



## کوپلیمر یزاسیون پیوندی اکریل آمید به ریون بوسيله روش های شیمیایی و پرتو دهی

ترجمه: عباس حاجی پور

### چکیده:

خواص ذاتی لیف ریون با خواص اضافی از طریق کوپلیمر یزاسیون پیوندی اکریل آمید، AAm، بوسیله روش شیمیایی با استفاده از سربک آمونیوم نیترات/نیتریک اسید (CAN/HNO<sub>3</sub>)، به عنوان آغازگر ردوکس و روش دو طرفه القایی با تابش گاما تغییر داده شد. شرایط واکنش از قبیل غلظت مونومر و آغازگر، نسبت محلول، دما و زمان واکنش، مقدار تابش با توجه به درصد اتصال بهینه شدند. درصد حداکثر اتصال (Pg)، (۴۰٪) با استفاده از CAN/HNO<sub>3</sub> در [CAN] = 31.92×10<sup>-3</sup> moles/l، [HNO<sub>3</sub>] = 79.36×10<sup>-2</sup> moles/l و [AAM] = 14.07×10<sup>-2</sup> moles/l در ۲۰ میلی لیتر H<sub>2</sub>O در ۴۵ درجه سانتیگراد در ۱۲۰ دقیقه بدست آورده شد در حالی که در حالت روش القایی با تابش، حداکثر (۳۰٪) (Pg) در غلظت مونومر بالاتر (24.14×10<sup>-2</sup> moles/l) و زمان (۱۸۰ دقیقه) در ۱۰ میلی لیتر از H<sub>2</sub>O در دمای اتاق با دوز کلی در معرض تماس ۱۱/۱۷۸ kGy بدست آورده شد. کوپلیمرهای پیوندی با استفاده از FTIR، آنالیز توزین حرارتی و تصاویر الکترونی روبشی بررسی شدند. رفتار متورم شدگی در آب، متانول، اتانول، استون، و DMF و خواص رنگرزی و کند کنندگی شعله لیف ریون و لیف ریون گرافت شده (پیوند یافته) بررسی شد. مشخص شد، درصد برداشت رنگزا (۷۱/۸٪) بیشتر از اولیه (۵۷/۴٪) می باشد و لیف گرافت شده پس از واکنش فسفریلاسیون بعدی، خواص کند کنندگی شعله عالی نشان داد.

### مقدمه

پنبه، ریون و نخ ابریشم با ۶۰°C در حضور متانول به عنوان حلال متورم کننده توسط Bashar و همکارانش انجام شد. اتصال اکریلونیتریل بر روی پنبه بومی، پنبه متورم، ویسکوز، رامی، و هیدرو سلولز با استفاده از سربک ۴ ظرفیتی به عنوان آغازگر مطالعه شد. تاثیر دما بر روی بازده اتصال بررسی شد. با استفاده از سربک آمونیوم نیترات، بازده اتصال در ۲۰ و ۴۰ درجه سانتیگراد از ۶۰ درجه سانتیگراد بیشتر می باشد. از طرف دیگر، سربک آمونیوم سولفات، اتصال بیشتری در ۶۰ درجه سانتیگراد نسبت به ۲۰ و ۴۰ درجه سانتیگراد تولید می کند. ۱-دی هیدرو پرفلوئورو بوتیل اکریلات بر روی پارچه سلولزی بوسیله روش پیش پرتو دهی متصل شد تا الیاف دافع آب و روغن تولید شود. اخیراً بررسی ساختاری، رفتار حرارتی و متورم شونده لیف لایوسل متصل شده با پلی-N-ایزوپروپیل اکریل آمید حرارت حساس، [poly (NIPAAm)] با استفاده از CAN توسط Carrilo و همکارانش مطالعه شده است. سنتز هیدرو ژل فوق جاذب بر پایه بیو پلیمر جدید از طریق اتصال جانبی شیمیایی کو پلیمر K-کاراگینان و اکریلیک اسید توسط Pourjavadi و همکارانش انجام شده است. اصلاح الیاف سلولزی طبیعی از قبیل *Cannbis indica*، ریون و جوت از طریق کوپلیمر یزاسیون پیوندی انجام شده است. سلولز میکرو بلوری کوپلیمر یزاسیون پیوندی رادیو شیمیایی با استفاده از پلی (NIPAAm) در حضور یک مایع یونی، پایداری حرارتی بهتر در مقایسه با سلولز اولیه نشان داد. بنابراین، بررسی کتابخانه ای نشان دهنده گزارشات ناقص درباره اصلاح لیف ریون از طریق کوپلیمر یزاسیون پیوندی می باشد. در این مقاله، اصلاح لیف ریون بوسیله اتصال اکریل آمید بوسیله روش های القاء شیمیایی و پرتو دهی به منظور بهبود بیشتر خواص ذاتی لیف گزارش شده است. مقایسه نتایج هر دو روش با توجه به درصد اتصال، تورم، خواص حرارتی، رنگرزی و کند کنندگی شعله انجام شد.

الیاف ریون جهت دارا شدن محدوده بزرگی از خواص به منظور بر طرف کردن نیازهای وسیع استفاده نهایی از قبیل پوشاک، لوازم منزل، صنعتی و تعداد زیادی از کاربردهای پزشکی مهندسی شده اند. توسعه و گسترش اتصال با آب همراه با اهمیت در حال رشد مصرفی، هم اکنون آغاز شده است تا خواص به مزایایی قدرتمند تبدیل شوند. با این حال، خواص ذاتی لیف سلولز و به ویژه ریون، از قبیل مقاومت در برابر چروک شونده، آب دوستی کم، اشتعال پذیری بالا و غیره، نیاز است تا بهبود یابد تا کارایی بهتری در زمینه های مختلف مصرف پیدا کند. بهبود خواص، بدون از بین بردن ساختار حجیم پلیمر، به صورت موفق از طریق روش کوپلیمر یزاسیون پیوندی بدست آورده شده است که می تواند از روش های شیمیایی و پرتو دهی بدست آید. اصلاح سلولز و مشتقات آن توسط تعدادی از پژوهشگران انجام شده است. اتصال پلی اکریلیک اسید، پلی (AAc)، بر روی میکرو الیاف سلولز صبار، که با اپوکسید که حاوی اتصال دوگانه می باشد، آماده سازی شده، با استفاده از پرسولفات پتاسیم به عنوان آغازگر انجام شده است. قابلیت جذب آب الیاف متصل شده تا ۳ برابر افزایش یافت. استات سلولز (CA) و سلولز بازیافتی (RC)، داربست ها جهت ساختارهای سلولی قلبی کاربردی در آزمایشگاه بررسی شدند و نشان داده شد که سطوح CA و RC، سلول قلبی نوید بخشی می باشند که بهبود اتصال سلول (اتصال بینابینی) و قابلیت انتخاب افزایش می یابد. الیاف سلولز بازیافتی (چند فازی و ویسکوز ریون) مقاومت در برابر چروک را بوسیله عمل شدن با دی اتیلول اتیلن اوره نشان دادند. بهینه سازی شرایط واکنش جهت اتصال اتیل اکریلات (EA) و ونیل ایمیدازول (VI) و مخلوط دو تایی آنها بر روی لیف ریون بوسیله روش دو طرفه پرتو دهی گاما انجام شد. کوپلیمر یزاسیون پیوندی ایجاد شده توسط پرتو دهی متیل متاکریلات بر روی



گرافت شدن شیمیایی و پرتودهی گاما بوسیله روش‌های زیر انجام شد. طیف‌های FTIR با استفاده از اسپکتروفتومتر Perkin-Elmer FTIR و با استفاده از KBr بدست آورده شد. آنالیز توزین حرارتی بر روی آنالیز کننده حرارتی Schimatdzu Simultaneous در هوا در نرخ حرارت دهی ۲۰ درجه سانتیگراد بر دقیقه انجام شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی ر در بزرگنمایی ۳۰۰۰ برابر، بدست آورده شد.

### بررسی متورم شونده‌گی

رفتار متورم شونده‌گی لیف ریون و لیف ریون متصل شده به اکریل آمید تهیه شده بوسیله روش‌های شیمیایی و پرتودهی در حلال‌های مختلف از قبیل آب، اتانول، متانول، استون و DMF بررسی شد. لیف ریون و ریون متصل شده (گرافت شده) به صورت جداگانه به داخل ۵۰ میلی لیتر حلال وارد شدند و در دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۲۰ دقیقه به صورت مداوم، نگه داشته شدند. پس از این مدت زمان‌ها، نمونه‌ها فیلتر شدند. آب چسبیده به سطح نمونه بوسیله به آرامی فشردن لیف بین کاغذ فیلتر حذف شد. نمونه‌ها وزن شدند، و افزایش وزن ثبت شد. درصد تورم از افزایش وزن نمونه پیش از آنکه خشک شود، تعیین شد.

