طراحی پوشش بسته‌بندی بر پایه نانو الیاف زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی جهت نگهداری جیره غذای اضطراری

آراسب دباغ مقدم[a]، محی الدین کاظمی[b]،جبرائیل موفق[c]، انوشه شریفان[d*]

[a] عضو هیات علمی گروه بهداشت دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران
[b] دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[c] عضو هیات علمی گروه فاماسیوتیکس، مرکز سامانه های نوین دارورسانی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
[d] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰

چکیده

مقدمه: بسته‌بندی‌های نوین به عنوان داربست‌هایی به منظور بارگیری عوامل نگهدارنده در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مطالعه حاضر نیز در این راستا با استفاده از نانوالیاف تولید شده از پروتئین ذرت که به روش الکتروریسی و با ترکیب ضد باکتری اسانس آویشن شیرازی بارگیری شده است، به منظور افزایش عمر نگهداری جیره های شرایط اضطراری طراحی گردید.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، با استفاده از روش الکتروریسی، نانوالیاف زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی تولید شده و خواص نانوفیبرهای حاصل از لحاظ فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین خواص ضدباکتریایی الیاف موجود علیه باکتری استافیلوکوکوس ارئوس و تاثیر آن بر رشد کپک های عامل فساد در جیره‌های غذایی بحرانی بررسی شد.

یافته‌ها: بررسی ریخت‌شناسی نانوالیاف که حاوی سه غلظت ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) اسانس آویشن شیرازی بود نشان داد با افزودن اسانس به محلول پلیمری زئین، الیاف با قطر بزرگ‌تر تولید شدند ($P<0.05$). نتایج طیف‌سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز نشان داد پیوند جدیدی در میان ماتریکس پلمیری زئین و اسانس تشکیل نشده است. در بررسی خصوصیات آبدوستی مشاهده گردید افزودن اسانس باعث افزایش خاصیت آبگریزی شده و همچنین نتایج آزمون میکروبی نشان داد که الیاف دارای اسانس آویشن شیرازی دارای خاصیت ضد باکتری و ضدکپکی می‌باشند ($P<0.05$)

نتیجه‌گیری: نانوالیاف تولید شده به منظور استفاده به عنوان بسته‌بندی نگهدارنده در جیره‌های غذایی دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و امکان افزایش زمان نگهداری این جیره‌ها را دارد.

واژه‌های کلیدی: *اسانس آویشن شیرازی، الکتروریسی، جیره های نظامی، نانوالیاف زئین*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: a_sharifan2000@yahoo.com

مقدمه

اسانس‌ها ترکیبات قابل استخراج از گیاهان هستند (برگ، ساقه، ریشه، غده، میوه و گل) که دارای وزن مولکولی پایین و ساختار شیمیایی متفاوتی می‌باشند. آویشن شیرازی گیاهی معطر از تیره نعناعیان و بومی مناطق گرم ایران، پاکستان و افغانستان می‌باشد (Moradi *et al.*, 2012; Mashak, 2012). از مهم‌ترین ترکیب‌های اسانس آویشن شیرازی می‌توان به تیمول و کارواکرول اشاره کرد. این اسانس به عنوان ترکیبی ایمن و سالم، مورد تأیید سازمان غذا و دارو آمریکا قرار گرفته است (Guarda *et al.*, 2011).

تیمول اساسا به عنوان یک ترکیب طعم دهنده شناخته می‌شود. با این حال دارای خواص آنتی‌میکروبی و نیز ترکیب آنتی‌اکسیدان نیز می‌باشد. این خواص ناشی از یک مونوترپن است که در پونه کوهی و آویشن شیرازی وجود دارد، اما استفاده از آن در غذا به دلیل ماهیت هیدروفوب و فرار آن همچنان یک چالش است(Aytac *et al.*, 2017). به طور کلی اسانس‌ها و عصاره های گیاهی دارای بو وطعم منحصر به فردی هستند که به عنوان چاشنی در غذا نیز به کار می‌روند. با این وجود در مواردی بعلت طعم و بوی قوی برخی از این عصاره‌ها، کاربرد آن‌ها در غلظت‌های بالا، به خاطر خصوصیات ارگانولپتیک نامطلوب، محدود می‌باشد. بنابراین بهینه‌سازی میزان این عصاره‌های گیاهی در غذا، جهت استفاده به عنوان ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی اهمیت می‌یابد (Rieger and Schiffman, 2014)، بعلاوه نشان داده شده است که ترکیبات چربی ماده غذایی، اثر اسانس را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مطالعه‌ای تاجیک و همکاران در سال ۲۰۱۲، از بیوفیلم‌های زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی و مونولوریل در غلظت های مختلف بر علیه لیستریا مونوسیتوجنس و ا. کلای استفاده نمودند. نتایج نشان داد که همه فیلم‌های تهیه شده حاوی اسانس و مونولوریل دارای خاصیت ضدباکتریایی بودند.همچنین در سال ۲۰۱۳ نئو و همکاران ترکیب ضد میکروبی گالیک اسید را در الیاف زئین الکتروریسی کرده و آنرا به عنوان یک بسته‌بندی ضد میکروبی پیشنهاد کردند.

Aytac و همکاران در سال ۲۰۱۷ ترکیب تیمول را به همراه آلفاسیکلودکسترین (CD) در غلظت‌های مختلف در نانوالیاف زئین الکتروریسی کردند و اثر آن را بر روی افزایش زمان ماندگاری گوشت بررسی کردند.

همچنین در سال ۲۰۱۳ نئو و همکاران ترکیب ضد میکروبی گالیک اسید را در الیاف زئین الکتروریسی کرده و آن را به‌عنوان یک بسته‌بندی ضد میکروبی پیشنهاد کردند. نانوانکپسوله کردن ترکیبات فعال زیستی، روشی موثر برای افزایش پایداری فیزیکی مواد فعال ارائه می‌دهد که از واکنش با اجزاء غذا، محافظت می‌کند و به خاطر اندازه زیر میکرون[1]، فعالیت زیستی آن‌ها افزایش می‌یابد (Solomakos *et al.*, 2008).

ریزپوشانی به‌روش الکتروریسی دارای مزایای جالب‌توجهی ازجمله قابلیت کنترل اندازه فیبرها، ایجاد فیبرهای منفرد و کارایی بالای انکپسوله کردن می‌باشد. نسبت سطح به حجم بالای نانوفیبرها، ظرفیت قابل‌توجهی برای اتصال و آزادسازی گروه‌های عملگر[2] فراهم می‌کند، همچنین کارایی، اثربخشی، پایداری و حل پذیری مواد فعال، جذب مولکول‌ها، یون‌ها و دیگر ذرات در مقیاس نانو افزایش پیدا می‌کند (Ko, 2004). زئین پرولامین ذخیره‌ای ذرت است که در تولید فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر مورد استقبال فراوان قرار گرفته است. زئین پروتئین اصلی ذرت بوده و حدود ۵۰٪- ۴۵ پروتئین ذرت را تشکیل می‌دهد. این پروتئین گیاهی محلول در الکل و نامحلول در آب می‌باشد. علت عدم حلالیت در آب، وجود مقادیر زیاد از اسیدهای آمینه غیر قطبی مانند لوسین، پرولین و آلانین می‌باشد. موفقیت کاربرد زئین به‌عنوان پلیمری صنعتی به ویژگی‌هایی نظیر استحکام، شفافیت، آبگریزی، مقاومت در برابر روغن، انعطاف‌پذیری و تراکم‌پذیری مطلوب نسبت داده شده است(Palakurthi, 2014).

