

تأثیر پلی اتیلن گلیکول بر خواص فیزیکی پارچه های پنبه ای عمل شده با رزین ضد چروک دی متیلول دی هیدروکسیل اتیلن اوره

مهدی افشاری^{۱*} - میترا توکلی^۲ - مریم نوروزی فر^۳ - زهره معصومی^۳

۱_ استادیار و عضو هیات علمی دانشکده نساجی- دانشگاه یزد- صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

۲_ مربی و عضو هیات علمی دانشکده نساجی- دانشگاه یزد، ۳ دانش آموخته کارشناسی دانشکده نساجی- دانشگاه یزد

چکیده:

در این تحقیق تأثیر وزن مولکولی و غلظت پلی اتیلن گلیکول (PEG) بر روی خواص فیزیکی پارچه های پنبه ای در یک عملیات ضد چروک کردن با رزین دی متیلول دی هیدروکسیل اتیلن اوره (DMDHEU) به روش پد خشک - پخت کردن در دما و زمانهای مختلف پخت مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که حضور PEG به دلیل افزایش تورم لیف و نفوذ راحت تر رزین به درون لیف موجب می شود، مقاومت در برابر چروک با افزایش وزن مولکولی و غلظت PEG افزایش یابد. تأثیر PEG بر میزان جذب آب و مقاومت سایشی به وزن مولکولی و غلظت آن بستگی دارد. با افزایش دما و زمان پخت تا مقدار مناسبی مقاومت در برابر چروک و جذب آب افزایش و مقاوت سایشی کاهش می یابد. دما و زمان پخت زیاد منجر به اکسید شدن پارچه پنبه ای می گردد. برای دستیابی به خصوصیات مطلوب بایستی PEG با وزن مولکولی، غلظت مناسب و دما و زمان پخت بهینه انتخاب شوند.

واژگان کلیدی: پیوند عرضی، مقاومت در برابر چروک، پلی اتیلن گلیکول

۱- مقدمه

جذب رطوبت در الیاف پنبه امکان جابجائی زنجیرهای سلولز در مناطق بی نظم لیف را فراهم میکند که منجر به تغییر شکل و چروک شدن منسوج پنبه ای در هنگام پوشیدن یا شستشو می شود. ایجاد اتصالات عرضی بین زنجیرهای مولکولی منسوجات پنبه ای توسط رزینها باعث ارتجاعیت و برگشت زنجیرها به مکان اولیه خود پس از حذف نیرو و کاهش چروک پذیری منسوج می گردد. تکمیل رزینی پنبه منجر به کاهش جذب رطوبت، کاهش استحکام، مقاومت سایشی و لکه پذیر شدن کالای پنبه ای می گردد. از آنجا که کاهش جذب رطوبت خود باعث کاهش راحتی منسوجات مورد مصرف در پوشاک می گردد، لذا ایجاد تعادل بین جذب رطوبت و مقاومت در برابر چروک از موضوعات مهم در فرایند تکمیل رزینی منسوجات پنبه ای می باشد [۱]. در این زمینه مطالعاتی در خصوص افزودن مواد آبدوست همراه با رزین انجام شده است [۲-۳]. یکی از رزینهای مهم مورد استفاده در تکمیل رزینی پنبه دی متیلول دی هیدروکسیل اتیلن اوره (DMDHEU) می باشد. این رزین فرمالدئید و کلر آزاد نمی کند و پارچه تکمیل شده با آن زرد رنگ نمیشود. ادعا شده است که اثر منفی بر روی ثبات نوری رنگینه های مستقیم و راکتیو ندارد [۴-۶].

به منظور کمک به نفوذ مولکولهای رزین DMDHEU علاوه بر آب، استفاده از پلی اتیلن گلیکول (PEG) به عنوان یک حلال و متورم کننده می تواند تورم لیف را در حین فرایند تکمیل رزینی افزایش داده و به نفوذ بهتر مولکولهای رزین به داخل لیف سلولز کمک نماید. از طرف دیگر PEG با لیف و با رزین واکنش داده و یک ساختمان شبکه ای در لیف ایجاد می کند [۷].