### بررسی برداشت رنگزا

ریون و rayon-g-PAAm با استفاده از محلول آبی بنفش بلورین رنگرزی شدند و برداشت رنگزا از منحنی استاندارد رنگزا تعیین شد. دانسیته نوری بر روی کالریومتر فوتوالکتریک Labtronics مدل L-112 اندازه گیری شد.

### فسفریلاسیون

فسفریلاسیون لیف اولیه و پیوندزنی شده بوسیله واکنش فسفر تری کلراید در حضور پریدین انجام شد.

نمونه وزن شده لیف مربوطه به صورت جداگانه به داخلی بالنی که با ۵ میلی لیتر  $PCl_3$  و ۱۰۰۰ میلی لیتر پریدین پر شده است، وارد شد. مخلوط واکنش در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۶ ساعت رفلاکس شد. پس از زمان مشخص، محتوای بالن فیلتر شد و به صورت کامل با استفاده از DF و سپس آب شسته شد تا پریدین کامل حذف شود. نمونه‌ها در ابتدا در هوا و سپس در دمای ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتیگراد در آون، خشک شدند.

### نتایج و بحث

#### مکانیزم پیوند زنی (گرافتینگ) بوسیله روش شیمیایی

گروه‌های هیدروکسیل C2، C3، C6 در سلولز مکان‌هایی برای اتصال می‌باشند. یون سرریک جهت تشکیل کمپلکس با گروه‌های هیدروکسیل شناخته شده می‌باشند و گروه‌های هیدروکسیل گلیکولیک C2 و C3 مکان‌های ترجیح داده شده برای تشکیل کمپلکس می‌باشند. کمپلکس جهت ایجاد مکان‌های رادیکال آزاد نامناسب می‌باشند، در حالیکه مونومر های وینیل مناسب می‌توانند متصل شوند. جزئیات مکانیزم در مقالات دیگر بحث شده است. بازده اتصال و تشکیل همو پلیمر تابعی از مونومر و آغازگر می‌باشد. متغیرهای دیگر واکنش یعنی نسبت وزنی به حجمی، دما و زمان واکنش نیز بر این واکنش‌ها موثر می‌باشند.

لیف ریون (Nagda, Grasim Industries, Birlagram، هند) به داخل آب در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۴ ساعت وارد شد، فیلتر شد و در آون در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک شد تا وزن ثابت شود. سرریک آمونیوم نیترات، CAN، همانطور که دریافت شد، مورد استفاده قرار گرفت، و اکریلامید (E. Merck) همانطور که دریافت شد، مورد استفاده قرار گرفت (بدون خالص سازی بیشتر). آب مقطر به عنوان حلال واکنش مورد استفاده قرار گرفت. تمام الکل‌های از قبیل متانول، اتانول، n-پوتانول، ۲-کتیل-۱-پروپانول و n-پنتانول قبل از استفاده تقطیر شدند.

### روش کوپلیمریزاسیون پیوندی

#### روش شیمیایی

لیف ریون (۰/۱۰۰ گرم) به داخل ۲۰ میلی لیتر آب مقطر وارد شد. نیتروژن در سرتاسر مخلوط واکنش برای مدت ۳۰ دقیقه عبور داده شد و سپس یک مقدار مشخص از مونومر (AAM)، آغازگر (CAN/HNO<sub>3</sub>) اضافه شد. محتوا هم زده شد و در یک دمای ثابت برای یک مدت زمان خاص حرارت داده شد. جریان مداوم گاز نیتروژن در تمام طول واکنش حفظ شد. پس از مدت زمان مشخص شده، محتوای ظرف واکنش فیلتر شد، و کوپلیمر پیوندی از همو پلیمر بوسیله روش خارج سازی حلال از قبیل تکرار و شستشوی کامل با آب جدا شد تا وزن ثابت کوپلیمر پیوندی بدست آورده شود.

#### روش پرتو دهی

لیف ریون (۰/۱۰۰ گرم) به داخل مقدار مشخصی از آب در بالن وارد شد. مقدار مشخصی از مونومر (AAM) به بالن اضافه شد، و مخلوط واکنش در هوا برای مدت زمان مشخصی در نرخ دوز ثابت (۳/۷۳ kGy/h) پرتو دهی شد. پس از مدت زمان تعریف شده، بالن از محفظه برداشته شد و محتوا به یک بشر حاوی آب منتقل شد. مخلوط به صورت مداوم با دوره متغیر آب تازه هم زده شد تا تمامی هموپلیمر محلول شوند. محتوای بشر فیلتر شد و کاملاً با آب شسته شد تا از حذف کامل هر هموپلیمر چسبیده به لیف اطمینان حاصل شود. لیف متصل شده در آون در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک شد تا وزن ثابتی بدست آورده شود.

درصد اتصال (Pg) به روش توزین وزنی و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$Pg = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

بطوریکه  $W_0$  و  $W_1$  به ترتیب، وزن‌های کوپلیمر پیوندی پس از حذف کامل هموپلیمر و وزن اولیه لیف می‌باشند.

شرایط بهینه واکنش برای درصد حداکثر گرافت به صورت تابعی از غلظت مونومر، CAN و اسید نیتریک، مقدار آب، زمان واکنش، دمای واکنش، و دوز کلی محاسبه شد. شرایط بهینه گرافت بوسیله بکارگیری پروتکل واکنش گرافت بدست آورده شد، بطوریکه یکی از شرایط برای مجموعه‌ای از شرایط واکنش تغییر داده شد، و دیگر پارامترهای واکنش ثابت نگه داشته شد.

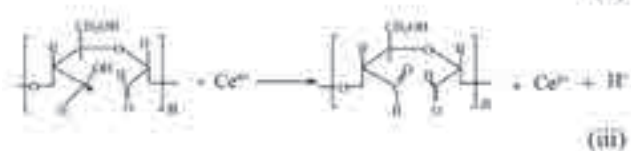
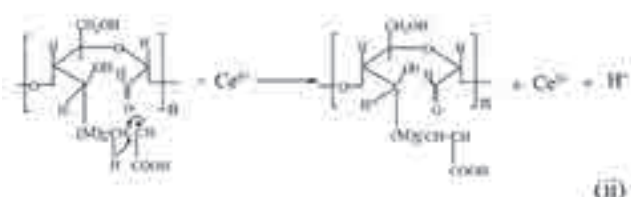
### شناسایی

بررسی لیف ریون اولیه و لیف rayon-g-PAAm بدست آورده شده از



### مکانیزم اتصال بوسیله روش پرتو دهی

که در غلظت بالاتر سربیک، تشکیل همو پلیمر به دلیل افزایش تشکیل کمپلکس سربیک-مونومر افزایش می یابد که سبب کاهش Pg می شود. علاوه بر این، پایان رشد پلیمری (مرحله i) و زنجیرهای متصل شده (مرحله ii) و از بین رفتن مکان های رادیکال آزاد فعال (مرحله iii) بوسیله یون های سربیک منجر به کاهش درصد گرفت می شود.



روش دو طرفه اتصال در حضور عامل متورم کننده به پلیمر کمک می کند تا متورم شود و فرآیند نفوذ مونومر به ماتریس پلیمر را بهبود می بخشد. پرتو کافت (رادیکالیز) حلال، مکان های فعال بر روی پلیمر را از طریق فرآیند جذب کردن ایجاد می کند و همچنین پلیمریزاسیون را آغاز می کند تا زنجیرهای پلیمری در حال رشد تولید شوند و منجر می شود تا صورت بندی کوپلیمر یا هموپلیمر متصل شود. در این پژوهش، اتصال اکریل آمید بر روی لیف ریون در محیط مایبی بوسیله روش پرتو دهی دو طرفه و مراحل مختلف انجام شد تا کوپلیمر گرفت که بر پایه فرآیندهای اصلی بالا می باشد، بدست دهد. پیوندزنی القایی توسط پرتو دهی بر روی لیف ریون گزارش شده است. مقدار گرفت احتمالاً توسط تعداد مکان های فعال بر روی پلیمر تحت تاثیر می باشد، اما دیگر پارامترهای واکنش از قبیل مقدار در معرض بودن با پرتو، یعنی دوز کلی، غلظت مونومر، نسبت محلول نیز نقشی حیاتی در این واکنش ها دارند.

بنابراین درصد گرفت اکریل آمید بر روی لیف ریون بوسیله روش های شیمیایی و پرتو دهی به صورت تابعی از پارامترهای مختلف واکنش بررسی شد و نتایج در نور مکانیزم های فوق توضیح داده شده است.

