

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

دانشکده علوم پایه  
گروه شیمی

رساله دکتری  
رشته شیمی (گرایش آلی)

# سنتز و بررسی نانوکامپوزیت های جدید بر پایه سیلیکا

اساتید راهنما:

دکتر محمد قلعه اسدی - دکتر مهرداد مهکام

پژوهشگر:

فاطمه حسین زاده

دی ماه ۱۳۹۱

تبریز - ایران

تقدیم بہ ہمسرہ ہر بانم

دختر نازینم

پدر و مادر و سوزم

برادران عزیزم

و خانوادہ محترم، ہمسرم

## تقدیر و تشکر

باتشکر فراوان از اساتید راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر محمد قلعه اسدی و جناب آقای دکتر مهرداد مهکام که افتخار شاگردی ایشان را داشته و همواره از رهنمودهای علمی و اخلاقی ایشان بهره بردم.

از آقای دکتر کاظم دیندار صفا و سرکار خانم دکتر سودابه داوران و سرکار خانم دکتر معصومه باقری که داور این رساله را بر عهده گرفتند کمال قدر دانی و تشکر را دارم.

از تمامی اساتید گروه شیمی که در طول دوره تحصیل از بیانات علمی شان بهره بردم کمال تشکر و قدر دانی را دارم. از دوستان عزیزم در آزمایشگاه های تحقیقاتی شیمی خصوصاً شیمی آلی تشکر می کنم.

از کارشناسان محترم گروه شیمی به ویژه سرکار خانم مهندس و خورشیدی که در ثبت طیف ها کمال بهکاری را با اینجانب داشته اند تشکر می کنم.

در پایان از تمامی عزیزانی که در طول دوره تحصیل و به ثمر رسیدن این رساله پشتیبان بنده بودند نیز تشکر می کنم.

عنوان.....	صفحه.....
مقدمه	
۱- نانوتکنولوژی.....	۲
۱-۱- نانو ذرات سیلیکا.....	۳
۱-۱-۱- مروری بر سنتز نانوذرات سیلیکا.....	۴
۱-۱-۲- فرایند سل- ژل.....	۵
۱-۱-۲-۱- مراحل فرایند سل-ژل.....	۶
۱-۱-۲-۱-۱- پارامترهای مؤثر بر هیدرولیز.....	۷
۱-۱-۲-۱-۲- پارامترهای تراکم.....	۹
۱-۱-۳- مراحل فرایند سل-ژل.....	۱۰
۲-۱- مایعات یونی.....	۱۲
۱-۲-۱- عمده‌ترین ویژگی‌های ترکیبات مایع یونی.....	۱۳
۲-۲-۱- کاربرد ترکیبات مایع یونی.....	۱۴
۳-۲-۱- عملکرد کاتالیزوری مایعات یونی در فرایند سل-ژل.....	۱۵
۴-۲-۱- مایعات یونی پلیمری Poly(ionic liquid)s.....	۱۷
۱-۴-۲-۱- پلیمرهای مایعات یونی و انحلال پذیری دی اکسید کربن.....	۱۷
۵-۲-۱- مایعات یونی از نوع پلی کاتیون.....	۲۱
۳-۱- واکنش‌های آلی در فاز جامد.....	۲۳
۱-۳-۱- مزایا و معایب انجام واکنش‌ها در فاز جامد.....	۲۳
۲-۳-۱- نمونه‌ای از واکنش‌های انجام شده بر روی بسترهای جامد.....	۲۴
۴-۱- اورگانوسیلان.....	۲۴
۱-۴-۱- معرفهای اتصال دهنده سیلانی.....	۲۵
۲-۴-۱- کاربردهای معرفهای اتصالی سیلانی.....	۲۷
۳-۴-۱- پایداری حرارتی معرفهای اتصالی سیلانی.....	۲۸
۴-۴-۱- روش کار معرفهای اتصالی سیلانی.....	۲۸
۵-۱- مایعات یونی تثبیت شده بر روی بستر سیلیکا و برخی از کاربردهای این نانو ذرات.....	۳۰
۱-۵-۱- تثبیت کلروآلومینات بر بسترهای سیلیکا.....	۳۱

