



بررسی عملکرد فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج به منظور پایش فساد

ماهی شیر (*Siganus commersonii*)

صدیقه یزدان پناه^{۱*}، اکبر رستمی فرد^۲

۱-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

۲-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲

کلمات کلیدی:

پایش فاسدشدن،

فیلم خوراکی،

نشانگر رنگی

تولید فیلم های هوشمند شامل استفاده از شاخص های رنگ پاسخگو به pH است که از منابع طبیعی به دست می آیند. در راستای این روند، هدف در این پژوهش طراحی یک حسگر حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج به منظور تعیین کیفیت ماهی شیر (*Siganus commersonii*) نگهداری شده به مدت ۱ تا ۳۰ روز در دمای یخچال است. در این مطالعه از یک طرح فاکتوریل برای ارزیابی اثرات تیمارهای کنترل، ۲۰۰ پی پی ام، ۴۰۰ پی پی ام و ۶۰۰ پی پی ام استفاده شد. نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان باعث تغییرات در زنجیره های پلیمری و کاهش تخلخل ماتریس فیلم می شود. آنتوسانین با بسیاری از گروه های هیدروکسی به عنوان پلاستی سایزر، حجم آزاد و تحرک ماکرومولکولی بین پلیمری به دلیل کاهش نیروهای بین مولکولی و چگالی کمتر افزایش داد و در نتیجه قابلیت کشش و انعطاف پذیری لایه ها را بهبود بخشید. علاوه بر این، خواص شیمیایی (pH، تیوباریتوریک اسید و ترکیبات نیتروژن) برای همه نمونه ها با افزایش زمان نگهداری تا روز ۳۰ روند افزایشی داشت. در طیف سنجی FTIR، مشاهده شد که در روز صفر حذف کربنیل در عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان باعث بزرگ شدن باند هیدروکسیل و اسیدی شدن محیط شده است. خواص آنتی اکسیدانی عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در حضور ترکیبات فنلی از شروع واکنش های زنجیره ای رادیکال های آزاد جلوگیری کرده است و باعث کاهش آن شد. فیلم حاوی نشانگر رنگی عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج، پتانسیل افزایش کیفیت و ماندگاری فیلدهای ماهی شیر را دارد. عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان و فیبر سبوس برنج می تواند به عنوان یک شاخص مناسب برای بررسی تغییرات فساد در محصولات غذایی بسته بندی شده باشد.

DOI:10.22034/FSCT.22.159.169.

* مسئول مکاتبات:

yazdanpanah2004@gmail.com

۱- مقدمه

از مرگ سریعتر اتفاق می‌افتد و به فساد آن منجر می‌شود [۲]. لیپوکسیدازهای موجود در بعضی از میکروارگانیسم‌ها واکنش بین اسیدهای چرب و اکسیژن را فعال می‌سازند و طعم تندی چربی‌ها به دلیل حضور آلدئیدها و کتون‌ها ناشی از این واکنش‌ها ایجاد می‌کند [۳]. جهت جلوگیری از فساد ماهی، می‌توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته‌بندی تحت خلاء و افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره کرد. استفاده از بسته‌بندی مناسب و بهره‌گیری از شناساگرهای مناسب، که بتوانند در خصوص کیفیت محصول اطلاعات لازم را به مصرف‌کننده ارائه دهند، می‌تواند به توسعه صادرات این محصولات کمک کند [۴ و ۵]. آنتوسیانین‌ها، که به عنوان رنگدانه‌های فلاونوئیدی در آب حل شده‌اند، در طبیعت پراکنده و با سیستم‌های بیولوژیکی سازگار هستند، ویژگی تغییر رنگ حساس به pH آنتوسیانین‌ها، و عملکردی مانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اثر ضد میکروبی، قابلیت بالایی برای طراحی فیلم‌های بسته‌بندی هوشمند با نشانگر رنگ طبیعی بسیار مفید است و می‌توانند در نگهداری ماهی به عنوان مواد طبیعی و نگهدارنده مورد استفاده قرار بگیرند و به دلیل، قدرت ضد اکسیداسیون بالا، از فرایند اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها در ماهی جلوگیری کنند [۶ و ۷]. همچنین، آنتوسیانین‌ها می‌توانند در بهبود ویژگی‌های غذایی ماهی نیز نقش داشته باشند. و به عنوان عوامل مفیدی در افزایش میزان ویتامین C و اسید چرب امگا-۳ در ماهی عمل کنند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود تا ماهی تا زمان مصرف، کیفیت و ارزش غذایی خود را حفظ کند [۸].

امروزه بازیافت و استفاده از ضایعات مواد غذایی و صنایع کشاورزی به عنوان یک استراتژی جدید برای بهره‌برداری شناخته شده است. این استراتژی، به علاوه از سودآوری، با مقررات و کمترین هزینه، به رابطه مفید و سازگاری با محیط زیست نیز دست یافته است. حفاظت از محصولات غذایی در برابر تأثیرات محیطی مانند اکسیژن، آب، نور و آفات شیمیایی از ابتدای تولید تا رسیدن به دست مصرف‌کننده، یکی از نگرانی‌های اصلی صنعت بسته‌بندی صنایع غذایی

استفاده از پوشش غذایی باعث حفاظت محصول غذایی در برابر صدمات فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی می‌شود. همچنین مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزودن ترکیبات آنتوسیانین به عنوان یک ابزار قدرتمند، آسان و دارای مزایای بالقوه بی‌شماری از جمله طبیعی بودن، سهولت دسترسی، توزیع گسترده در طبیعت، حساسیت بالا، ارزان-بودن، عدم سمیت و قابلیت رنگ‌دهی بالا بر روی pH می-باشد. تغییر، آنها جایگزین خوبی برای رنگ‌های مصنوعی در توسعه بسته‌بندی‌های هوشمند برای نظارت بر تازگی محصولات غذایی هستند. اما علیرغم مزایای بی‌شماری که دارند، استفاده از آن‌ها در صنعت به دلیل پایداری کم در شرایط سخت مانند نور، دما، اکسیژن و آنزیم‌ها با مشکل مواجه می‌شود. ماهی شیر (*Siganus commersonii*) نوعی ماهی آب شور است و در آب‌های جنوب شرقی آسیا، به سمت غرب در امتداد نواحی ساحلی شمالی تا سواحل شرقی آفریقا، خاورمیانه، خلیج فارس، یافت می‌شود. و از نظر اقتصادی بسیار ارزشمند است و تغذیه آن، از ماهی‌های کوچک و به میزان کمتر، از میگو و ماهی مرکب تشکیل می‌شود [۱]. ماهی شیر به عنوان یک منبع غنی از پروتئین و اسیدهای چرب امگا-۳ شناخته می‌شود و به همین دلیل در تغذیه انسان اهمیت دارد. این نوع ماهی در بسیاری از مناطق، به ویژه در بازارهای محلی و صادراتی، محبوبیت دارد. بررسی کیفیت آن می‌تواند تأثیر زیادی بر فروش و رضایت مصرف‌کنندگان داشته باشد. ماهی شیر به سرعت در برابر عوامل فساد زیستی و شیمیایی آسیب‌پذیر است. این ویژگی باعث می‌شود که پایش کیفیت و فساد آن اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. ماهی یکی از منابع ارزشمند پروتئین، چربی و انرژی، است، و به عنوان یک فرآورده غذایی، محیط ایده‌آل برای رشد گروه‌های مختلف باکتری‌های پاتوژن است و امکان آلودگی و فساد توسط آن‌ها وجود دارد. بدلیل حضور مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب غیراشباع با پیوندهای دوگانه و ترکیبات امگا-۳، به ویژه دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید در بافت ماهی، اکسیداسیون آن‌ها بعد

طعمی و بذرنگی در مواد غذایی و مقاومت بیشتر در برابر پدیده تفکیک گرانشی و تجمع قطرات برخوردارند [۱۵] و [۱۶].

محققان با مطالعه فیلم شناساگر pH از نشاسته ذرت و گلیسرول، با افزودن یک رنگ طبیعی (آنتوسیانین) استخراج شده از گیاه *Hibiscus sabdariffa* گزارش کردند فیلم نشانگر در تماس با گوشت فاسد به ترتیب صورتی و سبز شد که ویژگی های اسیدی و اساسی مواد غذایی فاسد را ثابت کرد. در مطالعه دیگر یک شاخص هوشمند حساس به pH بر اساس رنگ طبیعی استخراج شده از گل *Echium amoenum* به صورت بصری فساد میگو را با تغییر رنگ شناسایی، و مناسب بودن آنتوسیانین *E. amoenum* را به عنوان یک رنگ حساس به pH برای بسته بندی هوشمند مواد غذایی غنی از پروتئین نشان داد. نتایج، فیلم های بسته بندی ساخته شده از ضایعات چای CMC (کربوکسیل متیل سلولز) و فورساران نشان داد، فیلم های بسته بندی از رشد میکروارگانیسم ها و تجمع آمین های بیوژنیک جلوگیری می کنند و در نتیجه ماندگاری فیلدهای ماهی سالمون را افزایش می دهند [۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰].

بنابراین فیلم نشانگر pH می تواند به عنوان یک سنسور برای اطلاع از کیفیت غذا استفاده شود. با توجه به مطالعات صورت گرفته، ارزش تغذیه ای بالای سبوس برنج و گیاه ریحان و اثرات مثبت آن در سلامت انسان و علاقه به بسته بندی های هوشمند زیست تخریب پذیر در پژوهش حاضر بر اساس تغییر رنگ عصاره استخراجی از ساقه ریحان با تغییر pH و همچنین در حضور آمین های بیوژنیک نانو حسگر زیست تخریب پذیر بر پایه فیبر سبوس برنج استخراجی به روش آنزیمی طراحی و ساخته شد و برای پایش تازگی گوشت ماهی شیر مورد مطالعه قرار گرفت.

بررسی و توسعه فیلم های خوراکی حاوی نشانگر رنگی از ساقه ریحان به عنوان یک ابزار طبیعی برای پایش کیفیت و فساد ماهی، همچنین ارزیابی عملکرد این فیلم ها در تشخیص و پایش فساد ماهی شیر با استفاده از خاصیت تغییر رنگ نشانگر، به طوری که با تغییر کیفیت ماهی، رنگ فیلم نیز تغییر

است. نوع بسته بندی که منجر به کاهش تخریب کیفیت محصولات غذایی می شود، از لحاظ کارایی در توزیع و بازاریابی اهمیت بالایی دارد. استفاده از بسترهای زیستی که با رنگدانه های طبیعی و حساس به فساد اصلاح شده اند، به طور موثری به کاهش فساد محصولات غذایی کمک می کند [۹ و ۱۰].

ریحان (*Ocimum basilicum*) گیاهی علفی است که در خانواده نعنا قرار دارد و به عنوان یکی از مهمترین سبزی های برگی شناخته می شود، دارای خواص بیولوژیکی مانند فعالیت آنتی اکسیدانی مانند فلاونوئیدها و فنول ها و اثر ضد میکروبی است و به عنوان یک گیاه دارویی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین دارای نسبت مناسبی از امگا ۳ به امگا ۶ است. علاوه بر این، ساقه ریحان حاوی مقادیر قابل توجهی ویتامین های C، K، مواد معدنی کلسیم، آهن و فیبر است و می تواند برای درمان برخی بیماری های سیستم عصبی مرکزی و همچنین در کنترل برخی عفونت های معده مانند زخم معده و عفونت هلیکوباکتر پیلوری موثر است [۱۱ و ۱۲].

سبوس برنج که محصول جانبی از آسیاب برنج است، و درصد قابل توجهی پروتئین را نیز دارد. به عنوان یک منبع مهم فیبر، غنی از ویتامین های گروه B و منبع مناسبی از مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم، روی، فسفر و منگنز است [۱۳]. فیبرها ترکیبی از کربوهیدرات های غیرقابل هضم هستند، و حجم غذا را افزایش می دهند و احساس سیری را تقویت می کنند، در حالی که کالری مصرفی را کاهش می دهند. این امر می تواند در کنترل وزن مؤثر باشد. مصرف فیبرها می تواند ریسک ابتلا به برخی از سرطان ها، به ویژه سرطان روده بزرگ، و دیابت نوع ۲ را کاهش دهد [۱۴].

نانو امولسیون ها به علت پایداری سینتیکی، حلالیت بالا در محیط آبی، شفافیت، حفاظت در برابر اکسیداسیون، نور و حرارت، و کنترل رهایش و حفاظت از ویتامین ها در مواد غذایی و بدن، به عنوان یک روش نگهداری مورد توجه در صنایع مختلف محسوب می شوند. همچنین، با داشتن قطرات نانومتری در محدوده ی (بین ۲۰ تا ۱۰۰ نانومتر) قرار می گیرند، این سیستم ها از مزایایی مانند جلوگیری از بد-

به مدت ۶۰ دقیقه، اجازه داده شد تا رسوب تشکیل شود. سپس با انجام فیلتراسیون، مابقی مواد را با استفاده از محلول‌های ۷۸ درصد، ۹۵ درصد اتانول و استون شستشو داده شد. در نهایت، فیبر استخراج شده پس از بسته‌بندی در جای خشک و خنک جهت آزمایشات بعدی نگهداری شد [۲۲].

۲-۳- استخراج عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*)

جهت استخراج آنتوسیانین از ساقه ریحان، ابتدا لایه‌های موردنظر از ساقه جدا شد. سپس ۵۰ گرم از این لایه‌ها خشک‌شده را به همراه ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۸۰ درصد اتانول و ۱ درصد کلریدریک اسید در دمای ۴ درجه سانتی-گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. سپس محلول عصاره‌ای که به دست آمد را با سرعت ۸۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ (Germany, RPM/mi 500)، و لایه رویی محلول جدا شد. سپس مقدار آنتوسیانین در عصاره با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای (۲ تا ۱۲) مختلف اندازه‌گیری شد [۲۳].

۲-۴- اندازه‌گیری محتوای تام فنلی ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*)

مقدار کل ترکیبات فنلی آنتوسیانین تولیدی به روش فولین سیوکالتو انجام شد. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره با ۵/۲ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد فولین سیوکالتو مخلوط شد و بعد از ۳ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر محلول ۷/۵ درصد کربنات سدیم به آن اضافه، سپس جذب نمونه در ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکترومتر (Schimadzu UV/Vis-240 IPC، ژاپن) قرائت شد. نتایج برحسب اسیدگالیک موجود در ۱۰۰ میلی-لیتر آنتوسیانین استخراجی گزارش شد. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت‌های ۱۰۰ تا ۷۰۰ اسیدگالیک استاندارد استفاده شد [۲۴].

