

بررسی تاثیر استفاده از نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در بسته بندی مورد استفاده در نگهداری خرماي مضافتي بر تغييرات ميكروبي آن طی دوره ي انبارداری

مجتبی بینش^{۱*}، سیدعلی مرتضوی^۲، محمد آرمین^۳، مسعود مرادی^۴

^۱ دانش آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

^۴ استادیار گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۱/۱۵

چکیده

با توجه به اهمیت تکنولوژی نانو در افزایش کارایی بسته بندی در نگهداری مواد غذایی و با توجه به این که خرما از محصولات مهم و استراتژیک کشور به شمار می رود، تاثیر استفاده از تکنولوژی نانو در کارایی بسته بندی خرما مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات میکروبی خرما از نوع مضافتی در دو دمای ثابت ۲۵ درجه‌ی سانتی گراد (محیط) و ۴ درجه‌ی سانتی گراد (یخچال) یک بار در بسته بندی پلی اتیلنی بدون ذرات نانوکامپوزیت و یک بار در بسته بندی پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم به مدت ۴ ماه نگهداری، بررسی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که بار میکروبی خرما شامل کپک و مخمر، باکتری های مزوفیل هوازی و کلیفرم در اثر استفاده از ذرات نانوکامپوزیت SiO₂ و TiO₂ در بسته بندی به صورت معنی داری کاهش می یابد به طوری که فعالیت نانوی ذرات سیلور منجر به از بین رفتن میکروارگانیسم ها چه در دمای محیط و چه در دمای یخچال می شود. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، میوه‌ی خرماي مضافتي، هنگام استفاده از نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در بسته بندی آن طی ۴ ماه نگهداری می تواند هم در دمای یخچال و هم در دمای محیط، بدون هیچ تغییر نامطلوبی باقی بماند.

واژه‌های کلیدی: نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم، خرما، بسته بندی، تغییرات میکروبی.

۱- مقدمه

دی اکسید تیتانیوم، پرکاربردترین فوتوکاتالیزور است که با تشعشع UV-A فعال شده، خواص فوتوکاتالیزوری آن در کاربردهای مختلف محیطی نمود پیدا می‌کند تا آلوده کننده‌ها را از آب و هوا حذف نمایند (۱۶،۱۰). TiO_2 می‌تواند باکتری گرم مثبت و گرم منفی را بکشد. طبق تحقیقات اخیر، نانوذرات TiO_2 ویروس‌هایی شامل Hepatitis B Virus, Poliovirus 1 و Ms₂ Bacteriophage را از بین می‌برد. تجمع دی اکسید تیتانیوم مورد نیاز جهت از بین بردن ویروس‌ها و باکتری بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ ppm است که به اندازه‌ی ذرات، شدت و طول موج نور به کار رفته، بستگی دارد (۱۱) و (۲۱).

مشخص شده است که نقره قادر به برانگیختن نور مرئی دی‌اکسید تیتانیوم است. ۱٪ وزن نقره در دی اکسید تیتانیوم زمان واکنش مورد نیاز برای حذف کامل $E.coli$ 10^7 cfu/ml را از ۶۵ به ۱۶ دقیقه در نور UV-A کاهش می‌دهد (۱۷، ۲۰). از این‌رو Ag/TiO_2 عملکرد عظیمی را به عنوان مواد فوتوکاتالیزور به سبب فعالیت نوری و واکنش نور مرئی نشان می‌دهد. به دلیل رنگ روشن و پایداری در برابر نفوذ اشعه‌ی UV، امروزه از ترکیب اکسید تیتانیوم در سطح وسیع به صورت نانو ذره در ساختار بسته‌بندی غذایی استفاده می‌شود. ترکیباتی نظیر TiO_2 و SiO_2 در ابعاد نانو، قابلیت کاربرد در پوشش‌های خوراکی مواد غذایی را نیز دارا می‌باشند (۱۳).

در این مقاله به بررسی تاثیر استفاده از نانو کامپوزیت TiO_2 و SiL در بسته‌بندی پلی اتیلنی مورد استفاده در نگهداری خرمای مضافتی بر روی تغییرات میکروبی آن طی دوره‌ی انبارداری خواهیم پرداخت.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- آماده سازی نمونه‌ها

