ساخت و کاربرد ترکیبات جدید برای پوشش‌دهی کاغذ و مقوا در بسته‌بندی

محمدرضا دهقانی فیروزآبادی[1]، روزبه اسدی خوانساری[2*]

تاریخ دریافت مقاله: خرداد ماه ۱۳۹٤

تاریخ پذیرش مقاله: دی ماه ۱۳۹٤

چکیده

این مقاله قابلیت مصرف انواع مشتقات همی‌سلولزها، نانو ذرّات الیاف چوبی، رنگدانه‌های معدنی و ریزذرّات آن و نیز بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر را در پوشش‌دهی کاغذ نشان می‌دهد که در بسته‌بندی مواد غذایی و بهداشتی کاربرد دارد. استخراج و خالص‌سازی زایلان خالص از همی‌سلولز خمیرکاغذ کرافت رنگبری شده چوب، تهیه انواع ریز ذرّات طبیعی چوب، مواد معدنی و بسپارهای جدیدی مانند پلی۳- هیدروکسی‌بوتیرات و پلی‌لاکتیک اسید به‌عنوان بخشی از تهیه دوغاب پوشش‌دهی کاغذ و مقوا با خواص مطلوب در این مقاله شرح داده شده است. همچنین ترکیبات کارآمدی به صورت مشتقات محلول در آب به دست آمده است و نتایج امیدوارکننده‌ای در آزمون‌های اولیه پوشش‌دهی ممانعتی مقوا حاصل شده است که در صنایع بسته‌بندی مواد مرطوب قابل استفاده می‌باشد . در مقایسه با بسپارهای تجاری، پوشش‌دهی با مناسب‌ترین بسپارهای دوستدار محیط زیست، خواص ممانعتی بهتری ایجاد کرده است، به طوری که نفوذ هوا و اکسیژن بسیار کمتر از پوشش‌های پلی‌اتیلن ترفتالات بود. به همین ترتیب، خواص نوری، چاپ‌پذیری و مقاومت‌های مکانیکی در نمونه‌های شاهد با متصل‌کننده صنعتی با کاغذ و مقوای پوشش شده با این ترکیبات جدید پوشش‌دهی مقایسه شده است و در برخی از موارد، خواص مکانیکی نظیر مقاومت به تاخوری، کشش، ترکیدن و پارگی نیز بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی

پوشش‌دهی‌های جدید؛ بسته‌بندی؛ دوستدار محیط زیست؛ کاغذ و مقوا

۱- مقدمه

به علت افزایش قیمت محصولات پتروشیمی و نگرانی‌های زیست محیطی، توسعه مواد حاصل از بسپارهای طبیعی برای کاربردی‌های مختلف، موضوع مهم چند سال اخیربوده است در این دهه‌ها، مشتقات نشاسته توسعه یافته‌اند؛ اما به تازگی مورد توجّه بخش زنجیره عرضه مواد غذایی قرار گرفته است بنابراین، فراوانی پلی‌ساکاریدهای غیرغذایی مانند سلولز و همی‌سلولز، قابلیت زیادی در این زمینه دارند. مشخصات فیزیکی و مکانیکی مثل سبکی و استحکام انواع کاغذ در بسته‌بندی مطلوب بوده و مشکل مقاومت‌تر کاغذ نیز با افزایش زمان پالایش خمیر کاغذ و افزودن رزین های مخصوص، قابل دستیابی می باشد؛ اما در بسته‌بندی قابلیت نفوذ هوا و بخار آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و تحقیقات وسیعی در این زمینه صورت گرفته است که خواص ممانعتی کاغذ و فیلم سلولز بهبود یافته و حتّی در برخی از موارد نسبت به بسپارهای مشتقات نفتی برتری یافته‌اند، همان طور که در بسیاری از

۱- دانشیار، دکتری صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان(m_r_dehghani@mail.ru).

۲- دانشجوی دکتری صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، مدرس دانشکده فنی و حرفه‌ای صومعه سرا.

