



تأثیر مراحل شستشو و جوهر زدایی بر یون های فلزی موجود در دستمال کاغذی با تکنیک اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله

محمدباقر پاشازانوسی^{۱*}، رامین ویسی^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، چالوس، ایران

^۲دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، دانشکده کشاورزی، گروه صنایع چوب و کاغذ، چالوس، ایران

تاریخ ثبت اولیه: ۱۳۹۳/۱/۲۵، تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۱۳۹۳/۳/۱۳، تاریخ پذیرش قطعی: ۱۳۹۳/۴/۱۸

چکیده

این تحقیق با هدف تاثیر تیمار های جوهر زدایی و شستشو بر نوع و درصد عناصر و یون های فلزی موجود در دستمال کاغذی حاصل انجام شد. به همین منظور نمونه های آزمون از خط تولید کارخانه لطیف انتخاب و طبق آزمون های استاندارد TAPPI آرد نمونه ها و درصد خاکستر آنها اندازه گیری شد. سپس با کمک اسید نیتریک ۶۵ درصد و به مدت یک ساعت عناصر معدنی موجود در خاکستر انحلال و جداسازی شد و با طیف سنج جذب اتمی نوع و درصد عناصر معدنی موجود در خمیر و کاغذ حاصل تعیین گردید. نتایج نشان داد که بیشترین درصد خاکستر در نمونه های بعد از خمیر سازی مجدد و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی درصد خاکستر موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. بیشترین میزان جذب یون های آهن، مس، منگنز و پتاسیم در نمونه های حاصل از شستشو و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار جذب یون های موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. بیشترین میزان جذب یون منیزیم در نمونه های حاصل از خمیر سازی مجدد و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی مشاهده شد. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که بین میانگین جذب یون های آهن، منگنز، منیزیم، مس و پتاسیم نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد.

واژه های کلیدی: خمیر کاغذ، دستمال کاغذی، جوهر زدایی، یون های فلزی و طیف سنج جذب اتمی.

۱. مقدمه

سالیانه مقادیر زیادی کاغذ باطله تولید می شود که حدود ۳۴ درصد این کاغذ های باطله دوباره به عنوان ماده اولیه جدید در سطح جهانی برای تولید کاغذ مورد استفاده قرار می گیرد. در این ارتباط در کشور ما، ایران، بخشی از این کاغذ های باطله نیز بعد از مراحل خمیر سازی، مجدداً، شستشو و جوهر زدایی، مجدداً به دستمال کاغذی سفید و مورد تقاضا برای مصرف کنندگان تبدیل می گردد. برای جوهر زدایی از الیاف

*عهده دار مکاتبات: محمدباقر پاشازانوسی

نشانی: چالوس - دانشگاه آزاد اسلامی - دانشکده علوم - گروه شیمی

تلفن: ۰۱۹۱۲۲۲۰۵۲۵ پست الکترونیک: mpashazanousi@yahoo.com E-mail:

معمولاً از مواد شیمیایی به همراه گرما و انرژی مکانیکی استفاده می شود و آنگاه ذرات جوهر با شستشو یا شناورسازی به بیرون رانده می شود. به طوری که جوهرزدایی و حذف آلودگی ها مهم ترین موانع موجود در بازیافت کاغذ هستند، بخصوص تونرها که به سختی حذف می شوند. جوهرهای لیزری و زیراکس برخلاف جوهرهای پخش شونده که در کاغذهای روزنامه و غیره استفاده می شوند، پخش نمی شوند. جوهر باقیمانده روشنی کاغذ حاصل را کاهش می دهد و ذرات تونر باعث ایجاد یک زمینه مشخصی در کاغذ حاصله می شوند. لذا با توجه به تأثیر و اهمیت مراحل خمیر سازی، شستشو و جوهر زدایی بر کیفیت دستمال کاغذی تولیدی، در این تحقیق ضمن شناسایی و مقایسه عناصر و اجزای شیمیایی مواد معدنی موجود در خمیر و کاغذ حاصل، مهمترین اجزای باقیمانده و موثر این مواد در طی مراحل مختلف تولید دستمال کاغذی شناسایی و معرفی خواهد شد. در این ارتباط کیو و همکاران، استفاده از DTPA برای کاهش تجزیه پروکسید در اثر منگنز را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که اضافه کردن DTPA به خمیر حاوی Mn^{+2} اثر مثبتی بر رنگبری خمیر دارد [۹]. کارتر با بررسی تغییر رنگ خمیرهای حاوی مقدار زیاد لیگنین بیان کرد، که تحت تأثیر نور، حرارت، رطوبت و همچنین حضور یونهای فلزی فعال مانند Ca^{+2} ، Fe^{+3} و آلاینده های گازی بخصوص SO_2 و NO_2 بعد از چند سال و در اثر اکسیداسیون و فتواکسیداسیون گروههای موجود در کاغذ و ایجاد گروههای جدید، بدرنگی و زرد شدن کاغذ افزایش می یابد [۸]. میرشکرایی و عبدالخانی، تأثیر یونهای فلزی بر شفافیت خمیر کاغذ CMP مخلوط پهن برگان شمال ایران را بررسی کردند. به طوری که پس از تیمار با خمیر کاغذ مقدارهای مختلف عامل کی لیت ساز و رنگبری با پراکسید هیدروژن، با استفاده از آب بدون یون، آب حاوی یونهای فلزی مختلف نظیر یونهای Fe^{+2} ، Fe^{+3} ، Cu^{+2} ، Al^{+3} و آب شیر، ورقهای کاغذ دست ساز تهیه کردند. نتایج حاصل نشان داد که یونهای فلزات واسطه سبب تسریع در کاهش روشنی ISO و افزایش ضریب K/S نمونه های کاغذ می شوند. از این نظر، یون Fe^{+2} بیشترین تأثیر در کاهش روشنی را دارد. همچنین نتایج نشان داد که اسپری کردن عامل کی لیت ساز DTPA بر روی سطح کاغذ سبب کاهش چشمگیر اثر منفی یونهای فلزی واسطه ای بر روشنی ISO می شود [۶]. رسالتی و همکاران، تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی الیاف و خمیر سودای سرشاخه ارقام خرما در ایران را بررسی کرده اند و گزارش دادند که میانگین جرم ویژه بحرانی نمونه های مورد بررسی $0.44-0.5$ ، میزان مواد استخراجی محلول در آب نمونه ها بسیار بالا و از 16 تا 19 درصد بوده است. میزان خاکستر نمونه ها بسیار بالا و از $4/5$ تا $7/7$ درصد نوسان داشته است [۳]. در پژوهشی دیگر، روند تغییرات عناصر غذایی در برگ های مختلف نخل خرما را مورد بررسی قرار داد. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که غلظت، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس در ردیف های مختلف برگ در تاج درخت در سطح $1/1$ باهم اختلاف معنی دار دارند یعنی میزان این عناصر در ردیف های مختلف برگ در تاج درخت با هم تفاوت غیر قابل اغماض دارند ولی میزان فسفر و روی از لحاظ آماری در ردیف های مختلف برگ در تاج درخت با هم تفاوت معنی داری از خود بروز ندادند میزان ازت در قسمت های مختلف درخت در سطح $5/5$ با هم اختلاف معنی دار دارند [۵]. واسگواز و همکاران، از پوست کاج به عنوان جاذب یون های فلزی نظیر روی، مس و سرب استفاده نمودند و گزارش دادند که پوست کاج جاذب بسیار خوبی برای پاک سازی فاضلاب است [۱۰]. محققین در پژوهشی دیگر، با بررسی یون های معدنی موجود در کاج و چنار گزارش دادند که بیشترین درصد خاکستر مربوط به پوست چنار ($12/07\%$) و کمترین آن در چوب چنار ($1/47\%$) مشاهده شد. چوب در مقایسه با پوست و برگ خاکستر کمتری دارد. و گزارش دادند چوب کاج و چنار کمترین اهمیت در جذب عناصر سنگین را نشان دادند. حتی جذب عناصر با اهمیت مانند سرب در چوب صفر بوده، در صورتی که اهمیت پوست در جذب سرب بیشترین مقدار می باشد [۲].

۲. مواد و روش ها

۱-۲. تهیه نمونه های آزمونی

جهت انجام این تحقیق 10 کیلوگرم نمونه آزمونی به صورت تصادفی بعد از مراحل خمیر سازی مجدد، شستشو، جوهرزدایی و دستمال کاغذی نهایی تولیدی کارخانه لطیف در هشتگرد- کرج انتخاب و بر اساس آزمون استاندارد TAPPI آماده سازی شد.

