

مطالعه خواص ضد اکسایشی عصاره های پوست و برگ نارنگی و تعیین خواص مکانیکی کاغذ های کرافت پوشش یافته با عصاره ها

سیده آمنه موسوی^۱، محمدرضا کسایی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده مهندسی زراعی و پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی

طبرستان

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۸)

چکیده

در این مطالعه امکان پوشش دادن کاغذ کرافت با استفاده از عصاره روغنی پوست و برگ نارنگی مورد بررسی قرار گرفت. عصاره گیری از پوست و برگ نارنگی با استفاده از حلال هایی غیر قطبی (هگزان، کلروفرم، دی کلرومتان یا پترولیوم اتر) در دمای اتاق انجام شد. خاصیت ضد اکسایشی عصاره ها به روش مهار رادیکال آزاد DPPH اندازه گیری شد. پوشش دهی کاغذ کرافت از طریق غوطه ور نمودن آن در عصاره و سپس تبخیر حلال انجام گرفت. اثر عصاره های غیرآبی به عنوان پوشش کاغذ در مقایسه با کاغذ بدون پوشش بر روی خواص مکانیکی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد حلالهای هگزان-کلروفرم به نسبت (۱:۱) بعنوان بهترین سیستم حلال در عصاره گیری و پوشش دهی می باشد. وزن کاغذهای پوشش یافته با افزایش غلظت عصاره ها افزایش یافت. مقاومت کششی (TS)، مدول یانگ (YM) و درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی (%E) کاغذهای پوشش های یافته با عصاره روغنی نسبت به کاغذ فاقد پوشش کاهش یافت. عصاره پوست - برگ نسبت به عصاره پوست از خاصیت ضد اکسایشی قویتری برخوردار بوده و هر دو عصاره نیز خاصیت ضد اکسایشی ضعیف تری در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتتزی BHA نشان دادند. بطور کلی عصاره غیرآبی پوست و پوست - برگ مرکبات سبب تشکیل پوششی روغنی در کاغذ کرافت گردید، چنین پوششی با دارا بودن خاصیت آنتی اکسیدانی پتانسیل استفاده در بسته بندی های فعال را داشته، اما سبب تضعیف خواص مکانیکی کاغذ پوشش یافته می گردد.

کلید واژه گان: کاغذ، عصاره غیرآبی، خاصیت ضد اکسایشی، خواص مکانیکی

* مسئول مکاتبات: reza_kasaai@hotmail.com

۱- مقدمه

کاغذ و مقوا جزء قدیمی ترین و متنوع ترین مواد بسته بندی می باشند. این ترکیبات طبیعی و تجدید پذیر از قابلیت بازیافت و زیست تخریب پذیری خوبی برخوردار بوده که سلولز ماده اصلی آن را تشکیل می دهد [۱]. کاغذ و مشتقات آن در واقع یکی از منابع اولیه بسته بندی مواد غذایی در سرتاسر جهان محسوب می شوند که استفاده از آنها نه تنها به دلیل ارزان بودن، بلکه به دلیل ایمنی حاصل از آن توسعه یافته است [۲]. کاغذ و مقوا موادی هستند که از خواص مکانیکی خوبی برخوردارند، اما ساختار متخلخل و ماهیت ابدوست آنها سبب میشود تا خواص عملکردی ضعیفی داشته باشند. همین امر سبب می شود تا در مراحل مختلف آماده سازی، از مواد شیمیایی متنوعی بهره گیرند تا این نقاط ضعف را بهبود بخشند [۳]. متاسفانه افزودن لایه های پلیمری به کاغذ، سبب کاهش زیست تخریب پذیری و قابلیت بازیافت این ماده طبیعی می شود. افزایش نگرانی های زیست محیطی ناشی از انباشت زباله های پلاستیکی، افزایش قیمت محصولات پتروشیمی و تقاضای روبه رشد برای جایگزین کردن پوشش های طبیعی به جای سنتزی موجب شده تا تحقیق و توسعه لایه های ممانعتی از ترکیبات زیستی و بسته بندیهای سازگار با محیط زیست در سیستم های بسته بندی غذایی پیشرفت خوبی داشته باشد [۴ و ۵]. استفاده از ترکیباتی با منشا محصولات کشاورزی و ضایعات فرآوری، علاوه بر حفظ محیط زیست می تواند منجر به توسعه اقتصادی در این زمینه ها نیز گردد. مرکبات یکی از مهم ترین محصولات در جهان می باشند که تولید سالانه آنها چند میلیون تن تخمین زده می شود [۶]. استفاده اصلی آنها در صنایع غذایی غالباً بصورت تازه یا تهیه آب میوه می باشد. ۳۵-۵۵٪ مرکبات برای تولید آبمیوه مورد استفاده قرار میگیرد، که پس از استخراج، بقایایی چون پوست، هسته و بخش داخلی میوه تحت عنوان ضایعات دور ریخته می شود یا عموماً بطور سنتی تبدیل به خوراک دام می گردد [۷]. با توجه به اینکه این ضایعات سطح بالایی از BOD¹ را دارد، اگر تحت فرآیند و استفاده مجدد قرار نگیرند منجر به ایجاد زباله، آلودگی خاک و پناهگاهی برای حشرات میشوند که این امر سبب بروز خطرات جدی و بحرانیهای زیست محیطی می گردد [۸]. البته حضور ترکیبات ارزشمند در این ضایعات