جیره‌های غذایی فشرده محصولی است که توسط مرکز تحقیقات مواد غذایی (FNRI)[3] جهت تغذیه افراد در شرایط اضطراری توسعه یافته است. این محصول بر پایه غلات شامل آرد غنی‌شده، روغن گیاهی، شکر، شربت ذرت، آرد سویا نشاسته ذرت، سوربات پتاسیم، ویتامین‌ها و سایر مواد خوراکی با توجه به نوع فرمول تهیه می گردد. این جیره‌ها به دلیل سبکی وزن، حجم کم، زمان ماندگاری بالا، سهولت جابجایی و نگهداری و توزیع راحت آن از

[1] Submicron [2] Functional [3] Food Nutrition Research Institute

ویژگی‌های برجسته‌ای نسبت به غذاهای دیگر برخوردارند. با توجه به اینکه کشور ما از لحاظ بلایای طبیعی سرزمینی حادثه خیز است، بنابراین طراحی و تولید جیره‌های اضطراری فشرده با زمان ماندگاری بالا از لحاظ استراتژیک و راهبردی بسیار مهم است. یکی از موضوعاتی که باید در جیره‌های غذایی جنگی مورد استفاده در مواقع بحرانی موردتوجه جدی قرار گیرد، بسته‌بندی است (Sheibani *et al.*, 2017).

هدف از طرح حاضر امکان‌سنجی افزایش عمر ماندگاری جیره‌های اضطرار تولید شده که اولین نمونه در زمینه جیره‌های غذایی بحرانی و نظامی در ایران است، به وسیله روکش دادن با نانوالیاف زئین تولیده شده به روش الکتروریسی حاوی اسانس آویشن شیرازی، می‌باشد. به این منظور، بارگیری اسانس آویشن شیرازی در نانوالیاف زئین انجام شده سپس خصوصیات فیزیکی الیاف تولیدشده و ارتباط افزودن اسانس با تغییر قطر نانوالیاف زئین مورد بررسی قرار گرفت همچنین خاصیت ضدکپکی و ضد باکتری نانوالیاف تهیه شده ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

زئین پروتئین حاصل از ذرت با وزن مولکولی متوسط ۳۵kDa (Z 3625) از شرکت سیگما آلدریچ، اسانس آویشن شیرازی (*Zataria Multiflora*) از شرکت باریج اسانس، اسید استیک گلاسیال از شرکت مرک آلمان و آب مقطر دوبار تقطیر از شرکت ثامن تهیه گردید.

- تهیه جیره غذایی

فرمولاسیون جیره غذایی با در نظر گرفتن خواص، میزان انرژی و مواد مغذی موجود در آن قبلا در گروه بهداشت دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آجا به شرح زیر تعیین شده بود و در اختیار این تحقیق قرار گرفت:

آرد گندم (۲۵ گرم)، شیر خشک (۵ گرم)، روغن قنادی (۸ گرم)، شکر (۷ گرم)، لسیتین(۰۵/۰ گرم)، وانیل (۰۵/۰ گرم)، کاکائو (۵/۰ گرم)، پودر نارگیل (۷۵/۰ گرم)، BHA (۰۰۵/۰گرم)، نمک (۲/۰ گرم)، آب (۴ تا ۶ سی سی) و پرمیکس ویتامین/مواد معدنی (۵/۳ گرم)

- تهیه محلول پلیمری زئین و اسانس آویشن شیرازی

برای تهیه محلول پلیمری زئین ،۲/۵ گرم پودر زئین توزین شده و با اسید استیک گلاسیال در بالن ژوژه ۱۰cc به حجم رسانده شد. سپس غلظت‌های ۰، ۱و ۳٪ (w/v) از اسانس آویشن شیرازی در محلول پلیمری زئین ساخته شد. محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری شد تا حباب‌های هوا خارج شده و پیوندهای بین‌مولکولی در زئین تشکیل شده و محلولی یکدست بدست آید.

- الکتروریسی

غلظت‌های ۰، ۱ و ۳ درصد(w/v) از اسانس در محلول پلیمری زئین را در سرنگ‌های پلاستیکی۵cc با نوک فلزی(سوزن) با قطر داخلی ۱۸G (۰/۹ mm) ریخته سپس محلول با سرعت ثابت ۴ml/h به وسیله پمپ به پیش رانده شد. یک صفحه فلزی با روکش آلومینیومی در فاصله ۱۵ سانتی متری از نوک سوزن به عنوان جمع کننده نانوالیاف قرار داده شد. اختلاف پتانسیل ۲۰ Kv به وسیله منبع ولتاژ قوی بین نوک سوزن و جمع کننده برای غلبه بر نیروی چسبندگی بین مولکول‌های محلول پلیمری در نظر گرفته شد. تمام آزمایشات در دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد انجام گردید. صفحات نانوالیاف ریسیده شده تا زمان انجام تست‌ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد و دور از نور نگهداری شدند (Torres-Giner *et al.*, 2008).

- اندازه گیری قطر میکروفیبرهای تشکیل شده به وسیله میکروسکوپ الکترونی

از نانوفیبرهای تولید شده در غلظت‌های ۰، ۱و ۳ درصد (w/v) اسانس آویشن شیرازی، به وسیله میکروسکوپ الکترونی (SEM) در بزرگنمایی‌های۱۰۰۰ ، ۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ برابر عکس گرفته شد. برای این منظور نمونه‌ها در ابعاد cm^2 ۰/۵×۰/۵ بریده شده و توسط چسب دو طرفه بر روی پایه‌های مخصوص قرار گرفتند. نمونه‌ها توسط آلیاژ طلا -پالادیوم پوشش داده شدند و تصویربرداری انجام گردید. با استفاده از نرم‌افزار Image J قطر ۵۰ عدد از فیبرهای هر سری تولید که به صورت تصادفی انتخاب شده بود اندازه گیری شد و میانگین این داده‌ها به عنوان قطر یک فیبر در نظر گرفته شد (Ramakrishna, 2005).

- بررسی خصوصیات سطحی نانوالیاف حاوی اسانس به وسیله میکروسکوپ نیرو اتمی(AFM)[1]

به منظور بررسی مورفولوژی سطح و میزان زبری الیاف زئین در غلظت‌های ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) اسانس آویشن شیرازی، عکس‌برداری از سطح نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نیرو اتمی (AFM) (موسسه تحقیقاتی آرا، تهران، ایران) در مساحتی به میزان ۵×۵ μ m انجام شد. تصاویر به روش غیر تماسی در رزونانس ۱۸۰ kHz در خلا گرفته شد (Chen *et al.*, 2015).

