بسم الله الرحمن الرحيم

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
پژوهشکده مهندسی

بررسی تاثیر شرایط فرایندی مختلف بر پلیمرشدن درجای اتیلن با کاتالیست متالوسن در حضور خاک رس نانو

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد
رشته مهندسی پلیمر-صنایع پلیمر

مجید صفاجو جهانخانملو

اساتید راهنما:
دکتر شکوفه حکیم
دکتر محمد ابراهیم زینالی

شهریور ۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

از پدر و مادر عزیزم به خاطر زحمات فراوانشان و حمایت بی دریغشان سپاسگزارم.

بر خود وظیفه می دانم از استاد گرانقدر خانم دکتر حکیم کمال تشکر و قدردانی را بعمل آورم. درایت کامل، صبر و حوصله و راهنمایی های هوشمندانه ایشان، همواره چراغ راه بنده در طی این پروژه بود. همچنین از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر زینالی به سبب حمایت ها و رهنمودهای بی دریغشان صمیمانه متشکرم و از حضرت حق آرزوی تندرستی برای این دو بزرگوار دارم.

درنهایت از اساتید عزیزم جناب آقای دکتر نکومنش و جناب آقای دکتر افشار، که زحمت مطالعه و داوری این پایان نامه را متحمل شدند سپاسگزارم.

مجید صفاجو جهانخانملو

شهریور ۱۳۹۰

كليه حقوق مادي مترتب بر نتايج
مطالعات، ابتكارات و نوآوري هاي ناشي
از تحقيق موضوع اين پايان نامه (رساله)
متعلق به پژوهشگاه پليمر و پتروشيمي
ايران مي باشد.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم،

و همه اساتید ارجمندم به پاس زحمات فراوانشان.

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

چکیده ۹

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۱۰

۱-۲ نانوتکنولوژی گامی به سوی آینده ۱۲

۱-۳ هدف از انجام پروژه و اهمیت آن ۱۳

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱ تعریف نانو تکنولوژی ۱۵

۲-۱-۱ تاریخچه فناوری نانو ۱۶

۲-۲ کامپوزیت ها ۱۷

۲-۲-۱ تاریخچه کامپوزیت ۱۷

۲-۲-۲ طبقه بندی کامپوزیت ها ۱۸

۲-۲-۳ کامپوزیت ها و اجزای آن ۱۹

۲-۲-۴ نانوکامپوزیت ۲۱

۲-۲-۵ کاربردهای نانوکامپوزیت ها ۲۷

۲-۲-۶ مزایا و معایب نانوکامپوزیت ها ۳۱

۲-۳ نانوکامپوزیت های پلیمری ۳۲

۲-۳-۱ نانوکامپوزیتهای خاک رس / پلیمر ۳۴

۲-۳-۲ مورفولوژی نانو کامپوزیت های خاک رس / پلیمر ۳۵

۲-۳-۳ ساختار سیلیکات های لایه‌ای ۳۸

۲-۳-۴ روش های تولید نانوکامپوزیت های زمینه پلیمری بر پایه رس ۴۰

۲-۳-۵ آلی دوست کردن خاک رس معدنی ۴۷

۲-۳-۶ مشکلات توسعه نانوکامپوزیت های خاک رس / پلیمر ۵۰

۲-۳-۷ نانوکامپوزیت های پلی الفینی بر پایه خاک رس ۵۱

۲-۳-۸ کارهای انجام شده در زمینه اصلاح خاک رس و تولید نانوکامپوزیت پلی اتیلن به روش پلیمریزاسیون درجا ۵۲

