بررسی روش پخت مایکروویو در تکمیل ضد چروک کالای پنبه ای با اسید سیتریک

ناهی‌د همتی نژاد[۱] ،سمیه اکبری[۲×]

۱- استادیار وعضو هیات علمی دانشکده نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشجوی دکتری نساجی ـ شیمی و علوم الیاف ،دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

امروزه تکمیل ضد چروک کالای پنبه ای با استفاده از پلی کربوکسیلیک اسیدها (PCA) جایگزین مناسبی برای رزینهای متداول مشتمل بر ترکیبات Nمتیلولی است. گزینه دیگر که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است،استفاده از امواج مایکروویو جهت پخت در تکمیل ضد چروک با سیتریک اسید CA می باشد. نمونه های عمل شده با اسیدسیتریک در شرایط متفاوت انرژی مایکروویو قرار داده شد.اندازه گیری های فیزیکی (استحکام و زاویه بازگشت از چروک) ونیز درجه سفیدی بر روی کالا انجام و شرایط بهینه انتخاب گردید.بررسی ها نشان می دهد که کالای پخت شده با مایکروویو از درجه سفیدی، استحکام و زاویه بازگشت از چروک بالاتری نسبت به پخت رایج (استنتر) برخوردار است .همچنین به لحاظ یکنواختی بهتر عمل پخت در روش مایکروویو نمونه های رنگرزی شده با مواد رنگزای مستقیم از یکنواختی بهتری برخوردار بوده است .ضمنا نمونه ها در مقایسه با نمونهٔ عمل شده با رزینهای متداول نیز قرار گرفته که اندازه گیری K/S آنها حاکی از میزان جذب بالاتری می باشد.

لغات کلیدی:گرم کردن حجمی،تکمیل، استحکام، زاویه بازگشت از چروک ،مایکروویو

مقدمه

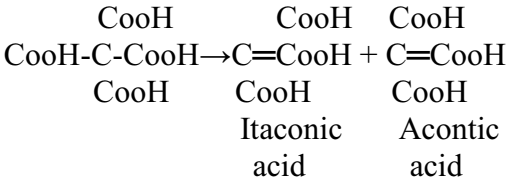
از نقطه نظر زیست محیطی ،رزینهای متداول بر پایه N متیلولی بدلیل آزاد کردن فرمآلدئیدمشکلاتی را به همراه دارد.استفاده از ترکیبات PCA جهت ضدچروک کردن کالای پنبه ای در دهه ۸۰ معرفی شد.این مواد می توانند پیوند انیدریدی بین گروههای مجاور کربوکسیل تشکیل دهندو سپس این انیدریدبا گروههای کربوکسیل سلولز واکنش داده وپیوند استری برقرار می کند.پیوند استری در صورت صابونی کردن قابل بازگشت می باشد.همانند رزینهای N متیلولی استحکام کالا متاثر از دو عامل : دِپلیمریزاسیون سلولز در pH اسیدی و تشکیل پیوند عرضی بین مولکولهای سلولز میباشد.کنترل این عوامل در مورد ترکیبات PCA از رزینهای متداول بهتر است .با بهینه سازی وکنترل PH وانتخاب کاتالیزر مناسب و شرایط تثبیت اسیب به کالا به حداقل می رسد.

امروزه امواج مایکروویو رادیویی کاربرد وسیعی در صنایع متفاوت غذایی ،پلاستیک ، بهداشتی ، هوا فضاو نساجی جهت حرارت دادن،خشک کردن وپخت پیدا کرده است[۱].حرارت مایکروویو توسط انرژی حاصل از برهم کنش این امواج با مواد تولید می گرددو مکانیزمهای متعددی برای تبدیل انرژی فوق بیان شده است[۲].مزیت دیگر استفاده از مایکروویو گرم کردن حجمی است که در اینصورت آسیب وارد شده به کالا به حداقل میرسد[۱]. در روشهای متداول گرم کردن یک ماده ،پیشرفت آرام گرما از سطح به داخل ماده صورت می پذیرد اما گرم کردن با انرژی مایکروویو یک نوع گرم کردن حجمی (volumetric) است که انرژی الکترومغناطیس به کل ماده برهمکنش دارد . گرم کردن به طور آنی اتفاق می افتد و میتواند بسیار سریع باشد پس سرعت گرم کردن