- بررسی میزان آبدوستی یا آبگیریزی نانوالیاف تولید شده به وسیله بررسی زاویه تماس

زاویه تماس به وسیله میکروسکوپ مدل FV500 و دوربین DP71 (المپیاکوس، ژاپن) برای نشان دادن خاصیت تر شوندگی و میزان آبدوستی نانوالیاف زئین تولیده شده به روش الکتروریسی حاوی اسانس آویشن شیرازی در غلظت‌های مختلف با ۳ تکرار انجام گردید. مقدار ۶۰ μg آب دیونیزه دوبار تقطیر (شرکت ثامن) با دمای ۲۵ $^{\circ}C$ به وسیله میکروسپلر روی نمونه نانوالیاف قرار داده شدند. از قطرات قرار داده شده بر روی نانوالیاف در غلظت‌های مختلف اسانس بعد از ۸ ثانیه تصویر برداری گردید. زاویه تماس عبارت است از تانژانت خط مماس بر میکرو قطره با افق، که به‌وسیله نرم‌افزار پردازش تصویر J imege اندازه‌گیری شد. که معیاری برای نشان‌دادن میزان آبگریزی صفحه در نظر گرفته می‌شود (Pinto *et al.*, 2015).

- طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR[2])

به منظور شناسایی گروه‌های عاملی و تعین نوع واکنش یا پیوندهای برقرار شده بین زئین و ترکیبات غالب اسانس آویشن شیرازی در نانوالیاف الکتروریسی شده، طیف‌سنجی مادون قرمز انجام گرفت. برای این کار لایه‌ای از الیاف در دستگاه قرار گرفت. تمامی آزمایش‌ها توسط اسپکترومتر Thermo Nicolet مدل AVATAR 370 FTIR، در محدوده طول موج $4000-400 cm^{-1}$ با رزولوشن $4 cm^{-1}$ انجام شد. آزمون برای سه نمونه شامل پودر زئین، عصاره آویشن شیرازی و نمونه‌های بارگذاری شده در سطح ۳ درصد انجام گرفت (Chen *et al.*, 2015)

- آنالیز حرارتی روبشی افتراقی(DSC[3])

این آزمایش برای بررسی حالت کریستالی یا آمورف بودن اجزای فرمولاسیون قبل و بعد ازتشکیل نانو فیبرها انجام شد. آنالیز بروی فیلم زئین تنها و نانو فیبرهای حاوی اسانس آویشن شیرازی توسط دستگاه شرکت METLER TOLIDO مدل DSC ۸۲۲۰ بر اساس روش زیر انجام شد.

آنالیز حرارتی با روش DSC بر روی غشاء نانوفیبری حاوی اسانس و فاقد اسانس، انجام شد. مقدار ۷ میلی‌گرم از نمونه درون پن آلومینیومی قرار داده شد و درب پن روی آن پانچ گردید. سپس به منظور جلوگیری از ترکیدن پن تحت دمای بالا، درب آن با سوزن سوراخ شد. نمونه درون دستگاه متصل به گاز نیتروژن با سرعت ۴۰mL/min قرار داده شد. گاز نیتروژن جهت ایجاد خلأ مناسب، استفاده شد. نمونه‌ها در دامنه دمایی ۲۵ – ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ۱۰ C/min افزایش دما، مورد آنالیز قرار گرفت (Cláudia, 2014).

- بررسی فعالیت ضدباکتریایی غشاء نانوفیبری حاوی اسانس آویشن شیرازی

باکتری استافیلوکوکوس ارئوس ATCC ۷۶۴۴ از آزمایشگاه گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران تهیه شده و در محیط کشت (Trypticase TSA (soy Agar کشت داده شد. دلیل انتخاب استافیلوکوکوس ارئوس به منظور تست ضد میکروبی این است که این باکتری قادر به رشد در شرایط رطوبت پائین (aw <0.86) بوده و سبب مسمومیت‌های غذازاد می‌شود. سوسپانسیون باکتری مطابق استاندارد نیم مک فارلند، معادل با $1/5 \times 10^{8}$ CFU/mL در طول موج ۶۲۵nm می‌باشد، تهیه شد. از سوسپانسیون باکتری، به‌وسیله سواپ استریل برداشته و بر روی محیط‌کشت TSA کشت انجام شد. از الیاف زئین الکتروریسی شده با غلظت‌های ۰، ۱ و ۳ درصد اسانس آویشن شیرازی، به‌وسیله پانچ استریل، و در کنار شعله دیسک‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر و با وزن ۳۰ mg

[1] Atomic Force Microscopy
[2] Fourier-Transform Infrared Spectroscopy
[3] Differential Scanning Calorimetry

تهیه گردید. دیسک‌های تهیه شده از زئین فاقد اسانس به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. سپس دیسک‌های تهیه شده به‌وسیله پنس استریل بر روی محیط‌کشت TSA[1] قرار داده شده و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. پس از ۲۴ ساعت، اندازه قطرهاله عدم رشد به وسیله کولیس تعیین گردید (Abdollahzadeh *et al.*, 2014).

- تست خاصیت ضدکپکی نانوالیاف حاوی اسانس آویشن شیرازی

به دلیل پایین بودن آب آزاد در نمونه جیره غذایی مورد نظر (aw <0.68)، تنها امکان رشد و فعالیت سلول‌های کپک و مخمر درآن میسر بود لذا برای بررسی خاصیت ضد کپکی، الیاف زئین الکتروریسی شده حاوی اسانس آویشن شیرازی در ۳ غلظت ۰، ۱ و ۳ درصد (v/w) به صورت ساندویچی دور جیره‌های اضطراری که به صورت قالب‌هایی با ابعاد 2×5×10cm و وزن ۵۰گرم پیچیده شد، بنابراین از روش آزمون کشت و مخمر به شماره استاندارد ۱۰۸۹۹-۳مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استفاده شد. یک گرم از جیره‌های بسته‌بندی شده با الیاف در غلظت‌های مختلف ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) درCC ۱۰ پپتون واتر (۰/۱ درصد) حل کرده و به مدت ۱۵ دقیقه توسط روتاری هم زده و رقت های 10^{-2}، 10^{-3}و 10^{-4} از آن درست شد. پلیت‌های محیط‌کشت که حاوی محیط‌کشت (DRBC[2]) آگار بود، CC ۰/۱ نمونه (موجود در لوله‌ها) اضافه شد و به مدت ۴ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در انکوباتور قرار داده شد. در زمان‌های ۵، ۱۰و ۱۵ روز این عملیات انجام پذیرفت. پلیت‌هایی که میانگین تعداد ۱۰-۶۰ کلنی داشتند را برای شمارش انتخاب سپس میانگین کلنی‌های کپک توسط کلنی کانتر برحسب $CFU\ g^{-1}$ شمارش گردید.