۳۳	۱-۵-۲- کمپلکس پالادیوم بر پایه ذرات سیلیکا برای واکنش سوزوکی.....
۳۵	۱-۶-۶- رهاسازی کنترل شده دارو.....
۳۵	۱-۶-۱- رهاسازی کنترل شده دارو توسط مواد معدنی بر پایه سیلیکا.....
۳۷	۱-۶-۲- رهاسازی کنترل شده دارو توسط ماتریکس های کراسلینک پلیمری.....
۳۸	۱-۷-۷- مروری بر هیدروژل ها.....
۳۸	۱-۷-۱- طبقه بندی هیدروژل ها.....
۴۰	۱-۷-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی هیدروژل ها.....
۴۰	۱-۷-۲-۱- فاکتورهای موثر بر روی تورم هیدروژل ها.....
۴۰	۱-۷-۳- خصوصیات مکانیکی هیدروژل ها.....
۴۱	۱-۷-۴- سمیت هیدروژل ها.....
۴۲	۱-۷-۵- سیستم های رهاسازی با تورم کنترل شده و حساس به محرک.....
۴۲	۱-۷-۵-۱- هیدروژل های حساس به pH.....
۴۳	۱-۷-۵-۲- هیدروژل های حساس به حرارت.....
۴۳	۱-۷-۵-۳- هیدروژل های حساس به سایر محرک ها.....
۴۳	۱-۷-۶- کاربرد هیدروژل در رهاسازی دارو.....
۴۴	۸-۱- نانوکامپوزیت ها.....
۴۴	۸-۱-۱- تکنولوژی نانوکامپوزیتهای سیلیکات لایه ای.....
۴۶	۸-۱-۲- ساختار و خواص سیلیکات های لایه ای.....
۴۹	۸-۱-۳- روشهای تهیه نانوکامپوزیتهای پلیمری.....
۴۹	۸-۱-۳-۱- لایه ای کردن پلیمر و پیش پلیمر به وسیله محلول.....
۴۹	۸-۱-۳-۲- پلیمریزاسیون لایه ای در محل.....
۵۰	۸-۱-۳-۳- تکنیک لایه ای شدن ذوبی.....
۵۰	۸-۱-۴- تکنیک های مورد استفاده در بررسی نانوکامپوزیت ها.....
۵۲	۹-۱- زنجیر پلیمری حاوی مشتقات آلی سیلیسیوم.....
۵۲	۹-۱-۱- اتصال گروه حجیم تراپسل به زنجیر پلیمری.....
۵۳	۹-۱-۱-۱- پلیمرهای اصلاح شده با گروه حجیم Tsi و بررسی خواص آنها.....
۵۴	۱۰-۱- بررسی سنتز و خواص منومرها و پلیمرهای سیلیل دار.....
۵۴	۱۰-۱-۱- منومرهای استایرن استخلاف شده با گروههای سیلیل مختلف.....

۵۶	۲-۱۰-۱- پلیمریزاسیون آنیونی و رادیکالی منومرهای استایرن سیلیل دار.....
۵۷	۱۱-۱- کاربردهای پلیمرهای سیلیله شده.....
۵۷	۱-۱۱-۱- در غشاءهای صنعتی.....
۵۹	۲-۱۱-۱- در تهیه پلیمرهای مقاوم نوری.....
بخش تجربی	
۶۴	۱- مشخصات کلی در مورد دستگاه ها، روش ها، مواد اولیه.....
۶۷	۱-۱- سنتز مایعات یونی بر پایه سیلیکا.....
۶۷	۱-۱-۱- تهیه نانوذرات سیلیکا.....
۶۷	۲-۱-۲- سنتز مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید.....
۶۸	۳-۱-۲- سنتز مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم تترافلوروبورات.....
۶۸	۴-۱-۲- سنتز مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات.....
۶۸	۵-۱-۲- سنتز مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم نیتريت.....
۶۸	۶-۱-۲- تثبیت مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید بر روی بستر نانو ذرات سیلیکای سنتز شده.....
۶۹	۱-۶-۱-۲- خالص سازی ناپروکسن.....
۶۹	۷-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا.....
۷۰	۱-۷-۱-۲- محاسبه درصد ناپروکسن بارگیری شده.....
۷۰	۸-۱-۲- بررسی هیدرولیز نانوکامپوزیت حاوی ناپروکسن.....
۷۰	۱-۸-۱-۲- آماده سازی کیسه های دیالیز.....
۷۰	۲-۱-۸-۲- تهیه بافر pH=۱.....
۷۱	۳-۸-۱-۲- تهیه بافر pH=۷/۴.....
۷۱	۴-۸-۱-۲- روش تعیین درصد آزاد شدن دارو از کیسه دیالیز.....
۷۱	۹-۱-۲- تهیه نانوکامپوزیت های حفره دار از مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا.....
۷۱	۱۰-۱-۲- بارگیری داروی انسولین بر روی مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانوذرات سیلیکا و نانوکپسول حفره دار.....
۷۲	۱-۱۰-۱-۲- محاسبه درصد انسولین بارگیری شده.....
۷۲	۱۱-۱-۲- بررسی پایداری انسولین بارگیری شده.....

۱۲-۱-۲- بررسی رهاسازی داروی انسولین از مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانوذرات سیلیکا و نانوکپسول حفره دار.....	۷۲
۱۳-۱-۲- تعویض آنیون مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکای سنتز شده با سدیم آلزینات.....	۷۳
۱۴-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی ترکیب ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم آلزینات تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا.....	۷۳
۱۵-۱-۲- اصلاح خواص ترکیب ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم آلزینات تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا با استفاده از روش فریز درایر.....	۷۳
۱۶-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی ترکیب ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم آلزینات تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا اصلاح شده با روش فریز درایر.....	۷۳
۱۷-۱-۲- محاسبه درصد ناپروکسن بارگیری شده.....	۷۴
۱۸-۱-۲- بررسی هیدرولیز نانوکامپوزیت حاوی ناپروکسن.....	۷۴
۱۹-۱-۲- تهیه مایع یونی ۱-متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید.....	۷۴
۱-۲-۱۹-۱- تهیه ترکیب ۲-متیل-آکرلیک اسید-۲-کلرواتیل استر.....	۷۴
۱-۲-۱۹-۲- تهیه مایع یونی.....	۷۴
۲۰-۱-۲- تثبیت ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات بر روی نانوذرات سیلیکا.....	۷۴
۲۱-۱-۲- کopolymerization متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا (۱:۱) P <sub>1</sub> .....	۷۵
۲۲-۱-۲- کopolymerization متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا و مایع یونی -متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید (۱:۱:۱) P <sub>2</sub> .....	۷۵
۲۳-۱-۲- کopolymerization متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا و مایع یونی -متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید (۱:۱:۲) P <sub>3</sub> .....	۷۶
۲۴-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی بستر سنتز شده از متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا (۱:۱) P <sub>1</sub> .....	۷۶
۲۵-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی بستر سنتز شده از متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا و مایع یونی -متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید (۱:۱:۱) P <sub>2</sub> .....	۷۶
۲۶-۱-۲- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی بستر سنتز شده از متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا و مایع یونی -متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید (۱:۱:۲) P <sub>3</sub> .....	۷۶
۲۷-۱-۲- محاسبه درصد ناپروکسن بارگیری شده.....	۷۷



