

مواد جاذب مایعات هیدروکربنی، قسمت دوم: سنتز بهینه کوپلیمر پیوندی باگاس - شبکه پلی استیرن

Liquid Hydrocarbon Absorbents (Part II): Optimized Synthesis of Bagasse-Polystyrene Network

جعفر فیروزی، محمد جلال ظهوریان مهر*، کوروش کبیری

تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، پژوهشکده فرایند، گروه رنگ، رزین و روکشهای سطح

صندوق پستی ۱۴۹۶۵/۱۱۵

دریافت: ۸۲/۵/۲۵، پذیرش: ۸۳/۲/۲۶

چکیده

در این پژوهش، مواد سلولوزی تهیه شده از باگاس نیشکر به عنوان پایه در مجاورت مونومر استیرن، اصلاح شده است. آغازگر پتاسیم پرسولفات برای کوپلیمر شدن پیوندی و اتیلن گلیکول دی متاکریلات و دی وینیل بنزن به عنوان عامل ایجاد پیوندهای عرضی بکار رفته است. متغیرهای مختلف شامل غلظت مونومر، آغازگر، عامل ایجاد پیوندهای عرضی، دما و زمان پلیمر شدن در مورد خمیر سلولوزی بررسی شد. بر پایه نتایج بدست آمده، شرایط بهینه برای تهیه کامپوزیت پلی استیرن دارای پیوندهای عرضی - سلولوز برای حداکثر جذب تولوئن بدست آمد. شرایط بهینه حاصل برای باگاس ۴۷/۱، استیرن ۱۵/۶، پتاسیم پرسولفات ۱/۰۹ و عامل ایجاد پیوندهای عرضی EGDG ۰/۷۸ درصد، دما ۸۰°C، زمان واکنش ۱h و سرعت همزن ۴۰۰rpm است. در این شرایط بهینه، رزینی بدست می آید که میزان جذب تولوئن آن ۸۰۰ درصد است. تولوئن که به روش مکانیسم تورمی جذب می شود بر اثر فشار خارج نمی گردد.

واژه‌های کلیدی

باگاس، استیرن،
سلولوز، پلیمر شدن پیوندی،
جاذب روغن

مقدمه

سابقه کار پژوهشی در مورد رزینهای جاذب مایعات آلی در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران به سال ۱۳۷۹ برمی گردد [۱]. در چارچوب این طرح، رزینهای پلی استیرن با میزان پیوندهای عرضی محدود به روشهای توده، در محلول و تعلیقی تهیه و خواص جذب به وسیله

رفع آلودگیهای زیست محیطی ناشی از مواد نفتی انگیزه اصلی پژوهش برای ساخت و بهبود خواص مواد جاذب مایعات آلی است. تخریب و نابودی این آلاینده ها در طبیعت بسیار تدریجی است و در طول این مدت صدمه های جبران ناپذیری به محیط زیست وارد می شود.

Key Words

bagasse, styrene,
cellulose, graft polymerization,
oil absorbent

تجربی

مواد

در این پژوهش، از مونومر استیرین صنعتی تولید داخل کشور به همان شکل دریافتی استفاده شده است. سایر مونومرها (از شرکت فلوکا) نیز بدون خالص سازی به کار برده شده اند. آغازگر پتاسیم پرسولفات (KPS)، سریک آمونیوم نترات (CAN) و عوامل ایجاد پیوندهای عرضی اتیلن گلیکول دی متاکریلات (EGDM) و دی وینیل بنزن (DVB) همه از شرکت فلوکا تأمین و به همان شکل دریافتی مصرف شده اند. باگاس نیشکر به شکل مرطوب از شرکت توسعه نیشکر و فراورده های جانبی تهیه و پس از خشک کردن در دمای محیط، برای خالص سازی و مراحل بعدی استفاده شده است. سدیم هیدروکسید، محلول آب ژاول و سدیم متابی سولفیت با خلوص صنعتی بکار رفته است.

