



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه تست ذوب و یخبندان بتن

مدل : CO 725

پاییز 95

فهرست:

- ۱-مقدمه ۳
- ۲-هدف ۶
- ۳-مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ۶
- ۴-نمونه آزمایش ۷
- ۵-روش آزمایش ۸
- ۶-محاسبات و گزارش ۱۱
- ۷-روش کار با دستگاه ۱۱



دستگاه تست ذوب و یخبندان بتن مدل: CO725

استاندارد:

ASTM C666, C1260-2010, C672 , ISIRI 12728

1- مقدمه

مکانیزم ذوب و یخبندان در ارتباط با آب و هوای سرد مطرح است و ممکن است عاملی عمده در کم دوامی بتن محسوب شود. برای تعیین دوام بتن در برابر این مکانیزم، روش‌های متعددی وجود دارد که موارد زیر از مهمترین آنها هستند.

- یخبندان و آب شدگی پی در پی در حالت اشباع در آب یا هوا و کنترل کاهش وزن، کاهش مقاومت، افزایش حجم و کاهش مدول ارتجاعی دینامیکی مانند ASTM C666

- یخبندان و آب شدگی پی در پی در مجاورت آب نمک یا نمک های یخ زدا و کنترل پوسته شدن سطح بتن و کاهش وزن آن مانند ASTM C1262 ، ASTM C672

آزمون تعیین مقاومت جدول در برابر یخبندان و آب شدگی در مجاورت نمک یخ زدا مطابق با استاندارد ISIRI 12728

در استاندارد ASTM C666 دو روش را برای تعیین مقاومت بتن در برابر چرخه‌های سریع و مکرر یخ زدن و آب شدن بیان می‌کند: روش A (یخ زدن و آب شدن سریع در آب) و روش B (یخ زدن سریع در هوا و آب شدن سریع در

آب). هیچ یک از دو روش A,B ارتباط روشنی با آنچه که در هنگام بهره‌برداری برای بتن اتفاق می‌افتد ندارند، اما برای مقایسه بتن‌های مختلف روش مناسبی می‌باشد.

بعد از اتمام چرخه‌های ذوب و یخبندان، تخریب نمونه به روش‌های مختلفی ارزیابی می‌شود، از جمله: بررسی مقاومت فشاری و خمشی بتن، میزان افت وزنی نمونه، سنجش فرکانس تشدید عرضی و بررسی تغییر طول ابعادی نمونه.

متداول‌ترین روش ارزیابی تخریب بتن در برابر سیکل‌های یخ زدن و آب شدن مکرر، سنجش فرکانس تشدید عرضی می‌باشد که از روی فرکانس‌ها مدول الاستیسیته دینامیکی نسبی نمونه‌های بتن اندازه‌گیری می‌شود. کاهش در مدول الاستیسیته پس از تعدادی از چرخه‌های یخ زدن و آب شدن معرف تخریب بتن است.

به هر حال این آزمایش‌ها عمدتاً در سنین کم 28 تا 90 روزه بر روی بتن‌ها در آزمایشگاه انجام می‌شود و مدت زمان زیادی بطول می‌انجامد.

امروزه در آزمایش‌های یخبندان در حالت اشباع مانند ASTM C666 از پارامتر کاهش مدول ارتجاعی دینامیکی استفاده می‌شود. پس از تعداد معینی سیکل یخبندان، درصد مدول ارتجاعی دینامیکی اولیه بدست می‌آید. حداقل درصد قابل قبول مدول ارتجاعی دینامیکی اولیه، یک ملاک یا ضابطه تلقی می‌شود. مثلاً بتنی با دوام تلقی می‌گردد که پس از 300 سیکل یخبندان و آب شدگی مکرر، حداقل 60 و یا 80 درصد مدول ارتجاعی دینامیکی را دارا باشد.

در مواردی تعداد سیکل‌های یخبندانی را که مدول ارتجاعی دینامیکی را به 60 درصد مقدار اولیه می‌رساند مشخص می‌گردد. بدیهی است در این حالت باید حداقل تعداد سیکل‌های یخبندان مورد نظر به عنوان یک معیار اعلام گردد.

