

## تأثیر نسبت آب به سیمان بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی بتن های معمولی و پرعیار حاوی آب مغناطیسی

محمدعلی دشتی رحمت آبادی<sup>۱</sup>، رضا ارجمندیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه آزاد یزد

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه آزاد یزد

irdashti@iauyazd.ac.ir

### چکیده

بتن مصالح برگزیده در صنعت ساختمان و پر مصرف ترین مصالح مصرفی بشر پس از آب به حساب می آیند. در دو دهه اخیر تکنولوژی جدیدی به نام تکنولوژی آب مغناطیسی جهت افزایش کارایی و مقاومت بتن با توجه به مصرف سیمان و آب کم تر مطرح شده است به منظور بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر کارایی بتن تر و همچنین مقاومت فشاری بتن سخت شده، ابتدا آب مغناطیسی توسط دستگاهی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته و سپس با طرح اختلاط های متفاوت ساخته شده است. که در این پروژه به بررسی اثر آب مغناطیسی بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن می پردازیم. این تحقیق به بررسی تأثیرات استفاده از آب مغناطیس، بر مقاومت فشاری و روانی بتن های کم عیار، معمولی و پر عیار می پردازد. متغیر های این تحقیق شامل شدت میدان مغناطیسی، و نسبت آب به سیمان در طرح های اختلاط متفاوت می باشند. در انتها نمودارها و رابطه مقاومت فشاری و کارایی بتن های حاوی آب مغناطیسی با نسبت آب به سیمان ارائه می گردد تمام نمونه های آزمایشگاهی بتن به مدت ۷ و ۲۸ روز در آب نگهداری شدند و در این آزمایشها از آب شرب و همچنین از آب یک دور مغناطیسی شده، ۵ دقیقه مغناطیسی شده و ۱۵ دقیقه مغناطیسی شده استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش بیانگر آن است که مقاومت فشاری ۲۸ روزه، نمونه های ساخته شده با آب مغناطیسی در بتن های با عیار متوسط و زیاد به ترتیب در نسبت آب به سیمان ۰/۶ با افزایش ۱۳٪، ۱۴٪ و کاهش ۲۶٪ میانگین مقاومت فشاری نسبت به آب شرب را نشان داده است.

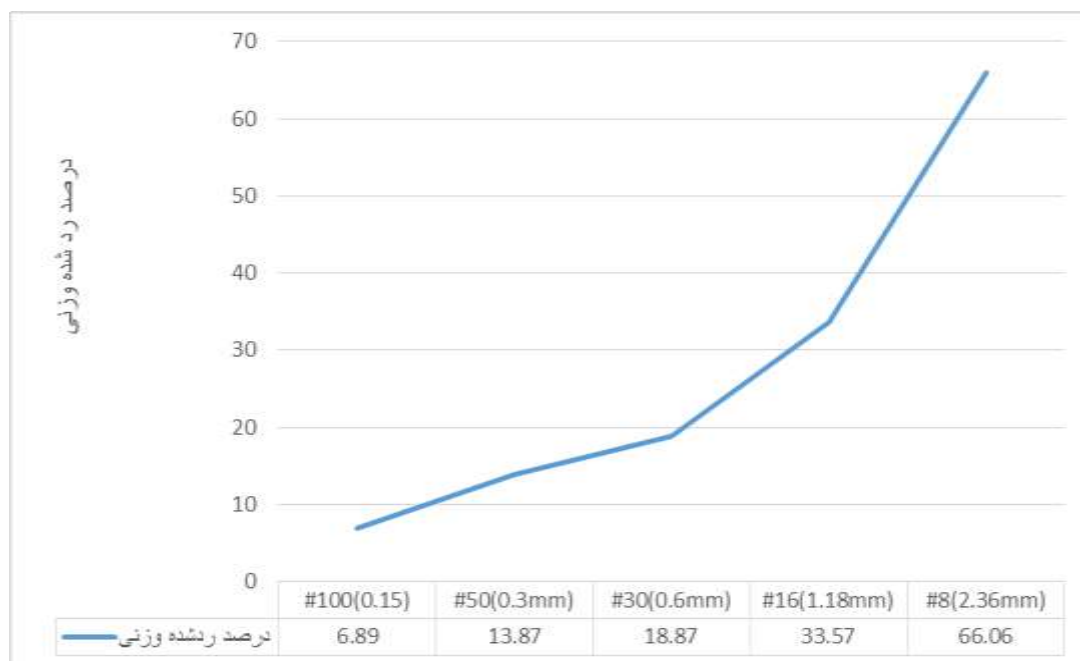
**واژه های کلیدی:** آب مغناطیسی، نسبت آب به سیمان، مقاومت فشاری، بتن معمولی، بتن کم عیار و بتن پر عیار