۲-۲. دستگاه ها و روش اندازه گیری

برای اندازه گیری عناصر از اسپکتروسکوپی جذب اتمی ساخت کمپانی Varian مدل Spectra A.A 200 مجهز به اتمایزهای شعله، کوره گرافیتی استفاده شد. دستگاه های دیگر استفاده شده شامل: ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم از شرکت Sartorius و پمپ خلاء. برای اندازه گیری ترکیبات شیمیایی موجود در نمونه ها، ابتدا طبق آزمون شماره T ۲۵۷ - om-۸۵ استاندارد TAPPI، ابتدا از نمونه های آزمونی خمیر و کاغذ آرد تهیه شد. سپس اندازه گیری مقدار خاکستر طبق آزمون شماره T ۲۱۱ - om-۸۵ استاندارد TAPPI انجام گرفت [۶].

۳-۲. آماده سازی نمونه ها برای شناسایی عناصر معدنی

به منظور جداسازی عناصر معدنی آردهای نمونه های آزمونی خمیر و کاغذ، مقدار ۵ گرم خاکستر در یک بشر ۱۰۰ میلی لیتر قرار داده و ۲۰ سی سی اسید نیتریک ۶۵ درصد بر روی خاکستر ریخته شد و هر ۱۵ دقیقه ۲-۳ مرتبه مخلوط محتوی بشر به آرامی هم زده شد. بعد از مدت یک ساعت خاکستر و اسید نیتریک محتوی بشر از یک صافی گذرانده شد. سپس انحلال حاصل از خاکستر بر روی کاغذ صافی با ۲۰ سی سی آب مقطر شستشو داده شد. عناصر معدنی حل شده در اسید نیتریک به صورت محلول حاصل به دستگاه طیف سنج جذب اتمی منتقل شد. در دستگاه طیف سنج جذب اتمی با کمک سوزاندن محلول مذکور و گذراندن بخارات حاصل در دستگاه و در معرض لامپ های عناصر معدنی موردنظر و به کمک آشکارساز، میزان عناصر شناسایی و معرفی گردید [۲ و ۵].

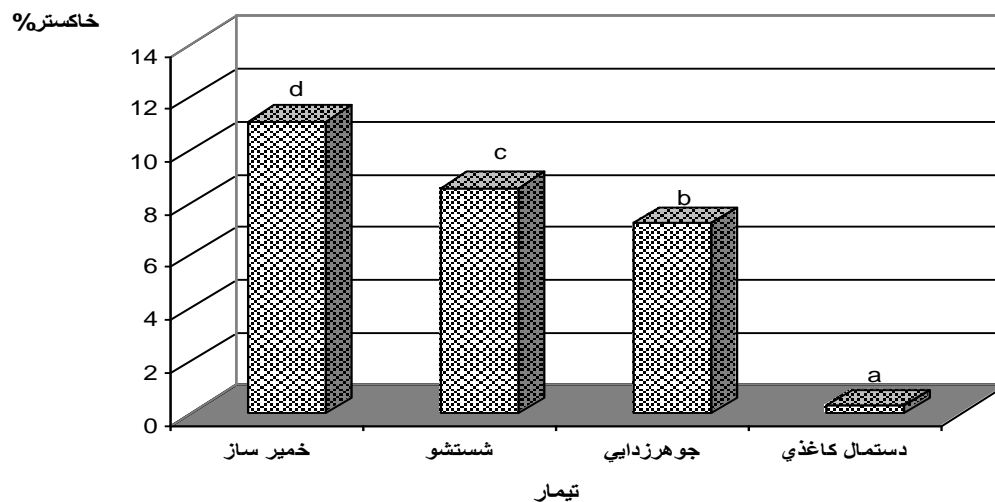
۴-۲. شناسایی عناصر معدنی نمونه های آزمونی با کمک دستگاه طیف سنج جذب اتمی

