



دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

دانشکده مهندسی عمران – ژئوتکنیک

تاثیر نانورس بر خواص مکانیکی اندود گچ پلیمری

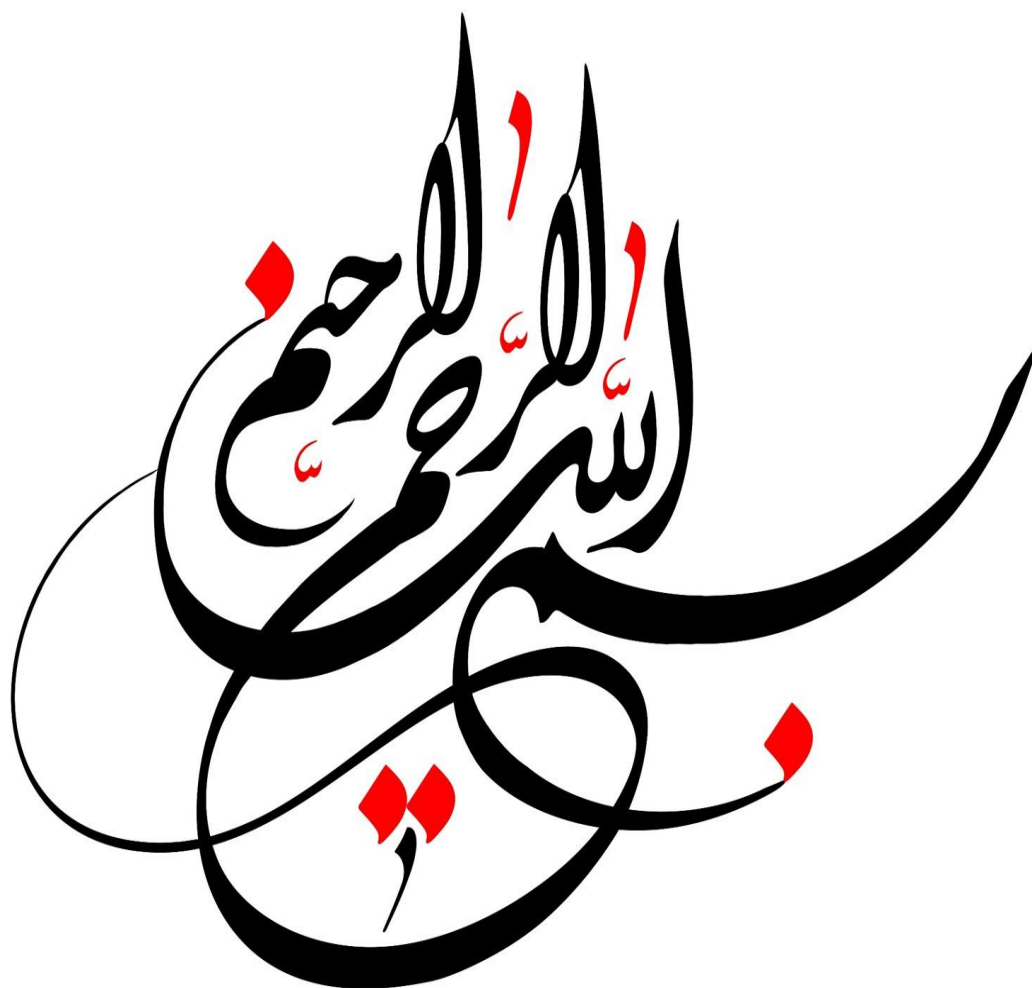
استاد راهنما:

دکتر حسن قاسم زاده

نگارش:

وحید خدامیان آرانی

شهریور ۹۸



تقدیم به:

مادر عزیزم که وجودش و دعایش آرامش بخش روح و جسم من است و بهترین هدیه خداست

پدر عزیزم که بهترین راهنما، پشتوانه امن و همراه من در کل مسیر زندگی است

برادران عزیزم

و تمامی آنان که با دلگرمی‌های بی‌دریغشان و با نگاه پرمهرشان در تمام لحظات زندگی مرا یاری نمودند.

اظهارنامه دانشجو

اینجانب وحید خدامیان آرانی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان **تاثیر نانورس بر خواص مکانیکی اندود گچ پلیمری** با راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر حسن قاسم زاده، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید است، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن است. هرگونه کپی برداری بصورت کل

پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی عمران دانشگاه

صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز است.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است و بدون

اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نیست.

تشکر و قدردانی

پس از خداوند مهربان که لطف و کرمش همیشه شامل حال این بنده حقیر بوده است، برخورد لازم می‌دانم که صمیمانه و خاضعانه تشکر و تقدیر کنم از:

استاد بزرگ و ارجمندم دکتر قاسم‌زاده که همواره در مسایل و مشکلات موجود مرا راهنمایی نمودند و به انجام رسیدن این پایان‌نامه را مرهون زحمات و الطاف بی‌دریغ ایشان می‌دانم.

جناب دکتر محمد مهدی ابوالحسنی که در این مسیر با قرار دادن امکانات و نظرات گرانبهای خود بدون هیچ چشم‌داشتی کمک کردند تا این پایان‌نامه به بهترین وجه انجام شود.

خانواده عزیزم که همواره با شکیبایی و مهربانی در برابر مشکلات و زحمات، کنار من بودند.

در پایان از همه دوستان عزیزم که همیشه مشوق بنده بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

با توجه به پیشرفت علم و فناوری، استفاده از مواد کامپوزیتی مبتنی بر گچ با استفاده از انواع افزودنی‌ها به منظور بهبود عملکرد و افزایش کارایی آن در مقایسه با مواد گچ سنتی، امری ضروری در صنایع مختلف از جمله ساختمان‌سازی محسوب می‌شود.

