



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

# کیورینگ و عمل آوری سیمان و بتن

مدل: CE 255

زمستان ۹۳

## فهرست:

- ۱- مقدمه ..... ۳
- ۲- هدف ..... ۴
- ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ..... ۵
- ۴- روش آزمایش ..... ۶
- ۴-۱- روش انجام کیورینگ در کارگاه ..... ۶
- ۴-۱-۱- عمل آوری با آب ..... ۶
- ۴-۱-۲- عمل آوری عایقی ..... ۸
- ۴-۱-۳- ترکیبات عمل آوری ..... ۹
- ۴-۱-۴- عمل آوردن بتن به وسیله قالب ها ..... ۱۰
- ۴-۱-۵- عمل آوری حفاظتی (محافظت) ..... ۱۱
- ۴-۱-۶- عمل آوری حرارتی (پروراندن) ..... ۱۱
- ۴-۱-۷- مدت زمان مراقبت (عمل آوری) ..... ۱۲
- ۴-۲- روش انجام کیورینگ در آزمایشگاه و با استفاده از اتاق رطوبت ..... ۱۴



## کیورینگ و عمل آوری بتن

### مدل: CE 255

استاندارد:

ASTM C309 , BS 7542 , BS 8110 Part 1, ACI 308, ASTM C156, ASTM C171

#### ۱- مقدمه

کیورینگ یا به عمل آوری بتن یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار در نحوه شکل گیری یک بتن مناسب است. کیورینگ که موجب هیدراتاسیون مناسب سیمان می گردد، می تواند عاملی مهم در مقاومت بتن باشد. بنابراین بایستی در اجرای بتن در پروژه ها برای آن اهمیت ویژه ای قائل شد. این فرایند برای نمونه های آزمایشگاهی نیز می تواند حائز اهمیت باشد. در موارد تعیین مقاومت بتن آزمایشی و یا بتن اخذ شده از کارگاه، در آزمایشات اندازه گیری سایر پارامترهای بتن همچون جمع شدگی یا طولیل شدگی بتن، کیورینگ بخشی جدا نشدنی در تمامی آزمایش فوق الذکر یا سایر آزمایشات بتن است که به عنوان عامل تأثیرگذار به آن اهمیت داده می شود.

در کل پارامترها و خصوصیات بتن به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها:

۱- مقدار سیمان و جنس آن

۲- آب و مقدار آن و یا نسبت آب به سیمان

۳- شن و ماسه از لحاظ جنس و دانه بندی و حداکثر اندازه مصالح

۴- نحوه تهیه و اجرای بتن

۵- نسبت مصالح سنگی به سیمان

۶- عمل آوردن و عمر بتن

نسبت آب سیمان بیشترین تاثیر را بر مقاومت بتن دارد هرچه نسبت  $C/W$  پایین تر باشد مقاومت فشاری بتن بیشتر می شود، به شرطی که حداقل آب هیدراتاسیون را ارضا کند.

در واقع تاثیر نسبت آب به سیمان بر مقاومت فشاری بتن تابع قانون خاص و یکسانی نیست به ویژه آنکه مقاومت در هر نسبت آب به سیمان به درجه هیدراتاسیون سیمان، خواص فیزیکی و شیمیایی سیمان، درجه حرارتی که هیدراتاسیون در آن انجام می گیرد، میزان هوای داخل بتن، ترکهای ناشی از آب انداختن بتن عامل موثر دیگر در مقاومت فشاری و خمشی بتن جنس و اندازه و شکل ظاهری و بافت سطحی سنگدانه ها می باشد. در هر حال یکی از مهمترین عوامل موثر در مقاومت بتن، درجه هیدراتاسیون سیمان است که به نحوه به عمل-آوری آن بستگی دارد. این عملیات در پروژه روشهای متفاوتی دارد ولی برای بررسی بتن در آزمایشگاه به کمک ابزار و دستگاهی که بتوان با آن رطوبت و دما را ایزوله و کنترل کرد، صورت می پذیرد.

