تولید خمیر کاغذ NSSC صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-۶۹ برای مصارف بسته‌بندی

صالح قهرمانی[1*]، سحاب حجازی[2]، سعید مهدوی[3]

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹٤

تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ماه ۱۳۹٤

چکیده

خمیر کاغذ NSSC برای تولید کاغذ فلوتینگ یکی از مهم‌ترین منابع تولید کاغذ برای مصارف بسته‌بندی می‌باشد. استفاده از کاغذ، به دلیل برخی از ویژگی‌ها به خصوص ارزانی، دوستدار محیط زیست بودن و قابلیت بازیافت بر سایر مواد مورد استفاده در بسته‌بندی ارجحیت دارد. در این تحقیق، خمیر کاغذ NSSC صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-٦۹ جهت مصارف بسته‌بندی و تولید کاغذ فلوتینگ مورد ارزیابی قرار گرفته است. از بین ٦ پخت با شرایط مختلف خمیرکاغذ با ویژگی‌های بهینه برای ساخت کاغذ فلوتینگ برگزیده شد. خمیرکاغذ بهینه برای دستیابی به درجه روانی ۳۸۵ میلی‌لیتر درجه کانادایی پالایش شد و از آن کاغذهای فلوتینگ با جرم پایه ۱۲۷ گرم بر سانتی‌متر مربع ساخته شد. سپس مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی آن اندازه‌گیری شد. نتایج کلی، حاکی از تأثیر مثبت خمیرکاغذ NSSC صنوبر دلتوئیدس، در تولید کاغذ فلوتینگ برای مصارف بسته‌بندی می‌باشد. نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد که استفاده از خمیر کاغذ NSSC صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-٦۹ در مقایسه با سایر فرآیندها و مواد اولیه مورد استفاده نتایج قابل قبولی نشان می‌دهد، چرا که با توجّه به اهمیت استفاده از گونه‌های چوبی تند رشد، به علت محدودیت منابع لیگنوسلولزی و همچنین قابل قبول بودن مقاومت‌های این پژوهش با استانداردهای ISIRI 3054 و ISIRI 3488 می‌توان تولید کاغذ فلوتینگ را با استفاده از فرآیند خمیر کاغذسازی حاصل از چوب صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-٦۹ به صنعت کاغذ و بسته‌بندی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی

NSSC[4]، فلوتینگ[5]، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، صنوبر دلتوئیدس[6]، کاغذ و بسته‌بندی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(* نویسنده مسئول: s.ghahramani@ut.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران(shedjazi@ut.ac.ir).

۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، کرج، ایران(smahdavi@rifr.ac.ir).

4- Neutral sulfite semi-chemical

5- Fluting

6- Deltoeidos poplar

۱- مقدمه

بالا بودن خواص کیفی بسته‌بندی کاغذی، سبب شده است که در بسیاری از بخش‌ها جایگزین سایر بسته‌بندی‌ها شود. از جمله جایگزینی مقوا به جای چوب در جعبه‌های میوه و دیگر اقلام غذایی را می‌توان نام برد. از مزایای مهم استفاده از کاغذ مناسب برای بسته‌بندی را می‌توان، بازیابی، استفاده مجدّد و بازگشت سریع به چرخه محیط زیست دانست[۱۰].

امروزه با افزودن مواد مختلف به خمیر کاغذ، مقوا و تغییر در فنّاوری ساخت آن، توانسته‌اند قابلیت‌های زیادی به آن ببخشند و می‌توانند توان، شکل ظاهری و سایر خصوصیات کاغذ و مقوا را با توجّه به محصول تغییر دهند. بسته‌بندی کاغذی فقط در بسته‌بندی جامدات استفاده می‌شود. به منظور بسته‌بندی مایعات و مواد فرّار باید آن‌ها را با پوشش‌های فلزی و پلاستیکی پوشاند که مستلزم صرف هزینه است. دامنه استفاده از کاغذ و مقوا امروزه به حدّی گسترش پیدا کرده است که در بسته‌بندی انواع آبمیوه، شیر، لبنیات، مایعات، دارو، پوشاک، مواد غذایی، مواد بهداشتی، لوازم خانگی و ماشین‌آلات از آن استفاده می‌شود[۱] بسته‌بندی کاغذی و مقوایی مزیت‌های فراوانی دارد از جمله: قابلیت و فرم گرفتن، سبک بودن، مقاوم در برابر نور، هزینه پایین، امکان تبلیغ آسان بر روی آن، قابلیت چاپ‌پذیری خوب، انعطاف‌پذیری و غیره. ولی با این وجود معایبی هم دارد. از قبیل: استحکام پایین، حساس به حرارت و آب، کاربرد منحصر برای جامدات و غیره[۱].

