



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

# دستگاه برش مستقیم خاک تمام اتوماتیک 300x300mm

مدل : SO 731

بهار ۹۴

## فهرست

- ۱-مقدمه ..... ۳
- ۲-هدف ..... ۴
- ۳-مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ..... ۵
- ۴-روش آزمایش ..... ۷
- ۵-محاسبات ..... ۱۱
- ۶-روش کار با دستگاه ..... ۱۴
- ۷-خطاهای آزمایش و پیغامهای دستگاه ..... ۲۹



## دستگاه برش مستقیم خاک تمام اتوماتیک 300x300mm مدل SO 731

استاندارد:

ASTM D3080, BS1377:7, AASHTO T236

### ۱- مقدمه

در همه مسائل مربوط به پایداری خاک از قبیل طراحی پی ها، دیوارهای حائل و خاکریزها، داشتن اطلاعات کافی درباره مقاومت خاک ضروری است. اندازه گیری و تعیین مقاومت خاک ها به ویژه برای خاک های چسبنده که در مباحث پایداری خاک اهمیت و کاربرد زیادی دارد، جزء مباحث مکانیک خاک است.

یکی از کاربردهای آزمایش برش مستقیم در طراحی و ساخت سدهاست. از این آزمایش برای تعیین مقاومت برشی پی های آبرفتی، مقاومت برشی منابع قرضه مورد استفاده در بخش های مختلف بدنه سد و بررسی لغزش شیروانی های مشرف به مخزن استفاده می شود.

برای احداث مترو، تونل، معادن زیرزمینی و خاکبرداری روی سازه ها، داشتن اطلاعات حاصل از نتایج آزمایش برش مستقیم ضروری است.

بررسی پایداری شیروانی ها، دیوارهای حائل و کلیه سازه های نگهدارنده محیط های ژئوتکنیکی از دیگر کاربردهای آزمایش برش مستقیم، تلفیق نتایج بدست آمده از آزمایش سه محوری است، به علت زیاد بودن هزینه آزمایش سه محوری و مشکلات آن، معمولاً تعداد کمتری از آن انجام می شود و با انجام تعداد بیشتری آزمایش برش مستقیم که ارزان تر است و تلفیق نتایج آن (Correlation)، پارامترهای مورد نیاز بدست می آید.

در آزمایش برش مستقیم با حرکت دادن نیمه بالائی یک جعبه محتوی خاک نسبت به نیمه پایینی آن، خاک داخل جعبه تحت تنش برشی قرار داده می شود تا تحت این تنش برشی، گسیخته شود. وقتی برشی به اندازه کافی بزرگ باشد، قسمت بالائی جعبه نسبت به قسمت زیرین آن جابجا می گردد و باعث بریده شدن نمونه خاک در امتداد افقی می شود.

اگر مقطعی که نیروی برشی بر آن اعمال می شود دارای مساحتی برابر A باشد داریم:

$$\text{تنش قائم} = \frac{\text{نیروی قائم}}{A}, \text{تنش برشی} = \frac{\text{نیروی برشی}}{A}$$

نتیجه آزمایش برش مستقیم بدست آوردن C (چسبندگی) و  $\phi$  زاویه اصطحاک داخلی است.

## ۲- هدف

هدف از آزمایش برش مستقیم کسب پارامترهای مقاومت برشی خاک نظیر: C (چسبندگی) و  $\phi$  زاویه اصطحاک داخلی است.

## ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

### ۱-۳ شرح دستگاه برش مستقیم و لوازم اصلی

الف- جعبه برش جعبه مکعبی شکل فلزی که از دو نیمه تشکیل شده است. نیمه پایینی ثابت و نیمه بالایی متحرک است و این دو قسمت توسط دو میخ متصل می شوند. نمونه در داخل جعبه و در بین دو صفحه سنگ متخلخل از بالا

و پایین محصور شده است، به طوری که نمی‌تواند تحت تأثیر تنش چرخشی واقع شود. نیروی عمودی از بالا روی نمونه وارد می‌شود و برای اندازه‌گیری نشست از گیج حساسی که در بالا و روی درپوش جعبه قرار می‌گیرد استفاده می‌شود. جعبه برش تماماً در مخزن بزرگتری قرار دارد که در حین آزمایش پر از آب می‌باشد تا عمل اشباع و زهکشی نمونه به راحتی انجام شود. عمل زهکشی نمونه از طریق سوراخ‌هایی که در بدنه هر دو نیمه قالب برش وجود دارد، انجام می‌شود نیروی برشی در امتداد یک صفحه برش (در برش فرد) یا صفحات برش (در برش زوج)، تعیین و به موازات سطح نمونه وارد می‌شود. جعبه برش باید از فلز ضد زنگ ساخته شده باشد و همچنین در برابر مواد موجود در خاک مقاوم باشد.

ب- صفحات متخلخل: صفحات متخلخل از سیلیکون کاربید، اکسید آلومینیوم یا فلزی ساخته شده‌اند تا در برابر آب و خاک مقاوم باشند. خلل و فرج صفحات باید به نحوی طراحی و ساخته شوند که علاوه بر هدایت مناسب آب مانع از فرسایش خاک گردند. معمولاً صفحات متخلخلی که ضریب نفوذپذیری حدود ۰/۵ تا ۱ میلی متر در ثانیه داشته باشند مناسب هستند.

پ- دستگاه بارگذاری جهت اعمال نیروی قائم: شامل یک قاب فلزی است که قادر است سریعاً و بدون تغییر و نوسان، نیروی عمودی را روی نمونه وارد آورد و در هنگام آزمایش با دقت  $\pm 1\%$  به طور ثابت نگهدارد. این نیرو به صورت دیجیتال توسط موتور سرو وارد می‌شود.

ت- دستگاه بارگذاری جهت اعمال نیروی برشی: این نیرو توسط موتور الکتریکی وارد می‌شود و به این بستگی دارد که آیا آزمایش با کنترل کرنش تنش برشی انجام می‌شود که معمولاً روش اولی ترجیح داده می‌شود. زیرا که تنش نهایی به خوبی تنش ماکزیمم قابل محاسبه است. تجهیزات آزمایش با کنترل کرنش قادر است نمونه را با شدت جابجایی یکنواخت و با کم تر از  $\pm 10\%$  خطا برش دهد و میزان آنرا در یک دامنه نسبتاً وسیع اندازه‌گیری کند. تغییرات جابجایی به خصوصیات تحکیم خاک بستگی دارد. بارگذاری توسط موتور الکتریکی (با تنظیم دور) و جعبه

دنده طوری وارد می شود که مقدار جابه جایی دلخواه برای نمونه (بر حسب میلی متر در دقیقه یا میلی متر در ثانیه) حاصل شود.

