

## بررسی اثر مقدار سیلان در شبکه ای کردن آمیخته کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن با درصدهای مختلف کومونومر به روش پخت سیلانی

مهری دانا<sup>۱</sup>، غلامحسین ظهوری<sup>۱\*</sup>، سعید اسدی<sup>۲</sup>، حسن صلاحی<sup>۲</sup>.

۱. گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران (کد طرح: ۳/۴۳۲۸۱).
۲. شرکت بسپارسازه توس (گروه کارخانجات پارت لاستیک)، مشهد، ایران.

### چکیده

در این مطالعه اثر مقدار سیلان در شبکه ای کردن آمیخته کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن با درصدهای مختلف کومونومر به روش پخت سیلانی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور خواص مکانیکی، فیزیکی و حرارتی آمیزه ها تولید شده با درصدهای ۳، ۴، ۵ و ۷ وینیل تری آلکوکسی سیلان اندازه گیری شد. نتایج نشان دادند که با افزایش میزان سیلان برخی خواص شامل دانسیته، سختی و استحکام کششی تغییر چندانی نداشت. شاخص جریان مذاب ابتدا روند نزولی و سپس روند صعودی داشت.

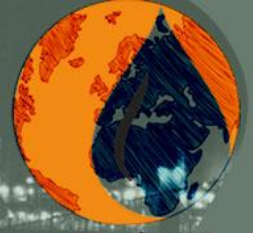
کلمات کلیدی: وینیل تری آلکوکسی سیلان، خواص، آمیزه.

### مقدمه

تکنولوژی شبکه ای کردن یک روش بسیار موثر جهت بهبود خواص کوپلیمرهای اتیلن در دماهای بالا و توسعه کاربردهای آن ها می باشد [۱]. روش های مختلف پخت شامل پخت پراکسیدی، پخت تابشی (گاما، پرتوآکترونی) و پخت سیلانی برای شبکه کردن پلی اتیلن استفاده می شود. روش پخت سیلانی به طور گسترده تری به عنوان روش ارجح برای تهیه محصولات مختلف استفاده می شود. دلیل این کاربرد فرآیندهای آسان، هزینه کم، سرمایه گذاری پایین و محصولات مطلوب است [۲،۳]. پخت سیلانی در مقایسه با پخت پراکسیدی پایداری حرارتی بهتر و ظرفیت بالاتر ذخیره سازی انرژی را دارد [۴].

در این مطالعه آمیخته شبکه ای شده کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن با درصدهای مختلف کومونومر به روش سیلانی تهیه شد. تاثیر مقدار وینیل تری آلکوکسی سیلان بر خواص مکانیکی و فیزیکی آمیزه تولید شده بررسی شد.

\* Corresponding author. Department of Chemistry, Faculty of Science, Ferdowsi university of Mashhad, Iran.  
Te: +98 51 38805548; Fax+98 5138796416.  
E- Mail address: [Zohuri@um.ac.ir](mailto:Zohuri@um.ac.ir) (G.Zohuri).



## مواد و روشها

## مواد اولیه

کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن به عنوان پایه پلیمری، وینیل تری آلکوکسی سیلان به عنوان عامل پخت، بنزوئیل پراکسید و دی کیومیل پراکسید به عنوان آغازگر، پنتا اریتریتول تتراکسیس (۳-۳،۵) دی ترشری بوتیل-۳-هیدروکسی فنیل(پروپیونات) به عنوان ضداکسنده حرارتی، دی بوتیل تین دی لورات به عنوان کاتالیست استفاده شد.

## روش ها

به منظور بررسی تاثیر مقدار سیلان بر خواص مکانیکی آمیخته، آمیزه هایی با درصدهای ۳، ۴، ۵ و ۷ از آن نسبت به وزن کل تهیه شد. ابتدا آماده سازی پلیمر پیوند خورده سیلانی از طریق واکنش رادیکال آزاد پراکسید و سیلان با استفاده از اکسترودر دو پیچه با پروفایل دمایی (۱۴۰-۲۰۰ °C) انجام شد. جدول ۱ فرمولاسیون کلی آمیزه ساخته شده را نشان می دهد.

جدول ۱- فرمولاسیون کلی آمیزه ساخته شده.

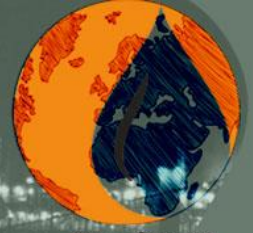
مواد	مقدار (درصد وزنی./)
کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن با درصد کومونومر کمتر	۱۸
کوپلیمر اتیلن-۱-اکتن با درصد کومونومر بیشتر	۸۱/۴۷
بنزوئیل پراکسید	۰/۲
دی بوتیل تین دی لورات	۰/۰۲۵
ضداکسنده حرارتی	۰/۳

آزمون مانایی دمایی: این آزمون با هدف تعیین دانسیته اتصالات عرضی استفاده می شود. جهت تایید آزمون، نمونه بایستی ۱۵ دقیقه در دمای کاربردی موردنظر ( در اینجا ۲۰۰ درجه سانتیگراد) تحت تنش کششی معادل  $20 \text{ N/cm}^2$  مقاومت کند. بعد از این زمان بیشنه ازدیاد طول نمونه تحت بار در دمای کاربردی بایستی ۱۷۵٪ باشد. بیشینه ازدیاد طول نمونه بعد از حذف نیرو و سرد شدن در دمای محیط نبایستی از ۱۵٪ تجاوز نماید.