## ۱- مقدمه و تاریخچه تحقیقات

بتن جسم بسیار سخت و سنگ ماندنی است که از ترکیب مقدار معین و حساب شده سیمان، شن، ماسه و آب به دست می آید. در سال ۱۹۹۸ مقاله ای تحت عنوان (کاربرد آب القاء شده مغناطیسی در خواص فیزیکی و مکانیکی بتن تازه) توسط آبدیس مکالهااس گمز انتشار یافت. در این مقاله نویسنده به مقایسه بتن های تهیه شده با آب شرب و مغناطیسی پرداخته و در پایان نتیجه گرفت که آب مغناطیسی مقاومت فشاری بتن افزایش می دهد. [۱] تدین فر، غ، قلی زاده، م، "اثر آب مغناطیسی بر روی پارامترهای مقاومتی بتن بهبود خواص بتنهای با مقاومت بالا همواره مورد توجه دست اندرکاران علم تکنولوژی بتن بوده است. در این تکنولوژی، با القاء میدان مغناطیسی به آب، ساختار فیزیکی آن تغییر می یابد. در نتیجه این تغییرات تعداد مولکولها در یک تجمع مولکولی از ۱۳ به ۵ یا ۶ عدد نقصان یافته و کشش سطحی آب کاهش پیدا می کند. کاربرد این آب فرآوری شده در بتن از یک سو موجب افزایش روانی مخلوط بتن و کاهش آب مورد نیاز شده و از سوی دیگر با تسهیل هیدراسیون سیمان موجب بهبود مقاومت و دوام بتن و در نتیجه صرفه جویی در میزان بتن مصرفی می گردد [۲]. در این پایان نامه با استفاده از طرح اختلاط های ساخته شده در آزمایشگاه بتن دانشگاه، اثر آب مغناطیسی بر روی خواص مکانیکی بتن های معمولی و بتن های با مقاومت بالا از قبیل روانی و مقاومت فشاری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آزمایش های انجام شده نشان داده است که: در اکثر موارد بتن- های ساخته شده با آب مغناطیسی دارای مقاومت فشاری و روانی بالاتری بوده و استفاده از آب مغناطیسی در ساخت بتن، روانی و مقاومت فشاری آن را بهبود می بخشد. همچنین در بعضی از موارد با یکسان گرفتن روانی و مقاومت فشاری نمونه های تهیه شده با آب مغناطیسی و آب معمولی می توان در مصرف سیمان صرفه جویی کرد.

