



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه تست ذوب و یخبندان بتن

مدل : CO 725

بهار ۹۴

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

۱- 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 (بخ 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 ۲۸ تا ۹۰ 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 ۳۰۰ سیکل یخبندان و آب شدگی مکرر، حداقل ۶۰ و یا ۸۰ درصد مدول ارتجاعی دینامیکی را دارا باشد.

در مواردی تعداد سیکل‌های یخبندانی را که مدول ارتجاعی دینامیکی را به ۶۰ 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 آزمایش‌های یخبندان و آب شدگی پی در پی در معرض مواد یخ زدا معمولاً درصد وزن بتن پوسته شده پس از تعداد معینی سیکل یخبندان بدست می‌آید. با محدود کردن میزان مواد پوسته شده، معیاری ارائه می‌گردد. به

عنوان مثال در ASTM C1372 پس از ۱۰۰ سیکل خاص یخبندان در آزمایش ASTM C1262 نباید از ۱ 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 چندان ندارد.

در ASTM C672 معمولا پس از ۵۰ سیکل یخبندان خاص در معرض مواد یخ زدا (محلول کلرید کلسیم ۴ درصد) که روی قطعه ریخته می شود و درجه تخریب سطح پس از ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵ و ۵۰ 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 ۳ درصد (بسته به نیاز) در مجاورت قسمت تحتانی قطعه ریخته می شود و معمولا سیکل های خاص یخبندان اعمال می گردد و درصد 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 ۳٪ پوشیده شده است، در معرض ۲۸ 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.

۲- 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 دیواره‌ی حائل (SRW) و سایر محصولات مشابه در محلولهایی مورد آزمون قرار میگیرند که این محلولها از آب و یا محلول ۳ درصدی نمک، بسته به نوع مصرف این محصولات در شرایط واقعی، تهیه می‌شوند.

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 می‌گیرند.

در استاندارد (ASTM C672) تعیین مقاومت نمونه‌های بتنی در حضور مواد شیمیایی ضد یخ، به پوستره پوستره 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 می‌شود.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

۱. دستگاه تست ذوب و یخبندان، که از یک محفظه مناسب تشکیل شده است و در آن نمونه‌ها به طور مداوم و خودکار تحت فرایند ذوب و انجماد قرار می‌گیرند.
۲. مبدل‌های حرارتی
۳. ظروف نگهدار نمونه برای روش A
۴. ظروف نگهداری نمونه برای روش B
۵. تجهیزات اندازه‌گیری دما شامل دماسنج، دماسنج مقاومتی، ترموکوپل، با قابلیت اندازه‌گیری درجه حرارت در نقاط مختلف در داخل محفظه نمونه و در مراکز نمونه ها کنترل با دقت 1°C .

۶. دستگاه تست فرکانس عرضی

۷. کمپراتور طول (اختیاری)

۸. ترازو

۹. مخزن بازپخت

۴- نمونه آزمایش

در استاندارد ASTM C1262 :

پنج نمونه کامل قطعات دیوارهی حایل که نمایانگر مشخصات مربوطه میباشند انتخاب کنید. نمونه‌های انتخابی باید عاری از خرابی‌های 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 ۳۲mm با رواداری ۲ 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 نمونه‌های اخذ شده از بتن‌های سخت شده بایستی مطابق با استاندارد C823 باشد. عرض ، ضخامت یا قطر نمونه ها نباید کوچکتر از ۷۵ میلیمتر و بزرگتر از ۱۲۵ میلیمتر باشند و طول نمونه ها نباید کمتر از ۲۷۵ و بیشتر از ۴۰۵ 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 ۲۰ روز باشد.

۵- 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 ($1/32 \text{ in}$) و همچنین نباید بیش از 3 میلیمتر ($1/5 \text{ in}$) طی سیکل های 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 ۲ تا ۵ ساعت باشد. برای روش A کمتر از ۲۵ درصد از زمان و برای روش B کمتر از ۲۰ درصد از زمان برای فرایند ذوب استفاده می شود. در پایان دوره خنک کنندگی دمای مرکز نمونه باید $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ و در پایان دوره گرم کنندگی $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ باشد. در طول آزمایش دما نباید از -19°C کمتر و از 6°C بیشتر باشد.

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

۳. دوره انتقال بین مراحل چرخه ذوب و یخبندان نباید بیشتر از ۱۰ دقیقه باشد.

