دانشگاه صنعتی امیر کبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی معدن
گرایش فرآوری مواد معدنی

عنوان:

بررسی قابلیت تهیه نانورس از بنتونیت رشم- هفت خوان سمنان

نگارش:
حسن صدیقی

استاد راهنما:
دکتر مهدی ایران نژاد

استاد مشاور:
دکتر فیروز علی‌نیا

بهمن ۸۷

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

بسمه تعالی

فرم اطلاعات پایان‌نامه
کارشناسی- ارشد و دکترا

تاریخ:
شماره:

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: حسن صدیقی — دانشجوی آزاد ● — بورسیه ○ — معادل ○

شماره دانشجوئی: ۸۵۱۲۷۰۰۴ — دانشکده: معدن و متالورژی — رشته تحصیلی: فرآوری مواد معدنی — گروه: استخراج

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: مهدی ایران نژاد — درجه و رتبه: استادیار

نام و نام خانوادگی: — درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: فیروز علی نیا — درجه و رتبه: استادیار

نام و نام خانوادگی: — درجه و رتبه:

عنوان پایان‌نامه به فارسی : بررسی قابلیت تهیه نانوکلی از بنتونیت رشم-هفت خوان سمنان

عنوان پایان‌نامه به انگلیسی: Investigation of nanoclay preparation from Rashm-haftkhan bentonite

نوع پروژه: کارشناسی ○ کاربردی ● — ارشد ● بنیادی ○ — دکترا ○ توسعه‌ای ○ — سال تحصیلی: نظری ○

تاریخ شروع : ۸۶/۱۰/۲۰ — تاریخ خاتمه : ۸۷/۱۱/۵ — تعداد واحد : — سازمان تأمین کننده اعتبار :

واژه‌های کلیدی به فارسی: مونتموریلونیت، اکتادسیل آمین، میان افزایی، نانورس، هیدروسیکلون

واژه‌های کلیدی به انگلیسی : Montmorilonite, Octadecylamine, intercalation, nanoclay, hydrocyclone

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۱۸۰	تصویر ●	جدول ●	نمودار ●	نقشه ○	واژه‌نامه ○	تعداد مراجع ۴۶	تعداد صفحات ضمائم	
زبان متن	فارسی ○		انگلیسی ○		چکیده		فارسی ●		انگلیسی ●
یادداشت									

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: **تاریخ:**

۱ : ارائه به معاونت پژوهشی به همراه یک نسخه الکترونیکی از پایان‌نامه و فرم اطلاعات پایان‌نامه بصورت **PDF** همراه چاپ چکیده (فارسی انگلیسی) و فرم اطلاعات پایان‌نامه

۲ : ارائه به کتابخانه دانشکده (شامل دو جلد پایان نامه به همراه نسخه الکترونیکی فرم در لوح فشرده طبق نمونه اعلام شده در صفحه خانگی کتابخانه مرکزی) مرکزی)

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه..... ۱

فصل دوم: کلیات

۲-۱- مقدمه‌ای در مورد رس‌ها..... ۵
۲-۱-۱- طبقه بندی گریم برای کانی‌های رسی..... ۸
۲-۲- تعریف بنتونیت ۱۰
۲-۳- مشخصات بنتونیت..... ۱۰
۲-۳-۱- فرمول شیمیایی ۱۰
۲-۳-۲-کانی‌های اسمکتیت..... ۱۲
۲-۳-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اسمکتیت..... ۱٤
۲-۳-۴- مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی بنتونیت ۱۷
۲-۴- نحوه تشکیل بنتونیت ۱۸
۲-۵- تقسیم بندی بنتونیت‌ها..... ۲۰
۲-۶- اکتشاف، استخراج و فرآوری بنتونیت..... ۲۱
۲-۷- روش‌های شناسایی رس‌ها..... ۲٤

۲-۷-۱- آزمایش‌های رنگ آمیزی ۲۵
۲-۷-۲- آزمایش‌های ثقلی حرارتی(TGA) ۲۵
۲-۷-۳- آنالیزهای تغییرات حرارتی (DTA) ۲۵
۲-۷-۴- آنالیز اشعه مادون قرمز ۲۶
۲-۷-۵- میکروسکوپ الکترونی ۲۶
۲-۷-۶- پراش اشعه X ۲۷
۲-۷-۶-۱- مشخصات و خواص اشعه X ۲۷
۲-۷-۶-۲- شناسایی رس‌ها به کمک اشعه X ۲۹
۲-۷-۷- آنالیزهای شیمیایی ۳۱
۲-۸-تولید جهانی بنتونیت ۳۲
۲-۹- بازارهای مختلف و قیمت بنتونیت ۳۳
۲-۱۰-کاربردهای بنتونیت ۳۴