۲-۵- بررسی ویژگی آنتی‌اکسیدانی عصاره ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*)

کند اهمیت دارد. ترویج استفاده از فیبر سبوس برنج و ساقه ریحان به عنوان منابع طبیعی و پایدار در تولید مواد بسته‌بندی و فیلم‌های خوراکی و بررسی تأثیر این فیلم‌ها در کاهش ضایعات غذایی و افزایش ماندگاری ماهی از طریق پایش دقیق و به موقع فساد، تحلیل خواص فیزیکی و شیمیایی فیلم‌های تولید شده و تأثیر آن‌ها بر کیفیت و ایمنی ماهی از اهداف مهم پژوهش حاضر می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*)، ماهی شیر (*Siganus commersonii*)، سبوس برنج از شهرستان بوشهر (بوشهر، جنوب ایران) خریداری شد. روغن آفتابگردان غنی از ویتامین E سالماتور غیر اشباع با چربی کل ۱۵ گرم (شیراز، ایران)، خریداری شد. پترولیوم اتر (۱۰۱۷۶۹)، اسید کلریدریک (HCL37%) (Germany, Merc)، استون گرید Extra Pure، اتانول (۹۶ درصد حجمی/حجمی)، آمونیاک از آزمایشگاه شیمیایی (دکتر مجللی تهران، ایران)، آنزیم‌های آلفا آمیلاز، α -گلوکوزیداز (G5003-100UN)، پروتئاز (Sigma Chemical, USA)، توئین-۸۰ (Merc, Germany)، محیط کشت (کانت آگار) (Germany, Merc)، آب مقطر (DDW) دو بار تصفیه شده با خلوص (۱۸ مگاهرتز/سانتی‌متر) از سیستم تصفیه آب (Nanopure Infinity, Barnstaeas International, Dubuque, IA, USA)، تهیه و خریداری شدند.

۲-۲- استخراج آنزیمی فیبر سبوس برنج

ابتدا از سیستم سوکسله برای استخراج چربی از سبوس برنج استفاده شد [۲۱]. سپس سبوس بدون چربی در حضور آمیلاز پایدار و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت، ژلاتینه شد. در مرحله بعد، با استفاده از پروتئاز، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت، سبوس برنج هضم شده، و جهت جداسازی پروتئین و نشاسته، با استفاده از آنزیم آمیلوگلوکوزیداز انکوباسیون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بعد از گذشت ۱ ساعت، ۴ حجم اتانول ۹۵ درصد به محلول اضافه شد و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد

به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰ دور در دقیقه همزده و جهت هیدراته شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی-گراد قرار گرفت. تهیه فیلم خوراکی با استفاده از محلول استوک فیبر ۱۰ درصد و نانوکپسوله عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*) و محلول استوک کربوکسیل متیل سلولز (۰/۲ درصد حجمی/وزنی) با افزودن ۰/۲ گرم پودر کربوکسیل متیل سلولز در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر دوبار تقطیر مخلوط شد و سپس گلیسرول به مقدار ۰/۷۵ درصد وزنی/وزنی به عنوان پلاستی سایزر اضافه شد و عمل هم زدن با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد انجام شد [۲۷]. سپس بعد از سرد شدن دمای محلول به ۳۷ درجه سانتی گراد مطابق (جدول ۱). از نانوکپسوله عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان مخلوط با محلول استوک فیبر سبوس برنج به محلول کربوکسیل متیل سلولز هیدراته شده اضافه شد و جهت همگن سازی محلول در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ درجه سانتی گراد در شرایط ۵۰۰ دور در دقیقه توسط یک غلطک میکسر (Movil-Rod - JP SELECTA Spain) همزده شد. محلول تشکیل دهنده فیلم با استفاده از پمپ خلا در شرایط محیطی به مدت ۵ دقیقه هواگیری شد. سپس ۱۰۰ میلی لیتر از هر محلول تشکیل دهنده فیلم در سطح صاف پلیت های آزمایشگاهی قالب ریزی و تا زمان خشک شدن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد نمونه فاقد نانوکپسوله آنتوسیانین به عنوان شاهد تهیه شد [۲۸].

اثر مهار رادیکال آزاد به کمک DPPH(1-diphenylpicrylhydrazyl free radical) میلی لیتر از عصاره آنتوسیانین استخراجی از ساقه ریحان میلی لیتر ۱۰۰ محلول متانول در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت قرار داده تا واکنش دهد. میزان جذب محلول واکنش داده شده در ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه (Schimadzu UV/Vis-240 IPC، ژاپن) اندازه گیری شد، و توان آنتی-اکسیدانی از رابطه زیر محاسبه (۱) شد [۲۵].

۱. DPPH radical scavenging activity (%) A0
A0 = A0 - A1 / A0
میزان جذب نمونه و A1: میزان جذب شاهد

۲-۶- آماده سازی نانو کپسوله کردن عصاره انتوسیانین (*Ocimum basilicum*)

در این پژوهش، نانوامولسیون های روغن در آب با استفاده از بهینه سازی شرایط اولتراسونیک تهیه شدند. فاز آبی حاوی عصاره آنتوسیانین در غلظت ۵ درصد وزنی/وزنی و سورفاکتانت هیدروفیلک تویین-۸۰ در غلظت ۲ درصد وزنی/وزنی و فاز روغنی حاوی امولسیفایر در غلظت ۳ درصد وزنی/وزنی استفاده شد. تهیه نانوامولسیون با استفاده از دستگاه اولتراسونیک فراصوت پروپ دار از جنس تیتانیوم (HD3200, Berlin, Germany) با توان ۳۰۰ وات، فرکانس ۲۴ کیلوهرتز به مدت ۵ دقیقه، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد [۲۶].

۲-۷- تولید فیلم خوراکی

تهیه محلول استوک ۱۰ درصد حجمی/وزنی فیبر سبوس برنج، ۱۰ گرم فیبر سبوس و ۹۰ گرم آب وزن شد. و سپس

Table 1. Treatments produced from basil stem color marker and cmc based on rice bran fiber.

Name	Sample(film)	CMC(g)	Glycerol %	10Stock cmc (g)%souton	(g) DDW
Film C	-	0.2	0.75	-	75
Film 1	Fiber 100ppm+200ppm En anto	0.2	0.75	5	75
Film 2	Fiber 100ppm+400ppm En anto	0.2	0.75	5	75
Film 3	Fiber 100ppm+600ppm En anto	0.2	0.75	5	75

نمونه های فیلم تهیه شده در ابعاد ۲×۲ سانتی متر برش داده شد در این آزمایش، ۰/۵ میلی لیتر گاز آمونیاک بر روی فیلم

۱-۷-۲- اثر گازهای بیوژنیک

۸-۲- پوشش دهی ماهی با نشانگر رنگی ساقه ریحان بر

پایه فیبر سبوس برنج

ماهی شیر با نام علمی (*Siganus commersonii*) با وزن حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرم بعد از خریداری از اسکله خلیج فارس شهر بوشهر با جعبه فیبری محتوای یخ به آزمایشگاه منتقل شد و پس از بعد از سر و دم زنی و جداسازی پوست و استخوان ماهی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد جهت کاهش بار میکروبی فیلدهای آماده‌شده را با محلول سدیم کلراید ۹ درصد و سپس با آب مقطر دوبار تقطیر شستشو داده شد. به منظور پایش فساد در نمونه ماهی، ۲۰ گرم نمونه ماهی درون یک پلیت استریل شده منتقل شد و پس از قراردادن درب بالای پلیت که قبلاً بر روی آن فیلم حاوی غلظت‌های عصاره آنتوسیانین انکپسوله شده از ساقه ریحان چسبیده شده بود (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفت سپس به یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند [۳۴]. آزمایش‌های شیمیایی، و طیف‌سنجی FTIR در فواصل زمانی (صفر-۱۰-۲۰-۳۰) بر روی فیلدهای حاوی فیلم نشانگر رنگی انجام شد.

۱-۸-۲- اندازه‌گیری pH

۲ گرم نمونه گوشت ماهی از هر تیمار به ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۱ دقیقه توسط دستگاه هموژنایزر (Germany, HD3200 Bandelin)، هموژنیزه شد سپس pH نمونه‌ها با یک pH متر مدل (Metrohm 713) اندازه‌گیری شد [۳۵].

۲-۸-۲- اندازه‌گیری اسید چرب (FFA)

به منظور تعیین میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد در نمونه گوشت ماهی، ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی همگن شده را با ۶۰ میلی‌لیتر متانول و ۶۰ میلی‌لیتر کلروفرم استخراج شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، ۴۸ میلی‌لیتر آب مقطر به محلول اضافه شد. ابتدا، ۵۰ میلی‌لیتر حلال (مخلوطی مساوی از اتانول ۹۶ درصد و دی‌اتیل‌اتر) به نمونه روغن اضافه، سپس ۱ تا ۲ قطره فنل‌فتالین به مخلوط اضافه شد. مخلوط با استفاده از تیترو سود ۰/۱ نرمال تیترو شد [۳۶].

چکانده شد و فیلم در یک ظرف با نشانگر برچسب‌زنی شده قرار گرفت. سپس پس از یک ساعت، تغییر رنگ ثبت شد [۲۹].

۲-۷-۲- رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت، ابتدا نمونه‌ها وزن شد و سپس در آون در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و در نهایت رطوبت فیلم از رابطه (۲) به دست آمد [۳۰].

۲. اولیه نمونه M_2 : وزن نمونه پس از خشک شدن می باشد

$$M_1 (\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

۳-۷-۲- اندازه‌گیری حلالیت در آب

حلالیت در آب به صورت درصد ماده خشک فیلم حل شده بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بیان شد. فیلم‌های خشک‌شده در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر دوبار تقطیر غوطه‌ور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت و با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه همزده شد. سپس تکه‌های فیلم از آب جدا شد و پس از خشک‌شدن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن شد. درصد حلالیت فیلم‌ها از رابطه (۳) محاسبه شد [۳۱].

۳. خشک اولیه w_2 : وزن خشک نهایی

$$\% \text{ Solubility} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

۴-۷-۲- ضخامت

ضخامت فیلم‌ها توسط میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر تعیین شد. برای فیلم‌های آماده شده به منظور تعیین خواص مکانیکی ضخامت در ۸ نقطه در امتداد فیلم اندازه‌گیری شد [۳۲].

۵-۷-۲- کدورت (Opacity)

فیلم‌های تهیه‌شده به صورت قطعاتی کوچک بریده شد. سپس درون سل دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV/Vis-240 IPC) قرار داده شد و جذب آن‌ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر خوانده شد. از رابطه (۴) برای تعیین کدورت استفاده شد [۳۳].

۴. $\text{Opacity} = \text{Absorbance } 600 \text{ nm} / \text{Film thickness (mm)}$

$$As \quad TBARS \text{ content} = 50 \times (As - Ab) / \quad 5.$$

200: جذب نمونه و Ab: جذب شاهد

۵-۸-۲-آزمون طیف سنجی FTIR

برای انجام آزمون FTIR از دستگاه (Spectrum Two, FTIR Perkin Elemer, USA) استفاده شد. قرص‌های نازکی از نمونه‌های ماهی پودر شده حاوی پوشش عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان غنی از فیبر سبوس برنج با ضخامت کمتر از ۱ میلی‌متر از اختلاط آب و نمونه‌ها و پوشش دادن با برومید پتاسیم و توسط خشک‌کن انجمادی (operon, Korea) در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد خشک و سپس به نسبت ۱:۲۰ و اعمال فشار حدود ۶۰ کیلوپاسکال به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه پرس قرص به دست آمد و طیف عبور نمونه‌ها در محدوده عدد موجی ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ بر سانتی‌متر و با قدرت تفکیک ۵ بر سانتی‌متر مورد آنالیز قرار گرفت [۳۹].

۹-۲-آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها برای خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی تیمارها توسط روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار انجام شد. مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رسم منحنی با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

۳-بحث و نتایج

۱-۳-اثر pH در آنتوسیانین استخراجی از ساقه

ریحان (*Ocimum basilicum*)

آنتوسیانین‌ها در محیط‌های اسیدی و قلیایی رنگ‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند. این تغییر رنگ به عنوان اثر pH یا تغییر pH شناخته می‌شود. این تغییرات رنگ مربوط به تغییر در حالت اکسایش و اختلاف بار الکترونی در ساختار آنتوسیانین‌ها است. pH تأثیر مستقیم بر این متغیرها دارد و با تغییر pH، تعادل بین حالت‌های اکسیده و تخلیص شده در آنتوسیانین تغییر می‌کند. بنابراین، pH می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر رنگ و خواص آنتوسیانین داشته باشد و این

۲-۸-۳-اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

برای تعیین مقدار مواد ازته فرار در گوشت ماهی ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی را در یک بالن تقطیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر منتقل شد، سپس به بالن، ۲ گرم اکسید منیزیم، ۳۰۰ میلی-لیتر آب مقطر، چند عدد سنگ جوش و کمی ضدکف اضافه شد، بالن را حرارت داده بعد از ۱۵ دقیقه به دمای جوش رسید. بخارهایی که از بالن تقطیر، مستقیماً در داخل ارلن مایری جمع شد. این ارلن مایر حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محلول اسید بوریک ۲ درصد و چند قطره معرف متیل رد بود. جمعیت بخارها و محلول اسید بوریک در ارلن مایر به حجم ۱۵۰ میلی‌لیتر رسید. رنگ محلول اسید بوریک با معرف متیل رد که در ابتدا به دلیل خاصیت اسیدی قرمز بود، با تجمع بخارهای حاصل از تقطیر به تدریج قلیایی و سبز شد. در پایان، محلول حاصل از تجمع بخارهای تقطیر با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ پوست پیازی تیتیر شد، سپس مقدار مواد ازته فرار بر حسب میلی‌گرم درصد گرم نمونه محاسبه شد [۳۷].

$$BNV \text{ T in } mgN.100g = 14.(150 + A).V.F.N.100 / V a.P$$

۲-۸-۴-اندازه‌گیری اندیس تیوباربیوتوریک اسید (TBARS)

یک نمونه گوشت ماهی به وزن ۱۰ گرم در بالن تقطیر ۱۰۰ میلی‌لیتر قرار داده شد. ۹۷/۵ گرم آب مقطر به آن اضافه، و به مدت ۲ دقیقه هم‌زده شد. سپس ۲/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۴ مولار افزوده شد. بعد از افزودن چند قطره ضدکف، بالن حرارت داده در مدت ۱۰ دقیقه از زمان جوش، ۵۰ میلی‌لیتر مایع تقطیر به دست آمد. سپس ۵ میلی‌لیتر از مایع تقطیر با ۴ میلی‌لیتر معرف تیوباربیوتوریک اسید مخلوط شد. لوله‌های آزمایشی به مدت ۳۵ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس جذب آن‌ها توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (Schimadzu UV/Vis-240 IPC) در طول موج ۵۳۸ نانومتر اندازه‌گیری شد (رابطه ۵) [۳۸].