- تجزیه و تحلیل آماری

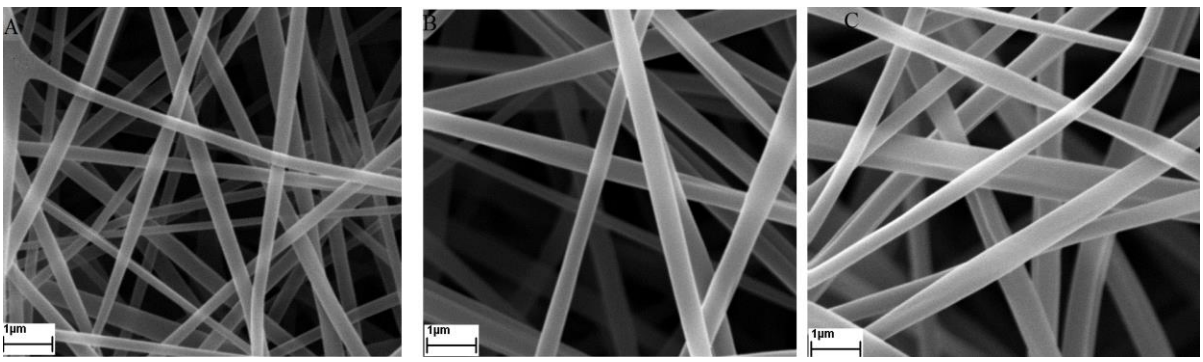
داده‌های حاصل از مطالعه وارد نسخه ۱۵ نرم‌افزار SPSS شدند. جهت مقایسه گروه‌ها از One way ANOVA و مقایسه گروه‌ها به صورت دو به دو از Bonferroni post hoc test استفاده شد. در این مطالعه $P<0.05$ سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

- بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی نانوالیاف

- بررسی اثر افزودن اسانس بر مورفولوژی و قطر الیاف

مورفولوژی الیاف زئین و الیاف زئین بارگذاری شده با اسانس آویشن به‌وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بررسی گردید. الیاف تولید شده در هر ۳ غلظت ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) یکنواخت و فاقد گویچه می‌باشد (شکل ۱). تأثیر افزودن غلظت‌های ۱ درصد و ۳ درصد اسانس آویشن شیرازی در محلول پلیمری بر روی قطر الیاف در شکل ۱ نشان داده شده است. مشاهده گردید قطر الیاف بارگذاری شده با اسانس آویشن به صورت معنی‌داری ($p<0.05$) بیشتر از گروه کنترل (غلظت صفر) بود. همچنین میانگین قطر الیاف بارگذاری شده با اسانس آویشن در سطوح ۱ درصد و ۳ درصد از ۳۲۲ نانومتر تا۳۸۰ نانومتر متغیر است که تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نشان نداد.



شکل ۱- تصویر الکترونی از الیاف زئین در غلظت های ۰ (A)، ۱ (B) و ۳ (C) درصد مشاهده می شود که با افزودن غلظت اسانس آویشن شیرازی،بر قطر فیبرها افزوده می شود.

[1] Trypticase Soy Agar

[2] DRBC Agar - Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar

- بررسی خصوصیات ظاهری نانوالیاف تولید شده به وسیله AFM

مورفولوژی (پارامتر کیفی) و زبری (پارامتر کمی) فیبرهای زئین توسط AFM (شکل ۲) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نانوالیاف تولید شده در ۳ غلظت اسانس ۰، ۱و ۳٪ بارگیری‌شده در الیاف زئین بررسی شدند (A: 0% ، B: 1% و C: 3% (w/v)) اسانس آویشن شیرازی و بقیه پارامترها ثابت در نظر گرفته شدند.از سطحی به مساحت ۵µm×۵µm تصویربرداری گردید. میزان زبری سطح با عبارت Ra، میانگین مربع داده‌های Z با Rq و میانگین اختلاف بین ۵ عدد از بزرگ‌ترین پیک‌ها با Rz نشان داده شدند. مشاهده گردید با افزایش غلظت اسانس، از میزان زبری الیاف کاسته می‌شود. در نهایت هر چند سطح الیاف از لحاظ زبری یکسان نبودند، اما تفاوت معنادار نیست ($P<0.05$).

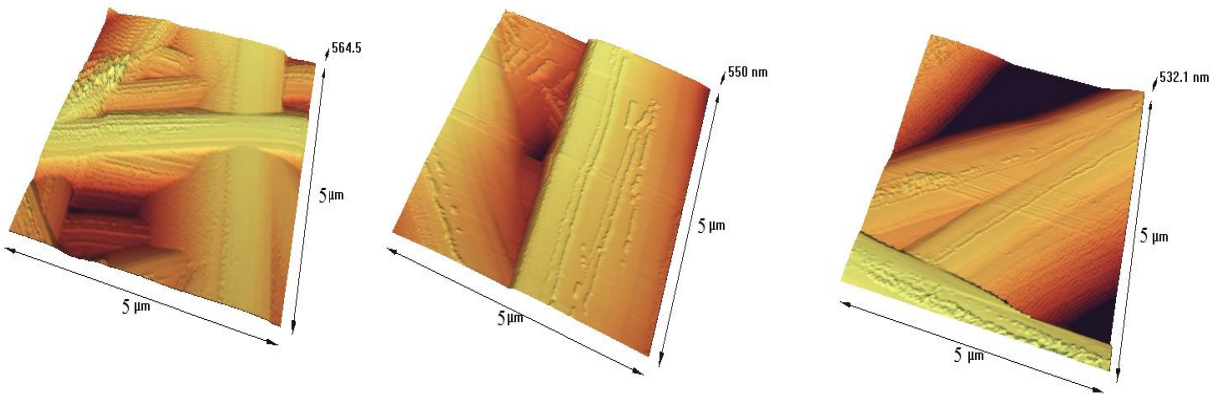
- بررسی برهمکنش بین زئین و اسانس آویشن شیرازی

پهنای پیک از ناحیه 2500-3500 cm-1 در طیف FTIR مربوط به ساختار زئین بدلیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی می‌باشد که این پهن شدگی در طیف FTIR مربوط به Zein + Thymol خیلی بیشتر شده است (شکل ۳). که نشان می‌دهد با قرار گرفتن تیمول در بین ساختار پلیمری زئین، این پیوند هیدروژنی بین مولکولی در بین مولکول‌های تیمول و زئین بیشتر شده است. (مولکول‌های زئین و تیمول هر دو درگیر پیوند هیدروژنی بین مولکولی هستند در نتیجه با مخلوط کردن این دو درصد تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی بین این دو ساختار قوی‌تر می‌شود). لازم به ذکر است تغییری در پیک‌های شاخص بستر پلیمری زئین مشاهده نشد (حذف پیک و یا ظاهر شدن پیک جدید) در واقع این پدیده نشان دهنده این واقعیت است که هیچ نوع واکنشی بین تیمول و بستر پلیمری زئین که منجر به تولید ترکیبات جدید شود، رخ نداده است.

