

عناصر تشکیل دهنده مصالح اولیه سیمان پرتلند

آهک	CaO	60	الی	%67
سیلیس	SiO ₂	17	الی	%25
آلومینات	Al ₂ O ₃	3	الی	%8
اکسید آهن	Fe ₂ O ₃	0.5	الی	%6
اکسید منیزیم	MgO	0.1	الی	%4
قلیایی ها	K ₂ O و Na ₂ O	1	الی	%1.3
انیدرید سولفوریک	SO ₃	1	الی	%3

چهار عنصر اصلی سیمان پس از خارج شدن از کوره

تری کلسیم سیلیکات = C_3S

دو کلسیم سیلیکات = C_2S

تری کلسیم آلومینات = C_3A

چهار کلسیم آلومینات فریت = C_4AF



انواع سیمان :

الف) سیمان پرتلند :

۱) سیمان پرتلند تیپ I (سیمان پرتلند معمولی)

در شرایط عمومی برای انواع مختلف سازه ها کار برد دارد

۲) سیمان پرتلند تیپ II (سیمان پرتلند اصلاح شده)

- سیمان نسبتاً ضد سولفات : در شرایطی که بتن تحت حمله کم سولفات ها قرار می گیرد .

۳) سیمان پرتلند تیپ III (سیمان پرتلند زود سخت شونده)

- دارای مقاومت اولیه بالا می باشد. مقاومت 3_ روزه معادل مقاومت 7_ روزه تیپ I

روند بالای مقاومت سیمان به دلیل :

* مقدار بیشتر C_3S

* نرمتر آسیاب شدن کلینگر

- کار برد: بهره برداری زود تر از ساختمان - بتن ریزی در هوای سرد و یخبندان

۴) سیمان پرتلند تیپ IV (سیمان پرتلند کند گیر)

- ایجاد حرارت بسیار کم ناشی از عمل هیدراسیون و دیر گیر بودن

کاربر در بتن ریزی حجیم مانند سد سازی

ایجاد حرارت کم به دلیل کمبود در میزان C_3A و C_3S

5) سیمان پرتلند تیپ V (سیمان ضد سولفات)

کار برد در زمینه حمله شدید سولفاتها به سیمان

مقاومت سیمان از تیپ I کندتر بدست می آید و گرمای کمی کمتر



(سیمان پرتلند پوزلان :

مخلوط سیمان پرتلند و پوزولان

پوزولان : ماده ای سیلیسی یا سیلیسی آلومیناتی

- در مجاورت رطوبت و دمای معمولی با هیدروکسید کلسیم موجود در سیمان واکنشی شیمیایی

نشان می دهد و ترکیبی که خاصیت چسبندگی دارد ، ایجاد می نماید.

مواد پوزولانی عبارتند از : خاکستر آتشفشانی، پوکه سنگ معدنی ، خاکستر بادی و

خاکستر بجای مانده از پوسته برنج

در ایران به صورت طبیعی در اطراف رودبار و منجیل- دره های جاجرود - کوههای هراز- دره لومار و در

آذربایجان شرقی

- ویژگیهای سیمان پرتلند پوزولانی :