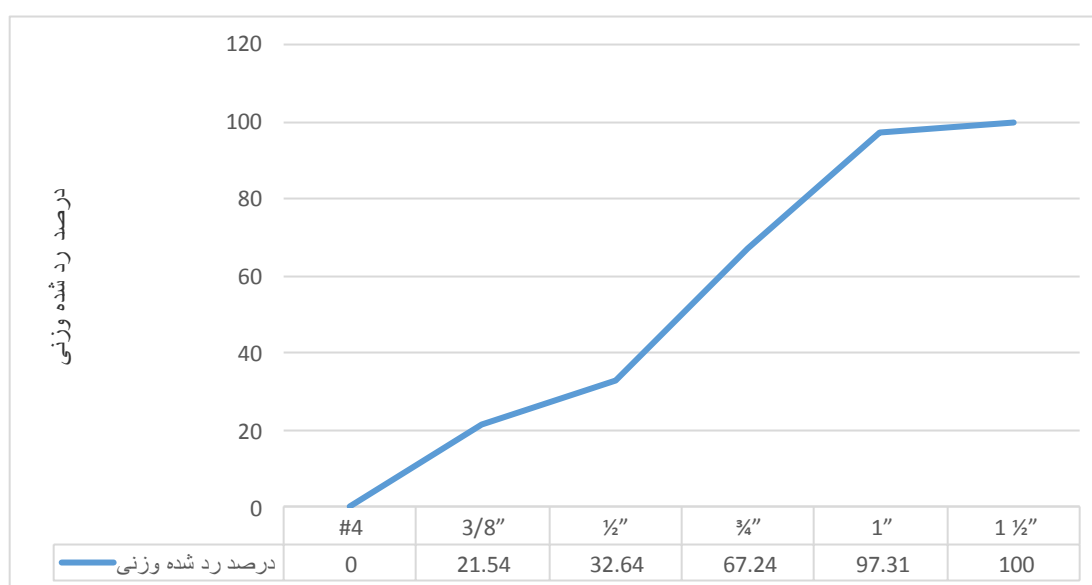
## ۲- برنامه آزمایشگاهی

ریز دانه ها را طبق آیین نامه ASTM C۳۳ دانه بندی نمودیم. در جداول ۴-۱ و ۴-۲ ضمن ارائه نتایج آزمایش دانه بندی، نتایج دانه بندی ماسه های با مقادیر مجاز توصیه شده توسط آئین نامه مقایسه شده است. ماسه که نتایج دانه بندی آن در محدوده مجاز آیین نامه قرار می گیرد برای استفاده در این تحقیق انتخاب شده است. مدول نرمی، عبارت است از مجموع درصدهای مانده روی الک های استاندارد تقسیم بر عدد ۱۰۰ که در این پژوهش مدول نرمی ماسه نیز مطابق آیین نامه ASTM C۱۳۶ مقدار ۳/۶ به دست می آید.



نمودار ۱: دانه بندی ریزدانه مصالح طبیعی

نمودار ۲: دانه بندی درشت دانه مصالح طبیعی



## ۲-۱- دستگاه تولید آب مغناطیسی

این دستگاه دارای یک آهنربای قوی است که منبع تولید انرژی مغناطیسی بوده و مورد استفاده این پروژه می باشد. این آهنربا با تکنیک بسیار پیشرفته ای درون یک لوله کوچک جا سازی و می تواند میدان مغناطیسی درون این دستگاه را به رقم قابل ملاحظه ای در حدود ۶۵۰۰ گاوس برساند. بر اساس گزارش کمپانی سازنده دستگاه (شرکت HPS) در طول ۵۰ سال تنها ۲٪ از انرژی کاسته خواهد شد. این منبع انرژی نیاز به احیا و بازیابی ندارد چنانچه خود دستگاه نیز نیاز به اپراتوری، سرویس و یا تعمیر نخواهد داشت [۳]



شکل ۱: دستگاه آب مغناطیسی CORRECT-AQUA

## ۲-۲- طرح اختلاط

در پایان با ساخت ۳۰۸ نمونه آزمایشی با استفاده از آیین نامه (۸۹-۲۱۱-ACI) و انجام اصلاحات لازم طرح اختلاط زیر به روش محاسباتی دستی پیشنهاد می شود.

جدول ۱- نسبت های وزنی طرح اختلاط نهایی بتن با مصالح طبیعی ( $\text{kg/m}^3$ )

سیمان $\text{Kg/m}^3$	آب $\text{Kg/m}^3$	W/C	شن $\text{kg/m}^3$	ماسه $\text{Kg/m}^3$
۳۰۰	۱۳۵	۰/۴۵	۱۰۷۲	۹۴۹/۷۸
۳۰۰	۱۵۰	۰/۵	۱۰۷۲	۹۱۰/۲
۳۰۰	۱۶۵	۰/۵۵	۱۰۷۲	۸۷۰/۵۷
۳۰۰	۱۸۰	۰/۶	۱۰۷۲	۸۳۱
۶۰۰	۲۱۰	۰/۳۵	۱۰۷۲	۵۰۰/۳۵
۶۰۰	۲۴۰	۰/۴	۱۰۷۲	۴۲۱/۱۳
۶۰۰	۲۷۰	۰/۴۵	۱۰۷۲	۳۴۱/۹۵
۶۰۰	۳۰۰	۰/۵	۱۰۷۲	۲۶۲/۷۵
۶۰۰	۳۳۰	۰/۵۵	۱۰۷۲	۱۸۳/۵۵
۶۰۰	۳۶۰	۰/۶	۱۰۷۲	۱۰۴/۳۵

