





پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی (گرایش معدنی)

عنوان:

تهیه و شناسایی کامپوزیت های پلیمر- نانوپورزها (MCM-41 and NaY)

و بررسی آنها در رها سازی کنترل شده داروی مترونیدازول

توسط:

اعظم امیدی

اساتید راهنما:

دکتر مژگان زنده دل

دکتر عابدین زبر دستی

استاد مشاور:

دکتر ابوالفضل براتی

دانشکده علوم

گروه شیمی

بهمن ۱۳۸۲

اندیشه آدمی مسیر عرش می پیماید و مسیرش را بر پهنای

فرش روشنی می بخشد. انسان از ریشه هایش سر بر

می کشد و در والاترین درجات قدردان زحمات عزیزانی است

که صبورانه بی تابی هایش را تاب آورده اند.

به پاس تمامی این زحمات این برگ سبز تقدیم می شود به

پدر، مادر، همسر و فرزند دلبندم فاطمه

با حمد و ثنای فراوان بر هستی بخش جهان سپاس بی پایان

خود را نثار می کنم به:

استادان ارجمندم سرکار خانم دکتر زنده دل و جناب

آقای دکتر زبردستی که در انجام این پروژه از نظرها و

راهنمایی های سازنده آنان استفاده فراوان بردم

استاد مشاور گرامی جناب آقای دکتر براتی که در انجام

این پروژه راهنمایی های ارزشمندی ارائه فرمودند

جناب آقای دکتر کاکانژاد و جناب آقای دکتر فرهادی که

باداوری این پایان نامه مرا سرفراز نمودند

جناب آقای دکتر امانی و جناب آقای دکتر مهدوی و کلیه

مسئولین دانشگاه اراک که با یاری و همکاری خود انجام

این تحقیق را میسر ساختند

و نیز تمامی عزیزانی که با فداکاری ها، یاری ها و

مهربانی های بی پایان خود در کنارم بوده و در این مسیر

مرا یاری نمودند.

فهرست مطالب :

فصل اول - مقدمه و تئوری

صفحه	عنوان
۲	۱-۱- زئولیت
۴	۲-۱- ساختار زئولیت
۷	۳-۱- مشخصات مهم زئولیت
۸	۴-۱- کاربردهای زئولیت
۸	۱-۴-۱- زئولیت به عنوان جذب کننده
۹	۲-۴-۱- زئولیت به عنوان کاتالیزور
۹	۳-۴-۱- زئولیت به عنوان غربال مولکولی
۱۰	۵-۱- مزوپورها
۱۲	۱-۵-۱- مزوپور MCM-41
۱۵	۲-۵-۱- مکانیسم کلی تهیه MCM-41
۱۸	۶-۱- کامپوزیت های پلیمری
۱۹	۱-۶-۱- الیاف در کامپوزیت پلیمری
۲۲	۲-۶-۱- نقش ماتریکس در کامپوزیت های پلیمری
۲۴	۷-۱- رها سازی داروها
۲۸	۱-۷-۱- پلی اتیلن گلیکول (PEG)
۳۳	۲-۷-۱- آکریل آمید (AAm)
۳۶	۸-۱- شناسایی ساختار زئولیت ها
۳۶	۱-۸-۱- روش اسپکتروسکوپی مادون قرمز
۳۸	۲-۸-۱- مطالعه زئولیت ها با DTA و TGA