(* نویسنده مسئول: rasadikhansari@gmail.com)

تحقیقات دیده می‌شود، اضافه کردن خاک رس، پلی وینیل الکل و انجام اتوزنی در کاغذ پایه، باعث کاهش چشمگیر انتقال بخار آب و کم شدن نفوذپذیری نسبت به اکسیژن می‌شود، به طوری که خواص ممانعتی آن نسبت به بسیاری از بسترها، مناسب‌تر خواهد شد. به دلیل آبدوستی کاغذ و الیاف لیگنوسلولزی باید تغییراتی در جهت آبگریزی انجام گیرد. با یک نگاه دقیق به آبگریزی برخی از برگ‌ها، بال حشرات و الگوگیری از آن ها می‌توان مواد طبیعی آبگریزی ساخت که در بسته‌بندی مواد غذایی مفید باشند[۱].

۲- مواد و روش‌ها

با بررسی مقالات مرتبط، کلیه نکات در ترکیب مواد و روش‌های جدید بسته‌بندی به صورت ده موضوع جمع‌بندی شده، که در اینجا این موارد به طور مروری توضیح داده می‌شوند. برخی از این موارد، اهمیت ویژه یافته‌اند و چشم‌انداز وسیعی در آینده دارند، چون اهمیت سلامت مواد غذایی در بسته‌بندی به طور روز افزون توسعه می‌یابد و به زودی صنعتی خواهد شد. ادامه این تحقیقات و جایگزین شدن کاغذ و مقوا در کلیه مواد بسته‌بندی، گام بزرگی در حل مشکلات زیست محیطی است.

۲-۱- بسپارهای مشتق از همی سلولز گیاهان

همی‌سلولز، دومین ماده گیاهی فراوان در طبیعت است. رشد سالانه جهانی چوب و دیگر مواد خام زیستی در حدود ۱۷۰ تا ۲۰۰ میلیارد تن برحسب وزن خشک است به طور متوسط مواد اولیه شامل ۵۰-۴۰٪ سلولز و ۳۵-۲۰٪ همی‌سلولز است، که موجب دسترسی سالانه منابع نامحدود ۳۵ تا ۷۰ میلیارد مواد خام همی سلولزی است. زایلان‌ها، همی سلولز اصلی پهن برگان هستند و همچنین آن‌ها در سایر گیاهان از جمله علف‌ها، غلّات و گیاهان به فراوانی وجود دارند و به نوبه خود گلوکومانان‌ها، همی‌سلولز اصلی سوزنی برگان هستند. با این شرایط، مقدار همی‌سلولز تولیدی به مقدار ۲۶۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ فراتر از تولید جهانی پلاستیک می‌شود. حتّی اگر این ماده خام در دسترس تولید صنعتی نباشد ولی در آینده همی‌سلولز منابع بسپارهای تجدید پذیر به منظور تولید زیست بسپارها، مواد شیمیایی و انرژی زیستی هستند با این وجود، همی‌سلولز با وزن مولکولی بالا در مقادیر زیادی تولید نمی‌شود؛ اما به دلیل گسترش تولید آن، انتظار می‌رود به طور کلی می‌توان زایلان را از خمیر سفید کرافت جدا کرده و مابقی خمیر به ماده با ارزش خمیر حل شونده تبدیل شود و زایلان را به زایلان هیدروکسی پروپیله[1] تبدیل و سپس به عنوان چسب پوشش رنگدانه در صنعت پوشش کاغذ و مقوای بسته‌بندی استفاده کرد. این محصول زیست‌تخریب‌پذیر بوده و نسبت به پلی‌اتیلن ترفتالات نفوذ بخار آب بسیار کمتر و ممانعت بهتری در مقابل روغن‌های معدنی دارد و مقدار نفوذ بخار آب در پلی‌اتیلن ترفتالات ۳ برابر زایلان هیدروکسی پروپیله گزارش شده است. عملکرد خوب این پوشش، موجب مقاومت سطحی بالایی شده که در چاپ افست در صنایع بسته‌بندی کاربرد فراوانی دارد[۸].

۲-۲- کیتین اسکلت بندپایان

کیتین[2] یک پلی‌ساکارید فراوان در اسکلت خارجی بندپایان است، که از جوشاندن کیتین در محلول پتاس با غلظت مشخص کیتوزان[3] یا کیتوسان به دست می‌آید. کیتوزان یک ترکیب بسپاری تجدیدپذیر با خواص ممانعتی عالی است که پیوندهای هیدروژنی زیاد و ساختار بلورین آن موجب عدم نفوذ مایعات و گاز از درون آن می‌شود. اغلب با وزن پوشش کم بر روی کاغذ استفاده شده و در مقیاس نیمه صنعتی به وسیله پرس آهار روی کاغذ پوشش‌دهی می‌شود. کیتوزان خاصیت کاتیونی دارد و به آسانی به الیاف آنیونی[4] لینگنوسلولزی متصل شده و ممانعت خوبی برقرار می‌کند؛ که در بسیاری از مقالات به این خاصیت ممانعتی مطلوب اشاره شده است. البته با