در این پایان‌نامه به بررسی خواص گچ‌های شامل پلیمر پلی ونیل الکل و نانورس از منظر تاثیرگذاری بر زمان گیرش، غلظت نرمال، مقاومت فشاری و مقاومت خمشی پرداخته شده است. در ابتدا ۱۵ نوع گچ شامل، ۵ مدل گچ شرکت امید سمنان با نام‌های سیوا، ساتن، جت گیپس، بتوگیپس و معمولی، ۸ مدل گچ شرکت سپید گچ ساوه با نام‌های سوپر طلایی، پاششی، ساتن، جیپتون، طلایی، سیوا، فوم جیپس و معمولی، یک مدل گچ سفید کاری شرکت حریر سمنان و یک مدل گچ سفید کاری شرکت سوپر متین از نظر خواص مکانیکی باهم مقایسه شدند، گچ طلایی شرکت سپید گچ ساوه که از نظر مقاومت خمشی و مقاومت فشاری از همه گچ‌ها بهتر بود به عنوان گچ پایه برای اضافه کردن مواد افزودنی انتخاب شد. پس از آن به مقایسه سرعت ته‌نشین شدن انواع خاک‌های رس و نانو رس‌ها، که شامل ۱۱ نوع خاک رس کائولین و خاک سلیسی از شرکت شرکت صنایع خاک چینی ایران، ۶ نوع خاک رس با نام‌های ایلیت، بال کلی، خاک نسوز چسبنده، بوکسیت، بنتونیت، خاک قرمز نسوز از شرکت سوراوچین عقیق و ۲ نوع نانورس بنتونیت و مونت‌موریلونیت بود، پرداخته شد. باتوجه به نتایج دو نوع نانو رس که بیشترین زمان ته‌نشین شدن را دارا بودند برای ادامه کار انتخاب شدند. سپس برای درک بهتر خواص هریک از مواد افزودنی درصدهای مختلف پلیمر پلی ونیل الکل به گچ اضافه شد و طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که در کل با اضافه کردن پلی ونیل الکل به گچ زمان گیرش، مقاومت خمشی و مقاومت فشاری افزایش پیدا می‌کند. ولی بیش از حد اضافه کردن پلی ونیل الکل به گچ باعث خارج شدن پارامترهای تعیین غلظت نرمال گچ از محدوده استاندارد تعریف شده برای ملات گچ می‌شود. در ادامه با ثابت نگه‌داشتن درصد پلیمر پلی ونیل الکل به بررسی تاثیر نانورس‌های مونت‌موریلونیت و بنتونیت بر روی گچ پلیمری پرداختیم. در پژوهشی دیگر طراحی و ساخت دستگاه لوح گرم محافظت شده برای تعیین ضریب هدایت حرارتی مواد طبق تمام استانداردهای موجود در استاندارد ملی ایران نیز انجام شد. در آخر نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها نشان دهنده این بود که با ترکیب ۱٪ وزن گچ PVA و ۳۰٪ وزن پلیمر نانورس مونت‌موریلونیت، به مقدار ۵۶/۱٪ مقاومت خمشی و ۱۵۵/۸٪ مقاومت فشاری گچ بدون مواد افزودنی افزایش پیدا کرد.

واژگان کلیدی:

گچ، پلیمر، پلی ونیل الکل، نانورس، عایق، دستگاه تعیین ضریب هدایت حرارتی.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۲
۱-۱- مقدمه:.....	۲
۲-۱- اهمیت موضوع:.....	۲
۳-۱- اهداف تحقیق :.....	۳
۴-۱- ساختار پایان نامه:.....	۳
فصل دوم : مبانی تئوری و مروری بر تحقیقات پیشین.....	۶
۱-۲- مقدمه:.....	۶
۲-۲- فرآیند تولید گچ و مواد پلیمری که به گچ افزوده شده و بررسی خواص آن ها:.....	۶
۳-۲- بررسی خواص نانورس ها و کاربرد آن ها :.....	۱۲
۴-۲- بررسی دستگاه لوح گرم محافظت شده:.....	۱۹
۵-۲- جمع بندی:.....	۲۱
فصل سوم : روش انجام کار.....	۲۳
۱-۳- مقدمه:.....	۲۳
۲-۳- مواد و تجهیزات:.....	۲۳
۱-۲-۳- مواد اولیه:.....	۲۳
۱-۱-۲-۳- گچ:.....	۲۳
۲-۱-۲-۳- خاک رس:.....	۲۸
۳-۱-۲-۳- نانورس:.....	۳۱
۴-۱-۲-۳- پلمیر:.....	۳۵
۵-۱-۲-۳- آب دوبار تقطیر:.....	۳۵
۲-۲-۳- دستگاهها:.....	۳۶
۱-۲-۲-۳-ترازو:.....	۳۶
۲-۲-۲-۳- الک ها و دستگاه شیکر (لرزاننده):.....	۳۶
۳-۲-۲-۳- قالب ویکات:.....	۳۶