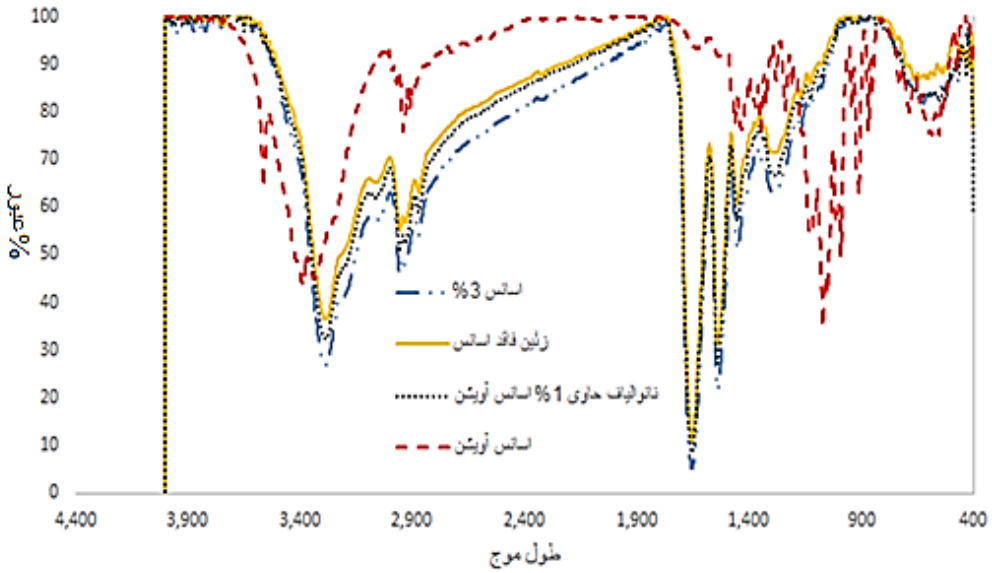
جدول ۱- بررسی پارامتر های مربوط به زبری به وسیله میکروسکوپ نیرو اتمی در غلظت های مختلف اسانس آویشن

غلظت اسانس در نانوالیف زئین(w/v) %	Ra (زبری نسبی)	Rq (انحراف معیار پروفیل ارزیابی شده)	Rz
0	2.98±2.09[a]	14.06± 13.06[a]	31.33±16.34[a]
1	2.24±1.44[a]	12.15±8.05[a]	47.26±4.74[a]
3	1.7±0[a]	7.66±1.70[a]	21.32±9.12[a]

* داده‌ها در معنی ± انحراف استاندارد در سه تکرار نمایش داده می‌شوند. حروف بدین معناست که در هر ستون، ستون‌های مختلف متفاوت هستند ($P<0.05$).



شکل ۲- عکس های AFM از نانوالیف زئین حاوی ۳ غلظت از اسانس آویشن شیرازی، در مساحتی برابر با µm ۵×۵، A: ۰٪ اسانس، B: ۱٪ اسانس، C: ۳٪ اسانس



شکل ۳- بررسی برهمکنش بین زئین و اسانس آویشن شیرازی

DSC -

DSC به‌عنوان یک روش ترمودینامیکی به‌طور گسترده‌ای در تحلیل خواص حرارتی نمونه‌های نانوالیاف الکتروریسی از محلول‌های پلیمری مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت بررسی تاثیر اسانس آویشن شیرازی بر پیک گرماگیر ذوب نمونه‌های بهینه انتخاب شده در آزمون های پیشین یعنی نمونه‌های بارگذاری شده با اسانس، از این روش استفاده شد. با توجه به آزمون DSC صورت گرفته روی نمونه زئین و نمونه زئین بارگذاری شده با اسانس و تغییرات صورت گرفته، می‌توان نتیجه گرفت که اسانس آویشن شیرازی بارگذاری شده است. همچنین با توجه به افزایش سطح زیر پیک در دمای کریستالیتی می‌توان نتیجه گرفت که این دارو احتمالا با ایجاد هسته‌زایی، موجب افزایش میزان کریستالیتی می‌گردد. هرچند خواص آمورفی هم دارد (شکل ۴).

- بررسی میزان آبدوستی یا آبگریزی نمونه‌های نانوالیاف تولید شده

آبدوستی و آبگیریزی غشای نانوالیاف یک معیار در نانو پوشش‌های مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی می‌باشد، که در میزان رهایش ماده مؤثره و نحوه افزایش ماندگاری تاثیر ویژه‌ای دارد. در این آزمون جذب آب از نمونه‌های زئین، زئین حاوی اسانس در سه غلظت ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) بررسی شدند. میزان جذب آب بر اساس اندازه زاویه تانژانت خط مماس بر سطح ریز قطره با افق سنجیده می شود. بدین صورت که هر چقدر این زاویه بیشتر باشد، سطح آبگریزتر می‌باشد. نانوالیاف تهیه شده از زئین نسبت به زئین حاوی اسانس در غلظت‌های مختلف زاویه تماس[1] بیشتر است و از لحاظ آماری بین آنها تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) وجود دارد (شکل۵).

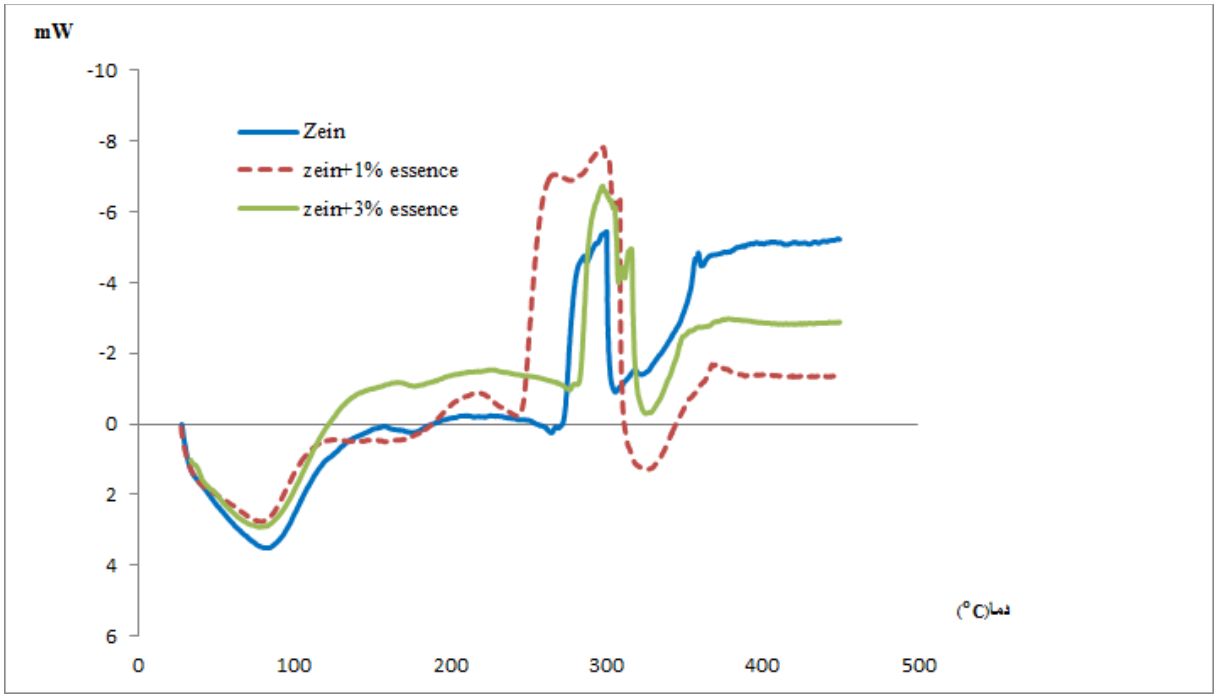
در فرایند رهایش دارو به‌طورکلی نمونه‌هایی که میزان تورم بیشتری دارند، مناسب ترند زیرا محیط آبی آسان تر به داخل لایه‌های درونی نانوالیاف نفوذ می‌کند و به این ترتیب داروی درون نانوالیاف می تواند وارد محیط بافری شود. اما در بسته‌بندی مواد غذایی به منظور جلوگیری از اختلاط ماده غذایی با بسته‌بندی خوراکی وافزایش زمان ماندگاری نانو پوشش باید آبگریز باشد (Gu *et al.*, 2009)

