

گزارش طرح اختلاط بتن

نام واحد تولیدی: آر مه چین آر مه بتن

اعضاء تیم: امین جعفرزاده (سرپرست تیم aminjafarzadeh75@gmail.com)

کیانوش رهگذر (عضو دوم) امیر کاوندی (عضو سوم) جواد فتحی (عضو چهارم)

1- مقدمه

این گزارش براساس طرح مخلوط اولیه که منطبق بر روش طرح اختلاط ملی است و سپس با اصلاحاتی که بر روی طرح اولیه برای رسیدن به الزامات بتن تازه و سخت شده انجام شده است بدست آمده است. اطلاعات فنی مصالح مصرفی و همچنین روش آزمایش و الزامات آن مطابق استانداردهای ملی مربوطه صورت گرفته است.

2- مشخصات کامل مواد و مصالح مصرفی:

جدول 1-2

نام محصول	شرکت تولید کننده	چگالی (kg/m ³)	جذب آب	درصد رطوبت	درصد شکستگی
شن بادامی	ایرانیان	2520	2.7	0	70
شن نخودی	ایرانیان	2540	2.5	0	65
ماسه	ایرانیان	2500	3.2	0	20
سیمان	ساوه	3150	-	-	-
آب	-	1000	-	-	-
فوق روان کننده	فرآیند کاران پارس	1100	-	-	-

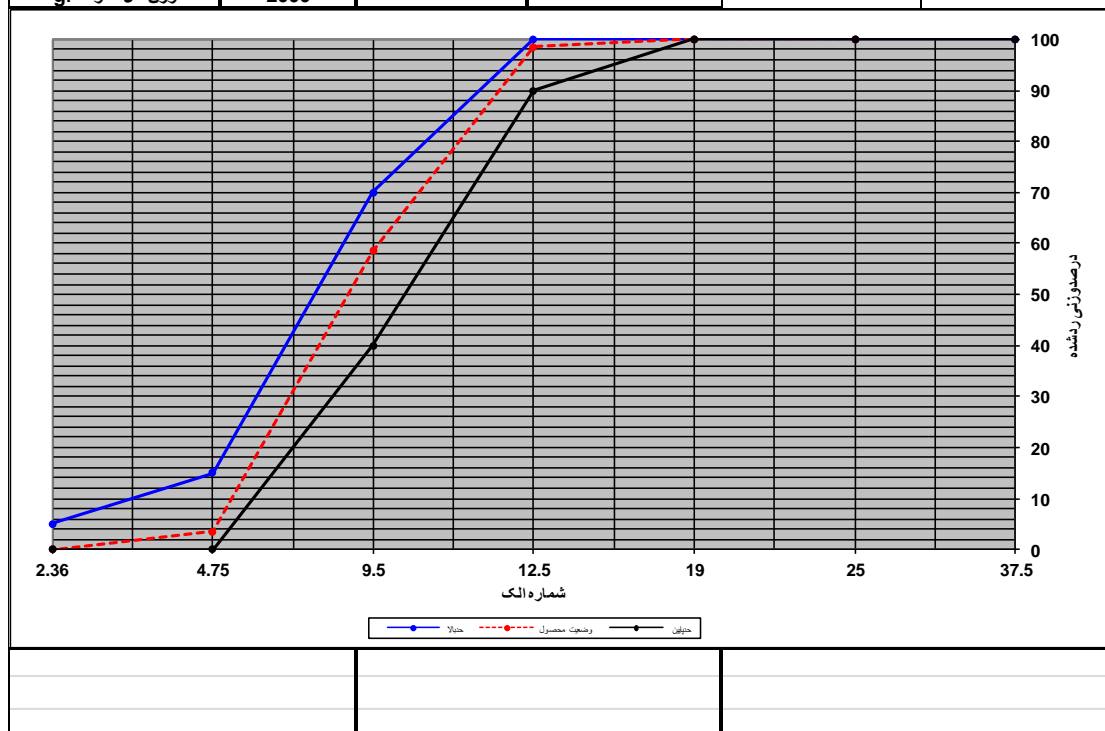
جدول 2-2

آرمه چين آرمه بتن			
گزارش آزمایشگاه دانه بندی شن نخودی به روش ISIRI4977			
نتایج آزمون سنگدانه برابر استاندارد: ISIRI 302			

استاندارد نمونه برداری: ISIRI 11267 محل نمونه برداری: زیرنوار..... زیرشوت..... اطراف دپوتولید...✓..... داخل کامیون...

