شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه مقاومت سه محوری سنگ

مدل: RO 125

تابستان ۹۵

فهرست

۱- مقدمه ۳

۲-هدف آزمایش ۴

۳-مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ۴

۴-نمونه آزمایش ۵

۵-روش آزمایش ۶

۶-خطاهای آزمایش ۸

۷- روش کار با دستگاه اتوماتیک سه محوری سنگ ۸

دستگاه مقاومت سه محوری سنگ

مدل RO 125

استاندارد:

ASTM D2664 , ISRM

۱- مقدمه

از آنجایی در شرایط واقعی سنگ ها تحت تنش سه محوری قرار دارند تعیین موقعیت آنها در این شرایط برای محاسبه ظرفیت باربری پی سنگ ها، طراحی سد، مطا لعه مکانیزیم ایجاد گسل ها و چین خوردگی و حفاریهای زیرزمینی حائز اهمیت است. با انجام این آزمایش پوش گسیختگی سنگ رسم شده و بر اساس آن پارامتر های مقاومتی سنگ تععین می شود. محققین با استفاده از این آزمایش در یافتند که شکست شکننده تنها مکانیزیم شکست سنگ نمی باشد، بلکه بسیاری از سنگ ها در فشار جانبی بالا رفتاری کاملا انعطاف پذیر از خود نشان می دهند. آزمایش سه محوری را می توان در شرایط استاتیکی یا دینامیکی انجام داد و با کمک آن مقاومت و ویژگی های تغییر شکل پذیری سنگ بکر، سنگ درزه دار یا یک ناپیو ستگی مجزا درشرایط مختلف تنش جانبی، سرعت بارگذاری، فشار منفذی، درجه حرارت بررسی کرد. روش های مختلف انجام آزمایش سه محوری وجود دارد که در هر کدام وسایل ، نحوه انجام، اندازگیری متفاوت است. ساده ترین و متدوال ترین روش بدست آوردن تنش سه محوری در آزمایشگاه ،اعمال فشار جانبی هیدرولیکی همراه با تنش محوری به نمونه استوانه می باشد. این نوع آزمایش حالت خاصی از تنش سه محوری است که دران تنش میانی اصلی و تنش اصلی کوچکتر با هم برابرند.

۲- هدف آزمایش

تعیین مقاومت فشاری سه محوری نمونه استوانه سنگ وبا استفاده از این دادها تعیین چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی است. با استفاده از این روش می توان مقاومت برشی و مدول تغییر شکل پذیری سنگ را در فشار جانبی های مختلف حساب کرد. این آزمایش در واقع شبیه به شرایط واقعی سنگ است.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

الف) محفظه سه محوری که از قسمت های زیر تشکیل شده

۱. بدنه که نمونه در داخل ان تحت فشار جانبی سه محوری قرار می گیرد و مخزن روغن تعبیه شده در بدنه که باید دریچه ورود روغن وهواگیری روی آن باشد.

۲. غشاء انعطاف پذیری با جنس مناسب که بتواند سیال محصور کننده نمونه ونمونه را جدا کند ودر فشار جانبی به داخل نمونه نفوذ نکند.

۳. صفحات بارگذاری از جنس فولاد با سختی راکول۵۸ که در دو انتهای نمونه قرار می گیرد که اندازه های انها باید برابر یا حداقل دو میلیمتر بیشتر باشد.

۴. از انجایی صفحات بارگذاری در داخل غشاء قرار دارند بنابراین حرکت آزادی ندارند بنابراین برای هم محور شدن با نمونه لازم است از دو نشیمنگاه کروی در بالا و پائین استفاده کرد.

ب) دستگاه اعمال و کنترل فشار بار محوری

پ) دستگاه اعمال فشار جانبی که از قسمت زیر تشکیل شده:

۱. پمپ هیدرولیکی مولد فشار برای تولید فشار جانبی

۲. وسیله اندازگیری و نشان دهنده فشار

۳. سیستم پایدار کننده و تنظیم کننده خودکار فشار همه جانبه

۴- نمونه آزمایش

مشخصات نمونه مطابق با آنچه در ASTM D۴۵۴۳ عنوان شده است می باشد. در این استاندارد نسبت ارتفاع به قطر نمونه بین ۲ تا ۲/۵ و حداقل قطر نمونه ۴۷ میلیمتر تعیین شده است.