(۱) روند کسب مقاومت به کندی صورت می گیرد

(۲) در برابر حمله سولفاتها مقاومت خوب دارد

(۳) ایجاد حرارت کم ناشی از عمل هیدراسیون

(۴) بالا بردن چسبندگی خمیر سیمان

(۵) نفوذ پذیری کم

*میزان پوزولان در سیمان : در حدود 25% وزنی سیمان

در سیمان آبیک پوزولان (طبیعی) 15% وزنی سیمان



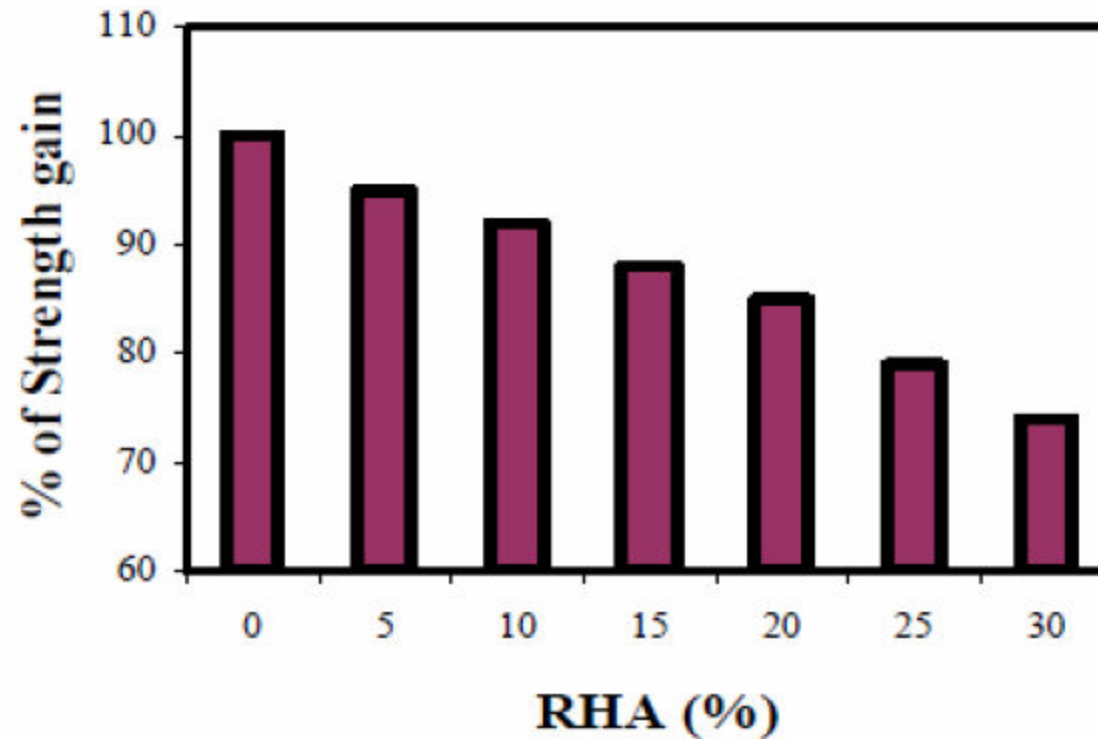
خاکستر پوسته برنج

خاکستر بجا مانده از سوزاندن پوسته برنج با نرمی بالا ،
فعالیت پوزولانی قابل ملاحظه و ایجاد واکنش شیمیایی
با هیدروکسید کلسیم موجب کاهش تخلخل و نفوذ
پذیری و افزایش دوام و مقاومت بتن می گردد.

در صد وزنی مناسب جایگزینی خاکستر پوسته برنج به جای
سیمان پرتلند را می توان ۲۰٪ پیشنهاد نمود

مقاومت فشاری

میزان مقاومت کسب شده به ازای درصد های مختلف خاکستر
پوسته برنج



میکرو سیلیس

از مهمترین پوزولانها میکروسیلیس است

میکروسیلیس یک محصول فرعی حاصل از کوره های الکتریکی از نوع قوس غوطه ور ، در جریان تولید سیلسیم یا آلیاژهای سیلسیم ، بخصوص آلیاژ فروسیلیس است ذرات میکروسیلیس معمولاً کروی شکل و با قطر متوسطی حدود ۰/۱ تا ۰/۲ میکرون به حالت غیر کریستاله هستند. میکروسیلیس تقریباً ۱۰۰ برابر نرمتر از سیمان است. میزان سیلیس آن بتن ۸۵ تا ۹۵ درصد است که بستگی به نوع محصول و کوره و کارخانه سیلیسی دارد . هدف اصلی کاربرد میکرو سیلیس درابتدا به عنوان جایگزین نمودن بخشی از سیمان با این مواد زائد برای کاهش هزینه سیمان مصرفی بوده ولی با افزایش قیمت میکروسیلیس در اغلب کشورهای جهان ، کاربرد فوق ، مقرون به صرفه نیست و بنابراین میکرو سیلیس به عنوان یک ماده جهت بدست آوردن خواص مورد نظر به بتن اضافی می گردد.