	مقدار نمونه gr
	2000
	شماره نمونه
	INT-40005

سایز الک	شماره الک	مقدار مانده روی الک			درصد رد شده (الزامات اجباری): 4.75mm-12.5mm	
		وزن مانده gr	درصد مانده %	درصد تجمعی %	طبق آزمایش	ISIRI 302
25mm	1"	0	0	0	100	100
19mm	3/4"	0	0	0	100	100
12.5mm	1/2"	30	1.5	1.5	98.5	90-100
9.5mm	3/8"	800	40	41.5	58.5	40-70
4.75mm	# 4	1100	55	96.5	3.5	0-15
#8		70	3.5	100	0	0-5
وزن کل نمونه-gr		2000				



جدول 2-3

آرمه چين آرمه بتن						
گزارش آزمایشگاه دانه بندی شن بادامی روش ISIRI4977						
نتایج آزمون سنگدانه درشت برابر استاندارد: ISIRI 302						
محل نمونه برداری: زیرنوار..... زیرشوت..... اطراف دپوتولید...✓..... داخل کامیون...				استاندارد نمونه برداری: ISIRI 11267		
		مقدار نمونه gr		شماره نمونه		
		2500		INT-40002		
سایز الک	شماره الک	مقدار مانده روی الک			درصد رد شده (الزامات اجباری): 9.5mm-19mm	
		وزن مانده gr	درصد مانده %	درصد تجمعی %	طبق آزمایش	ISIRI 302
25mm	1"	0	0	0	100	100
19mm	3/4"	132	5.3	5.3	94.7	90-100
12.5mm	1/2"	1750	70	75.3	24.7	20-55
9.5mm	3/8"	603	24.1	99.4	0.6	0-15
4.75mm	# 4	10	0.4	99.8	0.2	0-5
پن		5	0.2	100		
وزن کل نمونه gr		2500				

درصد وزن ریشده

شماره الک

—●— حصلا - - - ● - - - رضعت همسرول —●— چين

جدول 2-4

آرمه چین آرمه بتن						
گزارش آزمایشگاه دانه بندی ماسه به روش استاندارد 4977						
نتایج آزمون سنگدانه ریز برابر استاندارد : 302						
محل نمونه برداری : زیرنوار ○ زیر شوت ○ اطراف دیو ● داخل کامیون ○				استاندارد نمونه برداری : ۱۱۲۶۷		
مدول نرمی				مقدار نمونه gr	شماره نمونه	
ISIRI 302 : 2.3-3.1				500	INT-۴۰۲۰۵-۰۱	
2.88						
سایز الک	شماره الک	مقدار مانده روی الک			درصد رد شده (الزامات اجباری)	
		وزن مانده gr	درصد مانده %	درصد تجمعی %	طبق آزمایش	ISIRI 302
9.5mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
4.75mm	#4	2.00	0.40	0.40	99.60	85.00-100.00
2.36mm	#8	81.00	16.20	16.60	83.40	60.00-100.00
1.18mm	#16	93.00	18.60	35.20	64.80	35.00-80.00
0.60mm	#30	105.00	21.00	56.20	43.80	20.00-50.00
0.30mm	#50	140.00	28.00	84.20	15.80	5.00-30.00
0.15mm	#100	57.00	11.40	95.60	4.40	2.00-10.00
0.075mm	#200	22.00	4.40	100.00	0.00	0.00-3.00
پن			0.70	100.70	وزن رنده شده از الک نمره 200	
وزن کل نمونه-gr		500.00	100.00		0.00	

نمودار درصد ریزش

شماره الک

● حد پایین - - - وضعیت محصول ● حد بالا

3- روش‌های مورد استفاده برای انجام آزمایش‌ها

روش تعیین نسبت‌ها و همچنین اختلاط مصالح با استفاده از روش طرح اختلاط ملی به صورت طرح اولیه و با استفاده از تجارب کارگاهی به صورت طرح نهایی آورده شده است که در ادامه گام به گام شرح داده شده است. روش‌های انجام آزمایش برای بدست آوردن اطلاعات فنی مصالح به صورت زیر می‌باشد.

