بررسی زمان‌گیرش، حد متعارف، مقاومت فشاری و برخی دیگر از خواص ملات گچ

مریم سلطانی[۱]، فروغ ترابی[۱]، محمدرضا توکلی‌زاده[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی ، دانشگاه فردوسی مشهد

ma_so9@stu-mail.um.ac.ir
reza_tavakoli_pe@yahoo.com

چکیده:

در جوامع امروزی مصالح ساختمانی کاربرد بسیاری دارند، از جمله این مصالح ساختمانی، گچ می‌باشد. از ملات گچ در صنایع مختلف استفاده‌های بسیار می‌شود. از این رو تصمیم گرفتیم در رابطه با مشخصه‌های مختلف گچ از جمله زمان گیرش، حد روانی و مقاومت فشاری بر روی ملات‌های گچ و گچ و خاک با نسبت های اختلاط مختلف آزمایش‌هایی انجام داده و به صرفه‌ترین ملات با کیفیت بالا را بدست‌آوریم. از این آزمایش می‌توان فهمید که آب اختلاط و خاک رس باعث افزایش زمان گیرش می‌شود. همچنین، خاک رس باعث کاهش مقاومت فشاری می‌شود.

کلمات کلیدی: ملات گچ، زمان گیرش، آب اختلاط، مقاومت فشاری، حد روانی

پیشگفتار:

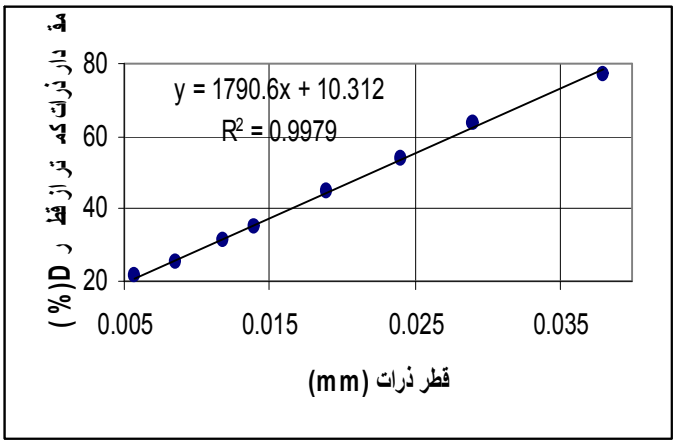
گچ یکی از مصالح سنتی در ساختمان سازی محسوب می شود که به دلیل مزایای زیاد از جمله ازدیاد حجمی، عدم انقباض و انبساط حرارتی، عایق حرارت و صوت، خاصیت شکل پذیری، زود گیری، سبکی، قابلیت میخ پذیری و همچنین ارزانی و فراوانی استفاده‌ی وسیعی از آن می شود. البته معایبی هم در مورد گچ وجود دارد که باید آنها را دانست و در مواقع استفاده از ملات های گچ به آنها توجه کرد، از جمله این معایب مقاومت کم در برابر رطوبت، خاصیت شکنندگی و مقاومت کششی و خمشی پائین می باشد.

انواع گچ مورد استفاده در ساختمان از سنگ گچ طبیعی که متشکل از سولفات کلسیم آبدار با دو مولکول آب تبلور و فرمول شیمیای $CaSO_4 \cdot H_2O$ به همراه ناخالصی‌های معدنی بدست می‌آید. این مصالح ساختمانی از حرارت دادن و گیرش بخش وسیعی از آب تبلور سنگ گچ و سپس آسیاب کردن آن حاصل می شود. ملات گچی که برای اندودکردن دیوار، ستون و سفیدکاری استفاده می شود، از پاشیدن گرد گچ در آب بدست می آید. از اختلاط پودر گچ، خاک رس و آب، ملات خاک گچ بدست می آید. خاک رس علاوه بر صرفه جویی اقتصادی در هزینه‌ی ملات، ابتدا آب ملات را جذب می‌کند و سپس پس می دهد و به این ترتیب باعث کندگیر شدن گچ و همچنین افزایش خاصیت شکل پذیری آن می شود.

ابتدا مصالح استفاده شده در این آزمایش را معرفی می کنیم.