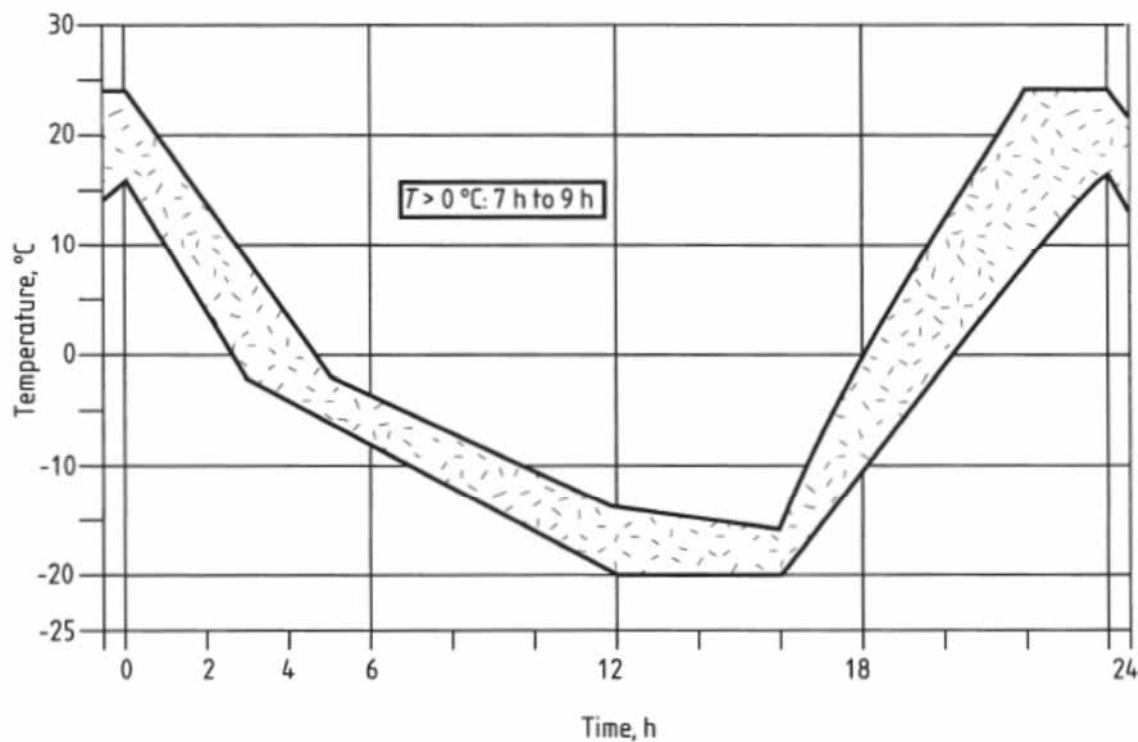
آزمایش روی نمونه ها تا ۳۰۰ سیکل ادامه می یابد یا تا زمانی که مدول ارتجاعی دینامیکی به ۶۰٪ مدول اولیه برسد.

در استاندارد ASTM C672 :

پس از عمل کیورینگ روی نمونه ها ، آنها را به مدت در دستگاه ۱۶ تا ۱۸ 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 ۴۵ تا ۵۵ درصد برای مدت ۶ تا ۸ ساعت قرار دهید. در هر مرحله در صورت لزوم با افزودن آب، آب نمونه ها را حفظ کنید. روزانه سیکلهای آزمایش را ادامه دهید. معمولاً ۵۰ سیکل برای انجام آزمایش جهت بررسی 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 آزمونه ها باید در ناحیه هاشورخورده شکل ذیل واقع شود. همچنین در هر چرخه، دما باید به مدت ۷ تا ۹ ساعت بیش از صفر درجه سلسیوس باشد.



چرخه

زمان - دما

مختصات نقاط شکست

حد بالایی		حد پائینی	
زمان (h)	دما ($^{\circ}\text{C}$)	زمان (h)	دما ($^{\circ}\text{C}$)
۰	۲۴	۰	۱۶
۵	-۲	۳	-۴
۱۲	-۱۴	۱۲	-۲۰
۱۶	-۱۶	۱۶	-۲۰
۱۸	۰	۲۰	۰
۲۲	۲۴	۲۴	۱۶

۶- 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 روش‌های آزمایشات بایستی درصد افت وزنی مواد محاسبه و گزارش شود.

۷- روش کار با دستگاه

دستگاه را روشن کنید تا صفحه زیر نمایان شود:



این دستگاه با چهار روش استاندارد کار می‌کند:

ASTM C-666 (۱)

ASTM C-672 (۲)

ASTM C-1262 (۳)

ISIRI-12728 (۴)

که به توضیح تک تک این استانداردها می‌پردازیم.

بعد از قرار دادن نمونه ها در دستگاه اپراتور دکمه start to test را لمس کرده و وارد صفحه انتخاب استانداردها می شود، با لمس هر کدام از استانداردها می تواند وارد صفحه تنظیمات استاندارد مربوطه شود.



(۱) استاندارد ASTM C-666

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



در این صفحه اپراتور می بایست موارد زیر را تنظیم نماید

دمای حد بالا، دمای حد پایین و زمان رسیدن از بالا به پایین

دمای حد پایین، دمای حد بالا و زمان رسیدن از پایین به بالا

با تنظیم این پارامترها و لمس دکمه فلش سمت راست وارد صفحه آزمایش می شویم.