- ۳۶ ۴-۲-۲-۳- دستگاه ویکات اصلاح شده:
- ۳۷ ۵-۲-۲-۳- دستگاه ویکات:
- ۳۸ ۶-۲-۲-۳- آون:
- ۳۸ ۷-۲-۲-۳- قالب مقاومت خمشی:
- ۳۸ ۸-۲-۲-۳- تکیه‌گاه‌های آماده شده برای آزمایش مقاومت خمشی:
- ۳۹ ۹-۲-۲-۳- دستگاه تک محوری برای آزمون مقاومت خمشی:
- ۴۰ ۱۰-۲-۲-۳- دستگاه CBR برای انجام آزمایش مقاومت فشاری:
- ۴۰ ۱۱-۲-۲-۳- دستگاه استیرر (همزن مغناطیسی):
- ۴۱ ۱۲-۲-۲-۳- دستگاه پروب التراسونیک:
- ۴۱ ۱۳-۲-۲-۳- دستگاه مخلوط کن:
- ۴۲ ۱۴-۲-۲-۳- دستگاه XRD:
- ۴۲ ۱۵-۲-۲-۳- دستگاه آسیاب گلوله سیارهای:
- ۴۲ ۳-۲-۲-۳- دستگاه تعیین ضریب هدایت حرارتی (لوح گرم محافظت شده):
- ۴۳ ۱-۳-۲-۳- بخش گرم کن:
- ۴۶ ۲-۳-۲-۳- بخش سرد کن:
- ۴۹ ۳-۳-۲-۳- نمونه:
- ۴۹ ۴-۳-۲-۳- عایق:
- ۴۹ ۵-۳-۲-۳- ترموکوپل:
- ۵۱ ۶-۳-۲-۳- کنترل دما:
- ۵۲ ۷-۳-۲-۳- جک:
- ۵۳ ۹-۳-۲-۳- جعبه دستگاه و قسمت های داخلی نگه‌دارنده:
- ۵۳ ۳-۳- روش انجام کار:
- ۵۳ ۱-۳-۳- آماده سازی اولیه:
- ۵۴ ۲-۳-۳- آزمایش‌ها:
- ۵۴ ۱-۲-۳-۳- اندازه‌گیری آب آزاد گچ:

۵۴	۳-۲-۲- اندازه گیری درصد مانده روی الک:.....
۵۴	۳-۲-۳- تعیین نسبت آب به گچ (غلظت نرمال):.....
۵۶	۳-۲-۴- آزمایش اندازه گیری زمان گیرش:.....
۵۶	۳-۲-۵- زمان ته نشین شدن در آب دوبار تقطیر:.....
۵۸	۳-۲-۶- آزمایش XRD :.....
۵۸	۳-۲-۷- آزمایش مقاومت خمشی و مقاومت فشاری :.....
۶۱	۳-۲-۸- جمع بندی :.....
۶۳	فصل چهارم : نتایج و تفسیر آن‌ها.....
۶۳	۴-۱- مقدمه:.....
۶۳	۴-۲- آزمایش اندازه گیری آب آزاد گچ:.....
۶۴	۴-۳- رد کردن گچ‌ها از الک شماره ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰:.....
۶۵	۴-۴- زمان ته نشین شدن در آب دوبار تقطیر:.....
۶۵	۴-۴-۱ زمان ته نشین شدن خاک‌های رس و نانورس‌ها:.....
۶۹	۴-۴-۲ زمان ته نشین شدن پلیمر PVA :.....
۷۱	۴-۴-۳ زمان ته نشین شدن مخلوط آب PVA و نانورس:.....
۷۴	۴-۵- آزمایش XRD :.....
۷۸	۴-۶- آزمایش تعیین نسبت آب به گچ (غلظت نرمال):.....
۷۸	۴-۶-۱ تعیین نسبت آب به گچ بدون افزودنی:.....
۷۸	۴-۶-۱-۱ روش پاشیدن:.....
۷۹	۴-۶-۱-۲ روش پخش شدگی و دستگاه ویکات اصلاح شده :.....
۷۹	۴-۶-۲ نسبت آب به گچ با PVA:.....
۸۰	۴-۶-۳ نسبت آب به گچ با PVA و نانورس :.....
۸۱	۴-۷- آزمایش تعیین زمان گیرش :.....
۸۱	۴-۷-۱ تعیین زمان گیرش گچ بدون افزودنی:.....
۸۲	۴-۷-۲ تعیین زمان گیرش گچ با PVA :.....

۳-۷-۴	تعیین زمان گیرش گچ با PVA و نانورس :	۸۳
۸-۴	آزمایش تعیین مقاومت فشاری و مقاومت خمشی :	۸۴
۱-۸-۴	تعیین مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ بدون افزودنی :	۸۴
۲-۸-۴	تعیین مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ با PVA :	۸۶
۳-۸-۴	تعیین مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ با PVA و نانورس :	۸۸
۹-۴	جمع بندی:	۹۱
۱-۵	مقدمه:	۹۳
۲-۵	جمع بندی:	۹۳
۳-۵	پیشنهادهات:	۹۴
منابع:		۹۵

فهرست جداول

جدول ۱-۳ نام گچ‌ها به همراه کد آزمایش.....	۲۴
جدول ۲-۳ نام خاک‌های رس به همراه کد آزمایش.....	۲۹
جدول ۳-۳ آنالیز شیمیایی خاک‌های رس شرکت سوراوجین عقیق [۳۸].....	۳۰
جدول ۴-۳ آنالیز شیمیایی خاک‌های رس شرکت صنایع خاک چینی ایران [۳۹].....	۳۱
جدول ۵-۳ مشخصات فیزیکی و مکانیکی نانورس مونت‌موریلونیت [۴۰].....	۳۳
جدول ۶-۳ آنالیز شیمیای نانورس مونت‌موریلونیت [۴۰].....	۳۳
جدول ۷-۳ مشخصات فیزیکی و مکانیکی نانورس بنتونیت [۴۰].....	۳۴
جدول ۸-۳ اندازه الک.....	۳۶
جدول ۹-۳ توضیحات دما.....	۵۱
جدول ۱-۴ نتایج آزمون آب آزاد.....	۶۳
جدول ۲-۴ نتایج آزمون دانه‌بندی.....	۶۴
جدول ۳-۴ نتایج زمان ته‌نشین شدن.....	۶۶
جدول ۴-۴ درصد و مقدار نانورس در فیلم‌های پلیمری.....	۷۴
جدول ۵-۴ نتایج آنالیز XRD.....	۷۷
جدول ۶-۴ نتایج آزمایش تعیین نسبت آب به گچ بدون افزودنی در روش پاشیدن.....	۷۸
جدول ۷-۴ نتایج آزمایش تعیین نسبت آب به گچ بدون افزودنی.....	۷۹
جدول ۸-۴ بررسی کنترل نسبت آب به گچ در گچ با PVA.....	۸۰
جدول ۹-۴ بررسی کنترل نسبت آب به گچ در گچ با PVA و نانورس.....	۸۱
جدول ۱۰-۴ تعیین زمان گیرش گچ بدون افزودنی.....	۸۲
جدول ۱۱-۴ تعیین زمان گیرش گچ با PVA.....	۸۳
جدول ۱۲-۴ تعیین زمان گیرش گچ با PVA و نانورس.....	۸۳
جدول ۱۳-۴ نتایج مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ بدون افزودنی.....	۸۵
جدول ۱۴-۴ نتایج مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ با PVA.....	۸۷
جدول ۱۵-۴ نتایج مقاومت خمشی و مقاومت فشاری گچ با PVA و نانورس.....	۸۸