*مسئول مکاتبات: تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۱۱۶۷۰، دور نگار: ۰۳۵۱-۸۲۱۰۶۹۹، پیام نگار: mafshari@yazduni.ac.ir

در این مقاله اثر وزن مولکولی و غلظت PEG در حضور DMDHEU در یک فرایند پد-خشک - پخت کردن در دماها و زمانهای مختلف پخت بر روی خصوصیات فیزیکی پارچه پنبه ای (قابلیت جذب رطوبت، ثبات سایشی و زاویه برگشت از چروک) مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- تجربی

مواد

پارچه پنبه ای پخت و آهارگیری شده با تراکم تار ۲۸ و تراکم پودی ۱۹ در سانتیمترمورد استفاده قرار گرفت. کلرید منیزیم مرک، پلی اتیلن گلیکول با سه وزن مولکولی متوسط وزنی ۴۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرم بر مول، سطح فعال غیر یونی و دی متیلول دی هیدروکسیل اتیلن اوره از شرکت BASF استفاده شدند.

روشها

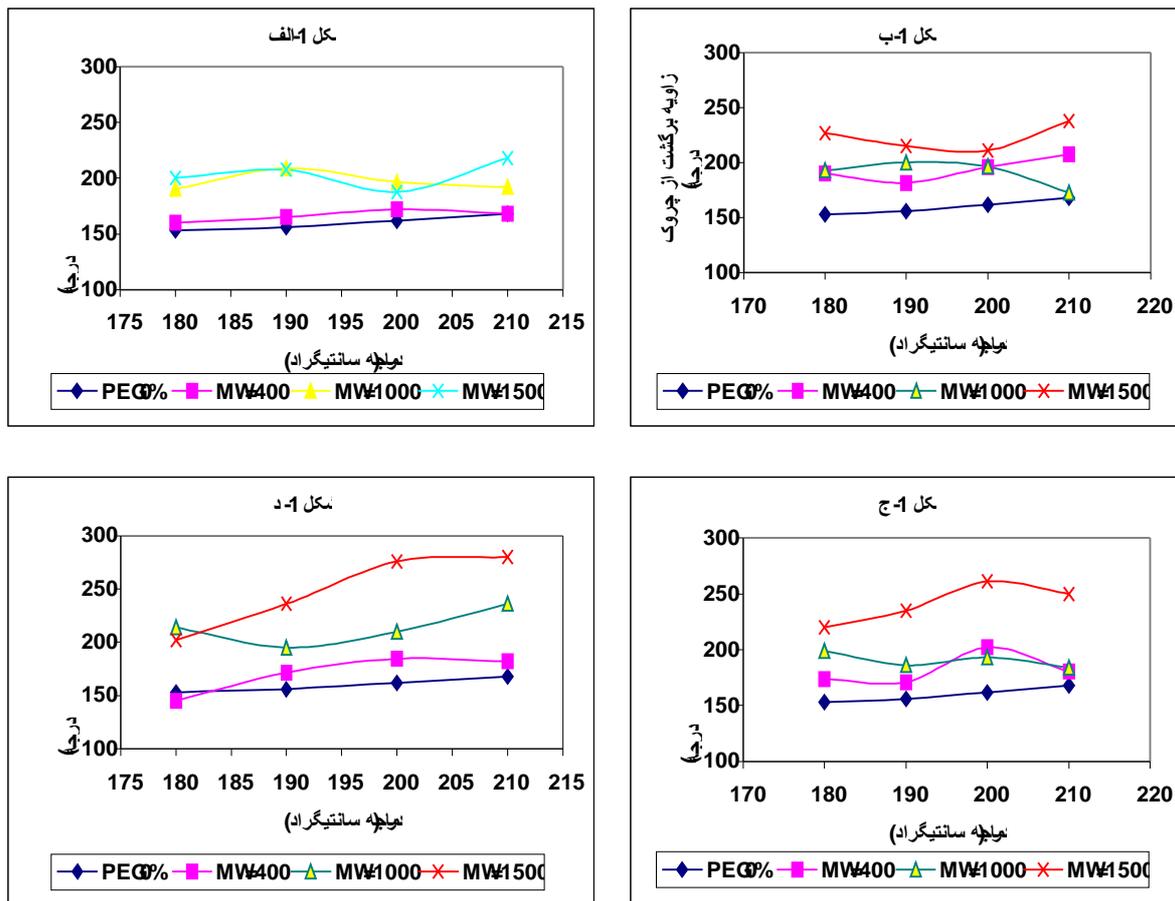
ابتدا پارچه های پنبه ای در محلول شامل ۸٪ دی متیلول دی هیدروکسیل اتیلن اوره، منیزیم کلرید به میزان ۱۰٪ وزنی DMDHEU، پلی اتیلن گلیکول (۳۰-۵٪) و ۱٪ سطح فعال آنیونی در دمای اتاق به مدت ۱۰ دقیقه غوطه ور شدند. سپس پارچه را فشرده و با درصد برداشت ۸۰٪ پد نموده و در دمای ۱۸۰، ۱۹۰، ۲۰۰ و ۲۱۰ درجه سانتیگراد در زمانهای ۳۰ ثانیه، ۲ و ۳ دقیقه پخت شدند.

