کاربرد امواج میکروویو در سفیدگری پارچه پنبه ای

حسین توانایی
دانشیار

اکبر خدامی
مربی

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

با توجه به گسترده شدن کاربرد تابش میکروویو در صنایع مختلف، در این تحقیق از تابش میکروویو برای سفیدگری پارچه پنبه‌ای آهارگیری و پخت شده استفاده شده است. پخت و سفیدگری، مراحل مقدماتی مهم قبل از رنگرزی و چاپ را تشکیل می‌دهند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تابش میکروویو می‌تواند سفیدگری را در مدت زمان ۴۰ ثانیه انجام دهد. روش‌های معمولی مثل پد ـ بخار و رمق کشی برای کسب درجه سفیدی مشابه (۷۰٪)، به ترتیب به ۹ و ۳۰ دقیقه زمان احتیاج دارند. تابش میکروویو اثر منفی بر استحکام نمونه‌ها نشان نداد. پخت و سفیدگری همزمان روی پارچه پنبه‌ای آهارگیری شده، بدون استفاده از جذب کننده تابش به درجه سفیدی بالایی نمی‌انجامد. این درجه سفیدی به کمتر از ۵۰ درصد می‌رسد. استفاده از اوره به عنوان جذب کننده تابش، درجه سفیدی را به صورت نسبی افزایش می‌دهد ولی این درجه سفیدی در حدود ۱۰٪ کمتر از روش‌های معمول است.

کلمات کلیدی

میکروویو، تشعشع، پارچه پنبه‌ای، سفیدگری، درجه سفیدی، استحکام

Application of Microwave Radiation in Cotton Cloth Bleaching

H. Tavanai
Associate Professor

A. Khoddami
Lecturer

Uiversity Esfahan

Abstract

Considering the increase of microwave radiation application in different industries, in this research, microwave is used in bleaching of desized and boiled off Cotton fabric. Boiling off and bleaching are important before dyeing and printing. Results of this research showed that microwave can bleach the fabric in 40 seconds. Conventional Processes such as pad-steam and exhaustion need about 30 minutes respectively for acquiring the same degree of whiteness (70%) . Microwave did not show negative effects on the strength of the samples. Simultaneous boiling off and bleaching of cotton fabrics in the absence of microwave absorbers does not lead to whitenesses of more than 50% . Urea as microwave absorber increases the degree of whiteness to some extent, but the highest degree obtained is 10% less than that for convertional processes.

Key words

Microwave, Radiation, Cotton Cloth, Bleaching, Degree of Whiteness, Strength

مقدمه

تابش پرتوهای میکروویو یکی از روش‌های گرمایش در فرایندهای نساجی می‌باشد.گرمایش در صنعت نساجی به چهار روش هدایت، جابجایی، تشعشع (تابش) و فرکانس بالا انجام می‌گردد. فرکانس بالا دارای پایه‌ای کاملا متفاوت نسبت به دیگر روش‌های گرمایش می‌باشد. به این ترتیب که گرما پس از تحت تابش قرار گرفتن الیاف، در داخل آنها تولید می‌گردد. میکروویو و دی الکتریک دو روش اصلی گرمایش با فرکانس بالا را تشکیل می‌دهند. بکار گیری تابش پرتوهای میکروویو در صنایع مختلف رو به افزایش است.

گرمایش توسط میکروویو از طریق ارتعاش مولکولی دو قطبی به وجود می‌آید. با توجه به نحوه تولید گرما توسط میکروویو، گرمای تولید شده توسط آن در درون الیاف، نخ و یا منسوج بیش از بیرون آنها می‌باشد. در نتیجه این روش، مشکلات دیگر روش‌های گرمایشی مثل خشک شدن سریع تر بیرون منسوجات نسبت به داخل آنها و در نتیجه مهاجرت رنگینه و یا مواد را از داخل به بیرون به همراه ندارد (۱ و ۲). دیگر مزایای امواج میکروویو را مواردی مثل گرمایش سریع و یکنواخت تشکیل می‌دهند.

