

بررسی برخی خواص و کاربردهای استرکوات ها بر پایه اسید چرب پیه و متیل استر پالم استئارین در نساجی

محمود نصیری^۱ و علیرضا تهرانی بقا^{۲*}

۱- بخش تحقیق و توسعه شرکت شیمیایی آناسیمین، تهران، ایران
۲- گروه رنگ و محیط زیست - پژوهشگاه علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۹/۲۳

چکیده

استرکوات ها سطح فعال های کاتیونی با قابلیت تجزیه زیستی هستند که امروزه بیشترین مصرف را به عنوان پایه نرم کننده های البسه پیدا کرده اند. در این پژوهش، سنتز استرکوات ها از واکنش آلکانول آمین ها با اسید چرب پیه و متیل استر پالم استئارین گزارش شده است. کاتیونی کردن استرکوات ها با نسبت های مختلف دی متیل سولفات انجام شد. راندمان و جزء فعال مواد فعال سطحی سنتز شده مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی های استرکوات های سنتز شده از جمله میزان نرم کنندگی، رطوبت پذیری و چروک پذیری آنها بر روی پارچه هایی از جنس پنبه، پلی استر و مخلوط پنبه/پلی استر، بر اساس روشهای استاندارد ASTM مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پارچه های عمل شده با استرکوات های تولیدی دارای نرمی مناسب و برگشت از چروک بالایی بوده و میزان کاهش جذب رطوبت در پارچه های عمل شده در حد قابل قبولی می باشد.

۱- مقدمه

نرم کننده های کاتیونیک در اوایل قرن بیستم معرفی شدند؛ اما تا اواخر دهه ۱۹۳۰ که در صنعت نساجی مورد استفاده قرار گرفتند، توفیقی نیافتند و از دهه ۱۹۴۰ تکمیل پارچه ها با نرم کننده های کاتیونیک در کارخانجات نساجی مقبولیت جهانی یافت [۲،۳]. نرم کننده های کاتیونیک خانگی در سال ۱۹۵۵ وارد بازار مصرف آمریکا شدند و این اتفاق در حدود ۱۰ سال بعد، در اروپا نیز تکرار شد و به تدریج استفاده از نرم کننده های خانگی لباس در دیگر مناطق هم گسترش یافت، به طوری که بازار نرم کننده های پارچه هنوز هم در حال گسترش است (جدول ۱) [۴-۷]. همانطور که ملاحظه می شود، بازار نرم کننده های پارچه در سطح جهان سالیانه به طور متوسط بین ۳-۸٪ در دنیا رشد می کنند.

با وجود میزان تولید و مصرف جهانی کم، سطح فعال های کاتیونی (در حدود ۷۰۰،۰۰۰ تن در سال) در مقایسه با سطح فعال های آنیونی و غیر یونی، این گروه از سطح فعال ها با توجه به دارا بودن بار مثبت دائمی و خواص منحصر به فرد، جایگاه خود را حفظ نموده و در بسیاری از کاربردها استفاده می گردند [۱]. بیشترین مصرف سطح فعال های کاتیونی در نرم کننده های پارچه و موی سر است. با توجه به بار سطحی منفی الیاف پارچه و موی سر، این سطح فعال ها جذب شده و زنجیرهای آب گریز آنها به سمت خارج آرایش می یابند. این امر سبب خنثی شدن الکتریسیته ساکن و کاهش بار منفی سطحی الیاف و پارچه شده و ضریب اصطکاک بین الیاف را نیز کم می کند.