فصل دوم - بخش تجربی

صفحه	عنوان
۴۱	۲-۱- انواع آزمایش های انجام شده
۴۱	۲-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده
۴۱	۲-۳- دستگاه های شناسایی
۴۲	۲-۴- تهیه نانوکامپوزیت های پلیمری
۴۲	۲-۴-۱- تهیه مزوپور MCM-41
۴۲	۲-۴-۲- تهیه ژل آکریل آمید و داروی مترونیدازول
۴۲	۲-۴-۳- تهیه ژل PEG و داروی مترونیدازول
۴۳	۲-۴-۴- تهیه ژل آکریل آمید و زئولیت
۴۳	۲-۴-۵- تهیه ژل آکریل آمید، زئولیت و داروی مترونیدازول
۴۴	۲-۴-۶- تهیه ژل آکریل آمید و MCM-41
۴۴	۲-۴-۷- تهیه ژل آکریل آمید ، MCM-41 و داروی مترونیدازول
۴۵	۲-۴-۸- تهیه ژل PEG و زئولیت
۴۵	۲-۴-۹- تهیه ژل PEG ، زئولیت و داروی مترونیدازول
۴۶	۲-۴-۱۰- تهیه ژل PEG و MCM-41
۴۶	۲-۴-۱۱- تهیه ژل PEG ، MCM-41 و داروی مترونیدازول
۴۷	۲-۵- بررسی رها سازی داروی مترونیدازول
۴۷	۲-۵-۱- بررسی طیف جذبی داروی مترونیدازول در محلول های آبی و اسیدی
۴۷	۲-۵-۲- بررسی طیف جذبی آکریل آمید
۴۷	۲-۵-۳- بررسی طیف جذبی PEG
۴۸	۲-۵-۴- بررسی طیف جذبی آکریل آمید موجود در نانوکامپوزیت های پلیمری در محیط آبی

- ۴۸ ۵-۵-۲- بررسی طیف جذبی آکريل آميد موجود در نانو کامپوزيت های
پليمري در محيط اسيدی
- ۴۹ ۶-۵-۲- بررسی رها سازی دارو از نانو کامپوزيت های پليمري در محيط
آبی
- ۴۹ ۷-۵-۲- بررسی رها سازی دارو از نانو کامپوزيت های پليمري در محيط
اسيدی

فصل سوم- بحث و نتیجه گیری

صفحه	عنوان
۵۱	۳-۱- بررسی طیف های FT-IR
۵۱	۳-۱-۱- طیف مادون قرمز NaY (زئولیت Y)
۵۱	۳-۱-۲- طیف مادون قرمز مزوپور MCM-41
۵۲	۳-۱-۳- طیف مادون قرمز AAm
۵۲	۳-۱-۴- طیف مادون قرمز PEG
۵۳	۳-۱-۵- طیف مادون قرمز داروی مترونیدازول
۵۴	۳-۱-۶- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري AAm/Zeolite
۵۴	۳-۱-۷- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري AAm/Zeolite/ Drug
۵۵	۳-۱-۸- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري AAm/MCM-41
۵۵	۳-۱-۹- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري MCM-41/ Drug
۵۶	۳-۱-۱۰- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري AAm/ PEG/ Zeolite
۵۶	۳-۱-۱۱- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري PEG/ Zeolite/ Drug
۵۷	۳-۱-۱۲- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري PEG/MCM-41
۵۷	۳-۱-۱۳- طیف مادون قرمز کامپوزيت پليمري MCM-41/Drug
۷۲	۳-۲- بررسی ترموگرام های TGA

۷۲	۳-۲-۱- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری AAm/Zelite
۷۲	۳-۲-۲- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری AAm/Zelite / Drug
۷۳	۳-۲-۳- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری AAm/MCM-41
۷۳	۳-۲-۴- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری AAm/MCM-41/Drug
۷۴	۳-۲-۵- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری PEG/ Zeolite
۷۴	۳-۲-۶- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری PEG/ Zeolite/ Drug
۷۵	۳-۲-۷- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری PEG/MCM-41
۷۵	۳-۲-۸- ترموگرام TGA کامپوزیت پلیمری PEG/MCM-41/ Drug
۸۵	۳-۳- رها سازی داروی مترونیدازول
۸۵	۳-۳-۱- ساختار و نام آیوپاک داروی مترونیدازول
۸۵	۳-۳-۲- بررسی جذب ماکزیمم دارو در غلظت های مختلف
۸۹	۳-۳-۳- بررسی طیف جذبی آکریل آمید و پلی اتیلن گلی کول
۸۹	۳-۳-۴- بررسی طیف جذبی آکریل آمید موجود درنانو کامپوزیت های پلیمری درمحیط آبی و محلول اسیدی
۹۰	۳-۳-۵- بررسی رها سازی دارو از نانو کامپوزیت های پلیمری درمحیط آبی و محلول اسیدی
۱۰۴	۳-۳-۶- بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) نانو کامپوزیت پلیمری AAm/MCM-41
۱۰۵	۳-۳-۷- نتیجه گیری
۱۰۷	منابع