1- Hydroxypropylated Xylan
2- Chitin
3- Chitosan
4- Anionic Fiber

اعمال عملیات پالایش خمیر کاغذ می‌توان برخی از خواص ممانعتی را افزایش داد ولی عمل پالایش، هزینه زیادی به همراه دارد و موجب کندی آبگیری و درجه روانی کم و در نتیجه مقدار تولید کاهش می‌یابد. برخی از تحقیقات حتّی مقدار ۰/۱ گرم بر متر مربع پوشش را برای کاغذهای ضدروغن مناسب می‌داند، ولی برای دستیابی به خواص ممانعتی کامل، مقدار ۵ گرم بر متر مربع پوشش‌دهی در صنایع بسته‌بندی لازم است[۳].

۲-۳- اصلاح نشاسته‌های گیاهی

نشاسته اصلاح شده نیز ماده‌ای طبیعی و زیست تخریب‌پذیر است، که آزمایشات موفقی را در تیمار سطحی کاغذ نشان داده است. نشاسته‌های اصلاح شده آبگریز ماهیت متفاوتی داشته که زاویه تماس آب بر روی کاغذ را افزایش می‌دهند و از ترشوندگی کاغذ پوشش شده می‌کاهند که در بسته‌بندی مواد غذایی و بهداشتی اهمیت فراوانی دارند. مقدار بار الکترونی بسپار نشاسته در خواص آن مؤثر است که این خاصیت در نشاسته اصلاح شده قابل تنظیم است. فیلم های نشاسته اصلاح شده خواص ممانعتی بسیار خوبی در مقابل اکسیژن دارند و نسبت به بخار آب ضعیف هستند که گلیسرول[1] قابلیت انتقال بخار آب را کاهش می‌دهد[٤].

۲-٤- انواع ریز (نانو) ذرّات سلولزی

سلولز میکروفیبریله شده (MFC)[2] که یک نانو ذرّه سلولزی است؛ به روش‌های مختلف قابل تولید بوده و در بافت کاغذ به صورت چندسازه و در حالت پوشش‌دهی بر روی سطح کاغذ انجام شده است. که این روش در اصلاح خواص مکانیکی و ممانعتی کاغذ بسیار موفق بوده و در کلیه صنایع بسته‌بندی و چاپ کاربرد دارد. اولین مقاله پوشش‌دهی کاغذ با (MFC) در سال ۲۰۰۹ با نشست (MFC) بر روی کاغذ پایه مرطوب انجام شد و دو بخش تر(کاغذ پایه مرطوب و پوشش اعمال شده) با هم ترکیب شدند. جرم پایه فیلم رویی ۲ تا ۸ و کل وزن ۹۰ گرم بر متر مربع بود. نتایج نشان‌دهنده؛ کاهش تخلخل و نفوذ هوا بود. در مقالات بعدی از وزن پوشش کمتر و خواص ممانعتی دیگری استفاده شده است. عکس‌برداری[3](SEM) نشان دهنده قرارگیری نانو الیاف بر روی بستر کاغذ و کاهش قطر منافذ است[۹].

روش دیگر، استری کردن نوارهای سلولز میکرو فیبریله شده یا همان (MFC) به وسیله انیدرید استیک و انیدریدتری فلورو استیک، موجب خاصیت ممانعت در برابر اکسیژن شده است. تغییرات شیمیایی از طریق[4] (XPS) و (FTIR)[5] تأیید می‌شود و افزایش معنی‌داری در زاویه تماس قطره آب این نمونه‌ها با نمونه‌های شاهد وجود دارد که به علت درجه جایگزینی گروه‌های هیدورکسیل است[۱۱].

