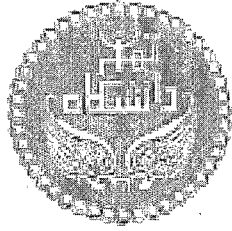




34569

۸۷/۱/۱۰۶۹۶۸
۸۷/۱/۱۲



دانشگاه تهران
پردیس علوم
دانشکده شیمی

عنوان :

«سنتز ، شناسائی و بررسی خواص نانوکامپوزیت کویلیمر

استایرن - متیل متاکریلات / خاک رس»

نگارش :

سید فرشاد متولی زاده

استاد راهنما:

آقای دکتر ناصر شریفی سنجانی

آقای دکتر محمدحسین رفیعی فنود

استاد مشاور:

آقای دکتر حسین مهدوی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته شیمی پلیمر

۹۹۶۷۴

کتابخانه دانشگاه تهران
شماره ثبت کتاب

۳۳۸۷ / ۱۶۱ / ۳۳۵



جمهوری اسلامی ایران
دانشگاه تهران

اداره کل تحصیلات تکمیلی

شماره _____
تاریخ _____
پیوست _____

باسمه تعالی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب سید مرتضی رسولی راز متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه / رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است ، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه / رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است . در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد .
کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به پردیس / دانشکده / مرکز دانشگاه تهران می باشد .

سید مرتضی رسولی راز
نام و نام خانوادگی دانشجو
امضاء

آدرس : خیابان انقلاب اول خیابان فجر رازی - پلاک ۵ - کد پستی : ۱۳۰۴۵/۵۶۸

تلفن : ۶۴۹۷۳۱۴



دانشگاه تهران

پردیس : علوم

دانشکده : شیمی

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای سید فرشاد متولی زاده در رشته شیمی کاربردی گرایش پلیمر با عنوان : سنتز ، شناسایی و بررسی خواص نانوکامپوزیت کوپلیمر استایرن - متیل متاکریلات / خاک رس را در تاریخ ۸۷/۴/۱۹

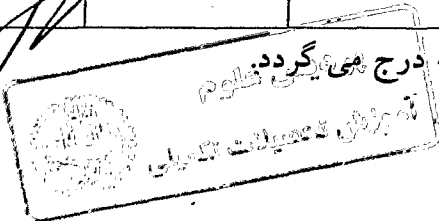
به عدد به حروف

با نمره نهایی : ۱۹/۲ نوزده و دو دهم تمام

و درجه : عالی ارزیابی نمود:

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (برحسب مورد)	دکتر ناصر شریفی سنجانی دکتر محمدحسین رفیعی فنود	دانشیار استادیار	تهران تهران	
۲	استاد مشاور :	دکتر حسین مهدوی	دانشیار	تهران	
۳	استاد مدعو : (یا استاد مشاور دوم)				
۴	استاد مدعو :	دکتر نادر طاهری قزوینی	استادیار	تهران	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی پردیس یا دانشکده شیمی :	دکتر حسین مهدوی	دانشیار	تهران	

تذکر: این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد. علوم



تقدیم به :

میوه های دلم پدر و مادرم

پاره های وجودم برادرانم

استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر ناصر شریعی سجانی

و

سهدای دانشجوی دانشگاه تهران

چکیده :

سنتز و خواص نانوکامپوزیت کوپلیمر استایرن - متیل متاکریلات / خاک رس مورد بررسی قرار گرفت. نسبت مونومرها تغییر داده شد و تغییرات خواص حاصل از آنها مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

از روش پلیمریزاسیون امولسیون برای تهیه نانوکامپوزیت استفاده شد. به منظور افزایش فاصله در خاک رس ها از فاز پیوسته آب و مونومر متیل متاکریلات استفاده شد. از امواج اولترا سوند برای پخش شدن بهتر ذرات خاک رس در آب و یکنواخت شدن و کوچکتر شدن اندازه میسل ها استفاده شد.