گچ: سرعت و شدت واکنش گچ، علاوه بر چگونگی پخت آن به میزان ریزی و درشتی ذرات نیز بستگی دارد، بنابراین دانه بندی در ارزیابی کیفیت گچ تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. دانه بندی نمونه‌های گچ با استفاده از الک استاندارد مشخص می شود. در این آزمایش گچ از الک #۳۰ رد شده است.

خاک: با انجام آزمایش های دانه بندی و اندازه گیری چگالی ذرات خاک در آزمایشگاه خاک، چگالی خاک۲.۸۱ گرم بر سانتیمتر مکعب و چگالی مخصوص آن G_s = ۲.۸۳ بدست آمد.نمودار دانه بندی خاک استفاده شده در این پروژه با انجام دانه بندی با هیدرومتر به شکل زیر به دست می‌آید. که بیانگر دانه بندی ریز خاک است.



شکل۱- تغییرات مقدار ذرات کمتر از قطر D بر حسب قطر ذرات

پس از مشخص شدن ریزدانه بودن خاک، با تعیین حدود اتربرگ نوع آن مشخص شده است. حدود اتربرگ به شرح زیر به دست آمده است.

LL = 21.56
PL = 2.78
PI = LL - PL → PI = 18.78

با مقایسه مقدار PI با مقدار بدست آمده از معادله‌ی تجربی خط A (PI=0.73(LL-20)) که برابر با ۱.۱۴ است، نتیجه می گیریم، خاک ما رس با حد روانی پایین است.

کارهای پیشینیان:

از گچ در صنایع مختلف استفاده می شود. برخی از این صنایع عبارتند از: صنعت ساختمان، صنعت سیمان‌سازی، صنعت پزشکی، صنعت رنگ‌سازی، صنعت فلزکاری، کشاورزی، مجسمه‌سازی. کاربرد گچ در ساختمان، به صورت اندود و ملات، قطعات و ورق های گچی است که گچ به صورت اندود و ملات به دو صورت زیرکاری و گچ پرداخت تقسیم می شود. از اندود گچ و خاک، برای کندگیر شدن ملات گچ و افزایش شکل‌پذیری استفاده می شود. از اندود سفید کاری، برای زمانی پس از خشک شدن اندود گچ و خاک استفاده می شود که، لایه‌ی اول سفیدکاری روی آن کشیده می شود که در این مورد تنها از گچ سفید بدون خاک رس استفاده می‌شود انواع مختلف دیگری از اندودهای گچی وجود دارد که در این خصوص می‌توان به گچ درزگیری، گچ با بافت و سطح مخصوص، گچ پاشیدنی و گچ آکوستیکی اشاره‌کرد.

پژوهش پیش رو:

ما تصمیم گرفتیم با توجه به ویژگی‌های گچ و با مزایای آن، با صرفه ترین ملات گچ با کیفیت بالا را بدست آوریم.

خاصیت های ملات با تغییر در نوع گچ و خاک و همچنین آب مورد استفاده در ملات و نسبت های گچ و خاک و آب تغییر می کند. برای پیدا کردن ملاتی که از هر جهت دارای بهترین کیفیت باشد، باید بر روی ملات ها با تغییر در نوع و نسبت آنها آزمایش‌کرد و پس از بررسی بر روی شاخص های مورد بررسی، نتیجه‌گیری به عمل أورد. بنابراین گچ و خاکی را(که قبلاً در مورد آنها توضیح داده شده است)انتخاب کرده و آزمایش‌های زمان گیرش، حدروانی و مقاومت فشاری را روی آن ها انجام دادیم.

نسبت گچ مورد آزمایش به شرح زیر است:

جدول۱- مقدار و نسبت گچ و خاک

شماره	نسبت (٪)	مقدار گچ (gr)	مقدار خاک (gr)
۱	٪۱۰۰	۲۲۰	۰
۲	٪۸۰	۱۷۶	۴۴
۳	٪۶۰	۱۳۲	۸۸
۴	٪۵۰	۱۱۰	۱۱۰
۵	٪۴۰	۸۸	۱۳۲
۶	٪۲۰	۴۴	۱۷۶

به دلیل نبود دستگاه ویکات اصلاح شده در زمان آغاز به کار، کار با آزمایش زمان گیرش آغاز شد و به دلیل مشخص نبودن آب متعارف برای هر نسبت، ۳ آب مختلف را آزمایش کردیم. اما در این مقاله ترتیب آزمایش ها را همانند ترتیب آزمایش ها در استاندارد ملی ایران آورده ایم.