۲-۵- کاربرد مواد معدنی کربنات کلسیم

در محلول کربنات کلسیم رسوبی (PCC)[6] که در پوشش‌دهی کاغذ و مقوا استفاده می‌شود باید مواد متصل‌کننده‌ای به عنوان چسب اضافه کرد. در تحقیقات جدیدی از نانو الیاف سلولزی به این منظور استفاده شد که هدف آن ساخت کاغذ فوق آبگریز بود. آزمایش به روش غوطه‌وری با (PCC) و نانو سلولز و سپس با محلول آلکیل کتن دیمر یا (AKD)[7] انجام گرفت. سپس زاویه تماس آب به حدود ۱۶۰ درجه رسید که میزان صرف نانو الیاف سلولز فقط ۱٪ وزن (PCC) بود. در نتیجه، این روش آسان و مقرون به صرفه، قابلیت تولید گسترده‌ای در صنایع بسته‌بندی دارد [۷].

1- Glycerol
2- Microfibrillated Cellulose (MFC)

3- Scanning Electron Microscope(SEM)
4- X-ray Photoelectron Spectroscopy(XPS)
5- Fourier Transform Infrared(FTIR)
6- Precipitated Calcium Carbonate (PCC)
7- Alkyl Ketene Dimer(AKD)

۲-۶- تغییر ماهیت ذرّات

در تحقیقی نانو ذرّات ساخته شده با فرآیند ایمیدی شدن[1] به صورت یک لایه پوششی روی کاغذ و مقوا قرار داده شده است که زاویه تماس آب به بیش از ۱۴۰ درجه رسید؛ که این خاصیت ممانعتی به برهم‌کنش نانو ذرّات پوشش و سلولز کاغذ و ایجاد پیوندهای هیدورژنی بین آن‌ها نسبت داده می‌شود. از طریق طیف‌سنجی رامن[2] تغییرات شیمیایی بستر پوشش شده تعیین خواهد شد و نتیجه این طیف‌سنجی؛ افزایش پیوندهای هیدروژنی را تأیید می‌کند. نمونه‌های تهیه شده با کاربردهای بسته‌بندی، دارای خواص مکانیکی و چاپ‌پذیری ارتقاء یافته هستند و میزان نفوذ جوهر در بافت پوشش و کاغذ کمتر شده و نیز دانسیته چاپ افزایش یافت[۱۲].

۲-۷- سلامتی و ویژگی‌های مواد

در این مقاله مروری به جمع‌آوری مطالب انواع روش‌های پوشش‌دهی و مقایسه نتایج پرداخته است. استفاده از ذرّات نانو، ممکن است تهدیدی برای سلامتی انسان باشد، ولی تحقیقات بر روی عناصر آهن، منیزیم و سیلیس در فیلم نانو کامپوزیت[3] خاک/ نشاسته، تغییر کیفیت غذای بسته‌بندی شده با این محصول را نشان نداد. و در نتیجه مضر بودن این مواد بسته‌بندی تأیید نشده است و بنابراین بدون خطر در صنایع بسته‌بندی فعلاً قابل استفاده است و نانو ذرّات سلولزی هیچ گونه مشکلی را در سلامتی انسان نشان نداده است. برای استفاده در صنایع

جدول ۱- مقایسه خواص ممانعتی کاغذ و مقوای پوشش‌دهی شده با مواد و روش‌های مختلف [۹]

