

بررسی تأثیر وجود پومیس منطقه اسکندان بر مقاومت فشاری بتن

عبدالله فروغی راد^۱

۱- گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

Mehranforughirad1@gmail.com

چکیده

ساخت بتن های سبک به روش های گوناگون صورت می پذیرد که از آن جمله جایگزین کردن مصالح سبک به جای مصالح معمولی است. اگرچه وزن نسبتاً زیاد سازه های بتنی در سازه هایی همانند سدها، شالوده ها، دیوارهای حایل و مواردی نظیر آن مزیت محسوب می شود اما در برخی کاربردهای سازه ای دیگر مانند ساختمان های بلند مرتبه، پل های با دهانه بلند و مصالح پیش ساخته سنگین باعث افزایش بارهای وارد بر سازه شده و مشکلاتی ایجاد می نماید. این مشکلات بخصوص در کشورهایی نظیر ایران که در مناطق زلزله خیز واقع شده اند و با توجه به اینکه بارهای ناشی از زلزله با افزایش جرم سازه افزایش می یابد، به صورت مضاعف احساس می گردد. در این پروژه سعی شده است به جای استفاده از پوزولان در سیمان، از پومیس های منطقه اسفنجان از توابع شهرستان اسکو استفاده شود و در ۵ طرح اختلاط مختلف با نسبت های مصالح متفاوت تعیین و ارائه شده و بعد از اختلاط و قالب گیری، آزمایش های مقاومت فشاری بر روی نمونه های ۵*۵*۵ سانتی متر مکعب انجام شده است و در مرحله بعدی مقاومت های ۷ و ۲۸ روزه تعیین شده و طرح اختلاطی را که بیشترین مقاومت فشاری را دارد تعیین شده است.

کلمات کلیدی: پومیس، ژئولیت، بتن، مقاومت فشاری

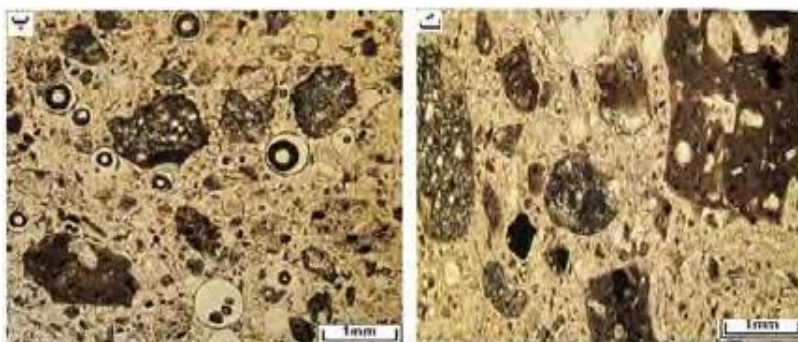
۱. مقدمه

در سال های اخیر استفاده از پوزولان های طبیعی در بتن خودتراکم هم به دلیل نقش تأثیر گذارشان بعنوان فیلر در خواص بتن تازه و هم اثرات موثر بر خواص مکانیکی این بتن مورد توجه محققین قرار گرفت. یکی از این پوزولان های طبیعی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته پومیس بوده که جهت بررسی خواص تازه و سخت شده بتن خودتراکم مورد استفاده قرار گرفت. مواد آذرین نظیر پومیس که دارای ساختار شیشه ای و آلومینه سیلیکاتی تغییر نیافته و بافت متخلخل هستند، در زمره مواد پوزولان طبیعی می باشند. در ایران منابع قابل توجهی از این مواد در منطقه تفتان در استان سیستان و بلوچستان، در منطقه سبلان و در منطقه دماوند در شمال تهران وجود دارند (۱). اولین مصرف عمده این پوزولان در سدهای جگین و زبردان مورد استفاده قرار گرفت (۲). نتایج آزمایشات انجام شده روی پودر پوزولان تفتان در بتن معمولی نشانگر فعالیت مناسب آن می باشد که در محدوده ۱۵ تا ۲۵ درصد جایگزینی با سیمان بهترین مقاومت را از خود نشان می دهد (۳) اگر چه نتایج تحقیق kelestemur و Demirel نشان می دهد که استفاده از پوزولان طبیعی پومیس موجب کاهش مقاومت فشاری بتن می شود (۴). نتایج تحقیق Hossain نیز نشان می دهد کاربرد پوزولان طبیعی پومیس در سن ۲۸ روزه باعث کاهش مقاومت فشاری میشود و با افزایش میزان جایگزینی پومیس تا ۳۰ درصد، میزان کاهش مقاومت فشاری بتن بیشتر می شود (۵).