یافت، رنگ‌ها از صورتی به قهوه‌ای تغییر کرد [۳۵]. همچنین کوشی و همکاران (۲۰۲۲) فیلم‌های حساس به pH هوشمند از پودر گل پیکان و پروتئین سویا ایزوله حاوی آنتوسیانین کلم قرمز تولید کردند و گزارش کردند که فیلم‌های ترکیب-شده با آنتوسیانین تغییرات رنگ قابل توجهی را در بافرهای مختلف pH و حساسیت خوبی برای تشخیص بخار آمونیاک نشان دادند [۴۲]. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد. تغییرات رنگ قابل مشاهده و قابل توجه در آنتوسیانین با تغییر pH رخ داده است.

ویژگی می‌تواند در کاربردهای مختلفی مانند صنایع غذایی، تحقیقات آزمایشگاهی و غیره مورد استفاده قرار گیرد [۴۰ و ۴۱]. در شکل ۱ تاثیرات pH (۲ تا ۱۲) نشان داده شده که آنتوسیانین در pH اسیدی به سمت رنگ صورتی و در pH قلیایی به سمت زرد تغییر رنگ می‌دهد. اکرامی و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی نشانگر رنگی پاسخگو به pH زعفران (*L. Crocus sativus*) فیلم خوراکی موسیلاژ سالپ فعال شده با آنتوسیانین پرداختند، بررسی حساسیت pH نشان داد که تغییر pH محلول، رنگ آنتوسیانین را تغییر می‌دهد. هنگامی که pH ۳ به ۱۱ افزایش

Table 2. Effects of pH (2-12) on anthocyanin extracted from basil stem (*Ocimum basilicum*).

pH	Absorption
control	0.295
7	0.2710
2	0.2369
4	0.3124
6	1.2188
8	0.1806
10	0.1782
12	0.2552

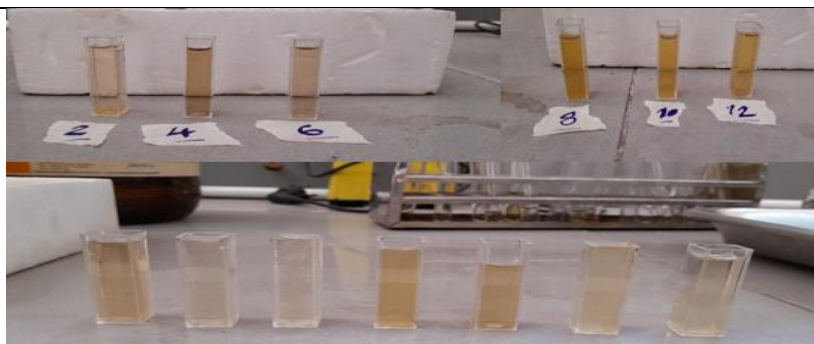


Figure 1. Examination of entocyanine extracted from basil stem (*Ocimum basilicum*) at pH (2-12)

اکسیداتیو در بدن محافظت کند و فرایند پیری سلول‌ها را کند کند، خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها باعث می‌شود تا در کاهش التهاب‌ها و حفظ سلامت قلب و عروق مؤثر باشند. در مورد ساقه ریحان، برخی تحقیقات نشان داده است که ساقه ریحان حاوی آنتوسیانین‌ها است و خواص آنتی‌اکسیدانی دارد [۴۳ و ۴۴].

۲-۳- بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی و فنل تام آنتوسیانین

ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*)

آنتوسیانین‌ها یک نوع رنگدانه رنگی هستند که در گیاه ریحان، وجود دارند. این ترکیبات به دلیل وجود گروه‌های فنولیک در ساختارشان، خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی دارند. آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند در مقابل آسیب‌های

Table 3. The amount of TFC, DPPH of anthocyanin extracted from basil stem (*Ocimum basilicum*)

Property	Amount	Unit
TFC	365.32	GAE/g
DPPH	82.25	%

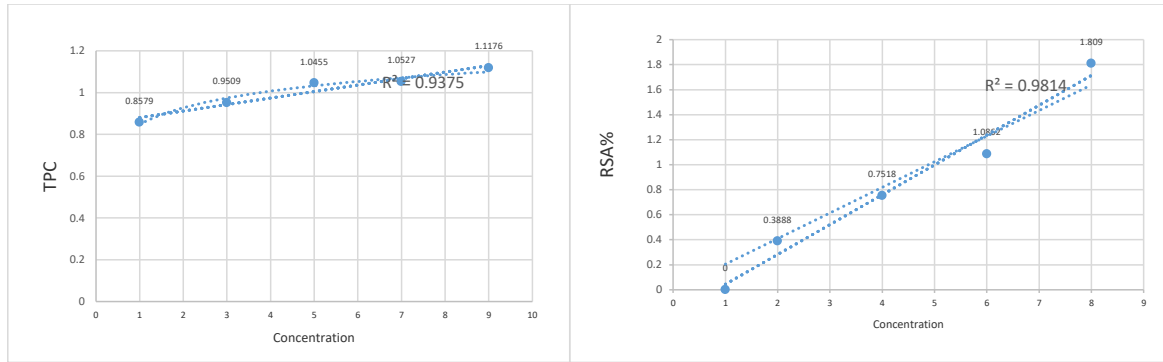


Figure 2. Calibration of TFC, DPPH of anthocyanin extracted from basil stem (*Ocimum basilicum*)

طیف‌های حاصل از طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه مربوط به نمونه آنتوسیانین ساقه ریحان در شرایط بهینه در شکل ۳ نشان داده شده است. در شکل ۱، نواحی جذبی مختلف قابل تشخیص هستند. نوار قوی در بازه ۳۳۰۰ تا ۳۵۰۰ بر سانتی‌متر، مربوط به گروه‌های عاملی OH موجود در ساختار آنتوسیانین است. این گروه‌های عاملی OH معمولاً با ارتباطات هیدروژنی در تشکیل ساختار پلیمری نقش دارند [۵۲ و ۵۳]. همچنین، پیکی که در طول موج ۲۲۱۱/۷۵ و ۱۴۶۰/۸۸ بر سانتی‌متر ظاهر می‌شود، مربوط به ارتعاشات کششی آلیفاتیک H-C است. این ارتعاشات شامل ارتعاشات خمشی و کششی گروه‌های CH₂ و CH₃ می‌باشد [۵۴ و ۵۵]. در پژوهشی از طیف‌سنجی FTIR برای تعیین کمیت محتوای آنتوسیانین کل در عصاره‌های اتانولی آلو مورد بررسی قرار داده شد و نشان‌دهنده پتانسیل گسترده طیف‌سنجی FTIR برای تضمین کیفیت نمونه‌های آلو بر اساس عصاره‌های حلال آن‌ها است [۳۹]. در پژوهشی دیگر استفاده از حلال‌های یوتکتیک عمیق به عنوان محیط سبز و زیست‌تخریب‌پذیر برای استخراج آنتوسیانین از هویج سیاه استفاده شد و نتایج FTIR نشان داد که کلرید کولین خالص چندین گروه عملکردی را نشان می‌دهد و بسیاری از این گروه‌های عاملی پس از تشکیل حلال‌های یوتکتیک عمیق در کنار هم بوده‌اند [۵۶]. با استفاده از تجزیه و تحلیل طول موج‌ها (نوارهای جذبی و شناسایی نوارهای) مختلف، می‌توان مشخصات ساختاری و گروه‌های موجود در عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان را تحلیل و شناسایی کرد.

برای بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه آنتوسیانین استخراجی از ساقه ریحان، از روش سنجش رنگ‌سنجی استفاده شد که بر اساس قابلیت نمونه به عنوان حذف‌کننده رادیکال‌های آزاد و کاهش‌دهنده کاتیون‌های رادیکال انجام می‌شود. در جدول ۳، میزان فنل تام (۳۶۵/۳۲ GAE/g) و DPPH (۸۲٪/۲۵) نشان داده شده است. آنتوسیانین‌های استخراج‌شده از ساقه ریحان بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. فنول‌ها مانند اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها، از جمله مشتقات گلیکوزیده و آسیله آن‌ها، در محاسبه فنل تام در نظر گرفته می‌شوند. با این حال، نتایج مطالعه حاضر کمتر از داده‌های گزارش شده توسط محققان پیشین بودند [۴۵ و ۴۶]. علاوه بر تکنیک استخراج، سیستم حلال نیز نقش مهمی در استخراج فنولی ایفا می‌کند. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که حلال اسیدی به ترتیب نسبت به بازیابی فنولیک و آنتوسیانین دارد [۴۷ و ۴۸]. در سنجش DPPH، حضور رادیکال‌های آزاد قابل توجه است و منطقی است که عملکرد این مطالعه بالاتر از نتایج گزارش شده قبلی باشد [۳۶، ۴۹ و ۵۰]. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قادر به اهدای اتم هیدروژن به منظور خاموش کردن رادیکال‌ها هستند. به ویژه گیاهانی که حاوی آنتوسیانین‌ها هستند، ترکیبات فلاویلیوم (کاتیون‌های فلاونوئیدی) در حلقه C اسکلت فلاونوئیدی، انتقال اتم هیدروژن را برای مهار رادیکال تشویق می‌کنند [۵۱].

۳-۳-آزمون طیف‌سنجی FTIR آنتوسیانین ساقه ریحان

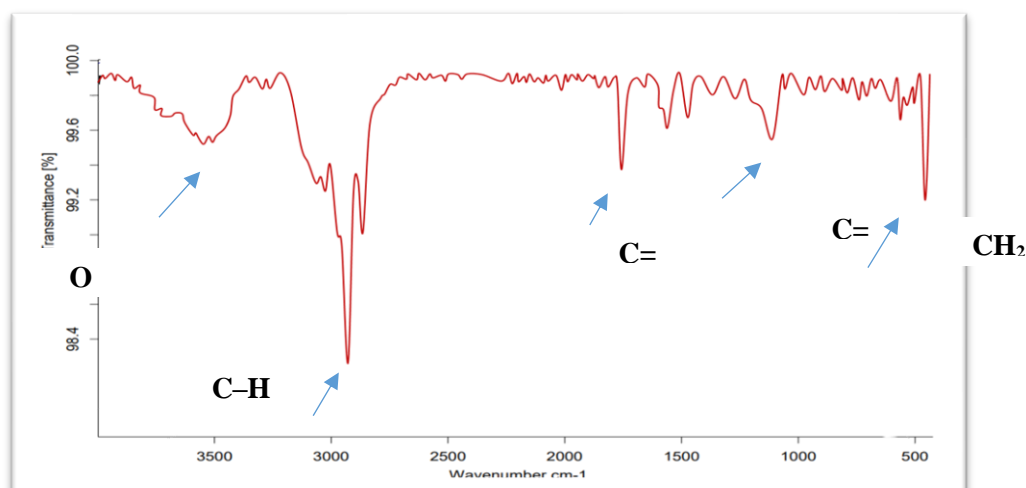


Figure 3. Fourier transform infrared spectroscopy in the identification of functional groups of anthocyanin extracted from basil stem from wavelength 400 to 4000 cm^{-1} (*Ocimum basilicum*)

۴-۳- اثر گازهای بیوژنیک

هنگام فساد مواد غذایی یا متابولیسم بافت درون زا تولید می‌شوند. تیرامین، تریپتامین، پوتریسین، کاداورین، اسپرمیدین و هیستامین از جمله آمین‌های بیوژنیک هستند [۵۷ و ۵۸]. این نوع از آمین‌ها در مواد غذایی از جمله گوشت مختلف وجود دارند. آنتوسیانین با توجه به ساختار شیمیایی خود می‌تواند به این آمین‌ها متصل شود.

آمین‌های بیوژنیک به عنوان نشانگر زیستی مهمی برای کنترل کیفیت غذا و تشخیص تازگی محصولات پروتئینی در نظر گرفته می‌شوند. آمین‌های بیوژنیک بازهای آلی با وزن مولکولی پایین هستند که عمدتاً توسط میکروارگانیسم‌ها و از طریق دکربوکسیلاسیون آنزیمی اسیدهای آمینه خارجی در



Figure 4. Changes of biogenic gases on the film containing anthocyanin marker extracted from basil stem (*Ocimum basilicum*)

۴-۳-۵- بررسی مورفولوژی فیلم حاوی نشانگر

در تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (شکل ۵) به دست آمده، ملاحظه شد که سازگاری و امتزاج‌پذیری خوبی بین اجزاء در ماتریس فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج وجود دارد. وجود سورفاکتانت هیدروفیلک توپین-۸۰ در غلظت ۲ درصد وزنی/وزنی و فاز روغنی حاوی امولسیفایر نانوامولسیون‌شده در ماتریس فیلم باعث ایجاد سطوح ناهموار به دلیل تجمع قطرات روغن شد. نانوامولسیون انکپسوله‌شده ممکن است در طی فرآیند قالب یا خشک‌کردن، دچار برخی از ناپایداری‌ها، جداسازی فاز ادغام شود. با این حال، با افزودن عصاره آنتوسیانین ساقه

شکل ۴ تغییرات رنگ نشانگر را در حضور گاز آمونیاک نشان می‌دهد. پس از یک ساعت قرار گرفتن در معرض گاز آمونیاک تغییر رنگ مشهودی در نشانگر مشاهده می‌شود. همچنین در پژوهشی برای توسعه حسگرهای ساده، برای ارزیابی تازگی گوشت و تشخیص آمین‌های بیوژنیک، یک آرایه حسگر رنگ سنجی با چاپ نه رنگدانه طبیعی بر روی یک فیلم نانومتخلخل آبرگیز ساخته شد. این تحقیق نشان داد که رنگدانه‌های حاوی آنتوسیانین ممکن است یک حسگر رنگ‌سنجی بسیار مفید برای ارزیابی کیفیت گوشت باشد [۵۹]. این تغییر رنگ بدلیل تغییرات ساختاری آنتوسیانین در مجاورت آمین است [۶۰].