## ۲- هدف

مقاومت و دوام بتن با شرایط به عمل آوردن آن پیوند مستقیم دارد و از موارد قابل توجه و اساسی در تکنولوژی بتن محسوب می شود.

منظور از عمل آوردن بتن، جلوگیری از تبخیر سریع و زود هنگام آب موجود در جسم بتن و حفظ حرارت و رطوبت لازم برای تداوم روند ترکیب شیمیایی آب با سیمان، با هیدراتاسیون کامل می باشد. معمولاً وقتی که اثر عواملی نظیر هوای گرم و خشک، دمای بتن، سرعت باد و رطوبت نسبی محیط موجب شود که میزان تبخیر آب بتن به بیش از یک کیلوگرم در متر مربع در یک ساعت برسد. باید برای جلوگیری از این تبخیر اضافی که اثرات زیان باری روی بتن بر جای می گذارد اقدام نمود. این اثرات مخرب نظیر پوسته شدن سطح بتن ایجاد ترک های موئی، کاهش مقاومت های مکانیکی به ویژه تاب فشاری بتن و... زمانی تشدید می گردد که بتن ریخته شده در معرض آفتاب و یا باد شدید قرار گیرد، که معمولاً برای جلوگیری از این آسیب دیدگی ها سطح بتن را آب می دهند و یا با گونی

خیس یا نایلون کشی پوشانده و مراقبت می کنند. همواره کاربرد این روش ها نه تنها اقتصادی نیست بلکه اگر مرطوب نگه داشتن پوشش مذکور و آب دادن به بتن تداوم لازم را نداشته باشد خود به عاملی زیان بار و مخرب برای بتن تبدیل خواهد گردید.

عمل آوری روندی است که جهت حفظ رطوبت و حرارت بتن در مدت زمان معین بلافاصله پس از جاگذاری و پرداخت بتن انجام می گردد. عمل آوردن در خصوصیات بتن سخت شده مانند: مقاومت فشاری، دوام، مقاومت سایشی و مقاومت در مقابل یخبندان تأثیر قابل ملاحظه ای دارد. عمل آوری به سه شکل : محافظت، مراقبت (عمل آوری) و پروراندن (عمل آوری حرارتی) برای بتن ریخته شده در قالب ضروری است.

در آزمایشگاه از دستگاه کیورینگ جهت عمل آوری بتن با هدف ایجاد بهترین شرایط تشکیل بتن مناسب، استفاده می شود.

### ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

دستگاهی که جهت کیورینگ و عمل آوری بتن استفاده می شود بایستی دارای محفظه ای مناسب باشد تا ضمن حفظ دما و رطوبت جهت استفاده نمونه های بتن با ابعاد مد نظر استانداردهای بتن که نیازمند کیورینگ هستند، مناسب باشند. دستگاه بایستی مجهز به مولد و کنترل کننده دما و رطوبت در زمان های تعیین شده باشد و بتواند آنرا برای مدت های معین حفظ و ثابت نگه دارد.

در دستگاه کیورینگ اتوماتیک ساخت گروه صنعتی آزمون، اپراتور به توسط دیتالاگر شرایط دما و رطوبت را تعیین و برای مدت زمان های مختلف تعیین می کند.

## ۴-روش آزمایش

## ۴-۱- روش انجام کیورینگ در کارگاه

هنگامی که سیمان پرتلند با آب مخلوط می‌شود، فعل و انفعال شیمیایی که به آن هیدراتاسیون می‌گویند، آغاز می‌گردد. پیشرفت و وسعت این واکنش شیمیایی در دوام، مقاومت و وزن مخصوص بتن اثر می‌گذارد. معمولاً مقدار آب موجود در مخلوط‌های بتن، بیش از آب مورد نیاز برای تکمیل هیدراتاسیون است، اما به هر حال کاهش آب به علت تبخیر، باعث تأخیر و یا توقف فرآیند هیدراتاسیون می‌گردد.

