شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه تعیین درجه نرمی سیمان از طریق دستگاه نفوذپذیری هوای بلین

مدل : CE 120

تمام اتوماتیک CE 118

زمستان ۹۳

فهرست:

۱-مقدمه ۳

۲- هدف ۵

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ۵

۴- روش آزمایش: ۸

۵- روش کار با نمایشگر دستگاه تمام اتوماتیک بلین..... ۱۴

تعیین درجه نرمی سیمان از طریق دستگاه نفوذپذیری هوای بلین

مدل : CE 120

استاندارد:

ASTM C204 , BS 4359:2 , EN 196-6 , AASHTO T153

۱-مقدمه

یکی از عوامل مؤثر بر میزان هیدراتاسیون سیمان ریزی دانه های سیمان می باشد. هرقدر که ذرات سیمان ریزتر باشد میزان و سرعت هیدراتاسیون افزایش می یابد و بنابراین روند کسب مقاومت و گیرش زودتر انجام می-گیرد. بطور کلی دانه های ۱۰ الی ۲۴ میکرون مقاومت سیمان را تامین می‌کند ولی برای تامین درجه خمیری نیاز به دانه های ریزتر از ۱۰ میکرون نیز نیاز هست زیرا عامل پلاستیکی نفوذناپذیری و اخذ مقاومت زیاد و سریع بتن دانه های کوچکتر از۱۰ میکرون می باشد. همچنین ابعاد دانه ها نباید ار ۵ میکرون کوچکتر باشد زیرا سبب گیرش بسیار سریع و احتمالا گیرش کاذب می شود و همچنین سبب می شود خمیر سیمان جمع شدگی بیشتری از خود نشان دهد و مستعد ترک خوردگی بیشتری گردد و همچنین در هنگام قرار گرفتن در معرض هوا سریعتر فاسد می گردند. افزایش درجه نرمی سیمان باعث ازدیاد مقدار سنگ گچ لازم برای کندگیر نمودن مناسب سیمان می گردد. همچنبن در سیمان های ریز دانه خطر آب انداختن سیمان کمتر از سیمانهای درشت دانه است. مقدار آب خمیر سیمان با روانی متعارف در سیمان نرمتر بیشتر است همچنین افزایش در نرمی ذرات سیمان باعث کاهش سریعتر کارایی مخلوط بتن می گردد.

ذکر این نکته در اینجا ضروری است که در سیمانهای ریز دانه، تولید حرارت هیدراتاسیون تنها در واحد زمان افزایش می یابد ولی کل حرارت هیدراتاسیون تولیدی از زمان اختلاط به بعد تغییری نمی یابد از این رو چنانچه

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

مقاومت نهایی خمیر یا بتن مدنظر نباشد، نرمی سیمان یکی از عوامل بسیار مهم می باشد؛ هرچند مهمتر از ترکیب شیمیایی سیمان نمی باشد .قابل ذکر است که افزایش ریزی سیمان باعث افزایش زمان آسیاب نمودن کلینکر سیمان می گردد و همچنین مصرف گچ زیادتر و کاهش سریعتر کارایی بتن می گردد. در این حالت ابتدا هیدراتاسیون سیمان از سطح دانه های آن آغاز می شود. سرعت واکنش شیمیایی آب و سیمان به ریزی سیمان مربوط بوده و لذا در مواقعی که هیدراتاسیون سریع و افزایش مقاومت سریع نیاز است باید از سیمانی با ریزی بیشتر استفاده نمود. نتایج آزمایشات نشان داده اند که ذرات سیمانی که به مدت ۲۸ روز در تماس مستقیم با آب بوده اند فقط تا عمق ۴ میکرون و پس از یک سال تا عمق ۸ میکرون هیدراته شده اند. بررسی های میکروسکوپی نشان داده اند که هیدراتاسیون با کاهش ذرات سیمان پیشرفت می‌کند. در حقیقت مشاهده شده است که ذرات درشت سیمان هیدراته نشده پس از چند ماه هم حاوی C3S و هم حاوی C2S می باشند. عملا دانه های بزرگتر از ۰,۱ میلیمتر در آبگیری شرکت نکرده و دانه های بزرگتر از ۲۰ میکرون پس از یک هفته می‌تواند به افزایش مقاومت کمک کنند.

