

تأثیر نسبت آب به سیمان در مقاومت سایشی، تخلخل و نفوذپذیری بتن‌های میکروسیلیسی

ابوالفضل شمسایی

استاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
Saber_uni@yahoo.com

محسن نجارچی

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

صابر پیروتی

دانشجوی دوره دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

کمال رحمانی

دانشجوی دوره دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

چکیده

امروزه با گسترش ساخت سازه‌های آبی همانند سدها، مسئله دوام بتن بکار رفته در این نوع سازه‌ها اهمیت زیادی یافته است. یکی از موارد مهم دوام بتن در این گونه سازه‌ها، مقاومت آن در برابر سایش ناشی از برخورد ذرات حمل شده توسط آب می‌باشد. برای بالابردن مقاومت سایشی بتن، روش‌های مختلفی توسط محققان پیشنهاد و مورد بررسی قرار گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

استفاده از سنگدانه‌های مقاوم در برابر سایش، کاهش نسبت آب به سیمان، استفاده از میکروسیلیس و نانوسیلیکا در بتن، عمل‌آوری مناسب و بموقع.

در این تحقیق آزمایش‌های زیر بر روی نمونه‌های بتنی انجام گرفته است:

- مقاومت سایشی نمونه‌های مکعبی $15 \times 15 \times 15$ سانتی‌متر در سن ۲۸ روزه به روش ماسه‌پاشی آبی.
 - ضریب هدایت هیدرولیکی نمونه‌های استوانه‌ای به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر در سن ۲۸ روزه به روش عمق نفوذ.
- نتایج آزمایشات سایش نشان دادند که با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۵۰ به ۰/۳۳ مقاومت سایشی به میزان ۳۰/۹۴ درصد بهبود می‌یابد. نتایج آزمایشات نفوذپذیری، نشان دادند که با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۵۰ به ۰/۳۳ ضریب هدایت هیدرولیکی بتن از $10^{-10} \times 39/88$ متر بر ثانیه به $10^{-10} \times 2/49$ متر بر ثانیه کاهش می‌یابد و تخلخل بتن از ۱۳/۹۰ درصد به ۱۳/۱۰ درصد کاهش پیدا می‌کند. از مجموع نتایج فوق می‌توان پی برد که کاهش نسبت آب به سیمان باعث افزایش مقاومت سایشی و همچنین کاهش ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل بتن میکروسیلیسی خواهد شد.

کلمات کلیدی: مقاومت سایشی، تخلخل، ضریب هدایت هیدرولیکی، میکروسیلیس.

۱- مقدمه

- ماسه سیلیسی دانه‌بندی شده (به طوریکه از الک نمره ۲۰ رد شده و روی الک نمره ۳۰ باقی بماند) در مخزن ماسه ریخته شده و لوله مکش ماسه در آن قرار داده شد.
- فشار دستگاه روی ۱۲۰ اتمسفر تنظیم شد.
- نمونه در محفظه قرار گرفته و سر افشانک به فاصله ۸۰ میلی‌متر از سطح نمونه تنظیم گردید.
- جریان آب و ماسه سیلیسی به مدت یک دقیقه به یک نقطه از سطح بتن شلیک شده و این عمل ۸ بار برای ۸ نقطه از سطح تکرار گردید.
- پس از اتمام عملیات پاشش ماسه، نمونه شسته شده و آب اضافی آن گرفته شد.
- عمق سایش مطابق مراحل زیر تعیین می‌گردد:
الف - نمونه توزین می‌گردد (W_i (gr) .

ب - حفرات ایجاد شده در نمونه بوسیله ماسه ریز رد شده از الک نمره ۱۵۰ پر می‌گردد و سطح آن با کاردک صاف می‌شود.
ج - نمونه پس از پر شدن حفرات با ماسه ریز مجدداً وزن (W_f (gr) می‌شود.

