جداسازی پلی‌پروپیلن (PP) از مخلوط پلیمرهای مرسوم در چرخه ضایعات با استفاده از عامل شیمیایی سدیم لیگنوسولفونات (SL) به روش شناورسازی

فاطمه شریعتی‌کیا*[۱،*]، سعید استاد موحد[۲،**]**

گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*shariatikia.f@gmail.com**

*s-ostad@um.ac.ir***

چکیده

تفکیک به روش شناورسازی یکی از روش‌های کارآمد جهت بازیافت پلاستیک‌ها است. اساس این روش بر تغییر ترشوندگی انتخابی پلاستیک‌ها استوار است. برای تغییر ترشوندگی پلاستیک‌ها، سطح آن‌ها را می‌توان به دو روش شیمیایی یا فیزیکی اصلاح کرد. هدف اصلی این مطالعه اصلاح شیمیایی سطح پلیمرهای مورد مطالعه و جداسازی پلی‌پروپیلن (PP) در مخلوط پلیمری با استفاده از عامل شیمیایی سدیم لیگنوسولفونات (SL) است. نتایج نشان دادندکه این عامل شیمیایی با تاثیر بر سطح پلیمرها باعث تغییر در میزان آبدوستی آن‌ها و جداسازی PP از مخلوط می‌گردد. با توجه به درصد شناورسازی پلیمرهای مورد بررسی که تحت تاثیر این عامل شیمیایی قرار گرفته اند، همچنین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ماوراء بنفش (UV) میزان جذب عامل شیمیایی در پلیمرها مشخص گردید. به‌طور کلی با تاثیر عامل شیمیایی SL در عدم شناور شدن سایر پلیمرها به روش شناورسازی، پلیمر PP به میزان ۱۰۰ درصد از مخلوط پلیمری جداسازی شد.

واژه‌های کلیدی: سدیم لیگنوسولفونات، اصلاح سطحی، شناورسازی

۱- مقدمه

به منظور تغییر ترشوندگی سطح پلاستیک‌ها روش های شیمیایی بسیار متنوعی انجام شده است. در این روش عوامل شیمیایی با جذب شدن روی سطح پلیمر ها به صورت سطحی و تغییر میزان آبدوستی یا آبگریزی،

۱- دانشجو کارشناسی ارشد، شیمی پلیمر

۲- دانشیار، مهندسی پلیمر

باعث تغییر در میزان شناوری آن ها می‌شوند. در این زمینه تحقیقات بسیاری انجام و مواد مختلفی به عنوان عامل شیمیایی شناورساز برای جداسازی پلیمرها استفاده شده است.

شمس‌الدینی نگاری و همکارانش جداسازی پلی‌وینیل کلراید (PVC)، پلی‌استایرن (PS) و پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) را با استفاده از عوامل شیمیایی از جمله پلی‌وینیل الکل (PVA)، پلی‌اتیلن‌گلایکل (PEG)، متیل‌سلولز (MC)، تانیک اسید (TA) و متیل ایزوبوتیل کاربینول (MIBC) مطالعه کردند و دو کار ابتکاری در این پژوهش انجام شد : ۱- از ترمودینامیک فرآیند جذب برای توضیح تعامل بین پلیمرها و عوامل ترکننده استفاده شد. ۲- شرایط بهینه جداسازی پلاستیک‌های مذکور با تکنیک شناورسازی (که سطح آن‌ها توسط عوامل شیمیایی اصلاح شده است) تعیین شده است [۱] داوری و همکارانش اثر پلی‌اتیلن گلایکول، متیل ایزوبوتیل گلایکول، تانیک اسید، پلی‌وینیل الکل و متیل سلولز را بر روی میزان شناوری پلیمرهای ABS، POM و PC بررسی کردند[۲].

