بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکدهٔ فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد «M.Sc.»

گرایش: مهندسی شیمی

عنوان:

بررسی اثر توزیع دانه بندی بر خواص مهندسی پلاستر های گچ

استاد راهنما:

دکتر ابراهیم نجفی کانی

استاد مشاور:

دکتر مجید محمد حسینی

نگارش:

حمید کریمی فرد

تابستان ۱۳۹۱

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکدهٔ فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد «M.Sc.»

عنوان:

بررسی اثر توزیع دانه بندی بر خواص مهندسی پلاسترهای گچ

نگارش:

حمید کریمی فرد

تابستان ۱۳۹۱

هیات داوران:

۱. دکتر ابراهیم نجفی کانی

۲. دکتر مجید محمد حسینی

۳. دکتر حسن زارع علی آبادی

با سپاس فراوان از اساتید گرامی که من را در انجام این پژوهش یاری نمودند.

تقدیم به پدر، مادر و همسر و خواهر مهربانم که در همیشه پشتیبان من بوده اند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
فصل اول: کلیات	۲
۱-۱. بیان مسئله	۳
۱-۲. اهداف تحقیق	۴
۱-۳. فرضیه	۵
۱-۴. پیشینهٔ تحقیق	۶
فصل دوم: گچ، روش های تولید و نکات کاربردی	۷
مقدمه	۸
۲-۱. تاریخچهٔ گچ در ایران	۸
۲-۲. مفاهیم	۹
۲-۲-۱. گچ چیست؟	۹
۲-۲-۲. سنگ گچ	۱۰
۲-۲-۳. فرآیند تولید گچ	۱۱
۲-۲-۴. انواع کوره ها در پخت گچ	۱۲
۲-۲-۵. گچ پزی	۱۳
۲-۲-۶. انواع گچ	۱۴
۲-۲-۷. خواص گچ	۱۶
۲-۲-۸. گچ و آب	۱۸
۲-۲-۹. نگهداری گچ	۲۱
۲-۲-۱۰. علت ترک خوردن گچ	۲۲
۲-۲-۱۱. نکات کاربردی در استفاده از گچ	۲۲
فصل سوم: دانه بندی و روش های تعیین آن	۲۵
مقدمه	۲۶
۳-۱. ابعاد دانه ها وشکل آن ها	۲۶
۳-۲. تجزیهٔ سرندی	۲۸
۳-۳. روش های تعیین دانه بندی در حد کوچکتر از محدودهٔ سرندها	۳۲

۳-۳-۱. روش های ته نشینی ۳۲
۳-۴. تقسیم بندی روش های ته نشینی ۳۳
۳-۴-۱. بشر ته نشینی ۳۳
۳-۴-۲. الوتریاتور ۳۵
۳-۴-۳. پی پت (Andreasen) ۳۶
۳-۵. روش های تعیین دانه بندی در حد کوچکتر از محدودهٔ سرندها (استفاده از نیروی گریز از مرکز) ۳۷
۳-۵-۱. جداکنندهٔ (Bacho) ۳۷
۳-۵-۲. سیکلوسایزر ۳۷
۳-۵-۳. پی پت سانتریفوژ (Andreasen) ۳۹
۳-۶. روش های تعیین دانه بندی در حد کوچکتر از محدودهٔ سرندها (اندازه گیری سطح مخصوص) ۴۰
۳-۶-۱. اندازه گیری سطح مخصوص به روش جذب مولکول های گازی ۴۱
۳-۶-۲. اندازه گیری سطح مخصوص به روش قابلیت نفوذ پذیری ۴۱
۳-۷. روش های تعیین دانه بندی در حد کوچکتر از محدودهٔ سرندها (اندازه گیری مقاومت الکتریکی) ۴۲
۳-۸. روش های تعیین دانه بندی در حد کوچکتر از محدودهٔ سرندها (استفاده از اشعهٔ لیزر) ۴۳
۳-۹. تعیین دانه بندی به طور دائم ۴۴
۳-۹-۱. تعیین دانه بندی توسط اشعهٔ لیزر ۴۴
۳-۹-۲. تعیین دانه بندی توسط امواج صوتی ۴۵
۳-۹-۳. سیستم سانتریفوژ ۴۶
۳-۱۰. نمایش دانه بندی مواد ۴۷
۳-۱۱. توابع توزیع دانه بندی ۴۹
۳-۱۱-۱. تابع توزیع نرمال ۴۹
۳-۱۱-۲. تابع توزیع نرمال لگاریتمی ۵۰
۳-۱۱-۳. توابع (Choate و Hatch) ۵۰
۳-۱۱-۴. تابع (Rosin-Rammler) ۵۱
۳-۱۱-۵. تابع (Gaudin) ۵۳

