

# بهبود خواص مکانیکی ورق PVC با استفاده از نانو ذرات کربنات کلسیم اصلاح شده با تیتانات

Hossein Salmani Tehrani\*, Fatemeh Taheri  
\*Manager of Research and Development, MAROON SANAT TEHRAN CO.  
\*Department of chemistry, Isfahan university  
E-mail: [h\\_salmani84@yahoo.com](mailto:h_salmani84@yahoo.com)

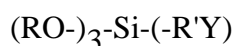
## چکیده:

ضربه پذیری و استحکام کششی از خواص مکانیکی بسیار مهم پلیمرها میباشد. مخلوط کردن ترکیبات پلیمری با لاستیکها و کوپلیمرها بطور گسترده ای بررسی شده است، در صورتیکه تعدادی از آنها استحکام کششی، مدول، فرایند مواد و پایداری حرارتی را کاهش میدهند. افزودن پرکننده های معدنی، قیمت محصول نهایی و پایداری حرارتی را بهبود بخشیده ولی استحکام کششی و ضربه پذیری را کاهش میدهند. براین اساس اغلب از نانو ذرات اصلاح شده با کامپوزیت های پلیمری استفاده میشود که بیشتر در مورد پلیمرهای ترموست و ترموپلاستیک منجمله، اپوکسی ها، پلی آمیدها، پلی پروپیلن و پلی استر بکار می رود. از آنجاییکه PVC به عنوان یکی از پر مصرف ترین پلیمرها در عایقهای الکتریکی، قالبهای پلاستیکی و مصالح ساختمانی محسوب میشود و نسبتاً توجه کمتری به ترکیبات پلی وینیل کلراید شده، در این مقاله از نانو ذرات کربنات کلسیم اصلاح شده با تیتانات به منظور بهبود خواص مکانیکی استفاده شده است.

## ۱- مقدمه

باعث پایداری کم سیستم در برابر تغییرات شیمیایی محیط و یا بکارگیری نیروهای قویتر مثل اولتراسونیک میشود.

روش بهتر استفاده از عاملهای جفت کننده (coupling agents) است. این ترکیبات می توانند بطور کووالانسی بین دو سطح نامشابه، مانند فصل مشترک یک پلیمر آلی و پرکننده معدنی، پیوندهایی همچون پل ایجاد کنند. در حال حاضر سه نوع از این ترکیبات مورد استفاده قرار میگیرد: زیرکونات/تیتانات، سیلانها و زیرکوالومیناتها. برای اولین بار در سال ۱۹۴۰ از سیلانها به عنوان عامل جفت کننده نتایج خوبی حاصل شد. ساختار عمومی آنها بصورت زیر میباشد:



که در آن R یک گروه هیدرولیز شونده و R'Y یک گروه عاملی آلی میباشد. مزایای استفاده از سیلانها اینست که ترکیبات آنها بسته به گروه عاملی آلی میتوانند در آب

اصلاح سطح نانو ذرات یکی از مباحث مهم در شیمی فیزیک میباشد. اصلاح سطح ذرات به چندین دلیل صورت میگیرد. وقتی سطح ذرات اصلاح میشود، می توان آنها را در حالت های مختلف و یا در مخلوطهایی از گونه های آلی یا پلیمری بکار برد. در این مقدمه ابتدا چندین روش اصلاح سطح معرفی میشود و سپس روش بکار رفته در این مقاله توضیح داده خواهد شد.

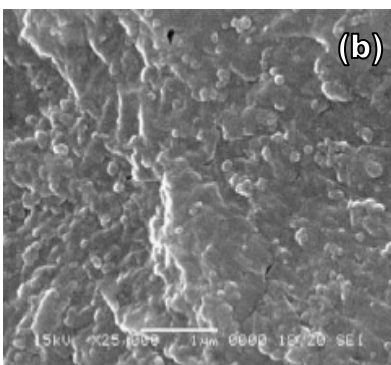
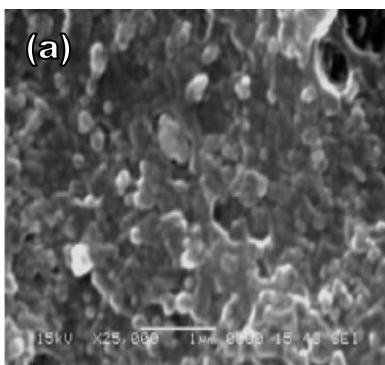
## ۱-۱ روش های اصلاح سطح

یکی از روشهای اصلاح سطح، استفاده از سورفکتانت ها میباشد. وقتی مولکولهای سورفکتانت بواسطه جذب یونی، بر روی سطح ذرات قرار میگیرند از طریق گروه های آلکیل خود یک مانعت فضایی ایجاد کرده که از بهم پیوستن و انباشتگی ذرات پرکننده جلوگیری میکنند. بزرگترین عیب این روش فقدان پیوندهای کووالانسی بین مولکولهای سورفکتانت و ذرات پرکننده میباشد که

ورق PVC با ضخامت ۱۵ mm، در دمای ۱۶۰ °C به مدت ۲۰ دقیقه تهیه شدند.

