بسم الله الرحمن الرحيم

مر کز مشهد

گروه علمی شیمی

دانشکده علوم

پایان نامه :

برای دریافت درجه دکتری در رشته شیمی آلی

عنوان :

سنتز نانو کامپوزیتهای پلیمری انواع مشتقات استایرن با جرم مولکولی کنترل شده با استفاده از روش پلیمریزاسیون برگشت پذیر افزایشی انتقال زنجیر(RAFT)

اساتید راهنما :

دکتر بخشعلی معصومی– دکتر مجتبی عباسیان

استاد مشاور :

دکتر عبدالحسین مسعودی

پژوهشگر :

بهاالدین رشیدزاده

خرداد ۱۳۹۳

این پایاننامه با حمایت مالی ستاد توسعه فناوری نانو انجام شده است

ای، هستی آگاه که پنهان از دیده ای، تو میتوانی صدایم را بشنوی،

زیرا تو در درون منی و تو میتوانی مرا ببینی زیرا تو بصیری،

لطف کن و در روح من دانه ای از حکمت بکار تا در جنگل تو بالد و از میوه های تو بیاورد.

یارب...

یاریم کن تا بودنم را با انچه که باید باشم یکی گردانم.

تقدیم به واژه های مقدس هستی

پدر و مادر مهربانم که سپید موی گشتند تا من سفید روی گردم

تقدیم به

همسر مهربانم بـــه یـــــان که در سخترین شرایط در کنارم بودند

تقدیم به

سیـــــــــــــــنا میوه زندگیم

تقدیم به

خواهرانم دکتر مهری رشیدزاده و دکتر منیره رشیدزاده

تقدیم به

برادرانم دکتر فریدون رشیدزاده و فرهاد رشیدزاده

تقدیم به

تمامی کسانی که مرا در به ثمر رسانیدن این رساله یاری نمودند

نام خانوادگی: رشیدزاده **نام**: بهاالدین شماره دانشجوئی: ۸۷۰۰۷۰۳۵۱
عنوان پایان‌نامه: سنتز نانو کامپوزیتهای پلیمری انواع مشتقات استایرن با جرم مولکولی کنترل شده بـا اسـتفاده از روش پلیمریزاسـیون برگشت پذیر افزایشی انتقال زنجیر(RAFT)
اساتید راهنما: دکتر بخشعلی معصومی و دکتر مجتبی عباسیان **استاد مشاور**: دکتر عبدالحسین مسعودی
مقطع تحصیلی: دکتری **رشته**: شیمی **گرایش**: آلی **دانـشگاه**: پیـام نـور – مرکـز مـشهد **دانـشکده**: علـوم **تـاریخ فارغ‌التحصیلی**: **تعداد صفحه: ۱۵۲**
چکیده:دراین کار پژوهشی نانوکامپوزیت های استایرن – SiO_2 و کلرومتیل استایرن – TiO_2و استایرن – ZnO و استایرن – Fe_3O_4 توسط تکنیک **RAFT** که یکی از روشهای پلیمریزاسیون زنده رادیکالی میباشدسنتز شدند ، این روش جهت سنتز پلیمرهایی با توزیع وزن مولوکولی باریک وکنترل بر وزن مولکولی استفاده شده است.