روشها

آماده سازی باگاس

سلولوز تشکیل دهنده باگاس مانند سایر منابع سلولوز موجود در طبیعت با مقادیر مختلفی از سایر اجزا مانند گردوغبار، چربی، موم و بطور عمده لیگنین و همی سلولوز همراه است که باید از آنها جدا شود. به منظور لیگنین زدایی و خالص سازی با بررسی منابع، روش کار بهینه ای انتخاب و باگاس پس از شستشو با آب و خشک کردن، برای انجام آزمایشهای لازم روی آن در سه مرحله به شکل زیر آماده و استفاده شد:

در مرحله اول باگاس با محلول ۵ درصد سود صنعتی (با نسبت ۱/۲۰) به مدت ۱ h تقطیر برگشتی می شود. سپس، محتوای بالن صاف شده و با آب معمولی و پس از آن با آب مقطر و در انتها با استون شستشو و در دمای محیط خشک می شود. در مرحله دوم، باگاس خشک شده با محلول سفید کننده (محلول آبی ۵/۵ درصد، تولید داخل) در دمای ۶۰°C به مدت ۵ h گرم داده می شود (خروجی مبرد باید باز باشد و دما بیشتر از ۶۰°C نشود، زیرا در غیر این صورت با خارج شدن گاز کلر مخلوط کف می کند و محتوای بالن به خارج پرتاب می شود). پس از صاف کردن محتوای بالن و شستشوی آن با آب مقطر و خشک کردن، خمیر سلولوزی حاصل با همان نسبت قبلی با محلول آبی ۲ درصد سدیم متا بی سولفیت در دمای ۵۰°C به مدت ۵h تقطیر برگشتی و پس از شستشو با آب مقطر و متانول در دمای معمولی خشک می شود. محصول لیگنین زدایی شده توده سفید رنگ و سبکی با ۴۰ درصد وزن

آنها گزارش شد [۲]. هرگاه بطور ناخواسته مایع روغنی یا نفتی روی زمین نشسته کند، بطور سنتی با ریختن مقداری خاک یا خاک اره و اختلاط و جمع آوری آن، آلودگی رفع می شود. با الهام از این روش قدیمی، برخی پژوهشگران موادی جاذب با ترکیب بندی مواد آلی گیاهی طراحی کرده و ساخته اند [۳]. در این پژوهش، سعی بر اصلاح شیمیایی یکی از ضایعات سلولوزی، بهینه سازی و مصرف آن در جذب نفت و هیدروکربنهای مایع است. امروزه، گرانی مواد سنتزی مصرفی در تهیه مواد جاذب روغن، توجه پژوهشگران را به استفاده از ضایعات کشاورزی جلب کرده است که به میزان فراوان در طبیعت و به وسیله برخی صنایع بزرگ تولید می شوند. قسمت عمده این مواد را سلولوز تشکیل می دهد که خود بخش عمده ای از زیست توده و فراوانترین زیست پلیمر است.

ضایعات کشاورزی متعددی را می توان برای اصلاح در جهت افزایش جذب مایعات هیدروکربنی بکار برد که از جمله آنها می توان به ضایعات لیگنوسلولوزی صنعت نیشکر (باگاس)، تفاله چغندر قند، کاه، خاک اره و سیوس غلات اشاره کرد. حجم عظیمی از این مواد طبیعی سالانه در کشور تولید می شود. مصرف این مواد تجدیدپذیر و تبدیل آنها به محصولات مفید از یک سو از اولیتهای صنایع مربوط است و از سوی دیگر تهیه مواد جاذب نفت از آنها گامی برای حفاظت محیط زیست خواهد بود.

کوپلیمر شدن پیوندی سلولوز روشی مؤثر برای اصلاح خواص آن است. پیوند زدن مونومرهای وینیلی معمولاً با آغازگرهای رادیکالی انجام می گیرد. روشهای عمومی کوپلیمر شدن عبارتند از: بکارگیری پرتوهای یون کننده پراثری [۴، ۵]، سیستمهای اکسایش - کاهش مثل یون سریک - ساکارید [۶، ۷]، سدیم بی سولفیت در مجاورت اکسیدهای فلزی [۸] و نور مرئی یا فرابنفش [۹].

وقتی ماده ای سلولوزی در پلیمر شدن وینیلی شرکت می کند، همزمان با عمل پیوند زنی بر سلولوز، هوموپلیمر شدن نیز انجام می گیرد. پس از پلیمر شدن، هوموپلیمر (پیوند نخورده) با حلال مناسبی استخراج می شود [۸]. کوپلیمر شدن پیوندی مونومرهای وینیلی بر سلولوز معمولاً به دلیل نبود سیستم حلال مناسب و عملی برای آن، در سیستم ناهمگن انجام می شود. لازم به ذکر است که پیوند زنی در چنین سیستمهای ناهمگنی بطور عمده در ناحیه بی شکل (آمورف) انجام می گیرد. این عمل سبب می شود که تعداد پیوند در هر زنجیر سلولوز کمتر یا بیش از یک باشد [۱۰]. در این پژوهش، سعی بر اصلاح شیمیایی یکی از ضایعات سلولوزی برای بهینه سازی و مصرف آن در جذب نفت و هیدروکربنهای مایع است.

