



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “*M.Sc*”
مهندسی پلیمر – صنایع پلیمر

عنوان:

اصلاح خواص بتن با استفاده از افزودنی های پلیمری

استاد راهنما:

نگارش:

۱	.....	چکیده
۲	.....	مقدمه

فصل اول

کلیات

۴	.....	۱-۱ هدف
۴	.....	۲-۱ پیشینه تحقیق

فصل دوم

سیمان و بتن

۱۲	.....	۱-۲ سیمان
۱۲	.....	۱-۱-۲ سیمان از آغاز تا امروز در یک نگاه (تاریخچه کشف و مصرف سیمان)
۱۵	.....	۲-۱-۲ سیمان در ایران
۱۷	.....	۳-۱-۲ روش تولید سیمان
۱۷	.....	۴-۱-۲ مواد اولیه برای تولید سیمان
۱۸	.....	۵-۱-۲ آسیاب کردن و یکنواخت ساختن مخلوط مواد اولیه
۱۹	.....	۶-۱-۲ ترکیبات اصلی سیمان
۲۰	.....	۷-۱-۲ سیمان از نقطه نظر مشتری
۲۱	.....	۸-۱-۲ انواع سیمان ها
۲۳	.....	۹-۱-۲ ملاتهای سیمانی
۲۳	.....	۲-۲ بتن
۲۶	.....	۱-۲-۲ طبقه بندی علل آسیب دیدگی بتن
۳۳	.....	۲-۲-۲ سوابق آسیب دیدگی

فصل سوم

پلیمرها و نانو لوله های کربنی

۳۷	..... ۱-۳ پلیمرها
۳۸	..... ۱-۱-۳ کوپلیمرها
۳۹	..... ۲-۱-۳ واکنش های پلیمر شدن
۴۰	..... ۳-۱-۳ پلیمریزاسیون زنجیره ای
۴۲	..... ۴-۱-۳ پلیمریزاسیون مرحله ای
۴۳	..... ۵-۱-۳ کریستالیته پلیمرها
۴۴	..... ۶-۱-۳ تغییر شکل پلیمرها در دماهای مختلف
۴۵	..... ۲-۳ نانولوله های کربنی
۴۵	..... ۱-۲-۳ تاریخچه فولرین ها
۴۶	..... ۲-۲-۳ ساختار و نقایص نانولوله های کربنی
۴۸	..... ۳-۲-۳ خواص ویژه نانولوله های کربنی
۵۰	..... ۴-۲-۳ روش های ساخت نانو لوله های کربنی
۶۱	..... ۵-۲-۳ روش های تصفیه نانو لوله ها
۶۶	..... ۶-۲-۳ کار برد های بالقوه نانولوله های کربنی

فصل چهارم

بتن پلیمری و بتن تقویت شده با نانو لوله کربنی

۷۶	..... ۱-۴ بتن پلیمری (Polymer Concrete)
۷۶	..... ۱-۱-۴ پلیمر چیست؟ (تفاوت بین ترموپلاستیکها و ترموستها)
۷۷	..... ۲-۱-۴ بتن اصلاح شده ی پلیمری (Polymer Modified Concrete)
۷۸	..... ۳-۱-۴ گونه های اصلی مصالح مرکب پلیمری

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۸۵	۴-۱-۴ ماهیت و خواص عمومی بتن های پلیمری (Nature and General Propreties)
۸۷	۴-۱-۵ پلیمرهای مورد استفاده جهت تهیه بتن پلیمری
۹۲	۴-۱-۶ مقاومت بتن پلیمری در برابر گرما و آتش
۹۳	۴-۲ بتن تقویت شده با نانو لوله های کربنی

پیوست ها

۹۸	پیوست ها
----	----------------

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۹۸	منابع و مآخذ
۹۸	فهرست منابع فارسی
۹۸	فهرست منابع لاتین
۹۹	سایت های اطلاع رسانی
۱۰۰	چکیده انگلیسی
۱۰۱	صفحه عنوان لاتین