برای بررسی ساختار نانوکامپوزیت از طیف XRD و تصاویر TEM بهره گرفته شد که طیف های بدست آمده از XRD و TEM نشان دهنده مورفولوژی اکسفولیتد (exfoliated) است. به منظور بررسی خواص و ویژگی های نانوکامپوزیت های بدست آمده از آنالیز های DSC، TGA و IR بهره گرفته شد. نتایج بدست آمده از آنالیزهای بالا نشان می دهد که نانوکامپوزیت های بدست آمده بهبودهای قابل توجهی را در خواص گرمایی و پایداری دمایی از خود نشان می دهند. زمانی که مقدار متیل متاکریلات در نمونه های بالاتر باشد افزایش در T_g به طور قابل توجهی اتفاق می افتد و زمانی که مقدار استایرن در نمونه های بدست آمده بالاتر باشد افزایش بسیار خوبی در پایداری گرمایی و دمای تخریب مشاهده می شود.

تقدیم و سپاسگزاری

هر مرحله از زندگی با پستی و بلندی های خاص خویش یادآور وظیفه آدمی برای رسیدن به کمال آفرینش است و اینکه تلاش حکمی است برای رسیدن از فرش به عرش. اکنون که با خواست آفریننده انس و الفت و او که عشق را آفرید، دوره ای دگر از این مسیر سبز را طی کرده ام، از راهنمایی های فکری و قلبی پروردگار که طی مسیر را برایم هموار و با اهدای صبر و شکیبایی گوارایی خاطریم را با وجود موج های سهمگین روزگار آرام نگه داشت با صدای بلند سپاسگزاری می کنم و امیدوارم که تا آخرین لحظه عمر مرا در پرتو عنایات خویش قرار دهد.

و نیز او را عاشقانه می ستایم که توفیق تحصیل علم و معرفت را به این بنده ناتوان خود عطا فرمود. درود و رحمت بیکران خداوند بر امام زمانم، قبله دلم که همواره در آغوش محبت و هدایت او بودم، هستم و انشاء اله خواهم بود کسی که پیوسته مرا به سمت جایگاههایی فراتر از آنچه در ذهنم بوده سوق داده است.

از محضر پدر و مادر عزیز و گرانقدرم که بدون دریغ مرا مورد لطف و حمایت و محبت خود قرار داده اند عاجزانه با تمام وجودم تشکر و قدردانی می نمایم.

از استاد معظم و معزز جناب آقای دکتر ناصر شریفی سنجانی که با راهنمایی های دلسوزانه خود قلب مرا به نور علم و معرفت منور نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم. از زحمات بی دریغ اساتید بزرگوار آقای دکتر حسین مهدوی، آقای دکتر نادرطاهری فروینی، آقای دکتر حسین رفیعی فنود و آقای دکتر رشیدی کمال تشکر و امتنان را دارم. از آقای مهندس هاشمی، سرکار خانم فتوحی و آقای فرجی که دلسوزانه بنده را یاری فرمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

از سرکار خانم فرزانه و سرکار خانم مدلل کار تشکر می نمایم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	• فصل اول :
۱	۱-۱ مقدمه.....
۲	۲-۱ نانو کامپوزیت های پلیمر / سیلیکات های لایه ای.....
۲	۱-۲-۱ ساختار و خواص سیلیکات های لایه ای (خاک رس ها) (Clay).....
۷	۲-۲-۱ اورگانو خاک رس.....
۱۶	۳-۱ انواع نانو کامپوزیت ها.....
۱۷	۴-۱ تکنیک های مورد استفاده برای شناسایی نانو کامپوزیت ها.....
۲۰	۵-۱ روش های سنتز نانو کامپوزیت های PLS و کاربردهای آنها.....
۲۳	۱-۵-۱ روش پلیمریزاسیون درجا.....
۳۱	۲-۵-۱ روش اختلاط ذوب.....
۳۲	۶-۱ دمای انحراف گرمایی.....
۳۳	۷-۱ پایداری گرمایی.....
۳۶	۸-۱ هدف پژوهش.....
	• فصل دوم
۳۷	۱-۲ مواد مورد استفاده.....
۳۸	۲-۲ دستگاهها.....
	۳-۲ تهیه نانو کامپوزیت کوپلیمر استایرن - متیل متاکریلات / خاک رس به روش