طبق پیشنهاد ISRM نسبت ارتفاع به قطر نمونه بین ۲/۵ تا ۳ و حداقل قطر نمونه ۵۴ میلیمتر می باشد. بر اساس این پیشنهاد قطر نمونه باید حداقل ۱۰ برابر قطر بزرگترین دانه سنگ باشد.

سطوح انتهایی نمونه باید موازی یکدیگر بوده و ناصافی آنها بیشتر از ۰/۰۲۵ میلیمتر (۰/۰۰۱ اینچ) نباشد. ضمنا دو انتهای نمونه نباید بیشتر از ۰/۲۵درجه نسبت به محور طولی انحراف از قائم داشته باشند.

دو انتهای نمونه با دقت ۰/۰۲ میلیمتر صاف بوده و از امتداد عمود بر محور نمونه بیش از ۰/۰۰۱ رادیان (درحدود ۳/۵ دقیقه) یا ۰/۰۵ میلیمتر در هر ۵۰ میلیمتر انحراف نداشته باشد. در ضمن استفاده از اندود یا هر روش اندازه دیگری غید از سایش نمونه مجاز نمی باشد.

جوانب نمونه باید صاف و یکنواخت بوده و حداکثر ناهمواری در طول نمونه از ۰/۵ میلیمتر تجاوز نکند.

شرایط رطوبت نمونه در لحظه آزمایش تاثیر مشخصی روی مقاومت سنگ دارد. بهتر است که آزمایش همواره در شرایط رطوبت طبیعی انجام گیرد. بنابراین باید نمونه ها را به گونه ای در انبار نگهداری نمود که تا حد امکان رطوبت خود را تا زمان آماده سازی حفظ کنند. مدت نگهداری نمونه در انبار نباید از ۳۰ روز تجاوز کند. در صورتی که نیازی به انجام آزمایش در شرایط رطوبت طبیعی نباشد، معمولا آزمایش روی نمونه های کاملا خشک و کاملا اشباع انجام می گیرد.

قبل از انجام آزمایش، قطر نمونه با دقت ۰/۱ میلیمتر با میانگین گیری از قطرهای اندازه گیری شده در پایین، وسط و بالای نمونه تعیین می شوند. این قطر برای محاسبه مساحت مقطع نمونه به کار میرود. ارتفاع نمونه نیز با دقت یک میلیمتر تعیین می گردد

۵- روش آزمایش

کلیه وسایل اندازگیری کنترل و آماده می گردد.

سلول هوک دارای سه قسمت است. قسمت میانی که توسط دو قسمت بالایی و پایینی که غشا را احاطه می کنند، در بر گرفته شده و به راحتی از هم جدا می شوند. ابتدا این سه قسمت جدا شده و غشا درون سلول هوک به نحوی قرار داده شود که از هر دو سمت حالت یکسانی داشته و لب به لب قسمت میانی سلول باشد. دو قسمت بالا و پایینی را به قسمت میانی دنده شده است، محکم ببندید. حال نمونه را به نحوی درون سلول قرار دهید. از دو جفت پرکننده در بالا و پایین نمونه استفاده کنید.

محفظه سه محوری را داخل دستگاه بارگذاری قرار داده و اسپیسر پائینی را داخل ان قرار دهید.

نمونه داخل محفظه و بین صفحات فولادی قرار داده شده .نمونه ،صفحات بارگذاری ، سطوح کروی و اسپیسرها باید هم محور باشند.

۴.دستگاه بارگذاری تک محوری را روشن کرده و هم زمان با ان دقت می کنیم که اسپیسر بالائی در جای خود جفت شود و بعد از ان که مقداری کم فشار محوری وارد شد دستگاه فشار تک محوری خاموش می کنیم.