۲۸-۱-۲- بررسی هیدرولیز نانوکامپوزیت حاوی ناپروکسن .....	۷۷
۲۹-۱-۲- تثبیت ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل کلرید بر روی نانوذرات سیلیکا.....	۷۷
۳۰-۱-۲- واکنش N,N- دی متیل آمینو پیریدین با ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل کلرید تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا.....	۷۷
۳۱-۱-۲- تعویض آنیون مایع یونی تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا با آنیون نیتريت.....	۷۷
۳۲-۱-۲- واکنش دیازوتاسیون با استفاده از مایع یونی تثبیت شده و تهیه تعدادی از رنگهای آزو.....	۷۸
۳۲-۱-۲-۱- واکنش پارا نیترو آنیلین و کوپل کردن با ۱-نفتول.....	۷۸
۳۲-۱-۲-۲- واکنش پارا نیترو آنیلین و کوپل کردن با ۲-نفتول.....	۷۸
۳۲-۱-۲-۳- واکنش پارا نیترو آنیلین و کوپل کردن با N,N- دی متیل آنیلین.....	۷۸
۳۲-۱-۲-۴- واکنش پارا آمینوبنزوئیک اسید و کوپل کردن با ۱-نفتول.....	۷۹
۳۲-۱-۲-۵- واکنش پارا آمینوبنزوئیک اسید و کوپل کردن با N,N- دی متیل آنیلین.....	۷۹
۲-۲- بخش دوم اصلاح خواص پلیمرهای ۲-هیدروکسی اتیل متاکریلات و کاربرد آنها در رهاسازی کنترل شده دارو.....	۸۰
۲-۲-۱- تهیه منومرهای سیلیله ترکیب ۲- هیدروکسی اتیل متاکریلات (HEMA).....	۸۰
۲-۲-۱-۱- منومر تری اتیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات.....	۸۰
۲-۲-۱-۲- منومر ترسیو بوتیل دی متیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات.....	۸۰
۲-۲-۱-۳- منومر ۲- (دی متیل وینیل سیلیل) اکسی اتیل متاکریلات.....	۸۱
۲-۲-۲- تهیه هیدروژل های سیلیله ترکیب ۲- هیدروکسی اتیل متاکریلات و متآکرلیک اسید.....	۸۱
۲-۲-۲-۱- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و تری اتیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>1</sub> )(۵٪:۱:۱).....	۸۱
۲-۲-۲-۲- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و تری اتیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>2</sub> )(۵٪:۱:۱).....	۸۲
۲-۲-۲-۳- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و تری اتیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>3</sub> )(۵٪:۱:۳).....	۸۲
۲-۲-۲-۴- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و ترسیوبوتیل دی متیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>4</sub> )(۵٪:۱:۱).....	۸۲
۲-۲-۲-۵- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و ترسیوبوتیل دی متیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>5</sub> )(۵٪:۳:۱).....	۸۲
۲-۲-۲-۶- کوپلیمریزاسیون متآکرلیک اسید و ترسیوبوتیل دی متیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات با عامل کراسلینک ۲-دی متیل وینیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات (P <sub>6</sub> )(۵٪:۱:۳).....	۸۲