سبب شده تا تحقیقات گسترده ای در رابطه با آنها منتشر شود. پوست دارای ترکیبات شیمیایی مفیدی چون کربوهیدراتها، پروتئین و ترکیبات ضد اکسایشی می باشد که می توانند برای مصارف گوناگون بکار گرفته شوند. تهیه محصولات سوختی، لیاف خوراکی، پکتین، ترکیبات ضد اکسایشی چون فلاونوئیدها، فنل ها و کاروتنوئیدها و ترکیبات اولیه برای محصولات تخمیری، از جمله موادی هستند که از ضایعات مرکبات تولید می شوند [۹-۱۰]. علاوه بر آن ترکیبات دیگری چون روغن های اسانسی با قطبیت پایین که دارای خصوصاتی چون ایجاد آروما در محصولات غذایی، دارویی و آرایشی می باشد نیز از بخش های غیر خوراکی مرکبات بدست می آید که البته از این ترکیبات خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی و دورکنندگی حشرات نیز گزارش شده است [۱۱]. طی تحقیقات پارک و همکاران (۲۰۰۰) مقاومت کششی کاغذهای پوشش یافته با پروتئین سویا با افزایش پلاستی سائزر کاهش یافت [۱۲]. چان و کرو چتا (۲۰۰۱) طی پوشش دهی مقوا با پروتئین آب پنیر دریافتند این پوشش پروتئینی سبب کاهش مقاومت کششی کاغذهای پوشش یافته می گردد. زیرا در ساختار این کاغذها بدلیل حضور پوشش پروتئینی در میان لیاف، نیروهای بین مولکولی کمتر شده بود [۱۳]. لاروتانده و همکاران (۲۰۰۵) در پوشش دهی کاغذ کرافت بوسیله استات نشاسته، خلل و فرج سطحی کاغذ کاملاً پر گشته و سطح کاغذ کرافت پوشانده شد. اما در سطح پوشش شکستگی هایی مشاهده شد که همین شکافهای سطحی مانع بهبود خواص مکانیکی و در نتیجه کاهش مقاومت کششی کاغذ پوشش یافته گردید [۱۴]. همچنین کانتینی و همکاران (۲۰۱۲) از عصاره مرکبات با دارا بودن خاصیت ضد اکسایشی در تولید بسته بندی فعال و تاثیر آن بر میزان اکسیداسیون لیپیدی گوشت پخته شده بوقلمون (طی ۴ روز در دمای ۴°C) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل از اندازه گیری اندیس تیوباریتوریک و هگزانال، تفاوت معنی داری را برای بسته بندی های پوشش داده شده با عصاره مرکبات نشان دادند [۱۵]. با توجه به مطالب ذکر شده، از مواد طبیعی در پوشش دهی کاغذ و مقوای بسته بندی مواد غذایی با هدف بهبود خواص عملکردی این محصولات استفاده شده است و نتایج آنها نیز در مجلات معتبر گزارش شده است. اما هیچ گونه اطلاعاتی مبنی بر پوشش کاغذ بسته بندی با عصاره های گیاهی یافت نشد.

1. biological oxygen demand

۳-۲- پوشش دهی عصاره بروی کاغذ

پوشش دهی به روش غوطه وری کاغذ در عصاره انجام شد [۱۵]. ابتدا کاغذ کرافت با سطح مقطع دایره ای به اندازه قطر ظرف پتری (۵۵ mm) برش داده شد. سپس ۱۰ میلی لیتر از عصاره تغلیظ شده به ظروف پتری حاوی کاغذ منتقل گشته و بمنظور تبخیر حلال و توزیع یکنواخت عصاره بر سطح کاغذ، از دستگاه چرخاننده مکانیکی زیر هود استفاده شد. کاغذها تا حذف شدن حلال، در پتری دیش های در حال حرکت (زیر هود طی ۲۴ ساعت) باقی می ماند تا کاملاً خشک شوند. سپس آزمون های مربوطه به روی کاغذهای پوشش یافته انجام شد

۴-۲- آزمایشات انجام شده روی کاغذها

۴-۲-۱- اندازه گیری وزن و ضخامت کاغذهای پوشش داده شده

ضخامت نمونه ها توسط میکرومتر با دقت یک صدم میلی متر بطور تصادفی در ۵ نقطه از کاغذ اندازه گیری و میانگین حاصله در محاسبات منظور شد. همچنین توزین نمونه ها توسط ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم انجام شد.

۴-۲-۲- اندازه گیری خواص مکانیکی

برای اندازه گیری خواص مکانیکی کاغذها از دستگاه بافت سنج (CT3, Texture Analyzer, Brookfield) با وزنه ۶ کیلوگرمی استفاده شد. مقاومت کششی^۱، ازدیاد طول فیلم تا لحظه پاره شدن^۲ و مدول الاستیک (مدول یانگ)^۳ اندازه گیری شدند. بدین منظور از هر نمونه فیلم حداقل ۳ نوار به عرض ۰/۵ سانتی متر و طول ۳ سانتی متر با ضخامت مشخص بریده شد. سپس هر نوار با سرعت ۱۰ mm/min در حالیکه فاصله بین دو فک دستگاه حداقل ۲۰ میلی متر تعریف شده بود کشیده شده و خواص مکانیکی (مقاومت کششی: حداکثر نیرو در قله منحنی) بر حسب مگا پاسکال، ازدیاد طول تا نقطه پارگی (تغییر طول نمونه در نقطه شکست) بر حسب میلی متر، گزارش شدند.

هدفهای این مطالعه عبارتند از: (۱) تعیین خواص ضد اکسایشی عصاره های غیرآبی پوست و برگ نارنگی؛ (۲) پوشش دهی کاغذ کرافت باهریک از عصاره ها؛ و (۳) تعیین خواص مکانیکی هر یک از کاغذهای پوشش یافته. مطالعه تغییرات خواص ضداکسایشی کاغذ های پوشش یافته بر حسب تابعی از زمان از هدفهای این مقاله نیست.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه و مواد شیمیایی مورد استفاده

نارنگی میاگاوا از گونه زودرس از شرکت باغداری فجر ساری تهیه گردید. برداشت میوه در ماه های مهر و آبان و چیدن برگها در ماه آذر انجام شد. حلالها از شرکت های ایرانی پارس شیمی (هگزان و پترولیوم اتر) و کیان کاوه آزما (دی کلرومتان، کلروفرم) خریداری شدند. کاغذ کرافت (Paper lunch bags Selection (USA,)) برای پوشش دهی تهیه گردید. رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل DPPH^۱ از (USA, Sigma) تهیه شد.

۲-۲- آماده سازی عصاره

پوست میوه پس از شستشو از بخش خوراکی جدا گشته و طی ۷۲ ساعت در آون (Vfesuo, Memmert, Germany) تحت دمای ۳۰°C خشک گردید. پوست خشک شده بصورت مکانیکی آسیاب شده و تبدیل به پودر شد. برگها نیز بدین صورت خشک و تبدیل به پودر گشته و در دمای ۳۰°C تا ۲۰- تا زمان عصاره گیری نگهداری شدند. مقادیر مختلفی از پودر پوست، برگ و پوست - برگ با استفاده از حلالهای هگزان، پترولیوم اتر، کلروفرم یا دی کلرومتان به نسبت ۴:۱، در دمای اتاق طی ۳ ساعت روی دستگاه تکان دهنده مکانیکی قرار گرفتند تا از آنها عصاره گیری بعمل آید. پس از جدا شدن بقایای پوست و برگ، برای شفاف شدن و جدا نمودن بقایای رسوبی عصاره از سانتریفوژ (۴۰۰۰ rpm، ۲۰ دقیقه) استفاده شد و عصاره با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان (IKA RV 10) تحت خلا، تغلیظ گردید [۱۶].