مقاومت دراز مدت به مقدار زیاد تحت تاثیر نرمی ذرات سیمان قرار نمی گیرد. هرچه نرمی ذرات سیمان بیشتر باشد در هنگام قرار گرفتن در معرض هوا سریعتر فاسد می گردد.

سطح مخصوص سیمان عبارت است از سطح جانبی دانه های موجود در واحد وزن بنابراین واحد سطح مخصوص سانتیمتر مربع بر گرم می باشد.مقادیر تقریبی سطح مخصوص سیمانها به قرار زیر می باشد.

سیمانهای ریزدانه حدود ۴۵۰۰gr/cm2

سیمانهای با دانه متوسط حدود۳۰۰۰ gr/cm2

سیمانهای درشت دانه حدود ۲۰۰۰ gr/cm2

مطابق استاندارد شماره ۳۸۹ ایران سطح مخصوص کلیه سیمانها پرتلند شامل نوع ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ حداقل برابر۲۸۰۰ gr/cm2

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

استاندارد BS 12:1978 حداقل سطح مخصوص را gr/cm2 ۲۲۵۰ مشخص می کند.

ذکر این نکته در اینجا لازم است که آیین نامه بریتانیایی BS ۱۲:۹۱ بر خلاف چاپهای قبلی نرمی سیمان را برای هیچکدام از سیمانهای معمولی و زود سخت شونده را مشخص نمی کند.

۲- هدف

هدف از آزمایش تعیین سطح مخصوص سیمان با استفاده از دستگاه نفوذپذیری هوای بلین است. سطح مخصوص سیمان با گرم بر سانتی متر مربع یا کیلوگرم بر متر مربع بیان می شود. این آزمایش به دو روش صورت می گیرد که در روش اول آزمایش تعیین نرمی به صورت دستی صورت می گیرد و محاسبه می شود، اما در روش دوم دستگاه تمام اتوماتیک بوده و در نهایت دستگاه عدد نرمی سیمان را مطابق استاندارد به کاربر ارائه می دهد. هر دو مدل مذکور توسط شرکت آزمون ساز مبنا طراحی، ساخته و عرضه می‌شود.

در این روش نرمی سیمان پرتلند را به طریق سطح مخصوص آن یعنی مجموع سطح اشغالی بر حسب سانتی متر مربع بر یک گرم سیمان تعیین می کند.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

ابزار مورد نیاز آزمایش شامل سه مورد می باشد:

۱- ترازو با دقت ۰,۰۰۱ گرم

۲- دماسنج-کرنومتر

۳- دستگاه بلین

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۳-۱- شرح دستگاه بلین:

شامل وسیله ی کشش یک مقدار معینی هواست که از میان یک بستر سیمان که با تخلخل معینی تهیه شده باشد عبور نماید.

اندازه‌ی حفره ها در بستر سیمان با تخلخل معین با اندازه دانه های سیمان رابطه دارد و مبین میزان جریان هوا در داخل بستر است.

۳-۱-۱- استوانه تراوایی(سلول):

این استوانه معمولا از شیشه یا فلز سخت و ضد زنگ ساخته می شود و قطر داخلی آن ۱,۲۷ سانتیمتر می‌باشد. سطح فوقانی محفظه نسبت به محور استوانه باید یک زاویه قائمه تشکیل دهد، ضمناً یک بر آمدگی به عرض ۱,۲-۱ میلیمتر در خود ساختمان محفظه یا در داخل استوانه برای نگهداری صفحه مشبک منظور می‌کنند.

۳-۱-۲-صفحه ی مشبک:

صفحه از فلز ضد زنگ ساخته می‌شود و دارای ضخامت ۰,۹ میل و تعداد ۳۰ الی ۴۰سوراخ به قطر حداکثر ۱ میلیمتر می‌باشد، به طوری که فواصل آنها بطور مساوی روی صفحه مشبک تقسیم شده‌اند. صفحه به خوبی در داخل محفظه قرار می‌گیرد و به آسانی در داخل استوانه جای می‌گیرد.