کلمات کلیدی

استرکوات های کاتیونی، پارچه، نرم کننده، برگشت از چروک، جذب آب

*مسئول مکاتبات، پیام نگار: tehrani@icrc.ac.ir

جدول ۱- مصرف نرم کننده های پارچه در مناطق مختلف جهان (بر حسب هزار تن) [۶]

منطقه / سال	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	درصد رشد متوسط سالانه پیش بینی شده (۱۹۹۵-۲۰۰۵)
اروپا	۱۱۵	۱۳۰	۱۴۰	۲/۵
ایالات متحده امریکا	۷۲	۸۶	۱۰۴	۳/۵
مکزیک	۷	۱۰	۱۵	۷
امریکای جنوبی	۱۷	۲۳	۳۱	۶
آسیا	۵۰	۷۵-۵۰	۱۰۰-۵۰	۸
جمع	۲۶۱	۳۰۰+	۳۵۰+	۴

شرکت فلوکا^۲ تهیه شدند. همچنین از هیتر استیرر، بالن سه دهانه mL ۵۰۰، دین استارک، کپسول نیتروژن و پمپ خلاء جهت سنتز استرکوات‌ها استفاده گردید.

۲-۲- سنتز استرکوات‌ها

۲-۲-۱- ساخت استرکوات از اسید چرب پیه

اسید چرب پیه داخل بالن ریخته و همزده شده، و همزمان نیز حرارت دیده تا ذوب گردد. سپس تری اتانول آمین به نسبت مولی ۱ به ۲ نسبت به اسید چرب پیه به تدریج به بالن اضافه شده و در نهایت به میزان ۲٪ نسبت به وزن تری اتانول آمین، پارا تولوئن سولفونیک اسید به عنوان کاتالیست اضافه می شود. بالن، همراه با تزریق گاز نیتروژن تا دمای °C ۱۶۰ گرم شده و در این دما به مدت ۳ ساعت تحت خلاء واکنش انجام می شود. هر نیم ساعت یکبار نمونه ای از بالن برداشته شده و با کنترل اندیس اسید، روند واکنش کنترل می شود. پس از تولید استر آمین، بالن تا دمای °C ۴۰ سرد شده و ۱۰٪ ایزوپروپیل الکل به بالن اضافه شده و دی متیل سولفات به نسبت های مولی ۰/۹۵، ۱ و ۱/۰۵ نسبت به استر آمین قطره قطره در مدت ۳۰ دقیقه به طوری به بالن اضافه می شود که دما از °C ۶۵ تجاوز نکند. پس از افزودن دی متیل سولفات، واکنش به مدت ۲ ساعت در این دما ادامه یافته و در نهایت مقدار اضافی دی متیل سولفات با افزودن گلايسين، خنثی می شود.

۲-۲-۲- ساخت استرکوات از متیل پالمیتات

ابتدا متیل استر پالم استارین از واکنش بین متانول و روغن پالم استارین ساخته می شود. سپس متیل استر و تری اتانول آمین به نسبت مولی ۲ به ۱ در بالن سه دهانه مجهز به ترمومتر، دین استارک، ورودی گاز نیتروژن و خلاء مخلوط شده و به عنوان کاتالیست از ۲٪ سدیم متوکساید بر حسب وزن تری اتانول آمین استفاده می شود. بالن، همراه با هم زدن و برقراری خلاء، تا °C ۱۲۰ گرم شده و واکنش در این دما به مدت ۳ ساعت انجام می شود. هر نیم ساعت یکبار نمونه ای از بالن گرفته شده و روند واکنش با تعیین اندیس هیدروکسیل کنترل می شود. کاتیونی کردن استر آمین نیز همانند روش توضیح داده شده در بخش ۲-۲-۱، انجام می شود.

۳-۲- بررسی ماده فعال محصول

۳-۲-۱- تهیه محلول استاندارد سدیم لوریل سولفات

۱/۱۵۰۰ g سدیم لوریل سولفات^۳ با درجه خلوص آزمایشگاهی در بالن یک لیتری حل شده و به حجم رسانده می شود. به عنوان شناساگر از محلول ۰/۰۵٪ متیلن بلو استفاده می شود که برای تهیه آن ۰/۰۵ g متیلن بلو، ۵۰ g سدیم سولفات و ۶/۸ ml اسید سولفوریک غلیظ در بالن یک لیتری مخلوط شده و با آب مقطر به حجم رسانده می شود. ۱۰ ml هایامین استاندارد ۰/۰۰۴ M، ۱۵ ml کلروفرم و ۲۵ ml محلول متیلن بلو داخل استوانه مدرج سر سمباده ای ۱۰۰ mL ریخته شده و محتویات استوانه تا هم رنگ شدن دو فاز توسط SLS تیتیر می گردند [۸].

