

**ABSTRACT****Flame Retardant Hybrid System of Triphenyl Phosphate/Nanoclay in Evaluation of PC/ABS Compound and Mechanical Properties of PC/ABS Compound**E. Feyz<sup>1,2</sup>, Y. Jahani<sup>2\*</sup>, M. Esfandeh<sup>2</sup> and S.H. Jafari<sup>3</sup>

1. Petrochemical Research and Technology Co., P.O. Box: 14185-458, Tehran, Iran

2. Iran Polymer and Petrochemical Institute, P.O. Box: 14965-115, Tehran, Iran

3. School of Chemical Engineering, College of Engineering, University of Tehran,

P.O. Box: 11155-4563, Tehran, Iran

Received 8 August 2010, accepted 29 January 2011

**N**anoclay/triphenyl phosphate hybrid system was employed to examine the fire retardancy and mechanical properties of PC/ABS blends. Each of the polymers and their blends are widely used in the automotive, electrical and electronic industries. Because most thermoplastics are easily combustible they need to be flame retarded to reduce the burning rate especially in the initial phase of a fire incident. The effect of nanoclay on the fire resistance of nanocomposites has been the subject of many research works. Nanosize clay particles improve the fire performance of composites with no significant effect on the ignition ability and extinguishing time. The improvement in flame retardancy of composites has been observed only when nano size species are present with conventional flame retardant additives. Such combinations may result in either a desired level of flame retardancy lower than the normal conventional level with matrix property retention. In this study, the samples were prepared via a direct melt blending process in a twin-screw extruder, and the processing temperature was set at 200-250°C. The effects of nanoclay/triphenyl phosphate hybrid system on the fire retardancy of PC/ABS blend were assessed by cone calorimetry, LOI (Limited Oxygen Index) and UL94 (Underwriters Laboratories), and tensile and impact properties of the composites were determined. The synergistic effect of nanoclay on flame retardancy of TPP has been observed from the fire test and the mechanical properties were improved.

(\*) To whom correspondence should be addressed.  
E-mail: y.jahani@iippi.ac.ir

**Key Words:**

flamability,  
flame retardant,  
nanocomposite,  
cone calorimeter,  
mechanical properties

است. PC/ABS+(TPP+Nano) ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...  
 آزمون‌های اجزای و خواص مکانیکی ...

## چکیده

۱- تهران، ...  
 ۲- تهران، ...  
 ۳- تهران، ...  
 ۴- تهران، ...  
 ۵- تهران، ...  
 ۶- تهران، ...  
 ۷- تهران، ...  
 ۸- تهران، ...  
 ۹- تهران، ...  
 ۱۰- تهران، ...

# PC/ABS آمیزه مکانیکی اجزای و خواص پلی‌اتیلن فسیلات - نانوجاکی بر اساس پلی‌اتیلن فسیلات پلی‌پروپیلن

ISSN : 1016-3255  
 صفحه ۴۸۵-۴۸۹  
 سال پنجم و سوم، شماره ۳، زمستان ۱۳۸۹  
 مقاله علمی پژوهشی و تکرارپذیری



در کنار آن، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شد. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۱-۱ خلاصه شده است. در این جدول، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. در این جدول، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است.

در این جدول، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. در این جدول، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. در این جدول، مشخصات دستگاره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است.

بررسی نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای

نتایج و بحث

در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است.

در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است.

در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است.

در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است. در این بخش، نتایج حاصل از آزمون‌های اجزای مختلف بررسی شده است.

نوع پلیمر	مقدار (wt%)		
	PC	ABS	TPP
PC/ABS	۳۵	۳۵	-
PC/ABS+2% nano	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+4% nano	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+6% nano	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+10% TPP	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+13% TPP	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+15% TPP	۳۳/۳	۳۳/۳	-
PC/ABS+(2%TPP+8% nano)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
PC/ABS+(2%TPP+10% nano)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
PC/ABS+(2%TPP+12% nano)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
PC/ABS+(4%TPP+10% nano)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
PC/ABS+(6%TPP+10% nano)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳

جدول ۱-۱ - فرمول‌های پلی‌مری آنتی‌پال‌پلی‌مری.