۵.محفظهُ فشار جانبی را بالا اورده نمونه استوانه را در جهت قطر بین محفظه ودستگاه قرار می دهیم تا نمونه درست داخل محفظه باشد (محفظه در فاصله مساوی از شیار روی اسپیسر بالائی و پائینی باید باشد. درحدود ۲,۵ سانتیمتر از هر کدام)

۶. بعد از مقدار کمی فشار جانبی باید نمونه را که بطور قطری قرار دادیم تا فاصله تنظیم کند را خارج کنیم تا ازمایش روند عادی خود را طی کند.

۷. بار جانبی تا حد تعیین شده افزایش داده و آن را ثابت می کنیم. با توجه به اینکه فشار همه جانبه از بالا اعمال نمی‌شود بایستی ابتدا به وسیله نیروی جک بارگذاری معادل فشار همه جانبه به نمونه نیرو وارد کرد. در بهترین حالت مناسب است که نیروی سربار با مقدار فشار همه جانبه همزمان اعمال شود که در عمل بسیار مشکل است.

۸.بار محوری را افزایش می دهیم تا شکست در نمونه رخ دهد. حداکثر بار محوری مورد نیاز برای گسیختگی در هر فشار جانبی یاداشت می گردد.

۶- خطاهای آزمایش

- نمونه به خوبی آماده نشده باشد .
- دستگاه به درستی تنظیم نشده باشد .
- سرعت بار گذاری مناسب نوع آزمایش رعایت نشده باشد.
- عدم قرارگیری مناسب غشا و پر کننده های بالا و پایین نمونه
- نمونه های نامناسب (نمونه بایستی برای هر سه مرحله آزمایش یکسان باشد).
- ابزار آزمایش بدرستی کالیبره نشده باشدو یا قسمتهایی از ابزار آزمایش فرسوده باشد.

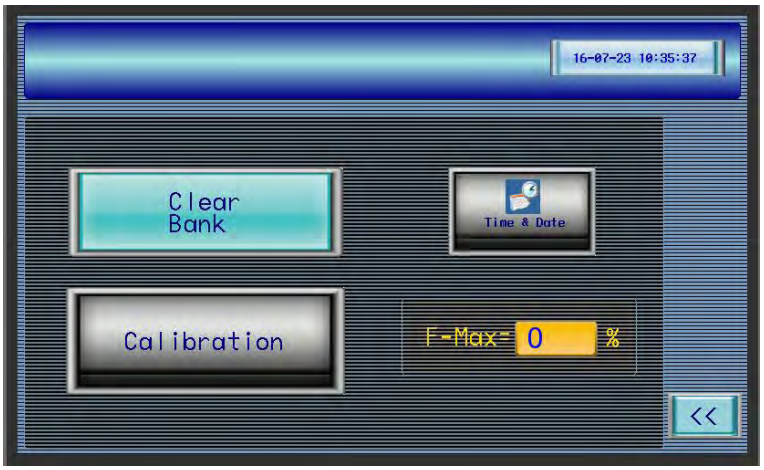
۷- روش کار با دستگاه اتوماتیک سه محوری سنگ

ابتدا پس از قرار دادن نمونه درون سلول هوک از قطعات فلزی پرکننده که یک سمت آن تخت و سمت دیگر آن محدب است، به گونه ای استفاده گردد که سطح تخت آن با نمونه در تماس باشد و سطح محدب بیرون باشد. دو پرکننده دیگر که دارای سطح تخت و سطح تقعری می باشد نیز بایستی به نحوی روی سطح محدب قرار گیرد که علاوه بر اینکه سطح محدب توسط سطح مقعر جفت شود و و نیز کاملا تراز باشد. برای هر دو سطح پایینی و بالایی به همین شکل عمل شده و از بالا و پایین طوری نمونه را کنترل کنید تا ارتفاع قرارگیری آنها در دو سو یکسان باشد. سپس با باز کردن شیر ورودی جک دستی به سلول (شیر شماره۳) مقداری کمی بار به سلول وارد کنید. (برای وارد کردن بار توسط جک دستی بایستی شیر کنار جک بسته باشد تا اعمال بار صورت گیرد.) این اعمال باید به حدی باشد که نمونه را در محل خود با پرکننده ها محکم کند و نباید فراتر از آن باشد.