۲-۳-۹ عوامل موثر در سنتز نانوکامپوزیت های پلی الفینی بر پایه ی رس ۵۴

۲-۳-۱۰ روش نشاندن متالوسن بر روی خاک رس ۶۱

۲-۳-۱۱ تکنیک های مورد استفاده برای تعیین خصوصیات نانوکامپوزیت ها ۶۴

فصل سوم: تجربی

۳-۱ مواد مورد استفاده ۶۶

۳-۲ تجهیزات مورد استفاده ۷۰

۳-۲-۱ جعبه دستکش دار ۷۰

۳-۲-۳ راکتور شیشه ای ۷۳

۳-۳ آزمون های انجام شده ۷۳

۳-۳-۱ دستگاه XRD ۷۳

۳-۳-۲ دستگاه TGA ۷۳

۳-۳-۳ دستگاه DSC ۷۴

۳-۳-۴ دستگاه FTIR ۷۴

۳-۳-۵ دستگاه TEM ۷۴

۳-۳-۶ دستگاه MFR ۷۴

۳-۳-۷ دستگاه Tensile ۷۴

۳-۳-۸ دستگاه SEM ۷۴

۳-۴ روش های انجام کار ۷۵

۳-۴-۱ روش پیش اصلاح خاک رس اصلاح نشده ۷۵

۳-۴-۲ روش سنتز کاتالیست ۸۰

۳-۴-۳ روش انجام پلیمریزاسیون ۸۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ استفاده از روش آمایش اول ۸۳

۴-۲ استفاده از روش آمایش دوم ۸۵

۴-۳ استفاده از روش آمایش سوم ۸۶

۴-۴ نوع خاک رس مورد استفاده (تغییر روش آمایش) ۹۰

۴-۵ مقایسه حذف آمونیاک ۹۱

۴-۶ مقایسه تاثیر شرایط اعمال آمونیاک ۹۲

۴-۷ مقدار خاک رس مورد استفاده ۹۲

۴-۸ مقایسه اصلاح دمایی خاک رس ۹۳

۴-۹ تاثیر مقدار کاتالیست در مرحله اصلاح ۹۵

۴-۱۰ اثر دما و زمان مجاورت کاتالیست و خاک رس در مرحله اصلاح ۹۷

۴-۱۱ اثر فشار اتیلن ۹۷

۴-۱۲ اثر دما و زمان پلیمریزاسیون ۹۸

۴-۱۳ بررسی خواص حرارتی محصول ۹۸

۴-۱۴ بررسی خواص مکانیکی و فیزیکی محصول ۱۰۰

۴-۱۵ اثبات ورقه ورقه شدن (exfoliation) خاک رس ۱۰۱

فصل پنجم: نتیجه گیری

۵-۱ نتیجه گیری ۱۰۶

مراجع ۱۰۸

چکیده

پلیمریزاسیون اتیلن با کاتالیست متالوسن (Cp_2ZrCl_2) نشانده شده بر روی دو نوع خاک رس متداول ($cloisite-15A$ و $cloisite-Na^+$) انجام گردید و به روش پلیمریزاسیون درجا نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن تهیه گردید.

مشاهده گردید، کاتالیست متالوسن نشانده شده بر روی خاک رس اصلاح شده $cloisite-15A$ میزان فعالیت کمی داشته و لذا از خاک رس اصلاح نشده $cloisite-Na^+$ در مراحل بعدی استفاده گردید.

خاک رس $cloisite-Na^+$ توسط روش جدیدی اصلاح گردید و سپس کاتالیست متالوسن به سه روش آمایش مختلف روی خاک رس $cloisite-Na^+$ نشانده شد.

میزان فعالیت کاتالیست متالوسن نشانده شده بر روی خاک رس اصلاح شده $cloisite-Na^+$ بالاتر بوده و با تست های XRD و TEM پراکنده‌شدن و ورقه‌ورقه شدن صفحات خاک رس در ماتریس پلی‌اتیلن اثبات گردید.

و در پایان خواص فیزیکی و مکانیکی نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن حاصله بررسی گردید و مشخص شد، درصد کریستال نمونه نانوکامپوزیت کاهش یافته و به تبع آن، خواص نزدیک حالت لاستیکی مشاهده گردید.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

فناوری نانو، فناوری ایجاد ساختار ملکولی موردنظر با دقت اتمی است از آنجایی که کلیه محصولات و فراورده‌های مادی از قرار گرفتن اتم‌ها با نظم خاصی در کنار یکدیگر به وجود می‌آیند، فناوری نانو به صورت بالقوه امکان تولید محصولات مطلوب مورد نیاز بشر، با هزینه پایین‌تر را فراهم می آورد.