مسؤول مکاتبات ، پیام نگار :akbari_s2001@yahoo.com

یک مزیت است که میتواند طی چند ثانیه یا دقیقه باشد .از پارامترهای موثردر این .مورد جرم ماده ،گرمای ویژه، خواص دی الکتریک و هندسه و توان سیستم ماکروویوو... است .مزیت دیگر استفاده ازماکروویو به حداقل رسیدن آسیب وارده بـه کـالا مـی باشـد[۱].از آنجائیکه انرژی منتقل شده بصورت همگن در کل ماده اتفاق می افتد یکنواختی عمل پخت بهتر بوده واز حـرارت موضـعی کـه مـی تواند سبب خشک شدن ویا سوختن ناحیه ای از کالا بشود جلوگیری می کند.این مطلب بویژه در مـورد کـالای تهیـه شـده از الیـاف ظریف اهمیت پیدا می کند.همچنین در این روش انرژی مستقیما به کالا منتقل شده و بسیار سریع اتفاق می افتد و لذااز اتلاف انرژی جلوگیری بعمل می آید[۱و۳].کنترل سریعتر و بهتر فرآیند به جهت امکان قطع و وصل سریع جریان و توانایی تغییر درجه گرما بوسیله کنترل توان خروجی سیستم،از دیگر مزایای آن بشمار می آید.مشخص گردیده که فقط تشکیل پیوند دی استر روی کالای سلولزی با استفاده از PCAمی تواند چروک پذیری آن را بهبود بخشد[۴].در حالیکه پیوند مونواستر و از انتهای هیدروکسیل سلولز قادر به ایـن امر نخواهد بود،و لازم است که از پلی کربوکسیلیک اسید با دارا بودن حداقل سه گروه کروکسیلیک اسید استفاده شود،۱و۲و۳و۴ بوتان تترا کربوکسیلیک اسید (BTCA) و اسید سیتریک (CA) دارای این ویژگی می باشد.کاتالیزر مناسب بـرای فرآینـد برپایـه فسـفر میباشد[۱و۳و۴].

اسید سیتریک بعنوان یک جایگزین ارزان برای BTCA در تحقیقات متعددی معرفی شده است[۱و۲و۳و۴و۵]. اسید سـیتریک در اثر حرارت معمولی به دو اسید Aconotic acid و Itaconic acid تجزیه می شود. حرارت بـالای ۱۶۰° درجـه سـانتی گـراد باعث تولید دو اسید فوق شده که موجب زردی کالا می شود و خاصیت ضدچروک را پائین مـی آورد..همچنـین عامـل هیدروکسـیل اسید سیتریک در استریفیکاسیون مطلوب سلولز تاثیر منفی دارد[۳].



در این تحقیق اسید سیتریک بعنوان مادۀ ضد چروک استفاده شده و تحت دو نوع پخت معمولی و مایکروویو قـرار داده شـده اسـت ونمونه ها در مقایسه با نمونه های عمل شده با یک نوع رزین Nمتیلولی رایج قرار داده شده است.

تجربی:

پارچه ۱۰۰٪ پنبه ای سفیدگری شده و بدون آهار از شرکت کاشان مورد استفاده قرار گرفت . نمونه ها با دو نوع ضد چروک که یکی رزین Nمتیلول دی هیدروکسی اتیلن اوره بنام Arkofix NGاز شرکت رزین ساوه و دیگری اسید سیتریک از شرکت Merck عمل گردید.سپس در شرایط متفاوت پخت معمولی و مایکروویو قرار داده شد. پخت معمولی در دمای ۱۶۰° و در زمانهـای ۲و۳و۴و۵ دقیقه ودر مایکروویو با قدرت ۱۰۰٪و۱۴۰۰ وات در زمانهای ۴۰ ثانیه و ۱و۲و۳و۴ دقیقه انجام گرفت.
روش کار برای دو نوع ماده ضد چروک کننده در جدول۱و۲ نشان داده شده است.

