

بررسی اثر فیلم‌های حاوی نانو ذرات نقره بر زمان ماندگاری رطب مضافتی

سیده فاطمه پیرو موسوی^{a*}، امیر حیدری نسب^b، حسن هاشمی پور رفسنجانی^c،
علی اصغر رجبعلی پور چشمه گز^d

^a دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی، تهران، ایران

^b دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی، تهران، ایران

^c دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی، کرمان، ایران

^d مربی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۴/۱۸

۶۵

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه بکارگیری فیلم های پلیمری حاوی نانوذرات نقره به عنوان روشی جدید، برای افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت در محصول تجاری-صادراتی استان کرمان و همچنین تعیین دمای مطلوب برای نگهداری این محصول می باشد.
مواد و روش‌ها: در این تحقیق بعد از تهیه فیلم های نانوکامپوزیتی حاوی نانوپودر نقره (۳٪ و ۵٪) رطب مضافتی عزیزآباد بم درون پوشش‌ها بسته‌بندی شده و همراه نمونه‌های شاهدشان در چهار دمای °C ۵۰، °C ۲۰، °C ۸ و °C ۴ ذخیره شدند. این نمونه‌ها ۲، ۷، ۲۱ و ۵۳ روز پس از ذخیره سازی تحت آزمایشات تایید شده توسط موسسه تحقیقات استاندارد صنعتی ایران برای خرما که شامل آزمایشات pH، TSS، اسیدیته و قند احیاء می باشد، قرار گرفتند.

یافته‌ها: به طور کلی همان طور که انتظار می رفت با افزایش اسیدیته، مقدار pH در هر دو نمونه ۳٪ و ۵٪ و شاهد کاهش یافت همچنین مقدار اسیدیته در نمونه‌های ۵٪ نسبت به نمونه‌های ۳٪ و شاهد تقریباً در تمامی تیمارها کمتر بود و مقدار pH برای این نمونه‌ها تقریباً مقدار بیشتری از نمونه‌های ۳٪ و شاهد داشت. با بررسی اعداد بدست آمده از آزمایشات قند احیاء، مشخص شد که مقادیر قند احیاء مربوط به نمونه های شاهد از مقادیر مربوط به نمونه‌های ۳٪ و ۵٪ کمتر بود. مقدار TSS نیز که مربوط به میزان رسیده بودن نمونه هاست در نمونه‌های مختلف مقادیر متفاوتی داشت.

نتیجه‌گیری: بیشترین زمان ماندگاری مربوط به نمونه‌های بسته بندی شده در پوشش‌های حاوی ۵٪ نانوپودر نقره به مدت ۵۳ روز و بهترین دما برای نگهداری نمونه ها دمای °C ۴ تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: رطب مضافتی، زمان ماندگاری، نانو ذرات، نانو ذرات نقره

مقدمه

بسته‌بندی ضد میکروبی یکی از روش‌های بسته‌بندی فعال است. بسته‌بندی فعال، سیستمی است که دارای خواص ممانعت‌کنندگی است که این خواص با افزودن عناصر دیگر به سیستم بسته‌بندی و استفاده از پلیمرهای فعال، ایجاد می‌شود. این سیستم‌ها، توانایی نابود کردن یا جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌های پاتوژن که در غذاها هستند را، دارند. سیستم‌های ضد میکروبی جدید با اضافه کردن عوامل ضد میکروبی به سیستم بسته‌بندی یا پلیمرهایی که این خواص را دارند بدست می‌آیند. زمانیکه سیستم بسته‌بندی دارای فعالیت ضد میکروبی باشد خود سیستم از رشد میکروب‌ها جلوگیری می‌کند که اینکار را با افزایش زمان تاخیر و کاهش نرخ رشد یا کاهش عمر میکروارگانیسم‌ها، انجام می‌دهد (Han and Rooney, 2002).

علاوه بر اهداف متعارف بسته‌بندی مانند (i) افزایش عمر ماندگاری (ii) حفظ کردن کیفیت (iii) تضمین سلامتی که با روش‌های مختلفی قابل دستیابی است. بسته‌بندی‌های ضد میکروبی طراحی می‌شوند تا میکروارگانیسم‌هایی را که مخالف سه عمل بالا را انجام می‌دهند، کنترل کنند. بنابراین بعضی محصولات که در برابر فساد میکروبی یا آلودگی‌ها حساس نیستند، احتیاجی به بسته‌بندی‌های ضد میکروبی ندارند. اما به طور کلی بیشتر غذاها فاسد شدنی و بیشتر داروها نیز مستعد پذیرش آلودگی هستند. بنابراین سه هدف ذکر شده، اهداف اولیه سیستم‌های ضد میکروبی بشمار می‌روند. امروزه ایمنی غذاها یک مسئله بزرگ است که بسته‌بندی‌های ضد میکروبی تضمین خوبی برای این مسئله بشمار می‌روند. عوامل ضد-میکروبی فعالیتهایی متفاوت دارند که باعث اثرات مختلف بر میکروارگانیسم‌ها می‌شود. این بواسطه‌ی خصوصیات ضد میکروبی و فیزیولوژی مختلف میکروارگانیسم‌هاست. عوامل ضد میکروبی می‌توانند با مواد بسته‌بندی ترکیب شوند و در سیستم‌های بسته‌بندی قرار گیرند، این ترکیب می‌تواند بحالت غیرمتحرک و یا پوشش‌های گوناگون، وابسته به خصوصیات سیستم بسته‌بندی، عوامل ضد میکروبی و غذا، باشد (Ahvenainen, 2003). یکی از این عوامل ضد میکروبی شناخته شده نقره می‌باشد، نقره یک عامل ضد میکروبی ایمن تر در مقایسه با سایر عوامل