د - وزن ماسه ریز موجود در حفرات تعیین می‌گردد .
$$W = W_f - W_i \quad (1-4)$$

و - وزن مخصوص ماسه اندازه‌گیری می‌شود

$$\gamma = W_{air} / (W_{air} - W_{water}) \quad (2-4)$$

ه - حجم حفرات از رابطه روبرو بدست می‌آید.

$$V = W/\gamma \quad (3-4)$$

عمق سایش از رابطه روبرو تعیین می‌شود:

$$h_e = V/A \quad (4-4)$$

پس از انجام آزمایش مقاومت

سایشی نتایج بصورت جدول شماره ۱ بدست آمده است:

جدول ۱- مقادیر عمق سایش به ازاء نسبت آب به سیمان

نسبت آب به سیمان (w/c)	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۵۰
متوسط عمق سایش (mm)	۰/۹۳۳	۱/۱۳۵	۱/۲۱۹	۱/۳۳۲	۱/۳۵۱

۵- بررسی نتایج آزمایش مقاومت سایشی

- شکل‌های ۱ و ۲ نمودار عمق سایش در برابر نسبت آب به سیمان را نشان می‌دهند. با توجه به این نمودارها با افزایش نسبت آب به سیمان، عمق سایش افزایش می‌یابد.

- با توجه به شکل ۱ با افزایش نسبت آب به سیمان از ۰/۳۳ تا ۰/۵ شیب منحنی عمق سایش رفته رفته کاهش پیدا می‌کند. این مسأله می‌تواند به ماهیت دو فازی بتن (فاز ملات و فاز سنگدانه‌ها) در سایش

سدها به علت نقش اساسی که در سیستم اقتصادی کشور دارند جزء سازه‌های استراتژیکی محسوب می‌شوند و لازم است از عملکرد و دوام مناسبی برخوردار باشند. از عوامل موثر در دوام و کارایی این نوع سازه‌ها می‌توان به تاثیر نسبت آب به سیمان در مقاومت سایشی، تخلخل و نفوذپذیری بتن بکار رفته در ساخت آنها اشاره نمود، بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که با توجه به فناوری بالا و نسبتاً جدید این نوع بتن‌ها تحقیق و بررسی بیشتری روی آنها و عوامل موثر بر این پارامترها صورت پذیرد. از مزایای مهم استفاده از این نوع بتن‌ها می‌توان به افزایش مقاومت سایشی، کاهش نفوذپذیری و تخلخل، صرفه جویی اقتصادی و بالا رفتن کیفیت نهایی بتن‌های تولید شده اشاره نمود.

۲- آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌ها

نمونه‌های بتنی ساخته شده دارای ۷/۵ درصد میکروسیلیس بوده و نسبت آب به سیمان در آنها برابر ۰/۳۳ و ۰/۳۶ و ۰/۴۰ و ۰/۴۴ و ۰/۵۰ بوده است. سایر مشخصات طرح در کلیه نمونه‌های بتنی ثابت مانده است.

آزمایشهای زیر بر روی نمونه‌های بتنی انجام گرفته است:

- مقاومت سایشی نمونه‌های مکعبی ۱۵×۱۵×۱۵ سانتی‌مترمکعب در سن ۲۸ روز به روش ماسه‌پاشی آبی (Water Sand Blast).
- ضریب هدایت هیدرولیکی نمونه‌های استوانه‌ای به ارتفاع ۱۰ سانتی-متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر در سن ۲۸ روز به روش عمق نفوذ (Penetration Method).

۳- طرح اختلاط بتن میکروسیلیسی

در طرح اختلاط نمونه‌ها نکات زیر مد نظر بوده است:

- اسلامپ نمونه‌ها در محدوده ۶۰-۱۰۰ mm بوده است.

- مصالح سنگی از نوع نشکسته می‌باشد.

- حداکثر قطر سنگ‌دانه‌ها ۲۰ mm می‌باشد.

- سیمان مصرفی از نوع پرتلند معمولی (تیپ یک) می‌باشد.

- برای کلیه نمونه‌ها میزان میکروسیلیس ثابت و به مقدار ۷/۵ درصد سیمان مصرفی، جایگزین شده است.

- مقاومت فشاری مشخصه ۲۸ روز برابر ۳۵ Mpa می‌باشد.

- نسبت آب به سیمان متغیر و بین ۰/۳۳ تا ۰/۵ مورد آزمایش قرار گرفته است.

- برای رسیدن به روانی و کارایی مورد نظر از فوق روان‌کننده از نوع MELCRET TB101 استفاده شده است.