تحقیقات نشان داده است که ساختار مرفولوژیکی الیاف پنبه بر اثر تابش امواج میکروویو تغییر می‌کند به این ترتیب که فضای بین ماکرومولکول‌ها افزایش و از تبلور آنها کاسته می‌شود. این تغییرات ساختاری جذب آب بیشتر و همچنین نفوذ، انتشار و تثبیت بهتر را در رنگرزی به همراه دارد (۲ و ۳). مواردی مثل هیدرولیز آنزیمی پارچه‌های پنبه‌ای (۴)، رنگرزی الیاف پلی استر (۵) و بررسی ساختار ظریف رشته‌های پلی استر(۶)، نمونه‌هایی دیگر از تحقیقات انجام شده در رابطه با کاربرد تابش میکروویو در نساجی می‌باشد. در این پژوهش، سفیدگری پس از پخت و همچنین پخت و سفیدگری همزمان پارچه پنبه‌ای آهار گیری شده به کمک گرمایش میکروویو و مقایسه آن با روش های معمولی بررسی گردیده است.

۱ـ تجربی

۱ ـ۱ـ مواد

پارچه‌ای که در این تحقیق به کار گرفته شد از نوع ۱۰۰٪ پنبه پخت شده با تعداد۳۰ تار یک لا و۲۴ پود یک لا در سانتی متر و وزن ۱۳۷ گرم بر متر مربع بود.(نمره نخ تار وپود= ۲۴/۱ انگلیسی)

۱ ـ ۲ ـ مواد شیمیایی

هیدروژن پروکسید (آب آکسیژنه) ۳۵ ٪ (مرک)، سود سوزآور (مرک)، سیلیکات سدیم ۷۲ درجه توادل (نوع صنعتی) به عنوان مواد شیمیایی به منظور انجام پخت و سفیدگری مورد استفاده قرار گرفتند. از اوره (نوع صنعتی) به عنوان بالابرنده جذب امواج میکروویو و از سطح فعال غیر یونی Tween 85 (Merck) برای شستشوی نمونه‌ها استفاده شد.

۱ ـ ۳ ـ دستگاه‌ها

- ماشین رنگرزی آزمایشگاهی پلی مت آهیبا برای سفیدگری نمونه‌ها به روش رمق کشی
- ماشین پد و بخار ماتیس برای سفیدگری نمونه ها به روش پد ـ بخار
- میکرو اون سانیو با صفحه گردان و فرکانس تا ۲۴۵۰ هرتز و توان تا ۶۰۰ وات برای گرمایش نمونه ها به روش مایکروویو
- اسپکتروفتومتر انعکاسی تکس فلش۲۰۰۰ دیتاکالر برای اندازه گیری درجه سفیدی نمونه ها --دستگاه مقاومت سنج زوئیک برای اندازه‌گیری مقاومت نمونه ها

۲ـ روش‌ها

به منظور امکان‌پذیر ساختن مقایسه سفیدگری توسط میکروویو و روش‌های معمول سفیدگری مثل پد ـ بخار و رمق کشی، سفیدگری نمونه‌ها با این دو روش نیز انجام شد.

۲ – ۱ـ سفیدگری به روش پد ـ بخار

به منظور انجام سفیدگری به روش پد ـ بخار، ابتدا نمونه‌ها با محلول:

سدیم پراکسید ۳۵ ٪ ۴۰ میلی لیتر بر لیتر

سود سوزآور ۵ گرم بر لیتر

سیلیکات سدیم ۷۲ درجه توادل ۷ گرم بر لیتر

پد شدند (پیک آپ ۱۰۰٪) و سپس به مدت ۳، ۶، ۹، ۱۲، و ۱۵ دقیقه در بخار آب اشباع ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند.

۲ – ۲ـ سفیدگری به روش رمق کشی

به منظور انجام سفیدگری به روش رمق کشی نمونه‌ها در حمام حاوی:

سدیم پراکسید ۳۵ ٪ ۳٪ نسبت به وزن کالا

سود سوزآور ۵ گرم بر لیتر

سیلیکات سدیم ۷۲ درجه توادل ۷ گرم بر لیتر

در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۳۰، ۶۰، ۹۰و ۱۲۰ دقیقه با نسبت وزن به حجم ۱:۲۰ سفیدگری شدند.