حال سـلول هوک را به درون جک بارگذاری به طور کاملا تراز قرار داده و سـعی کنید با صفحات پر کننده فاصله فک بالا تا نمونه به حداقل برسد.

حال نمایشگر دستگاه را روشن نموده تا صفحه زیر پدیدار گردد.

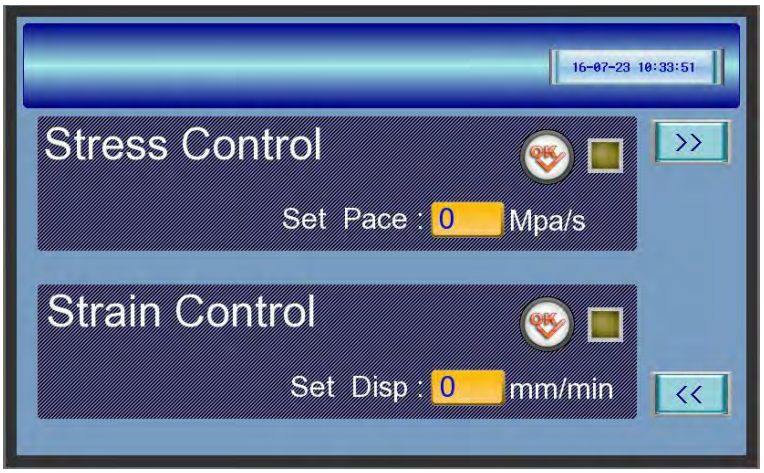
سپس برای ورود به تنظیمات بر روی آن ضربه بزنید تا وارد بخش زبر گردید.



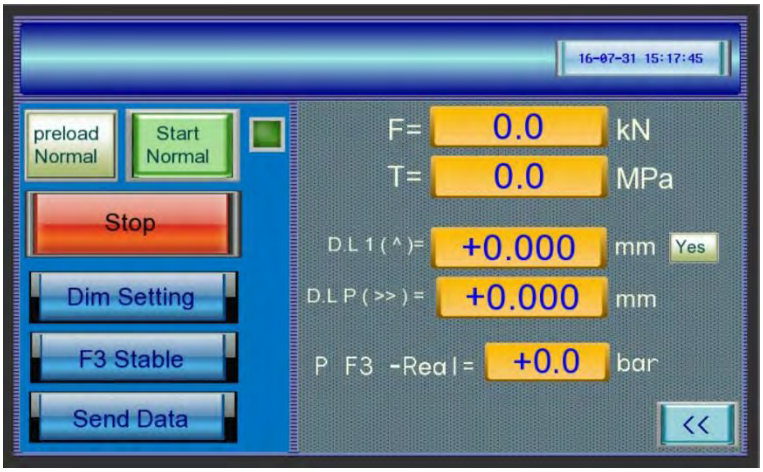
در بخش Time&Date جهت تنظیم زمان و تاریخ استفاده می شود.

بخش Calibration برای کالیبره نمودن بخشـهای مختلف دستگاه و در کادر مقابل F-Max= بایستی مقدار درصـد نیروی پس از شـکسـت نمونه را وارد نمود که لازم اسـت تا آن لحظه پس از شکست نمونه آزمایش ادامه یابد.

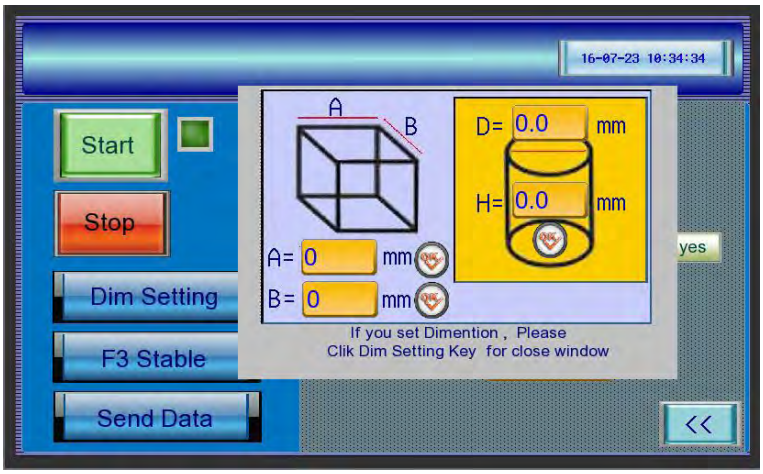
اما در صورتی که به آیکون Stat to test در بخش ابتدایی ضربه بزنید وارد کارد زیر می گردید:



که تعیین کننده مکانیسم بار گذاری و نرخ آن است. در بخش بالا که نوع بارگذاری تنش کنترل است مقدار نیروی وارده را بر حسب Mpa/s می توان تعیین کرد و در بخش پایین که نوع بارگذاری کرنش کنترل است مقدار نیروی وارده را بر حسب mm/min می توان تعیین کرد. پس از ورود مقدار بایستی تیک آن زده شود. در صورتی که تیک مربوطه زده نشود بارگذاری صورت نخواهد گرفت.



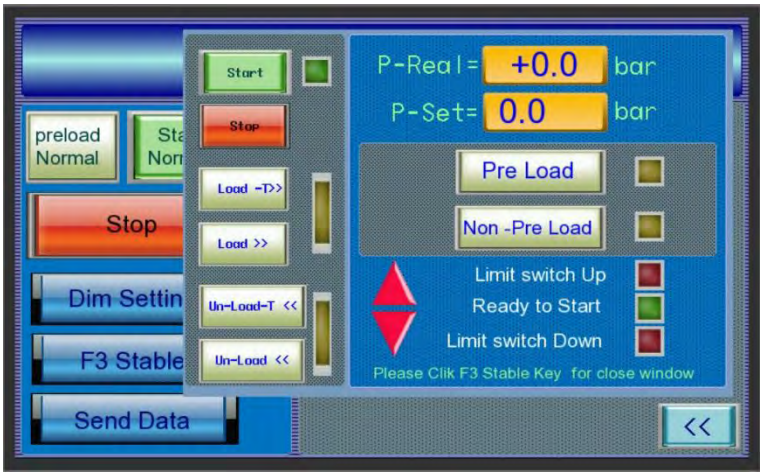
پس از انتخاب نحوه بارگذاری و مقدار آن وارد کادر بالا شده و بایستی ابتدا روی Dim Setting بفشارید.



در این بخش علاوه بر شکل نمونه ابعاد نمونه را بایستی مقدار داده و سپس تیک ok را بزنید.

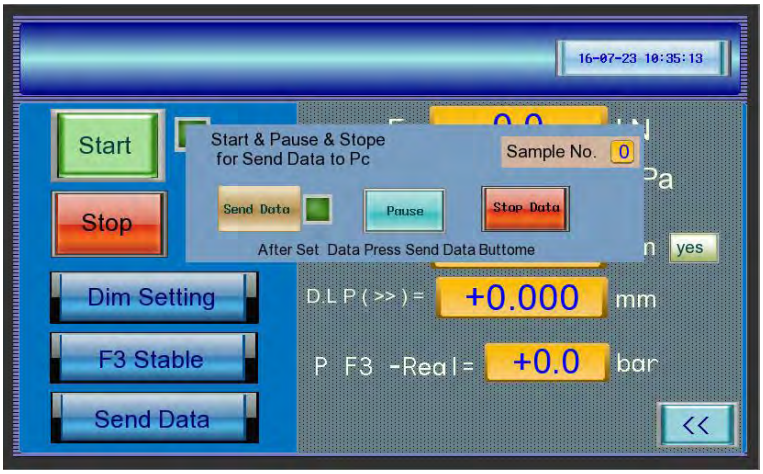
با فشردن مجدد Dim Setting کادر مربوطه کنار خواهد رفت.

سپس روی F3 Stable ضربه بزنید تا کادر زیر آشکار گردد.