۴- آزمایش مقاومت سایشی

آزمایش سایش مطابق مراحل زیر روی نمونه‌ها انجام شده است:

۷- بررسی نتایج آزمایش ضریب هدایت هیدرولیکی

شکل‌های ۷ و ۸ نمودار عمق نفوذ آب را برحسب مقادیر مختلف نسبت به آب به سیمان نشان می‌دهند. با بررسی این شکل‌ها این نتیجه حاصل می‌گردد که با افزایش نسبت آب به سیمان میزان عمق نفوذ آب افزایش خواهد یافت.

شکل‌های ۸ و ۹ نمودار ضریب هدایت هیدرولیکی بتن را بر حسب مقادیر مختلف نسبت آب به سیمان نشان می‌دهند. با بررسی این شکل‌ها این نتیجه حاصل می‌شود که با افزایش نسبت آب به سیمان، ضریب هدایت هیدرولیکی بتن افزایش می‌یابد.

شکل ۱۰ منحنی تغییرات تخلخل بتن را به ازاء مقادیر مختلف نسبت به آب به سیمان نشان می‌دهد. با توجه به این شکل این نتیجه بدست می‌آید که با افزایش نسبت آب به سیمان، تخلخل بتن افزایش می‌یابد. جدول ۴ مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل بتن را به ازاء نسبت آب به سیمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۴- مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل بتن به ازاء نسبت آب به سیمان

نسبت آب به سیمان (w/c)	تخلخل بتن (درصد)	ضریب هدایت هیدرولیکی بتن (m/s)
۰/۳۳	۱۳/۱۰	$2/49 \times 10^{-15}$
۰/۳۶	۱۳/۳۰	$5/5 \times 10^{-15}$
۰/۴۰	۱۳/۵۰	$12/65 \times 10^{-15}$
۰/۴۴	۱۳/۷۰	$20/05 \times 10^{-15}$
۰/۵۰	۱۳/۹۰	$39/88 \times 10^{-15}$

لازم به ذکر است که برای محاسبه‌ی ضریب نفوذ پذیری و تخلخل بتن از روابط زیر استفاده شده‌است:
که در رابطه‌ی زیر:

$$K_p = \frac{h_p^2 V}{2Th} \quad (1-7)$$

K_p : ضریب نفوذپذیری بتن (m/s)

h_p : عمق نفوذ آب (m)

T : زمان نفوذ آب (sec)

h : ارتفاع ناشی از فشار (m)

V : تخلخل بتن

که در رابطه زیر:

$$V = \frac{(w/c) \times (100 - 36.15 \times \alpha)}{(w + 100/g)} \quad (2-7)$$

V : تخلخل بتن

مربوط باشد. هرچه نسبت آب به سیمان افزایش یابد، مقاومت سایشی فاز ملات کاهش پیدا می‌کند ولی مقاومت سایشی بتن به سمت مقاومت سایشی سنگدانه‌ها میل خواهد کرد.

همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود تقعر منحنی به سمت پایین بوده و منحنی در محدوده نسبت آب به سیمان ۰/۳۳ تا ۰/۵ دارای ماکزیمم عمق سایش می‌باشد. بنظر می‌رسد که مقدار ماکزیمم منحنی به ازاء نسبت آب به سیمان در حدود ۰/۵ حاصل شود.

شکل‌های ۳ و ۴ نشان‌دهنده عکس عمق سایش در مقابل نسبت آب به سیمان می‌باشند. چون مقاومت سایشی بتن با عمق سایش نسبت معکوس دارد بنابراین شکل‌های مذکور می‌توانند تا حدودی منحنی تغییرات مقاومت سایشی را نشان دهند. با توجه با این شکل‌ها با افزایش نسبت آب به سیمان مقاومت سایشی کاهش می‌یابد.

شکل ۵، درصد بهبود مقاومت سایشی را برای بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۵ نشان می‌دهد.

جدول ۲ درصد بهبود مقاومت سایشی را به ازاء نسبت‌های مختلف آب به سیمان نشان می‌دهد.