۲ – ۳ ـ سفیدگری به روش میکروویو

سفیدگری نمونه‌ها با استفاده از گرمایش میکروویو در دو گروه به صورت زیر انجام شد:

گروه اول:

ابتدا نمونه‌ها با محلول:

سدیم پراکسید ۳۵ ٪ ۴۰ میلی لیتر بر لیتر

سود سوزآور ۵ گرم بر لیتر

سیلیکات سدیم ۷۲ درجه توادل ۷ گرم بر لیتر

پد شدند (پیک آپ ۱۰۰٪) و سپس به مدت ۴۰ ، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰، و ۵۰۰ ثانیه در معرض امواج میکروویو با توان های ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰ و ۶۰۰ وات قرار گرفتند.

گروه دوم:

مشابه گروه اول با این تفاوت که غلظت هیدروژن پراکسید بین ۲۰ تا ۸۰ میلی لیتر بر لیتر و زمان تابش به مدت ۴۰ ، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

بعد از سفیدگری، نمونه‌ها در حمام جوش حاوی ۰/۵ گرم بر لیتر سطح فعال غیر یونی (Tween 85) با نسبت وزن به حجم ۱:۳۰و به مدت ۱۰ دقیقه شستشو و نهایتا آبکشی شدند. در انتها برای اندازه‌گیری درجه سفیدی، انعکاس نمونه‌های پشت پوشی شده، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که درجه سفیدی به کمک فرمول CIE Lab 1984 محاسبه گردید (۷). اندازه‌گیری درجه سفیدی برای هر نمونه چهار بار تکرار گردیده و از میانگین داده‌ها برای بررسی‌های مورد نظر استفاده شد. استحکام نمونه‌ها مطابق روش استاندارد ASTM D1682 اندازه‌گیری گردید.

۳ـ نتایج و بحث

جدول ۱ و۲ به ترتیب تغییرات درجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده با روش‌های پد ـ بخار و رمق کشی را در مدت زمان‌های متفاوت نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود درجه سفیدی نمونه های پد ـ بخار و رمق کشی به ترتیب با افزایش مدت زمان گرمایش تا ۱۲ و ۹۰دقیقه به بیشترین مقدار می‌رسد. بیشترین درجه سفیدی نمونه‌های ـ بخار و رمق کشی به ترتیب ۷۴/۵ و ۷۷ در صد می‌باشد.

نتایج حاصل از سفیدگری نمونه‌ها با گرمایش میکروویو مطابق روش ۳ -۳ در مدت زمان تا ۵۰۰ ثانیه با توان‌های مختلف

در شکل ۱ آمده است. همان طور که ملاحظه می شود با افزایش زمان تا ۱۰۰ ثانیه، درجه سفیدی نمونه ها بیشتر شده و زمان تابش طولانی‌تر، اثر قابل ملاحظه‌ای بر سفیدی کالا ندارد. بنابر این در آزمایش‌های بعدی، انتخاب مدت زمان گرمایش به ۱۰۰ ثانیه محدود گردید. شکل‌های ۲ تا ۶ تاثیر غلظت هیدرژن پراکسید را بر درجه سفیدی نمونه‌ها با توجه به مدت زمان تابش میکروویو با توان‌های متفاوت نشان می‌دهند. داده‌های مربوط به این نمودارها در جدول ۳ آمده است. با توجه به این نمودارها می‌توان تاثیر سه عامل غلظت هیدروژن پراکسید، توان میکروویو و مدت زمان گرمایش را بر درجه سفیدی نمونه‌ها به صورت زیر خلاصه نمود:

افزایش غلظت هیدروژن پراکسید ۳۵ ٪ تا میزان ۲۰ میلی لیتر بر لیتر، افزایش درجه سفیدی را به همراه داشته و مقدار بیشتر آن تاثیر قابل ملاحظه بر درجه سفیدی ندارد. همچنین بررسی تاثیر توان تابش بر میزان سفیدی نشان می‌دهد که در محدوده توان‌های آزمایش شده، سفیدی نمونه‌ها تحت تاثیر این عامل قرار نمی‌گیرد. به همین ترتیب زمان‌های بیش از ۴۰ ثانیه تاثیر چندان بر افزایش درجه سفیدی نمونه‌ها ندارد. مقایسه درجه سفیدی حاصل از سفیدگری با روش میکرو ویو و روش‌های معمولی رمق کشی و پد ـ بخار نشان می‌دهد که درجه سفیدی حاصل از به کارگیری امواج میکروویو با توان ۱۲۰ وات، مدت زمان ۴۰ ثانیه و غلظت هیدروژن پراکسید ۲۰ میلی لیتر بر لیتر به حدود ۷۰٪ می‌رسد. این در حالی است که برای رسیدن به این میزان سفیدی، در روش پد ـ بخار به حدود ۹ دقیقه گرمایش و غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیدروژن پراکسید و در روش رمق کشی به حدود ۳۰ دقیقه گرمایش در شرایط آزمایش شده احتیاج است.

نتایج حاصل از اندازه گیری استحکام نمونه‌های سفیدگری شده با تابش میکروویو با توان ۲۴۰ وات و غلظت ۲۰ میلی لیتر هیدروژن پراکسید در لیتر که در جدول ۴ ارائه شده است مشخص می‌سازد که این روش سفیدگری تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر استحکام نمونه‌ها ندارد. لازم به ذکر است که با توجه به تحقیقات انجام شده قبلی (۸)، سفیدگری با روش‌های معمولی پد ـ بخار و رمق کشی با مقادیر کم سود سوزآور هم به کاهش قابل ملاحظه استحکام نمی‌انجامد. استحکام نمونه‌ها در جدول ۴ آمده است.

در قسمت دوم این تحقیق امکان انجام عملیات پخت و سفیدگری همزمان پارچه‌های پنبه‌ای با تابش میکروویو بررسی گردید. با توجه به انجام آزمایشات در محدوده وسیعی از غلظت سودسوزآور و هیدروژن پراکسید و توان تابش تا ۶۰۰ وات، نتایج حاصله نشان دادند که حداکثر درجه سفیدی قابل کسب حتی با مدت زمان‌های تابش ۱۰ دقیقه، به کمتر از ۵۰ درصد می‌رسید. بنابر این نظر به اینکه این درجه سفیدی در مقایسه با روش پخت و سفیدگری همزمان با روش‌های معمول پد ـ بخار و رمق کشی قابل قبول نمی‌باشد سفیدگری و پخت همزمان پارچه‌های صد در صد پنبه‌ای با تابش میکروویو توصیه نمی‌گردد.

در آخرین بخش از این تحقیق از اوره به عنوان ماده جذب کننده تابش میکروویو استفاده شد. لازم به ذکر است که در تحقیقات قبلی (۱ و ۲) نیز از اوره استفاده شده است. نتایج حاصل از پخت و سفیدگری همزمان در حضور اوره به مقدار ۴۰ گرم در لیتر، به کمک تابش میکروویو با توان ۶۰۰ وات و با استفاده از ۴۰ میلی لیتر در لیتر هیدروژن پراکسید نشان می‌دهد که در زمان‌های بیش از سه دقیقه، درجه سفیدی به ۶۰ درصد می‌رسد. با توجه به این اثر مثبت، به نظر می‌رسد که تحقیقات بیشتر بر روی دیگر مواد که بتوانند بهتر از اوره به عنوان جذب کننده تابش میکروویو عمل کنند لازم باشد تا پخت و سفیدگری همزمان نیز با استفاده از تابش میکروویو امکان پذیر گردد.