پلیمریزاسیون

۳۸	درجا
۳۹	۴-۲ آماده سازی نمونه ها جهت آنالیز
	• فصل سوم
۴۲	۱-۳ نتایج آنالیز XRD
۴۶	۲-۳ تصاویر میکروسکوپ الکترونی
۶۲	۳-۳ طیف های مادون قرمز (FT-IR)
۶۸	۴-۳ خواص حرارتی
۷۶	۵-۳ نتیجه گیری کلی
۷۷	References

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	• فصل اول
۴	شکل ۱-۱ الف ساختار بلوری یک لایه خاک رس
۵	شکل ۱-۱ ب ساختار بلوری یک لایه خاک رس
	شکل ۲-۱ نمای شماتیک از مورفولوژی قرارگیری بهبود دهنده در بین لایه های خاک رس
۹	تک لایه و دولایه - خطی و پارافینی
	شکل ۳-۱ اثر طول و تعداد زنجیر مواد فعال سطحی بر روی فاصله بین لایه ها در
۱۱	اورگانو خاک رس
	شکل ۴-۱ الف) اثر حلال بر روی فاصله بین لایه ها در خاک رس ب) اثر مونومر بر روی
	فاصله
۱۳	بین لایه ها در خاک رس
	شکل ۵-۱ الف) اثر نسبت مونومرها در تشکیل ساختار نانوکامپوزیت با خاک رس
	اکسفولیتد
۱۴	ب) تشکیل نانوکامپوزیت بوتیل آکریلات و متیل متاکریلات با هر نسبت وزنی
۱۵	شکل ۶-۱ نمای شماتیک از مورفولوژی های مختلف توزیع خاک رس در ماتریس پلیمر
۱۶	شکل ۷-۱ نمای شماتیک از مورفولوژی های متفاوت توزیع خاک رس در ماتریس پلیمر
	شکل ۸-۱ نمودارهای XRD و تصاویر TEM متناظر با آنها برای
۱۸	نانوکامپوزیت های مختلف
	شکل ۹-۱ a) نمودار XRD نانوکامپوزیت های PS ، PI و کوپلیمر PS-PI با MMT های
	مدیفای شده مختلف b) نمودار XRD کوپلیمر PI-PS با مقادیر a) ۰/۷ b) ۲/۱ c) ۳/۵
۲۲	d) ۶/۷ و c) ۹/۵ wt% خاک رس مدیفای شده

شکل ۱-۱۰ نمودار WAXD نانوکامپوزیت های استایرن و MMA با خاک رس های	
بهبود یافته	۲۴
شکل ۱-۱۱ تصاویر TEM نانوکامپوزیت های (a) PMMA/STN (b) PMMA/SPN (c)	
PS/SPN	۲۵
شکل ۱-۱۲ نمودار XRD نانوکامپوزیت های PMMA/ SPN و اثر کومونومرهای مختلف	
برروی مورفولوژی	۲۷
شکل ۱-۱۳ تصاویر TEM نانوکامپوزیت PMMA/SPN و اثر کومونومر روی	
مورفولوژی	۲۸
شکل ۱-۱۴ نمودار طول در مقابل ضخامت ذرات خاک رس پخش شده در ماتریس کوپلیمر	
به دست آمده از تصاویر TEM	۲۹
شکل ۱-۱۵ ساختار مدیفایر خاک رس MMT در نانوکامپوزیت PS	۳۰
شکل ۱-۱۶ نمودار XRD نانوکامپوزیت PS/OMLS	۳۱
شکل ۱-۱۷ نمای شماتیک از پیوند هیدروژنی بین N6 و سطح خاک رس	۳۲
شکل ۱-۱۸ نمودار TGA ، PS ، نانوکامپوزیت PS	۳۴
شکل ۱-۱۹ نمودار دمای ۱۰٪ کاهش وزن برحسب مقدار خاک رس در نانوکامپوزیت های	
PS	۳۵