مولکولی بالایی بوده و میزان خلل و فرج در ساختار آن بسیار کم است. نقاط و برجستگی‌های موجود در بستر فیلم را می‌توان به فیبر سبوس برنج که باعث تشکیل ذرات نامحلول است نسبت داد [۶۳]. در پژوهشی مشابه سنتز و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنتوسیانین و نشاسته مبتنی بر فیلم پلیمری نشان داد فیلم توسعه‌یافته از نظر مورفولوژیکی ترکیب آنتوسیانین و نشاسته یک سطح صاف و همگن با پیوند هیدروژنی بین مولکولی ایجاد می‌کند که طول موج بیوپلیمر را افزایش می‌دهد [۶۴]. همچنین در پژوهش دیگر تاثیر عصاره تمشک قرمز غنی از آنتوسیانین بر ویژگی‌های فیلم‌های ایزوله پروتئین سویا خوراکی بررسی شد، هر دو فیلم سطح شکستگی همگن و صاف را داشتند و نشان داد سطح شکسته صاف از فیلم کنترل سویا توسط گلیسرول نازک‌شده و سطح شکسته فیلم ایزوله سویا با آنتوسیانین تمشک قرمز گنجانده‌شده، ساختار سطح شکسته صاف را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده سازگاری بین ایزوله سویا و آنتوسیانین است. و ساختار نسبتاً همگن، پیوسته و بی‌شکلی را نشان داد و با تحقیق گزارش شده مطابقت مستقیم داشت [۶۵]. **یانگ و لیو (۲۰۲۰) و شیوانگ و همکاران (۲۰۲۱)** گزارش کردند مواد پلیمری زیستی مورد استفاده برای ساخت فیلم، منبع و مقدار رنگدانه اضافه شده، و روش‌های مورد استفاده برای ساخت فیلم بر ریزساختار فیلم‌های غنی از آنتوسیانین تأثیر می‌گذارد [۶۶ و ۶۷].

ریحان در فیلم بر پایه سبوس برنج، تغییراتی در زنجیره‌های پلیمری رخ داد که منجر به کاهش تخلخل ماتریس فیلم شد. نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی تغییرات مشابهی در فیلم خوراکی آلژینات سدیم/ کیتوزان حاوی عصاره آنتوسیانین چغندر قرمز در مطالعه بسته بندی هوشمند نشان داد که عصاره باعث تغییرات در زنجیره‌های پلیمری و افزایش تخلخل ماتریس فیلم می‌شود [۶۱]. همچنین یافته‌های حاضر با یافته‌های گزارش شده، که تغییرات مشابهی را در ریزساختار یک فیلم مبتنی بر ژلاتین با ترکیب عصاره کورکومین مشاهده شد، مطابقت دارد [۶۲]. نمونه‌های فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*) بر پایه فیبر سبوس برنج دارای ساختاری متخلخل هستند و اکثراً دارای تخلخل‌هایی از نوع تخلخل‌های کوچک هستند با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی، حفرات موجود در نمونه دارای ساختار کروی هستند و پیوستگی بین آن‌ها به وضوح قابل مشاهده است. تصاویر به وضوح یک ساختار ظریف از پخش یکنواخت و هماهنگ ذرات نانوامولسیون از آنتوسیانین ساقه‌ی ریحان در ابعاد نانومتری را در بین زنجیره‌های پلیمری یا ماتریس پلیمری نشان می‌دهند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح مقطع تیمارها نشان می‌دهد فیلم‌های حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج زیست‌تخریب پذیر نانوامولسیون انکپسوله‌شده (Film 2) دارای تراکم بین

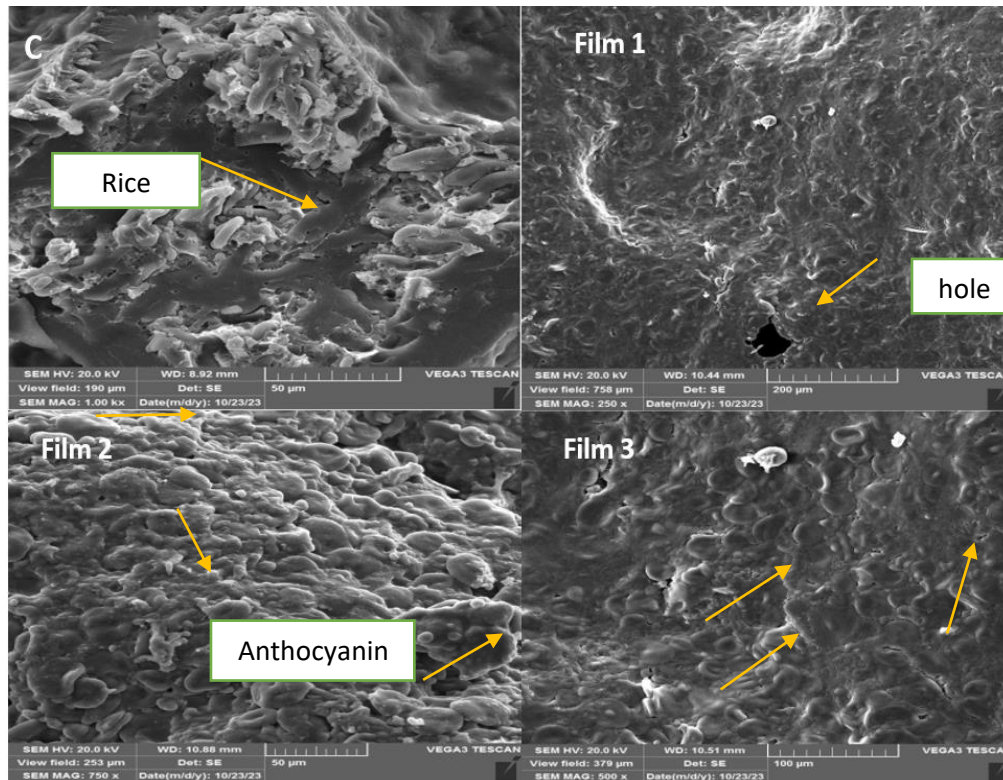


Figure 5. Morphology of the film containing endocyanine marker of basil stem (*Ocimum basilicum*). (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

۶۰۰ پی پی ام حاوی عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان مشاهده شد. در بررسی حالیت تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. بین تیمارهای حاوی ۲۰۰ پی پی ام و ۴۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان تفاوت معناداری وجود نداشت. بیشترین مقدار ($67.53 \pm 1/100$ درصد) در تیمار ۶۰۰ پی پی ام حاوی عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان و کمترین مقدار ($23/14 \pm 1/100$ درصد) در تیمار حاوی ۲۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان مشاهده شد. نتایج نشان می دهد که تیمار حاوی ۴۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین، ضخامت کمتری نسبت به سایر تیمارها داشته است. این ممکن است به دلیل غلظت مناسب آنتوسیانین باشد که به بهبود خواص فیزیکی فیلم کمک کرده است. در غلظت های بالاتر (۶۰۰ پی پی ام)، ممکن است اثرات منفی بر روی ساختار فیلم ایجاد شده باشد که منجر به افزایش ضخامت

۳-۶- نتایج خصوصیات فیزیکی فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان (*Ocimum basilicum*) بر پایه فیبر سبوس برنج

با افزایش مقدار آنتوسیانین ساقه ریحان، (جدول ۴) میزان دانسیته افزایش یافت. بین تیمار کنترل و تیمار حاوی ۲۰۰ پی پی ام آنتوسیانین ساقه ریحان تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین بین تیمارهای حاوی ۴۰۰ پی پی ام و ۶۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان تفاوت معناداری وجود نداشت. در بررسی ضخامت، بین تیمارهای کنترل و تیمارهای حاوی ۲۰۰ پی پی ام و ۶۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، اختلاف معناداری وجود نداشت. میزان ضخامت در تیمار حاوی ۴۰۰ پی پی ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود ($p \leq 0/05$). بیشترین مقدار ($1/70 \pm 0/05$ میلی متر) در تیمار

هیدروکسی ممکن است به عنوان پلاستی‌سایزر عمل کند، حجم آزاد و تحرک ماکرومولکولی بین پلیمری را افزایش دهد و در نتیجه شبکه پلیمری به دلیل کاهش نیروهای بین مولکولی، چگالی کمتری پیدا می‌کند و در نتیجه قابلیت کشش و انعطاف پذیری لایه‌ها را بهبود می‌بخشد [۶۸، ۶۹، ۷۰]. محتوای رطوبت مقدار ($16/32 \pm 0/05$ درصد) درصد در تیمار ۲۰۰ پی‌پی‌ام نسبتاً محدود در فیلم‌های تولید شده با عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان ممکن است به دلیل برهم‌کنش بین گروه‌های آمین و OH فیبر سبوس برنج و آنتوسیانین‌ها باشد که ممکن است برهم‌کنش فیبر سبوس برنج آب را محدود کند ترکیب و کمیت آنتوسیانین‌ها از عوامل اصلی در میزان رطوبت فیلم‌ها هستند [۷۱، ۷۲، ۷۳]. در پژوهشی سهانی (۲۰۲۱) خصوصیات نشاسته سیب‌زمینی شیرین بنفش مرتبط با آنتوسیانین و فیلم‌های شاخص pH مبتنی بر پوست بررسی شده گزارش شد که ضخامت، حلالیت در آب و درجه تورم فیلم‌ها با افزایش آنتوسیانین افزایش یافت [۷۴]. همچنین در پژوهش‌های پیشین بررسی شده که حضور آنتوسیانین تغییراتی در توانایی مکانیکی و اثرات رطوبت بر روی فیلم‌های تولید شده می‌گذارد که با پژوهش انجام شده مطابقت دارد [۷۵، ۷۶، ۷۷].

شده است. در غلظت‌های بالاتر، ویسکوزیته ممکن است افزایش یابد و این امر می‌تواند منجر به کاهش ضخامت فیلم در هنگام خشک شدن شود، زیرا فیلم به طور یکنواخت و نازک‌تر پخش می‌شود. وجود آنتوسیانین‌ها ممکن است پیوندهای هیدروژنی و برهم‌کنش‌های بین مولکولی را تقویت کند که می‌تواند بر ضخامت تأثیر بگذارد. در غلظت‌های خاص، این پیوندها می‌توانند به ساختار محکم‌تری منجر شوند و در نتیجه ضخامت فیلم را کاهش دهند [۷۱]. در بررسی رطوبت تفاوت معناداری بین تیمارها مشاهده شد ($p \leq 0/05$). با افزایش درصد عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، روند متغیری در میزان رطوبت مشاهده شد. بیشترین مقدار ($6/1 \pm 53/00$ درصد) در تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان و کمترین مقدار ($16/0 \pm 32/05$ درصد) در تیمار ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان مشاهده شد. در بررسی کدورت تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد و با افزایش درصد عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، روند کاهشی در میزان کدورت مشاهده شد. بین تیمارهای حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام و ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان تفاوت معناداری وجود نداشت ($p \leq 0/05$). آنتوسیانین با گروه‌های

Table 4. The results of the physicochemical characteristics of the film containing the color indicator of basil stem based on rice bran fiber.

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
density(g/mm ³)	1.114 ± 0.01 ^B	1.116 ± 0.01 ^B	1.139 ± 0.01 ^A	1.149 ± 0.01 ^A
Thickness (mm)	1.62 ± 0.02 ^A	1.67 ± 0.05 ^A	1.10 ± 0.05 ^B	1.70 ± 0.05 ^A
solubility (%)	28.39 ± 1.00 ^A	23.14 ± 1.00 ^C	24.47 ± 1.00 ^C	46.53 ± 1.00 ^A
Moisture (%)	19.29 ± 0.5 ^C	16.32 ± 0.5 ^B	17.69 ± 0.5 ^C	22.53 ± 1.00 ^A
Opacity (mm ⁻¹)	43.26 ± 1.00 ^A	22.45 ± 1.00 ^B	20.92 ± 1.00 ^B	18.34 ± 0.5 ^B

Different alphabets a,b indicates significant difference between groups. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton %+ 75 g Double distilled water)

در بررسی pH (جدول ۵) تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از تیمارها در طول دوره نگهداری مشاهده شد ($p \leq 0/05$). در طول مدت زمان نگهداری در تیمار کنترل و تیمار حاوی ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان روند pH افزایش داشت. مقدار این فاکتور در تیمارهای حاوی ۲۰۰

۳-۷- بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه‌های ماهی پوشش داده‌شده با فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج

به دلیل دنا توره شدن پروتئین منجر به آزاد شدن ترکیبات آمینه مانند آمین‌ها، دی‌متیل‌آمین و تری‌متیل‌آمین در طی تجزیه اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها است همچنین وجود ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی در فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سیوس برنج بر رشد باکتری های فساد تأثیر گذاشت و در نتیجه pH کاهش یافت [۷۸ و ۷۹]. **یو و همکاران (۲۰۲۲)** یک فیلم بسته بندی ماهی، کامپوزیتی آنتی باکتریال آنتوسیانین کونیاک گلوکومانان/کربوکسی متیل سلولز/انگور سیاه بررسی کردند و به خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی آنتوسیانین انگور سیاه پی بردند و اثر مهاری بر پاتوژن های منتقله از غذا دارد [۸۰].

پی‌پی‌ام و ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، در روز دهم کاهش و پس از آن افزایش یافته است. همچنین بین pH نمونه‌های تهیه شده در هر روز تفاوت معنی داری وجود داشت ($p \leq 0.05$). در طی دوره با افزایش مقدار عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار pH روند متغیر داشت. در روز تولید بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان بود. بیشترین مقدار (10.0 ± 0.05) در تیمار کنترل در روز سی‌ام و کمترین مقدار (6.90 ± 0.05) در تیمار حاوی ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در روز تولید مشاهده شد. افزایش pH در فیله‌های ماهی حاوی اندیکاتور به دلیل تولید دی اکسید کربنی از بافت ماهی در مقایسه با ماهی کنترل در شرایط معمولی کمتر بود افزایش pH در طول دوره نگهداری،

Table 5. Examining the pH of fish samples coated with a film containing basil stem color indicator based on rice bran fiber.

