

بررسی دمای اولیه سیمان بر خواص فیزیکی و مکانیکی و دوامی بتن آماده تازه و سخت شده کد (C)

میثم کریمی نیا^۱ نیما امینیان^۲ محمد پیروی^۳

^۱مدیر فنی آزمایشگاه شرکت ساختمانی، تولیدی و تحقیقاتی آپتوس ایران
^۲مدیر تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت شرکت ساختمانی، تولیدی و تحقیقاتی آپتوس ایران و مدرس
دانشگاه های آزاد اسلامی
^۳کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه شرکت ساختمانی، تولیدی و تحقیقاتی آپتوس ایران و عضو
مرکز تحقیقات صنعت ساختمان و بتن دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین (CCRC)

Maysam.kariminia@yahoo.com
Aminian55@gmail.com
peirovimohammad@yahoo.com

چکیده

عوامل مختلف اقتصادی و نیاز بالای کشورهای همسایه به سیمان منجر به حجم بالای صادرات سیمان به کشور های همسایه و از دیگر سو حجم بالای ساخت و ساز داخلی و به تبع آن تقاضای بالا داخلی از جمله عواملی است که باعث شده فاصله زمانی میان تولید و مصرف سیمان در کارخانه های تولید کننده و شرکت های مصرف کننده کاهش یافته و منجر شده است تا عملاً سیمانی با دمای بالاتر مورد استفاده قرار بگیرد. با وجود مقالات متعدد و بررسی های صوت گرفته بر روی تاثیرات دمای اولیه بتن بر روی خواص مختلف بتن، تا کنون کمتر مقاله ای در مورد تاثیر دمای اولیه سیمان بر روی خواص بتن، نوشته شده است. لذا به منظور بررسی تاثیرات احتمالی دمای اولیه سیمان بر روی خواص بتن در این مقاله به بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی و دوامی بتن آماده تازه و سخت شده پرداخته شده است. بدین منظور نمونه هایی با دماهای اولیه سیمان ۳۵، ۵۵ و ۷۵ °C تهیه شدند. دمای بتن تازه و اسلامپ نمونه ها اندازه گیری شد (خواص فیزیکی)، و مقاومت فشاری (خواص مکانیکی)، و جذب آب و مقاومت ویژه الکتریکی (خواص دوامی) نمونه ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش ها نشان دهنده بی تاثیر بودن دماهای مذکور اولیه بر خواص فیزیکی بتن می باشد و خواص مکانیکی در نمونه های با دمای اولیه ۵۵ °C بهبود یافته است. جذب آب و مقاومت ویژه الکتریکی نمونه با افزایش دما، بهبود یافتند.

واژه های کلیدی: دمای اولیه سیمان، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، خواص دوامی

مقدمه

در چند ماهه اخیر دلایلی همچون افزایش نرخ دلار، نیاز بیشتر کشور های همسایه به سیمان ، باعث بوجود آمدن توجیه اقتصادی برای صادرات افزون تر سیمان شده است، امری که در کنار افزایش نیاز بازار داخلی منجر به عدم تعادل بازار عرضه و تقاضا شده و باعث کوتاه گردیدن بازه زمانی میان تولید و مصرف سیمان گردیده است.

پیشتر آزمایش های مفصلی بر روی اثرات دمای اولیه بتن تازه بر خواص نهایی بتن سخت شده انجام پذیرفته :
اثر دمای اولیه بتن بر مقاومت فشاری جداول بتنی پیش ساخته حاوی سیمان پوزولان دار، که در آن نمونه های ریخته شده در دماهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه و عمل آوری شده در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد را مورد آزمایش قرار دادند و بیشترین مقاومت فشاری و کششی مربوط به نمونه ریخته شده در دمای ۲۰ درجه می باشد. (۱)

اثر دمای ریختن بتن بر مقاومت فشاری و جذب آب جداول بتنی پرسی خشک تهیه شده با سیمان پرتلند، محققین این مقاله به نمونه های جداول بتنی با دماهای اولیه ۱۷، ۲۵، ۲۹ و ۳۹ درجه سانتی گراد را با طرح اختلاط یکسان تولید نمودند و در شرایط استاندارد، عمل آوری صورت دادند. که در دمای ریختن ۲۵ درجه در سنین ۷ و ۴۲ بالاترین مقاومت فشاری و کمترین جذب آب مشاهده گردید. (۲)

