

**بررسی شرایط عمل آوری بر روی مقاومت خمشی کفیوش‌های بتنی ساخته شده به روش ویبره  
پرس (پرس خشک)**

**کد D**

محمد رضا زمانی ابیانه<sup>۱</sup>، عرفان فرهنگ<sup>۲</sup>

۱- سرپرست کنترل کیفیت، کارخانه تولید قطعات بتنی، شرکت ابنیه سازان مبتکر شهر، تهران، ورامین

Email : [zamani.abiyane@gmail.com](mailto:zamani.abiyane@gmail.com)

۲- سرپرست کارگاه، کارخانه تولید قطعات بتنی، شرکت ابنیه سازان مبتکر شهر، تهران، ورامین

---

**چکیده**

در این تحقیق تاثیر شرایط عمل آوری بر روی مقاومت خمشی کفیوش‌های بتنی که به روش ویبره پرس (پرس خشک) تولید شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است. کفیوش‌ها ۲۴ ساعت بعد از ساخت به مدت ۰، ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۸ و ۴۵ روز در حوضچه آب قرار گرفتند و در سنین مختلف بر روی آن‌ها آزمایش مقاومت خمشی انجام شد. کفیوش‌ها با نسبت‌های اختلاط یکسان و در دو عیار ۳۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بتن تولید شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. بیشترین مقاومت‌های خمشی در سن ۹۰ روزه؛ در دو عیار ۳۵۰ و ۴۰۰ مربوط به آزمون‌هایی بود که ۴۵ روز درون آب نگهداری شده بودند و به ترتیب ۷/۱ و ۹/۹ مگاپاسکال می‌باشد. کمترین مقاومت خمشی در سن ۹۰ روزه؛ در عیار ۳۵۰ مربوط به آزمون‌های بدون عمل آوری در آب با مقاومت ۵/۷ مگاپاسکال و در عیار ۴۰۰ مربوط به آزمون‌هایی بود که ۱ و ۳ روز در آب عمل آوری شده بودند با مقاومت ۶ مگاپاسکال می‌باشد.

---

**کلمات کلیدی:** قطعات پیش ساخته بتنی، کفیوش بتنی، ویبره پرس، مقاومت خمشی، عمل آوری

---

## ۱. مقدمه

استفاده از قطعات پیش ساخته بتنی در پروژه های عمرانی به علت مزایای فراوانی از قبیل سرعت بالای اجرا و کنترل کیفیت مناسب تر؛ بطور چشم گیری در حال افزایش می باشد. این قطعات در بخش های مختلف از قبیل قسمت های سازه ای و غیر سازه ای ساختمان ها تا قطعات بتنی کنترل ترافیک و مبلمان و محوطه سازی شهری در حال تولید و استفاده می باشند.

حجم بالای درخواست ها و الزامات سخت گیرانه استانداردهای موجود سبب گردیده تا روش های سنتی تولید این قطعات جای خود را به روش های مدرن و صنعتی بدهند.

در روش صنعتی به علت سرعت بالای تولید به وسیله دستگاه های تمام یا نیمه اتوماتیک حجم بالایی از تولیدات را خواهیم داشت که برای رسیدن به کیفیت مناسب این تولیدات نیاز به رعایت نکات اجرایی و فنی زیادی با توجه به روش تولید می باشیم.

برای ساخت قطعات پیش ساخته بتنی روش های مختلفی از جمله روش سنتی قالب باز<sup>۱</sup> و روش پرسی تر<sup>۲</sup> و روش پرسی خشک<sup>۳</sup> وجود دارد.

دو روش ویبره پرس خشک (فشاری خشک) (ویبره پرس) و پرس تر (وت پرس) بیشترین کاربرد را در تولید صنعتی قطعات بتنی پیش ساخته از قبیل جدول و کفپوش های بتنی دارند. هر کدام از این روش ها دارای مزایا و معایبی می باشد که در نهایت تولید کننده با توجه به شرایط موجود یکی از این روش ها را انتخاب می کند.