۷: حجم مصرفی از SLS بر حسب میلی لیتر

نرم کننده پارچه یک ترکیب شیمیایی است که سطح پارچه را نرم و لطیف می کند و هنگام لمس پارچه احساس مطلوبی ایجاد می نماید. علاوه بر آن، نرم کننده های کاتیونیک الکتریسیته ساکن لباس و پارچه را از بین می برند که این عمل باعث ایجاد زبردست بسیار نرم (ابریشمی) در لباس، بهبود مقاومت سایشی، افزایش نیروی پارگی، افزایش لختی پارچه، جلوگیری از چسبندگی لباس به بدن و کاهش جذب گرد و غبار می شود [۵،۶].

ترکیبات کاتیونیکی مورد استفاده به عنوان نرم کننده پارچه و لباس، به سه دسته عمده تقسیم می شوند: دی آلکیل دی متیل کاتیونیک ها، فتی ایمیدازولین ها و استرکوات ها که از میان این ترکیبات، امروزه استرکوات ها مقبولیت عام یافته اند [۴،۵]. واژه استرکوات به خانواده ای از سطح فعال های کاتیونیک اطلاق می شود که در مولکول آنها حداقل یک زنجیر آب گریز به وسیله پیوند استری به سر آب دوست کاتیونی متصل شده باشد. این تعریف کلی بوده و شامل ترکیباتی چون بتائین استرها و آمیدو آمین استرها کاتیونی نیز می شود. اما به طور معمول، هرگاه صحبت از استرکوات ها می شود، منظور ترکیباتی هستند که از کاتیونی نمودن استر آمین های حاصل از آلکانول آمین ها تولید می شوند. امروزه این ترکیبات با توجه به سازگاری عالی با محیط زیست و کارایی مناسب، از اهمیت ویژه ای برخوردار شده اند. علاوه بر این، استرکوات های حاصل از آلکانول آمین ها با جزء فعال بالا می توانند به صورت دیسپرسیون فرموله شوند که این دیسپرسیون ها در آب به خوبی باز شده و باعث لکه گذاری پارچه نمی شود [۸].

در این پژوهش، یک سری استرکوات بر پایه اسید چرب پیه و روغن نخل، سنتز شده و خواص و ویژگی مختلف آنها از جمله نرم کنندگی، برگشت از چروک و جذب رطوبت پارچه های عمل شده با این مواد بر طبق روشهای استاندارد، مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- تجربیات

۲-۱- مواد شیمیایی و تجهیزات

روغن پالم استارین و اسید چرب پیه تجاری، تری اتانول آمین پتروشیمی اراک، متانول و پارا تولوئن سولفونیک اسید از شرکت مرک، سدیم متوکساید از شرکت باسلف^۱ و دی متیل سولفات و ایزو پروپیل الکل از

1- BASF
2- Fluka

3- Sodium Lauryl Sulfate (SLS)

$$\text{نرمالیتة SLS (N)} = \frac{0.04}{V}$$

۲-۳-۲- تعیین میزان ماده کاتیونیک محصول

تعیین میزان ماده کاتیونیک محصول، توسط تیتراسیون تشکیل کمپلکس این ماده با سدیم لوریل سولفات انجام می شود. برای انجام این کار ابتدا محلول ۰/۰۰۴ مولار سدیم لوریل سولفات در آب ساخته شده و توسط محلول استاندارد اولیه هایامین یا بنزالکونیوم کلراید استاندارد می شود. سپس نرم کننده کاتیونیک توسط این محلول تیترا می گردد [۸].

