتی نان در بین فیلم‌های نانو نقره در فیلم S2 و در بین فیلم‌های نانویی ترکیبی در فیلم SC2 مشاهده شد. طبق تحقیقات انجام شده توسط کرمانی و همکاران، نتایج مشابهی در زمینه کاهش بیاتی نان در پی استفاده از فیلم‌های نانویی بدست آمد.

نتیجه گیری

نتایج تجزیه واریانس داده‌های رطوبت نان بسته بندی شده حاکی از معنادار بودن اثرات سه‌گانه نوع فیلم، دما و مدت نگهداری در سطح ۰/۹۹ می‌باشد. از دست دادن رطوبت در مراحل مختلف می‌تواند بیانگر میزان تاثیر فیلم‌های نانویی در جلوگیری از خروج رطوبت نان بسته بندی شده و ممانعت از بیات شدن نان باشد. میزان از دست دادن رطوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده است. این امر نشانگر کاهش میزان از دست دادن رطوبت نان بسته‌بندی شده در بسته‌های نانویی و در نتیجه کاهش میزان بیاتی آن است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های نیروی مصرفی برای فشردن نان نشان داد که اثرات سه گانه "نوع فیلم، دما و مدت نگهداری" معنادار نبوده است. ولی کلیه اثرات متقابل دوگانه در سطح ۰/۹۹ معنادار بوده است. در هر سه دما، بیشترین نیروی مصرفی مربوط به نمونه شاهد بوده که در آن از ذرات نانو استفاده نشده است. این امر بیانگر تاثیر مثبت فیلم‌های نانویی در کاهش بیاتی نان است. در بین فیلم‌های نانویی، فیلم‌های نانویی ترکیبی نسبت به فیلم‌های نانو نقره، نیروی مصرفی کمتر و در نتیجه بیاتی کمتری داشته‌اند. بیشترین روند افزایشی نیرو، مربوط به دمای ۳۵ $^{\circ}C$ بوده که به دلیل دمای بالا، بیشترین میزان خروج بخار آب از بسته‌ها را داشته که منجر به بیاتی بیشتر نان شده است. کمترین روند افزایشی نیرو مربوط به دمای ۵ $^{\circ}C$ بوده که کمترین میزان خروج بخار آب را داشته است. در بین فیلم‌های موجود، کمترین اثر دما در فیلم نانو نقره ۲ درصد (۱۰۰۰ ppm) مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس اثر متغیرهای متفاوت بر نیروی برش نان نشان می‌دهد که اثر سه گانه "نوع فیلم × دما ×مدت نگهداری"، اثر معناداری نداشته‌است. اثرات متقابل دوگانه نوع "فیلم×مدت نگهداری و دما ×مدت نگهداری"، در سطح ۰/۹۹ معنادار بوده‌اند. ولی اثر متقابل دوگانه "نوع فیلم × دما"، اثر معناداری نداشته است. بیشترین نیروی برشی در هر سه دما مربوط به نمونه شاهد است که فاقد ذرات نانو می‌باشد. در بین فیلم‌های نانویی، فیلم‌های نانویی ترکیبی نسبت به فیلم‌های نانو نقره، نیروی برشی کمتر و در نتیجه بیاتی کمتری داشته‌اند.

بیشترین مقدار نیروی برش، مربوط به دمای ۳۵ $^{\circ}C$ بوده که به دلیل دمای بالا، بیشترین میزان خروج بخار آب از بسته‌ها و در نتیجه بیشترین میزان بیاتی را داشته است. کمترین مقدار نیروی برش مربوط به دمای ۵ $^{\circ}C$ بوده که کمترین میزان خروج بخار آب را داشته است. کمترین تاثیر دما بر بیاتی نان در بین فیلم‌های نانو نقره در فیلم نانو نقره ۲ درصد(۱۰۰۰ ppm نقره) و در بین فیلم‌های نانویی ترکیبی در فیلم ۵۰۰ ppm نقره – ۴۵۰ ppm رس، مشاهده شد. همچنین در کلیه فیلم‌های نانویی با افزایش مدت نگهداری، نیروی برش نیز افزایش یافته است که البته میزان افزایش نیروی برشی در هر نوع فیلم، متفاوت است.

با توجه به آن که میزان از دست دادن رطوبت در بسته‌های نانویی نسبت به بسته‌بندی شاهد، ۱۴ تا ۲۵ درصد کمتر بوده، همچنین نان‌های بسته بندی شده به وسیله فیلم‌های نانویی، ۴۰ تا ۶۰ درصد ماندگاری بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارند، استفاده از نانوتکنولوژی و فیلم‌های نانویی، می‌تواند به عنوان راهکاری مفید در جهت کاهش ضایعات نان معرفی شود.