ضدمیکروبی که استفاده می‌شوند، می‌باشد زیرا احتمال وجود تاثیرات منفی سایر عوامل بر بدن انسان‌ها وجود دارد. سیلور اخیراً با نام oligo-dynamic توصیف می‌شود که دلیل آن توانایی نابود کردن باکتری‌ها در محصولات حاوی سیلور و نیز فعالیت ضدمیکروبی و سمیت بسیار کم آن برای سلول‌های انسانی است. نانوذرات نقره ضد عفونی‌کننده‌های غیر سمی و غیر مقاوم هستند. استفاده از نانوذرات نقره منجر به افزایش تعداد ذرات در واحد سطح می‌شود که نتیجه آن این است که خواص ضدباکتری آن ماکزیمم می‌شود. بنابراین نانوذرات نقره می‌توانند از آلودگی میکروبی مواد غذایی که رطوبت بالا دارند تا حدودی جلوگیری کنند. یکی از این محصولات غذایی پرمصرف و مفید خرما می‌باشد.

خرما با داشتن مقادیر زیادی ویتامین، املاح مختلف و قند، محصول ارزشمندی است و دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است. رطب مضافتی نیز از ارقام خرماي تجارتي استان کرمان می‌باشد که بدلیل داشتن رطوبت زیاد در شرایط عادی نگهداری ترش و فاسد می‌شود. لذا این محصول تاکنون نتوانسته جایگاه مناسبی را در بازارهای جهانی پیدا کند. خرماهایی نظیر رطب مضافتی که دارای رطوبتی بیش از ۲۴ درصد هستند در شرایط گرم و مرطوب مورد تهاجم مخمرها و کپک‌ها قرار گرفته و تحت عمل اینگونه میکروارگانیسم‌ها، در آن تخمیر (تولید الکل) و ترشیدگی (تولید اسیدلاکتیک و اسید استیک) صورت می‌گیرد (Barreveld, 1994).

اخیراً مطالعاتی انجام شده تا بتوانند زمان ماندگاری و تازگی مواد غذایی را تا چند برابر افزایش دهند. بسته‌بندی‌های فعال که بوسیله اضافه کردن نانوذرات فلزی به فیلم‌های پلیمری (Chaudhry et al., 2008) ایجاد می‌شوند یک راهکار جدید برای حفظ ماندگاری مواد می‌باشند. کارائی بالای نانوذرات به واسطه نسبت سطح به حجم بالا در آنهاست که خواص و فعالیت‌های ضدمیکروبی نانوذرات فلزی را افزایش می‌دهد.

نانوذرات ZnO, Ag برای اینکار استاندارد شده اند. ZnO مصارف صنعتی زیادی دارد و سیلور نیز به عنوان یک ماده ضد میکروب با فعالیت بالا شناخته شده است. برای ساخت نانوکامپوزیت پلیمری ضدمیکروبی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دلیل مقاومت حرارتی نانوذرات

ارائه شده و شامل آزمایشات تعیین pH، TSS، اسیدیته و قند احیاء می‌باشد.

یافته‌ها

– مقایسه اثر درصد نانو ذرات در اسیدیته نمونه‌های خرما

نمودار ۱ اسیدیته در دمای 50°C را نشان می‌دهد، با این وجود که اسیدیته نمونه شاهد در ابتدا کمتر از دو نمونه ۳٪ و ۵٪ است با گذشت زمان در تیمارهای بعدی مقدار اسیدیته نمونه شاهد بیشتر از دو نمونه دیگر می‌شود همچنین مقدار اسیدیته در نمونه ۵٪ نسبت به نمونه ۳٪ کمتر افزایش یافته است. لازم به توضیح است که در نمونه ۳٪ در دمای 50°C که کاهش در مقدار اسیدیته مشاهده می‌شود به دلیل نرسیده بودن نمونه است که این خصوصیت از مقدار کم TSS نمونه قابل مشاهده است (جدول ۱).