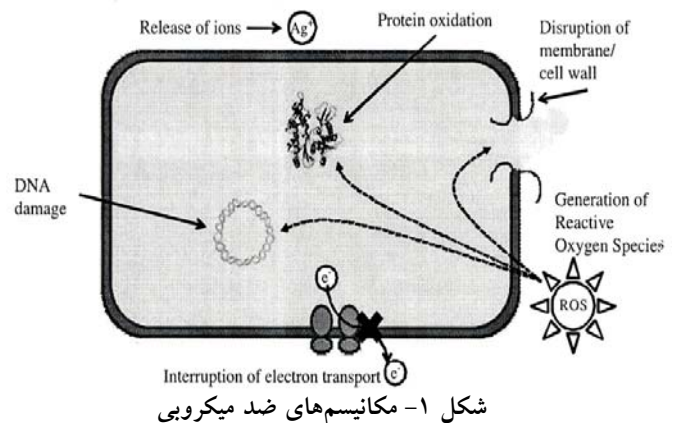
از آن‌جا که هدف نهایی، بررسی تغییرات شیمیایی و میکروبی و ارگانولیتیک خرمای مضافتی بسته‌بندی شده با پوشش پلی اتیلنی هم‌پوشانی شده با نانو ذرات نقره و دی‌اکسید تیتانیوم در طی زمان نگهداری بود، نمونه‌برداری می‌بایست از خرمای درجه‌ی یک و صادراتی انجام می‌شد. لذا پس از بازدیدهای مکرر از کارگاه‌های عمده در کرمان، دو کارگاه

نقره، ذاتاً خاصیت آنتی باکتریال، ضد کپک و ضد قارچ دارد. با استفاده از این ظروف در مقایسه با ظروف معمولی در ۲۴ ساعت اولیه، میزان رشد باکتری‌ها ۹۸ درصد کاهش یافته است. جهت حفظ بیش‌تر ارزش مواد غذایی به همراه بو و مزه‌ی آن، از پوششی با پایه‌ی پلیمری که نسبت به هوا و بو غیرقابل نفوذ است، استفاده می‌شود. میانگین قطر نانو ذرات نقره در حدود ۱۰-۲۰ نانومتر است. بعضی از فرآورده‌های فناوری نانو مانند فیلم‌های آنتی باکتریال هم اکنون وارد بازار شده‌اند؛ هرچند نگرانی دانشمندان و افکار عمومی در مورد اثرات این فناوری بر سلامتی و عدم شناخت طبیعت آن، باعث توسعه‌ی کند این فن آوری در صنایع غذایی شده است (۴).

خواص ضد میکروبی اجزای نقره و یون‌های نقره مشخص شده و در دامنه‌ی وسیعی از کاربردها از عفونت‌زدایی ابزار پزشکی و وسایل خانگی تا پاکسازی آب به کار رفته‌اند (۸ و ۹). امروزه مکانیزم‌های بسیاری برای خواص ضد میکروبی نانوذرات نقره مشخص شده‌اند:

- چسبیدن نانوذرات به سطح هوشیار مواد غشایی. نانوذرات نقره، مولکول‌های لیپولی ساکارید را تجزیه نموده، سپس وارد سلول و سبب افزایش زیاد نفوذپذیری غشا می‌شوند. - نانوذرات نقره، وارد سلول باکتری شده، منجر به تخریب DNA می‌شود.

- تجزیه نانوذرات نقره که باعث انتشار یون‌های نقره با بار مثبت ضد میکروبی می‌شود خواص فیزیکوشیمیایی نقش مهمی را در فعالیت ضد میکروبی نانوذرات نقره ایفا می‌کنند. به طور کلی، ذرات کم‌تر از ۱۰ nm برای باکتری‌هایی نظیر اشرشیاکلی و سودوموناس آئروژینوزا، سمی هستند (۱۵).



شکل ۱- مکانیسم‌های ضد میکروبی

ایران شماره‌ی ۵۲۷۲ و شماره‌ی کلید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۹۲۶۳ انجام گردید (۳ و ۲).

آزمایشات به طور ماهیانه و در هفته‌ی اول هر ماه و هر بار در سه تکرار صورت گرفت و نتایج حاصل به تفکیک شماره‌ی کلی میکروبی، شماره‌ی کپک و مخمر و نیز ارزیابی و شماره‌ی کلید بر اساس نتایج ثبت گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، منحنی‌های مربوط به روند تغییرات میکروبی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲-۳- طرح آماری

این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل به طور کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شده است. فاکتورهای مورد بررسی، دما (۲۵ و ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) و پوشش نانو (نانوکامپوزیت نقره و دی‌اکسید تیتانیوم) بود. نتایج به دست آمده، توسط نرم‌افزار **SAS 9.1** آنالیز آماری و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری معنی‌دار شده، مقایسه شد. کلیه‌ی نمودارها با نرم افزار **Excel** رسم گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج و آنالیز پایه‌ی پلی اتیلنی (با دانسیته‌ی کم) هم‌پوشانی شده با نانو ذرات نقره و دی‌اکسید تیتانیوم در مرکز متالورژی رازی با چندین بار مشاهده با میکروسکوپ الکترونی رویشی و **SEM** انجام طیف **FTIR** آماده‌ی انجام آزمایش گردید که نتیجه حاصل در شکل‌های ۲-۴ مشاهده می‌شود.



