

## بررسی «آزمایش ارزش ماسه ای» به عنوان ملاک پذیرش تمیزی ماسه در بتن

محسن تدین\* عضو هیئت علمی دانشگاه بو علی سینا و مدرس دانشگاه علم و صنعت ایران

حسن طحان پور مقدم\*\* کارشناس عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

### چکیده

ماسه به عنوان یک جسم پر کننده که بیش از ۳۰ درصد مصالح بتن را تشکیل میدهد نقش بسزایی در تولید بتن دارا میباشد، به طوری که میتوان پس از سیمان آن را مهمترین مصالح در بتن دانست. این موضوع زمانی نقش خود را بیشتر نشان می دهد که مصالح

ریز دانه در طراحی بتن اهمیت بیشتری داشته باشد مانند سازه های بتنی که دوام آنها بدلیل قرارگیری در معرض نفوذ سیالات مضر و نیز محیطهای مهاجم مورد تهدید قرار می گیرد. در واقع مصالح ریز دانه مناسب، نقش مهمی در بهبود دوام بتن دارند اما از طرف دیگر وجود موادریزدانه و رسی (کوچکتر از ۰.۰۷۵ میلیمتر) به علت خواص رسی که گاهی در فرایند هیدراتاسیون تاثیر میگذارد و همچنین جذب آب زیاد که باعث بالا بردن نسبت آب به سیمان می شود مضر بوده و بهمین دلیل مقدار آن (مواد ریزدانه کوچکتر از ۰.۰۷۵ میلیمتر) در بتن محدود شده است. با توجه به آنچه گفته شد آزمایشهای کنترل کیفی و تمیزی ماسه در بتن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. برای مثال برای کنترل کیفیت ماسه آزمایشهای دانه بندی، تعیین مدول نرمی، درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ و آزمایش ارزش ماسه ای در کارگاههای تولید بتن انجام

می شود که در این میان آزمایش ارزش ماسه ای به علت آن که به عنوان نشانه ای از کثیفی یا تمیزی ماسه از آن یاد میشود و نیز از قدیم مرسوم بوده از اهمیت بیشتری برخوردار است. به طوری که در اغلب کارگاههای ساختمانی و عمرانی این آزمایش ملاک پذیرش ماسه برای خرید و یا استفاده آن در بتن می باشد. برای اینکه بدانیم آیا این آزمایش می تواند روش مناسبی برای پذیرش کیفیت ماسه مورد استفاده در بتن باشد یا خیر، آزمایشها و تحقیقاتی در یکی از کارخانجات بزرگ تولید بتن در منطقه عسلویه استان بوشهر صورت گرفته که در این مقاله به آن پرداخته شده است..

## ۱- مقدمه

یکی از مشکلات تولید ماسه مناسب در ایران، کمبود رودخانه های مناسب جهت تهیه ماسه های ریزدانه میباشد. به طوریکه برای ساخت بتن غالباً از ماسه شکسته که توسط دستگاههای سنگ شکن ساخته میشود استفاده میشود. استفاده از ماسه شکسته در بتن معمولاً باعث پایین آمدن کارایی بتن تازه می شود که علت آن نیز زبری سنگدانه های موجود در ماسه شکسته میباشد.