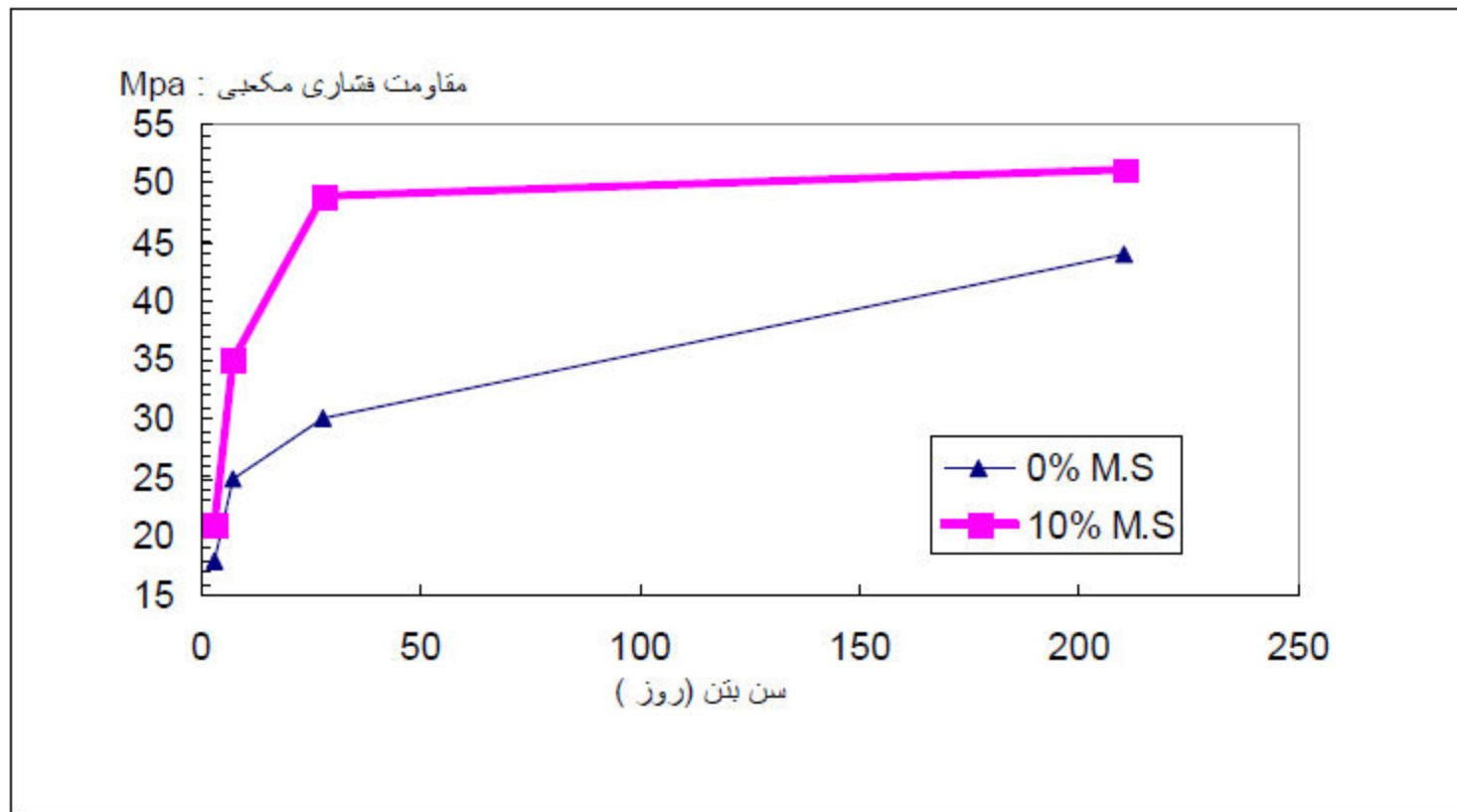
مزایا

افزایش مقاومت فشاری

موجب بهبودی مقاومت در برابر سولفات ها می شود

موجب افزایش مقاومت سایشی و خمشی بتن در حدود ۴۰٪ می شود

موجب افزایش مقاومت پیوستگی با فولاد می شود



مواد افزودنی

ماده ای است به غیر از سیمان پرتلند ، آب و سنگدانه ها
به صورت پودر و یا مایع برای اصلاح بعضی از خواص بتن

حباب ساز (هوازا)

ضد یخ ها

کند گیر کننده ها

تند گیر کننده ها (تسریع کننده ها)

روان ساز

افزودنی های شیمیایی

****:** باید حتما مطمئن شویم که مصرف افزودنیها روی سیمان و سنگدانه مورد مصرف اثرات منفی نداشته باشد.

بعضی از اثرات منفی افزودنیها ممکن است در دراز مدت خود را نشان دهد. مانند ایجاد خوردگی در میلگردهای مصرف شده در قطعات بتن آرمه و یا ایجاد زمینه مساعد برای حمله سولفاتها. در این گونه موارد پس از دانستن فرمول شیمیائی افزودنیها می باید با متخصصین شیمی در این موارد مشورت کرد.