شکل ۲- تصویر نمودار طیف **IR** از نمونه‌ی پلی اتیلنی

مناسب از نظر بسته‌بندی نهایی خرما در منطقه‌ی کرمان انتخاب و سپس رقم مضافتی توسط کارگاهی در منطقه‌ی بم جداسازی و جمع‌آوری گردید. روش نمونه‌برداری مطابق استاندارد **Codex** صورت گرفت. به طوری که از هر یک تن محصول بسته‌بندی شده، ۲۰ بسته به صورت تصادفی انتخاب و در نهایت ۲۰ بسته نمونه‌برداری شد (۱).

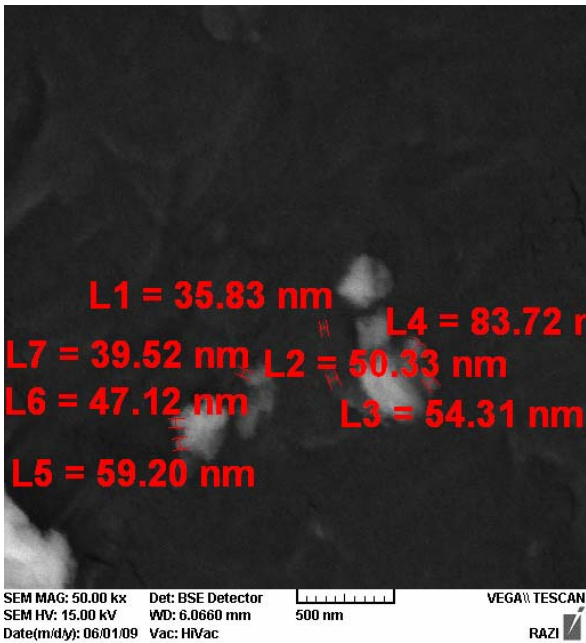
هم‌چنین پلیمر پلی اتیلنی هم‌پوشانی شده با کمپلکسی از نانو ذرات نقره و تیتانیوم با درصد ۶۵ به ۳۵ توسط شرکت نانوپک اصفهان جهت انجام آزمایش فراهم گردید که این پایه‌ی پلیمری بعد از ماه‌ها تلاش بالاخره با هم‌پوشانی مناسب نانوذرات نقره و دی‌اکسید تیتانیوم بر روی آن که نتایج و آنالیز پایه‌ی پلیمری پلی اتیلنی (با دانسیته‌ی کم) هم‌پوشانی شده با نانوذرات نقره و دی‌اکسید تیتانیوم در مرکز متالورژی رازی با چندین بار مشاهده با میکروسکوپ الکترونی رویشی و **SEM** انجام طیف **FTIR** آماده‌ی انجام آزمایش گردید.

بررسی خواص میکروبی خرما مضافتی بم در دو دمای محیط و یخچال و در چهار دوره‌ی زمانی ۳۰ روز، ۶۰ روز، ۹۰ روز و ۱۲۰ روز و در سه تکرار در آزمایشگاه فوق تخصصی شرکت بین‌المللی بازرسی کالای تجاری و آزمایشگاه تخصصی صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تحت پشتیبانی ستاد توسعه‌ی فناوری نانو ریاست جمهوری انجام گردید. در هنگام ورود نمونه‌ها کلیه‌ی پارامترهای میکروبی مورد آزمون در این پژوهش روی نمونه‌ی مورد نظر آزمایش گردید و پس از نگهداری در دمای محیط و دمای یخچال در چهار دوره‌ی زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز بر روی نمونه‌ها (اصلی و شاهد)، تمامی آزمایش‌های میکروبی صورت گرفت.