تعیین چگالی و جذب آب ماسه مطابق استاندارد 4980

تعیین چگالی و جذب آب شن مطابق استاندارد 4982

مقدار رطوبت سنگدانه مطابق استاندارد 4983

تعیین چگالی سیمان مطابق استاندارد 7148

تعیین دمای بتن مطابق استاندارد 11268

تعیین چگالی بتن مطابق استاندارد 6-3203

تعیین روانی بتن مطابق استاندارد 2-3203

آزمایش دانه بندی مطابق استاندارد 4977

چگالی بتن سخت شده مطابق استاندارد 15427

مقاومت فشاری آزمون‌ها مطابق استاندارد 3-1608

4- روند کلی انجام آزمایش‌ها (متغیرها و روند طی شده برای رسیدن به طرح مخلوط)

مقاومت فشاری مشخصه برای بتن 50 مگاپاسکال در نظر گرفته شده است.

مقاومت فشاری هدف با در نظر گرفتن رتبه الف برای کارگاه و با توجه به انحراف معیار در نظر گرفته شده مطابق آیین نامه آبا از فرمول‌های زیر بدست می‌آید.

$$f_{cr'} = 0.9 * f'c + 2.33s$$

$$f_{cr'} = f'c + 1.34s$$

که انحراف معیار برابر 5 می‌باشد و با جای گذاری در فرمول و در نظر گرفتن بیشترین مقدار 56.7 مگاپاسکال بدست می‌آید که کمتر از رابطه مقابل می‌باشد. $f_{cr'} = 1.1f'c + 5.0$

گزارش طرح اولیه مخلوط بتن بر اساس روش ملی طرح مخلوط بتن

مشخصات طرح

نام پروژه: مسابقات بتن

نوع قطعات:

محل قطعات در سازه:

نوع بتن درخواستی:

محل تأمین اجزای بتن:

طبقه بندی اسلامپ: S3 - روان - ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی متر

اسلامپ هدف: 150 میلی متر

یافت مخلوط سنگدانه: متوسط: چسبندگی متوسط، مناسب برای اکثر کارهای بتنی

افزودنی روان کننده: ارائه طرح مخلوط اولیه با فرض استفاده از افزودنی روان کننده جهت کاهش مصرف آب

درصد کاهش مقدار آب آزاد: 27 درصد

نوع افزودنی روان کننده: پلی کریوکسیلات

مقدار افزودنی روان کننده (درصد وزن سیمان): 0.25 درصد

مواد افزودنی (پودری): ارائه طرح مخلوط اولیه با فرض عدم استفاده از مواد افزودنی (پودری) جایگزین سیمان

محدودیت های طرح:

حداکثر مقدار سیمان: 550 کیلوگرم بر مترمکعب

نوع سیمان مصرفی: رده مقاومتی ۴۲,۵ نیوتن بر میلی مترمربع

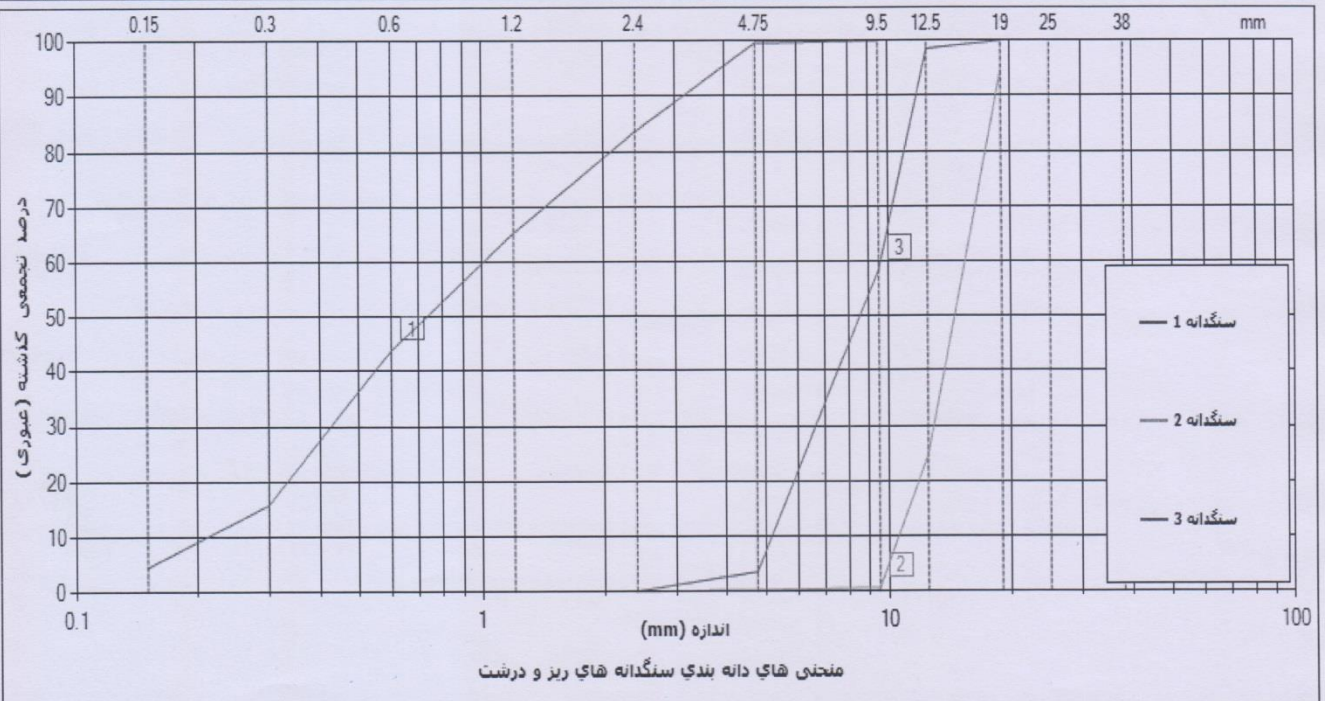
حکالی ذرات سیمان: 3.15 گرم بر سانتی متر مکعب