حتی المقدور از دو افزودنی بطور همزمان استفاده ننمائیم ، در صورت اجبار باید اثرات آنها را به روی یکدیگر دقیقاً مطالعه نمائیم

حداکثر میزان مصرف مواد افزودنی ۵ درصد وزنی سیمان است

مواد افزودنی حباب ساز

مواد حباب زا در بتن بطور مصنوعی ایجاد حباب هوا می کنند. قطر این حبابها در حدود ۰/۰۳

تا ۰/۳ میلیمتری باشد و اغلب با چشم قابل رویت نیستند. این حباب ها بهمدیگر راه ندارند

هیچ یک از استانداردهای معتبر دنیا استفاده از مواد حباب ساز در بتن را منع نکردند

و برخی از کارخانه های تولید سیمان همراه انواع تولید سیمان ، سیمانهای هوازا

A1 ، A2 ، A3 نیز به بازار عرضه می کنند

در حدود ۳٪ از مقاومت فشاری بتن کاسته می شود

مزایای استفاده از مواد هوازا:

مقاومت در مقابل یخبندان

افزایش کارایی بتن

جداشدگی و آب انداختن بتن را کاهش می دهد

افزایش نفوذ ناپذیری

مواد حباب ساز عبارتند از اسیدهای آلی مانند اسید استتاریک ، اسید اولئیک ،

یو در الومینیم

ضد یخ ها

یکی از رایج ترین افزودنی بتن که در ایران مصرف دارد

در مواقعی که امکان تعطیل نمودن بتن ریزی مخصوصاً در مناطق سردسیر و در فصل سرما مقدور نباشد، مصرف ضد یخ تجویز می گردد

ضد یخی برای بتن مناسب می باشد که علاوه بر کاهش نقطه انجماد آب اضافی داخل بتن که در این صورت آب موجود بتن در حرارت های صفر تا ۵ درجه زیر صفر یخ نمی زند به عنوان یک تسریع کننده در گیرش و رشد مقاومت سنن اولیه بتن عمل نماید

اغلب ضد یخ های موجود در بازار دارای هر دو نوع خاصیت هستند. تجربه نشان داده که استفاده از ضد یخ روی مقاومت اثرات منفی دارد. لذا باید قبل از مصرف آزمایش شود

بتن هایی که پیش تنیده هستند و یا بتن هایی که در تماس با آب یا خاک سولفات ه هستند و یا بتن هایی که سنگدانه های آنها مستعد واکنش قلیایی هستند به هیچ وجه از ضد یخ های کلر دار استفاده نکنید. بلکه از ضد یخ هایی استفاده نمایید که بر پایه دیگر مواد (نیترات) ساخته شده باشد

مواد افزودنی روان کننده

روان کننده ها موادی هستند که با نسبت آب به سیمان ثابت کارایی بتن را به مقدار زیادی بهبود می بخشد

در مواقعی که بخواهیم بتن بسیار مرغوب و با مقاومت فشاری بالا تهیه نمائیم باید از روان کننده ها و همچنین از فوق روان کننده ها استفاده شود
در بتن ریزهایی که از پمپ بتن با لوله های طویل استفاده می شود،

روان کننده ها حرکت بتن در لوله را آسان می کند

روان کننده ها بعلت خاصیت روان کنندگی می توانند مصرف آب را تا ۲۰٪ و فوق روان کننده ها مصرف آب را ۳۰ الی ۳۵ درصد کاهش دهند.
از این راه مقاومت فشاری بتن بالا می رود و از درصد تخلخل آن کاسته شده و به تبع آن نفوذپذیری بتن کم می شود

موادی که برای روان کردن بتن استفاده می گردد می توان ترکیبات آلی فرم آلدئید ملامین نام برد

استفاده از روان کننده ها در کوتاه مدت روی مقاومت های بتن اثرات منفی دارد ولی در دراز مدت مقاومت فشاری آن کاملاً مطابق فشاری نمونه شاهد می باشد