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ کوره پیوسته دوار تولید گچ همراه با سرد کن آن..... ۷
- شکل ۲-۲ طبقه بندی افزودنی‌های پلیمری در گچ و سیمان‌های اصلاح شده با پلیمر [۸]..... ۹
- شکل ۳-۲ ساختار کریستالی نانورس مونت‌موریلونیت [۲۳]..... ۱۴
- شکل ۴-۲ سنگ معدن بنتونیت [۲۳]..... ۱۴
- شکل ۵-۲ ساختار کریستالی کائولینیت [۲۳]..... ۱۴
- شکل ۶-۲ سنگ معدن هکتوریت [۲۳]..... ۱۵
- شکل ۷-۲ ساختار کریستالی هالوسیت [۲۳]..... ۱۵
- شکل ۸-۲ نتایج عکس بردای SEM ، NC نمونه بدون نانورس و NC^۲ نمونه با ۲٪ نانورس: (a) NC در دمای اتاق (b) NC^۲ در دمای اتاق (c) NC در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد (d) NC^۲ در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد (e) NC در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد (f) NC^۲ در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد (g) NC در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد (h) NC^۲ در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد [۲۹]..... ۱۷
- شکل ۹-۲ پیکر بندی دستگاه GHP ، Th دمای قسمت گرم و TC دمای قسمت سرد [۳۶]..... ۱۹
- شکل ۱۰-۲ شکل شماتیک دستگاه و آرایش ترموکوپل‌ها [۳۶]..... ۲۰
- شکل ۱۱-۲ نمای شماتیک دستگاه GHP [۳۷]..... ۲۰
- شکل ۱۲-۲ دستگاه GHP [۳۷]..... ۲۱
- شکل ۱-۳ کیسه‌های گچ مورد آزمایش..... ۲۳
- شکل ۲-۳ خاک‌های رس..... ۲۸
- شکل ۳-۳ بسته‌بندی نانورس مونت‌موریلونیت..... ۳۲
- شکل ۴-۳ آنالیز شیمیای نانورس مونت‌موریلونیت [۴۰]..... ۳۲
- شکل ۵-۳ عکس SEM از نانورس مونت‌موریلونیت [۴۰]..... ۳۳
- شکل ۶-۳ بسته‌بندی بنتونیت..... ۳۴
- شکل ۷-۳ عکس SEM از نانورس بنتونیت [۴۰]..... ۳۴
- شکل ۸-۳ پلیمر PVA..... ۳۵

شکل ۳-۹ آب دوبار نقطیر به کاربرده شده در آزمایش‌ها.....	۳۵
شکل ۳-۱۰ اندازه قالب ویکات [۴۱].....	۳۶
شکل ۳-۱۱ قالب ویکات و دستگاه ویکات اصلاح شده.....	۳۷
شکل ۳-۱۲ دستگاه ویکات برای اندازه‌گیری زمان گیرش.....	۳۷
شکل ۳-۱۳ قالب مقاومت خمشی.....	۳۸
شکل ۳-۱۴ تکیه‌گاه، نمونه خمشی و دستگاه بارگذاری.....	۳۹
شکل ۳-۱۵ دستگاه تک محوری برای آزمون مقاومت خمشی.....	۳۹
شکل ۳-۱۶ دستگاه CBR، پلیت ۴*۴ سانتی‌متر مربع برای آزمون فشاری.....	۴۰
شکل ۳-۱۷ دستگاه همزن مغناطیسی و شکل سمت چپ همزن مغناطیس و محلول PVA.....	۴۰
شکل ۳-۱۸ دستگاه پروب التراسونیک.....	۴۱
شکل ۳-۱۹ دستگاه مخلوط کن.....	۴۱
شکل ۳-۲۰ نمای کلی دستگاه GHP به همراه سیرکولاتور.....	۴۲
شکل ۳-۲۱ کل قسمت گرمکن دستگاه.....	۴۳
شکل ۳-۲۲ حالت شماتیک دستگاه [۴۲].....	۴۴
شکل ۳-۲۳ نمای شماتیک سیلیکون رابر.....	۴۵
شکل ۳-۲۴ سیلیکون رابر برای قسمت گرم‌کن.....	۴۶
شکل ۳-۲۵ مسیر گردش سیال در صفحه سرد کننده.....	۴۷
شکل ۳-۲۶ صفحه سرد بعد از آب بندی.....	۴۷
شکل ۳-۲۷ تست آب بند بودن صفحات سرد.....	۴۸
شکل ۳-۲۸ سیرکولاتور متصل به صفحات سرد برای خنک کردن سیالی که در صفحات سرد چرخش دارد.....	۴۸
شکل ۳-۲۹ انواع شکل‌های عایق‌های الاستومری.....	۴۹
شکل ۳-۳۰ جایگذاری ترموکوپل‌ها.....	۵۱
شکل ۳-۳۱ مدار مقدماتی کنترل کننده دمای المنت با کنترل کننده PID با ترموکوپل نوع K.....	۵۲
شکل ۳-۳۲ جک.....	۵۳