علم پلیمر فقط علم پایه برای کاربردهای صنعتی و تامین کالاهای مصرفی برای مصرف کنندگان نیست، بلکه این علم نقشی اساسی در پیدایش مفاهیم جدید در حوزه‌های مختلف علوم دارد. مسایل مربوط به فرایندهای شناسایی ملکولی، فرایند تبادل اطلاعات بین ملکولی و پروتئین‌ها، مشکلات کنونی علم پلیمرها هستند.

مقیاس نانو از سالها پیش در زندگی بشر وجود داشته است ولی قرن حاضر زمانی است که بشر توانسته است فناوری نانو را بهتر بشناسد و با رویکردی جدید، بیشتر از گذشته آنرا تحت کنترل خود در آورد و به عنوان یک انقلاب بزرگ در ساختن مواد و سیستم‌ها مطرح شده و این انقلاب در دنیای پلیمرها نیز اتفاق افتاده است.

تاثیر فناوری نانو در پلیمرها از دو طریق اصلی است:

۱- نانوپلیمرها: پلیمرهایی با استفاده از مونومرهای نانو و کنترل توسط پلیمریزاسیون آنها.

۲- نانوکامپوزیتهای پلیمری: استفاده از پلیمر به عنوان پایه در کامپوزیت‌ها و تاثیر فاز دوم در ابعاد نانو بر روی پلیمر به منظور تشکیل کامپوزیت.

تاثیر فناوری نانو بر پلیمرها بیشتر از طریق نانوکامپوزیت‌های پلیمری صورت می‌گیرد زیرا این مواد به طور همزمان مقاومت بالا و شکل پذیری از خود نشان می‌دهند، خواصی که معمولا در یک جا جمع نمی‌شوند. همچنین دارای کاربرد و خواص بسیاری هستند که تعدادی از آنها بیان می‌شود.

یکی از کاربردهای نانوکامپوزیت‌های پلیمری، جایگزینی مواد شیشه است و می‌توان شیشه آلی مقاوم در برابر شکستن و یا مواد جاذب ضربه برای صنعت اتومبیل تولید کرد. گذشته از این، بکار بردن این مواد در تکنولوژی الیاف، باعث ایجاد تولیدات جدیدی در منسوجات خواهد شد.

از طرفی پلی اتیلن[1] یکی از مواد پلیمری بسیار مورد استفاده است که مصرف جهانی انواع گرید های آن (پلی اتیلن سنگین[2]، پلی اتیلن خطی سبک[3] و پلی اتیلن سبک[4]) حدود ۵۰ میلیون تن است و ساده ترین ساختار شیمیایی را در میان تمام پلیمر های تجاری داراست. پلی الفین ها با ساختار عمومی $(-CH_2-CHR-)_n$ با استفاده از روش پلیمریزاسیون رادیکال آزاد و یا پلیمریزاسیون کئوردینانسیونی[5] با استفاده از یک کاتالیست پلیمریزه می شوند.

لذا می‌توان با پخش پرکننده‌های نانو در زمینه پلی‌اتیلن و افزایش خواص فیزیکی و مکانیکی، کاربرد های این پلیمر با مصارف عمومی را بیشتر نمود.

[1] Poly ethylene
[2] HDPE
[3] LLDPE
[4] LDPE
[5] Coordination polymerization

۱-۲ نانوتکنولوژی گامی به سوی آینده

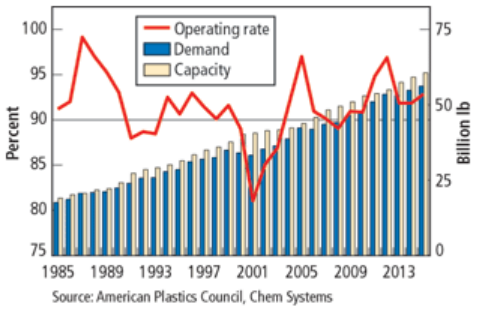
از دیدگاه تجارت، نانوتکنولوژی از جمله علومی محسوب می‌شود که دارای نرخ رشد بسیار بالایی است. در حال حاضر بیش از ۱۲۰۰ شرکت در سراسر دنیا محصولات جدید خود را که منتج از این دانش نوپا است روانه بازار کرده‌اند. از این میان، حدود ۶۰۰ شرکت در ایالات متحده و مابقی در اروپا و ژاپن قرار گرفته‌اند.