نمودار ۲ در دمای 20°C نشان می‌دهد که میزان اسیدیته در نمونه شاهد بیشتر از دو نمونه ۳٪ و ۵٪ است و تغییرات نمونه ۳٪ تقریباً مشابه نمونه شاهد است و مقادیر آن از نمونه ۵٪ بیشتر است. حالت نوسانی در این نمودارها اگر ناشی از خطای انسانی و آزمایشگاهی نباشد می‌تواند به دلیل وجود نمونه‌های متفاوت از لحاظ رسیده‌تر بودن یا نبودن نمونه‌ها باشد که در مقادیر بدست آمده از TSS آنها قابل مشاهده است (جدول ۱).

در نمودار ۳ نیز چون دمای نگهداری نمونه‌ها دمای یخچال است و در این دما سرعت تخریب نمونه‌ها کاهش می‌یابد، نمونه ۵٪ کمترین اسیدیته را دارد و اسیدیته نمونه شاهد بیشترین مقدار است. با توجه به مقادیر قند احیاء نمونه ۵٪ (جدول ۲) می‌توان حدس زد که نمونه بعد از گذشت ۵۳ روز مراحل رسیده‌تر شدن را بدون افزایش اسیدیته طی کرده است.

در این دمای 4°C نیز مانند قبل اسیدیته نمونه ۵٪ از دو نمونه دیگر یعنی نمونه شاهد و ۳٪ کمتر است. قابل توجه است که نمونه‌های تیمار شده در هفته چهارم دارای TSS کمتری نسبت به تیمارهای قبلی است (جدول ۱) بنابراین احتمالاً نسبت به بقیه نرسیده‌تر می‌باشند و در نتیجه بعد از چهار هفته میزان اسیدیته آنها نسبت به نمونه‌های قبلی کمتر است و در نمونه ۵٪ می‌توان

فلزی و پروسه‌های حرارتی بکار رفته برای تولید فیلم‌های LDPE بعنوان لایه در تماس با مواد غذایی، اختلاط همراه با ذوب گزینه مناسبی برای این نانوکامپوزیت هاست (Appendini, & Hotchkiss, 2002). هدف این تحقیق، به کارگیری بسته‌های پلیمری حاوی نانو ذرات نقره برای نگهداری رطب مضافتی تازه به عنوان روشی جدید، جهت حفظ حداکثر مواد مغذی و تازگی آن بود.

مواد و روش‌ها

– نانو فیلم

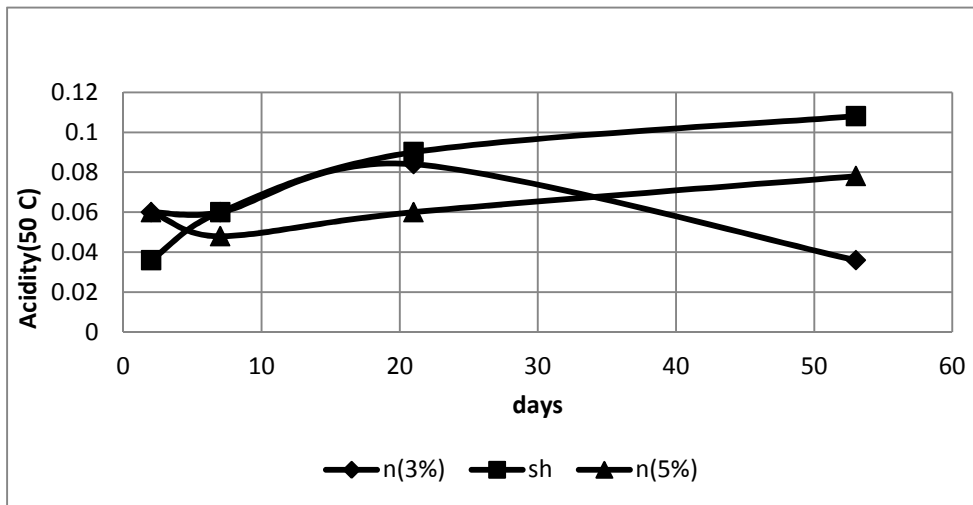
فیلم مورد نظر با دانه‌های رزین LDPE با گرید خاص (۲ gr/ml) $\text{MFI}=92$ دانسیته 92g/ml و نقطه ذوب 94°C و عامل ضد میکروبی شامل پودر P105 (که شامل مخلوطی از ۹۵٪ از پودر TiO_2 با اندازه ذرات حدود 200nm میکرون که به عنوان پایه سیلور بکار می‌رود باضافه ۵٪ از فلز سیلور به صورت ذرات نانو با قطر ۵ تا 10nm و نیز مخلوطی از ۹۷٪ از همان پودر TiO_2 همراه با ۳٪ از همان نانو ذرات سیلور) تهیه شده از شرکت نانونصب تهران می‌باشد که برای تهیه دو نوع فیلم ۳٪ و ۵٪ بکار می‌روند. فیلم LDPE با استفاده از $9/10\text{kg}$ از دانه‌های LDPE و $1/10\text{kg}$ از هر کدام از مواد بصورت جداگانه در اکسترودر دوماریچ ریخته شده و مخلوط می‌شوند. قطر اکسترودر 55mm و طول ماریچ 30mm می‌باشد. در اینجا مستریج مورد نظر تهیه می‌شود و سپس دانه‌های مستریج در یک اکسترودر دمشی تبدیل به فیلم نازک با ضخامت $50\mu\text{m}$ می‌شود.