این مواددارای خواص بهبودیافته درمقایسه با پلیمرهای خالص هستند. حضور نانوذرات در پلیمرها می تواند خواص ترمودینامیکی ، نوری ،الکتریکی ، مکانیکی وحرارتی پلیمرها را تغییر بدهد. درروش پلیمریزاسیون رادیکالی کنترل شده با روش RAFT ابتدا هرکدام از نانو ذرات با روشهای مشخصی سنتز شدند سپس این نانوذرات با دستگاه التراسوند در حضور معرفهای ٤- سیانو٤-(فنیل کربوتیول) سولفانیل پنتانوئیک اسید و ٤- سیانو٤-[(دودسیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید کاملا یکنواخت شده و بمدت ٢٤ ساعت در حلال THF بازروانی گردیدند. لازم بذکر است که گروه اسیدی از معرف با گروه هیدروکسیل از نانو ذرات واکنش استریفیکاسیون انجام داده و اتصال برقرار میشود.سپس هر کدام از نانوذر ات کوپل شده با معرف در حضور مونومرهای استایرن و کلرومتیل استایرن با روش RAFT پلیمریزه شدند.پلیمرهای حاصله با استفاده از دستگاههای FT-IR ، TEM، SEM ، TGA و DSC شناسایی و تایید شدند.معرفهای استفاده شده با استفاده مواد اولیه ارزان و با روشی ساده درآمایشگاه ، سنتز شدند.هر یک از مراحل تهیه معرفها توسط طیف سنجی FT-IR و ^{1}HNMR مورد بررسی قرار گرفت و انجام موفقیت آمیز واکنشها به اثبات رسید .همچنین در پلیمرهای حاصله با آنالیز TEM وجود کره های دارای سایه های روشن وتاریک در مرکز انها وجود لایه پلیمری را در اطراف هسته نانوذرات تایید میکند.این کره ها دارای قطری در حد ۳۰ نانومتر بودند. نمودار گرما وزن سنجی نشان داده که پلیمرهای اتصال یافته به سطح نانوتیوبها دارای مقاومت حرارتی بیشتری نسبت به پلیمر خالص می باشند و دمای انتقال شیشه ای نانوکامپوزیت های حاصله نسبت به پلیمر خالص جابجایی قابل ملاحظه ای را از خودش نشان میدهند.
واژگان کلیدی: نانو کامپوزیت ، استایرن ،کلرومتیل استایرن ، جرم مولکولی کنترل شده،قطعه قطعه شدن افزایشی برگشت پذیر،SiO_2، TiO_2، ZnO و Fe_3O_4.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : بررسی منابع ٢٤
١- مقدمه ٢٥
١-١ - پلیمر چیست؟ ٢٥
١-٢- تاریخچه نانو تکنولوژی ٢٦
١-٢-١- نانو تکنولوژی واهمیت آن ٢٦
١-٣- نانوکامپوزیت ها ٢٧
١-٣-١- طبقه بندی نانوکامپوزیت ها ٢٨
١-٣-١-١- نانوکامپوزیت های پایه پلیمری ٢٨
١-٣-١-٢- نانوکامپوزیت های پایه سرامیکی ٣٠
١-٣-١-٣- نانوکامپوزیت های پایه فلزی ٣٠
١-٤-انواع پر کننده های معدنی ٣١
١-٥- روشهای تولید نانو کامپوزیت های زمینه‌ی پلیمری ٣١
١-٥-١- اختلاط مستقیم ٣٢
١-٥-٢- فرآوری محلول ٣٢
١-٥-٣- پلیمریزاسیون درجا ٣٢
١-٦- کاربرد نانو کامپوزیتها ٣٣
١-٧- نانو ذرات ٣٣
١-٧-١- نانوذرات فلزی ٣٤
١-٧-١-١- خواص نانوذرات فلزی ٣٤
١-٧-١-١-١-خواص شیمیایی نانوذرات فلزی ٣٥
١-٧-١-١-٢- خواص الکترونیکی نانوذرات فلزی ٣٥
١-٧-١-١-٣- پلاسمون سطحی نانوذرات فلزی ٣٥