یکی از راه‌های اصلاح و پوشاندن این معایب، استفاده از فرآیندهای مقاوم تولید خمیر کاغذ و استفاده از آن جهت بالا بردن مقاومت‌ها و بهبود ویژگی‌ها می‌باشد. همچنین کاغذ و مقوا از جمله موادی هستند که می‌توانند با توجّه به خواسته‌های مشتری، قدرت خلاقیت را در طراحی بسته‌بندی افزایش دهند [۱۱]. مقاومت کاغذ، متناسب با نوع کاربردی که برای آن در نظر گرفته شده است می‌تواند در درجه اول اهمیت قرار گیرد. در مورد کاغذهای بسته‌بندی، مقاومت به ترکیدن، مقاومت به کشش و مقاومت به پارگی به عنوان شاخص‌های اصلی مقاومتی به حساب می‌آید[۱۲]. از فرآیندهای مقاوم تولید خمیر کاغذ که در این تحقیق به آن پرداخته شده، NSSC صنوبر است. خمیر کاغذ NSSC با تولید کاغذ فلوتینگ، مهم‌ترین منابع لیگنوسلولزی[1] تولید کاغذ جهت مصارف بسته‌بندی می‌باشند[۲].

NSSC فرآیند اصلی تولید کاغذ کنگره‌ای است، عمدتاً برای تولید خمیر کاغذهای پربازده، از پهن‌برگان مورد استفاده قرار می‌گیرد و مهم‌ترین فرآیند نیمه شیمیایی مورد استفاده در دنیاست. کاغذ کنگره‌ای(فلوتینگ) از جمله پرمصرف‌ترین انواع کاغذهای بسته‌بندی در جهان است که مقدار زیادی از کاغذهای بسته‌بندی تولیدی در جهان را به خود اختصاص داده است(در حدود ۵۰ درصد). این نوع کاغذها برای تهیه لایه میانی مقوای کنگره‌ای بکار می‌رود و در کارتن‌سازی و صنایع بسته‌بندی مصرف بسیار زیادی دارد[۳]. همچنین ورق های کنگره‌ای بزرگ‌ترین مصرف کاغذ و مقوا در صنعت بسته‌بندی را از نظر وزن محصولات بسته‌بندی شده به خود اختصاص داده‌اند و در صنعت بسته‌بندی برای حمل و ذخیره محصول کاربرد دارند[۱۲].

به دلیل مزیت‌های اقتصادی فراوان از جمله بازده بالا، مصرف کم مواد شیمیایی، رنگ روشن‌تر خمیر کاغذ، استحکام مطلوب کاغذ تولید شده، فقدان بوی نامطلوب و بد، نیاز به سرمایه‌گذاری کم‌تر و امکان تأسیس واحدهای کوچک، این فرآیند از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین با کمک فرآیند NSSC خمیر کاغذهایی سفت‌تر از کاغذهای قلیایی می‌توان تولید کرد که این امر، امتیازی برای ساخت مقوای کنگره‌ای است. بدین جهت حدود ۸۰ الی ۸۵ درصد خمیر کاغذهای سفید نشده NSSC برای تولید مقوای کنگره‌ای مصرف می‌شوند. این نوع خمیر کاغذ به دلیل مقدار بالای لیگنین[2] باقیمانده، خمیر کاغذی صلب[3] و مناسب برای

1- Lignocellulosic
2- Lignin
3- Stiffness

ساخت مقوای کنگره‌ای است. رشد آتی خمیر کاغذهای NSSC پهن برگان را صلبیت بی‌نظیری که این خمیر کاغذ به مقوای کنگره‌ای می‌دهد، تضمین می‌کند. امروزه این فرآیند، به عنوان مهم‌ترین و اصلی‌ترین فرآیند تولید خمیر کاغذ مناسب برای ساخت کاغذ کنگره‌ای محسوب می‌شود[۳]. کاغذ فلوتینگ، کاغذی است که به عنوان لایه کنگره‌ای میانی ورق کارتن مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث استحکام آن می‌شود[۲].