۳-۱۲. روش های رسم منحنی دانه بندی ۵۴
فصل چهارم: اثر توزیع اندازهٔ ذرات بر خواص مهندسی پلاستر آلفا کلسیم سولفات همی هیدرات ۵۷
مقدمه ۵۸
۴-۱. تابع ریاضی مورد استفاده جهت بررسی توزیع اندازهٔ ذرات خمیر ۵۸
۴-۲. بررسی توزیع اندازهٔ ذرات خمیر ۶۰
۴-۳. محاسبهٔ درجهٔ هیدراسیون پلاسترها ۶۳
۴-۳-۱. اثر توزیع اندازهٔ ذرات بر نسبت های وزنی آب به همی هیدرات خمیر ۶۴
۴-۳-۲. آهنگ هیدراسیون خمیر ۶۶
۴-۳-۳. عوامل موثر بر درجهٔ هیدراسیون خمیر ۶۷
۴-۴. بررسی نتایج مشابه در پلاسترهای خمیر ۶۸
۴-۵. اثر توزیع اندازهٔ ذرات بر مقاومت خمیر ۶۹
۴-۶. ساختار میکروسکوپی خمیر ۷۱
فصل پنجم: آزمایشات و تحلیل نتایج بدست آمده ۷۷
مقدمه ۷۸
هدف ۷۸
۵-۱. معرفی نمونه ها ۷۹
۵-۲. بررسی اثر توزیع اندازهٔ ذرات پلاسترها ۷۹
۵-۲-۱. آنالیز سرندی ۷۹
۴-۲-۲. تعیین دانه بندی پلاسترها ۸۰
۴-۲-۳. نتایج آماری توزیع اندازهٔ ذرات پلاسترها و رسم نمودارها ۸۱
۵-۲-۴. تحلیل نمودارها ۹۴
۴-۳. بررسی زمان گیرش پلاسترها ۹۷
۴-۴. تعیین مقاوت فشاری پلاسترها ۹۸
۴-۵. بررسی نسبت وزنی آب به گچ در پلاسترها ۱۰۱
۴-۶. بررسی ساختار مولکولی پلاستر گچ و استفاده از طیف سنج مادون قرمز ۱۰۴
۴-۶-۱. تئوری ۱۰۵
۴-۶-۲. تهیهٔ نمونه ۱۰۵
۴-۶-۳. آنالیز طیفی مادون قرمز یون سولفات ($SO4^{2-}$) و بررسی ارتعاشات خمشی و کششی آن ۱۰۶

۴-۷. تعیین درصد ترکیبات اکسیدی موجود در گچ به روش فلورسانس اشعهٔ ایکس (XRF) ۱۰۸

۴-۷-۱. تئوری ۱۰۸
۴-۷-۲. تهیهٔ نمونه ها و تعیین درصد ترکیبات اکسیدی ۱۰۹
نتیجه گیری ۱۱۲
پیشنهادات ۱۱۳
فهرست منابع فارسی ۱۱۴
فهرست منابع غیر فارسی ۱۱۵
چکیده انگلیسی ۱۱۶