### تاثیر آغازگر

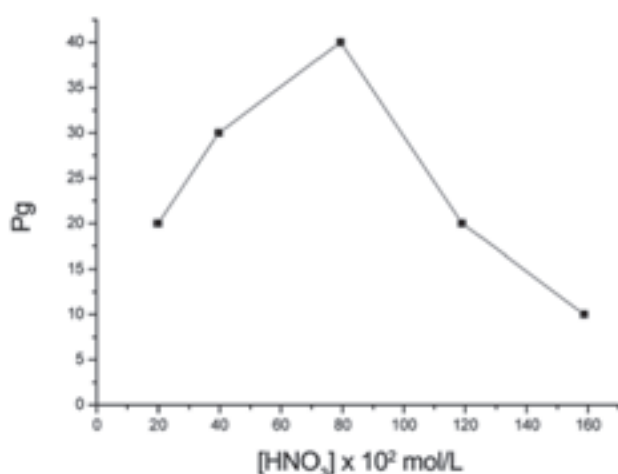
#### (i) تاثیر [CAN]/[HNO<sub>3</sub>]

تاثیر غلظت CAN و HNO<sub>3</sub> بر روی درصد گرفت AAM بر روی الیاف ریون بررسی شد و نتایج به ترتیب در شکل های ۱ و ۲ آورده شده است. از شکل ۱ مشاهده می شود که پس از افزایش تدریجی در مقدار گرفت با افزایش [CAN]، حداکثر گرفت (۴٪) در [CAN]=31.92x10<sup>-3</sup> moles/l بدست آورده شد. افزایش بیشتر غلظت CAN سبب کاهش Pg می شود. روند مشابه در Pg توسط Sharma و Daruwalla در طول گرفت متیل اکریلات و مخلوط های دوتایی آن بر روی نخ پنبه بوسیله روش امولسیون با استفاده از یون های سربیک به عنوان آغازگر مشاهده شد.

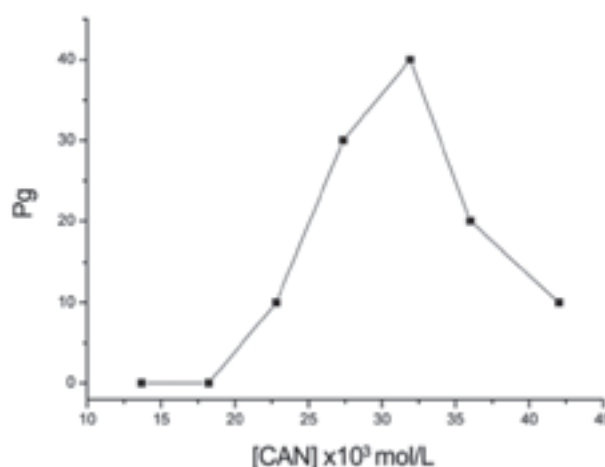
از شکل ۲ مشاهده می شود که پس از افزایش اولیه در درصد گرفت با افزایش [HNO<sub>3</sub>]، Pg در غلظت های بالاتر اسید کاهش می یابد. حداکثر گرفت (۴۰٪) در [HNO<sub>3</sub>]=79.36x10<sup>-2</sup> moles/l بدست آورده شد. بنابراین، غلظت کمتر اسید، واکنش گرفت را بوسیله حفظ غلظت بهینه یون سربیک مورد نیاز برای تولید مکان های فعال بر روی زنجیر پلیمر و آغازگر مونومر، تسریع می کند. بطوریکه با افزایش غلظت اسید پس از مقدار بهینه، غلظت Ce<sup>4+</sup> به دلیل انتقال به حالت تعادلی افزایش می یابد که در زیر نشان داده شده است:



همانطور که بحث شد، افزایش [Ce<sup>4+</sup>] منجر به کاهش درصد گرفت می شود.

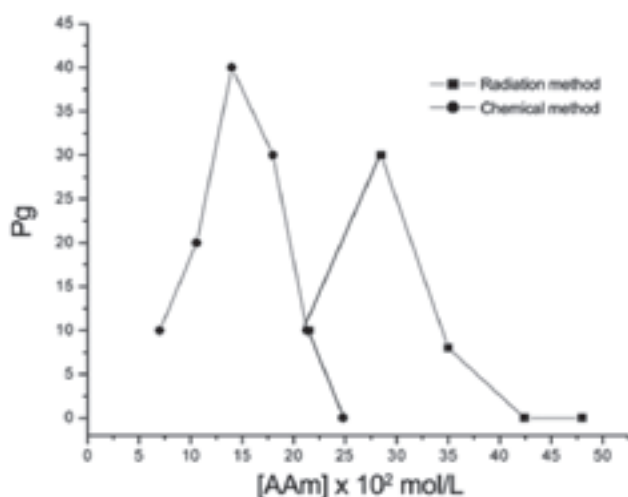


شکل ۲. تاثیر [HNO<sub>3</sub>] روی Pg کریل آمید بر ریون ریون (100 mg) [HNO<sub>3</sub>]=31.92x10<sup>-2</sup> mol/l, [AAM]=14.07x10<sup>-2</sup> mol/l, زمان 120 دقیقه، دما ۵۰°C



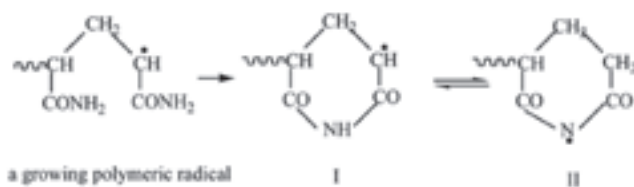
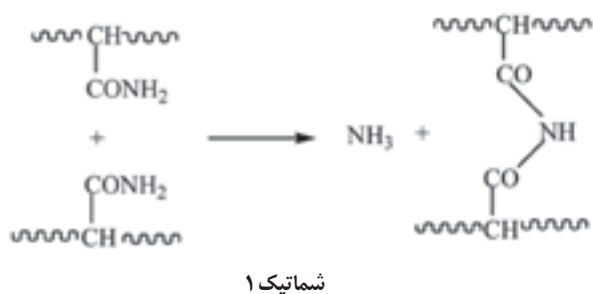
شکل ۱. تاثیر [CAN] روی Pg کریل آمید بر ریون (100 mg) [HNO<sub>3</sub>]=79.36x10<sup>-2</sup> mol/l, [AAM]=14.07x10<sup>-2</sup> mol/l, زمان 120 دقیقه، دما ۵۰°C

کاهش Pg پس از بهینه [CAN] بوسیله این واقعیت توضیح داده می شود



شکل ۴. تاثیر [AAm] روی Pg بر ریون (روش شیمیایی: ریون = ۱۰۰ mg، آب = ۱۰ ml، زمان = ۱۸۰ دقیقه،  $[HNO_3] = 79.36 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ،  $CAN = 31.92 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، روش پرتودهی: ریون = ۱۰۰ mg، آب = ۲۰ ml، دما = ۴۵°C، زمان = ۲۰ دقیقه)

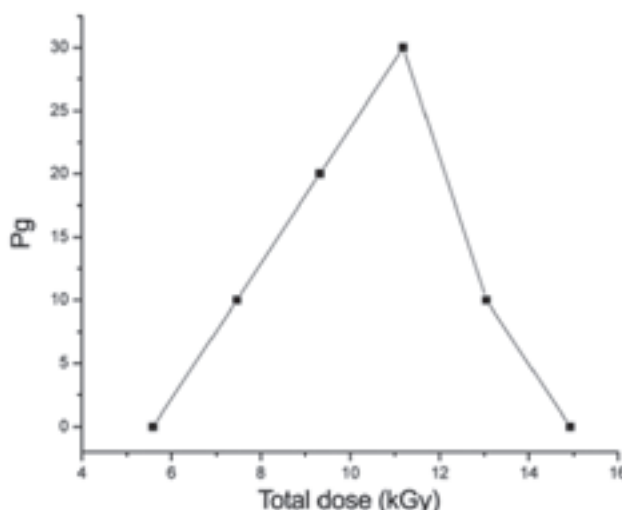
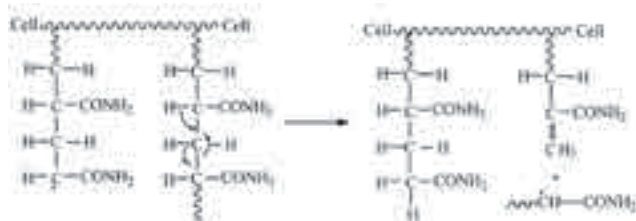
در محلول مایه غلیظ اکریل آمید، که در زیر پرتو قرار داده شده است، جدایی فازها سبب تشکیل پلیمر متخلخل می شود که گزارش شده است که شامل پیوند جانبی بین زنجیری زنجیرهای پلیمری در حال رشد از طریق اتصال امید (شمانیک ۱) یا ایمیدیزاسیون داخل مولکولی می باشد، بطوریکه رادیکال پلیمری در حال رشد، ساختار گلو تار امید (I) را حاصل می کند. اعتقاد بر آن است که ساختار I توتومر مزومریک رادیکال گلو تار امید است. اختلافی دارد (II)، که این رادیکال بسیار پایدار بوجود می آورد، که مستقیماً با اتصال دوگانه اکریل آمید یا دیگر رادیکال آزاد از طریق محدود کردن واکنش، واکنش نمی دهد (شمانیک ۲).