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- چوب صنوبر

چوب مورد نیاز از رقم سریع‌الرشد ۵۵-۶۹ صنوبر دلتوئیدس[1] کاشته شده در مرکز تحقیقات البرز کرج تهیه شد. گرده‌بینه‌ها پس از پوست‌کنی توسط یک دستگاه خردکن پالمن[2] به خرده‌چوب تبدیل شدند.

۲-۲- خمیر کاغذ سازی نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) از صنوبر

خمیر کاغذسازی NSSC با شرایط درجه حرارت ۱۷۰ ثابت درجه سانتی‌گراد، میزان قلیای ۲۰ درصد و نسبت مایع پخت به ماده چوبی صنوبر ٤ به۱ انجام شد. عوامل متغیر پخت NSSC شامل سولفیت سدیم به کربنات سدیم در سه سطح(۵۰/۵۰، ۳۰/۷۰، ۲۰/۸۰)، زمان در دو سطح (۲۰،٤۰ دقیقه) بوده است. برای هر پخت ابتدا معادل ۵۰ گرم از صنوبر چیپس شده(بر مبنای وزن خشک) در داخل محفظه دیگ پخت ریخته شد و حجم لازم مایع پخت متناسب با وزن صنوبر نسبت به مایع پخت به ماده چوبی(٤:۱) اضافه شد.

خرده چوب‌های صنوبر در داخل محفظه پخت به مدّت زمان معین تحت آغشتگی کامل با مایع پخت قرار گرفت، پس از گذشت زمان تعیین شده درب محفظه دیگ محکم بسته شد و پس از اینکه دمای گلیسیرین[3] دیگ پخت به دمای تعیین شده رسید، محفظه‌ها در داخل دیگ پخت بسته شد و عملیات پخت آغاز گردید.

به دلیل حرکت دورانی محفظه‌های دیگ پخت، مایع پخت و خرده چوب‌های صنوبر موجود در آن به طور کامل با هم مخلوط شدند. پس از پایان هر پخت، محفظه‌ها را از دستگاه خارج کرده و پس از سرد کردن آن، محتویات محفظه بر روی غربال با اندازه سوراخ ۲۰۰ مش تخلیه شده و مایع پخت از صنوبر پخته شده جدا شده است. سپس خمیر کاغذهای تولید شده با بهره‌گیری از آب تحت فشار، به طور کامل شستشو شده و به منظور اطمینان از خروج کامل مواد شیمیایی پخت از درون صنوبر پخته شده، خمیر کاغذها پس از شستشو به مدّت چند دقیقه در آب غوطه‌ور شدند. به منظور جدا کردن دسته‌های الیاف و تبدیل بهتر صنوبر پخته شده به الیاف، از یک مخلوط‌کننده[4] آزمایشگاهی و یک پالایشگر صفحه‌ای آزمایشگاهی استفاده شد. با استفاده از مخلوط‌کننده آزمایشگاهی در دو زمان سی ثانیه‌ای، خمیرها دفیبره[5] شدند و با استفاده از پالایشگر صفحه‌ای آزمایشگاهی، خمیرها ٦ مرحله پالایش[6] شدند. پس از شستشوی نهایی، خمیرها را آبگیری کرده و برای اندازه‌گیری بازده و عدد کاپا[7] گذاشته می‌شود تا خشک شود.

۲-۳- پالایش خمیرکاغذ

پالایش خمیر کاغذ به وسیله کوبنده آزمایشگاهی[8] PFI mill و طبق استاندارد[9] TAPPI شماره T248 sp-00 انجام شد. بدین منظور، ۲±۲٤ گرم خمیر کاغذ(براساس وزن

1- Deltoeidos poplar
2- Pallmann chipper
3- Glycerin
4- Mixer
5- Defibration
6- Refine
7- Kappa Number
8- Laboratory beating of pulp
9- Technological association of the pulp and paper Industry

خشک) با درصد خشکی ۱۰ درصد تا رسیدن به درجه روانی ۳۷۳ ml csf پالایش شد.

۲-٤- خواص فیزیکی خمیرکاغذ

اندازه‌گیری جرم پایه و ضخامت کاغذ طبق استاندارد TAPPI به ترتیب آیین نامه‌های T410om- 02 و T411 om- 05 انجام شد. دانسیته کاغذ بر اساس حاصل تقسیم جرم پایه به ضخامت کاغذ محاسبه شد.