جدول ۲- درصد بهبود مقاومت سایشی نسبت به بتن با آب به سیمان ۰/۵

نسبت آب به سیمان (w/c)	درصد بهبود مقاومت سایشی
۰/۳۳	۳۰/۹۴
۰/۳۶	۱۵/۹۹
۰/۴۰	۹/۷۷
۰/۴۴	۱/۴۱

۶- آزمایش ضریب هدایت هیدرولیکی

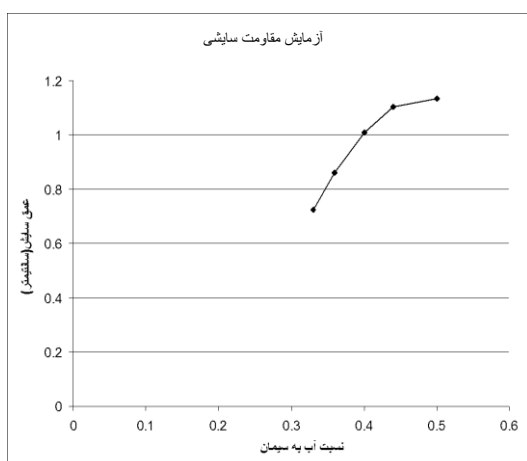
نمونه‌های استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ mm و ارتفاع ۱۰۰ mm به مدت ۳ روز در دستگاه با فشار آب ۰/۸ Mpa قرار داده می‌شود، پس از سه روز نمونه‌ها شکسته شده و میانگین عمق نفوذ آب ثبت می‌شود. از روی این عمق نفوذ می‌توان ضریب هدایت هیدرولیکی بتن را در صورتی که جریان تک محوری باشد، محاسبه نمود. پس از انجام آزمایش نفوذپذیری نتایجی به صورت زیر بدست آمده است:

جدول ۳- مقادیر عمق نفوذ آب به ازاء نسبت آب به سیمان

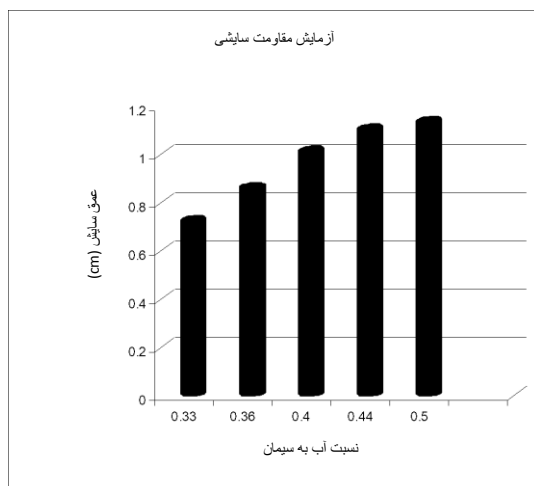
نسبت آب به سیمان (w/c)	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۵۰
متوسط عمق نفوذ آب (mm)	۰/۹۰	۱/۳۳	۲	۲/۵	۳/۵

سیمان، استفاده از میکروسیلیس، عمل آوری مناسب و... و فاز سنگ-دانه را با استفاده از سنگ‌دانه‌های مقاوم در برابر سایش، همانند سنگ-دانه گرانیتی تقویت نمود.

۹- شرایط انجام آزمایش سایش را می‌توان به شرایط واقعی سایش بتن در برابر آب نزدیک‌تر نمود. برای این امر باید شلیک ماسه سیلیسی را در زیر آب و با زوایای کمتر از ۹۰ درجه نیز انجام داد.



شکل ۱- منحنی تغییرات عمق سایش به ازاء نسبت آب به سیمان



شکل ۲- نمودار میله‌ای عمق سایش به ازاء نسبت آب به سیمان

W/C: نسبت آب به سیمان

α : درجه‌ی هیدراسیون سیمان

W: آب آزاد بتن (kg/m^3)

g: وزن مخصوص سیمان (gr/cm^3)

برای بدست آوردن ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل بتن میکروسیلیسی، مقادیر موجود در جدول (۵) مورد نیاز بوده است:

جدول ۵- مقادیر مورد نیاز برای محاسبه‌ی ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل بتن

درجه‌ی هیدراسیون سیمان (درصد)	وزن مخصوص سیمان (gr/cm^3)	ارتفاع ناشی از فشار آب (m)	زمان نفوذ آب (sec)
۸۰	۳/۱۵	۸۲/۳۶	۲۵۹۲۰۰

۸- نتایج و پیشنهادات

۱- با کاهش نسبت آب به سیمان در بتن میکروسیلیسی، مقاومت سایشی افزایش ولی ضریب نفوذپذیری و تخلخل بتن کاهش می‌یابد.