ایجاد پیوند جانبی زنجیرهای پلیمری در حال رشد اکریل آمید در معرض پرتوهای گاما، اخیراً توسط Alam و همکارانش در مطالعه بر روی پلیمریزاسیون القاء شده توسط پرتو گاما محلول های مایه اکریل آمید گزارش شده است. کاهش در Pg در غلظت های بالاتر AAm نیز مربوط به سرعت انتشار

### (ii) تاثیر دوز کلی

درصد گرفت AAm بر روی لیف نایلون به صورت تابعی از زمان تماس با پرتوهای گاما، یعنی دوز کلی داده شده به مخلوط واکنش بررسی شد و نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است. درصد اتصال با افزایش دوز کلی افزایش می یابد و به یک مقدار حداکثر (۳۰٪) در دوز کلی ۱۱/۱۷۸ kGy می رسد. افزایش Pg به دلیل مراحل مختلف اولیه از قبیل تولید مکان های فعال بر روی زنجیر پلیمر، پرتو کافت آب و آغاز گر مونومر می باشد که تشکیل کوپلیمر یوندی را بهبود می بخشد. افزایش دوز کلی بیشتر از مقدار بهینه سبب کاهش Pg می شود که می تواند به دلیل بریدگی زنجیرهای گرفت شده فعال می باشد. در نتیجه گرفتن از پشت، طول زنجیرهای گرفت شده کاهش می یابد و از اینرو درصد گرفت شدن کاهش می یابد.



شکل ۳. تاثیر دوز کلی روی Pg اکریل آمید بر ریون (ریون = ۱۰۰ mg،  $[AAm] = 28.14 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، آب = ۱۰ ml)

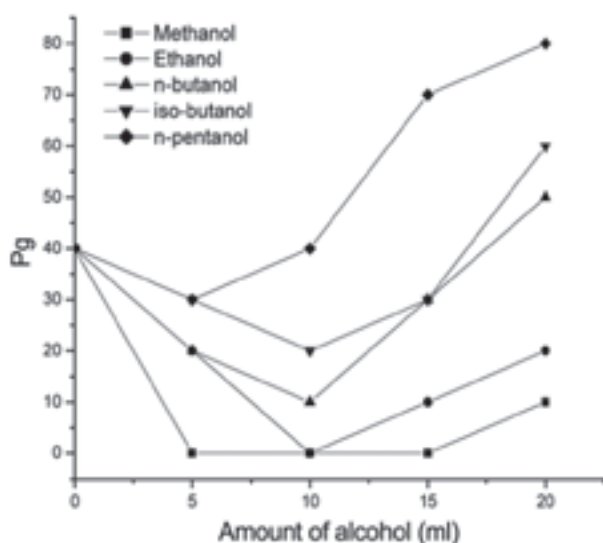
### (iii) تاثیر غلظت مونومر

درصد گرفت شدن اکریل آمید بر روی ریون بوسیله روش های شیمیایی و پرتودهی به صورت تابعی از [AAm] بررسی شد و نتایج در شکل ۴ ارائه شده است. از شکل مشاهده می شود که درصد گرفت شدن اکریل آمید بوسیله هر دو روش با افزایش غلظت مونومر افزایش می یابد و به یک مقدار حداکثر می رسد و سپس کاهش می یابد. حداکثر اتصال (۳۰٪ و ۴۰٪) با استفاده از  $CAN/HNO_3$  و پرتودهی گاما به ترتیب در  $[AAm] = 14.04 \times 10^{-2} \text{ moles/l}$  و  $28.14 \times 10^{-2} \text{ moles/l}$  بدست آورده شد. کاهش زیادی پس از غلظت بهینه مونومر مشاهده می شود. درصد کم اتصال در غلظت مونومر بالاتر بوسیله روش پرتودهی در مقایسه با روش شیمیایی و کاهش Pg پس از غلظت بهینه AAm، بر اساس پارامترهای سینتیکی و انتقال زنجیر اکریل آمید توضیح داده می شود.



اضافه شد و تاثیر آنها بر روی درصد گرفت شدن AAm بر روی لیف ریون بررسی شد. از شکل ۶ مشاهده می شود که در حالت گرفت شدن شیمیایی، با توجه به مقدار بدست آمده در محیط آبی (۴۰٪) با افزایش مقدار تمام الکل ها از ۵ میلی لیتر تا ۱۰ میلی لیتر در آب، درصد گرفت شدن در ابتدا کاهش یافته است. افزایش بیشتر مقدار الکل در مخلوط حلال دوتایی تا ۱۵ میلی لیتر و در الکل خالص، Pg افزایش یافت اما در متانول و اتانول کمتر از ۴۰٪ باقی ماند، اما Pg بالاتر از پنتانول خالص، ایزو بوتانول، بوتانول و در مخلوط پنتانول-آب ۵:۱۵ بدست آورده شد. درجه واکنش پذیری الکل های مختلف، در هنگامی که به تنهایی مورد استفاده قرار می گیرند، نسبت به گرفت شدن AAm مطابق زیر مشاهده شد:

Pentanol > iso-butanol > Butanol > Ethanol > Methanol (۷)  
(80%) (60%) (50%) (20%) (10%)



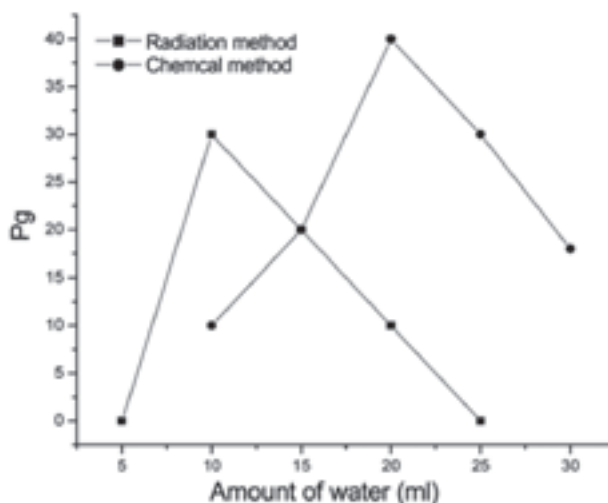
شکل ۶. تاثیر مقدار الکل های مختلف روی Pg اکریل آمید بوسیله روش شیمیایی

الکل های مونوهیدریک اشباع نمی توانند یک شبکه ۳ بعدی از اتصالات هیدروژن را ایجاد کنند، اما در عوض، قادر به تجمع زنجیر مانند یا تجمع حلقوی می باشند. درجه تجمع به مقدار قابل توجهی با افزایش جرم الکل، گذار از الکل های با زنجیر مستقیم به الکل با زنجیر های شاخه دار و با افزایش دما، کاهش می یابد. الکل های بالاتر از n-پنتانول و متیل پنتانول، زنجیر اصلی را به طور موثر مانده آب متورم نمی کنند، زیرا خواص نسبی جذب سطحی و متورم کنندگی به مقدار قابل توجهی در روند سری الکل کاهش می یابد. آنها نمی توانند کمپلکس موثری با یون های  $Ce^{4+}$  ایجاد کنند، که به اندازه اجرم مولکولی الکل نیز بستگی دارد. این واقعیت به صورت آزمایشی بوسیله مشاهده دانسیته نوری سیستم الکل  $Ce^{4+}$  بر روی اسپکتروفتومتر Spectronic-20 (جدول ۴(a) و ۴(b)) تأیید شد. از جدول ۴(a) مشاهده می شود که OD کمپلکس بین n-پنتانول و ایزو بوتانول در مقایسه با اتانول و n بوتانول کمتر می باشد که نشان دهنده ترکیب شونگی کمتر می باشد و جدول ۴(b) نشان می دهد که در حضور آب، همانطور که از مقادیر بسیار کمتر OD مشاهده می

$(k_p=1.8 \times 10^{-4} \text{ l.mol}^{-1}\text{sec}^{-1})$ ، سرعت خاتمه  $(kt=1.45 \times 10^{-7} \text{ l.mol}^{-1}\text{sec}^{-1})$  و ثابت انتقال مونومر بالاتر مربوط می باشد که سبب تشکیل همو پلیمر می شود. افزایش ویسکوزیته محیط واکنش به دلیل حل شونگی همو پلیمر، پلی (AAm)، در آب افزایش اثر ژلی را بدست می دهد که روند رشد زنجیرهای پلیمری به مکان های فعال را محدود می کند. تمام این فاکتورها سبب کاهش درصد اتصال می شوند.

