



راهنمای دستگاه‌های خستگی محوری

به همراه کالیبراسیون

شرکت طراحی مهندسی سنتام

تهیه و تنظیم : ایمان برازش

[www.santamco.com](http://www.santamco.com)

## مقدمه

میدانیم که بسیاری از قطعات ماشینها ، سازه ها و سایر تجهیزات که امروزه میشناسیم در طول عمرشان بارهای متناوب گوناگونی تحمل میکنند و این پدیده بدلیل نقش تضعیف کننده ای که بر استحکام مواد دارد از اهمیت خاصی در طراحی و ساخت قطعات برخوردار میباشد . لذا این امر متخصصین را بر آن داشته تا با طراحی و انجام آزمونهای مدون رفتار مواد را در برابر بارهای متناوب پیش بینی کرده و از شکستهای ناگهانی در قطعات پیش گیری نمایند .

در این خصوص دستگاههای متفاوتی طراحی شده است که در اینجا با توجه به موضوع مورد بحث که آموزش دستگاه خستگی محوری (Axial fatigue) ساخت شرکت ستلام میباشد ، نحوه انجام آزمون و قابلیت های مربوط به این دستگاه ارائه میگردد . از ویژگیهای این دستگاه ، اعمال انواع بارهای محوری متناوب با الگوهای مختلف میباشد که مشتری بر حسب نیاز خود نوع الگو و محدوده دامنه و فرکанс آزمون را تعریف می نماید . همچنین میتوان قطعات اصلی مانند دمپرها ، قطعات صنایع هوایی و مهندسی پژوهشی را با آن تست نمود .

## (فهرست)

### فصل نخست

۱ + نحوه حمل و نقل دستگاه.....	۹
۱-۱ معرفی بخش‌های دستگاه.....	۱۱
۱-۲ ارتباطات دستگاه.....	۱۹
۱-۳ نصب و راه اندازی دستگاه.....	۲۰
۱-۴ شرایط اپراتور برای کار با دستگاه.....	۲۱

### فصل دوم

۲ + نرم افزار.....	۲۳
۲-۱ نمایشگر.....	۲۲
۲-۱-۱ کیبرد مجازی.....	۲۵
۲-۱-۲ منوهای نرم افزار.....	۲۹
۲-۲ منوی File.....	۳۰
۲-۲-۱ گزینه New.....	۳۱

۳۲	.....Open	۲-۱-۲-۲ گزینه
۳۳	.....Save	۳-۱-۲-۲ گزینه
۳۴	.....Save As	۲-۲-۱-۴ گزینه
۳۵	.....Print	۲-۲-۱-۵ گزینه
۳۶	.....Print preview	۲-۲-۱-۶ گزینه
۳۷	.....Exit	۲-۲-۱-۷ گزینه
۳۸	.....System setting	۲-۲-۲-منوی
۳۹	.....Test	۲-۲-۲-۱ بخش
۴۰	.....Sample	۲-۲-۲-۱-۱ گزینه
۴۱	.....Gage length (a	
۴۲	.....Grip length (b	
۴۳	.....Sample type (c	
۴۴	.....Area (d	
۴۵	.....Method	۲-۲-۱-۲ گزینه
۴۶	.....Cycle Type	الف پارامتر
۴۷	.....Sine	۱-الف الگوی
۴۸	.....Sqrt	۲-الف الگوی
۴۹	.....Triangular	۳-الف الگوی

٤٤ .....	Ramp	الف الگوی
٤٥ .....	Control Type	ب) پارامتر
٤٦ .....	Amplitude	۱-ب پارامتر
٤٦ .....	Frequency	۲-ب پارامتر
٤٦ .....	Slop	۳-ب پارامتر
٤٦ .....	Bias	۴-ب پارامتر
٤٧ .....	Noise STD	۵-ب پارامتر
٤٧ .....	Break Force	۶-ب پارامتر
٤٧ .....	Cycles Count	۷-ب پارامتر
٤٨ .....	Plot	بخش ۲-۲-۲-۱-۳
٤٩.....	Machine	بخش ۲-۲-۲-۲
٥١.....	Instruments	گزینه ۲-۲-۲-۲-۱
٥٣ .....	P.I.D	گزینه ۲-۲-۲-۲-۲
٥٤ .....	Jog	گزینه ۲-۲-۲-۲-۳
٥٧ .....	Limits	۲-۲-۲-۲-۴ محدودیتها
٥٩ .....	Calibration	بخش ۲-۲-۲-۳
٦٢ .....	tools	۲-۲-۲ منوی
٦٣ .....	Zoom	گزینه ۲-۲-۳-۱

۶۳ .....	Pan گزینه ۲-۲-۳-۲
۶۳.....	Undo گزینه ۲-۲-۳-۳
۶۴ .....	Plot Type گزینه ۲-۲-۳-۴
۶۴ .....	Units گزینه ۲-۲-۳-۵
۶۵ .....	Help منوی ۲-۲-۴

### فصل سوم

۶۷.....	۲-۲ نحوه انجام آزمون
۶۸ .....	۱-۳-۱ چگونگی جا زدن نمونه در فکها
۷۱ .....	۱-۳-۲ تنظیمات پارامترهای آزمون در نرم افزار
۷۴ .....	۱-۳-۳ تنظیمات محدود کننده آزمون (Limits)

## ۱-۱) نحوه حمل و نقل دستگاه:

پس از آنکه دستگاه از بسته بندی خارج شد ، از طریق حلقه های نصب شده بر روی ستونهای اصلی دستگاه میتوان آن را حمل و نقل نمود . همچنین حلقه هایی بر روی سیستم پاورپک جهت جابجایی آن تعییه شده است که مطابق شکل زیر (۱-۱)، نحوه عبور تسمه یا زنجیر از میان حلقه ها نمایش داده شده است :

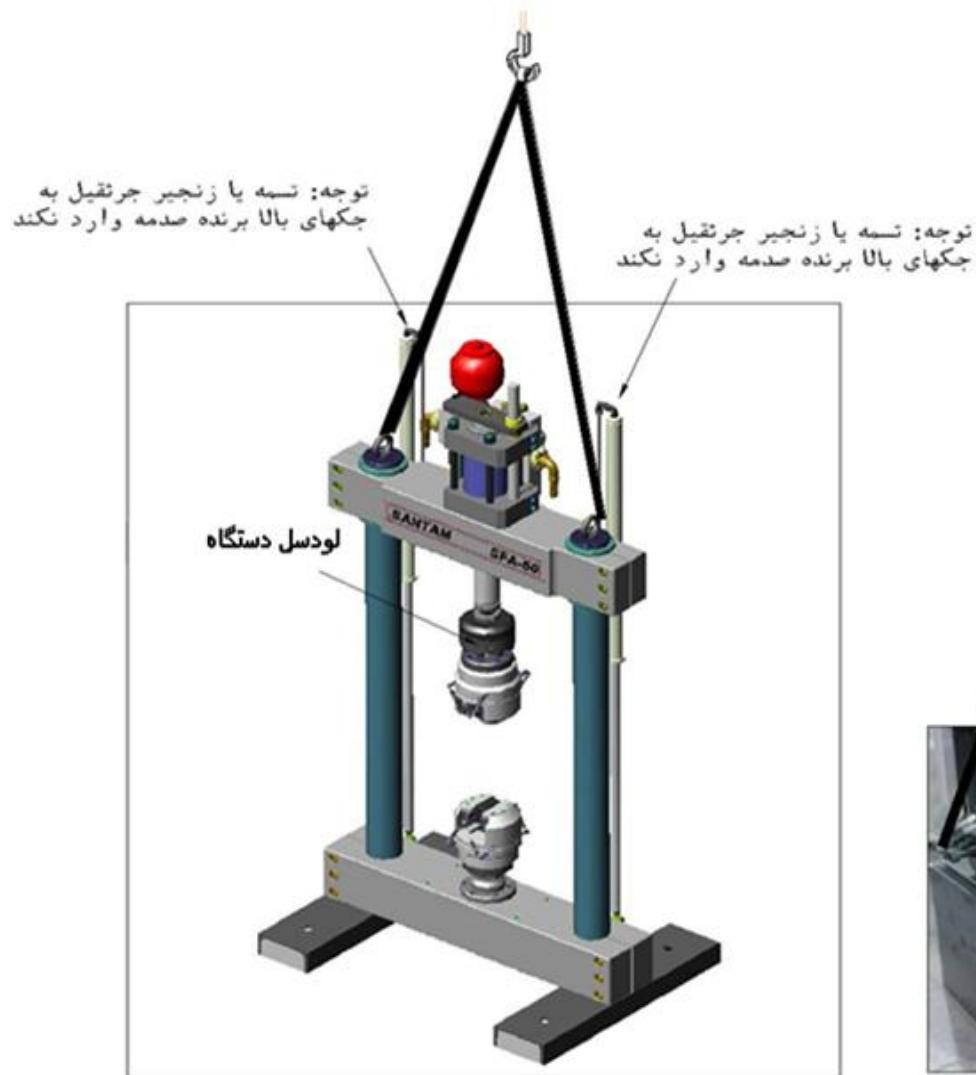
نکات :

۱- هنگام جابجایی دستگاه باید توجه داشت که تسمه یا زنجیر مطابق شکل (۱-۱) به جکهای بالابر بلوك آسیب نرساند .

۲- مطابق شکل (۱-۱) بخش لودسل دستگاه نسبت به ضربه حساسیت داشته و در هنگام جابجایی دستگاه لازم است به این موضوع دقت شود .



شیوه درست حمل و جابجایی دستگاه خستگی  
سرو هیدرولیک



۱-۱

۲-۱) بخش‌های مختلف دستگاه

این بخشها مطابق شکل‌های (۱-۲) و (۳-۱) و (۴-۱) می‌باشد.

(۱) جک هیدرولیک یا (actuator)

(۲) شیر سروو

(۳) آکومولاتور (accumulator)

(۴) سنسور نیرو یا لودسل دینامیک

(۵) جک‌های بالابر بلوك بالا

(۶) بلوك پایینی

(۷) ستونهای اصلی

(۸) بلوك بالايی (cross head) همراه با قابلیت قفل شدن بر روی ستونهای اصلی

(۹) فک‌های هیدرولیک

(۱-۹) فک هیدرولیک بالا متصل به جک و متحرک می‌باشد.

(۲-۹) فک هیدرولیک پایین ثابت بوده و به بلوك پایین متصل می‌باشد.

(۳-۹) گوه های فک هیدرولیک

(۴-۹) فنرها

(۱۰) سنسور تغییر مکان جک

(۱۱) پاور پک هیدرولیک (Power pack)

این بخش از اجزا زیر تشکیل می‌شود.

(۱-۱۱) موتور و پمپ

۱۱-۲) بلوک هیدرولیک

۱۱-۳) شیرهای هیدرولیک

۱۱-۴) بخش خنک کننده روغن هیدرولیک (inter cooler)