در روش فشاری تر، بتن با سطح کارایی خمیری شل یا بالاتر (اسلامپ بالاتر از ۱۵۰ میلی متر) تولید شده، در قالب ریخته و متراکم می گردد. سپس آب اضافی از سطوح آن مکیده و توسط صفحات جاذب آب، جذب می گردد و همزمان با خروج آب، با اعمال نیروی ۴۰۰ تن همراه ویبره، بتن متراکم و فشرده می گردد تا فضای خالی ایجاد شده در اثر خروج آب تا حد امکان کم گردد. از مهمترین و اصلی ترین ویژگی های قطعات بتنی تولید شده به این روش می توان به ظاهر، دوام و مقاومت مناسب تر نسبت به سایر روش ها اشاره کرد. محدودیت اصلی در تولید به این روش سرعت پایین و هزینه بالاتر نسبت به روش فشاری خشک می توان اشاره کرد.

در روش فشاری خشک، بتن با سطح کارایی خیلی سفت تا خیلی خشک که بتنی با اسلامپ صفر می باشد، در قالب ریخته و با فشار متراکم می شود. یکی از مزایای روش فشاری خشک، سرعت اجرا و خروج قطعه از قالب بلافاصله پس از جابجایی و تراکم است که عدم نیاز به تعداد زیادی قالب را به دنبال دارد. همچنین نسبت آب به سیمان پایین در بتن های مورد استفاده در این روش، بهبود کیفیت بتن را سبب می گردد [۱]. رسیدن به تراکم مطلوب به علت استفاده از بتن با اسلامپ صفر و زمان محدود تراکم از محدودیت های اصلی در این روش می باشد.

یکی از پرکاربردترین قطعات بتنی که می تواند به روش فشاری خشک تولید شود، کفپوش های بتنی می باشد. که این کفپوش ها با کاربردهای مختلف ترافیکی و غیر ترافیکی در ابعاد و اشکال مختلف به این روش تولید می گردند.

دستیابی به ویژگی های مقاومتی و دوامی مطلوب در قطعات بتنی می تواند نتیجه ی عوامل مختلفی باشد؛ از جمله مصالح مناسب، طرح اختلاط صحیح و رعایت اصول فنی در ساخت، حمل، جابجایی و عمل آوری [۱]. همانگونه که ذکر شد عمل آوری یکی از مراحل تاثیرگذار بر روی مشخصات بتن سخت شده می باشد. برای دستیابی به بتنی با کیفیت خوب و مطلوب، باید عملیات بتن ریزی را با عمل آوردن آن در محیطی مناسب و در طول مراحل سخت شدن بتن دنبال نمود.

<sup>1</sup> Concrete kerb

<sup>2</sup> Wet press

<sup>3</sup> Dry press

برای دستیابی به بتنی با کیفیت خوب و مطلوب، باید عملیات بتن‌ریزی را با عمل آوردن آن در محیطی مناسب و در طول مراحل اولیه سخت شدن دنبال نمود.

واژه عمل آوردن به سلسله اقداماتی گفته می‌شود که برای تکمیل و پیشرفت هیدراتاسیون سیمان، و بنابراین به منظور افزایش مقاومت بتن، مورد استفاده قرار گرفته و به مرحله اجرا در می‌آید.

روش‌ها و مواد متعددی را می‌توان برای عمل آوردن بتن به کار برد که برخی از آن‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

- عمل آوری توسط آب
  - عمل آوری با عایق (پوشش‌های نفوذناپذیر)
  - عمل آوری در حرارت‌های زیاد- عمل آوری با بخار در فشار کم
  - عمل آوری در حرارت‌های زیاد- عمل آوری با بخار در فشار زیاد (اتوکلاوکردن)
- انتخاب روش مناسب عمل آوری، یکی از دلایل مهم جهت رسیدن به بتن سخت شده‌ی با مقاومت و دوام مطلوب می‌باشد. از این رو مقایسه روش‌های عمل آوری می‌تواند اطلاعات مفیدی را در این انتخاب در اختیار ما قرار دهد.
- تحقیقات مختلف و زیادی در سطح دنیا به بررسی شرایط عمل آوری بر روی مشخصات بتن پرداخته‌اند ولی دامنه این تحقیقات بر روی بتن‌های بدون اسلامپ و تاثیر آن بر روی مشخصات قطعات پیش ساخته بتنی تولید شده با بتن بدون اسلامپ به روش فشاری خشک بسیار محدود می‌باشد. لذا در این تحقیق تاثیر شرایط عمل آوری بر روی مشخصات کفپوش‌های بتنی تولید شده به روش فشاری خشک بررسی شد. در این تحقیق برای بررسی مشخصات بتن سخت شده از آزمایش مقاومت خمشی سه نقطه‌ای استفاده شد.