حداکثر مصرف روان کننده های پودر برای هر کیلو سیمان نباید از ۵۰ گرم و حداکثر روان کننده های مایع برای هر کیلو سیمان از ۵۰ سانتیمترمکعب تجاوز نماید

افزودنی روان کننده و فوق روان کننده باید با آخرین قسمت آب مورد احتیاج بتن در خارج مخلوط شده و یکنواخت گردد و آنگاه به بتن اضافه شود و پس از آن باید بتونیر آنقدر بچرخد تا پراکندگی افزودنی در کل توده یکنواخت شود

در مواقعی که بتن بوسیله تراک میکسر از راههای دور به کارگاه حمل می شود بهتر است افزودنی در محل کارگاه به منبع تراک میکسر اضافه شود زیرا اوج خاصیت افزودنی در فاصله زمانی ۳۰ تا ۶۰ دقیقه بعد از اضافه کردن آن با بتن ظاهر می گردد و پس از آن میزان کارایی بتن بشدت سیر نزولی طی کرده و معمولی خواهد شد

کندگیر کننده ها

کندگیرکننده ها موادی هستند که گرفتن و سخت شدن بتن را به تاخیر می اندازد.

در اثر کندشدن کریستالها عمل کریستاله شدن سیمان آهسته شده و در نتیجه کریستالها با نظم بهتر و فشرده تر و کوچکتر و به تعداد زیادتر تشکیل می گردند و بتن دارای تراکم بیشتر و مقاومت بهتر و همچنین نفوذپذیری کمتر

در بتن ریزی انبوه مخصوصا در فصل تابستان و در مناطق گرمسیر

اگر بخواهیم بتن را با میکسر به راههای دور حمل نماییم و یا آنرا بخواهیم با پمپ و لوله انتقال دهیم کندگیر کننده توصیه می شود

مصرف کندگیرکننده ها حداکثر ۵۰ گرم پودر یا ۵۰ سانتیمترمکعب مایع با ازاء هر کیلو سیمان

ماده افزودنی کندگیرکننده باید زمان گیرش را حداکثر ۳/۵ ساعت و حداقل ۱ ساعت به تاخیر اندازد

این ماده افزودنی باید با آخرین قسمت آب مورد نیاز بتن در خارج از بتونیر مخلوط شده و بخوبی یکنواخت شود و آنگاه باید در بتونیر ریخته شود و پس از آن آنقدر به گردش خود ادامه دهد تا پراکندگی یکنواختی از افزودنی در کل توده ایجاد گردد

کندگیر کننده ها معمولاً نمکهای سدیم ، کلسیم ، پتاسیم و آمونیم هستند

اغلب کندگیر کننده ها میزان مصرف آب بتن را پائین آورده و حتی آنرا تا ۸٪ تقلیل می دهند. برخی از آیین نامه ها کندگیر کننده ها و کاهش دهنده های آب را در یک گروه افزودنی دسته بندی می کنند

مواد افزودنی تند گیر کننده

تند گیر کننده ها افزودنی هایی هستند که سخت شدگی بتن را تسریع می کنند و مقاومت اولیه را بالا می برند

این افزودنی در مواقعی که بتن ریزی در دمای پایین انجام می شود و یا در مواقعی که انجام کارهای تعمیراتی در زمان کوتاه اجتناب نا پذیر است و یا در مواقعی که می بایستی سریع قالب برداری شود و یا بتن پاشی به دیواره تونلها که بیشترین چسبیدن بتن به جداره سطح مطرح باشد استفاده می شود. معمول ترین نوع تسریع کننده ها کلرو کلسیم می باشد

مقدار کلرو کلسیم اضافی شده به مخلوط باید دقت شود معمولا ۱ تا ۲ درصد

استفاده از کلرور کلسیم برای قطعاتی که ممکن است مورد هجوم سولفات ها واقع شوند توصیه نمی شود

کلرور کلسیم نباید در بتن های پیش تنیده و همچنین در کارخانه هایی که قطعات پیش ساخته بتنی تهیه می شود استفاده نمود. در مورد اخیر در کارخانه برای سخت شدن بتن، قطعات بتنی از تونل هوای گرم همراه با بخار آب شدید استفاده می کنند و یون کلر در کنار این دو فعال گشته و در فولادهای قطعه خوردگی شدیدی ایجاد می نماید

طراح اختلاط بتن

طرح بتن :

منظور تعیین مقادیر لازم از مصالح سنگی (شن و ماسه) ، سیمان و آب

برای رسیدن به مقاومت ، کارایی و دوام مورد نظر

* طرح اختلاط بتن بر مبنای یکی از روش های استاندارد معتبر دنیا انجام

می شود:

روش بریتانیا ، روش ACI و.....