معمولاً قبل از آن که مصالح سنگی در سنگ شکن تولید شود باید آزمایشهای کنترل کیفی بر روی قرضه های مورد نظر انجام شود که از مهمترین این آزمایشها میتوان به : درصد افت وزنی در اثر سایش (لوس آنجلس)، ظرفیت جذب آب ، چگالی اشباع و آزمایشهای شیمیایی مورد نیاز، اشاره نمود. همچنین پس از آن که ماسه (چه بصورت شکسته و یا طبیعی) تولید شد ، آزمایشهای کنترل کیفی مختلفی بر روی آن انجام می شود که از آن جمله میتوان به : دانه بندی، درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ ، ارزش ماسه ای<sup>۱</sup> و تعیین مدول نرمی<sup>۲</sup>، اشاره کرد. در کشور ما آزمایش ارزش ماسه ای به دلایل مختلفی از جمله کوتاه بودن زمان انجام آزمایش، معرفی آن به عنوان ملاک تمیزی ماسه ، قدمت این آزمایش و ... بیش از آزمایشهای دیگر مورد توجه مهندسان و خریداران ماسه می باشد. بر همین اساس و با توجه به اینکه « ارزش ماسه ای» بعنوان معیاری برای پذیرش کیفیت ماسه در ایران بدل شده است، ماسه های تولید شده در منطقه عسلویه (پارس جنوبی) واقع در استان بوشهر از این منظر مورد بررسی قرار گرفت. در حال حاضر حدود بیش از ۶۷۰۰ مترمکعب بتن بصورت روزانه در این منطقه تولید می گردد که مقدار قابل توجهی در مقایسه با سایر مناطق کشور می باشد. قابل ذکر است آزمایشهای این تحقیق در آزمایشگاه کنترل کیفی کارخانه «قطعات پیش ساخته بتنی موسسه راه ساحل» وابسته به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء واقع در عسلویه انجام شده و تحقیقات آماری آن نیز مربوط به معادن و کارگاههای ساخت بتن در همان منطقه می باشد.

## ۲- هدف از تحقیق

در بیشتر موارد ماسه های تولید شده کارگاههای تولید شن و ماسه در ایران، درشت تر از محدوده منحنی های استاندارد بین المللی نظیر ASTM بوده و مدول نرمی (FM) آن نیز در اکثر موارد، بالاتر از حد مجاز این استانداردها می باشد. یکی از دلایلی که سبب درشت تر شدن این ماسه ها می گردد شستشوی زیاد آنها بجهت نگرانی از کم شدن «ارزش ماسه ای» آن می باشد زیرا همانگونه که می دانیم مقدار کمینه «ارزش ماسه ای» در

1: Sand Equivalent

2: Fineness Modulus

آیین نامه بتن ایران (آبا) به ۷۵ درصد محدود شده است. در این تحقیق سعی بر آن شد تا تاثیر «آزمایش ارزش ماسه ای» را در بتن بیشتر بررسی کرده و خصوصیات بتنهای ساخته شده با مقادیر مختلف «ارزش ماسه ای» را بررسی کنیم. همچنین با توجه به وجود کارگاههای مختلف تولید بتن و حضور شرکت‌های معتبر خارجی در این منطقه، اطلاعات آنها نیز در خصوص این آزمایش جمع آوری شده تا به یک جمع بندی کلی دست یابیم.

### ۳- شرح آزمایش ارزش ماسه ای

آزمایش ارزش ماسه ای در ایران که به اختصار به آن SE نیز می گویند ، برگرفته از استاندارد ASTM D2419 است و در اکثر کارگاههایی که با بتن و آسفالت سرو کار دارند مطرح است. نحوه انجام این آزمایش بدین گونه است که پس از نمونه گیری از ماسه تولید شده در سنگ شکن مقداری از آن را در گرمچال خشک کرده و سپس مقدار ۱۰۰ تا ۱۲۰ گرم از آن را در استوانه مخصوص آزمایش که با ۴ اینچ مربع محلول استوک پر شده است قرار میدهند. پس از گذشت ۱۰ دقیقه استوانه را به مدت ۳۰ ثانیه و در حالت افقی ۹۰ مرتبه تکان داده و سپس تا ارتفاع ۱۰ اینچ دوباره با محلول استوک آن را پر می کنیم. پس از گذشته ۲۰ دقیقه ارتفاع ماسه معلق در استوانه را قرائت کرده (H1) و سپس با قرار دادن وزنه مخصوص داخل استوانه ، شاخص بالای وزنه را قرائت می کنیم (H2). سپس ارزش ماسه ای را از رابطه زیر بدست می آوریم:

$$SE = H_1 / H_2 * 100$$



شکل ۲



شکل ۱

قابل ذکر است که بر طبق استاندارد ASTM 2419 این آزمایش باید بر روی ۳ استوانه انجام شود و میانگین آنها به عنوان ارزش ماسه ای ثبت شود. همچنین به منظور نتیجه گیری سریع میتوان آن را به روش «تر» نیز آزمایش کرد. همان طور که از شرح روش آزمایش مشخص است این آزمایش یک آزمایش حجمی بوده که بصورت درصد بیان می شود. به طور مثال زمانی که میگویند ارزش ماسه ای ۷۰ درصد است، منظور اینست که نسبت ماسه ته نشین شده به ماسه معلق ۷۰ درصد میباشد. این آزمایش بیش از ۵۰ سال است که در ایران استفاده میشود و به عنوان مهمترین ملاک پذیرش تمیزی ماسه از آن یاد میشود.

#### ۴- آزمایش درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ و مدول نرمی

همان طور که از اسم آزمایش فوق مشخص است، تعیین درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ (۰.۰۷۵mm)

ورد نظ  
می باشد. این پارامتر در حین انجام آزمایش دانه بندی مصالح تعیین می شود و مقدار آن نیز در مصالح سنگی موجود در بتن محدود شده که علت آن جلوگیری از افزایش جذب آب مصالح می باشد زیرا همانگونه که می دانیم

این مصالح ریزدانه جذب آب بالایی دارند. فاکتور دیگری نیز که در حین آزمایش دانه بندی مشخص می شود و برای تعیین سهم مصالح سنگی و خصوصا ماسه در طرح اختلاط مهم می باشد ، «مدول نرمی» ماسه است . مدول نرمی عبارت است از مجموع درصدهای تجمعی مصالح باقیمانده روی سری الک های استاندارد (ASTM 4 8 16 30 ( 50 100 ) همان طور که مشخص است هر چه قطر اسمی سنگدانه ها بیشتر باشد ، مدول نرمی آن نیز افزایش مییابد. باید به خاطر داشت مدول نرمی نمی تواند به عنوان توصیف دانه بندی مصالح ملاک قرار گیرد ، اما جهت سنجش تغییرات جزئی در سنگدانه هایی که از یک منبع تولید می شوند با ارزش است.

## ۵- شرح فعالیت های آزمایشگاهی

### ۵-۱- نقش ارزش ماسه ای و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ در نسبت آب به سیمان:

برای آنکه بتوانیم نقش ارزش ماسه ای و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ را در نسبت آب به سیمان بسنجیم در محل سنگ شکنها ماسه هایی با « ارزش ماسه ای » و « درصد گذشته از الک ۲۰۰ » مختلف تهیه کردیم. این کار با تغییر فشار آب شستشو در ماسه شورهای حلزونی انجام شد که کاری سخت و وقت گیر بود. سپس از ماسه های مختلف به مقدار لازم نمونه گیری شد و جهت ساخت مخلوطهای آزمایشی به آزمایشگاه فرستاده شد. در برخی موارد که موفق به تولید ماسه مورد نظر در محل سنگ شکن نشده بودیم آن را به روش مصنوعی در محل دپوی ماسه کارگاه ، توسط افزودن خاک همان معدن و به روش سعی و خطا ساختیم. برای مشخص شدن اثر دو عامل فوق (ارزش ماسه ای و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰) در تعیین نسبت آب به سیمان و مقاومت فشاری، مخلوطهای آزمایشی با مشخصات جدول شماره ۱ ساخته شد.