## ۲. پیشینه تحقیق

تحقیقات انجام شده توسط نانی [۳] در مورد اثر مدت زمان عمل آوری مرطوب بر روی مقاومت فشاری بتن غلتکی روسازی، نشانگر افت مقاومت نمونه‌های با یک روز عمل آوری مرطوب در مقایسه با نمونه‌های با ۲۸ روز عمل آوری مرطوب از ۲۰ تا ۴۵ درصد است. در صورت عمل آوری مرطوب به مدت ۳ روز، میزان افت مقاومت ۱۵ تا ۲۰ درصد گزارش شده است. یکی از روش‌های متداول عمل آوری سطوح بتنی، به ویژه در اقلیم‌های خشک، عمل آوری با استفاده از ترکیبات شیمیایی است. تحقیق محدودی که درباره مقایسه با عمل آوری مرطوب بر روی نفوذپذیری نمونه‌های بتن غلتکی به عنوان مشخصه‌ای از دوام صورت گرفته، نشانگر نبود تفاوت قابل توجه بین این دو روش است [۴].

باقری و همکاران [۵] در تحقیقی که تاثیر عمل آوری بر روی بتن‌های غلتکی مورد استفاده در روسازی راه داشتند، نشان دادند بکار نبستن عمل آوری باعث افت مقاومت‌های فشاری، حدود ۴۵ درصد نسبت به مخلوط‌های کنترل که تحت عمل آوری مرطوب بوده اند شده است. عمل آوری با ترکیبات شیمیایی تأثیر نسبتاً کمی در بهبود وضعیت داشته است. میزان افت مقاومت در صورت کاربرد این مواد نسبت به مخلوط‌های کنترل حدود ۳۵ درصد بوده است. تأثیر منفی بکار نبستن عمل آوری مرطوب بر مقاومت‌های خمشی بتن‌های غلتکی روسازی مطالعه شده، بیشتر از تأثیر مشاهده شده بر مقاومت‌های فشاری بوده است.

## ۳. برنامه آزمایشگاهی

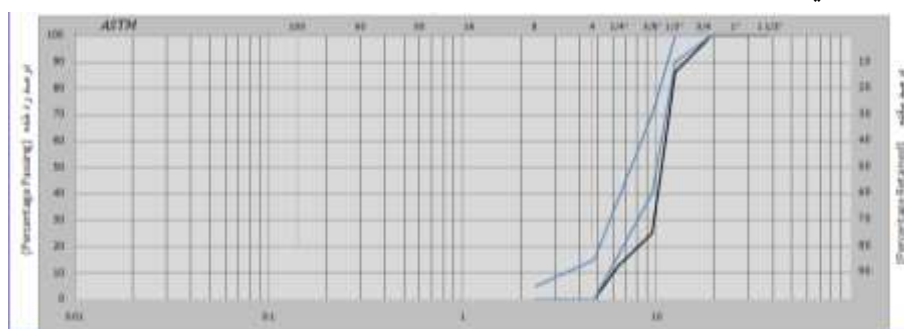
اهداف عمده از انجام این تحقیق تعیین تأثیر شرایط مختلف عمل آوری، بر روی خواص بتن‌های بدون اسلامپ مورد استفاده در قطعات پیش ساخته بتنی می‌باشد. از اینرو کفپوش‌ها با نسبت‌های اختلاط یکسان و در دو عیار ۳۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بتن تولید شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. کفپوش‌های مورد استفاده در این تحقیق دارای

ابعاد  $20 \times 20 \times 6$  سانتی متر می‌باشند و با روش فشاری خشک تولید شده‌اند. کفپوش‌ها ۲۴ ساعت بعد از ساخت به مدت ۰، ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۸ و ۴۵ روز در حوضچه آب قرار گرفتند و در سنین مختلف (۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۸، ۶۵ و ۹۰ روزه) بر روی آن‌ها آزمایش مقاومت خمشی انجام شد.