در آزمایش های یخبندان و آب شدگی پی در پی در معرض مواد یخ زدا معمولاً در صد وزن بتن پوسته شده پس از تعداد معینی سیکل یخبندان بدست می آید. با محدود کردن میزان مواد پوسته شده، معیاری ارائه می گردد. به عنوان مثال در ASTM C1372 پس از 100 سیکل خاص یخبندان در آزمایش ASTM C1262 نباید از 1 درصد وزن اولیه بیشتر شود.

هرچند در این آزمایش نیز می توان تعداد سیکل یخبندان برای دستیابی به درصد خاصی از پوسته شدن را به عنوان یک معیار برگزید، اما این امر سابقه چندانی ندارد.

در ASTM C672 معمولاً پس از 50 سیکل یخبندان خاص در معرض مواد یخ زدا (محلول کلرید کلسیم 4 درصد) که روی قطعه ریخته می شود و درجه تخریب سطح پس از 5، 10، 15، 25 و 50 سیکل گزارش می شود که معیار درجه تخریب ارائه می شود.

به هر حال باید دانست که در همه انواع آزمایش یخبندان و آب شدگی مکرر در برابر آب یا نمک های یخ زدا، شرایط آزمایش با واقعیت موجود تطابق ندارد اما به ناچار از این آزمایش ها و معیارهای ارزیابی آن استفاده می شود.

در ASTM C1262 که برای قطعات پیش ساخته بتنی و برخی قطعات بنایی بکار می رود و آب یا آب نمک 3 درصد (بسته به نیاز) در مجاورت قسمت تحتانی قطعه ریخته می شود و معمولاً سیکل های خاص یخبندان اعمال می گردد و در صد کاهش وزن بدست می آید. با توجه به معیار خاص کاهش وزن در برابر تعداد خاصی سیکل یخبندان کیفیت دوامی قطعه کنترل می شود.

در استاندارد ISIRI 12728 آزمون آماده سازی میشود و سپس در حالیکه سطح آن با محلول نمک طعام 3٪ پوشیده شده است، در معرض 28 چرخه یخبندان و آب شدگی قرار میگیرد. پس از آن موادی که از سطح بتن پوسته و جدا شده است، جمع میشود و توزین میشود و نتیجه بر حسب کیلوگرم بر مترمربع گزارش می شود.

2- هدف

هدف از این آزمایشها تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن نمونه های بتنی است؛ که:

در استاندارد (ASTM C1262) نمونه های آزمون از قطعات دیواره ی حائل (SRW) و سایر محصولات مشابه در محلولهایی مورد آزمون قرار میگیرند که این محلولها از آب و یا محلول 3 درصدی نمک، بسته به نوع مصرف این محصولات در شرایط واقعی، تهیه می شوند.

در استاندارد (ASTM C666) نمونه های بتنی طی سیکلهای مکرر ذوب و انجماد به دو روش انجماد سریع و ذوب در آب و روش انجماد سریع در هوا و ذوب در آب مورد آزمایش قرار می گیرند.

در استاندارد (ASTM C672) تعیین مقاومت نمونه های بتنی در حضور مواد شیمیایی ضد یخ، به پو سته پو سته شدن سطح افقی بتن که در معرض سیکل ذوب و انجماد است.

در استاندارد (ISIRI 12728) مقاومت جداول بتنی در برابر یخبندان و آب شدگی در مجاورت نمک یخ زدا تعیین می شود.

3- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

1. دستگاه تست ذوب و یخبندان که از یک محفظه مناسب تشکیل شده است و در آن نمونه ها به طور مداوم و خودکار تحت فرایند ذوب و انجماد قرار می گیرند.

2. مبدل های حرارتی

3. ظروف نگهداری نمونه

4. تجهیزات اندازه گیری دما شامل دماسنج، دماسنج مقاومتی، ترموکوپل، با قابلیت اندازه گیری درجه حرارت در نقاط مختلف در داخل محفظه نمونه و در مراکز نمونه ها کنترل با دقت 1°C .