فهرست طیف ها:

۵۸	طیف FT-IR زئولیت Y
۵۹	طیف FT-IR مزوپور MCM-41
۶۰	طیف FT-IR آکريل آميد
۶۱	طیف FT-IR پلی اتیلن گلی کول (PEG)
۶۲	طیف FT-IR متروئیدازول
۶۳	طیف FT-IR نانو کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / زئولیت
۶۴	طیف FT-IR نانو کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / زئولیت / متروئیدازول
۶۵	طیف FT-IR نانو کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / MCM-41
۶۶	طیف FT-IR کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / MCM-41 / متروئیدازول
۶۷	طیف FT-IR پلی اتیلن گلی کول / زئولیت
۶۸	طیف FT-IR کامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلی کول / زئولیت / متروئیدازول
۶۹	طیف FT-IR کامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلی کول / MCM-41
۷۰	طیف FT-IR کامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلیکول / MCM-41 / متروئیدازول
۷۶	آنالیز حرارتی آکريل آميد / زئولیت
۷۷	آنالیز حرارتی آکريل آميد / زئولیت / متروئیدازول
۷۸	آنالیز حرارتی آکريل آميد / MCM-41
۷۹	آنالیز حرارتی آکريل آميد / MCM-41 / متروئیدازول
۸۰	آنالیز حرارتی پلی اتیلن گلی کول / زئولیت
۸۱	آنالیز حرارتی پلی اتیلن گلی کول / زئولیت / متروئیدازول
۸۲	آنالیز حرارتی پلی اتیلن گلی کول / MCM-41
۸۳	آنالیز حرارتی پلی اتیلن گلی کول / MCM-41 / متروئیدازول
۸۷	طیف جذبی متروئیدازول در غلظت های مختلف در محیط آبی
۸۷	طیف جذبی متروئیدازول در غلظت های مختلف در محیط اسیدی
۸۹	طیف جذبی آکريل آميد در محیط آبی
۹۱	طیف جذبی نانو کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / زئولیت / متروئیدازول در محیط آبی
۹۱	طیف جذبی نانو کامپوزیت پلیمری آکريل آميد / زئولیت / متروئیدازول در محیط اسیدی

- ۹۲ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری آکریل آمید / /MCM-41/ مترونیدازول در محیط آبی
- ۹۲ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری آکریل آمید / /MCM-41/ مترونیدازول در محیط اسیدی
- ۹۳ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلیکول / زئولیت / مترونیدازول در محیط آبی
- ۹۳ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلیکول / زئولیت / مترونیدازول در محیط اسیدی
- ۹۴ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلیکول /MCM-41/ مترونیدازول در محیط آبی
- ۹۴ طیف جذبی نانوکامپوزیت پلیمری پلی اتیلن گلیکول /MCM-41/ مترونیدازول در محیط اسیدی

فهرست جدول ها :