۱۱-۵) مخزن روغن

۱۱-۶) گیج فشار مربوط به فکها

۱۱-۷) گیج فشار مربوط به شیر سرو

۱۱-۸) تابلو برق پاور پک

۱۱-۹-۱) لامپهای سیگنال برق سه فاز

۱۱-۸-۲) ترمومتر دما

۱۱-۸-۳) کلید پاور

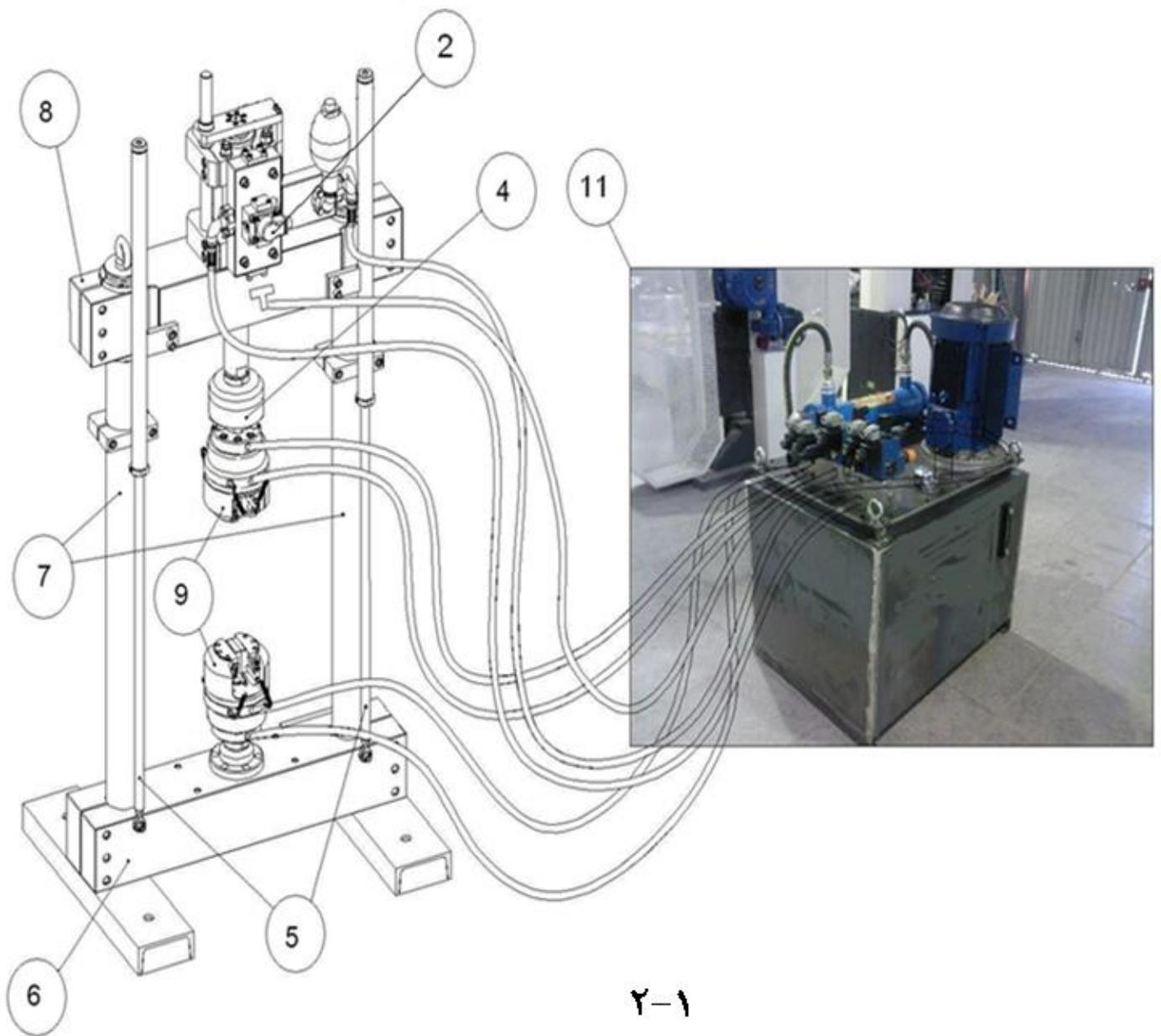
۱۱-۸-۴) کلید اضطراری

۱۱-۹) گیج روغن بهمراه دماسنج

۱۲) سیستم مهارکننده چرخش جک

۱۳) حلقه های دستگاه جهت حمل و نقل

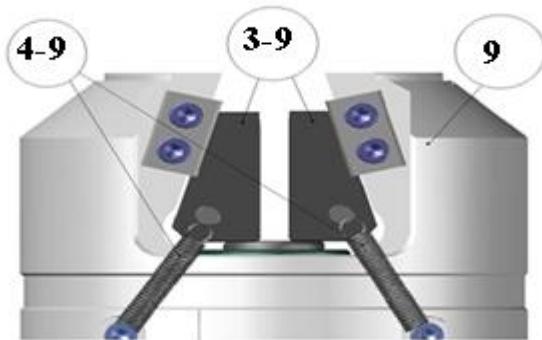
۱۴) پیچهای مهارکننده بلوک بالا



Y-1



γ-1



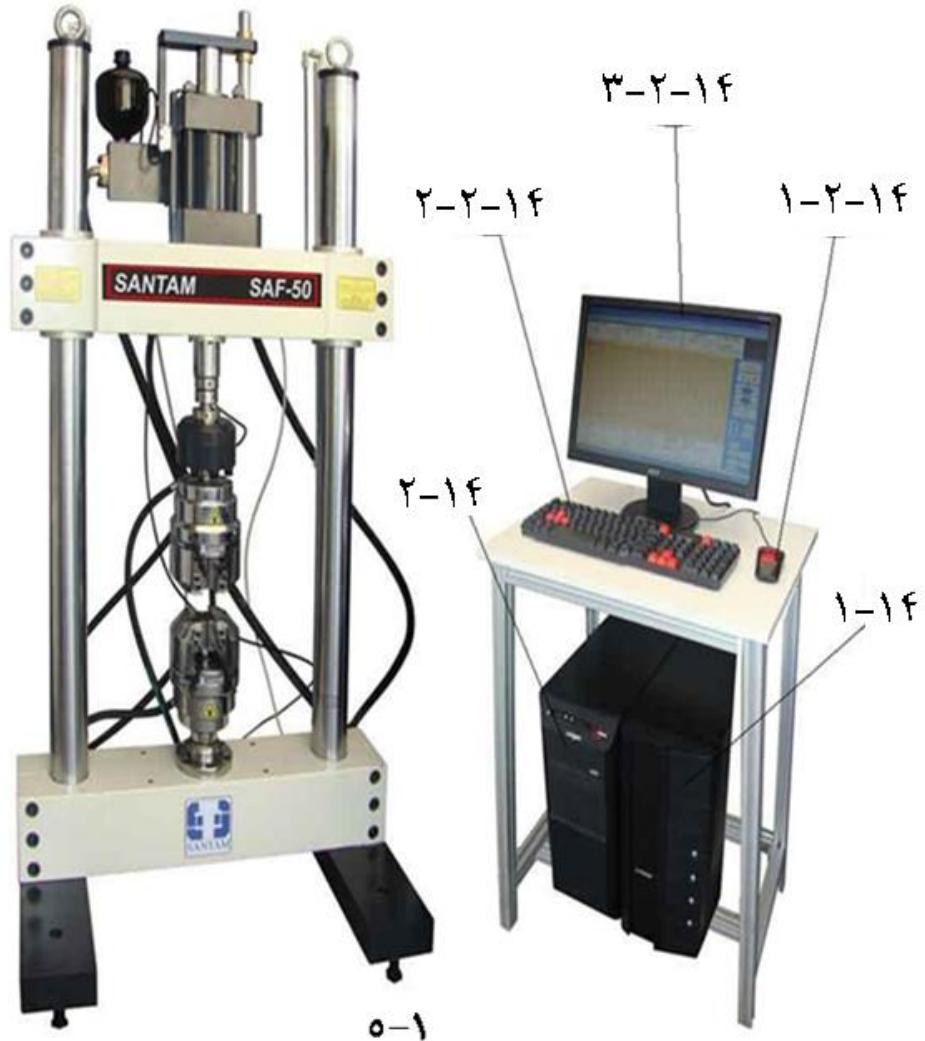
ε-1

## ۱۴) کامپیوترها

دستگاه با دو سیستم کامپیوتر Minimum system و کامپیوتر اصلی (main computer) در ارتباط میباشد که بشرح زیر هستند . شکل (۵-۱)

۱-۱۴) Minimum system به عنوان یک سیستم (Signal conditioner) عمل می کند که بصورت آنلاین از طریق خط شبکه LAN با کامپیوتر اصلی ارتباط دائمی داشته و فرآیند کنترل دستگاه توسط آن انجام میشود.

۲-۱۴) مانیتورینگ و معین نمودن set point بر عهده کامپیوتر اصلی Main system میباشد . ضمینا موس (۱-۲-۱۴)، کیبرد (۲-۲-۱۴) و مونیتور (۳-۲-۱۴) با کامپیوتر اصلی computer ارتباط می یابد .



### ۱-۳) ارتباطات دستگاه

ارتباطات بین Minimum system ، کامپیوتر اصلی (Main computer) ، ابزارهای اندازه گیری و پاور پک (Power pack) بدین صورت است که کابلهای مربوط به سنسور نیرو (Load cell) ، سنسور جابجایی ، شیر سرو با Minimum system ارتباط می یابند. همچنین جهت ارسال فرمان به پاورپک یک

کابل از پاور پک بوسیله کانکتور نظامی به Minimum system متصل میگردد. لازم به ذکر است که جهت شناسایی کانکتورها ، در پشت Minimum system لیبل های مربوط به سنسورهای بالا و همچنین ارتباطات اضافی قابل نصب دیگر ، مانند کیبورد کنترلی دستگاه (Keyboard control) ، کیبورد کنترلی حکمی (Auxiliary keyboard) و کرنش سنج (Extensometer) مشخص شده است .

توجه : برای ورود به نرم افزار حتما میبایست بر روی پورت USB مربوط به عدد قفل سخت افزاری (Hard lock) نصب گردد .

جهت راه اندازی پاورپک نخست برق سه فاز، نول و ارت به پنج شاخه دستگاه وصل گردد . لازم به ذکر است بدليل وجود سیستم کنترل فاز در تابلو برق دستگاه میبایست توالی مربوط به فازهای T ، S ، R رعایت گردد تا ۳ لامپ سیگنال تابلو برق (۱۱-۸-۱) روشن شود ، در این حالت ترتیب ۳ فاز بدرستی رعایت شده است . شکل (۵-۱)

#### ۱-۴) نصب و راه اندازی دستگاه

ابتدا میبایست تمامی ارتباطات و الزامات برقی دستگاه را کنترل کرده ، آنگاه آغاز به راه اندازی دستگاه نمود.

با ایجاد شرایط بالا کامپیوتر Minimum system و پاورپک دستگاه بوسیله کلیدهای مربوطه به ترتیب روشن میگرددن . پس از گذشت ۱ دقیقه هنگامی که Minimum system آماده به کار شد ، کامپیوتر اصلی را روشن کرده تا ویندوز آن بالا بیاید . برای بالا آمدن ویندوز ، لازم است که گذر واژه (santam) در جایگاه مربوطه تایپ گردد . هنگامیکه ویندوز بالا آمد نرم افزار دستگاه خستگی بصورت اتوماتیک بالا آمده و امكان کنترل دستگاه مهیا میگردد.

#### ۱-۵) شرایط اپراتور برای کار با دستگاه :

تجربه نشان داده است که اپراتور در کارکرد دستگاه و صحت کار آن نقش به سزاوی ایفا مینماید . لذا حداقل شرایط لازم اپراتور جهت استفاده از دستگاه به شرح ذیل میباشد :

الف : آشنا به کار با کامپیوتر و نرم افزارهای تحت Windows Xp

ب : آشنا به نحوه تست آزمون خستگی و محاسبات مربوط به خواص مکانیکی آن

ج : داشتن آگاهی از کلمات فنی مورد نیاز انگلیسی برای کار با نرم افزار و علائم دستگاه

د : فنی بودن اپراتور

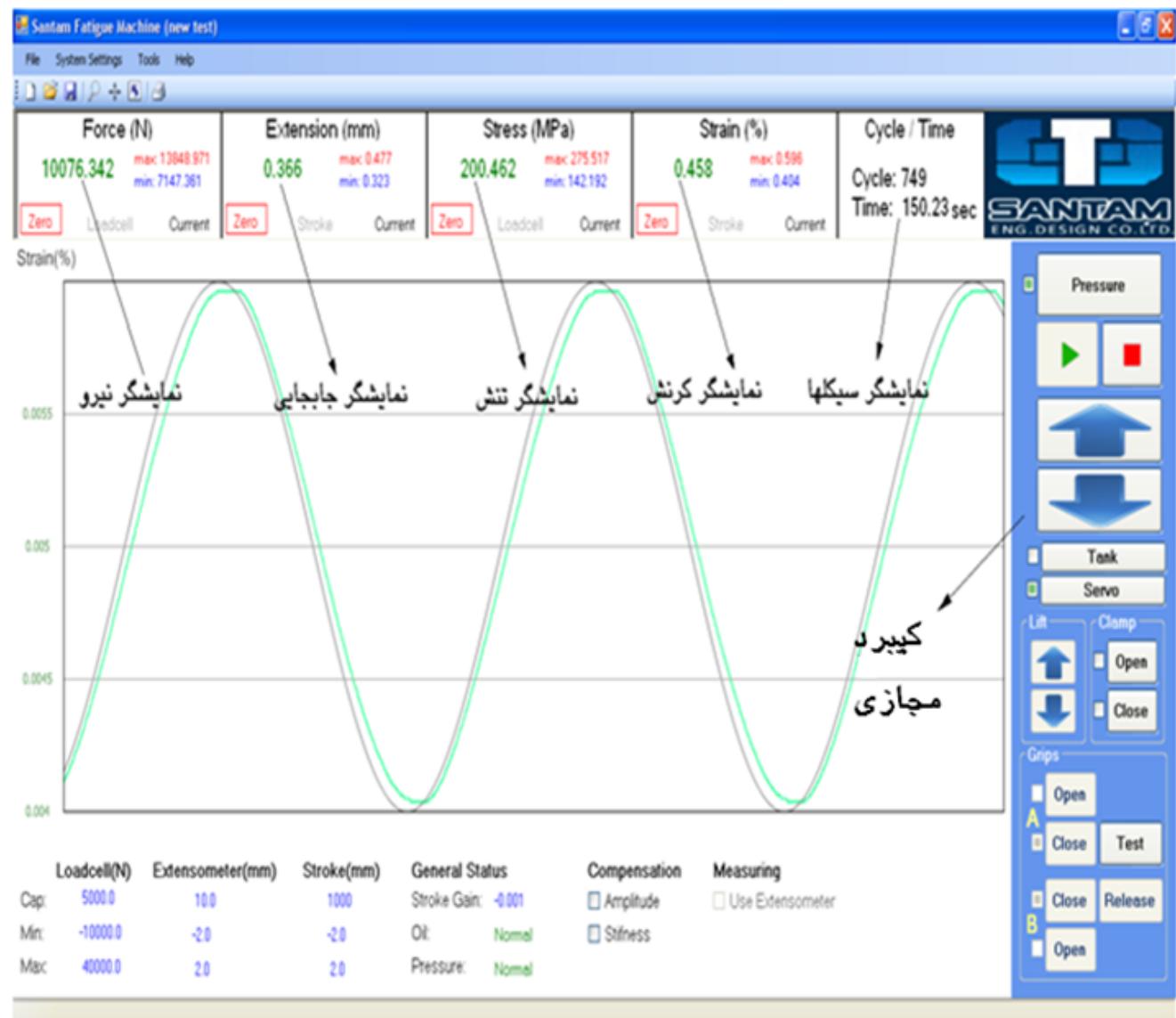
# فصل دوم

## ۱-۲) نرم افزار دستگاه

همانطور که در بالا گفته شد نرم افزار پس از بالا آمدن کامپیوتر اصلی (Main computer) بصورت خودکار اجرا میشود که در آن پنجره اصلی، نمایشگرها و منوهای مختلفی قرار داده شده که بشرح زیر معرفی میگردند.

## ۱-۱-۲) نمایشگرها :

۵ نمایشگر در بالای پنجره اصلی نرم افزار قرار گرفته است که ۴ مورد از آنها دارای قابلیت صفر نمودن مقدار آنها توسط دکمه Zero میباشند، ضمنا هر کدام از این ۴ نمایشگر دارای ۲ نمایشگر کوچکتر مربوط به بیشترین (Max) و کمترین (Min) مقدار خود در هر سیکل میباشند. این نمایشگرها به ترتیب پایین و مطابق شکل (۱-۲) می باشند.



\-\>

نمایشگر نیرو (Force) : که در قادر مربوطه مقدار نیروی اعمالی بصورت لحظه‌ای قابل مشاهده می‌باشد . شکل (۱-۲) .

نمایشگر جابجایی (Extension) : این مقدار مربوط به سنسور جابجایی می‌باشد که بصورت لحظه‌ای موقعیت جک را نمایش میدهد . شکل (۱-۲)

نمایشگر مقدار تنش (Stress) : تنش اعمالی به نمونه بصورت لحظه‌ای نمایش داده می‌شود . شکل (۱-۲)

نمایشگر کرنش (Strain) : مقدار کرنش لحظه‌ای نمونه در آن قابل مشاهده می‌باشد . شکل (۱-۲)

پنجمین نمایشگر متعلق به تعداد سیکلها (Cycle) و زمان طی شده (time) در حال تست می‌باشد .

همچنین این نمایشگر قابلیت صفر کردن مقادیر بصورت لحظه‌ای را ندارد . شکل (۱-۲)

## ۲-۱-۲) کیبورد مجازی

این بخش بصورت سه‌بعدی در سمت راست نرم افزار واقع شده است که از طریق کلیدهای آن می‌توان فک بالا و همچنین بلوك بالا را بالا و پایین نمود و در ضمن فکهای هیدرولیک را باز و بسته کرد . شکل (۱-۲)

دکمه Pressure [ ] این دکمه جهت راه اندازی موتور و پمپ هیدرولیک استفاده می‌شود .

دکمه آغاز آزمون [▶] : هنگامی که تنظیمات آزمون بصورت سخت افزاری و نرم افزاری انجام گرفت ، این دکمه فشرده می‌شود تا آزمون آغاز گردد .

دکمه پایان آزمون [■] : جهت پایان یافتن آزمون در هر زمان این دکمه فشرده می‌شود .

دکمه های بالا [↑] و پایین [↓] : به کمک این دکمه ها فک بالای دستگاه با دو سرعت مختلف بسوی بالا و پایین حرکت داده می‌شود . اعمال دکمه ها بتنهایی موجب حرکت فک متحرک با سرعت بالا شده و در صورت گرفتن کنترل (Ctrl) کیبرد کامپیوتر اندازه فلش ها کوچکتر شده و با زدن دکمه های بالا و پایین ، فک متحرک با سرعتی کمتر حرکت مینماید .

، دکمه سروو زده میشود تا

Pressure

: پس از فعال نمودن دکمه

Servo

شیر سرو فعال گردد و در این شرایط می توان فک را جابجا نمود.

بخش Clamp و Lift : بلوک بالا را میتوان توسط سیستم هیدرولیک بالا و پایین نمود که برای کنترل آن از دو بخش Clamp و Lift استفاده میشود .

فرآیند جابجایی بلوک بالا شامل دو عملیات سخت افزاری و نرم افزاری جداگانه میباشد ، بدین منظور نخست میباشد ۶ عدد پیچ آلنی بزرگ (مطابق شکل ۳-۱) موجود در کناره های بلوک بالا را شل و باز نمود تا از نظر مکانیکی بلوک بالا رها گردد .

حال وارد نرم افزار شده و پس از فعال سازی پمپ و شیر سرو بوسیله دکمه های مربوطه ، دکمه مربوط به بخش Clamp را فعال کرده تا امکان جابجایی از طریق جهت های بالا و پایین بخش Lift مهیا گردد . در این شرایط میتوان به کمک فشردن جهت های بالا و پایین مربوط به بخش Lift بلوک بالا را جابجا نمود . هنگامیکه بلوک بالا در جای مناسب قرار گرفت ، با زدن دکمه Open دکمه های بخش Lift غیر فعال شده تا امکان جابجایی بلوک بالا دیگر وجود نداشته باشد . بنابراین جهت تثبیت جایگاه بلوک بالا بصورت مکانیکی ، لازم است ۶ پیچ آلنی بلوک بالا که در ابتدای کار باز شده بود توسط آلن مناسب در جای خود بسته شوند .

نکته : پیچهای آلنی باید با ترکمتر (Torque meter) باز و بسته شوند و حداقل گشتاور اعمالی ۶۰~۸۰ N.m میباشد ، بدین منظور یک لیبل هشدار دهنده زرد رنگ بر روی بلوک بالا نصب شده است .

نکته مهم : به منظور عدم آسیب دیدگی جکهای بالا بر بلوک بالا ، به هیچ عنوان نباید بلوک بالا دستگاه بدون باز کردن پیچهای نگهدارنده بالا و پایین شود .

: Grips بخش

از طریق این بخش باز و بسته شدن فکها بر روی نمونه انجام میشود که دارای گزینه های زیر است :

جهت باز و بسته

**Close**

و **Open**

گزینه A : مربوط به فک بالا است که دارای دو دکمه کردن گوه ها میباشد .

جهت باز

**Close**

و **Open**

گزینه B : مربوط به فک پایین میباشد که دارای دو دکمه و بسته کردن گوه ها میباشد .

دکمه **Test** : پیش از انجام آزمون برای گیرایی مناسب نمونه باید این دکمه فشرده شود .

دکمه **Release** : پس از پایان یافتن آزمون جهت باز کردن نمونه از هر دو فک این دکمه فشرده میگردد و هر دو گوه هم زمان باز میشوند .