بررسی تاثیر دمای اولیه بتن بر میزان جذب آب و جذب آب موئینه آن، پژوهشگران این مقاله نمونه های بتنی با طرح اختلاط یکسان در دماهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه تولید نمودند و در شرایط استاندارد عمل آوری نمودند. نتایج بیانگر این موضوع می باشد که با افزایش دما از ۲۰ درجه میزان جذب آب موئینه و جذب آب افزایش می یابد. (۳)

البته استاندارد های مختلفی نیز برای دمای بتن تدوین شده بود ولی جز برخی الزامات که دمای سیمان را تا ۷۵ درجه سلسیوس و آن هم با هدف کاهش دمای اولیه بتن تازه محدود می نمود (۴)، گزارشی در مورد رابطه حرارت اولیه سیمان بر خواص بتن سخت شده یافت نشد. با توجه به احتمال تاثیر گذاری این موضوع بر کیفیت نهایی بتن سعی شد آزمایش هایی در جهت روشن شدن اثرات احتمالی بالا بودن حرارت اولیه سیمان بر دمای اولیه بتن تازه و همچنین خواص مکانیکی بتن های سخت شده صورت پذیرد. لذا با توجه بررسی های آماری صورت گرفته سیمان هایی با دماهای ۵۵ و ۷۵ درجه سلسیوس به دلیل فراوانی بیشینه در دمای سیمان ورودی به کارخانه انتخاب گردید و دمای سیمان پایه یا شاهد هم بر همین اساس (دمای معمول سیمان ورودی) ۳۵ درجه سانتیگراد انتخاب شد.

تحت شرایط یکسان آزمایشگاهی و ثابت نگه داشتن دیگر عوامل تاثیر گذار بر نتایج، نمونه هایی با سیمان هایی با دماهای فوق ساخته و به بررسی مقایسه ای خواص بتن های تازه و سخت شده حاصل پرداخته شد.

مصالح مصرفی

در ساخت نمونه های آزمایشی مورد نیاز برای این مقاله از مصالح مصرفی زیر استفاده شد:

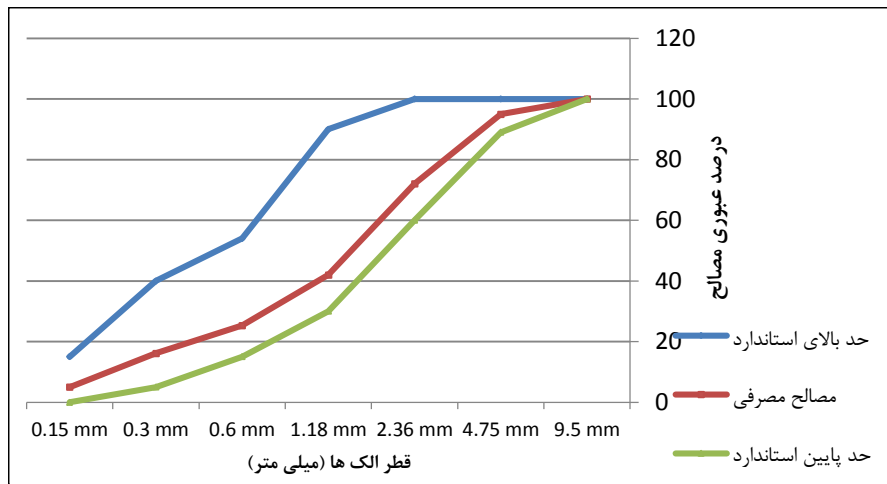
- ماسه طبیعی شسته گرد گوشه
- شن شکسته
- سیمان پرتلند نوع ۲

برای طرح اختلاط پایه از طرح های اختلاط موجود بتن آماده شرکت محل آزمایش با رده مقاومتی C20 استفاده شده است. شن و ماسه مصرفی در این تحقیق نیز محصول معادن هشتگرد بوده که از دپوی مصالح همین شرکت تامین شده که خواص فیزیکی آن ها در جدول شماره ۱ قابل مشاهده می باشد.