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
۳-۱. جدول: سری رایج سرندهای آزمایشگاهی	۳۱
۳-۲. جدول: تعداد مراحل ته نشینی لازم برای دستیابی به بازیابی های مختلف	۳۴
۳-۳. جدول: نتایج آزمایش تجزیهٔ سرندی	۴۸
۴-۱. جدول: پارامترهای RRB و ناحیه سطحی در پلاسترهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار در دو حالت اندازهٔ متفاوت ذرات (S11 تاS15) و طول های مختلف توزیع (S21 تا S24)	۶۱
۴-۲. جدول: درجه ی هیدراسیون پلاسترها در دو حالت ابعاد ذره ای متفاوت (S11 تا S15) و طول های مختلف توزیع (S21 تا S24).	۶۶
۴-۳. جدول: ویژگی های حفره ها (سوراخ های ریز) خمیرهای حاصله از پلاسترهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار در دو حالت ابعاد ذره ای متفاوت (S11 تا S15) و طول های مختلف توزیع (S21 تا S24)	۷۴
۵-۱. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر بارز جبل متین	۸۲
۵-۲. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر آزادی قم	۸۳
۵-۳. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر توچال سیمین	۸۴
۵-۴. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر میکرونیزهٔ سیمین	۸۵
۵-۵. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر آیینه	۸۶
۵-۶. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر طلاییه	۸۷
۵-۷. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سحر	۸۸
۵-۸. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر دوسرندهٔ سیمین	۸۹
۵-۹. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر بهادان	۹۰
۵-۱۰. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر میهن	۹۱
۵-۱۱. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سپیدار	۹۲
۵-۱۲. جدول: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سمنان شمال	۹۳
۵-۱۳. جدول: نتایج آماری اندازه گیری مقاومت فشاری پلاسترها در زمان های مختلف	۹۴
۵-۱۴. جدول: نتایج آماری نسبت های وزنی آب به گچ اندازه گیری شده	۱۰۲

۵-۱۵. جدول: درصد ترکیبات اکسیدی اندازه گیری شده توسط روش فلورسانس اشعهٔ ایکس ۱۱۰

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
۳-۱. شکل: نمونه هایی از سرند های آزمایشگاهی نوع (RO-TAP)	۲۹
۳-۲. شکل: بشر ته نشینی	۳۳
۳-۳. شکل: نمونه ای از یک دستگاه الوتریاتور	۳۵
۳-۴. شکل: پیپت (Andreasen)	۳۶
۳-۵. شکل: نمونه ای از یک دستگاه سیکلوسایزر (Syclosizer)	۳۸
۳-۶. شکل: بخش نمونه گیری دستگاه پیپت سانتریفوژ (Andreasen)	۳۹
۳-۷. شکل: نمونه هایی از دستگاه پیپت سانتریفوژ (Andreasen)	۳۹
۳-۸. نفوذ سنج (Blaine)	۴۲
۳-۹. شکل: اندازه گیری دانه بندی توسط (Coulter Counter)	۴۳
۳-۱۰. شکل: اندازه گیری دانه بندی مواد توسط امواج مافوق صوت	۴۵
۴-۱۱. شکل: روش های مختلف رسم منحنی دانه بندی	۵۶
۴-۱. شکل: منحنی های DSC/TG خمیر آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار برای مادهٔ خام	۶۰
۴-۲. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات بدست در خمیرهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار در اندازهٔ های متفاوت ذرات (a) و طول های توزیع متفاوت (b)	۶۲
۴-۳. شکل: نسبت های وزنی آب به همی هیدرات ($\frac{W}{H}$) برای استحکام استاندارد خمیرهای بدست آمده از پلاسترهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار در دو حالت اندازه ی متفاوت ذرات (a) و طول های توزیع مختلف (b)	۶۵
۴-۴. شکل: قدرت استحکام (مقاومت) خمیرهای حاصله از پلاسترهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار	۷۰
۴-۵. شکل: تصاویر الکترونی گرفته شده از خمیرهای آلفا کلسیم سولفات همی هیدرات	۷۳
۴-۶. شکل: توزیع اندازهٔ حفره ها (سوراخ های ریز) خمیرهای حاصله از پلاسترهای آلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار در دو حالت ابعاد ذره ای متفاوت (۳-۶a) و طول های مختلف توزیع (۳-۶b)، بعد از ۳ روز	۷۵