باگاس اولیه است.

خشک شود.

پیوند زنی استیرین بر باگاس به وسیله آغازگر CAN

در یک بالن ۲۵۰ mL مجهز به همزن مکانیکی (نوع پروانه ای) و میرد، ۳g باگاس و ۹۰ mL آب مقطر اضافه و پس از ۱۰ min همزدن، مونومرها و عامل ایجاد پیوندهای عرضی افزوده می شود. پس از اضافه کردن محلول آغازگر و همزدن (سرعت همزن ۳۰۰ rpm) در زمان و دمای مشخص، مخلوط تا دمای محیط سرد می شود. سپس، با افزودن محلول ۱N سود، pH را به ۶-۶/۵ رسانده و متانول (غیر حلال) افزوده می شود. پس از حدود ۲۰min همزدن محلول در ظرف واکنش، محصول (روی کاغذ صافی) صاف شده و به کمک خلاء و شستشو با متانول در دمای محیط خشک می شود. شرایط واکنشها و واکنشگرها در جدول ۱ خلاصه شده است.

اندازه گیری جذب هیدروکربن مایع (تولون)

۰/۳g نمونه به مدت ۲h به بشر دارای تولون اضافه و سپس روی صافی ریز فلزی (توزین شده) صاف می شود. پس از آنکه آخرین قطره چکید (حدود ۲ دقیقه)، صافی دوباره وزن می شود. میزان جذب برحسب وزن تولون جذب شده به ازای هر گرم نمونه (g/g) گزارش می شود. مایع جذب شده بر اثر فشار خارج نمی گردد.

نتایج و بحث

مقادیر درصد تبدیل مونومر، تبدیل کل، بهره کل واکنش، نسبت پیوند زنی و درصد پلی استیرین پیوندخورده با استفاده از معادلات زیر محاسبه می شوند:

$$Mc\% = \frac{W_2 - W_0}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

$$Tc\% = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

$$Y\% = \frac{W_2}{W_0 + W_1} \times 100 \quad (3)$$

$$Gr\% = \frac{W_2}{W_0} \times 100 \quad (4)$$

$$Add-on\% = \frac{W_2 - W_0}{W_2} \times 100 \quad (5)$$

پیوند زنی استیرین بر باگاس به وسیله آغازگر KPS

در یک بالن ۲۵۰ mL مجهز به همزن مکانیکی (نوع پروانه ای) و میرد، ۳g باگاس در ۵۰ mL آب مقطر به مدت ۱۰ min همزده می شود. پس از افزودن مونومر و عامل ایجاد پیوندهای عرضی و همزدن تا پراکندگی کامل (سرعت همزن ۴۰۰ rpm)، مقدار مورد نظر پتاسیم پرسولفات (KPS) که قبلاً در ۵ mL آب مقطر حل شده به مخلوط اضافه می گردد و در دمای تثبیت شده حمام آبی که بالن در آن قرار دارد، همزدن با همان سرعت به مدت مورد نظر ادامه می یابد.

در انتها بالن با آب و یخ خنک شده، متانول به آن افزوده می شود و پس از حدود ۱۰ min همزدن، محصول روی کاغذ صافی با خلاء صاف شده و بامتانول شستشو داده می شود. محصول سفید - کرم رنگ روی سطح پهن شده و اجازه داده می شود در دمای محیط تا رسیدن به وزن ثابت

جدول ۱ - مواد، شرایط و نتایج واکنشهای پلیمر شدن پیوندی استیرین بر باگاس با استفاده از آغازگر CAN و مونومر آکریلی (دمای حمام واکنش ۵۰°C، زمان واکنش ۲h) الف.