زاویه برگشت از چروک، مطابق روش ۶۶-۱۹۸۴ AATCC اندازه گیری و از دستگاه سنجش چروک پذیری ساخت شرکت شرلی استفاده شد. آزمون سایش با دستگاه Martindale جهت سنجش تغییر وزن پارچه بعد از ۲۵ دور سایش با وزنه ۹ کیلو پاسکال مورد استفاده قرار گرفت. قابلیت جذب آب از طریق قرار دادن عمودی نمونه ها در آب (wicking) سنجیده شد. برای انجام این آزمون نمونه ها را با ابعاد ۱۲ × ۲ سانتی متر بریده و ۲ سانتیمتر از نمونه در یک حمام آب که مقدار بسیار کمی رنگ در آن ریخته شده بود (برای تشخیص بهتر ارتفاع آب در پارچه) به صورت عمودی قرار داده شد و پس از ۵ دقیقه میزان ارتفاع بالا آمدن آب اندازه گیری شد.

۳- بحث و نتیجه گیری

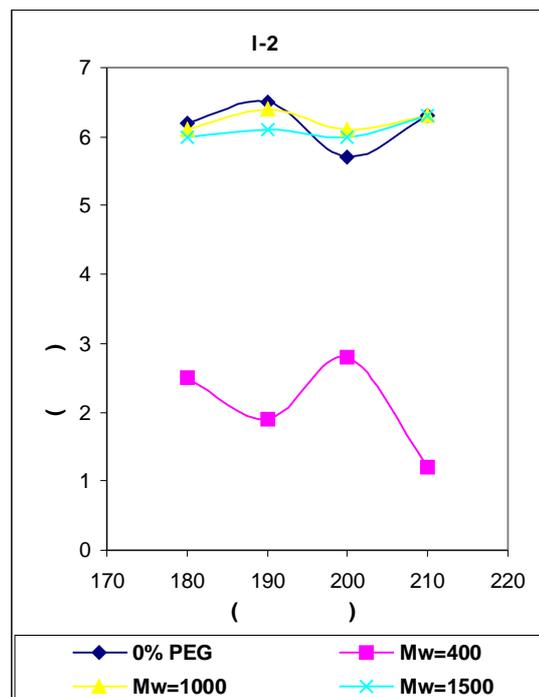
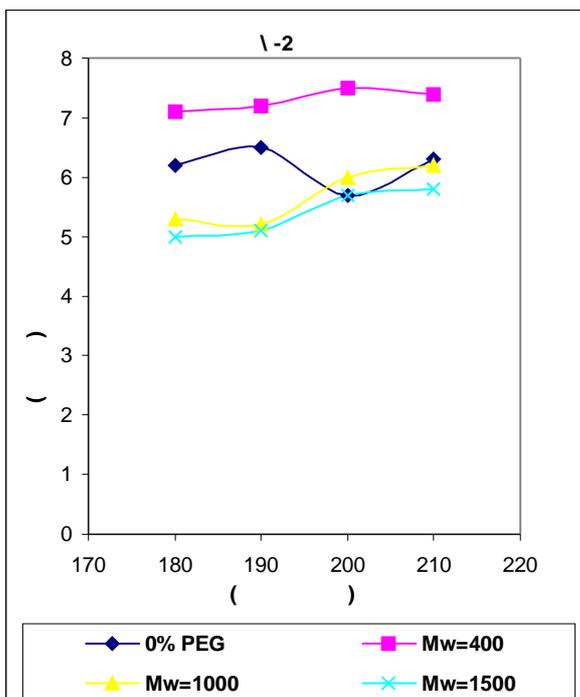
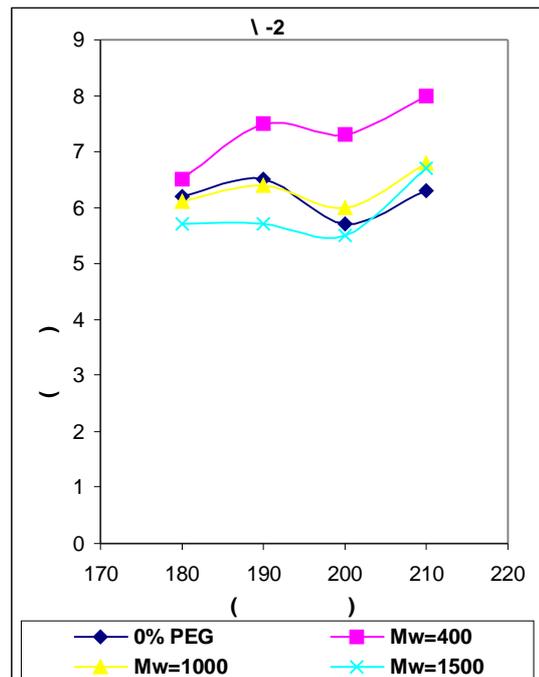
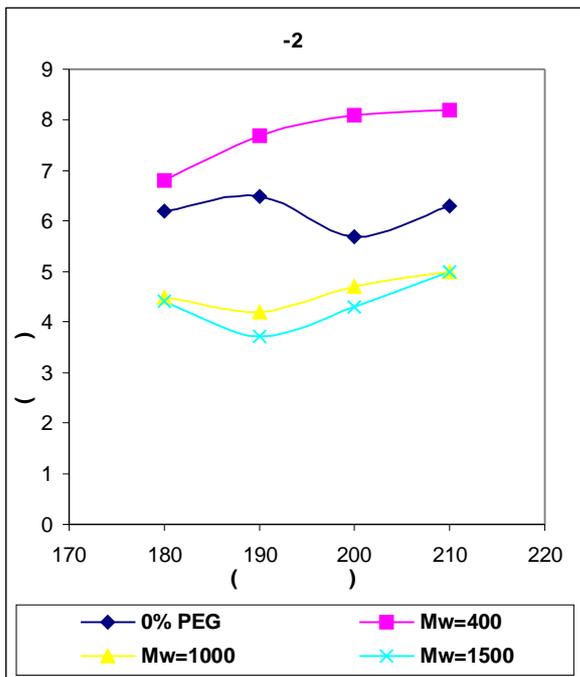
۳-۱ اثر وزن مولکولی پلی اتیلن گلیکول