گزارش طرح اولیه مخلوط بتن بر اساس روش ملی طرح مخلوط بتن

مشخصات سنگدانه‌ها

حداکثر اندازه سنگدانه: 19 میلی‌متر

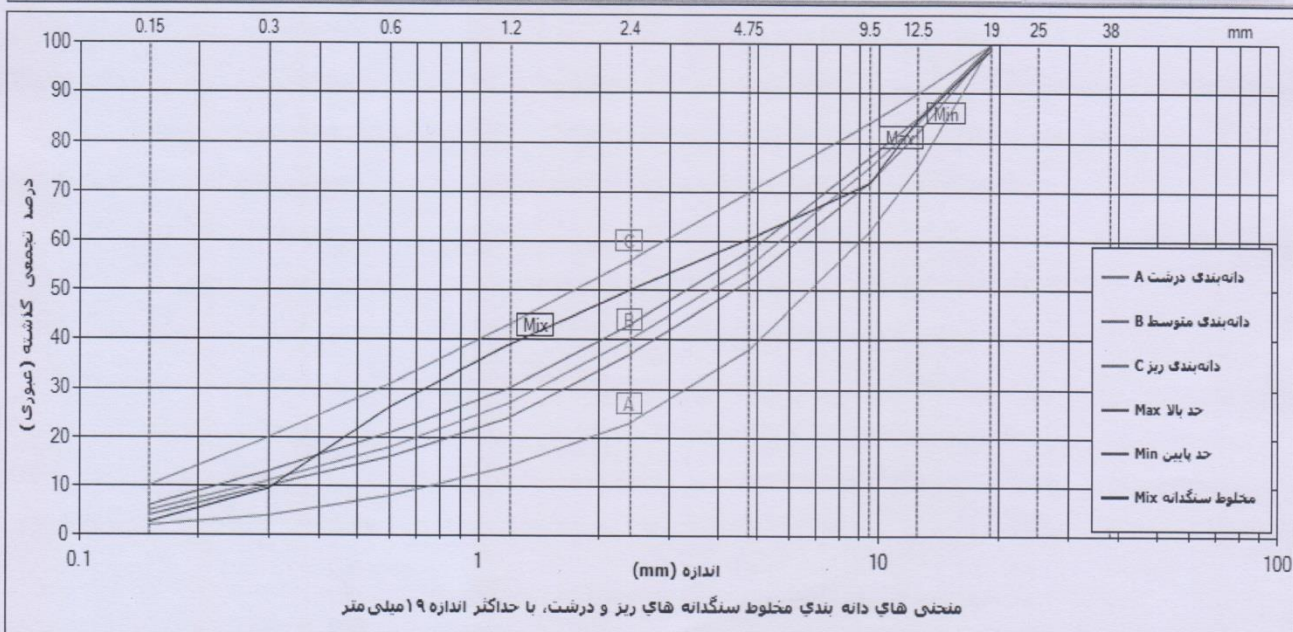
نوع سنگدانه	سنگدانه ۱	سنگدانه ۲	سنگدانه ۳
نام سنگدانه	ماسه	بادامی	نخودی
چگالی ذرات SSD (g/cm ³)	۲,۵	۲,۵۲	۲,۵۲
ظرفیت جذب آب (%)	۲,۲	۲,۵	۲,۷
درصد شکستگی	۲۰	۷۰	۴۵
درصد گذشته از الک 38 mm	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
درصد گذشته از الک 25 mm	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
درصد گذشته از الک 19 mm	۱۰۰	۹۴,۷	۱۰۰
درصد گذشته از الک 12.5 mm	۱۰۰	۲۴,۷	۹۸,۵
درصد گذشته از الک 9.5 mm	۱۰۰	۰,۶	۵۸,۵
درصد گذشته از الک 4.75 mm	۹۹,۶	۰,۲	۲,۵
درصد گذشته از الک 2.38 mm	۸۲,۴	۰	۰
درصد گذشته از الک 1.18 mm	۶۲,۸	۰	۰
درصد گذشته از الک 0.6 mm	۲۲,۸	۰	۰
درصد گذشته از الک 0.3 mm	۱۵,۸	۰	۰
درصد گذشته از الک 0.15 mm	۲,۲	۰	۰
رطوبت (%)	۰	۰	۰