## ۲-۲) منوهای نرم افزار

نرم افزار دستگاه خستگی دارای چهار منو میباشد که در بالای پنجره اصلی قرار دارند و بشرح زیر میباشند :

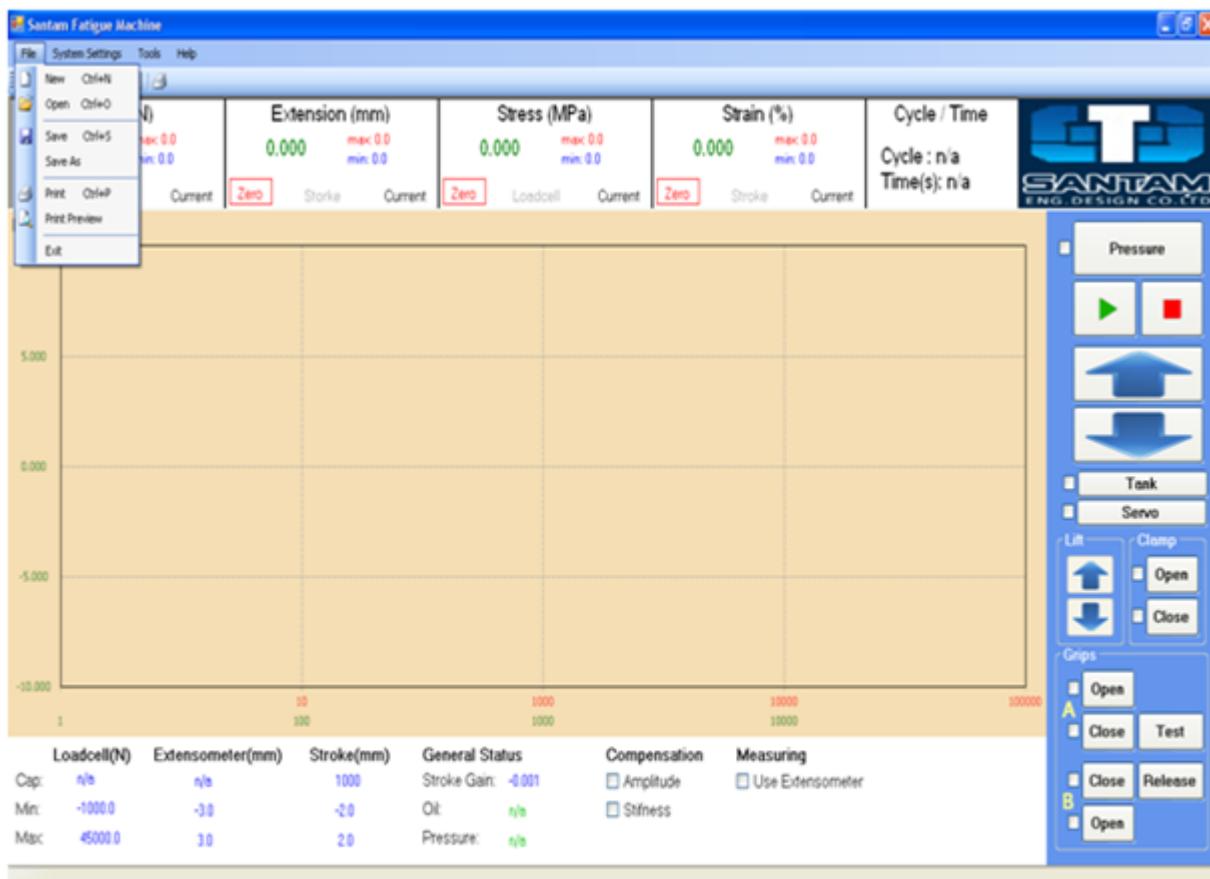
: File(۱-۲-۲)

: System settings(۲-۲-۲)

: tools(۳-۲-۲)

: Help (۴-۲-۲)

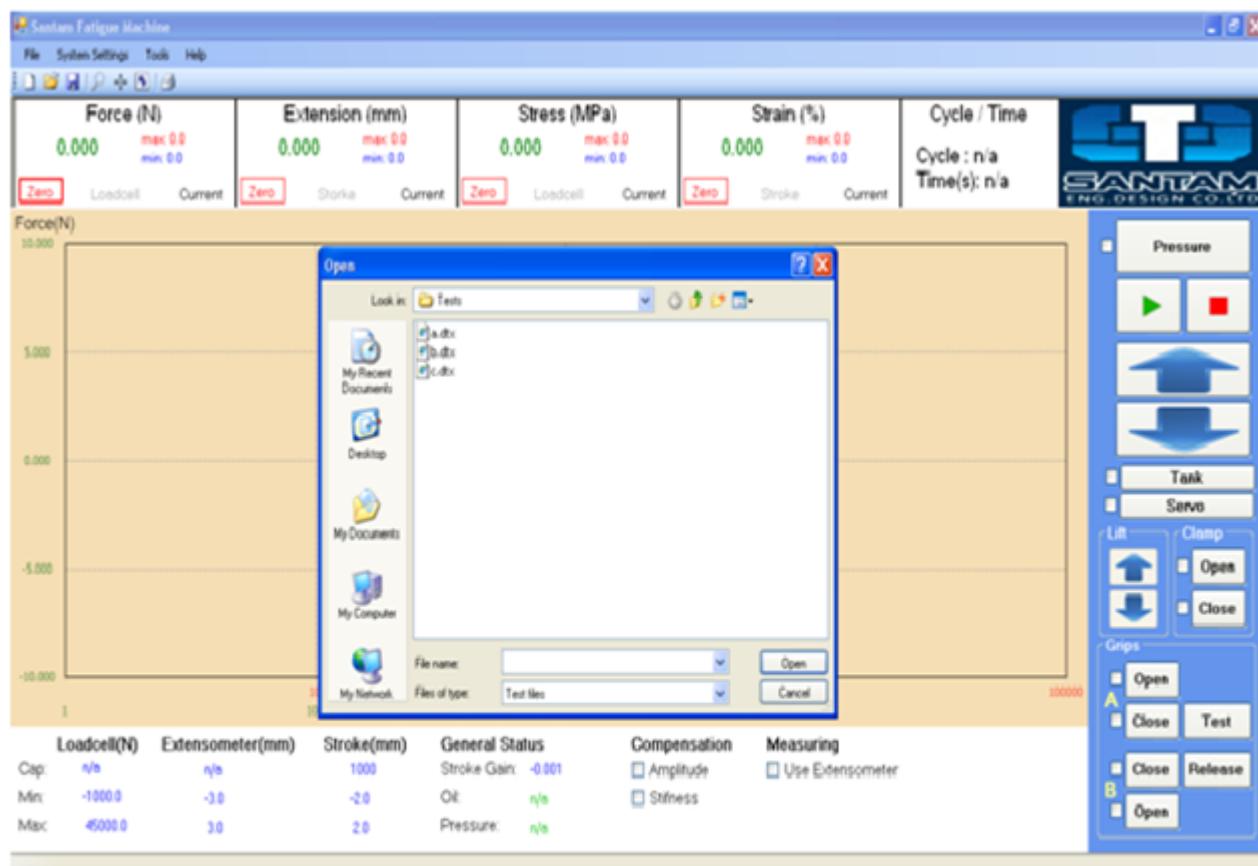
(۲-۲) منوی File: دارای چندین زیر منو میباشد که در زیر به آنها پرداخته شده است . شکل (۱-۲-۲)



۲-۲

۱-۱-۲-۲) گزینه New : برای تعریف مشخصات آزمون جدید این گزینه انتخاب میشود و در نتیجه آن پنجره Test settings باز میشود . شکل (۲-۲)

۲-۱-۲-۲) گزینه Open : از طریق این گزینه به فایلهای ذخیره شده و گراف آزمونهای قبلی دسترسی یافته و آنها را می توان باز نمود . شکل (۳-۲)



۳-۲

۳-۱-۲-۲) گزینه Save : در هنگام ذخیره سازی فایل آزمون بکار میرود و در صورتیکه تغیراتی بر روی فایل انجام شود ، تغییرات انجام شده بر روی فایل قبلی ذخیره میگردد .

۴-۱-۲-۲) گزینه Save as : در صورتیکه نیاز باشد فایل تغییر یافته بصورت جداگانه ذخیره گردد این گزینه استفاده میشود . لازم بذکر است که هر آزمون با فرمت dtx ذخیره میشود .

۵-۱-۲-۲) گزینه Print : برای پرینت گرفتن از گراف آزمون بکار میرود .

۶-۱-۲-۲) گزینه Print preview : با زدن این گزینه پیش نمایش صفحه ای که قراراست از آن پرینت گرفته شود ارائه میگردد .

۷-۱-۲-۲) گزینه Exit : برای خارج شدن از محیط نرم افزار این گزینه انتخاب میشود .

۲-۲-۲) منوی System setting :

برای تنظیم بسیاری از پارامترهای آزمون میباشد به منوی System settings رجوع نمود که دارای زیر منو های زیر میباشد .

۱-۲-۲-۲) بخش Test :

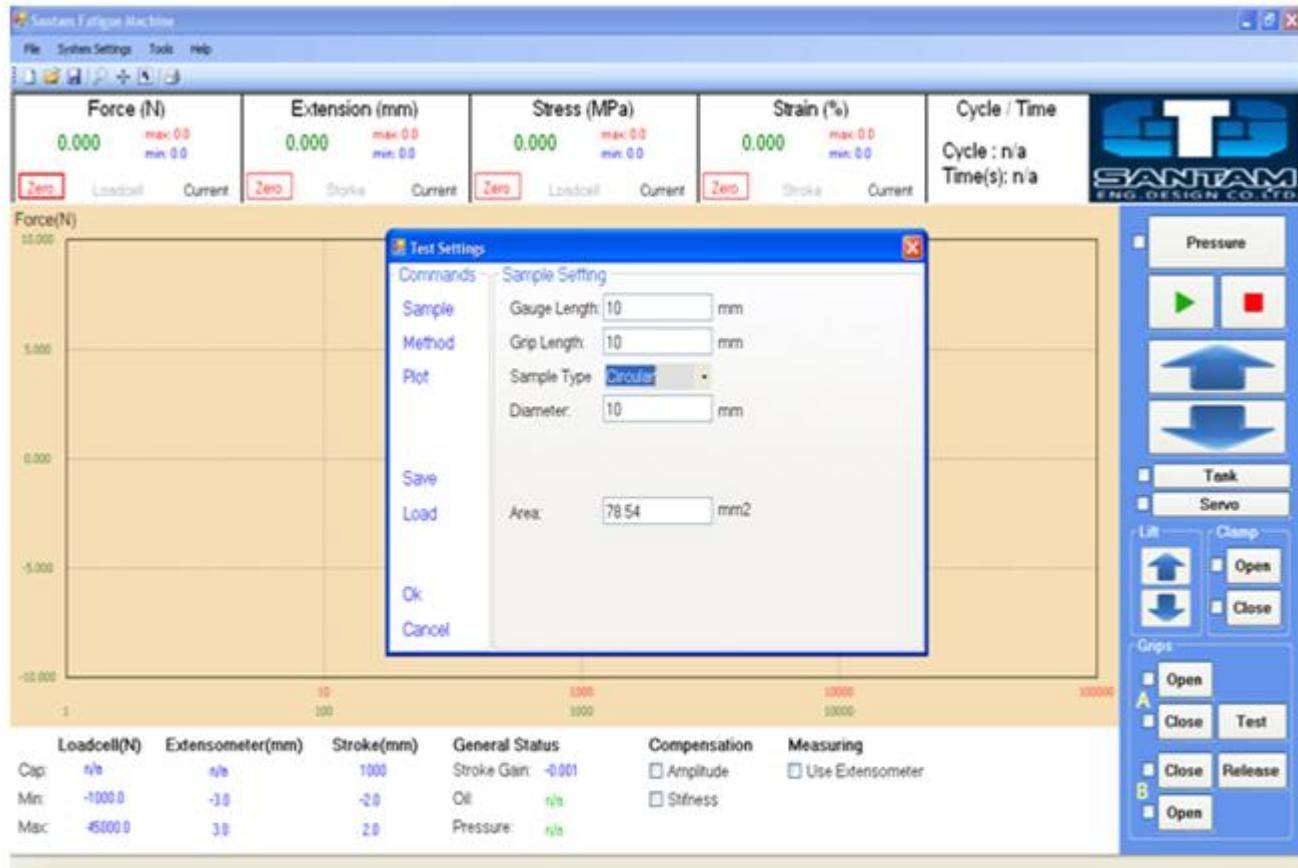
۲-۲-۲-۲) بخش Machine :

۳-۲-۲-۲) بخش Calibration :

۴-۲-۲-۲) بخش Test :

با انتخاب نمودن بخش Test settings پنجره باز میگردد که خود شامل سه گزینه Test settings ، Plot ، Method میباشد :

: Sample ۱-۱-۲-۲-۲ (گزینه)



۴-۲

برای تعریف مشخصات فیزیکی و ابعاد نمونه به این گزینه رجوع میشود که از طرفی خود دارای موارد تنظیمی پایین میباشد . شکل (۴-۲)

جهت تعريف مقدار طول اوليه نمونه کاربرد داشته که با توجه به ابعاد استاندارد Gauge length (a) تعریف میگردد . شکل (۴-۲)

مقدار فاصله فکها است که میباشد پس از بستن نمونه اندازه گیری شود . شکل (۴-۳)

برای تعريف شکل هندسى مربوط به سطح مقطع نمونه میباشد. این گزینه بدلیل وجود اشکال هندسى گوناگون ، حالتاى زیر برایش قابل تنظیم میباشد . ضمنا هر يك از اين حالتها دارا ي پارامتر های مخصوص به خود میباشد که پس از انتخاب هرکدام بصورت خودکار در زیر آنها اضافه شده و ابعادش در آن وارد میگردد . شکل (۴-۴)

### c-۱) نمونه گرد : Circular

برای تعريف نمونه هایی با سطح مقطع دایره ای شکل این حالت انتخاب میشود و پارامتر مربوطه Diameter میباشد . مثال : نمونه ای مفتوحی به قطر 6mm در اختیاراست، ابتدا حالت Circular را انتخاب کرده و در کادر مربوط به پارامتر Diameter مقدار 6 وارد شود . (البته با در نظر گیری واحد نمایش یافته )

### c-۲) نمونه لوله ای Pipe

جهت تعريف نمونه هایی با سطح مقطع گرد و توخالی در نظرگرفته شده است و پارامتر های مربوطه Inner Diameter و Diameter میباشد . مثال : نمونه لوله ای با قطر بیرونی 8mm و قطر داخلی 5mm برای تست در اختیار میباشد، حالت Pipe انتخاب شده که به ترتیب در کادر پارامترهای Diameter و Inner Diameter مقادیر 8 و 5 تایپ میشود .

### c-۳) نمونه تسمه ای Rectangular

جهت تعریف نمونه هایی با مقطع چهار گوش کاربرد داشته و دارای پارامترهای Thickness و Width که بترتیب پهنا و ضخامت میباشد. مثال : نمونه ای دارای سطح مقطع مستطیلی که طول و عرض آن به ترتیب 4mm و 2mm میباشد. بنابراین Rectangular Width و Thickness بترتیب 4 و 2 مقدار دهی میگردد .