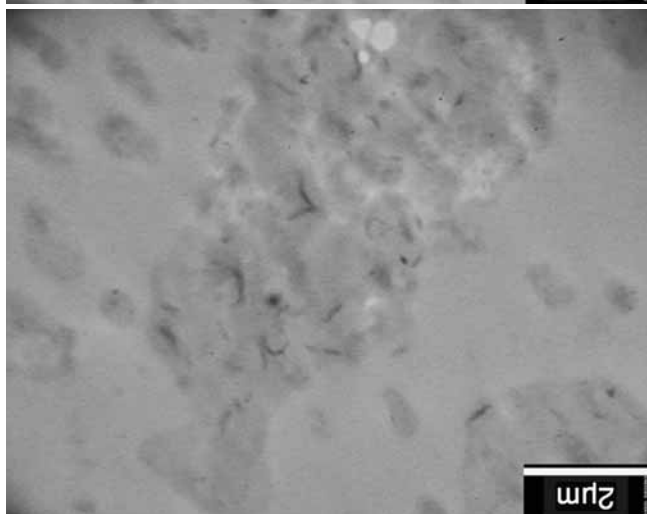
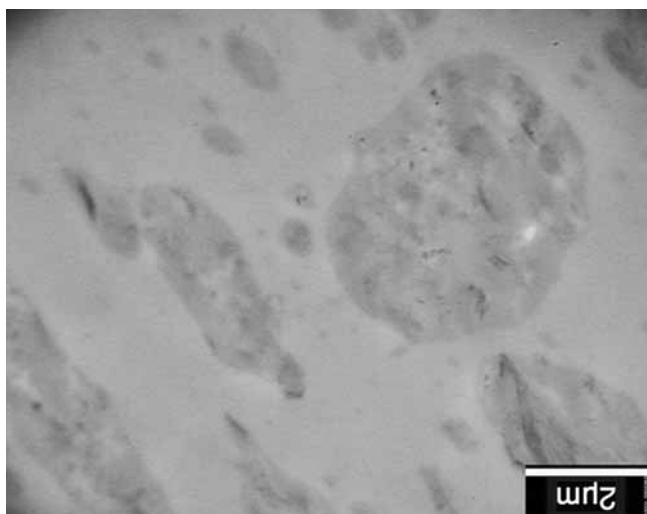


کارهای قای میراگر اصلاحی (است). با افزودن TPP نیز مانند این است که به دلیل ساز و کارهای مربوط به قای میراگر اصلاحی (هر چند که ساز و کارهای قای میراگر اصلاحی متفاوت است). همچون PC/ABS+TPP، مقایسه شده است. قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد که با نمونه بدون افزودنی قیاسی منحنی های مربوط به سرعت رهاش کرایس را می نشان دهد. مشاهده کرد.

PC با ریزش های قطره ای در ABS را در قای ریزش PC مشاهده کرد. به خصوص می توان قای ریزش در ABS مشاهده کرد. PC/ABS حاصلی از قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد و در واقع قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد. مشاهده کرد. PC/ABS حاصلی از قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد و در واقع قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد. مشاهده کرد.

PC/ABS+2%

شکل ۲ - TEM حاصل از مورفیته های مختلف در نمونه nano



\*d-value

زاویه (θ)	مقدار d* (nm)	فرمول بندی
۳/۸۵	۷/۲۹	تایر رسی
۳/۸۱	۷/۸۲	PC/ABS+2% nano

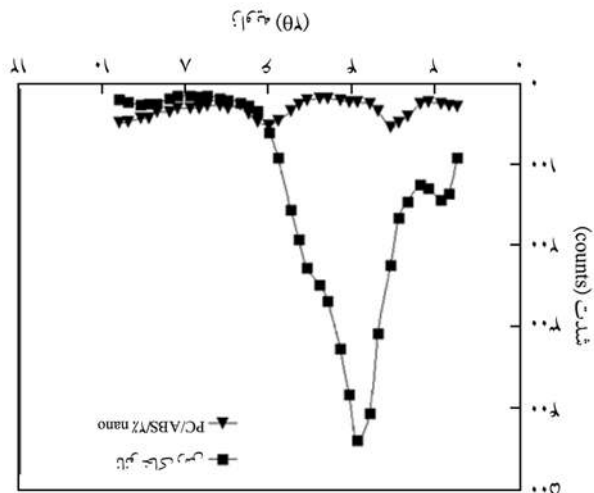
PC/ABS+2% nano

جدول ۳ - زاویه های XRD نمونه های تایر رسی و

تایر رسی و PC/ABS+2% nano. مشاهده کرد. PC/ABS حاصلی از قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد و در واقع قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد. مشاهده کرد. PC/ABS حاصلی از قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد و در واقع قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد. مشاهده کرد.