فصل سوم: نانورس‌ها، روش ساخت و مصارف آن

۳-۱- مقدمه ۳۷
۳-۲- اصلاح سطح رس‌ها ۳۹
۳-۳- ساخت اورگانوکلی‌ها ۴۱
۳-۳-۱- واکنش تعویض کاتیونی ۴۲
۳-۳-۲- واکنش حالت جامد ۴۲

۳-۴- ساختار اورگانوکلی‌ها ٤٣
۳-۵- مواد اورگانیکی رایج مورد استفاده در ساخت اورگانوکلی ٤٧
۳-۶- اورگانوکلی‌های تجاری ٤٩
۳-۷- نانوکامپوزیت‌های پلیمر/ سیلیکات لایه‌ای ٥٠
۳-۷-۱- تاریخچه نانوکامپوزیت‌های پلیمر/ سیلیکات لایه‌ای ٥٢
۳-۷-۲- دسته‌بندی پلیمرهای نانو کامپوزیت از لحاظ فاز متفرق ٥٣
۳-۷-۳- نانو کامپوزیت‌های تک بعدی ٥٣
۳-۷-۴- سیلیکات‌های لایه‌ای ٥٤
۳-۷-۵- مزایای سیلیکات لایه‌ای ٥٤
۳-۷-۶- انواع سازگار کننده‌های نانوکامپوزیتی ٥٦
۳-۷-۶-۱-آمینو اسیدها ٥٦
۳-۷-۶-۲-کاتیون‌های آلکیل آمونیوم ٥٧
۳-۷-۶-۳-سیلان‌ها ٥٧
۳-۷-۷- خواص مهم خاک رس در نانوکامپوزیت‌های پلیمری ٥٧
۳-۷-۷-۱- میزان خلوص ٥٩
۳-۷-۷-۲- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) ٥٩
۳-۷-۷-۳- نسبت منظر ٥٩

فصل چهارم: نمونه‌برداری از معادن بنتونیت رشم و هفت‌خوان

۴-۱- زون‌های بنتونیتی ایران ٦٠

۴-۲-زون بنتونیتی سمنان- ترود ٦١

۴-۲-۱- زمین شناسی ٦١

۴-۳-نمونه‌برداری از کانسارهای بنتونیتی رشم و هفت‌خوان ٦٢

۴-۳-۱- کانساربنتونیت رشم ٦٣

۴-۳-۱-۱- زمین‌شناسی ناحیه و منطقه معدنی ٦٣

۴-۳-۱-۲- نمونه‌برداری ازکانسار رشم ٦٧

۴-۳-۲-کانسار بنتونیت هفت‌خوان ٦٩

۴-۳-۲-۱- زمین‌شناسی ناحیه ومنطقه معدنی ٧١

۴-۳-۲-۲- نمونه‌برداری از کانسار هفت‌خوان ٧٢

فصل پنجم: آزمایش‌های شناسایی نمونه بنتونیتی رشم و هفت‌خوان

۵-۱- کلیات ٧٤

۵-۲- آماده‌سازی نمونه ٧٥

۵-۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌های معادن رشم و هفت‌خوان ٧٥

۵-۲-۱-۱- مخلوط کردن و همگن‌سازی نمونه‌های تهیه شده و تهیه نمونه معرف ٧٦

۵-۲-۱-۲- خشک کردن نمونه‌های تهیه شده ٧٦

۵-۲-۱-۳- سنگ شکنی نمونه‌های تهیه شده ۷۷
۵-۲-۱-۴- تهیه نمونه معرف همگن از هر یک نمونه‌های خرد شده ۷۷
۵-۲-۱-۵- پودر نمودن نمونه‌های ۱۰۰ گرمی تهیه شده با استفاده از پودرکن ۷۷
۵-۳- تعیین وزن مخصوص ۷۸
۵-۴- مطالعات میکروسکوپی ۷۹
۵-۴-۱- روش تهیه مقاطع نازک برای نمونه‌های بنتونیت ۸۰
۵-۴-۲- مطالعه تیغه‌های نازک معدن رشم ۸۱
۵-۴-۳- مطالعه تیغه‌های نازک معدن هفت‌خوان ۸۵
۵-۵- مطالعات XRD و XRF ۸۹
۵-۵-۱- آماده سازی نمونه‌ها برای مطالعات XRD و XRF ۹۰
۵-۵-۲- منحنی‌های XRD نمونه‌های معادن رشم و هفت‌خوان ۹۰
۵-۵-۲-۱- منحنی XRD نمونه‌های انتخابی معدن رشم ۹۱
۵-۵-۲-۲- منحنی XRD نمونه‌های انتخابی معدن هفت‌خوان ۹۵
۵-۶- انتخاب نمونه مناسب برای فرآیند خالص‌سازی ۹۸
۵-۷- فاصله سطوح شبکه نمونه‌های منتخب ۱۰٤
۵-۸- نتایج آزمایش XRF معادن رشم و هفت‌خوان ۱۰۵