• فصل سوم

شکل ۳-۱ نمودار XRD خاک رس معمولی	۴۳
شکل ۳-۲ نمودار XRD نانوکامپوزیت با نسبت ۴ به ۱ MMA به St	
و ۵ wt% خاک رس	۴۳
شکل ۳-۳ نمودار XRD نانوکامپوزیت با نسبت ۳ به ۲ MMA به St	
و ۵ wt% خاک رس	۴۴

- شکل ۳-۴ نمودار XRD نانوکامپوزیت با نسبت ۲ به ۳ MMA به St
 و ۵ wt% خاک رس ۴۴
- شکل ۳-۵ نمودار XRD نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۴ MMA به St
 و ۵ wt% خاک رس ۴۵
- شکل ۳-۶ نمودار XRD نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St
 و ۵ wt% خاک رس ۴۵
- شکل ۳-۷ تصویر TEM خاک رس در آب ۴۶
- شکل ۳-۸ تصویر TEM خاک رس در آب ۴۶
- شکل ۳-۹ تصویر TEM کوپلیمر MMA-St با نسبت ۱ به ۱ ۴۷
- شکل ۳-۱۰ تصویر TEM کوپلیمر MMA-St با نسبت ۱ به ۱ ۴۷
- شکل ۳-۱۱ تصویر TEM کوپلیمر MMA-St با نسبت ۱ به ۱ ۴۸
- شکل ۳-۱۲ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۴۹
- شکل ۳-۱۳ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۴۹
- شکل ۳-۱۴ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۵۰
- شکل ۳-۱۵ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۵۰
- شکل ۳-۱۶ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۵۱
- شکل ۳-۱۷ تصویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت ۱ به ۱ MMA به St ۵۱
- شکل ۳-۱۸ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۲
- شکل ۳-۱۹ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۲
- شکل ۳-۲۰ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۳
- شکل ۳-۲۱ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۳
- شکل ۳-۲۲ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۴
- شکل ۳-۲۳ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۴
- شکل ۳-۲۴ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۵

- شکل ۳-۲۵ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۵
- شکل ۳-۲۶ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۶
- شکل ۳-۲۷ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۶
- شکل ۳-۲۸ تصاویر TEM نانوکامپوزیت با نسبت مونومر St به MMA ۴ به ۱ ۵۷
- شکل ۳-۲۹ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۳ به ۲ ۵۷
- شکل ۳-۳۰ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۳ به ۲ ۵۸
- شکل ۳-۳۱ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۳ به ۲ ۵۸
- شکل ۳-۳۲ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۱ به ۴ ۵۹
- شکل ۳-۳۳ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۱ به ۴ ۵۹
- شکل ۳-۳۴ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۱ به ۴ ۶۰
- شکل ۳-۳۵ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۲ به ۳ ۶۱
- شکل ۳-۳۶ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۲ به ۳ ۶۱
- شکل ۳-۳۷ تصاویر TEM نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۲ به ۳ ۶۲
- شکل ۳-۳۸ طیف مادون قرمز خاک رس معمولی ۶۳
- شکل ۳-۳۹ طیف مادون قرمز کوپلیمر St-MMA ۶۳
- شکل ۳-۴۰ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۱ به ۴ ۶۵
- شکل ۳-۴۱ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۱ به ۱ ۶۵
- شکل ۳-۴۲ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۴ به ۱ ۶۶
- شکل ۳-۴۳ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۳ به ۲ ۶۶
- شکل ۳-۴۴ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت زمانی که نسبت St به MMA ۲ به ۳ ۶۷
- شکل ۳-۴۵ طیف مادون قرمز نانوکامپوزیت ، خاک رس ، کوپلیمر St-MMA بصورت مقایسه ای ۶۷
- شکل ۳-۴۶ نمودار آنالیز DSC نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۱ به ۱ ۶۸
- شکل ۳-۴۷ نمودار آنالیز DSC نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۱ به ۴ ۶۹