ث- مقدار نیروی برشی وارده به وسیله حلقه نیروسنج Proving Ring و یا نیروسنج الکتریکی load cell، اندازه گیری می شود. اگر آزمایش یا کنترل تنش برشی انجام شود باید نیروی برش با افزایش (شدت) مشخصی به نمونه وارد گردد به گونه ای که دقت لازم را داشته باشد.

ح- دستگاه های اندازه گیری جابه جایی: گیج های اندازه گیری و یا کرنش سنج های الکترونیکی LVDT هستند که به وسیله آنها می توان تغییر ضخامت نمونه را تحت نیروی عمودی با حساسیت ۰/۰۰۱ اینچ (۰/۰۲ مم) و جابه جایی برش نمونه را با حساسیت ۰/۰۰۱ اینچ (۰/۰۲ مم) اندازه گرفت. در حالت آنالوگ از گیج ساعتی و در حالت اتوماتیک از LVDT به کار گرفته شده است.

### ۲-۲ ملحقات دستگاه

- اطاق رطوبت: اطاق رطوبت برای نگهداری و آماده کردن نمونه ها با کیفیتی است که درصد رطوبت نمونه ضمن آماده کردن آن بیش از ۰/۵٪ افت نکند.

- دستگاه بریدن نمونه: این دستگاه که برای بریدن نمونه هایی با اندازه و ابعاد بزرگتر از ابعاد جعبه برش به کار می رود، با حداقل دست خوردگی نمونه را آماده می سازد.

- گرمخانه با مشخصاتی که در آزمایش های قبل گفته شد

- قوطی های رطوبت: جهت تعیین درصد رطوبت طبیعی نمونه

- وسایل تهیه نمونه دست خورده متراکم: شامل قالب تراکم و چکش مخصوص جهت تهیه نمونه با وزن مخصوص معین است.

- وسایل متفرقه: شامل کرنومتر، آب مقطر، کاردک، سیمی، اسپاتل و غیره است.

\* این ملحقات بایستی جداگانه فراهم و خریداری گردند.

#### ۴-روش آزمایش

##### ۴-۱ شرایط انجام آزمایش

مشخصات برشی خاک به نحوه آزمایش و شرایطی که در آن، مشخصات ایجاد می شود، نیز بستگی دارد. به طوری که به دو روش زیر می توان برش مستقیم را انجام داد:

۴-۱-۱ آزمایش تحکیم نیافته زهکشی نشده (تند)

در این آزمایش اعمال نیرو بار برشی Pn قبل از آن که نمونه تحت بار قائم Pv تحکیم یابد، شروع می شود. به این ترتیب بارهای افقی سرعت وارد می شوند و نمونه فرصت زهکشی پیدا نمی کند.

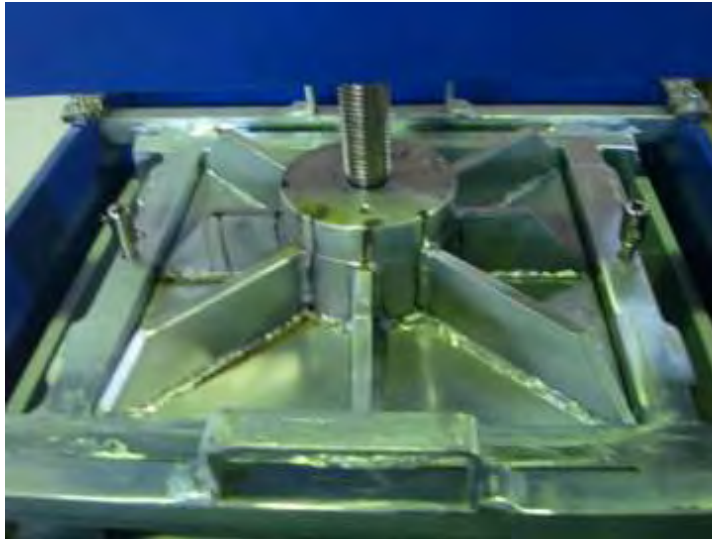
۴-۱-۲ آزمایش تحکیم یافته زهکشی شده (کند)

در این آزمایش پس از اعمال بارگذاری قائم، نمونه تحت تحکیم قرار گرفته و سپس آزمایش به آرامی انجام می شود به نحوی که در این حالت هیچ گونه فشار آب حفره ای در نمونه ایجاد نشود.

## ۲-۴ روش انجام آزمایش طبق استاندارد ASTM D3080

۱. نمونه مورد آزمایش را آماده نماید. اگر نمونه دست نخورده است بایستی توسط نمونه گیر دست نخورده حداقل سه نمونه یکسان فراهم شود. اگر آزمایش روی نمونه دست خورده است بایستی با دانسیته و رطوبت مشابه به اندازه حداقل سه نمونه با توجه به حجم باکس آماده گردد.
۲. جعبه برش را با دقت سوار و در یک وضعیت مناسب، ثابت کنید. با توجه ابعاد جعبه برش، حجم جعبه و در نتیجه چگالی نمونه خاک قابل محاسبه می باشد. سپس مساحت سطح مقطع نمونه A را بدست آورید.
۳. نمونه را داخل جعبه برش بریزید، بطوری که ارتفاع نمونه در هر دو جعبه بالایی و پایینی یکسان و در مجموع برابر با نصف طول یا عرض نمونه باشد. صفحه اعمال بار را تراز کنید تا در یک سطح افقی قرار گیرد. خاک را با رطوبت و وزن مخصوص مورد نظر در چند لایه (حداقل سه لایه) داخل جعبه برش به طور یکنواخت بکوبید.
۴. در صورتی که آزمایش با نمونه اشباع انجام می شود، برای اشباع نمونه، جعبه برش را از آب پر کنید و مدت زمان مناسبی برای اشباع نمونه اختصاص دهید.
۵. بار قائم مناسبی بر نمونه اعمال کنید و گنج تغییر شکل های قائم یا LVDT را روی نمونه نصب کنید. توجه کنید که وزن خود صفحه بارگذاری و نیمه بالایی جعبه برش را هم به عنوان بخشی از Pv در نظر بگیرید.





