



**دستگاه آزمون خمش-خمش مجدد میلگردها**

## **مقایسه انواع مختلف آزمون خمش-خمش مجدد**

**ASTM A615**

### **الزامات خمش**

10.1 نمونه آزمون خمش باید بتواند بدون ایجاد ترک در شعاع بیرونی بخش خم شده، حول یک پین خم شود. الزامات مربوط به زاویه خمش و اندازه پین‌ها در جدول 3 تعیین شده‌اند. هنگامی که ماده به صورت کلاف عرضه می‌شود، نمونه آزمون باید پیش از قرار دادن در دستگاه آزمون خمش، صاف شود.

10.2 آزمون خمش باید روی نمونه‌های آزمون با طول کافی برای اطمینان از خمش آزاد و با استفاده از دستگاهی انجام شود که موارد زیر را فراهم کند:

**TABLE 3 Bend Test Requirements**

| Bar Designation No.    | Pin Diameter for Bend Tests <sup>A</sup> |                 |                |                |
|------------------------|------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
|                        | Grade 40 [280]                           | Grade 60 [420]  | Grade 75 [520] | Grade 80 [550] |
| 3, 4, 5 [10, 13, 16]   | $3\frac{1}{2}d^B$                        | $3\frac{1}{2}d$ | $5d$           | $5d$           |
| 6 [19]                 | $5d$                                     | $5d$            | $5d$           | $5d$           |
| 7, 8 [22, 25]          | ...                                      | $5d$            | $5d$           | $5d$           |
| 9, 10, 11 [29, 32, 36] | ...                                      | $7d$            | $7d$           | $7d$           |
| 14, 18 [43, 57] (90°)  | ...                                      | $9d$            | $9d$           | $9d$           |

<sup>A</sup> Test bends 180° unless noted otherwise.

<sup>B</sup>  $d$  = nominal diameter of specimen.

10.2.1 اعمال پیوسته و یکنواخت نیرو در تمام مدت عملیات خمش. 10.2.2 حرکت آزاد نمونه آزمون در نقاط تماس با دستگاه و خم شدن حول یک پین با قابلیت چرخش آزاد.

10.2.3 پیچش کامل نمونه آزمون به دور پین در طول عملیات خمش.

10.3 استفاده از روش‌های شدیدتر آزمون خمش، مانند قرار دادن نمونه آزمون روی دو پین با قابلیت چرخش آزاد و اعمال نیروی خمشی با یک پین ثابت، مجاز است. در صورت بروز شکست با استفاده از روش‌های شدیدتر، انجام آزمون مجدد طبق روش آزمون خمش تعیین شده در بند 10.2 مجاز خواهد بود.

## **DIN EN 10080**

فولادهای تقویت کننده را نمی توان طبق این استاندارد سفارش داد و/یا عرضه کرد. فولادهای تقویت کننده تنها می توانند مطابق مشخصات محصولی عرضه شوند که در آن ها «کلاس های فنی» تعیین شده است؛ این مشخصات شامل استانداردهای اروپایی، مشخصات فنی، استانداردهای ملی – برای مثال ویرایش جدید مجموعه استانداردهای DIN 488 – یا توافق نامه های صادر شده از سوی مراجع بازرسی ساختمان می شوند. چنانچه مفاد این مشخصات محصول با استاندارد حاضر مطابقت داشته باشد، محصولات تولید شده طبق آن مشخصات، در صورت برآورده کردن تمام الزامات مربوطه، می توانند نشان CE را دریافت کنند. ویرایش جدید مجموعه استانداردهای **DIN 488** در دست تهیه است و جایگزین استانداردهای فهرست شده در بیانیه جایگزینی خواهد شد.

## DIN 488-2

### 7.3.3 عملکرد خمشی

برای اثبات عملکرد خمشی، آزمون خمش مجدد باید طبق DIN EN ISO 15630-1 برای قطرهای حداکثر  $d = 32 \text{ mm}$  انجام شود. نمونه‌های آزمون را با زاویه حداقل  $90^\circ$  حول یک ماندل با قطری مطابق جدول 3 خم کنید، نمونه‌های آزمون را پیرسازی کنید (به DIN 488-6:2009-08، جدول 21 مراجعه شود) و پس از سرد شدن در هوای ساکن تا دمای اتاق حداقل  $20^\circ \text{C}$ ، آن‌ها را مجدداً خم کنید. برای قطرهای  $d = 40 \text{ mm}$ ، آزمون خمش را با ماندلی به قطر  $D = 6d$  و حداقل زاویه  $90^\circ$ ، طبق DIN EN ISO 15630-1 انجام دهید. پس از آزمون، نمونه آزمون نباید هیچ نشانه‌ای از شکست یا ترک قابل مشاهده برای فردی با بینایی طبیعی یا اصلاح‌شده نشان دهد.

**Table 3 — Mandrel diameters for rebend test**

| Nominal diameter<br>$d$<br>mm | Mandrel diameter<br>$D$ |
|-------------------------------|-------------------------|
| $\leq 16$                     | $5d$                    |
| $> 16 \leq 28$                | $8d$                    |
| $> 28 \leq 32$                | $10d$                   |

## DIN 488-3

### 7.3.4 عملکرد خمشی

برای اثبات عملکرد خمشی، آزمون خمش مجدد باید طبق DIN EN ISO 15630-1 انجام شود. نمونه‌های آزمون را با زاویه حداقل  $90^\circ$  حول یک ماندل با قطر  $D$  مطابق جدول 3 خم کنید، نمونه‌های آزمون را پیرسازی کنید (به DIN 488-6:2009-08، جدول 21 مراجعه شود) و پس از سرد شدن در هوای ساکن تا دمای اتاق حداقل  $20^\circ \text{C}$ ، آن‌ها را مجدداً خم کنید.