۲-۳-۳- تعیین محتوی ماده کاتیونیک محصول

ابتدا وزن مناسبی از محصول (حدود ۰/۴ - ۰/۳) به دقت توزین شده و در بالن ۲۵۰ ml با آب مقطر به حجم رسانده می شود. ۱۰ ml از این محلول به همراه ۲۵ ml محلول متیلن بلو و ۱۵ ml کلروفرم داخل استوانه مدرج سر سمباده ای ۱۰۰ ml ریخته شده و محتویات استوانه تا هم رنگ شدن دو فاز توسط SLS تیترا می گردند. ماده فعال حاصله از رابطه زیر بدست می آید [۸]:

$$\frac{\text{meq}}{\text{g}} = \frac{N \cdot V \cdot 25}{W}$$

N: نرمالیتة محلول SLS

V: حجم مصرفی از محلول SLS بر حسب میلی لیتر

W: وزن برداشته شده از محصول بر حسب گرم

۲-۴-۲- برآورد قابلیت نرم کنندگی

۲-۴-۲-۱- آماده سازی پارچه ها

جهت انجام آزمایش از پارچه حوله ای ۱۰۰٪ پنبه استفاده می شود. همچنین برای زدودن مواد تکمیلی، پارچه ها توسط محلول شوینده آنیونی ۰/۵ g/L سه مرتبه شسته شده و جهت برطرف کردن بقایای شوینده آنیونی نیز، پارچه ها سه مرتبه با آب مقطر شسته می شوند. در نهایت، پارچه ها در دمای ۱۰۰ °C خشک می گردند.

۲-۴-۲- برآورد قدرت نرم کنندگی

جهت ارزیابی قابلیت نرم کنندگی مواد بر روی پارچه، از ده فرد مجرب بهره گرفته می شود. بدین منظور، از حوله آماده شده قطعات ۳۰ در ۲۰ سانتیمتری بریده شده و در ماشین لباسشویی در دمای ۴۰ °C در یک سیکل ۳۰ دقیقه ای با ۱ g/L از نرم کننده در حضور آب با سختی ۱۷۰ ppm عمل می گردد.

نمونه ها پس از آب کشی و آب گیری از ماشین خارج شده و در محیطی با رطوبت یکسان به مدت ۱۲ ساعت قرار می گیرند. در پایان نیز احساس نرمی پارچه توسط افراد بررسی شده و با شماره ۱ تا ۵ ارزیابی می شود، به طوری که عدد ۱ بیان گر بدترین احساس و عدد ۵ نشان گر نرم ترین حالت می باشد.

۲-۴-۳- رطوبت پذیری

برای آزمایش رطوبت پذیری از استاندارد ASTM D5237-92 استفاده می شود. به این منظور پارچه های سفید ۱۰۰٪ پنبه، پنبه/پلی استر

۶۵/۳۵ و ۱۰۰٪ پلی استر انتخاب شده و آماده سازی می شوند. از پارچه های فوق قطعات ۱۵ در ۵ سانتیمتری بریده شده و به منظور آویزش کامل به انتهای نوارهای پارچه ای، میله شیشه ای دوخته شده و به فاصله یک سانتیمتر از میله شیشه ای روی پارچه ها خطی کشیده می شود. پارچه ها از بالا توسط گیره به یک میله افقی متصل می شوند، به طوری که خط کشیده شده روی پارچه ها در امتداد یکدیگر قرار گیرد. یک بشر ۶۰۰ ml حاوی ۴۵۰ ml محلول رنگ رودامین B ۰/۰۱ پر شده و بشر توسط یک بالابر مکانیکی قابل تنظیم به آهستگی بالا برده می شود تا سطح مایع هم تراز با خطوط کشیده شده روی پارچه ها شود. در این لحظه زمان ثبت شده و پس از شش دقیقه نوارها خارج شده و فاصله رنگ تا خط کشیده شده روی پارچه، اندازه گرفته شده و به عنوان معیار رطوبت پذیری پارچه ها تلقی می شود. با توجه به این نکته که معمولاً فاصله رنگ تا خط نشانه خیلی منظم نیست، فاصله سه نقطه اندازه گیری شده و متوسط آنها به عنوان مهاجرت رنگ محاسبه می شود.