- بررسی خصوصیات نگهدارندگی نانوالیاف حاوی اسانس آویشن

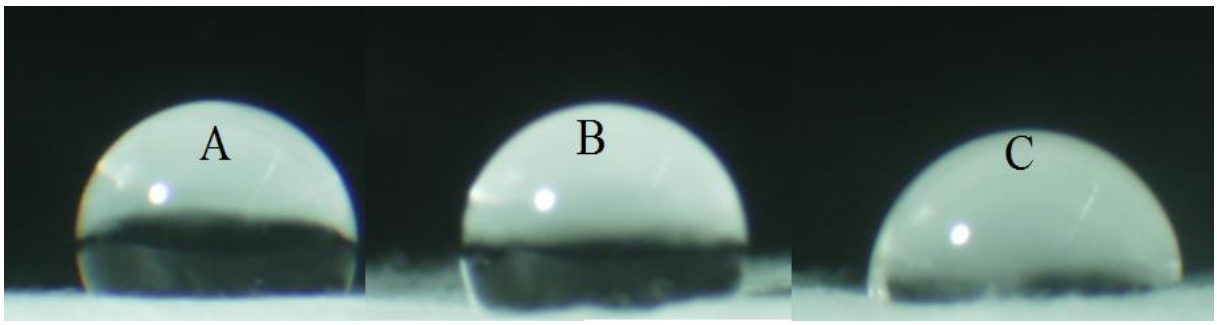
- آزمون بررسی خواص ضدمیکروبی نانوالیاف حاوی اسانس آویشن شیرازی

مقایسه ۲ به ۲ گروه‌ها نشان داد که: متوسط قطر هاله عدم رشد در همه گروه‌ها به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود (گروه کنترل: نانوالیاف زئین فاقد اسانس آویشن.) ($p<0.03$). همچنین متوسط قطر هاله عدم رشد

[1] Contact Angels



شکل ٤ – ترموگرام DSC نانوالیاف زئین و زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی در غلظت های ۰، ۱و۳٪ (v/v)



شکل ٥ – آبگریزی نانوالیاف زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی، A زئین حاوی ۳ درصد اسانس آویشن شیرازی، B زئین حاوی ۱ درصد اسانس آویشن شیرازی، C زئین فاقد اسانس آویشن شیرازی

در گروه‌های ۱ و ۳ درصد (w/v) اسانس آویشن شیرازی به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p<0.001$) وجود اثر ضد باکتریایی از نانو فیبرهای بارگیری شده با آویشن شیرازی، نشان‌دهنده آزادسازی آویشن شیرازی از نانو فیبرها، در محیط می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون ضد باکتریایی در جدول ۲ آورده شده است.

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، پیرامون نمونه‌های الکتروریسی شده زئین حاوی اسانس آویشن شیرازی در پلیت آگار که با باکتری استافیلوکوکوس ارئوس کشت داده شده است، یک هاله عدم رشد یا ناحیه بازدارندگی مشاهده می‌شود.

جدول ۲ – قطر هاله عدم رشد، نانو فیبرهای زئین فاقد اسانس و نانو فیبرهای زئین بارگیری شده با اسانس آویشن شیرازی در غلظت های ۱ و ۳ درصد (w/v)

قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر ± انحراف معیار	آویشن شیرازی در الیاف زئین تولید شده بر حسب (w/v)
۰/۲۵ ± ۰/۲۵	۰
۱/۶۶۶۷±۰/۱۱۵	۱
۲/۲۵±۰/۲۵	۳

– بررسی خاصیت ضد کپکی نانوالیاف زئین بارگیری شده با اسانس آویشن شیرازی

نتایج کشت کپک روی محیط‌کشت DRBC در جدول ۳ مشاهده می‌گردد. مقایسه آماری نشان داد در غلظت ۳

درصد (w/v) اسانس آویشن شیرازی به طور معناداری ($P<0.05$) از سرعت رشد کپک‌ها بر روی جیره‌های اضطراری کاسته شده است. همچنین اثر معنادار بازدارندگی از رشد کپک‌ها در غلظت‌های ۰ و ۱ درصد (w/v) دیده نشد.

شکل ٦- بررسی خصویت ضدمیکروبی نانوالیاف در غلظت های ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) از ماده ضدباکتری اسانس آویشن شیرازی

جدول ۳- بررسی تاثیر غلظت اسانس آویشن شیرازی بارگیری شده در نانوالیاف زئین الکتروریسی شده بر رشد کپک‌ها در جیره غذایی اضطراری

زمان (روز)		غلظت اسانس آویشن شیرازی (w/v)		
		۰	۱	۳
۵	میانگین تعداد کلنی ($CFU\ g^{-1}$)	۵۰	۴۵	۳۷
۱۰		۶۵	۵۵	۴۲
۱۵		۸۰^{a}	۷۵^{a}	۵۸^{ab}

* حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنادار از لحاظ آماری می‌باشند ($P<0.05$)

بحث

خواص ضد میکروبی اسانس آویشن شیرازی بستگی به مقادیر ترکیبات ضد میکروبی از جمله کارواکرول و تیمول دارد. اختلاف فراوانی این ترکیبات در اسانس استخراج شده می تواند ناشی از تاثیر منطقه جغرافیایی، سن گیاه، روش خشک کردن و استخراج اسانس باشد (Bagamboula *et al.*, 2004).

با افزودن اسانس به محلول پلیمری قطر الیاف تولیده شده افزایش پیدا می‌کند که به دلیل افزایش گرانروی ویسکوزیته محلول پلیمری زئین می‌باشد. نتایج مطالعات Neo و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان داد که افزودن گالیک اسید تاثیری در تغییر قطر نانوالیاف زئین ندارد. Aytac و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که افزودن تیمول به محلول پلیمری باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود که در نتیجه آن افزایش قطر الیاف تولید شده مشاهده می‌گردد. آنها بیان داشتند افزودن تیمول تاثیری بر افزایش هدایت الکتریکی ندارد.

عکس‌های AFM نشان دادند با افزایش غلظت اسانس، از میزان زبری الیاف کاسته شد. مطالعات پیشین در زمینه نانوالیاف زئین نشان دادند که عامل اصلی تعیین کننده خواص سطحی نانوالیاف، خصوصیات مکانیکی، خواص جریان یابندگی محلول پلیمری شارژ الکتریکی توسط جت و تاثیر تبخیر حلال می‌باشد. قنبرزاده و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش دادند که فیلم‌های زئین حاوی گلیسرول و روغن زیتون دارای سطح صاف و ماتریکس پیوسته فاقد منافذ و شکاف و دارای یکپارچگی مناسب می باشند.