* در اینجا روش بریتانیا مورد نظر می باشد .

* در این روش (و روشهای مشابه) طرح بتن مناسب از جداول
و نمودارهای تجربی استفاده می شود. این جدول ها بر مبنای آزمایش های
انجام شده می باشد.

علاوه بر جدول های یاد شده در استانداردها ، نیاز به اطلاعاتی در مورد

مصالح سنگی در طرح اختلاط مصالح سنگی به صورت درون اشباع با

سطح خشک در نظر گرفته می شود که در صورتی که سنگدانه در

وضعیت های دیگر باشد ، تصحیح لازم صورت گیرد .



در یک طراحی صحیح باید به نکات زیر توجه داشت

۱- نوع سیمان

۲- مقدار سیمان

محل کاربرد قطعه اگر حداکثر بعد سنگدانه ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر باشد	حداقل مقدار سیمان (kg/m ³)
اگر بتن در شرایط کاملاً حفاظت شده باشد مانند سقفها، ستونها و تیرها در ساختمانهایی در مناطق خشک	۲۲۵ تا ۳۰۰
اگر بتن در خاک دفن شده باشد و در معرض یخبندان شدید نباشد مانند پی های مدفون در خاک	۲۷۵ تا ۳۵۰
اگر بتن در معرض نمکهای یخ زدا قرار گیرد مانند سطح جاده ها و باند فرودگاه	۲۷۵ تا ۳۵۰
اگر بتن در معرض آب دریا و یا داخل باطلاق و یا تر و خشک شدن و یخ زدن متناوب باشد	۳۲۵ تا ۴۲۵

***: اعداد بزرگتر برای ساختن بتن با سنگدانه های ریزتر پیشنهاد شده است

قطر بزرگترین دانه (میلیمتر)	(kg/m ³) حداقل میزان سیمان)
۴۰	۲۸۰
۲۵	۳۱۰
۱۲/۵	۳۵۰
۱۰	۳۶۰

مطابق آئین نامه امریکا مقدار حداقل سیمان برای قطرهای مختلف سنگدانه برابر است با

ساخت بتن :

در کارگاه برای ساختن بتن از بتونیرهای با ظرفیت های مختلف از ۱۰۰ لیتر تا ۸۰۰ لیتر استفاده می شود . دارای منبعی به شکل دو مخروط ناقص که از قاعده به همدیگر متصل شده اند. درون منبع تیغه های فولادی نصب شده که باعث خوب مخلوط شدن بتن درون آن می شود. این منبع و تیغه های درون آن از فولاد ضد سایش می باشد.

زمان اختلاط پس از اضافه کردن آخرین جزء بتن بین ۱/۵ تا ۳ دقیقه

بتن آماده : با استفاده از یک مرکز بتن سازی بتن به صورت آماده به کارگاه آورده می شود.

بتن در یک کارگاه مرکزی ساخته شده و سپس توسط کامیونهای بهم زن به محل کار حمل می شود. از زمان بارگیری تا زمان تخلیه بتن که در منبع گردنده می چرخد مانع تشکیل کریستالهای لازم برای سخت شدن بتن می شود. سرعت بهم زن بین ۲ تا ۶ دور در دقیقه است. طبق آئین نامه امریکا فاصله زمان تحویل گرفتن بتن تا محل تخلیه حداکثر ۱/۵ ساعت می باشد اما در آئین نامه بریتانیا این زمان تا ۲ ساعت مجاز می باشد.