– ذخیره‌سازی رطب مضافتی تازه

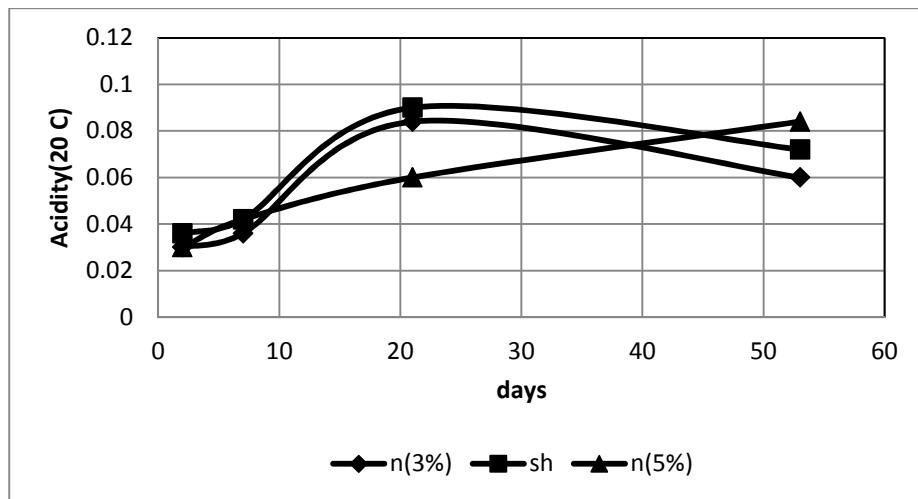
نمونه‌های رطب تهیه شده در دو نوع فیلم‌های ۳٪ و ۵٪ بسته بندی شدند. برای هر بسته بندی یک نمونه شاهد در نظر گرفته شد که لفاف نمونه شاهد، پاکت‌های فریزری می‌باشد. دلیل استفاده از این پاکت‌ها رزین LDPE با گرید غذایی است که در نمونه‌های نانوفیلم تهیه شده نیز استفاده شده است. بسته بندی‌های تهیه شده به همراه بسته‌های شاهد در چهار دمای 50°C ، 20°C ، 8°C و 4°C قرار داده شدند. این نمونه‌ها ۲، ۷، ۲۱ و ۵۳ روز پس از ذخیره‌سازی مورد آزمایشات تعیین کیفیت قرار گرفتند. این آزمایشات توسط موسسه تحقیقات استاندارد صنعتی ایران

بررسی اثر فیلم‌های حاوی نانو ذرات نقره بر زمان ماندگاری رطب مضافتی

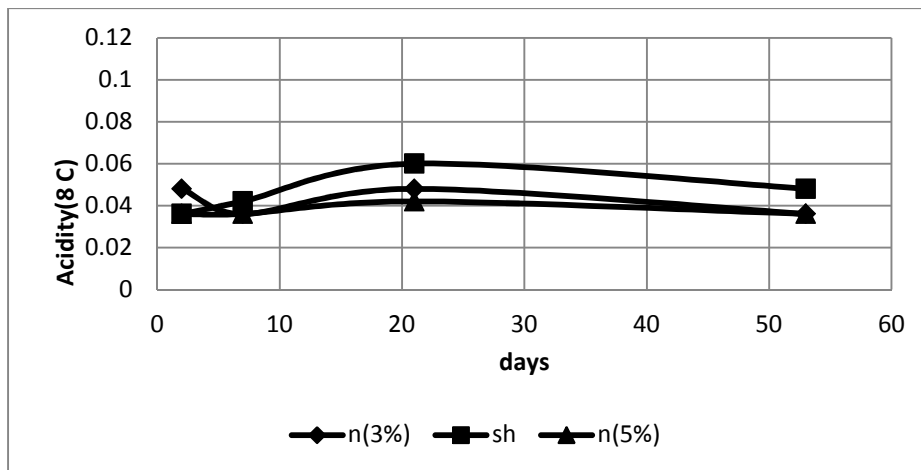
مشاهده کرد که مقدار TSS دو نمونه ۲۱ و ۵۳ روز تقریباً یکسان است (جدول ۱) و میزان اسیدیته آنها نیز تقریباً به یک میزان است (نمودار ۴).