فصل ششم: آزمایش‌های خالص‌سازی و اصلاح مونتموریلونیت خالص شده

۶-۱-کلیات ۱۰۹

۶-۲- خالص‌سازی بنتونیت ۱۱۰
۶-۲-۱- روش تری باث و لاگالی ۱۱۱
۶-۲-۲- خالص‌سازی رس با روش مکانیکی ۱۱۲
۶-۲-۳- خالص‌سازی بنتونیت با استفاده از عملیات ته‌نشینی ۱۱٤
۶-۲-۳-۱- خالص‌سازی بنتونیت با استفاده از فرآیند ته‌نشینی با استفاده از هگزامتافسفات‌سدیم ۱۱۵
۶-۳- خالص‌سازی بنتونیت معادن رشم و هفت‌خوان ۱۱۸
۶-۴- آزمایش‌های خالص‌سازی با استفاده از هیدروسیکلون ۱۱۸
۶-۴-۱- آزمایش‌های مورد نیاز برای دستیابی به فرآیند بهینه خالص‌سازی با هیدروسیکلون ۱۱۹
۶-۴-۱-۱- بررسی شرایط آماده سازی، آب پذیری و تورم نمونه‌های بنتونیت ۱۲۰
۶-۴-۱-۲- انتخاب نمونه مناسب برای خالص‌سازی ۱۲۱
۶-۴-۱-۳- بررسی قابلیت هیدروسیکلون در جداسازی ناخالصی‌ها ۱۲۳
۶-۴-۱-۴- بررسی اثر فشار ورودی هیدروسیکلون در فرآیند خالص‌سازی ۱۲۵
۶-۴-۱-۵- بررسی اثر غلظت جامد خوراک هیدروسیکلون در فرآیند خالص‌سازی ۱۳۳
۶-۵- خالص‌سازی بنتونیت با استفاده از فرآیند ته‌نشینی ۱۳۳
۶-۵-۱-آزمایش‌های مورد نیاز برای دستیابی به فرآیند بهینه خالص‌سازی ۱۳٤
۶-۵-۱-۱- بررسی شرایط آماده‌سازی، آب پذیری و تورم نمونه‌های بنتونیت ۱۳۵
۶-۵-۱-۲- بررسی اثر زمان ته‌نشینی در جداسازی ناخالصی‌های موجود در نمونه‌ها ۱۳۵
۶-۵-۱-۳- بررسی شرایط آماده‌سازی در بازدهی جدایش ۱۳۷

۶-۵-۱-۴- بررسی اثر غلظت دوغاب در خالص‌سازی نمونه ۱۳۸
۶-۵-۱-۵- بررسی اثر غلظت محلول هگزا متافسفات سدیم..... ۱۳۹
۶-۶- مقایسه بین ته‌نشینی با استفاده از هگزامتافسفات‌سدیم و ته‌نشینی ساده ۱۴۲
۶-۷-اصلاح مونتموریلونیت خالص شده ۱۴۳
۶-۷-۱- نتایج آزمایش‌های اصلاح..... ۱۴۷
۶-۷-۲- مقایسه بین نانورس تولید شده با نمونه‌های خارجی..... ۱۵۱

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۷-۱- نتیجه‌گیری..... ۱۵۴
۷-۲- پیشنهادها..... ۱۵۹
منابع ۱۶۱