۳-۱-۳- سمبه (پیستون):

سمبه باید از لامینات فنولیگ ساخته شده و داخل استوانه را با یک فاصله حداکثر ۰,۱ میلیمتر پر می‌کند، کف سمبه لبه تیز و نسبت به محور سمبه ۹۰ درجه می‌باشد. خروج هوای اضافی از مرکز و یا یکی از

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

طرفین سمبه صورت می‌گیرد، قسمت بالای سمبه دارای کلاهک است به طوری که وقتی سمبه کاملا داخل استوانه می‌شود و کلاهک سمبه به بالای استوانه می چسبد یک فاصله به اندازه ۱,۵ سانتی متر از کف سمبه و قسمت بالای صفحه ی مشبک باقی بماند.

۳-۱-۴- کاغذ صافی:

کاغذ صافی باید از نوع متوسط باشد، باید مدور و دارای لبه ی نرم و قطری برابر داخل محفظه داشته باشد و در هر آزمایش باید عوض شود.

۳-۱-۵- لوله فشارسنج:

لوله ی یو شکل با قطر خارجی ۹ میلیمتر ، باید کاملا آب بندی شود تا هوا عبور نکند.

قسمتی از لوله که به استوانه مربوط می شود باید با یک خط نشانه در فاصله ۱۲/۵ الی ۱۴/۵ سانتی متر زیر شیر خروجی باشد و فواصل ۱,۵ و ۷ و۱۱ سانتی همین خط فاصله برابر شکل با خط نشانه معلوم شود. طول لوله فشارسنج از کف تا زیر شیر هوا باید ۲۵ تا ۳۰/۵ سانتیمتر باشدو لوله باید به خوبی روی پایه مستقر شود و کاملا عمودی باشد.

۳-۱-۶- محلول فشار سنج:

محلول غیرفراری که رطوبت را جذب نکند و دارای ناتراوایی و وزن مخصوص کم باشد مانند دی کربوکسیلات

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۳-۱-۷-حجم استوانه:

حجم بستر فشرده شده سیمان در داخل سلول باید به وسیله جانشین کردن جیوه انجام شود. معمولا حجم آن ۱,۸۱۲ سانتیمتر مکعب است.

در مدل تمام اتوماتیک

۴- روش آزمایش

دستگاه بلین تشکیل شده از یک لوله U شکل که یک مایع صورتی رنگ روغنی در آن قراردارد، یک سر لوله استوانه حاوی استوانه محتوی سیمان و سمت دیگر آن آزاد است. لوله از یک سمت که دارای استوانه است به شیری متصل است که برای ایجاد خلاء در لوله و تنظیم کردن مایع دراستوانه استفاده می‌شود. قبل از هر کاری باید دستگاه بلین را کالیبره کرد . کالیبره کردن بدین معنی است که مایع داخل لوله U شکل از دو سمت در یک ارتفاع قرار گیرند.

ابتدا باید به میزان مورد نیاز سیمانی با تخلخل ۵۰٪از نمونه جداکنیم.برای دانستن این میزان مقدار از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

وزن سیمان = وزن مخصوص * حجم استوانه

وزن سیمان = ۱,۸۵ گرم

سیمان=برای تخلخل ۵۰٪

بعد از وزن کردن نمونه، یک فیلتر درانتهای استوانه دستگاه بلین قرارمی دهیم وسیمان راطوری داخل استوانه می-ریزیم که تخلخل آن بهم نخورد. (میزان فشردگی سیمان روی سرعت عبور هوا از بین ذرات آن موثراست.)

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

سپس یک فیلتر (کاغذ صافی)دیگر را روی سیمان قرار می دهیم ورینگ پیستون (درپوش استوانه)را روی استوانه قرار می دهیم.

قبل از اینکه رینگ و استوانه هرکدام در جای خود قرار بگیرند باید توسط گیریس به خوبی آغشته شوند، این کار برای جلوگیری از خروج هوا است.