گزارش طرح اولیه مخلوط بتن بر اساس روش ملی طرح مخلوط بتن

دانه بندی مخلوط سنگدانه

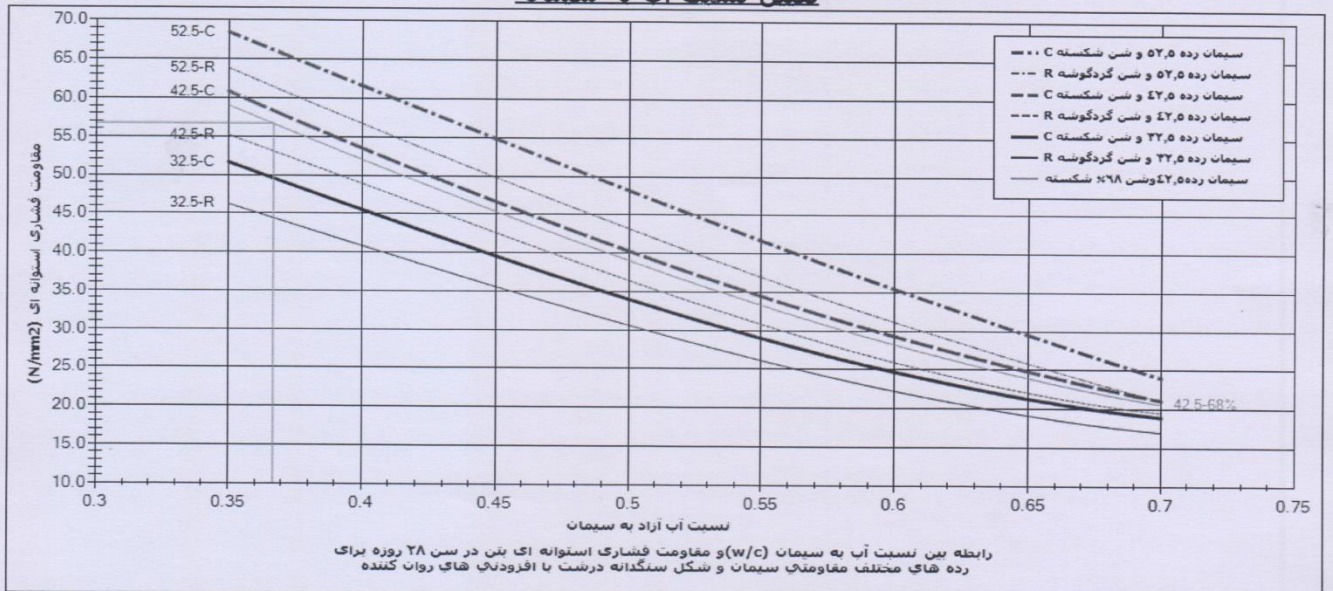
حد بالا	مخلوط	حد پایین	سنگدانه ۲	سنگدانه ۲	سنگدانه ۱	نسوم سنگدانه در مخلوط (%)
-	-	-	۲۰	۲۰	۴۰	نوع سنگدانه
-	-	-	شن	شن	ماسه	نام سنگدانه
-	-	-	نخودی	بادامی	ماسه	جگالی ذرات SSD (g/cm3)
-	۲,۵۱	-	۲,۵۲	۲,۵۴	۲,۵	ظرفیت جذب آب (%)
-	۲,۹۶	-	۲,۷	۲,۵	۲,۲	درصد شکستگی
-	۳۹	-	۶۵	۷۰	۲۰	درصد گذشته از الک 38 mm
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	درصد گذشته از الک 25 mm
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	درصد گذشته از الک 19 mm
۱۰۰	۹۸,۹۴	۱۰۰	۱۰۰	۹۴,۷	۱۰۰	درصد گذشته از الک 12.5 mm
۸۵	۸۴,۶۴	۸۲	۹۸,۵	۲۴,۷	۱۰۰	درصد گذشته از الک 9.5 mm
۷۷	۷۱,۸۲	۷۲	۵۸,۵	۰,۶	۱۰۰	درصد گذشته از الک 4.75 mm
۵۸	۶۰,۵	۵۲	۲,۵	۰,۲	۹۹,۶	درصد گذشته از الک 2.38 mm
۲۳	۵۰,۰۲	۳۷	۰	۰	۸۲,۲	درصد گذشته از الک 1.18 mm
۳۰	۳۸,۸۸	۲۲	۰	۰	۶۴,۸	درصد گذشته از الک 0.6 mm
۲۱	۲۶,۲۸	۱۶	۰	۰	۲۴,۸	درصد گذشته از الک 0.3 mm
۱۲	۹,۲۸	۱۰	۰	۰	۱۵,۸	درصد گذشته از الک 0.15 mm
۴	۲,۶۴	۴	۰	۰	۴,۴	مدول نرمی
۴,۵۲	۴,۴۱	۴,۸۵	۶,۳۸	۷,۰۵	۲,۸۸	