جدول ۱:دستور العمل ضد چروکN متیلولی

شرایط	N متیلول هیدروکسی اتیلن اوره
50 g/Lit	رزین
10 g/Lit	کلرور منیزیم
70%	Pick up(برداشت)
5. 5	PH

جدول ۲: دستور العمل ضد چروکCA

شرایط	CA
50 g/Lit	CA
10 g/Lit	فسفات آمونیم
70%	Pick up(برداشت)
3	PH

کاتالیزرهای مصرفی کلرور منیزیم و فسفات آمونیم از شرکت Merck بترتیب برای ضد چروک Nمتیلولی و CA بوده است.

سپس انتخاب بهینه زمان پخت با اندازه گیریهای خواص فیزیکی و درجه سفیدی صورت گرفت. پس از انتخاب بهینه زمان پخـت در دو روش مـایکروویو و اسـتنتر،نمونـه هـا بـا رنگـزای مسـتقیمSolophenyle Scarlet BNL بـا غلظـت 1٪ و۲۰٪ نمـک و L.G.:40:1 رنگرزی شده و قدرت رنگی نمونه ها بررسی گردید.

اندازه گیری

جهت بررسی استحکام کالای عمل شده از دستگاه اینسترون (Instron 5566) Applied science co Englndباس رعت mm/min ۲۰۰و برای اندازه گیری زاویه بازگشت از چروک از دستگاه Crease recovery tester (Shirly) تحت بار وبه مدت ۱ دقی‌قه در جهت تار استفاده شده است .ارزیابی درجه سفیدی بااستفاده از سی‌ستم CIE1982 و انعکاس نمونه های رنگ شده با دستگاه اسپکتروفتو متر Spectrophotometer XTHوتمام نمونه ها تحت منبع نوری D65وزاوی‌ـه دی‌ـد انـدازه گی‌ری شده است.

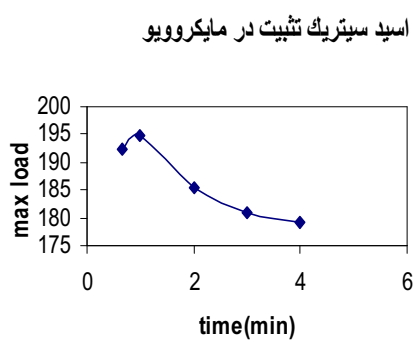
بررسی نتایج:

۱-بررسی استحکام

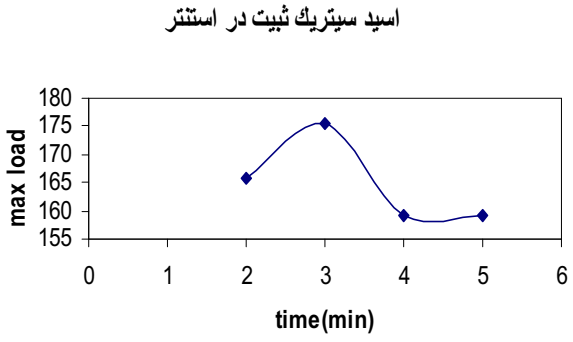
نمونه های عمل شده با رزین Nمتیلولی و اسید سیتریک (CA)که در زمان های مختلف پخت(معمولی و مایکروویو) قرار داده شده، نتایج حاصل از اندازه گیری استحکام نمونه های عمل شده با رزین Nمتیلولی و اسید سیتریک (CA)بترتی‌ب در جداول ۳و۴وشکل های ۱و۲می باشد.نتایج نشان می دهد که ازدیاد طول و مدول کالا در زمانهای طولانی پخت کاهش می یابدکه این مسـاله در مـورد هر دو نوع ماده مورد استفاده یعنی N متیلولی و اسید سیتریک (CA)صادق است و موید این مطلب است که تاثیر عوامل مختلف در کاهش استحکام از جمله میزان پیوند عرضی تشکیل شده با افزایش زمان پخت افزایش می یابد.