بر اساس براوردهای بعمل آمده، میزان گردش سرمایه در بخش نانوتکنولوژی دنیا بالغ بر ۵/۴۵ میلیارد دلار خواهد بود که باعث اشتغال زایی حدود ۸۰۰ هزار تا دو میلیون نفر خواهد شد. تنها در سال ۲۰۰۴ میلادی ۱۶ شرکت امریکایی که در زمینه تولید نانوذرات فعالیت داشته‌اند، حدود ۳/۸ میلیارد دلار فروش داشته‌اند.

بنابر این نانوتکنولوژی در آینده‌ای نه چندان دور می‌تواند تاثیرات چشمگیری را بر اقتصاد دنیا داشته باشد. اما لازمه این تاثیرات سرمایه‌گذاری در بخش R&D این علم جدید و پیشرو می‌باشد. میزان سرمایه‌گذاری های انجام شده در بخش R&D نانوتکنولوژی در سال ۲۰۰۴ حدود ۸/۶ میلیارد دلار بوده است[۱].

بر اساس برآورد های بعمل آمده نانوتکنولوژی تا سال ۲۰۱۴ در تمامی عرصه‌های تولیدی وارد خواهد شد و حدود ۱۵ درصد از کل محصولات تولید شده در دنیا به نوعی از این علم بهره‌مند خواهند بود که گردش سرمایه‌ای حدود ۲/۶ هزار میلیارد دلار را در پی خواهد داشت.

از طرفی تولید پلی الفین ها یکی از بزرگترین تجارت‌ها برای صنعت پتروشیمی می‌باشد. تولید این مواد در سال ۲۰۱۰ به حدود ۱۲۰ میلیون تن رسیده و تخمین زده می‌شود که این میزان در سال ۲۰۱۸ به سطح ۱۶۵ میلیون تن برسد [۳]. در این بین بیش از نیمی از حجم بزرگ خانواده پلاستیک‌ها با استفاده از کاتالیست های نگهداری شده تولید می‌شود [۴]. هم‌چنین تولید پلی‌اتیلن در جهان با استفاده از کاتالیست های متالوسن از ۲٪کل تولید پلی اتیلن در سال ۲۰۰۰ به ۲۰٪ در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است [۵].



شکل ۱-۱ بازار فروش پلی اتیلن [۶]

علی رغم توجیحات فنی اقتصادی در استفاده از این کاتالیست‌ها در فرایندهای فاز گازی[1]، ولی تا به امروز اغلب از آنها در فرایندهای محلولی[2] استفاده شده است.کاتالیست های تک سایتی[3] نگهداری‌شده به طور متوسط سالیانه ۱ میلیون تن پلی‌اتیلن تولید می کنند [۲].

در این میان نانوکامپوزیت ها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند و در بین نانوکامپوزیت ها بیشترین توجه به نانوکامپوزیت های زمینه پلیمری معطوف است. بر اساس گزارش شرکت BCC[4]، تولید جهانی این دسته از نانوکامپوزیت ها در سال ۲۰۰۳ به ۱۱/۱ میلیون کیلوگرم به ارزش ۹۰/۸ میلیون دلار رسید. پیش‌بینی می‌شود بازار جهانی این مواد با رشد متوسط سالانه ۱۸/۴ درصد در سال افزایش یابد.

۱-۳ هدف از انجام پروژه و اهمیت آن

در سالهای اخیر گزارش‌ها و تحقیقات زیادی برای بهبود خواص گونه های مختلف پلی اتیلن با استفاده از خاک رس صورت گرفته است. که اکثراً در جهت ساخت نانوکامپوزیت پلی اتیلن-خاک رس به روش اختلاط مذاب بوده است. ولی در این روش عدم پراکنش مناسب و وجود توده های بزرگ خاک رس در بافت پلیمرگزارش شده است. که موجب افت خواص می گردد. از میان روش‌های موجود برای تولید نانو کامپوزیت پلیمری،با روش پلیمریزاسیون درجا برای خاک رس بالاترین قابلیت تقویت کنندگی در پلیمر ایجاد می شود و

[1] Gas phase process
[2] Solution process
[3] Single site
[4] Business Communications Company

پراکنش بسیار بهتری از ذرات خاک رس در بافت پلی اتیلن در ابعاد نانو صورت گرفته و خواص فیزیکی-مکانیکی و پایداری حرارتی بهتری برای پلی اتیلن حاصل خواهد شد.