## ۳- نتایج آزمایش

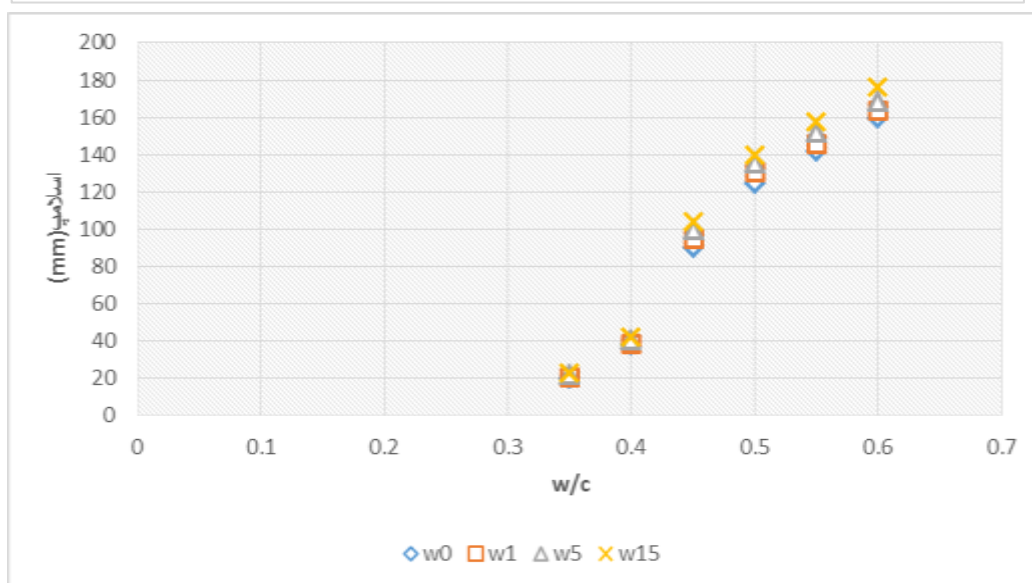
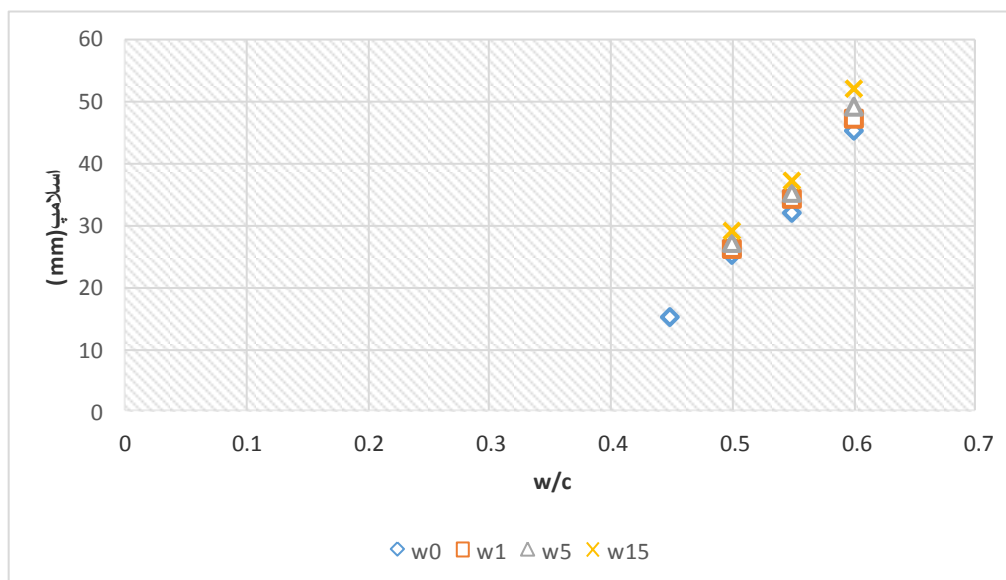
نتایج آزمایش روانی بتنبر مبنای جریان اسلامپدر جداول آمده است مقاومت فشاری نمونه مکعبی به ابعاد اسمی  $15 \times 15 \times 15$  سانتی متر هستند. پس از عمل آوری در حوضچه های آب، در سنین ۷ و ۲۸ روز هطبق استاندارد-ASTM C۳۹ اندازه گیری شده که نتایج آن درجداول ارائه می شود.