#### (iv) تاثیر نسبت محیط واکنش به محلول

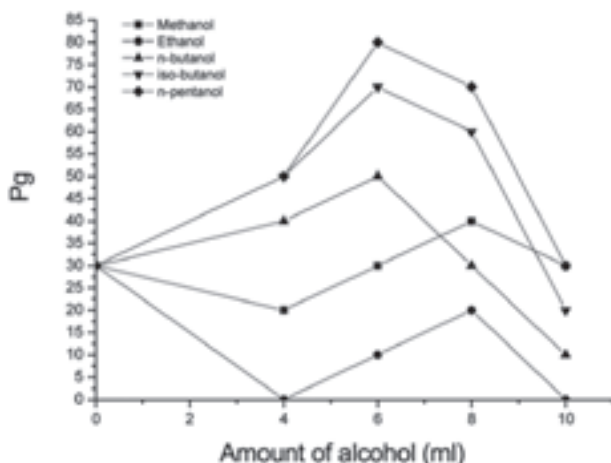
کوپلیمرزاسیون پیوندی اکریل آمید بر روی لیف ریون بوسیله روش های القاء شیمیایی و پرتودهی در محیط آبی و در مخلوط حلال دوتایی آب-الکل بررسی شد. شکل ۵ تاثیر نسبت محلول بر روی Pg بوسیله روش های شیمیایی و پرتودهی را نشان می دهد. مشاهده می شود که درصد اتصال با افزایش مقدار افزایش می یابد و مقدار حداکثر (۴۰٪ و ۳۰٪) به ترتیب در ۲۰ میلی لیتر و ۱۰ میلی لیتر برای روش های شیمیایی و پرتودهی بدست می آید. وجود آب به باز کردن ساختار سلولز از طریق متورم کردن مکان های فعال در معرض اتصال کمک می کند. با این حال، کاهش Pg پس از مقدار بهینه به دلیل واکنش های مربوط به انتقال حلال از قبیل خاتمه رشد زنجیرهای پلیمری و تشکیل رادیکال های غیر راکتیو می باشد.



شکل ۵. تاثیر مقدار آب روی Pg اکریل آمید در ریون. (روش شیمیایی: ریون = ۱۰۰ mg  $[HNO_3]=79.36 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ,  $[CAN]=31.92 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، دما ۴۵°C، زمان ۱۲۰ دقیقه، روش پرتودهی: ریون = ۱۰۰ mg  $[AAm]=14.07 \times \text{mol/l}$ ، زمان ۱۸۰ دقیقه)

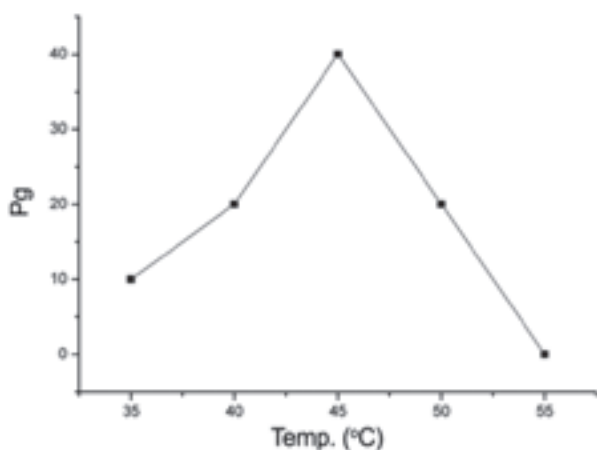
در روش پرتودهی، حداکثر گرفت شدن در مقدار کمتر آب (۱۰ میلی لیتر) در مقایسه با روش شیمیایی (۲۰ میلی لیتر) بدست آورده شد. این عامل بدین دلیل است که تشکیل همو پلیمر بدلیل رادیکال های هیدروکسیل اضافی، که به محض رادیولیز شدن آب تولید شده اند، که مونومر را آغاز می کنند، افزایش می یابد که در سرعت بالاتر منتشر و خاتمه می یابند تا همو پلیمر بیشتر نسبت به کوپلیمر پیوندی بدست دهد.

در مجموعه آزمایشات دیگر، مقدار بهینه آب در ۲۰ میلی لیتر و ۱۰ میلی لیتر به ترتیب برای روش شیمیایی و پرتودهی ثابت نگه داشته شد، و الکل های آلیفاتیک با طول های مختلف زنجیر به آب به عنوان یک ماده افزودنی



شکل ۷. تاثیر مقدار الکل های مختلف روی Pg اکریل آمید بوسیله روش پرتو دهی

گرافت شدن می شود. بعلاوه، نفوذ مونومر و رشد زنجیره های پلیمری برای مکان های فعال نیز افزایش می یابد که به تشکیل کوپلیمر پیوندی کمک می کند. با این حال، بیشتر از مقدار بهینه، واکنش های گذار زنجیر مختلف و واکنش های پلیمریزاسیون حرارتی سبب کاهش درصد گرافت می شود.



شکل ۸. تاثیر دمای واکنش روی درصد گرافت AAm (ریون 100mg، [CAN]= $31.92 \times 10^{-3}$  mol/l، [AAM]= $14.07 \times 10^{-2}$  mol/l، [HNO<sub>3</sub>]= $79.36 \times 10^{-2}$  mol/l، آب 20 ml، زمان 20 دقیقه)

### (vi) تاثیر زمان واکنش

درصد گرافت AAm بوسیله روش های شیمیایی به صورت تابعی از زمان واکنش بررسی شد و نتایج در شکل ۹ نشان داده شده است. هنگامیکه زمان واکنش از ۹۰ تا ۱۲۰ دقیقه افزایش داده شد، افزایش کمی در گرافت شدن مشاهده شد، بطوریکه درصد حداکثر گرافت شدن (۴۰٪) مشاهده شد.

گرافت کردن AAm بوسیله روش پرتو دهی به عنوان تابعی از زمان در تماس بودن با پرتوهای گاما، یعنی دوز کلی داده شده به مخلوط گرافت، بررسی شد و نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است. درصد گرافت با افزایش دوز کلی افزایش یافت و حداکثر گرافت (۳۰٪) در دوز کلی ۱۱/۱۷۸ kGy بدست آورده شد و پس از کاهش یافت. تولید اولیه مکان های فعال بر روی زنجیر اصلی و رادیولیز حلال که مونومر را آغاز می کند و آغاز مستقیم مونومر توسط

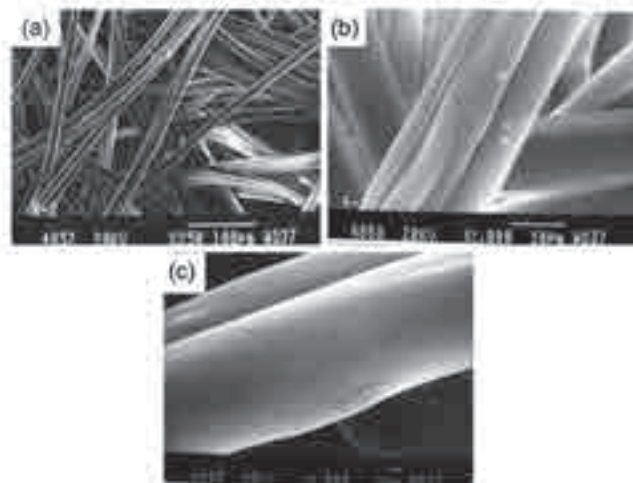
شود، کمپلکس با الکل بیشتر کاهش می یابد. بنابراین، تولید مکان های اضافی فعال از طریق کمپلکس  $Ce^{4+}$ -الکل هنوز هم ناچیز می باشد، این الکل ها گرافت شدن بیشتری نسبت به مقادیر بدست آمده در آب تولید می کنند. این مشاهده می تواند توسط اینگونه توضیح داده شود که از آنجایی که الکل های بالاتر هیچگونه برهمکنشی با زنجیر پلیمر و یون  $Ce^{4+}$ ، فرآیند گرافت شدن عادی، ندارند، یعنی تولید مکان های فعال و واکنش های تشکیل پیوند بدون وقفه اتفاق می افتند. در حالت الکل های پایین تر، یعنی متانول و اتانول، آنها ساختارهای با اتصال هیدروژنی تشکیل شده بین مولکول های آب و ریون و ساختارهای مربوطه آب را می شکنند و به جای آن ساختارهای با اتصال هیدروژنی با آب ایجاد می کنند. این عامل سبب کاهش تورم لیف و از اینرو کاهش در معرض بودن مکان های فعال می شود. تخریب ساختار آب همراه با کاهش فاکتور خود پراکندگی می شود که دسترسی مونومر به مکان های فعال را محدود می کند، و بنابراین درصد گرافت کاهش می یابد. تاثیر الکل های اضافه شده به آب نیز در طول گرافت ایجاد شده توسط پرتو دهی مورد بررسی قرار گرفت و از نتایج شکل ۷ مشاهده می شود که Pg با افزایش مقدار الکل (پنتانول، ایزو بوتانول و بوتانول) تا ۶ میلی لیتر (یعنی نسبت آب-الکل ۶:۴) افزایش می یابد و Pg بسیار بزرگتری (به ترتیب ۷۹/۳٪، ۷۰/۷٪ و ۵۰٪) نسبت به مقادیر مشاهده شده در محیط آبی (۳۰٪) بدست می دهد. متانول Pg بالاتر (۴۰٪) در سیستم حلال آب-متانول ۸:۲ تولید می کند. با این حال، در محیط الکل خالص، پنتانول و متانول مقداری مشابه از اتصال که در آب بدست آورده شده است، تولید می کند، در حالیکه هیچ گونه پیوندی در اتانول مشاهده نشد. واکنش پذیری الکل های مختلف که به صورت تکی در طول گرافت ایجاد شده توسط پرتو دهی، مورد استفاده قرار گرفتند، به شکل زیر می باشد (حداکثر مقدار Pg در پرازنز آورده شده است). تشکیل نشدن گرافت در حالت متانول می تواند بدین دلیل باشد که محصولات رادیولیز اتانول شروع به تجزیه زنجیر اصلی می کنند. می دانیم که کارآمدی حلال ها جهت تولید رادیکال آزاد، مشابه درجه بازده بدست آمده برای تجزیه زنجیر اصلی می باشد.