تایر رسی و PC/ABS+2% nano. مشاهده کرد. PC/ABS حاصلی از قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد و در واقع قیاسی بیندلی های حاوی TPP را نشان می دهد. مشاهده کرد.

شکل ۳ - XRD حاصل از دو نمونه تایر رسی و nano PC/ABS+2%

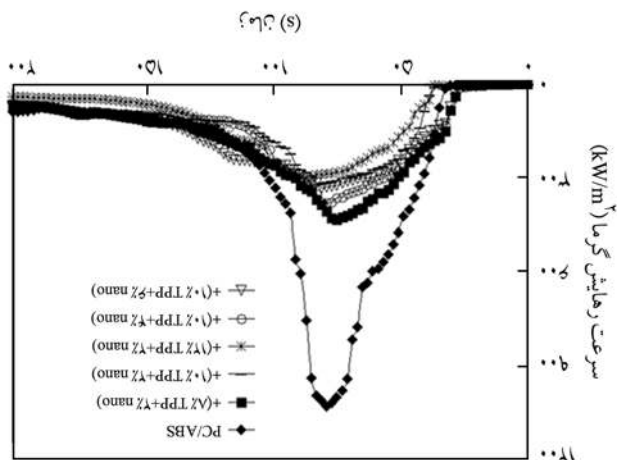


UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS	۲۳
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+2% nano	۲۷/۲
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+4% nano	۲۷/۴
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+6% nano	۲۸/۳
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+10%TPP	۲۹/۱
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+13%TPP	۲۹/۳
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+15%TPP	۲۹/۳
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+(2% nano+8%TPP)	۳۱/۹
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+(2% nano+10%TPP)	۳۳/۴
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+(2% nano+12%TPP)	۳۵/۹
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+(4% nano+10%TPP)	۳۴/۸
UL94 (۳ mm)	LOI (%)	PC/ABS+(6% nano+10%TPP)	۳۳/۳

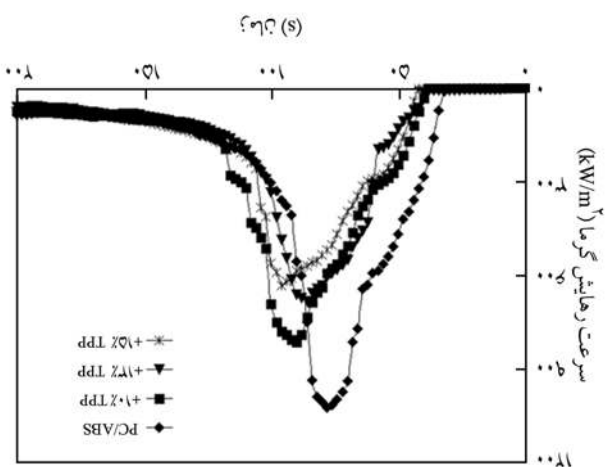
جدول ۴ - نتایج آزمون‌های UL94 و LOI

در آزمون‌های UL94 و LOI، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است. در آزمون‌های UL94، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است. در آزمون‌های UL94، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است. در آزمون‌های UL94، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است.

شکل ۴ - مقایسه میکروگراف‌های رهاش پلی‌کربنات PC/ABS با آمیزه‌های PC/ABS+(TPP+Nano) پلیمری



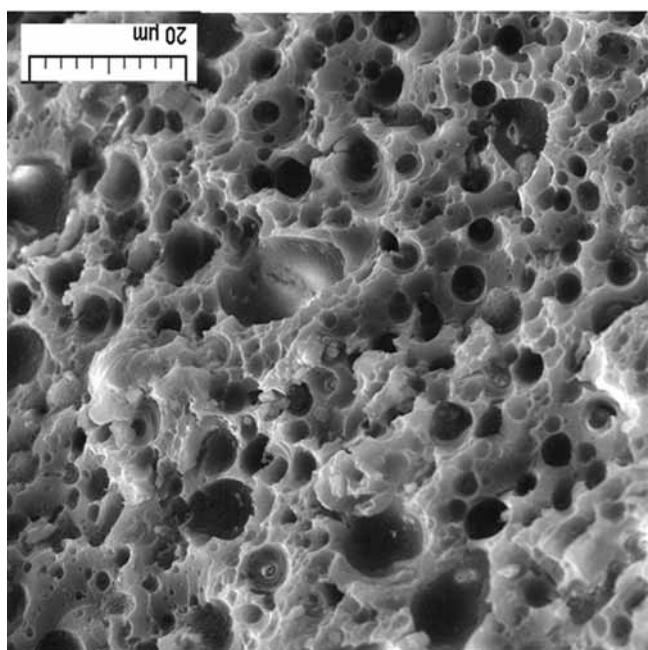
شکل ۵ - مقایسه میکروگراف‌های پلی‌کربنات PC/ABS با آمیزه‌های PC/ABS+TPP