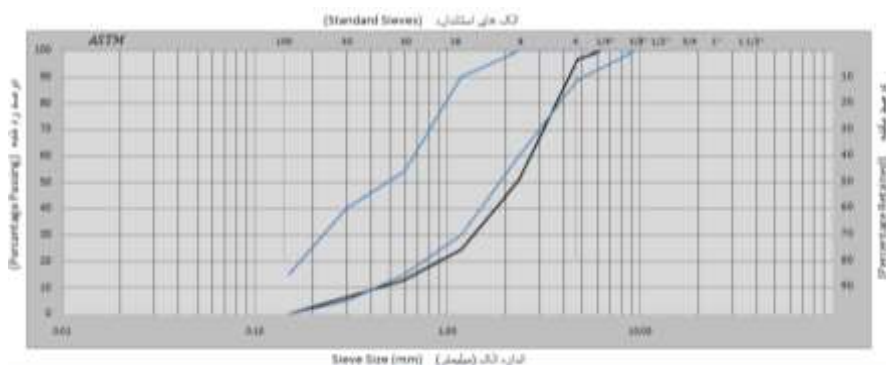
#### ۴. مصالح مورد استفاده

##### سنگدانه‌ها

مصالح سنگی مورد استفاده در این تحقیق از دو بخش شن و ماسه تشکیل شده است. شن نیمه شکسته با اندازه حداکثر  $12/5$  میلی‌متر، و ماسه طبیعی دوبارشور، هر دو از معادن واقع در شرق تهران (جمال آباد ورامین) تأمین شدند. نمودار دانه بندی مصالح سنگ مورد استفاده در شکل‌های ۱ و ۲ آورده شده است و با محدودیت‌های اجباری استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲ [۶] مقایسه شده است.



شکل ۱- نمودار دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه (شن)



شکل ۲- نمودار دانه بندی مصالح سنگی ریز دانه (ماسه)

مدول نرمی ماسه استفاده شده در تحقیق برابر  $3/54$  تعیین شد که طبق استاندارد ملی ایران ۳۰۲ در رده ۲ (ضریب نرمی  $2/3$  الی  $3/8$ ) قرار می‌گیرد [۶].

##### سیمان

در ساخت بتن مورد استفاده در نمونه‌های این تحقیق از سیمان پرتلند نوع دو کارخانه سیمان تهران استفاده شد.

##### آب

در ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی این تحقیق از آب چاه مورد استفاده در تولید قطعات بتنی کارخانه همکار (کارخانه قطعات بتنی ابنیه سازان مبتکر شهر) استفاده شد. آب مصرفی الزامات آب مصرفی در بتن را رعایت می‌کند.

## ۵. شرایط ساخت و عمل آوری نمونه‌ها

در روش تولید به روش فشاری خشک بتن بعد از قالب گیری، ۳ ثانیه مورد پرس (فشار) با نیروی ۴۰۰ تن و ویبره قرار گرفته و بلافاصله از قالب خارج می‌شود. ویبره توسط چهار دینام با قدرت ۰/۵ کیلووات و ۳۰۰۰ دور در دقیقه صورت می‌گیرد. پالت ها در ابعاد ۸۰ در ۱۲۰ سانتی متری بوده و بر روی آن‌ها ۱۶ کفیوش ۲۰\*۲۰ تولید می‌گردد. نمونه‌ها جهت بررسی مشخصات مورد نظر از نقاط مختلف پالت انتخاب شده‌اند. برای بررسی تأثیر شرایط مختلف عمل آوری بر خواص مقاومتی و بطور خاص مقاومت، آزمون‌ها پس از ۲۴ ساعت بعد از خروج از قالب به شرح جدول ۱ عمل آوری شدند:

جدول ۱- شرایط عمل آوری آزمون‌ها

آزمون‌های ساخت شده با عیار ۴۰۰		آزمون‌های ساخت شده با عیار ۳۵۰	
شرایط عمل آوری	کد طرح	شرایط عمل آوری	کد طرح
بدون عمل آوری در حوضچه آب	40C0	بدون عمل آوری در حوضچه آب	35C0
یک روز عمل آوری در حوضچه آب	40C1	یک روز عمل آوری در حوضچه آب	35C1
سه روز عمل آوری در حوضچه آب	40C3	سه روز عمل آوری در حوضچه آب	35C3
۷ روز عمل آوری در حوضچه آب	40C7	۷ روز عمل آوری در حوضچه آب	35C7
۱۴ روز عمل آوری در حوضچه آب	40C14	۱۴ روز عمل آوری در حوضچه آب	35C14
۲۸ روز عمل آوری در حوضچه آب	40C28	۲۸ روز عمل آوری در حوضچه آب	35C28
۴۵ روز عمل آوری در حوضچه آب	40C45	۴۵ روز عمل آوری در حوضچه آب	35C45

آزمون‌هایی که دوره عمل آوری خود درون حوضچه را گذرانده بودند ادامه روند کسب مقاومت خود را در هوای آزاد تا سن مورد آزمایش طی کردند. دمای محیط در هوای آزاد در حدود ۲۵ الی ۳۰ درجه متغیر بوده است. درصد رطوبت محیطی که نمونه‌ها در هوای آزاد گزرانده‌اند  $10 \pm 40$  درصد بوده است.

## ۶. طرح مخلوط

طرح اختلاط مورد استفاده در ساخت نمونه‌ها با استفاده از تجربیات موجود و ملزومات مورد نیاز انتخاب گردید. طرح اختلاط مورد استفاده در ساخت نمونه‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: نسبت‌های اختلاط مورد استفاده در تولید کفیوش‌های بتنی

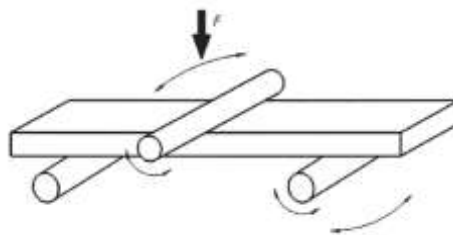
مصالح مصرفی	سیمان	شن	ماسه	آب
مقدار (کیلوگرم) (عیار ۳۵۰)	۳۵۰	۹۸۸	۹۵۲	۱۰۵
مقدار (کیلوگرم) (عیار ۴۰۰)	۴۰۰	۹۴۵	۹۱۰	۱۲۰

در تعیین نسبت‌های اختلاط؛ از نسبت آب به سیمان ۰/۳ و نسبت حجمی برابر شن و ماسه استفاده شده است.

### ۷. آزمایش مقاومت خمشی

استاندارد ۷۵۵ ملی ایران (ویژگی‌ها و روش‌های آزمون موزاییک سیمانی) [۷]؛ آزمایش استحکام خمشی را جهت بررسی مشخصات مقاومتی موزاییک‌ها بیان داشته است. از اینرو که شهرداری تهران نیز این آزمایش را در جهت رد یا قبول کفیوش‌های بتنی مورد تایید خود می‌داند؛ در این تحقیق از این مشخصه در بررسی تاثیر شرایط عمل آوری بر مشخصات بتن استفاده بردیم.

آزمون مقاومت خمشی اشاره شده در این استاندارد؛ آزمایش خمش سه نقطه‌ای می‌باشد. در شکل زیر کلیات این روش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳: اصول آزمون شکست

بعد از بارگذاری آزمون‌ها مقاومت شکست با توجه به فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$T = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times t^2}$$

که در آن:

$T$  مقاومت، برحسب مگاپاسکال؛

$P$  بار شکست، برحسب نیوتن؛

$L$  فاصله تکیه‌گاه‌ها، برحسب میلی‌متر؛

$b$  عرض موزاییک مورد آزمون، برحسب میلی‌متر؛

$t$  ضخامت هر نمونه، برحسب میلی‌متر.