- شکل ۳-۴۸ نمودار آنالیز DSC نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۲ به ۳ ۶۹
- شکل ۳-۴۹ نمودار آنالیز DSC نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۳ به ۲ ۷۰
- شکل ۳-۵۰ نمودار آنالیز DSC نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۴ به ۱ ۷۰
- شکل ۳-۵۱ نمودار آنالیز DSC کوپلیمر با نسبت St به MMA ۱ به ۱ ۷۱
- شکل ۳-۵۲ نمودار آنالیز TGA مربوط به نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۱ به ۱ ... ۱ ۷۲
- شکل ۳-۵۳ نمودار آنالیز TGA مربوط به نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۱ به ۴ ... ۴ ۷۳
- شکل ۳-۵۴ نمودار آنالیز TGA مربوط به نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۲ به ۳ ... ۳ ۷۳
- شکل ۳-۵۵ نمودار آنالیز TGA مربوط به نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۴ به ۱ ... ۱ ۷۴
- شکل ۳-۵۶ نمودار آنالیز TGA مربوط به نانوکامپوزیت با نسبت St به MMA ۳ به ۲ ... ۲ ۷۴
- شکل ۳-۵۷ نمودار آنالیز TGA کوپلیمر با نسبت St به MMA ۱ به ۱ ۷۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
• فصل اول	
جدول ۱-۱ فرمول شیمیایی و CEC مربوط به خاک رس های دسته اسمکتیک..... ۶	
جدول ۱-۲ مقادیر پارامترهای Hansen و اثر آن بر توزیع خاک رس در حلالهای آلی ... ۱۲	
جدول ۱-۳ HDT مربوط به PP و نانوکامپوزیت f-MMT و اورگانو MMT..... ۳۳	
• فصل دوم	
جدول ۱-۲..... ۳۸	

فصل اول

«تئوري»

۱-۱ مقدمه

تقویت پلیمرها با یک فاز معدنی یا آلی برای تولید یک نانوکامپوزیت منجر به تولید نسل جدیدی از پلاستیک ها شده است. تمام تلاشی که در حدود دو دهه گذشته برای تولید نانوکامپوزیت ها صورت گرفته است در این جهت بوده که مدول کششی و استحکام و خواص پلیمرها را بهبود بخشند بدون اینکه مستلزم این باشد که مقاومت ضربه ای^۱ آن کاهش پیدا کند. علاوه بر این موارد، دمای گرمای شکل خمشی (HDT)^۲ در نانو کامپوزیت ها تا حدود ۱۰۰°C در بعضی موارد افزایش یافته است و این بدان معناست که از این مواد می توان در محیط هایی که نیاز به دمای بالا برای کارکردن است، همانند بخش های زیرین کاپوت اتومبیل ها و... استفاده کرد.

در کنار این بهبود خواص، نانوکامپوزیت ها به طور کل موادی هستند که به راحتی تحت شرایط فرآیندی مختلف موجود برای شکل دهی پلیمرها، نظیر اکستروژن، قالبگیری بادی و... قرار می گیرند. استفاده از پرکننده های معدنی باعث شده است تا در کنار این بهبود در خواص نانوکامپوزیت های بدست آمده دارای دانسیته کمتری نسبت به آنها باشد. این کاهش وزن از جنبه محیط زیستی بسیار اهمیت پیدا می کند. به عنوان مثال، گزارش شده است که استفاده همه جانبه از نانوکامپوزیت ها توسط کارخانه های خودروسازی آمریکا باعث شده است تا در مدت یکسال ۱/۵ بیلیون لیتر در مصرف سوخت صرفه جویی شود و علاوه بر آن تولید گاز CO₂ تا حدود ۱۰ بیلیون تن کاهش پیدا کند [۱]. به علاوه استفاده از این نانوکامپوزیت ها در بسته بندی های مواد غذایی باعث شده است که نه تنها این مواد با ایمنی و بهداشت بالاتری به علت بهبود خواص این پلیمرها نگهداری شوند بلکه باعث شده تا دیگر از تهیه بسته های چند لایه برای محافظت مواد غذایی بی نیاز شویم و این خود باعث می شود تا محیط زیست اطراف ما سالم تر باقی بماند. یکی از بزرگترین چالش هایی که در توسعه نانوکامپوزیت ها وجود دارد آن است که یک مدل ساده برای ارتباط بین ساختار و خواص هنوز ارائه نشده است. این مسئله باعث می شود تا بیشتر کارها و

۱ - Impact resistance

۲ - Heat Distortion Temperature

تحقیقات به صورت تجربی باشد و در نتیجه پیش بینی محدودیت های این مواد یا حداکثر کارایی آنها بسهولت و قابل دسترس نباشد.