#### c-4) نمونه آجدار : Weight

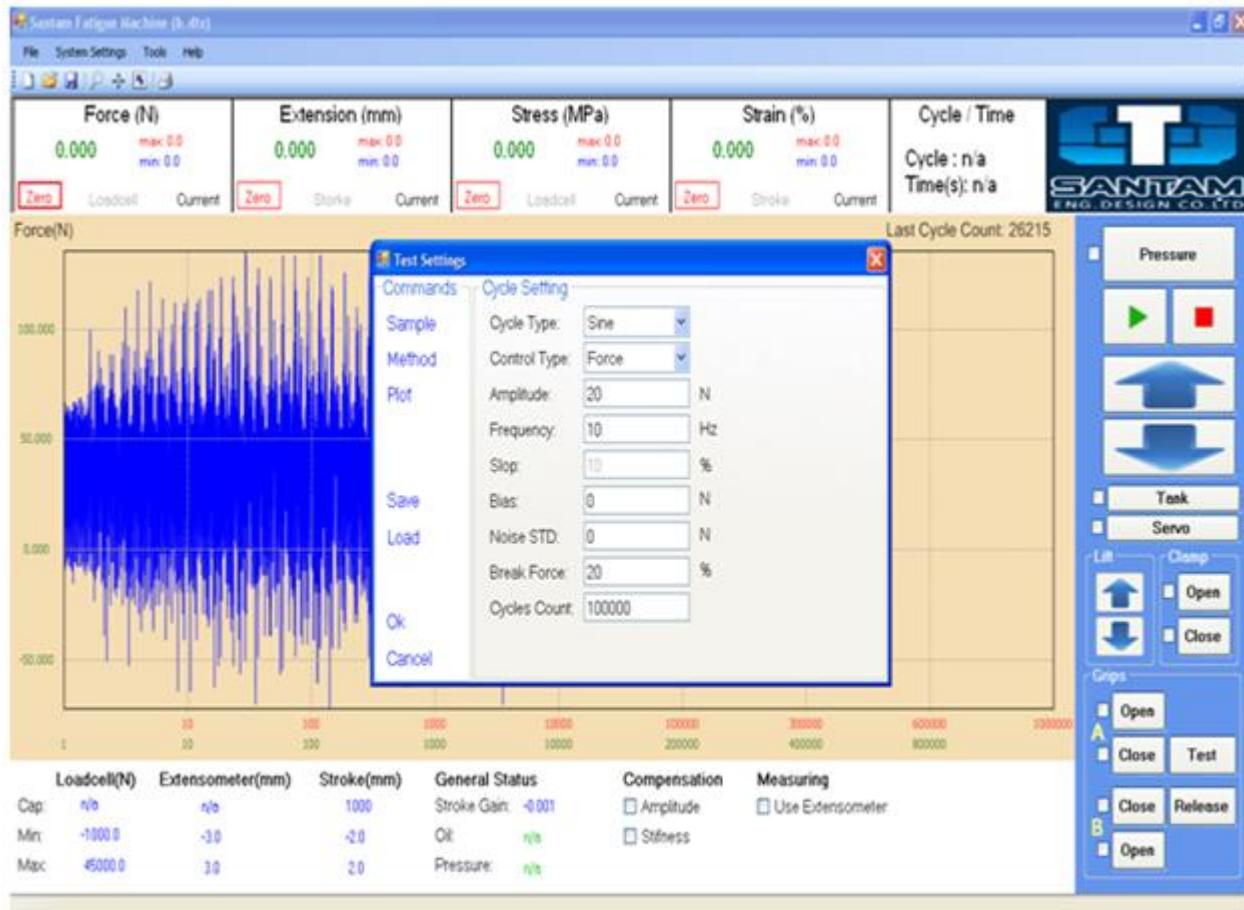
این حالت برای تعریف سطح مقطع نمونه هایی که دارای برجستگی و آج هستند استفاده میشود ، که دارای سه پارامتر Total Length، Weight ، Density میباشد . مثال : آرماتوری به طول 300 mm و جرم 0.75 Kg جهت آزمون انتخاب شده است که دارای چگالی 7850Kg/m<sup>3</sup> میباشد . چون نمونه آجدار است بر روی گزینه Weight رفته و پارامترهای Total Length، Weight ، Density بترتیب مقادیر 300 mm ، 0.75 Kg ، 7850Kg/m<sup>3</sup> وارد میشود .

#### c-5) نمونه خاص : Area

این حالت برای نمونه هایی با شکل هندسی غیر معمول لحاظ شده است که پس از محاسبه سطح مقطع با روشهای موجود این مقدار در پارامتر Area وارد میگردد .

طور خودکار مساحت سطح مقطع در آن نمایش داده میشود . شکل (4-۲) (d) Area به Sample Type مورد بخش Sample میباشد که پس از تعیین پارامترهای مربوط به آخرین

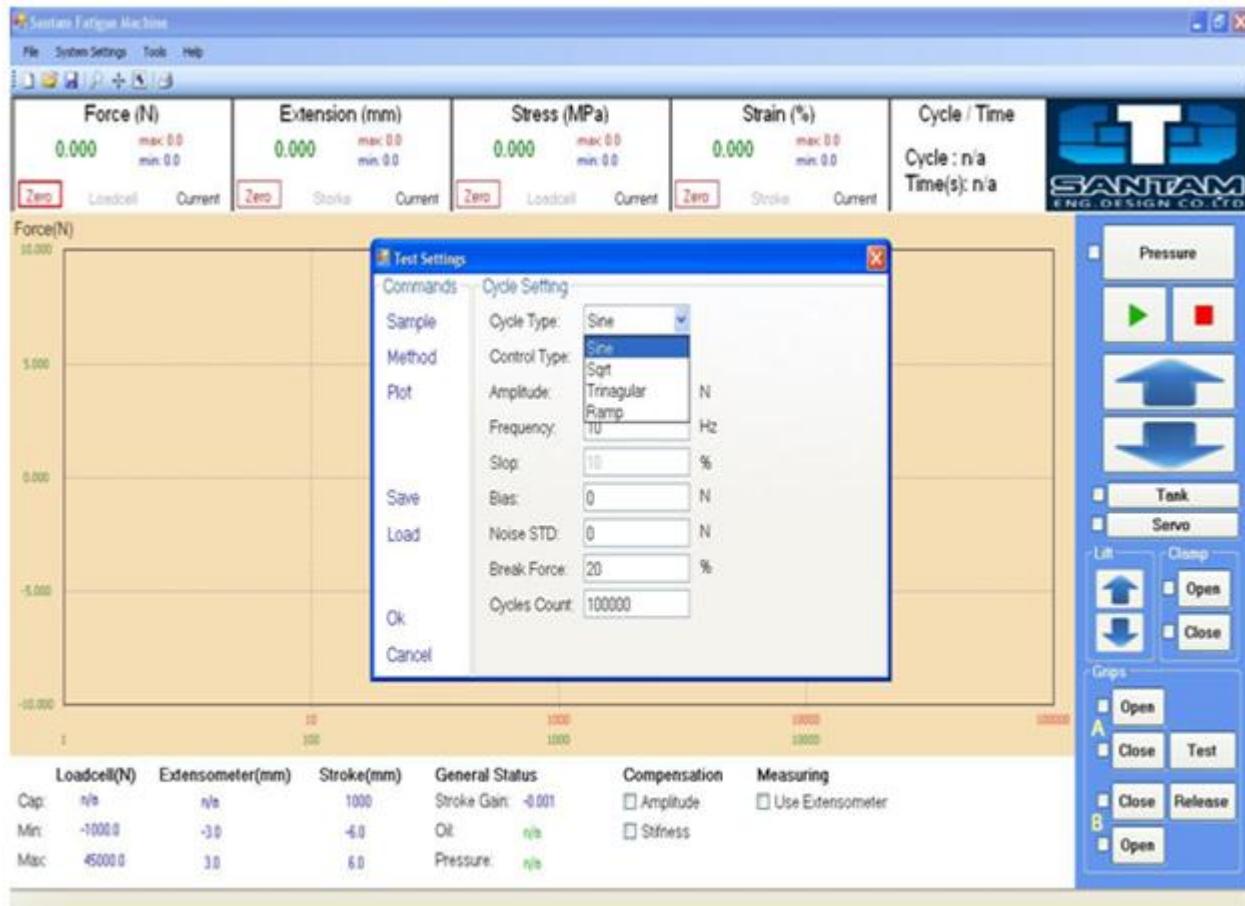
: Method (۲-۱-۲-۲-۲) گزینه



۰-۲

تنظیمات این گزینه جهت تعیین الگوی موج متناسب و مشخصات موج متناسب میباشد که دارای اهمیت خاصی بوده و در زیر پارامترهای مختلف آن ارائه شده است . شکل (۵-۲)

: الف (پارامتر Cycle Type



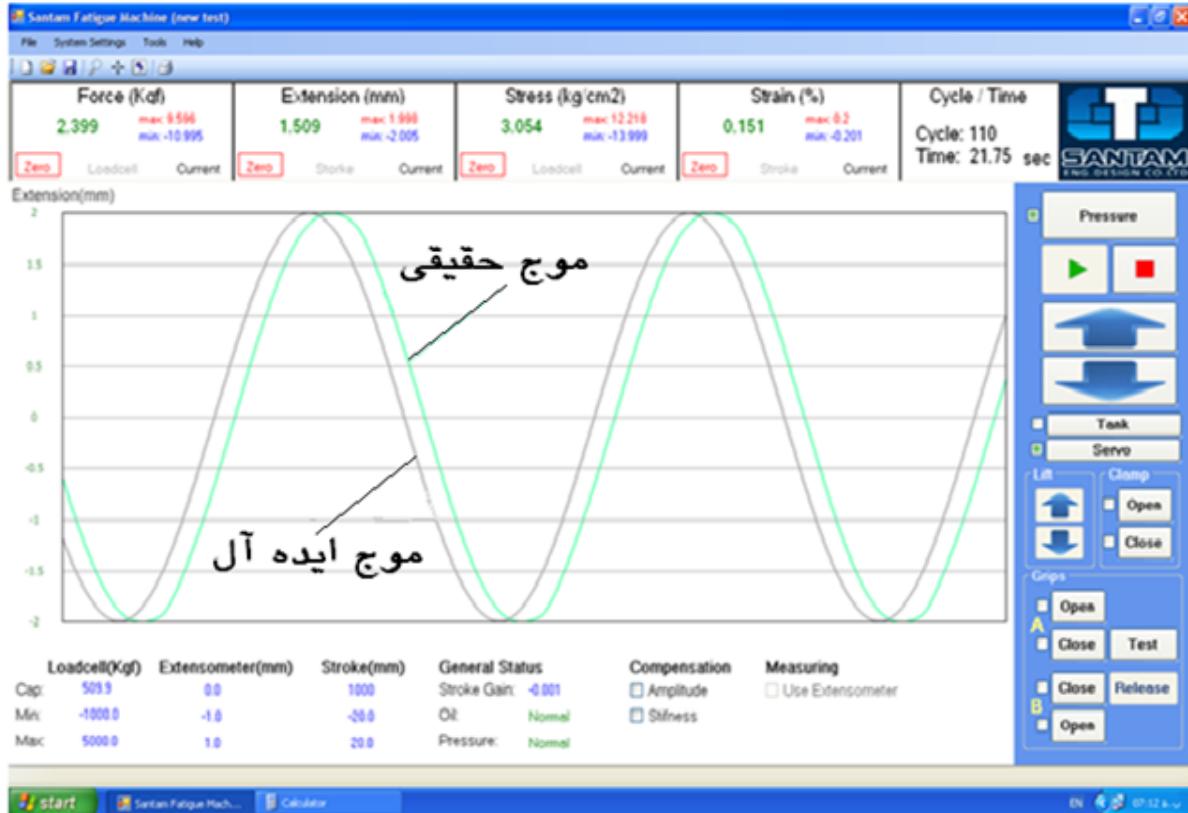
۶-۲

الگوی موج متناوب توسط این پارامتر تعیین میشود که امکان تنظیم ۴ الگوی موج متناوب را مهیا میسازد . لازم به ذکر است که این الگوی موج به عنوان موج ایده آل (SET POINT) در کنار موج متناوب حقیقی رسم شده و امکان مقایسه برای رسیدن به الگوی موج مطلوب را فراهم میسازد . شکل (۶-۲)

(نکته : در گرافهای زیر الگوی موج ایده آل با رنگ خاکستری و موج متناوب حقیقی با رنگ سبز در تصویر قابل تشخیص میباشد .)

۱-الف(الگوی :

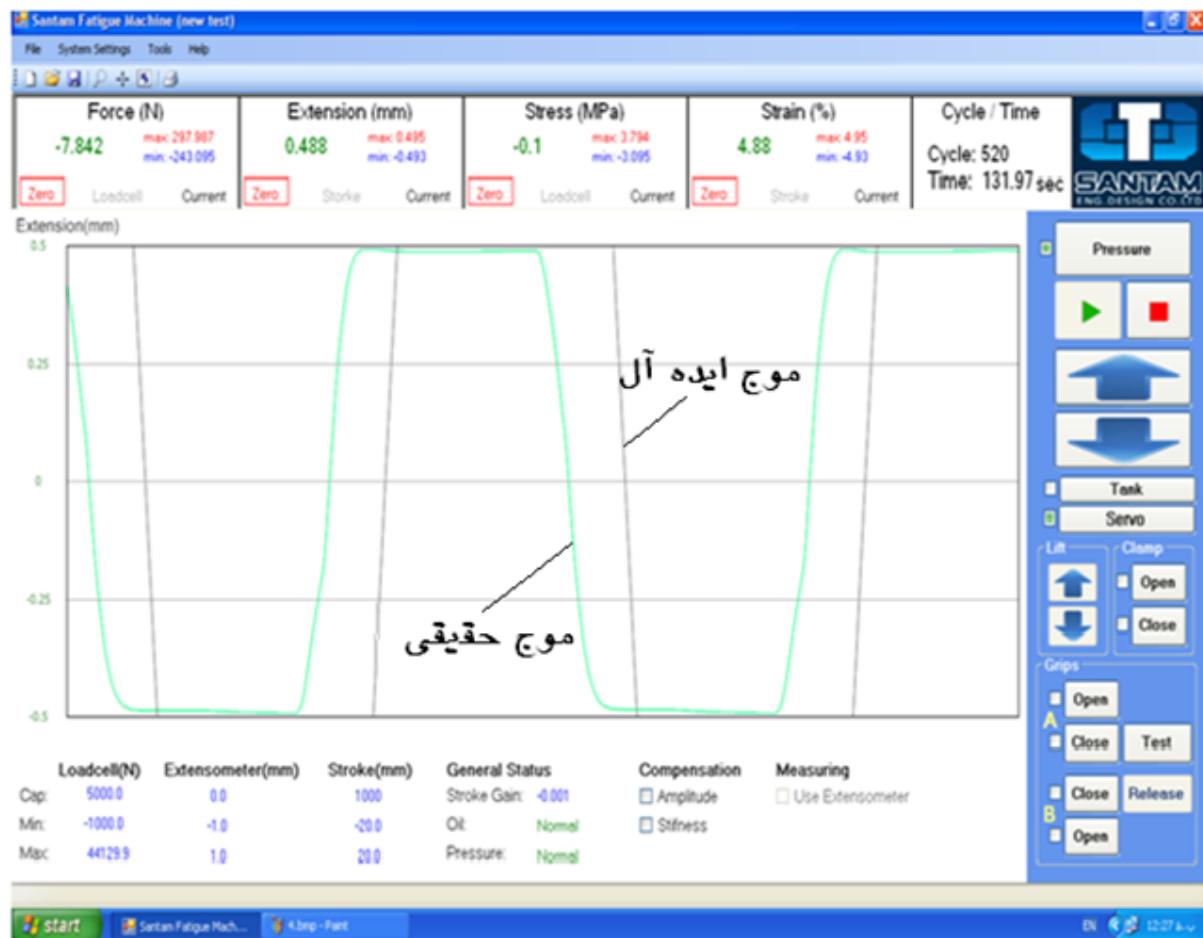
## جهت ایجاد موج کاملا سینوسی بکار میروند. شکل (۷-۲)



۷-۲

: Sqrt (الگوی ۲-الف)