۲-۵- مقاومت‌های خمیرکاغذ

مقاومت کششی کاغذهای ساخته شده با استفاده از استاندارد شماره 2-1924 ایزو انجام شد. آزمون مقاومت به ترکیدن کاغذ نیز مطابق با استاندارد TAPPI آیین‌نامه T403 om-02 صورت گرفت. مقاومت به لهیدگی حلقه‌ای (RCT[1]) نیز مطابق با استاندارد ایزو شماره 12192 و آزمون مقاومت به پارگی نیز بر طبق استاندارد TAPPI آیین‌نامه T414 om- 04 انجام شد.

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

بررسی و تحلیل داده‌های پخت NSSC با استفاده از نرم افزار آماری[2] SAS توسط آزمون فاکتوریل[3] دو متغیره در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تحلیل نتایج مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و مقاومت‌های کاغذ با روش تجزیه واریانس[4] یک طرفه انجام شد. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین ویژگی‌های مورد بررسی، گروه‌بندی میانگین ویژگی‌های مورد بررسی، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های خمیر کاغذ NSSC

نتایج پخت شامل شرایط ثابت پخت(درصد قلیا، دما) و شرایط مختلف پخت (نسبت Na_2so_3/Na_2CO_3، زمان، نوع پخت) به صورت بازده، عدد کاپا و وزن وازده بعد از پخت می‌باشد که در(جدول ۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج پخت‌های انجام شده جهت تولید خمیر کاغذ NSSC از صنوبر

شماره پخت	Na_2so_3/Na_2CO_3	قلیا (درصد)	زمان (Min)	دما (c°)	بازده (درصد)	عدد کاپا	نوع فرآوری	وزن وازده (درصد)
پخت اول	۵۰/۵۰	۲۰	٤۰	۱۷۰	٦۱/٦۸	۱۱۷/۲	همراه با پالایش	٤
پخت دوم	۷۰/۳۰	۲۰	٤۰	۱۷۰	٦٤/٤۷	۱۰۸/۷	همراه با پالایش	۳/۷
پخت سوم	۸۰/۲۰	۲۰	٤۰	۱۷۰	٦۷/۰۱	۱۲۵	همراه با پالایش	۳/۳
پخت چهارم	۵۰/۵۰	۲۰	۲۰	۱۷۰	٦۷/۰۱	۱۳٤/٦	همراه با پالایش	٤
پخت پنجم	**۷۰/۳۰**	**۲۰**	**۲۰**	**۱۷۰**	**۷٤/٦٦**	**۱۲۱/۵**	**همراه با پالایش**	**۲/۲**
پخت ششم	۸۰/۲۰	۲۰	۲۰	۱۷۰	۷٦/۹۰	۱۳۰/۲	همراه باپالایش	۲

***(تعداد مراحل پالایش با پالاینده آزمایشگاهی ٤ مرحله بوده است.)**

1- Ring crush test

2- Statistical analysis system

3- Factorial test

4- Analysis of variance

۳-۲- ویژگی خمیر کاغذهای بهینه NSSC

از بین ٦ پخت NSSC با شرایط مختلف پخت، در نهایت بر اساس بازده و عدد کاپا، پخت پنجم با بازده ٧٤/٦٦ و عدد کاپای ۱۲۱/۵ به عنوان پخت بهینه انتخاب شد.

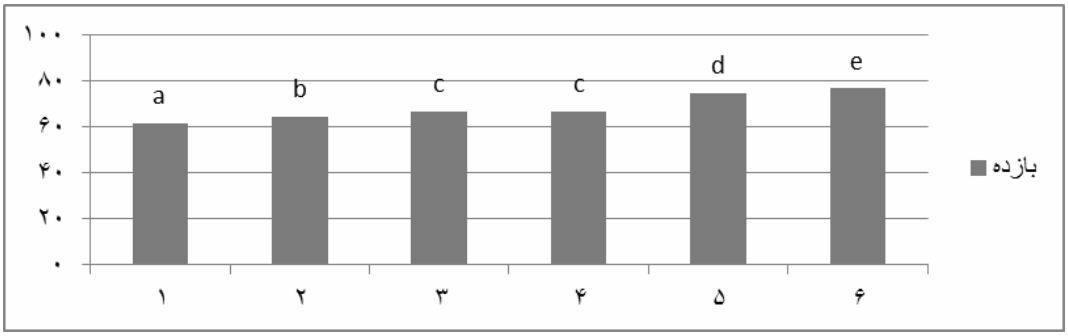
۳-۳- تحلیل آماری نتایج خمیر کاغذ NSSC از صنوبر

جدول(۲) تجزیه واریانس بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC را نشان می‌دهد.