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۱- مزوفاز غربالهای مولکولی سیلیکاتی M41S و پارامترهای سنتزی حاکم بر آن
۲۷	جدول ۱-۲- انواع هیدروژلها و کاربردهای آنها
۳۷	جدول ۱-۳- نواحی کششی و خمشی در طیف مادون قرمز زئولیت NaY
۸۴	جدول ۳-۱- در صد داروی جذب شده بر روی هر یک از نانو کامپوزیت های پلیمری
۸۶	جدول ۳-۲- مقایسه جذب ماکزیمم داروی مترونیدازول در غلظت های مختلف و در دو محیط اسیدی و آبی
۹۵	جدول ۳-۳- درصد رهاسازی دارو از نانو کامپوزیت های پلیمری تهیه شده در محیط اسیدی و آبی پس از پنج دقیقه
۹۶	جدول ۳-۴- درصد رهاسازی دارو از نانو کامپوزیت های پلیمری تهیه شده در محیط اسیدی و آبی پس از ۳۰ دقیقه

چکیده:

از پلیمرها به طور وسیع برای رها سازی کنترل شده انواع داروها استفاده می شود. در این موارد معمولاً عامل فعال در ماتریکس پلیمری پخش می شود. میزان رها سازی دارو به نوع پلیمر و درصد وارد شدن عامل فعال در آن بستگی دارد. مواد متخلخل با ساختارهای مشخص گزینه های خوبی برای ذخیره و رها سازی مولکول های میهمان آلی به شمار می روند. ژئولیت ها نانو ساختارهایی با زمینه بلوری و شامل چهار وجهی های SiO_4 و AlO_4 می باشند. حضور Al در زمینه ژئولیت باعث باردار شدن آن و توانایی مبادله کاتیون در آن می شود. تبادل یون می تواند به عنوان عاملی جهت رها سازی دارو مورد استفاده قرار گیرد. هر چه توانایی تبادل یون ژئولیت بالاتر باشد، عامل فعال بهتر در آن وارد می شود. خاصیت تبادل یون ژئولیت ها سبب می شود که از آنها به طور گسترده برای رها سازی انواع داروها استفاده شود. علاوه بر ژئولیت ها مزوپورهایی مانند MCM-41 نیز برای رها سازی کنترل شده دارو به کار برده می شوند. در این پروژه ابتدا داروی مترونیدازول در حفرات ژئولیت Y و مزوپور MCM-41 قرار گرفته و سپس نانو کامپوزیت هایی از ژئولیت Y همراه با دارو و پلیمر PEG (پلی اتیلن گلی کول) و نیز AAm (اکریل آمید) همچنین نانو کامپوزیت هایی از MCM-41 همراه با دارو و پلیمر PEG (پلی اتیلن گلی کول) و همین طور AAm (اکریل آمید) تهیه شدند. نانو کامپوزیت های پلیمری تهیه شده، توسط روشهای طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) و آنالیز حرارتی (TGA) مورد شناسایی قرار گرفتند. مطالعات اسپکتروسکوپی FT-IR نشان دادند که دارو به طور موفقیت آمیز با ژئولیت و MCM-41 پیوند برقرار کرده و هیچ گونه تغییری در ساختار مولکولهای مترونیدازول موجود در این ترکیبات ایجاد نشده است. با کمک ترموگرام TGA رفتار گرمایی هر یک از این نانو کامپوزیت های پلیمری بررسی شد و میزان داروی جذب شده بر روی هر یک از این پلیمرها بدست آمد. پس از آن میزان رها سازی این دارو در محیط آبی و همچنین محلول هیدرکلریک اسید ۰/۱ نرمال بررسی شد. میزان رها سازی دارو در نانو کامپوزیت های پلیمری که شامل MCM-41 بود در مقایسه با نانو کامپوزیت های پلیمری حاوی ژئولیت بیشتر انجام شد.

فصل اول

مقدمه و تئوری

۱-۱- زئولیت

اولین بار در سال ۱۷۵۶ یک معدن شناس سوئدی به نام بارون اکسل فردریک کروستد^۱ متوجه شد چنانچه کانی های سیلیکاتی را به اندازه کافی گرم کنیم، همانند حالت جوشیدن حباب تولید می کنند، او این مواد را زئولیت نامید. این واژه از دو جزء زئو^۲ به معنای جوشش و لیتوس^۳ به معنای سنگ تشکیل شده است [۱-۲].