بنابراین در این پروژه هدف استفاده از روش پلیمریزاسیون درجا جهت سنتز نانوکامپوزیت پلی‌اتیلن-رس برای بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمر حاصل بوده است. که هم می‌تواند در تولید محصولات پلی‌اتیلنی که نیاز به استحکام مکانیکی بالا هستند بطور مستقیم بکار گرفته شود و هم می‌تواند به‌عنوان مستربچ با مواد پلی‌الفینی دیگر بجای روش مرسوم اختلاط مذاب که سبب توزیع و پراکنش ضعیف رس در ماتریس پلیمر می‌شود، بکار گرفته شود.

در فصل دوم این تحقیق مروری بر نانوتکنولوژی و نانوکامپوزیت‌ها ارائه شده و در ادامه روش های مختلف تولید نانوکامپوزیت‌ها و عوامل موثر بر پلیمریزاسیون درجای اتیلن با کاتالیست متالوسن بر روی نگهدارنده خاک رس مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل سوم شامل مواد و تجهیزات مورد استفاده در این پروژه بوده و جزئیات روش‌های مختلف اصلاح خاک رس و نشاندن کاتالیست و آزمون‌های انجام شده، ذکر گردیده است.

فصل چهارم شامل بررسی نتایج بدست آمده و تحلیل سه نوع آمایش متفاوت اعمال شده بر روی دو نوع خاک رس متداول مورد استفاده و بررسی پارامتر های موثر بر پلیمریزاسیون درجای اتیلن در حضور خاک رس نانو با کاتالیست متالوسن می‌باشد.

فصل پنجم شامل نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات می‌باشد

فصل دوم

مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱ تعریف نانو تکنولوژی

تعریف فناری نانو با توجه به ماهیت و زمینه‌های گسترده ی فعالیت آن در عین سادگی، بسیار دشوار است و شاید بتوان گفت هنوز تعریف کامل و جامعی که بیان کننده تمام خصوصیات این پدیده باشد، وجود ندارد. با وجود این در اینجا به چند تعریف اشاره می کنیم.

نانو تکنولوژی تولید مولکولی (یا به زبان ساده‌تر)، ساخت اشیاء اتم به اتم، مولکول به مولکول در مقیاس نانومتریک است. نانو از لغت یوانی nano به معنی کوتاه‌قد و یا کوتوله گرفته شده است. در مقیاس عملی یک نانومتر معادل یک میلیاردیم متر ($10^{-9}m$) می‌باشد. اندازهٔ اتمها و مولکول‌ها در این محدوده قرار دارند؛ بنابراین با ورود به این فضای کوچک بیشتر می‌توان در نحوهٔ آرایش و چینش اتمها و مولکول‌ها دخالت کند و به ساخت مواد جدید و ساختارهای متفاوت با آنچه تاکنون وجود داشته است پرداخت.

این اندازه تقریباً پهنایی معادل با ۳ تا ۴ اتم را دارد. این فناوری ساخت ابزاهاری نوین مولکولی منحصربه فرد با بکارگیری خواص شیمیایی کاملاً شناخته شده‌ی اتم‌ها ومولکول‌ها (نحوه پیوند آن‌ها به یکدیگر) را ارائه

می‌دهد. مهارت مطرح در این تکنولوژی دستکاری اتم‌ها به طور جداگانه و جای دادن دقیق آنان در مکانی است که برای رسیدن به ساختار دلخواه و ایده‌آل مورد نیاز می‌باشد. این توانایی به ما این اجازه را می‌دهد تا از محدودیتهای اندازه‌ای که به طور طبیعی موجود است فراتر رفتهٔ روی واحدهای ساختاری کار کنیم.