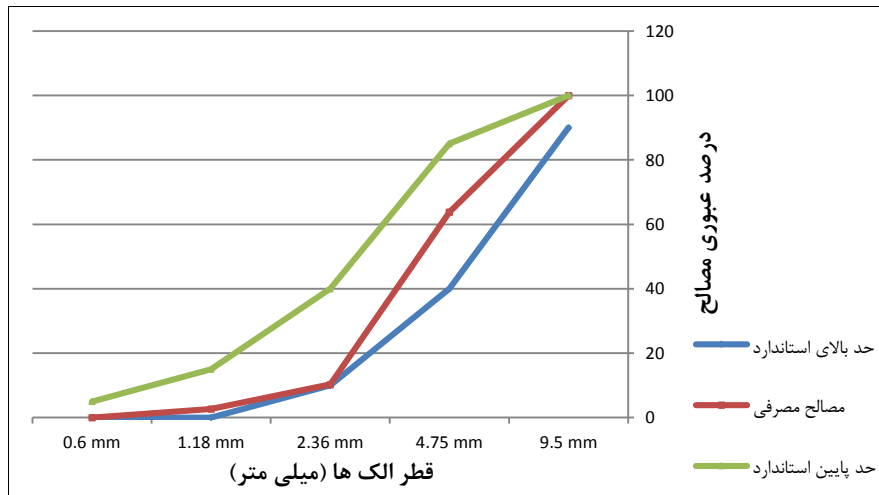
جدول ۱- خواص فیزیکی سنگدانه های مصرفی

نام سنگدانه	درصد جذب آب	چگالی توده جامد در حالت SSD (kg/m^3)	درصد ذرات عبوری از الک ۲۰۰
ماسه	۳/۶	۲۵۴۱	۳/۷
شن	۲/۴	۲۶۰۰	۰/۱

همچنین نمودار دانه بندی مصالح مصرفی در شکل شماره ۱ و شکل شماره ۲ مشخص شده است. حد بالا و حد پایین مصالح با توجه به استاندارد ملی شماره ۳۰۲ تهیه شده است.



شکل ۱ نمودار دانه بندی ماسه



شکل ۲ نمودار دانه بندی شن

سیمان مورد استفاده در این تحقیق پرتلند نوع ۲ و محصول کارخانه سیمان آبیگ بود. آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی سیمان مصرفی به ترتیب در جدول های شماره ۲ و ۳ در دسترس می باشد.

جدول ۲-آنالیز شیمیایی سیمان

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Se ₂ O ₃	CaO	MgO	So ₃	Na ₂ O	K ₂ O	LOI	IR	Total
٪۲۰/۶۵	٪۴/۸۹	٪۳/۹۶	٪۶۲/۱۶	٪۳/۱۴	٪۱/۷۹	٪۰/۳۶	٪۰/۷۷	٪۱/۸۲	٪۰/۴۲	٪۹۹/۱۳

جدول ۳-آنالیز فیزیکی سیمان

مقاومت ۲۸ روزه (kg/cm ²)	مقاومت ۷ روزه (kg/cm ²)	مقاومت ۳ روزه (kg/cm ²)	گیرش نهایی (دقیقه)	گیرش اولیه (دقیقه)	انبساط اتوکلاو (درصد)	بلین (cm ² /gr)
۵۱۷	۳۵۷	۲۱۴	۲۲۱	۱۵۴	۰/۱۴	۳۲۸۶

طرح اختلاط

جنس مصالح سنگی، دانه بندی و رطوبت و دیگر عوامل تاثیر گذار ثابت نگه داشته شده و تنها تفاوت نمونه ها در دمای اولیه سیمان مورد استفاده در بتن می باشد. روش نام گذاری بدین صورت می باشد که به ترتیب از A تا C نامگذاری شده اند که نمونه A نمونه شاهد بوده که با سیمانی با دمای ۳۵ درجه تولید شده و نمونه های B و C به ترتیب با سیمانی با دماهای ۵۵ و ۷۵ درجه تولید شده اند.