اسلامپ هدف (cm)	عیار سیمان (kg/cm <sup>3</sup> )	حداکثر اندازه سنگدانه(mm)
8	375	20

جدول ۱



شکل ۴

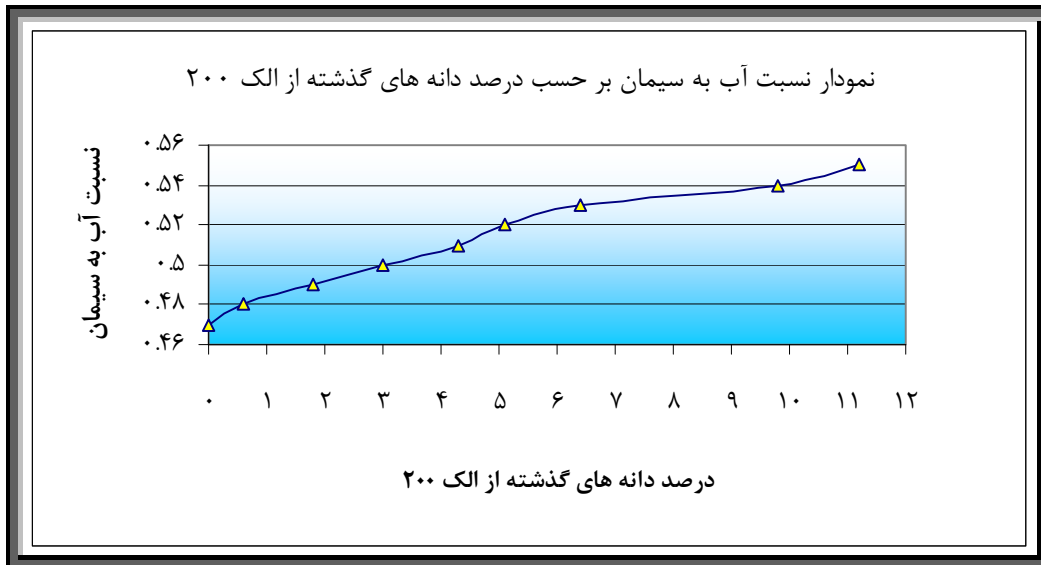


شکل ۳

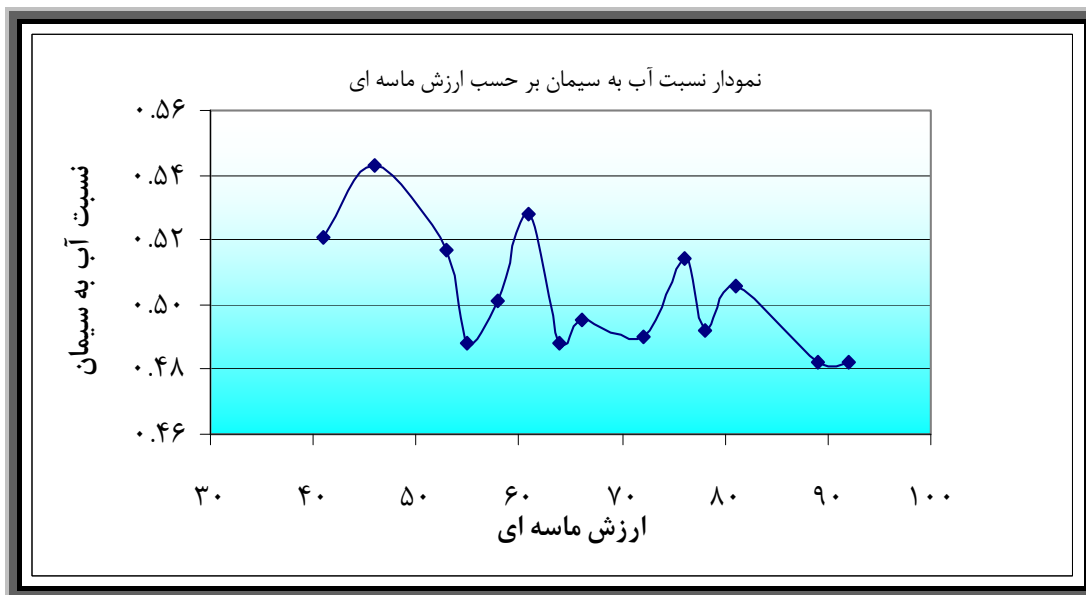
قابل ذکر است به غیر از ماسه، تمامی طرحها از هر نظر شبیه یکدیگر بودند. همچنین جهت حذف « اثر درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ سنگدانه های درشت »، در طرحهای فوق تمامی سنگدانه های درشت چندین روز قبل از آزمایش کاملاً شستشو گردید. آب مورد نیاز برای هر طرح به اندازه ای افزوده شد که اسلامپ مورد نظر به ۸ سانتیمتر برسد. پس از گذشت ۵ دقیقه از زمان اختلاط، اسلامپ مخلوط مورد نظر اندازه گیری شد و سپس از هر طرح ۶ نمونه مکعبی ۱۵\*۱۵ جهت انجام آزمایش مقاومت فشاری گرفته شد. مشخصات ماسه های مورد استفاده و نتایج طرحهای فوق در جدول شماره ۲ آمده است.