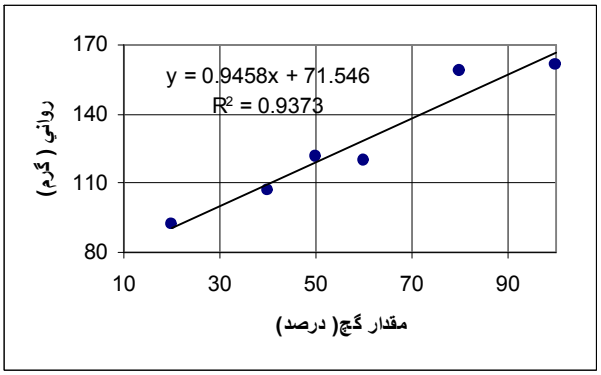
غلظت نرمال گچ پلاستر:

در حین انجام آزمایش زمان گیرش دستگاه اصلاح شده خریداری شد. بنابراین برای نمونه های مختلف این آزمایش را انجام دادیم و برای هر نسبت ۳ حجم مختلف آب را انتخاب کرده، هر آزمایش را ۳ بار انجام دادیم. شرح آزمایش به صورت زیر است:

مقداری از نمونه را وزن کرده، در یک حجم مشخص از آب پاشیده می‌شود. نمونه به اندازه ۲ دقیقه خیس خورده، سپس آن را به مدت ۱ دقیقه با دقت مخلوط کرده تا یک مخلوط روان و یکنواخت به‌دست‌آید. نمونه را داخل قالب ریخته و پس از صاف‌کردن سطح رویی، نوک پیستون مخروطی شکل دستگاه ویکات اصلاح شده را تقریباً بر وسط ملات قرار داده و رها می‌کنند و عدد حاصل را می خوانند. وقتی که نفوذی برابر ۲±۳۰mm حاصل شود، گچ پلاستر خالص با غلظت نرمال در نظر گرفته می‌شود. وزن میله و مخروط در این آزمون ۳۵ گرم می‌باشد.

شکل۲- دستگاه ویکات اصلاح شده

نتایج آزمایش در نموداری به شرح زیر نمایش داده می‌شود.



شکل۳- تغییرات آب متعارف بر اساس مقدار گچ

جدول۲- آب متعارف برای مقادیر مختلف گچ

آب متعارف (gr)	مقدار گچ(٪)
۱۶۱.۳۸	۱۰۰
۱۵۸.۶۱	۸۰
۱۱۹.۸۲	۶۰
۱۲۱.۹۲	۵۰
۱۰۶.۵۲	۴۰
۹۲.۰۷	۲۰

آزمایش زمان گیرش:

در ابتدا گیرش ملات گچی را تعریف می کنیم. فرایند گیرش ملات گچ ، عکس فرایند پخت آن است، به این معنی که گچ پخته با گرفتن کمبود آب تبلور، مجدداً به سولفات کلسیم با دو مولکول آب تبلور تبدیل و سفت و سخت می شود.

$$CaSO_4.\ 0.5\ H_2O + H_2O \rightarrow CaSO_4.\ 2H_2O + Q$$

زمان گیرش، روند تغییر حالت و چگونگی گیرش ملات گچ را در طول زمان و پس از اختلاط پودر گچ با آب نشان می‌دهد. به طور کلی گیرش ملات ها دارای دو مرحله‌ی اولیه و نهایی بوده‌است. گیرش اولیه شروع به سفت شدن وگیرش نهایی شروع مرحله‌ی سخت شدن گچ را نشان می‌دهد. واضح است که حجم آب به صورت سعی و خطا و فرضی در نظر گرفته شده است.