پوشش/ بستر	روش پوشش دهی	وزن پوشش (g/m^2)	انتقال بخارآب WVTR ($g/m^2 \cdot d$)	انتقال اکسیژن OTR ($cm^3/m^2 \cdot d$)	بهبود ممانعت BIF_{WVTR}	جذب آب $Cobb_{60}$ (g/m^2)	مقاومت به گریس نسبت به روش آزمون (%)
استایرن/آکریلات کاغذ کرافت ۹۰گرمی	پوشش دهنده غلتکی	۸,٤	۱٤٤	–	۲/٤	–	–
25 wt% خاک + استایرن/آکریلات مقوای پیش پوشش با آهار زیاد ۲۰۰ گرمی	پوشش دهنده TWIN-HSM	٦/٥	۸۹	۲٦۰۰۰	۳/۳	۳/٦	–
استایرن/ بوتادین کرافت لاینر با رویه سفید ۱۶۰گرمی	پوشش دهی تیغه ای	۳/۱	۱۰۳	–	۲/۲	–	–
موم 5 wt% + استایرن/ بوتادین کرافت لاینر با رویه سفید ۱۶۰گرمی	پوشش دهی تیغه ای	٤/۳	۲۹	–	۱۱/۵	–	–
نشاسته مقوای ۲۲۵گرمی بدون آهار با پیش پوشش	پوشش دهی پرده ای	۱۰	۲۲۰	۱۱۰۵	۳/۷	–	0 (no. 12)
کیتوسان کاغذ کرافت ۳۴۲گرمی	پوشش دهی پرده ای	۵	–	۰/۳	–	–	Kit test
کیتوسان کاغذ ضدگریس ۴۵گرمی	پوشش دهی میله ای	٦	۱۲۰	۵	۱/۷	–	–
گلوتن گندم کاغذ کرافت ۳۴۲گرمی	فشرده سازی قالب	۲٤/۵	–	٦/۸	–	ca۳۰	0 (>1800 s) TAPPI T 454
پروتئین آب پنیر مقوای توپر رنگبری شده	ابزار پرنده ای	۱۰	–	۹۱۸	–	-	–
پروتئین ذرت کاغذ کرافت	پوشش دهی گردپاشی	ca۵۰	۸۸۱	–	۱/۷	-	0 (16 h) TAPPT T 507
اسید پلی لاکتیک مقوای اتو زنی شده ۱۸۰گرمی	میله با توری	۲۰	۹/۷	–	۲٤	-	1.4 (4 h) TAPPT T 507
پلی هیدروکسی بوتیرات والرات PHB/V	روزنرانی	۱۱۲	۳۰	–	–	ca ۱۰	–
کاغذ کرافت ۷۰ گرمی (starch/PVOH/glycerol) پلاستیسول مقوای کارتن ۴۲۵ گرمی	پوشش دهی میله ای		۵۰	–	۵/۵	–	–
						–	–

بسته‌بندی؛ بهبود این خواص ممانعتی ترکیبات بسته‌بندی در جایگزین شدن این مواد جدید زیست‌تخریب‌پذیر به جای مشتقات نفتی، اهمیت کاربردی دارد. جدول(۱)، خواص ممانعتی کاغذ و مقوای

1- Imidization Process
2- Raman Spectroscopy
3- Nano Composite

پوشش‌دهی شده با مواد و روش‌های متفاوت در منابع مختلف تحقیقاتی را نشان می‌دهد[۲].

۲-۸- بهبود مکانیکی با اصلاح شیمیایی

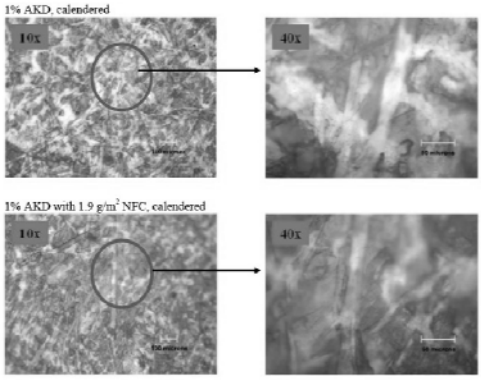
برخی از محققان برای ایجاد گروه‌های آمونیوم چهارتایی و اپوکسی[1] در لاتکس کاتیونی[2] با اتصال عرضی، از طریق استایرن بوتیل آکریلات استایری متا آکریلات دی‌متیل آمینو اتیل متاآکریلات‌اپی‌کلروهیدری[3] (SBSDE) ترکیب شیمیایی جدیدی را ساختند.

آنالیزگرهای شیمیایی ^{1}H NMR[4]، FTIR، GPC[5] اثر آهارزنی سطحی کاغذ را بررسی کردند که به علت ایجاد اتصال عرضی با الیاف کاغذ بود. همچنین آزمون‌گرهای مکانیکی و ممانعتی، بهبود مقاومت‌های مکانیکی و کیفیت‌های کاغذ، را بسیار مؤثر ارزیابی کردند. بهترین نتیجه در غلظت ۸/۵ درصد (SBSDE) و نسبت بوتیل آکریلات[6] به استایرن برابر با ۰/۸۵ به‌دست آمد[۱۵]. این خواص ممانعتی در عملیات بسته‌بندی مواد غذایی بسیار حیاتی است.

۲-۹- افزایش کیفیت چاپ

مقالاتی در زمینه پوشش نانو الیاف[7] (NFC)، لاتکس و پلی‌وینیل الکل صورت گرفته است که حضور این نانو الیاف سلولز موجب افزایش مدول یانگ[8] در فیلم‌های مختلف شده است[۱۱]. ترکیب (AKD) و (NFC) باعث افزایش چگالی چاپ و کاهش مشکل پشت نمایی در هنگام چاپ کاغذ است. توزیع و نفوذ جوهر از طریق میکروسکوپ الکترونی هم کانونی یا[9] (CLSM) در کاغذهای پوشش شده و پوشش نشده مقایسه شد.