۵-۱. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر بارز جبل متین ۸۲
۵-۲. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر آزادی قم ۸۳
۵-۳. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سوپر توچال سیمین ۸۴
۵-۴. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر میکرونیزهٔ سیمین ۸۵
۵-۵. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر آیینه ۸۶
۵-۶. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر طلاییه ۸۷
۵-۷. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سحر ۸۸
۵-۸. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر دوسرندهٔ سیمین ۸۹
۵-۹. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر بهادان ۹۰
۵-۱۰. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر میهن ۹۱
۵-۱۱. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سپیدار ۹۲
۵-۱۲. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاستر سمنان شمال ۹۳
۵-۱۳. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاسترهای دانه ریز ۹۶
۵-۱۴. شکل: توزیع اندازهٔ ذرات پلاسترهای دانه درشت ۹۶
۵-۱۵. شکل: زمان های گیرش اولیه و ثانویه در پلاسترهای مورد بررسی ۹۷
۵-۱۶. شکل: مقاومت فشاری پلاسترها در زمان های مختلف ۱۰۰
۵-۱۷. شکل: نسبت های وزنی آب به گچ پلاسترهای دانه درشت ۱۰۲
۵-۱۸. شکل: نسبت های وزنی آب به گچ پلاسترهای دانه ریز ۱۰۲
۵-۱۹. شکل: آنالیز طیفی مادون قرمز گچ ۱۰۷

چکیده

توزیع اندازهٔ ذرات یک ماده بیانگر درصدی از جرم کل ماده است که بر اساس آن متوسط اندازهٔ ذرات و محدودهٔ اندازهٔ آن ها تعیین می شود و یکی از اصلی ترین خصوصیات فیزیکی ماده را تعیین می سازد. توزیع اندازهٔ ذرات بر روی چگالی، تراکم، و فرآیند هیدراسیون پودرها اثر گذاشته و از این رو باعث تغییر در ویژگی هایی از قبیل آب دوستی، سیالیت، مقاومت، ساختارهای میکروسکوپی و دیگر خواص مهندسی می شود. از گذشته تا به امروز تلاش های فراوانی برای ارتباط بین توزیع اندازهٔ ذرات در موادی که دارای خاصیت سیمانی و سخت شدن هستند، صورت گرفته است. گچ از جمله موادی است که دارای خاصیت سخت شدن می باشد و توزیع اندازهٔ ذرات بر روی خواص مهندسی آن تاثیر بسزایی دارد. مسلما در پلاسترهای مختلف، توزیع اندازهٔ ذرات، متفاوت می باشد و این تفاوت، تغییر در خواص پلاسترها را منجر می شود. با توجه به این که بیش از ۸۰ درصد از حجم گچ ساختمانی تولیدی در کشور در استان سمنان تولید می شود [۳] . لذا در این تحقیق، اثر توزیع دانه بندی بر زمان گیرش، مقاومت فشاری و نیاز به آب محصولات ۱۲ واحد تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفته که اکثر آن ها از کارخانجات فرآوری گچ در استان تهیه شده اند و سعی شده است که ارتباط منطقی میان دانه بندی پلاسترها و تاثیر آن بر زمان گیرش، مقاومت فشاری و نیاز به آب برای رسیدن به خواص مهندسی مطلوب و مطابق با استاندارد ایجاد گردد. همچنین، ارتعاشات خمشی، کششی و انتقالات الکترونی یون سولفات موجود در گچ به وسیله آنالیز طیفی مادون قرمز مورد بررسی قرار گرفته است و درصد ترکیبات اکسیدی موجود در پلاسترها به وسیله روش فلورسانس اشعه ایکس تعیین شده است.