در چند روز اول، پس از جاگذاری بتن و در درجه حرارت مناسب، هیدراتاسیون نسبتاً سریع است. بنابراین حفظ آب بتن، درطول این زمان بسیار با اهمیت است. هنگامی که عمل‌آوردن متوقف شود، کسب مقاومت بتن برای مدت کوتاهی ادامه می‌یابد، ولی پس از آنکه درجه اشباع حفره‌های موئینه داخل بتن به ۸۰ درصد می‌رسد، کسب مقاومت بتن متوقف می‌گردد.

روشهای مختلف عمل‌آوری رطوبتی (مراقبت) به شرح زیر است :

- عمل‌آوری با آب

- عمل‌آوری عایقی

در این بخش روشهای عمل‌آوری شرح داده شده است.

## ۴-۱-۱- عمل‌آوری با آب

روشی است که سبب افزایش رطوبت بتن می‌گردد و همچنین از افت رطوبت بتن جلوگیری می‌کند. آب مصرفی باید دارای مواد زاید و مضر در حد مجاز استاندارد و آیین‌نامه‌های موجود باشد تا در کیفیت بتن اثر نامطلوب باقی نگذارد.

همچنین استفاده از آب بسیار سرد و یا گرم ، که سبب شوک حرارتی در بتن شده و سطح بتن ترک می خورد باید اجتناب نمود. روشهای مختلف عمل آوری با آب به شرح زیر است :

ایجاد حوضچه و غوطه ورسازی: ایجاد حوضچه برای سطوح افقی مانند دالها مناسب است. در پیرامون دال، لبه هایی ساخته می شود و در درون این حوضچه آب قرار می گیرد. آب درون حوضچه نباید بیش از  $12^{\circ}\text{C}$  سردتر از بتن باشد. همچنین می توان (قطعات پیش ساخته) را درون آب غوطه ور کرد، که در این حالت، ضوابط دمای آب باید رعایت شود.

افشاندن آب : در دمای بیش از  $5^{\circ}\text{C}$  + روش افشاندن آب برای عمل آوردن بتن بسیار مناسب است. روند افشاندن آب باید پیوسته باشد، در صورتی که افشاندن با وقفه انجام پذیرد، باعث تروخشک شدن می گردد و در نتیجه عارضه پوسته شدن در سطح بتن بروز می کند. آب افشانی معمول در برخی از کارگاه های کشور ما، علاوه بر ایجاد تر و خشک شدن، باعث شوک حرارتی نیز می گردد، زیرا با خشک شدن سطح در زیر آفتاب دمای سطح بتن بالا رفته و با پاشیدن آب خنک، مشکل ترک خوردگی وجود خواهد داشت.

پوشش های خیس : در صورتی که نتوان به طور مداوم با افشاندن آب، سطح بتن را مرطوب نگه داشت، استفاده از پوشش های جاذب آب از قبیل چتایی، گونی، گلیم و حصیر برای عمل آوردن بتن توصیه می شود. چتایی نو باید قبل از مصرف کاملاً شسته شود تا مواد قابل حل آن پاک شده و قابلیت جذب آن بیشتر گردد. همچنین در صورت استفاده از گونی، که قبلاً حاوی مواد شیمیایی یا شکر و غیره بوده ، لازم است قبل از مصرف، گونی کاملاً شسته شود، زیرا برخی از مواد شیمیایی می توانند همراه آب عمل آوری، در بتن جوان نفوذ نموده و ضمن اختلال در گیرش بتن ، مقاومت و دوام آن را کاهش دهند. با افزایش وزن چتایی یا سایر پوشش های جاذب، امکان نگهداری آب توسط آن بیشتر می شود و نیاز به مرطوب کردن متوالی آن کمتر می گردد. در غیر این صورت بهتر است از دو لایه چتایی استفاده شود. چنانچه ورق پلاستیک بر روی چتایی قرار داده شود، از تبخیر آب چتایی جلوگیری می گردد که مشابه

عمل آوری عایقی خواهد بود. این نوع پوشش‌ها باید به نحوی روی سطح بتن قرار گیرند که لبه آنها حدود ۱۰۰ میلیمتر روی هم قرار داده شوند، و بلافاصله پس از آنکه بتن به اندازه کافی سخت شد، بر روی سطح قرار داده شوند. اگر زمانی که بتن در حالت خمیری است، پوشش روی آن قرار داده شود، سطح بتن آسیب می‌بیند. پوشش باید تمام سطح بتن را بپوشاند و به طور مداوم خیس نگاه داشته شود.