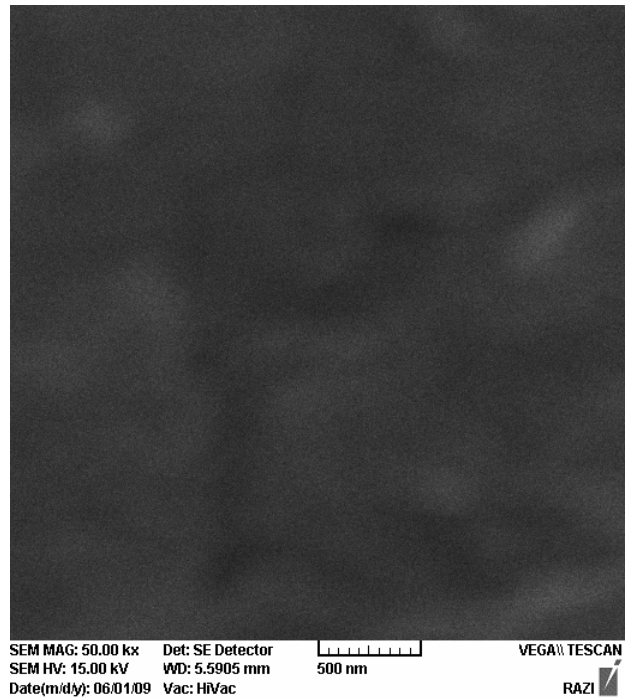
۲-۲- نحوه‌ی انجام آزمایش

ابتدا تعدادی خرما به صورت اتفاقی از هر ظرف انتخاب و در شرایط سترون هسته‌ی آن‌ها جدا و توزین گردید. سپس خرماهای بدون هسته در هاون چینی استریل خرد و ۲۵ گرم از این نمونه خرما به ۲۲۵ میلی لیتر محلول رقیق کننده‌ی سرم فیزیولوژی منتقل گردید تا رقت 10^{-1} حاصل شود. سپس از آن برای درست کردن رقت‌های 10^{-2} ، 10^{-3} ، 10^{-4} استفاده شد.

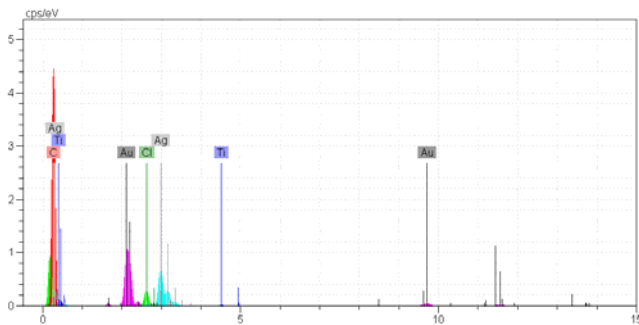
شمارش کلی میکروبی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۵۲۷۲، شماره‌ی کپک و مخمر بر اساس استاندارد ملی



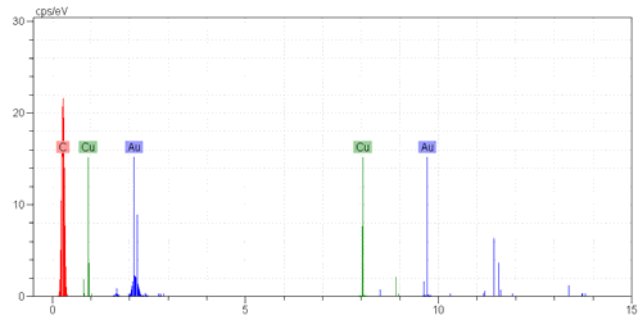
شکل ۵- تصاویر گرفته شده با SEM از نمونه‌ی پلی اتیلن همپوشانی شده با نانوذرات نقره و تیتانیوم در مقیاس نانومتر



شکل ۳- تصویر گرفته شده با SEM از پلی اتیلن (LDPE) در مقیاس نانومتر



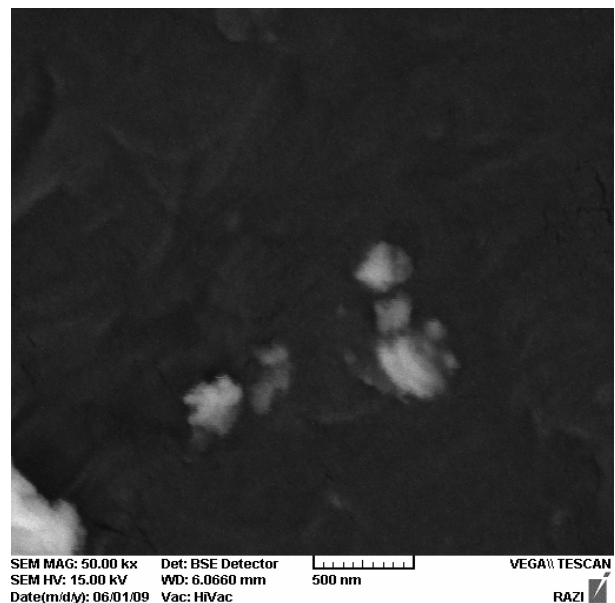
شکل ۶- مقدار عناصر شمارش شده در نمونه‌ی پلی اتیلن همپوشانی شده با نانو ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم که در واحد زمان به آشکارساز می‌رسد.



شکل ۴- مقدار عناصر شمارش شده در نمونه‌ی پلی اتیلنی که در واحد زمان به آشکارساز می‌رسد.