شکل ۳-۳۳	شکل کامل شده دستگاه.....	۵۳
شکل ۳-۳۴	روش پخش شدگی.....	۵۵
شکل ۳-۳۵	اندازه‌گیری زمان گیرش.....	۵۶
شکل ۳-۳۶	گچ و محلول پلیمر آماده اختلاط.....	۵۹
شکل ۳-۳۷	نمای کلی شروع انجام آزمایش ها.....	۵۹
شکل ۳-۳۸	بعد از انجام آزمایش و ساخت نمونه.....	۶۰
شکل ۳-۳۹	نمونه‌های آماده شده با نانورس.....	۶۰
شکل ۴-۱	محلول خاک و آب در حال پخش شدن به وسیله دستگاه التراسونیک شدن.....	۶۵
شکل ۴-۲	شکل سمت راست زمان شروع ته نشین شدن ۲۷-۲ CSK و شکل سمت چپ زمان پایان ته نشین شدن ۲۷-۲ CSK بعد از ۱ دقیقه.....	۶۷
شکل ۴-۳	شکل سمت راست زمان شروع ته نشین شدن BGO شکل سمت چپ زمان ته نشین شدن BGO بعد از ۳۲ دقیقه.....	۶۷
شکل ۴-۴	شکل سمت راست زمان شروع ته نشین شدن نانورس بنتونیت و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۱۲۰ دقیقه از زمان شروع ته نشین شدن بنتونیت.....	۶۸
شکل ۴-۵	شکل سمت راست زمان شروع ته نشین شدن نانورس مونتموریلونیت و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۱۲۰ دقیقه از زمان شروع ته نشین شدن مونتموریلونیت.....	۶۸
شکل ۴-۶	شکل سمت راست لحظه اول اضافه کردن یک جا PVA به آب و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۳ ساعت مخلوط شدن.....	۶۹
شکل ۴-۷	پلیمر PVA بعد از ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه مخلوط شدن.....	۷۰
شکل ۴-۸	شکل سمت راست مخلوط بعد از اضافه کردن آرام آرام PVA و شکل سمت چپ یک محلول همگن بعد از ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه مخلوط شدن.....	۷۰
شکل ۴-۹	شکل سمت راست زمان شروع ته نشین شدن بعد از پخش کردن محلول PVA با دستگاه التراسونیک و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۳ ساعت از شروع زمان ته نشین شدن.....	۷۱
شکل ۴-۱۰	چسبیدن نانورس ها به هم در محلول PVA بعد از پخش شدن با دستگاه التراسونیک.....	۷۱
شکل ۴-۱۱	ظرف سمت راست مخلوط نانورس و آب ، ظرف سمت چپ محلول پلیمر و آب.....	۷۲
شکل ۴-۱۲	شکل سمت راست زمان شروع عکس برداری از مخلوط آب، PVA و نانورس بنتونیت و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۴ ساعت از زمان شروع عکس برداری از مخلوط آب، PVA و نانورس بنتونیت.....	۷۳

- شکل ۴-۱۳ شکل سمت راست زمان شروع عکس برداری از مخلوط آب، PVA و نانورس مونتموریلونیت و شکل سمت چپ بعد از گذشت ۴ ساعت از زمان شروع عکس برداری از مخلوط آب، PVA و نانورس مونتموریلونیت..... ۷۳
- شکل ۴-۱۴ فیلم پلیمری آماده شده..... ۷۵
- شکل ۴-۱۵ نمایش شماتیک نفوذ پلیمر بین لایه‌ها [۴۲]..... ۷۶
- شکل ۴-۱۶ نتایج آزمون XRD برای نانورس مونتموریلونیت..... ۷۶
- شکل ۴-۱۷ نتایج آزمون XRD برای نانورس بنتونیت..... ۷۷
- شکل ۴-۱۸ شکل سمت راست نمونه شکسته شده بعد از آزمون خمشی و شکل سمت چپ نمونه شکسته شده بعد از آزمون فشاری..... ۸۴
- شکل ۴-۱۹ مقاومت خمشی گچ‌ها بدون افزودنی..... ۸۵
- شکل ۴-۲۰ مقاومت فشاری گچ‌ها بدون افزودنی..... ۸۶
- شکل ۴-۲۱ مقاومت خمشی برحسب درصد وزنی PVA..... ۸۷
- شکل ۴-۲۲ مقاومت فشاری برحسب درصد وزنی PVA..... ۸۸
- شکل ۴-۲۳ مقاومت خمشی برحسب درصد وزنی نانورس بنتونیت..... ۸۹
- شکل ۴-۲۴ مقاومت فشاری برحسب درصد وزنی نانورس بنتونیت..... ۸۹
- شکل ۴-۲۵ مقاومت خمشی برحسب درصد وزنی نانورس مونتموریلونیت..... ۹۰
- شکل ۴-۲۶ مقاومت فشاری برحسب درصد وزنی نانورس مونتموریلونیت..... ۹۰

فصل اول

مقدمه

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه:

موضوع پایان نامه حاضر بررسی خصوصیات فیزیکی-مکانیکی گچ با ترکیب پلیمر پلی وینیل الکل (PVA)^۱ و نانورس است. با تحقیق‌های زیادی که در زمینه گچ‌ها انجام شده، نتایج حاکی از آن است که بیشتر گچ‌های موجود در صنعت ساختمان ایران، فقط از حداقل معیارهای مقاومتی برخوردار هستند، گرچه بعضی از گچ‌ها از حداقل معیارهای مقاومتی نیز برخوردار نبوده و تنها نقش پوشاننده دارند.