جدول ۳:استحکام نمونه عمل شده با CA در زمانهای مختلف

Max load	نمونه عمل شده با CA در زمانهای مختلف
۱۹۲/۲۱	۴۰ ثانیه در مایکروویو
۱۹۴/۸۴	۱ دقیقه در مایکروویو
۱۸۵/۴۱	۲دقیقه در مایکروویو
۱۸۰/۷۴	۳دقیقه در مایکروویو
۱۷۹/۳۱	۴دقیقه در مایکروویو
۱۶۵/۷۲	۲دقیقه دراستنتر
۱۷۵/۴۱	۳دقیقه دراستنتر
۱۵۹/۲۵	۴دقیقه دراستنتر
۱۵۹/۰۳	۵دقیقه دراستنتر



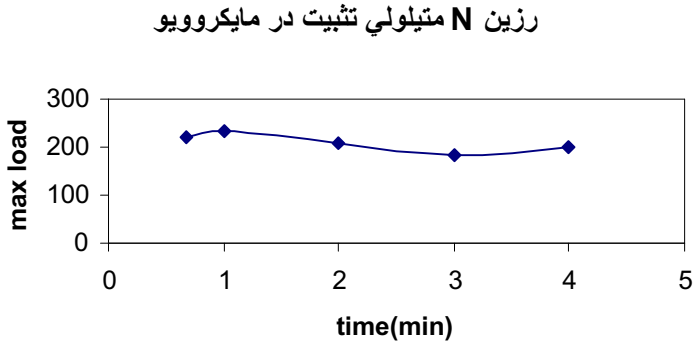
شکل۱:بررسی تاثیر زمان پخت در استحکام نمونه
عمل شده بااسید سیتریک و پخت در مایکروویو



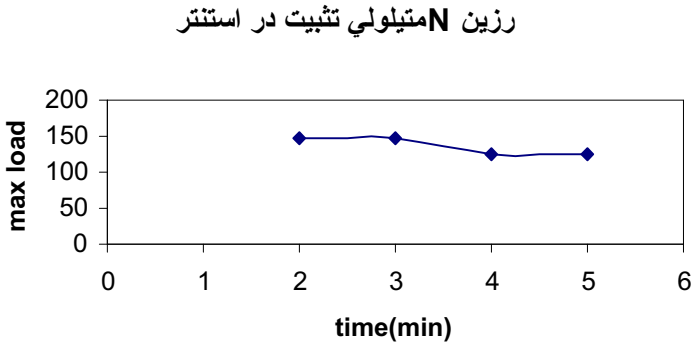
شکل۲: بررسی تاثیر زمان پخت در استحکام نمونه
عمل شده با اسید سیتریک و پخت در استنتر

جدول ۴:استحکام نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف

نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف	Max load
۴۰ ثانیه در مایکروویو	۲۲۲/۸۴
۱ دقیقه در مایکروویو	۲۳۱/۵۱
۲دقیقه در مایکروویو	۲۰۸/۴۵
۳دقیقه در مایکروویو	۱۸۳/۱۸
۴دقیقه در مایکروویو	۱۹۹/۰۶
۲دقیقه دراستنتر	۱۴۷/۹۴
۳دقیقه دراستنتر	۱۴۸/۴۹
۴دقیقه دراستنتر	۱۲۴/۷۲
۵دقیقه دراستنتر	۱۲۳/۶۳



شکل ۳:بررسی تاثیر زمان پخت در استحکام نمونه
عمل شده بارزینN متیلولی و پخت در مایکروویو



شکل۴: بررسی تاثیر زمان پخت در استحکام نمونه
عمل شده بارزینN متیلولی و پخت در استنتر

۲-بررسی زاویه بازگشت از چروک

نتایج زاویه بازگشت از چروک نمونه های عمل شده با اسید سیتریک وN متیلولی در دو نوع پخت(معمولی و مایکروویو) در جدول۵و۶ درج گردیده است.نتایج نشان می دهد که با افزایش زمان پخت زاویه بازگشت از چروک کالا با کامل شدن پیوند عرضی تشکیل شده در زمانهای بیشترپخت بهبود می یابد اما انتخاب بهینه آنها باید با توجه به استحکام کالا صورت گیرد.