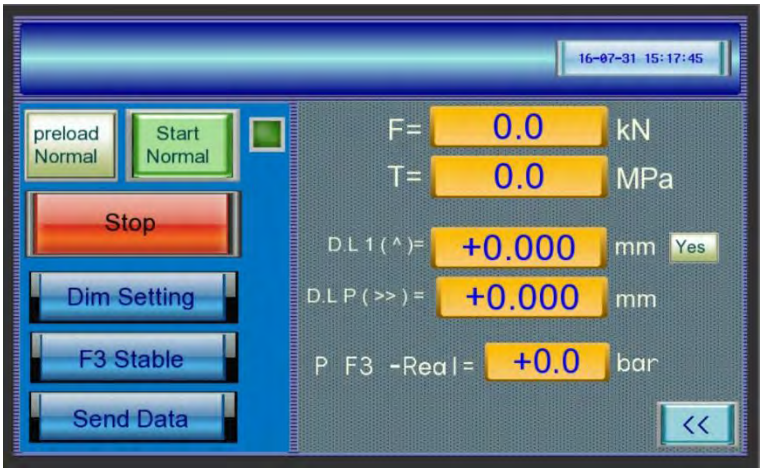
سپس روی F3 Stable ضربه بزنید تا کادر زیر آشکار گردد. مقدار فشار همه جانبه را در کادر مقابل P-Set بر حسب bar(Kg/cm^2) وارد نمائید. سپس روی آیکون Pre Load ضربه بزنید. تا زمان روشن شدن چراغ Ready to start نشده است.

حال با ضربه روی F3 به کادر قبل بازگشته و زدن آیکون Send Data کادر زیر باز شده و با فشردن Send Data و سبز شدن آن انتقال داده به کامپیوتر صورت می پذیرد. انتخاب گزینه Stop Data موجب قطع انتقال می گردد. در صورتی که آزمایش یکی از سه نمونه صورت گرفته باشد و بخواهیم آزمایش روی نمونه دوم از یک آزمایش سه محوری را انجام دهیم بایستی هنگام اتمام آزمایش نخست آیکون Pause را زده و در شروع آزمایش دوم روی این آیکون که حال به شکل Play هست ضربه بزنید. Sample No. نمایش دهنده شماره آزمایش است که داده های آن در حال انتقال به کامپیوتر است.



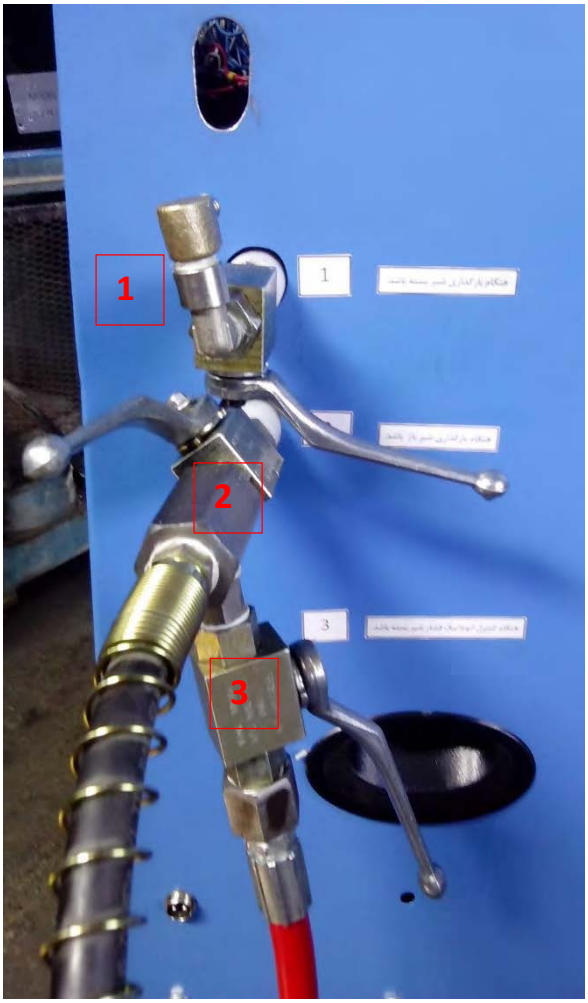
حال با ضـربه روی Send Data به کادر قبل بازگشـته و در همزمان با فشـار همه جانبه که فشـردن دکمه start در بخش F3 Stable دکمه Start را در کادر اصلی بفشارید. حال نیروی عمودی خود را به مقدار فشار همه جانبه رسـانده و فشـار همه جانبه نیز خود را به مقدار هدف می‌رسـاند. قابل ذکر اسـت که برای اعمال سـریع و مناسـب فشـار همه جانبه ، نیمی از فشـار هدف را بایستی از جک هیدرولیک دستی کمک گرفت. بدین منظور شـیر مربوطه (شـماره ۳) به رابط جک هیدرولیک دسـتی به سیستم را در هنگام اعمال بار باز نموده و پس از اعمال شـیر مربوطه را ببندید. در صـورت اسـتفاده از دسـتگاه در آزمایشات دیگر مانند تک محوری از دکمـه Non-preload در بخش F3 Stable اسـتفاده کرده و برای اندازه گیری جابه جایی روی دکمه yes در مقابل D.L بفشـارید. مقدار T تنش حاصـل از فشـار عمودی اسـت. D.L1 مقدار جابه جایی طولی و D.LP مقدار جابه جایی جانبی است. مقدار P F3-Real مقدار فشار جانبی را نمایش میدهد.