در آزمون‌های UL94 و LOI، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است. در آزمون‌های UL94، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است. در آزمون‌های UL94، نتایج آزمون‌های UL94 و LOI در جدول ۴ به نمایش درآمده است.

شکل ۴ - مقایسه میکروگراف‌های رهاش پلی‌کربنات PC/ABS با آمیزه‌های PC/ABS+(TPP+Nano) پلیمری

شکل ۵ - مقایسه میکروگراف‌های رهاش پلی‌کربنات PC/ABS با آمیزه‌های PC/ABS+TPP











1. Kao H., Chen W., and Kuo W., Nonhalogen Flame Retardant Polycarbonate Composition, *US Pat. 4,692,488*, 2004.
2. Zhang Sh., Horrocks A., Holl R., and Kandola B.K., Flammability, Degradation and Structural Characterization of Fibre-Forming Polypropylene Containing Nanoclay-Flame Retardant Combinations, *J. Polym. Degrad. Stab.*, **91**, 719-725, 2006.
3. Dong Y. and Bhattacharyya D., Effect of Clay Type, Clay/Composite Content and Matrix Viscosity on the Mechanical Properties of PP/Organoclay Nanocomposites, *Composite, Part A*, **39**, 1177-1191, 2008.
4. Wang Sh., Hu Y., and Zong R., Preparation and Characterization of Flame Retardant ABS/Montmorillonite Nanocomposite, *Appl. Clay Sci.*, **25**, 49-55, 2004.
5. Innes J. and Innes A., Flame Retardant for Polycarbonate-New and Classical Solutions, *Plast. Add. Compound*, 2006.
6. Bakhtiari S. and Akbari L., An Experimental Investigation on Fire Behavior of Expanded Polystyrene, *J. Polym. Sci. Technol.*

## مراجع

7. Laoutid F., Bonnard L., Alexandre M., Lopez-Cuesta J., and Dubois Ph., New Prospects in Flame Retardant Polymer Materials: From Fundamental to Nanocomposites, *J. Mater. Sci. Eng.*, **63**, 100-125, 2009.
8. Yu D. and Bhattacharyya D., Effect of Clay Type, Clay/Composite Content and Matrix Viscosity on the Mechanical Properties of Polypropylene/Organoclay Nanocomposites, *J. Compos. Part A*, **39**, 1177-1191, 2008.
9. Morgan A.B. and Wilkie C.A., *Flame Retardant Polymer Nanocomposites*, John Wiley and Sons, Pennsylvania, 2007.
10. Murashko E., Levehik G., Levehik S., Bright D., and Dashevsky S., Fire-Retardant Action of Resorcinol Bis(diphenyl phosphate) in PC-ABS Blend, *J. Appl. Polym. Sci.*, **71**, 1863-1872, 1999.
11. Jacobus J.F., *Metal Catalyzed Intumescence of Polyhydroxy Compounds*, PhD Thesis, University of Pretoria, 2003.

است که رابطه هم افزایی خواص جزیین ترکتیات بازدارنده اشتعال متداول است و بازدارنده اشتعال بویین وجود دارد و هر دو هم یکدیگر را تقویت می کنند. علاوه بر این بررسی را محدود می کنند.

خواص اشتعال متداول نسبت به سایر آمیزه ها مشاهده می شود. ولی در خواص استحکام ضربه ای افت چشمگیری حاصل می شود. نتیجه حاصل از آزمون های اجزای و خواص مکانیکی دال بر این نکته است که نتیجه حاصل از آزمون های اجزای و خواص مکانیکی دال بر این نکته