ردیف	نوع و مقدار مونومر	مقدار EGDM به همراه استیرین	مقدار CAN در ۱۰mL HNO ₃	Mc (%)	Tc (%)	Y (%)	Gr (%)	Add-on (%)	جذب تولون (g/g)
۱	ابتدا ۱ g AN و سپس ۶ g استیرین	۰/۲ g	۱/۵ g در اسید ۱ N	۱۳/۳	۵۵/۰	۳۸/۸	۱۳۲/۰	۲۴/۲	۳/۶
۲	ابتدا ۲ g AN و سپس ۵ g استیرین	۰/۲ g	۲/۰ g در اسید ۱ N	۱۹/۴	۶۱/۱	۴۳/۱	۱۴۶/۷	۳/۸	۸/۷
۳	ابتدا ۱ g MMA و سپس ۶ g استیرین	۰/۲ g	۲/۰ g در اسید ۱ N	۶/۴	۴۸/۰	۳۳/۹	۱۱۵/۳	۱۳/۳	۷/۴
۴ (ب)	ابتدا ۱ g AN و سپس ۹ g استیرین	۰/۲ g	۱/۵ g در اسید ۱ N	۳/۷	۳۲/۳	۲۵/۱	۱۱۳/۰	۱۱/۵	۶/۸

(الف) EGDM اتیلن گلیکول دی متاکریلات، AN آکریلونیتریل و MMA متیل متاکریلات است.

(ب) سرعت همزن ۴۰۰ rpm.

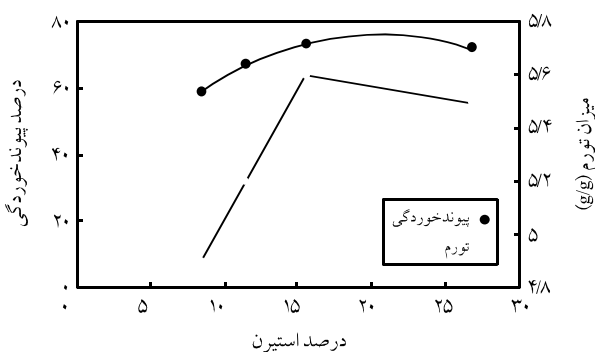
گرفته شدند. عوامل مؤثر بر واکنش و خواص جذبی محصول به ترتیب اهمیت عبارتند از: آغازگر (KPS)، غلظت مونومر (استیرن)، غلظت عامل ایجاد پیوندهای عرضی (EGDM و DVB)، دمای حمام و زمان واکنش.

اثر مقدار آغازگر

مطابق شکل ۱، جذب بهینه در مقدار ۰/۷g از KPS (۱/۱۲ درصد) بدست می آید. افزایش بیشتر آغازگر، هم بازده کل واکنش و هم میزان جذب را کاهش می دهد. با آغازگر کمتر از ۰/۰۸ درصد واکنش انجام نمی شود. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش مقدار آغازگر درصد پیوند زنی تا ۱ درصد KPS افزایش می یابد و در ۱/۵ درصد افت می کند و سپس ثابت می شود. علت این پدیده را می توان با تولید هوموپلیمر بر اثر افزایش میزان آغازگر مربوط دانست. هوموپلیمرهایی که تشکیل می شوند، اگر به وسیله عامل ایجاد پیوندهای عرضی به دام نیفتند بر اثر شستشو با متانول خارج می شوند. با افزایش مقدار آغازگر، مقدار جذب تولوئن نیز به دلیل بیشتر شدن پیوندهای عرضی بین زنجیرها افزایش می یابد.

اثر مقدار مونومر

بر اساس تجربه بدست آمده در این پژوهش، مقدار بهینه استیرن در واکنش پلیمر شدن پیوندی آن بر باگاس، معادل ۱۵/۶ درصد وزنی است (شکل ۲). به ازای افزودن مقدار مونومر، ابتدا ازدیاد جزئی در درصد پلیمر متصل شده به بستر و همچنین افزایش در تورم مشاهده می شود. به ازای افزودن مقدار بیشتری مونومر، مقدار پیوند خوردگی ثابت مانده و تورم کاهش می یابد. علت این افزایش و تثبیت در پیوند خوردگی، تشکیل هوموپلیمر در درصدهای زیاد مونومر است. کاهش جذب تولوئن نیز نشان دهنده تشکیل هوموپلیمر با درصدهای زیاد است.



شکل ۲ - تغییرات درصد پلی استیرن پیوند خورده و تورم محصول در تولوئن به ازای مقدار مونومر بکاررفته.