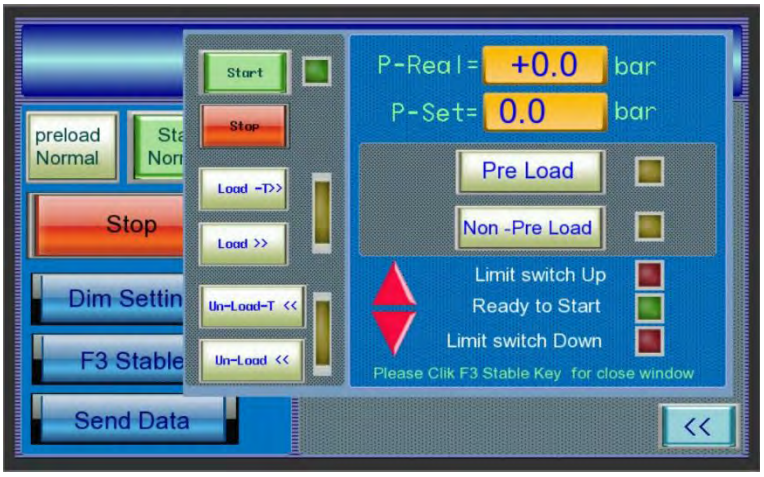
آیکون Preload Normal جهت مماس نمودن نمونه با تکیه گاه بالا می باشد. برای بارگذاری محوری همواره شیر کناری پنل بایستی در حالت لود باشد.



وضعیت شیرها دستگاه در تصویر زیر به نمایش درآمده اند بدین صورت جهت اعمال بار از سوی جهت هیدرولیک دستی بایستی شیر شماره ۳ باز شود و پس از اعمال بار بلافاصله بسته شود و در پایان آزمایش تخلیه روغن با شیر جک دستی صورت می گیرد. شیر شماره ۲ برای اعمال کنترل کننده فشار همه جانبه تعبیه شده است و به استثنای هواگیری دستگاه همواره باز باشد. شیر شماره ۱ برای هواگیری می باشد. در ضمن همواره بایستی روغن سیلندر کنترل کننده فشار همه جانبه بررسی گردد.

برای هواگیری سیلندر کنترل کننده فشار همه جانبه ابتدا شیر شماره ۲ و۳ بسته گردند. سپس در بخش F3 Stable در صورت روشن بودن ready to start که نمایانگر موقعیت میانی سیلندر می باشد، بایستی دکمه Load را فشرده و در حالی که شیر شماره۱ را بسته نگه دارید. پس از مدتی (حدود یک دقیقه) شیر شماره ۱ را باز نموده و اجازه دهید حباب هوا از سیلندر خارج گردد. سپس دکمه Pre Load را بفشارید تا مخزن از روغن پر گردد.


1
2
3


Start
Stop
Load -T>>
Load >>
Un-Load-T <<
Un-Load <<
preload
Normal
Stop
Dim Settin
F3 Stable
Send Data
P-Real=
+0.0
bar
P-Set=
0.0
bar
Pre Load
Non -Pre Load
Limit switch Up
Ready to Start
Limit switch Down
Please Clik F3 Stable Key for close window
<<