1. Tensile Strength (TS)
2. Elongation at Break (ETB)
3. Young modulus (YM)
4. Butylated hydroxyanisole

1. 2, 2-diphenyl-1- picrylhydrazyl

۲-۴-۳- بررسی خاصیت انتی رادیکالی عصاره ها با

آزمون DPPH*

بررسی فعالیت انتی رادیکالی عصاره ها، با استفاده از رادیکال پایدار DPPH* مطابق با روش اولیوریا انجام شد (۱۷). ۰/۲ میلی لیتر عصاره در غلظت های مختلف به ۴ میلی لیتر از محلول 10^{-5} مولار رادیکال آزاد DPPH* افزوده و ۶۰ دقیقه در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد. سپس جذب محلول در طول موج ۵۱۷ nm اندازه گیری شد. یک نمونه حاوی ۰/۲ میلی لیتر هگزان- کلروفرم به همراه ۴ میلی لیتر محلول DPPH* به عنوان نمونه کنترل و حلال هگزان- کلروفرم برای صفرکردن دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش به عنوان کنترل مثبت از انتی اکسیدان سنتزی بوتیلات هیدروکسی آیزول(BHA)^۱ استفاده گردید. آزمایش در سه تکرار انجام شد. میزان فعالیت گیرندگی یا مهار رادیکال (%RSA)^۲ عصاره با فرمول زیر تعیین گردید:

(معادله ۲-۱)

$$\%RSA = \frac{(A_{blank} - A_{sample})}{A_{blank}} \times 100$$

که A_{blank} : میزان جذب نوری شاهد (محلول DPPH فاقد عصاره)، A_{sample} : میزان جذب نوری نمونه می باشد.

۲-۵- تحلیل آماری

آزمون ها در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شدند. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-19 در سطح احتمال ۵٪ و آزمون چند دامنه ای دانکن برای تایید وجود اختلاف بین میانگین ها انجام گرفت. منحنی های مربوطه با استفاده از نرم افزار EXCEL 2010 رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیب و نسبت بهینه حلال ها

عمدتا از حلالهای آلی در استخراج ترکیبات لیپیدی که قطبیت کمتری دارند استفاده می شود [۱۸]. به همین دلیل از حلالهایی چون هگزان، پترولیوم اتر، کلروفرم و دی کلرومتان به نسبت های داده در جدول ۱ عصاره گیری انجام شد.

قابلیت استخراج اجزای مختلف گیاهی بطور قابل توجهی وابسته به نوع حلال می باشد. هگزان، کلروفرم، دی کلرومتان و پترولیوم اتر حلالهایی با قطبیت کم می باشند که مواد غیرقطبی را بهتر در خود حل می کنند و عصاره گیاهی حاصل از این حلال ها را می توان به عنوان نماینده ترکیبات لیپوفیلیک موجود در عصاره روغنی گیاه دانست [۱۹]. در راستای بکارگیری عصاره روغنی پوست و پوست - برگ نارنگی بعنوان پوشش برای کاغذ کرافت، عملکرد صحیح عصاره ها به روی این بستر سلولزی به تاثیر آن در ایجاد پوششی یکنواخت و متصل به کاغذ مربوط می شود که بتوان کاغذی با پوشش مناسب را مورد بررسی و آزمون قرار داد. از عصاره هایی که در تهیه آنها از حلالهای دی کلرومتان و پترولیوم اتر استفاده شد، کاغذهایی متورم و ناهموار با پوششی ناهمگن و گسسته (جدول ۱: شماره ۵، ۳، ۶ و ۷) بدست آمد که قابل قبول نبوده و امکان انجام آزمایشات روی آنها میسر نبود. تورم کاغذها ممکن است مربوط به ترکیباتی باشد که در کاغذ موجود است و حلالها (دی کلرومتان و پترولیوم اتر) توانایی حل کردن آنها را داراست. چوب حاوی مقدار کمی از ترکیباتی است که توسط حلالهای آلی مثل اتانول یا دی کلرومتان قابل استخراج هستند. اگرچه این ترکیبات ممکن است حین فرآیندهای شیمیایی تهیه خمیر کاغذ حذف شوند، اما همیشه مقداری از آنها در کاغذ باقی می ماند و زمانیکه کاغذ در معرض این حلالها قرار می گیرد دچار تورم می گردد [۲۰]. عصاره های روغنی حاصل از کلروفرم در مقایسه با عصاره های دی کلرومتان از ترکیبات لیپوفیل بیشتری برخوردار بودند [۲۱]. کاغذهای پوشش داده شده با عصاره های حاصل از هگزان- کلروفرم (حلال شماره ۴) نه تنها دچار تورم نشده بلکه دارای سطحی کاملا صاف با پوششی روغنی و یکنواخت شدند. در نتیجه بهترین سیستم حلال برای جداسازی ترکیبات لیپوفیلیک در عصاره های پوست و پوست- برگ نارنگی شناخته شد. اما حلال های شماره ۲ و ۱ به تنهایی توانایی پوشش دهی تمامی سطح کاغذ را نداشتند. زیرا هگزان حلال کاملا غیر قطبی است، در صورتیکه هگزان- کلروفرم توانایی انحلال ترکیبات گوناگون را داشته که در نهایت توانسته کاغذهای پوشش یافته بهتری را تولید کند. استخراج این ترکیبات آب گریز با حلال مناسب و استفاده از عصاره حاصل، می تواند بعنوان پوششی مناسب سبب بهبود خواص کاغذ گردد. کاغذ ساختاری متخلخل داشته که خلل و فرج آن توسط هوا پر می شود [۲۲].

جدول ۱ اجزای حلالهای مختلف ونسبتهای آنها در عصاره گیری

شماره	اجزاء حلال	نسبت اجزاء حلال
۱	هگزان	
۲	کلروفرم	
۳	پترولیوم اتر	
۴	هگزان - کلروفرم	1: 1
۵	دی کلرومتان - پترولیوم اتر	1: 1
۶	هگزان- پترولیوم اتر- دی کلرومتان	1:1: 2
۷	هگزان- پترولیوم اتر- دی کلرومتان - کلروفرم	1: 1: 1: 2

دریافتند محلول های پوشش دهنده ای که نفوذ اندکی در کاغذ دارند، سبب بهبود قابل ملاحظه خواص کاغذ پوشش یافته نمی گردند.