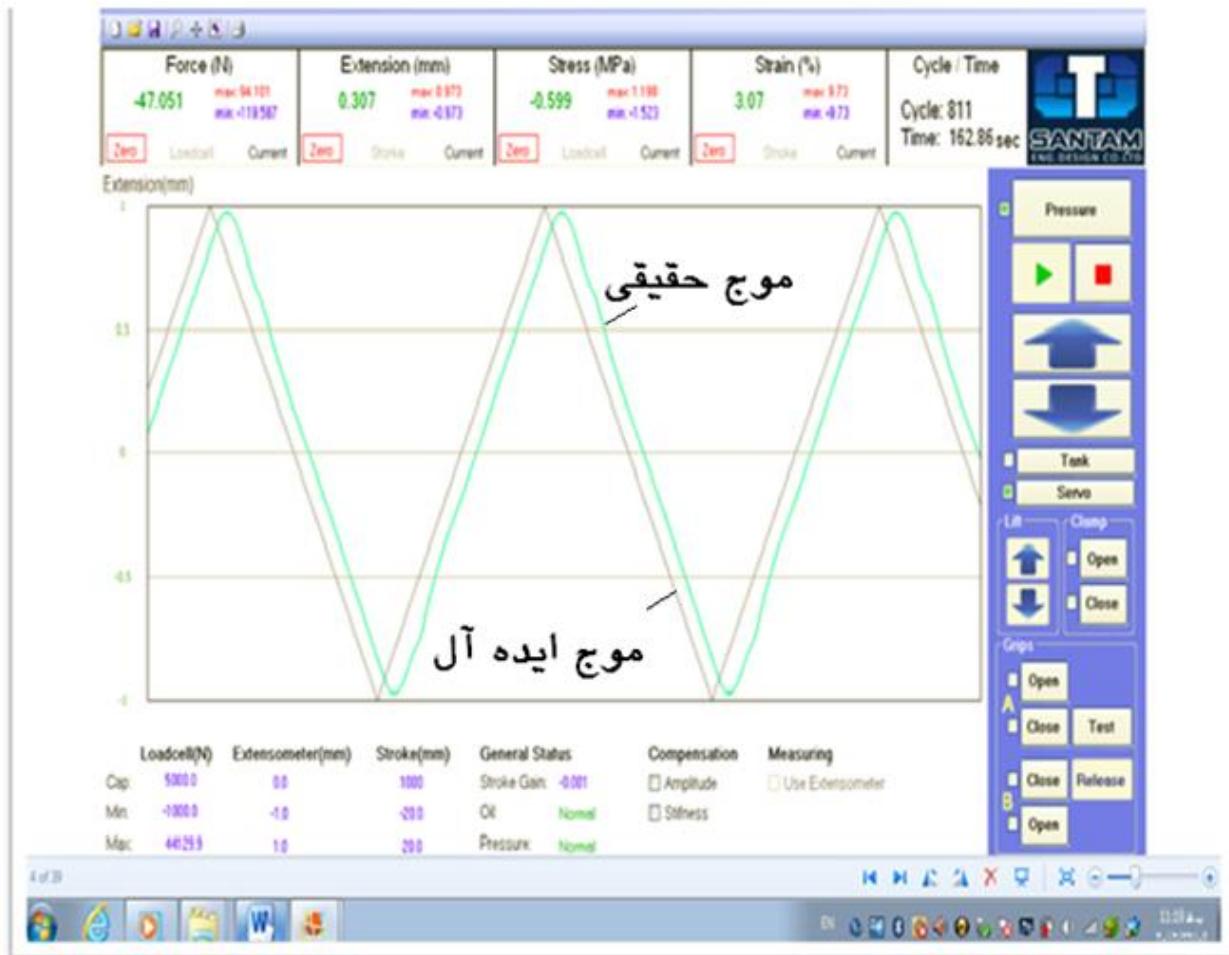
جهت ایجاد موج مربعی شکل بکار میروند. شکل (۸-۲)



٤-٢

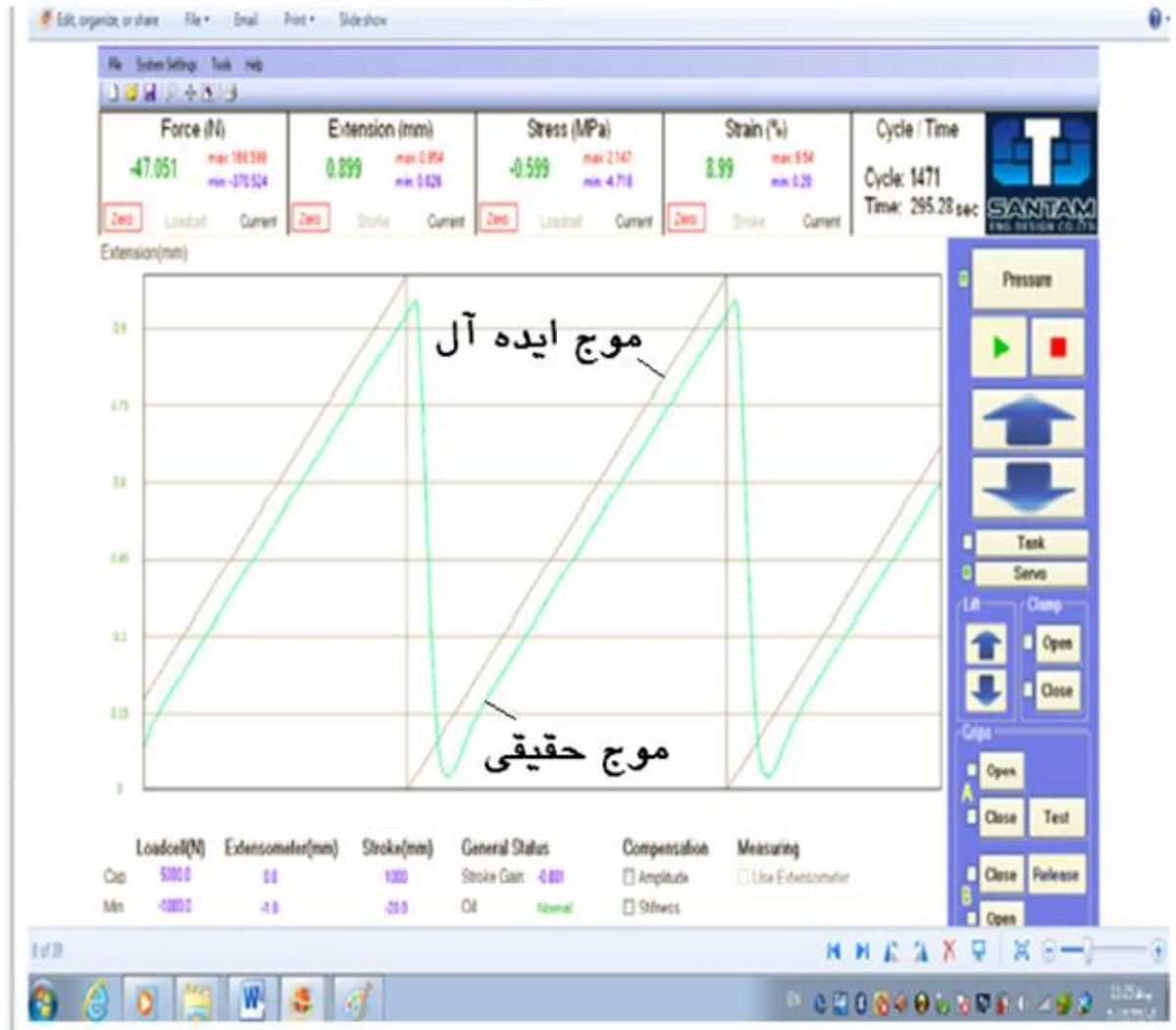
: Triangular الگوی ۳-الف )

جهت ایجاد موج مثلثی شکل بکار میروند. شکل (۹-۲)



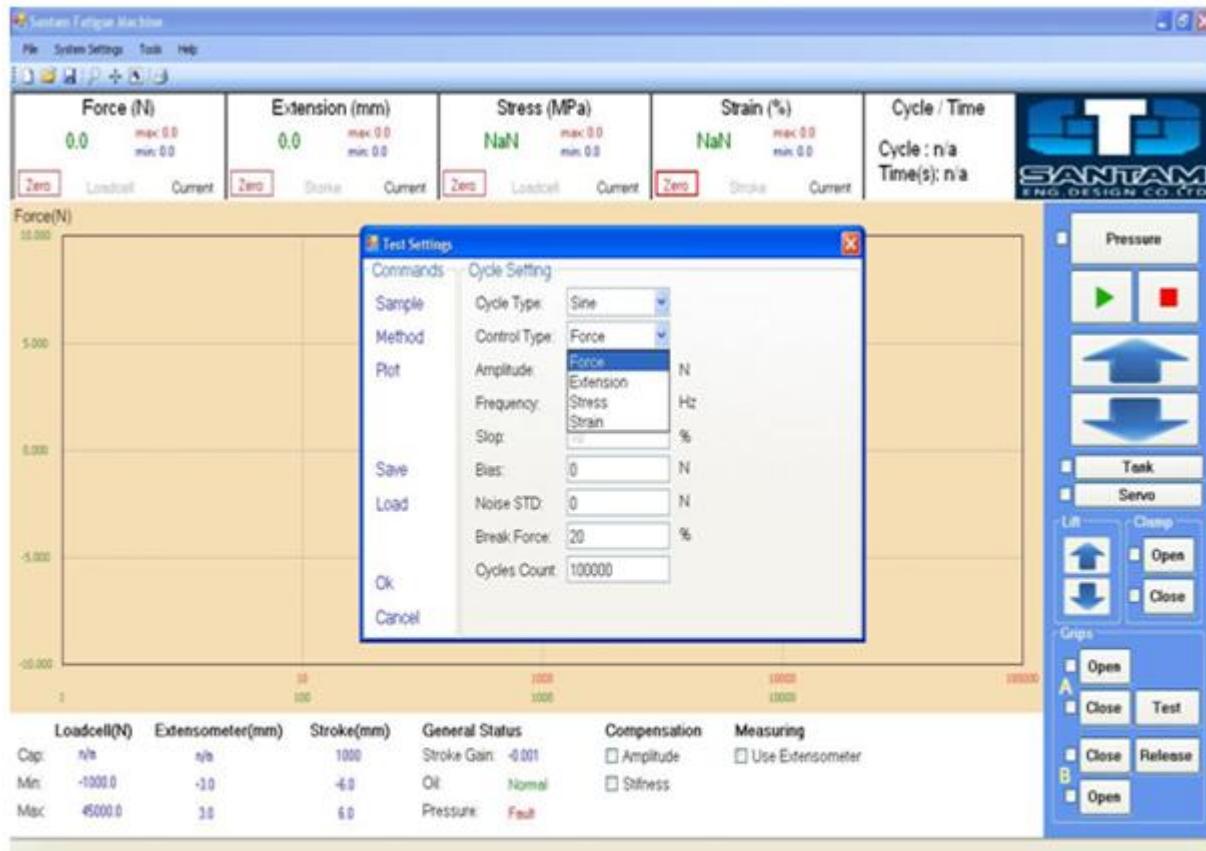
۴-الف (الگوی Ramp)

جهت ایجاد موج دندانه اره ای بکار میرود . شکل (۱۰-۲)



٢٠-٢

ب) پارامتر Control Type



۱۱-۲

پارامتر فوق بیانگر نوع کنترلی است که الگوی موجی را ایجاد میکند ، لذا در این نرم افزار ۴ کمیت جهت کنترل موج متناظب قابل انتخاب میباشد . با انتخاب هر کمیت واحدهای تمامی پارامترهای دیگر این بخش تغییر مینماید . شکل (۱۱-۲)

۱-ب) پارامتر : Amplitude

مقدار دامنه موج متناوب را معین میکند.

۲-ب) پارامتر : Frequency

تعداد سیکلهای موج متناوب در یک ثانیه (فرکانس) را مشخص مینماید که مقدار آن بر حسب هرتز میباشد . Hz

۳-ب) پارامتر : Slope

مقدار شیب بخش صعودی و نزولی الگوی موج مربعی (Sqrt) را تعیین میکند .

۴-ب) پارامتر : Bias

در صورتیکه مقدار متوسط کمیت کنترل کننده موج غیر از صفر باشد ، مقدار کمیت بر حسب واحد مورد نظر مقدار دهی میگردد .

۵-ب) پارامتر : Noise STD

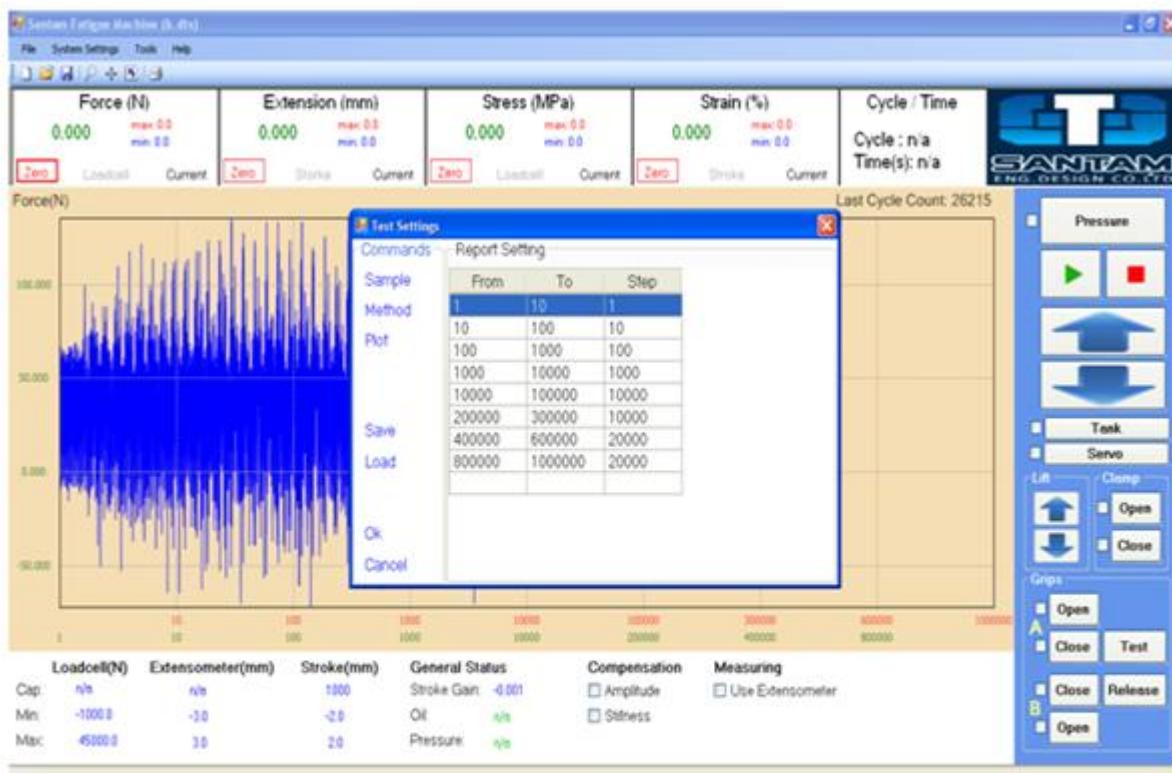
از طریق مقدار دهی به این پارامتر میتوان یک نویز تصادفی بر روی موج اصلی آزمون سوار نمود .

## ۶-ب) پارامتر Break Force

مقدار این پارامتر بدان معنا میباشد که در هنگام تست ، اگر مقدار نیرو بطور لحظه ای به این میزان افت نماید آزمون متوقف میگردد . معمولا برای دامنه های متوسط آزمون این کمیت بر روی عدد 50 تنظیم میشود .

: Cycles Count پارامتر ۷-ب)

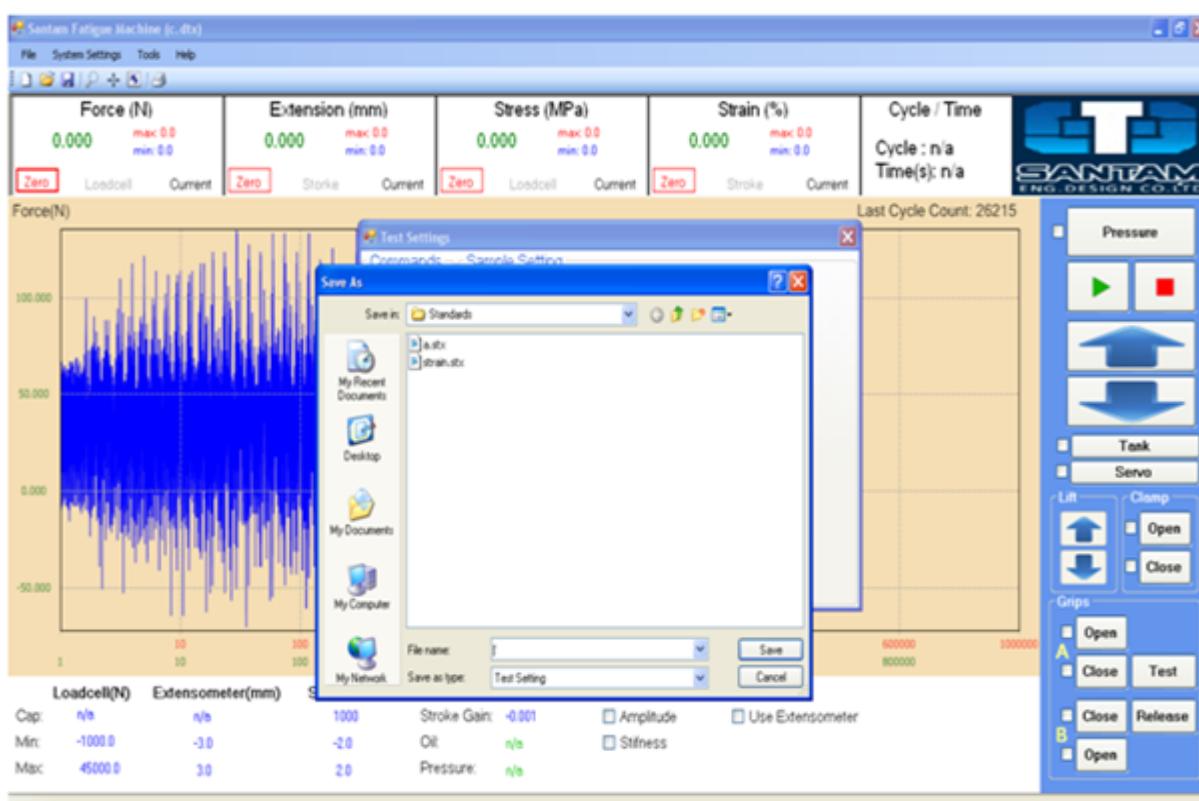
تعداد سیکل مورد نیاز بمنظور پایان یافتن آزمون توسط این پارامتر مشخص میگردد.