٤ـ نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان دادکه در روش پد ـ بخار، برای رسیدن به درجه سفیدی ۷۰ درصد ،به حدود ۹ دقیقه گرمایش و غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیدروژن پراکسید احتیاج است. در روش رمق کشی کسب همین درجه سفیدی به حدود ۳۰ دقیقه گرمایش در شرایط آزمایش نیازمند است. این در حالی است که تابش میکروویو با توان ۱۲۰ وات، در مدت زمان ۴۰ ثانیه(غلظت هیدروژن پراکسید =۲۰ میلی لیتر بر لیتر) درجه سفیدی ۷۰ درصد را امکان‌پذیر می‌سازد. از این رو تابش میکرو ویو در مقایسه با روش‌های معمولی پد ـ بخار و رمق کشی، سفیدگری را در مدت زمان بسیار کوتاه‌تری امکان‌پذیر می‌سازد. تابش میکروویو اثر منفی بر استحکام ندارد.

این تحقیق همچنین نشان داد که درجه سفیدی حاصل از انجام پخت و سفیدگری همزمان با تابش میکروویو بدون

استفاد از ماده جذب کننده تابش، نمی‌تواند درجه سفیدی را به بیش از ۵۰ درصد افزایش دهد. به کار گیری مواد جذب کننده تابش، اثر مثبت نسبی داشته ولی درجه سفیدی هنوز به سطح روش‌های معمولی نمی‌رسد.

تشکر و قدردانی

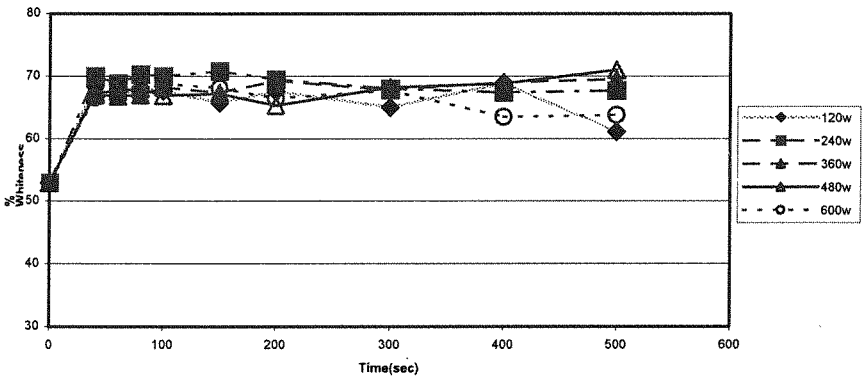
بدینوسیله از مسئولین محترم دانشگاه صنعتی اصفهان برای حمایت مالی این طرح پژوهشی و همچنین از همکاری خانم‌ها مهـندس زهرا جبل عاملی، مهندس مریم عرب، مهندس مریم عسگری، مهندس زهرا مشتاق و آقایان مهندس علیرضا خلیلی و مهندس امیر فرهادی تشکر و قدردانی می‌گردد.

جدول (۱) تغییرات درجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده با روش پد ـ بخار در مدت زمان متفاوت.

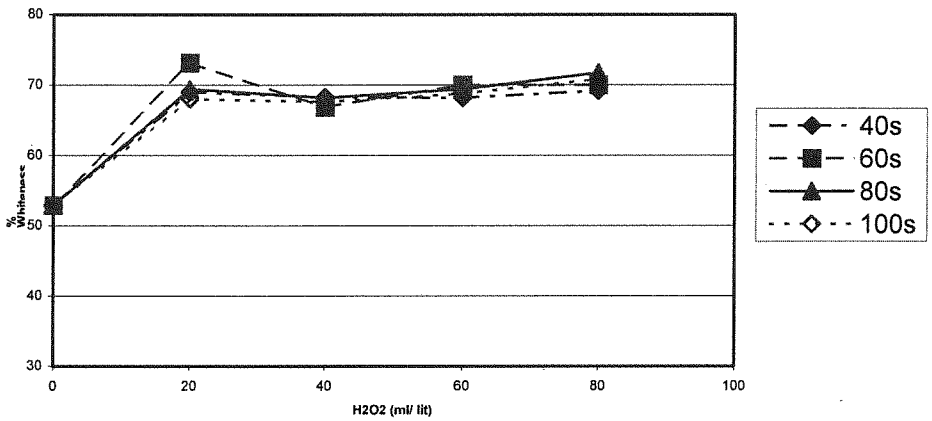
زمان (دقیقه)	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵
درجه سفیدی٪	۵۲/۶	۵۴/۲	۶۹/۹	۶۸/۸	۷۴/۵	۷۴/۷

جدول (۲) تغییرات درجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده با روش رمق کشی را در مدت زمان متفاوت.