مقاومت فشاری ۲۸ روزه	نسبت آب به سیمان	مدول نرمی	درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰	ارزش ماسه ایی	شماره ماسه
340	0.482	4.21	0.7	92	1
331	0.482	4.13	0.5	89	2
313	0.506	4.08	4.3	81	3
305	0.492	4.02	2.9	78	4
296	0.514	4.04	4.6	76	5
331	0.49	3.96	1.3	72	6
305	0.495	3.99	2.6	66	7
331	0.488	3.92	1.1	64	8
283	0.528	3.86	6.4	61	9
318	0.501	3.91	3.9	58	10
318	0.488	3.88	2.6	55	11
296	0.517	3.79	4.7	53	12
245	0.543	3.71	9.8	46	13
283	0.521	3.83	6.3	41	14

جدول ۲



نمودار ۱





## نمودار ۲

همان طور که از نتایج آزمایشها و نمودارهای شماره ۱ مشخص است، نسبت آب به سیمان در طرحهای فوق ارتباط زیادی با درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ در مصالح سنگی دارد به طوری که با افزایش درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰، نسبت آب به سیمان نیز افزایش یافته است. اما اگر نمودار نسبت آب به سیمان بر حسب ارزش ماسه ایی را رسم کنیم متوجه میشویم که ارزش ماسه ای نمیتواند رابطه خاصی با نسبت آب به سیمان داشته باشد که این موضوع را می توان در جدول ۲ نیز مشاهده کرد. برای مثال در طرح شماره ۳ که درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ در آن ۳.۴ درصد است نسبت آب به سیمان برابر ۵۰۶.۰ شده اما ارزش ماسه ای برابر ۸۱ میباشد ولی در طرح دیگری که درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ در آن ۱.۲ درصد میباشد نسبت آب به سیمان ۰.۴۹۲ بوده اما ارزش ماسه ای آن ۷۲ می باشد. در سنجش دیگری می توان به طرحهای شماره ۵ و ۱۲ اشاره کرد که با توجه به برابری نسبت آب به سیمان، درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ و مقاومت فشاری ۲۸ روزه در دو طرح مزبور، ارزش ماسه ای بیش از ۲۴ درصد با یکدیگر اختلاف دارد.

همچنین از نتایج آزمایشات فوق چنین استنباط میشود که در طرحهایی که درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ زیر ۳ درصد می باشد و نسبت آب به سیمان افزایش زیادی نکرده است نتایج آزمایشات در حد مطلوب است، اما در مورد مقدار ارزش ماسه ای چنین نیست زیرا در طرحهای فوق مواردی مشاهده میشود که با وجود ارزش ماسه ای بالا، نتایج رضایت بخش نمی باشد.