اگر آزمایش از نوع تحکیم یافته است، پس از اعمال بار قائم تا زمانی که نشست کاملاً متوقف نشده، صبر کنید و پس از پایان تحکیم نمونه، آزمایش را انجام دهید. این زمان با توجه به نفوذپذیری خاک متغیر است.

۶. دو قسمت جعبه برش را با باز کردن پیچ های نیمه بالایی جعبه از هم جدا کنید. فاصله بین دو نیمه باید کمی بیشتر از اندازه بزرگ ترین دانه موجود در نمونه باشد. صفحه بارگذاری را با محکم کردن سه پیچ کناری که به همین منظور در اطراف نیمه بالایی جعبه تعبیه شده اند، سر جای خود قرار دهید. سپس پیچ های نیمه بالایی جعبه برش را برگردانید. وزن این نیمه ( نیمه بالایی جعبه ) و صفحه بارگذاری و بار اعمال شده، توسط سطح نمونه تحمل می شود.

۷. سرعت آزمایش را با توجه به نوع آزمایش مشخص کنید. در آزمایش تند با توجه به نفوذپذیری سرعتی را انتخاب کنید تا فشار آب حفره ای صفر گردد. در آزمایش تند، سرعت آزمایش باید بصورتی باشد که مدت زمان لازم برای گسیختگی نمونه  $t_f$  برابر باشد با:

$$T_f = 50 t_{50}$$

که در آن  $t_{50}$  مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰٪ تحکیم نمونه تحت بار قائم  $P_u$  است. اگر  $t_{50}$  در دسترس نباشد، می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$T_f = 35t_{60} = 25t_{70} = 12t_9$$

برای مشخص شدن این که پس از چه مدت خاک کاملاً تحکیم یافته است. منحنی قرائت های تغییر شکل قائم در مقابل لگاریتم زمان باید رسم شود. اگر  $P_U$  خیلی بزرگ باشد، باید بارگذاری با گام های بزرگ تری انجام شود. نمونه را از جعبه برش بیرون آورید و یک نمونه مرطوب دیگر را آزمایش کنید. مراحل ۳ تا ۶ را برای دو یا سه نمونه دیگر با سربارهای متفاوت انجام دهید.

۸. گیج ساعتی یا LVDT را برای اندازه گیری تغییر شکل های برشی (افقی) نصب کنید.

۹. بارگذاری افقی را شروع کنید و مقدار نیروی نشان داده شده روی رینگ نیرو و گیج تغییر شکل های برشی و در صورت نیاز، تغییر شکل های قائم ( تغییر حجم نمونه ) را در هر مرحله قرائت کنید. اگر آزمایش از نوع کنترل کرنش است، قرائت ها را برای کرنش های ۵ و ۱۰ و از آن به بعد هر ۱۰ یا ۲۰ واحد انجام دهید. ۱۰. بارگذاری را آن قدر ادامه دهید تا نیروی برش ثابت بماند یا اینکه تغییر شکل برشی به ۱۰٪ قطر اولیه نمونه برسد (۱۰٪ ضلع جعبه برش). در آزمایش با کنترل تنش، شدت افزایش تنش برشی با ۱۰٪ حداکثر تنش برشی نمونه شروع می شود و پیوسته تا شکسته شدن نمونه ادامه می یابد. اکنون نمونه داخل جعبه برش را بیرون آورید و مراحل ۱ تا ۱۰ را حداقل برای دو نمونه دیگر تکرار کنید.

جرم این نمونه ها باید تقریباً برابر جرم نمونه اولیه باشد ( حداکثر اختلاف جرم قابل قبول ، بین ۵ gr تا ۱۰ gr است ) و نیز حجم مشابهی اشغال کنند. در مرحله (۴) برای هر آزمایش، بارهای قائم متفاوتی اعمال کنید.

## ۵- محاسبات

جهت محاسبه مشخصه‌ها یا ضرایب  $c$  و  $\phi$  خاک لازم است که اطلاعات کامل خاک یادداشت شود

تنش قائم اسمی را محاسبه کنید:

$$\sigma_n = \frac{P_u}{A}$$

$A$ : مساحت سطح مقطع افقی جعبه برش

$P_u$ : بار قائم (شامل بار قائم اعمال شده به اضافه وزن صفحه بارگذاری و نیمه بالایی جعبه برش)

۱. منحنی تغییر شکل های افقی  $\sigma_n$  در مقابل نیروی برش افقی  $P_h$  را به منظور بدست آوردن بهترین مقدار

برای نیروی برشی نهایی  $P_h(max)$  را رسم کنید و با توجه به آن تنش برش حداکثر  $S_{max}$  را محاسبه کنید.

$$S_{max} = \frac{P_h(max)}{A}$$

۲. مقادیر تنش برشی ماکزیمم  $S$  در مقابل تنش قائم  $\sigma_n$  را برای همه آزمایش ها روی نمودار مشخص کنید و

بهترین خط را روی این نقاط برازش دهید.

مقیاس هر دو محور افقی و قائم را یکسان در نظر بگیرید. حال از روی خط رسم شده، میزان چسبندگی نمونه که

روی محور قائم مشخص می شود و همچنین شیب خط که معرف زاویه اصطحاک داخلی  $\phi$  است، بدست