علاوه بر تاثیر حلال های اضافه شده به دلیل رفتار ساختاری، رادیولیز الکل ها در جریان در تماس بودن با اشعه گاما اتفاق می افتد که منجر به تولید رادیکالهایی می شود که واکنش های گرافت شدن را از طریق خاتمه دادن واکنش ها متوقف می کند و بنابراین درصد گرافت شدن را کاهش می دهد.

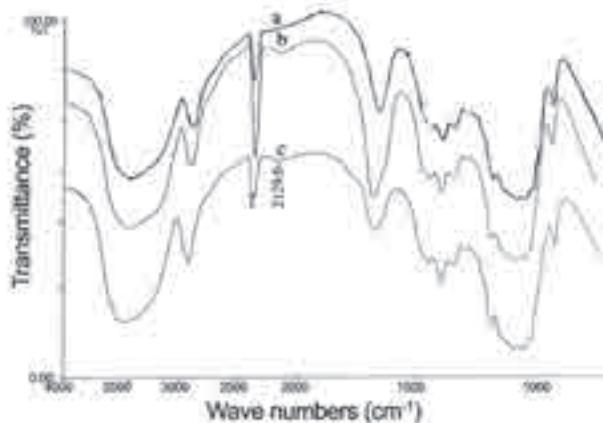
### (v) تاثیر دما

شکل ۸ تاثیر دمای واکنش بر روی درصد گرافت AAm بر روی لیف ریون را نشان می دهد. مشخص شد که درصد گرافت با افزایش دما افزایش می یابد و حداکثر مقدار (۴۰٪) در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد بدست آورده شد. افزایش تجزیه کمپلکس یون سربیک با زنجیر اصلی و مونومر به ترتیب مکان های فعال و آغازگر مونومر را تولید می کند که سبب افزایش درصد



شکل ۱۱. تصاویر SEM ریبون گرافت شده با PAAM در بزرگنمایی (a) ۲۵۰۰×، (b) ۳۰۰۰× و (d) ۵۰۰۰×

(کششی  $\nu_{C-C}$ ) نشان می دهد. از طرف دیگر، لیف گرافت شده پیک دیگری در  $1665 \text{ cm}^{-1}$  نشان میدهد که به دلیل آمید I می باشد و پیک  $3445/3 \text{ cm}^{-1}$  نیز به دلیل کششی  $\nu_{N-H}$  گروه های آمید زنجیرهای پلی (اکریل آمید) گرافت شده می باشد.



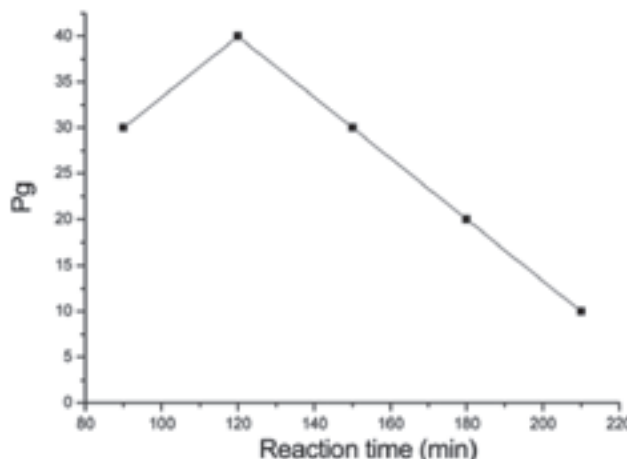
شکل ۱۲. FTIR حاصل از (a) ریبون، (b) ریبون گرافت شده با PAAM (روش پرتودهی) و (c) ریبون گرافت شده با PAAM (روش پرتودهی)

#### آنالیز توزین حرارتی

نمودارهای اولیه لیف ریبون و Rayon-g-PAAM تهیه شده توسط هر دو روش شیمیایی و پرتودهی گاما در شکل ۱۳ نشان داده شده است. دمای تجزیه اولیه (IDT) و دمای تجزیه در هر ۱۰٪ کاهش وزن در جدول ۱ ارائه شده است. IDT لیف گرافت شده بدست آمده بوسیله روش شیمیایی (۲۵۴/۴) درجه سانتیگراد) و روش پرتودهی، بیشتر از لیف اولیه (۲۳۱/۱) درجه سانتیگراد) می باشد.

از نمودارها مشاهده می شود که لیف اولیه و لیف گرافت شده، دو مرحله تجزیه مشخص دارند. کاهش وزن اولیه بین ۱۰۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد، که در نمودارهای لیف اولیه مشاهده می شود، به دلیل دفع آب می باشد که پس از تجزیه شروع می شود. سلولز ۳ واکنش اولیه اصلی از قبیل اکسیداسیون حرارتی، آگیری و تشکیل گولیکوزان در طول تخریب حرارتی را متحمل می

پرتوهای گاما سبب افزایش درصد گرافت شدن می شود. با افزایش بیشتر زمان واکنش، پس از زمان بهینه، درصد گرافت در هر دو روش به صورت مداوم کاهش یافت، که می تواند به دلیل گسستگی همزمان زنجیر و واکنش های انتهایی باشد که منجر به کاهش درصد گرافت می شود.

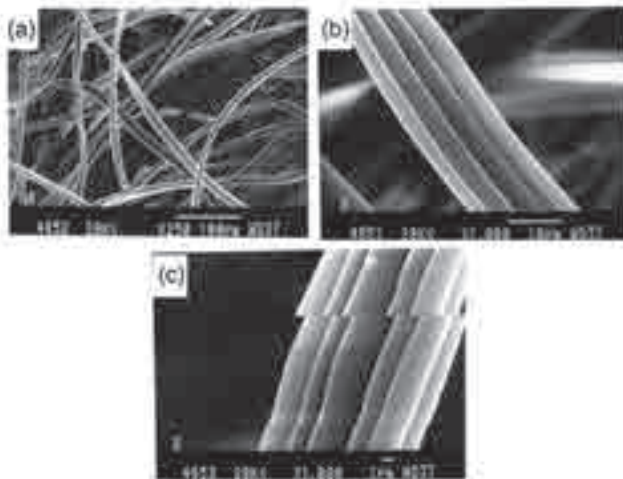


شکل ۹. تاثیر تغییرات زمانی مختلف PAAM بر روی ریبون (ریبون  $100 \text{ mg}$ ،  $[AAM]=14.07 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ،  $[CAN]=31.92 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ )  
 $[HNO_3]=79.36 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  آب ۲۰ ml، دما  $45^\circ \text{C}$ )

#### شناسایی

##### میکروسکوپ الکترونی روبشی

مقایسه تصاویر الکترونی روبشی (SEM) لیف اولیه گرافت شده (به ترتیب شکل های ۱۰ و ۱۱)، تغییراتی در مورفولوژی سطحی نشان می دهد. ضخیم شدن لیف پس از گرافت کردن، توزیع یکنواخت پلیمر گرافت شده بر روی سطح لیف را نشان می دهد و بنابراین واکنش گرافت کردن را تأیید می کند.