مقایسه و بررسی اسلامپ بتن معمولی و بتن با آب مغناطیسی

جدول ۲- درصد تغییرات نتایج آزمایش اسلامپ C۳۰۰

اسلامپ	w/c	W۰	W۱	W۵	W۱۵
C۳۰۰	۰,۴۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
C۳۰۰	۰,۵	۲۵	۲۶	۲۷	۲۹
C۳۰۰	۰,۵۵	۳۲	۳۴	۳۵	۳۷
C۳۰۰	۰,۶	۴۵	۴۷	۴۹	۵۲
C۶۰۰	۰,۳۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
C۶۰۰	۰,۴	۳۸	۳۹	۴۱	۴۲
C۶۰۰	۰,۴۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۴
C۶۰۰	۰,۵	۱۲۵	۱۳۱	۱۳۶	۱۴۰
C۶۰۰	۰,۵۵	۱۴۲	۱۴۶	۱۵۲	۱۵۸
C۶۰۰	۰,۶	۱۶۰	۱۶۴	۱۶۹	۱۷۶

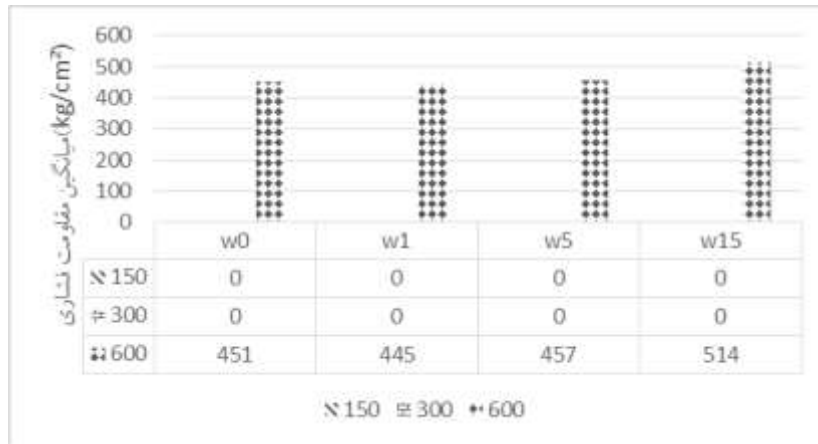
نمودار ۳: درصد تغییرات نتایج آزمایش اسلامپ  $c^{300}$



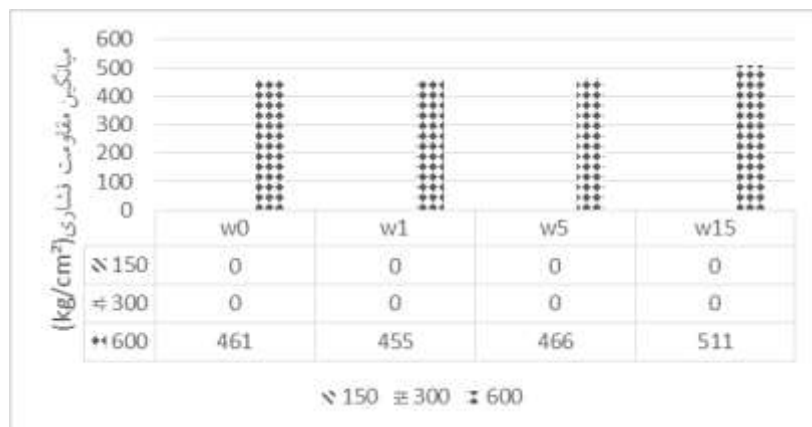
نمودار ۴: درصد تغییرات نتایج آزمایش اسلامپ  $c^{600}$

## ۴- تحلیل و مقایسه نتایج

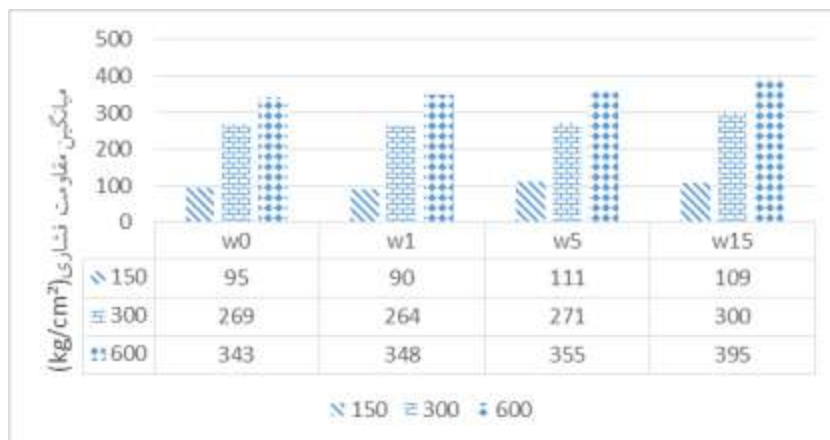
مقایسه و بررسی مقاومت فشاری بتن معمولی و بتن با آب مغناطیسی