۱-۷-۱-۱-٤- تفرق رامان ۳٦
۱-۷-۲- مشکلات پیش روی در تهیه نانوذرات ۳٦
۱-۷-۳- انتقالات تشدید شده ی پلاسمون سطحی در نانوذرات فلزی ۳٦
۱-۸- پلیمریزاسیون رادیکالی زنده یا کنترل شده ۳۷
۱-۸-۱ - اساس پلیمریزاسیون رادیکالی زنده ۳۸
۱-۸-۲- انواع پلیمریزاسیون های رادیکالی زنده یا کنترل شده ٤۰
۱-۸-۲-۱-پلیمریزاسیون رادیکالی انتقال اتم ٤۱
۱-۸-۲-۲-عوامل موثردرپلیمریزاسیون رادیکالی انتقال اتم ٤۲
۱-۸-۲-۳- پلیمریزاسیون حد واسط نیتروکسیدی(*NMP*) ٤٥
۱-۸-۲-٤- انتقال زنجیر افزایشی- گسستنی برگشت پذیر(RAFT) ٤٦
۱-۸-۲-٤-۱- مکانیسم RAFT..... ٤۷
۱-۸-۲-٤-۲- انتخاب عامل RAFT ٤۸
۱-۸-۲-٤-۳- مزایایی پلیمریزاسیون RAFT ٤۹
۱-۸-۲-٤-٤- معایب پلیمریزاسیون RAFT ٤۹
۱-۹- پلی استایرن ٥۰
۱-۹-۱- تحقیقات انجام شده برای اصلاح خواص فیزیکی و شیمیایی پلی استایرن ٥۲
۱-۹-۲- اصلاح خواص پلی استایرن ٥۲
۱-۹-۳- اثر پلاسما با بسامد رادیویی بر خواص سطح پلی استایرن ٥۳
۱-۹-٤-کوپلیمر شدن آزئوتروپ استایرن – آکریلونیتریل (SAN) ٥۳
۱-۱۰- کلرومتیل استایرن ٥۳
۱-۱۰-۱- کلرو متیل استایرن و خصوصیات آن ٥۳
۱-۱۰-۲- روش‌های تهیه کلرو متیل استایرن ٥٥
۱-۱۱- *پلیمریزاسیون کلرو متیل استایرن* ٥۷
۱-۱۲- اصلاح شیمیایی پلیمرها و کوپلیمرهای کلرومتیل‌استایرن ٥۸
۱-۱۳- کاربردهای پلیمرهای کلرو متیل استایرن ٥۹

۱-۱٤- هدف از کار پژوهشی حاضر ٦١
فصل دوم: بخش تجربی ٦٢
۲ -۱- مواد ودستگاه‌های مورد استفاده ٦٤
۲-۱-۱- مواد مورد استفاده ٦٤
۲-۱-۲- دستگاههای شناسایی و اندازه گیری ٦٥
۲-۲- خالص سازی مواد ٦٧
۲-۲-۱- خشک کردن وتقطیراتانول ٦٧
۲-۲-۲- خشک کردن و تقطیر حلال تترا هیدرو فوران ٦٧
۲-۲-۳-چگونگی خشک کردن و تقطیر N وN- دی متیل فرم آمید ٦٧
۲-۲-٤- چگونگی خشک کردن و تقطیرمونومر استایرن ٦٨
۲-۲-٥- چگونگی خشک کردن و تقطیرمونومر کلرو متیل استایرن ٦٨
۲-۲-٦- خشک کردن کربن دی سولفید ٦٨
.۲-۲-۷- خشک کردن برمو بنزن ٦٨
۲-۲-۸- خالص سازی وخشک کردن اتیل استات ٦٩
۲-۲-۹- روش نوبلور کردن آزوایزوبوتیرونیتریل ٦٩
۲-۳-- سنتز تترا متیل پی پیریدین -N-اکسی (TEMPO) ٦٩
۲-۳-۱- سنتز ٤-اگزو- ٦،٦،۲،۲- تترامتیل پی پیریدین (تری استون آمین) ٦٩
۲-۳-۲- سنتز ٦،٦،۲،۲- تترامتیل پی پیریدین (TEMPO) ۷۰
۲-۳-۳- سنتز ٦،٦،۲،۲- تترامتیل پی پیریدین - N - اکسی (TEMPO) ۷۱
۲-٤- سنتز٤-سیانو٤-(فنیل کربوتیول) سولفانیل پنتانوئیک اسید ۷۲
۲-٤-۱- سنتز بنزوکربودی تیوئیک اسید ۷۲
۲-٤-۲- سنتز دی فنیل دی تیو پراکسی انیدرید ۷٤
۲-٤-۳- سنتز٤-سیانو٤-[(فنیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید ۷٥
۲-٥- سنتز نانوذره سیلیس ۷٥
۲-٥- ۱ - سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT ۷٦