شکل۴- دستگاه ویکات

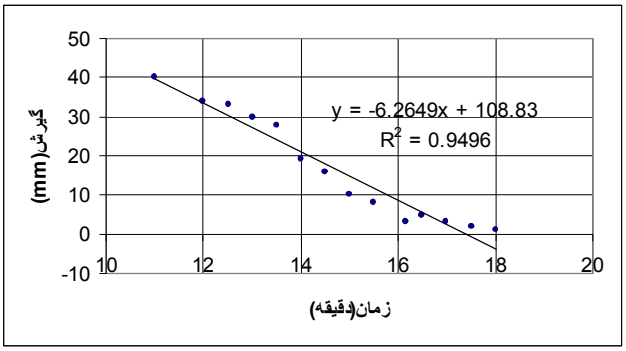
شرح آزمایش:

آزمایش زمان گیرش به وسیله ی دستگاه ویکات استاندارد صورت می‌گیرد. برای انجام این کار وزن مشخصی از گچ و احیاناً خاک را با هم مخلوط کرده و در مقدار معین آب اختلاط می پاشند، در تهیه‌ی ملات های گچی برای تسریع و بهتر انجام شدن واکنش گچ با آب لازم است همیشه پودر گچ را در آب ریخته و به هم زد و نه بالعکس. بنابراین با اضافه‌کردن آب به نمونه‌ی مورد نظر، نمونه به صورت خمیری در آمده و خمیر حاصله در قالب مخروطی شکل ریخته شده و در دستگاه استاندارد ویکات قرار می گیرد. بر اساس این استاندارد زمانی که سوزن نازک دستگاه (سوزن به قطر یک میلی متر) تا یک میلی متر تا انتهای خمیر نفوذ کند، زمان گیرش اولیه در نظر گرفته می‌شود. و زمانی که سوزن به اندازه حداکثر یک میلی متر از سطح فرو نرود زمان گیرش نهایی در نظر گرفته می‌شود.

در زیر نمونه‌ای از اعداد یک آزمایش گیرش و نمودار مربوط به آن نشان داده می شود.

جدول۳- گیرش گچ برای نمونه با ۶۰٪ گچ

زمان (min)	گیرش (mm)
۴۰	۱۱
۳۴	۱۲
۳۳	۱۲.۵
۳۰	۱۳
۲۸	۱۳.۵
۱۹	۱۴
۱۶	۱۴.۵
۱۰	۱۵
۸	۱۵.۵
۳	۱۶.۶۶۶۷
۵	۱۶.۵
۳	۱۷
۲	۱۷.۵
۱	۱۸



شکل۵-تغییرات گیرش بر حسب زمان

در جدول زیر نتایج زمان گیرش برای هر نسبت و مقادیر مختلف آب اختلاط نشان داده شده است. با توجه به جدول داده ها می‌بینیم برای نسبت۶ زمان گیرشی نوشته نشد و در حین انجام این آزمایش، (گچ۲۰٪) ، به دلیل وجود خاک رس بسیار زیاد نمونه تمایلی به گیرش نشان نداد.

جدول۴-گیرش اولیه و نهایی برای تمام نمونه ها با مقادیر مختلف آب

شماره نمونه	مقدار آب (gr)	گیرش اولیه (min)	گیرش نهایی (min)
۱	آب ۱۱۰	۶.۵۹	۱۵.۳۳
۱	آب ۱۲۰	۱۰.۶۱	۱۴.۴۳
۱	اب۱۳۰	۱۲.۷۸	۱۰.۳۷
۲	آب۱۱۰	۷.۳۸	۱۰.۳۴
۲	آب ۱۲۰	۸.۴۸	۱۲.۳۳
۲	آب ۱۳۰	۱۱.۸۶	۱۶.۲۱
۳	آب ۱۱۰	۸.۹۴	۱۴.۶۹
۳	آب۱۲۰	۱۱.۱۵	۱۷.۲۱
۳	آب۱۳۰	۱۰.۳۱	۱۸.۲۸
۴	آب ۹۰	۷.۶۵	۱۱.۵
۴	آب ۱۰۰	۷.۹۹	۱۱.۱۸
۴	آب ۱۱۰	۸.۶۸	۱۹.۱۲
۵	آب ۸۰	۵.۰۷	۸.۹۲
۵	آب ۹۰	۹.۴۴	۱۳.۲۶
۵	آب ۱۰۰	۸.۴۷	۱۶.۳۷

پس از بدست آوردن آب متعارف برای هر نسبت، باتوجه به داده‌های موجود در آزمایش گیرش، و درونیابی نمودار، زمان گیرش برای هر کدام از مقادیر آب متعارف بدست آمده است. این مقادیر به شرح زیر می باشد.