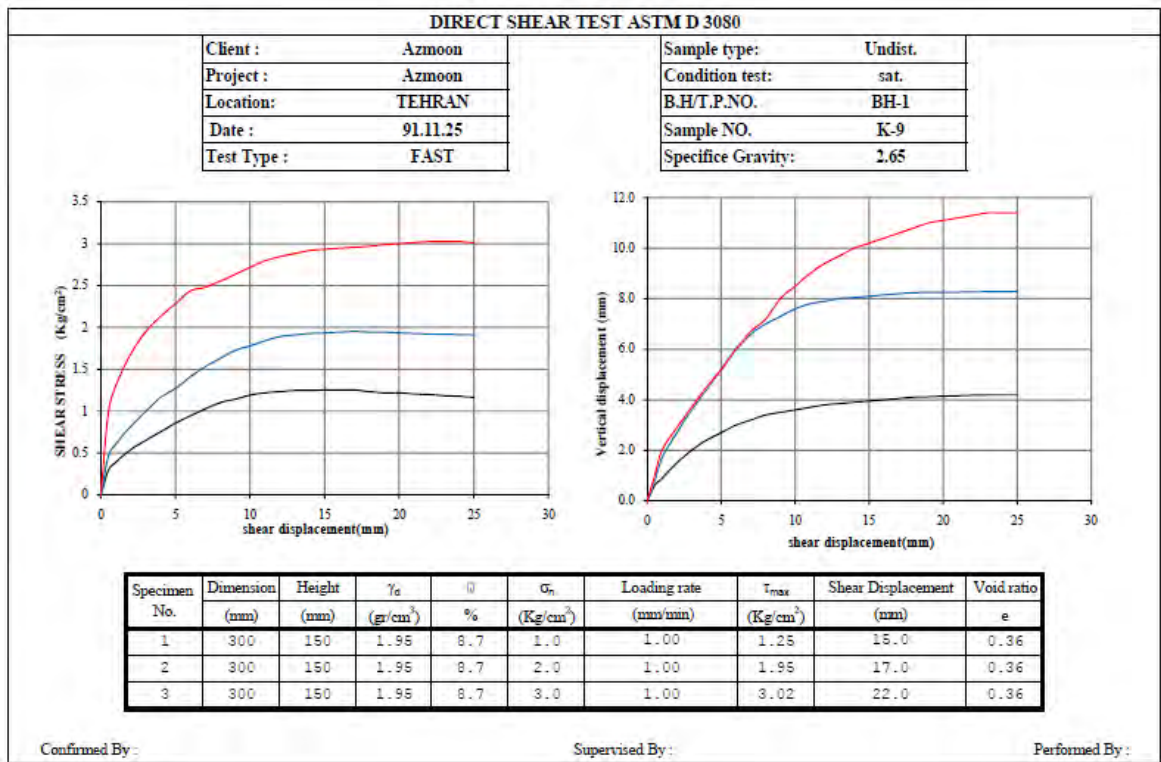
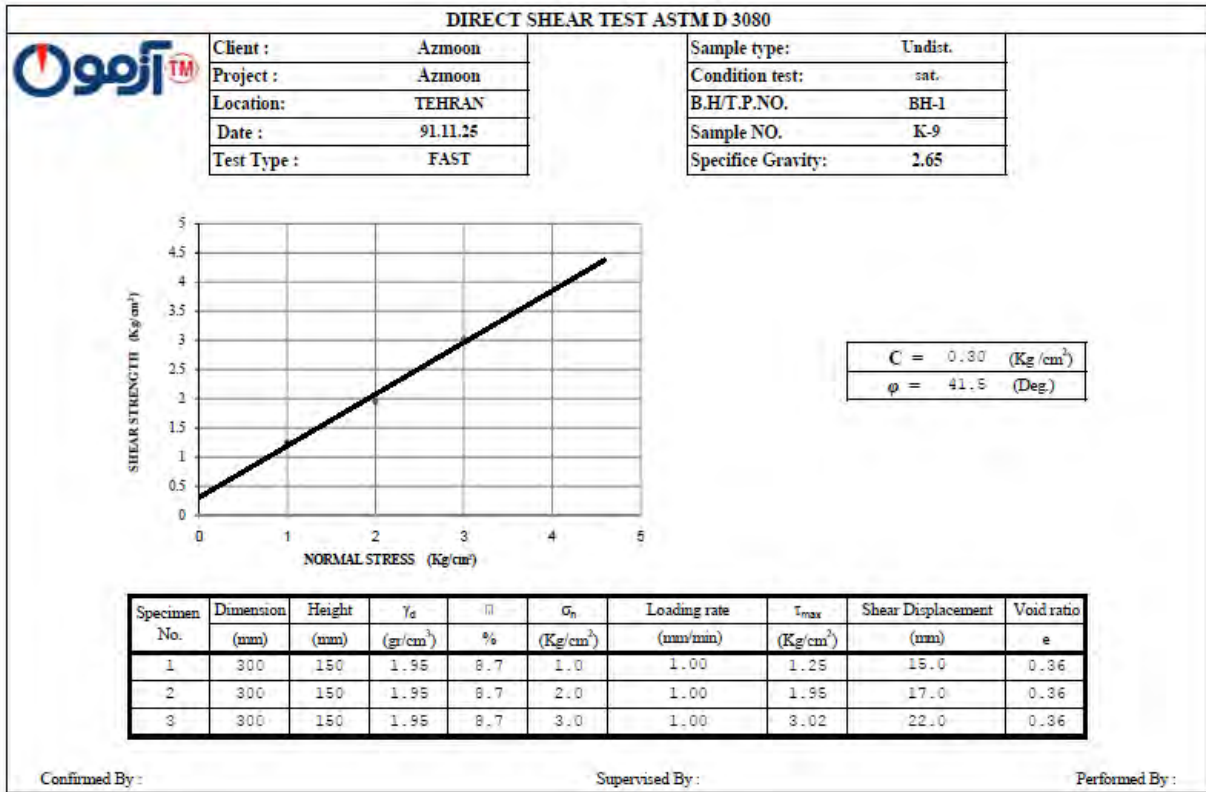
می آید.

در ادامه شیت آزمایش و نمونه ای از نتیجه به دست آمده روی یک خاک درشت دانه GC آمده است.

Client :  
Project :  
Date :

DIRECT SHEAR TEST    ASTM D3080										
Sample Type:			Diameter(cm):			Wet Density:				
Soil Type:			Height(cm):			Dry Density:				
Test Type:			Ring Factor(kg/Div):			Moisture Content(%):				
BH /TP NO:		Sample No:		Depth:						
Heartz Dial Gauge Reading	1		2		3					
	Proving Ring Divs	Vertical Div Reading	Proving Ring Divs	Vertical Div Reading	Proving Ring Divs	Vertical Div Reading	Pressure(kg/cm <sup>2</sup> )	1	2	3
0										
10							Soil Dry Weight(gr)			
20										
30										
40							Soil Wet Weight(gr)			
50										
75										
100								1	2	3
150							Can Number			
200										
250										
300							Can Weight(gr)			
350										
400										
450										
500							Swet&Can Weight(gr)			
550										
600										
650							Sdryt&Can Weight(gr)			
700										
750										
800										
850								1		
900										
950										
1000										
1100							Tested By & Date:	2		
1200										
1300										
1400								3		





## ۶- روش کار با دستگاه

پس از تهیه نمونه مطابق با بند ۴ دستورالعمل دستگاه را به شرح ذیل روشن نمایید:

با روشن نمودن دستگاه توسط کلید (on/off) نمایشگر روشن می شود و صفحه زیر نمایان می شود.



( تصویر ۱ )

با لمس فلش سمت راست وارد صفحه منو می شویم.



( تصویر ۲ )

در این صفحه سه قسمت موجود است که به ترتیب زیر می باشد.