۲-۵ -۲- سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT ۷۶
۲-۶- تهیه ی نانوذره تیتانیم ۷۷
۲-۶-۱- سنتز نانوذره تیتانیم گرافت شده با معرف RAFT ۷۷
۲-۶-۲ - سنتز نانو کامپوزیت کلرو متیل استایرن – تیتانیم به روش RAFT ۷۷
۲-۷- طریقه ی سنتز نانو ذره اکسید روی(ZnO) ۷۸
۲-۷-۱- سنتز نانوذره اکسید روی گرافت شده با معرف RAFT ۷۸
۲-۷- ۲ - سنتز نانو کامپوزیت استایرن –اکسید روی به روش RAFT ۷۹
۲-۸- طریقه ی سنتز نانوذرات اکسید آهن(III) (Fe_3O_4) ۷۹
۲-۸-۱- سنتز نانوذره اکسید آهن(III) گرافت شده با معرف RAFT ۸۰
۲-۸-۲ - سنتز نانو کامپوزیت استایرن –اکسید آهن(III) به روش RAFT ۸۰
۲-۹- سنتز ٤-سیانو ٤-(دودسیل کربوتیول) سولفانیل پنتانوئیک اسید ۸۱
۲-۹-۱- سنتز دودسیل کربودی تیوئیک اسید ۸۱
۲-۹-۲- سنتز دی دودسیل دی تیو پراکسی انیدرید ۸۳
۲-۹-۳- سنتز ٤-سیانو ٤-[(دودسیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید ۸٤
۲-۱۰- سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT (٤-سیانو ٤-[(دودسیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید) ۸٤
۲-۱۰- ۱- سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف RAFT(٤-سیانو ٤-[(دودسیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید) ۸۵
۲-۱۰- ۲- سنتز نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم با معرف RAFT(٤-سیانو ٤-[(فنیل کربوتیول) سولفانیل] پنتانوئیک اسید) ۸۵
فصل سوم : نتایج و بحث ۸۸
۳-۱- بررسی سنتز ٦،٢،٢،٦- تترامتیل پی پیریدین -*N*- اکسی (TEMPO) ۹۰
۳-۱-۱-بررسی سنتز ٤- اگزو-٢،٢،٦،٦- تترا متیل پی پیریدین (تری استون آمین) ۹۰
۳-۱-۲- بررسی کاهش ٤- اگزو-٦،٦،٢،٢- تترا متیل پی پیریدین ۹۲
۳-۱-۳- بررسی اکسایش ٦،٦،٢،٢- تترا متیل پی پیریدین ۹۳

۳-۲- بررسی سنتز ٤ - سیانو ٤-[(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید به عنوان عامل RAFT ۹٤
۳-۲-۱- بررسی سنتز دی فنیل دی تیو پراکسی انیدریدبااستفاده از طیفFT-IR ۹٦
۳-۲-۲- بررسی طیف FT-IR ٤- سیانو ٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتا نوئیک اسید ۹٦
۳-۲-۳- بررسی سنتز ٤- سیانو ٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید با استفاده از دستگاه (UV -VIS) ۹۷
۳-۲-٤- بررسی طیف ^{1}H-NMR ٤-سیانو ٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید. ۹۸
۳-۳- بررسی سنتز نانوذره سیلیس ۹۹
۳-۲- مشخصات طیفی نانوسیلیس ۱۰۰
۳-۲-۱- طیف FT-IR ۱۰۰
۳-۲-۲- مورفولوژی نانوسیلیس با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی(SEM) ... ۱۰۱
۳-٤- بررسی سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT ۱۰۲
۳-٤-۱ - بررسی سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT با IR ۱۰۲
۳-۵- بررسی سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT..... ۱۰۳
۳-۵-۱- بررسی طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT..... ۱۰۳
۳-۵ -۲-بررسی طیف SEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT..... ۱۰٤
۳-۵-۳- بررسی طیف TEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT ۱۰۵
۳-۵-٤- بررسی طیف TGA نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT..... ۱۰٦
۳-۵-۵- بررسی طیف DSC نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT..... ۱۰۷
۳-٦- بررسی سنتز نانوذره تیتانیم ۱۰۸
۳-٦-۱- بررسی طیف FT-IR نانوذره دی اکسید تیتانیم ۱۰۹
۳-٦-۲- بررسی طیف XRD نانوذره دی اکسید تیتانیم ۱۱۰
۳-٦-۳- بررسی طیف TEM نانوذره دی اکسید تیتانیم ۱۱۰
۳-۷- بررسی سنتز نانوذره تیتانیم گرافت شده با معرف RAFT ۱۱۱
۳-۷- ۱- بررسی سنتز نانوذره تیتانیم گرافت شده با معرف RAFT با IR..... ۱۱۱