جدول ۴-طرح اختلاط آزمون های آزمایشی

عبار سیمان Kg/m ³	w/c	ماسه Kg/m ³	شن Kg/m ³
۳۵۰	۰/۵	۱۲۷۰	۷۰۰

آزمایش ها و نتایج حاصله

دمای بتن و اسلامپ

از آن جایی که نسبت آب به سیمان در تمامی طرح ها یکسان می باشد، لذا به منظور بررسی تاثیر دمای اولیه سیمان بر روی مشخصات فیزیکی بتن تازه، آزمایش اسلامپ و درجه حرارت بتن تازه صورت گرفته است. نتایج در جدول شماره ۵ قابل ملاحظه می باشد.

جدول ۵-نتایج آزمایش های اسلامپ و دمای بتن تازه

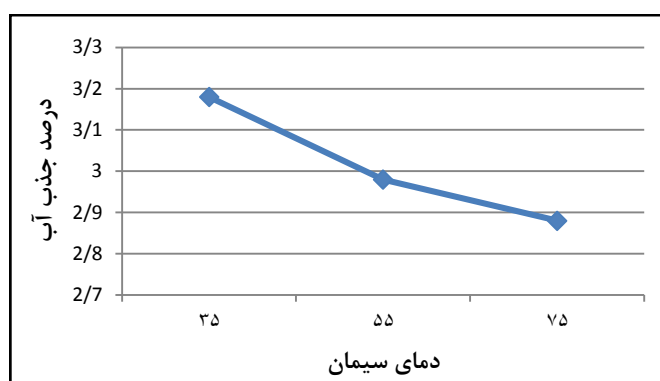
کد نمونه	اسلامپ (cm)	دمای بتن تازه (°C)
A	۸	۲۸
B	۸	۲۹
C	۷	۲۹

جذب آب وزنی

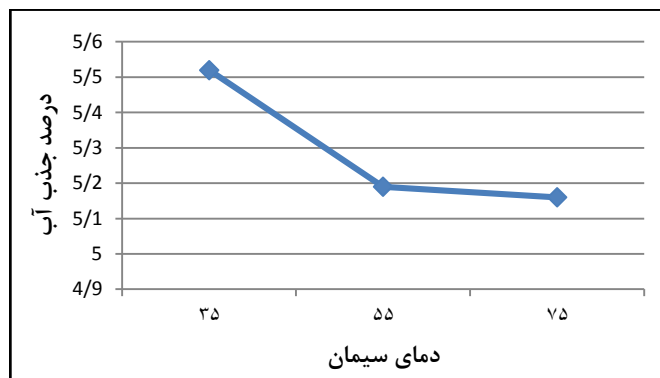
جذب آب وزنی آزمون های ساخته شده توسط قالب های مکعبی ۱۰ سانتی متری و با تغییراتی در استاندارد BS 1881 Part 122 و اندازه گیری جذب آب آزمون های خشک در دو زمان غوطه وری ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعته اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول ۶ و مقایسه میانگین جذب آب های ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعت نمونه ها مختلف در شکل های شماره ۳ و ۴ قابل رویت می باشند.

جدول ۶- نتایج آزمایش بررسی جذب آب وزنی بر روی آزمون‌ها

درصد جذب آب میانگین		درصد جذب آب		کد آزمون
۲۴ ساعته	۳۰ دقیقه	۲۴ ساعت	۳۰ دقیقه	
۵/۵۲	۳/۱۸	۵/۵۸	۳/۲۰	A-1
		۵/۴۶	۳/۱۵	A-2
۵/۱۹	۲/۹۸	۵/۱۷	۲/۷۳	B-1
		۵/۲۱	۳/۲۲	B-2
۵/۱۶	۲/۸۸	۵/۲۱	۲/۹۷	C-1
		۵/۱۱	۲/۷۹	C-2



شکل ۳ مقایسه میانگین جذب آب ۳۰ دقیقه نمونه های بتن با دماهای مختلف



شکل ۴ مقایسه میانگین جذب آب ۲۴ ساعته نمونه های بتن با دماهای مختلف

مقاومت ویژه الکتریکی

مقاومت الکتریکی آزمون‌ها طبق روش Impedance Spectroscopy (IS) و با اندود کردن سطح بالا و پائین آزمون‌های مکعبی ۱۰ سانتی متری با خمیر سیمان و با فرکانس ۱ KHZ انجام شد و همچنین مقاومت ویژه الکتریکی آزمون‌ها با استفاده از فرمول شماره (۱) بدست آمد.