برای مقاطع کوچک بتن، عمل آوردن بتن با استفاده از خاک، ماسه، خاک اره، کاه و پوشال خیس مناسب است. ضخامت این نوع پوشش‌ها باید حداقل ۵۰ میلیمتر باشد و تمام سطح بتن پوشانده شود و به طور مداوم خیس نگاه داشته شود. می‌توان از پوشال خیس برای عمل آوردن استفاده نمود. ضخامت لایه کاه، ۱۰۰ میلیمتر و پوشال باید حداقل ۱۵۰ میلیمتر باشد و در صورت وزش باد با شبکه سیمی و یا چتایی روی آنها پوشانده شود تا وزش باد سبب حرکت کاه و یا پوشال نگردد. به طور کلی این نوع پوشش‌ها ممکن است باعث تغییر رنگ سطح بتن شوند و در همه موارد، مانند سطوح قائم امکان به کار گیری از آنها وجود ندارد.

توصیه می‌شود پس از اتمام مدت عمل آوری رطوبتی، اجازه دهیم پوشش موجود خشک و سپس از روی سطح بتن برداشته شود تا مشکل ایجاد نگردد. این عمل برای مناطقی که باد خیز هستند ضرورت دارد.

#### ۴-۱-۲- عمل آوری عایقی

جلوگیری از تبخیر آب، روش دیگری جهت عمل آوردن بتن است و از آن جهت مزیت دارد که نیاز به خیس کردن مداوم پوشش نمی‌باشد. این روش برای مناطقی که امکان فراهم کردن آب مناسب جهت عمل آوری با مشکلاتی همراه است قابل به کارگیری خواهد بود. مصالح و روشهای مختلف جلوگیری از تبخیر آب از سطح بتن به شرح زیر است :

ورق پلاستیک یا نایلون : ورق پلاستیک وزن بسیار سبک دارد و در رنگهای مختلف، مانند سفید و سیاه موجود است. رنگ سفید برای هوای گرم مناسب است، زیرا نور را منعکس می‌کند و رنگ سیاه برای هوای سرد مطلوب

می‌باشد، زیرا نور را جذب می‌کند. ورق پلاستیک معمولاً از نوع پلی اتیلن است. ورق پلاستیک باید کاملاً سطح بتن را بپوشاند و لبه بالای آن حدود ۱۰۰ میلیمتر روی هم قرار گیرد و قطعات چوب بر روی آن قرار داده شود تا ورق کاملاً در تماس با سطح بتن باشد، و وزش باد سبب بلند کردن و حرکت آن نگردد. احتمال دارد که ورق پلاستیک باعث تغییر رنگ و ظاهر سطح بتن گردد، به خصوص اگر ورق چروکیده باشد، در این صورت اگر یکنواختی رنگ و ظاهر سطح بتن اهمیت دارد، باید از روشهای دیگری استفاده کرد. تعریق و چکه کردن آب ناشی از تبخیر سطح بتن می‌تواند به ظاهر بتن آسیب رساند.

بنابراین توصیه می‌شود، در چنین شرایطی نایلون و یا پوشش دقیقاً بر سطح بتن قرار داده شود و یا از روشهای دیگری استفاده شود. مشکل استفاده از ورق نایلون، پاره و یا سوراخ شدن آن در کارگاه می‌باشد که امکان تعمیر آن وجود ندارد و در صورت عدم توجه به وجود سوراخ یا پارگی مشکلاتی برای عمل‌آوری، به وجود می‌آورد. جهت محکم کردن ورق‌ها در اطراف تیرها و ستونها، باید از طناب یا نوار استفاده گردد.