فهرست جدول ها

شماره صفحه

عنوان

۲۰	..... ۱-۲: گرمای هیدراتاسیون فازهای سیمان
۴۲	..... ۱-۳: برخی از مونومرهای پلیمریزاسیون زنجیره ای یا رادیکال آزاد
۴۳	..... ۲-۳: مونومرهای پلیمریزاسیون مرحله ای
۶۰	..... ۳-۳: خلاصه ای از روشهای عمده تولید و بازده نانو لوله ها
۷۹	..... ۱-۴: خواص نمونه ترکیبات بتن محتوی پلیمر و بتن سیمان پرتلند
۸۰	..... ۲-۴: صفات عمومی و کاربریهای عمده بتن های پلیمری
۸۸	..... ۳-۴: ویژگی های عمومی و کاربری های عمده PC ها
۸۹	..... ۴-۴: کاربردهای اصلی PC ها

فهرست شکل‌ها

شماره صفحه

عنوان

- ۱۶ ۱-۲: روند رشد تولید سیمان در سال‌های گذشته
- ۲۸ ۲-۲: علل فیزیکی آسیب‌دیدگی بتن
- ۳۰ ۳-۲: انواع واکنش‌های شیمیایی آسیب‌دیدگی بتن
- ۳۵ ۴-۲: تصویر شماتیک آسیب‌دیدگی استوانه بتنی‌ای که در معرض آب دریا قرار گرفته است
- ۳۷ ۱-۳: فرآیند پلیمریزاسیون اتیلن
- ۳۲ ۲-۳: تقسیم بندی پلیمرها
- ۳۹ ۳-۳: ساختار هموپلیمر و انواع کوپلیمرها
- ۴۰ ۴-۳: روشهای سنتز پلیمرها
- ۴۱ ۵-۳: فرآیند سنتز پلی اتیلن از مونومر اتیلن به روش پلیمریزاسیون زنجیره ای رادیکال آزاد
- ۴۳ ۶-۳: ساختار آمرف و کریستالی پلیمرها
- ۴۷ ۷-۳: ساختار زیگزاگ، چرخشی و صندلی راحت نانو لوله های کربنی
- ۴۸ ۸-۳: نانولوله های کربنی تک جداره و چند جداره
- ۵۳ ۹-۳: دستگاه قوس الکتریکی
- ۵۵ ۱۰-۳: دستگاه سایش لیزری

چکیده:

استفاده از مواد پلیمری به سرعت در صنایع مختلف از جمله صنعت سیمان در حال گسترش می‌باشد. کاربرد نوین و موفق، استفاده از این مواد در ساخت بتن‌های پلیمری است. در این تحقیق تأثیرگذاری مواد پلیمری روی خواص شیمیایی و فیزیکی بتن، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کشور پهناور ایران با داشتن انواع آب و هوا و شرایط اقلیمی مختلف، در جهان به عنوان منطقه‌ای خاص برای دوام انواع سازه‌های بتنی مورد نظر می‌باشد. عدم پایداری و آسیب‌دیدگی‌های بتن گاه به هزینه‌های تعمیراتی کلانی می‌انجامد. که به مراتب از هزینه‌های لازم برای یک طراحی خوب و قابل قبول بیشتر است. بعضاً این هزینه‌ها به قدری زیاد است که تخریب سازه نسبت به تعمیر آن ارجح است. آنچه مشخص است خلیج فارس از بدترین محیط‌هایی است که به سلامتی و پایداری بتن ضرر می‌زند. رطوبت زیاد وجود املاح و نمک‌های فراوان، حملات سولفاتی، سایش امواج از عوامل اصلی تخریب سازه‌های بتنی در محیط سواحل جنوبی به شمار می‌رود سولفات‌ها در اغلب نقاط دنیا به طور طبیعی در آب و خاک وجود دارند که این سولفات‌ها برای بتن فوق‌العاده مضر می‌باشند. در مناطق جنوبی کشور، خصوصاً "عسلویه و ماهشهر با توجه به منابع عظیم نفت و گاز استفاد از سازه‌های حجیم بتنی جهت دکل‌های حفاری نفت و گاز و اسکله‌ها و... امری ضروری می‌باشد و محافظت از بتن در مقابل چنین شرایطی بسیار مهم و کارساز است.