۱- تنظیمات Setting

۲- بانک اطلاعاتی Data history

۳- انجام آزمایش Start to Test

به توضیح این سه مرحله می پردازیم.

۱- تنظیمات setting.

با لمس دکمه setting وارد صفحه تنظیمات می شویم.



(تصویر ۳)

این صفحه شامل سه قسمت می باشد.

Time & Date

Name Co

Enter to Calibration

Time & Date در صورتیکه ساعت و تاریخ دستگاه درست نباشد با لمس این دکمه صفحه مربوط به تنظیمات ساعت و تاریخ نمایان می شود.



(تصویر ۴)

ساعت و تاریخ را تنظیم نموده و دکمه ENT را لمس کرده وارد صفحه اصلی تنظیمات می شویم.

Name Co با لمس دکمه Name-co وارد صفحه ثبت نام شرکت شما در بالای صفحات نمایشگر دستگاه

میشویم .



(تصویر ۵)



با لمس باکس آبی تیره صفحه کیبورد ظاهر می شود و می توانید تا ۱۵ کاراکتر نام شرکت خود را وارد نمایید.

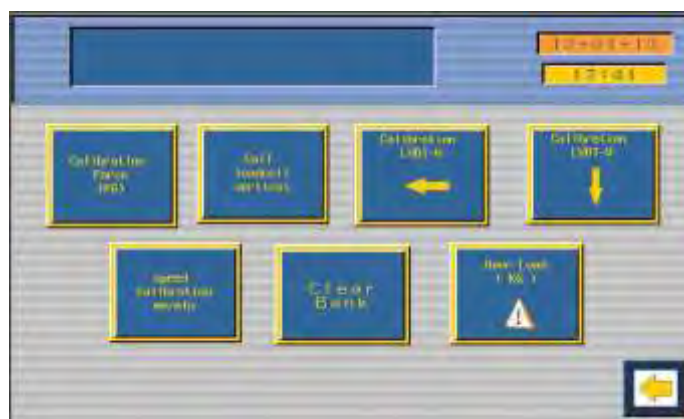


(تصویر ۶)

با لمس دکمه Ent نام شرکت شما بالای صفحات نمایشگر ظاهر می شود. برای خروج از این صفحه دکمه فلش سمت راست را لمس نموده و وارد صفحه اصلی تنظیمات می شویم.

این قسمت مربوط به تنظیمات دستگاه می باشد و مربوط به کارخانه است ، اپراتور نمی

تواند وارد این صفحه بشود و برای ورود به این قسمت نیاز به وارد کردن رمز ورود دارید.



(تصویر ۷)

بانک اطلاعاتی (History)

با لمس کردن دکمه history وارد صفحه گزارشات نمایشگر می شویم



(تصویر ۸)

این صفحه شامل دو قسمت می باشد ، قسمت بالا وارد کردن نام آزمایش یا شماره سریال آزمایش و قسمت پایین برای نمایش آخرین دیتاهای آزمایش مورد نظر می باشد. هر آزمایش را می توانیم با ۶ کاراکتر نامگذاری کنیم که با تایپ همان ۶ کاراکتر در صفحه گزارشات نتایج آخر آن آزمایش نمایان می شود. دستگاه برای هر آزمایش بطور خودکار یک سریال مشخص میکند که در قسمت گزارشات با تایپ همان شماره سریال می توانیم نتایج آزمایش مربوطه را مشاهده نمائید. با توجه به اینکه آزمایش برش مستقیم خاک نیاز به تمامی دیتاها در طول آزمایش دارد نتایج نمایان شده در قسمت گزارشات فقط اطلاعات نهایی می باشد و محدودیت حافظه دستگاه اجازه نمی دهد که تمامی دیتاها را نمایش دهیم. برای جبران این مشکل برنامه ای که در رایانه نصب می شود جوابگوی کامل نیازهای شما می باشد که در قسمت مربوط به نرم افزار رایانه به شرح آن می پردازیم. (این برنامه بطور رایگان در اختیار شما قرار می گیرد)

گزارشات شامل: تاریخ، ساعت، نیروی ماکزیمم، ماکزیمم جابجائی افقی، ماکزیمم جابجائی عمودی، سرعت بارگزاری و نیروی از پیش تنظیم شده عمودی می باشد.

شروع آزمایش (Start to Test)

بعد از اینکه خاک را در باکس ۳۰۰\*۳۰۰ میلیمتر ریخته و آماده کردیم، برای شروع آزمایش دکمه Start to Test را لمس کرده و وارد صفحه تعیین ابعاد باکس و ارتفاع نمونه می شویم.



(تصویر ۹)

در این صفحه با توجه به نوع نمونه که استوانه ای است یا مکعب دیتاهای مربوطه را وارد می کنیم. در صورتیکه استوانه ای باشد قطر نمونه برحسب میلی متر همراه با ارتفاع نمونه و در صورتیکه مکعبی باشد طول و عرض نمونه همراه با ارتفاع آن را وارد می کنیم. برای وارد کردن اعداد نمونه، باکس های مقابل پارامترها را لمس کرده ، صفحه کیبوردی ظاهر می شود، عدد مورد نظر را وارد نموده و دکمه Ent را می زنیم تا صفحه کیبرد بسته شود و عدد جایگزینی باکس مربوطه شود. بعد از وارد کردن ابعاد نمونه با لمس دکمه فلش مقابل باکس های ابعاد استوانه یا مکعب، ابعاد را تائید نموده و با زدن دکمه فلش سمت راست پایین صفحه، صفحه ابعاد بسته و وارد صفحه آزمایش می شویم.



(تصویر ۱۰)

برای شروع آزمایش می بایست مواردی را به طور پیش فرض انجام داد تا سیستم آماده انجام آزمایش شود.

### تنظیمات اولیه برای شروع هر آزمایش عبارتند از:

۱- تنظیم سرعت بارگذاری افقی

۲- تنظیم نیروی اعمالی عمودی

۳- در صورت نیاز وارد کردن نام آزمایش (۶ کاراکتر)

(نوجه: وارد کردن نام آزمایش فقط در صفحه گزارشات نمایشگر مورد استفاده قرار می گیرد.)