پس از آماده کردن دستگاه جذب اتمی، لامپ کاتدی پتاسیم، منیزیم، منگنز، مس و آهن را به ترتیب در محل قرار داده و جریان بین ۳-۳ ma تنظیم شد. با تنظیم شکاف تکفام ساز خط رزونانسی ۲۸۵/۲mm انتخاب و کپسول های استیلن و هوا وصل گردید. محلول های استاندارد به داخل شعله وارد و برای هر یک ۳ بار اندازه گیری انجام و نتایج یادداشت شد. در آخر محلول نمونه ها تزریق و جذب آن ها در طول موج های مشخص اندازه گیری شد. در این آزمایش از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل ۲۰۰ اسپکاتو از شرکت یاریان جهت تعیین جذب یون های فلزی توسط چوب، پوست و برگ درختان استفاده می شود. عبور تابش Uv یا Vis از داخل محیطی محتوی ذرات تک اتمی در حالت گازی (بخار) باعث جذب معدودی از فرکانس ها شده و انتقال بین ترازهای مجاز الکترونی برای الکترون های والانس رخ می دهد و طیف حامل شامل خطوط مجزا و باریک (طیف خطی) می باشد [۲ و ۵].

۳. نتایج و بحث

۳-۱. مقایسه درصد خاکستر موجود دستمال کاغذی

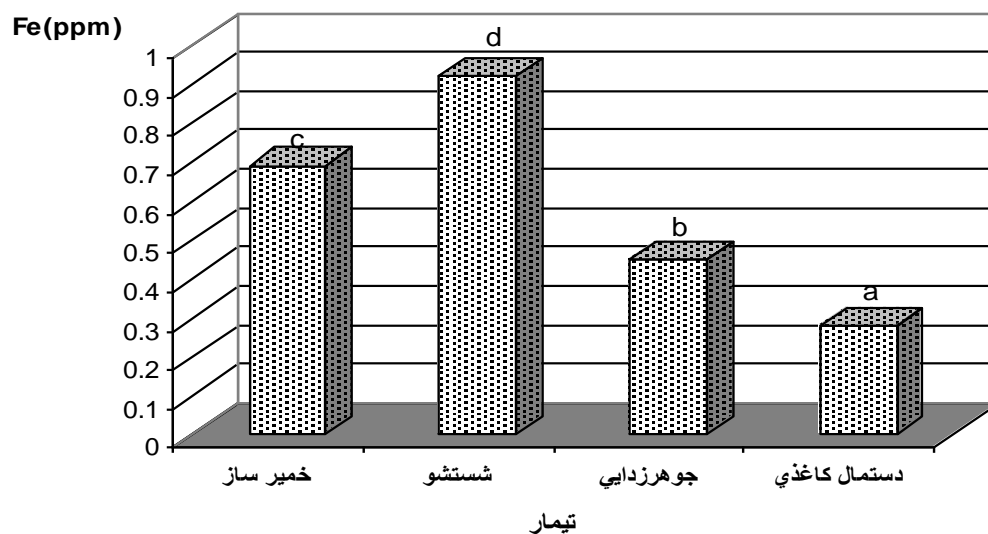
نتایج نشان داد که بیشترین درصد خاکستر در نمونه های بعد از خمیر سازی مجدد (۱۱/۰۹٪) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۲۷٪) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی درصد خاکستر موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون آهن نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۱)



شکل ۱. اثر جوهر زدایی و شستشو بر میزان خاکستر موجود دستمال کاغذی.