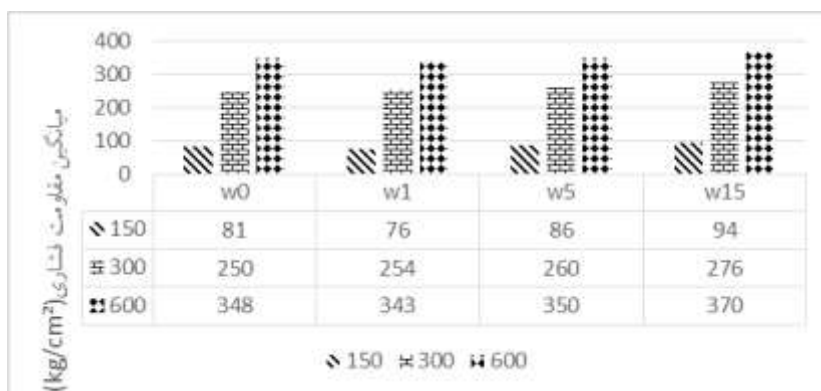
نمودار ۶: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ نمونه ۲۸ روزه



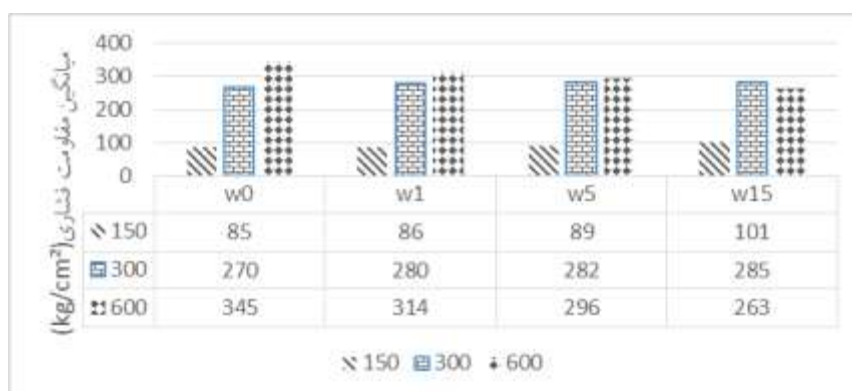
نمودار ۷: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۴ نمونه ۲۸ روزه



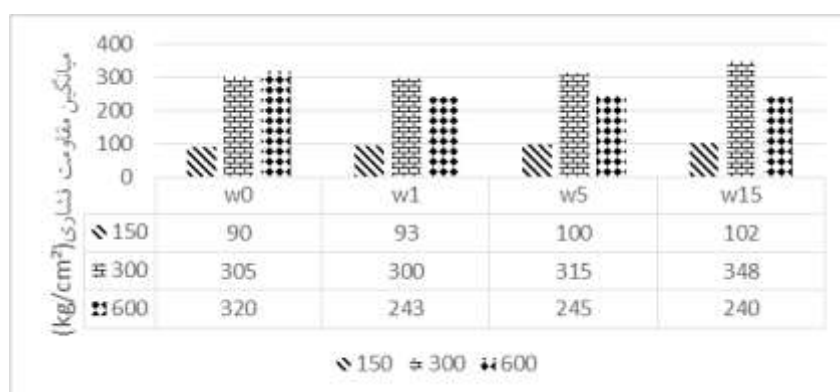
نمودار ۸: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ نمونه ۲۸ روزه



نمودار ۹: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۵ نمونه ۲۸ روزه



نمودار ۱۰: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۵۵ نمونه ۲۸ روزه



نمودار ۱۱: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن نسبت آب به سیمان ۰/۶ نمونه ۲۸ روزه

## ۵- خلاصه و نتیجه گیری

### الف- بتن با عیار معمولی (C۳۰۰)

نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد که اسلامپ بتن با عیار معمولی به ترتیب برای آب یکدور مغناطیسی شده ۵ درصد و آب ۵ دقیقه مغناطیسی شده ۱۰٪ و آب ۱۵ دقیقه مغناطیسی شده ۱۵٪ نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب، افزایش را نشان می دهد.