۴- زدن دکمه set send date برای شروع ارسال اطلاعات به رایانه

به شرح تک تک این قسمت ها می پردازیم:

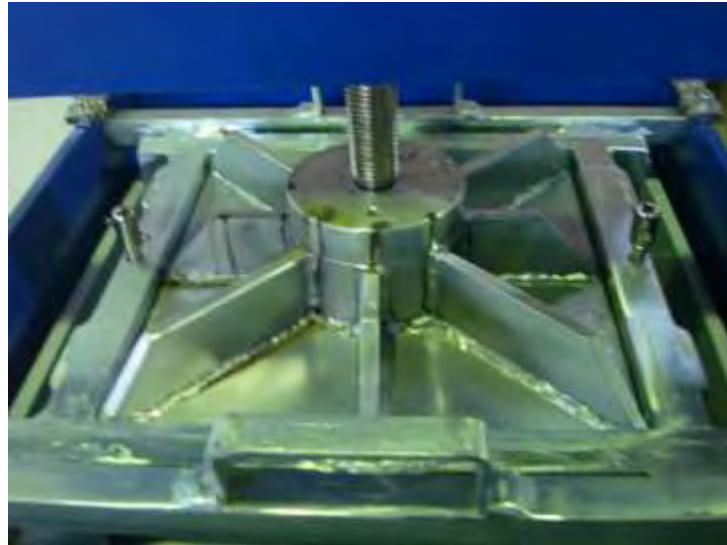
۱. تنظیم سرعت بارگذاری افقی : برای وارد کردن سرعت بارگذاری افقی باکس زیر set pace زیر را لمس کرده و کیبورد اعداد ظاهر می شود و سرعت مورد نظر را وارد می کنیم. برای مثال ( 1.00mm/min) را وارد کرده و دکمه Ent را می زنیم. با این پیش فرض دستگاه در یک دقیقه ۱ میلی متر جابجا می شود.
۲. تنظیم نیروی اعمالی عمودی بصورت پیش فرضی: با توجه به اینکه آزمایش برش مستقیم در سه مرحله و سه نیروی عمودی مجزا انجام می شود ( برای مثال  $1.5\text{kg/cm}^2, 1\text{kg/cm}^2, 0.5\text{kg/cm}^3$ ) قبل از شروع آزمایش می بایست به دستگاه مقدار نیروی عمودی اعمالی را وارد نمائیم تا دستگاه نیروی عمودی مورد نظر ما را که تعیین نموده ایم در طول آزمایش بصورت یکسان اعمال نماید. برای وارد کردن مقدار نیروی عمودی باکس مقابل set normal stress را لمس کرده و نیرو را برحسب  $\text{kg/cm}^2$  وارد نمائیم



(تصویر ۱)

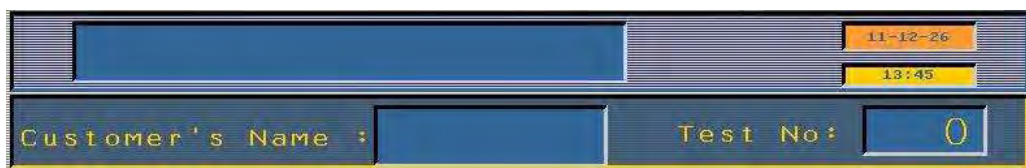
در باکس پایین set vertical force مقدار نیروی واقعی اعمال شده را بصورت kg نمایش می دهد. با توجه به اینکه در طول آزمایش ممکن است نمونه دچار تورم یا فشردگی شود. دستگاه بصورت اتوماتیک نیروی اعمالی را کم یا زیاد می کند تا در طول آزمایش مقدار نیروی عمودی از پیش تنظیم شده تعیین شده ثابت باشد.





۳. وارد کردن نام آزمایش تا ۶ کاراکتر

همانطور که در قسمت گزارشات بیان شد می توانید برای آزمایش نامی مشخص نمائید که حداکثر ۶ حرف می باشد. این قسمت کاملاً اختیاری می باشد و اپراتور می تواند حرفی را وارد نکند و در انجام آزمایش مشکلی پیش نمی آید. با لمس باکس مقابل Customers name صفحه کلید دارای حروف لاتین آشکار شده شما می توانید ۶ حرف وارد نموده و دکمه Ent را بزنید و حروف مورد نظر را ثبت نماید.



(تصویر ۱۲)

این عمل برای درج نام آزمایش در بانک دستگاه می باشد که در بخش مربوطه توضیح داده می شود. با توجه به اینکه دستگاه به رایانه متصل می شود کلیه دیتاها به رایانه ارسال می شود و در رایانه بصورت فایل excel ذخیره می شود و نیازی به بانک دستگاه نمی باشد.

۴. شروع ارسال دیتا به رایانه: با توجه به اینکه رسم گراف های مربوط به آزمایش بصورت آنلاین می باشد.

می بایست لحظه شروع و اتمام آزمایش برای مشخص نمائیم. در صورتیکه تمامی موارد تنظیمات آماده سازی نمونه به اتمام رسیده باشد و دستگاه آماده شروع آزمایش باشد با لمس دکمه set send data صفحه زیر ظاهر می شود.



(تصویر ۱۳)

در این صفحه ما ۳ دکمه و نمایش شماره آزمایش را داریم که عبارتند از:

۱- Send data

۲- Pause/play

۳- Stop data

۴- Sample No که نمایان کننده شماره آزمایش می باشد.

به بررسی تک تک آیتم های این صفحه می پردازیم.

دکمه **send data**: زمانی که دستگاه آماده انجام آزمایش باشد دکمه **send data** را زده و به رایانه اعلام می کنیم که آزمایش شروع شده است. با زدن دکمه **send data** چراغ مقابل این دکمه و همچنین لامپ تعبیه شده در برنامه رایانه سبز شده و رایانه شروع به دریافت اطلاعات می کند.

توجه: در صورتیکه اپراتور دکمه **send data** را بزند و لامپ مقابل دکمه سبز شود ولی لامپ تعبیه شده در برنامه رایانه همچنان قرمز باشد یعنی ارتباط با رایانه قطع می باشد و می بایست به حل مشکل پردازیم که در قسمت خطاها شرح داده شده است.

با زدن دکمه **send data** آزمایش شروع می شود و اپراتور می بایست در ابتدا بار عمودی را اعمال نموده و با ثابت شدن نیروی عمودی ، بار افقی را نیز اعمال نماید و گراف مربوطه را در برنامه رایانه مشاهده نماید. بعد از اتمام آزمایش اول برای اینکه اپراتور بتواند خاک آزمایش را عوض نماید می بایست دکمه **pause** را زده و ارسال دیتا به رایانه را بصورت موقتی ، قطع نماید.