سه کانی سیلیکاتی به نام های استایلینت^۴، آنالسیم^۵ و هارموتوم^۶ توسط Hauy در سال ۱۸۰۱ معرفی شد. ۴۶ زئولیت توسط گاتاردی^۷ و گال^۸ در سال ۱۹۸۵ معرفی شدند. اولین ساختار بلوری شناخته شده مربوط به آنالسیم بود [۲]. Hey در سال ۱۹۳۰ با محاسبه نشان داد که زئولیت ها معمولا دارای کالبد آلومینوسیلیکات با پیوندهای سست کاتیون های قلیایی یا قلیایی خاکی می باشند [۲].

تاکنون بیش از ۴۰ نوع زئولیت طبیعی و حدود ۱۱۸ نوع زئولیت مصنوعی در آزمایشگاه ها ساخته شده است [۱]. زئولیت ها به وفور در سنگ های آتشفشانی یافت می شوند اما به دلیل عدم دستیابی به روش های اقتصادی جهت استخراج آنها، شیمیدان ها به سمت تولید نمونه های ترکیبی و مصنوعی روی آوردند [۳].

اولین زئولیت سنتزی در سال ۱۸۶۲ توسط دوویل^۹ تهیه شد. او محلول های پتاسیم سیلیکات و سدیم آلومینات را در دمای 170°C با یکدیگر حرارت داده و لوینیت^{۱۰} را تهیه کرد. بارر^{۱۱} در دهه ۱۹۴۰ از محلول های غلیظ نمک و دماهای نسبتا بالا یعنی $170-270^{\circ}\text{C}$ برای سنتز زئولیت استفاده می کرد [۴].

¹ -Baron Axel Fredrick Cronstedt

² - Zeo

³ - Lithos

⁴ - Stilbite

⁵ - Analcime

⁶ - Harmotome

⁷ - Gattardi

⁸ - Gall

⁹ - Deville

¹⁰ - Levynite

¹¹ - R.M.Barrer

در اواخر دهه ۱۹۵۰ برک^۱ و بارر توانستند زئولیت‌ها را در شرایط ساده‌تر یعنی در دماهای زیر 100°C تهیه کنند [۵-۶].

در این شرایط تعداد زیادی از زئولیت‌های سنتزی مانند زئولیت‌های A، X و Y در شرایط مختلف قلیایی سنتز شدند. در اواسط دهه ۱۹۶۰ زئولیت‌های سنتزی دیگری به نام ZSM-5 در مقیاس تجاری تهیه شد. زئولیت‌ها از سیلیکات‌های آبدار نوع داربستی شمرده می‌شوند پیوند آبدار در آنها بسیار سست است، به گونه‌ای که در دمای پایین آب خود را ازدست می‌دهند. قابلیت تعویض یونی آنها نیز زیاد است. زئولیت‌ها به طور طبیعی در دریاچه‌های قلیایی (نمکی)، سیستم باز آب‌های زیر زمینی و خاک‌های محیط قلیایی در رسوبات عمیق دریا تشکیل می‌شوند.

در دریاچه‌های قلیایی و یا نمکی واقع در مناطق گرم و خشک، دربخشی از آب که pH به ۹/۵ می‌رسد، محیط مناسبی برای تشکیل زئولیت‌هاست.

زئولیت یک ترکیب سخت از آلومینیوم، سیلیسیم و اکسیژن است. از لحاظ شیمیایی زئولیت‌ها به کمک نسبت Si/Al موجود در چارچوب آنیونی آنها از یکدیگر متمایز می‌شوند. این نسبت بین یک و بی نهایت متغیر است. مقاومت اسیدی و پایداری گرمایی زئولیت‌ها با افزایش نسبت Si/Al افزایش می‌یابد.