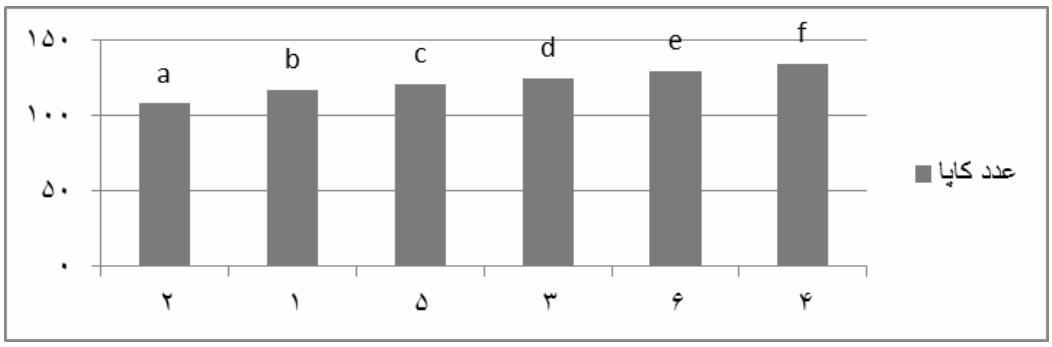
تجزیه و تحلیل آماری نتایج مربوط به بازده و عدد کاپای NSSC با در نظر گرفتن درجه اعتماد کم‌تر از ۰/۰۵ نشان می‌دهد که ترکیب شرایط متفاوت در سطح اعتماد ۹۵٪ با هم تفاوت معنی‌داری دارند. با استفاده از جدول گروه‌بندی میانگین‌های بازده NSSC به وسیله آزمون دانکن می‌توان گفت که در رابطه با بازده، تیمارهای هم گروه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری ندارند ولی تیمارهای مربوط به گروه‌های جدا از هم، با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. شکل(۱) گروه‌بندی میانگین‌های بازده خمیر کاغذ کرافت پربازده صنوبر به وسیله آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC از صنوبر

		مجموع مربعات S.S	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S	F (آماره)	سطح معنی‌داری
بازده	بین گروه‌ها	٥٢٦/٨٣١	٥	١٠٥/٣٦٦	١٠٥/٣٦٦	٠/٠٠٠
	داخل گروه‌ها	١٢	١٢	١		
	کل	٥٣٨/٨٣١	١٧			
عدد کاپا	بین گروه‌ها	١٣٣٥/٩٤٠	٥	٢٦٧/١٨٨	٢٦٧/١٨٨	٠/٠٠٠
	داخل گروه‌ها	١٢	١٢	١		
	کل	١٣٤٧/٩٤٠	١٧			



شکل۱- گروه‌بندی میانگین‌های بازده خمیر کاغذ NSSC صنوبر به وسیله آزمون دانکن



شکل۲- گروه‌بندی میانگین‌های عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC صنوبر به وسیله آزمون دانکن

با استفاده از جدول گروه بندی میانگین‌های عدد کاپای NSSC به وسیله آزمون دانکن می‌توان گفت که در رابطه با عدد کاپا، تیمارهای هم گروه در این جدول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری ندارند ولی تیمارهای مربوط به گروه‌های جدا از هم، با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. شکل(۲) گروه‌بندی میانگین‌های عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC صنوبر به وسیله آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

۳-٤- اثرات مربوط به عوامل متغیر پخت NSSC بر بازده و عدد کاپا

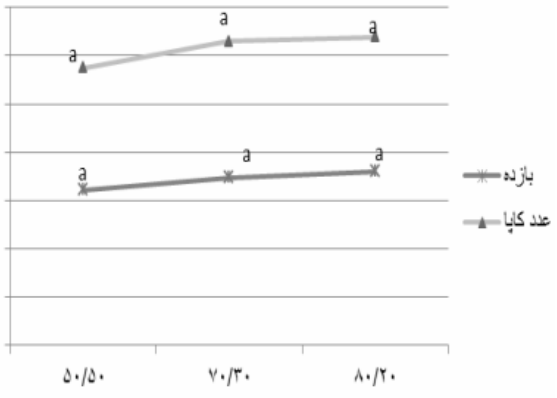
۳-٤-۱- نسبت Na_2so_3/Na_2CO_3

جدول(۳) تجزیه واریانس مربوط به سه سطح Na_2so_3/Na_2CO_3 را بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC نشان می‌دهد.