5. دستگاه تست فرکانس عرضی (لوازم جانبی)

6. کمپراتور طول (لوازم جانبی)

7. ترازو (لوازم جانبی)

4- نمونه آزمایش

در استاندارد ASTM C1262 :

پنج نمونه کامل قطعات دیوارهی حایل که نمایانگر مشخصات مربوطه میباشند انتخاب کنید. نمونه های انتخابی باید عاری از خرابی های ظاهری و هرگونه ترک قابل مشاهده باشند. از هر پنج نمونه یک قسمت را برش بزنید. برش از سطحی که در نما قابل رویت باشد، زده شود.

ضخامت هر نمونه باید 32mm با رواداری 2 mm باشد، مگر آنکه ضخامت محصول جوابگوی حداقل میزان ضخامت نباشد که در اینصورت نمونه باید شامل دو تکه باشد. سطح ترکیبی حاصل از دو تکه نمونه باید حداقل 161 cm^2 بوده و از 225 cm^2 تجاوز نکند. دو تکه را باید به عنوان یک نمونه کامل مورد آزمون قرار داد.

در استاندارد ASTM C666 :

نمونه بتن ساخته شده بایستی مطابق با استانداردها باید ساخته شود و نمونه های اخذ شده از بتن های سخت شده بایستی مطابق با استاندارد C823 باشد. عرض ، ضخامت یا قطر نمونه ها نباید کوچکتر از 75 میلیمتر و بزرگتر از 125 میلیمتر باشند و طول نمونه ها نباید کمتر از 275 و بیشتر از 405 میلیمتر باشد.

در استاندارد ASTM C672 :

طرح پیشنهادی برای تهیه نمونه جهت بررسی شامل 335 kg/m^3 با اسلامپ 75 mm و مصالح درشت دانه مقاوم با حداکثر اندازه 25 mm . اختلاط مصالح بایستی مطابق با استاندارد C192 صورت گیرد.

در استاندارد ISIRI 12728 :

سطح بالایی آزمونه که در معرض آزمون یخبندان و آب شدگی در مجاورت نمک یخ زدا قرار میگیرد، باید کمتر از 25000 mm^2 و بیشتر از 7500 mm^2 باشد و حداکثر ضخامت جدول در این ناحیه به 103 mm محدود می شود. اگر آزمونه از قسمتی از جدول تهیه شود، باید در هنگام تهیه و بریدن، حداقل سن آن 20 روز باشد.

5- روش آزمایش

روش آزمایش در استاندارد ASTM 1262 :

پس از تهیه نمونه های آزمون یخ زدن و آب شدن، نمونه ها را رو به پایین به نحوی که سطح غیر برش خورده نمونه در تماس با نمونه پشتیبان باشد، قرار دهید. میزان مناسبی از محلول آزمون را که دارای دمای 16 تا 17 درجه سلسیوس وارد محفظه کنید تا به عمق 13 mm با رواداری 2 mm دست یابید. درب محفظه را بسته و محفظه را به صورت تراز در شرایط آزمایشگاهی قرار دهید.

آزمون را با چرخه انجماد شروع و با دمای -18 به مدت 4 تا 5 ساعت نگه دارید. پس از آن مرحله ذوب را با دمای 24 درجه به مدت حداقل $2/5$ ساعت نگاه دارید. در صورتیکه روش آزمون برای بررسی تطابق شرایط یک سری

نمونه با دوام مورد انتظار برای این محصولات به کار بسته شود، تعداد چرخه ها تا زمان رسیدن به تعداد ذکر شده تکرار کنید.

روش آزمایش در استاندارد ASTM C666 :

نمونه ها به نحوی باید در دستگاه چیده شوند که نمونه ها در روش A نباید کمتر از یک میلیمتر (32/1 in) ، و همچنین نباید بیش از 3 میلیمتر (5/1 in) طی سیکل‌های یخبندان از آب پوشانده شوند.

سیکل ذوب و یخبندان برای هر دو روش باید طوری باشد که دما به صورت متناوب از -18°C تا 4°C بالا رود و از دمای 4°C به -18°C تقلیل یابد. زمان هر سیکل باید بین 2 تا 5 ساعت باشد. برای روش A کمتر از 25 درصد از زمان و برای روش B کمتر از 20 درصد از زمان برای فرایند ذوب استفاده می شود. در پایان دوره خنک‌کنندگی دمای مرکز نمونه باید $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ و در پایان دوره گرم‌کنندگی $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ باشد. در طول آزمایش دما نباید از -19°C کمتر و از 6°C بیشتر باشد.