مطابق شکل ۱ (الف-د) با افزایش وزن مولکولی PEG، زاویه برگشت از چروک افزایش می یابد که احتمالاً به دلیل افزایش پیوند های عرضی بین زنجیر های مولکولی لیف می باشد که منجر به کاهش جابجایی زنجیرها در نواحی بی نظم لیف در اثر وارد شدن نیرو می شود و در نتیجه زاویه برگشت از چروک افزایش می یابد. PEG می تواند با رزین DMDHEU واکنش دهد و محصول این واکنش درون لیف رسوب می نماید، ضمن آنکه لیف نیز می تواند در واکنش پیوند عرضی با این ماده وارد عمل شود. نتیجه ترکیب این سه جزء (لیف پنبه، DMDHEU و PEG) ایجاد یک ساختار شبکه ای لیف- پلیمر است که باعث می گردد الیاف بیشتر تثبیت شوند. از طرف دیگر حضور PEG واکنش بین لیف و رزین را آسان تر می کند و با افزایش وزن مولکولی PEG تاثیر آن بر سرعت واکنش بین لیف و رزین DMDHEU بیشتر می شود. لذا مطابق شکل ۱ الف-د مشاهده می شود که با افزایش وزن مولکولی PEG زاویه برگشت از چروک افزایش می یابد.