۳-۸- بررسی سنتز نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT ۱۱۲
۳-۸-۱- بررسی طیف IR نانوکامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT..... ۱۱۲
۳-۸-۲- بررسی طیف SEM نانوکامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن- تیتانیم به روش RAFT... ۱۱۳
۳-۸-۳- بررسی طیف TEM نانوکامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن- تیتانیم به روش RAFT.... ۱۱٤
۳-۸-٤- بررسی طیف DSC نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن- تیتانیم به روش RAFT ... ۱۱۵
۳-۸-۵- بررسی طیف TGA نانوکامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن- تیتانیم به روش RAFT ۱۱٦
۳-۹- بررسی سنتز نانواکسید روی ZnO با استفاده از روش سل-ژل ۱۱٦
۳-۹-۱- بررسی طیف FT-IR نانوذره ی اکسید روی (ZnO) ۱۱٦
۳-۹-۲- بررسی طیف پراش اشعه ایکس (XRD) نانوذره اکسید روی..... ۱۱۸
۳-۹-۳- بررسی مورفولوژی(SEM) نانوذره اکسید روی(ZnO) ۱۱۹
۳-۱۰- بررسی سنتز نانوذره اکسید روی گرافت شده با معرف RAFT..... ۱۱۹
۳-۱۰- ۱- بررسی سنتز نانوذره اکسید روی گرافت شده با معرف RAFT با IR ۱۱۹
۳-۱۱- بررسی سنتز نانو کامپوزیت استایرن - اکسید روی به روش RAFT ۱۲۰
۳-۱۱-۱- بررسی طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن – اکسید روی به روش RAFT ۱۲۱
۳-۱۱-۲- بررسی طیف SEM نانو کامپوزیت پلی استایرن– اکسید روی به روش RAFT ۱۲۱
۳-۱۱-۳- بررسی الگوی پراش اشعه ایکس(XRD) نانوکامپوزیت پلی استایرن/ اکسید روی
(ZnO/PSt)..... ۱۲۲
۳-۱۲- بررسی سنتز نانو ذره اکسید اکسید آهن (III) ۱۲۳
۳-۱۲-۱- بررسی طیف FT-IR نانوذره ی اکسید آهن(III) ۱۲۳
۳-۱۲-۲- بررسی طیف XRD نانوذره اکسید آهن(III) ۱۲٤
۳-۱۳- بررسی سنتز نانوذره اکسید آهن (III)گرافت شده با معرف RAFT..... ۱۲٤
۳-۱۳- ۱- بررسی سنتز نانوذره اکسید آهن (III)گرافت شده با معرف RAFT با IR ۱۲۵
۳-۱۳- بررسی سنتز نانو کامپوزیت استایرن - اکسید آهن (III)به روش RAFT ۱۲۵
۳-۱۳-۱- بررسی طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن– اکسید آهن (III)به روش RAFT ۱۲٦