این صفحه شامل دکمه های:

Start: شروع آزمایش

Stop: پایان آزمایش (با لمس دکمه stop صفحه کوچک باز می شود با لمس دکمه yes ، برای بستن پنجره جدید

دکمه stop را لمس کنید)

Clear no of cycle: پاک کردن نمایش تعداد سیکل ها

(با لمس دکمه clear No of cycle صفحه کوچک باز می شود با لمس دکمه yes ، برای بستن پنجره جدید دکمه

clear No of cycle را لمس کنید)

Pause: برای توقف لحظه ای



با لمس دکمه استاندارد دستگاه ابتدا دمای خود را با دمای حد بالا هماهنگ کرده و شروع به آزمایش می کند و تا سیکل مشخص شده در صفحه تنظیمات ادامه داده و آزمایش را قطع می کند.

۲) استاندارد ASTM C-672

با لمس دکمه، اپراتور وارد صفحه تنظیم پارامترهای مربوطه می شود و با تنظیم دمای حد پایین و تنظیم زمانهای مکث در دمای حد بالا و حد پایین



لمس دکمه فلش سمت راست وارد صفحه زیرشده و با لمس دکمه start شروع به آزمایش می کند.



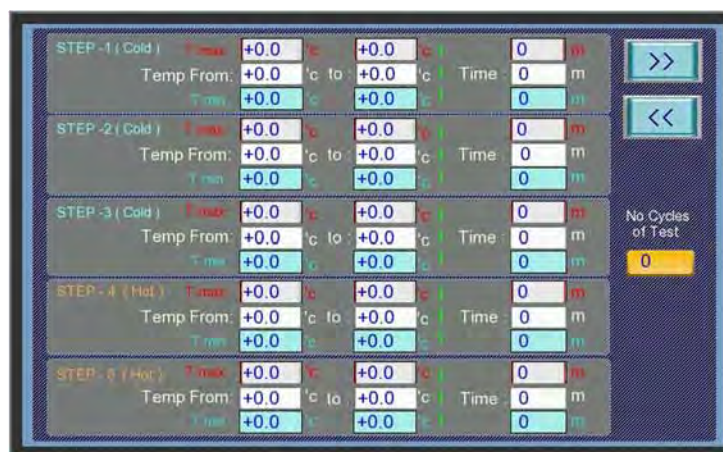
برای توقف و یا پاک کردن تعداد سیکل های انجام شده مانند توصیه‌ات استاندارد قبل می باشد
در صورتی که اپراتور تمایل به آزمایش ASTM-1262 را داشته باشد با لمس دکمه مربوطه وارد صفحه تنظیمات
شده



و با تنظیم دمای حد پایین و زمان توقف و دمای حد بالا و زمان توقف مربوطه و تعداد سیکل مورد نیاز و لمس
دکمه فلش سمت راست وارد صفحه آزمایش شده و آزمایش را انجام می دهد.



در صورتیکه اپراتور بخواهد آزمایش ISIRI-12728 را انجام دهد با لمس دکمه مربوطه وارد صفحه تنظیم آزمایش می شود.



در این صفحه تنظیمات با توجه به نمودار ذکر شده در شرح آزمایش در نسخه استاندارد ISIRI-12728 تنظیمات را انجام داده و با لمس دکمه فلش سمت راست وارد صفحه آزمایش می شویم.



و آزمایش را انجام می دهیم. در این صفحه شماره های از ۱ تا ۵ کنار هر لامپ نمایانگر مرحله آزمایش می باشد.

توجه:

(۱) در صورتیکه اپراتور بخواهد آزمایش را قبل از پایان سیکل انتخاب به طور کامل قطع کند دکمه stop را لمس کرده و صفحه زیر نمایان می شود:



با لمس دکمه yes آزمایش متوقف می شود و با لمس دکمه stop صفحه پاک می شود

۲) اپراتور می بایست قبل از شروع هر آزمایش تعداد سیکل نمایش داده شده در صفحه آزمایش را صفر کند برای اینکه با لمس دکمه clear no of cycles صفحه زیر نمایان می شود و با لمس دکمه yes تعداد سیکل صفر می شود و با لمس دکمه clear no of cycle صفحه پاک می شود. توجه داشته باشید این حالت زمانی انجام می شود که دستگاه در حال کار نباشد.