نمودار ۱- مقدار اسیدیته نمونه‌های موجود در لفاف های ۳٪، ۵٪ و شاهد در دمای ۵۰°C



نمودار ۲- مقدار اسیدیته نمونه های موجود در لفاف های ۳٪، ۵٪ و شاهد در دمای ۲۰°C



نمودار ۳- مقدار اسیدیته نمونه های موجود در لفاف های ۳٪، ۵٪ و شاهد در دمای ۸°C

مقایسه اثر درصد نانو ذرات در pH نمونه‌های خرما

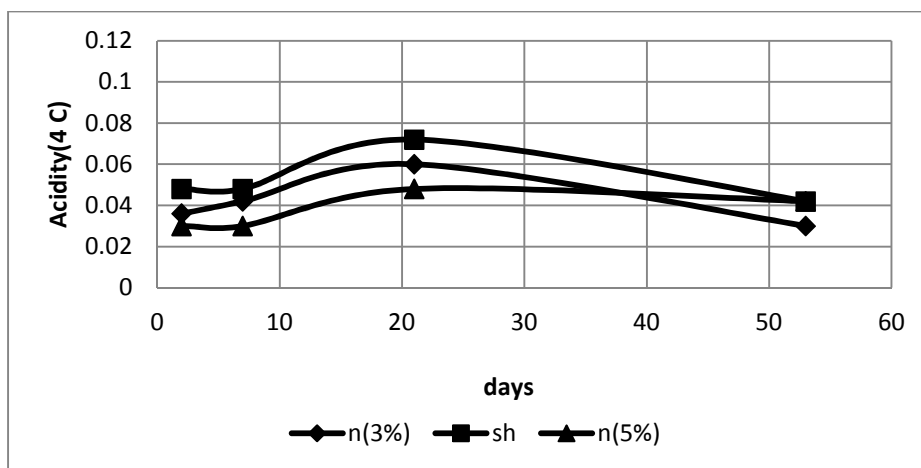
اعداد بدست آمده از دستگاه pH متر نشان می‌دهد که نمونه‌های پیچیده شده در لفاف‌های ۳٪، ۵٪ و شاهد آنها یک کاهش منظم در مقدار pH را دارند (نمودار ۵) همچنین قابل مشاهده است که کاهش pH در نمونه‌های شاهد تقریباً مشابه نمونه‌های ۵٪ می‌باشد بنابراین می‌توان حدس زد که به دلیل دمای بسیار بالا و تخریب سریع در این دما مقادیر pH مربوط به نمونه‌ها نزدیک به هم می‌باشد.

در این نمونه‌ها کاهش منظم در مقادیر نمونه‌های شاهد دیده می‌شود که بعد از ۲۱ روز کاهش سریعتری در مقدار pH مشاهده می‌شود (نمودار ۶). همچنین پیداست که مقادیر pH مربوط به نمونه‌های موجود در لفاف‌های ۵٪ تقریباً بیشتر از نمونه‌های ۳٪ می‌باشد و فقط در آخرین نمونه این مقدار کمتر از نمونه ۳٪ است.

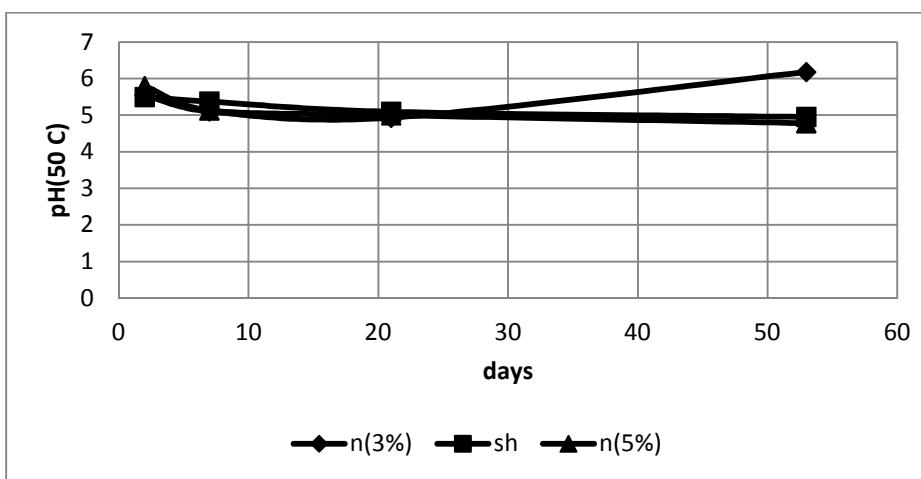
در نمودار ۷ قابل مشاهده است که احتمالاً به دلیل دمای پایین تقریباً تغییر محسوسی در مقادیر pH رخ نمی‌دهد.

در نمودار ۸ مشاهده می‌شود که pH نمونه‌های موجود در لفاف‌های ۵٪ نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر است و با گذشت زمان این مقدار کاهش یافته و اسیدی می‌شوند ولی در مجموع pH بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد و ۳٪ دارند. نمونه ۳٪ نیز با اینکه در ابتدا pH کمتری نسبت به نمونه شاهد دارد اما مشاهده می‌شود که با گذشت زمان pH نمونه شاهد سریعتر کاهش می‌یابد و نوسانات آن در نمونه ۳٪ کمتر دیده می‌شود.

به طور کلی در تمامی نمودارهای مربوط به pH تغییرات بسیار کمی در مقادیر pH مشاهده می‌شود که با توجه به وابستگی مقدار pH و اسیدیته این واقعیت در نمودارهای مربوط به اسیدیته هم قابل مشاهده است.