از آنجایی که پلیمرها به مقدار زیاد در ایران و دیگر کشورها تولید می‌شود. و به عنوان یک نقطه قوت به شمار می‌رود. با توجه به تقویت بتن در شرایط مختلف، انتظار می‌رود با استفاده از مواد پلیمری در بتن به خواص مطلوبی از جمله افزایش مقاومت فشاری، خمشی، مقاومت در مقابل محیط‌های اسیدی و عوامل محیطی و جوی دست یابیم.

مقدمه

پیشرفت صنایع ساختمانی با تحقیقات گسترده و مداوم، طراحی مواد جدید و اصلاح یافته، و بکارگیری آنها در ساختن سازه‌های گوناگون قرین و همراه بوده است. این مواد جدید همواره جنبه‌های کارآمدتری نسبت به مواد قدیمی دارند. جنبه‌هایی نظیر استحکام بالاتر، مقاومت بهتر در مقابل عوامل تخریبی و غیره.

در حال حاضر پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی مورد مصرف، بتن می‌باشد که قیمت پایین آن، راحتی استفاده و استحکام فشاری مناسب، دلایل اصلی پذیرش عمومی آن است. اما بتن، دارای نقایصی است که از آن جمله می‌توان به تخریب یخ‌زدگی و ذوب (freete-thew deterioration)، تخریب‌پذیری توسط مواد شیمیایی خورنده و استحکام کششی کم اشاره نمود. لذا به این دلایل تلاش‌هایی جهت ارتقاء کیفیت و استحکام بتن آغاز گردیده است. در کشورهای صنعتی از جمله ژاپن، آمریکا، روسیه و همچنین اروپا تحقیقات و مطالعات وسیعی انجام شده است. هدف دراز مدت این برنامه‌های تحقیقاتی بررسی و گسترش مواد مرکب بتنی به عنوان مواد جدید و اصلاح یافته در ساختمان سازی می‌باشد.

در پروژه حاضر با توجه به معایب بتن، جهت رفع معایب بتن به بررسی خواص و معایب بتن پلیمری پرداخته می‌شود. با توجه به معایب بتن پلیمری، بتن تقویت شده با استفاده از نانولوله‌های کربنی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

فصل اول

کلیات

۱-۱ هدف

در حال حاضر پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی مورد مصرف، بتن می‌باشد که قیمت پایین آن، راحتی استفاده و استحکام فشاری مناسب، دلایل اصلی پذیرش عمومی آن است. اما بتن، دارای نقایصی است که از آن جمله می‌توان به تخریب یخ‌زدگی و ذوب (freete-thew deterioration)، تخریب‌پذیری توسط مواد شیمیایی خورنده و استحکام کششی کم اشاره نمود. لذا به این دلایل تلاش‌هایی جهت ارتقاء کیفیت و استحکام بتن شروع شده است.

با توجه به نقایص بتن و نقش سازه‌های بتنی در کسب و کار، زندگی، ایمنی و سلامتی انسان بهبود و اصلاح خواص بتن از موارد با اهمیت و انکار ناپذیر است.

هدف اصلی در این پروژه شناسایی محاسن و معایب بتن پلیمری و ارائه راهکاری مناسب به منظور رفع نواقص بتن پلیمری است. به نظر می‌رسد استفاده از نانولوله کربنی می‌تواند این نواقص را برطرف نماید. لذا در این پروژه به مطالعه موارد مذکور پرداخته می‌شود.

۲-۱ پیشینه تحقیق

از زمان باستان کاربرد مواد سیمانی سابقه ای طولانی دارد. مصریان قدیم از سنگ گچ ناخالص پخته استفاده می‌کردند و یونانی‌ها و رومی‌ها سنگ آهک پخته را بکار می‌بردند.