همان طور که در(شکل۱) دیده می‌شود. (NFC) تأثیر بسیار مناسبی در پراکندگی یکنواخت جوهر در بستر کاغذ دارد. همچنین چگالی چاپ در جوهرهای بر پایه رنگدانه و رنگ مقایسه شده، که اتوزنی و افزودن(NFC) موجب افزایش چگالی چاپ یک رنگ خاص می‌شود(شکل۲). اثر نانو الیاف سلولز و اتوزنی بر چگالی چاپ جوهر بر پایه رنگ مؤثر بوده در حالی بر جوهر بر پایه رنگدانه تأثیری ندارد، چاپ‌پذیری مناسب، کلید توسعه صنعت بسته‌بندی خواهد بود[۱۲].



شکل ۱- افزایش پخش جوهر در طول الیاف پس از استفاده از NFC: شکل‌های بالا با ۱٪ AKD و اتوزنی، شکل‌های پایین با ۱٪ AKD به همراه ۱/۹ گرم بر متر مربع NFC و اتو زنی [۱۲].

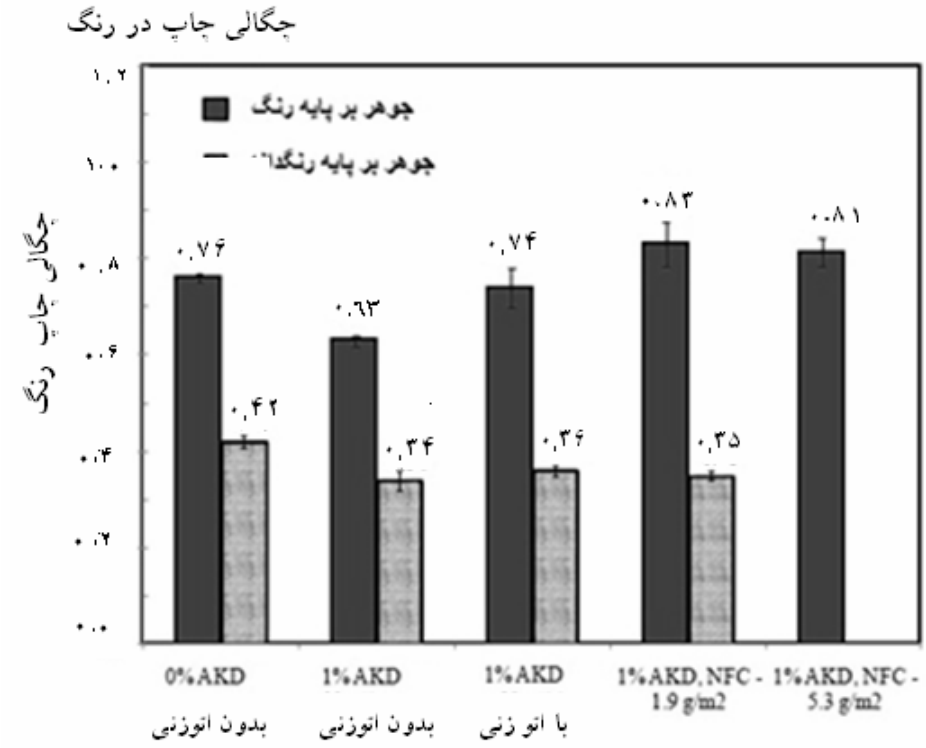
1- Epoxy
2- Cationic Latex
3- Styrene/Butyl Acrylate/Steary Methacrylate/Dimethyl Amino Ethyl Methacrylate/Epichlorohydrin
4- Proton Nuclear Magnetic Resonance
5- Gel Permeation Chromatography
6- Butyl Acrylate
7- Nanofibrillated Cellulose
8- Young's Modulus
9- Confocal Laser Scanning Microscope(CLSM)

۲-۱۰- ممانعت ترکیبات کاملاً زیست تخریب پذیر

در تحقیق دیگری از چند نوع کاغذ تجاری و دست‌ساز با وزن پایه بالا استفاده شده است و به روش غوطه‌وری با ترکیبات پلی۳- هیدروکسی بوتیرات [۱](PHB) و پلی‌لاکتید اسید [۲](PLA) پوشش‌دهی شدند که کاملاً زیست تخریب‌پذیر هستند. آنالیز جرمی[۳] و ATR_FTIR[۴] نشان داد که غلظت بسپار و افزایش زمان غوطه‌وری در وزن فیلم پوشش مؤثر است.