۲-۳. اثر شستشو و جوهر زدایی بر میزان یون آهن موجود دستمال کاغذی

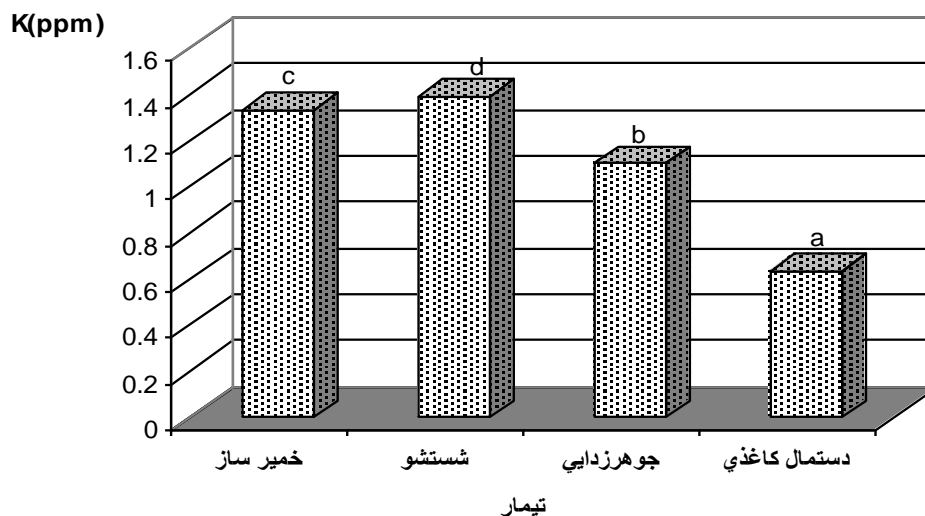
بیشترین میزان جذب یون آهن در نمونه های حاصل از شستشو (۰/۹۲ ppm) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۲۸ ppm) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون آهن موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون آهن نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر جوهر زدایی و شستشو بر میزان یون آهن موجود دستمال کاغذی.

۳-۳. اثر شستشو و جوهر زدایی بر میزان یون پتاسیم موجود دستمال کاغذی

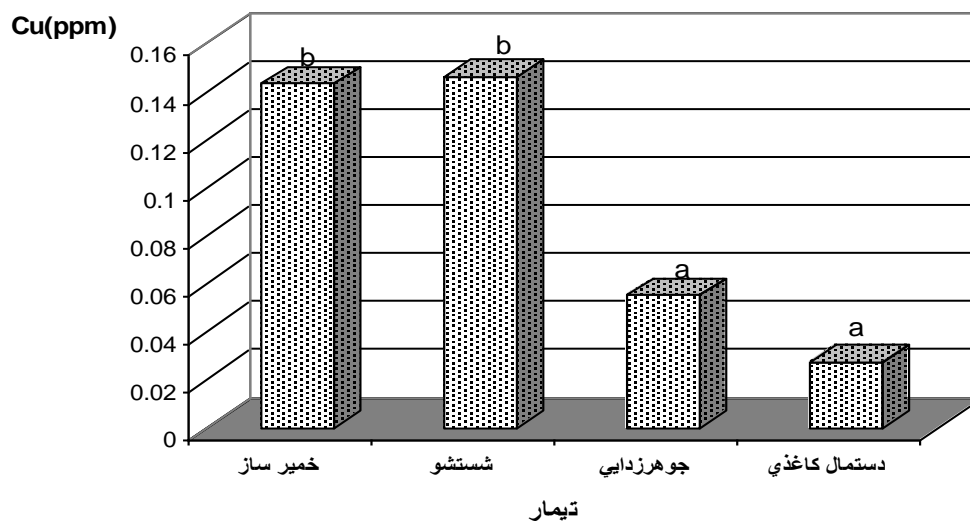
بیشترین میزان جذب یون پتاسیم در نمونه های حاصل از شستشو (۱/۳۳ ppm) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۶۳ ppm) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون منیزیم موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون منیزیم نمونه های حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۳).



شکل ۳. اثر جوهر زدایی و شستشو بر میزان یون پتاسیم موجود دستمال کاغذی.

۳-۴. اثر شستشو و جوهر زدایی بر میزان یون مس موجود دستمال کاغذی

بیشترین میزان جذب یون مس در نمونه های حاصل از شستشو (۰/۱۴۶ ppm) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۰۲۷ ppm) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون مس موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون مس نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۴).

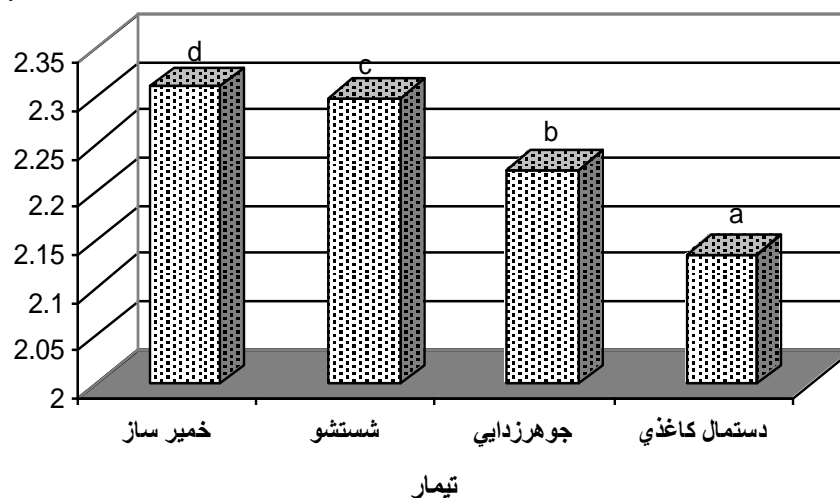


شکل ۴. اثر جوهر زدایی و شستشو بر میزان یون مس موجود دستمال کاغذی حاصل.