۲-۴-۴- چروک پذیری

آزمون چروک پذیری با استفاده از استاندارد ملی ۱۲۴۴ و دستگاه crease recovery tester ساخت شرکت Shirley انجام می گیرد. به این ترتیب که از پارچه های پنبه، پلی استر و پنبه/ پلی استر عمل شده با نرم کننده ها، نمونه هایی به ابعاد ۱۵ در ۱۵ سانتیمتری بریده شده و این نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرند. سپس نمونه ها برداشته شده و به صورت لبه به لبه تا شده و به مدت ۵ دقیقه تحت بار ۱۰ نیوتن قرار می گیرند. پس از سپری شدن این زمان، بار روی نمونه ها، به نحوی که چروک ایجاد شده در آن به هم نخورد، برداشته شده و نمونه ها به کمک پنس مناسب به گیره نگهدارنده سنجش زاویه برگشت پذیری از چروک منتقل می گردند. ۵ دقیقه پس از زمان حذف بار، زاویه برگشت از چروک به کمک صفحه مدرج دستگاه خوانده می شود.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- سنتز استر کوآت ها

همانطور که ذکر شد، برای سنتز استر کوآت ها از اسید چرب پیه و روغن پالم استارین استفاده شد. اسید چرب پیه از روغن پیه گاوی توسط شکستن تری گلیسرید توسط بخار آب در دما و فشار بالا حاصل شده و ماده ای جامد و سفید رنگ تا زرد کم رنگ باقی می گذارد. عمده ترین اجزای این ماده عبارتند از: اسید پالمیتیک ۲۴٪، اسید اولئیک ۴۳٪ و اسید استئاریک ۱۹٪. روغن پالم استارین از روغن نخل تهیه می شود.

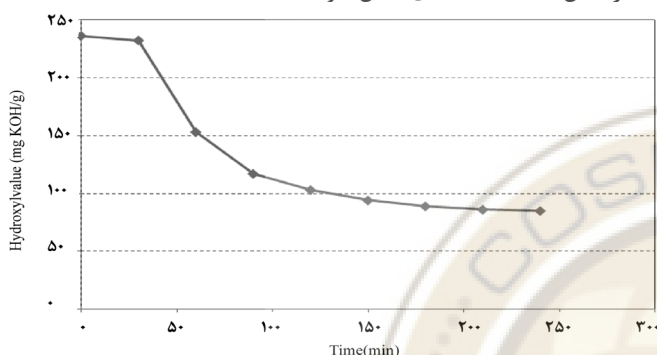
روغن نخل را معمولاً به دو جزء پالم اولئین که حاوی مقادیر زیادتری اجزای غیر اشباع بوده و عمدتاً مصرف خوراکی دارد و پالم استارین که حاوی مقادیر بیشتری اجزای اشباع بوده و استفاده صنعتی بالایی دارد، تقسیم می کنند.

روغن پالم استارین جامدی با رنگ زرد کم رنگ بوده و عمده زنجیرهای چرب آن را پالمیتیک با حدود ۴۹٪ و اولئیک با حدود ۳۵٪ تشکیل می دهند. مشخصات دو ماده اولیه استفاده شده برای این پژوهش مطابق جدول ۲ است:

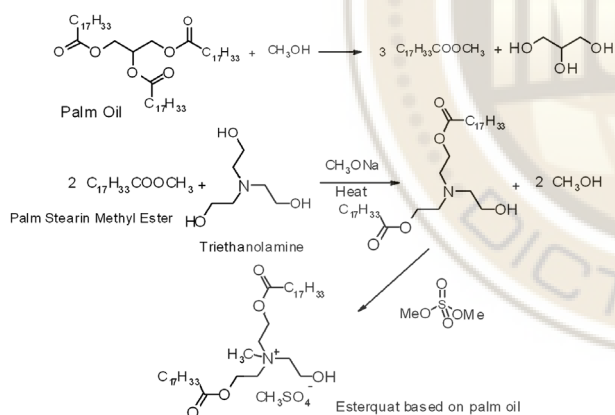
جدول ۲- مشخصات اسید چرب پیه و روغن پالم استارین استفاده شده