۲- با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۵۰ تا ۰/۳۳ مقاومت سایشی بتن به میزان ۳۰/۹۴ درصد بهبود می‌یابد.

۳- با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۵۰ به ۰/۳۳ ضریب هدایت هیدرولیکی بتن از $10^{-15} \times 39/88$ متر بر ثانیه به $10^{-15} \times 2/49$ متر بر ثانیه کاهش پیدا می‌کند.

۴- با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۵۰ به ۰/۳۳ تخلخل بتن از ۱۳/۹ درصد به ۱۳/۱ درصد کاهش می‌یابد.

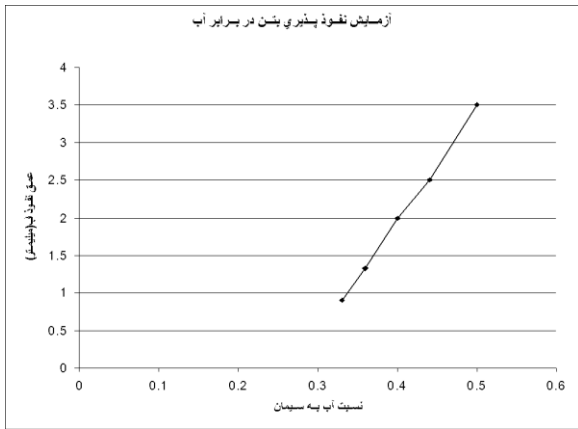
۵- با افزایش نسبت آب به سیمان از ۰/۳۳ تا ۰/۵۰ شیب منحنی عمق سایش رفته‌رفته کاهش پیدا می‌کند.

این مسئله به ماهیت دوفازی بتن در سایش (فاز ملات و فازسنگ-دانه ها) مربوط می‌باشد. هرچه نسبت آب به سیمان افزایش یابد، مقاومت سایشی فاز ملات کاهش پیدا می‌کند ولی مقاومت سایشی بتن به سمت مقاومت سایشی سنگ‌دانه‌ها میل خواهد کرد.

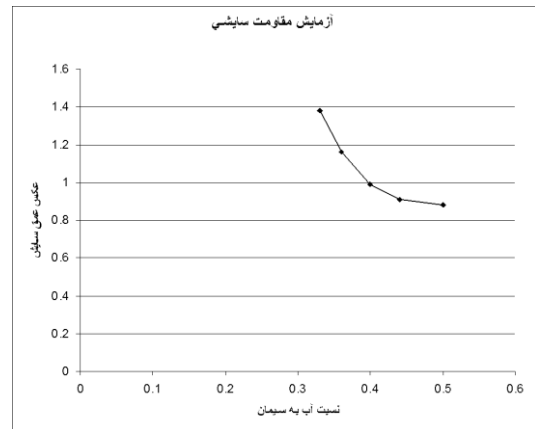
۶- روش آزمایش ماسه پاشی آبی (Water Sand Blast)، روش مناسبی برای ارزیابی مقاومت سایشی بتن در برابر آب می‌باشد، زیرا این روش تا حد زیادی می‌تواند سایش واقعی ایجاد شده در بتن را شبیه‌سازی کند.

۷- روش آزمایش عمق نفوذ (Penetration Method)، روش مناسبی برای ارزیابی نفوذپذیری بتن می‌باشد، زیرا این روش در صورتی مناسب است که نسبت عمق آب در بتن به ارتفاع استوانه بتنی ناچیز باشد که این امر در بتن‌های میکروسیلیسی حاصل می‌شود.