۳-۲-۲- بارگیری مزالازین بر روی هیدروژل‌های سیلیله.....	۸۳
۴-۲-۲- محاسبه درصد مزالازین بارگیری شده.....	۸۳
۵-۲-۲- بررسی هیدرولیز هیدروژل‌های حاوی مزالازین.....	۸۳
۱-۵-۲-۲- روش تعیین درصد آزاد شدن دارو از کیسه دیالیز.....	۸۳
۳-۳-۲- بخش سوم اصلاح خواص پلیمرهای استایرن.....	۸۴
۱-۳-۲- سنتز منومر پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....	۸۴
۲-۳-۲- پلیمریزاسیون پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....	۸۴
۳-۳-۲- کوپلیمریزاسیون پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن با متیل استایرن با نسبت ۱:۱.....	۸۵
۴-۳-۲- کوپلیمریزاسیون پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن با کلرومتیل استایرن با نسبت ۱:۱.....	۸۵
۵-۳-۲- کوپلیمریزاسیون پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن با کلرومتیل استایرن و متیل استایرن با نسبت ۱:۱.....	۸۵
.....	۸۵
۶-۳-۲- سنتز منومر پارا بیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....	۸۵
۷-۳-۲- کوپلیمریزاسیون پارا بیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن و متیل استایرن با نسبت ۱:۱.....	۸۶
۴-۴-۲- بخش چهارم سنتز مایعات یونی جدید بر پایه استایرن.....	۸۶
۱-۴-۲- سنتز ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید.....	۸۶
۲-۴-۲- سنتز ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم تترافلوروبورات.....	۸۶
۳-۴-۲- سنتز ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلورو فسفات.....	۸۷
۴-۴-۲- پلیمریزاسیون ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلورو فسفات.....	۸۷
۵-۴-۲- کوپلیمریزاسیون ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلورو فسفات و متیل استایرن (۱:۱).....	۸۷
۶-۴-۲- کوپلیمریزاسیون ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلورو فسفات و متیل استایرن (۲:۱).....	۸۷
۷-۴-۲- کوپلیمریزاسیون ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلورو فسفات و متیل استایرن (۲:۱).....	۸۸
۸-۴-۲- سنتز ترکیب ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم کلرید.....	۸۸
۹-۴-۲- سنتز ترکیب ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم تترافلورو بورات.....	۸۸
۱۰-۴-۲- سنتز ترکیب ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم هگزا فلورو فسفات.....	۸۹
۱۱-۴-۲- پلیمریزاسیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم کلرید.....	۸۹
۱۲-۴-۲- پلیمریزاسیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم هگزا فلورو فسفات.....	۸۹
۱۳-۴-۲- کوپلیمریزاسیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پریدینوم هگزا فلورو فسفات و متیل استایرن (۱:۱).....	۹۰
.....	۹۰

## فهرست مطالب

۲-۴-۱- کوپلیمریزاسیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن (۲:۱)	۹۰
۲-۴-۱۵- کوپلیمریزاسیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن (۱:۲)	۹۰
۲-۵- بخش پنجم سنتز نانوکامپوزیت های پلی استایرن و متیل متاکریلات بر پایه سیلیکات لایه ای اصلاح شده با مایعات یونی استایرنی و به روش پلیمریزاسیون در محل.....	۹۱
۲-۵-۱- اصلاح مونت مورولینیت توسط ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید.....	۹۱
۲-۵-۲- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / استایرن (۱:۹۹).....	۹۱
۲-۵-۳- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / استایرن (۳:۹۷).....	۹۲
۲-۵-۴- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / استایرن (۵:۹۵).....	۹۲
۲-۵-۵- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / استایرن (۷:۹۳).....	۹۲
۲-۵-۶- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / استایرن به روش فریز درای.....	۹۲
۲-۵-۷- تهیه نانوکامپوزیت های مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / متیل متاکریلات (۱:۹۹).....	۹۲
۲-۵-۸- تهیه نانوکامپوزیت های مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / متیل متاکریلات (۳:۹۷).....	۹۳
۲-۵-۹- تهیه نانوکامپوزیت های مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / متیل متاکریلات (۵:۹۵).....	۹۳
۲-۵-۱۰- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم کلرید / متیل متاکریلات به روش فریز درایر.....	۹۳

### نتایج و بحث

۳-۱- بخش اول سنتز مایعات یونی تثبیت شده بر بستر سیلیکا.....	۹۵
۳-۱-۱- تهیه نانوذرات سیلیکا.....	۹۷
۳-۱-۲- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳-متیل ایمیدازولیوم کلرید.....	۹۸
۳-۱-۳- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳-متیل ایمیدازولیوم تترافلوروبرات.....	۹۹

۱۰۰	۳-۱-۴- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات
۱۰۱	۳-۱-۵- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم نیتريت
۱۰۱	۳-۱-۶- تثبیت مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید بر روی بستر نانو ذرات سیلیکای سنتز شده (SNIL)
۱۰۴	۳-۱-۷- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا (SNIL)
۱۰۴	۳-۱-۸- بررسی هیدرولیز نانوکامپوزیت حاوی ناپروکسن
۱۰۷	۳-۱-۹- تهیه نانوکپسول از مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا (NCIL)
۱۰۷	۳-۱-۱۰- بارگیری داروی انسولین بر روی مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانوذرات سیلیکا و نانوکامپوزیت حفره دار
۱۰۸	۳-۱-۱۱- محاسبه درصد انسولین بارگیری شده
۱۰۸	۳-۱-۱۲- بررسی رهاسازی داروی انسولین از مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانوذرات سیلیکا (SNIL) و نانوکپسول حفره دار (NCIL)
۱۰۹	۳-۱-۱۳- استفاده از سدیم آلزینات در اصلاح خواص نانوکامپوزیت SNIL و کاربرد آن در رهاسازی کنترل شده دارو
۱۱۱	۳-۱-۱۴- تعویض آنیون مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکای سنتز شده با سدیم آلزینات
۱۱۲	۳-۱-۱۵- اصلاح خواص ترکیب ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم آلزینات تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا با استفاده از روش فریز درای
۱۱۳	۳-۱-۱۶- بارگیری داروی ناپروکسن بر روی ترکیب ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم آلزینات تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا
۱۱۴	۳-۱-۱۷- سنتز مایع یونی ۳-متیل-۱- [۲- (۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید
۱۱۵	۳-۱-۱۸- تثبیت ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات بر روی نانوذرات سیلیکا
۱۱۶	۳-۱-۱۹- کوپلیمریزاسیون متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا (۱:۱) P <sub>1</sub>
۱۱۶	۳-۱-۲۰- کوپلیمریزاسیون متاآکرلیک اسید و ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات تثبیت شده بر روی نانوذرات سیلیکا و مایع یونی ۱-متیل-۳- [۲- (۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل] ایمیدازولیوم کلرید با دو نسبت مختلف
۱۱۹	۳-۱-۲۱- سنتز نمونه‌های جدید از مایعات یونی تثبیت شده، بررسی خصوصیات و کاربرد آن در سنتز برخی از رنگ های آزو