#### ۴-۱-۳- ترکیبات عمل آوری

ترکیبات عمل‌آوری به صورت مایع است که بر روی سطح بتن پاشیده یا مالیده می‌شود و با ایجاد یک غشاء از تبخیر آب بتن جلوگیری می‌کند. این محلولها از اختلاط رزینهای مصنوعی و طبیعی با حلال تشکیل شده‌اند. پس از اعمال ترکیبات عمل‌آوری بر سطح بتن، حلال تبخیر شده و رزین بر سطح باقی می‌ماند. غشای رزین برای مدت حدود یک تا چهار هفته باقی مانده و بر اثر هوازگی و نور آفتاب، ترد و شکننده می‌گردد و از سطح بتن جدا می‌شود.

معمولاً در این نوع ترکیبات از رنگدانه‌های مختلف، مانند ذرات آلومینیوم بهره گرفته می‌شود. استفاده از رنگدانه‌ها در ترکیبات به دو دلیل انجام می‌پذیرد. رنگدانه‌های خاص سبب انعکاس نور شده و در نتیجه دمای بتن شدیداً افزایش نمی‌یابد و همچنین سبب رؤیت ترکیب بر روی سطح بتن می‌شود و بنابراین امکان ارزیابی کفایت و

یکنواختی ترکیب در سطح بتن فراهم می گردد. برای حصول اطمینان از پیوستگی غشای عمل آوری، بهتر است آن را در دو لایه عمود بر یکدیگر اعمال نمود. اگر فقط یک لایه اعمال شود، باید از یکنواختی و پوشش غشاء اطمینان حاصل گردد.

ترکیبات عمل آوری باید بر روی سطح بتن مرطوب اعمال و از پاشیدن یا اعمال آن بر سطح خشک بتن اجتناب گردد. ترکیبات عمل آوری از تبخیر آب بتن جلوگیری کرده و در نتیجه سطح بتن خنک نمی شود. بنابراین توصیه می شود، در مناطقی که تابش شدید آفتاب وجود دارد، بر روی سطح بتن، سایبان ایجاد گردد. در صورتی که از ترکیبات عمل آوری غیر محلول در آب استفاده می شود لازم است این ترکیبات پس از تبخیر آب، به کار روند.

اگر قرار است که بر روی سطح بتن، یک لایه دیگر بتن ریخته شود، یا کاشی و موزائیک بر روی سطح بتن نصب گردد، بهتر است که از ترکیبات عمل آورنده استفاده نشود، زیرا این ترکیبات پیوستگی را کاهش می دهند. هر چند بعضی از انواع ترکیبات، پیوستگی را کاهش نمی دهند و یا امکان پاک کردن غشاء وجود دارد. همچنین در برخی از منابع و مخازن نگهداری مواد بهداشتی، غذایی و آب باید قبل از بهره برداری این مواد کاملاً تمیز گردند.

در مواردی که دوام بتن در برابر عوامل مضر و یا خوردگی میلگردها حایز اهمیت است و یا هنگامی که نسبت آب به سیمان پایین است، بهتر است از روشهای عمل آوری با آب (ایجاد حوضچه، غوطه وری، افشاندن آب و پوشش های خیس) استفاده کرد، و در صورت اضطرار از عمل آوری عایقی بهره بگیریم.

#### ۴-۱-۴ عمل آوردن بتن به وسیله قالب ها

قالبها خود محافظ مناسبی هستند و از خروج آب از بتن جلوگیری می کنند. البته در چنین مواردی، سطح افقی بتن باید مرطوب نگاه داشته شود. قالب های چوبی باید با آب افشانی مرطوب شوند، به خصوص در هوای گرم و خشک این عمل حایز اهمیت است. اگر مرطوب نگاه داشتن قالب های چوبی امکان پذیر نیست، باید بلافاصله قالب برداری شده و روش دیگری جهت عمل آوردن بتن به کار گرفته شود. در صورتی که امکان برداشتن سریع

قالبها بویژه در سطوح و یا دیوار و یا تیرها وجود ندارد، توصیه می‌شود با شل کردن قالبها، امکان عمل آوری با ریختن آب در درزهای موجود فراهم شود.