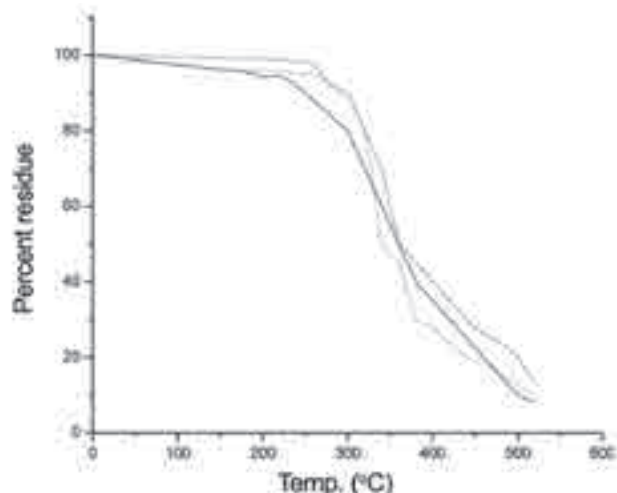
شکل ۱۰. تصاویر SEM ریبون در بزرگنمایی (a) ۲۵۰×، (b) ۳۰۰۰× و (d) ۵۰۰۰×

##### اسپکتروسکوپی FTIR

طیف FTIR (شکل ۱۲) لیف ریبون اولیه باندهای پهنی در ارتعاشات  $3445/9 \text{ cm}^{-1}$  (کششی  $\nu_{O-H}$ )،  $2893/5$  (کششی  $\nu_{C-H}$ )،  $1664/9$  (کششی  $\nu_{C=O}$ ) و  $896/1 \text{ cm}^{-1}$



اختلاف دما بین هر کاهش ۱۰٪ wt. افزایش می یابد. تجزیه تا باقیمانده ۱۳٪ ادامه می یابد. اولین مرحله تجزیه ریون گرافت شده با اکریل آمید (روش شیمیایی) بین ۲۶۱/۵۴ درجه سانتیگراد (IDT) و ۴۱۱/۳ درجه سانتیگراد با تقریباً کاهش ۶۰٪ wt. قرار دارد که پس از آن مرحله تجزیه دوم شروع می شود. این تجزیه تا ۵۱۹/۲ درجه سانتیگراد با باقیمانده ۱۸٪ ادامه می یابد. در حالت ریون گرافت شده که توسط روش پرتودهی تهیه شده است، اولین مرحله تجزیه بین ۲۷۴/۹۹ درجه سانتیگراد و ۳۸۲/۷ درجه سانتیگراد با کاهش وزن حدود ۷۰٪ قرار دارد. دومین مرحله پس از آن آغاز می شود و تا دمای ۴۷۱/۱ درجه سانتیگراد با ۱۴٪ باقیمانده ادامه می یابد. مشاهده شد که لیف گرافت شده نرخ آهسته ای از تجزیه در طول مرحله ۲ نشان می دهد، که بوسیله اختلاف دمای بالا بین هر ۱۰٪ wt. کاهش در مقایسه با مرحله اول تجزیه نشان داده شده است. DT، IDT، و درصد باقیمانده بالاتر در حالت ریون گرافت شده، بهبود رفتار حرارتی پس از گرافت شدن اکریل آمید بر روی لیف ریون را نشان می دهد.



شکل ۱۳. نمودارهای اولیه لیاف ریون (—)، ریون گرافت شده با PAAM (روش شیمیایی) و ریون گرافت شده با PAAM (روش پرتودهی) (---).

#### بررسی تورم

درصد تورم ریون و لیف ریون گرافت شده با اکریل آمید در حلال های مختلف از قبیل آب، متانول، اتانول، DMF، استون در دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد به صورت تابعی از درصد گرافت شدن و دما بررسی شد، و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. از جدول مشاهده می شود که

شود. مرحله اصلی اول بین دماهای ۲۳۲/۱۴ و ۳۴۶/۴ درجه سانتیگراد اتفاق می افتد و ۶۰٪ از وزن خود را پس از کاهش ۳۰٪ wt. از دست می دهد. این پدیده توسط اختلاف دمای کوچک بین هر ۱۰٪ wt. کاهش نشان داده شده است. دومین مرحله پس از دمای ۴۷۳/۴۶ درجه سانتیگراد شروع می شود و تا دمای ۴۲۰ درجه سانتیگراد با یک نرخ آهسته تجزیه ادامه می یابد، بطوریکه

جدول ۱. آنالیز توزین حرارتی ریون، ریون گرافت شده با PAAM تهیه شده بوسیله روش شیمیایی و پرتودهی گاما

Method	Sample	IDT (°C)	DT (°C) at every 10 % weight loss								Residue Left (%)
			10	20	30	40	50	60	70	80	
Chemical	Rayon	232.54	271.43	307.14	324.99	335.71	342.86	346.43	396.43	439.29	13
	rayon-g-PAAM	261.54	307.69	315.38	319.23	330.77	334.62	419.23	449.99	507.69	18
	Gamma radiation	274.99	314.29	326.92	328.57	332.14	335.71	349.99	382.14	432.14	14

جدول ۲. درصد تورم ریون و ریون گرافت شده با PAAM در حلال های مختلف و در دماهای مختلف

S.No.	Percent grafting	Temp. (°C)	Percent swelling				
			Water	Methanol	Ethanol	DMF	Acetone
35							
1	0.00		400.00	90.00	310.00	240.00	50.00
2	10.00		598.00	121.00	495.00	465.00	73.00
3	20.00		672.00	125.00	462.00	435.00	80.00
4	30.00		728.00	137.00	450.00	425.00	96.00
45							
5	0.00		262.00	70.00	235.00	128.00	35.00
6	10.00		550.00	75.00	300.00	440.00	55.00
7	20.00		415.00	80.00	220.00	378.00	62.00
8	30.00		380.00	98.00	125.00	325.00	75.00
55							
9	0.00		227.00	65.00	200.00	95.00	25.00
10	10.00		447.00	60.00	220.00	315.00	40.00
11	20.00		398.00	75.00	176.00	296.00	58.00
12	40.00		308.00	110.00	136.00	270.00	80.00





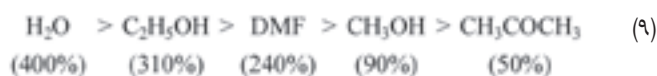
دارد، و به راحتی وارد اتصال هیدروژنی با لیف می شود و منجر به حداکثر تورم می شود. با این حال، با توجه به متانول و اتانول، متانول درصد کمتر تورم را بدست می دهد، اگرچه متانول مقدار  $\varepsilon$  بالاتر از اتانول دارد. این تورم کمتر می تواند اینگونه توضیح داده شود که ساختار پلیمریزه شده اتصال هیدروژنی متانول به راحتی جهت تشکیل اتصالات هیدروژنی با گروه های هیدروکسیل لیف شکسته نمی شود.

DMF اگرچه یک حلال بی پروتون می باشد، اما با  $\varepsilon$  و گشتاور دو قطبی بالا، قطبی می باشد، و با گروه های هیدروکسیل لیف واکنش می دهد و منجر به درصد قابل توجهی از تورم می شود. در حالت استون، که یک حلال بی پروتون، اما با مقدار کمتر  $\varepsilon$  و گشتاور دو قطبی کوچکتر می باشد، درصد کمتر تورم بدست آورده شد.

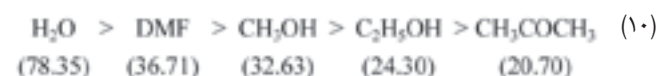
درصد تورم rayon-g-PAAm در حلال های مختلف در تمام دماها بیشتر از لیف ریون اولیه می باشد. از جدول مشاهده می شود که درصد تورم ریون گرفت شده با اکریل آمید در آب، در تمام دماها نسبت به ریون اولیه بیشتر می باشد. حداکثر درصد تورم در آب (۲۲۸٪) و متانول (۱۳۷٪) در مقدار گرفت ۳۰٪ در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد مشاهده شد. درصد تورم در اتانول (۴۹۵٪)، DMF (۴۶۵٪) و استون (۹۶٪) در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد برای مقدار گرفت ۱۰٪، نیز بیشتر از ریون در این حلال ها می باشد.

همچنین مشاهده شد که درصد تورم در آب، متانول و استون افزایش می یابد، در حالیکه در اتانول و DMF با افزایش درصد گرفت به صورت ثابت کاهش یافت. از طرف دیگر، با افزایش دما (۴۵، ۵۵ درجه سانتیگراد)، درصد تورم نسبتاً با افزایش درصد گرفت در آب، اتانول و DMF کاهش

درصد تورم ریون در حلال های مختلف با افزایش دما کاهش می یابد. حداکثر تورم شدگی (۴۰۷٪) با آب و سپس اتانول (۳۲۲٪) در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد بدست آورده شد. ترتیب حلال های مختلف بر حسب تورم ریون در زیر مشاهده می شود.