گچ یکی از مصالح ساختمانی با کمترین ضریب هدایت حرارت است، این خصوصیت همراه با ویژگی دیگری، از جمله بالا بودن ضریب نفوذپذیری بخار آب باعث گردیده است این مصالح جایگاه ویژه‌ای در ساخت و ساز قدیم و جدید کشور داشته باشد.

سنگ گچ در طبیعت به وفور یافت می‌شود و در تمام نقاط کره زمین وجود دارد، همچنین از لحاظ فراوانی در طبیعت در رتبه پنجم است. در کشورمان گچ تقریباً در تمام شهرها وجود دارد اما به طور زیادی در کویر مرکزی، اطراف تهران، جاجرود، آذربایجان و مشهد یافت می‌گردد.

سنگ گچ را پس از استخراج خرد نموده و حرارت می‌دهند تا حدود ۷۵ درصد آب آن تبخیر و گچ پخته به دست آید. آمیزش آرام گچ با آب، جسم پلاستیکی را به دست می‌دهد که به راحتی قابل مالش و قالب‌گیری است. سنگ گچ بسته به نوع ناخالصی دارای رنگ‌های خاکستری، قهوه‌ای و قهوه‌ای سرخ است. از لحاظ شکل ظاهری و بلوری، سنگ گچ به صورت گوناگون یافت می‌گردد. تجمع بلورهای آن ممکن است، استوانه‌ای، سوزنی و یا لیفی باشد. سنگ گچ اگر با ناخالصی کم همراه باشد برای تهیه گچ ساختمانی مناسب است و اگر ناخالصی خاک آن زیاد باشد برای تهیه گچ خاکی استفاده می‌شود.

به طور کلی گچ دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و جالبی است. همین ویژگی‌ها هستند که باعث شده‌اند گچ به یکی از پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی تبدیل گردد و علاوه بر آن در صنایع دیگری نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۲- اهمیت موضوع:

همان‌طور که در قسمت مقدمه توضیح داده شد، گچ یکی از مواد بسیار پرکاربرد و در دسترس در صنعت ساختمان هست اما خود گچ به تنهایی از مقاومت مکانیکی در حد بسیار خوب برخوردار نیست، این مسئله با توجه به گسترش روز افزون پانل‌های پیش ساخته گچی بیشتر از قبل اهمیت پیدا کرده، به همین منظور

^۱ Poly Vinyl Alcohol

امروزه از افزودنی‌های مختلف برای بهبود خواص گچ استفاده می‌شود، یکی از این موارد پلیمرها است. همچنین به کارگیری مواد با ساختارهایی با ابعاد نانومتری، ما را به سمت توسعه و ارائه راه حل‌های نوید بخش تولید محصولات برتر در آینده رهنمون می‌کند، یکی از مواد بسیار پرکاربرد نانورس‌ها هستند. نانورس‌ها به شکلی هستند که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در حد نانومتر است، دارای سطح ویژه بالا و واکنش پذیری فوق العاده هستند. نانورس‌ها برای ساخت کامپوزیت‌ها و بهبود قابل توجه خواص مواد پلیمری استفاده می‌شوند.

۱-۳- اهداف تحقیق :

هدف ما از این تحقیق تغییر خواص مکانیکی گچ‌ها با استفاده از نانورس‌ها و بررسی تاثیرگذاری خواص نانورس‌ها در گچ از نظر مقاومت مکانیکی بوده است، همچنین برای اینکه بتوانیم همبستگی بهتری در نانورس-ها ایجاد کنیم و پخش شدگی بهتری در گچ داشته باشیم از پلیمرهای پلی ونیل الکل استفاده کردیم و تاثیر خواص آن‌ها بر مقاومت مکانیکی گچ‌ها را به صورت جداگانه مورد آزمون قرار دادیم.

یکی از بحث‌های مهم دیگر در صنعت ساختمان به کار بردن عایق‌های ساختمانی برای حفظ انرژی هست. اما برای اینکه بتوانیم مقدار ضریب هدایت حرارتی در هر نوع عایق حرارتی جامد را اندازه‌گیری کنیم روش‌های مختلفی وجود دارد، که معروف‌ترین آن‌ها استفاده از دستگاه لوح گرم محافظت شده ^۱ (GHP) و دستگاه جریان هدایت سنج ^۲ (HFM) هست. متأسفانه طبق تحقیقاتی که انجام دادیم آزمایشگاه‌های زیادی که این دو دستگاه را برای تست داشته باشند موجود نمی‌باشند و تنها مرکز تحقیقات راه و مسکن دستگاه HFM را در اختیار دارد که هزینه هر تست این دستگاه بسیار بالا هست و برای پروژه‌های دانشجویی سنگین محسوب می‌شود. از طرف دیگر دستگاه‌های خارجی مشابه قیمت‌های فوق العاده بالایی دارند، این عوامل موجب شده تا در ایران تحقیقات گسترده روی عایق‌های ساختمانی که یکی از اصول اساسی در ساختمان‌های جدید هست نادیده گرفته شود. دستگاه HFM موجود در مرکز تحقیقات راه و مسکن دستگاه مرجع نیست و تنها برای عایق‌های ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد به همین منظور برای اینکه بتوانیم برای تولید یک دستگاه مرجع مثل GHP به خود کفایی برسیم، شروع به تحقیق و ساخت دستگاه GHP کردیم تا بتوانیم نیاز کشور را برای تولید همچنین دستگاهی فراهم کنیم و از جهت دیگر با وجود دستگاه GHP، زمینه تحقیق و توسعه در زمینه عایق‌های ساختمانی فراهم شود.

۱-۴- ساختار پایان‌نامه:

فصل اول مقدمه‌ای از گچ، کاربرد و خصوصیات آن گفته شد و بعد از مطرح کردن هدف از انجام این پژوهش در آخر دلایل ساخت دستگاه لوح گرم محافظت شده بیان شده است.