۳-۲- تعیین مقدار بهینه مواد برای عصاره گیری

۳-۲-۱- تعیین مقدار بهینه پوست برای تهیه عصاره در تهیه عصاره غیرآبی پوست نارنگی از مقادیر ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ یا ۵۰ گرم پودر پوست در تماس با حلال هگزان- کلروفرم استفاده شد. نسبت حلال به پوست مورد استفاده در عصاره گیری ۴:۱ بوده است و در تمامی آزمایشات کاغذ کرافت با قطر ۵۵ mm در تماس با عصاره ها بمنظور پوشش دهی قرار می گرفت. نتایج نشان داد استفاده از عصاره ۱۰ گرم پودر پوست فقط قسمت کمی از سطح کاغذ را فرا گرفته و این مقدار در تهیه عصاره، توانایی تشکیل پوشش روغنی یکنواختی را در کاغذ کرافت نداشت و نتوانست به ساختار کاغذ نفوذ کند. از سوی دیگر کاغذهای پوشش یافته با عصاره های حاصل از مقادیر ۴۰ و ۵۰ گرم پودر پوست نارنگی به شدت روغنی گشته بطوریکه انجام آزمونهای بعدی روی آنها عملی نبود. اما عصاره های حاصل از ۲۰ یا ۳۰ گرم پودر پوست نارنگی بر روی کاغذ کرافت به سطح مقطع (۲۳,۷۵ cm²)، پوشش روغنی مناسبی را ایجاد نمود. بطوریکه از این مقادیر در تهیه عصاره برای پوشش کاغذ های کرافت در آزمونهای بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

این امر سبب تسهیل نفوذ عصاره به داخل چنین ساختاری می گردد. در نتیجه بمنظور تقویت کاغذ و پر نمودن خلل و فرج آن می توان از چنین عصاره روغنی حاوی ترکیبات لیپوفیلیک استفاده نمود. در عصاره غیرآبی نارنگی با توجه به سیستم حلال مورد استفاده ترکیباتی با قطبیت متفاوت حضور خواهند داشت از جمله موم ها که معمولاً مولکولهای سنگین و بدون انشعابی هستند که قطبیت پایینی داشته و حتی در صنایع کاغذسازی نیز از موم های مختلفی برای پوشش دهی کاغذ استفاده می شود [۲۳]. اما کاغذ آبدوست می باشد که این امر بدلیل ماهیت قطبی الیاف سلولزی است. در نتیجه بمنظور اتصال عصاره و ترکیبات مومی آن به کاغذ، حضور اجزایی با قطبیت بیشتر در عصاره، همچون فسفولیپیدها، می تواند همانند پلی بین الیاف سلولز و ترکیبات مومی عمل کرده و سبب اتصال این اجزا به کاغذ شده و پوششی مناسب با خواص مطلوب را ایجاد نمایند. زیرا فسفولیپیدها دارای یک قسمت نامحلول در آب (اسید چرب) و یک قسمت محلول در آب (کولین یا اتانول امین) می باشند بنابراین از نظر حلالیت در حلالهای مختلف مولکولی دوقطبی محسوب می شوند که می توانند مرز^۱ بوجود آمده را ثابت نگه دارند [۲۴]. سوزنویت (۲۰۰۹) برای پوشش دهی کاغذ از ترکیب موم زنبور عسل و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز استفاده نمود. چنین ترکیباتی با قطبیت های نسبتاً پائین سبب می شوند تا پوشش های ممانعتی موثرتر عمل نمایند. دسیوند و همکاران (۲۰۰۵) برای پوشش دهی کاغذ از ترکیب کیتوزان و موم کارنائوبا که از منبعی گیاهی تهیه می شود استفاده نمودند. آنها

۳-۲-۲- تعیین مقدار بهینه برگ برای تهیه عصاره

با توجه به تعیین مقدار بهینه پوست برای عصاره گیری و ایجاد پوششی مناسب بر روی کاغذ، از مقادیر مشابهی با پودر برگ خشک تحت شرایط مساوی بدست آمد تا بعنوان پوششی مناسب بر روی کاغذ مورد بررسی قرار گیرد. پس از آماده سازی عصاره و عملیات پوشش دهی، هیچ گونه اتصالی بین عصاره برگ و کاغذ کرافت مشاهده نشد. استفاده از برگ نارنگی منجر به شکل گیری لایه هائی بر روی کاغذ می شود که براحتی با پوسته پوسته شدن از سطح کاغذ جدا می گردد و در واقع چنین عصاره ای توانایی اتصال به کاغذ و پوشش دهی آن را ندارد. زیرا عصاره غیرآبی برگ حاوی ترکیبات روغنی کمتری نسبت به عصاره پوست نارنگی می باشد. به همین دلیل کاغذهای تماس یافته با عصاره غیرآبی برگ، فاقد سطحی روغنی بودند. موم ها ترکیبات سنگین با قطبیت پایینی هستند که جز ترکیبات غیرفرار روغن مرکبات می باشند و در استخراج با حلالهایی چون هگزان و کلروفرم، در عصاره حضور خواهند داشت. معمولا برگها از ترکیبات مومی بیشتری در مقایسه با پوست میوه برخوردار هستند [۲۵]. به همین دلیل عصاره غیرآبی برگ که حاوی ترکیبات مومی با قطبیت پایین هستند به تنهایی توانایی اتصال به کاغذ (الیاف سلولزی) را نخواهد داشت.

۳-۲-۳- تعیین مقدار بهینه برگ و پوست برای تهیه عصاره

بمنظور استفاده هرچه بیشتر از ترکیبات طبیعی و استفاده از عصاره غیرآبی برگ در فراهم نمودن پوششی ممانعتی برای کاغذ کرافت، از پوست - برگ با نسبت های مختلف استفاده شد. برای تهیه عصاره پوششی، برگ نارنگی با نسبت های معین به پوست میوه افزوده شد که نتایج پوشش دهی آن و چگونگی برقراری اتصال (اتصال یا عدم اتصال) عصاره به کاغذ در جدول زیر قابل مشاهده می باشد.

جدول ۲ نسبت اجزا موجود در عصاره و چگونگی اتصال آنها

به کاغذ	
پوست: برگ	برقراری اتصال با کاغذ
۱:۱	-
۱:۲	+
۲:۱	-

عصاره حاصل از پوست نارنگی (با استفاده از مقادیر مختلف پودر آن) از قابلیت اتصال خوبی با کاغذ برخوردار است که در بخش پیشین به آن اشاره شد، اما عصاره حاصل از برگ فاقد چنین ویژگی می باشد. عصاره های بدست آمده از پوست - برگ به نسبت مساوی نیز قادر به پوشش دهی کاغذ نمی باشند. همچنین عصاره هایی با مقادیر بیشتر و مقادیر کمتر پوست نیز امکان اتصال و پوشش دهی کاغذ را ندارند. در نتیجه عصاره ها ی حاصل از مقادیر بیشتر پوست و مقادیر کمتر برگ امکان پوشش دهی کاغذ کرافت را خواهند داشت. پوست مرکبات حاوی ترکیبات روغنی شناخته شده ای است، در صورتیکه برگ درخت منبع غنی از ترکیبات مومی می باشد [۲۶].