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی، در جنوب شرق شهرستان اسکو واقع شده است. راه دسترسی به این ناحیه از طریق جاده تبریز- اسکو- اسفنجان می باشد. محصولات آتشفشانی مورد مطالعه مربوط به بخشی از فعالیت آتشفشانی جوان سهند می باشند که به صورت انواع توف های پومیس دار بر روی واحد های رسوبی به سن پلیوسن قرار گرفته است. منطقه

سهند به دلیل داشتن سنگ های آتشفشانی متنوع با ترکیب اسیدی تا حد واسط پتانسیل بهره برداری ذخایر پومیسی را دارا می باشد.

مطالعه ی زمین شناسی منطقه مورد نظر نشان می دهد که گدازه های ولکانیکی منطقه مورد مطالعه به پیدایش آتشفشان سهند وابسته است. فعالیت آتشفشان سهند که به احتمال زیاد از اواخر میوسن، شروع شده و تا اوایل کواترنر ادامه داشته و رسوبات و گدازه های آن بخش بزرگی از منطقه را می پوشاند. شکل ۱ تصاویر میکروسکوپی از پومیس های منطقه مورد نظر را نشان می دهد که دارای بافت حفره ای و لیتیک می باشند.



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپی

۲. مطالعات آزمایشگاهی

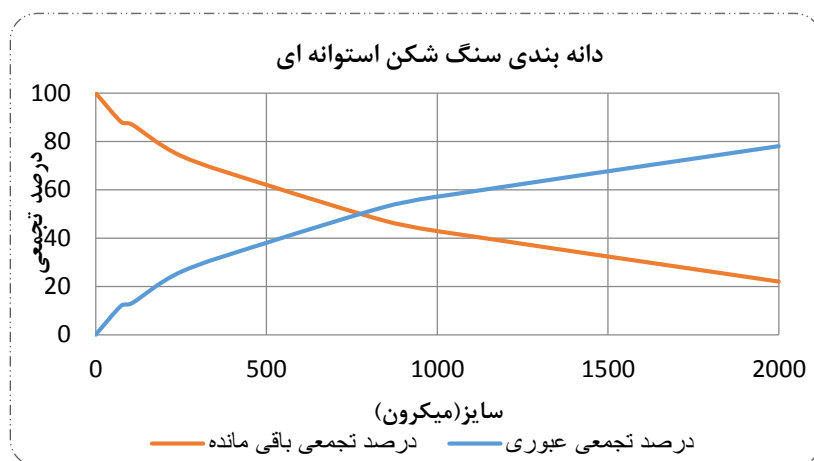
برای انجام آزمایش های مختلف نمونه مورد نظر از معدن پوکه روستای اسکندان به محل آزمایشگاه منتقل شده و از آزمایشگاه های کانه آرایی و تکنولوژی بتن به منظور انجام پروژه مورد نظر استفاده گردید.