۳-۱۳-۲- بررسی طیف XRD نانوکامپوزیت پلی استایرن/ اکسیدآهن (III) ۱۲۷
۳-۱٤- بررسی سنتز٤ - سیانو٤-[(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید به
عنوان عامل RAFT ۱۲۸
۳-۱٤-۱- بررسی سنتز دی دودسیل دیتیو پراکسی انیدریدبااستفاده از طیفFT-IR ۱۲۹
۳-۱٤-۲- بررسی طیف FT-IR ٤- سیانو٤- [دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتا نوئیک
اسید ۱۳۰
۳-۱٤-۳-بررسی طیف ^{1}H-NMR ٤-سیانو٤-[(دودسیل کربوتیول)]سولفانیل پنتانوئیکاسید ۱۳۰
۳-۱۵- بررسی سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT (٤- سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)]
سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۲
۳-۱٦- بررسی سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT با معرف (٤- سیانو٤-
[(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید..... ۱۳۲
۳-۱٦-۱- بررسی طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(فنیل
کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۳
۳-۱٦ -۲-بررسی طیف SEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(فنیل
کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید ۱۳۳
۳-۱٦-۳- بررسی طیف TEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(فنیل
کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۵
۳-۱٦-٤- بررسی طیف TGA نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(فنیل
کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۵
۳-۱۷- بررسی سنتز نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به روش
RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۷
۳-۱۷-۱- بررسی طیف IR نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به
روشRAFT با معرف (٤-سیانو٤-[(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۷
۳-۱۷ -۲-بررسی طیف DSC نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به
روشRAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۸

۳-۱۷-۳- بررسی طیف TEM نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱۳۹
۳-۱۷-٤- بررسی طیف TGA نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید) ۱٤۰
نتیجه گیری ۱٤۲
پیشنهاد ها ۱٤۳
منابع ۱٤٤

فهرست شکلها و جدولها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱: نانو کامپوزیت های زمینه پلیمری حاوی نانو ذرات

شکل۱-۲: نانو کامپوزیت های زمینه پلیمری حاوی نانولایه ها

شکل۱-۳: نانو کامپوزیت های زمینه پلیمری حاوی خاک رس لایه ای

شکل۱-٤ : مراحل واکنش رفت وبرگشت پلیمریزاسیون رادیکالی

شکل ۱- ٥ : مکانیسم پلیمریزاسیون رادیکالی انتقال اتم(ATRP)

شکل۱-٦: مکانیسم پلیمریزاسیون رادیکالی انتقال اتم

شکل۱-۷ : مکانیسمARGET-ATRP ارائه شده توسط ماتیجاوسکی

شکل۱- ۸ : مکانیسم NMP

شکل ۱ -۹: ۲،۲،٥ تری متیل-٤-فنیل-۳-آزاهگزان-۳-نیتروکسید (۱)،N-ترسیو بوتیل -N-(۱-دی اتیل فوسفونو-۲،۲دی متیل)-N-اکسی (۲)

شکل ۱-۱ :مکانیسم پلیمریزاسیون انتقال زنجیر افزایشی گسستنی- برگشت پذیر

جدول ۱-۱۱ : خطوط راهنما برای انتخاب عامل های RAFT مناسب[Z-C(=S)S-R] برای انواع پلیمریزاسیون

شکل ۱-۱۲ : تهیه‌ی رزین سولفینات دار با استفاده از مخلوط t-BuLi و ترا متیل اتیلن دی آمین

شکل ۱-۱۳: واکنش با پلی استایرن دارای پیوند عرضی

شکل ۱-۱٤: ساختمان کلرو متیل استایرن و هموپلیمر آن

شکل ۱-۱٥: امکان انجام واکنش‌های جانشینی نوکلئوفیلی قبل و بعد از پلیمریزاسیون پارا کلرو متیل استایرن

شکل ۱-۱٦ : روش صنعتی تهیه‌ی کلرو متیل استایرن

شکل ۱-۱۷: روش آزمایشگاهی متداول برای تهیه‌ی ایزومرهای کلرو متیل استایرن

شکل ۱-۱۸: روش آزمایشگاهی دیگر برای تهیه‌ی ایزومر متا- کلرو متیل استایرن

جدول ۱-۱۹ برخی از واکنش‌های کوپلیمریزاسیون کلرومتیل استایرن

جدول ۱-۲۰: اصلاح شیمیایی پلی کلرو متیل استایرن یا کوپلیمرهای دارای واحد کلرو متیل استایرن