نتایج FTIR نشان داد که با قرار گرفتن تیمول در بین ساختار پلیمری زئین، پیوند هیدروژنی بین‌مولکولی در بین مولکول‌های تیمول و زئین بیشتر شده است. (مولکول‌های زئین و تیمول هر دو درگیر پیوند هیدروژنی بین مولکولی هستند در نتیجه با مخلوط کردن این دو، درصد تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی بین این دو ساختار قوی‌تر می‌شود). همچنین مشاهده گردید که تغییری در پیک‌های شاخص بستر پلیمری زئین ایجاد نشده است (حذف پیک و یا ظاهر شدن پیک جدید)، در واقع این پدیده نشان دهنده این واقعیت است که هیچ نوع واکنشی بین تیمول و بستر پلیمری زئین که منجر به تولید ترکیبات جدید شود، رخ نداده است. Neo و همکاران در سال ۲۰۱۲ که پیوندهای تشکیل شده بین نانوفیبرهای زئین و گالیک اسید را بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد که هیچ پیوند جدیدی تشکیل نشده و نتیجه گرفتند که گالیک اسید ساختار خود را حفظ کرده و در طول الکتروریسی همچنان خواص خود را حفظ کرده و تبدیل به ماده دیگری نشده است (Neo *et al.*, 2012).

نتایج FT-IR، Chen و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان داد که اوژنول و تیمول از لحاظ فیزیکی کاملاً با زئین مخلوط شده‌اند و پیوند شیمیایی در طول انکپسوله کردن ایجاد نشده است. چون زئین اوژنول و تیمول مولکول‌های هیدروفوب هستند، برهم‌کنش هیدروفوب اتفاق می‌افتد و ممکن است اصلی‌ترین نیروها در انکپسوله کردن باشند.

با توجه به نتایج آزمون DSC، به‌طورکلی به علت ماهیت فرایند الکتروریسی بلورینگی فیلم‌های نانوالیاف تهیه شده در این فرایند در مقایسه با فیلم‌های معمولی به مراتب کمتر است. این مسئله به دلیل فرایند انجماد سریع زنجیره‌های کشیده شده تحت کشش با سرعت بالا در طول مراحل آخر الکتروریسی است که از توسعه بلورینگی جلوگیری می‌کند زیرا زنجیره‌ها فرصت کافی برای بلور شدن را ندارند. طرفی ممکن است افزودن تیمول باعث تشکیل بلورهای ناقصی شود که نقطه ذوب کمتری در مقایسه با بلورهای نانوالیاف فاقد تیمول دارند. فرایند الکتروریسی باعث هم ترازی جزئی زنجیره‌های پلیمری می شود، بنابراین درست بعد از پیک گرماگیر ذوب زئین یک پیک گرمازای کوچک در هر دو نمونه مشاهده می‌شود. این پیک مربوط به کاهش هم‌ترازی زنجیره‌های پلیمری و افزایش بلورینگی پلیمر است. در این محدوده دمایی زنجیره‌های پلیمری امکان تحرکاتی جزئی پیدا می کنند و یک پیک بلورینگی سرد نشان می‌دهد.

تحقیقات نشان داده است که فرایند الکتروریسی از تحرک زنجیرهای پلیمری جلوگیری می‌کند. و منجر به تشکیل بلورهای ریزتر در نانوالیاف می‌شود. بر اساس مطالعه‌ای که دی اولیوریا و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام دادند، مشخص شد افزودن تانن باعث افزایش دمای ذوب بلورهای زئین می‌شود که می‌تواند به علت تشکیل بلورهای هموژن بیشتر باشد. افزایش آنتالپی تبخیر آب در حضور تانن، می‌تواند به علت خاصیت ضد پلاستیکی شدن باشد. کمتر بودن تحرک زنجیره‌های جانبی زئین در اثر افزودن تانن، باعث حل شدن کمتر آب در نانوفیبرها می‌شود و واکنش گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل تانن با نانو فیبرها، موجب افزایش دمای ذوب فیبرها می‌شود..

در آزمایش DSC نشان داده شد که درجه حرارت‌های انتقال شیشه‌ای و ذوب (تبخیر آب) در مخلوط الکتروریسی شده اسانس-زئین تغییریافته است. درجه حرارت ذوب با کریستالینیتی نانوفیبرهای مطالعه شده مرتبط است.

در بحث آبگریزی میزان زاویه تماس در نمونه‌های حاوی مقدار بیشتر اسانس کمتر است که این می‌تواند به علت بلورینگی بیشتر آنها باشد. اما از لحاظ آماری بین غلظت ۱ درصد و ۳ درصد اسانس از لحاظ زاویه تماس آب (درصد آبگریزی) تفاوت معنی‌دار نبود. علت این امر به طور عمده به واسطه مقدار زیاد جذب آب در زنجیره‌های زئینی است. به عبارت دیگر به واسطه جذب آب و تورم زیاد زنجیره‌های زئین، حجم زنجیرها در محیط بیشتر می‌شود. با افزودن مقدار اسانس از درصد تورم و افزایش وزن کاسته می شود که علت این امر ممکن است به دلیل آبگریز بودن ترکیبات اسانس و در نتیجه کمتر متورم شدن و جذب آب الیاف حاصل باشد.

در مورد خاصیت ضدباکتریایی نانوفیبرهای تولید شده در واقع فعالیت باکتری‌های این ناحیه در اثر رهایش اسانس از نانوالیاف متوقف شده است. این هاله عدم رشد در نمونه‌های کنترل یعنی نانوالیاف الکتروریسی شده فاقد تیمول مشاهده نمی‌شود. نکته قابل توجه این آزمون اختلاف سایز هاله عدم رشد تشکیل شده در صفحات آگار است. در واقع هاله عدم رشد مربوط به باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس در غلظت۳ درصد (w/v) از غلظت ۱ درصد بیشتر بوده است.آنها بیان کردند که اثر بازدارندگی تیمول بر باکتری‌های گرم مثبت و قارچ ها قابل توجه است.

با بررسی خاصیت ضدکپکی نانوالیاف الکتروریسی شده زئین حاوی اسانس در غلظت‌های مختلف ۰، ۱ و ۳ درصد (w/v) و کشت به مدت ۱۵ روز در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که با افزایش غلظت اسانس به غلظت ۳ درصد در الیاف، از سرعت رشد کپک‌ها کاسته شده و این نشان دهنده خاصیت ضدکپکی الیاف تولید شده می‌باشد ($p<0.05$). در جیره‌های تولید شده بدلیل فعالیت آبی بسیار کم، رشد بسیاری از باکتری‌ها امکان پذیر نیست اما کپک‌ها و باکتری‌های خشکی دوست در دراز مدت باعث فساد و چه بسا تولید مایکوتوکسین‌ها در این فراورده‌ها می‌شوند. با استفاده از این الیاف عمر ماندگاری این الیاف افزایش پیدا می‌کند. به طور کلی، نتایج ذکر شده نشان می‌دهد که پوشش‌های مورد استفاده در این آزمون، به علت خواص آنتی‌میکروبی مناسبی که نشان دادند