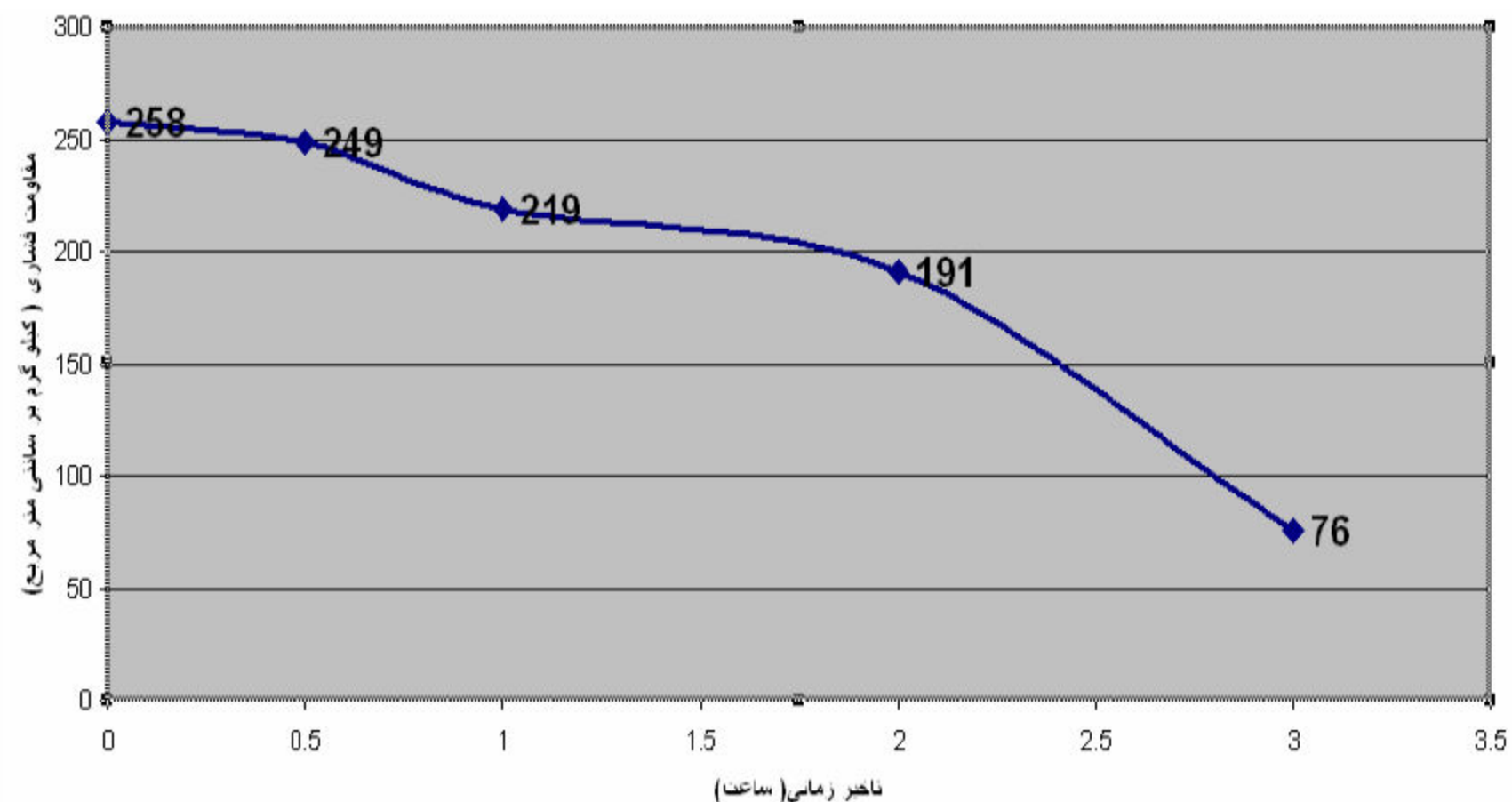
تأثیر دیر کرد بتن ریزی بر مقاومت فشاری بتن

در مسافت های طولانی حمل بتن ، هیدراسیون سیمان و در نتیجه گیرش بتن ، ممکن است در داخل بتونیر آغاز شود و در نتیجه مقاومت و روانی آن در حد مطلوب نباشد.