۳-۱- اثر متقابل دمای نگه‌داری و پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم بر شمارش کپک و مخمر

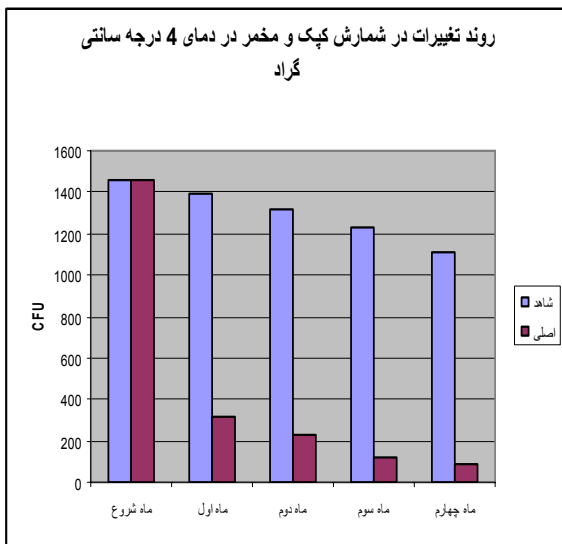
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دما، پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم و اثر متقابل دو عامل ذکر شده به ترتیب در سطح ۱٪، ۵٪ و ۵٪ معنی‌دار بوده است (طبق جدول ۱) (۶).



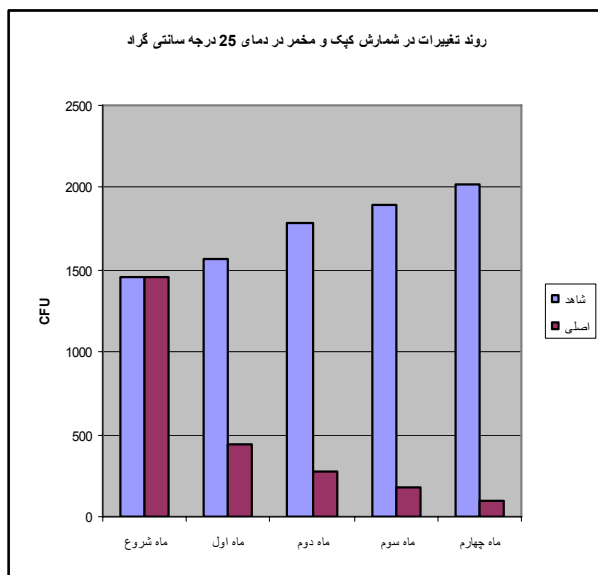
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات میکروبی مورد بررسی

شمارش کلیفرم					شمارش کلی باکتری های مزوفیل هوازی					شمارش کپک و مخمر					Df	منابع متغیر
ماه	ماه	ماه	ماه	شروع	ماه	ماه	ماه	ماه	ماه	شروع	ماه	ماه	ماه	ماه		
چهارم	سوم	دوم	اول		چهارم	سوم	دوم	اول	شروع	چهارم	سوم	دوم	اول			
++	++	ns	++	ns	+	+	++	++	ns	++	+	++	++	ns	1	دما
+	++	+	++	ns	++	+	++	++	ns	+	+	++	++	ns	1	پوشش نانو
Ns	Ns	Ns	++	ns	+	+	++	++	ns	+	ns	++	++	ns	1	اثر متقابل دما و پوشش نانو

***, * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار



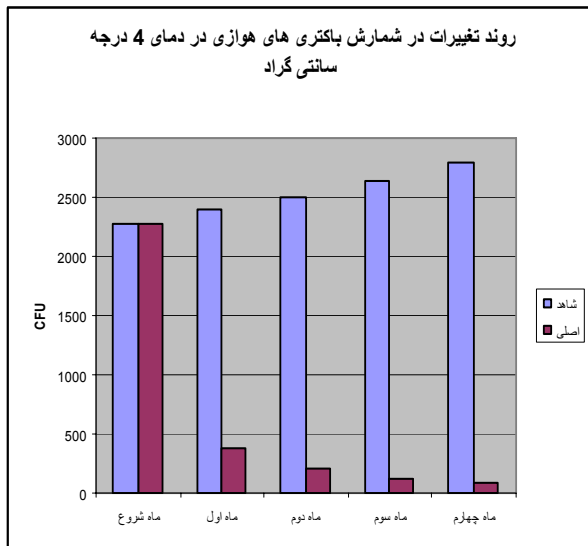
شکل ۷- تغییرات کپک و مخمر در دمای 4 درجه سانتی گراد



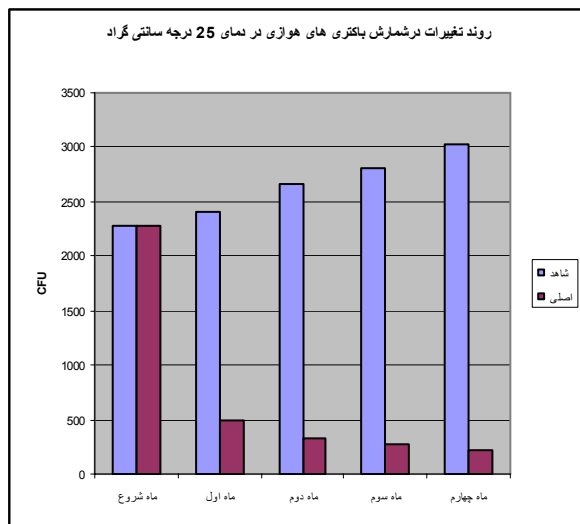
شکل ۸- تغییرات کپک و مخمر در دمای 25 درجه سانتی گراد