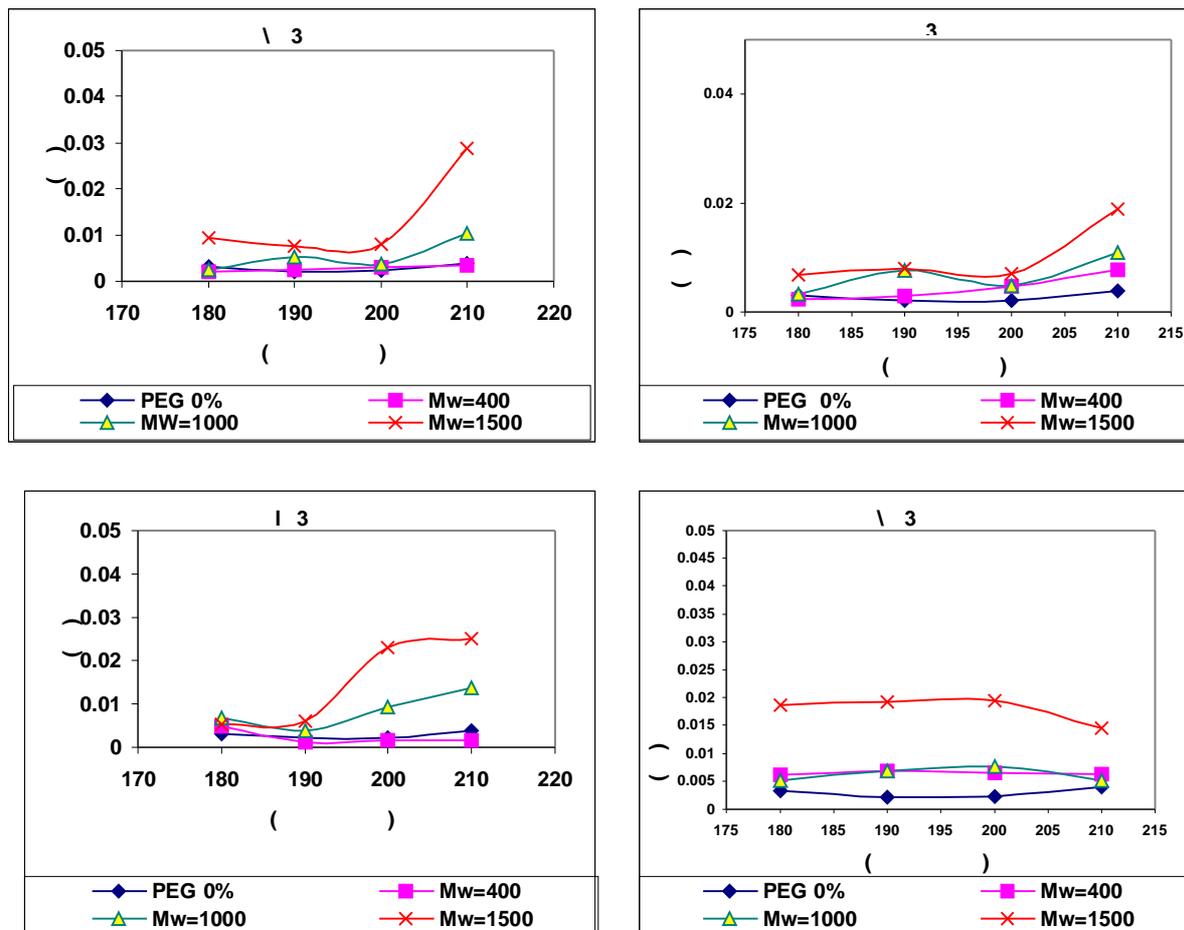
شکل ۱- زاویه برگشت از چروک- دمای پخت در حضور PEG با وزنهای مولکولی متفاوت و زمان پخت ۳۰ ثانیه الف- غلظت PEG ۵٪ ب- غلظت PEG ۱۰٪ ج- غلظت PEG ۲۰٪ د- غلظت PEG ۳۰٪

مطابق شکل ۲ الف-د مشاهده می شود که حضور PEG به افزایش ارتفاع بالا رفتن آب در پارچه های عمل شده کمک می نماید. در مقایسه با نمونه معمولی (بدون حضور پلی اتیلن گلیکول) این افزایش ارتفاع آب بیشتر از ۲۰٪ میباشد (ارتفاع آب در نمونه عمل نشده ۲ سانتیمتر بوده است). نفوذ مولکولهای آب دوست PEG به داخل الیاف باعث می شود الیاف متورم شده و گروههای هیدروکسیل بیشتری برای واکنش با رزین DMDHEU در دسترس قرار گیرند. ولیکن وقتی وزن مولکولی PEG استفاده شده به ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ می رسد، میزان جذب بر خلاف انتظار کاهش می یابد و حتی کمتر از موقعی می شود که PEG اضافه نکرده بودیم. احتمالاً در PEG با وزن مولکولی بالا فضای بین الیاف با ماده حاصل از واکنش PEG و رزین DMDHEU پوشیده می شود و مانع از بالا رفتن آب در فضای موئینه بین الیاف می شود.



شکل ۲- ارتفاع بالا آمدن آب- دمای پخت در حضور PEG با وزنهای مولکولی متفاوت و زمان پخت ۳۰ ثانیه الف- غلظت PEG ۵٪ ب- غلظت PEG ۱۰٪ ج- غلظت PEG ۲۰٪ د- غلظت PEG ۳۰٪

با توجه به شکل ۳ الف-د مشاهده میشود که بدون حضور PEG میزان کاهش وزن در اثر سایش کمتر است، یعنی ثبات سایشی بالاتری داریم. شاید به این دلیل است که PEG تورم لیف را افزایش داده و باعث ایجاد تعداد بیشتر پیوندهای عرضی بین زنجیرهای مولکولی الیاف میشود. در وزن مولکولی ۴۰۰ ثبات سایشی کمتر است. هر چه وزن مولکول PEG بزرگتر شود، پلیمریزاسیون در سطح لیف بیشتر انجام می شود و از سایش لیف جلوگیری می نماید و لذا کاهش وزن کمتر است. تحقیقات مختلف انجام شده در ارتباط با استفاده از رزینهای ضد چروک کاهش استحکام را گزارش نموده اند.