^۱ Guarded Hot Plate

^۲ Heat Flow Meter

فصل دوم در ابتدا به مرور مطالعات انجام شده، در زمینه‌ی گچ‌های پلیمری، سپس بررسی خواص نانورس‌ها و تاثیر آن‌ها در موادی که به عنوان افزودنی استفاده شده است و در آخر توضیحات و ساخت دستگاه GHP پرداخته شده است.

فصل سوم توضیح انواع گچ‌ها، خاک‌های رس، پلیمر و نانورس‌های مورد استفاده، سپس بررسی توضیح آزمایش‌ها و روش‌های انجام این آزمایش‌ها و در آخر توضیح روش ساخت دستگاه GHP که در این پایان‌نامه ساخت آن انجام شده است، پرداخته‌ایم.

فصل چهارم به بررسی و مقایسه انواع گچ‌ها پرداختیم، سپس گچی که بیشترین مقاومت خمشی و مقاومت فشاری را دارد به عنوان گچ پایه برای اضافه کردن مواد افزودنی انتخاب کردیم. درصدهای مختلف پلیمر را به گچ اضافه کردیم و یک درصد بهینه از پلیمر را انتخاب کردیم و با ثابت نگه‌داشتن درصد پلیمر، درصدهای مختلف نانورس را به گچ اضافه کردیم و در انتها یک گچ بهینه از ترکیب پلیمر و نانورس به دست آمد.

فصل پنجم نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده ارائه شده است.

فصل دوم

مبانی تئوری و مروری

بر تحقیقات پیشین

فصل دوم: مبانی تئوری و مروری بر تحقیقات پیشین

۱-۲- مقدمه:

در این قسمت به بررسی تحقیق‌ها و پژوهش‌های مرتبط با این پایان‌نامه پرداخته خواهد شد.

مطالعات پیشین صورت گرفته را می‌توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

- فرآیند تولید گچ و بررسی خواص مواد پلیمری که به گچ افزوده شده
- بررسی خواص نانورس‌ها و کاربرد آن‌ها
- بررسی دستگاه لوح گرم محافظت شده

۲-۲- فرآیند تولید گچ و مواد پلیمری که به گچ افزوده شده و بررسی خواص آن‌ها:

فرآیند تولید گچ :

سنگ گچ را پس از استخراج، در سنگ‌شکن و در آسیاب به اندازه‌های تا میلی‌متری دانه بندی می‌کنند. آنگاه در کوره حرارت داده و طبق واکنش ۱-۲، گچ ساختمانی تولید می‌کنند. ابعاد دانه‌های سنگ گچی که به کوره پخت وارد می‌شود به روش پخت بستگی دارد. حرارت کوره حدود ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد است.



گچ را آسیاب کرده و ابعاد حدود ۰/۲ میلی‌متر می‌رسانند و به عنوان گچ ساختمانی یا گچ زنده عرضه می‌نمایند. گچ به صورت ملات به منظور سفیدکاری و کارهای بنایی در دیوارها، سقف، در عملیات گچ‌بری و پوشش دیوارها همراه با خاک و برای سفیدکاری نمای دیوارها، ساخت دیوارهای گچی و قالب‌گیری کاربرد دارد. سنگ گچ در حرارت حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد طبق واکنش ۲-۲ تمام آب خود را از دست می‌دهد.



این گچ را اصطلاحاً، گچ سوخته می‌گویند. وجود این نوع گچ برای گچ‌کاری مضر است، زیرا به سرعت گرفته و مهلت گچ‌کاری و مال‌کشی ندارد. سنگ گچ در گرمای ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد، طبق واکنش ۲-۳ کاملاً به CaO و SO_3 تجزیه می‌شود. چنانچه در گچ‌کاری ساختمانی CaO وجود داشته باشد، زمان گیرش آن را بالا می‌برد و بعد از مال‌کشی نیز CaO شکفته شده و لذا سطح گچ آبله می‌شود. ممکن است در خود سنگ گچ مواد آهکی باشد که بازهم همین اتفاق خواهد افتاد.



گچ ساختمانی ($CaSO_4.1/2H_2O$) در مجاورت آب، طبق واکنش ۲-۴ ایجاد ملاتی می‌کند که قابل ماله کشی و تهیه سطوح صاف بوده و همچنین امکان قالب گیری، گچ بری و تولید محصولات پیش ساخته گچی را فراهم می‌نماید.



چندین پروسه جهت کلسینه نمودن سنگ گچ وجود دارد تا تبدیل به گچ شود. می‌توان آن‌ها را به دو گروه کلی تقسیم بندی نمود.

۱. کلسیناسیون تحت فشار اتمسفر جهت تولید گچ بتا.

۲. کلسیناسیون تحت فشار بخار جهت تولید گچ آلفا.

یکی از روش‌های تولید گچ، تولید در کوره‌های دوار است. در این روش سنگ گچ بعد از استخراج در سنگ شکن به قطر ۱ تا ۲۵ میلی‌متر شکسته و وارد کوره دوار با هوای گرم می‌شود. معمولاً قطر و طول کوره به ظرفیت آن بستگی دارد. برای خروج مواد، شیب کوره حدود ۵ درصد است. کوره بر روی غلطک و به وسیله چرخ دنده می‌چرخد. مواد درون کوره به علت شیب و چرخش مداوم کوره به جلو رانده می‌شوند و در اثر حرارت کاملاً می‌پزند. جهت حرکت مواد، خلاف جهت حرکت گازهای گرم است. شکل ۲-۱ یک نوع کوره دوار را نشان می‌دهد که از نوع تولید پیوسته است.