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- نمایی از لایه هشت وجهی آلومینیومی ٦
شکل ۲-۲- نمایی از لایه چهاروجهی سیلیکاته ٦
شکل ۲-۳- نمایی از ساختار اسمکتیت ۱۳
شکل ۲-۴-تصویر SEM یک مونتموریلونیت سدیمی ١٤
شکل۲-۵- فلوشیت فعال سازی بنتونیت ٢٤
شکل ۲-۶- الگوی ۲ بعدی پراش سنج اشعه X ۲۷
شکل ۲-۷- تصویر شماتیک از اجزای به کار رفته در فرمول براگ ۳۰
شکل ۲- ۸- درصد مصرف بنتونیت در ایالات متحده آمریکا بر اساس بازار مصرف ٣٤
شکل ۳-۱- جهت قرارگیری یون‌های آلکیل آمونیوم در فضای بین سطوح شبکه تبلور a:ساختار تک لایه‌ای b: ساختار دولایه‌ای c: ساختار کاذب سه لایه‌ای یا ساختار شبه سه لایه‌ای d,e: نظم نوع پارافینی یون‌های آلکیل آمونیوم با زوایای متفاوت قرارگیری زنجیره‌های آلکیل آمونیوم ٤٤
شکل ۳-۲- تغییرات فاصله سطوح تبلور در مونتموریلونیت اصلاح شده با آلکیل آمونیوم به طول زنجیره کربنی بستگی دارد، این به علت تشکیل ساختار تک لایه‌ای، دولایه‌ای و سه لایه‌ای کاذب یون-های آلکیل آمونیوم در فاصله‌ی بین لایه‌ای صفحات مونتموریلونیت می‌باشد ٤٥
شکل۳-۳- مدل تراکمی زنجیره‌های آلکیل که به وسیله ی Vaia و دیگران در سال ۱۹۹۴ ارائه شد a: زنجیره با طول کوتاه، ساختار تک لایه‌ای افقی b: زنجیره با طول متوسط، بی‌نظمی نامسطح و و متصل شدن زنجیره‌ها به یکدیگر به صورت شبه دولایه‌ای c: زنجیره‌های با طول بلند، نظم بین لایه‌ای افزایش پیدا می‌کند و منجر به تشکیل یک محیط پلیمری جامد-مایع می‌شود ٤٦
شکل۳-۴- مدل ملکولی وضعیت قرارگیری زنجیره‌هایی با طول متفاوت که در رس‌هایی با ظرفیت

تعویض یونی متفاوت جایگزین شده‌اند. a: تک لایه‌ای (زنجیره‌ی ۹ کربنی C9 و CEC=0.9meq/gr)
b:دو لایه‌ای (C11 و CEC=1meq/g) c: سه لایه‌ای (C19 و CEC=1.5meq/g) ٤٧
شکل۳-۵-. کاهش نفوذپذیری توسط صفحات سیلیکاتی($l>>l_o$) ٥٦
شکل ۳-۶- اتصال آمینو اسید به سیلیکات لایه‌ای ٥٦
شکل ۳-۷- ریزساختار مونتموریلونیت دایره‌های خاکستری در ذره اولیه، کاتیون‌های بین لایه‌ای هستند
..... ٥٨
شکل ۴-۱- موقعیت معادن رشم و هفت‌خوان در استان سمنان ٦٣
شکل ۴-۲- نمای کلی از معدن رشم ٦٤
شکل ۴-۳- نمایی از ذخیره شماره ۱ معدن ٦٤
شکل ۴-۴- نمایی از ذخیره شماره ۲ معدن ٦٥
شکل ۴-۵- نمایی از ذخیره شماره ۳ معدن ٦٥
شکل ۴-۶- شمای نمونه برداری از معدن رشم ٦٨
شکل ۴-۷- موقعیت معدن رشم نسبت به شهرهای سمنان و دامغان ٦٩
شکل ۴-۸-توالی لایه‌های رنگین توف در مسیر جاده معدن هفت‌خوان ٧٠
شکل ۴-۹-ترانشه‌های ایجاد شده در معدن هفت‌خوان ٧٠
شکل ۴-۱۰- شمای نمونه‌برداری از معدن هفت‌خوان ٧٢
شکل۵-۱- تصویر درشت پلاژیوکلاز به همراه ذرات ریز دانه مونتموریلونیت(بزرگنمایی ۴۰ برابر و
نیکول عمود) ٨١
شکل۵-۲- اجتماع ریزدانه و پراکنده بلورهای کوارتز و کریستوبالیت همرشد با بلورهای
مونتموریلونیت(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود) ٨٢
شکل۵-۳- همرشدی بسیار ریز دانه از بلورهای کوارتز، کریستوبالیت و مونتموریلونیت(بزرگنمایی ۴۰
برابر و نیکول عمود) ٨٢

شکل۵-۴- اجتماع ریزدانه بلورهای مونتموریلونیت، کوارتز، کریستوبالیت و پلاژیوکلاز(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۳

شکل۵-۵- اجتماع ریز دانه بلورهای کوارتز، کریستوبالیت و مونتموریولینیت که به همراه آن بلوری درشت دانه از لیمونیت نیز مشاهده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۳