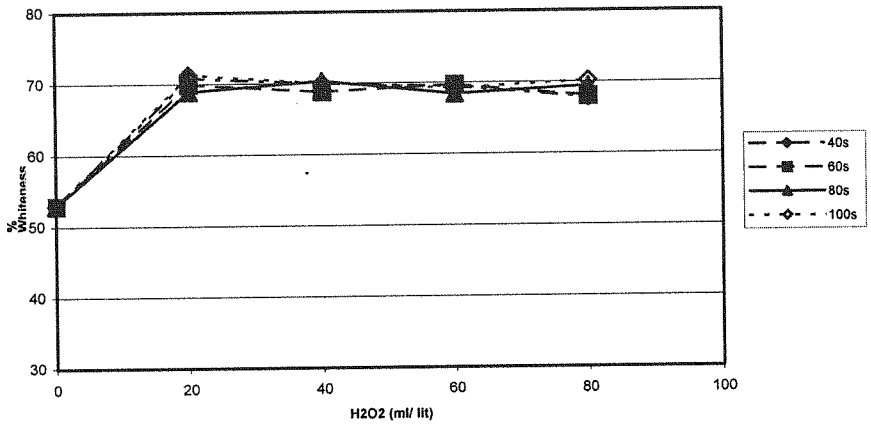
زمان (دقیقه)	۰	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰
درجه سفیدی٪	۵۲/۶	۷۳/۱	۷۲/۵	۷۷	۷۴/۲



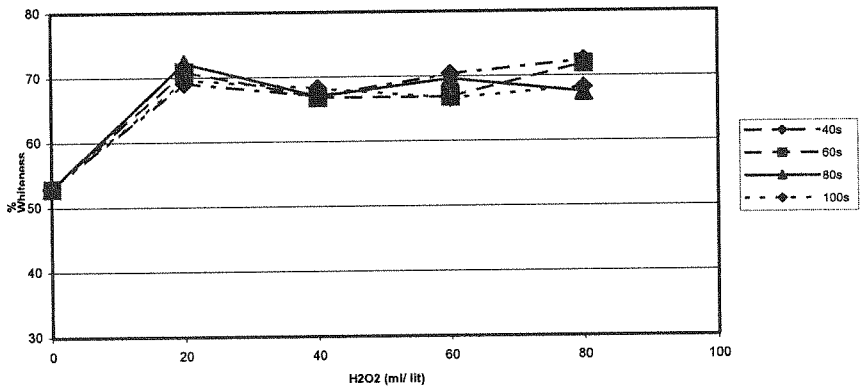
شکل (۱) تغییرات درجه سفیدی نمونه‌ها با مدت زمان گرمایش میکروویو در توان‌های مختلف.