همچنین مقدار جذب آب در نمونه‌ها کاهش یافت و خواص ممانعتی هوا و روغن نسبت به نمونه شاهد تیمار نشده اصلاح شد. مقاومت به آب در پوشش(PHB) و مقاومت نسبت به روغن در پوشش (PLA) شرایط بهتری را نشان داد که در بسیاری از صنایع بسته‌بندی غذایی و بهداشتی ممانعت نسبت به روغن لازم است [۱۳].

ترکیبات معدنی جدیدی جهت ساخت ماده پوشش‌دهی کاغذ و مقوا برای بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی ابداع شده است. نام‌های تجاری ریبارکو و ویپرکوت[۵] مربوط به رنگدانه های معدنی است که قابل استفاده در محلول‌های پوششی ممانعتی هستند و محصول



شکل ۲- چگالی چاپ در جوهرهای بر پایه رنگدانه و رنگ نسبت به اتوزنی و افزودن NFC در چگالی چاپ رنگ قرمز[۱۰]

نانولاک[۶] حاوی سیلیکات[۷] به ابعاد نانو می‌باشد. مونتموریلونیت[۸] به فراوانی در خاک چینی پوشش‌دهی یافت می‌شود. تبدیل مواد مختلف به ذرّات نانو تأثیر بسیاری در خواص ممانعتی محصول دارد و تغییر حالت فیزیکی و طرز قرارگیری آن‌ها ممانعت نسبت به گاز را

1- Poly-3-Hydroxybutyrate
2- Polylactide Acid
3- Mass Spectroscopy
4- Attenuated total Reflection_ Fourier Transform Infrared

5- Rebarco and Vapor Coat
6- Nanolok
7- Silicate
8- Montmorillonite

بیشتر می‌کند. در تحقیقات آزمایشگاهی و صنعتی، محصولات گوناگونی ساخته شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

گزارش‌هایی درباره بهبود خواص ممانعتی کاغذ با پوشش لاتکس و نانو مونتموریلونیت وجود دارد که مقاومت کششی نیز افزایش یافته است[٤]. نشاسته ترموپلاستیک از نشاسته کاتیونی و ذرّات نانو تهیه می‌شود و به شدّت آبدوستی را کاهش می‌دهد. محصول اکاسفیر[1] از نشاسته اصلاح شده و ذرّات نانوی آلی ساخته شده است که آبگریز، مقرون به‌صرفه، زیست‌تخریب‌پذیر و قابل بازیافت است[١٤]. احتمال بروز بیماری در هنگام استفاده از ذرّات نانو برای انسان وجود دارد، ولی تحقیقات بر روی عناصر مختلف در ترکیب نانو خاک چینی/ نشاسته، تغییراتی در کیفیت غذای بسته‌بندی شده با این محصول را نشان نداده است[٢].

٣- نتیجه گیری

امکان ساخت کاغذ و مقوا برای بسته‌بندی مواد غذایی مرطوب و حتّی مایعات مانند انواع شیر، نوشیدنی و آب فراهم شده است. در آینده نزدیک باید کلیه مواد غیرقابل تجزیه بر پایه مشتقات نفتی از صنایع بسته‌بندی کنار گذاشته شوند و ترکیبات زیست تخریب‌پذیر سلولزی برای کلیه بسته‌بندی‌ها استفاده شوند. با توجّه به تحقیقات اخیر و پیشرفت‌های حاصل شده؛ در آینده کلیه بسته‌بندی‌های مواد به‌وسیله این ترکیبات جدید پوشش‌دهی صورت خواهد گرفت. ضمن داشتن خواص ممانعتی مطلوب در واحدهای بسته‌بندی مواد غذایی و بهداشتی نیز با قابلیت چاپ مناسب همراه است. اجزاء آن از مواد طبیعی و زیست‌تخریب‌پذیر بوده که سلامتی نسل‌های آینده بشر را تضمین می‌کند. با استفاده از این فنّاوری می‌توان به سادگی این کاغذ و مقوا را بازیافت کرد و در حفظ محیط زیست فعال‌تر بود. اولویت بعدی قابلیت‌های خواص مکانیکی در کاغذ و مقوا در صنایع کارتن‌سازی و بسته‌بندی است؛ که کاربرد هر نوع کاغذ پوشش شده در محصولات مرتبط با آن خواهد بود. ارزش افزوده این فرآیندها عامل موفقیت آن‌ها خواهد بود؛ به طوری که به راحتی می‌توان در واحدهای کوچک تبدیلی کاغذ؛ حلقه بزرگ کاغذ را پس از پوشش لازم؛ به ابعاد مطلوب و کاربردی آن برش داده و در معرض فروش قرار داد. تحقیقات همواره جهت ارتقاء این روش‌ها ادامه می‌یابد و ترکیبات جدیدی در پوشش‌دهی کاغذ و مقوای بسته‌بندی معرفی می‌شوند.