2. اختلاف دما بین مرکز و سطح یک نمونه هرگز نباید بیشتر از 28°C باشد.

3. دوره انتقال بین مراحل چرخه ذوب و یخبندان نباید بیشتر از 10 دقیقه باشد.

آزمایش روی نمونه ها تا 300 سیکل ادامه می یابد یا تا زمانی که مدول ارتجاعی دینامیکی به 60٪ مدول اولیه برسد.

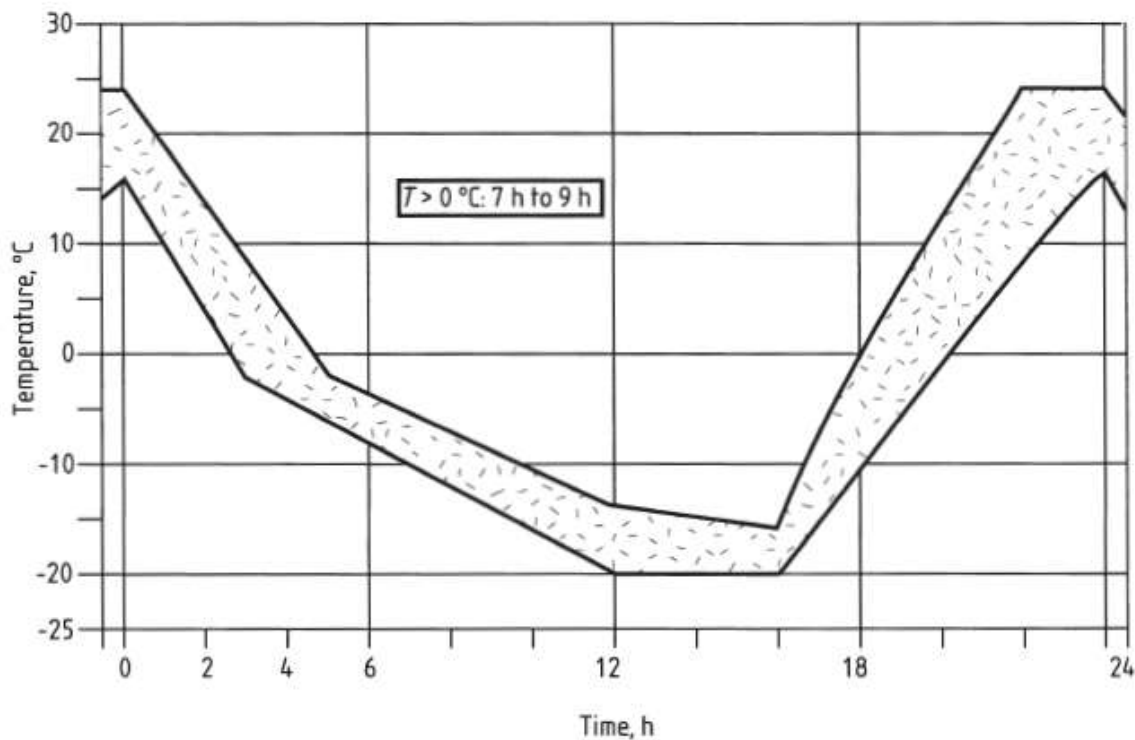
در استاندارد ASTM C672 :

پس از عمل کیورینگ روی نمونه ها ، آنها را به مدت در دستگاه 16 تا 18 ساعت در حالت یخبندان قرارداده و سپس در پایان هر مرحله نمونه های یخ زده را در هوای آزمایشگاهی 23 ± 2 درجه سانتی گراد و رطوبت 45 تا 55 درصد برای مدت 6 تا 8 ساعت قرار دهید. در هر مرحله در صورت لزوم با افزودن آب، آب نمونه ها را حفظ کنید.

روزانه سیکلهای آزمایش را ادامه دهید. معمولا 50 سیکل برای انجام آزمایش جهت برر سی مقاومت سطحی کافی است.