شکل۵-۶- اجتماع ریزدانه بلورهای کوارتز، کریستوبالیت و مونتموریلونیت که در آن تعدادی بلور درشت کوارتز دیده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸٤

شکل۵-۷- اجتماع ریزدانه بلورهای کوارتز، کریستوبالیت و مونتموریلونیت به همراه بلورهای درشت کوارتز و کلسیت(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸٤

شکل۵-۸- بافت کاملاً متراکم و ریزدانه از مونتموریلونیت، کریستوبالیت و کوارتز که در آن مقداری گچ دیده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۵

شکل ۵-۹- بافت کاملاً متراکم و ریزدانه از مونتموریلونیت، کریستوبالیت و کوارتز که در آن مقداری گچ دیده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸٦

شکل۵-۱۰- بافت کاملا متراکم و ریزدانه از مونتموریلونیت به همراه اجتماع ریزدانه بلورهای گچ، کوارتز، و کلسیت(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸٦

شکل۵-۱۱- اجتماع ریزدانه بلورهای مونتموریلونیت، کریستوبالیت، گچ ، کوارتز و کلسیت(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۷

شکل۵-۱۲- اجتماع ریزدانه مونتموریلونیت، کریستوبالیت و کوارتزکه در آن مقداری گچ و کلسیت مشاهده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۷

شکل۵-۱۳- بافت بسیار ریزدانه مونتموریلونیت، کریستوبالیت و کوارتز که در آن دانه کوارتز نسبتاً درشتی دیده می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۸

شکل۵-۱۴- اجتماع ریزدانه بلورهای مونتموریلونیت، کریستوبالیت، کلسیت وکوارتز(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود).....۸۸

شکل۵-۱۵- اجتماعی ریزدانه مونتموریلونیت و کوارتزکه درآن مقداری گچ، کلسیت و کوارتز مشاهده

می‌شود(بزرگنمایی ۴۰ برابر و نیکول عمود) ۸۹
شکل ۵-۱۶- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل RG معدن رشم ۹۲
شکل ۵-۱۷- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه RG ۹۲
شکل ۵-۱۸- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل RF معدن رشم ۹۳
شکل ۵-۱۹- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه RF ۹۳
شکل ۵-۲۰- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل RH معدن رشم ۹٤
شکل ۵-۲۱- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه RH ۹٤
شکل ۵-۲۲- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل HKL معدن هفت‌خوان ۹۵
شکل ۵-۲۳- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه HKL ۹٦
شکل ۵-۲۴- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل HKL معدن هفت‌خوان ۹٦
شکل ۵-۲۵- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه HKF ۹۷
شکل ۵-۲۶- منحنی XRD نمونه معرف پروفیل HKJ معدن هفت‌خوان ۹۷
شکل ۵-۲۷- مقدار تخمینی کانی‌های موجود در نمونه HKJ ۹۸
شکل ۵-۲۸- درصد مونتموریلونیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۱ معدن رشم ... ۹۹
شکل ۵-۲۹- درصد کوارتز در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۱ معدن رشم ۱۰۰
شکل ۵-۳۰- درصد کریستوبالیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۱ معدن رشم ... ۱۰۰
شکل ۵-۳۱- درصد مونتموریلونیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۲ معدن رشم ۱۰۱
شکل ۵-۳۲- درصد کریستوبالیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۲ معدن رشم ... ۱۰۲
شکل ۵-۳۳- درصد کوارتز در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۲ معدن رشم ۱۰۲
شکل ۵-۳۴- درصد مونتموریلونیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۳ معدن هفت-خوان ۱۰۳

شکل۵-۳۵- درصد کریستوبالیت در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۳ معدن هفت‌خوان ۱۰٤

شکل ۵-۳۶- درصد کوارتز در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۳ معدن هفت‌خوان.... ۱۰٤

شکل ۶-۱- فرآیند خالص‌سازی رس برای استفاده در نانوکامپوزیت‌های پلیمری در ثبت اختراع شرکت آمکول ۱۱۲

شکل ۶-۲- توزیع اندازه ذرات خوراک به کار گرفته شده در ثبت اختراع شرکت آمکول ۱۱۳

شکل ۶-۳- توزیع اندازه ذرات رس خالص شده پس از فرآیند سانتریفوژ..... ۱۱٤

شکل ۶-۴- فلوشیت فرآیند خالص‌سازی بنتونیت با استفاده از فرآیند ته‌نشینی با محلول هگزامتافسفات سدیم ۱۱٦