۲-۱ نانو کامپوزیت های پلیمر / سیلیکات های لایه ای (PLS) (Polymer layered silicate)

در سالهای اخیر نانوکامپوزیت های پلیمر / سیلیکات (PLS) هم از نظر صنعتی و هم از نظر آکادمی بسیار مورد توجه بوده اند. به این علت که آنها رفتار و خواص پلیمرهای خالص را بسیار بهبود می بخشند. این بهبود در خواص شامل بهبود در سختی [۷-۲] افزایش استحکام و پایداری گرمایی [۸] کاهش نفوذپذیری در مقابل گازها [۹-۱۳] کاهش آتشگیری [۱۴-۱۸] و افزایش زیست تخریب پذیری، پلیمرهای زیست تخریب پذیر، می باشد [۱۹]. علاوه بر کاربردها و خواص این مواد که مورد مطالعه قرار گرفته است، علاقه قابل توجهی هم برای مطالعه و تحقیق و بررسی بر روی تئوری و بهینه سازی روشهای تهیه این مواد وجود دارد که از آن جمله به منابع [۲۰-۳۵] می توان اشاره نمود. همچنین این دسته از مواد به عنوان سیستم های یکپارچه برای مطالعه ساختار و دینامیک پلیمرها در یک فضای تعریف شده، نیز مورد توجه می باشد که می توان به عنوان نمونه منابع [۳۶-۴۳] ذکر کرد.

در زمینه نانوکامپوزیت های PLS حرکت های بسیار بزرگی انجام شده است. اما دو یافته مهم، باعث شد که علاقه بسیار زیادی برای کارکردن در این زمینه به وجود بیاید. اولین کار، گزارش گروه تحقیقاتی توپوتا [۲] مبنی بر تهیه نانوکامپوزیت نایلون ۶/MMT می باشد که در این گزارش آنها توانسته اند با مقدار بسیار کمی از خاک رس خواص مکانیکی و گرمایی نایلون ۶ را تا حد بسیار قابل توجهی بهبود بخشند. دومین کار به وسیله Vaia [۴۴] بود که ثابت کرد تهیه نانوکامپوزیت به روش اختلاط ذوب و بدون هیچ حلالی امکان پذیر است.

۱-۲-۱ ساختار و خواص سیلیکات های لایه ای (خاک رس ها) (Clay)

خاک رس ها، سیلیکاتهای آلومینیوم آبدار هستند و به طور کلی در دسته فیلوسیلیکاتها دسته بندی می شوند. آنها ترکیبی از صفحات تتراهدرال و اکتاهدرال هستند. جزء اصلی آنها صفحه تتراهدرال است که شامل سیلیکا می باشد. صفحه اکتاهدرال شامل عناصر گوناگونی مثل Al، Mg و