استوانه را در محل مخصوص آن در یک سر لوله U شکل قرار می دهیم و بوسیله پمپ، هوا را وارد لوله می‌کنیم، این کارباید به آرامی انجام شود تا مایع از لوله به خارج نریزد. با جابجا کردن استوانه در محل خود اجازه می‌دهیم که مایع داخل لوله به خط M1 برسد، صبر می کنیم تا مایع حرکت کرده به خط M2 برسد. از این پس حرکت مایع در لوله ناشی ازفشار هوایی است که با عبور از بین ذرات سیمان وارد لوله میشود.زمان رسیدن مایع از خط M2به خط M3 را بعنوان اطلاعات آزمایش یادداشت می کنیم وبا استفاده از فرمول سطح مخصوص سیمان را بدست می آوریم:

$$S=K\sqrt{t}$$

باتوجه به اینکه ما می‌دانیم وزن مخصوص سیمان مورد استفاده بین ۲۸۰۰تا ۳۲۰۰ است می‌توانیم با استفاده از فرمول ضریب K را محاسبه کنیم.

نکاتی که در کالیبراسیون بلین باید در نظر گرفت:

برای کالیبره کردن دستگاه باید از نمونه استاندارد استفاده شود و دمای نمونه سیمان مورد آزمایش باید برابر با دمای محیط باشد.

۲- کالیبراسیون دستگاه بلین باید به وسیله همان شخصی صورت گیرد که آزمایش تعیین نرمی را انجام میدهد .۳- نمونه استانداردی را که یک بار به کار رفته است میتوان با به هم زدن ذرات چسبیده آن مجددا به کار برد به شرط اینکه بر آن که نمونه ها به حالت خشک نگه داشته شوند و کلیه آزمایشها به فاصله چهار ساعت پس از باز شدن درب محتوی نمونه استاندارد انجام شود.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۴- دستگاه باید در مواقع زیر دوباره کالیبره شود.

۱- در فواصل زمانی به منظور تصحیح سایشی که روی جداره محفظه و یا سمبه ایجاد میشود.

۲- اگر مقداری از مایع لوله از بین برود

۵- اگر تغییراتی روی جنس و نوع کاغذ صافی مصرفی پیدا شود.

۴-۱- دستورالعمل کالیبراسیون دستگاه بلین

دو قطعه کاغذ صافی را داخل محفظه قرار دهید و به وسیله میله ای که قطر آن کمی کوچکتر از قطر داخلی استوانه باشد کاغذها را به طرف پایین فشار دهید تا روی صفحه مشبک قرار گیرند بعدا استوانه را با جیوه پر کنید و حبابهای هوا را از جداره محفظه خارج کنید و جابه جا کردن محفظه را به وسیله انبرکی انجام دهید .اگر جنس فلز استوانه طوری است که ممکن است با جیوه ملقه دهد قبل از پر کردن جیوه جدار داخل استوانه را با یک لایه بسیار نازک و روغن اندود کنید و مقدار اضافی جیوه را از سطح استوانه به وسیله یک تیغه شیشه‌ای پاک کنید و سپس جیوه را داخل ظرفی بریزید و آن را وزن نمائید . سپس یکی از کاغذهای صافی را از محفظه خارج سازید . ۲,۸۰ گرم از سیمان را پس از توزین داخل استوانه بریزید و آن را با قرار دادن یک کاغذ صافی در زیر و یکی در روی بستر سیمان فشرده سازید و حجم خالی بالای بستر را به وسیله جیوه پر کنید و زیادی جیوه را به وسیله صفحه شیشه ای از سطح استوانه پاک کنید سپس جیوه را درظرفی خالی کنید و آن را وزن کنید و وزن آن راياداشت کنید .حجم بستر سیمان باید حداقل دوبار به روش فوق تعیین گردد.

$$D/(WB - V) = WA$$

حجم بستر سیمان به سانتیمتر مکعب = V

مقدار جیوه لازم برای پر کردن استوانه بدون سیمان = WA

مقدار جیوه لازم برای پر کردن قسمتی از استوانه که به وسیله سیمان اشغال نشده است = WB

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

وزن مخصوص جیوه در درجه حرارت محیط آزمایش بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب = D

وزن مخصوص جیوه برای کالیبراسیون دستگاه بلین از جدول زیر بدست می آید.