میانگین در صد شکستگی، محاسبه شده درشت دانه ها (شن) در مخلوط : 68 درصد
 میانگین در صد شکستگی، مخلوط سنگدانه (درشت دانه ها) : 68 درصد
 درصد شکستگی متوسط معادل محاسبه شده برای مخلوط سنگدانه : 32 درصد
 درصد شکستگی متوسط معادل برای مخلوط سنگدانه : 32 درصد
 مدول نرمی، محاسبه شده مخلوط سنگدانه : 4.41
 مدول نرمی، مخلوط سنگدانه : 4.41

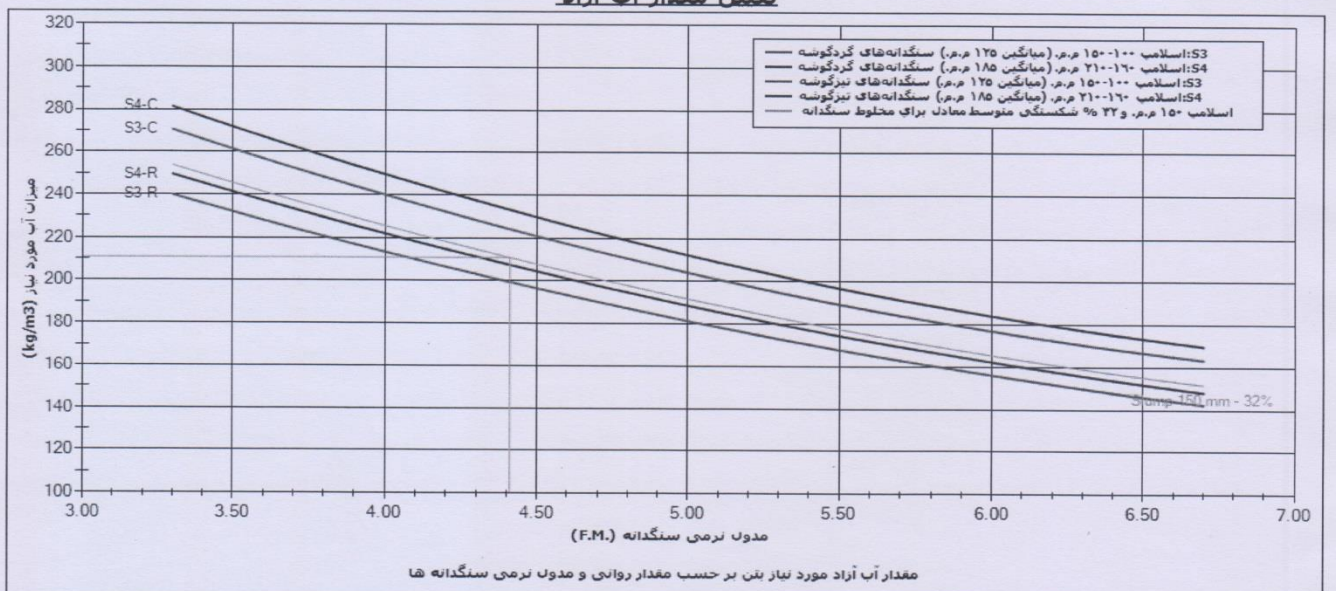
گزارش طرح اولیه مخلوط بتن بر اساس روش ملی طرح مخلوط بتن