لیگنوسولفونات‌ها نزدیک به یک قرن است که به عنوان روان‌کننده و کاهنده آب در بتن استفاده می‌گردند. استفاده از آن‌ها در بتن، تأثیرات مثبتی همانند تاخیر در زمان گیرش و کاهش آب مورد نیاز را دارد. علاوه بر این، استفاده از این ماده باعث افزایش کارایی بتن و افزایش نفوذ هوا در آن نیز می‌شود. ظاهر آن به صورت پودر قهوه‌ای می باشد. ارزان، غیرسمی، در دسترس و به راحتی در آب و مواد قلیایی قابل حل است. این ماده به عنوان یک ماده مهم قابل تجدیدپذیر در منابع طبیعی دسته‌بندی می‌شود [۳]. همچنین یک بیوپلیمر سه‌بعدی بسیار منشعب است که از واحدهای فنیل پروپان، هیدروکسی فنیل، سرینگیل وگایاسیل تشکیل شده است [۴].

ژائو[1] و همکارانش برای یک سیستم سه‌تایی از پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی‌وینیل کلراید و پلی‌اتیلن، رفتار جذب و مکانیسم انتخاب‌گری واکنش‌های عامل شیمیایی شناورساز را مورد بررسی قرار دادند[۵]. تانگچای[2] و همکارانش با استفاده از ترکیبی از عوامل شناورساز شامل لیگنوسولفونات کلسیم، و سولفات آلومینیوم به جداسازی انتخابی POM، PET و PVC با تکنیک شناورسازی دست یافتند[۶].

۲- بخش تجربی

تمامی گرانول های پلیمر ها قبل از استفاده با آب دیونیزه شسته شده و در دسیکاتور در دمای اتاق خشک شده اند. آزمایش‌ها بررسی مقدار عامل شناورساز جذب شده روی سطح پلیمر در ۵ غلظت ابتدایی از SL (شامل ۱×۱۰^{-۵} تا ۵×۱۰^{-۵} مول برلیتر) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد. در هر غلظت هر بار ۲ گرم از گرانول پلیمر به همراه ۱۰ میلی لیتر از محلول ماده شناور ساز در لوله آزمایش به مدت یک ساعت که زمان کافی برای رسیدن به تعادل بود استراحت داده شد. غلظت نهایی محلول با استفاده از دستگاه UV و معادله بیرلامبرت[3]

1- Zhao

2- Thongchai

3- Beer–Lambert

اندازه‌گیری شد. با رسم نمودار و داشتن معادله مربوطه، غلظت مجهول هر محلول مشخص شد. به منظور بررسی اثر عامل شناورساز SL بر روی شناوری پلیمرها آزمایش‌های شناورسازی آن‌ها در ستون شناورسازی انجام شد. در آزمایش اول تمامی پلیمرها بدون استراحت در شناور ساز در ستون شناورسازی به مدت یک دقیقه شناور شدند. در آزمایش‌های بعدی ۵ غلظت متفاوت از SL تهیه شدند (شامل ۱×۱۰^{-۵} تا ۵×۱۰^{-۵} مول برلیتر). ۲۰ عدد گرانول از هر نوع پلیمر در ۱۰میلی لیتر محلول شناورساز به مدت ۱ ساعت استراحت داده شدند. سپس گرانول ها به ستون شناورساز منتقل شد. پس از گذشت یک دقیقه گرانول‌های شناورشده در سطح آب جمع‌آوری و شمرده شدند. تمامی آزمایش‌های ذکر شده ۳ بار تکرار شده اند و نتیجه میانگین گزارش شده است.