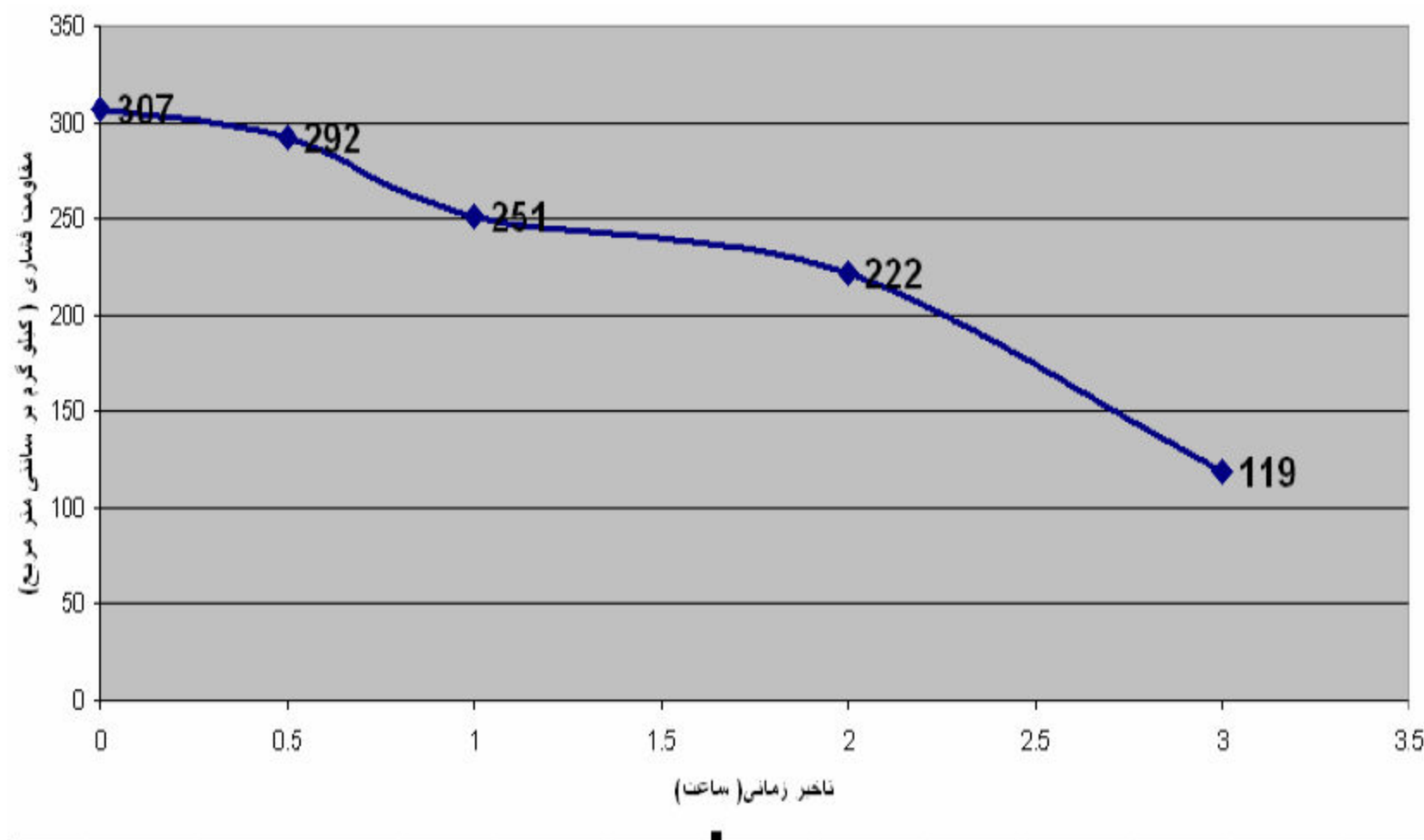
چنانچه مقاومت فشاری مبنا در زمان صفر ملاک قرار گیرد دیر کرد زمانی در بتن ریزی مجاز نیست مگر اینکه روش ها و مواردی که از طریق آزمایش مشخص شده باشند برای مقابله با کاهش مقاومت در اثر دیر کرد زمانی به کار روند

تأثیر تاخیر زمانی بتن ریزی برای ۳ محدوده مقاومتی و در ۵ بازه زمانی اندازه گیری شده است

تأثیر دیر کرد زمانی در محدوده مقاومت مبنای ۲۰۰ کیلو گرم بر سانتی متر مربع



تأثیر دیر کرد زمانی در محدوده مقاومت مبنای ۲۵۰ کیلو گرم بر سانتی متر مربع



تاثیر دیرکرد زمانی در محدوده مقاومت مبنای ۳۰۰ کیلو گرم بر سانتی متر مربع