در استاندارد ISIRI 12728:

آزمونه ها را در محفظه یخبندان به صورت تراز قرار دهید تا در معرض یخبندان و آبشدگی پی در پی قرار گیرد. در طی آزمون، چرخه زمان-دما در محلول نمک طعام در وسط سطح همه آزمونها باید در ناحیه هاشورخورده شکل ذیل واقع شود. همچنین در هر چرخه، دما باید به مدت 7 تا 9 ساعت بیش از صفر درجه سلسیوس باشد.



چرخه زمان - دما

مختصات نقاط شکست

حد پائینی		حد بالایی	
دما (°C)	زمان (h)	دما (°C)	زمان (h)
۱۶	۰	۲۴	۰
-۴	۳	-۲	۵
-۲۰	۱۲	-۱۴	۱۲
-۲۰	۱۶	-۱۶	۱۶
۰	۲۰	۰	۱۸
۱۶	۲۴	۲۴	۲۲

6- محاسبات و گزارش

مطابق با استاندارد ASTM C666 بایستی تغییر طول ناشی از سیکلهای یخبندان نسبت به طول اولیه به درصد بیان شود.

در استاندارد ISIRI 12728 بایستی افت وزن در واحد سطح آزمون را بر حسب کیلوگرم بر متر مربع محاسبه نمود. در سایر روش های آزمایشات بایستی درصد افت وزنی مواد محاسبه و گزارش شود.

7- روش کار با دستگاه

دستگاه را روشن کنید تا صفحه زیر نمایان شود:



با فشردن Start to test وارد کادر زیر می شوید.



این دستگاه با چهار روش استاندارد کار می کند:

ASTM C-666(1

ASTM C-672 (2

ASTM C-1262 (3)

ISIRI-12728 (4)

که به توضیح تک تک این استانداردها می پردازیم.

بعد از قرار دادن نمونه ها در دستگاه اپراتور با لمس هر کدام از استانداردها می تواند وارد صفحه تنظیمات استاندارد مربوطه شود.

1) استاندارد ASTM C-666

با لمس دکمه مربوط به این استاندارد وارد صفحه زیر می شویم



با فشردن کلید Start دمای دستگاه جهت شروع آزمایش تنظیم می گردد. در این شرایط لامپ مقابل کلید Start زرد خواهد بود. سپس با رسیدن به شرایط دمایی شروع آزمایش چراغ سبز شده و آزمایش شروع می شود. قبل از

فشردن کلید Start برای صفر کردن سیکل ها لازم است با فشردن کلید Clear No. Of Cycle کادر No. Cycle را صفر نمائید.

حد بالایی دمای ، دمای لحظه ای و واقعی و حد پایینی دما به ترتیب ارائه شده است. نمایشگرهای Refrigerator یا Heater و یا دما رو به افزایش و کاهش در زمان فعالیت هر کدام روشن می شوند.



این صفحه برای آزمایشات مطابق استاندارد ASTM C-672 , C-1262 به همین منوال است.



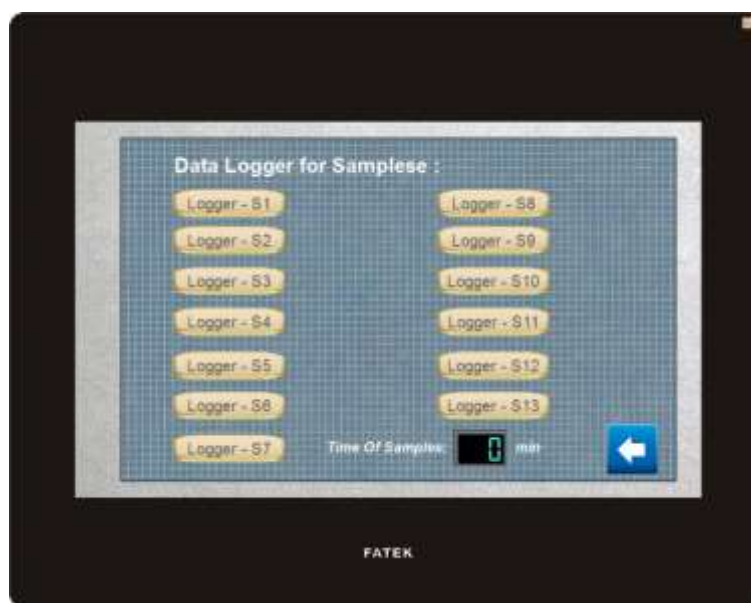
در استاندارد ISIRI-12728 با توجه به گام های آزمایش در هر گام نشانگر آن روشن خواهد شد.