$$r = (R \times A) / L \quad (1)$$

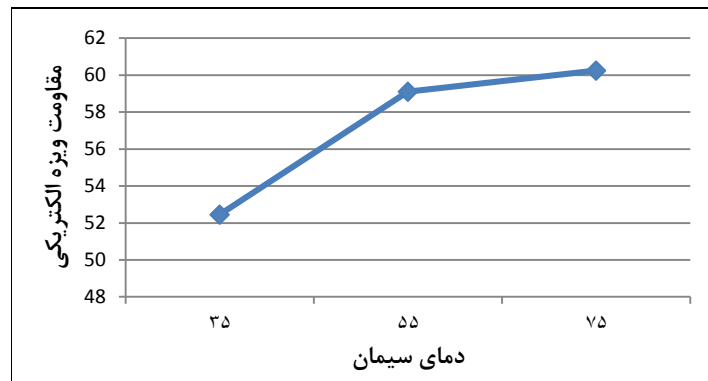
که در آن R مقاومت الکتریکی، A سطح مقطع آزمون و L ارتفاع آزمون می باشند و r مقاومت ویژه الکتریکی می باشد.

نتایج حاصل شده از آزمایش مقاومت الکتریکی در جدول ۶ قابل مشاهده می باشد:

جدول ۷- نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی

مقاومت ویژه میانگین دو آزمونه $\Omega.m$	مقاومت ویژه الکتریکی $\Omega.m$	مقاومت الکتریکی Ω	کد آزمونه
۵۲/۴۵	۵۱/۳۷	۵۰۸	A-1
	۵۳/۵۳	۵۳۰	A-2
۵۹/۱۰	۶۰/۷۴	۵۹۶	B-1
	۵۷/۴۶	۵۷۸	B-2
۶۰/۲۴	۵۸/۲۷	۵۸۳	C-1
	۶۲/۲۱	۶۱۲	C-2

نتایج میانگین مقاومت ویژه الکتریکی در شکل شماره ۵ در دسترس می باشد



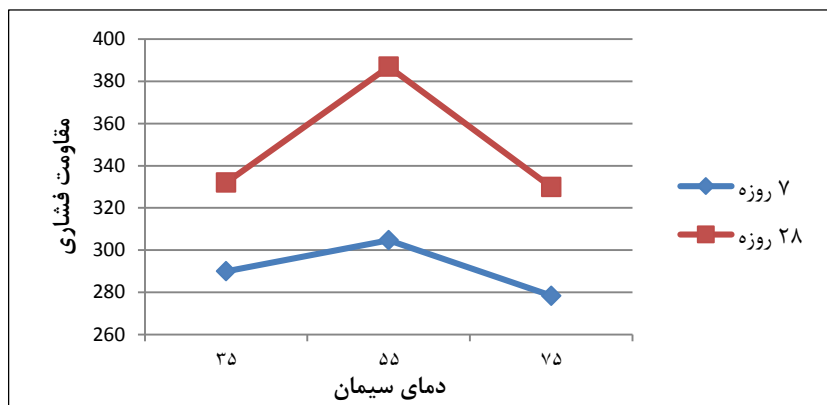
شکل ۵ مقایسه میانگین مقاومت ویژه الکتریکی

مقاومت فشاری

آزمایش مقاومت فشاری بر طبق استاندارد BS12390 part3 روی آزمونه ها انجام پذیرفت که نتایج آن در جدول شماره ۸ و شکل شماره ۶ قابل ملاحظه می باشد.

جدول ۸- نتایج آزمایش مقاومت فشاری بر روی آزمونه ها (Kg/cm^2)

مقاومت میانگین		مقاومت فشاری		کد آزمونه
روزه ۲۸	روزه ۷	روزه ۲۸	روزه ۷	
۳۳۲	۲۹۰	۳۴۳/۶۴	۲۸۴/۰۶	A-1
		۳۲۰/۷۳	۲۹۷/۸۱	A-2
۳۸۷	۳۰۴/۶۸	۳۸۴/۸۷	۳۱۱/۵۶	B-1
		۳۸۹/۴۵	۲۹۷/۸۱	B-2
۳۲۹/۸۹	۲۷۸/۳۶	۳۲۵/۳۱	۲۷۴/۹۱	C-1
		۳۳۴/۴۷	۲۸۱/۸۱	C-2