### ۵-۲- خطاهای تاثیر گذار در آزمایش ارزش ماسه ای:

با توجه به نتایج آماری که قبل از این ارائه شد و تلورانس بالای نتایج این آزمایش، بررسی در خصوص دلایل خطاهای تاثیر گذار در این آزمایش انجام شد. برای این منظور از ماسه ساخته شده در معدن توسط چهار آزمایشگاه در منطقه پارس جنوبی همزمان نمونه گیری شد و جهت انجام آزمایش ارزش ماسه ای به آزمایشگاه فرستاده شد. اختلاف نتایج به دست آمده توسط این چهارآزمایشگاه به بیش از ۲۰ درصد رسید که معرف پراکندگی و خطا در نحوه انجام آن می باشد.

نوع آزمایشگاه	مقدار SE
A	69
B	56
C	75
D	63

انحراف معیار	7%
--------------	----

### جدول ۳

برای اینکه بتوانیم دلایل اختلاف در نتایج بدست آمده را چک کنیم آزمایشات زیر را انجام دادیم.

۵-۲-۱. تاثیر دمای ماسه و محلول در آزمایش :

همان طور که میدانیم در اکثر آزمایشگاهها آزمایش ارزش ماسه ای را به روش خشک انجام میدهند، برای این منظور ماسه را پس از خشک کردن در گرمچال بیرون آورده و پس از گذراندن مقداری از آن از الک نمره ۴ آزمایش فوق را انجام میدهند. حال اگر ماسه ای که از گرمچال بیرون آمده خنک نشود و با دمای بالا آزمایش انجام شود نتایج بدست آمده اندکی پایین تر از حالتی است که نمونه خشک شده به دمای محیط برسد و سپس آزمایش انجام شود. برای همین منظور در ادامه آزمایشها از یک ماسه با مدول نرمی و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ مشخص، ۶ بار نمونه برداری به عمل آمده و آزمایش ارزش ماسه ای را با دمای (۳۵،۲۵ و ۴۵) درجه سانتیگراد برای ماسه انجام دادیم که نتایج زیر بدست آمد.

دمای ماسه (°C)	مقادیر SE			میانگین
۲۵	73	71	81	75
۳۵	74	68	79	74
۴۵	59	62	61	61

جدول ۴

از نتایج فوق مشخص است چنانچه دمای ماسه و یا محلول آزمایش بالا باشد نتایج به طور محسوس افت می کنند.

#### ۵-۲-۲. تاثیر نمونه برداری از ماسه :

در این آزمایش ابتدا از معدن نمونه گیری به عمل آمده و سپس مدول نرمی و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ بـرای نمونه ای با مشخصات جدول شماره (5) تهیه گردید . سپس نمونه را به دو قسمت تقسیم و به روش مرطوب و کاملاً خشک مجدداً دانه بندی انجام شد.

مدول نرمی	درصد فیلر
3.1	3.81

جدول ۵

#### ۵-۲-۲-۱- روش خشک :

در این روش پس از آنکه نمونه ها در اون خشک شد با ظرف مخصوص توزین SE ، شش نمونه جدا شد و هر کدام را جداگانه دانه بندی کردیم که نتایج زیر بدست آمد.

شماره آزمایش	مدول نرمی	درصد فیلر
1	4.02	2.8
2	3.74	4.3
3	4.11	2.7
4	3.93	2.9
5	4.13	1.9
6	4.08	2.3

انحراف معیار	0.13	0.74
--------------	------	------

جدول ۶

## ۵-۲-۲-۲. روش تر:

در این آزمایش پس از نمونه گیری از معدن ماسه مرطوب را در ظرف توزین مختص ارزش ماسه ای وزن کرده و نمونه ها را به صورت مرطوب آزمایش کردیم ، سپس تمامی نمونه ها را جداگانه در اون قرار دادیم و پس از خروج آزمایش دانه بندی را انجام دادیم که نتایج آن به شرح زیر است.