### ۸. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی

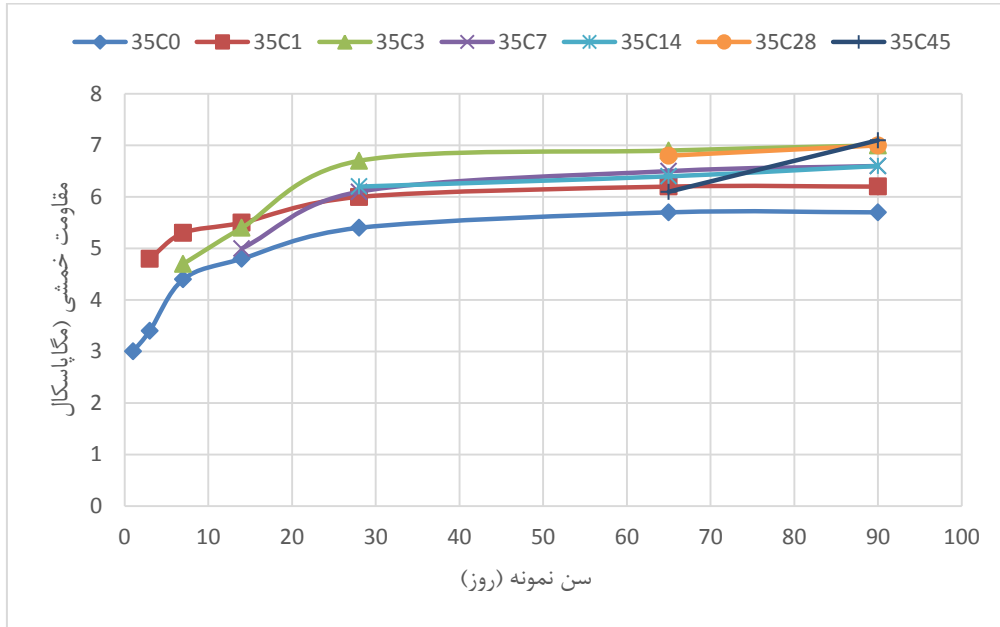
نتایج مقاومت خمشی آزمون‌ها در نمودارها و جداول زیر آورده شده است. مقاومت خمشی اعلام شده در هر سن و هر شرایط عمل آوری مربوط به میانگین سه آزمون می‌باشد.

جدول 3: نتایج آزمایش مقاومت خمشی بر روی کفپوش‌های بتنی با عیار ۳۵۰

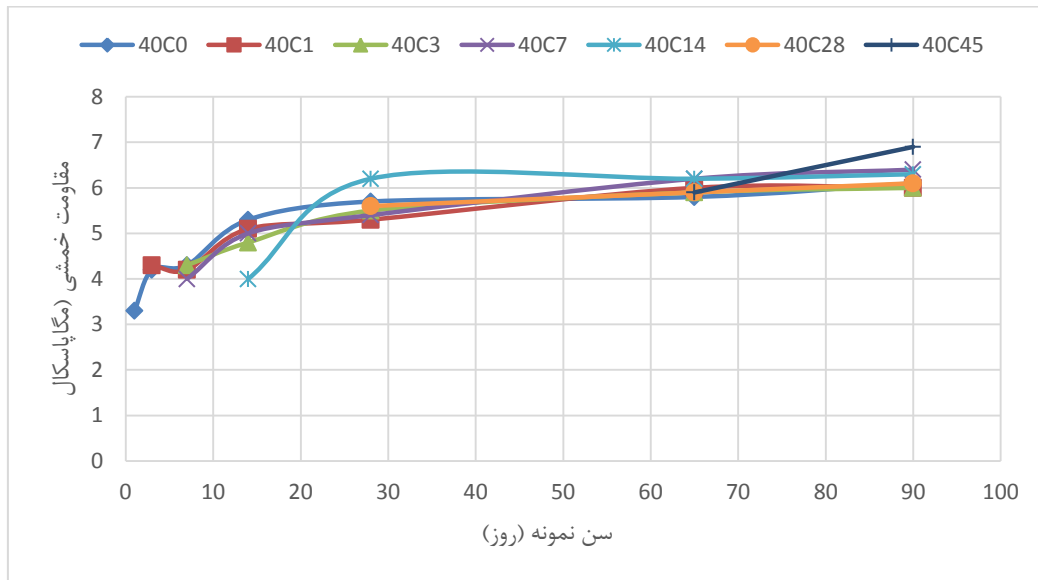
مقاومت خمشی (مگاپاسکال)							سن نمونه کد نمونه
۹۰	۶۵	۲۸	۱۴	۷	۳	۱	
۵/۷	۵/۷	۵/۴	۴/۸	۴/۴	۳/۴	۳	35C0
۶/۲	۶/۲	۶	۵/۵	۵/۳	۴/۸		35C1
۷	۶/۹	۶/۷	۵/۴	۴/۷			35C3
۶/۶	۶/۵	۶/۱	۵				35C7
۶/۶	۶/۴	۶/۲					35C14
۶/۸	۶/۸						35C28
۷/۱	۶/۱						35C45