جدول ۵:زاویه بازگشت ازچروک نمونه عمل شده باCAدر زمانهای مختلف

زاویه بازگشت از چروک	نمونه عمل شده با CA در زمانهای مختلف
۶۶/۹	۴۰ ثانیه در مایکروویو
۶۵/۶	۱ دقیقه در مایکروویو
۶۶/۵	۲دقیقه در مایکروویو
۷۰/۴	۳دقیقه در مایکروویو
۷۱/۲	۴دقیقه در مایکروویو
۸۱/۲	۲دقیقه دراستنتر
۶۵/۶	۳دقیقه دراستنتر
۷۴/۵۹	۴دقیقه دراستنتر
۸۵/۵	۵دقیقه دراستنتر

جدول ۶: زاویه بازگشت ازچروک نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف

زاویه بازگشت ازچروک	نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف
۷۱	۴۰ ثانیه در مایکروویو
۶۵/۵	۱ دقیقه در مایکروویو
۷۰/۸	۲دقیقه در مایکروویو
۶۸/۳	۳دقیقه در مایکروویو
۶۹/۷	۴دقیقه در مایکروویو
۸۴/۲	۲دقیقه دراستنتر
۸۶/۶	۳دقیقه دراستنتر
۹۵/۸	۴دقیقه دراستنتر
۹۱/۲	۵دقیقه دراستنتر

۳- بررسی نوع و زمان پخت

از بررسی نتایج مربوط به استحکام و زاویه بازگشت از چروک مشخص میگردد که بهترین زمان پخت برای هر دو نوع ترکیب N متیلولی و سیتریک اسید(CA) در شرایط معمولی ۳ دقیقه و در شرایط مایکروویو ۱ دقیقه می باشد .نیاز به زمان کمتر پخت از مزایای استفاده از مایکروویو است که ضمن کمتر زرد شدن کالا و تاثیر بهبود چروک پذیری صرفه انرژی نیز مطرح میگردد. همچنین مشخص می گردد که کاهش استحکام در پخت مایکروویو برای هر دو ماده CAو Nمتیلولی کمتر بوده است.

٤- بررسی رنگرزی

نمونه های بهی‌نه عمل شده(درمای‌کروویوزمان۱دقی‌قه ودراستنترزمان۳دقی‌قه) با دو نوع ضد چروک و دو نوع پخت با ماده رنگزای مستقیم رنگرزی شده و نتایج حاصل از اندازه گیری قدرت رنگی نمونه ها با دستگاه اسپکتروفتومتر Spectrophotometer xthدر جدول۷آورده شده است.

جدول ۷: قدرت رنگی

قدرت رنگی(K/S)	نوع نمونه
۱۰/۵۹۲	Nمتی‌لولی،پخت مای‌کروویو
۲/۶۲۵	Nمتی‌لولی،پخت استنتر
۱۱/۰۶۴	اسی‌د سی‌تری‌ک،پخت مای‌کروویو
۳/۵۰۱	اسی‌د سی‌تری‌ک،پخت استنتر

نتایج نشان می دهد که قدرت رنگی نمونه های عمل شده با CA بسیار بیشتر از نمونه های عمل شده با Nمتیلولی است و میزان جذب رنگ به نوع پخت نیز بستگی دارد بطوریکه در پخت مایکروویو میزان جذب رنگ بیشتر از پخت در شرایط معمولی است.

۵- بررسی درجه سفیدی

نتایج حاصل از اندازه گیری اسپکتروفتومتری جهت تعیین درجه سفیدی نمونه های عمل شده با دو روش مختلف را نشان می دهد.اندازه گیریها نشان میدهد که با افزایش زمان پخت از درجه سفیدی کالا کاسته می شود و این مساله با شدت بیشتری در مورد نمونه های عمل شده با CAو پخت در شرایط معمولی صادق است و علت آن نیز تشکیل دو اسید Itaconicو Aconotic در اثر حرارتهای بالا میبا شد ،بطوریکه در زمان ۲ دقیقه درجه سفیدی ۴۸/۲۲ در حالیکه در زمان ۵ دقیقه ،درجه سفیدی ۱/۹۲ است.در هر حال اختلاف مذکوردر پخت مایکروویو وجود ندارد و حتی درجه سفیدی در زمانهای طولانی پخت تغییر چندانی ندارد. شاید بتوان چنین اظهار کرد که پخت در مای‌کروویو از زرد شدن کالا وتشکیل دواسید Itaconicو Aconotic جلوگیری می کند ,همانطور که در بخش مقدمه گفته شد مشکل عمده در مورد استفاده از اسید سی‌تری‌ک همین مسئله می‌باشد.