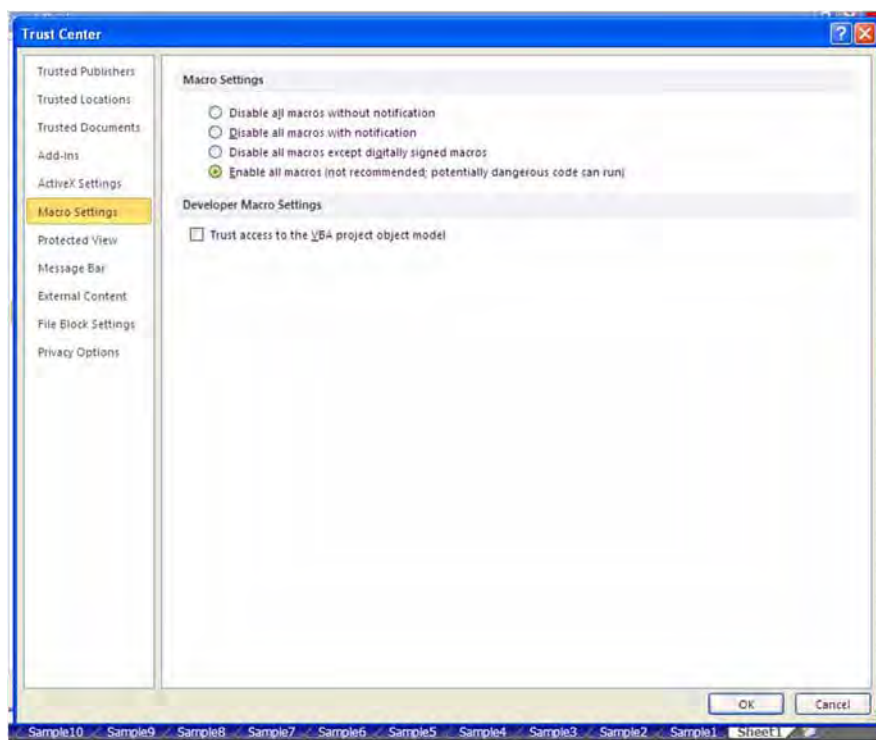
مواردی که باید رعایت شود:

- ۱) دستگاه نباید بیش از ۳ ماه خاموش باشد، در غیر اینصورت باطری حافظه دستگاه تمام شده و اطلاعات دستگاه از بین می رود در صورتیکه بخواهید مدت زیادی از دستگاه استفاده نکنید هر سه هفته یکبار دستگاه را به مدت ۲۰ دقیقه فقط روشن نگه دارید تا باطری حافظه شارژ شود.
- ۲) دستگاه را به سیستم ارت متصل نمایید.

۸- راهنمای استفاده از نرم افزار

ابتدا بایستی مطابق دستورالعمل نصب برنامه عمل نمود. دقت نموده علاوه بر تنظیمات مذکور به بخش Control panel کامپیوتر در بخش Regional and language option شده و در تب Time فرمت زمان (Time format) را به حالت H:mm:ss در آورید.

قبل از شروع آزمایش و پس از اجرای نرم افزار زمان دریافت داده را وارد نمایید. دقت نموده که مقدار ورودی را بر اساس بازه زمانی دریافت داده مورد نیاز تنظیم نمایید و با انتخاب برنامه اکسل یخبندان وارد فایل اکسل شوید. از منوی فایل اکسل بخش option به ردیف Trust center رفته و روی Trust center setting کلیک نموده و وارد ردیف macro setting شوید و گزینه انتهایی را مطابق شکل زیر انتخاب نمایید. این بخش از طریق هشدار security alert که هنگام باز شدن برنامه در بالای برنامه اکسل مشاهده می گیرد، قابل دسترس است.



در شیت ۱ با فشردن آیکن new test نام نمونه را وارد نمایید دقت نمایید در اولین نمونه در قسمت زمان دریافت داده را مطابق با مقداری که در ابتدای اجرای برنامه ed وارد نموده اید به صورت اعشاری دهم وارد کنید. بدین صورت که برای ۳۰ دقیقه عدد ۰,۵ را قرار دهید. برای سایر نمونه ها نیازی به وارد کردن زمان دریافت داده نبوده و زمان نمونه اول برای سایر نمونه ها نیز اعمال می گردد.

ورود و پردازش داده ها در شیت ۱ صورت می گیرد و در شیت های 13-1 sample نمودار مربوط به هر نمونه قابل رویت است. دقت نماید در شیت نمونه ۱ استاندارد مربوط به آزمایش را تیک بزنید. در هر شیت نیز قسمت های زیر وجود دارد:

در ردیف های ستون چپ اطلاعات مربوط به پروژه را وارد نمایید. در ستون راست ردیف های اول و دوم مربوط به زمان از شیت ۱ مستقیما برداشت می شوند.

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

روش استاندارد مورد نظر در شیت نمونه اول حتما بایستی تیک زده شود.

Client :	Start Test Date	94/08/14
Project :	Time	12:11:38
Location :	Days of Test	7
Date Report :	Sample No.	1

Freezing & Thawing Concrete Test

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