#### ۴-۱-۵- عمل آوری حفاظتی (محافظت)

لازم است در طول عمل آوری بتن جوان و پس از ریختن بتن، از بتن به خوبی محافظت شود تا آسیب نبیند. بارش باران و تگرگ، لرزش‌های شدید ماشین آلات ثابت و متحرک موجود، یخبندان، اعمال ضربه به قالب می‌تواند به بتن جوان و نارس آسیب رساند و به ظاهر بتن و مقاومت و دوام آن لطمه بزند.

#### ۴-۱-۶- عمل آوری حرارتی (پروراندن)

برای افزایش مقاومت بتن در روزهای اول و محافظت آن، در هوای سرد و جلوگیری از یخ زدن آن می‌توان دمای بتن داخل قطعه را بالا برد. بهترین روش برای این کار، به کارگیری بخار آب می‌باشد و دمای محیط و بتن بهتر است از حدود  $65^{\circ}\text{C}$  بیشتر نشود و عمل بخاردهی پس از گیرش بتن آغاز گردد. روشهای حرارت رسانی خشک با سوزاندن مواد سوختی، نیروی برق و غیره، امکان پذیر است. ولی به طور کلی باید نکات زیر در آن رعایت شود تا مقاومت و دوام مورد نظر حاصل گردد:

۱. قبل از گیرش بتن گرمادهی انجام نشود.

۲. گازهای ناشی از سوختن در مجاورت بتن تازه و یا جوان قرار نگیرد.

۳. خشک شدگی در قطعه بتنی به وجود نیاید و گرماسانی به صورت یکنواخت و غیر متمرکز انجام گردد.

۴. افزایش دمای بتن، در هر ساعت به  $20^{\circ}\text{C}$  و کاهش آن نیز در هر ساعت به  $20^{\circ}\text{C}$  محدود شود و از بروز شوک حرارتی به بتن جلوگیری گردد. در قطعات حجیم کاهش دمای بتن در هر ساعت به  $10^{\circ}\text{C}$  محدود می‌شود.

۵. حداکثر دمای بتن به  $65^{\circ}\text{C}$  محدود شود.

۶. با ایجاد عایق حرارتی در سطح بتن می‌توان از افت دمای بتن جلوگیری نمود و حتی دمای آن را افزایش داد. قالب چوبی، پشم شیشه، و عایق‌های پلی یورتان و یونولیت، کاه و پوشال و غیره به ضخامت کافی می‌تواند عمل عایق‌بندی را به انجام برساند. باید از به کار بردن مواد عایق یا گرمازا در سطح بتن که دارای مواد مضر باشد، جلوگیری نمود.

#### ۴-۱-۷- مدت زمان مراقبت (عمل آوری)

مدت مراقبت به عواملی نظیر نوع سیمان، مقاومت مورد نظر، نسبت سطوح نمایان به حجم، شرایط آب و هوایی به هنگام ساختن با نسبت آب به سیمان و ریختن بتن بستگی دارد.

مدت زمان عمل آوری مطابق با شرایط خصوصی پیمان و نظر مشاور و دستگاه است. در صورتی که زمان خاصی برای عمل آوری پیش بینی نشده باشد، حداقل زمان عمل آوردن بتن از مندرجات جدول ۱، محاسبه می‌شود. با توجه به شرایطی که ممکن است در کارگاه‌های کوچک حاکم باشد و عمل آوری مطابق روشهای ارائه شده، کاملاً صحیح انجام نگردد و یادر مناطقی که مسایل دوام و خوردگی میلگردها حایز اهمیت است توصیه می‌شود، زمان عمل آوری بیش از حداقل ارقام موجود در جدول اختیار گردد.