شکل ۶-۵- منحنی‌های XRD نمونه‌های اصلی و خالص شده معدن هفت‌خوان با فرآیند ته‌نشینی (A: نمونه اصلی، B: نمونه خالص شده با ته‌نشینی ساده در مدت زمان ۶۰ ساعت، C: نمونه خالص شده با استفاده از هگزامتافسفات سدیم در زمان ۲۰ دقیقه)..... ۱۲۳

شکل ۶-۶- منحنی‌های XRD سرریز هیدروسیکلون نمونه معدن رشم در فشارهای متفاوت و درصد جامد ۵ درصد (A: نمونه اصلی RH، B: فشار ۷psi، C: فشار ۱۴psi، D: فشار ۲۱psi، E : فشار ۲۸psi) ۱۲٦

شکل ۶-۷- منحنی‌های XRD ته‌ریز هیدروسیکلون نمونه معدن رشم در فشارهای متفاوت و درصد جامد ۵ درصد (A:نمونه اصلی RH، B: فشار ۷psi، C: فشار ۱۴psi، D: فشار ۲۱psi، E : فشار ۲۸psi) ۱۲۷

شکل ۶-۸- منحنی‌های XRD سرریز هیدروسیکلون نمونه معدن رشم در فشارهای متفاوت و درصد جامد ۲/۵ درصد (A: نمونه اصلی RH، B: فشار ۷psi، C: فشار ۱۴psi، D: فشار ۲۱psi، E: فشار ۲۸psi)..... ۱۲۸

شکل ۶-۹- منحنی‌های XRD ته‌ریز هیدروسیکلون نمونه معدن رشم در فشارهای متفاوت و درصد جامد ۲/۵ درصد (A:نمونه اصلی RH، B: فشار ۷psi، C: فشار ۱۴psi، D: فشار ۲۱psi، E : فشار

(۲۸psi) ۱۲۹

شکل ۶-۱۰-نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۲/۵ درصد و فشار psi ۷ ..... ۱۳۰

شکل ۶-۱۱- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۲/۵ درصد و فشار psi ۱۴ ..... ۱۳۰

شکل ۶-۱۲- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۲/۵ درصد و فشار psi ۲۱ ..... ۱۳۱

شکل ۶-۱۳- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۲/۵ درصد و فشار psi ۲۸ ..... ۱۳۱

شکل ۶-۱۴- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۵ درصد و فشار psi ۷ ..... ۱۳۱

شکل ۶-۱۵- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۵ درصد و فشار psi ۱۴ ..... ۱۳۲

شکل ۶-۱۶- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۵ درصد و فشار psi ۲۱ ..... ۱۳۲

شکل ۶-۱۷- نتایج توزیع ابعادی سرریز و ته‌ریز هیدروسیکلون در درصد جامد ۵ درصد و فشار psi ۲۸ ..... ۱۳۲

شکل۶-۱۸-منحنیXRD نمونه‌ی خالص شده معدن رشم در زمان‌های متفاوت و غلظت هگزامتافسفات سدیم ۰/۱ درصد (A: نمونه خام B: ۱۲ ساعت، C: ۲۴ ساعت، D: ۴۸ ساعت، E: ۶۰ ساعت) ۱۳۶

شکل ۶-۱۹- منحنی XRD نمونه‌ی خالص شده معدن رشم در دوغاب با غلظتهای متفاوت و غلظت هگزامتافسفات سدیم ۰/۱ درصد (A: نمونه اصلی، B: دوغاب ۵ درصد، C: دوغاب ۲/۵ درصد)... ۱۳۸

شکل ۶-۲۰: منحنی XRD نمونه‌ی معدن رشم در زمان ۳۰ دقیقه و درصدهای متفاوت هگزامتافسفات سدیم(A: نمونه اصلی ، B: آزمایش ۱، C: آزمایش ۲، D: آزمایش ۳، E: آزمایش ۴، F: آزمایش ۵) .. ۱۴۰

شکل ۶-۲۱- منحنی XRD نمونه‌ی خالص شده معدن رشم در زمان‌های ۲۴ ساعت و غلظت‌های متفاوت هگزامتافسفات سدیم (A: آزمایش ۶ ، B: آزمایش ۷ ، C: آزمایش ۸)..... ۱۴۱