برای آنکه بتوان از پومیس در ساخت ملات و بتن استفاده کرد بایستی اندازه ذراتش به زیر ۷۵ میکرون برسد که چون سایز ذرات در نمونه آورده شده درشت تر از این سایز می باشد پس بایستی با استفاده از دستگاه های سنگ شکنی و آسیا کردن به سایز مورد نظر برسند. بدین منظور ابتدا ۵ کیلوگرم از نمونه مورد نظر در سنگ شکن استوانه ای خرد شده است و سپس به ۵ نمونه ۱ کیلوگرمی تقسیم شده است. جدول دانه بندی خروجی سنگ شکن استوانه ای بصورت زیر می باشد:

جدول ۱: توزیع دانه بندی پامیس خروجی از سنگ شکن استوانه ای

| سایز(میکرون) | وزن(گرم) | درصد وزنی | درصد تجمعی عبوری | درصد تجمعی باقی مانده |
|--------------|----------|-----------|------------------|-----------------------|
| 2000 | 220 | 22 | 78 | 22 |
| 1000 | 207 | 21 | 57 | 43 |
| 850 | 36 | 4 | 53 | 47 |
| 500 | 150 | 15 | 38 | 62 |
| 250 | 118 | 12 | 26 | 74 |
| 106 | 126 | 13 | 13 | 87 |
| 75 | 20 | 1 | 12 | 88 |
| 0 | 119 | 12 | 0 | 100 |
| مجموع | 996 | | | |

شکل ۲- دانه بندی خروجی سنگ شکن استوانه ای



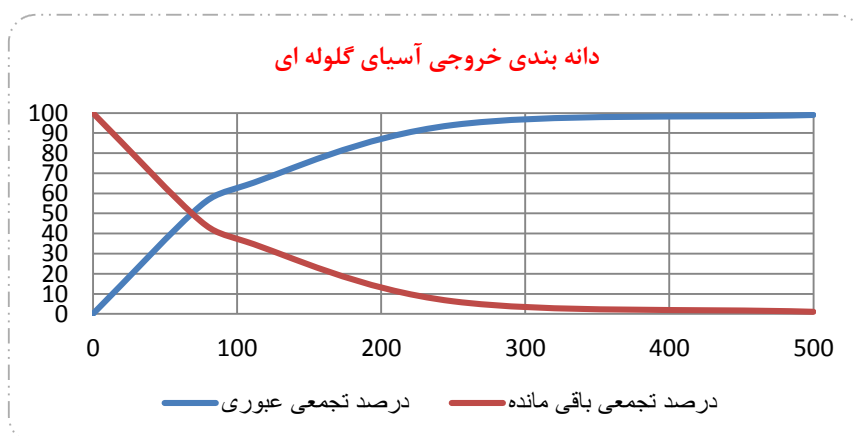
شکل ۲- دانه بندی خروجی سنگ شکن استوانه ای

در مرحله بعدی نمونه یک کیلوگرمی به مدت ۱۵ دقیقه در آسیای گلوله ای خشک قرار داده می شود و دلیل آنکه از نوع خشک استفاده شده است این است که در مرحله بعدی آزمایش ها از پومیس به منظور ساخت بتن استفاده خواهد شد. نتایج و دانه بندی خروجی این مرحله در جدول و نمودار زیر شرح داده شده است:

جدول ۲: توزیع دانه بندی خروجی آسیای گلوله خشک

| سایز (میکرون) | وزن (گرم) | درصد وزنی | درصد تجمعی عبوری | درصد تجمعی باقی مانده |
|---------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|
| 500 | 5 | 1 | 99 | 1 |
| 250 | 57 | 6 | 94 | 6 |
| 106 | 287 | 29 | 64 | 36 |
| 75 | 112 | 10 | 54 | 46 |
| 0 | 535 | 54 | 0 | 100 |
| مجموع | 996 | 100 | | |

این جدول نشان می دهد که از سرندهای مختلف با سایز متفاوت برای انجام دانه بندی استفاده شده است که نمودار حاصله به صورت می باشد:



شکل ۳- دانه بندی آسیای گلوله ای خشک

لازم به ذکر است که وزن و تعداد گلوله های بکار رفته در آسیا گلوله ای در جدول ۳ آورده شده است:

جدول ۳: وزن و تعداد گلوله های آسیای گلوله ای

| ردیف | تعداد گلوله | وزن گلوله (گرم) | وزن کل (گرم) |
|-------|-------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 20 | 46.5 | 930 |
| 2 | 2 | 902 | 1804 |
| 3 | 3 | 529 | 1587 |
| 4 | 10 | 285.5 | 2855 |
| 5 | 20 | 181 | 3620 |
| مجموع | 55 | | 10796 |

نتایج حاصل از نمودارها نشان می دهند که بیشتر از ۵۰ درصد ذرات حاصل از آسیای گلوله ای خشک در سایز ریزتر از ۷۵ میکرون هستند، پس آسیای مورد نظر به خوبی عمل کرده است. نا گفته نماند که قطر آسیا بکار گرفته شده ۲۲ سانتی متر و ارتفاعش ۲۵,۵ سانتیمتر می باشد.

پس از چند مرحله انجام آسیای گلوله ای خشک برای پومیس های مورد نظر، مقدار مورد نیاز برای تهیه ملات بتنی تامین شد. در مرحله بعد برای ژئولیت (پوزولان) نیز آسیا گلوله ای خشک برای نمونه ای ۱,۵ کیلو گرمی با وزن گلوله هایی که در جدول ۴ آمده است انجام شده و مقدار مورد نیاز برای مرحله تهیه ملات بتنی آماده شده است.

جدول ۴- وزن و تعداد گلوله های بکار رفته در آسیای گلوله برای پوزولان

| ردیف | تعداد گلوله | وزن گلوله (گرم) | وزن کل (گرم) |
|-------|-------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 20 | 46.5 | 930 |
| 2 | 2 | 902 | 1804 |
| 3 | 4 | 529 | 2116 |
| 4 | 13 | 285.5 | 3711.5 |
| 5 | 20 | 181 | 3620 |
| 6 | 7 | 113 | 791 |
| مجموع | 66 | | 12972.5 |

پس از آنکه مقادیر مورد نیاز از پومیس و پوزولان برای انجام آزمایش مقاومت فشاری آماده شد از آزمایشگاه تکنولوژی بتن برای انجام ادامه این آزمایش استفاده شده است.

آزمایش تعیین مقاومت فشاری ملات ماسه و سیمان

در سازه های بتنی به جهت اختلاط چندین نوع آزمایش وجود دارد: علاوه بر کیفیت هر بخش تشکیل دهنده، وضعیت کلی نیز بوسیله انجام آزمایش هایی از نظر مقاومت و باربری مورد ارزیابی قرار گیرد. مقاومت مکانیکی سیمان سخت شده مهمترین خاصیت سیمان از لحاظ سازه ای می باشد و به چسبندگی خمیر سیمان بستگی دارد.

کشش مستقیم، فشار مستقیم و خمش که اعمال کشش قدری مشکل است و نتایج اینگونه آزمایش ها پراکندگی بسیاری دارد و هم چنین در طراحی سازه همواره از مقاومت فشاری بتن استفاده می شود و به ندرت مقاومت کششی مورد توجه قرار می گیرد. برای انجام آزمایش تعیین مقاومت فشاری از ۵ طرح اختلاط مختلف استفاده گردیده است که در جدول شماره ۵ آمده اند و بصورت کلی این هدف دنبال می شود که اگر بجای پوزولان از پومیس در سیمان استفاده شود چه تغییری در مقاومت فشاری ملات اعمال خواهد شد.