۱۲۱	۲۲-۱-۳- تعویض آنیون مایع یونی تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا با آنیون نیتريت.....
۱۲۲	۱-۳-۲۳- واکنش ديازوتاسيون با استفاده از مایع یونی تثبیت شده و تهیه تعدادی از رنگهای آزو.....
۱۲۲	۱-۳-۲۳-۱- واکنش پارانیتروآنیلین و کوپل کردن با ۲- نفتول.....
۱۲۲	۱-۳-۲۳-۲- واکنش پارا نیترو آنیلین و کوپل کردن با N,N-دی متیل آنیلین.....
۱۲۲	۱-۳-۲۳-۳- واکنش پارا آمینوزوئیک اسید و کوپل کردن با ۲-نفتول.....
۱۲۳	۱-۳-۲۳-۴- واکنش پارا آمینوزوئیک اسید و کوپل کردن با N,N-دی متیل آنیلین.....
۱۲۴	۲-۳- اصلاح خواص پلیمرهای ۲-هیدروکسی اتیل متاکریلات، تهیه هیدروژلها و بررسی بارگیری و رهاسازی داروی مزالازین از این هیدروژل ها.....
۱۲۶	۲-۳-۱- سنتز منومر ۲-تری اتیل سیلیل اکسی اتیل متاکریلات(TES-EMA).....
۱۲۶	۲-۳-۲- سنتز منومر ۲-(ترسیو بوتیل دی متیل سیلیل)اکسی]اتیل متاکریلات(BMS-EMA).....
۱۲۷	۲-۳-۳- سنتز منومر ۲-(دی متیل وینیل سیلیل)اکسی]اتیل متاکریلات(VMS-EMA).....
۱۲۸	۲-۳-۴- بررسی شرایط پلیمریزاسیون.....
۱۳۰	۲-۳-۵- بارگیری دارو بر روی هیدروژل های سیلیله.....
۱۳۰	۲-۳-۶- رهاسازی دارو بوسیله هیدرولیز پلیمرهای پیوند خورده با دارو.....
۱۳۱	۳-۳- مراحل مختلف سنتز منومرهای استایرن سیلیله و مشتقات پلیمری آنها.....
۱۳۳	۳-۳-۱- بررسی طیفی و اسپکتروسکوپی منومر پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....
۱۳۴	۳-۳-۲- بررسی شرایط پلیمریزاسیون رادیکالی پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....
۱۳۵	۳-۳-۳- بررسی های طیفی و اسپکتروسکوپی پلیمرها.....
۱۳۸	۳-۳-۴- سنتز منومر پارا بیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن(PBTMS).....
۱۳۹	۳-۳-۵- بررسی شرایط پلیمریزاسیون رادیکالی پارا بیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن.....
۱۳۹	۳-۳-۶- بررسی های طیفی و اسپکتروسکوپی کوپلیمر پارابیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن و متیل استایرن.....
۱۴۱	۳-۳-۴- سنتز مایعات یونی جدید بر پایه استایرن و بررسی برخی از خواص آنها.....
۱۴۱	۳-۴-۱- سنتز ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید.....
۱۴۳	۳-۴-۲- بررسی شرایط پلیمریزاسیون رادیکالی منومرهای ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید و ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلوروسفات.....
۱۴۳	۳-۴-۳- بررسی های طیفی و اسپکتروسکوپی پلیمرها.....
۱۴۵	۳-۴-۴- بررسی حلالیت پلیمرهای سنتز شده.....
۱۴۶	۳-۴-۵- سنتز ترکیب ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل)پیریدینیوم کلرید.....