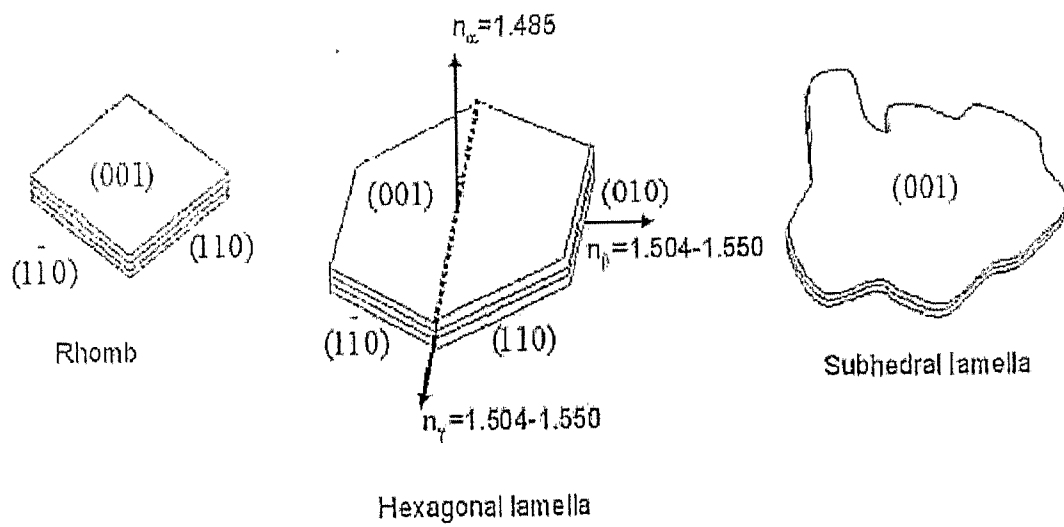
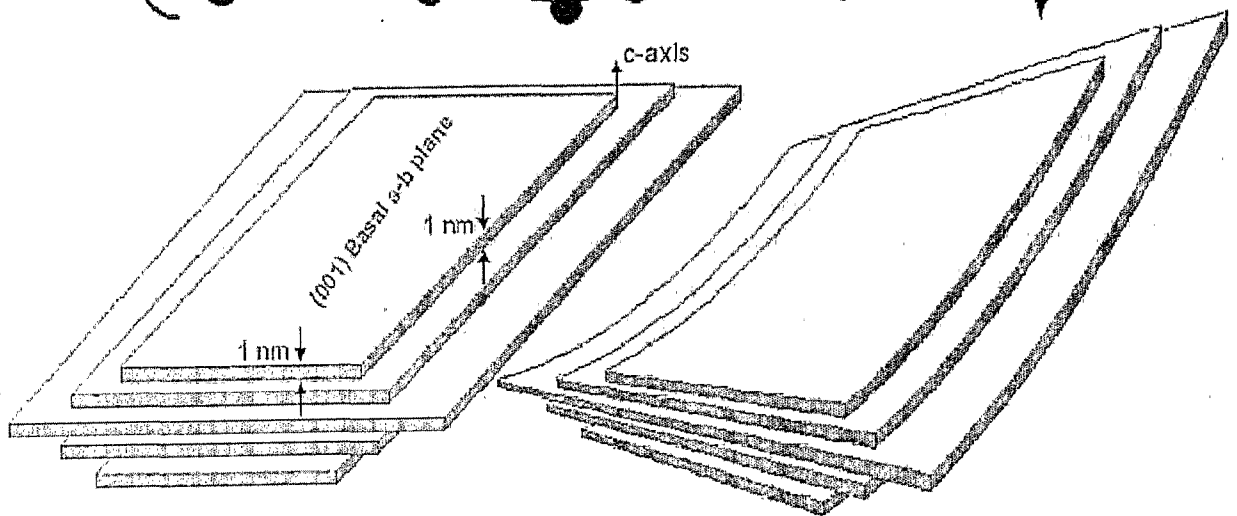
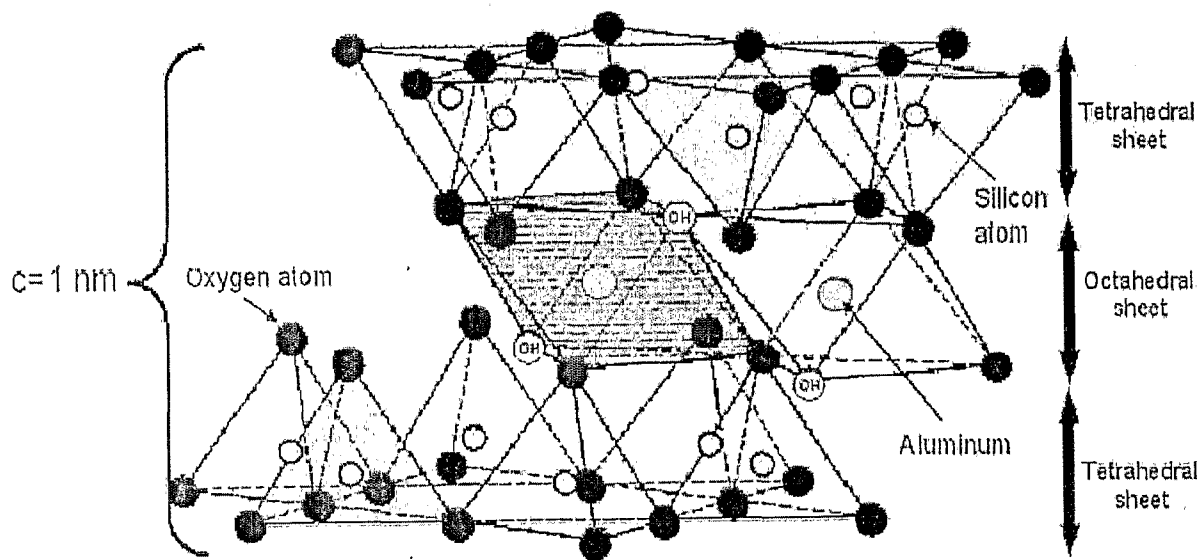
Fe می باشد. شکل گیری و قرار گرفتن این صفحات در کنار هم و تعداد آنها به طور خیلی ویژه، در طبیعت اتفاق می افتد. این صفحات به صورت ۱ به ۱ یا به صورت ۲ به ۱ (به ترتیب صفحات تتراهدراال و اکتاهدراال) در کنار هم قرار می گیرند.