فرض اصل در نانو تکنولوژی این است که تقریباً همه ساختارهای با ثبات شیمیایی که از نظر قوانین فیزیکی رد نمی‌شوند، را می‌توان ساخت. با ایجاد ساختارهای نانومتری، کنترل خصوصیات اساسی مواد مانند دمای ذوب، رفتار مغناطیسی، ظرفیت شارژ و حتی رنگ آن بدون تغییر ترکیب شیمیایی مواد (بدون واکنش شیمیایی)، ممکن خواهد بود. به عبارتی دیگر توسط این پتانسیل به محصولاتی دست پیدا خواهیم کرد که قبلاً امکان دسترسی به آن‌ها غیرممکن بوده است.

در حقیقت می‌توان گفت: نانوتکنولوژی یک رشته جدید نیست بلکه یک رویکرد جدید در تمام رشته‌هاست دکتر درنر[1] در همایش جهانی نظام علمی در زمینه نانوتکنولوژی اظهار کرده است: در جهان اطلاعات، تکنولوژی‌های دیجیتالی، کپی‌برداری را سریع، ارزان، کامل و عاری از هزینه‌بری یا پیچیدگی محتوایی نموده‌اند.

بنابراین تغییر مقیاس ساخت، باعث تغییراتی اساسی در نحوه طراحی سیستم‌ها خواهدشد، زیرا در سیستم‌های میکرو، نیروهای بین مولکولی و دیگر نیروها وارد محاسبات طراحی می‌شوند در حالیکه این نیروها در طراحی ماکرو (سیستم‌های بزرگ)، مورد توجه نیستند. در این علم فرا رشته‌ای دقت در ساخت و توانایی کنترل سیستم‌های در مقیاس اتمی و مولکولی موردنظر است تا بتوان ماشینها یاموتورهایی مولکولی ساخت که توسط آنها محصولی سبکتر، بادوام‌تر، کاراتر و در نهایت ارزانتر تولید نمود.

۲-۱-۱ تاریخچه فناوری نانو

چهل سال پیش ریچارد فایمن، متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل، در سخنرانی معروف خود در سال ۱۹۵۹ با عنوان «آن پایین، فضای بسیاری هست»، به بررسی بعد رشد نیافته علم مواد پرداخت. وی در آن زمان اظهار داشت: «اصول فیزیک، تا آنجایی که من توانایی فهمش را دارم، ساختن اتم به اتم چیزها را غیر ممکن

[1] Drenler

نمی دانند.»[۱].

۲-۲ کامپوزیت ها

امروزه در بسیاری از کاربرد های مهندسی، به تلفیق خواص مواد مورد نیاز است و امکان استفاده از یک نوع ماده که همه ی خواص مورد نظر را داشته باشد، وجود ندارد به عنوان مثال در صنایع مختلف به موادی مورد نیاز است که ضمن داشتن استحکام بالا سبک باشند، مقاومت سایشی و مقاومت در برابر نور ماورا بنفش خوبی داشته باشند و در دمای بالا استحکام خود را از دست ندهند.از آنجا که نمی توان ماده ای را یافت که همه خواص مورد نظر را داشته باشد، باید دنبال روشی برای ترکیب خواص مواد بود. این همان مواد کامپوزیت است. کامپوزیت ماده ای چند جزئی است که خواص آن از خواص هر کدام از اجزا بهتر است.ضمن انکه اجزای مختلف کارایی یکدیگر را بهبود می بخشند.

واژه کامپوزیت(composite) از کلمه انگلیسی to compose به معنی ترکیب کردن، ساختن و مخلوط کردن، مشتق شده است. کامپوزیت از ترکیب و اختلاط چند ماده حاصل می‌شود. در اینجا منظور ترکیب و اختلاط فیزیکی است نه شیمیایی، به‌طوری که اجزای تشکیل دهنده، ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملا حفظ می کنند [۱].

۲-۲-۱ تاریخچه کامپوزیت

کامپوزیت ها از زمان های قدیم مورد توجه بشر بوده اند.تاریخچه کامپوزیت هارا می توان به صورت ذیل خلاصه نمود:

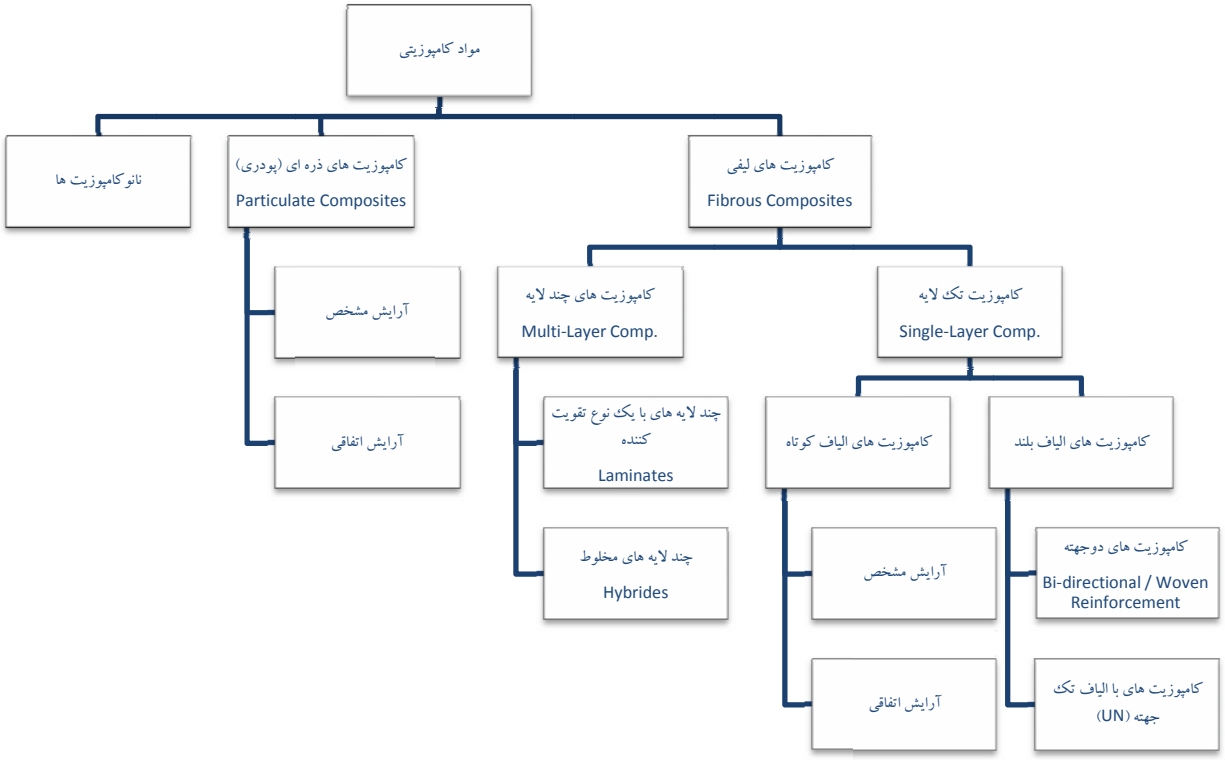
- سازه های کاه گلی ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد
- کمان چند لایه ای ساخته شده از تاندون حیوانات، چوب ، ابریشم ۱۰۰۰ سال قبل
- آغشته کردن سطوح پارچه ای با لاک محلول رزینی ۱۹۱۰ میلادی

- رزین فنلی تقویت شده با پارچه ۱۹۳۰ میلادی
- ثبت اختراع پلی استر ۱۹۳۶ میلادی
- فروش الیاف شیشه توسط شرکت Owens Corning ۱۹۳۸ میلادی
- ساخت پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه در پایگاه هوایی patterson wright ۱۹۴۲ میلادی
- ساخت الیاف کربن توسط شرکت Union Carbide ۱۹۵۹ میلادی
- ثبت اختراع الیاف کربن بر پایه PAN توسط Shido ژاپن ۱۹۶۱ میلادی
- ساخت الیاف پیوسته سرامیک ۱۹۶۵ میلادی
- ساخت الیاف کولار ۱۹۷۱
- ساخت الیاف پلی اتیلن با جرم مولکولی فوق سنگین ۱۹۸۵ میلادی
- تولد مجدد الیاف طبیعی ۱۹۹۰ میلادی

استفاده از کامپوزیتهای مدرن، در حقیقت از اوائل ۱۹۴۰ شروع شد که برای اولین بار از الیاف شیشه جهت تقویت پلاستیکهای مصرفی در ساخت پوشش پلاستیکی آنتن رادار هواپیما استفاده شد. در پی آن اولین کامپوزیت فایبرگلاس- پلاستیک در سال ۱۹۴۲ ساخته شد و طی جنگ جهانی دوم و بلافاصله پس از کاربرد پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف در هواپیماسازی، کامپوزیت‌ها موارد استفاده بیشتری یافتند و از سال ۱۹۵۶ صنایع فضایی نیز استفاده وسیع از آنها را آغاز کردند[۳].