۱۲۰

تنظیم تعداد داده های مورد نیاز جهت رسم گراف بر عهده این بخش است که بکمک کلیک کردن بر روی خانه های جدول مقادیر قابل تغییر میگردد . بنا به دستورالعمل استاندارد، نمایش تعداد مشخصی از داده ها برای رسیدن به نتیجه مطلوب کفایت کرده و از طرفی رسم تمامی داده ها باعث حجم سنگین پردازش و ذخیره سازی بی مورد اطلاعات میگردد . توسط دو بخش From و To تعداد مشخصی از داده ها در یک بازه ارائه میگردد بطوری که در Step میتوان تعداد داده های مورد نیاز جهت نمایش در نمودار را وارد نمود . با کلیک کردن بر روی مقادیر امکان تغییر آنها فراهم میشود . شکل (۱۲-۲)

: Load و Save گزینه های



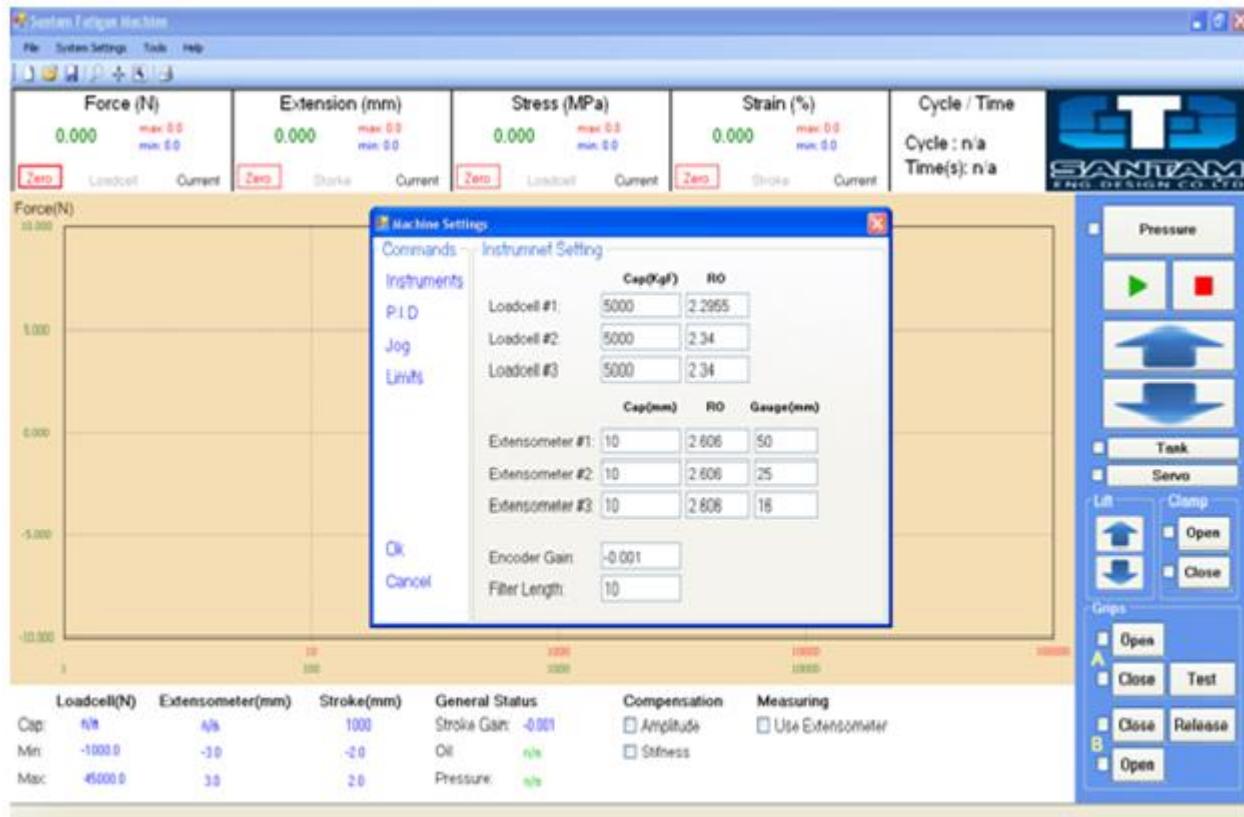
همانطور که در پایین پنجره Test setting دیده میشود دو گزینه Save و Load ، برای ذخیره سازی و بازیابی کلیه تنظیمات در پنجره Test settings قرار داده شده است.شکل (۱۳-۲)

جهت ذخیره سازی تنظیمات کافیست گزینه Save زده شود آنگاه در پنجره باز شده مسیری را انتخاب نموده و با فرمت stx ذخیره سازی کامل میگردد . برای بازیابی تنظیمات این بار گزینه Load زده میشود و از طریق مسیر انتخابی فایل ذخیره شده را انتخاب کرده و تنظیمات مورد نظر انجام میشود .

## Machine (۲-۲-۲-۲) بخش

پس از انتخاب این بخش پنجره‌ای تحت عنوان Machine settings باز می‌شود که شامل گزینه‌های زیر است:

### Instruments (۱-۲-۲-۲-۲) گزینه



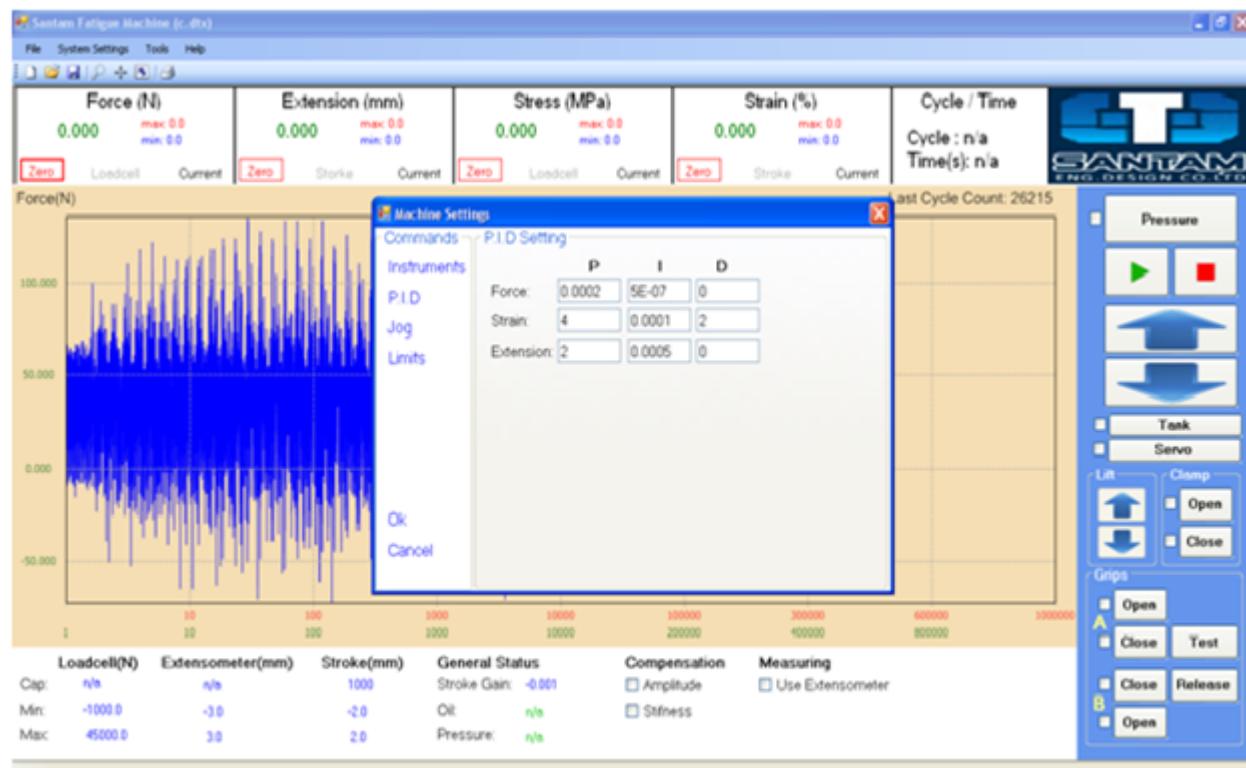
۱۴-۲

تمامی پارامترهای مربوط به ابزارهای اندازه‌گیری دستگاه در اینجا قابل تنظیم بوده که شامل ۳ انتخاب برای سنسور نیرو (Load cell) و ۳ انتخاب برای اکسنسومتر (Extensometer) و ۱ انتخاب برای

سنسور جابجایی میباشد. همچنین گزینه ای بمنظور تعیین میانگین گیری از داده ها تحت عنوان Length درنظر گرفته شده است . شکل (۱۴-۲)

پارامترهای مشترک برای هر لودل و اکستنسومتر Capacity و R.O میباشد که البته برای اکستنسومتر پارامتر دیگری بنام Gauge اضافه میگردد . البته تمامی مقادیر میباشند پس از کالیبراسیون ابزار اندازه گیری تعیین شده و وارد گردد . شکل (۱۴-۲)

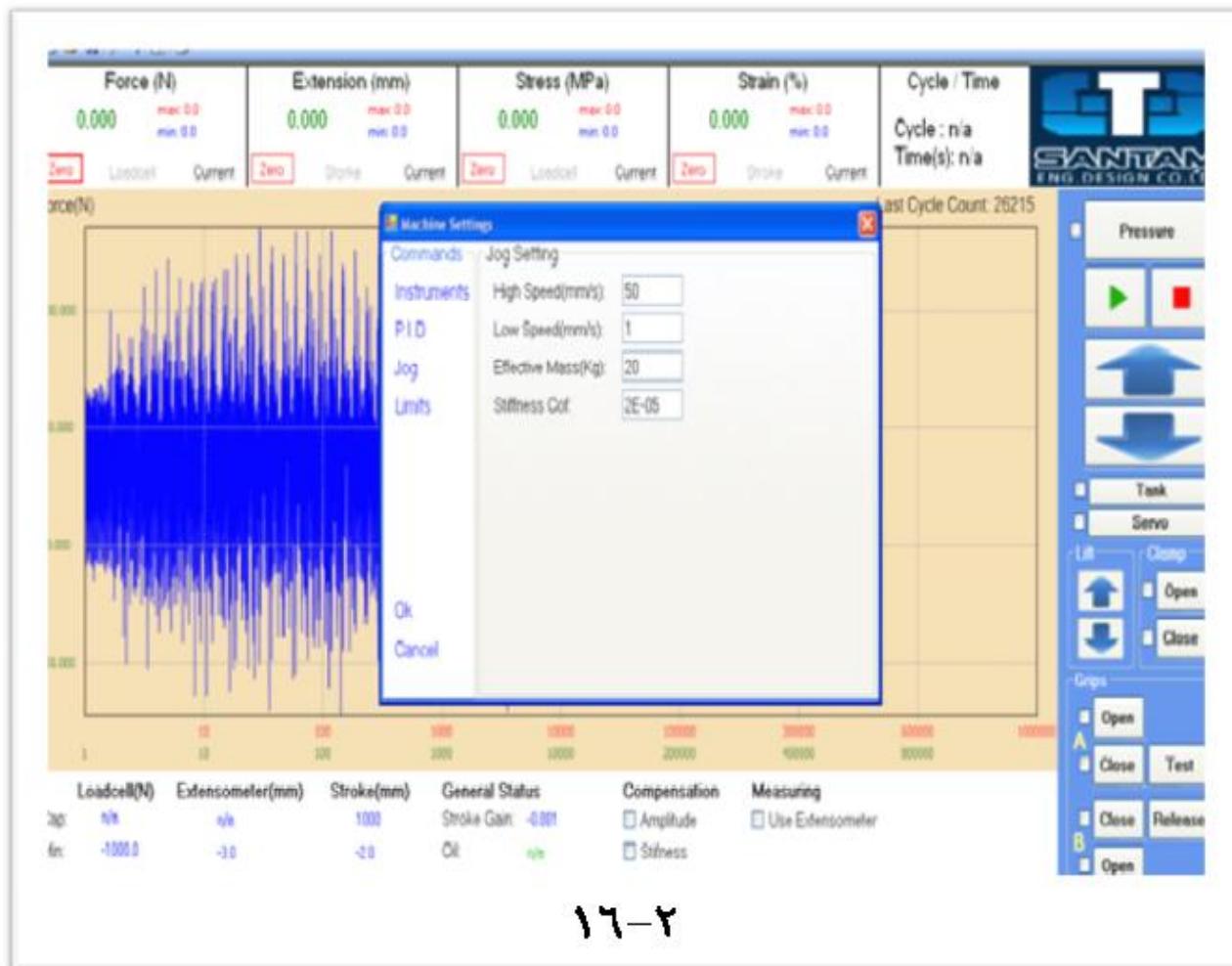
P.I.D(گزینه ۲-۲-۲-۲-۲)



۱۵-۲

بكمک اين گزينه (شکل ۱۵-۲) ميتوان بصورت آنلайн با تغيير دادن ۳ پارامتر P، I، D و موج واقعی متناسب را به موج ايده آل نزديك نمود و تمامی اين فرآيند همزمان بر روی گراف قابل مشاهده است . كميتهای Extension و Strain را به اين روش ميتوان کنترل نمود . ضمناً انتخاب اين كميتهای ميباشند بر

اساس کمیت انتخابی از گزینه Control Type Method بوده و با آن هماهنگی داشته باشد ، در غیر این صورت تغییرات P، I و D بی تاثیر میباشد .