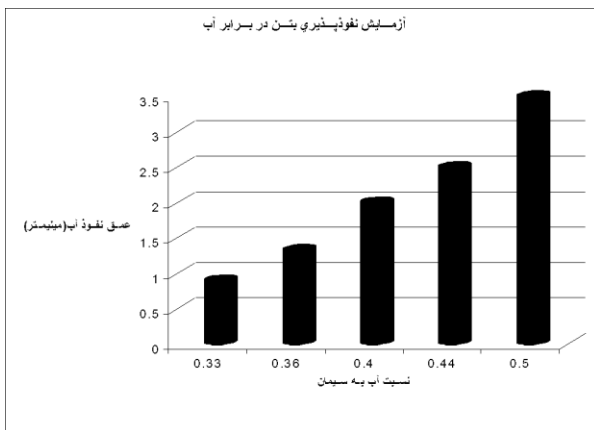
۸- برای افزایش مقاومت سایشی بتن لازم است فاز ملات و فاز سنگ‌دانه‌ها را با هم تقویت نمود. فاز ملات را با کاهش نسبت آب به



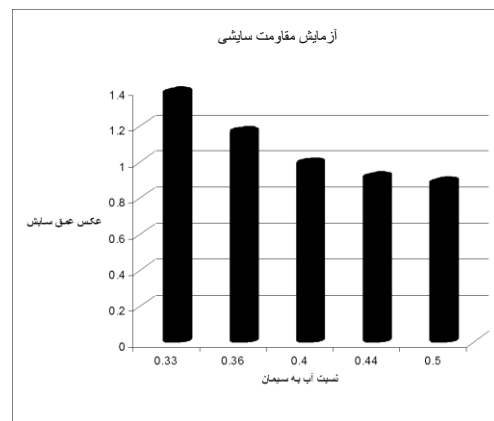
شکل ۶- منحنی تغییرات عمق نفوذ آب به ازاء نسبت آب به سیمان



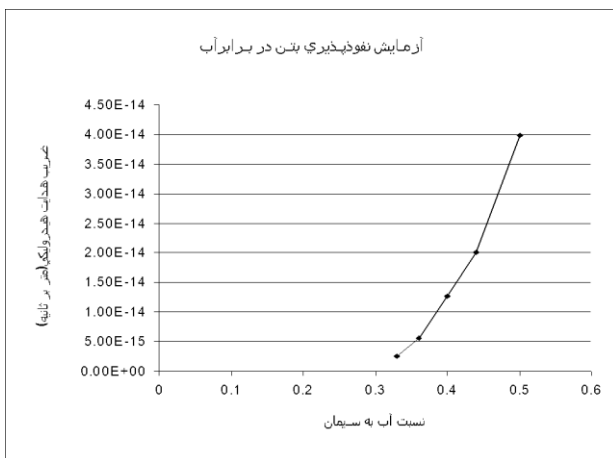
شکل ۳- منحنی تغییرات مقاومت سایشی به ازاء نسبت آب به سیمان



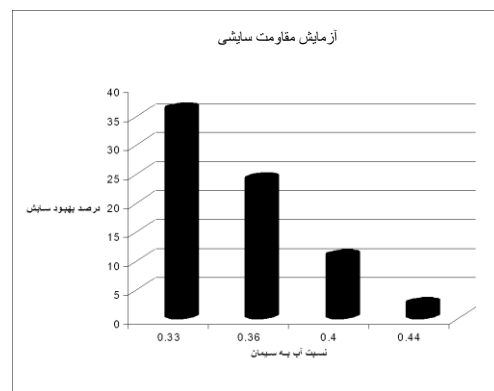
شکل ۷- نمودار میله‌ای عمق نفوذ آب به‌ازاء نسبت آب به سیمان



شکل ۴- نمودار میله‌ای مقاومت سایشی به ازاء نسبت آب به سیمان

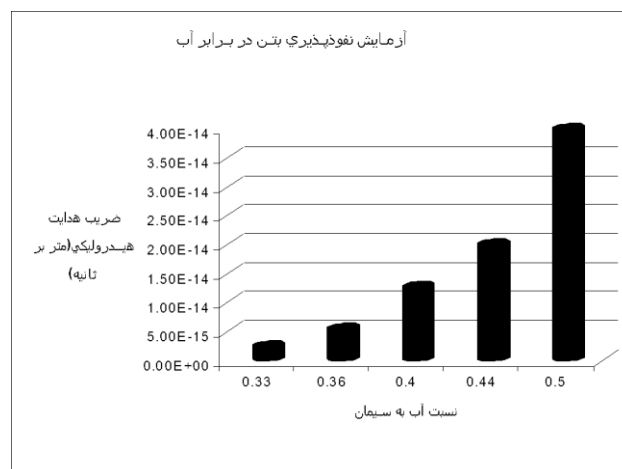


شکل ۸- منحنی تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی به ازاء نسبت آب به سیمان