۳-۵. اثر شستشو و جوهر زدایی بر میزان یون منیزیم موجود دستمال کاغذی

بیشترین میزان جذب یون منیزیم در نمونه های حاصل از خمیر سازی مجدد (۲/۳۱ ppm) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۱۳۵ ppm) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون منیزیم موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون منیزیم نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۵).

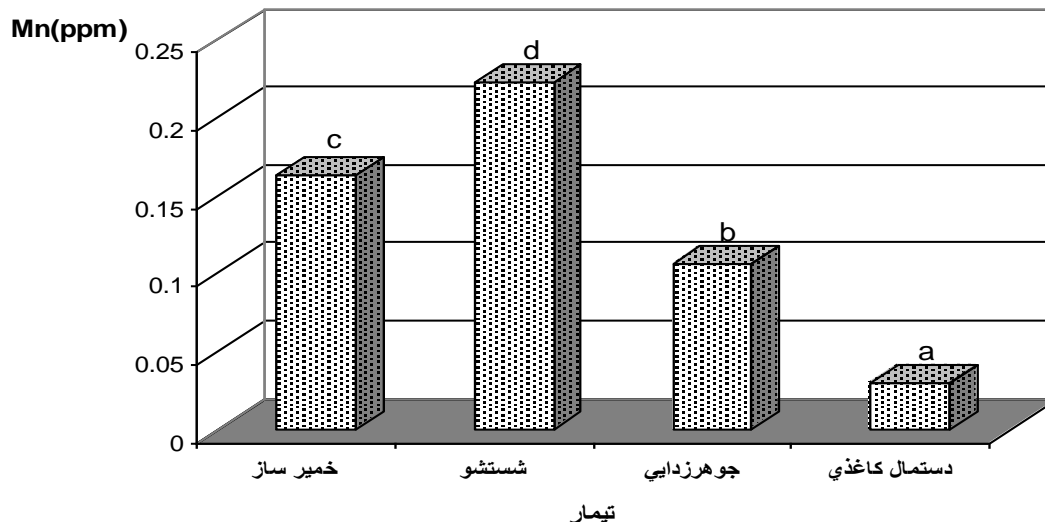
Mg(ppm)



شکل ۵. اثر جوهرزدایی و شستشو بر میزان یون منیزیم موجود دستمال کاغذی حاصل.

۳-۶. اثر شستشو و جوهرزدایی بر میزان یون منگنز موجود دستمال کاغذی

بیشترین میزان جذب یون منگنز در نمونه های حاصل از شستشو (۰/۲۲۳ ppm) و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی (۰/۰۳ ppm) مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون منگنز موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین میانگین جذب یون منگنز نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۶)



شکل ۶. اثر جوهرزدایی و شستشو بر میزان یون منگنز موجود دستمال کاغذی.

۳-۷. مقایسه میانگین مشخصه های کمی در بین تیمارها

میانگین مشخصه های مواد استخراجی، خاکستر و عناصر معدنی در بین گونه ها بر اساس آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین میانگین کلیه مشخصه های خاکستر و یون های فلزی (بجز جذب یون مس) موجود در دستمال کاغذی حاصل و در سطح اعتماد ۹۵٪ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس یک طرفه یون های فلزی در طی فرآیند تولید دستمال کاغذی.