سیمان می‌تواند دارای ترکیبات متفاوتی باشد و اصولاً جزو ملاتهای آبی محسوب می‌گردد. ملاتهای آبی از قدیم شناخته شده بوده اند، آهک از جمله این ملاتهاست که رومی‌ها و یونانی‌ها با مخلوط کردن آن با خاکستر آتش فشانی، خاک آجر و آب، به نوعی به آهک آبی دست می‌یافتند که خاصیت سخت شدن و فشارپذیری بالایی داشت و این اولین ساخت سیمان در تاریخ بود. با بکاربردن این ملات رومی‌ها توانستند ساختمانهای عظیمی بسازند که هنوز بقایای آنها پس از گذشت چند هزار سال پا برجا و قابل مشاهده است.

در ایران از قدیم در مناطق مرطوب، خصوصاً مناطق شمالی خلیج فارس، از نوعی ساروج استفاده می شده است که دارای خواص هیدرولیکی جالب و مقاومت فشاری بالایی بوده است. معروفترین این ساروج ها، ساروج خمیر است که در بندر خمیر تهیه می شده است.

هنوز تأسیسات بندری ساخته شده با این نوع ملات در نقاطی مانند بندر لنگه و بندر بوشهر پابرجاست. در قرون وسطی کیفیت و کاربرد سیمان تنزل کلی پیدا کرد و فقط در قرن هجدهم است که می توان پیشرفتی در دانش مربوط به سیمان را مشاهده نمود. حدود ۲۰۰ سال پیش و به دنبال بررسی خواص هیدرولیکی مواد آتش فشانی مورد استفاده در کارهای ساختمانی رومیان قدیم، این نکته کشف گردید که وجود ترکیبات خاک رس در سنگ آهک باعث بالا رفتن خواص هیدرولیکی آن می شود.

در سال ۱۷۵۶ جان اسمیتون (John Smeaton) انگلیسی دریافت که بهترین ملات از مخلوط پوزولان (خاکستر آتشفشانی) و سنگ آهکی که دارای مقدار زیادی مواد رسی باشد، به دست می آید. اسمیتون با شناخت نقش رس که تا آن زمان آن را نامطلوب می دانستند، اولین کسی بود که به خواص شیمیایی آهک آبی پی برد. او در راه پیدا کردن ملات مناسب برای احداث چراغ دریایی (eddy stone) به این موفقیت نایل آمد.

به دنبال وی، تحقیقات گسترده آقای ویکات (vicat) دانشمند فرانسوی بر روی آهک های آبی (آهک هایی که خاصیت گیرش در زیر آب را دارند) باعث گردید که نامبرده برای اولین بار در تاریخ موفق به تهیه مصنوعی مواد اولیه این نوع ملات ها شود. تحقیقات نامبرده را می توان از اولین پایه های ساخت سیمان پرتلند (Portland cement) نامید. البته این سیمان با آنچه که امروز بنام سیمان پرتلند موسوم است تفاوتی داشت. بعد سیمانهای هیدرولیکی دیگری ساخته شدند نظیر سیمان رومی که توسط « ژوزف پارکر» بدست آمد و توسط یک بنای اهل لیدز به نام ژوزف آسپتین (asptin) در سال ۱۸۲۴ به نام «سیمان پرتلند» به ثبت رسید.

اولین بنای ساخته شده با این نوع سیمان، بنای پارلمان انگلستان است که در فاصله سالهای (۱۸۴۰- ۱۸۲۵) احداث گردیده است. این سیمان از حرارت دادن خاک رس بسیار نرم و سنگ آهک سخت

در کوره، تا زمان متصاعد شدن گاز کربنیک به دست آمد. حرارت این کوره خیلی پایین تر از حرارت لازم برای پخت کلینکر بود. [۳]

در سال ۱۸۴۵ نخستین نمونه سیمان مدرن توسط اسحاق جانسون ساخته شد. او مخلوطی از خاک رس و نوعی از سنگ آهک که بطور عمده شامل صدف های کوچک دریایی است (سنگ آهک فسیلی) را تا زمان کلینکر شدن پخت، تا واکنشهای ضروری برای تشکیل ترکیبات سیمانی قوی صورت بگیرد. در نهایت به مرور زمان مطالعات علمی برای کشف خواص سیمانی برخی مصالح صورت گرفت و منجر به ساخت آن چیزی که امروزه «سیمان پرتلند» می نامیم شد.