جدول ۹:درجه سفیدی نمونه عمل شده با CA در زمانهای مختلف

درجه سفیدی در سیستم Ganz82	نمونه عمل شده با CA در زمانهای مختلف
۷۱/۱۷	۴۰ ثانیه در مایکروویو
۷۲/۶۶	۱ دقیقه در مایکروویو
۷۲/۷۰	۲دقیقه در مایکروویو
۷۴/۱۳	۳دقیقه در مایکروویو
۷۲/۰۵	۴دقیقه در مایکروویو
۴۸/۲۲	۲دقیقه دراستنتر
۳۱/۲۵	۳دقیقه دراستنتر
۱۱/۸۶	۴دقیقه دراستنتر
۱/۹۲	۵دقیقه دراستنتر

جدول ۱۰:درجه سفیدی نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف

درجه سفیدی در سیستم Ganz82	نمونه عمل شده بارزین N متیلولی در زمانهای مختلف
۷۳/۸۳	۴۰ ثانیه در مایکروویو
۷۵/۱۱	۱ دقیقه در مایکروویو
۷۴/۳۰	۲دقیقه در مایکروویو
۷۳/۲۶	۳دقیقه در مایکروویو
۷۴/۷۹	۴دقیقه در مایکروویو
۷۱/۷۲	۲دقیقه دراستنتر
۷۰/۲۵	۳دقیقه دراستنتر
۶۹/۹۳	۴دقیقه دراستنتر
۷۰/۱۱	۵دقیقه دراستنتر

نتیجه گیری:

تکمیل ضد چروک کالای پنبه ای با استفاده از پلی کربوکسیلیک (PCA) جایگزین مناسبی برای رزینهای متداول مشتمل بر ترکیبات Nمتیلولی است. از میان این ترکیبات سیتریک اسید (CA) بدلیل ارزانی و دارا بودن سه گروه هیدروکسیل جایگزین مناسبی محسوب می گردد. مشکل عمده سیتریک اسید زرد شدن کالا پس از حرارت می باشد که این مشکل با استفاده از حرارت مایکروویو می تواند برطرف گردد . زرد شدن کالا پس از تبدیل سیتریک اسید به دو اسید مجزا اتفاق می افتد که می تواند زاویه بازگشت از چروک را نیز کاهش دهد.

نتایج این تحقیق نشان می دهد پخت مایکروویو می تواند از زرد شدن کالا جلو گیری کرده و در نتیجه چروک پذیری کالا بهبود قابل ملاحظه ای می یابد.هم چنین کاهش استحکام کالا در حین تکمیل ضد چروک از مسائل مهم میباشدکه در مورد پخت با مایکروویو کاهش استحکام بمراتب کمتر از پخت معمولی است.یکنواختی عمل پخت در مایکروویو و نیز نیاز به زمان کمتر پخت از مزایای پخت مایکروویو میباشد.

مراجع

1-Sandra B.,Drago. K "Influence of microwave on nonformaldehyde DP finished dyed cotton fabrics", Textile Res. J.,73(8),(2003).

۲- فرشته مقیمی " روش های مدرن صمغ گیری ابریشم استفاده از امواج مایکروویو"سمینار کارشناسی ارشد(۱۳۸۱).

3-Martin J. Schick," Surface characteristics of fibers and textiles "Marcel Deker ,Inc,NewYork,(2001).

4-Welen ,C.M. " Tetracarboxylic acid as formaldehyde free durable press finishing agents" Textile Res. J. ,58,480,(1988).

5- Rowland ,S.P., Welch , C.M., "Introduction of ester crosslinks into cotton cellulose by a rapid cure press ",Textile Res. J.37(11),(1967).

6-XU,W.,Li,Y. "crosslinking analysis of polycarboxylic acid durable press finishing of cotton fabrics and strength retention improvement ",Textile Res. J. 70(7),(2000).