فصل اول:

کلیات

۱-۱. بیان مسئله

در این کار تحقیقاتی اثر توزیع دانه بندی چند نمونه پلاستر گچ ساختمانی مورد بررسی قرار می گیرد. با توجه به این که بیش از ۸۰٪ معادن گچ کشور در استان سمنان واقع شده است، لذا ارزیابی ۱۲ محصول تولیدی که اکثر آن ها از کارخانجات فرآوری گچ استان فراهم می شود، بر خواص مهندسی محصول نهایی اعم از زمان گیرش، مقاومت فشاری و نیاز به آب برای رسیدن به ساختار استاندارد مورد بررسی قرار می گیرد. در نظر است تا پس از مطالعات کتابخانه ای در نحوهٔ اثر توزیع دانه بندی و اثر آن بر خواص پلاسترهای گچ نمونه های اخذ شده، آزمایشات مربوطه انجام پذیرد. پیش بینی می شود که ارتباط معقول بین کیفیت دانه بندی پلاستر گچ تولید شده و خواص مهندسی آن برقرار نمود.

۱-۲. اهداف تحقیق

۱. بررسی توزیع اندازهٔ ذرات پلاسترهای گچ

۲. تعیین خواص مهندسی پلاسترها

- تعیین زمان های گیرش پلاسترها
- تعیین مقاومت های فشاری پلاسترها
- بررسی نیاز به آب در پلاسترها

۳. برقراری ارتباط و اثر متقابل توزیع دانه بندی بر خواص مهندسی

۱-۳. فرضیه

فرضیهٔ اصلی در این کار تحقیقاتی استفاده از نمونه های صنعتی پلاستر گچ می باشد که فرض می شود تمامی نمونه ها به صورت گچ نیمه آبدار هستند.

۱-۴. پیشینه تحقیق

با توجه به بررسی های به عمل آمده، تا کنون اثر توزیع دانه بندی چند نمونه پلاستر گچی مختلف و مقایسهٔ نتایج آن ها با هدف کمی کردن و برقراری ارتباط آن با خواص مهندسی انجام نشده است. در مرجع کشور های دیگر چند نمونه مقاله در این زمینه یافت شده است که البته در آن ها یک نمونه گچ پلاستر خاص مورد بررسی قرار گرفته است. به طور مثال در زمینهٔ تاثیر دانه بندی ذرات بر خمیرآلفا کلسیم سولفات نیمه آبدار، تحقیقات زیادی توسط آقایان کوهلمن و ونگ انجام شده است. این دو دانشمند عنوان کردند که افزایش اندازهٔ ذرات درسیمان، واکنش پذیری آن را با آب کاهش می دهد و بدین ترتیب نیروی استحکام کمتری به وجود می آید. ونگ همچنین مشاهده کرد که اگر پودرها دارای سطح ویژه ی یکسانی باشند، افزایش طول توزیع، باعث تسریع روند هیدراسیون در پودرها می شود. آن ها همچنین عنوان کردند که هرچه طول توزیع کمتر باشد، دانسیته و تراکم پودرها بیشتر می شود و بدین ترتیب آب کمتری برای سازگاری و استحکام استاندارد مورد نیاز است. دانشمند دیگری به نام لی بیان کرد که سیالیت خمیر سیمان با کاهش طول توزیع افزایش می یابد. ایجاد تطبیق میان نظریات و تحقیقات این دانشمندان، تا حدود زیادی دشوار می باشد [۳] .

فصل دوم:

گچ، روش های تولید و نکات کاربردی