۳-۳- تغییرات وزن و ضخامت کاغذهای**پوشش یافته**

جدول ۳ تغییرات وزن کاغذ پوشش داده شده با استفاده از مقادیر مختلف عصاره را در مقایسه با کاغذ شاهد (بدون پوشش) نشان می دهد. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود، پوشش دادن کاغذهای کرافت با عصاره روغنی پوست یا پوست - برگ منجر به افزایش وزن کاغذ شده است. بیشترین افزایش وزن طی پوشش دهی با عصاره روغنی، در نمونه شماره ۳ (۰/۰۷۷۸ گرم) و کمترین افزایش وزن در نمونه شماره ۱ (۰/۰۵۱۶ گرم) بدست آمد که در آنالیز آماری نتایج حاصل از این تغییرات وزن در کاغذهای کرافت پوشش یافته معنی دار گشته است (P < ۰/۰۵). اما افزایش وزن کاغذ شماره ۲ (۰/۰۷۳۶ گرم) نسبت به کاغذ شماره ۳ معنی دار نبوده و تغییرات تقریباً مشابهی داشته اند. عصاره های بکار رفته برای پوشش دادن هر یک از کاغذها از ۳۰ گرم ماده خشک (پوست یا پوست - برگ) بدست آمده است. در واقع با افزایش غلظت عصاره وزن کاغذهای پوشش یافته نیز بیشتر می گردد. دسپوند و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی در پوشش دهی کاغذ با محلول کیتوزان با غلظتهای مختلف گزارش دادند. مشاهدات آنها نشان داد که با افزایش غلظت وزن کاغذهای پوشش یافته نیز افزایش یافت. پر شدن هر چه بیشتر خلل و فرج کاغذ با عصاره ها سبب افزایش وزن کاغذهای پوشش یافته می گردد. پوشش دادن کاغذ با عصاره هایی که دارای غلظت کمتری بودند تغییر محسوسی در ضخامت آنها ایجاد نکرد. کاغذ شماره ۲ (با ۲۰ گرم پوست خشک) تقریباً دارای ضخامتی مشابه با کاغذ بدون پوشش بود.

جدول ۳: مقادیر پوست و برگ در تهیه عصاره، وزن کاغذ اولیه و وزن کاغذ کرافت پوشش یافته

نمونه	مقادیر پوست و برگ (گرم)	وزن کاغذ اولیه (گرم)	وزن کاغذ پوشش داده شده (گرم)
شاهد	-	-	-
۱	۲۰ (پوست)	۰/۱۳۲۳	۰/۱۸۳۹ ^b
۲	۳۰ (پوست)	۰/۱۳۲۰	۰/۲۰۵۶ ^a
۳	۲۰ (پوست) و ۱۰ (برگ)	۰/۱۳۱۷	۰/۲۰۹۵ ^a

* حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف در سطح احتمال ۰/۰۵ میباشد

این کاغذ در تماس با عصاره ای بوده که بدلیل غلظت پایین، توانایی پر نمودن همه خلل و فرج آن را نداشته است. اما با افزایش غلظت عصاره ها در کاغذهای شماره ۲ و ۳ افزایش ضخامت تا ۱۰ میکرومتر مشاهده شد. منافذ کاغذ توسط مواد موجود در عصاره جایگزین می گردد.

۳-۴- خواص مکانیکی

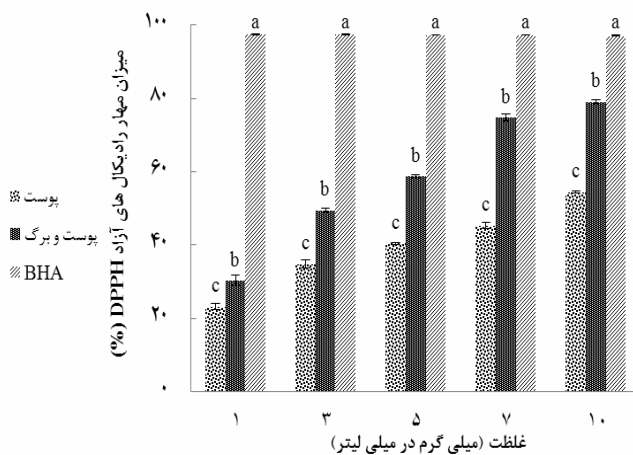
تغییرات مقاومت کششی (TS)، مدول الاستیک (YM) و ازدیاد طول تا نقطه پارگی (ETB) از مهم ترین شاخص های خواص مکانیکی می باشند که نتایج آنها در کاغذ کرافت بدون پوشش و پوشش یافته در شکل های ۱ مشاهده می شود. نتایج این آزمون ها در آنالیزهای آماری معنی دار ارزیابی شده است ($P < 0/05$). همانطور که در شکل ۱- a مشاهده می شود پوشش دهی کاغذ با استفاده از عصاره های روغنی پوست و برگ نارنگی سبب کاهش معنی دار مقاومت کششی این کاغذها در مقابل کاغذ بدون پوشش شده است. افزایش مولکول های روغنی در عصاره پوششی، سبب تضعیف نیروهای بین مولکولی در ساختار الیاف سلولزی می گردد که این امر موجب کاهش مقاومت کششی کاغذهای پوشش یافته نسبت به کاغذ بدون پوشش می گردد [۲۷]. افزایش TS کاغذهای پوشش یافته بدلیل افزایش غلظت عصاره می باشد که همین امر موجب می شود تا فضای خالی (خلل و فرج) کاغذ بوسیله مواد موجود در عصاره پر شود و کاغذ استحکام مکانیکی بیشتری پیدا کند، در نتیجه نیاز به نیروی قویتری برای غلبه به آن می باشد. چان و کروچتا (۲۰۰۱) دریافتند پوشش کاغذها بوسیله پروتئین آب پنیر سبب کاهش TS کاغذهای