۱۶-۲

: Jog ( ۳-۲-۲-۲-۲ ) گزینه

تنظیمات مربوط به سرعت خطی فک متحرک و بعضی از مشخصات فیزیکی دستگاه در این گزینه تعیین میگردد . موارد آن در پایین آمده است . شکل ( ۱۶-۲ )

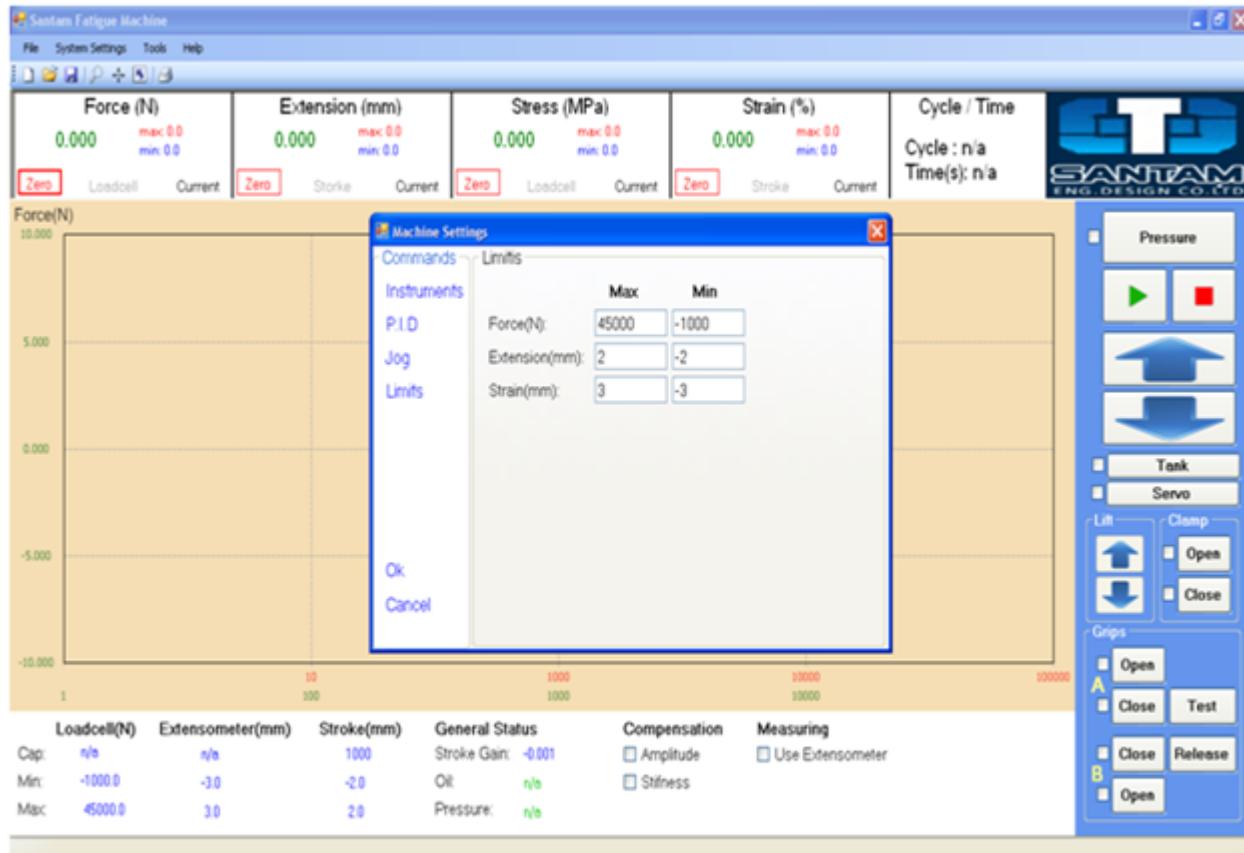
افزار اعمال میگردد ، همچنین این فرآیند از طریق زدن دکمه های Page Up و Page Down از روی کیبورد کامپیوتر قابل انجام میباشد . بیشترین مقدار سرعت فک  $50 \text{ mm/s}$  قابل تنظیم میباشد . شکل ( ۱۶-۲ )

کیبورد و همزمان زدن جهت های بالا و پایین نرم افزار انجام میگردد . این فرآیند از طریق گرفتن کلید کنترل ( Ctrl ) از روی کیبورد و کلیدهای Page Up و Page Down نیز قابل انجام میباشد که کمترین مقدار آن  $0.01 \text{ mm/s}$  میباشد . شکل ( ۱۶-۲ )

دهی آن نیروی اینرسی فک در محاسبات و گراف آزمون لحاظ میگردد . شکل ( ۱۶-۲ )

معرف مقدار شقی ( Stiffness ) دستگاه در برابر بارهای اعمالی میباشد که بر حسب KN/mm میباشد و این خطا در محاسبات کلی در نظر گرفته میشود . شکل ( ۱۶-۲ )

## ۱۷-۲ : Limits محدوده ها



۱۷-۲

بدلیل محدودیتهای ناشی از ظرفیت دستگاه و ابزار اندازه گیری، تنظیم درست این بخش از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و جهت اینمی دستگاه حتماً پیش از انجام آزمون میباشد تنظیمات آن کنترل گردد. این تنظیمات در هنگام آزمون اعمال شده و پارامترهای مربوطه بشرح زیر میباشند. شکل (۱۷-۲)

از بیشترین حد (Max) و کمترین حد (Min) مشخص شده، آزمون متوقف میشود. جهت تنظیم میباشد مقدار Max را کمتر از ظرفیت لودسل تنظیم نمود و بدلیل ماهیت آزمون و کششی بودن طراحی فکها، مقادیر منفی مجاز نبوده و یک مقدار مثبت کوچک مانند (100Kg) یا صفر به عنوان Min لحاظ میگردد.

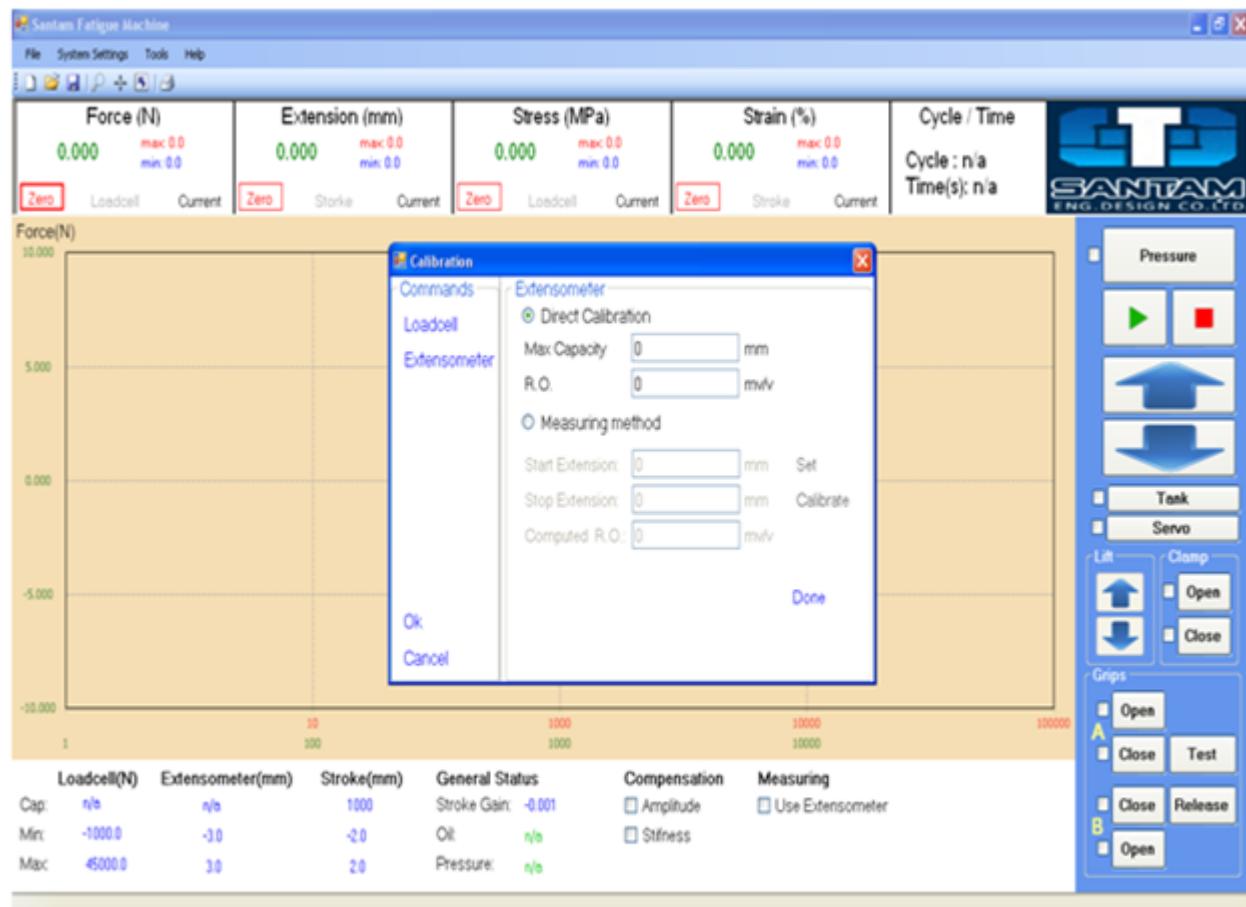
شکل (۱۷-۲)

به میزان افزایش طول نمونه مقدار دهی شده (در حد چند میلیمتر) و مقدار Min نیز نباید از مقادیر منفی مجاز تجاوز نماید. دقیق شود که مقادیر داده شده کمتر از کورس دستگاه باشد. شکل (۱۷-۲)

برای این پارامتر کاملاً مطابق با حالت Extension میباشد و نکات مربوط به Extension باید رعایت شود. در این مورد محدودیت دامنه بر اساس مقدار کرنش نمونه انجام میگردد.

شکل (۱۷-۲)

## ٢-٢-٣- Calibration



۲-۳

دارای دو قسمت میباشد که قسمت نخست برای تنظیم پارامترهای کالیبره شده ابزار سنجش نیرو (Load cell) و اکسنسومتر (Extensometer) در نظر گرفته شده است و قسمت دوم جهت بدست آوردن پارامترهای کالیبراسیون و محاسبه آنها میباشد . شکل (۱۸-۲)

#### قسمت نخست : Direct Calibration

ابتدا این قسمت انتخاب میشود سپس پارامترهای کالیبره شده شامل ظرفیت Max capacity و میزان خروجی (R.O) مربوط به هر یک از ابزارهای سنسور نیرو و اکسنسومتر وارد میگردد آنگاه میتوان از طریق دکمه Ok آنها را تایید نمود . شکل (۱۸-۲)

#### قسمت دوم : Measuring method

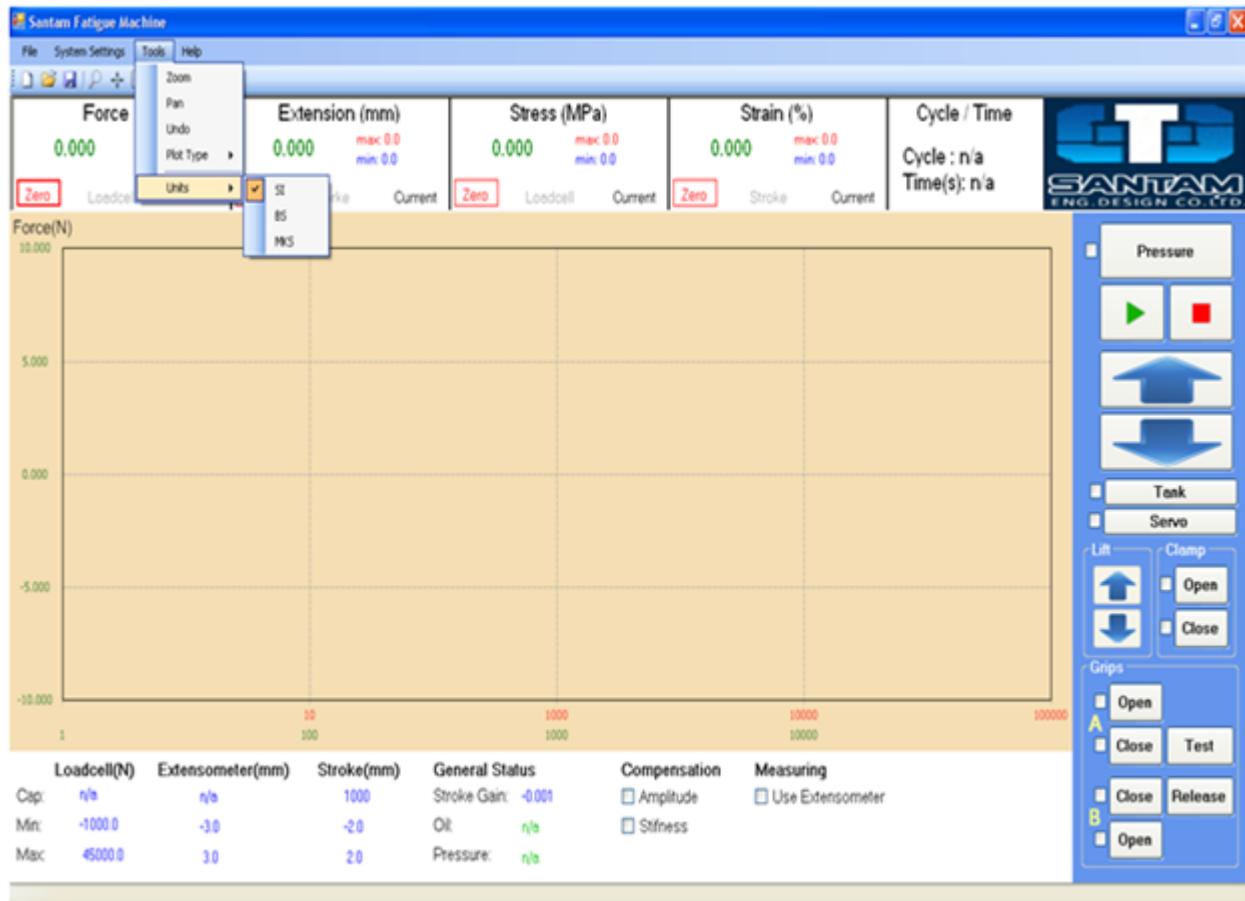
جهت فعال سازی گزینه های این قسمت میباشد این قسمت انتخاب شود تا پارامترها قابل تنظیم شوند . برای بدست آوردن مقدار دقیق پارامتر (R.O) ابزار سنجه مرجع و مورد تایید استاندارد جهت کالیبره نمودن ابزار اندازه گیری روی دستگاه نصب میگردد . شکل (۱۸-۲)

روش کالیبراسیون سنسور نیرو و اکسنسومتر : از طریق نرم افزار وارد قسمت Measuring method شده و بر اساس نوع ابزار اندازه گیری(سنسور نیرو یا اکسنسومتر ) یکی از دو گزینه Load cell یا Extensometer انتخاب میشود .

بعنوان مثال: در اینجا نحوه کالیبراسیون لودسل ارائه میگردد . در قسمت Measuring method گزینه Load cell انتخاب شده ، آنگاه در زمانی که سنسور مرجع نیرو مقدار صفر را نمایش میدهد وارد نرم افزار شده و عبارت Start Force (N) صفر مقدار دهی میشود و دکمه Set زده میشود . برای بدست آوردن R.O لازم است که سنسور نیروی دستگاه تحت بار قرار گرفته و هنگام رسیدن مقدار نیرو بحد مورد نظر ، میزان نیروی سنسور مرجع بر حسب واحد مورد نظر در Stop Force وارد شده و دکمه Computed R.O را محاسبه کرده و در Calibrated نمایش Zde شود . در این هنگام نرم فزار R.O Done جهت تایید ضریب R.O جدید در نرم افزار اعمال میگردد .

### ۳-۲-۲ منوی Tools :

منوی بالا جهت تنظیم نمودن ویژگیهای نمایشی گراف در نظر گرفته شده است که بصورت زیر دسته بندی میشوند :



۱۹-۲

: Zoom (گزینه ۱-۳-۲-۲)

برای بزرگ نمایی بخش‌های گراف از آن استفاده می‌شود، هنگامیکه آزمون پایان یافت گزینه‌ی Zoom را اجرا کرده و بر روی گراف دوبار کلیک می‌گردد تا بزرگنمایی آن بخش انجام شود. شکل (۱۹-۲)

: Pan (گزینه ۲-۳-۲-۲)

از این گزینه جهت جابجا نمودن گراف نسبت به صفحه نمایش استفاده می‌شود که برای انجام این عملیات نخست گزینه Pan را انتخاب کرده آنگاه بوسیله کشیدن موس بر روی گراف این عمل صورت می‌پذیرد.