رشد تغییرات در شمارش کپک و مخمر در دمای ۲۵ و ۴ درجه سانتی‌گراد برای خرمای مضافتی بسته‌بندی شده با نانوکامپوزیت ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم، نشان داد که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۹۳/۶٪ درصدی تعداد کپک و مخمر در ماه چهارم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه‌ی خرمای مورد بررسی در روز اول می‌شوند. در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کل کپک و مخمر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش ۳۹/۲٪ درصدی نسبت به نمونه خرمای بررسی شده در روز اول، نشان می‌دهد (شکل ۸). همچنین مشخص گردید که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۹۳/۸ درصدی تعداد کپک و مخمر در ماه چهارم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه خرمای مورد بررسی در روز اول می‌شوند. در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کل کپک و مخمر در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، کاهش ۲۳/۳٪ درصدی نسبت به نمونه خرمای بررسی شده در روز اول نشان می‌دهد که این قضیه به اثر بازدارندگی درجه حرارت‌های پایین نسبت داده می‌شود (شکل ۷).

دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد، افزایش ۲۲/۷ درصدی نسبت به نمونه‌ی خرمای بررسی شده در روز اول نشان داده است که این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات «شناسی» و همکاران در سال ۲۰۰۲ مطابقت داشت (۱۹) (شکل ۹).



شکل ۹- تغییرات شمارش میکروبی‌های هوازی در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد



شکل ۱۰- تغییرات شمارش میکروبی‌های هوازی در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد

تجزیه‌ی نانوذرات نقره، یون‌های Ag^+ ضد میکروبی را آزاد می‌کند. خواص فیزیکوشیمیایی نقش مهمی را در فعالیت ضد میکروبی نانوذرات نقره ایفا می‌کنند که با تحقیقات «کلین لی» و همکارانش در سال ۲۰۰۸، «جی آ هوشنگ» و همکارانش در

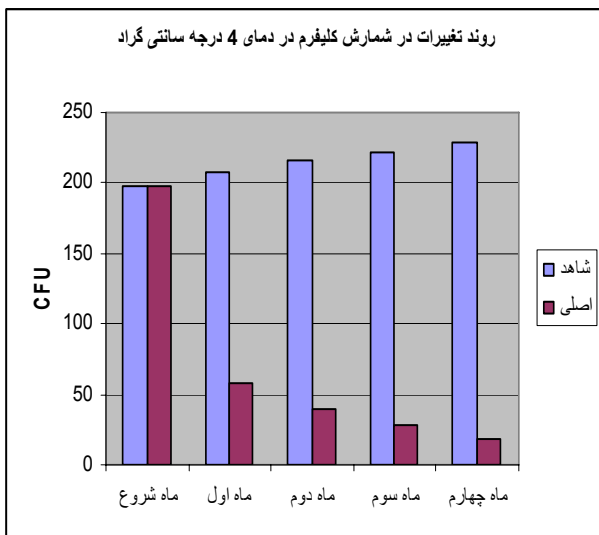
لازم به ذکر است که تجزیه واریانس و مقایسه‌ی میانگین برای داده‌های شمارشی با استفاده از لگاریتم داده‌ها انجام شد. گزارش میانگین‌ها بر اساس تبدیل میانگین‌های لگاریتم گرفته شده به مقدار اصلی صورت گرفت.

کپک و مخمر، توسط یون‌های سیلور انتشار یافته از نمونه‌های پلیمر از بین می‌روند که این موضوع با تحقیقات محبوبه رضایی و همکارانش که در سال ۱۳۸۷ بر روی کاربرد نانو پوشش‌های نقره و رس و ارزیابی کیفیت و ماندگاری فرآورده‌های آردی انجام شد، مطابقت دارد (۵). نتایج تحقیقات شارپلز در سال ۱۹۵۳، منصوره جاجایی در سال ۱۳۷۶ و عدالتیان در سال ۱۳۸۷ نیز تائید کننده‌ی این مطلب می‌باشد (۷، ۱۸).