در ابتدا از کوره هایی با ظرفیت ۵ تن در هفته که کاملاً شبیه کوره های آهک پزی بوده اند، استفاده می شده است.

سیمان گردی است نرم جاذب آب و چسباننده خرده سنگ که اساساً مرکب است از ترکیبات پخته شده و گداخته شده اکسید کلسیم با اکسید سیلیکون، اکسید آلومینیوم و اکسید آهن. ملات این گرد قادر است بمرور در مجاورت هوا یا در زیر آب سخت شود؛ در زیر آب ضمن داشتن ثبات حجم مقاومت خود را نیز حفظ می نماید و در فاصله ۲۸ روز در زیر آب ماندن دارای حداقل مقاومت ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می شود.

در رم قدیم مخلوطی از خرده سنگ و آهک پخته درست می کردند که از ترکیب این مخلوط با آب بتن حاصل می شد. و از این بتن برای کارهای ساختمانی استفاده می گردیده است. (این نوع ساختمان ها را *Caementitium Opus* می نامیدند).

بمرور کلمه *Cementum* به مخلوط های مورد استفاده در این نوع ساختمان سازی اطلاق گردید. منظور از *Cementum* نوع خاصی خرده سنگ بوده است که وقتی پودر آنها با آهک مخلوط می شد، مخلوط حاصله دارای خاصیت هیدرولیکی بیشتر می شد و بمرور در مجاورت هوا و در زیر آب سخت می گردید و دارای مقاومت و سختی قابل توجهی می شد. این خرده سنگها یا از باقیمانده های آتشفشان یعنی

خاکستر آتشفشان بودند و یا اینکه از خرد کردن خرده آجرهای تولید شده در کوره آجرپزی ، که در واقع همان خاک رس پخته است، بدست می آمده اند.

بناهای تاریخی بسیار قدیمی همچون اهرام مصر موید این هستند که بشر از ازمینه قدیم برخی ملاتها را می شناخته است. تصور اینکه چگونه این ملاتها کشف شده اند چندان مشکل نیست. پس از کشف آتش و چگونگی تهیه آن، بشر اولیه در اطرافگاه ها برای گرم شدن و یا پختن غذا آتش برپا می کرده است. در مواردی که این آتش روی تخته سنگ آهکی یا گچی بر افروخته می شده است باعث شده که انیدرید کربنیک سنگ آهک از آن جدا گردد و یا سنگ گچ دهیدراته شود و بصورت پودر درآیند. بمحض بارش باران این پودرها بصورت دوغاب و سپس بمرور زمان سخت شده است و احتمالاً خرده سنگهای اطراف خود را به یکدیگر چسبانیده اند. دقت در این پدیده راهنمای کشف ملات آبی و چگونه ساختن مصالح هیدرولیک بوده است. منظور از مصالح هیدرولیک آن نوع از مصالح ساختمانی است که در اثر ترکیب با آب سخت می شوند و در مجاورت آب ، هوا و یا در زیر آب مقاومت و سختی آنها کاهش نمی یابد.

مصری ها از ملات سنگ گچ ناخالص پخته شده استفاده می کرده اند. استفاده از سنگ آهک پخته (ملات آهک) در دوران تمدن یونان و رم رواج داشته است. آنرا یا بصورت خالص و یا بصورت مخلوطی از شیره آهک با شن و ماسه، سنگ شکسته، خرده آجر و یا خاکستر آتشفشان استفاده می کرده اند.