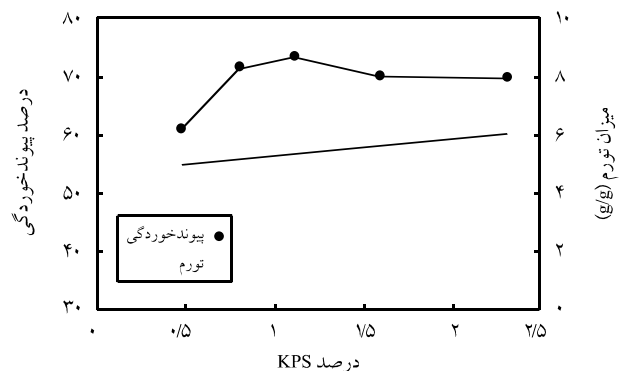
در این معادلات، W_0 وزن بستر (باگاس لیگنین زدایی شده)، W_1 وزن مونومر (ها) و W_2 وزن محصول خشک است.

پیوند زنی استیرن با واسطه آکریلونیتریل به وسیله آغازگر CAN

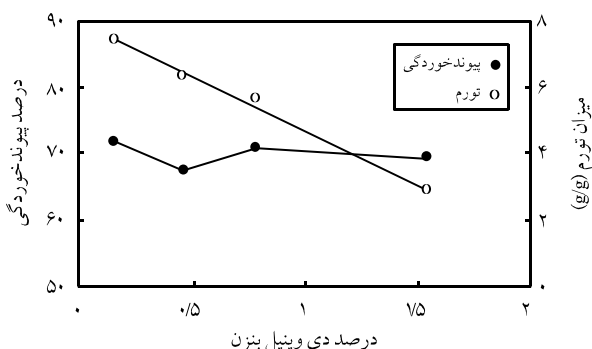
آکریلونیتریل (AN) مونومری با واکنش پذیری عالی برای پلیمر شدن پیوندی بر پلی ساکاریدهاست و سیستم شروع مؤثر و شناخته شده برای آن، سیستم سریک - ساکارید است. برعکس، استیرن واکنش پذیری اندکی برای چنین واکنشی دارد. مؤثرترین راه برای پیوند زنی استیرن بر پلی ساکاریدها، شروع به وسیله پرتو UV و گاماست [۶-۴]. یک رهیافت شیمیایی که مؤثر بنظر می رسد، افزودن مونومر واکنش پذیرتر به مقدار اندک در ابتدای واکنش و سپس افزودن استیرن است. بدین ترتیب مونومر واکنش پذیرتر (مثلاً AN یا متیل متاکریلات) ابتدا بر سطح سلولوز پیوند می خورد و رادیکالی که در انتهای زنجیر برجای می ماند (اگر شرایط خلوص محیط مناسب باشد و این رادیکال نابود نشود) با افزودن مونومر غیر فعال، پلیمر شدن را ادامه می دهد. جدول ۱ نتایج این آزمایشها را نشان می دهد. گرچه جذب تولوئن به وسیله محصولات قابل توجه است اما درصد تبدیل مونومر (Mc) و درصد پلی استیرن پیوند خورده بر سلولوز بسیار کم است. بنابراین، روش یاد شده با شرایط اعمال شده در این آزمایشها راه مناسبی تشخیص داده نشد.

پیوند زنی مستقیم استیرن بر باگاس به وسیله آغازگر KPS

بر اساس گزارشهای موجود در زمینه کارهای مشابه [۴]، شرایط پایه ای برای پلیمر شدن پیوندی استیرن در سیستم آغاز گرمایی پرسولفات در نظر گرفته شد و عوامل مؤثر بر میزان پیوند زنی بررسی شد. بدین ترتیب که طبق روش آزمایشی یک عامل در هر زمان (one factor at a time)، یک عامل مؤثر تغییر داده شد، در حالی که سایر عوامل مؤثر ثابت در نظر



شکل ۱ - تغییرات درصد پلی استیرن پیوند خورده و میزان جذب تولوئن (g/g) به ازای مقدار آغازگر KPS بکاررفته.



شکل ۳ - تغییرات درصد پلی استیرین پیوند خورده و تورم محصول در تولوئن به ازای استفاده از عامل ایجاد پیوندهای عرضی DVB به وسیله آغازگر KPS.