شکل (۱۹-۲)

: Undo (۲-۳-۳-۳)

در صورت نیاز به برگشت از حالت‌های Zoom و Pan از این گزینه استفاده می‌شود که پس از زدن آن بصورت مرحله به مرحله عملیات‌های انجام شده قبلی برگشت می‌یابد. شکل (۱۹-۲)

: Plot Type (۴-۳-۲-۲)

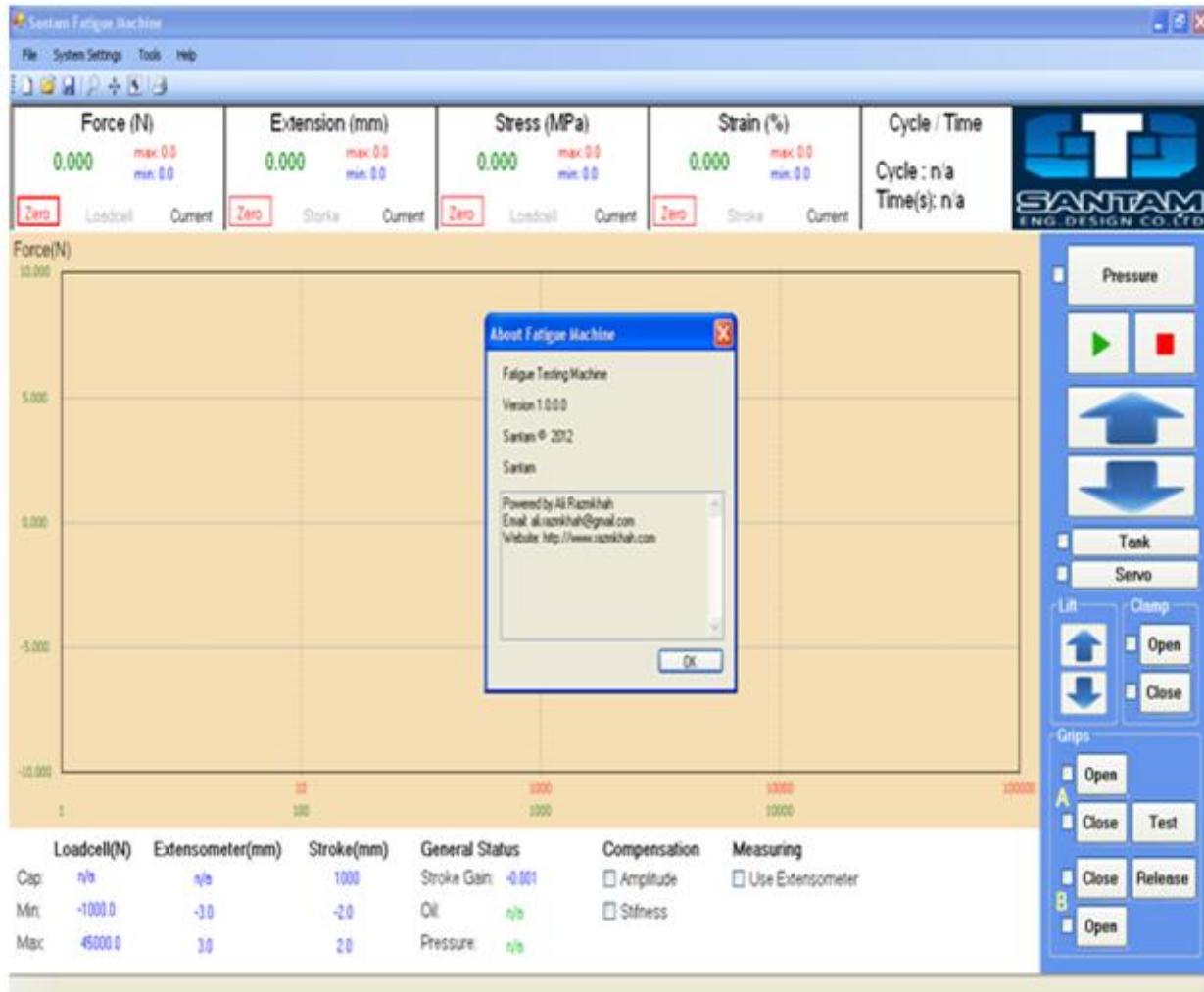
با توجه به آنکه گرافهای مربوطه نسبت به زمان رسم می‌شوند لذا می‌توان از طریق انتخاب کمیت فیزیکی این گزینه، کمیت مربوط به محور عمودی را تغییر داده و گراف بر حسب کمیتهای مختلف رسم گردد. شکل

(۱۹-۲)

: Units (۵-۳-۲-۲)

برای تغییر واحد‌های استاندارد گزینه بالا انتخاب می‌گردد که شامل ۳ سیستم واحد MKS، BS، SI می‌باشد. شکل (۱۹-۲)

: Help (۴-۲-۲)



۲۰-۲

در آن توضیح مختصری مربوط به مشخصات و نسخه نرم افزار ارائه شده است.

# فصل سوم

### ۱-۳) نحوه انجام آزمون:

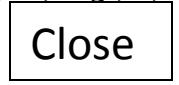
به عنوان مثال آزمون خستگی با مشخصات زیر در نظر گرفته شده است :

نمونه ای مفتولی شکل به طول کلی 100mm و طول اولیه 50mm طبق استاندارد تهیه شده و قطر آن 8mm میباشد . مشخصات آزمون به گونه ایست که میباشد بار بصورت موج سینوسی ، با فرکانس 5Hz و دامنه 500Kg و مقدار متوسط 2000Kg بر روی نمونه آزمون اعمال گردد . تعداد سیکل پیش بینی شده جهت بررسی خستگی این نمونه  $10^5$  سیکل میباشد .

### ۱-۱-۳) چگونگی جا زدن نمونه در فکها

با توجه به هندسه انتهای نمونه ، نوع و سایز گوه مورد نظر انتخاب میگردد ، سپس چهار گوه ی هم سایز توسط فنرهای موجود درون دو فک هیدرولیک جا زده میشود . (توجه: سایز هر گوه بر سطوح بالای آن حک شده و دارای دو تیپ T و D میباشد که به ترتیب برای گرفتن نمونه هایی با مقطع چهار گوش و مدور بکار میروند) .

در این مرحله وارد نرم افزار شده و دکمه زده میشود  و دکمه سرو  تا پمپ شروع بکار نماید . در این لحظه میباشد شیر آب خنک کن دستگاه ، بدليل افزایش فشار و گرم شدن روغن باز گردد .

حال کورس فک متحرک جهت بستن نمونه تنظیم می گردد که بدین منظور بلوك بالا از طریق بخش Lift Clamp نرم افزار حرکت داده می شود (شکل ۱-۲) . البته میباشد پیش از جابجایی بلوك بالا پیچهای مربوط به بلوك بالا (شکل ۱-۳) را باز نموده تا بلوك از نظر مکانیکی امكان حرکت داشته باشد . سپس مربوط به بلوك بالا  دکمه Clamp را فعال کرده تا امكان جابجایی بلوك بالا از طریق جهت

های بالا و پایین بخش Lift مهیا گردد . هنگامیکه موقعیت فک بالا تنظیم شد دکمه Clamp زده میشود که در نتیجه آن دکمه های بخش Lift غیر فعال میگردد و در اینجا میتوان پیچهای بلوك بالا را بر روی بلوك محکم نمود .

جهت جا زدن نمونه ، نخست از طریق بخش Grips نرم افزار دکمه Open فک پایین (B) فعال میشود تا گوه های فک پایین باز گردد . آنگاه نمونه را در بین گوه های فک پایین قرار داده و از نرم افزار گزینه لک پایین(B) در بخش Grips فعال میگردد که در نتیجه نمونه از پایین توسط فک پایین محکم گرفته میشود . شکل (۱-۲)

در اینجا بدلیل عدم وجود نیرو بر نمونه دکمه Zero مربوط به نمایشگر Force زده میشود تا مقدار نیرو نمایشگر صفر گردد که در این شرایط میتوان فک بالا بر روی نمونه بست . بدین منظور به کمک دکمه  فک بالا را بطرف پایین هدایت کرده بصورتی که نمونه وارد شیار گوه ها گردد ، این مسئله میباشد بطور چشم ده هنگام ورود نمونه در بین گوه ها فک بالا کنترل شود . پس از قرار گیری نمونه در فک بالا دکمه  مربوط به فک بالا (A) فعال میشود تا نمونه از بالا گرفته شود (لازم است بدلیل صدمه ندیدن گوه ها 4/5 عمق گوه با نمونه درگیر شود ) .

پس از بستن فک بالا (A) از بخش Test Grips زده میشود تا فشار روغن پشت فکها تامین شده و هر دو فک گیرایی لازم را جهت آزمون داشته باشند . در این لحظه یک مقدار نیروی اولیه بر نمونه اعمال می گردد که در نمایشگر نیرو (Force) قابل مشاهده است . حال میباشد مقدار این نیرو به کمک بالا و پایین بردن فک با سرعت آهسته (Ctrl + up , down) تقریبا بر روی صفر تنظیم گردد ، آنگاه مقدار جابجایی نیز بکمک زدن Zero مربوط به کمیت Extension صفر میگردد .

تذکر مهم : به هیچ عنوان نباید نیرو پس از بسته شدن دو سر نمونه توسط دکمه Zero صفر گردد .

## ۲-۱-۳) تنظیمات پارامترهای آزمون در نرم افزار

در اینجا وارد تنظیمات نرم افزاری شده و از منوی System setting بخش test انتخاب میشود . پس از انتخاب test settings باز میشود که برای انجام آزمون میبایست گزینه های آن تنظیم گردد .

نخست گزینه Sample تنظیم میشود که خود شامل مواردی می باشد ، با توجه به مشخصات ذکر شده بالای مربوط به نمونه خواهیم داشت :

گزینه Gage length با توجه به ابعاد بالا 50mm تعریف میگردد .

گزینه Grip length مقدار فاصله فکها است که در این آزمون برابر با 60mm در نظر گرفته شده است.

گزینه Sample type بدلیل گرد بودن مقطع نمونه حالت circular انتخاب میشود ، در این هنگام گزینه دیگری با عنوان Diameter ظاهر شده که در آن مقدار قطر نمونه 8mm وارد می شود .

گزینه Area بصورت اتوماتیک عمل کرده و مساحت مقطع  $50.26 \text{ mm}^2$  را نمایش میدهد .

حال به تنظیم بخش Method می پردازیم که بصورت زیر تنظیم میگردد :

از گزینه Cycle type الگوی تناوبی بار انتخاب میگردد که با توجه به مشخصات آزمون بالا حالت Sine (سینوسی) مورد نظر میباشد .

مرحله بعد گزینه Control type میباشد ، که در آن نوع کمیتی که الگوی متناوب بر اساس آن کنترل میشود تنظیم میگردد ، که برای مثال بالا Force مورد نظر میباشد . بنابراین کنترل دامنه جک بر اساس مقدار نیروی اعمالی صورت میپذیرد .

حال گزینه دامنه Amplitude مقدار دهی میشود که 500Kg در نظر گرفته شده است .

گزینه Frequency با توجه به مشخصات آزمون 5Hz مقدار دهی میشود .

گزینه Slop در اینجا غیر فعال بوده و مربوط به موج Squrt میباشد .

گزینه Bias بر روی 2000Kg تنظیم میگردد که به عنوان مقدار متوسط لحاظ شده و مقدار دامنه به آن افزوده و کاسته میشود.

گزینه Noise STD بدلیل مشخص نشدن الگوی نویز در مثال بالا ، بکار برده نمی شود .

گزینه Break force معمولا برای دامنه های متوسط جابجایی کورس دستگاه بر روی 50% تنظیم میگردد .

گزینه Cycles count که با توجه به اطلاعات فوق میبایست پس از طی 100000 سیکل دستگاه متوقف شود .

## Plot بخش

در این بخش تعداد داده های نمایش یافته بر روی گراف تنظیم میشود که بصورت پیش فرض نرم افزار (Default) این مورد انتخاب شده است.

### (Limits) آزمون کننده محدود (3-1-3)

برای آنکه در حین فرآیند آزمون بارهای وارد از ظرفیت دستگاه خارج نگردد، میبایست به روش زیر محدودیتها را اعمال نمود.

ابتدا وارد منوی System settings شده و از زیرمجموعه آن Machine settings انتخاب میگردد. از چند گزینه‌ی موجود در Machine settings، گزینه Limits مورد نظر میباشد که موارد آن بصورت زیر تنظیم میگردد که با توجه به مشخصات آزمون موارد آن تنظیم شده است (که با توجه به مشخصات بالا موارد تنظیم شده است).

گزینه Force دارای دو حد بالا و پایین برای نیرو میباشد که بترتیب 4500Kg و 100Kg لحاظ میگردد. نکته: به دلیل ماهیت کششی آزمون میبایست بار در ناحیه مثبت قرار گرفته و بهیچ عنوان حد بالا و پایین نیرو منفی نشود.

گزینه Extension نیز دارای حدود بالا و پایین بترتیب 6mm و 2mm است که محدوده جابجایی جک را بیشتر مقادیر داده شده امکان پذیر نمیکند.

گزینه Strain بیشتر برای حالتی استفاده میگردد که کنترل بر اساس کمیت کرنش باشد که حدود آن برای حالت فوق ۱ تا -۱ مناسب میباشد.

هنگامیکه گزینه های Limits تنظیم شد دکمه  زده میشود.

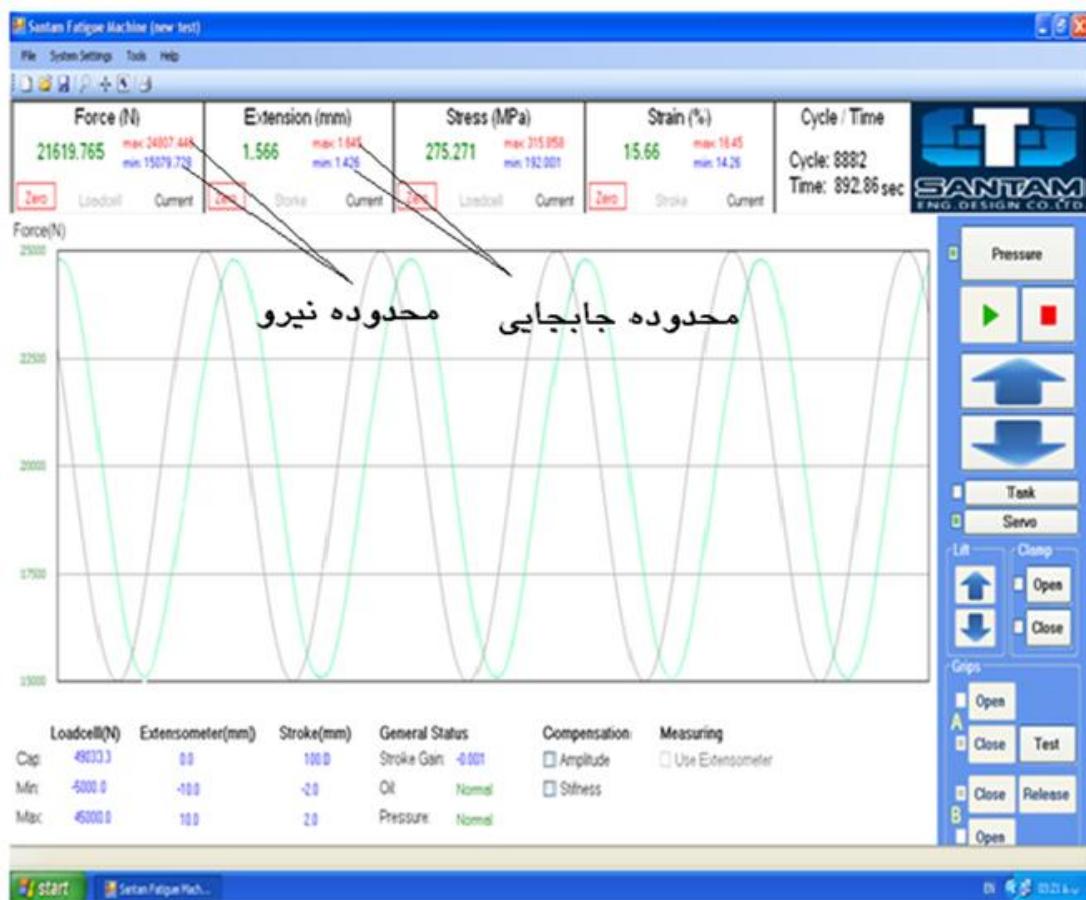
## Servo

در این مرحله دکمه



فعال شده و سپس دکمه آغاز تست زده میشود که در نتیجه آن کلیه

تنظیمات تست اعمال میگردد. در شرایطی که دامنه الگوی موج حقیقی با موج ایده آل اختلاف زیاد داشته باشد میبایست بوسیله تغییر دادن پارامترهای P,I,D از منوی Machine Setting بصورت آنلاین موج حقیقی را به موج ایده آل نزدیک نمود. گراف آزمون در شکل پایین (۱-۳) نمایش داده شده است.



۱-۳

هنگامیکه نمونه دچار شکست شد ، بطور خودکار آزمون متوقف شده و سیستم پاورپک خاموش میگردد .  
اگر نمونه تا ۱۰۰۰۰ سیکل گسیخته نشود دستگاه متوقف شده و آزمون در اینجا پایان می یابد که نتایج آن در نرم افزار قابل مشاهده میباشد .

### ۲-۳) نکات مهم :

(A) زمانی که شیر سرو بکار گرفته می شود ، لازم است که شیر ورودی آب خنک کن (Inter cooler) باز شود تا روغن گرم نشود .

(B) آب ورودی به خنک کن (Inter cooler) میباشد کاملاً تصفیه شده و عاری از املاح باشد تا در مجراهای باریک خنک کن (Inter cooler) ایجاد رسوب ننماید .

(C) حتما باید پیش از آزمون ، بخش Limits تنظیم گردد تا بازه عملکردی دستگاه از لحاظ نیرو، جابجایی جک و کرنش کنترل شود.

(D) پر بودن گیج روغن میباشد بصورت دوره ای کنترل گردد .

(E) در صورتیکه انجام آزمون در انتهای کурс جک انجام گردد ، این امکان وجود دارد که الگوی موج بصورت کامل اعمال نگردد . لذا با جابجا نمودن بلوك بالا توسط جکهای بالابر فکها جهت آزمون از انتهای کурс جک خارج میگردد .