شکل ۱-۲۱: اصلاح شیمیایی پلی کلرو متیل استایرن توسط آمین‌های نوع سوم و فسفین‌ها
جدول ۱-۲۲: پلیمرهای کلرو متیل استایرن جهت کاربرد در نوری غیر خطی(NLO)
جدول ۲-۱ : مشخصات مواد مورد استفاده
شکل ۳-۱: طیف FT-IR تری استون آمین سنتز شده
شکل ۳-۲: طیف FT-IR ۲،۲،٦،٦- تترا متیل پی پیریدین سنتز شده
شکل ۳-۳: طیف FT-IR مربوط به TEMPO سنتز شده
شکل ۳-٤: طیف FT-IR دی فنیل دی تیو پراکسی انیدرید
شکل ۳-٥: طیف FT-IR ٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید
شکل ۳-٦: طیف (UV-VIS) ٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید
شکل ۳-۷ : طیف ماورای بنفش٤- سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید در دی کلرومتان
شکل ۳-۷ : طیف HNMR ٤- سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید
شکل ۳-۸- طیف FT-IR نانوذرات سیلیس
شکل ۳-۹- تصویر میکروسکوپ الکترونی پویشی نانو ذرات سیلیس
شکل ۳-۱۰- طیف IR نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT
شکل ۳-۱۱- طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شکل ۳-۱۲- طیف SEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شکل ۳-۱۳- طیف TEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شکل ۳-۱٤-آ- انالیز حرارتی نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شکل ۳-۱٤-ب- انالیز حرارتی پلی استایرن خالص
شکل ۳-۱٥- طیف DSC نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شکل ۳-۱٦- اشکال بلوری TiO_2شامل آناتاز و روتیل و بروکیت
شکل ۳-۱۷- طیف FT-IR نانوذره دی اکسید تیتانیم
شکل ۳-۱۸- طیف XRD برای نانوذره ی اکسید تیتانیم TiO_2
شکل ۳-۱۹- طیف TEM نانوذره دی اکسید تیتانیم
شکل ۳-۲۰- سنتز نانوذره تیتانیم گرافت شده با معرف RAFT

شکل ۳-۲۱- طیف IR نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT
شکل ۳-۲۲- طیف SEM نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT
شکل ۳-۲۳- طیف TEM نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT
شکل ۳-۲٤- طیف DSC نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT
شکل ۳-۲۵- طیف TGA نانو کامپوزیت پلی کلرو متیل استایرن - تیتانیم به روش RAFT
شکل ۳-۲٦: طیف FT-IR مربوط به نانوذره اکسید روی
شکل۳-۲۷- الگوی پراش اشعه ایکس(XRD) برای نانوذره ی اکسید روی
شکل ۳-۲۸- تصویر SEM برای نانوذره ی اکسید روی سنتز شده به روش سل-ژل با بزرگنمایی ۵میکرومتر
شکل ۳-۲۹- طیف IR نانوذره اکسید روی گرافت شده با معرف RAFT
شکل ۳-۳۰- طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن – اکسید روی به روش RAFT

شکل ۳-۳۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی پویشی(SEM) نانوکامپوزیت ZnO/PSt سنتز شده به روش RAFT با بزرگ نمایی ۵ میکرون
شکل ۳-۳۲- الگوی پراش اشعه ایکس(XRD) برای نانوکامپوزیت ZnO/PSt
شکل ۳-۳۳- طیف FT-IR سنتز نانوذره اکسید آهن Fe_3O_4
شکل ۳-۳٤- الگوی پراش اشعه ایکس یا طیف XRD نانوذره اکسید آهن Fe_3O_4
شکل ۳-۳۵- سنتز نانوذره اکسید آهن (III)گرافت شده با معرف RAFT
شکل ۳-۳٦- طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن – اکسید آهن (III)به روش RAFT
شکل ۳-۳۷- الگوی پراش اشعه ایکس یا طیف XRD استایرن/اکسید آهن Fe_3O_4/PSt
شکل ۳-۳۸- طیف FT-IR دی دودسیل دی تیو پراکسی انیدرید
شکل ۳-۳۹- طیف FT-IR ٤-سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید
شکل ۳-٤۰- طیف HNMR ٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید
شکل ۳-٤۱- طیف IR نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)