پوشش یافته گردید [۱۳]. نیروهای بین الیاف سلولزی بعلت حضور پروتئین آب پنیر در فضاهای خالی کمتر شد. مدول الاستیک (مدول یانگ) در کاغذهای پوشش یافته نسبت به کاغذ بدون پوشش نیز مانند مقاومت کششی کاهش یافت. حضور عصاره روغنی در خلل و فرج الیاف کاغذ با تضعیف نیروهای مولکولی بین زنجیره های سلولزی مجاور از برهمکنش بین این الیاف کاسته و سبب کاهش مدول الاستیک کاغذهای پوشش یافته می گردد [۲۸]. عبارات دیگر پوشش کاغذ بوسیله مواد موجود در عصاره (حاوی ترکیبات روغنی و مومی) سبب کاهش مدول یانگ (کاهش سفتی) آنها گردیده است. مدول الاستیک کاغذهای پوشش یافته نسبت به کاغذ فاقد پوشش کاهش یافت (شکل ۱- b). با افزایش غلظت عصاره و در نتیجه افزایش وزن کاغذهای پوشش یافته مدول الاستیک در این کاغذها روند افزایشی داشته که بیانگر تراکم و فشردگی در منافذ ساختاری کاغذها می باشد. گاستالدی و همکاران (۲۰۰۷) طی بررسی پوشش پروتئینی روی کاغذ دریافتند مدول الاستیک کاغذ پوشش یافته بوسیله پروتئین آب پنیر کاهش یافت. در واقع کاغذهای پوشش یافته بوسله عصاره حاوی مواد لیپیدی سبب کاهش مقاومت کاغذ شده است. ازدیاد طول تا نقطه پارگی نیز بطور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت و در کاغذهای پوشش یافته نسبت به کاغذ بدون پوشش کاهش یافت. همانطور که در شکل ۱- c مشاهده می شود کاهش درصد ازدیاد طول بعلت عدم توانایی عصاره روغنی برای ایجاد یک ماتریکس پیوسته و نها یتاً کاهش پیوستگی شبکه سلولزی بدلیل حضور گلبولهای چربی می باشد. [۲۸].

پارک و همکاران (۲۰۰۰) طی بررسی خواص مکانیکی کاغذ پوشش یافته با پروتئین سویا نیز دریافتند که با افزایش ضخامت پوشش پروتئینی، درصد ازدیاد طول تا نقطه پارگی در کاغذهای پوشش یافته کاهش یافت. با پوشش دهی کاغذ توسط عصاره روغنی استحکام مکانیکی کاغذ کاهش یافت. پوشش کاغذ توسط عصاره موجب کاهش اتصالات بین ماکرومولکولهای سلولز می گردد [۲۷]. بطور کلی پوشش های لیپیدی مانع بسیار خوبی در برابر رطوبت می باشند، اما عدم یکنواختی و وجود فضاهای خالی یا وجود آمدن ترک هایی در سطح پوشش از مهم ترین نقاط ضعف آنها می باشد که سبب ایجاد شکنندگی در فیلم یا پوشش می گردد و همین امر سبب کاهش استحکام مکانیکی می گردد [۲۸].

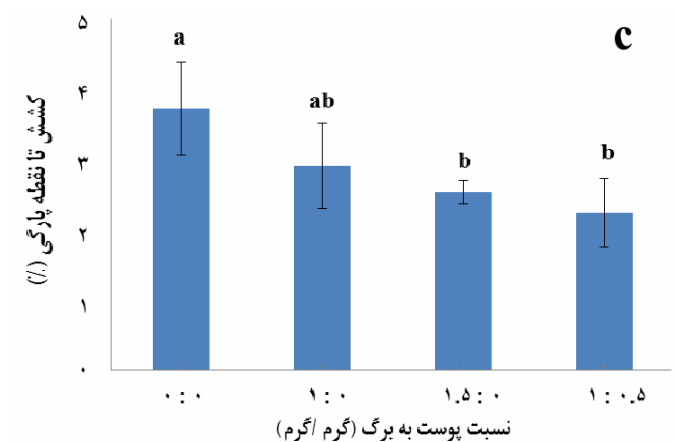
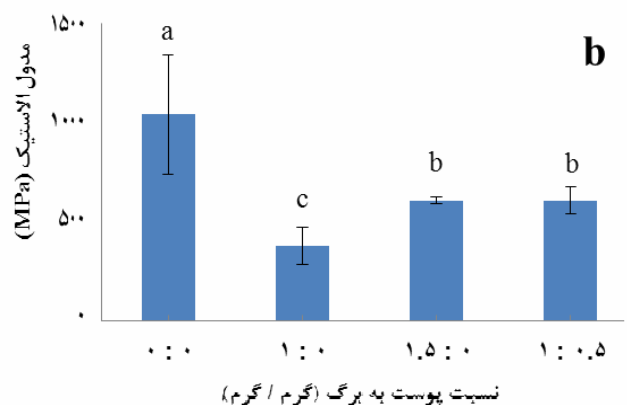
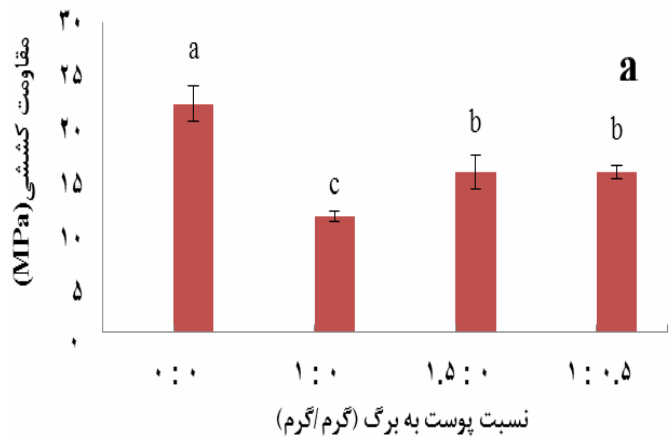
۳-۵- خاصیت آنتی رادیکالی عصاره ها با آزمون DPPH

نتایج حاصل از آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره های پوست- برگ یا پوست نارنگی و آنتی اکسیدان سنتزی BHA در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ مقایسه میانگین درصد مهار رادیکال های آزاد DPPH توسط غلظت های مختلف عصاره های پوست- برگ، پوست نارنگی و آنتی اکسیدان سنتزی BHA

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که: نوع عصاره های بکاررفته در برابر آنتی اکسیدان سنتزی تاثیر معنی داری بر میزان مهار رادیکال های آزاد داشته است ($P < 0.05$)؛ عصاره پوست- برگ پس از آنتی اکسیدان سنتزی BHA در تمام غلظت ها دارای قدرت مهار کنندگی بالاتری نسبت به عصاره پوست می



شکل ۱ اثر عصاره روغنی پوست- برگ و پوست نارنگی بر روی: (a) مقاومت کششی (TS)؛ (b) مدول الاستیک (YM)؛ و (c) ازدیاد طول تا نقطه پارگی (ETB)

مواد موجود در عصاره باقد خواص انعطاف پذیری است. قرار گرفتن آن در ساختار کاغذ منجر به ایجاد گسستگی در شبکه و پاره شدن سریعتر کاغذهای پوشش یافته می گردد. بطور کلی حضور لیپیدها در ساختار پلیمری به دلیل ممانعت از ایجاد یک ساختار پیوسته و یکپارچه باعث کاهش ازدیاد طول می گردد.