شماره آزمایش	مدول نرمی	درصد فیلر
1	3.9	3.4
2	3.74	2.7
3	3.83	3.1
4	3.92	2.9
5	3.83	3.4
6	3.81	2.9

انحراف معیار	0.059	0.26
--------------	-------	------

جدول ۷

همانطور که از نتایج این دو روش مشاهده می شود خطاهای نمونه گیری در روش خشک بیشتر از روش تر می باشد و معمولاً پراکندگی نتایج ارزش ماسه ای نیز به علت متغیر بودن نمونه گیری به روش خشک می باشد. در صورتیکه در روش تر دانه بندی ها به واقعیت نزدیکتر می باشد. نتایج انحراف معیار آزمایشات فوق که در جداول ( ۶ ) و ( ۷ ) آمده است بیانگر مطالب ذکر شده می باشد.

### ۵-۳- خطا در روش انجام آزمایش:

با توجه به روش پیشنهاد شده ASTM D 2419 این استاندارد صریحاً ذکر کرده است که در هنگام انجام آزمایش، استوانه محلول و ماسه را در حالت عمودی پر از محلول کنیم ، که متأسفانه در اکثر کارگاهها، تکنسینها و مهندسان با این تفکر که نگهداشتن لوله در حالت مورب باعث شستشوی بهتر ماسه شده و به واقعیت نزدیکتر است، به اشتباه این کار را انجام می دهند که مغایر با دستور آزمایش مورد نظر می باشد.



شکل ۵

با توجه به انجام بیش از ۸۴۰ آزمایش ارزش ماسه ای ، درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ و مدول نرمی در طول ۳ سال فعالیت این آزمایشگاه میتوان نتایج آزمایشات را برای هر معدن چنین بررسی کرد: از آنجا که در هر آزمایش از ۲ تا ۳ استوانه استفاده شده است اختلاف و تلورانس هر استوانه آزمایش ۱۱٪ ثبت شده است. همچنین در نمونه گیری های مشـترک بـین دو آزمایشگاه ( آزمایشگاه پیمانکار و کارفرما) اختلاف عددی آزمایش بیش از ۱۵٪ بوده است درصورتیکه اختلاف آزمایش درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ حداکثر ۶ درصد میباشد. در بررسی دیگری نتایج بدست آمده از یک معدن برای آزمایش ارزش ماسه ای در طول یک سال ( به ازای ۶۴ بار نمونه گیری ) تلورانس بالایی، بین ۵۱ تا ۹۴، را نشان می دهد درصورتیکه تلورانس درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ بین ۱.۲ درصد تا ۳.۹ درصد بوده است. همچنین در بررسی دیگری بر روی نتایج ۳ ساله این کارگاه مشخص شد با افزایش ارزش ماسه ای به مقدار ۱۰ درصد ، مدول نرمی ماسه نیز به مقدار ۰.۱۲ تا ۰.۱۵ درصد افزایش می یابد.

اما همان طور که قبلا ذکر شد در منطقه پارس جنوبی شرکتهای معتبر خارجی نیز حضور دارند که در زمینه ساخت سازه های بتنی سوابق فراوانی دارند. با توجه به این که کارخانه بتن موسسه راه ساحل در این منطقه ۳ کارگاه بزرگ تولید شن و ماسه دارد و تولید مازاد خود در منطقه را به فروش می رساند نظرات خریداران عمده و بزرگ مانند شرکتهای هیوندای کره جنوبی ، تکنیپ فرانسه و ... را در خصوص آزمایشات کنترل تمیزی ماسه جویا شدیم. از میان ۲ شرکت فوق، شرکت فرانسوی آزمایش ارزش ماسه ای را برای بتن مردود دانسته و فقط آزمایش درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ را برای تمیزی ماسه ملاک قرار داده و تقاضای خود برای خرید ماسه را مبنی بر دانه بندی ، درصد گذشته از الک ۲۰۰ و مدول نرمی ماسه قرار داده است. اما شرکت هیوندای که در منطقه سابقه فعالیت بیشتری دارد دستور العمل متفاوتی برای خرید ماسه از کارگاههای سنگ شکن در منطقه دارد. آنها علاوه بر آزمایش دانه بندی و درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ آزمایش ارزش ماسه ای را نیز انجام میدهند با این تفاوت که این شرکت ماسه هایی را مورد قبول میدانند که ارزش ماسه ای آنها **حداکثر ۶۵ درصد بوده و از ۵۰ درصد نیز پایین تر نیاید** و همچنین در قرارداد خود برای خرید ماسه از کارگاههای تولید شن و ماسه چنین ذکر کرده اند که چنانچه ارزش ماسه ای بیشتر از ۶۵ درصد باشد محموله های ارسالی با هزینه کارگاه تولید کننده عودت داده خواهد شد. این در حالی است که اکثر مهندسين کنترل کیفیت در ایران بر طبق آیین نامه بتن ایران ماسه دارای حداقل ۷۵ درصد ارزش ماسه ای را برای استفاده در بتن مورد پذیرش میدانند.