تعیین نسبت آب به سیمان



نسبت آب به سیمان محاسبه شده: 0.367
 نسبت آب به سیمان انتخاب شده: 0.367
 مقاومت فشاری متناظر نسبت آب به سیمان انتخابی: 56.7 نیوتن بر میلی متر مربع

تعیین مقدار آب آزاد



میزان آب مورد نیاز حاصل از منحنی: 210.83 کیلوگرم بر متر مکعب
 مقدار کاهش آب آزاد ناشی از مصرف روان کننده: 56.92 کیلوگرم بر متر مکعب
 میزان آب مورد نیاز محاسبه شده: 153.91 کیلوگرم بر متر مکعب

گزارش طرح اولیه مخلوط بتن بر اساس روش ملی طرح مخلوط بتن

تعیین مقدار سیمان

$$C = \frac{Wf}{W/C} = \frac{153.91}{0.367} = 419.37 \text{ Kg/m}^3$$

مقدار سیمان بیش از ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است و مقدار آب باید طبق بند ۴-۴ اصلاح شود
مقدار افزایش آب بتن به ازای هر ۱۰ کیلوگرم سیمان اضافی ۱.۵ کیلوگرم انتخاب شده است

$$C = \frac{Wf}{W/C} = \frac{164.32}{0.367} = 447.74 \text{ Kg/m}^3$$

* مقدار سیمان کمتر از حداکثر مقدار مجاز تعیین شده در مشخصات طرح است

مقدار سیمان انتخاب شده (C) : 447.74 کیلوگرم بر متر مکعب
میزان آب آزاد انتخاب شده (Wf) : 164.32 کیلوگرم بر متر مکعب
نسبت آب به سیمان (W/C) : 0.367

مقدار سنگدانه

2 = درصد هوای غیر عمدی در بتن => میلی‌متر 19 = حداکثر اندازه سنگدانه

$$V_{Assd} = 1 - \left(\frac{447.74}{3150} + \frac{164.32}{1000} + \frac{0}{1000} + 0.02 \right) = 0.674 \text{ m}^3$$

سنگدانه ۲	سنگدانه ۲	سنگدانه ۱	نوع سنگدانه
شن	شن	ماسه	نام سنگدانه
نخودی	بادامی	ماسه	چگالی ذرات SSD (g/cm ³)
۲,۵۲	۲,۵۲	۲,۵	ظرفیت جذب آب (%)
۲,۷	۲,۵	۲,۲	درصد شکستگی
۶۵	۷۰	۲۰	سهم سنگدانه در مخلوط (%)
۲۰	۲۰	۶۰	حجم سنگدانه در یک متر مکعب بتن (m ³)
۰,۱۲۵	۰,۱۲۵	۰,۲۰۲	جرم سنگدانه اشباع در یک متر مکعب بتن (Kg)
۲۴۰	۲۴۲	۱۰۱۱	جرم آب لازم برای اشباع کردن سنگدانه خشک (Kg)
۹	۸	۲۱	جرم سنگدانه خشک در یک متر مکعب بتن (Kg)
۲۳۱	۲۳۲	۹۹۰	رطوبت (%)
۰	۰	۰	جرم آب سنگدانه مرطوب (Kg)
۲۳۱	۲۳۲	۹۹۰	جرم سنگدانه مرطوب در یک متر مکعب بتن (Kg)

1693 کیلوگرم بر متر مکعب
1645 کیلوگرم بر متر مکعب
1645 کیلوگرم بر متر مکعب

جرم کل سنگدانه‌های اشباع با سطح خشک (Assd) :
جرم کل سنگدانه‌های خشک (Ad) :
جرم کل سنگدانه‌های مرطوب (A) :

مقدار آب در یک متر مکعب بتن

48 کیلوگرم بر متر مکعب
212.32 کیلوگرم بر متر مکعب
212.32 کیلوگرم بر متر مکعب

آب لازم برای اشباع کردن سنگدانه‌های خشک (Wa) :
آب کل (Wt) :
آب مصرفی (Wm) :

جرم یک متر مکعب بتن متراکم تازه

$$G = C + Wf + Assd + D = 447.74 + 164.32 + 1693 + 0 = 2305.06 \text{ (Kg)}$$

مقدارافزودنی باتوجه به مقدار کاهش آب 1.2 کیلوگرم بر مترمکعب در نظر گرفته شده است.