جدول 4: نتایج آزمایش مقاومت خمشی بر روی کفپوش‌های بتنی با عیار ۴۰۰

مقاومت خمشی (مگاپاسکال)							سن نمونه کد نمونه
۹۰	۶۵	۲۸	۱۴	۷	۳	۱	
۶/۱	۵/۸	۵/۷	۵/۳	۴/۳	۴/۲	۳/۳	40C0
۶	۶	۵/۳	۵/۱	۴/۲	۴/۳		40C1
۶	۵/۹	۵/۵	۴/۸	۴/۳			40C3
۶/۴	۶/۲	۵/۴	۵	۴			40C7
۶/۳	۶/۲	۶/۲	۴				40C14
۶/۱	۵/۹	۵/۶					40C28
۶/۹	۵/۹						40C45



شکل ۴: نتایج آزمایش مقاومت خمشی بر روی کفپوش‌های بتنی با عیار ۳۵۰



شکل ۵: نتایج آزمایش مقاومت خمشی بر روی کفپوش‌های بتنی با عیار ۴۰۰



با توجه به جدول ۳ و شکل ۴؛ بیشترین مقاومت خمشی در سن ۶۵ روزه مربوط به آزمون‌ها با ۳ زوط عمل آوری در آب و در سن ۹۰ روزه مربوط به ۴۵ روز عمل آوری در آب می‌باشد. اما در هر دو سن ۶۵ و ۹۰ روز کمترین مقاومت مربوط به آزمون‌های بدون عمل آوری در آب با مقاومت ۵/۷ مگاپاسکال می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد در آزمون‌های ساخته شده با عیار ۳۵۰ با حداقل ۳ روز عمل آوری در آب می‌توان باعث افزایش مقاومت آزمون‌ها تا ۱ مگاپاسکال شد. (از مقاومت‌های ۵/۷ و ۶/۲ به مقاومت‌های ۶/۶ تا ۷/۱ رسیده‌ایم)

در اغلب سنین، مقاومت خمشی آزمون‌های کمتر از ۳ روز عمل آوری در آب؛ مقاومت کمتری نسبت به میانگین مقاومت‌ها در آن سن دارند.

با توجه به جدول ۴ و شکل ۵؛ بیشترین مقاومت در سن ۶۵ روزه مربوط به ۷ و ۱۴ روز عمل آوری در آب و در سن ۹۰ روزه مربوط به ۴۵ روز عمل آوری در آب می‌باشد. کمترین مقاومت در سن ۶۵ و ۹۰ روزه به ترتیب مربوط به آزمون‌ها بدون عمل آوری در آب و یک یا ۳ روز عمل آوری در آب می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد با در آزمون‌های ساخته شده با عیار ۴۰۰ با بیش از ۳ روز عمل آوری در آب می‌توان باعث افزایش مقاومت آزمون‌ها تا ۰/۹ مگاپاسکال شد. (از مقاومت‌های ۶ و ۶/۱ به مقاومت‌های ۶/۴ تا ۶/۹ رسیده‌ایم)