با توجّه به(جدول ۳) می‌توان با اطمینان ۹۵٪ نتیجه گرفت که اختلاف بین سه سطح Na_2so_3/Na_2CO_3 بر بازده و عدد کاپای خمیرکاغذ NSSC معنی‌دار نیست. همچنین با توجّه به(جدول ۳) گروه‌بندی میانگین‌های سه سطح Na_2so_3/Na_2CO_3 بر بازده خمیر کاغذ NSSC می‌باشد می‌توان با اطمینان ٪۹۵ نتیجه گرفت که اختلاف بین میانگین‌های سه سطح زمان بر بازده خمیر کاغذ NSSC معنی‌دار نیست. همچنین با توجّه به جدول گروه‌بندی میانگین‌های سه سطح Na_2so_3/Na_2CO_3 بر عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC می‌باشد. می‌توان با اطمینان ۹۵ ٪ نتیجه گرفت که اختلاف بین میانگین های سه سطح Na_2so_3/Na_2CO_3 بر عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC معنی‌دار نیست.

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به سطوح Na_2so_3/Na_2CO_3 را بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC

		مجموع مربعات S.S	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S	F (آماره)	سطح معنی‌داری
بازده	بین گروه‌ها	٦۰/۵۸	۲	۳۰/۲۹	۰/۷۹۰	۰/۵۳۰
	داخل گروه‌ها	۱۱۵/۰۲	۳	۳۸/۳٤		
	کل	۱۷۵/٦۱	۵			
عدد کاپا	بین گروه‌ها	۱۸۵/٤۱	۲	۹۲/۷۰	۱/۱۳۳	۰/٤۳۰
	داخل گروه‌ها	۲٤۵/۵٤	۳	۸۱/۸٤		
	کل	٤۳۰/۹۵	۵			



شکل ۳- اثر سطوح Na_2so_3/Na_2CO بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC

در(شکل ۳) اثر سه سطح Na_2so_3/Na_2CO بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC نشان داده شده است. همانطور که در(شکل ۳) مشخص است با کاهش سطوح Na_2so_3/Na_2CO بازده و عدد کاپا کاهش پیدا می‌کند.

NSSC نشان داده شده است. همان‌طور که در (شکل ٤) مشخص است با کاهش سطوح زمان، بازده و عدد کاپا افزایش پیدا می‌کند.

در نهایت نتایج ویژگی‌های فیزیکی و مقاومت‌های مکانیکی کاغذ کرافت پربازده و همچنین مقایسه آن با چند ماده چوبی و غیر چوبی دیگر با فرآیندهای متفاوت در (جدول ۵) آورده شده است. همچنین مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی مورد نیاز برای کاغذ کرافت بکر نیز بر اساس استاندارد ISIRI 3054 برای مقایسه آورده شده است.

نتایج حاکی از موفقیت‌آمیز بودن استفاده از خمیر کرافت صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-۶۹ به عنوان ماده اولیه برای مصارف بسته‌بندی بر اساس استاندارد ISIRI 3054 می‌باشد.

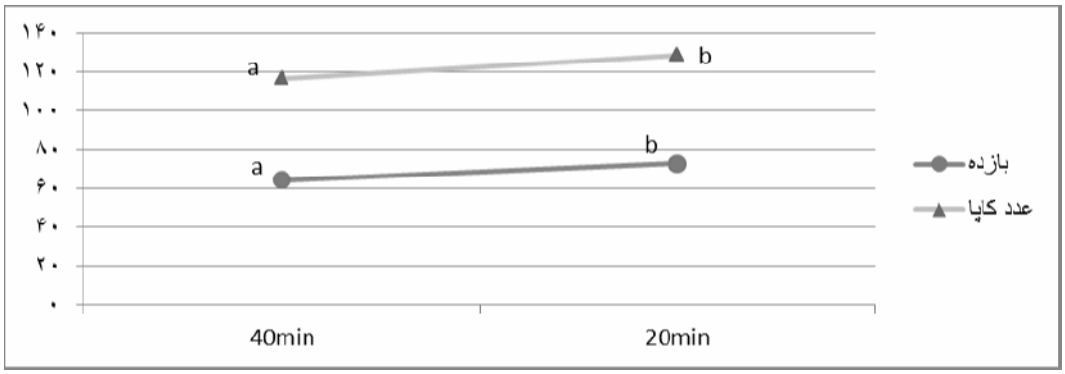
جدول ٤- تجزیه واریانس مربوط به سطوح زمان بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC

		مجموع مربعات S.S	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S	F (آماره)	سطح معنی‌داری
بازده	بین گروه‌ها	۱۳۱/٤۱	۱	۱۳۱/٤۱	۱٤/۵۷	۰/۰۱۹
	داخل گروه‌ها	۳٦/۰۷	٤	۹/۰۱		
	کل	۱٦۷/٤۹	۵			
عدد کاپا	بین گروه‌ها	۲۸۰/۱٦	۱	۲۸۰/۱٦	۱۰/۸۵	۰/۰۳۰
	داخل گروه‌ها	۱۰۳/۲۵	٤	۲۵/۸۱		
	کل	۳۸۳/٤۲	۵			

۳-٤-۲- زمان

جدول(٤) تجزیه واریانس مربوط به دو سطح زمان را بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC نشان می‌دهد.

چون سطح معنی‌داری کم‌تر از $\alpha=$ ۰/۰۵ است، پس اثر دو سطح زمان بر بازده و عدد کاپای خمیرکاغذ NSSC معنی‌دار است. در(شکل ٤) اثر زمان بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ



شکل ٤- اثر سطوح زمان بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ NSSC

جدول ٥- ویژگی‌های کاغذ NSSC و مقایسه آن با چند ماده و فرآیند متفاوت [۳، ٤، ٥، ٦، ۷، ۸، و ۹]

نام محقق	نام فرایند	ماده اولیه	شاخص کشش (N.m/gr)	شاخص ترکیدن (K pa.m²/g)	شاخص پارگی (mN.m²/g)	طول پارگی (Km)	ضخامت (cm)	دانسیته (gr/cm³)	حجیمی (cm³/gr)	RCT (KN/m)
قهرمانی ۱۳۹۲	NSSC	صنوبر	۲/٥٦	٦۳/۱	۰۹/۱۰	۷۳/٥	۰۲/۰	٦۷۸/۰	٤۷/۱	٥۳/۱
احمدی ۱۳۸٦	NSSC	کلزا	۸/٥۷	–	٤/۷	۹/٥	۰۱٤/۰	٤٥/۰	۲۲/۲	–
رودی، ۱۳۸۰	NSSC	ساقه آفتابگردان	٤۱/۳٤	٦۹/۱	۷۱/٥	٦۱/۳	–	–	–	–
خلیلی ۱۳۸۸	کرافت	مخلوط پهن برگان	۸۷/٤۸	۹۸/٤	٤۸/۷	۹۸/٤	۰۸/۰	٥۸٦/۰	٤٥/۱	–
سعدی ۱۳۷۷	NSSC	افرا پلت	۹۰/٥۰	۱۰۸/۱	۲۳/٦	۸۹/۲	۰۲٦/۰	–	–	۳۱/۱
ISIRI 3054	کرافت	۸۰ ٪ الیاف بکر	–	٥/۱	۹/٤	۲-٥/۳	–	–	–	۱/۱
ISIRI 3488	NSSC	۸۰ ٪ الیاف بکر	–	٥/۱	۹/٤	٤	۰۲۲/۰	–	–	۸٥/۰-٥/۱