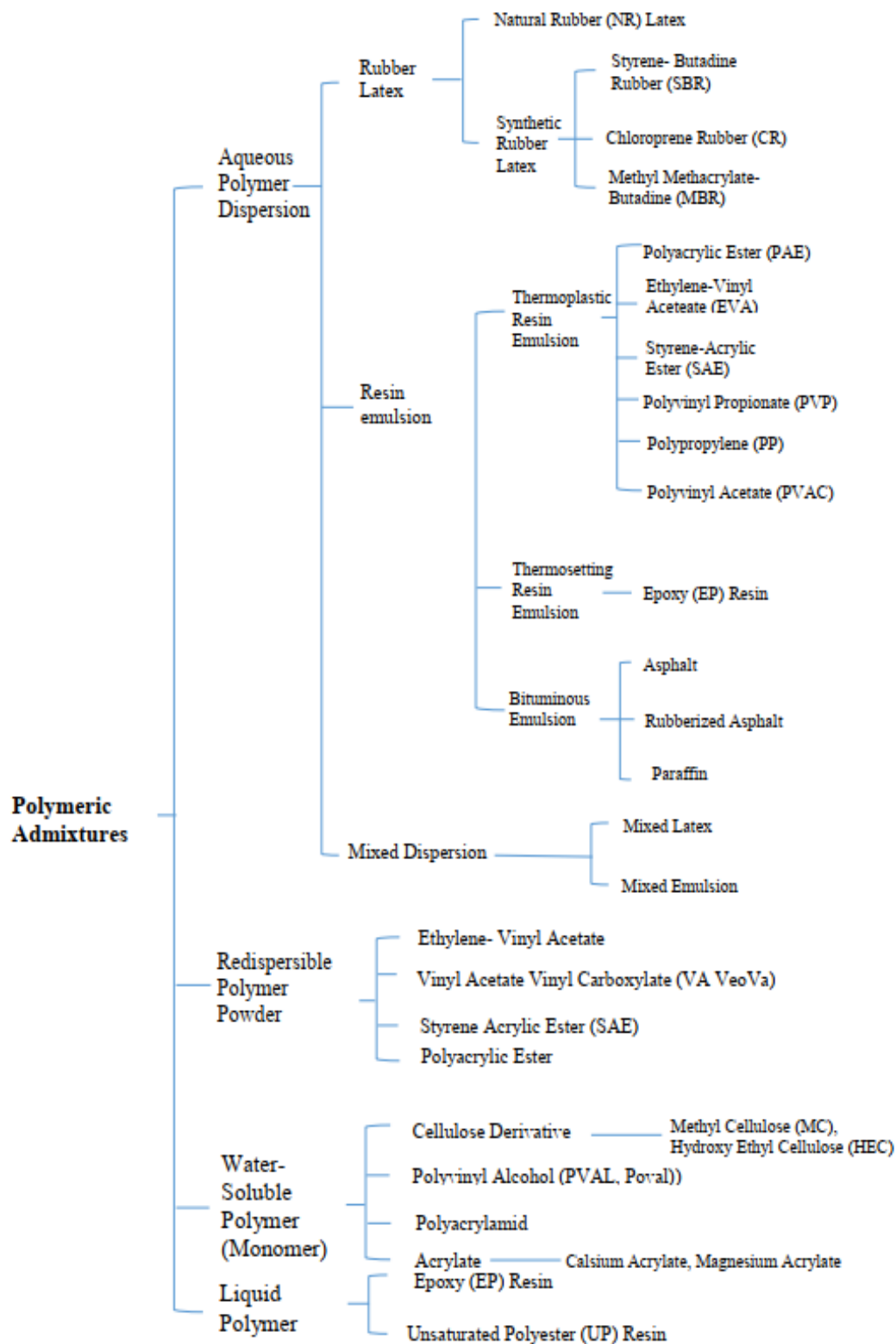
شکل ۲-۱ کوره پیوسته دوار تولید گچ همراه با سرد کن آن

پلیمر، ماده‌ای شامل مولکول‌های بزرگ است که از به هم پیوستن واحدهای کوچک تکرار شونده که تکپار یا مونومر نامیده می‌شود، ساخته شده‌اند. تعداد واحدهای تکرار شونده در یک مولکول بزرگ درجه بسپارش یا درجه پلیمراسیون نامیده می‌شود.

پلیمرهای کربوکسیلات‌ها، سولفات‌ها، انواع رزین‌ها، لاتکس‌ها و همچنین ضایعات پلیمر برای اصلاح استحکام مکانیکی و خواص فیزیکی استفاده می‌شوند. از این رو تاثیر این پلیمرها از جهات گوناگون مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مواد پلیمرها برای تغییر خواص مکانیکی سیمان [۱-۳] و یا سیمان-گچ [۳و۴] استفاده شده‌اند. اخیراً پلیمرهایی مانند، پلی کربوکسیلات‌ها، پلی ساکاریدها و سایر پلیمرهای طبیعی یا سنتزی به دلیل اثرات آن‌ها بر هیدراته شدن گچ [۵]، ظرفیت نگهداری آب [۶] در گچ، یا ویژگی‌های جذب و پراکندگی [۷] در کلسیم سولفات نیمه هیدرات مورد توجه قرار گرفته‌اند.

تحقیقات گسترده و متنوعی در زمینه‌ی تاثیر افزودنی در یک ماتریس گچی با اهداف مختلف صورت گرفته است. این بخش به پژوهش‌هایی که به بررسی افزودنی‌های پلیمری در کامپوزیت‌های گچی پرداخته‌اند، اشاره می‌کند. انواع افزودنی‌های پلیمری که می‌توان از آن‌ها در صنعت سیمان و یا گچ استفاده کرد در شکل ۲-۲ آورده شده است [۸].



شکل ۲-۲ طبقه بندی افزودنی‌های پلیمری در گچ و سیمان‌های اصلاح شده با پلیمر [۸]