۲-۲-۲ طبقه بندی کامپوزیت‌ها

کامپوزیتها را از جهات مختلف می توان طبقه بندی نمود. هدف از تهیه بسیاری از کامپوزیت ها بهبود خواص مکانیکی نظیر استحکام، سفتی (مدول)، چقرمگی و کارایی در دمای بالا می باشد. لذا طبیعی است که مطالعه آنها بر اساس مکانیسم تقویت کنندگی مشترک صورت پذیرد. مکانیسم تقویت کنندگی بستگی به شکل هندسی تقویت کننده دارد. بنابر این بهتر است که طبقه بندی آنها بر این اساس صورت پذیرد[۲].



شکل ۲-۱ طبقه بندی انواع کامپوزیت ها[۲]

۲-۲-۳ کامپوزیت‌ها و اجزای آن

کامپوزیت‌ها موادی هستند که خصوصیات زیر را داشته باشند:

الف- (جامد) ترکیبات مایع از نظر خواص مکانیکی فاقد ارزش‌اند.

ب- (مصنوعی) کامپوزیتهای طبیعی مانند چوب و استخوان مدنظر نیستند.

ج- (متشکل از دو یا چند جزء یا فاز) که از نظر شیمیایی یا فیزیکی کاملا متفاوت‌اند و به‌صورت منظم یا پراکنده کنار هم قرارگرفته‌اند و لایه مشترکی بین آنها وجود دارد و یا خواص مکانیکی یکی از فازها نسبت به فاز یا فازهای دیگر متفاوت است[۱].

- زمینه‌ها

با توجه به اینکه کامپوزیتها ترکیب دو یا چند ماده در همدیگر هستند، می‌توان گفت که یکی از این فازها باید در برگیرنده فازهای دیگر باشد، به چنین فازی که درصد حجمی و وزنی آن از دیگر فازها معمولا بیشتر است و بصورت پیوسته می‌باشد زمینه یا ماتریس گفته می‌شود. این زمینه‌ها در مواد مرکب صرفنظر از اینکه توسط الیاف تقویت می‌شوند، خود نیز نقش چسباندن الیاف به یکدیگر جهت انتقال تنشهای وارد به فاز الیاف، محافظت از الیاف در برابر عوامل مکانیکی و جوی همچون رطوبت را نیز به عهده دارند. فلزات، سرامیکها و پلیمرها به‌ویژه پلاستیکها از جمله پرمصرف‌ترین مصالح موجود هستند و به این جهت این مواد در کامپوزیتها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با توجه به خواصی که ما از کامپوزیت‌ها انتظار خواهیم داشت، زمینه‌های مختلفی در کامپوزیت‌ها بکار می-روند. از جمله زمینه‌ها عبارتنداز: زمینه‌های فلزی (مقاومت به ضربه بالا)، زمینه‌های سرامیکی (مقاومت حرارتی بالا) و زمینه‌های پلیمری (مقاومت شیمیایی بالا).

- تقویت کننده‌ها

علاوه بر زمینه‌ها به دسته‌ای از تقویت کننده‌ها نیاز است که در ذیل انواع آن آورده شده است.

الف) تقویت کننده‌های ذره‌ای

تقویت کننده‌های ذره‌ای یا پرکننده‌ها، ذرات جامد از نوع معدنی یا آلی هستند که از نظر ساختاری و ترکیب شیمیایی از یکدیگر متمایز می‌شوند. این ذرات دارای ابعاد کوچکی در سه بعد هستند به‌همین خاطر به آنها ذره گفته می‌شود.

تقویت، معانی مختلفی دارد از جمله ممکن است واژه تقویت به‌عنوان مثال به افزایش همزمان استحکام کششی و مدول اطلاق شود [۱].

ب) تقویت کننده‌های لیفی یا رشته‌ای