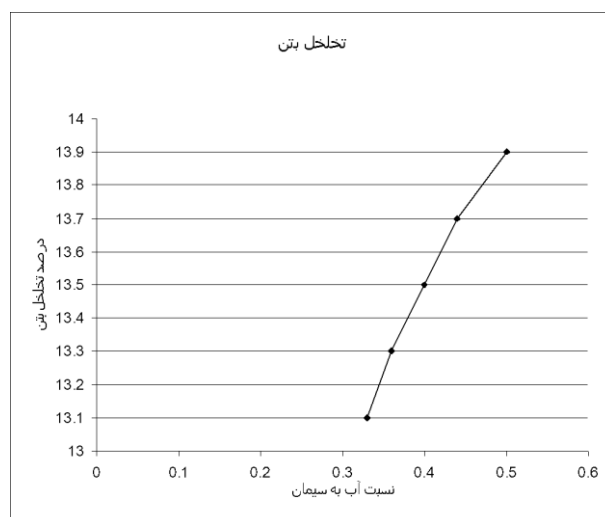


شکل ۵- نمودار میله‌ای درصد بهبود مقاومت سایشی

- 7- Standard Method For The Determination Of Water Permeability Of Concrete, 2009.
- 8- Sorelli, L., Constantinides, G., Ulm, Fj., Toutlemode, F., The Nano-Mechanical Signature Of Ultra High Performance Concrete By Statistical Nano Indentation Techniques. *Cem Concr Res* , 38, 2008, pp 1447-1456.
- 9- Zivica, V., Effects Of The Very Low Water/Cement Ratio, *Const Build Master*, 23(8), 2009, pp 2846-2850.
- 10- Bui, Dd., Hu, J., Stroeven, P., Particle Size Effect On The Strength Of Rice Husk Ash Blended Gap-Graded Portland Cement Concrete, *Cem Concr Compos*, 27(3), 2005, pp 357-366.
- 11- Felekoglu, B., Tosun, K., Baradan, B., Altun, A., Uyulgan, B., The Effect Of Flyash And Limestone Fillers On The Viscosity And Compressive Strength Of Self-Compacting Repair Mortars, *Cem Concr Res* 36, 2008, PP 1719-1726.
- 12- Jo, Bw., Kim, Ch., Tae, G., Park, Jb., Characteristics Of Cement Mortar With Nano-Sio₂ Particles, *Const Build Master* 21(6), 2007, PP 1351-1355.
- 13- Collepardi, M., Collepardi, S., Toli, R., And Skarp, U.U., Combination Of Silica Fume, Fly Ash And Amorphous Nano-Silica In Superplasticized High-Performance Concretes", *Proceeding Of First International Conference On Innovative And Technologies For Construction And Rehabilitation*, Lecce, Italy, 2004, PP 549-468.
- 14- Srivastava, D., Wei, C., And Chao, K., Nanomechanics Of Carbon Nanotubes And Composites". *Applied Mechanics Review*, 56, 2003, PP 215-230.
- 15- Aui, M., And Huang, C.P., The Chemistry And Physics Of Nano-Cement. Report Submitted To Nsf-Reu, University Of Delaware, 2006.
- 16- Abbas, R., Influence Of Nano-Silica Addition On Properties Or Conventional And Ultra-High Performance Concretes, *Hbrc Journal*, Vol. 20, No. 20, 2009, PP 1-13.
- 17- Zhang, Q., Et Al., Study On The Cpe/Nano Sio₂ Blends, *Journal Of Function Polymer* 15(3), 2002, PP 271-275.
- 18- Li, G., Properties Of High Volume Fly Ash Concrete Incorporating Nanosio₂. *Cement And Concrete Research*. 34, 2004, PP 1043 -1049.
- 19- Byungwan, Jo., Changhyun, Kim., Ghiho, Tae., & Jongbin, Park., Characteristics Of Cement Mortar With Nanosio₂ Particles. *Construction & Building Materials* 21, 2007, PP 1351 – 1355.
- 20- Ji, Tao., Preliminary Study On The Water Permeability And Microstructure Of Concrete Incorporating Nanosio₂. *Cement And Concrete Research* 35, 2005, PP 1943 – 1947.
- 21- Shih, J.Y., Chang, T.P., & Hsiao, T.Ch., Effect Of Nanosilica On Characterization Of Portland