درصد تورم بالاتر در آب، از آنجاییکه آب با گروه های هیدروکسیل لیف ریون اتصال هیدروژنی می دهد، مورد انتظار می باشد. این اتصالات در مناطق آمورف پلیمر حادث می شود که گروه های هیدروکسیل در معرض چنین برهمکنش هایی می باشند. رفتار متورم شونده حلال های مختلف بر پایه خواص دی الکتریک و ساختارهای الکل ها می باشد. با توجه ثابت های دی الکتریک، درجه حلال های مورد مطالعه به شرح زیر می باشد:



از نظر ساختاری آب، متانول و اتانول، ساختارهای مربوط به اتصال هیدروژنی بین مولکولی دارند، در حالیکه DMF و استون حلال های بی پروتون قطبی می باشند. تورم ریون در این محلول ها به مقدار برهمکنش این حلال ها با گروه های هیدروکسیل لیف بستگی دارد. آب، مقدار  $\varepsilon$  بالاتری

جدول ۳. مطالعات برداشت رنگزایون و ریون گرفت شده با PAAm

Rayon/grafted rayon	% Age grafting	O.D. Residual solution	% Conc. residual solution	% Conc. dye adsorbed	O.D. Residual solution after washing with H <sub>2</sub> O	% Conc. Dye residual solution after washing	% Conc. of dye adsorbed after washing	% dye adsorbed
Rayon	0%	1.34	0.00412	0.00838	0.58	0.00120	0.00718	57.4
rayon-g-PAAm	10	1.19	0.00300	0.00950	0.28	0.00052	0.00898	71.8
rayon-g-PAAm	20	1.28	0.00382	0.00868	0.36	0.00074	0.00794	63.5
rayon-g-PAAm	30	1.38	0.00424	0.00826	0.41	0.00084	0.00742	59.4
rayon-g-PAAm	40	1.46	0.00448	0.00802	0.46	0.00096	0.00706	56.9

جدول ۴a. دانسیته های نوری محلول های غلظت های مختلف CAN در آب و الکل ها

[CAN] × 10 <sup>-3</sup> (moles/l)	H <sub>2</sub> O	Methanol	Ethanol	n-butanol	Iso-butanol	n-pentanol
18.24	0.18	0.19	0.92	0.74	0.69	0.54
22.80	0.23	0.26	1.04	0.98	0.78	0.60
31.92	0.25	0.30	1.64	1.62	0.96	0.71

جدول ۴b. دانسیته های نوری محلول های CAN در مخلوط الکل آب (۱:۱ v/v)

[CAN] × 10 <sup>-3</sup> (moles/l)	Methanol+H <sub>2</sub> O	Ethanol+H <sub>2</sub> O	n-butanol+H <sub>2</sub> O	iso-butanol+H <sub>2</sub> O	n-pentanol+H <sub>2</sub> O
9.12	0.18	0.18	0.04	0.06	0.06
11.40	0.18	0.16	0.08	0.05	0.09
15.96	0.19	0.14	0.03	0.03	0.13



می‌یابد، در حالیکه در حالت متانول و استون مداوم ثابت مشاهده شد. با این حال، درصد تورم مشاهده شده در دماهای بالاتر در هر دو دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد کمتر از مقدار مشاهده شده در ۳۵ درجه سانتیگراد می‌باشد که به دلیل کاهش اتصالات هیدروژنی به دلیل تورم در دماهای بالاتر می‌باشد. رفتار مختلف حلال‌ها نسبت به تورم، همانطور که بحث شد، به قطبیت آنها و برهمکنش گروه‌های عاملی بر روی زمینه بستگی دارد. در حالت لیف گرافت شده، حلال‌ها با گروه‌های آمید زنجیرهای پلی (AAm) گرافت شده از طریق تشکیل اتصالات هیدروژنی واکنش می‌دهند. این برهمکنش‌های گروه آمید حلال، با افزایش تعداد این گروه‌ها به دلایل افزایش Pg کاهش می‌یابد، زیرا برهمکنش‌های بین مولکولی و داخل مولکولی گروه آمید-آمید که نفوذ حلال را محدود می‌کند منجر به کاهش درصد تورم می‌شود.

لیف اولیه، لیف اولیه فسفریله شده و گرافت شده با استفاده از سوزانده شدند و مشاهدات کیفی انجام شد. لیف اولیه با نزدیک کردن شعله با مقداری خاکستر به جا مانده، فوراً سوخت. از طرف دیگر، لیف اولیه فسفریله شده بهبود در رفتار کند کنندگی شعله نشان داد. لیف با نزدیک کردن شعله سوخت، و انتشار شعله نیز آهسته بود. لیف به محض آنکه شعله عقب کشیده شد، به صورت خود بخود خاموش شد. در حالت لیف گرافت شده و فسفریله شده، لیف آتش نگرفت اما کوچک شد و مقداری به زغال تبدیل شد.

فرآیند آهسته بود و به محض آنکه شعله دور شد، متوقف شد. بنابراین مشاهدات نشان می‌دهد که فسفریلاسیون لیف اولیه و گرافت شده خواص کند کنندگی شعله آلی ایجاد می‌کند و حضور نیتروژن و فسفر با هم تاثیر مضاعف دارد.

#### نتیجه گیری

لیف ریون به صورت موفق با اکریل آمید بوسیله روش‌های شیمیایی و پرتودهی گرافت شد. لیف گرافت شده تورم و خواص حرارتی بهبود یافته در مقایسه با لیف اولیه دارد. افزایش فسفر همراه با نیتروژن خواص کند کنندگی شعله آلی به لیف اضافه کرد.

منابع در دفتر مجله موجود است.

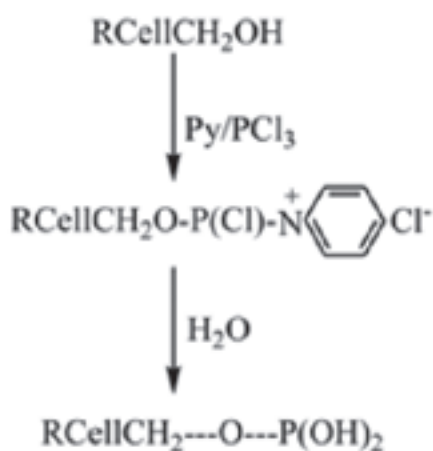
رفتار رنگرزی درصد برداشت رنگ توسط لیف ریون اولیه و گرافت شده به صورت تابعی از درصد گرافت بررسی شد و نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. از جدول فوق مشاهده می‌شود که برای لیف اولیه، برداشت رنگ ۵۷/۴٪ می‌باشد در حالیکه لیف گرافت شده با مقدار ۱۰٪ گرافت، برداشت بالاتر (۷۱/۸٪) نشان می‌دهد. افزایش درصد گرافت، برداشت رنگ را کاهش می‌دهد و به مقدار مشابه با لیف اولیه در مقدار گرافت ۴۰٪ می‌رسد. در مقدار گرافت شدن بالاتر برهمکنش‌های بین مولکولی و درون مولکولی بین گروه‌های آمید، نفوذ را محدود می‌کند و برهمکنش با گروه‌های آمید منجر به کاهش برداشت رنگ می‌شود.

#### رفتار رنگرزی

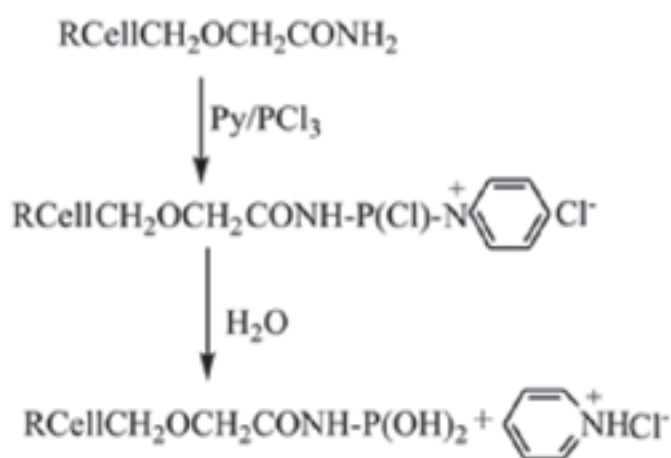
رفتار رنگرزی درصد برداشت رنگ توسط لیف ریون اولیه و گرافت شده به صورت تابعی از درصد گرافت بررسی شد و نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. از جدول فوق مشاهده می‌شود که برای لیف اولیه، برداشت رنگ ۵۷/۴٪ می‌باشد در حالیکه لیف گرافت شده با مقدار ۱۰٪ گرافت، برداشت بالاتر (۷۱/۸٪) نشان می‌دهد. افزایش درصد گرافت، برداشت رنگ را کاهش می‌دهد و به مقدار مشابه با لیف اولیه در مقدار گرافت ۴۰٪ می‌رسد. در مقدار گرافت شدن بالاتر برهمکنش‌های بین مولکولی و درون مولکولی بین گروه‌های آمید، نفوذ را محدود می‌کند و برهمکنش با گروه‌های آمید منجر به کاهش برداشت رنگ می‌شود.

#### فسفریلاسیون

به منظور ایجاد خاصیت کند کنندگی شعله، لیف ریون و لیف گرافت شده تحت واکنش‌های زیر قرار گرفت:



Rayon fibre with Py/PCl<sub>3</sub>



Rayon-g- PAAm fibre with Py/PCl<sub>3</sub>