## فهرست مطالب

۳-۴-۶- بررسی شرایط پلیمریزاسیون رادیکالی منومرهای ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید و ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات.....	۱۴۷
۳-۴-۷- بررسی های طیفی و اسپکتروسکوپی پلیمرها.....	۱۴۷
۳-۴-۸- بررسی حلالیت پلیمرهای سنتز شده.....	۱۴۹
۳-۵-۵- سنتز نانوکامپوزیت های پلی استایرن و متیل متاکریلات بر پایه سیلیکات لایه ای اصلاح شده با مایعات یونی استایرنی و به روش پلیمریزاسیون در محل.....	۱۵۰
۳-۵-۱- اصلاح مونت مورولینیت توسط ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل)پیریدینیوم کلرید و ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید.....	۱۵۱
۳-۵-۲- بررسی نتایج حاصل از آنالیز ترموگراویمتری مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده.....	۱۵۳
۳-۵-۳- بررسی مورفولوژی مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده به روش میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM).....	۱۵۴
۳-۵-۴- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل)پیریدینیوم کلرید/ پلی استایرن با درصدهای مختلف از پرکننده اصلاح شده.....	۱۵۵
۳-۵-۵- بررسی مورفولوژی نانوکامپوزیت های سنتز شده به روش SEM.....	۱۵۷
۳-۵-۶- بررسی مورفولوژی نانوکامپوزیت های سنتز شده به روش TEM.....	۱۵۷
۳-۵-۷- بررسی نتایج حاصل از آنالیز ترموگراویمتری (TGA) نانوکامپوزیت های سنتزی.....	۱۵۸
۳-۵-۸- تهیه نانوکامپوزیت مونت مورولینیت اصلاح شده با ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل)پیریدینیوم کلرید/ متیل متاکریلات با درصدهای مختلف از پرکننده اصلاح شده.....	۱۵۹
۳-۵-۹- بررسی مورفولوژی نانوکامپوزیت های سنتز شده به روش SEM.....	۱۶۱
۳-۵-۱۰- بررسی مورفولوژی نانوکامپوزیت های سنتز شده به روش TEM.....	۱۶۲
۳-۵-۱۱- بررسی نتایج حاصل از آنالیز ترموگراویمتری (TGA) نانوکامپوزیت های سنتزی.....	۱۶۳
نتیجه گیری.....	۱۶۴
پیشنهادات.....	۱۶۵
پیوست.....	۱۶۶
منابع.....	۲۰۸

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱- دمای تبدیل شیشه ای پلیمرهایی از مایعات یونی.....	۱۸.....
جدول ۲: نتایج آلکیلاسیون بنزن با اولفین های متفاوت کاتالیز شده با کاتالیزورهای اسیدی تثبیت شده.....	۳۳.....
جدول ۳- تعدادی از منومرهای مورد استفاده در طراحی هیدروژلها.....	۳۹.....
جدول ۴- ساختار شیمیائی سیلیکات های لایه ای متداول.....	۴۷.....
جدول ۵- درصد انسولین بارگیری شده بر روی نانوذرات.....	۱۰۸.....
جدول ۶- درصد مولی منومرها در زنجیره پلیمری هیدروژل ها.....	۱۲۹.....
جدول ۷- درصد مولی منومرها و داده های DSC.....	۱۳۵.....
جدول ۸- مقایسه داده های DSC کوپلیمرهای سیلیله.....	۱۴۰.....
جدول ۹- ترکیب، درصد مولی، مشخصات Tg کوپلیمرهای ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن.....	۱۴۵.....
جدول ۱۰- بررسی حلالیت پلیمر و کوپلیمرهای ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن.....	۱۴۶.....
جدول ۱۱- ترکیب، درصد مولی، مشخصات Tg کوپلیمرهای ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن.....	۱۴۹.....
جدول ۱۲- بررسی حلالیت پلیمرهای سنتز شده.....	۱۴۹.....
جدول ۱۳- میزان 2θ و فضای بین لایه ای در سدیم مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده با کاتیون ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم.....	۱۵۳.....
جدول ۱۴- اطلاعات پراش اشعه X (XRD) نانوکامپوزیت های پلی استایرن.....	۱۵۶.....
جدول ۱۵- نتایج حاصل از آنالیز ترموگراویمتری (TGA) نانوکامپوزیت های پلی استایرن.....	۱۵۹.....
جدول ۱۶- اطلاعات پراش اشعه X (XRD) نانوکامپوزیت های پلی متیل متاکریلات.....	۱۶۱.....
جدول ۱۷- نتایج حاصل از آنالیز ترموگراویمتری (TGA) نانوکامپوزیت های پلی متیل متاکریلات.....	۱۶۳.....

## فهرست نمودارها

---

عنوان.....	صفحه.....
نمودار ۱ رهاسازی داروی ناپروکسن از نانوکامپوزیت های SNIL و NCIL.....	۱۰۵.....
نمودار ۲ رهاسازی داروی انسولین از نانوکامپوزیت های SNIL و NCIL.....	۱۰۹.....
نمودار ۳ رهاسازی داروی ناپروکسن از نانوکامپوزیت های آلژینات.....	۱۱۳.....
نمودار ۴ رهاسازی داروی ناپروکسن از نانوکامپوزیت های حاوی گروه های اسیدی و باردار.....	۱۱۸.....
نمودار ۵ منحنی هیدرولیز پلیمرهای سیلیله حاوی مزالازین.....	۱۳۰.....



عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱- وابستگی سرعت هیدرولیز به pH در محیط آبی.....	۸.....
شکل ۲- وابستگی سرعت انحلال و زمان ژل شدن به pH.....	۱۰.....
شکل ۳- تفاوت نانوذرات سیلیکای حاصل از پلیمریزاسیون TEOS را در محیط اسیدی و بازی.....	۱۱.....
شکل ۴- ساختار پلیمرهایی از مایعات یونی.....	۱۷.....
شکل ۵- جذب دی اکسید کربن پلیمرهای (a-e) و مونومرهای مربوطه.....	۱۸.....
شکل ۶- سیکل جذب و واجذب دی اکسید کربن (592.3 mmHg CO <sub>2</sub> , 22 °C) تحت خلاء P[VBtMA][BF <sub>4</sub> ] (a)، (b) P[MatMA][BF <sub>4</sub> ].....	۲۰.....
شکل ۷- جذب دی اکسید کربن (592.3 mmHg CO <sub>2</sub> , 22 °C) و واجذب تحت خلاء برای [bmim][BF <sub>4</sub> ].....	۲۰.....
شکل ۸- جذب دی اکسید کربن برای P[VBtMA][BF <sub>4</sub> ] به صورت تابعی از فشار.....	۲۱.....
شکل ۹: هدایت یونی ۱-اتیل-۳-وینیل ایمیدازولیوم بیس (تری فلورومتان سولفونیل) ایمید برای قبل و بعد از پلیمریزاسیون.....	۲۲.....
شکل ۱۰: اثر طول زنجیر جداکننده بر روی هدایت یونی و T <sub>g</sub> .....	۲۲.....
شکل ۱۱: طیف <sup>27</sup> Al MAS NMR کاتالیزور کلروآلومینات تثبیت شده بر بسترهای سیلیکا.....	۳۳.....
شکل ۱۲: تصویر شماتیک از نانو کامپوزیتهای بین لایه ای و نانو کامپوزیتهای ورقه ای شده.....	۴۵.....
شکل ۱۳: تصویر شماتیک از ساختار مونت مورولینیت.....	۴۷.....
شکل ۱۴: تصویر شماتیک از اصلاح ساختار مونت مورولینیت.....	۴۷.....
شکل ۱۵: (a) منومر جدید دارای سیلیسیوم و حساس به اسید، (b) کوپلیمر مربوطه برای مقاوم های دو لایه ای.....	۶۰.....
شکل ۱۶: منومرها و کوپلیمر دارای سیلیسیوم و حساس به اسید.....	۶۰.....
شکل ۱۷- تصویر SEM نانوذرات سیلیکای سنتزی.....	۹۸.....
شکل ۱۸- تصویر SEM مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر بستر نانوذرات سیلیکا.....	۱۰۴.....
شکل ۱۹- مکانیسم هیدرولیز نانو کامپوزیتهای حاوی ناپروکسن.....	۱۰۶.....
شکل ۲۰- تصاویر SEM (a) مایع یونی تثبیت شده و (b) نانو کامپوزیت حفره دار.....	۱۰۷.....
شکل ۲۱- مکانیسم هیدرولیز نانو کامپوزیتهای حامل داروی انسولین.....	۱۰۹.....
شکل ۲۲- ساختار سدیم آلزینات.....	۱۱۰.....
شکل ۲۳- طیف های SEM مربوط به مایع یونی ۱- (۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکای سنتز شده (A) و نیز مایع یونی تعویض آنیون شده با سدیم آلزینات (B).....	۱۱۲.....

- شکل ۲۴- طیف های SEM مربوط به مایع یونی تعویض آنیون شده با سدیم آلژینات پس از فریزدرایر (C)..... ۱۱۲
- شکل ۲۵- تصویر SEM مایع یونی N و N-دی متیل آمینوپیریدین تثبیت شده بر بستر نانوسیلیکا..... ۱۲۱
- شکل ۲۶- طیف FT-IR سدیم مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده با کاتیون ۴-دی متیل آمینو-۱- (۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم..... ۱۵۲
- شکل ۲۷- طیف XRD سدیم مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده با کاتیون ۴-دی متیل آمینو-۱- (۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم..... ۱۵۳
- شکل ۲۸- نمودار TGA مربوط به سدیم مونت مورولینیت و مونت مورولینیت اصلاح شده با کاتیون ۴-دی متیل آمینو-۱- (۴-وینیل بنزیل) پیریدینیوم..... ۱۵۴
- شکل ۲۹- تصاویر SEM مربوط به a-مونت مورولینیت، b-مونت مورولینیت اصلاح شده..... ۱۵۴
- شکل ۳۰- اطلاعات پراش اشعه X (XRD) نانوکامپوزیت های سنتز شده..... ۱۵۶
- شکل ۳۱- تصاویر SEM نانوکامپوزیت های سنتز شده با نسبت های ۱/۹۹، ۳/۹۷، ۵/۹۵ و ۷/۹۳..... ۱۵۷
- شکل ۳۲- تصاویر TEM نانوکامپوزیت استایرن/مونت مورولینیت اصلاح شده با نسبت (۳:۹۷)..... ۱۵۸
- شکل ۳۳- نمودار TGA مربوط به پلی استایرن و نانوکامپوزیت های سنتز شده..... ۱۵۸
- شکل ۳۴- طیف های پراش اشعه X (XRD) نانوکامپوزیت های پلی متیل متاکریلات به ترتیب با ۱ و ۳ و ۵ درصد وزنی مونت مورولینیت اصلاح شده..... ۱۶۱
- شکل ۳۵- تصاویر SEM نانوکامپوزیت های مونت مورولینیت اصلاح شده/ متیل متاکریلات با درصدهای متفاوت..... ۱۶۲
- شکل ۳۶- تصویر TEM نانوکامپوزیت مونت مورولینیت/پلی متیل متاکریلات با نسبت ۳/۹۷..... ۱۶۲
- شکل ۳۷- نمودار TGA مربوط به نانوکامپوزیت های سنتز شده پلی متیل متاکریلات..... ۱۶۳