پیوند خوردگی و جذب تولوئن به وسیله محصولات نشان می دهد. بر این اساس، دمای 80°C و زمان ۱h به عنوان مقادیر بهینه برای این واکنش برگزیده شد. از اطلاعات بدست آمده برای بررسی اثر دما بر پیوند خوردگی و جذب تولوئن، مشاهده می شود روندی افزایشی و کاهشی در میزان پیوند خوردگی وجود دارد که روند افزایشی مربوط به تأمین انرژی فعال سازی لازم برای انجام واکنش است. در منحنی زمان، پیوند خوردگی در زمان حدود 60min ، افزایش نشان می دهد و سپس ثابت باقی می ماند که نشان دهنده این مطلب است که واکنش تا ۱h کامل می شود و زمان بیشتر اثری بر بازده واکنش ندارد. کاهش تورم به ازای دما و زمان واکنش را می توان به تخریب اکسایشی زنجیر پلی ساکارید و همچنین تبخیر احتمالی و جزئی استیرین و خارج شدن جزئی و تدریجی از دهانه مبرد نسبت داد.

اثر مقدار عامل ایجاد پیوندهای عرضی

آزمایشهای انجام شده در غیاب عامل ایجاد پیوندهای عرضی (ردیف او ۲، جدول ۲) با وجود پیوندزنی قابل قبول، محصولاتی با خواص جذبی کم ایجاد کرد. نکته مهم این است که مقدار زیادی هوموپلیمر (پلی استیرین) در این آزمایشها تشکیل می شود (هوموپلیمر استیرین به وسیله همزدن در تولوئن و سپس صاف کردن جدا شد). در مجاورت عامل ایجاد پیوندهای عرضی مقدار هوموپلیمر ناچیز (۶-۴ درصد) ارزیابی گردید و شاید به همین دلیل، جذب تولوئن همه محصولات (بجز مورد ردیف ۶) افزایش یافته است. با بررسی نتایج حاصل مقدار بهینه 0.5g (0.78% درصد) برای عامل ایجاد پیوندهای عرضی EGDG مقدار 0.1g (0.15% درصد) برای عامل ایجاد پیوندهای عرضی DVB (شکل ۳) بدست آمد. همان طور که از شکل ۳ و جدول ۲ پیداست، رفتار دو عامل ایجاد پیوندهای عرضی کاملاً متفاوت از هم است. رفتار EGDG (جدول ۲) همان است که در مقالات به آن اشاره شده است ولی رفتار DVB (شکل ۳) ناشناخته است. در مورد EGDG با افزایش مقدار عامل ایجاد پیوندهای عرضی، مقدار پیوند خوردگی، افزایش و سپس کاهش می یابد. این افزایش، نشان دهنده افت مقدار هوموپلیمر است. علت کاهش تورم افزایش چگالی پیوندهای عرضی است که اثری شناخته شده است. این دو روند برای سایر عوامل ایجاد پیوندهای عرضی نیز مشاهده شده است [۶]. افزایش مقدار این عامل ایجاد پیوندهای عرضی در ناحیه غلظت صفر تا دو درصد، تقریباً در مقدار پیوند خوردگی بی اثر است، در حالی که بر میزان تورم اثری کاملاً معکوس دارد.

اثر دما و زمان پلیمر شدن

شکلهای ۴ الف و ب به ترتیب اثر دمای حمام و زمان واکنش را بر میزان

جدول ۲ - بهینه سازی مقدار عامل ایجاد پیوندهای عرضی EGDG در پلیمر شدن پیوندی استیرین بر باگاس (الف) و مقدار جذب محصول.

جذب تولوئن، (g/g)	Add-on (%)	Gr (%)	Y (%)	Tc (%)	Mc (%)	EGDGM (درصد وزنی)	ردیف
۳/۰	۷۰/۵	۳۳۹/۳	۷۸/۳	۱۰/۱۸	۷/۱۸	۰	۱
۳/۹	۷۲/۵	۳۶۴/۳	۸۴/۱	۱۰۹/۳	۷۹/۳	۰	۲ (ب)
۳/۸	۶۴/۷	۲۸۳/۳	۶۴/۹	۸۴/۱	۵۴/۴	۰/۱۰ (۰/۱۵ درصد)	۳
۵/۷	۷۲/۴	۳۶۲/۳	۸۱/۷	۱۰۵/۵	۷۶/۴	۰/۳۰ (۰/۴۶ درصد)	۴
۷/۰	۷۵/۴	۴۰۷/۳	۹۰/۵	۱۱۶/۴	۸۷/۸	۰/۵۰ (۰/۷۸ درصد)	۵
۱/۹	۷۶/۳	۴۲۲/۷	۹۰/۶	۱۱۵/۳	۸۸/۰	۱/۰۰ (۱/۵۴ درصد)	۶

(الف) مقدار باگاس 3.0g ، استیرین 10.0g (15.6% درصد)، آغازگر KPS 0.7g (1.09% درصد) و دمای حمام واکنش 80°C و زمان واکنش ۱h است. داده های پیوندزنی مربوط به محصولات ردیف ۱ و ۲ تقریبی است، زیرا مقدار قابل توجه هوموپلیمر تشکیل شده جدا سازی نشد. (ب) زمان واکنش ۲h است.