شکل ۶-۲۲- نتایج توزیع ابعادی سرریز و بخش ته‌ریز شده در آزمایش شماره ۷..... ۱۴۲

شکل ۶-۲۳- منحنی‌های XRD نمونه‌های اصلی و خالص شده معدن رشم با فرآیند ته‌نشینی (A:نمونه اصلی، B: نمونه خالص شده با ته‌نشینی ساده در مدت زمان ۶۰ ساعت، C:نمونه خالص شده با استفاده از هگزامتافسفات سدیم در زمان ۲۰ دقیقه)..... ۱۴۳

شکل ۶-۲۴- منحنی XRD نانورس تولید شده در آزمایش ۱..... ۱۴۹

شکل ۶-۲۵- منحنی XRD نانورس تولید شده در آزمایش ۲..... ۱۴۹

شکل ۶-۲۶- منحنی XRD نانورس تولید شده در آزمایش ۳..... ۱۵۰

شکل ۶-۲۷- منحنی XRD نانورس تولید شده در آزمایش ۴..... ۱۵۰

شکل ۶-۲۸- منحنی XRD نانورس تولید شده در آزمایش ۵..... ۱۵۱

شکل ۶-۲۹-فلوشیت فرآیند تولید نانورس برای نمونه ذخیره ۱ معدن رشم..... ۱۵۱

شکل ۶-۳۰- منحنی XRD نانورس ®Cloisite محصول شرکت تجاری Southern Clay..... ۱۵۳

شکل ۶-۳۱- منحنی XRD نانورس ®Dellite محصول شرکت تجاری Laviosa Chemica..... ۱۵۳

فهرست جداول

جدول۲-۱- طبقه‌بندی بنتونیت بر اساس کانی‌ها اسمکتیت ۱۱

جدول۲-۲- تقسیم‌بندی اسمکتیت‌ها ۱۲

جدول۲-۳- توزیع بار در لایه‌های اسمکتیت..... ۱۳

جدول۲-۴- خصوصیات اسمکتیت ۱۶

جدول۲-۵- مهمترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اسمکتیت‌ها..... ۳۶

جدول۲-۶- تعدادی از کاربردهای بنتونیت ۳۶

جدول ۳-۱- خلاصه‌ای از کارهای انجام شده با مواد شیمیایی مختلف ۴۸

جدول ۳-۲- نانورس‌های تجاری، شرکت‌های تولید کننده و کاربردهای آن ۴۹

جدول ۴-۱- ترکیب کانی‌شناسی بنتونیت..... ۶۷

جدول ۵-۱- داده‌های تعیین وزن مخصوص حقیقی نمونه‌های معادن رشم و هفت‌خوان ۷۹

جدول ۵-۲- علامت اختصاری به کاربرده شده برای کانی‌ها در منحنی‌های XRD..... ۹۰

جدول ۵-۳- درصد تخمینی کانی‌های موجود در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۱ معدن رشم ۹۹

جدول ۵-۴- درصد کانی‌های موجود در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۲ معدن رشم ۱۰۱

جدول ۵-۵- درصد کانی‌های موجود در فراکسیون‌های مختلف در نمونه معرف ذخیره ۳ معدن هفت-خوان..... ۱۰۳

جدول ۵-۶- فواصل بین لایه‌ای(d) کانی مونتموریلونیت هر کدام از نمونه‌ها برای صفحات (001) . ۱۰۵

جدول ۵-۷- نتایج آنالیز XRF نمونه‌های معدن هفت‌خوان..... ۱۰۷
جدول ۵-۸- نتایج آنالیز XRF نمونه‌های معدن رشم..... ۱۰۸
جدول ۶-۱- زمان و مقدار هگزامتافسفات سدیم مصرفی در هر آزمایش..... ۱۳۹
جدول ۶-۲- شرایط آزمایش برای بررسی اثر پارامترهای مقدار آمین و اسید مصرفی نسبت به مونتموریلونیت..... ۱۴۷

۱-۱- مقدمه

نانوتکنولوژی مطالعه ذرات در مقیاس بسیار کوچک برای کنترل آنها می‌باشد. هدف اصلی اکثر تحقیقات نانوتکنولوژی شکل دهی ترکیب‌دهی جدید یا ایجاد تغییراتی در مواد موجود است. علم و فناوری نانو (نانو علم و نانوتکنولوژی) توانائی بدست گرفتن کنترل ماده در ابعاد نانومتری (ملکولی) و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های این بعد در مواد، ابزارها و سیستمهای نوین است.

تغییرات در مقیاس نانومتری بر خواص موج گونه الکترون‌های درون مواد اثر می‌گذارد. با جابجا کردن اتم‌ها در این مقیاس می‌توان خواص اصلی مواد (به عنوان مثال دمای ذوب، اثرات مغناطیسی، ظرفیت بار) را بدون تغییر کلی ترکیب شیمیایی مواد، دگرگون ساخت.