شکل ۳- کاهش وزن در اثر سایش-دمای پخت در حضور PEG با وزنهای مولکولی متفاوت و زمان پخت ۳۰ ثانیه الف- غلظت PEG ۵٪ ب- غلظت PEG ۱۰٪ ج- غلظت PEG ۲۰٪ د- غلظت PEG ۳۰٪

۳-۲- اثر غلظت پلی اتیلن گلیکول

با توجه به نتایج جدول ۱ با افزایش غلظت PEG زاویه برگشت از چروک افزایش می یابد ولیکن در غلظت های بیشتر از ۲۰٪ روند افزایشی مشاهده نمی شود. افزایش زاویه برگشت از چروک با افزایش غلظت PEG در وزنهای مولکولی بالاتر PEG بیشتر است. نتایج جدول ۱ نشان می دهد در یک دمای پخت مشخص و با PEG در وزن مولکولی ۴۰۰، میزان بالا رفتن آب با افزایش غلظت PEG تا زیر ۱۰٪ افزایش می یابد ولیکن وقتی غلظت PEG بیشتر از ۱۰٪ می شود، پیشرفت قابل توجهی در قابلیت جذب آب با افزایش غلظت مشاهده نمی شود. به ویژه وقتی غلظت PEG به ۳۰٪ میرسد، قابلیت جذب آب بر عکس می شود و حتی کمتر از موقعی می شود که PEG اضافه نکرده بودیم، که احتمالاً به خاطر واکنش بیش از حد PEG با رزین DMDHEU و پوشیده شدن سطح پارچه با ماده حاصل از واکنش می باشد که میزان جذب آب پارچه را کاهش می دهد. در مورد PEG با وزن مولکولی ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ جذب آب تا غلظت ۱۰٪ PEG افزایش یافته و در غلظتهای بالاتر افزایشی مشاهده نمی شود.

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که در دمای پخت ۱۸۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد با افزایش غلظت PEG تا حدود ۲۰٪ ثبات سایشی، افزایش یافته است. شاید به این دلیل است که یک ساختمان شبکه مانند، بین PEG و رزین تشکیل شده و محکم ایاف را گرفته و از باز شدن یا پارگی آنها هنگام سایش ممانعت می کند. به عبارت دیگر، حضور میزان بیشتر PEG، ایجاد پیوندهای عرضی بلند تر را آسان تر می کند. افزایش طول پیوندهای عرضی بین مولکولهای ایاف، باعث کاهش تمرکز تنش و آزادی حرکت زنجیرها شده، ثبات سایشی پارچه های عمل شده را بهبود می بخشد.

جدول ۱- اثر غلظت پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی ۴۰۰ و دمای پخت بر خواص فیزیکی پارچه ها

کاهش وزن در اثر سایش (گرم)	ارتفاع بالا آمدن آب (cm)	زاویه برگشت از چروک (درجه)	زمان پخت (ثانیه)	دمای پخت (°C)	غلظت % PEG
۰/۰۰۳۲	۶۲	۱۵۳	۳۰	۱۸۰	۰
۰/۰۰۲۱	۶۵	۱۵۶	۳۰	۱۹۰	۰
۰/۰۰۲۲	۵۷	۱۶۲	۳۰	۲۰۰	۰
۰/۰۰۴	۶۳	۱۶۸	۳۰	۲۱۰	۰
۰/۰۰۲۴	۶۸	۱۶۰	۳۰	۱۸۰	۵
۰/۰۰۳	۷۷	۱۶۵	۳۰	۱۹۰	۵
۰/۰۰۴۷	۸۱	۱۷۲	۳۰	۲۰۰	۵
۰/۰۰۷۹	۸۲	۱۶۸	۳۰	۲۱۰	۵
۰/۰۰۲	۶۵	۱۹۰	۳۰	۱۸۰	۱۰
۰/۰۰۲۵	۷۵	۱۸۱/۷۵	۳۰	۱۹۰	۱۰
۰/۰۰۳	۷۳	۱۹۶	۳۰	۲۰۰	۱۰
۰/۰۰۳۵	۸	۲۰۷/۵	۳۰	۲۱۰	۱۰
۰/۰۰۶۲	۷۱	۱۷۳/۸	۳۰	۱۸۰	۲۰
۰/۰۰۶۸	۷۲	۱۷۱	۳۰	۱۹۰	۲۰
۰/۰۰۶۵	۷۵	۲۰۲	۳۰	۲۰۰	۲۰
۰/۰۰۶۳	۷۴	۱۸۰/۵	۳۰	۲۱۰	۲۰
۰/۰۰۵	۲۵	۱۴۵	۳۰	۱۸۰	۳۰
۰/۰۰۱۲	۱/۹	۱۷۱/۵	۳۰	۱۹۰	۳۰
۰/۰۰۱۸	۲/۸	۱۸۴/۵	۳۰	۲۰۰	۳۰
۰/۰۰۱۶	۱/۲	۱۸۲	۳۰	۲۱۰	۳۰