مکانیکی کاغذهای پوشش یافته در مقایسه با کاغذ شاهد (بدون پوشش) می گردد. حضور عصاره روغنی سبب کاهش استحکام مکانیکی کاغذهای پوشش داده شده گردید. عصاره غیرآبی دارای خاصیت ضد اکسایشی بوده که همین امر سبب می شود تا کاغذهای پوشش یافته با استفاده از این عصاره ها پتانسیل بالایی در تولید بسته بندی های کاغذی فعال با خاصیت ضد اکسایشی و ضد میکروبی داشته باشند. عصاره روغنی مذکور می تواند بعنوان پوششی طبیعی جایگزین یا مکمل پلیمرهای سنتزی در بسته بندی های مختلف از جمله بسته بندی بادام، گردو و دیگر مواد غذایی حاوی ترکیبات لیپیدی و فعالیت آبی پائین (خشکبار) مورد استفاده قرار گیرند.

۵- سپاسگزاری

از شرکت باغداری فجر ساری که از این پروژه تحقیقاتی حمایت نموده است تشکر میگردد. از آقای مهندس صبوروح منفرد، مهندس حسینی و آقای خلیلی که در اجرای این پروژه تحقیقاتی به نویسندگان یاری رسانده اند سپاسگزاری میگردد.

۶- فهرست واژگان لاتین

Butylated hydroxyanisole
BHA
2, 2-diphenyl-1- picrylhydrazyl
DPPH
Elongation at Break
% E(ETB)
Tensile Strength
TS
Young modulus
YM
Radical scavenging activity
RSA

۷- منابع

- [1] Gastaldi.E., Chalier.P., Guillemin.A., and Gontard.N., 2007. Microstructure of protein-coated paper as affected by physico-chemical properties of coating solutions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 301: 301-310.
- [2] Conti, E.M. 1997. The content of heavy metals in food packaging paper boards: an atomic absorption spectroscopy investigation. *Food Research International*, 30: 343-348.

باشد. ترکیبات ضد اکسایشی موجود در عصاره ها با DPPH واکنش داده که شدت تغییر رنگ محلولها، قدرت مهار رادیکال آزاد توسط عصاره ها را نشان می دهد. طی این آزمون در عصاره پوست - برگ شدت تغییر رنگ بیشتری در مقایسه با عصاره پوست مشاهده شد. مونوترپن ها که از اجزای اصلی عصاره های روغنی مرکبات هستند، جز آنتی اکسیدانهای طبیعی محسوب می شوند [۲۹-۳۱]. علاوه بر ترکیبات فرار، مقادیر کمتری از بقایای غیرفرار نیز در روغن مرکبات حضور دارند که دارای خاصیت ضد اکسایشی بوده که شامل فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک و برخی ترپنها می باشند [۳۱-۳۳]. مطالعات زیادی در زمینه خواص ضد اکسایشی عصاره های آبی (مانند آب و الکل هایی چون متانول و اتانول) مرکبات انجام شده است که حضور ترکیبات فنلی آبدوست در آنها سبب بروز این خاصیت بوده است [۲۴]. اما با توجه به استفاده از حلالهایی با قطبیت پایین (هگزان - کلروفرم) برای عصاره گیری، احتمال حضور ترکیبات فنولی آبدوست کمتر بوده در حالیکه ترکیبات آبگریز از جمله رنگدانه های کلروپلاستی (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) با خاصیت چربی دوستی که توانایی مهار رادیکالهای آزاد را دارا هستند در این عصاره ها مشاهده میشوند (۳۵). در این مطالعه با توجه به نتایج مطلوب پوشش دهی کاغذ، عصاره گیری از نارنگی هایی با پوست سبز انجام شد. به همین دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی را بیشتر به حضور کلروفیل ها می توان نسبت داد. در عصاره پوست - برگ میزان بیشتری از کلروفیل ها در مقایسه با عصاره پوست موجود بوده است [۲۴]. مارکوس و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی خواص آنتی اکسیدانی کلروفیل و مشتقات آن پرداختند. آنها دریافتند کلروفیل b و مشتقات آن دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به کلروفیل a بودند. این امر اهمیت حضور گروه آلدئیدی را در کلروفیل b مشخص می کند. مکانیسم فعالیت آنتی اکسیدانی توسط کلروفیل های طبیعی نامشخص می باشد اما بنظر می رسد که به ختنی سازی اکسیژن های یگانه توسط رنگدانه ها مربوط شود [۳۶-۳۷].

۸- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان می دهد که حضور عصاره روغنی در ساختار کاغذ سبب ایجاد تغییراتی در ویژگیهای ساختاری و