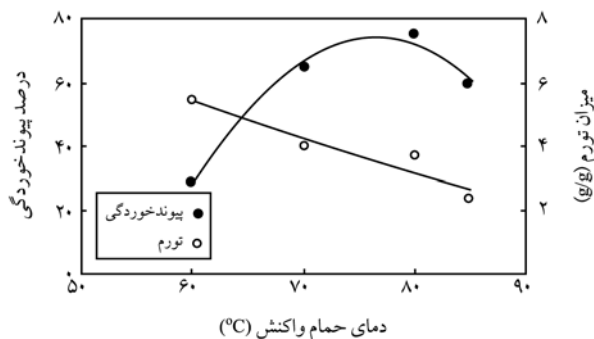
ارتعاش کششی OH الکی ساکاریدی، 3026 cm^{-1} مربوط به C-H آروماتیک، 1601 cm^{-1} مربوط به C=C حلقه بنزنی و 698 و 756 cm^{-1} مشخصه بنزن تک استخلافی است.

نتیجه گیری

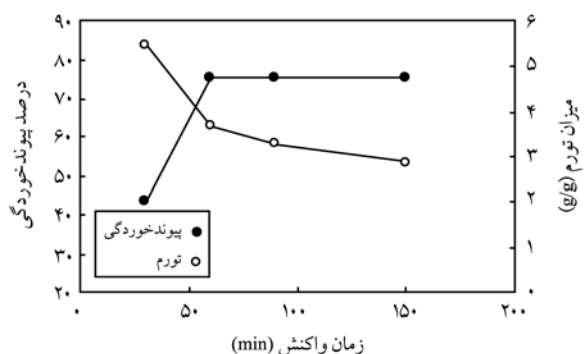
در این پژوهش، پیوندزنی استیرن بر باگاسی که ابتدا آماده سازی شده بود مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گرفت. KPS به عنوان آغازگر مناسب، EGDM به عنوان عامل ایجاد پیوندهای عرضی مناسب (DVB)، در مواردی که استحکام نسبی شبکه پلیمر مد نظر باشد) انتخاب شد. مقادیر بهینه بدست آمده در شرایط اعمال شده در این واکنش عبارتند از: باگاس $4/7$ درصد، استیرن $15/6$ درصد، EGDM $0/78$ درصد، KPS $7/9$ درصد، دما 80°C ، زمان 1 h ، همزن مکانیکی پروانه ای با سرعت 400 rpm . مقدار جذب تولوئن اندازه گیری شده به وسیله نمونه تهیه شده در این شرایط 800 درصد است.

نکته شایان ذکر در باره مقادیر جذب اندازه گیری شده، این است که مقادیر هیدروکربن (تولوئن) با مکانیسم تورم شبکه پلیمری (نه جذب فیزیکی مانند ابر یا اسفنج) جذب شده است و به همین دلیل مایع جذب شده بر اثر فشار خارج نمی شود. خود باگاس (الیاف ریز کاملاً قطبی) مایع کاملاً غیرقطبی تولوئن را با مکانیسم تورم جذب نمی کند، بلکه اندکی مایع را به شکل فیزیکی (محبوس شدن لابه لای الیاف) جذب می کند که آن را هم بر اثر فشار از دست می دهد. بنابراین شکل شناسی اولیه ذرات باگاس (شکل هندسی، تخلخل، سطح ویژه) اثر چندانی بر رفتار تورمی ماده جاذب نهایی نخواهد داشت، چون وظیفه عمده جذب در آن را جزء شبکه پلی استیرنی آن به عهده دارد.