شکل ۳-٤۲- طیف SEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شکل ۳-٤۳- طیف TEM نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شکل ۳-٤٤-آ- طیف TGA نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم با معرف (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شکل ۳-٤٤-ب- طیف TGA پلی استایرن - نانو کامپوزیت
شکل ۳-٤٥- طیف IR نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)

شکل ۳-٤٦- طیف DSC پلی کلرو متیل استایرن خالص (a) و پلی کلرو متیل استایرن کوپل شده با تیتانیوم (b) ونانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم(c) به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شکل ۳-٤۷- طیف TEM نانو ذرات تیتان (a) پلی کلرو متیل استایرن کوپل شده با تیتانیوم دی اکسید (b)نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم (c) به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شکل ۳-٤۸- طیف TGA پلی کلرو متیل استایرن (a)پلی کلرو متیل استایرن کوپل شده با تیتانیوم (b) ونانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن کوپل شده با تیتانیوم (c) به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شمای ۳-۱: معادله ی واکنش تهیه ی تری استون آمین
شمای ۳-۲: مکانیسم پیشنهادی برای تهیه ی تری استون آمین
شمای ۳-۳: واکنش کاهش ٤-اگزو-۲،۲،٦،٦- تترا متیل پی پیریدین
شمای ۳-٤: اکسایش ٦،٦،۲،۲- تترا متیل پی پیریدین بوسیله ی هیدروژن پراکسید
شمای ۳-٥ :واکنش تهیه ی عامل گرینیارد
شمای ۳-٦: مراحل تهیه ی بنزوکربودی تیوئیک اسید

شمای ۳-۷: مراحل سنتز دی فنیل دی تیو پراکسی انیدرید
شمای ۳-۸: مراحل سنتز ٤ – سیانو -٤ – [(فنیل کربوتیو)سولفانیل]پنتانوئیک اسید
شمای ۳-۹-ایجاد پیوند در نانوذرات سیلیس
شمای ۳- ۱۰هیدرولیز تهیه نانوذره سیلیس
شمای ۳-۱۱ تراکم تهیه نانو ذره سیلیس
شمای ۳-۱۲- سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT
شمای ۳-۱۳- سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT
شمای ۳-۱٤- طیف IR نانوذره تیتانیم گرافت شده با معرف RAFT
شمای۳-۱۵- : واکنش مربوط به سنتز نانوذره ی اکسید روی
شمای ۳-۱۷ - سنتز نانوذره اکسید روی گرافت شده با معرف RAFT
شمای ۳-۱۸- سنتز نانو کامپوزیت استایرن - اکسید روی به روش RAFT
شمای ۳-۱۹- سنتز نانوذره اکسید آهن (III)گرافت شده با معرف RAFT
شمای ۳-۲۰- سنتز نانو کامپوزیت استایرن - اکسید آهن (III)به روش RAFT
شمای ۳-۲۱ :واکنش تهیه ی عامل گرینیارد
شمای ۳-۲۲- مراحل تهیه ی دودسیل کربودی تیوئیک اسید
شمای ۳-۲۳- مراحل سنتز دی دودسیل دی تیو پراکسی انیدرید
شمای ۳-۲٤- مراحل سنتز ٤ – سیانو -٤ – [(دودسیل کربوتیو)سولفانیل]پنتانوئیک اسید
شمای ۳-۲۵- سنتز نانوذره سیلیسی گرافت شده با معرف RAFT (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شمای ۳-۲٦- سنتز نانو کامپوزیت پلی استایرن - سیلیسیم به روش RAFT با معرف (٤- سیانو٤- [(دودسیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید)
شمای ۳-۲۷- سنتز نانو کامپوزیت کوپولیمر پلی استایرن - پلی کلرو متیل استایرن تیتانیوم به روش RAFT با معرف (٤-سیانو٤- [(فنیل کربوتیول)] سولفانیل پنتانوئیک اسید

فصل اول