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 می‌باشد، ولی به نظر می‌رسد که صرفه اقتصادی استفاده از فیلم‌های نانویی در بسته بندی نان که فساد آن را به تاخیر انداخته و باعث افزایش ماندگاری می‌شود، به مراتب بیشتر از هزینه ساخت

Archive of SID
www.SID.ir

آن‌ها باشد.

سپاسگزاری

در پایان از استاد محترم، جناب آقای دکتر محمد حسین عزیزی و همچنین شرکت نان آوران که در تهیه نان حجیم قالبی یاری رسان بودند، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

بی‌نام. (۱۳۸۶). مزایای بسته بندی های انتی میکروبیال، قابل دسترس در سایت /http://www.nanocid.com

تاج الدین، ب. (۱۳۸۲). جلوگیری از اسراف مواد غذایی با بسته بندی مناسب. پیشگیری از اتلاف نان و مواد غذایی. ص۳۳۳

ستاری نجف آبادی، م.، مینایی، س.، عزیزی، م. ح. و افشاری، ح. (۱۳۸۸). بررسی ویژگی‌های نفوذپذیری فیلم‌های نانویی برای بسته‌بندی مواد غذایی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸

سرفراز، ا. (۱۳۸۶). تاثیر شرایط فرایند بر خصوصیات اسیدیفیکاسیون در تخمیر خمیر ترش، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ص ۹۵

شاهدی، م. (۱۳۸۲). تلفات نان و راهکارهای کاهش آن. روش‌های پیشگیری ازاتلاف منابع ملی. ص ۱۸۶

عزیزی، م. ح. (۱۳۸۶). بررسی راهکارهای کاهش ضایعات و بهبود کیفیت نان، مجموعه خلاصه مقالات اولین همایش نان و ماشین آلات تولید نان، سازمان غله کشور، ص ۴۸

لامع، ح. (۱۳۷۷). فن آوری کاهش افزودنی های مواد غذایی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. ص ۳۹۱

ناصحی، ب. (۱۳۷۴). ارزشیابی روش‌های اندازه‌گیری بیاتی در نان‌های مسطح ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ص۱۸۲

ولی زاده، م. و مقدم، م. (۱۳۸۳)، طرح‌های آزمایش در کشاورزی، انتشار پریوز تبریز.۴۳۲ ص.

AACC. (1988). Mesurment of bread firmness by universal testing machine, 79-04.

AbdKarim, A. & Norziah. M. H. (2000). Methods for the study of starch retrogradation. Fd. Chem., 71, 9-36.

Axford, D. W. E., Colwell, K. H., Cornford, S. & Elton, G. A. H. (1968). Effect of loaf specific volume on the rate and extent of staling in bread. J . Sci. Fd. Agric., 19:95.

Baker, A. E. (1986). Graphical presentation of Instron Factors on cramb firmness. Cereal food Word. 31, 261.

Fontanet, I., Davidou, S., Dacremont, C. & Le Meste, M. (1997). Effect of Water on the Mechanical Behaviour of Extruded Flat Bread. Journal of Cereal Science 25. 303–311.

Kermani, M. & Kokabi, M. (2009). Effect of nano clay on permeability properties of nano film. Master of science thesis, Tarbiyat modares university.

Lainez, E., Vergara. F., Bárcenas, M. E (2008). Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage. Journal of Food Engineering 89, 414–418.

Martin, M. L. & Hoseyney, R. C. (1991). A mechanical of bread firming. I. Role ofstarch swelling, cereal Chem., 68. 1115-1123.

Martin, M. L., Zeleznek, K. J. & Hoseyney, R. C. (1991). A mechanical of bread firming. II. Role of starch Hydrolyzing Enzynes, cereal Chem., 68. 503.

Sattari Najaf Abadi, M., Minaee, S., Azizi, M. H. & Afshari, H. (2009). Effect of application of nano technology and nano packaging on reduction of lesses of food products and its risks. Fifth scientific and researching congress of gilan university agricultural students.

Scanlon, M. G., Sapirstein, H. D. & Fahloul, D. (2000). Mechanical Properties of Bread Crumb Prepared from Flours of Different Dough Strength Journal of Cereal Science. 32. 235–243.

Seibel, W. & Sidhu, S. J. (1998). Measurement as chapatti texture using Zwick universaltesting machine. Lebensm.Wiss. U. technal., 21, 147.

Sidho, J. S., Al saquer, j. & AlZenki. S. (1997). Comparison of methods for the assessment of the extent of the staling in bread. Fd. Chem., 58(1-2), 161-167.

Siegrist, M., Cousin, M. E., Kastenholz, H. & Wiek, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. Available at www.elsevier.com/locate/appet. Appetite 49 . 459–466.

Archive of SID

www.SID.ir