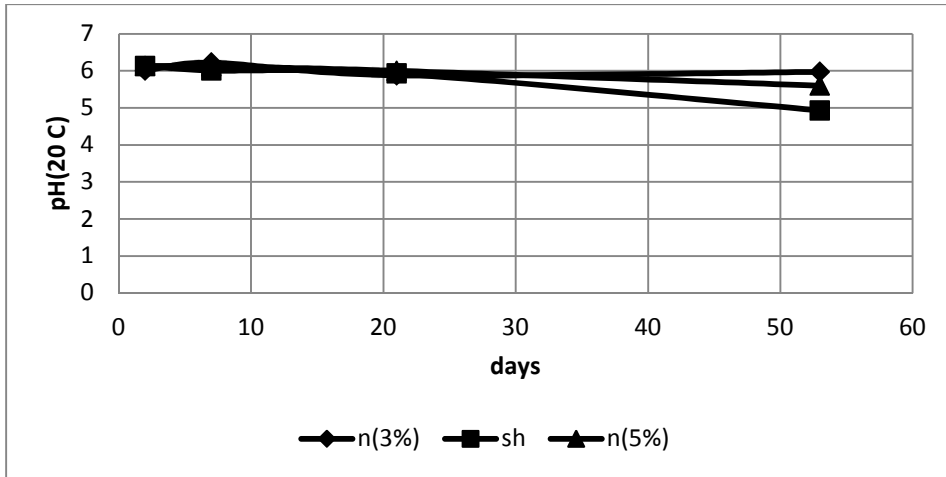


نمودار ۴- مقدار اسیدیته نمونه‌های موجود در لفاف‌های ۳٪، ۵٪ و شاهد در دمای ۴ °C

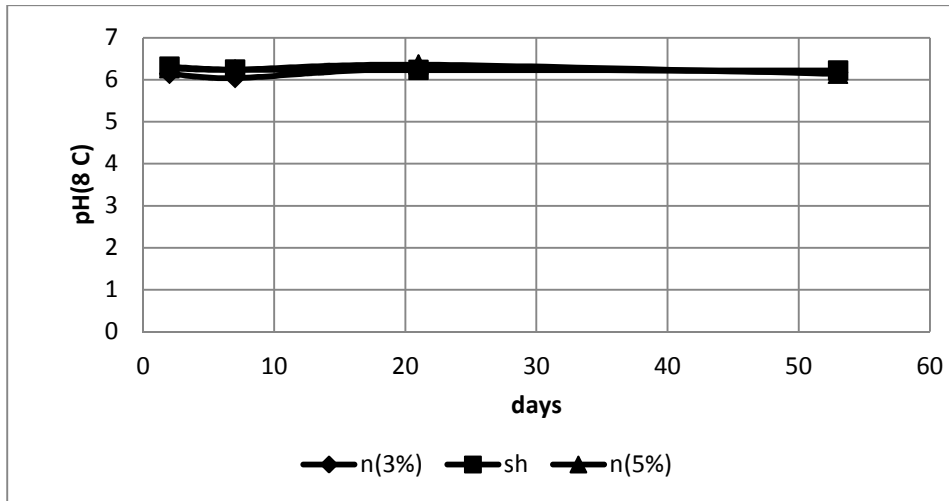


نمودار ۵- مقدار pH نمونه‌های موجود در لفاف‌های ۳٪، ۵٪ و شاهد در دمای ۵۰ °C

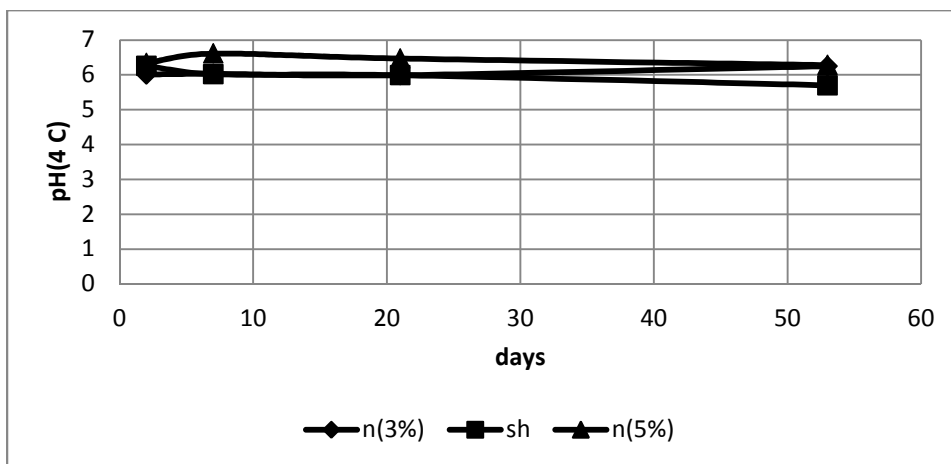
بررسی اثر فیلم‌های حاوی نانوذرات نقره بر زمان ماندگاری رطب مضافتی