## ۹. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در دو طرح با عیار ۳۵۰ و ۴۰۰ مشاهده شد که در سن ۶۵ روزه مقاومت آزمون‌هایی با مدت عمل آوری کمتر در آب، دارای مقاومت بیشتری نسبت به آزمون‌ها ۴۵ روز عمل آوری در آب می‌باشند. یکی از دلایلی که می‌تواند باعث این اتفاق باشد اثر منفی فشار آب حفره ای در کاهش مقاومت می‌باشد. آزمون‌ها با مدت عمل آوری کمتر در آب، فرصت بیشتری برای خشک شدن داشته‌اند در نتیجه در سن ۶۵ روزه مقاومت بالاتری داشته‌اند اما با گذشت زمان آزمون‌ها ۴۵ روز عمل آوری در آب نیز کاملاً خشک شده و در سن ۹۰ روزه اثر منفی فشار آب حفره ای در مقاومت مشاهده نمی‌شود.

بالاترین مقاومت خمشی در دو طرح با عیار ۳۵۰ و ۴۰۰ در سن ۹۰ روزه و در شرایط ۴۵ روز عمل آوری در آب به ترتیب ۷/۱ و ۶/۹ مگاپاسکال حاصل شد.

نتایج دو سری طرح اختلاط نشان می‌دهد که با عمل آوری بیش از ۳ روز می‌توان تا تقریباً ۲۰ درصد مقاومت خمشی را افزایش داد. این نتیجه در عیار ۳۵۰ قابل مشاهده تر است که حتی با یک روز عمل آوری در آب مقاومت در سن ۹۰ روزه ۵/۷ به ۶/۲ افزایش یافته که نشان از ۸ درصد افزایش مقاومت دارد.

در نتیجه پیشنهاد می‌شود به تولیدات قطعات بتنی تا سنین سه روزه رطوبت به صورت قابل قبولی رسانده شود تا فرآیند هیدراتاسیون سیمان بتواند پیشرفت کرده و از بیشترین توان بالقوه مقاومتی خمیر سیمان استفاده شود.

## ۱۰. قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند در آخر از جناب آقای مهندس جبارپور مدیرعامل محترم شرکت و کارخانه تولید قطعات بتنی ابنیه سازان مبتکر شهر کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

## ۱۱. مراجع

- [۱] فامیلی، ه.، تدین، م.، خوش سیما، م.ر. (۱۳۹۲) "اثر دمای ریختن بر برخی مشخصات مکانیکی و دوام جداول بتنی پرسی خشک". نشریه مهندسی عمران فردوسی، سال ۲۴، شماره ۲.
- [۲] تالیف: میندس، س.، یانگ، ف.، داروین، د. ترجمه: شکرچی زاده، م.، قدوسی، پ.، رضانیانپور، ع.ا. (۱۳۹۲) "بتن". چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۳] Nanni, A. (1988) "Curing of roller compacted concrete: strength development", Journal of Transportation Engineering, Vol. 114, No.6
- [۴] Bantia, N.[et al.]"Permeability of roller compacted concrete", ASCE Journal of Materials in Civil Eng., Vol. 4, No. 1, 1992
- [۵] باقری، ع.، محمودیان، م.، فخری، م.، (۱۳۸۵) "تأثیر عمل آوری بر خواص بتنهای غلتکی روسازی راه، با و بدون دوده سیلیس"، پژوهشنامه حمل و نقل، سال سوم، شماره سوم.
- [۶] استاندارد ملی ایران ۳۰۲، "سنگدانه‌های بتن-ویژگی‌ها"، تجدید نظر سوم، ۱۳۹۴
- [۷] استاندارد ملی ایران ۱-۷۵۵، "موزاییک‌های سیمانی- قسمت ۱: برای کاربرد داخلی-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"، چاپ اول، ۱۳۹۲