- of Kraft paper impregnated with starch acetate. *Journal of Food Engineering* 71: 394–402.
- [15] Contini, C., Katsikogianni, M. G., O'Neill, F.T., O'Sullivan, M., Dowling, D.P., and Monahan, F.J. 2012. PET trays coated with Citrus extract exhibit antioxidant activity with cooked Turkey meat. *LWT - Food Science and Technology* 47: 471-477.
- [16] Karsheva, M., E. Kirova, S. Alexandrova. 2013. Natural antioxidant from citrus mandarin peel. Extraction of polyphenols; effect of operational conditions on total Polyphenols contents and antioxidant activity. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 48: 35-51.
- [17] Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L. and Pereira, J.A. 2009. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2326–2331.
- [18] Ladanyia, M., 2008. *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*, Academic Press; San Diego, pp. 126-139.
- [19] Reichardt, C., and Welton, T. 2011. *Solvents and solvent effects in organic chemistry*, New York: Wiley-VCH.
- [20] Mirshokraii, A., Sadegifar, F. 1386. *Paper Chemistry*. Roberts, J. C. (Author), Tehran: Aeigh, pp. 145-185 (Translated in: Farsi).
- [21] Purjavadi, A., Tadaion, B., and Razavi, R. M. 1371. *Organic Chemistry*, Boyd, R.T., Morrison, R.N. (Authors). Tehran: Center of Academic Publication, pp. 19-28. (Translated in Farsi)
- [22] Hamzeh, Y., RostamPour, A. 1387. *Principles of Paper Chemistry* (1st Ed.), Tehran: Tehran University, pp. 101-109.
- [23] Afra, E. 1385. *Properties of Paper: Introduction*, Scott, W. E (Author) (1st Ed.), Tehran: Aeigh, pp. 74-156.
- [24] Abrishamshi, P. 1386. *Plant Physiology*, Taiz, L., Zeiger, E. (Authors), Sunderland: MA Sinauer Associates, Inc. (Translated in: Farsi), pp. 208-213.
- [25] Baker, E., Procopiou, J., 2006. The cuticles of citrus species: Composition of the intra-cuticular lipids of leaves and fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 26; 1347-1352.
- [26] Dugo, G., Di Giacomo, A. 2003. *Citrus: The Genus Citrus*, London: Taylor and Francis, pp. 31-51.
- [3] Petersen, K., Nielsen, V., Bertelsen, G., and Mortense, G., 1999. Potential of biobased materials for food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 10: 52-68.
- [4] Despond, S., Espuche, E., Cartier, N., and Domard, A. 2005. Barrier Properties of Paper-Chitosan and Paper-Chitosan-Carnauba Wax Films. *Journal of Applied Polymer Science*, 98: 704–710.
- [5] Kjellgren, H., Gallstedt, M., Engstrom, G., and Jarnstrom, L. 2006. Barrier and surface properties of chitosan-coated greaseproof paper. *Carbohydrate Polymers*, 65: 453-460.
- [6] Li, B.B., Smith, B., and Hossain, Md. M., 2006. Extraction of phenolics from citrus peels. *Separation and Purification Technology*, 48: 182–188.
- [7] van Heerden, I., Cronje, C. Swart, S.H., and Kotze, J. M. 2002. Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting. *Bioresource Technology*, 81: 71-76.
- [8] Kang, H.J., Chawla, S.P., Jo, C., Kwon, J.H., and Byun, M.W., 2006. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource Technology*, 97: 614-20.
- [9] Wang, Y.C., Chuang, Y.C., and Hsu, H.W. 2008. The flavonoid, carotenoid and of pectin content in peels citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, 106: 277–284.
- [10] ALi, J., Abid, H., and Hussain, A., 2010. Study on some macronutrient composition in peels of different citrus fruits grown in NWFP. *Chemical Society of Pakistan*, 32: 83-86.
- [11] Singh, P., Shukla, R., Prakash, R., Kumar, A., Singh, S., and Mishra, P. 2010. Chemical profile, antifungal, antiaflatoxicogenic and antioxidant activity of *Citrus maxima* Burm. and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oils and their cyclic monoterpene, DL-limonene. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1734-1740.
- [12] Park, H. J., Kim, S. H., Lim, S. T., Shin, D. H., Choi S.Y., Hwang, K.T. 2000. Grease resistance and mechanical properties of isolated soy protein-coated paper. *Journal of the American Chemical Society*, 77: 269–73.
- [13] Chan, M.A., and Krochta, J.M. 2001. Grease and oxygen barrier properties of whey-protein-isolate coated paperboard. *Tappi Journal*, 84: 57.
- [14] Larotonda, F.D.S., Matsui, K.N., Sobral, P.J.A., and J.B. Laurindo, J. B. 2005. Hygroscopicity and water vapor permeability

- Fat Products, Shahidi , F. (Ed.), New York: Wiley, pp.49-66.
- [33] Ibrahim, A., Sarbatly, R. 2012. Effects of Modifier Polarity on Extraction of Limonene from Citrus Sinensis L. Osbeck Using Supercritical Carbon Dioxide. Malaysian Journal of Fundamental & Applied Sciences, 8: 111-116.
- [34] Rehman, Z. 2006. Citrus peel extract -A natural source of antioxidant. Food Chemistry 99, 450-454.
- [35] Orozco, R., Roca, M., Rojas, B.G., and Guerrero, L.G. 2011. DPPH-scavenging capacity of chloroplast pigments and phenolic compounds of olive fruits (*cv. Arbequina*) during ripening. Journal of Food Composition and Analysis, 24: 858-864.
- [36] Marquez, U., Barros, R.M.C., and Sinnecker, P. 2005. Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. Food Research International, 38: 885-891.
- [37] Fattahi Moghaddam, J., Hamydoghly, I., Fotouhi Ghazvini, R., Ghaseminejad, M., and Bakhshy, D. 1390. Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of some commercial varieties of citrus peel. Journal of Horticultural Science, 25: 211-217 (In: Farsi).
- [27] Zahedi, I., Sedaghat, N., and Ghanbarzadeh, B. 1389. Effect of Palmitic acid on mechanical properties, thermal and permeability of edible films pistachio globulin. Research Journal of Food Science and Technology, Iran. 6 (2): 91-99. (In: Farsi)
- [28] Ghanbarzadeh, B., Almasy, H., and Zahedan, I. 1388. Biodegradable and edible biopolymers in food packaging and medicine. Tehran: Amirkabir University Publishing, pp. 91-153. (In: Farsi).
- [29] Pisoschi, A.M., Cheregi, M.C., and Danet, A.F., 2009. Total Antioxidant Capacity of Some Commercial Fruit Juices: Electrochemical and Spectrophotometric Approaches. Molecules. 14, 480-493.
- [30] Roberto D, Micucci P, Sebastian T, Graciela F, Anesini C. 2010. Antioxidant activity of limonene on normal murine lymphocytes: Relation to H₂O₂ modulation and cell proliferation. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2010 Jan, 106 (1):38-44.
- [31] Junior, M.M., Silva, T.R., Franchi, G.C. Nowill, A., Pastore, G., and Hyslop, S. 2009. Antioxidant potential of aroma compounds obtained by limonene biotransformation of orange essential oil. Food Chemistry, 116: 8-12.
- [32] Shahidi, F., Zhong, Y., 2005. Citrus oils and Essences. In: Bailey's Industrial Oil and

Studies on antioxidant activities of extracts from peel and leaf of mandarin and determination of mechanical properties of coated kraft paper by the extracts

Moosavi, A. ¹, Kasaai, M. R. ^{2*}

1. MSc graduated from Department of Food Science and Technology,
2. Associate Professor of Department of Food Science and Technology,
Faculty of Agricultural Engineering &
Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Taberstan
Sari, Iran Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Received: 91/10/23 Accepted: 92/4/8)

In this study, the possibility of coating of paper using non-aqueous extracts obtained from peels and leaves of mandarin has been investigated. The extraction was carried out using non polar solvents (hexane, chloroform, dichloromethane, petroleum ether) at room temperature. The antioxidant activities of the extracts were determined using DPPH as free radical scavenger. Coating of the kraft paper was performed by its immersion in the extract solutions and evaporation of the solvents. The results showed that hexane-chloroform (1:1 v/v) system was the best solvent for the extraction and coatings. The weight of coated paper increased with an increase in concentration of extracted materials. The mechanical properties of coated paper (Tensile Strength, Young modulus, Elongation at Break) decreased in comparison with uncoated paper. The extracted materials obtained from peel-leave were stronger than that of extracted materials from the peel. The antioxidant activities of both extracted materials were weaker than that of BHA. In conclusion, the extracted materials from peel and peel-leaves caused to a oily coating layer on the paper. Such coating layer with antioxidant properties has potential to be employed in active packaging, but results in a reduction in mechanical properties of the paper.

Keywords: Paper, Non-aqueous extracts, Antioxidant activity, Mechanical properties.

*Corresponding Author E-Mail Address: reza_kasaai@hotmail.com