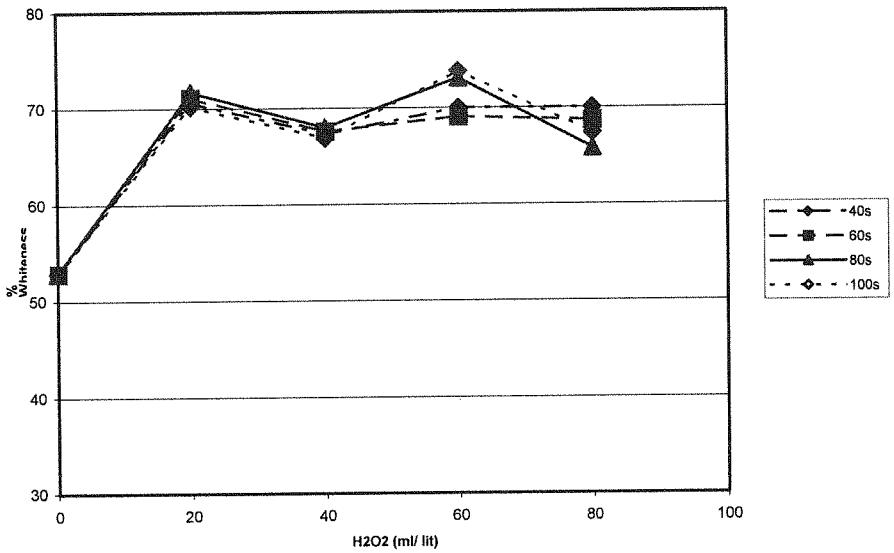
شکل (۲) تاثیر غلظت هیدروژن پروکسید ۳۵٪ بردرجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده تحت تابش میکروویو در توان ۱۲۰ وات.



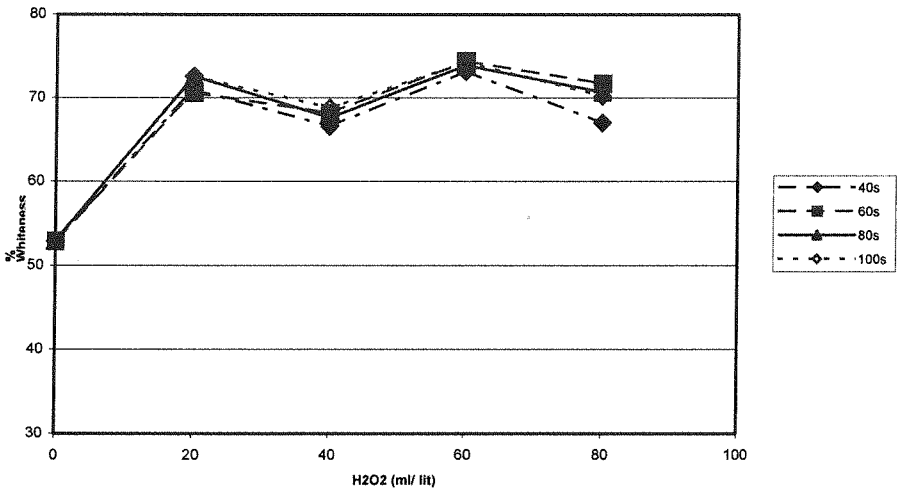
شکل (۳) تاثیر غلظت هیدروژن پروکسید ۳۵٪ بردرجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده تحت تابش میکروویو در توان ۲۴۰ وات.



شکل (٤) تاثیرغلظت هیدروژن پروکسید ۳۵٪ بردرجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده تحت تابش میکروویو در توان ۳۶۰ وات.



شکل (۵) تاثیرغلظت هیدروژن پروکسید ۳۵٪ بر درجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده تحت تابش میکروویو در توان ۴۸۰ وات.



شکل (٦) تاثیرغلظت هیدروژن پروکسید ۳۵٪ بردرجه سفیدی نمونه‌های سفیدگری شده تحت تابش میکروویو در توان ۶۰۰ وات.

جدول (۳) نتایج حاصل از سفیدگری در مدت زمان، غلظت هیدروژن پراکسید و توان‌های مختلف.