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
Film C	7.10 ± 0.05 ^{Cd}	8.30 ± 0.05 ^{Ac}	9.60 ± 0.05 ^{Ab}	10.30 ± 0.05 ^{Aa}
Film 1	7.40 ± 0.05 ^{Bc}	7.10 ± 0.05 ^{Dd}	8.30 ± 0.05 ^{Cb}	10.10 ± 0.05 ^{Ba}
Film 2	6.90 ± 0.05 ^{Dd}	7.80 ± 0.05 ^{Bc}	8.10 ± 0.05 ^{Db}	9.70 ± 0.05 ^{Ca}
Film 3	7.50 ± 0.05 ^{Ac}	7.20 ± 0.05 ^{Cd}	8.30 ± 0.05 ^{Bb}	8.70 ± 0.05 ^{Da}

The results are presented in the form of average standard deviation for each treatment, all experiments were done in three repetitions. In each column, the values with different uppercase letters and in each row the values with different lowercase letters have a significant difference at the 5% level. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

کمترین (۵/۰±۲۷/۵ درصد) در تیمار کنترل در روز سی‌ام و کمترین مقدار (۰/۰۱±۰/۰۱ درصد) در تیمار کنترل در روز اول مشاهده شد. میزان اسیدهای چرب آزاد با افزایش زمان نگهداری تا روز ۳۰ روند صعودی داشت. کاهش نهایی چربی در نمونه‌های اندازه‌گیری شده احتمالاً به دلیل اکسیداسیون چربی و تأثیر موثر فساد هیدرولیتیکی چربی و تبدیل آن به اسید های چرب آزاد می‌باشد. در پژوهش‌های پیشین اشاره شده است که افزودن عصاره‌های گیاهی به ماهی می‌تواند باعث کنترل روند افزایشی اسیدهای چرب آزاد در ماهی شود [۸۱ و ۸۲]. در مطالعه پیشین گزارش شده توانایی مهار رادیکال‌های آزاد یا کلاته‌کردن یون‌های فلزی توسط

۳-۸- اسید چرب FFA

در بررسی اسید چرب (جدول ۶) تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از تیمارها در همه دوره‌ها مشاهده شد ($p \leq 0.05$). مقدار این فاکتور با گذشت زمان (۱ تا ۳۰ روز) در تمامی تیمارها روند افزایشی داشت. همچنین بین میزان اسید چرب نمونه‌های تهیه شده در هر روز تفاوت معنی داری وجود داشت ($p \leq 0.05$). در روز تولید با افزایش مقدار عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار اسید چرب افزایش یافت. در سایر روزها با افزایش مقدار عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار اسید چرب روند متغیر داشت. بیشترین مقدار

ترکیبات فنلی عصاره‌ها را دلیل اثربخشی آن‌ها در کنترل اسیدهای چرب آزاد در ماهی تیمارشده با عصاره‌ی فنلی جلبک دریایی اعلام کردند.

Table 6. Fatty acid results of fish coated with rice bran fiber-based basil stem color indicator.

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
Film C	0.015 ± 0.001 ^{Dd}	2.43 ± 0.05 ^{Ac}	3.87 ± 0.05 ^{Bb}	5.27 ± 0.5 ^{Aa}
Film 1	1.32 ± 0.05 ^{Cd}	1.82 ± 0.05 ^{Bc}	2.37 ± 0.05 ^{Db}	4.65 ± 0.5 ^{ABa}
Film 2	1.45 ± 0.05 ^{Bb}	1.78 ± 0.05 ^{Bb}	3.98 ± 0.05 ^{Aa}	4.21 ± 0.5 ^{Ba}
Film 3	1.72 ± 0.05 ^{Ac}	1.81 ± 0.05 ^{Bc}	3.65 ± 0.05 ^{Cb}	4.54 ± 0.5 ^{ABa}

The results are presented in the form of average standard deviation for each of the treatments, all the experiments were done in three repetitions. In each column, the values with different uppercase letters and in each row the values with different lowercase letters have a significant difference at the 5% level. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

در روزهای اول و سی ام، به طور معنی داری کمتر از سایر روزها می‌باشد ($p \leq 0/05$). همچنین بین مقدار پروتئین نمونه‌های تهیه‌شده در روزهای اول، بیستم و سی‌ام تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p \leq 0/05$). بیشترین مقدار پروتئین در تیمار حاوی ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان به ترتیب در روزهای بیستم و سی‌ام مشاهده شد. در بررسی ازت فرار تام (جدول ۹) تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از تیمارها در همه دوره‌ها مشاهده شد ($p \leq 0/05$). مقدار این فاکتور با گذشت زمان (۱ تا ۳۰ روز) در تمامی تیمارها نسبت به روز تولید روند افزایشی داشت. در روز تولید با افزایش مقدار عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار ازت فرار تام کاهش یافت، ولی اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p \leq 0/05$). بین ازت فرار تام نمونه‌های تهیه‌شده در روزهای تولید، دهم و بیستم تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p \leq 0/05$). در روز سی‌ام اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد ($p \leq 0/05$). بیشترین مقدار پروتئین در تیمار حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در روز سی‌ام و کمترین مقدار ۱۱/۰۴ ± ۰/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در روز دهم مشاهده شد. و به طور موثری، تولید بازهای فرار

۹-۳-تری‌متیل‌آمین، پروتئین، ازت فرار تام

در بررسی تری‌متیل‌آمین (جدول ۷) تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از تیمارها در همه دوره‌ها مشاهده شد ($p \leq 0/05$). مقدار این فاکتور با گذشت زمان (۱ تا ۳۰ روز) در تیمار کنترل روند متغیر داشت. اما در سایر تیمارها، میزان تری‌متیل‌آمین در روز دهم کاهش و پس از آن افزایش یافت. همچنین بین میزان تری‌متیل‌آمین نمونه‌های تهیه‌شده در هر روز تفاوت معنی داری وجود داشت ($p \leq 0/05$). در روز تولید با افزایش مقدار عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، میزان تری‌متیل‌آمین به طور معنی داری افزایش یافته است ($p \leq 0/05$). بیشترین مقدار (۳/۳۱ ± ۰/۰۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار حاوی ۴ درصد آنتوسیانین ساقه ریحان در روز سی‌ام و کمترین مقدار (۰/۰۳ ± ۰/۰۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار حاوی ۶ درصد آنتوسیانین ساقه ریحان در روز دهم مشاهده شد. بین مقدار پروتئین (جدول ۸) در تیمار کنترل و تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در طول مدت زمان نگهداری، تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($p \leq 0/05$). اما در تیمار حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار پروتئین در روز دهم به طور معنی داری کمتر از سایر روزها می‌باشد ($p \leq 0/05$). در تیمار حاوی ۴۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان، مقدار پروتئین

معنی دار عصاره های مختلف گیاهی در کنترل شاخص کل نیتروژن بازی فرار محصولات دریایی اشاره شده است این داده ها مشابه یافته های مطالعات قبلی است، به این معنی که آزمایش نتایج محکمی را نشان می دهد [۸۵، ۸۶، ۸۷]. تری-متیل آمین بخش قابل توجهی از کل نیتروژن بازی فرار را تشکیل می دهد. تری-متیل آمین و اکسید تری متیل آمین با پاتوژن بیماری های غیرواگیر از جمله تصلب شرایین، سرطان ها و دیابت مرتبط هستند [۸۸].

نیتروژنی را کنترل می کند دامنه وسیعی از ترکیبات پایه ای فرار از جمله آمونیاک، متیل آمین، دی-متیل آمین، تری-متیل آمین و دیگر ترکیبات مشابه که در اثر فعالیت های میکروبی و آنزیمی تولید می شوند، تحت عنوان کل نیتروژن بازی فرار جهت نشان دادن فساد گوشت مورد استفاده قرار می گیرد [۸۳ و ۸۴]. شکل ۶ روند کل نیتروژن بازی فرار و تغییر رنگ سنسورهای فیلم حاوی نشانگر آنتوسیانین ساقه ریحان را نشان می دهد. در پژوهش های دیگری نیز، به اثر مثبت و

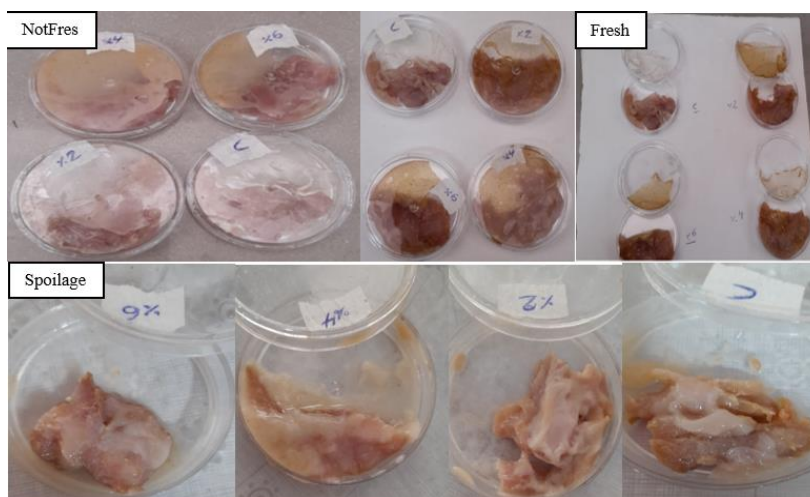


Figure 6. Color change of anthocyanin indicator extracted from basil stem on the freshness of lionfish (*Siganus commersonii*) at 4°C

کاداورین، اسپرمین، اسپرمیدین، تیرامین، تربیتامین) را در سطوح نسبتاً پایین محدود کرد [۸۹]. تغییرات شیمیایی مشابهی در ماهی ها پس از مرگ مشاهده شده است. تاخیر و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی اثرات مثبت آنتوسیانین را بر روی گوشت و استفاده آنها به عنوان نشانگر و مهار اثرات منفی گزارش شده [۹۰]، که با مطالعات حاضر مطابقت دارد.

یافته های این مطالعه با نتایج هیو و همکاران (۲۰۲۳) که مهار اکسیداسیون لیپید، تخریب پروتئین و تجمع آمین بیوژنیک در ماهی پس از مرگ با لایه های لعاب عملکردی پلیمر زیستی اصلاح شده را مطالعه کردند، مشخص کرد که ذخیره سازی لعاب، تغییر درجه فساد منعکس شده پپتیدهای محلول و کل نیتروژن بازی فرار را مهار کرد. لعاب همچنین محتویات بیوژنیک آمین های اصلی (هیستامین، پوترسین،

Table 7. The results of trimethylamine changes of fish coated with a film containing basil stem color marker based on rice bran fiber

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
Control	0.59 ± 0.05 Cb	1.15 ± 0.02 Bc	0.71 ± 0.05 Da	0.06 ± 0.01 Dd
Film 1	2.43 ± 0.05 Bb	0.25 ± 0.02 Ad	1.65 ± 0.05 Cc	2.54 ± 0.05 Ca
Film2	2.34 ± 0.05 Bb	0.12 ± 0.02 Bd	2.24 ± 0.05 Bc	3.31 ± 0.05 Aa
Film3	2.56 ± 0.05 Ab	0.03 ± 0.01 Cc	2.54 ± 0.05 Ab	2.97 ± 0.05 Ba

The results are presented in the form of average standard deviation for each of the treatments, all the experiments were done in three repetitions. In each column, the values with different uppercase letters and in each row the values with different lowercase letters have a significant difference at the 5% level. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm

Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton %+ 75 g Double distilled water)

Table 8. The results of protein changes of fish coated with a film containing basil stem color marker based on rice bran fiber

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
Film C	20.32 ± 1.00 ^{Aa}	21.34 ± 1.00 ^{ABa}	20.74 ± 1.00 ^{Aa}	20.54 ± 1.00 ^{Aa}
Film 1	21.32 ± 1.00 ^{Aa}	19.32 ± 1.00 ^{Cb}	21.47 ± 1.00 ^{Aa}	21.16 ± 1.00 ^{Aa}
Film 2	20.32 ± 1.00 ^{Ab}	22.34 ± 1.00 ^{Aa}	22.43 ± 1.00 ^{Aa}	19.15 ± 0.5 ^{Ab}
Film 3	20.16 ± 1.00 ^{Aa}	20.45 ± 1.00 ^{BCa}	21.27 ± 1.00 ^{Aa}	20.47 ± 1.00 ^{Aa}

The results are presented in the form of average standard deviation for each of the treatments, all the experiments were done in three repetitions. In each column, the values with different uppercase letters and in each row the values with different lowercase letters have a significant difference at the 5% level. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton %+ 75 g Double distilled water)

Table 9. The results of changes in volatile nitrogen of whole fish coated with a film containing basil stem color marker based on rice bran fiber

Treatment	Day 1	Day10	Day20	Day30
Film C	11.01 ± 0.5	11.3 ± 0.5 ^{Ab}	14.45 ± 0.5 ^{Ab}	12.43 ± 0.5 ^{BCa}
Film 1	11.06 ± 0.5 ^{Ac}	11.2 ± 0.5 ^{Ac}	12.65 ± 0.5 ^{Ab}	14.81 ± 0.5 ^{Aa}
Film 2	11.06 ± 0.5 ^{Ac}	11.11 ± 0.5 ^{Ac}	12.24 ± 0.5 ^{Ab}	13.5 ± 0.5 ^{Ba}
Film 3	11.06 ± 0.5 ^{Ab}	11.04 ± 0.5 ^{Ab}	12.32 ± 0.5 ^{Aa}	13.09 ± 0.5 ^{Ca}

The results are presented in the form of average standard deviation for each of the treatments, all the experiments were done in three repetitions. In each column, the values with different uppercase letters and in each row the values with different lowercase letters have a significant difference at the 5% level. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton %+ 75 g Double distilled water)

گروه فنیل در ساختارش به راحتی به صورت رادیکال درآمده

و در واقع منبع رادیکال آزاد می‌باشد [۹۱]. طبق شکل (۷)

در بررسی میزان آنتی‌اکسیدان تفاوت معناداری بین نتایج

حاصل از تیمارها در همه دوره‌ها مشاهده شد ($p \leq 0.05$).