۳- آزمون‌ها و بحث

۳-۱- آزمایش شناورسازی

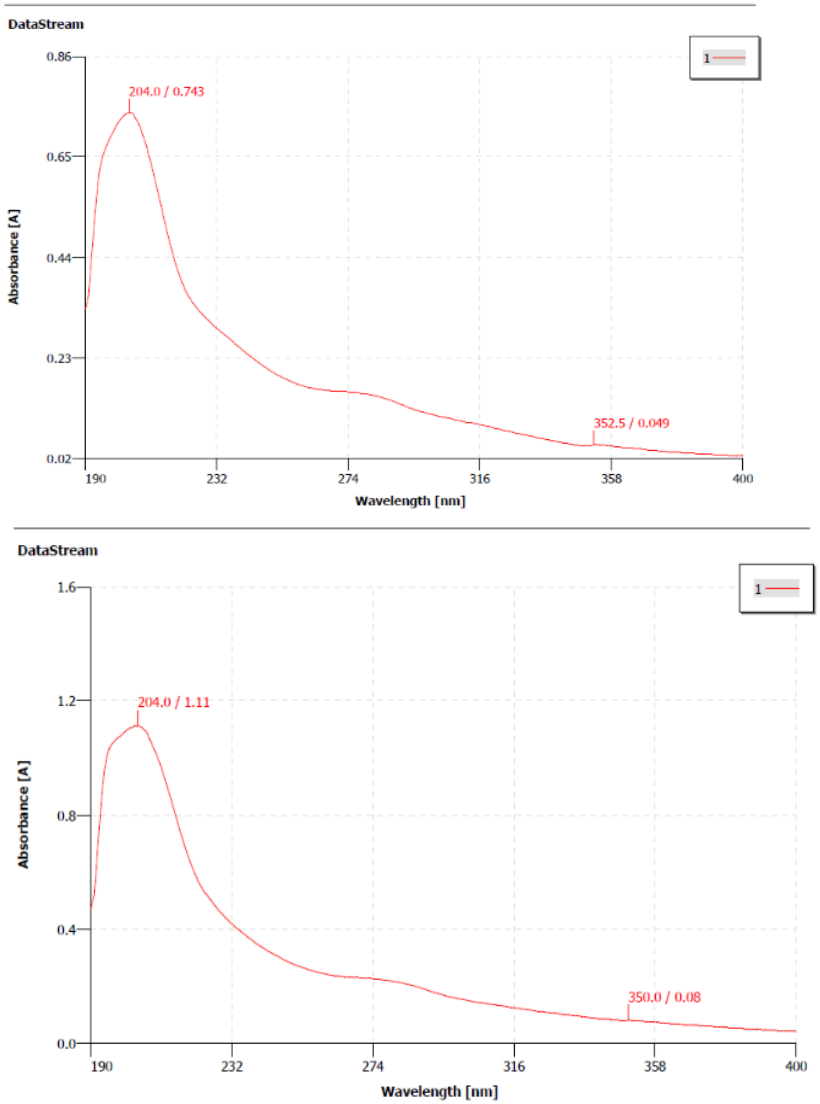
در آزمایش اولیه ۲۰ عدد گرانول از هر نوع پلیمر بدون اصلاح سطح با SL، جداگانه به تانک شناورسازی منتقل شدند و پس از گذشت یک دقیقه گرانول‌های شناور شده در سطح را جمع‌آوری کرده و درصد شناورسازی را تعیین کردیم. در آزمایش‌های بعدی ۵ غلظت متفاوت از SL تهیه شدند. ۲۰ عدد گرانول از هر نوع پلیمر در ۱۰ میلی لیتر محلول SL به مدت ۱ ساعت استراحت داده شدند و بعد به تانک شناورسازی منتقل شدند. این آزمایش‌ها در دمای محیط و PH = ۶٫۵ انجام شد. جدول ۱ درصد شناوری پلاستیک های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول۱- مقایسه درصد شناورسازی پلیمرها در حالت عادی و تحت تاثیر عامل شناورساز

نوع پلیمر	بدون شناورساز	۱×۱۰^{-۵} (mol/L)	۲×۱۰^{-۵} (mol/L)	۳×۱۰^{-۵} (mol/L)	۴×۱۰^{-۵} (mol/L)	۵×۱۰^{-۵} (mol/L)
PVC	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰
ABS	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰
PS	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
PP	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
POM	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰
PC	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰

۳-۲- انجام آزمایش UV

آزمایش‌ها بررسی مقدار عامل شناورساز جذب شده روی سطح پلیمر در ۵ غلظت ابتدایی از SL (شامل ۱×۱۰^{-۵} تا ۵×۱۰^{-۵} مول برلیتر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد. در هر غلظت هر بار ۲ گرم از گرانول پلیمر به همراه ۱۰ میلی لیتر از محلول ماده شناور ساز در لوله آزمایش به مدت یک ساعت که زمان کافی برای رسیدن به تعادل بود استراحت داده شد. غلظت نهایی محلول با استفاده از UV و معادله بیرلامبرت اندازه گیری شد. در این روش از محلول مادر ۴ غلظت مشخص تهیه و طیف گیری شد و با رسم نمودار و داشتن معادله مربوطه، غلظت مجهول هر محلول مشخص شد. در شکل ۱ دو نمونه از طیف‌های محلول های SL نشان داده شده است. محلول SL پیک واضحی در ۲۰۴ nm دارد که در هر غلظت عدد متفاوتی برای جذب نشان می‌دهد و این امر در تعیین غلظت محلول مجهول موثر می‌باشد. نمونه تصاویر UV در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- نمونه طیف UV در دو غلظت متفاوت عامل شناورساز (الف) ۱×۱۰^{-۵} مول برلیتر و (ب) ۵×۱۰^{-۵} مول برلیتر.