جدول ۵- پنج طرح اختلاط مختلف برای انجام آزمایش مقاومت فشاری

| شماره نمونه | درصد سیمان | درصد پوزولان بکار رفته در سیمان | درصد پومیس بکار رفته در سیمان |
|-------------|------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 100 | 0 | 0 |
| 2 | 80 | 20 | 0 |
| 3 | 80 | 0 | 20 |
| 4 | 90 | 0 | 10 |
| 5 | 70 | 0 | 30 |

پس از مشخص شدن طرح اختلاط نوبت به انجام آزمایش می رسد که در این آزمایش طبق استاندارد به ازای هر واحد سیمان ۲,۷۵ واحد ماسه در نظر می گیرند و هم چنین در این مقاله نسبت آب به سیمان برابر ۰,۵۲، چگالی ۱۸۰۰ و $PV/3.75 = M_c$ پس بر طبق رابطه های بالا مقادیر مورد نیاز از آب، سیمان، ماسه و پوزولان یا پومیس محاسبه شده و در جدول ۶ درج گردیده است:

جدول ۶- مصالح مورد نیاز برای پنج طرح اختلاط

| شماره نمونه | سیمان (گرم) | ماسه (گرم) | آب (سی سی) | پومیس (گرم) | پوزولان (گرم) |
|-------------|-------------|------------|------------|-------------|---------------|
| 1 | 414 | 1138.5 | 220 | 0 | 0 |
| 2 | 345.6 | 1188 | 224.64 | 0 | 86.4 |
| 3 | 345.6 | 1188 | 224.6 | 86.4 | 0 |
| 4 | 388.8 | 1188 | 224.6 | 43.2 | 0 |
| 5 | 302.4 | 1188 | 224.6 | 129.6 | 0 |

در مرحله بعد ملات بصورت زیر تهیه می شود:

برای هر طرح اختلاط مقادیر سیمان و ماسه را بطور جداگانه توسط ترازو اندازه گرفته و سپس با توجه به نسبت اب به سیمان مقدار آب مورد نیاز را توسط استوانه مدرج بدست می آوریم. البته ناگفته نماند که طبق استاندارد بایستی ماسه از الک ۲,۳۶ میلیمتر کرده و سپس وزن شود.

سپس آب را داخل مخلوط کن می ریزند و بعد سیمان را به آب درون کاسه ریخته و در مرحله بعد ماسه و پوزولان یا پومیس را اضافه می کنند و پس از آنکه ملات آماده شد آن را به مدت ۱ دقیقه روی دستگاه ویبراتور قرار می دهند که بطور کامل ملات در درون قالب قرار گیرد.

در این تحقیق برای هر طرح اختلاط از تعداد مختلف قالب استفاده شده است که عبارتند از:

نمونه شماره یک در ۵ قالب با حجم ۱۲۵ سانتی متر مکعب و بقیه نمونه ها با ۶ قالب و با همان حجم تهیه شده اند. پس از آماده شدن ملات و ریختن در قالب های مخصوص که در شکل ۲ مشاهده می شود به مدت ۲۴ ساعت در قالبها مانده و سپس از قالب ها بیرون آورده می شوند و در درون آب قرار می دهند.



شکل ۴- قالب های بکار رفته در انجام آزمایش

بسته به اینکه آزمایش ۷ روزه یا ۲۸ روزه باشد در آن هنگام از آب بیرون می آورند و سپس جهت تعیین مقاومت فشاری از جک هیدرولیکی استفاده می کنند (شکل ۵)



شکل ۵- جک هیدرولیکی

جک دارای دو فک بالا و پایین می باشد که فک پایین متحرک و فک بالا ثابت است و هم چنین دارای یک دریچه روغن و دریچه ضامن و گیج سرعت بارگذاری می باشد. مانیتور دستگاه قسمت بعدی آن است که وظیفه تنظیمات و کنترل و هدایت دستگاه در این مانیتور صورت می گیرد و بصورت لمسی می باشد. نمونه مکعبی را بین دو فک گذاشته و دریچه ضامن را محکم می بندیم و ابعاد نمونه را برای آن تعریف کرده و عمل بار گذاری انجام می شود. باری که نمونه ها در ۷ روز و ۲۸ روز می توانند تحمل کنند را یادداشت کرده و در جدول ۷ آورده شده است و برحسب کیلو نیوتن می باشند.