۳-۳- اثر دما و زمان پخت

با افزایش دما واکنش بین لیف و رزین سریعتر می شود. در نتیجه پیوندهای عرضی بیشتری بین ایاف تشکیل می شود. طبق نتایج به دست آمده در جدول ۱ و شکل ۱ (الف-د) با افزایش دمای پخت شاهد یک سیر صعودی در میزان زاویه برگشت از چروک می باشیم ولیکن معمولاً افزایش دما بالاتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد شانس اکسید شدن لیف را افزایش میدهد. این موضوع میتواند دلیل متوقف شدن سیر صعودی نمودارها باشد. حتی در بعضی از غلظتهای PEG مثلاً ۳۰٪ و ۲۰٪ برای وزن مولکولی های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ در دمای ۱۹۰ درجه زمان ۳ دقیقه نیز شاهد اکسید شدن پارچه می باشیم.

مطابق جدول ۱ با افزایش دمای پخت میزان قابلیت جذب آب بالا می رود. می توان استنباط کرد که احتمالاً با افزایش دمای پخت، انعطاف پذیری و فعالیت بیشتر مولکولهای PEG را به همراه خواهد داشت که به ایاف در رسیدن به درجه های بالاتر تورم قبل از شکل گیری نهایی و ایجاد پیوند های عرضی بین زنجیرهای مولکولی لیف توسط رزین کمک می کند.

مطابق جدول ۱ و شکل ۱ (الف-د)، افزایش دمای پخت افزایش کاهش وزن در اثر سایش را نشان می دهد. یکی از دلایل کاهش مقاومت سایشی در دمای بالای پخت میتواند افزایش شانس اکسید شدن لیف با افزایش دما باشد. افزایش دمای پخت، واکنش بین لیف و رزین را آسانتر میکند، پس درگیری ایاف بیشتر شده، انعطاف پذیری آنها کمتر می شود و در نتیجه ثبات سایشی کاهش می یابد.

با افزایش زمان پخت، فرصت بیشتری جهت نفوذ و برقراری پیوند رزین و لیف فراهم می شود که این موضوع توجیه کننده افزایش زاویه برگشت از چروک با افزایش زمان طبق نتایج جدول ۲ می باشد. اما بعضی از نمونه ها مانند غلظتهای ۲۰٪ و ۳۰٪ PEG در وزن مولکولی های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ در زمان ۳ دقیقه سوخته اند. پس افزایش زمان تا حد بهینه ای برای هر وزن مولکولی با غلظت معین باعث بهبود نتیجه می شود.

مطابق جدول ۲ مشاهده میشود، با افزایش زمان پخت، میزان بالا رفتن آب در لیف افزایش می یابد. احتمالاً به این دلیل که فرصت برای جا به جایی رزین و پلی اتیلن گلیکول بین زنجیرها افزایش می یابد. اما در زمان ۳ دقیقه جذب کاهش می یابد که شاید به دلیل اکسید شدن لیف باشد. با افزایش زمان پخت شانس اکسید شدن پارچه بیشتر می شود که در نتیجه کاهش ثبات سایشی را به همراه دارد. جدول ۲- اثر غلظت پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی ۴۰۰ و زمان پخت بر خواص فیزیکی پارچه ها