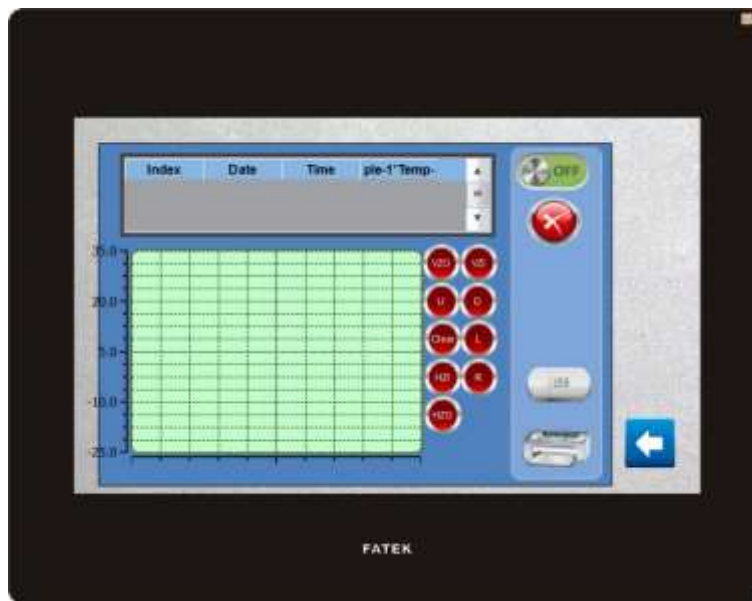
برای ملاحظه و استفاده داده ها با فشردن فلش به چپ وارد صفحه ابتدایی شوید.



برای ورود به بخش دیتالاگر Data Logger را انتخاب کنید.



این صفحه برای هر نمونه از 1 تا 13 داده ها را به طور مستقل ذخیره می کنید. زمان دریافت داده را به دقیقه وارد کنید.



با شروع آزمایش بایستی به هر بخش در تصویر زیر رفته و با فشردن OFF آنرا به ON تبدیل کنید. در صورت نیاز به صفر کردن داده ها از علامت × قرمز رنگ استفاده کنید. در کنار رهنما ابزار نمودار جهت سهولت استفاده قرار داده شده است. با لمس تصویر مموری داده ها را به مموری انتقال دهید. برای پرینت نمودار نیز از تصویر پرینتر استفاده کنید.

جهت انتقال داده روی فایل اکسل یخبندان لازم است فایل اکسل آماده شده درون فلش مموری را باز نموده و سه ستون داده را کپی کنید. سپس فایل اکسل برنامه یخبندان را باز نموده و در سه ستون O,P,Q را انتخاب نموده راست کلیک نموده و Past Value(123) را انتخاب نمایید.

در فایل اکسل برنامه اکسل و در ردیف های ستون چپ اطلاعات مربوط به پروژه را وارد نمایید. در ستون راست ردیف های اول مربوط به زمان آزمایش و ردیف دوم مربوط به زمان نمونه برداری داده ها می باشد که بایستی مطابق با مقدار تعیین شده در نمایشگر دستگاه باشد.

تعداد روزهای آزمایش حتما بایستی در ردیف Days of test با عدد مناسب پر گردد.

روش استاندارد مورد نظر در شیت آزمایش نیز بایستی تیک زده شود.

Client :	Start Test Date
Project :	Timing (min) 15
Location :	Days Test 1
Date Report :	Sample No. 15

Freezing & Thawing Concrete Test

ASTM C-666
 ASTM C-672
 ASTM C-1262
 ISIRI 12728

مواردی که باید رعایت شود:

1) دستگاه را به سیستم ارت متصل نمایید.