## ۶- نتیجه گیری نهایی:

همان طور که از نتایج آزمایشها و تحقیقات صورت گرفته مشخص است ، آن چه در تعیین نسبت آب به سیمان مهم است درصد دانه های گذشته از الک ۲۰۰ می باشد تا درصد ارزش ماسه ای. تامین ارزش ماسه ای طبق آیین نامه بتن ایران که معادل ۷۵ درصد می باشد نه تنها برای ماسه مورد استفاده در بتن مفید نمی باشد بلکه در اکثر موارد کیفیت آن را پایین می آورد که علت آن نیز شستشوی بیش از حد ماسه های تولید شده برای رسیدن به ارزش ماسه ای بیشتر از ۷۵ درصد میباشد که بدین طریق در هنگام شستشو مقدار زیادی از دانه های ریز مفید (دانه های رد شده از روی الک ۵۰ و مانده بر روی الک ۲۰۰) را از دست می دهیم که اهمیت آنها نه تنها در کارایی بلکه در دوام بتن کاملا ثابت شده است. همچنین با توجه به مطالب مندرج در استاندارد **ASTM D2419** هیچ نکته ای در خصوص اینکه آیا این آزمایش مختص ماسه استفاده شده در بتن میباشد یا خیر و اینکه حد مجاز آن چه مقدار میباشد، ذکر نشده است. به هر حال پیشنهاد میشود جهت کنترل کیفیت و تمیزی ماسه از آزمایش درصد گذشته از الک ۲۰۰ استفاده شود.

## ۷- تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مدیر عامل محترم موسسه راه ساحل جناب آقای مهندس حمیدکردار و ریاست محترم کارخانه جناب آقای مهندس حیدری و همکاران محترم آزمایشگاه کارخانه بتن موسسه راه ساحل ، آزمایشگاه پی جو ایران و آقای مهندس درگاهی ریاست محترم کارگاه بندر پتروشیمی پارس به خاطر زحماتی که متقبل شدند قدردانی می شود.

## ۸- فهرست مراجع

- ۱- بایگانی اسناد آزمایشگاه کنترل کیفیت کارخانه بتن موسسه راه ساحل
- ۲ نویل، آدام، «خواص بتن»، ترجمه هرمز فامیلی، ابوریحان بیرونی، تهران، چاپ اول ۱۳۷۸.
- ۳- وادل جوزف، دوبروولسکی جوزف ای، «دستنامه اجرای بتن»، مترجمین علی اکبر رضانیانپور، شاپور طاحونی و منصور پیدایش، علم و ادب، تهران، چاپ اول، ۱۳۸۰.
- ۴ نویل، آدام، «تکنولوژی بتن»، مترجمین علی اکبر رضانیانپور و محمد رضا شاهنظری، پرهام، تهران، چاپ هشتم، ۱۳۸۰.
- ۵- مهتا، مونته نیرو، «ریز ساختار، خواص و اجزای بتن» علی اکبر رضانیانپور ، پرویز قدوسی و اسماعیل گنجیان، دانشکاه صنعتی امیرکبیر ، چاپ اول ، ۱۳۸۳