نقطه ذوب (C°)	اندیس یدی (gI ₂ /100g)	اندیس اسید (mg KOH/g)	اندیس صابونی (mg KOH/g)	
۴۶	۴۴/۷	۲۰۴/۶	۲۰۵/۳	اسید چرب
۴۴	۴۲/۸	۰/۳	۱۹۷/۵	روغن پالم استارین

ادامه برای بررسی راندمان تبدیل واکنش بر اساس تعیین اندیس هیدروکسیل، نمونه گیری از ظرف واکنش انجام گرفت. اندیس هیدروکسیل مقدار فتالیک یا استیک انیدرید لازم برای تبدیل گروه هیدروکسیل به آسید یک گرم از نمونه را بر حسب میلی گرم پتاس بر گرم نمونه نشان داده و پایان تئوری واکنش هنگامی است که اندیس هیدروکسیل به اندیس هیدروکسیل مولکولی که از واکنش ۲ مول متیل استر با یک مول تری اتانول آمین حاصل می شود، یعنی عدد ۸۵، برسد. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می شود پس از گذشت ۱۸۰ دقیقه از واکنش، تغییر در راندمان رخ نداده و به نظر می رسد واکنش پس از سه ساعت کامل شده است. مراحل مختلف سنتز استرکوات از روغن پالم استارین در شکل ۴ ملاحظه می شود. برای تهیه نمک چهار ظرفیتی آمین، از محصول بدست آمده از عامل آلکیل کننده دی متیل سولفات استفاده شد.



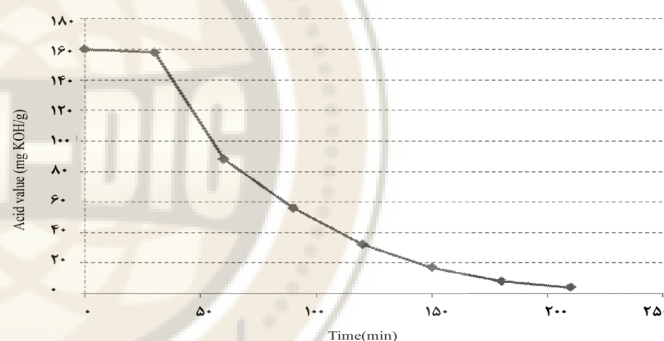
شکل ۳- روند واکنش متیل استر پالم و تری اتانول آمین (اندیس هیدروکسیل بر حسب زمان)



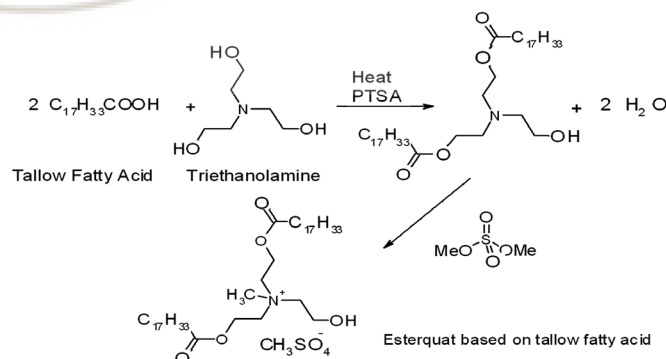
شکل ۴- واکنش ساخت نرم کننده کاتیونیک با استفاده از روغن پالم استارین

جدول ۳ میزان کاتیونیک تولید ساخته شده با نسبت های مختلف دی متیل سولفات و قابلیت نرم کنندگی این محصولات را در برابر یک محصول مشابه خارجی نشان می دهد. می توان مشاهده نمود که محصولات ساخته شده از روغن پالم استارین، نسبت به محصولات ساخته شده از اسید چرب پیه، به طور جزئی فعالیت کمتری دارند که علت آن، استفاده از کاتالیست قلیایی در ساخت متیل استر پالم استارین و آمین استر، و نیز باقیماندن مقادیر بیشتر گلیسرین، به عنوان ماده رقابت کننده با تری اتانول آمین، در متیل استر است. با این حال، این اختلاف در مقادیر جزء فعال، تاثیر چشمگیری در قابلیت نرم کنندگی محصولات ندارد. قابلیت نرم کنندگی محصولات ساخته شده مشابه نمونه خارجی بوده و نشان می دهد که از مواد اولیه موجود می توان ماده نرم کننده مناسب به دست آورد.