نمودار ۶- مقدار pH نمونه های موجود در لفاف های ۳، ۵، % و شاهد در دمای °C ۲۰



نمودار ۷- مقدار pH نمونه های موجود در لفاف های ۳، ۵، % و شاهد در دمای °C ۸



نمودار ۸- مقدار pH نمونه های موجود در لفاف های ۳، ۵، % و شاهد در دمای °C ۴

جدول ۱- مقادیر TSS نمونه های ۳٪، ۵٪ و شاهد در چهار دمای ذخیره شده

TSS	۴ °C			۸ °C			۲۰ °C			۵۰ °C			
	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳	
روز													
۲	۱۰/۳	۱۰/۴	۱۰/۶	۱۰/۴	۹/۸	۹/۳	۸/۳	۱۰/۴	۹/۲	۹/۳	۶/۹	۱۰	۹/۲
۷	۷/۵	۸/۸	۱۰/۴	۸/۳	۱۲/۱	۱۰/۶	۱۰/۳	۸/۳	۱۰/۴	۷/۹	۹/۲	۱۰/۴	۹/۴
۲۱	۸/۷	۴/۲	۷/۸	۹/۱	۱۱/۴	۹/۲	۹/۶	۹/۱	۱۱/۴	۸/۹	۸/۳	۱۱/۸	۱۳
۵۳	۹/۴	۶/۱	۷/۷	۸/۵	۶	۷/۸	۸/۳	۸/۵	۶	۸/۸	۸/۷	۹/۵	۸/۸

جدول ۲- مقادیر قند احیاء نمونه های ۳٪، ۵٪ و شاهد در چهار دمای ذخیره شده

قند احیاء	۴ °C			۸ °C			۲۰ °C			۵۰ °C		
	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳	شاهد	%۵	%۳
روز												
۲	۰/۵۹۴	۰/۵۲	۰/۵۹۴	۰/۴۸۹	۰/۴۳۸	۰/۵۲	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸
۷	۰/۶۹۳	۰/۴۸۹	۰/۷۵۶	۰/۴۳۸	۰/۳۷۸	۱/۳۸۷	۰/۳۹۶	۰/۴۳۸	۰/۳۹۶	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸
۲۱	۱/۰۴	۰/۴۸۹	۰/۷۵۴	۰/۷۵۸	۰/۵۹۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۷۵۸	۱/۰۴	۰/۷۵۸	۰/۷۵۴	۱/۰۴
۵۳	۰/۴۶۲	۰/۷۵۶	۰/۵۵۴	۰/۶۴	۰/۸۳۲	۱/۱۸۸	۰/۹۲۴	۰/۶۴	۱/۱۸۸	۱/۱۸۸	۱/۶۶۴	۱/۱۸۸

بحث

به طور کلی نمونه‌های موجود در دمای ۵۰ °C به دلیل دمای بسیار بالا بیشترین و سریعترین تخریب را میان نمونه‌های موجود داشتند به طوری که مقدار اسیدیته این نمونه‌ها از نمونه‌های موجود در سه دمای ۲۰ °C، ۸ °C و ۴ °C بیشتر بود و در نتیجه مقدار pH در آنها کمترین مقدار را داشت. همچنین به دلیل رسیده تر شدن این نمونه‌ها و تغییرات سریعتر آنها در این دما نوسانات شدیدتری در مقادیر قند احیاء و TSS مشاهده می‌شود همچنین میزان تغییرات اسیدیته در دمای ۵۰ °C نسبت به سایر دماها بیشتر است این تغییرات همانطور که انتظار می‌رفت در دمای ۲۰ °C نسبت به دو دمای دیگر بیشتر است اما به طور کلی در تمامی نمونه‌ها، مقادیر اسیدیته مربوط به نمونه‌های موجود در پوشش‌های ۵٪ کمتر از اسیدیته نمونه‌های ذخیره شده در پوشش ۳٪ و شاهد می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان گفت که نمونه‌های ۵٪ کمتر از نمونه‌های دیگر فاسد شده‌اند. همچنین مقدار اسیدیته نمونه ۳٪ از نمونه شاهد کمتر است که نشان می‌دهد نمونه‌های

۳٪ کمتر از نمونه‌های شاهد فاسد شده‌اند. Kubacka و همکاران با به کارگیری فیلم‌هایی از جنس اتیلن وینیل الکل حاوی نانوکامپوزیت نقره - دی اکسید تیتانیم نشان دادند که این فیلم‌ها قدرت ضد میکروبی بالایی دارند (Kubacka et al., 2009) اما در مورد افزایش میزان ماندگاری رطب مضافتی تاکنون کار مشابه‌ای یافت نشده و احتمالاً آزمایش‌های انجام شده اولین نمونه‌ها بوده‌اند.