جدول ۱ : حداقل زمان عمل آوری بتن

| روند افزایش مقاومت بتن ** |    |       |   |              |   | زمان عمل آوری |             |                                    |
|---------------------------|----|-------|---|--------------|---|---------------|-------------|------------------------------------|
| کند                       |    | متوسط |   | سریع         |   |               |             |                                    |
| بالاتر از ۱۰              |    | ۵-۱۰  |   | بالاتر از ۱۰ |   | ۵-۱۰          |             | دمای متوسط سطح بتن (هوای مجاور) °C |
| ۸                         | ۱۰ | ۶     | ۸ | ۳            | ۴ | ضعیف          | شرایط محیطی |                                    |
| ۵                         | ۸  | ۴     | ۶ | ۳            | ۴ | متوسط         |             |                                    |
| ۳                         | ۳  | ۳     | ۳ | ۲            | ۴ | خوب           |             |                                    |

شرایط محیطی مندرج در این ستون به شرح زیر تعریف می شود :

خوب : محیط مرطوب و محافظت شده (رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰ درصد و محافظت شده در برابر خورشید و باد).

ضعیف : محیط خشک و محافظت نشده (رطوبت نسبی کمتر از ۵۰ درصد و محافظت نشده در برابر خورشید و باد).

متوسط : شرایطی بین دو حد خوب و ضعیف.

\*\* مفاهیم روند افزایش مقاومت بتن؛ سریع : بتن دارای سیمانهای زودگیر (مانند پرتلند نوع ۳) افزودنی های

زودگیر کننده، نسبت آب به سیمان بسیار کم و عیار سیمان زیاد است، متوسط: نوع ۱ و ۲ پرتلند

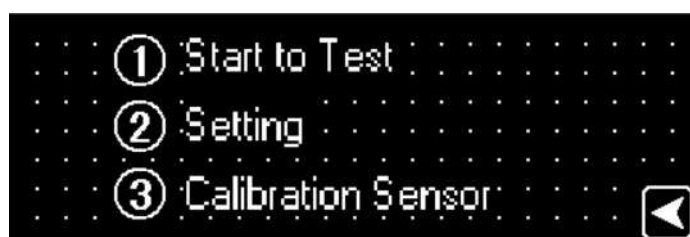
پوزولانی، کند : نوع ۵ و پوزولانی ویژه

#### ۴-۲- روش انجام کیورینگ در آزمایشگاه و با استفاده از اتاق رطوبت

دستگاه را روشن کنید صفحه زیر ظاهر می شود:



با زدن دکمه فلش سمت راست وارد صفحه منو می شوید:



این صفحه شامل سه آیتم می باشد:

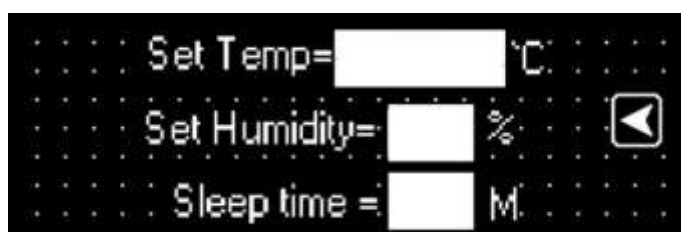
(۱) Start to test : شروع آزمایش

(۲) Setting : تنظیمات

(۳) Calibration sensor : کالیبراسیون

قسمت سوم مخصوص کارخانه می باشد و برای ورود به آن نیاز به رمز ورود می باشد.