با توجه به اشاره ای که به ریشه کلمه سیمان شد و با توجه به اینکه سابقه ساخت آهک به ازمینه خیلی قدیم بر می گردد. میتوان ریشه و سابقه تولید سیمان (منظور سیمان طبیعی) را چیزی درحد تاریخ تولید آهک دانست. در سیمان طبیعی از گرد حاصل از خاکستر آتشفشان و سنگ های آتشفشانی (پوزولان - تراس) و مخلوط کردن این گرد با آهک شکفته استفاده می شود. در ابتدا از مخلوط شن و ماسه و خرده سنگ و امثالهم استفاده می شد و بمرور معلوم شد که مخلوط شیره آهک با باقیمانده های آتشفشانی ملات بهتری را بدست می دهد . به همین خاطر یونانی ها از خاکستر آتشفشانی واقع در جزیره سانتورین که بنام خاک سانتورین معروف است استفاده می کرده اند. هم اکنون نیز از این خاک استفاده می شود.

رومی ها از جسم مشابهی که دارای رنگ تیره تر بود و به مقدار زیاد در پوزولی Pozzoli واقع در نزدیک خلیج ناپل یافت می شد استفاده می کرده اند. با استفاده از این ملات رومی ها بناهایی نظیر Roman Basilica of Constantine ، Colosseum ، Pantheon ، در رم و Pont du Gard را در جنوب فرانسه ساخته اند که بخوبی در مقابل عوامل مخرب در طول قرنها دوام آورده اند و پا بر جا هستند.

با توجه به معلوم بودن محل تامین این مواد ، بیان این مطلب که اسرار مواد اولیه مصرفی در پیش رومیان مکتوم مانده است چندان صحیح نیست، بلکه باید گفت که رموز آماده سازی مخلوط و کوبیدن آن بوده است که باعث شده است تا حدود قرن هیجدهم توفیقی در جهت ساخت بناهای مشابه حاصل نشود. رومی ها بخوبی فوت و فن تهیه این مخلوط را می شناخته اند و واقعا" استفاده های جالب و درخشانی از این ترکیبات کرده اند. شاید مهمترین و بارزترین بنایی که با مقیاس وسیع در ساختن آن از این مخلوط استفاده شده است، بنای معبد پانتئون (معبد خدایان) است که در زمان امپراتور هادریان در سالهای ۱۲۰ میلادی ساخته شده است .

این بنای دایره ای شکل دارای قطر ۴۳ متر و سقف گنبدی شکل است که در انتهای گنبد دریچه دایره ای شکلی وجود دارد. ضخامت دیوارها و گنبد به چند متر می رسد و تماماً از بتن متشکل از شیره آهک و مواد پوزولانی ساخته شده است و رو کار دیوارها از آجر است.

هنوز هم این بنا بعنوان بزرگترین گنبد دنیا در قلب روم خود نمائی می کند و از جمله آثار تاریخی ارزشمند است. ناگفته نماند که تکنیک بکار رفته در این گنبد بسیار ساده است و همانند یک فنجان وارونه می باشد و قابل رقابت با هنرنمایی های بکار رفته در گنبد سلطانیه نزدیک زنجان، که بزرگترین گنبد آجری دنیاست، نمی باشد.

قرن های هیجدهم و نوزدهم ، زمان کشف بسیاری از پدیده ها بود . توجه زیادی به پدیده های علمی و طبیعی توسط دانشمندان، مهندسين، هنرمندان، شیمیدان ها و دانشگاهیان می شد. یکی از پدیده های مورد توجه، مسئله گیرش و سخت شدن ملاتها بود. در این مقطع از تمدن بشر دانشمندان بسیاری بی خبر از یکدیگر، در کشورهای مختلف روی موضوع های فراوانی تحقیق می نمودند و بسیار اتفاق می افتاد

که همزمان و یا در فاصله زمانی کمی دو یا چند دانشمند بی هیچگونه رابطه ای با یکدیگر پدیده ای را کشف و رازی را بر ملا می ساختند. از جمله این موارد، خواص هیدرولیکی ملات ها بود که در سال ۱۷۵۶ توسط جان اسمیتون کشف گردید و در فاصله ۱۷۵۶ تا ۱۸۳۰ حداقل شش بار کشف مجدد شده است.