کاهش وزن در اثر ارتفاع بالا آمدن آب (cm)	زاویه برگشت از چروک (درجه)	دمای پخت (°C)	زمان پخت (ثانیه)	غلظت PEG%	کاهش سایش (گرم)
۶/۲	۱۵۳	۱۸۰	۳۰	۰	۰/۰۰۳۲
۶/۹	۱۷۵	۱۸۰	۱۲۰	۰	۰/۰۰۹۶
۷/۷	۱۶۷	۱۸۰	۱۸۰	۰	۰/۰۱
۶/۸	۱۶۰	۱۸۰	۳۰	۵	۰/۰۰۲۴
۸/۵	۲۰۰	۱۸۰	۱۲۰	۵	۰/۰۱۰۴
۸/۲	۱۹۰	۱۸۰	۱۸۰	۵	۰/۰۰۶۱
۶/۵	۱۹۰	۱۸۰	۳۰	۱۰	۰/۰۰۰۲
۷/۱	۱۹۷	۱۸۰	۱۲۰	۱۰	۰/۰۰۸۱
۷/۵	۱۵۹	۱۸۰	۱۸۰	۱۰	۰/۰۰۰۹
۷/۱	۱۷۳/۸	۱۸۰	۳۰	۲۰	۰/۰۰۶۲
۸/۱	۱۸۴/۵	۱۸۰	۱۲۰	۲۰	۰/۰۰۷۵
۷/۸	۱۹۰/۵	۱۸۰	۱۸۰	۲۰	۰/۰۰۸۲
۲/۵	۱۴۵	۱۸۰	۳۰	۳۰	۰/۰۰۰۵
۲/۱	۲۴۶/۵	۱۸۰	۱۲۰	۳۰	۰/۰۰۴۹
۳/۳	۲۸۳	۱۸۰	۱۸۰	۳۰	۰/۰۰۶۲

۴- نتیجه گیری کلی

بطور کلی حضور PEG به دلیل افزایش تورم لیف و نفوذ بهتر رزین DMDHEU باعث بهبود زاویه برگشت از چروک، ثبات سایشی و قابلیت جذب آب می شود. افزایش غلظت PEG باعث افزایش زاویه برگشت از چروک میشود. افزایش غلظت PEG تا کمتر از ۲۰٪، قابلیت جذب آب را افزایش می دهد. افزایش غلظت PEG ثبات سایشی را افزایش می دهد. با افزایش وزن مولکولی PEG پیوند های عرضی در سطح گسترده تری تشکیل می شوند، در نتیجه درگیری بیشتر الیاف و کاهش وزن کمتری در اثر سایش را ایجاد می کند. افزایش بیش از حد وزن مولکولی PEG (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰) قابلیت جذب آب را کاهش می دهد. افزایش دما و زمان پخت، افزایش زاویه برگشت از چروک، ارتفاع بالا آمدن آب و کاهش وزن در اثر سایش را به دنبال دارد. معمولاً در دمای بیشتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد و در زمان ۳ دقیقه شاهد اکسید شدن پارچه در غلظتهای زیاد و وزنههای مولکولی بالای PEG می باشیم. لذا باید برای هر وزن مولکولی، غلظت مناسب PEG و دما (۲۰۰-۱۹۰ درجه سانتیگراد) و زمان پخت (۳۰ ثانیه) بهینه انتخاب شوند. شرایط بهینه PEG با وزن مولکولی ۴۰۰، غلظت ۵ درصد، دمای پخت ۲۱۰ درجه سانتیگراد و زمان ۲ دقیقه بدست آمد.

مراجع

- 1- H. Mark, N. Wooding, M. Atlas, Chemical aftertreatment of textiles, Chapter 2, 1970.
- 2- A. Hebeish, M. M. El- Rafie, M. A. El- Kashouti, F. Fl-Sis, Graft copolymerization of vinyl monomers on modified cottons. XVIII. Grafting of methyl methacrylate and acrylonitrile on cotton treated with N-methylol crosslinking agents using tetravalent cerium as initiator, J. Appl. Polym. Sci., Vol. 26, PP. 3995-4009, 1981.
- 3- A. Hebeish, A. Wuly, Am. Dye. Rep., Vol. 7, 1983, P. 15.
- 4- M. L. Bruce, Oily-soil release for easy-care cotton fabrics, Tex. Res. J., Vol. 51, PP.579-587, 1981.
- 5- W. A. Reeves, Soiling, staining and yellowing characteristics of fabrics treated with resin of formaldehyde, Tex. Res. J., Vol. 50, PP. 711-717, 1980.
- 6-S. K. Obendorf, A microscopial study of residual oily soil distribution on fabrics of varying fiber content, Tex. Res. J., Vol. 53, PP. 375-383, 1983.

7- H. Y. Shih, K. Sh. Huang, The study of rapid curing crease resistant processing on cotton fabrics. II. Effect of polyethylene glycol on physical properties of processed fabrics, J. Appl. Polym Sci., Vol. 85, PP. 1008-1012, 2002.