Mn		Mg		Cu		K		Fe		مشخصه متغیر
سطح معنی داری	سطح F	سطح معنی داری	سطح F	سطح معنی داری	سطح F	سطح معنی داری	سطح F	سطح معنی داری	سطح F	
۰/۰۰۰۱	۲۶۸۹۷	۰/۰۰۰۱	۷۵۸/۵۵	۰/۴۴۱	۱/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۳۵۷۲/۷	۰/۰۰۰۱	۴۹۳/۶۸	تیمار

۴. نتیجه گیری

این تحقیق با هدف تاثیر تیمار های جوهر زدایی و شستشو بر نوع و درصد عناصر و یون های فلزی موجود در دستمال کاغذی حاصل انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین خاکستر در نمونه های بعد از خمیر سازی مجدد و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی وجود دارد. همچنین تیمارهای خمیر سازی، شستشو و جوهر زدایی باعث کاهش خاکستر موجود در دستمال کاغذی حاصل شده است. بیشترین میزان جذب یون آهن، مس، منگنز و پتاسیم در نمونه های حاصل از شستشو و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار جذب یون های موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. بیشترین میزان جذب یون منیزیم در نمونه های حاصل از خمیر سازی مجدد و کمترین آن در دستمال کاغذی نهایی مشاهده شد. در اثر شستشو و جوهر زدایی مقدار یون منیزیم موجود در نمونه های خمیر کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که بین میانگین جذب یون های آهن، منگنز، منیزیم، مس و پتاسیم نمونه های خمیر و دستمال کاغذی حاصل تفاوت معنی داری وجود دارد. با توجه به این که حضور یونهای فلزی فعال مانند Ca^{+2} ، Fe^{+3} و آلاینده های گازی بخصوص NO_2 و SO_2 بعد از چند سال و در اثر اکسیداسیون و فتواکسیداسیون گروههای موجود در کاغذ و ایجاد گروههای جدید، بدرنگی و زرد شدن کاغذ افزایش می یابد [۸]. همچنین اثر یونهای فعال فلزی Mn^{+2} و Mn^{+3} در تجزیه پراکسید هیدروژن با بکارگیری DTPA بعنوان پایدار کننده مطالعه شد. نتایج نشان داد که اضافه کردن DTPA به خمیر حاوی Mn^{+2} ، موثرتر از خمیر حاوی Mn^{+3} است. سدیم بوروهیدرات و DTPA تحت شرایط اسیدی در تبدیل Mn^{+3} به Mn^{+2} مؤثر می باشد [۹]. یونهای فلزات واسطه سبب تسریع در کاهش روشنی ISO و افزایش ضریب K/S نمونه های کاغذ می شوند. از این نظر، یون Fe^{+2} بیشترین کاهش روشنی را دارد. همچنین تحقیقات قبلی نشان داد که اسپری کردن عامل کی لیت ساز DTPA بر روی سطح کاغذ سبب کاهش چشمگیر اثر منفی یونهای فلزی واسطه ای بر روشنی ISO می شود [۶].

۵. مراجع

- [۱] ر. استوک، س.ب. ف. رایس. روش های کروماتوگرافی، ترجمه سید واقف حسین، جمشید منظوری لشکر، مرکز نشر دانشگاهی، (۱۳۷۱).
- [۲] م. اشرفی. شناسایی و مقایسه اجزاء شیمیایی مواد استخراجی چوب و پوست کاج الداریکا و چنار دست کاشت با استفاده از فنون کروماتوگرافی گازی و طیف سنجی جرمی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، (۱۳۹۰).
- [۳] ح. رسالتی. تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی الیاف و خمیر سودای حاصل از سرشاخه خرما، ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (۱۳۸۰).
- [۴] ا. شوستروم. مبانی و کاربردهای شیمی چوب، ترجمه سیداحمد میرشکرایی، انتشارات نشر دانشگاهی (۱۳۷۱).
- [۵] ع. محبی. بررسی روند تغییرات عناصر غذایی در برگهای مختلف نخل خرما، چهارمین کنفرانس علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، (۱۳۸۴).
- [۶] س.ا. میر شکرایی، ع. عبدالخانی، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۸، شماره ۲ (۱۳۸۴) ۲۶.
- [6] N.T. Abdul-Khalill, *Journal of Tropical forest products*, 3(1) (2010) 417.
- [7] O. Carte, A. Henry, *Journal of Chemical Education*, 73 (1996) 11.
- [8] Z. Qiu, Y. Ni, *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 23 (2003) 41.
- [9] G. Vazquez, *Bioresource Technology: Biomass, Bioenergy*, 48 (1994) 3251.