جدول۵- زمان گیرش اولیه و نهایی برای مقادیر آب متعارف مربوط به هر نمونه

مقدار گچ(٪)	آب متعارف(gr)	زمان گیرش اولیه (min)	زمان گیرش نهایی (min)
۱۰۰	۱۶۱.۳۸	۲۲.۷۷	۲۳.۶۴
۸۰	۱۵۸.۶۱	۱۷.۸۸	۲۴.۲۹
۶۰	۱۱۹.۸۲	۱۰.۱۲	۱۶.۶۹
۵۰	۱۲۱.۹۲	۹.۲۴	۲۲.۲۸
۴۰	۱۰۶.۵۲	۱۰.۴۶	۱۹
۲۰	۹۲.۰۷	-	-

همانطور که قبلاً هم گفته شد، برای نمونه‌ی سری آخر زمان گیرشی بدست نیامد و با گذشت زمان نمونه،گیرشی از خود نشان نداد. شاید دلیل این نتیجه، مقدار خاک رس ۸۰٪ و گچ ۲۰٪ باشد. که خاک رس به این مقدار زمان گیرش را بسیار افزایش داده است.

مقاومت فشاری:

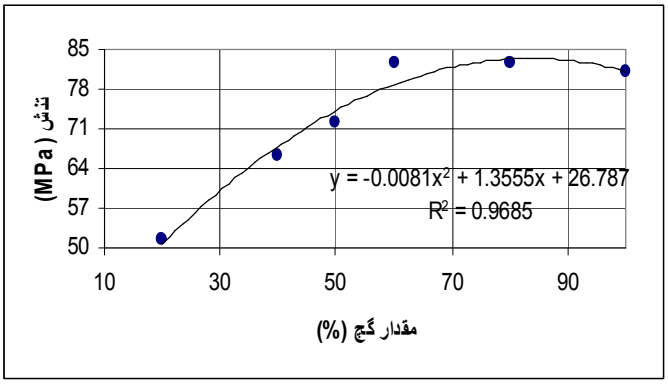
پس از بدست آوردن آب متعارف برای نسبت‌های مختلف گچ و خاک، آزمایش مقاومت فشاری را آغاز کردیم. هدف درست کردن ۵ نمونه خشک و ۵ نمونه‌ی مرطوب برای هر نسبت بوده است. بنابراین مواد اولیه (گچ و خاک و آب) را۱۰ برابر کردیم و پس از پاشیدن گچ و خاک درون آب و هم زدن و یکنواخت کردن ملات، آن را درون قالب‌های مکعبی با ابعاد ۵۰ میلیمتر، به صورت دو لایه‌ی ۲۵ میلیمتری ریخته و هوای آن را گرفته و بلافاصله بعد از آن قالب‌ها را پر و سطح آنها را صاف‌کرده و سپس از قالب خارج کرده به مدت ۲۴ ساعت در آوِن مرطوب و ۶ روز در آوِن خشک نگهداری شد. پس از آن نمونه‌ها را خارج و آن‌ها را وزن کرده و سپس ابعاد آن ها اندازه‌گرفته شد. بعد از آن نمونه‌ها زیر دستگاه پرس قرارداده‌شد و بلافاصله با شروع بارگذاری و تغییر درجه‌ی اندیکاتور، زمان سنج را فعال کرده بنابراین پس از خواندن عدد اندیکاتور و زمان سنج مقاومت فشاری و سرعت بارگذاری بدست‌آمد. برای بدست‌آوردن مقاومت فشاری و سرعت بارگذاری، میانگین مقادیر بدست آمده را حساب کرده، چنانچه مقاومت فشاری یک یا دو نمونه بیشتر از ۱۵ درصد با مقاومت میانگین اختلاف داشته، نتایج آن دو نمونه حذف شده، و از مقاومت فشاری نمونه‌های باقیمانده میانگین گرفته شده است.

شکل ۶-دستگاه پرس

نمونه هایی که قرار بود مرطوب باشد، از سری سوم به بعد بلافاصله با گذاشتن درون آب، از هم پاشیده شدند. بنابراین در زیر فقط مطالب مربوط به مقاومت فشاری نمونه‌های خشک نوشته شده است.