توان (وات)	غلظت هیدروژن پراکسید ml/lit	زمان (ثانیه)			
		۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
۱۲۰	۲۰	۶۹	۷۳/۱	۶۹/۴	۶۸
	۴۰	۶۸/۳	۶۶/۹	۶۸/۲	۶۷/۶
	۶۰	۶۸/۳	۷۰	۶۹/۴	۶۸/۸
	۸۰	۶۹/۲	۷۰	۷۱/۷	۷۰/۸
۲۴۰	۲۰	۷۰/۸	۶۹/۹	۶۸/۹	۷۱/۳
	۴۰	۷۰	۶۸/۸	۷۰/۳	۷۰
	۶۰	۶۹/۴	۶۹/۷	۶۸/۴	۶۹/۲
	۸۰	۶۷/۸۲	۶۸	۶۹/۴	۷۰/۲
۳۶۰	۲۰	۶۹/۱	۷۰/۹	۷۲/۲	۶۹/۶
	۴۰	۶۷	۶۶/۸	۶۷	۶۸/۲
	۶۰	۷۰/۳	۶۶/۸	۶۹/۶	۶۶/۶
	۸۰	۷۲/۴	۹.۷۱	۶۷/۵	۶۸/۲
۴۸۰	۲۰	۷۰/۶	۷۱/۱	۷۱/۷	۷۰/۲
	۴۰	۶۷/۳	۶۷/۶	۶۸	۶۶/۹
	۶۰	۷۰	۶۹/۱	۷۳/۱	۷۳/۸
	۸۰	۷۰	۶۸/۷	۶۵/۸	۶۷/۴
۶۰۰W	۲۰	۷۱	۷۰/۶	۷۲/۶	۷۲/۶
	۴۰	۶۶/۶	۶۸/۲	۶۷/۶	۶۸/۸
	۶۰	۷۳/۲	۷۴/۴	۷۳/۹	۷۴/۳
	۸۰	۶۷	۷۱/۷	۷۰/۷	۷۰/۲

جدول (٤) نتایج حاصل از اندازه‌گیری استحکام نمونه‌های سفیدگری شده با تابش میکروویو با توان ۲٤۰ وات و غلظت ۲۰ میلی لیتر هیدروژن پروکسید در لیتر.

۱۴۱/۷ (۷/۸)*	۴۰
۱۳۶/۹ (۸/۳)	۶۰
۱۴۲/۷ (۹/۸)	۸۰
۱۴۴/۵ (۳/۵)	۱۰۰

مراجع

[1] Perkin, W. S. Broughton, R. M. Walsh, N. K. and Rudrigues, S, "Fixation of Reactive Dyes using Radio Frequency Energy", JSDC, Vol. 108, February 1992, PP70 – 73

[2] YingFang, Hai, C and Zhiwei, L, "An Investigation on Microwave Dyeing of Cotton Fabrics", Journal of Textile Iniversity, English edition, Vol. 10 (1), PP25 – 33 (1995)

[۳] بدرالسما محمد و امیرشاهی سیدحسین، "تاثیر امواج میکروویو بر روی منسوجات پنبه‌ای در عملیات پیش از رنگرزی و رنگرزی با استفاده از رنگ‌های راکتیو"، مجموعه مقالات کنفرانش علوم و تکنولوژی نساجی ۷۶ – ۷۱، اردیبهشت ۱۳۷۶

[۴] خدامی اکبر، امیرشاهی سید حسین و نورالدین مهرخ، "اثر تابش میکروویو بر هیدرولیز آنزیمی پارچه‌های پنبه‌ای"، مجله امیرکبیر، سال دهم، شماره ۴۰، ۳۴۰ – ۳۳۴ ، ۱۳۷۸

[۵] خلیلی هاله و حسینی سیدمجید، "اثر تابش ریزموج بر رنگرزی الیاف پلی استر"، مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال سیزدهم، شماره دوم، ۱۰۳-۹۷، ۱۳۷۹

[۶] برهانی صدیقه و یوسفی مصطفی، "اثر گرمایش ریزموج بر ساختار ظریف رشته‌های پلی استر" ، مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال پانزدهم، شماره چهارم، ۲۷۳- ۲۶۷، ۱۳۸۱

[7] Colour physics for industry, R. Mc. Donald. (Ed.), 100, SDC, Manchester, 1987

[۸] توانایی حسین و انجمنی رسول، "اثر شرایط پخت و سفیدگری همزمان (ناپیوسته) بر استحکام پارچه صد در صد پنبه‌ای خام"، مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال پانزدهم، شماره چهارم، مهر ـ آبان ۱۳۸۱