جدول ۷- مقاومت فشاری متوسط نمونه ها از یک تا پنج

| نمونه | مقاومت ۷ روزه (کیلو نیوتن) | مقاومت ۲۸ روزه (کیلو نیوتن) |
|-------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 88.65 | 113.9 |
| 2 | 59.5 | 97.3 |
| 3 | 73.7 | 102.7 |
| 4 | 75.25 | 101.5 |
| 5 | 57.4 | 76.7 |

۳. نتایج و بحث ها

پس از بسدت آوردن اطلاعات مورد نظر از آزمایش تعیین مقاومت فشاری نیاز به منظور روشن تر شدن آنکه در ازای استفاده از پومیس بجای پوزولان، چه تغییراتی در مقاوت فشاری ملات حاصل می شود از درصد نسبی نمونه نسبت به نمونه شماره اول که دارای ۱۰۰ درصد سیمان است شده و مقادیر در جدول ۸ درج گردیده است:

| نمونه | درصد مقاومت فشاری ۷ روزه نسبت به نمونه ۱ | درصد مقاومت فشاری ۲۸ روزه نسبت به نمونه اول |
|-------|--|---|
| 2 | 67 | 85 |
| 3 | 83 | 90 |
| 4 | 85 | 89 |
| 5 | 64 | 67 |

جدول ۸- درصد نسبی مقاومت فشاری نمونه ها نسبت به نمونه اول

نتایج نشان می دهند که نمونه شماره ۲ که دارای ۲۰ درصد پوزولان در ساختمان اصلی خود می باشد، نسبت به نمونه شماره ۳ که به همان مقدار پومیس دارا می باشد، ۱۶ درصد مقاومت فشاری ۷ روزه ی کمتری دارد و در حدود ۵ درصد مقاومت

کمتری در ۲۸ روزه دارد. هم چنین اعداد بدست آمده نشان می دهند که با افزایش مقدار پومیس در سیمان مقاومت فشاری در حدود ۲ یا ۳ درصد افزایش می یابد و در حالت بر عکس با کاهش مقدار پومیس از این مقاومت کاسته می شود.

پس بصورت کلی استفاده از پومیس بجای پوزولان در بخش داخلی سیمان باعث افزایش مقاومت فشاری ملات و بتن می شود که این مقاومت رابطه مستقیم با درصد پومیس دارد و با افزایش یا کاهش پومیس مقاومت فشاری آن نیز افزایش یا کاهش می یابد.

۴. نتیجه گیری

✓ در درصد مشابهی از زئولیت و پومیس، مقاومت فشاری نمونه ای که دارای پومیس است بیشتر از نمونه حاوی زئولیت می باشد.

✓ بعد از نمونه شاهد، بیشترین مقاومت فشاری هفت روزه مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد پومیس و بیشترین مقاومت فشاری ۲۸ روزه مربوط به نمونه ۲۰ درصد پومیس بوده است.

مراجع

[۱] فامیلی ، هرمز ، پروژه تحقیقاتی بتن دانه سبک ، دانشگاه علم و صنعت ، ۱۳۶۱

[۲] وحید خلیلی خرم ، حمیدرضا وثوقی فر ، عباس منصوری "بررسی آزمایشگاهی تأثیر پوزولان خاش بر افزایش مقاومت بتن RCC درسین بالا" ، سومین کنفرانس بین المللی بتن و توسعه، ۱۳۸۸

[۳] سامان شایگی نیک، (۱۳۸۵)، "بررسی بعضی از خصوصیات پودر پوزولان پومیس تفتان به عنوان جایگزین بخشی از سیمان" ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

[4] Kelestemur, O. Demirel, B. (2010) "Corrosion behavior of reinforcing steel embedded in concrete produced with finely ground pumice and silica fume", Construction and building materials, Vol. 24, pp. 1898-1905.

[5] Hossain, Kh.M.A. (2008) "Pumice based blended cement concretes exposed to marine environment: Effects of mix composition and curing conditions", Cement and concrete composites, Vol. 30, pp. 97-105.