در این حالت دکمه **pause** به حالت **play** تبدیل شده و آماده لمس مجدد برای ارسال دیتا به رایانه برای آزمایش دوم می باشد. که در قسمت انجام آزمایش بطور کامل به شرح آن می پردازیم . با آماده شدن نمونه دوم تنظیمات نیروی عمودی وارده و مواد اولیه ، اپراتور دکمه **play** را لمس کرده و ارسال دیتا مجدداً آغاز می کند و برنامه رایانه شروع به دریافت دیتاهای آزمایش دوم در قسمت مخصوص خودش در برنامه می شود و گراف مربوط به آزمایش دوم را رسم میکند. با اتمام آزمایش دوم اپراتور دوباره دکمه **pause** را زده و دستگاه را برای انجام آزمایش سوم آماده میکند با هر بار زدن دکمه **pause** و بعد **play** یک شماره به شماره **sample No** اضافه می شود و مرحله آزمایش مشخص می شود و در نهایت بعد از **play** کردن و انجام آزمایش سوم و با پایان رسیدن آزمایش اپراتور دکمه **stop data** را می زند تا ارسال دیتا متوقف شده برنامه رایانه متوجه شود که آزمایش تمام شده است و گزارشات نهایی شامل  $C\phi$  و رسم گراف های هر سه مرحله بطور مجزا و با رنگ متفاوت در اختیار



اپراتور قرار می گیرد. بعد از لمس هر بار دکمه Pause یا play می توانیم با لمس دکمه فلش سمت راست وارد صفحه اصلی آزمایش شویم

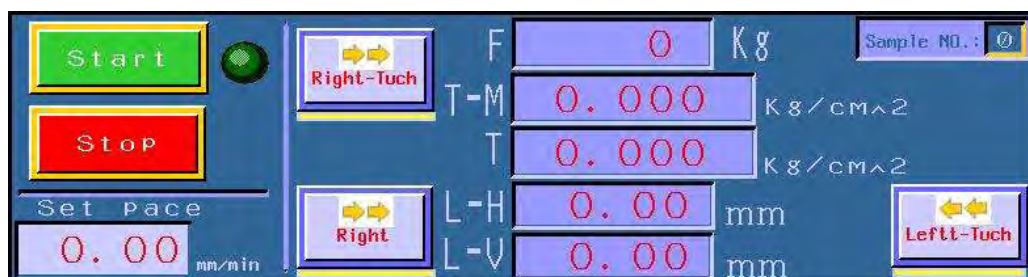
با طی کردن این ۵ مرحله دستگاه آماده انجام آزمایش می باشد. برای بارگزاری نیروی عمودی در صورتیکه اعمال بار عمودی با باکس آزمایش فاصله داشته باشد.



(تصویر ۱۴)

با لمس دکمه فلش پایینی میله اعمال بار عمودی اتوماتیک پایین آمده و با لمس باکس و نمایش نیروی حداکثر 15kg دستگاه بصورت اتوماتیک متوقف می شود. با لمس دکمه start-M دستگاه شروع به بارگزاری عمودی نموده و دیتاهای مربوطه به رایانه ارسال می شود با رسیدن و نیروی معادل عدد پیش فرض برای اعمال نیروی عمودی برای مثال  $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$  که اپراتور اول آزمایش وارد نمود. چراغ مقابل باکس set vertical force سبز می شود و بارگزاری عمودی به پایان می رسد. در حین آزمایش با توجه به تورم یا فشردگی نموده دستگاه بطور اتوماتیک به باکس نمونه نیرو وارد نموده و یا نیروی خود را کم می کند تا در طول آزمایش نیروی عمودی اعمال شده مطابق با نیروی از پیش تنظیم شده باشد.

برای شروع آزمایش برش افقی دکمه start را می زنیم و دستگاه شروع به اعمال نیروی افقی و برش نمونه می نماید.



(تصویر ۱۵)

در صفحه نمایش موارد زیر نمایش داده می شود:

۱. نیروی اعمال شده به نمونه برحسب کیلوگرم

۲. تنش ماکزیمم اعمال شده

۳. تنش واقعی اعمال شده

توجه: در صورتیکه تنش واقعی از تنش ماکزیمم کمتر شود انتهای آزمایش می باشد و اپراتور می تواند با لمس دکمه stop آزمایش را متوقف نماید.

۴. جابجایی افقی برحسب میلی متر

۵. جابجایی عمودی بر حسب میلی متر

۶. شماره آزمایش sample No

۷. سرعت بارگزاری افقی stet pace

با توجه به اینکه برای تعیین  $C, \phi$  خاک نیاز به انجام ۳ آزمایش در ۳ بازه وزنی متفاوت می باشیم. بعد از انجام آزمایش اول و لمس دکمه stop در صفحه اصلی آزمایش ، دکمه set send data را لمس نموده و دکمه pause را لمس می نمائیم تا ارسال دیتا متوقف شود و اپراتور بتواند جعبه نمونه را خالی کرده و نمونه جدید را داخل آن ریخته و آن را برای آزمایش بعدی آماده نماید.

توجه: انجام مرحله pause اجباری است در غیر اینصورت نتایج آزمایش شماره ۲ ادامه آزمایش شماره ۱ در رایانه ثبت می شود و نتایج و گراف برنامه اشتباه می شود.

با لمس دکمه pause نمایش دکمه به عبارت play تبدیل می شود و این به آن معنا است که بعد از آماده سازی نمونه ، اپراتور می بایست این دکمه را لمس کند تا دیتاها آزمایش دوم ارسال شود.

بعد از زدن دکمه pause اپراتور می بایست خاکهای آزمایش شده در باکس نمونه را خارج نماید برای این کار با لمس دکمه فلش در صفحه set send data وارد صفحه اصلی آزمایش شده و دکمه فلش سمت بالا را لمس کرده (تصویر ۱۴) تا میله بارگزاری روی نمونه به نقطه ابتدایی محور خود برسد. نیروی اعمالی روی نمونه صفر شود برای اینکه باکس در حالت افقی به نقطه اولیه خود برگردد و دکمه هایی در صفحه نمایش تعبیه شده است. ( تصویر ۱۵) که به بررسی آنها می پردازیم :

دکمه Left –Touch

دکمه Right

دکمه Right – Touch

با لمس دکمه Right – Touch دستگاه به سمت نقطه اولیه خود حرکت می کند و به محض رها کردن دکمه متوقف می شود.

با لمس دکمه Right دستگاه به سمت نقطه اولیه خود حرکت کرده و محض رسیدن به نقطه اولیه خود متوقف می شود نیازی به نگه داشتن دکمه نیست.