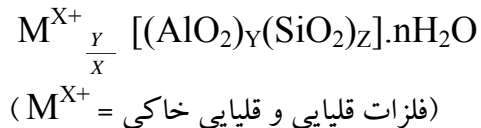
محققان توانسته‌اند تمام یا برخی از یون‌های فلزات قلیایی معمول در مخلوط واکنش (که منجر به تولید زئولیت‌های سنتزی می‌شوند) را با کاتیون‌های آمونیوم نوع چهارم تعویض کنند. زئولیت ZSM-5 که غنی از سیلیسیم است، با جایگزین کردن یک یون آمونیوم نوع چهارم به نام یون تترا پروپیل آمونیوم بدست می‌آید.

به علت موازنه بار تنها تعداد اندکی از کاتیون‌های بزرگ می‌توانند در چارچوب زئولیتی قرار بگیرند، از این رو حضور یون‌های آلومینیوم به شدت محدود می‌شود و زئولیت با ساختار غنی از سیلیسیم به وجود می‌آید.

^۱ - W.D.Breck

۲-۱- ساختار ژئولیت

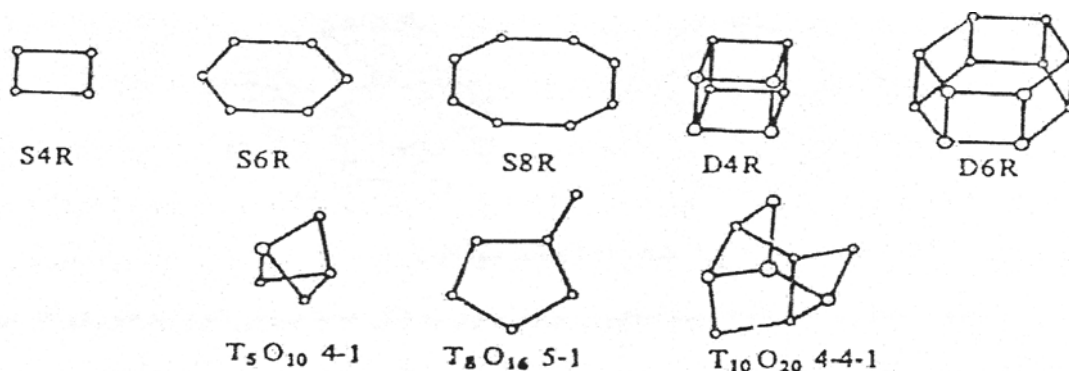
ژئولیت ها آلومینوسیلیکات هایی با فرمول کلی زیر می باشند:



M نشان دهنده کاتیون موجود در شبکه با ظرفیت X ، n تعداد مولکول های آب در سلول واحد و Y و Z تعداد کل چهار وجهی ها در سلول واحد را نشان می دهند. نسبت Z/Y معمولا مقادیر ۱ تا ۵ را به خود اختصاص می دهد. ولی ژئولیت هایی نیز قابل تهیه هستند که این نسبت در آنها به ۱۰۰ یا بیشتر هم می رسد [۷].

ژئولیت دارای ساختاری از پلیمرهای معدنی و شبکه های سه بعدی نامحدود از واحد های SiO_4^{4-} و AlO_4^{5-} می باشد. به طور کلی این چهار وجهی ها بصورت TO_4 نشان داده می شوند که T به غیر از Si و Al می تواند یک عنصر سه ظرفیتی نظیر B و Ga ، عنصر چهار ظرفیتی نظیر Ge و یا عنصر پنج ظرفیتی مانند P باشد.