1- Ecosphere

٤- منابع

١. اسدی خوانساری؛ ر. دهقانی فیروزآبادی؛ م. (١٣٩٢)؛ «**معرفی مواد کاغذی و مقوایی نوین در بسته‌بندی محصولات صنایع غذایی**»، فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی، سال چهارم شماره ١٦. ٥٧-٤٦.

2. Andersson, C. (2008). **"New ways to enhance the functionality of paperboard by surface treatment – a Review",** Packaging Technology and Science, 21(6), 339–373.
3. Arbatan, T.; Zhang, L.; Fang, X.; and Shen, W. (2012). **"Cellulose nanofibers as binder for fabrication of superhydrophobic paper",** Chemical Engineering Journal, 210, 74-79.
4. Duncan, T.V. (2011). **"Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors",** Journal of Colloid and Interface Science, 363(1), 1-24.
5. Gagnon, G.; Rigdal, R.; Schual-Berke, J.; Biloeau, M. and Bousfield, D. W. (Sep, 2010). **"The effect of nano-fibrillated cellulose on the mechanical properties of polymer films",** Tappi nanotechnology, 21p.
6. Jonhed, A.; (2006). **"Properties of modified starches and their use in the surface treatment of paper. Dissertation",** Karlstad University Studies. 89p.

آدرس نویسنده

استان گیلان- رشت- گلسار- خیابان ۱۳٤ - ساختمان ١٤- واحد ٦- اسدی.

7. Kjellgren, H. (2005). **"Barrier properties of greaseproof paper. Licenciate Thesis",** Karlstad University Studies. 94p.
8. Laine, C.; Harlin, A.; Hartman, J.; Hyvärinen, S.; Kammiovirta, K.; Krogerus, B.; Pajari, H.; Rautkoski, H.; Setälä, H.; Sievänen, J.; Uotila, J. and Vähä-Nissi, M. (2013). **"Hydroxyalkylated xylans – Their synthesis and application in coatings for packaging and paper",** Industrial Crops and Products, Volume 44. 692–704.
9. Lavoine, N.; Desloges, I.; Dufresne, A.; and Bras, J. (2012). **"Microfibrillated cellulose – Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review",** Carbohydrate Polymers, 90, 735-764.
10. Luu, W. T. and Bousfield, D. W. (October, 2011). **"Application of nano-fibrillated cellulose as a paper surface treatment for inklet printing",** PaperCon. 2222-2233.
11. Rodionova, G.; Hoff, B.; Lenes, M.; Eriksen, Q. and Gregersen, Q. (2013). **"Gas-phase esterification of microfibrillated cellulose (MFC) films",** Cellulose journal, Volume 20, Issue 3, pp 1167-1174.
12. Samyn, P.; Deconinck, M.; Schoukens, G.; Stanssens, D.; Vonck, L. and Van den Abbeele, H. (2010**). "Modifications of paper and paperboard surfaces with a nanostructured polymer coating",** Progress in Organic Coatings, 69, 442-454.
13. Shawaphun, S. and Manangan, T. (2010). **"Paper Coating with Biodegradable Polymer for Food Packaging",** Sci. J. UBU, Vol. 1, No 1. 51-57.
14. Sirdach, W.; Hodgson, K.T.; and Nazhad, M.M. (2006). **"Biodegradion and recycling potential of barrier coated paperboards",** BioResources, 2(2), 179-192.
15. Yan, X.; Ji, Y.; and He, t. (2013). **"Synthesis of fiber crosslinking cationic latex and its effect on surface properties of paper",** Progress in Organic Coatings, 76, 11-16.