مقدار این فاکتور با گذشت زمان (۱ تا ۳۰ روز) در تیمار

حاوی ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان روند

متغییر داشت. اما در تیمار کنترل و تیمارهای حاوی ۲۰۰

پی‌پی‌ام عصاره و ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه

ریحان، میزان آنتی‌اکسیدان در روز دهم افزایش و پس از آن

کاهش یافته است. همچنین بین میزان آنتی‌اکسیدان نمونه‌های

تهیه‌شده در هر روز تفاوت معنی‌داری وجود داشت

($p \leq 0.05$). در تمامی روزها با افزایش مقدار آنتوسیانین ساقه

۱۰-۳- بررسی نتایج خصوصیات آنتی‌اکسیدانی نمونه-

های ماهی

بررسی نتایج میزان آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کامپوزیت‌های فیلم نقش مهمی در

بسته‌بندی مواد غذایی ایفا می‌کند استفاده از ترکیبات آنتی-

اکسیدانی طبیعی در خود ماده غذایی و همچنین در بسته‌بندی

مواد غذایی موجب افزایش قابلیت نگهداری مواد غذایی

می‌شود. در ادامه اثر آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش اندازه-

گیری کاهش ظرفیت رادیکالی به کمک رادیکال ۲.۲ - دی

فنیل - ۱ - پیکریل هیدرازیل DPPH مورد ارزیابی قرار

گرفت. DPPH ترکیبی است بنفش رنگ که به دلیل حضور

بر پایه فیبر سبوس برنج بر حفظ مقدار بیشتری از ترکیبات نانومولسیون‌های آنتوسیانین ساقه ریحان نسبت به مقدار کمتر از ترکیبات نانومولسیون‌های آنتوسیانین ساقه ریحان طی دوره نگهداری نمونه مشاهده شد. نتایج نشان داد در شرایط آزمایشگاهی قدرت آنتی‌اکسیدانی با محتوای فنولیک کل رابطه مستقیم دارد [۹۲ و ۹۳].

ریحان، میزان آنتی‌اکسیدان افزایش یافته است. بیشترین مقدار آنتوسیانین ساقه ریحان در تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در روز دهم و کمترین مقدار شد. تفاوت معنی‌دار در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اثر مثبت پوشش‌دهی ماهی، از فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان

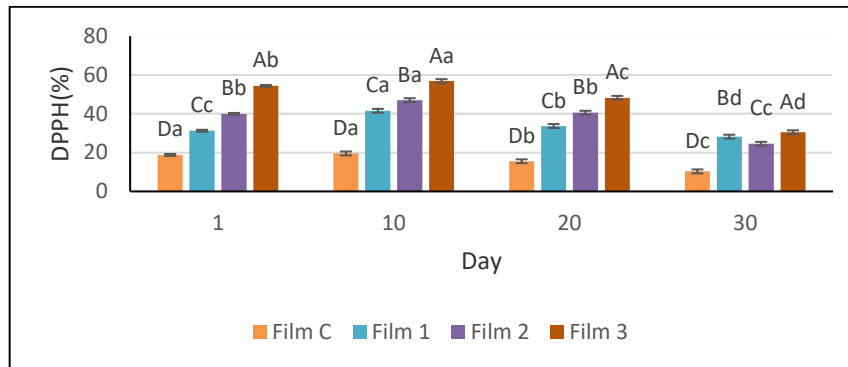


Figure 7. Comparison of antioxidant changes of fish coated with a film containing basil stem color marker based on rice bran fiber. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

مقدار (۰/۲۴±۰/۵۰ درصد) در تیمار حاوی ۶۰۰ پی‌پی‌ام عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان در روز اول مشاهده شد. تیوباریتوریک اسید به عنوان شاخص میزان اکسیداسیون ثانویه چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد. که طی این مرحله، پراکسیدها به موادی مثل آلدئیدها و کتون‌ها اکسید می‌شوند. ترکیبات زیست فعال عصاره‌ی ساقه ریحان (مانند فلاونوئیدها، ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها) به طور مؤثری می‌توانند اکسایش چربی در فیله‌ی ماهی را به تأخیر بیندازند [۹۵ و ۹۶]. مطالعه‌ی از بهرامی فریدونی و خادم شیرمستی (۲۰۲۰) تاثیر عصاره چای ترش نانوکپسوله‌شده (*L. Hibiscus sabdariffa*) با کربوکسی‌متیل سلولز بر کیفیت و ماندگاری ناگت مرغ سپس مقادیر نیتروژن کل فرار، اسید تیوباریتوریک در تیمارهای نگهداری شده در یخچال به مدت ۹ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عصاره چای ترش خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و پوشش عصاره باعث افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی آن به عنوان قطعه حاوی ۱۰۰ پی‌پی‌ام عصاره چای ترش نانوکپسوله شده با

۳-۱۱- بررسی تغییرات تیوباریتوریک اسید مالون‌دی‌آلدئید به وجود آمده در اثر اکسیداسیون می‌تواند با سایر ترکیبات فیله ماهی نظیر نوکلوتیک اسید، فسفولپیدها، نوکلوتوئیدها، پروتئین‌ها، آمینواسیدها و سایر ترکیبات آلدئیدی وارد واکنش گردد. افزایش شاخص تیوباریتوریک اسید در طول ذخیره‌سازی به اکسیداسیون لیپید، تولید متابولیت‌های فرار و هیدروژناسیون بافت نسبت داده می‌شود [۶۱ و ۹۴]. در بررسی تیوباریتوریک اسید در شکل ۸ تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از تیمارها در همه دوره‌ها مشاهده شد ($p \leq 0/05$). مقدار این فاکتور با گذشت زمان (۱ تا ۳۰ روز) در تمامی تیمارها روند افزایشی داشت. همچنین بین تیوباریتوریک اسید نمونه‌های تهیه‌شده در هر روز تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0/05$). در روز تولید مقدار تیوباریتوریک اسید در تیمارهای حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج، به طور معنی‌داری کمتر از تیمار کنترل می‌باشد ($p \leq 0/05$). بیشترین مقدار (۶/۰±۷/۵۰ درصد) در تیمار کنترل در روز سی‌ام و کمترین

کربوکسی متیل سلولز می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در گوشت و فرآورده‌های گوشتی و دریایی استفاده شود [۲۹].

کربوکسی متیل سلولز باعث تاخیر در فساد اکسیداتیو و تغییرات ارگانولپتیک ناگت مرغ شد. بنابراین به نظر می‌رسد که عصاره آنتوسیانین ساقه ریحان نانوکپسوله شده با

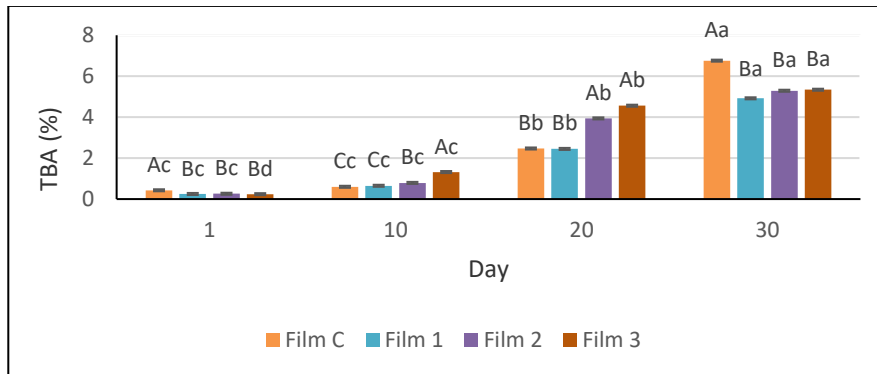


Figure 8. Comparison of changes in thiobarbitonic acid of fish coated with a film containing basil stem color marker based on rice bran fiber. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol +10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

۱ تا ۳۰ روز است. پیک‌های مربوط به خمش‌های خارج صفحه‌ای پیوندهای H-C در حلقه‌های بنزنی در طول موج ۷۲۲ بر سانتی‌متر با ارتعاشات خارج از صفحه‌ای H-N نشان دهنده نانومولسیون ترکیبات فیبر سبوس برنج از آنتوسیانین ساقه ریحان است [۵ و ۹۷]. علاوه بر این، گزارش شده است که محدوده طول موج‌های ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ بر سانتی‌متر به منطقه طیفی آمید و همچنین به ساختار ثانویه پروتئین‌ها اختصاص داده شده است که عمدتاً نتیجه کشش پیوندها در C=O ساختارهای پپتیدی است. پیک‌های دیگر در طول موج‌های ۱۰۲۰، ۱۲۳۸، و ۲۹۳۲ بر سانتی‌متر ممکن است به پیوندهای تک کربن-هیدروژن و کربن-اکسیژن نسبت داده شوند. پیک در محدوده در طول موج ۱۰۳۱ بر سانتی‌متر نیز به پیوند ارتعاشی کششی ساختار C-O-C نسبت داده می‌شود [۴۰]. طبق نمودارهای گروه‌های عاملی در ماهی‌های پوشش داده شده از اندیکاتور از فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج نشان می‌دهد که در روز صفر حذف کربنیل در آنتوسیانین ساقه ریحان و پهن شدن باند هیدروکسیل OH کمی اسیدی‌تر شدن محیط است اما در نواحی طول موج کم سیستم حالت اسیدی‌تر گرفته است. علاوه بر این، خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره آنتوسیانین ساقه

۱۲-۳-طیف‌سنجی FTIR

طیف‌سنجی FTIR ماهی پوشش داده شده حاوی اندیکاتور آنتوسیانین از فیلم حاوی نشانگر رنگی ساقه ریحان بر پایه فیبر سبوس برنج در محدوده ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ بر سانتی‌متر در شکل ۹ نشان داده شده است. پیک‌های در محدوده طول موج‌های ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ بر سانتی‌متر نشان دهنده پیوندهای OH در کربوکسیلیک اسید و پیوندهای کششی آزاد OH است. ارتعاشات کششی OH پیوندهای هیدروژنی بین یا درون مولکولی را نشان می‌دهد پیک‌های طول موج‌های ۲۸۰۰ تا ۳۰۰۰ بر سانتی‌متر مربوط به -NCH و -CH₂ ارتعاشات خمشی و کششی آلکان‌ها و آلکن‌ها هستند. باندهای معمولی اختصاص داده شده به سلولز در ناحیه طول موج‌های ۹۰۰ تا ۱۶۳۰ بر سانتی‌متر قابل مشاهده است. باند جذبی در محدوده طول موج ۸۹۷ بر سانتی‌متر مربوط به پیوندهای اتری واحدهای گلوکز در سلولز است. پهنای باند در محدوده طول موج‌های ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ بر سانتی‌متر به کشش ارتعاشی گروه‌های هیدروکسیل مربوط می‌شود که نشان‌دهنده احتباس آب و توانایی پیوند هیدروژنی در پلی-ساکاریدها است و مانع از افزایش فساد ماهی در طول دوره

ریحان و ترکیبات فنلی مانند کارواکرول، تیمول و مشتقات متیل اتر، از شروع واکنش های زنجیره ای رادیکال های آزاد جلوگیری می کند و در نتیجه کاهش می یابد [۹۸ و ۹۹].

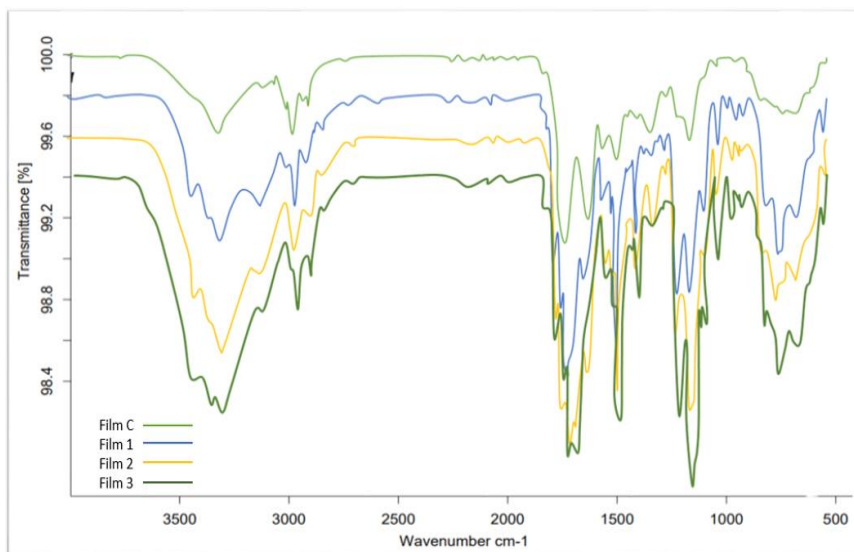


Figure 9. Spectrometry FTIR of coated fish containing anthocyanin indicator from the film containing basil stem color indicator based on rice bran fiber. (Film C (control): 0.2 gr of CMC + 0.75% Glycerol + 75 gr double distilled water, Film 1: Rice bran fiber 100ppm+ 200ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC + 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 2: Rice bran fiber 100ppm+ 400ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water, Film 3: Rice bran fiber 100ppm+ 600ppm Basil stem anthocyanin extract encapsulated+ 0.2 g CMC+ 0.75 % Glycerol+ 10 Stock cmc souton % + 75 g Double distilled water)

افزایش ماندگاری در بازه زمانی زیر ده روز تفاوت

چشمگیری با نمونه شاهد نداشت. فیلم خوراکی بر پایه فیبر سیوس گندم همراه با آنتوسیانین ساقه ریحان تهیه شده از نظر رنگ ظاهری شفاف و میزان قابل قبولی از استحکام کششی، میزان حلاطیت و رطوبت بالایی داشت. بنابراین می-تواند مواد غذایی را بپوشاند و ماندگاری آنها را افزایش دهد. فعالیت آنتی اکسیدانی فیلم با ترکیب آنتوسیانین ساقه ریحان به صورت معناداری نسبت به کنترل افزایش داشت. فیلم های زیست تخریب پذیر مبتنی بر ترکیب آنتوسیانین ساقه ریحان می توانند به عنوان یک ماده بسته بندی مطمئن با قابلیت مهار رادیکال آزاد در مواد غذایی مورد بهره برداری قرار گیرند. استفاده از بسته بندی های هوشمند که شامل نشانگرهای رنگی بر پایه عصاره های طبیعی (مانند آنتوسیانین ها از ساقه ریحان) هستند، می تواند یک راهکار مؤثر برای پایش کیفیت و فساد ماهی شیر باشد. این نشانگرها به طور دقیق و سریع تغییرات کیفیت را نشان می دهند و

۴- نتیجه گیری

عصاره آنتوسیانین از ساقه ریحان استخراج شده دارای مقادیر مناسبی ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و آنتوسیانینی است و به همین دلیل دارای خاصیت ضد اکسایشی است. ضمن اینکه این ترکیبات فنلی می توانند خاصیت ضد میکروبی نیز از خود نشان دهند. استفاده از این عصاره موجب بهبود ماندگاری فیله های ماهی شیر شد. همانطور که مشخص است شاخص-های مختلف زمان ماندگاری متفاوتی را برای ماهی نشان می دهند. همین امر نشان می دهد تکیه بر یک شاخص کیفی برای تشخیص سلامت و کیفیت ماهی چندان نمی تواند اطمینان بخش باشد. اندازه گیری هم زمان شاخص شیمیایی (به ویژه تیوباریوتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار کل) در کنار برآورد کیفیت میکروبی می تواند دید تقریباً مناسبی از کیفیت و سلامت ماهی ارائه کند. در مجموع، اگرچه تیمار حاوی عصاره نانومولسیون عصاره آنتوسیانین بیشترین ماندگاری را برای فیله ماهی شیر به ارمغان آورد اما این

کنند. استفاده از عصاره‌های طبیعی در نشانگرها، ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان را تضمین می‌کند و به کاهش استفاده از مواد شیمیایی مضره کمک می‌کند. با به کارگیری این نوع بسته‌بندی، می‌توان عمر مفید محصولات دریایی را افزایش داد و ضایعات غذایی را کاهش داد.