۳- نتیجه گیری

در این مطالعه به منظور جداسازی پلی‌پروپیلن از مخلوط پلیمرها از عامل شیمیایی سدیم لیگنوسولفونات استفاده شد. نتایج نشان دادند که این عامل شیمیایی با جذب سطحی بر روی سایر پلیمرها سبب آب‌دوستی آن‌ها شده و در نتیجه طور کلی شناورسازی آن‌ها را به صفر می‌رساند، اما بر میزان شناورسازی پلی‌پروپیلن تاثیرگذار نبود. نتایج حاصل از آزمون UV کاهش غلظت عامل شیمیایی در محلول های حاوی گرانول‌ها بجز پلی‌پروپیلن را اثبات کرد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون شناورسازی، عامل شیمیایی سدیم لیگنوسولفونات سبب به صفر رسیدن درصد شناورسازی پلیمرها بجز پلی‌پروپیلن شد. با ثابت ماندن درصد شناورسازی پلی‌پروپیلن به میزان ۱۰۰ درصد، این پلیمر به طور کامل از مخلوط پلیمرها به روش شناورسازی جداسازی شد.

منابع

[1] M. S. Negari, S.Ostad Movahed, A. Ahmadpour, Separation of polyvinylchloride (PVC), polystyrene (PS) and polyethylene terephthalate (PET) granules using various chemical agents by flotation technique. Separation and Purification Technology, 194 (2018).
[2] M. R. Davari, S. Ostad Movahed, The Flotation by Selected Depressants as an Efficient Technique for Separation of a Mixed Acrylonitrile Butadiene Styrene, Polycarbonate and Polyoxymethylene plastics in Waste Streams. Journal of Polymers and the Environment, 2019.
[3] D. Yang, , X. Qiu, M. Zhou, H. Lou, Properties of sodium lignosulfonate as dispersant of coal water slurry. *Energy Conversion and Management*, 2007.
[4] D. Yang, , H. Li, Y. Qin, R. Zhong, M. Bai, X.Q. Qiu, Structure and Properties of Sodium Lignosulfonate with Different Molecular Weight Used as Dye Dispersant. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 2015.
[5] Y. Zhao, S. Yang, H. Wen, Z. Shen, F. Han, Adsorption behavior and selectivity mechanism of flotation reagents applied in ternary plastic mixtures. Waste Management, 2019.
[6]T. Takoungsakdakun, S. Pongstabodee, Separation of mixed post-consumer PET-POM-PVC plastic waste using selective flotation. Separation and Purification Technology, 2007.

تمایل دارم این مقاله را در بخش ☐ پوستر ☐ شفاهی ارائه نمایم

Separation of polypropylene (PP) from conventional polymer mixture in the waste cycle using the chemical agent sodium lignosulfonate (SL) by flotation

Fateme Shariatikia

Saeed Ostad Movahed*

Presentor E-mail: shariatikia.f@gmail.com

Corresponding Author E-mail: s-ostad@um.ac.ir

Abstract

Separation by flotation is one of the efficient methods for recycling plastics. The basis of this method is based on changing the selective wettability of plastics. To change the wettability of plastics, their surface can be modified either chemically or physically. The main purpose of this study is to chemically modify the surface of the studied polymers and to separate polypropylene (PP) in the polymer mixture using the chemical agent sodium lignosulfonate (SL). The results showed that this chemical agent affects the surface of polymers and changes their hydrophilicity and separates PP from the mixture. According to the percentage of the studied polymers that have been affected by this chemical agent, the uptake of the chemical agent in the polymers was also determined using an ultraviolet (UV) spectrophotometer. In general, due to the effect of SL chemical agent on the non-buoyancy of other polymers by flotation method, PP polymer was separated from 100% of the polymer mixture.

Keywords: Sodium lignosulfonate, Surface modification, Flotation