برای سنتز استرکوات بر پایه اسید چرب پیه، همانطور که در بخش ۲-۲-۱ شرح داده شد ابتدا اسید چرب پیه با تری اتانول آمین واکنش داده شد. همچنین نمونه گیری از ظرف واکنش برای بررسی راندمان تبدیل واکنش بر اساس تعیین اندیس اسیدی انجام گرفت. طبق تعریف، اندیس اسید عبارتست از میلی گرم پتاسیم که برای خنثی کردن یک گرم از نمونه لازم است. بنابراین اندیس اسید بیانگر میزان اسید چرب واکنش نکرده در مدت زمان واکنش است و معمولاً در این گونه واکنش ها هنگامی که اندیس اسید به کمتر از ۵ می رسد، واکنش پایان یافته تلقی می شود. همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می شود، واکنش در زمان حدود ۲۷۰ دقیقه کامل شده است. برای تهیه نمک چهار ظرفیتی آمین از محصول بدست آمده، از عامل آلکیل کننده دی متیل سولفات استفاده شد. نمایی از مراحل سنتز در شکل ۲ ملاحظه می شود.



شکل ۱- روند واکنش اسید چرب پیه و تری اتانول آمین (اندیس اسید بر حسب زمان)



شکل ۲- روند واکنش اسید چرب پیه و تری اتانول آمین (اندیس اسید بر حسب زمان)

برای سنتز استرکوات بر پایه پالم استارین، همانطور که در بخش ۲-۲-۲ توضیح داده شد، ابتدا روغن با واکنش با متانول به متیل استر تبدیل شد و متیل استر در حضور کاتالیست قلیایی سدیم متوکساید با تری اتانول آمین وارد واکنش شد. در

۴- نتیجه گیری

به طور کلی برای ساخت استرکوات به عنوان نرم کننده پارچه، می توان از اسید چرب پیه یا روغن پالم استئارین استفاده کرد. هر چند ساخت استرکوات از روغن نسبت به استفاده از اسید چرب به عنوان ماده اولیه پیچیدگی بیشتری دارد، اما می توان انتظار داشت در صورت استفاده از روغن ها و یا اسید چرب با طول زنجیرهای مشابه و نزدیک، محصولات ساخته شده از لحاظ کاربرد اختلاف مشهودی با هم نداشته باشند. مواد فعال سطحی ساخته شده اثر نرم کنندگی بسیار خوبی بر روی نمونه های پارچه ایجاد می نماید و برگشت پذیری آنها از چروک مناسب و مشابه نمونه خارجی است.

۵- مراجع

- [1] D.S. Steichen, J.F. Gadberry, Current Developments in Cationic Surfactants, in: D.R. Karsa (Ed.), New Products and Applications in Surfactants Technology, Sheffield Academic Press, Sheffield, 1998.
- [2] J. Cross, E.J. Singer, Cationic Surfactants: Analytical and Biological Evaluation, Marcel Dekker, Inc., New York, 1994.
- [3] J.M. Richmond, Cationic Surfactants : Organic Chemistry, Marcel Dekker, Inc., New York, 1990.
- [4] K. Holmberg, Novel Surfactants: Preparation, Applications, and Biodegradability, Marcel Dekker, Inc., New York, 2003.
- [5] B. Wahle, J. Falkowski, Softeners in Textile processing. Part 1: An Overview, Rev. Prog. Color, 32, 118-124, 2002.
- [6] S. Mishra, V.K. Tyagi, Biodegradable Ester-Amide Fabric Softeners, J. Oleo Sci. 55, 2006.
- [7] Z. Miao, J. Yang, L. Wang, Y. Liu, L. Zhang, X. Li, L. Peng, Synthesis of biodegradable lauric acid ester quaternary ammonium salt cationic surfactant and its utilization as calico softener, Materials Letters, 62, 3450-3452, 2008.
- [8] R. Tyagi, V.K. Tyagi, R.K. Khanna, Synthesis, characterization and performance of Tallow fatty acids and triethanolamine based esterquats, J. Oleo Sci, 55, 337-345, 2006.