٤- نتیجه‌گیری

به دلیل داشتن مزایایی از قبیل قابلیت بازیافت، قابلیت فرم گرفتن، سبک بودن، مقاومت در برابر نور، مقاومت بالا به کشش، فشار و پارگی، هزینه پایین، امکان تبلیغ آسان بر روی آن، قابلیت چاپ‌پذیری و انعطاف‌پذیری خوب و غیر قابل نفوذ بودن به هوا، بسته‌بندی کاغذی و مقوایی از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای در صنایع بسته‌بندی برخوردار می‌باشد. یکی از منابع مهم برای مصارف بسته‌بندی استفاده از خمیرکاغذ NSSC می‌باشد که با تولید کاغذ فلوتینگ نقش مهمی را در صنعت بسته‌بندی ایفا می‌کند. از ملزومات کاغذهای بسته‌بندی از قبیل کاغذ فلوتینگ، کیسه کاغذی[1]، کاغذهای ساک[2] و کرافت لاینر[3] و مقوای پوششی[4]، مقاومت به ترکیدن، کشش، پارگی و مقاومت در برابر له‌شدگی حلقوی نسبتاً زیاد می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که استفاده از خمیرکاغذ NSSC صنوبر دلتوئیدس رقم ٥٥-٦۹ در مقایسه با سایر فرآیندها و مواد اولیه مورد استفاده، نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهد؛ چرا که با توجّه به بازده بالای خمیر کاغذ NSSC همچنین به علت اهمیت استفاده از گونه‌های چوبی تند رشد، و نیز به دلیل محدودیت منابع لیگنوسلولزی و نیز قابل قبول بودن مقاومت‌های کاغذ بسته‌بندی حاصل از این پژوهش با

1- Sack paper

2- Paper bags
3- Kraft Liner
4- Cardboard cover

استاندارد ISIRI 3054 و ISIRI 3488 می‌توان تولید کاغذ فلوتینگ با استفاده از فرآیند خمیر کاغذسازی NSSC حاصل از چوب صنوبر دلتوئیدس رقم ۵۵-۶۹ را به صنعت کارتن، کاغذسازی، تبدیل کردن کاغذ[1] و بسته‌بندی پیشنهاد کرد، چرا که رویکرد کلی به سمت افزایش کارایی روش‌های مختلف تولید کاغذ و ارائه روش‌های جدید تولید خمیر کاغذهای پربازده و تولید کاغذهای مقاوم جهت مصارف بسته‌بندی می‌باشد.

۵- منابع

۱. مکابر، م. مقاله جامع بسته‌بندی مواد غذایی، (۱۳۹۱)، پایگاه تخصصی علوم و صنایع غذایی،

۲. افرا، الیاس.، (۱۳۸۵)، مبانی ویژگی‌های کاغذ، اسکات، ویلیام، تهران،انتشارات آییژ.

۳. احمدی، م، (۱۳۸٦)، بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی(NSSC) از ساقه کلزا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

٤. استاندارد ملّی ایران ۳۰٥٤: (۱۳۷۷)، کاغذ لاینر- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.

۵. استاندارد ملّی ایران ۳٤۸۸ (۱۳۷۳)، (کاغذ فلوتینگ – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون).

٦. بررسی نتایج آزمایشگاهی در آزمایشگاه کاغذ مؤسسه استاندارد(۱۳۸٦)، شرکت کارتن ایران و شرکت چوب و کاغذ مازندران.

۷. خلیلی گشت رودخانی، ع، قاسمیان, ع، سرائیان، ا، دهمرده قلعه نو، م، منظورالاجداد، سید م (۱۳۸۸)، «بررسی ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذ کرافت لاینر حاصل از مخلوط الیاف کارتن بازیافتی و خمیر کرافت پهن برگان»، دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد ۲٤، شماره ۲، صفحه ۲٦٤-۲۷٤.

۸. رودی، ح،(۱۳۸۰). بررسی تولید خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان و ارزیابی آن به منظور تولید کاغذ کنگره‌ای در صنایع چوب و کاغذ مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۸۳.

۹. سعدی، م.(۱۳۷۷). بررسی خصوصیات کاغذ حاصل از جوان چوب و کامل چوب افراپلت و مخلوط آن‌ها به روش سولفیت خنثی(NSSC) پایان نامه کارشناسی ارشد، ارشد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. http://www.foodspot.ir، ۲۹ دسامبر ۲۰۱۲.

10. Kirwan, M. J., (2005). Paper and paperboard packaging technology, Blackwell publishing Ltd., Oxford, UK, 201 p.

11. Kirwan, M. J., (2013). Handbook of paper and paperboard packaging technology, John Wiley & Sons, Ltd., 419 p.

12. Blomstedt, M. (2007). "Modification of cellulosic fibers by carboxymethyl cellulose–effects on fiber and sheet properties". Helsinki university of technology laboratory of forest products chemistry, Reports espoo. series A 27. 75 p.

13. Mich, W., (2012)., Introduction, department of paper engineering, chemical engineering & Imaging, western michigan university, kalamazoo, Michigan, http://www.wmich.edu/ppse/flexo/.

آدرس نویسنده

کرج- سه راه دانشکده- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

1- Paper transforms