عنوان.....	صفحه.....
شمای ۱- فرایند هیدرولیز و تراکم در محیط اسیدی.....	۶.....
شمای ۲- فرایند هیدرولیز و تراکم در محیط بازی.....	۷.....
شمای ۳- مکانیسم فرایند هیدرولیز.....	۸.....
شمای ۴- روش عمومی سنتز مایعات یونی.....	۱۲.....
شمای ۵- فعالیت کاتالیزوری مایعات یونی در سنتز نانوذرات سیلیکا.....	۱۶.....
شمای ۶: انجام واکنش استریفیکاسیون بر روی فاز جامد آلومینا.....	۲۴.....
شمای ۷: معرف اتصال دهنده سیلانی.....	۲۵.....
شمای ۸: نحوه اتصال بستر به گروه سیلانی.....	۲۶.....
شمای ۹: تعدادی از انواع گروههای سیلانی.....	۲۶.....
شمای ۱۰: واکنش سیلانولها.....	۲۹.....
شمای ۱۱: تثبیت مایع یونی به طریقه آنیونی.....	۳۱.....
شمای ۱۲: تثبیت مایع یونی به طریقه کاتیونی.....	۳۲.....
شمای ۱۳: تهیه کمپلکس NHC-Pd تثبیت شده بر بستر سیلیکا.....	۳۴.....
شمای ۱۴- سنتز پلی متیل هیدروسیلوکسان.....	۵۳.....
شمای ۱۵: تهیه تراپسل لیتیم و کوپلیمرهای دارای گروههای تراپسل.....	۵۴.....
شمای ۱۶- سنتز مشتقات تری متیل سیلیل استایرن.....	۵۵.....
شمای ۱۷- واکنش لیتیم دی ایزوپروپیل آمید با مشتق سیلیل دار استایرن و اکسیران.....	۵۵.....
شمای ۱۸- پلیمریزاسیون آنیونی منومر سیلیل دار استایرن با منومر لیتیه شده.....	۵۶.....
شمای ۱۹- کوپلیمرهای سنتز شده به روش رادیکالی.....	۵۷.....
شمای ۲۰: تهیه پلیمر SBS.....	۵۸.....
شمای ۲۱ : دسیبله شدن تری متیل سیلیل متاکریلات در پلیمرها.....	۵۹.....
شمای ۲۲: محصولات حاصل از هیدرولیز پلیمرهای مقاوم.....	۶۱.....
شمای ۲۳- سنتز نانوذرات سیلیکا به روش سل-ژل.....	۹۷.....
شمای ۲۴- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید.....	۹۸.....
شمای ۲۵- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم تترافلوروبورات.....	۹۹.....

- شمای ۲۶- سنتز مایع یونی ۱-(۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل)-۳-متیل ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات..... ۱۰۰
- شمای ۲۷- تهیه مایع یونی ۱-متیل-۳-[۲-(۲-متیل-آکریلوکسی)-اتیل]ایمیدازولیوم کلرید..... ۱۱۴
- شمای ۲۸- تثبیت ۳-تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات بر روی نانوذرات سیلیکا..... ۱۱۵
- شمای ۲۹- اضافه شدن مایع یونی به ساختار نانوکامپوزیت..... ۱۱۷
- شمای ۳۰- تعویض آنیون مایع یونی تثبیت شده بر روی بستر نانو ذرات سیلیکا با آنیون نیتريت..... ۱۲۱
- شمای ۳۱- مراحل سنتز منومرهای سیلیله..... ۱۲۵
- شمای ۳۲- پلیمر حاصل از MAA و R<sub>3</sub>SiEMA و CA..... ۱۲۸
- شمای ۳۳- اشکال رزونانسی آنیون پارا متیل استایرن..... ۱۳۲
- شمای ۳۴- مکانیسم سنتز آنیون متیل استایرن LMS..... ۱۳۲
- شمای ۳۵- افزایش نوکلئوفیل به گروه استایریل و آغاز پلیمریزاسیون..... ۱۳۳
- شمای ۳۶- سنتز پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن..... ۱۳۳
- شمای ۳۷- تعدادی از کوپلیمرهای پارا (متیل تری متیل سیلیل) متیل استایرن..... ۱۳۴
- شمای ۳۸- پلیمر و کوپلیمر پارابیس (تری متیل سیلیل) متیل استایرن و متیل استایرن..... ۱۳۹
- شمای ۳۹- سنتز ترکیب ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید..... ۱۴۱
- شمای ۴۰- آنیون منومر ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم کلرید با آنیون های تترافلوروبورات و هگزا فلوروفسفات..... ۱۴۲
- شمای ۴۱- روش سنتز کوپلیمرهای ۱-متیل-۳-(۴-وینیل بنزیل)ایمیدازولیوم هگزا فلوروفسفات و متیل استایرن..... ۱۴۴
- شمای ۴۲- سنتز ترکیب ۴-دی متیل آمینو-۱-(۴-وینیل بنزیل)پیریدینیوم کلرید..... ۱۴۶