بنابراین، در این پژوهش یکی از ضایعات کشاورزی (باگاس) حاصل از صنایع عظیم نیشکر، پس از آماده سازی به ماده ای مفید با قابلیت جذب تولوئن تبدیل شد. این ماده تا تبدیل به ماده جاذبی که بتواند برای جذب مایعات نفتی و در نهایت نفت خام به کار رود راه درازی در پیش دارد و باید آزمونهای زیادی را پشت سر گذارد. با وجود این، محصول این فرایند (سلولوز-g- پلی استیرن) پلیمری کربوهیدراتی است که آبگریز شده، قابلیت استفاده در آمیزه کاری یا اختلاط با پلاستیکها یا لاستیکهای مناسب را دارد. از این جنبه، این مواد در کاربردهای دیگر نیز قابل طرح خواهند بود.



(الف)

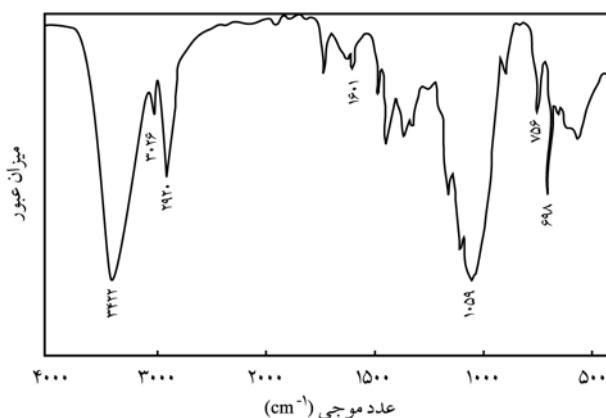


(ب)

شکل ۴ - تغییرات درصد پلی استیرن پیوندخورده و جذب تولوئن به وسیله محصولات به ازای: (الف) دما و (ب) زمان به وسیله آغازگر KPS.

طیف سنجی

شکل ۵، طیف FTIR کوپلیمر پیوندی سلولوز-g- پلی استیرن را نشان می دهد که مؤید ساختار شیمیایی آن است. پیکهای $1000-1170 \text{ cm}^{-1}$ مربوط به ارتعاش کششی پیوند C-O ساکاریدی، 3422 cm^{-1} مربوط به



شکل ۵ - طیف FTIR کوپلیمر پیوندی باگاس -g- پلی استیرن، سنتز شده در مجاورت عامل ایجاد پیوندهای عرضی EGDM به وسیله آغازگر KPS.

مراجع

1. Omidian H., Zohuriaan-Mehr M.J. and Ghannadan M., *Preparation and Identification of Styrene Based Oil Absorbent Resins*, Iran Polymer and Petrochemical Institute, Technical Report, 2000.
2. Zohuriaan-Mehr M.J., Ghannadan M. and Omidian H., Liquid Hydrocarbon-Absorbents. 1. Preparation and Evaluation of Styrenic Absorbents for Liquid Aromatic Hydrocarbons, *Int. J. Polym. Mater.*, **52**, 153-161, 2003.
3. Hatton J.H., Liquid Hydrocarbon Absorbent Composition and Method, *US Pat. 5,021,390*, 1991.
4. Hebeish A. and Guthrie J.T., *The Chemistry and Technology of Cellulosic Copolymers*, Springer, Berlin, Chap. 3, 1981.
5. Hassanpour S., Radiation Grafting of Styrene and Acrylonitrile to Cellulose and Polyethylene, *Radiat. Phys. Chem.*, **55**, 41-45, 1999.
6. Sarvi I., *Synthesis of the Ion Exchanger Resins from Bagasse and Investigation of Its Metal Ion absorption*, MSc Thesis, Department of Chemistry, Sharif University of Technology, 2002.
7. Robert Y.M. and Chandramouli P., Structure and Properties of Cellulose Graft Copolymers, *J. Appl. Polym. Sci.*, **12**, 2549-2562, 1968.
8. Hebeish A., Sisi F., Halwagy A., Kashouti M. and Omar H., Agricultural Wastes as a Base for Synthesis of Vinyl Polymer-Cellulose Composites, *Polym. Polym. Compos.*, **2**, 377-385, 1994.
9. Viegkhou V., Loo-Teck N.G. and Garnett J.L., The Effect of Additives on the Enhancement of Methyl Methacrylate Grafting to Cellulose in the Presence of UV and Ionising Radiation, *Radiat. Phys. Chem.*, **49**, 595-602, 1997.
10. Nishioka N., Matsumoto K. and Kosai K., Homogeneous Graft Copolymerization of Vinyl Monomers onto Cellulose in a Dimethyl Sulfoxide-Paraformaldehyde Solvent II. Characterization of Graft Copolymers, *Polym. J.*, **15**, 153-158, 1983.