می‌توانند به عنوان پوشش دهنده جیره‌های غذایی نظامی استفاده شوند. در آزمون آنتی‌باکتریال محیط رشد باکتری‌ها شبیه ماتریکس غذایی نیست و تعداد میکروارگانیسم‌های آن از ماتریکس غذایی بیشتر است. اگر در این شرایط حاد فعالیت آنتی‌میکروبی قابل توجهی مشاهده شود قطعاً عملکرد مناسب‌تری در محیط واقعی غذا مورد انتظار است زیرا ماده غذایی و ماتریکس آن برای رشد میکروارگانیسم‌ها شرایط بهینه‌ای مانند آنچه محیط آگار ایجاد می‌کند فراهم نمی‌آورند. به علاوه استفاده از چند نوع عملیات و فرایند نگهدارنده[1] به محدود کردن رشد این میکروارگانیسم‌ها کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با توجه به ویژگی‌های مطلوب سطح به حجم نانوالیاف الکتروریسی شده و نیز خصوصیات منحصر به فرد زئین و طیف ضدمیکروبی وسیع اسانس آویشن شیرازی، غشاء نانوفیبری از زئین تولید شده و ماده ضدباکتری آویشن شیرازی به عنوان نگهدارنده جیره‌های غذایی بحرانی در آن بارگذاری گردید. نتایج نشان داد نانوالیاف تولیده شده به منظور استفاده به عنوان بسته بندی نگهدارنده در جیره‌های غذایی دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و امکان افزایش زمان نگهداری این جیره‌ها را دارا می‌باشد.

منابع

Abdollahzadeh, E., Rezaei, M. & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control Listeria monocytogenes inoculated in minced fish meat. Food Control, 35**,** 177-183.

Aytac, Z., Ipek, S., Durgan, E., Tekynay, T. & Uyar, T. (2017). Antibacterial electrospun zein nanofibrous web encapsulating thymol/cyclodextrin-inclusion complex for food packaging. Food Chemistry, 233**,** 117-124.

Bagamboula, C., Uyttenalaele, M. & Debevere, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards Shigella sonnei and S. flexneri. Food microbiology, 21**,** 33-42.

Chen, H., Zhang, Y. & Zhong, Q. (2015). Physical and antimicrobial properties of spray-dried zein–casein nanocapsules with co-encapsulated eugenol and thymol. Journal of Food Engineering, 144**,** 93-102.

Claudia L.S. (2014). Electrospinning of zein/tannin bio-nanofibers. Food Control, 42**,** 101-119.

Gu, S,Y., Wang, Z., Ren, J. & Zhang, C. (2009). Electrospinning of gelatin and gelatin/poly(l-lactide) blend and its characteristics for wound dressing. Materials Science and Engineering: C, 29**,** 1822-1828.

Guarda, A., Rubilar, J. F., Miltz, J. & Galotto, M. J. (2011). The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. International journal of food microbiology, 146**,** 144-150.

KO, F. K. (2004). Nanofiber technology: bridging the gap between nano and macro world. Nanoengineered Nanofibrous Materials, Selcuk Guceri, Yuri G. Gogotsi, and Vladimir Kuznetsov (eds.), Kluwer Academic Publishers: Dordrecht**,** 1-18.

Mashakz, M. B. (2012). The combined effect of zatariamultifloraboiss and cinnamomumzeylanicumnees essential oil on the growth of bacillus cereus in a food model system. J Med Plants, 11**,** 62-73.

Moradi, M., Tajik, H., Rohani, S. M. R., Oromiehei, A. R., Malekinejat, H. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with Zataria multiflora Boiss essential oil and grape seed extract. LWT-Food Science and Technology, 46**,** 477-484.

Neo, Y. P. (2014). Electrospinning as a novel encapsulation method for food applications. ResearchSpace@ Auckland.

Neo, Y. P., Ray, S., Easteal, A. J., Nikolaed, M. G. & Quek, S. Y. (2012). Influence of solution and processing parameters towards the fabrication of electrospun zein fibers with sub-micron diameter. Journal of Food Engineering, 109**,** 645-651.

Palakourti, S. (2014). Zein in controlled drug delivery and tissue engineering. Journal of Controlled Release.

Pinto, S. C., Rodreigus, A. R., Saraiva, J. A. & Lopes, J. A. (2015). Catalytic activity of

[1] Hurdle Technology

trypsin entrapped in electrospun poly (ϵ-caprolactone) nanofibers. Enzyme and microbial technology, 79, 8-18.

Ramakrishna, S. (2005). An introduction to electrospinning and nanofibers, World Scientific.

Rieger, K. A. & Schiffman, J. D. (2014). Electrospinning an essential oil: Cinnamaldehyde enhances the antimicrobial efficacy of chitosan/poly (ethylene oxide) nanofibers. Carbohydrate polymers, 113, 561-568.

Sheibani, E., Dabagh Moghaddam, A., Sharifan, A. & Afshari, Z. (2017). Linear Programming: An Alternative Approach for Developing Formulations for Emergency Food Products.

Solomakos, N., Govaris, A., Koidis, P. & Botsoglou, N. (2008). The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin, and their combination against Listeria monocytogenes in minced beef during refrigerated storage. Food Microbiology, 25**,** 120-127.

Torresginer, S., Gimeniz, E. & Lagaron, J. M. (2008). Characterization of the morphology and thermal properties of zein prolamine nanostructures obtained by electrospinning. Food Hydrocolloids, 22**,** 601-614.

Food Technology & Nutrition / Summer 2019 / Vol. 16 / No. 3

Design of Zein Electrospinning Nanofiber Packaging Containing *Zataria Multiflora* Essential Oil to Preserve the Ration Food

A. Dabbagh Moghaddam [a], M. Kazemi [b], M. Jebraeel [c], A. Sharifan [d*]

[a] Assistant Professor of Food Safety, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[b] M. Sc. Graduated of the Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Mashhad University, Mashhad, Iran.

[c] Assistant Professor of Pharmaceutics, Mashhad University, Mashhad, Iran.
[d] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 31 July 2018 Accepted: 31 December 2018

Abstract

Introduction: New packaging has been used as scaffolding to load antimicrobial preservatives in the food industry. In this aspect, the present study is designed and developed to use nanofibers derived from corn protein, which was electronically loaded with antimicrobial combination of essential oil of Zataria multiflora, in order to increase the shelf life of emergency ration food called PM1.

Materials and Methods: In this study, zein nanofibers containing Zataria multiflora essential oil, were produced by electrospinning method and its physical and chemical properties were studied. Also antibacterial and antifungal activities of zein nanofibers were investigated.

Results: A morphological study of nanofibres containing 3 concentrations of 0,1 and 3% (w/v) showed that with the addition of essential oil of thyme to the polymeric zein solution a smaller diameter fiber was produced ($P < 0.05$). FTIR results did not show new bond between the zein and essential oil of the plumeria matrix. In the study of hydrophobicity, the addition of essential oils caused an increase in water absorption and also in the tensile analysis of the samples, the ratio of stress to strain increased with the addition of essential oils ($P < 0.05$).

Conclusion: Nanofibres produced for use as functional food package in food rations have anti-bacterial properties and can prolong the shelf life of these rations.

Keywords: *Electrospinning, Emergency Food, Zataria Multiflora Essential Oil, Zein Nanofibre.*

* Corresponding Author: a_sharifan2000@yahoo.com

علوم غذایی و تغذیه / تابستان ۱۳۹۸ / سال شانزدهم / شماره ۳