میانگین مقاومت فشاری در طرح اختلاط  $W_{15}, C_{30}$  (۰/۶، ۱۵) ۳۴۸ کیلوگرم بر سانتی مترمربع را نشان داده می دهد. نمونه های طرح اختلاط  $W_{15}, C_{30}$  (۰/۴۵، ۱۵) با کاهش ۱/۸۵ درصد نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را نشان می دهد.

مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط  $W_{10}, C_{30}$  در نسبت آب به سیمان ۰/۴۵، ۰/۵ به ترتیب برابر ۲۶۹، ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع می باشد.

مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط  $W_{10}, C_{30}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۴۵، ۰/۵، ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب دارای افزایش ۰/۵، ۰/۶، ۱/۱۷٪ و ۳/۳۴٪ نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را نشان می دهد.

مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط  $W_{15}, C_{30}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۴۵، ۰/۵، ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب دارای افزایش ۰/۱۷، ۰/۵، ۱/۱۱٪ و ۱۱٪ نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را نشان می دهد.

مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط  $W_{15}, C_{30}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۴۵، ۰/۵، ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب دارای افزایش ۰/۱۵، ۰/۱۶، ۰/۱۸٪ و ۱۳٪ نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را نشان می دهد.

#### ب- بتن پر عیار ( $C_{60}$ )

نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد: مقدار اسلامپ در طرح اختلاط  $W_{10}, C_{60}$  ۲۰ میلیمتر و در طرح اختلاط  $W_{10}, C_{60}$  ۱۴۲ میلیمتر است

مقدار اسلامپ بتن به ترتیب برای آب یکدور مغناطیسی شده ۵ درصد و آب ۵ دقیقه مغناطیسی شده ۱۰ درصد و آب ۱۵ دقیقه مغناطیسی شده ۱۵ درصد نسبت به آب شرب افزایش داشته است

مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن های پر عیار با نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ و ۰/۴۰ مقاومت بیشتری به نسبت آب به سیمان های ۰/۴۵، ۰/۵، ۰/۵۵ و ۰/۶ دارد.

مقدار تغییرات مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه های با طرح اختلاط  $W_{10}, C_{60}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۳۵، ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵ به ترتیب، ۱/۳۴٪، ۱/۳٪، ۱/۱٪ و ۱/۴۴٪- نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را داشته است ولی در نسبت ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب ۹٪- و ۲۵٪- کاهش مقاومت فشاری داشته است.

مقدار تغییرات مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه های با طرح اختلاط  $W_{15}, C_{60}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۳۵، ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵ به ترتیب دارای افزایش ۱/۵٪، ۱/۲٪، ۲/۱٪ و ۱٪- نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را داشته است ولی در نسبت ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب ۱۵٪- و ۲۴٪- کاهش مقاومت فشاری داشته است.

مقدار تغییرات مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه های با طرح اختلاط  $W_{15}, C_{60}$  با نسبت آب به سیمان ۰/۳۵، ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵ به ترتیب دارای افزایش ۱/۴٪، ۱/۱٪، ۱/۱۵٪ و ۶/۱۵٪- نسبت به بتن ساخته شده با آب شرب را داشته است ولی در نسبت ۰/۵۵ و ۰/۶ به ترتیب ۲۴٪- و ۲۵٪- کاهش مقاومت فشاری را نشان داده است.

منابع

[۱]Brower,j magnetic water Treatment,Reprint of article from pollution Engineering(۲۰۰۵)

[۲] تدین فرغ، قلی زاده م.، "اثر آب مغناطیسی بر روی پارامترهای مقاومتی بتن " اولین کنفرانس بتن و توسعه صفحه ۳۳-۴۱ تهران ۱۳۸۳

[۳] containing concrete of properties engineering the on water magnetic of Effect slag Furnace - Blast Granulated (۲۰۰۰) Nan su,yeong- Hwa, chung-yeo mar,journal of cement and concrete Reserch۳۰,pp۵۹۹-۶۰۵ ,