Density of Mercury, Viscosity of Air (η), and $\sqrt{\eta}$ at Given Temperatures

Room Temperature, °C	Density of Mercury, Mg/m³	Viscosity of Air, η μPa·s	$\sqrt{\eta}$
18	13.55	17.98	4.24
20	13.55	18.08	4.25
22	13.54	18.18	4.26
24	13.54	18.28	4.28
26	13.53	18.37	4.29
28	13.53	18.47	4.30
30	13.52	18.57	4.31
32	13.52	18.67	4.32
34	13.51	18.76	4.33

۴-۲- تعیین وزن نمونه

وزن نمونه ای که برای کالیبره دستگاه بلین از فرمول زیر استفاده می شود:

$$w = \rho V(1-\varepsilon)$$

W = وزن نمونه مورد نیاز

ρ = دانسیته نمونه که برای سیمان پرتلند ۳/۱۵ می باشد

V = حجم بستر سیمان که طبق روش بالا تعیین گردید

ε = (۰,۰۵±۰,۰۵) تخلخل دلخواه بستر سیمان

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۴-۳- تهیه بستر نمونه

صفحه مشبک را در داخل محفظه قرار داده و یک کاغذ صافی در داخل محفظه بگذارید و با کمک مداد یا میله نازکی آن را روی صفحه مشبک فشار دهید . مقدار معینی سیمان با دقت ۰,۰۰۱ گرم توزین کنید و در محفظه بریزد آنگاه سطح سیمان را با ضربه های ملایمی که به اطراف محفظه میزنید صاف کنید . یک کاغذ صافی روی سطح سیمان قرار دهید و سمبه را به آرامی وارد محفظه نموده و تا جائی که کلاهک آن به سطح استوانه برسد بستر سیمان را فشار داده و سپس سمبه را به آرامی از محفظه خارج کنید.

۴-۴- تعیین نرمی سیمان

محفظه را روی لوله U قرار دهید و مطمئن شوید محفظه روی لوله به خوبی آب بندی شده است. از گریس سیلیکون برای آب بندی می توانید استفاده نمائید. دقت کنید به بستر سیمان اختلالی وارد نشود. هوای موجود در لوله U را به آهستگی تخلیه کنید تا محلول به بالاترین نشانه لوله برسد در این موقع شیر را ببندید و وقتی محلول به نشانه دوم لوله رسید کرنومتر را به کار اندازید و موقعی که به نشانه سوم لوله رسید آن را متوقف سازید و فاصله زمانی بین این دو نشانه را به ثانیه و حرارت محیط آزمایش را بر حسب درجه سانتیگراد یادداشت کنید .

در مدل تمام اتوماتیک نیازی به انجام مرحله بالا نیست و با توجه به بخش ۵ دستورالعمل تمامی مراحل اتوماتیک صورت می پذیرد.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

مقدار تخلخل بستر سیمان

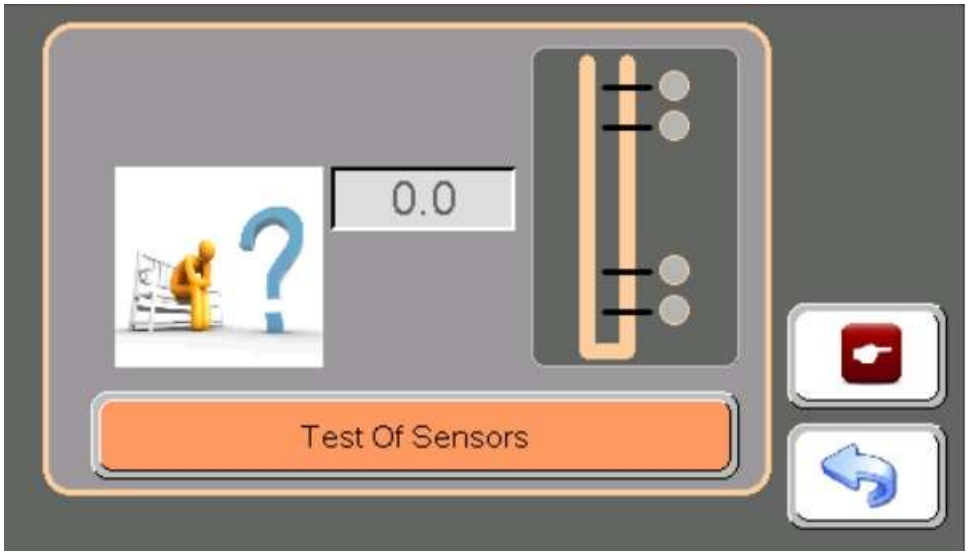
Porosity of Bed, ϵ	$\sqrt{\epsilon^3}$
0.496	0.349
0.497	0.350
0.498	0.351
0.499	0.352
0.500	0.354
0.501	0.355
0.502	0.356
0.503	0.357
0.504	0.358
0.505	0.359
0.506	0.360
0.507	0.361
0.508	0.362
0.509	0.363
0.510	0.364
0.525	0.380
0.526	0.381
0.527	0.383
0.528	0.384
0.529	0.385
0.530	0.386
0.531	0.387
0.532	0.388
0.533	0.389
0.534	0.390
0.535	0.391