این چهار وجهی ها توسط اتم های اکسیژن به یکدیگر متصل می باشند [۱۸]. از کنار هم قرار گرفتن این چهار وجهی ها واحدهای ثانویه ایجاد می شود (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- واحدهای ساختار ثانویه ژئولیت [۸]

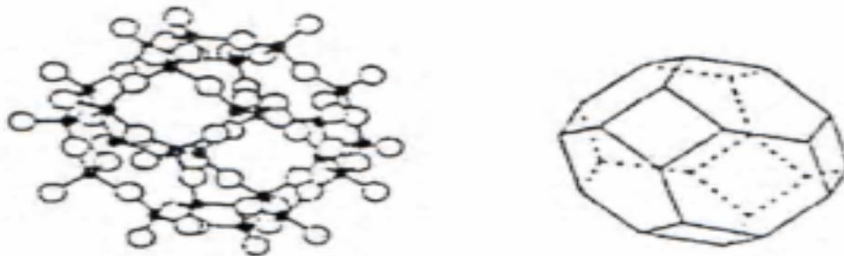
گاهی اوقات Si با Al که تنها سه الکترون ظرفیت دارد جایگزین می شود. الکترون ظرفیت باقیمانده با اتم سدیم یا هیدروژن تأمین می شود. زیرا این یون ها معمولاً در آب هیدراته یافت می شوند. با جایگزینی اتم های سدیم یا هیدروژن، ساختار چهار وجهی کج شکل شده و برای مبادله سایر یون ها سایت های اسیدی به وجود می آید. این امر همچنین موجب ایجاد ساختار آب دوست می شود [۱].

ژئولیت ها را به ۹ گروه تقسیم بندی می کنند که عبارتند از: آنالسیت^۱، ناترولیت^۲، چاپازیت^۳، هیولاندیت^۴، میلانوفوجیت^۵، لوداریت^۶، فیلیپسیت^۷، فاجاسیت^۸، موردنیت^۹ [۳،۹،۱].

ژئولیت مورد استفاده در این پروژه ژئولیت Y بود، ژئولیت Y از گروه فاجاسیت می باشد.

ژئولیت Y : چنانچه آورده شد ژئولیت Y از گروه فاجاسیت می باشد، این گروه شامل ژئولیت های A، X، Y، ZSM-2، ZSM-3، سودالیت^{۱۰}، Rho، ZK-5 و پائولینگیت می باشد.

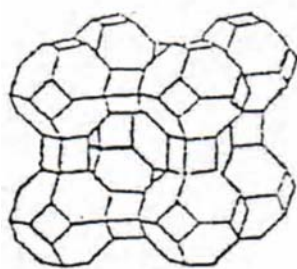
واحد اصلی تشکیل دهنده این ژئولیت از ۲۴ اتم (Al + Si) و ۴۸ اتم اکسیژن تشکیل شده است و به واحد سودالیت معروف است [۱۰-۱۱]. واحد اصلی تشکیل دهنده این ژئولیت را در شکل ۱-۲ می بینید.



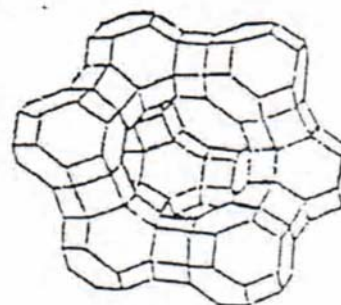
شکل ۱-۲- واحد سودالیت [۱۰]

- ¹ -Analcite.
- ² -Natrolite.
- ³ -Chabazite
- ⁴ -Heulandite.
- ⁵ -Melanophogite
- ⁶ - Lovdarite
- ⁷ -Philipsite.
- ⁸ - Faujasite
- ⁹ -Mordnite
- ¹⁰ -Sodalite

نحوه اتصال واحد سودالیت منجر به ایجاد زئولیت های مختلفی مانند Y و A می شود که در شکل ۳-۱ نشان داده شده است [۱۱].