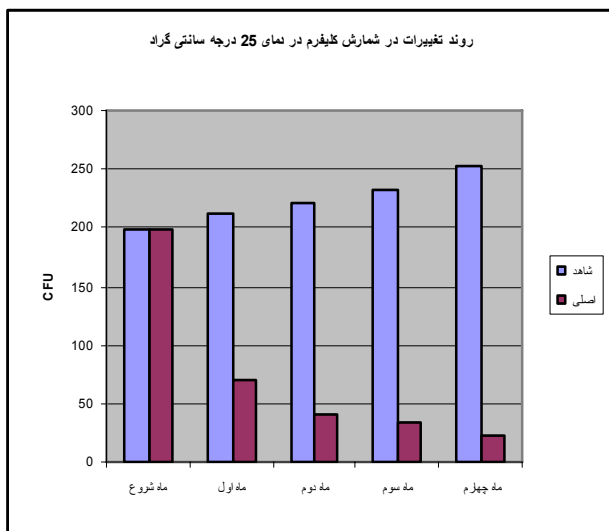
۳-۲- اثر متقابل دمای نگهداری و پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم بر شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل هوازی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دما، پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم و اثر متقابل دو عامل ذکر شده به ترتیب در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱٪ معنی دار بوده است.

رشد تغییرات در شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل هوازی در دمای ۴ و ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد برای خرمای مضافتی بسته‌بندی شده با نانوکامپوزیت ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم نشان داد که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۹۰/۴ درصدی تعداد باکتری‌ها در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت به نمونه خرمای مورد بررسی در روز اول می‌شوند در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کل باکتری‌های هوازی در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش ۳۲/۸ درصدی نسبت به نمونه خرمای بررسی شده در روز اول نشان داده است (شکل ۱۰). همچنین مشخص شد که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۹۶/۳ درصدی تعداد باکتری‌ها در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت به نمونه خرمای مورد بررسی در روز اول می‌شوند در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کل باکتری‌های هوازی در



شکل ۱۱- تغییرات در شمارش کلیفرم در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد



شکل ۱۲- تغییرات در شمارش کلیفرم در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد

کاهش ۹۳/۶ درصدی تعداد کپک و مخمر، کاهش ۹۰/۴ درصدی تعداد کل باکتری‌های هوازی مزوفیل و کاهش ۸۸/۸ درصدی تعداد کلیفرم‌ها در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. ضمن این که کاهش ۹۳/۸ درصدی تعداد کپک و مخمر، کاهش ۹۰/۹ درصدی تعداد کلیفرم‌ها و کاهش ۹۶/۳ درصدی تعداد کل باکتری‌های هوازی مزوفیل در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد تعیین گردید. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تکنولوژی نانو در بسته‌بندی محصولاتی نظیر خرما که به دلیل شرایط خاص برداشت، بسته‌بندی، حمل و نقل و نگهداری دارای آلودگی میکروبی بالایی هستند، می‌تواند تاثیر قابل توجهی در کنترل آلودگی و افزایش زمان ماندگاری داشته باشد.

سال ۲۰۰۸ و همچنین تحقیقات «سوغاتا سرکار» در سال ۲۰۰۷، مطابقت دارد (۱۲، ۱۴، ۲۰).

۳-۳- اثر متقابل دمای نگهداری و پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم بر شمارش کلیفرم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دما، پوشش پلی اتیلنی همپوشانی شده با نانو کامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم و اثر متقابل دو عامل ذکر شده به ترتیب در سطح ۰/۱٪، ۰/۵٪ معنی‌دار بوده است. روند تغییرات در شمارش کلیفرم در دمای ۲۵ و ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد برای خرما، مضافتی بسته‌بندی شده با نانوکامپوزیت ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم، نشان داد که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۸۸/۸ درصدی تعداد کلیفرم‌ها در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت به نمونه خرما، مورد بررسی در روز اول می‌شوند در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کلیفرم در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش ۲۷/۷ درصدی نسبت به نمونه خرما، مورد بررسی شده در روز اول نشان داد (شکل ۱۲). همچنین مشخص گردید که نانوکامپوزیت‌ها سبب کاهش ۹۰/۹ درصدی تعداد کلیفرم‌ها در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت به نمونه خرما، مورد بررسی در روز اول می‌شوند در حالی که در صورت عدم استفاده از نانوکامپوزیت نقره و دی اکسید تیتانیوم در پوشش پلی اتیلنی، تعداد کلیفرم در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد با افزایش ۱۵/۶ درصدی نسبت به نمونه خرما، مورد بررسی شده در روز اول، مواجه می‌شود. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات «عدالتیان» و همکاران در سال ۱۳۸۷ مطابقت داشت (۷) (شکل ۱۱).

تجزیه نانوذرات نقره یون‌های Ag^+ ضد میکروبی را آزاد می‌کند. خواص فیزیکوشیمیایی نقش مهمی را در فعالیت ضد میکروبی نانوذرات نقره ایفا می‌کنند. این موضوع با تحقیقات «سوغاتا سرکار» در سال ۲۰۰۷، مطابقت دارد (۲۰).