با گسترده‌گی علم نانوتکنولوژی و شناخت ویژگی‌های مواد در ابعاد نانو، نیاز به بررسی و استفاده از این علم در صنعت معدن و بویژه علم فرآوری مواد احساس می‌شود. در طول دو دهه اخیر، مواد در ابعاد نانو(ریزتر ۱۰۰ نانومتر)در مصارف بسیاری به کار گرفته شده‌اند. یکی از گسترده‌ترین این مصارف، استفاده از نانورس‌ها در صنعت پلیمر و ساخت نانوکامپوزیت‌ها است.

نانورس‌ها کانی‌هایی هستند که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در حد نانومتر باشد. این مواد به دلیل ارزانی و در دسترس بودن، در زمینه فن‌آوری نانو توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند، همچنین اندازه

کوچک این مواد آن‌ها را قادر ساخته تا بتوانند با مواد دیگر که در این زمینه وجود دارند، رقابت کنند. نانورس‌ها سطح ویژه‌ای در حدود ۷۵۰ متر مربع بر گرم دارند.

نانوکامپوزیت‌های خاک رس- پلیمر بهبود فوق العاده‌ای در بسیاری از خواص فیزیکی و مهندسی پلیمرهایی که در آنها از مقدار کمی پر کننده استفاده می‌شود، ایجاد می‌کند. در این نوع مواد از خاک رس‌های نوع اسمکتیت از قبیل هکتوریت، مونتموریلونیت و میکای سنتزی به عنوان پرکننده برای بهبود خواص پلیمرها استفاده می‌شود. خاک رس‌های نوع اسمکتیت ساختاری لایه‌ای دارند و با توجه به طبیعت پیوند بین اتم‌های این لایه‌ها، این مواد خواص فوق‌العاده‌ای را در جهت موازی لایه‌ها نشان می‌دهند. در نانوکامپوزیت‌های خاک رس نه تنها دانه‌های خاک رسی را از هم جدا می‌کنند، بلکه لایه‌های هر دانه را نیز از هم جدا می‌کنند. با انجام این عمل، خواص مکانیکی فوق العاده هر دانه نیز بطور موثر بکار می‌آید، زیرا هر جزء خاک رس خود از صدها تا هزاران لایه تشکیل شده است. وخواص مهندسی و فیزیکی نانوکامپوزیت‌ها بهبود قابل توجهی می‌یابد، افزایش ضریب یانگ، قدرت کشسانی ، مقاومت در برابر تغییر شکل بر اثر گرما ، مقاومت در برابر آتش ،هدایت یونی و شکل‌پذیری از جمله مزایای آن می‌باشد. امتیاز دیگرشان این است که تأثیر قابل توجهی بر خواص اپتیکی پلیمر ندارند. ضخامت یک لایه خاک رس منفرد، بسیار کمتر از طول موج نور مرئی است و از نظر اپتیکی شفاف و تقریبا بی رنگ هستند..

برخلاف انتظار با توجه به برتری مشخص ویژگی‌های نانوکامپوزیت‌ها نسبت به کامپوزیت‌های معمولی که با اضافه کردن نانورس تولید می‌شود، انتظار می‌رفت نانورس به سرعت بتواند جای پرکننده-های معمول را بگیرد، ولی این اتفاق به کندی پیش رفت و هم اکنون نیز مصرف پرکننده‌های معمولی در اولویت قرار دارد. علت اصلی این نکته ممکن است ناشناخته ماندن فرآیند تولید نانورس باشد. بررسی های انجام شده نشان می‌دهد اطلاعات کمی در زمینه ساخت این مواد وجود دارد. قابل ذکر است که مرحله اصلاح رس برای انطباق با پلیمرهای مورد استفاده به وسیله‌ی آمین‌ها توسط دانشمندان بسیاری بررسی شده است. اما به طور مشخص اطلاعات کاملی در مورد مشخصات رس مورد استفاده و نحوه تولید آن برای مرحله اصلاح وجود ندارد. در مقالات مختلف برای تهیه رس مورد نیاز مرحله اصلاح از عمل ته‌نشینی ساده استفاده شده است که این کاربرد خود به علت ساختار قوی که رس‌ها در حالت آبدار تشکیل می‌دهند جای تردید دارد.

نانورس‌ها علاوه بر نانوکامپوزیت‌ها، به خاطر ویژگی‌های خاصشان در صنایع داروسازی،