جدول۶- مقادیر تنش بر حسب مقدار گچ

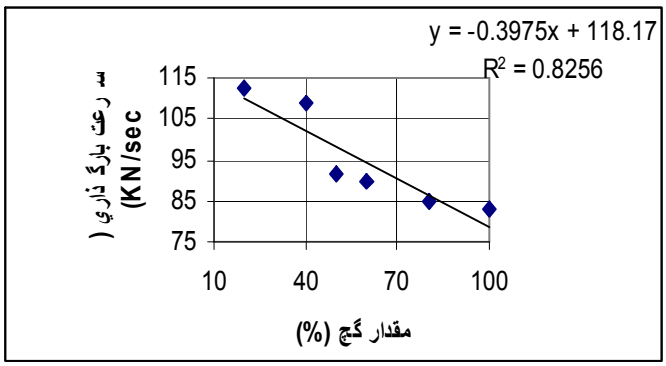
تنش(MPa)	مقدار گچ(٪)
۸۱.۰۷	۱۰۰
۸۲.۶	۸۰
۸۲.۷۷	۶۰
۷۱.۹۹	۵۰
۶۶.۴۶	۴۰
۵۱.۵۱	۲۰



شکل۷- تغییرات تنش بر حسب مقدار گچ

جدول۷- تغییرات سرعت بارگذاری بر حسب مقدار گچ

سرعت بارگذاری(KN/Sec)	مقدار گچ (درصد)
۸۲.۸۵	۱۰۰
۸۴.۹۱	۸۰
۸۹.۵۳	۶۰
۹۱.۵۴	۵۰
۱۰۸.۶۹	۴۰
۱۱۲.۳۹۸	۲۰



شکل ۸- تغییرات سرعت بارگذاری بر حسب مقدار

نتیجه گیری:

زمان گیرش:

با یک نسبت گچ به خاک با افزایش آب ، زمان گیرش نیز افزایش می یابد.

برای شرایط یکسان با افزایش خاک رس زمان گیرش افزایش پیدا می کند. خاک رس به عنوان کندگیر کننده عمل می‌کند و بر اساس جدول نهایی زمان‌گیرش، می‌توان دید که زمان گیرش برای ملات ۱۰۰٪ گچ، با آب بیشتر از تمام نسبت‌های دیگر بیشتر است. پس می توان نتیجه گرفت تأثیر آب اختلاط بر روی زمان گیرش از تأثیر خاک رس بر زمان گیرش بیشتر است.

آب متعارف:

در یک نمونه با افزایش آب، حد روانی افزایش پیدا می کند. این نتیجه ، نشان می دهد که مقدار آب بیشتر ملاتی روان تر با حد روانی بیشتر ایجاد می کند. در نگاه کلی به تمام نمونه ها می توان دید که آب اختلاط و مقدار گچ با هم نسبت مستقیم دارند. یعنی در جایی که گچ بیشترین حد خود است (۱۰۰٪ گچ)، آب اختلاط بیشترین مقدار را دارد و هر چه خاک رس به ملات اضافه شود ، به آب کمتری نیاز است. این بدان معناست که خاک رس باعث روان تر شدن ملات می شود.

مقاومت فشاری:

نمودار مقاومت فشاری بر حسب مقدار گچ، درجه ۲ می باشد. مقاومت فشاری با میزان گچ رابطه‌ی مستقیم دارد. و افزایش خاک رس گرچه باعث افزایش روانی ملات می‌شود ولی باعث کاهش مقاومت فشاری ملات می‌شود.

نتیجه گیری نهایی:

می‌توان نتیجه گرفت، زمان گیرش با مقدار خاک رس و مقدار آب نسبت عکس دارد و با افزایش خاک رس، مقدار آب متعارف کاهش پیدا می‌کند و خاک رس خود باعث افزایش روانی می شود و همچنین افزایش خاک رس باعث کاهش مقاومت می شود.

قدردانی:

با تشکر فراوان ازگروه عمران دانشگاه فردوسی و تکنسین آزمایشگاه مصالح ساختمانی و دانشجویان عمران، ورودی سال ۱۳۸۵ دانشگاه فردوسی که در این کار ما را یاری نمودند.

منابع:

- مصالح ساختمانی، تألیف دکتر احد حامی، انتشارات دانشگاه تهران
- مصالح ساختمانی، تألیف دکتر حسن رحیمی
- مصالح ساختمانی و آزمایشگاه، تالیف دکتر حسن صادقی، مهندس پرویز رفعتی، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)
-www.isiri.com