زئولیت A

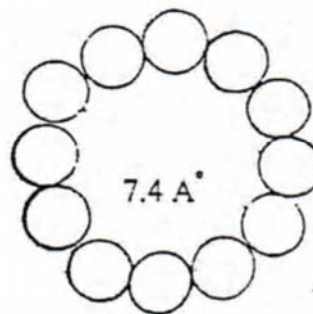
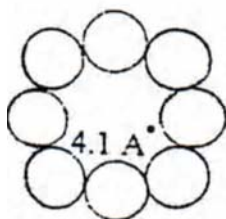


زئولیت Y

شکل ۳-۱- ساختار زئولیت های A و Y [۱۱]

زئولیت ها شامل یک سری حفرات و فضاهای خالی متصل به هم می باشند که توسط کاتیون ها و مولکول های آب پر شده اند. کاتیون ها می توانند با کاتیون های دیگر مبادله شوند، مولکول های آب نیز به طور پیوسته و برگشت پذیر قابلیت خروج از شبکه را دارند.

اندازه حفرات برای هر زئولیت مقدار مشخصی است. انواع متفاوت زئولیت ها حفراتی به اندازه ۰/۳ تا ۳ نانومتر دارند. نسبت Si/Al می تواند در اندازه حفرات موثر باشد. قابلیت تعویض یونی نیز روی اندازه حفرات اثر می گذارد [۱۲]. در شکل ۴-۱ قطر حفرات زئولیت های A و Y با هم مقایسه شده اند.



شکل ۴-۱- قطر حفرات زئولیت های A و Y [۱۲]

۱-۳- مشخصات مهم زئولیت

- ۱- توانایی مبادله یون دارد.
- ۲- می تواند مولکول هایی را که از میان کانال های آن عبور می کند روی نواحی وسیع داخل خود جذب کند.
- ۳- می تواند یک کاتالیست اسیدی جامد باشد.
- ۴- به علت داشتن حفرات و کانال های هم شکل و هم اندازه می تواند به عنوان غربال مولکولی استفاده شود.
- ۵- نیم پایدار است، در دما و pH مناسب پایدار بوده و در این دامنه با نوسان وسیع دما، فشار یا پرتو های یونیزه کننده متاثر نمی شود [۱].

۱-۴-کاربردهای زئولیت

زئولیت ها کاربردهای متعددی دارند که به سه نمونه از آنها در زیر اشاره می شود:

۱-۴-۱- زئولیت به عنوان جذب کننده

مولکول هایی که برای نفوذ به درون منافذ زئولیت ها به قدر کافی کوچک باشند، می توانند به زئولیت ها متصل شوند. همچنین زئولیت ها آب و سایر مولکول های قطبی و قطبش پذیر را جذب می کنند. شعاع، شکل هندسی مولکول و فضاهای خالی موجود در زئولیت از عوامل مهم در جذب و جانشینی می باشد [۱۳-۱۴]. قابلیت تبادل یونی در زئولیت ها در فرایند جذب و جداسازی ایزوتوپ های سزیم ۱۳۷ و استرانسیم ۹۰ موثر واقع می شود. در فرایند ذخیره سازی رادیو ایزوتوپ های فوق می توان زئولیت حاوی این رادیو ایزوتوپ های مضر را در دردهای بالا به ماده ای شیشه مانند تبدیل نمود که در برابر پدیده باز جذب کاتیون ها بسیار پایدارند.

همچنین بعضی از زئولیت ها می توانند با جذب انتخابی نیتروژن، نیتروژن را از اکسیژن هوا جدا کنند. در حفرات زئولیت ها میدان های الکتروستاتیکی شدید وجود دارد، به همین دلیل نیتروژن که قطبش پذیر است در زئولیت ها به مراتب مقیدتر از اکسیژن است و به کمک چرخه های چند مرحله ای جذب و واجذب تحت فشار امکان تولید هوای غنی از اکسیژن وجود دارد [۱].

از دیگر کاربردهای زئولیت ها استفاده از آنها در جذب و جداسازی داروهاست [۱۵]. استفاده از زئولیت های طبیعی و فرم های تغییر شکل یافته آن در درمان بعضی از بیماری ها گزارش شده است. مطالعاتی بر روی برهم کنش زئولیت ها با داروها صورت گرفته است، این برهم کنش ها بسیار پیچیده بوده و بستگی به اندازه و ساختار مولکول های میهمان دارد [۱۶-۱۷].