5- نتایج بدست آمده با استفاده از طرح اولیه

جدول 4-5

آزمونه ها	اسلامپ (mm)	چگالی بتن تازه (kg/m3)	چگالی بتن سخت شده (kg/m3)	دما C*	مقاومت فشاری 28 روزه N/mm2
X1	170	2320	2310	18	47.7
X2	170	2315	2305	18	45.5
X3	170	2310	2300	18	45
میانگین	170	2315	2305	18	46

باتوجه به نتایج مقاومت فشاری وعدم دست یابی به مقاومت فشاری مورد نظر طرح اصلاحی مطابق جدول زیر جایگزین طرح اولیه شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار می گیرد.

جدول 4-6 طرح اصلاح شده

مصلح	وزن SSD Kg/m3	آب قابل جذب Kg/m3	وزن خشک Kg/m3	آب کل Kg/m3	چگالی Kg/m3
شن نخودی	338	8.4	329.6	202	2327.8
شن بادامی	338	9.1	328.9		
ماسه	1013	32.4	980.6		
آب آزاد	152.5	-	-		
سیمان	485	-	-		
فوق روان کننده	1.25	-	-		

این طرح مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن در جدول صفحه بعد آورده شده است.

جدول 5-6

مقاومت فشاری 28 روزه N/mm ²	دما C*	چگالی بتن سخت شده (kg/m ³)	چگالی بتن تازه (kg/m ³)	اسلامپ (mm)	آزمونه ها
51.7	18	2315	2325	160	X1
50.8	18	2310	2320	160	X2
51.1	18	2312	2324	160	X3
51.2	18	2312	2323	160	میانگین

7- نتیجه گیری و ارائه طرح مخلوط نهایی

با توجه به دست یابی به مشخصات موردنظر بتن تازه و سخت شده جدول 6-4 به عنوان طرح مخلوط نهایی انتخاب می شود مهم ترین عامل تاثیر گذار بر روی مقاومت فشاری نسبت آب به سیمان می باشد و در نسبت های پایین تر مقاومت فشاری بیشتری حاصل می شود و همچنین برای اجرایی کردن بتن در نسبت های آب به سیمان پایین استفاده از فوق روان کننده الزامی می باشد.

8- مراجع

تعیین چگالی و جذب آب ماسه مطابق استاندارد 4980

تعیین چگالی و جذب آب شن مطابق استاندارد 4982

مقدار رطوبت سنگدانه مطابق استاندارد 4983

تعیین چگالی سیمان مطابق استاندارد 7148

تعیین دمای بتن مطابق استاندارد 11268

تعیین چگالی بتن مطابق استاندارد 6-3203

تعیین روانی بتن مطابق استاندارد 2-3203

آزمایش دانه بندی مطابق استاندارد 4977

چگالی بتن سخت شده مطابق استاندارد 15427

مقاومت فشاری آزمون‌ها مطابق استاندارد 3-1608

آیین‌نامه بتن ایران فصل 3(1400) و فصل 5(1400)

ساخت و عمل‌آوری آزمون‌های بتن مطابق استاندارد 581

بتن تازه نمونه برداری مطابق استاندارد 1-3201

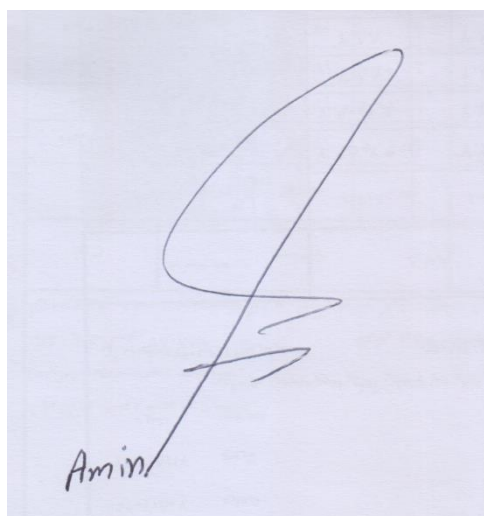
افزودنی‌های بتن ملات و دوغاب ویژگی‌ها 2-2930

افزودنی‌های بتن ملات و دوغاب ویژگی‌ها 1-2930

بتن آماده ویژگی‌ها مطابق استاندارد 6044

نام سرپرست تیم

امین جعفرزاده



Amin