میزان pH در دماهای مختلف نشان می‌دهد که غیر از مقادیر بدست آمده در دمای ۵۰ °C در سایر دماها همانطور که انتظار می‌رفت مقادیر pH نمونه‌های ۵٪ از نمونه‌های دیگر بیشتر است که این تفاوت در دمای ۴ °C کاملاً قابل مشاهده است که احتمالاً این دما چون پایین است تخریب در این نمونه‌ها خیلی کند صورت می‌گیرد بنابراین تفاوت محسوسی در pH نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود. مقادیر pH نمونه‌های ۳٪ و شاهد در اغلب موارد به هم نزدیک می‌باشد. همانطور که Fern'andez و همکاران گزارش کردند کیسه‌های جاذب حاوی نانو ذرات نقره در بسته‌های گوشت مرغ می‌تواند رشد میکروبی را ۴۰٪ کاهش دهد،

منابع

- Appendini, P., & Hotchkiss, J. H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 113-126.
- Barreveld, W. H. (1994). Date palm products. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 216 PP.
- Chaudhry, Q., Scotte, M., Blackburn, J., Ross, B., Boxall, A., & Castle, L. (2008). Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food Additives and Contaminants*, 25(3), 241-258.
- Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M. & Soleimanzadeh, S. (2010). Effects of nanocomposite packaging containing silver and zinc oxide on the shelf-life of fresh orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 742-748.
- Fernández, A., Soriano, E., López-Carballo, G., Picouet, P., Lloret, E. & Gavara, R. (2009). Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology. *Food Res Int*; 42:1105-12.
- Han, J. H. & Rooney, M. L. (2002). personal communications. Active Food Kubacka A, Cerrada ML, Serrano C, Fernández-García M, Ferre M, Fernández-García M. Plasmonic nanoparticle/polymer nanocomposites with enhanced photocatalytic antimicrobial properties. *J Phys Chem*; 2009; 113: 9182-90
- Packaging Workshop, (2002). Annual Conference of the Canadian Institute of Food Science and Technology (CIFST), May 26,.
- Raija, A. (2003). *Novel food packaging Techniques*, First published, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLCB, Woodhead Publishing Limited, Woodhead publishing in food Science & Technology.
- Dastjerdi, R. & Montazer, M. (2010). Textile Engineering Department, Center of Excellence in Textile, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Hafez Avenue, Tehran, Iran, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 79 .5-18
- Quintavalla, S. & Vicini, L. (2002). Experimental Station for the Food Preserving Industry, V.le Tanara, 31/A, 43100 Parma, Italy, *Meat Science* 62 373-380.

در اینجا نیز مشاهده می‌شود که نمونه‌های موجود در فیلم‌های نانوکامپوزیتی مقدار pH بالاتری نسبت به نمونه‌های موجود در فیلم‌های LDPE خالص (نمونه‌های شاهد) دارند (Fernández *et al.*, 2009).

پوشش حاوی ۵٪ نانوپودر میزان ماندگاری نمونه‌ها را بیشتر از پوشش حاوی ۳٪ نانو پودر نقره، افزایش داد و میزان ماندگاری در این دو پوشش بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. آریو امامی فر و همکاران نیز بعد از ذخیره نمونه‌های آب پرتقال در فیلم‌های نانو کامپوزیتی، نشان دادند که ماندگاری نمونه‌های آب پرتقال موجود در فیلم‌های نانوکامپوزیتی حاوی ۵٪ نانوپودر نقره حدود چهار برابر افزایش یافته است (Emamifar *et al.*, 2010).

بیشترین میزان pH در تیمارهای سوم و چهارم یعنی بعد از گذشت ۲۱ و ۵۳ روز، در نمونه‌های مربوط به پوشش‌های حاوی ۵٪ نانو پودر نقره دیده می‌شود یعنی در هر چهار دما نمونه‌های موجود در فیلم‌های حاوی ۵٪ نانوپودر نقره کیفیت خود را بهتر از دیگر نمونه‌ها حفظ کرده بود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق بعد از ذخیره سازی نمونه های خرما در چهار دمای ۵۰°C، ۲۰°C، ۸°C و ۴°C مشخص شد که بهترین دمای نگهداری برای نمونه‌های خرما دمای ۴°C است که کمترین میزان افزایش اسیدیته را در این دما داریم همچنین نمودارها نشان می‌دهند که میزان فاسد شدگی در نمونه‌های موجود در پوشش‌های حاوی ۵٪ نانوپودر نقره کمتر از سایر نمونه‌هاست یعنی این مقدار نانوپودر نقره باعث افزایش در زمان ماندگاری نمونه‌های خرما شد و نیز می‌توان مشاهده کرد که زمان ماندگاری نمونه‌های ۳٪ از نمونه‌های شاهد بیشتر است. بهترین زمان ماندگاری تعیین شده برای پوشش‌های حاوی ۵٪ نانو پودر نقره، در دمای ۴°C، ۵۳ روز می‌باشد یعنی این نمونه‌ها بعد از گذشت ۵۳ روز هنوز کیفیت خود را حفظ کرده و قابل استفاده بودند.