جدول ۳- میزان ماده کاتیونیک و قابلیت نرم کنندگی محصولات ساخته شده در مقایسه با نمونه مشابه خارجی

نسبت استر آمین/DMS	۱/۰۵		۱		۰/۹۵	
	قابلیت نرم کنندگی	اکتو	قابلیت نرم کنندگی	اکتو	قابلیت نرم کنندگی	اکتو
استرکوات از اسید چرب پیه	۴	۱/۰۳	۴	۱/۰۱	۳	۰/۹۷
استرکوات از روغن پالم	۴	۱/۰۱	۳	۰/۹۹	۳	۰/۹۶
محصول مشابه خارجی Stepantex VL90	۴	۱/۰۴				

جدول ۴ نتایج حاصل از آزمایش های رطوبت پذیری محصولات ساخته شده با نسبت یک به یک استر آمین و دی متیل سولفات را در مقایسه با محصول مشابه خارجی نشان می دهد. اعداد مندرج در جدول ۴ نشان دهنده میزان بالارفتن رطوبت در پارچه بر حسب سانتیمتر می باشد. همانطور که مشاهده می شود، با استفاده از نرم کننده کاتیونیک رطوبت پذیری پارچه ها کاهش می یابد که علت آن قرار گرفتن زنجیرهای چرب و آب گریز مولکول های سطح فعال بر روی پارچه است. در هر حال، تفاوت قابل ملاحظه ای میان دو محصول سنتز شده و نمونه خارجی مشاهده نمی شود و کاهش میزان رطوبت پذیری پارچه ها در مقایسه با پارچه های عمل نشده، کم است.

جدول ۴- رطوبت پذیری استرکوات های ساخته شده بر اساس صعود رطوبت در پارچه بر حسب سانتیمتر

	۱۰۰٪ پلی استر	پنبه ۳۵٪-۶۵٪ پلی استر	۱۰۰٪ پنبه
کنترل (پارچه عمل نشده)	۸/۷	۷/۹	۱۰/۲
استرکوات از اسید چرب پیه	۷/۹	۷/۱	۹/۱
استرکوات از روغن پالم	۸	۷/۲	۹/۳
محصول مشابه خارجی Stepantex VL90	۸/۱	۷/۲	۹/۴

جدول ۵ نیز حاوی مقادیر چروک پذیری محصولات تولید شده می باشد. همانطور که مشاهده می شود، با استفاده از نرم کننده کاتیونیک زاویه برگشت از چروک پارچه ها به طور قابل توجهی افزایش می یابد و همچنین برگشت از چروک محصولات تولید شده از روغن پالم استئارین به طور جزئی بالاتر است. بنابراین پارچه های عمل شده چروک پذیری کمتری دارند و برگشت آنها از چروک بهتر صورت می گیرد که علت آن، حضور زنجیرهای چرب نرم کن بر روی سطح پارچه است.

جدول ۵- چروک پذیری محصولات ساخته شده در مقایسه با محصول مشابه خارجی (اعداد بر حسب درجه)

	۱۰۰٪ پلی استر	پنبه ۳۵٪-۶۵٪ پلی استر	۱۰۰٪ پنبه
کنترل (پارچه عمل نشده)	۶۸	۸۲	۵۱
استرکوات از اسید چرب پیه	۷۹	۹۷	۶۳
استرکوات از روغن پالم	۸۱	۱۰۰	۶۵
محصول مشابه خارجی Stepantex VL90	۷۹	۹۸	۶۲