شکل ۶ مقایسه روند کسب مقاومت فشاری آزمونه‌ها

نتیجه گیری

- دمای اولیه سیمان از دمای ۳۵ تا دمای ۷۵ °C تاثیر چندانی بر روی دمای اولیه بتن تازه و اسلامپ آن ندارد.
- نتایج آزمایش جذب آب ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعته بیانگر این موضوع می باشد که هر چه دمای اولیه سیمان افزایش می یابد (از دمای ۳۵ تا دمای ۷۵ °C) میزان جذب آب نمونه ها روند کاهشی به خود می گیرند.
- با افزایش دمای اولیه سیمان مصرفی (از دمای ۳۵ تا دمای ۷۵ °C) مقاومت ویژه الکتریکی نمونه ها یک روند نسبتا افزایشی را نشان می دهد.
- مقاومت فشاری نمونه های دمای ۵۵ °C نسبت به نمونه های ۳۵ و ۷۵ °C مقداری افزایش را نشان می دهد.
- با توجه به نتایج آزمایش های صورت گرفته و تفاوت نتایج در نمونه های با دماهای مختلف اولیه سیمان می توان اظهار نمود که دمای اولیه سیمان بر خواص مکانیکی بتن بی تاثیر نمی باشد اما تاثیر بسیار چشمگیری نیز تا سن ۲۸ روزه مشاهده نمی شود. اما با توجه به امکان نمود اثرات احتمالی آن در سنین بیشتر، انجام آزمایش های تکمیلی و دوامی برای بتن های فوق در سنین بالاتر به محققین پیشنهاد می شود.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مسئولین محترم شرکت ساختمانی، تولیدی و تحقیقاتی آپتوس ایران به جهت همکاری و در اختیار گذاشتن امکانات مجموعه متبوع خویش در تولید این مقاله اعلام می داریم.

مراجع

۱. اثر دمای اولیه بتن بر مقاومت مکانیکی جداول بتنی پیش ساخته حاوی سیمانهای پوزولاندار. شعاریان ستاری، علی، تدین، محسن و فامیلی، هرمز. تهران: دومین کنفرانس ملی بتن ایران، ۱۳۸۹.
۲. اثر دمای ریختن بتن بر مقاومت فشاری و جذب آب جداول بتنی پرسی خشک تهیه شده با سیمان پرتلند. فامیلی، هرمز، تدین، محسن و خوش سیما، محمدرضا. تهران: انجمن بتن ایران، ۱۳۸۹. دومین کنفرانس ملی بتن ایران.
۳. بررسی تاثیر دمای اولیه بتن بر میزان جذب آب و جذب آب مویینه آن. فامیلی، هرمز، تدین، محسن و حاجی تقی تهرانی، پویا. مکان نشر نامشخص: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸. سومین کنفرانس بین المللی بتن و توسعه.
۴. وزارت مسکن و شهر سازی. مقررات ملی ساختمان ایران - مبحث نهم - طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه. دفتر امور مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۸، صفحه ۱۲۲.

Investigative of the cement initial temperature on Physical, Mechanical and Durability properties of Fresh and hardened ready concrete

Maysam Kariminia, Nima Aminian, Mohammad Peirovi,

Abstract

The economical reasons and cement high demand of neighboring countries lead to high volume of export, and on the other hand large amount of construction lead to high internal requirement and the time between production and usage is became short in producing and consumer companies and result to use practically higher temperature cement. Despite many articles and researches on the effect of concrete initial temperature on varies properties of concrete, a few articles discussed on cement initial temperature on the properties of concrete. So in order to investigate probably effects of cement initial temperature on concrete properties, in this article Physical and Mechanical and Durability properties of fresh and hardened ready concrete is investigated. To this end specimens with 35, 55 and 75°C initial cement temperature are produced. Temperature and slump test (Physical properties), compressive strength (Mechanical properties) and water absorption and special electrical resistance (Durability properties) of specimens are calculated. Test results show no effect of initial mentioned temperature on Physical properties and Mechanical properties in 55 °C is improved and water absorption and special electrical resistance is improved with increase of initial temperature.

Key words: initial cement temperature, Physical properties, Mechanical properties, Durability properties