### ۳- نتایج:

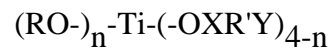
تصاویر SEM از PVC/nano-CaCO<sub>3</sub> اصلاح شده با تیتانات (شکل ۲) نشان می‌دهد که ذرات کربنات کلسیم اصلاح نشده حالت انباشتگی داشته و اندازه آنها تقریباً بین ۲۰۰-۵۰۰ nm می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود که فصل مشترک بین ذرات فیلر و بافت پلیمر شفاف است که نمایانگر عدم چسبندگی مناسب دو فاز می‌باشد. از طرف دیگر، همانطور که شکل ۲b نشان می‌دهد، نانو ذرات اصلاح شده با تیتانات بطور موثری در سطح بافت پلیمری پراکنده شده اند و اندازه ذرات آنها تقریباً ۱۰۰ nm می‌باشد، همچنین به علت ایجاد پیوند بین دو فصل مشترک فیلر- پلیمر چسبندگی قابل ملاحظه ای مشاهده می‌شود.



شکل ۲- تصاویر SEM ورق تهیه شده با ۱۵ phr کربنات کلسیم (a) کربنات کلسیم اصلاح نشده (b) کربنات کلسیم اصلاح شده

پس از انجام تستهای کشش و ضربه، همانطور که انتظار می‌رفت استحکام کششی و ضربه پذیری ورق PVC

انحلال پذیر باشند و همچنین به علت اینکه پیوند Si-C بسیار پایدار می‌باشد، هیدرولیز نمی‌شود. اما ساختار تیتاناتها بصورت زیر می‌باشد:



بنظر می‌رسد این ترکیب نسبت به دیگر عاملهای جفت کننده مزایای نسبتاً بیشتری داشته باشد. در مولکول این ترکیب ۶ گروه عاملی قابل تشخیص می‌باشد. گروه عاملی (۱) یک گروه هیدرولیز شونده و با سطحی که پروتونه و یا هیدروکسیله باشد براحتی واکنش می‌دهد (شکل ۱). (۲) اتم تیتانیم، یک پیوند Ti-O تشکیل داده که تفکیک شده و با سطح پلیمر واکنش می‌دهد. (۳) X: گروههای عاملی احاطه کننده از قبیل فسفاتو، پیروفسفاتو، سولفونیل و کربوکسیل که به عنوان کنترل کننده سرعت پخت و ضد خوردگی عمل میکنند. (۴) R': گروه عاملی ترموپلاستیک از قبیل ایزوپروپیل، بوتیل، اکتیل و بنزیل آروماتیک. (۵) Y: گروه عاملی ترموست از قبیل متاآکریل، مرکاپتو و آمینو. (۶) 4-n: تعداد گروههای عاملی آلی (مونو، دی، تری).

### ۲- بخش تجربی

فرمول عامل جفت کننده تیتانات موسوم به:

LICA38 (Liquid Coupling Agent), که از

Kenrich Petrochemicals INC, USA توسط

شرکت مارون صنعت تهران (اصفهان) تهیه شده، بصورت

زیر می‌باشد:

Titanium IV 2,2(bis 2-propenolatomethyl)

butanolato, tris (dioctyl) pyrophosphato

مواد دیگر شامل S-PVC، nano-CaCO<sub>3</sub>، DOP،

استابیلیزرها، تیتانیم دی اکسید (لوتوس) و پیگمنت

می‌باشد.

در ابتدا به منظور جلوگیری از بهم پیوستن ذرات کربنات

کلسیم و تشکیل تک لایه های اتمی از عامل جفت

کننده بر روی سطح ذرات فیلر، تیتانات (۳phr-۲٪) را

در مقدار معینی پلاستی سایزر حل کرده و سپس فیلر و

PVC را بترتیب به آن اضافه می‌کنیم. در آخر میتوان

مواد باقیمانده را در یک مرحله به مخلوط اضافه کرد.

سپس با استفاده از یک Roll-mill (آزمایشگاه مرکزی

شرکت مارون صنعت تهران) نمونه های طولی و عرضی از

2. J. W. CHO and D. R. PAUL,  
Polymer 42 (2001) 1083.

تهیه شده از نانو ذرات کربنات کلسیم اصلاح شده با  
تیتانات افزایش قابل توجهی نشان داد (شکل ۴۳).

#### ۴- مراجع

1. S. H. JAFARI and A. K.  
GUPTA, J. Appl. Polym. Sci.  
78 (2000) 962.