## بحث و نتایج

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ با افزایش مقدار سیلان از ۳ تا ۷ درصد وزنی نتایج زیر به دست آمد:

- ۱- کمترین مقدار سیلان جهت تایید آزمون مانایی دمایی ۴ درصد بود.
- ۲- استحکام کششی، سختی و دانسیته تغییر چندانی نداشته است. رفتار مشابهی در مطالعات قبلی ارائه شده است [۵].



۳- استحکام پارگی ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش یافته است.

۴- شاخص جریان مذاب وازدیاد طول ابتدا روند نزولی و سپس روند صعودی دارد. دلیل رفتار مشاهده شده این است که تا حدی افزایش درصد سیلان باعث افزایش اتصالات عرضی بیشتر می شود. بعد از مقدار آستانه به دلیل ازدحام ایجاد شده احتمال پیوند خوردن سیلان بر پلیمر کاهش می یابد. در این حالت سیلان نقش نرم کننده دارد [۶].

جدول ۲- خواص فیزیکی و مکانیکی آمیزه های تولید شده با درصدهای مختلف وینیل تری آلکوکسی سیلان.

% silane	Hot set 200 °C		Hardness (shore A)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Tensile strength at break (MPa)	Elongation at break (%)	Tear strength (kgf/cm)	MFI (230 °C, 5kg)
	Extension >175%	Set >15%						
3	No passed	No passed	81.3	0.896	6.44	426	20.6	6.87
4	23.3	-21.1	79.8	0.889	6.11	356	21.7	4.07
5	7.9	-22.7	80.4	0.890	6.65	211	23.5	3.21
7	25.7	-27.0	81.2	0.884	6.26	376	22.9	9.50

### نتیجه گیری

آمیزه هایی با درصد های ۳، ۴، ۵ و ۷ وینیل تری آلکوکسی سیلان تهیه شد. نتایج نشان دادند که با افزایش میزان سیلان از ۳ تا ۷ درصد وزنی برخی خواص شامل دانسیته، سختی و استحکام کششی تاثیر چندانی نداشته است. شاخص جریان مذاب و ازدیاد طول ابتدا روند نزولی و سپس روند صعودی داشت. این رفتار نشان می دهند که تعداد اتصالات عرضی ایجاد شده تا حدی با افزایش درصد سیلان افزایش می یابد و پس از آن سیلان تاثیری در ایجاد اتصالات عرضی ندارد و بدون واکنش باقی می ماند.

### منابع

[1] S. Poongavalappil, P. Svoboda, R. Theravalappil, D. Svobodova, M. Danek, M. Zatloukal, Study on the influence of electron beam irradiation on the thermal, mechanical, and rheological properties of ethylene-octene copolymer with High comonomer content, Journal of Applied Polymer Science, 128: 3026–3033(2013).

[2] D.B.Stojanovic, A. Orlovic, M. Zrilic, I. Balac, C.Y. Tang, P.S. Uskokovic, R. Aleksic, The effects of functionalization on the thermal and tribo-mechanical behaviors of neat and grafted polyethylene nanocomposites, Journal of Applied polymer Composites, 34:1710–1719(2013).

[3] H. Azizi, J. Morshdian, M. Barikani, M. H. Wagner, Correlation between molecular structure parameters and network properties of silane-grafted and moisture cross-linked polyethylenes, Journal of Polymer Technology, 30: 286–300 (2011).

[4] Zheng-Hui Li, Guo-Hua Hu, Jean-Pierre Corriou, Sandrine Hoppe, Christian Fonteix, Richard Laine, Jean Habimana, Damien Deheunynck, A reactive extrusion process for the free radical grafting of silanes onto polypropylene: effects of processing conditions

1st

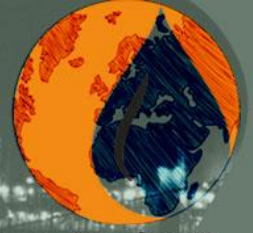
International Conference on

Oil, Gas, Petrochemical and HSE

اولین همایش بین المللی

نفت، گاز، پتروشیمی و HSE

اقتبر ۱۳۹۶



اولین همایش بین المللی

نفت، گاز، پتروشیمی و HSE

and properties of water cross-linked silane-grafted polypropylene, Journal of Polymer Engineering and Science, 53:1571–1581 (2013).

[5] J. Morshedian, P. Mohammad Hoseinpour, Polyethylene cross-linking by two-step silane method: a review, Journal of Iranian Polymer, 18:103-128(2009).