می‌توانند به مصرف‌کنندگان و توزیع‌کنندگان کمک کنند تا از وضعیت تازه بودن محصول مطلع شوند. نشانگرهای رنگی می‌توانند به سرعت تغییر رنگ دهند و نشان‌دهنده فساد یا کاهش کیفیت ماهی باشند. این امر به مصرف‌کنندگان کمک می‌کند تا از خرید محصولات با کیفیت پایین جلوگیری

ه-منابع

- [1] Hoolihan, J.P., Anandh, P., Herwerden, L.V. (2006). Mitochondrial DNA analysis of narrow barred Spanish ackerel (*Scomberomorus commerson*) suggests a single genetic stock in the ROPME sea area (Arabian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea). *ICES Journal of Marine Science.*, 63, 1066 - 1074.
- [2] Arora, M., Mangipudi, P., & Dutta, M. K. (2022). A low-cost imaging framework for freshness evaluation from multifocal fish tissues. *Journal of Food Engineering.*, 314, 110777.
- [3] Omwange, K. A., Saito, Y., Zichen, H., Khaliduzzaman, A., Kuramoto, M., Ogawa, Y., Kondo, N., & Suzuki, T. (2021). Evaluating Japanese dace (*Tribolodon hakonensis*) fish freshness during storage using multispectral images from visible and UV excited fluorescence. *LWT.*, 151, 112207.
- [4] Tongnuanchan, P., Benjakul, S., & Prodpran, T. (2014). Comparative studies on properties and antioxidative activity of fish skin gelatin films incorporated with essential oils from various sources. *International Aquatic Research.*, 6, 1-12.
- [5] Ghiasi, F., Golmakani, M.-T., Eskandari, M. H., & Hosseini, S. M. H. (2020). A new approach in the hydrophobic modification of polysaccharide-based edible films using structured oil nanoparticles. *Industrial Crops and Products.*, 154, 112679.
- [6] Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & nutrition research.*
- [7] Chandrasekhar, J., Madhusudhan, M., & Raghavarao, K. (2012). Extraction of anthocyanins from red cabbage and purification using adsorption. *Food and bioproducts processing.*, 90(4), 615-623.
- [8] Andrade, J. K. S., Denadai, M., de Oliveira, C. S., Nunes, M. L., & Narain, N. (2017). Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity of brown, green and red propolis from Brazilian northeast region. *Food Research International.*, 101, 129-138.
- [9] Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in biotechnology.*, 34(1), 58-69.
- [10] Despoudi, S., Bucatariu, C., Otles, S., & Kartal, C. (2021). Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In *Food waste recovery* (pp. 3-19). Elsevier.
- [11] Fernandes, F., Pereira, E., Cirić, A., Soković, M., Calhelha, R. C., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2019). *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* leaves (red rubin basil): A source of bioactive compounds and natural pigments for the food industry. *Food & Function.*, 10(6), 3161-3171.
- [12] Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of Basil (*Ocimum basilicum*): A review. *International Journal of Food Properties.*, 23(1), 1961-1970.
- [13] Gul, K., Yousuf, B., Singh, A., Singh, P., & Wani, A. A. (2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre.*, 6(1), 24-30.
- [14] Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Khan, S. H. (2014). Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical reviews in food science and nutrition.*, 54(6), 807-816.
- [15] Aswathanarayan, J. B., & Vittal, R. R. (2019). Nanoemulsions and their potential applications in food industry. *Frontiers in Sustainable Food Systems.*, 3, 95.
- [16] Ozogul, Y., Karsli, G. T., Durmuş, M., Yazgan, H., Oztop, H. M., McClements, D. J., & Ozogul, F. (2022). Recent developments in industrial applications of nanoemulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 304., 102685.
- [17] Musso, Y. S., Salgado, P. R., & Mauri, A. N. (2019). Smart gelatin films prepared using red cabbage (*Brassica oleracea* L.) extracts as solvent. *Food Hydrocolloids.*, 89, 674-681.
- [18] Mohamed, S. A., El-Sakhawy, M., & El-Sakhawy, M. A.-M. (2020). Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A review. *Carbohydrate polymers.*, 238, 116178.
- [19] López-Torres, J., Hernández-Caba, K., Cervantes-Ganoza, L., Ladera-Castañeda, M., Martínez-Campos, R., Solís-Dante, F., Briceño-Vergel, G., & Cayo-Rojas, C. (2023). Microleakage of Class II Bulk-Fill Resin Composite Restorations Cured with Light-Emitting Diode versus Quartz Tungsten-Halogen Light: An In Vitro Study in Human Teeth. *Biomedicine*, 11(2), 556.
- [20] Jiang, G., Hou, X., Zeng, X., Zhang, C., Wu, H., Shen, G., Li, S., Luo, Q., Li, M., & Liu, X. (2020).

- Preparation and characterization of indicator films from carboxymethyl-cellulose/starch and purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) lam) anthocyanins for monitoring fish freshness. *International journal of biological macromolecules.*, 143, 359-372.
- [21] Wen, Y., Niu, M., Zhang, B., Zhao, S., & Xiong, S. (2017). Structural characteristics and functional properties of rice bran dietary fiber modified by enzymatic and enzyme-micronization treatments. *LWT.*, 75, 344-351.
- [22] Liu, Y., Zhang, H., Yi, C., Quan, K., & Lin, B. (2021). Chemical composition, structure, physicochemical and functional properties of rice bran dietary fiber modified by cellulase treatment. *Food Chemistry.*, 342, 128352.
- [23] Kim, J. E., Kim, S. M., Lee, K. Y., Kim, K. D., Lee, J. H., Jang, E. H., & Ham, J. G. (2022). Genetic Characteristics and Anthocyanin Content of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Proceedings of the Korean Society of Crop Science Conference*,
- [24] Ahmed, A. F., Attia, F. A., Liu, Z., Li, C., Wei, J., & Kang, W. (2019). Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 299-305.
- [25] Teofilović, B., Grujić-Letić, N., Goločorbin-Kon, S., Stojanović, S., Vastag, G., & Gadžurić, S. (2017). Experimental and chemometric study of antioxidant capacity of basil (*Ocimum basilicum*) extracts. *Industrial Crops and Products*, 100., 176-182.
- [26] Guan, Q., & Wang, M. (2021). Core-shell structured theranostics. *Nano Life*, 11(04), 214100. 4 .
- [27] Yang, Y., Yu, X., Zhu, Y., Zeng, Y., Fang, C., Liu, Y., Hu, S., Ge, Y., & Jiang, W. (2022). Preparation and application of a colorimetric film based on sodium alginate/sodium carboxymethyl cellulose incorporated with rose anthocyanins. *Food Chemistry.*, 393, 133342.
- [28] Liu, D., Cui, Z., Shang, M., & Zhong, Y. (2021). A colorimetric film based on polyvinyl alcohol/sodium carboxymethyl cellulose incorporated with red cabbage anthocyanin for monitoring pork freshness. *Food Packaging and Shelf Life.*, 28, 100641.
- [29] Bahrami Feridoni, S., & Khademi Shurmasti, D. (2020). Effect of the nanoencapsulated sour tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nugget. *Food Science & Nutrition*, 8(7), 3704-3715.
- [30] Tabari, M. (2018). Characterization of a new biodegradable edible film based on Sago Starch loaded with Carboxymethyl Cellulose nanoparticles. *Nanomedicine Research Journal.*, 3(1), 25-30.
- [31] Silva, O. A., Pellá, M. G., Pellá, M. G., Caetano, J., Simões, M. R., Bittencourt, P. R., & Dragunski, D. C. (2019). Synthesis and characterization of a low solubility edible film based on native cassava starch. *International journal of biological macromolecules.*, 128, 290-296.
- [32] Acevedo-Fani, A., Salvia-Trujillo, L., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2015). Modulating biopolymer electrical charge to optimize the assembly of edible multilayer nanofilms by the layer-by-layer technique. *Biomacromolecules*, 16(9), 2895-2903.
- [33] Zhao, R., Guan, W., Zhou, X., Lao, M., & Cai, L. (2022). The physicochemical and preservation properties of anthocyanidin/chitosan nanocomposite-based edible films containing cinnamon-perilla essential oil pickering nanoemulsions. *LWT.*, 153, 112506.
- [34] Umaraw, P., Munekata, P. E., Verma, A. K., Barba, F. J., Singh, V., Kumar, P., & Lorenzo, J. M. (2020). Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. *Trends in Food Science & Technology.*, 98, 10-24.
- [35] Ekrami, M., Roshani-Dehlaghi, N., Ekrami, A., Shakouri, M., & Emam-Djomeh, Z. (2022). pH-Responsive Color Indicator of Saffron (*Crocus sativus* L.) Anthocyanin-Activated Salep Mucilage Edible Film for Real-Time Monitoring of Fish Fillet Freshness. *Chemistry*, 4(4), 1360-1381.
- [36] Wang, P., Liu, J., Zhuang, Y., & Fei, P. (2022). Acylating blueberry anthocyanins with fatty acids: Improvement of their lipid solubility and antioxidant activities. *Food Chemistry: X.*, 100420,15.
- [37] Homayounpour, P., Shariatifar, N., & Alizadeh-Sani, M. (2021). Development of nanochitosan-based active packaging films containing free and nanoliposome caraway (*Carum carvi* L.) seed extract. *Food Science & Nutrition*, 9(1), 553-563.
- [38] Pabast, M., Shariatifar, N., Beikzadeh, S., & Jahed, G. (2018). Effects of chitosan coatings incorporating with free or nano-encapsulated Satureja plant essential oil on quality characteristics of lamb meat. *Food Control.*, 91, 185-192.
- [39] Johnson, J. B., El Orche, A., & Naiker, M. (2022). Prediction of anthocyanin content and variety in plum extracts using ATR-FTIR spectroscopy and chemometrics. *Vibrational Spectroscopy.*, 121, 103406.
- [40] Khezerlou, A., Alizadeh Sani, M., Tavassoli, M., Abedi-Firoozjah, R., Ehsani, A., & McClements, D. J. (2023). Halochromic (pH-Responsive) indicators based on natural anthocyanins for monitoring fish freshness/spoilage. *Journal of Composites Science.*, 143, (4),7.
- [41] Nogueira, G. F., Meneghetti, B. B., Soares, I. H. B. T., Soares, C. T., Bevilacqua, G., Fakhouri, F. M., & de Oliveira, R. A. (2024). Multipurpose arrowroot starch films with anthocyanin-rich grape pomace extract: Color migration for food simulants and monitoring the freshness of fish meat. *International journal of biological macromolecules*, 265, 130934.
- [42] Koshy, R. R., Reghunadhan, A., Mary, S. K., Thomas, K., Ajish, K., Thomas, S., & Pothen, L. A.

- (2022). Intelligent pH-sensitive films from whole arrowroot powder and soy protein isolate incorporating red cabbage anthocyanin: Monitoring freshness of shrimps and ammonia in fish farming ponds. *New Journal of Chemistry.*, 46(19), 9036-9047
- [43] Tena ,N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants.*, 9(5), 451.
- [44] Garcia, C., & Blesso, C. N. (2021). Antioxidant properties of anthocyanins and their mechanism of action in atherosclerosis. *Free Radical Biology and Medicine.*, 172, 152-166.
- [45] Flanigan, P. M., & Niemeyer, E. D. (2014). Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food Chemistry.*, 164, 518-526.
- [46] Chua, L. S., Abd Wahab, N. S., & Soo, J. (2023). Water soluble phenolics, flavonoids and anthocyanins extracted from jaboticaba berries using maceration with ultrasonic pretreatment. *Food Chemistry Advances.*, 3, 100387.
- [47] Boulekbache-Makhlouf, L., Medouni, L., Medouni-Adrar, S., Arkoub, L., & Madani, K. (2013). Effect of solvents extraction on phenolic content and antioxidant activity of the byproduct of eggplant. *Industrial Crops and Products*, 49., 668-674.
- [48] Peanparkdee, M., Patrawart, J., & Iwamoto, S. (2019). Effect of extraction conditions on phenolic content, anthocyanin content and antioxidant activity of bran extracts from Thai rice cultivars. *Journal of cereal science.*, 86, 86-91.
- [49] Wang, W., Jung, J., Tomasino, E., & Zhao, Y. (2016). Optimization of solvent and ultrasound-assisted extraction for different anthocyanin rich fruit and their effects on anthocyanin compositions. *LWT-Food Science and Technology.*, 72, 229-238.
- [50] Samad, M. A., Hashim, S. H., Simarani, K., & Yaacob, J. S. (2016). Antibacterial properties and effects of fruit chilling and extract storage on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of four date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars. *Molecules.*, 21(4), 419.
- [51] Bendokas, V., Stanys, V., Mažeikienė, I., Trumbeckaite, S., Baniene, R., & Liobikas, J. (2020). Anthocyanins: From the Field to the Antioxidants in the Body. *Antioxidants.*, 9(9), 819.
- [52] Turturică, M., Oancea, A. M., Râpeanu, G., & Bahrim, G. (2015). Anthocyanins: Naturally occurring fruit pigments with functional properties. *The Annals of the University Dunarea De Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology.*, 39(1), 9-24.
- [53] Gahruie, H. H., Mirzapour, A., Ghiasi, F., Eskandari, M. H., Moosavi-Nasab, M., & Hosseini, S. M. H. (2022). Development and characterization of gelatin and Persian gum composite edible films through complex coacervation. *LWT.*, 153, 112422.
- [54] Farooq, S., Shah, M. A., Siddiqui, M. W., Dar, B., Mir, S. A., & Ali, A. (2020). Recent trends in extraction techniques of anthocyanins from plant materials. *Journal of Food Measurement and Characterization.*, 14, 3508-3519.
- [55] Bhushan, B., Bibwe, B., Pal, A., Mahawar, M. K., Dagla, M. C., Yathish, K., Jat, B. S., Kumar, P., Aggarwal, S. K., & Singh, A. (2023). FTIR spectra, antioxidant capacity and degradation kinetics of maize anthocyanin extract under variable process conditions. *Applied Food Research.*, 3(1), 100282.
- [56] Türker, D. A., & Doğan, M. (2021). Application of deep eutectic solvents as a green and biodegradable media for extraction of anthocyanin from black carrots. *LWT*, 138, 110775.
- [58] Shi, S., Xu, X., Feng, J., Ren, Y., Bai, X., & Xia, X. (2023). Preparation of NH₃-and H₂S-sensitive intelligent pH indicator film from sodium alginate/black soybean seed coat anthocyanins and its use in monitoring meat freshness. *Food Packaging and Shelf Life.*, 35, 100994.
- [59] Zhang, H., Li, S., Zheng, H., Han, Z., Lin, B., Wang, Y., Guo, X., Zhou, T., Zhang, H., & Wu, J. (2023). A visual color response test paper for the detection of hydrogen sulfide gas in the air. *Molecules.*, 28(13), 5044.
- [60] Ameri, M., Ajji, A., & Kessler, S. (2024). Characterization of a Food-Safe Colorimetric Indicator Based on Black Rice Anthocyanin/PET Films for Visual Analysis of Fish Spoilage. *Packaging Technology and Science.*
- [61] Ranjbar, M., Tabrizad, M. H. A., Asadi, G., & Ahari, H. (2023). Investigating the microbial properties of sodium alginate/chitosan edible film containing red beetroot anthocyanin extract for smart packaging in chicken fillet as a pH indicator. *Heliyon.*, 9(8).
- [62] Bitencourt, C. M., Fávoro-Trindade, C. S., Sobral, P. J. d. A., & Carvalho, R. A. d. (2014). Gelatin-based films additivated with curcuma ethanol extract: Antioxidant activity and physical properties of films. *Food Hydrocolloids.*, 40, 145-152.
- [63] Rawdkuen ,S., Faseha, A., Benjakul, S., & Kaewprachu, P. (2020). Application of anthocyanin as a color indicator in gelatin films. *Food Bioscience.*, 36, 100603.
- [64] Erna, K. H., Felicia, W. X. L., Vonnice, J. M., Rovina, K., Yin, K. W., & Nur'Aqilah, M. N. (2022). Synthesis and physicochemical characterization of polymer film-based anthocyanin and starch. *Biosensors.*, 12(4), 211.
- [65] Wang, S., Marcone, M., Barbut, S., & Lim, L. T. (2012). The impact of anthocyanin-rich red raspberry extract (ARRE) on the properties of edible soy protein isolate (SPI) films. *Journal of Food Science.*, 77(4), C497-C505.
- [66] Yong, H., & Liu, J. (2020). Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and