در صورتیکه نمونه آزمایش با میله اعمال نیروی افقی فاصله داشته باشد در هنگام شروع آزمایش با لمس دکمه Left Touch – میله اعمال بار را با جعبه نمونه مماس می کنیم تا ارسال دیتاهای آزمایش صحیح باشد .

با انجام این دو مرحله دستگاه به نقطه اولیه شروع خود رسیده است و اپراتور می تواند خاک های آزمایش شده را خارج کرده و نمونه دوم را آماده سازی نمایید.

بعد از انجام آزمایش اول و برگرداندن میله های اعمال نیرو به نقطه های اولیه خود و تعویض خاک نمونه می بایست مقدار نیروی اعمالی دوم را برای دستگاه مشخص نمائیم تا در طول آزمایش این مقدار نیرو به نمونه وارد شود

با لمس باکس مقابل set verticd force مقدار نیروی جدید را وارد کرده و دکمه Ent را می زنیم و دو بار مراحل وارد کردن نیروی عمودی مانند مرحله قبل انجام داده و با سبز شدن چراغ مربوطه شروع به اعمال نیروی افقی می نماییم. در ضمن بعد از وارد کردن مقدار نیروی عمودی پیش فرض حتما دکمه Play را در صفحه set send data را لمس نمائید تا دیتاهای آزمایش دوم به رایانه ارسال شود .

با اتمام آزمایش دوم و مشاهده اختلاف بین T,T-M در صفحه نمایش دکمه Stop را زده و دکمه set send data را لمس نموده و دکمه pause را می زنیم تا اپراتور نمونه سوم را آماده کرده و آزمایش سوم را انجام دهد.

در این مرحله هم مانند قبل اپراتور می بایست نمونه آزمایش شده را از باکس نمونه خارج کرده و نمونه جدید را جایگزین نماید. مراحل انجام آزمایش مانند مرحله قبل می باشد.

برای شروع آزمایش سوم (آزمایش آخر) اپراتور می بایست نیروی اعمال عمودی را تنظیم نموده و با استفاده از دکمه فلش پایین (تصویر ۱۴) میله اعمال نیروی عمودی را با باکس نمونه مماس نماید. سپس در صفحه set send data دکمه play را لمس می کند و آزمایش سوم آغاز می شود. دیتاهای مربوطه ارسال می شود. با لمس فلش سمت راست صفحه مربوط به ارسال دیتا بسته شده و صفحه اصلی آزمایش نمایان می شود در صفحه اصلی آزمایش دکمه start-M را لمس کرده تا نیروی عمودی مورد نظر اعمال گردد، با روشن شدن چراغ سبز، چراغ مربوطه به نیروی عمودی دکمه Start را می زند و برشی افقی را آغاز می کند و در انتهای آزمایش برای اینکه آزمایش را تمام کند در صفحه set send data دکمه stop را لمس نموده و در صفحه اصلی هم دکمه stop را لمس می کند، دستگاه متوقف شود و آزمایش به اتمام برسد. در این مرحله برنامه رایانه  $\Phi$  و C مربوطه به آزمایش و گراف های مربوطه را نمایش می دهد و اپراتور می تواند آن را ذخیره و یا چاپ نماید و مانند مراحل قبل دستگاه را از بارگزاری خارج نموده و خاک های آزمایش شده را خارج نماید و دستگاه را تمیز کرده و آماده آزمایش بعدی نماید.

## ۷- خطاهای آزمایش و پیغام های دستگاه

### ۷-۱ خطاهای آزمایش

- نمونه به خوبی آماده نشده باشد .
- دستگاه به درستی تنظیم نشده باشد .

- سرعت بار گذاری مناسب نوع آزمایش رعایت نشده باشد.
- وجود درگیری بین قطعات بالا و پایین جعبه برش دستگاه
- نمونه های نامناسب (نمونه خاک بایستی برای هر سه مرحله آزمایش یکسان باشد).
- در صورت استفاده از نمونه دست نخورده برهم زدن وضعیت طبیعی خاک در مراحل انجام آزمایش
- ابزار آزمایش بدرستی کالیبره نشده باشد و یا قسمتهایی از ابزار آزمایش فرسوده باشد.
- باز نکردن پیچهای نگهدارنده قطعات جعبه برش دستگاه که ضمن آسیب رساندن به دستگاه باعث خطای فاحش می گردد.
- متوقف کردن زود هنگام آزمایش به طوری که باید حداقل ۱۰ تا ۱۵ درصد جابجایی طول نمونه انجام شود و یا کاهش محسوس در مقدار گیج اندازه گیری تنش روی دهد.

## ۷-۲ پیغام های دستگاه

دستگاه برای اعلام موقعیت مکانی سینسورهایش به اپراتور از ۴ پیغام استفاده می نماید که به شرح آنها می پردازیم :

**Limit Switch Right** : بیانگر نقطه ابتدایی محور حرکتی افقی دستگاه برای اعمال نیرومی باشد .

**Limit Switch Left** : بیانگر نقطه انتهایی محور حرکتی افقی دستگاه برای اعمال نیرو می باشد.

**Limit Switch Up** : بیانگر نقطه ابتدایی و بالاترین نقطه محور عمودی جهت اعمال نیروی عمودی به نمونه می باشد .

**Limit Switch Down** :: بیانگر نقطه انتهایی و پایین ترین نقطه محور عمودی جهت اعمال نیروی عمودی به نمونه می باشد .



۲- در نرم افزار رایانه در صورتیکه با لمس دکمه send data در صفحه set send data چراغ قرمز رنگ در برنامه رابط دستگاه با صفحه اکسل سبز نشد بیانگر آن است که ارتباط با رایانه برقرار نمی باشد و می بایست کابل ارتباطی را چک نمائید

برای پاک کردن پیغامها دکمه ESC را بزنید .

**مواردی که می بایست قبل از استفاده از دستگاه دقت نماییم:**

مواردی که می بایست قبل از استفاده از دستگاه دقت نمائیم:

- (۱) حتماً دستگاه را به سیستم درست متصل نمائید.
- (۲) صفحه نمایش دستگاه لمسی می باشد و با لمس صفحه عملیات مورد نظر شما انجام می شود، از فشار دادن زیاد به صفحه خودداری نمائید.
- (۳) دستگاه در سطحی تراز شده ، طوری قرار دهید که بدون لرزش باشد.
- (۴) پین نگه دارنده باکس قبل از آغاز نیروی برشی خارج گردد.