شکل ۹- نمودار میله‌ای ضریب هدایت هیدرولیکی به ازاء نسبت آب به سیمان



شکل ۱۰- منحنی تغییرات تخلخل بتن به ازاء نسبت آب به سیمان

۹- مراجع

- ۱- ارزیابی میکروسیلیس کارخانه فروسیلیس سمنان- بخش بتن مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۲- تاجیک، ن.، تأثیر میکروسیلیس بر خواص بتن‌های پر مقاومت، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۶.
- ۳- رضانیانپور، ع.، بتن با مقاومت زیاد، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۶.
- ۴- رضانیانپور، ع.، طرح اختلاط بتن، انتشارات علم و صنعت، ۱۳۷۶.
- ۵- فامیلی، ه.، بتن‌شناسی (خواص بتن)، انتشارات علم و صنعت، ۱۳۶۸.
- 6- Astm Standard Test Method For Abrasion Resistance Of Concrete By Sandblasting, 2008.

- 25- Li, H., Xiao, H., & Ou, J., A Study On Mechanical And Pressure sensitive Properties Of Cement Mortar With Nano phase Materials. *Cement And Concrete Research* 34, 2004, PP 435- 438.
- 26- Qing, Y., Zenan, Zh., Deyu, K., & Rongshen, Ch., Influence Of Nanosio₂ Addition On Properties Of Hardened Cement Paste As Compared With Silica Fume. *Construction And Building Materials* 21, 2007, pp 539–545.
- Cement Composite, *Materials Science And Engineering, A* 424, 2006, PP 266 – 274.
- 22- Li, H., Zhang, M., & Ou, J., Abrasion Resistance Of Concrete Containing Nanoparticles For Pavement, *Wear* 260, 2006, PP 1262 – 1266.
- 23- Bungan, Jo., Changchun, Kim., Ghiho, Tae., & Jongbin, Park., Characteristics Of Cement Mortar With Nanosio₂ Particles, *Construction And Building Materials* 21, 2007, pp 1351–1355.
- 24- Li, H., Xiao, H., Yuan, J., & Ou, J., Microstructure Of Cement Mortar With Nanoparticles. *Composite Part B: Engineering* 35, 2004, PP 185 – 189.

Effect of Water-Cement Ratio on Abrasive Strength, Porosity and Permeability of Silica Fume Concretes

A.Shamsai

Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

M.Najarchi

Department of Civil Engineering, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

S.Peroti

Ph.D Student of Civil Engineering, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

K.Rahmani

Ph.D Student of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Today following the development of construction of hydraulic structures like dams, the matter of concrete durability used in these kinds of structures has gained paramount importance. One of the important factors of concrete durability in these structures is its resistance against abrasion due to the crash of particles carried by water.

To enhance the abrasion resistance of concrete, different methods have been offered and investigated by researchers and one can refer to the following to name a few.

Using aggregates resistant to abrasion, reducing the water-cement ratio, using nanocilica microcylis in concrete, suitable and on time seasoning.

In the present research the following experiments have been done on concrete samples.

-The abrasive strength of block samples of $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ for 28 past days using Sand Blast Method.

-The hydraulic conductivity coefficient of cylinder samples with the height of 10cm., and 10cm., in diameter, 28 past days using Penetration Method.

The results of abrasion experiments showed that by reducing water-cement ratio from 0.50 to 0.33, the abrasive strength of concrete improves as far as 30.94 %.

The permeability experiments showed that;

By reduction of water-cement ratio from 0.50 to 0.33, the hydraulic conductivity coefficient of the concrete is reduced from $39.88 \times 10^{-15} \text{ m/sec}$ to $2.49 \times 10^{-15} \text{ m/sec.}$, and the porosity of concrete is reduced from 13.90 % to 13.10 %.

The above results show that reducing water-cement ratio results in increasing abrasive strength and increasing the hydraulic conductivity coefficient and reducing porosity of silica fume concrete.

Key Words: Abrasive strength, porosity, hydraulic conductivity coefficient, silica fume