intelligent packaging films. *Food Packaging and Shelf Life.*, 26, 100550.

[67] Shivangi, S., Dorairaj, D., Negi, P. S., & Shetty, N. P. (2021). Development and characterisation of a pectin-based edible film that contains mulberry leaf extract and its bio-active components. *Food Hydrocolloids.*, 1.107046,21.

[68] Stoll, L., Costa, T. M. H., Jablonski, A., Flôres, S. H., & de Oliveira Rios, A. (2016). Microencapsulation of anthocyanins with different wall materials and its application in active biodegradable films. *Food and Bioprocess Technology.*, 9, 172-181.

[69] Roy, S., Kim, H.-J., & Rhim, J.-W. (2021). Effect of blended colorants of anthocyanin and shikonin on carboxymethyl cellulose/agar-based smart packaging film. *International journal of biological macromolecules.*, 183, 305-315.

[70] Cheng, M., Yan, X., Cui, Y., Han, M., Wang, Y., Wang, J., Zhang, R., & Wang, X. (2022). Characterization and release kinetics study of active packaging films based on modified starch and red cabbage anthocyanin extract. *Polymers.*, 14(6), 1214.

[71] Zhang, X., Liu, Y., Yong, H., Qin, Y., Liu, J., & Liu, J. (2019). Development of multifunctional food packaging films based on chitosan, TiO₂ nanoparticles and anthocyanin-rich black plum peel extract. *Food Hydrocolloids.*, 94, 80-92.

[72] de Oliveira Filho, J. G., Braga, A. R. C., de Oliveira, B. R., Gomes, F. P., Moreira, V. L., Pereira, V. A. C., & Egea, M. B. (2021). The potential of anthocyanins in smart, active, and bioactive eco-friendly polymer-based films: A review. *Food Research International.*, 142, 110202.

[73] Yan, J., Zhang, H., Yuan, M., Qin, Y., & Chen, H. (2022). Effects of anthocyanin-rich *Kadsura coccinea* extract on the physical, antioxidant, and pH-sensitive properties of biodegradable film. *Food Biophysics.*, 17(3), 375-385.

[74] Sohany, M., Tawakkal, I. S. M. A., Ariffin, S. H., Shah, N. N. A. K., & Yusof, Y. A. (2021). Characterization of anthocyanin associated purple sweet potato starch and peel-based pH indicator films. *Foods.*, 10(9), 2005.

[75] Merz, B., Capello, C., Leandro, G. C., Moritz, D. E., Monteiro, A. R., & Valencia, G. A. (2020). A novel colorimetric indicator film based on chitosan, polyvinyl alcohol and anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit for monitoring shrimp freshness. *International journal of biological macromolecules.*, 153, 625-632.

[76] Capello, C., Trevisol, T. C., Pelicoli, J., Terrazas, M. B., Monteiro, A. R., & Valencia, G. A. (2021). Preparation and characterization of colorimetric indicator films based on chitosan/polyvinyl alcohol and anthocyanins from agri-food wastes. *Journal of Polymers and the Environment.*, 29, 1616-1629.

[77] Etxabide, A., Maté, J. I., & Kilmartin, P. A. (2021). Effect of curcumin, betanin and anthocyanin containing colourants addition on gelatin films properties for intelligent films development. *Food Hydrocolloids.*, 115, 106593.

[78] Bojorges, H., Rios-Corripio, M., Hernández-Cázares, A. S., Hidalgo-Contreras, J. V., & Contreras-Oliva, A. (2020). Effect of the application of an edible film with turmeric (*Curcuma longa* L.) on the oxidative stability of meat. *Food Science & Nutrition.*, 8(8), 4308-4319.

[79] Marrone, R., Smaldone, G., Ambrosio, R. L., Festa, R., Ceruso, M., Chianese, A., & Anastasio, A. (2021). Effect of beetroot (*Beta vulgaris*) extract on Black Angus burgers shelf life. *Italian Journal of Food Safety.*, 10(1).

[80] You, P., Wang, L., Zhou, N., Yang, Y., & Pang, J. (2022). A pH-intelligent response fish packaging film: Konjac glucomannan/carboxymethyl cellulose/blackcurrant anthocyanin antibacterial composite film. *International journal of biological macromolecules.*, 204, 386-396.

[81] Ganiari, S., Choulitoudi, E., & Oreopoulou, V. (2017). Edible and active films and coatings as carriers of natural antioxidants for lipid food. *Trends in Food Science & Technology.*, 68, 70-82.

[82] Vlčko, T., Rathod, N. B., Kulawik, P., Ozogul, Y., & Ozogul, F. (2022). The impact of aromatic plant-derived bioactive compounds on seafood quality and safety. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 102, pp. 275-339). Elsevier.

[83] Huang, S., Xiong, Y., Zou, Y., Dong, Q., Ding, F., Liu, X., & Li, H. (2019). A novel colorimetric indicator based on agar incorporated with *Arnebia euchroma* root extracts for monitoring fish freshness. *Food Hydrocolloids.*, 90, 198-205.

[84] You, S., Zhang, X., Wang, Y., Jin, Y., Wei, M., & Wang, X. (2022). Development of highly stable color indicator films based on κ-carrageenan, silver nanoparticle and red grape skin anthocyanin for marine fish freshness assessment. *International journal of biological macromolecules.*, 216, 655-669.

[85] Ghorbani, M., Divsalar, E., Molaei, R., Ezati, P., Moradi, M., Tajik, H., & Abbaszadeh, M. (2021). A halochromic indicator based on polylactic acid and anthocyanins for visual freshness monitoring of minced meat, chicken fillet, shrimp, and fish roe. *Innovative Food Science & Emerging Technologies.*, 74, 102864.

[86] Zhai, X., Zou, X., Shi, J., Huang, X., Sun, Z., Li, Z., Sun, Y., Li, Y., Wang, X., & Holmes, M. (2020). Amine-responsive bilayer films with improved illumination stability and electrochemical writing property for visual monitoring of meat spoilage. *Sensors and Actuators B: Chemical.*, 302, 127130.

[87] Sun, Y., Wen, J., Chen, Z., Qiu, S., Wang, Y., Yin, E., Li, H., & Liu, X. (2022). Non-destructive and rapid method for monitoring fish freshness of grass

- carp based on printable colorimetric paper sensor in modified atmosphere packaging. *Food Analytical Methods.*, 1-11.
- [88] Bekhit, A. E. D. A., Giteru, S. G., Holman, B. W., & Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen and trimethylamine in muscle foods: Potential formation pathways and effects on human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.*, 20(4), 3620-3666.
- [89] Hui, X., Wan, Y., Dong, H., Peng, J., Wu, W., Yang, X., & He, Q. (2023). A promising insight into the inhibition of lipid oxidation, protein degradation and biogenic amine accumulation in postmortem fish: Functional glazing layers of modified bio-polymer. *LWT.*, 177, 114575.
- [90] Tahir, H. E., Hashim, S. B., Mahunu, G. K., Arslan, M., Jiyong, S., Mariod, A. A., Zhang, J., El-Seedi, H. R., Zhai, X., & Musa, T. H. (2022). Smart films fabricated from natural pigments for measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of meat for freshness evaluation: A systematic review. *Food Chemistry.*, 396, 133674.
- [91] Arun, R., Shruthy, R., Preetha, R., & Sreejit, V. (2022). Biodegradable nano composite reinforced with cellulose nano fiber from coconut industry waste for replacing synthetic plastic food packaging. *Chemosphere.*, 291, 132786.
- [92] Chaiyasut, C., Sivamaruthi, B. S., Pengkumsri, N., Sirilun, S., Peerajan, S., Chaiyasut, K., & Kesika, P. (2016). Anthocyanin profile and its antioxidant activity of widely used fruits, vegetables, and flowers in Thailand. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research.*, 9(6), 218-224.
- [93] Mary, S. K., Koshy, R. R., Daniel, J., Koshy, J. T., Pothan, L. A., & Thomas, S. (2020). Development of starch based intelligent films by incorporating anthocyanins of butterfly pea flower and TiO₂ and their applicability as freshness sensors for prawns during storage. *RSC advances.*, 10(65), 39822-39830.
- [94] Kanatt, S. R. (2020). Development of active/intelligent food packaging film containing Amaranthus leaf extract for shelf life extension of chicken/fish during chilled storage. *Food Packaging and Shelf Life.*, 24, 100506 .
- [95] Hosseini, S. F., Ghaderi, J., & Gómez-Guillén, M .C. (2022). Tailoring physico-mechanical and antimicrobial/antioxidant properties of biopolymeric films by cinnamaldehyde-loaded chitosan nanoparticles and their application in packaging of fresh rainbow trout fillets. *Food Hydrocolloids.*, 124, 107249.
- [96] Yin, S., Zhang, Y., Zhang, X., Tao, K., & Li, G. (2023). High-strength collagen/delphinidin film incorporated with Vaccinium oxycoccus pigment for active and intelligent food packaging. *Collagen and Leather.*, 5(1), 11.
- [97] Łupina, K., Kowalczyk, D., Zięba, E., Kazimierczak, W., Mężyńska, M., Basiura-Cembala, M., & Wiącek, A. E. (2019). Edible films made from blends of gelatin and polysaccharide-based emulsifiers-A comparative study. *Food Hydrocolloids.*, 96, 555-567.
- [98] Tavakoli, S., Mubango, E., Tian, L., NDri, Y. B., Tan, Y., Hong, H., & Luo, Y. (2023). Novel intelligent films containing anthocyanin and phycocyanin for nondestructively tracing fish spoilage. *Food Chemistry.*, 402, 134203.
- [99] Zeng, F., Ye, Y., Liu, J., & Fei, P. (2023). Intelligent pH indicator composite film based on pectin/chitosan incorporated with black rice anthocyanins for meat freshness monitoring. *Food Chemistry.*, X, 17, 100531.



Scientific Research

Investigating The Performance Of The Film Containing Basil Stem Color Indicator Based On Rice Bran Fiber To Monitor The Spoilage Of Lion Fish (*Siganus commersonii*)

Sedigheh Yazdanpanah^{1*}, Akbar Rostamifard²

1- Associate Professor, Department of Food Science and Industry, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

2- Master's degree student in the Department of Food Sciences and Industries , Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received:2024/8/3

Accepted:2024/12/22

Keywords:

Color marker,
Edible film,
Spoilage monitoring

DOI: 10.22034/FSCT.22.159.169.

*Corresponding Author E-

yazdanpanah2004@gmail.com

The production this trend, the aim of this research is to design a sensor containing a basil stem color indicator based on rice bran fiber to determine the quality of lionfish (*Siganus commersonii*) kept for 1-30 days at refrigerator temperature. In this study, a factorial design was used to evaluate the effects of control treatments, 200 ppm, 400 ppm and 600 ppm. The results of scanning electron microscopy showed that basil stem anthocyanin extract causes changes in polymer chains and reduces film matrix porosity. Anthocyanin with many hydroxy groups as a plasticizer increased the free volume and interpolymeric macromolecular mobility due to the reduction of intermolecular forces and lower density, and as a result improved the stretchability and flexibility of the layers. In addition, the chemical properties (pH, thiobarbituric acid and nitrogen compounds) for all samples increased with increasing storage time up to 30 days. In FTIR spectroscopy, it was observed that on day zero, life of lionfish fillets. Basil stem anthocyanin extract and rice bran fiber can be used as a suitable indicator the removal of carbonyl in anthocyanin extract of basil stem increased the hydroxyl band and acidified the environment. Antioxidant properties of basil stem anthocyanin extract in the presence of phenolic compounds have prevented the initiation of free radical chain reactions and reduced it. The film containing the color indicator of anthocyanin extract of basil stem based on rice bran fiber has the potential to increase the quality and shelf to investigate changes in spoilage in packaged food products.