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۵- روش کار با نمایشگر دستگاه تمام اتوماتیک بلین

دستگاه را روشن کنید ، صفحه زیر نمایان می شود :

با لمس کلید Enter وارد صفحه زیر می شوید

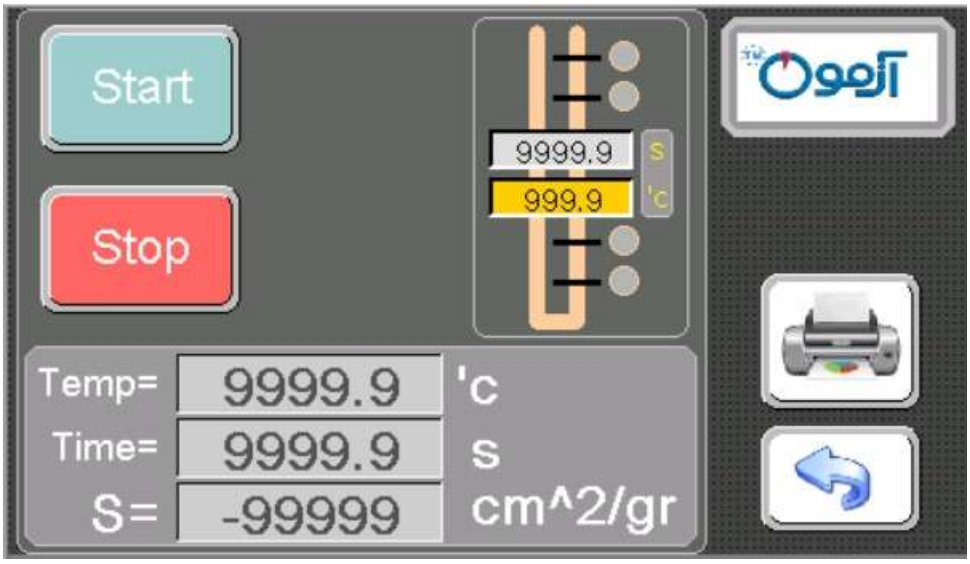


با لمس دکمهTest of Sensorsبعد از گذشت زمان تست ، اپراتور می تواند وارد صفحه منو شود.
صفحه منو شامل دو دکمه می باشد . که در صفحه بعد نمایش داده شده است .

Test : رفتن به صفحه آزمایش
Calibration : بخش کالیبراسیون

با لمس دکمه Test وارد صفحه آزمایش می شوید

با لمس دکمه Portland Cement وارد صفحه آزمایش می شوید و اپراتور میتواند با قرار دادن نمونه در سیلند مخصوص شروع با آزمایش نماید . صفحه زیر برای آزمایش مورد استفاده قرار می گیرد.



با لمس دکمه Start دستگاه شروع به کار کرده و بعد از انجام آزمایش نتایج آزمایش در سه قسمت

Temp

Time

S

نمایش داده می شود و اپراتور می تواند با لمس دکمه چاپ نتایج را چاپ نماید .

و نمونه را از سیلندر خارج نموده و برای آزمایش بعدی اماده نماید .

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907