از قرارگیری ۱ به ۱ می توان به کائولینیت^۱ اشاره کرد که فرمول آن $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ است. صفحه تتراهدراال با $(Si_2O_5)^{2-}$ نشان داده می شود که با متصل شدن به $(Al_2(OH)_4)^{2+}$ ختشی می شود و یک صفحه از کائولینیت را تشکیل می دهد. ساختار کریستالی، کائولینیت به وسیله قرار گرفتن یک سری از صفحات مذکور به صورت موازی (حدود ۵۰ عدد به بالا) در کنار یکدیگر تشکیل می گردد که این صفحات به وسیله پیوندهای ثانویه ضعیف در کنار هم قرار می گیرند [۴۵].

فیلوسیلیکاتهایی که به صورت نسبت ۲ به ۱ (صفحه تتراهدراال به صفحه اکتاهدراال) هستند شامل میکا^۲، اسمکتیک^۳، ورمیکولیت^۴ و کلریت^۵ می باشد. دسته اسمکتیک شامل مونتموریلونیت^۶ (MMT)، نونترونیت^۷، ساپونیت^۸ و هکتوریت^۹ می باشد. صفحه تتراهدراال اسمکتیک ها دارای یونهای مرکزی Si^{4+} یا Al^{3+} و بعضی وقتها Fe^{3+} است. اکسیژن های هر کدام از این مراکز با تتراهدراال های کناری به اشتراک گذاشته می شود که نتیجتاً فرم هگزانول را به وجود خواهد آورد. بنابراین ساختار بلوری ۲ به ۱ فیلوسیلیکات ها شامل ۲ دو لایه تتراهدراال است که در دو طرف یک صفحه اکتاهدراال قرار می گیرد. صفحه اکتاهدراال شامل آلومینیوم یا منیزیم هیدراکساید است.

شکل ۱-۱ الف و ب ساختار بلوری MMT را نشان می دهد. ضخامت هر کدام از لایه ها حدود یک نانومتر است و اندازه عرضی هر کدام از این لایه ها حدود ۲۵۰-۴۰۰ نانومتر است. جایگزینی متناظر درون لایه ای درون ساختار بلوری MMT می تواند انجام پذیرد. به عنوان مثال Mg^{2+} یا Fe^{2+} به جای Al^{3+} یا Li^+ به جای Mg^{2+} می تواند جایگزین شود. این جایگزینی یک بار منفی را در سطح

-
- ۱ - Kaolinite
 - ۲ - Mica
 - ۳ - Smectice
 - ۴ - Vermiculite
 - ۵ - Chlorite
 - ۶ - Montmorillonite
 - ۷ - Nontronite
 - ۸ - Saponite
 - ۹ - Hectorite



شکل ۱-۱ الف: ساختار بلوری یک لایه خاک رس [45]