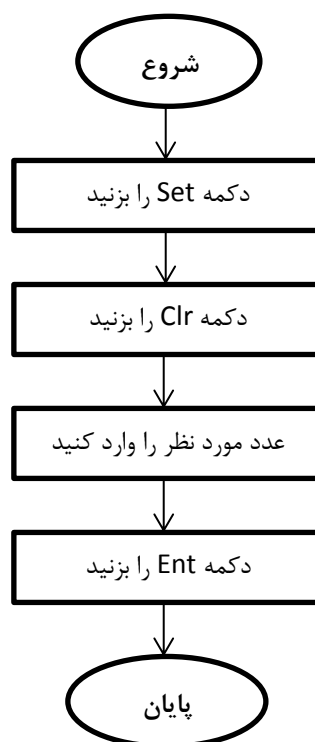
برای تنظیم دما و رطوبت مورد نظر ، اپراتور می تواند دکمه ۲ را زده و وارد صفحه تنظیمات شود.



این صفحه شامل سه قسمت است:

تنظیم دمای مورد نظر      set temp:  °C  
تنظیم رطوبت مورد نظر      set humidity:  %  
تنظیم زمان خاموش شدن دستگاه      set time:  m

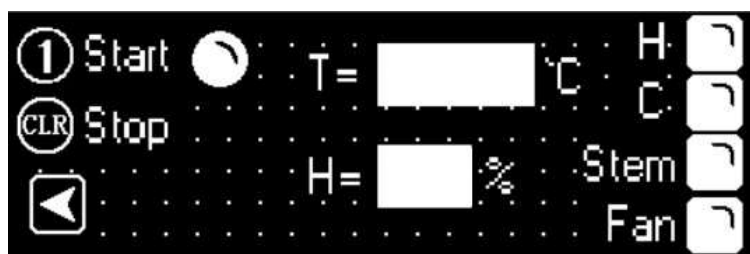
اپراتور برای تنظیم زمان، رطوبت یا دما به صورت زیر عمل می کند:



معمولاً دستگاه کیورینگ با توجه به اینکه نمونه داخل آن می بایست برای مدتی در دما و رطوبت مشخصی باشد نیازی به زمان خاموشی ندارد و همیشه این زمان 0 است ولی در صورتیکه اپراتور بخواهد دستگاه را بعد از مدتی خاموش کند می تواند زمان مورد نظر را بر حسب دقیقه وارد کرده و دستگاه به صورت اتوماتیک خاموش می شود.

بعد از تنظیم دما و رطوبت یا زدن دکمه فلش سمت چپ وارد صفحه منو می شویم.

برای شروع آزمایش دکمه ۱ را زده و وارد صفحه آزمایش می شویم.



این صفحه شامل موارد زیر می باشد:

دکمه start : برای روشن کردن دستگاه

دکمه stop : برای خاموش کردن دستگاه

نمایش دمای داخل کیورینگ یا اتاق رطوبت  $T = [ ] ^\circ C$

نمایش رطوبت داخل کیورینگ یا اتاق رطوبت  $H = [ ] \%$

و لامپهای :

$H \square$  : بیانگر این است که هیتر روشن است.

$C \square$  : بیانگر این است که سردکن روشن است.

$stem \square$  : بیانگر این است که بخار ساز روشن است.

$FAN \square$  : بیانگر این است که هیتر روشن است.

با زدن دکمه ۱ (start) دستگاه شروع به کار می کند و هیتر و بخارساز روشن می شود و تا دما و رطوبت تنظیم شده بالا می رود و بصورت اتوماتیک متوقف می شود . در صورتیکه از دما یا رطوبت تنظیم شده پایین بیاید دوباره به صورت اتوماتیک هیتر یا بخارساز شروع به کار می کند تا دما و رطوبت پیوسته در نقطه تعیین شده باشد.

**توجه:** تنظیم دما و رطوبت مورد نظر حتماً قبل از روشن کردن دستگاه باشد در حین کار دما یا رطوبت را تنظیم نکنید.

**توجه:** در زمان روشن بودن دستگاه درب دستگاه را باز و بسته نکید .

**توجه:** در صورت قطع شدن برق ورودی ، دستگاه را روشن نموده و دوباره دکمه ۱ ( Start ) را بزنید تا دستگاه شروع به کار نماید .