۴- نتیجه‌گیری

بررسی خواص میکروبی خرما، بسته‌بندی شده با نانوکامپوزیت ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم در دو دمای محیط و یخچال، در طی دوره‌ی زمانی ۱۲۰ روزه نشان دهنده‌ی

and antibacterial properties of nano-SiO₂ supported silver/zinc-silver materials. *Journal of Dental Materials*, Vol.24, PP. 244-249.

13- Kim, S. H., Kwak, S. Y., Sohn, B. H. and Park, T. H. 2003. Design of TiO₂ nano particle self-assembled aromatic polyamide thin-film composite (TFC) membrane as an approach to solve befoiling problem. *J. Membr. Sci.* 211, 157-165.

14- Li, Q., Mahendra, S. Y., Lyon, D., Brunet, L., Liga, M., Li, D. and Alvarez, P. 2008. Antimicrobial nonmaterial's for water disinfection and Microbial control: Potential applications and implications. *Journal of Water research*, vol. 42, PP. 4591-4602.

15- Morones, J. R., Elechiguerra, J. L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J. B., Ramirez, J. T. and Yacaman, M. J. 2005. The bactericidal effect of silver nano particles. *Nanotechnology* 16 (10), 2346-2353.

16- Murray, C. A., Goslan, E. H., Parsons, S. A. 2007. TiO₂/UV: single stage drinking water treatment for NOM removal. *J. Environ. Eng. Sci.* 6 (3), 311-317.

17- Sclafani, A. Mozzanega, M.N. Herrmann, J.M. 1997. Influence of silver deposits on the photo catalytic activity of titania. *J. Catal.* 168 (1), 117-120.

18- Sharpless, G. C. 1953. A study of spoilage and microorganism population of soft dates. *Annual Date Growers Ins.* 30: 5_8.

19- Shenasi, M., Aidoo, K. E. and Kandlish, A. A. G. 2002. Micro flora of date fruits and production of aflatoxin at various stages of maturation, *Int. J. Food Micro.* 79: 113-119

20- Sougata, S. and Atish, D, J. 2007. "Facile synthesis of silver nano particle with highly efficient antimicrobial property", PP. 57-89.

21- Wei, C., Lin, W. Y., Zainal, Z., Williams, N. E., Zhu, K., Kruzic, A.P. 1994. Bactericidal activity of TiO₂ photocatalyst in aqueous media: toward a solar-assisted water disinfection system, *Environ. Sci. Technol*, 28 (5), 934-938.

۵- منابع

۱- اباذر پور، م. ۱۳۷۱. شناسایی ارقام خرمای استان کرمان، جلد اول، سازمان کشاورزی استان کرمان، صص ۱۷-۱۲۰.

۲- استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۵۲۷۲، میکرو بیولوژی مواد غذایی و خوراک دام-روش جامع برای شمارش کلی میکروارگانیزم ها در ۳۰ درجه سلیسیوس.

۳- استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۹۲۶۳، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام -روش جامع برای شمارش کلیفرم‌ها- روش شمارش کلنی.

۴- جهان‌شاهی، م. ۱۳۸۶. نانو فناوری مولکولی و نانو فناوری زیستی. انتشارات مازندران، صص ۲۶-۹۸.

۵- رضایی، م. ۱۳۸۷. کاربرد نانو پوشش‌های نقره و رس و ارزیابی کیفیت و ماندگاری فرآورده‌های آردی، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، دانشکده‌ی کشاورزی.

۶- سلطانی، ا. ۱۳۸۸. کتاب تجدید نظر در کاربرد روش های آماری در تحقیقات کشاورزی.

۷- عدالتیان، م. و فضل آرا، ع. ۱۳۸۷. بررسی آلودگی میکروبی خرمای رقم استعمران طی انبارداری در سال ۱۳۸۴. مجله‌ی علمی - پژوهشی علوم و صنایع غذایی، دوره‌ی ۵. شماره‌ی ۳. صص ۴۵ تا ۵۲.

8- Bosetti, M., Masse, A., Tobin, E. and Cannas, M. 2002. Silver coated materials for external fixation devices: in vitro biocompatibility and genotoxicity. *Biomaterials*, PP. 887-892.

9-Chou, W. L., Yu, D. and Yang, M. 2005. The preparation and characterization of silver-loading cellulose acetate hollow fiber membrane for water treatment. *Polymer, Adv Tech.* 16(8). 600-607.

10- Gelover, S., Go'mez, L. A., Reyes, K. and Leal, M. T. 2006. A practical demonstration of water disinfection using TiO₂ films and sunlight. *Water Res*, 40, 3274-3280.

11- Hajkova, P., Spatenka, P., Horsky, J., Horska, I. and Kolouch, A. 2007. Photocatalytic effect of TiO₂ films on viruses and bacteria. *Plasma process, Polymer*, 4, S397-S401.

12- Husheng, J., Wensheng, H., Liqiao, W., Bingshe, W and Xuguang, L. 2008. The structures