تا پایان نیمه اول قرن هیجدهم، عواملی که ایجاد خاصیت هیدرولیکی و چسبندگی در برخی مواد می کردند در پرده اسرار بود تا اینکه یک مهندس انگلیسی بنام جان اسمیتون (۱۷۹۲-۱۷۲۴) به خواص مهم ترکیبات موجود در خاک رس، گیرش هیدرولیکی و خاصیت سخت شدن این ترکیبات پی برد. این اکتشاف در سال ۱۷۵۶ و در موقعی که نامبرده بدنبال پیدا کردن مصالحی بود که دارای چسبندگی و مقاومت کافی در مقابل آب باشند، حاصل آمد. این مصالح برای استفاده در تجدید بنای فانوس دریایی ادی استون در نزدیکی پلیموت بود.

اولین اقدام بشر در زمینه تهیه مخلوط مصنوعی از سنگ آهک و خاک رس برای تهیه سیمان در فرانسه و توسط ویکا (L.J.Vicat) در ابتدای قرن نوزدهم صورت گرفت. ویکا، سنگ آهک و خاک رس را با هم مخلوط کرد، سپس به همراه آب این مخلوط را آسیاب نمود و دوغاب حاصله را پخت. گرچه نتیجه حاصله موفقیت آمیز بود، ولی عملاً در فرانسه این روش پیگیری نشد. [۳]

همزمان با ویکا، دانشمند آلمانی J.F.John چیز مشابهی را کشف کرد، انجمن علوم آلمان جایزه ای برای پاسخ به سؤال مربوط به تفاوت خواص آهک های مختلف مطرح کرده بود و نامبرده در تاریخ ۱۸۱۹ برنده این جایزه شد. نکته ای که وی بدان پی برده بود همان چیزی بود که ۶۸ سال قبل اسمیتون متوجه شده بود. یعنی اینکه: وجود مقدار معینی ترکیبات رسی در سنگ آهک ملات مرغوبتری می دهد. در انگلستان یک بنای آجرچین بنام ژوزف آسپدین (Joseph Aspdin) موفق شد از پختن مخلوطی از سنگ آهک و خاک رس (به نسبت متفاوت و بصورت دوغاب)، در درجه حرارت بالا به نوعی آهک آبی فوق العاده جالب دست یابد. وی نام این محصول بدست آمده را سیمان پرتلند (Portland Cement) گذاشت و در ۲۱ اکتبر ۱۸۲۴ سیمان اختراعی خود را به ثبت رسانید.

نکته قابل ذکر اینست که استفاده از کلمه پرتلند اولین بار توسط اسمیتون صورت گرفته است ولی او اقدام به ثبت این نام و یا محصول حاصله نکرده است.

از زمان باستان کاربرد مواد سیمانی سابقه ای طولانی دارد. مصریان قدیم از سنگ گچ ناخالص پخته استفاده می کردند و یونانی ها و رومی ها سنگ آهک پخته را بکار می بردند.

سیمان با توجه به اینکه کاربرد های فراوانی در صنایع گوناگون دارد و میزان مصرف این ماده در هر کشور نشان دهنده پیشرفت در صنایع مختلف آن کشور محسوب می شود، دارای ضعف هایی از جمله پایین بودن مقاومت خمشی و عدم مقاومت در مقابل سولفاتها، اسید ها و کلرها و عدم کارایی لازم در صنایع استخراج نفت نیز می باشد.

امروزه برای مرتفع شدن برخی از این مشکلات خصوصا "بتن هایی که در معرض تنش های مداوم و سیکلیک قرار دارند. تحقیقات گسترده ای در زمینه استفاده از نانولوله های کربنی جهت تقویت بتن انجام شده است که به بررسی برخی از آنها می پردازیم. [۳]