پس از آزمون، نمونه آزمون نباید هیچ نشانه‌ای از شکست یا ترک قابل مشاهده برای فردی با بینایی طبیعی یا اصلاح‌شده نشان دهد.

**Table 3 — Mandrel diameters for rebend test**

| Nominal diameter<br>$d$<br>mm | Mandrel diameter<br>$D$ |
|-------------------------------|-------------------------|
| $\leq 16$                     | $5 d$                   |

#### **DIN EN ISO 7438**

#### 4 تجهیزات آزمون

##### 4.1 کلیات

آزمون خمش باید با دستگاه‌ها یا پرس‌های آزمون مجهز به تجهیزات زیر انجام شود:

- (a) دستگاه خمش دارای دو تکیه‌گاه و یک فرم‌دهنده، مطابق شکل 1؛
- (b) دستگاه خمش دارای بلوک V شکل و یک فرم‌دهنده، مطابق شکل 2؛
- (c) دستگاه خمش دارای گیره، مطابق شکل 3.

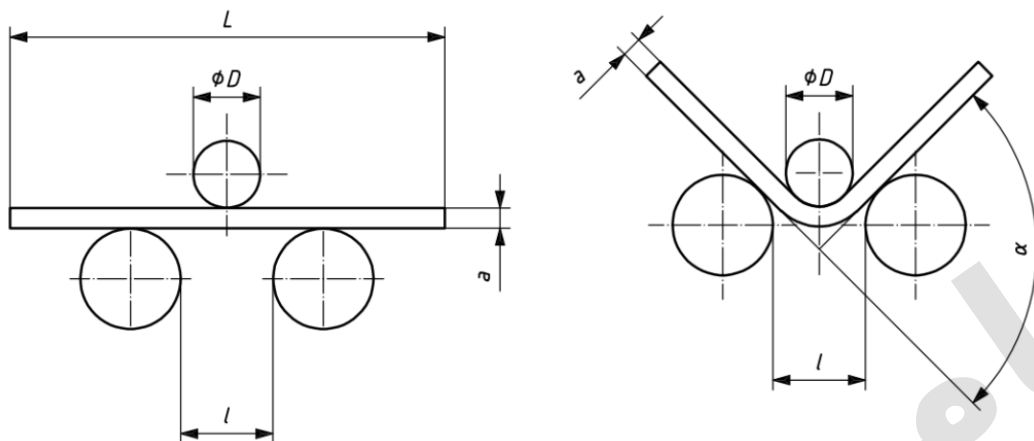


Figure 1

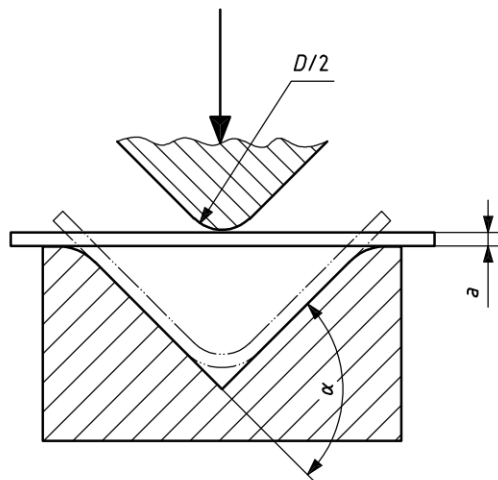
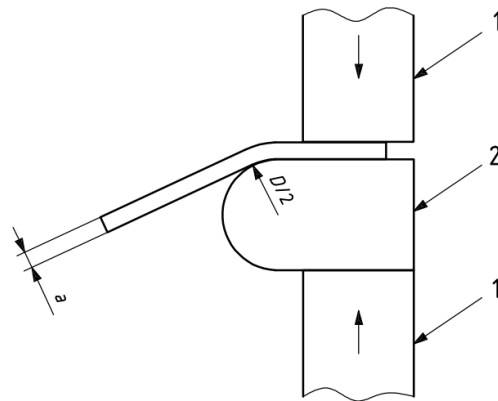


Figure 2



**Key**  
1 clamp  
2 former

**Figure 3**

4.2 دستگاه خمش دارای تکیه‌گاه‌ها و فرم‌دهنده  
. . طول تکیه‌گاه‌ها و عرض فرم‌دهنده باید بیشتر از عرض یا قطر نمونه آزمون باشد. قطر فرم‌دهنده توسط استاندارد محصول تعیین می‌شود. تکیه‌گاه‌های  
نمونه آزمون و فرم‌دهنده باید سختی کافی داشته باشند (به شکل 1 مراجعه شود).  
. . مگر آنکه به‌طور دیگری مشخص شده باشد، فاصله بین تکیه‌گاه‌ها،  $a$ ، باید به‌صورت زیر باشد:

$$l = (D + 3a) \pm \frac{a}{2} \quad (1)$$

و نباید در طول آزمون خمش تغییر کند.

#### 4.3 دستگاه خمش دارای بلوک V شکل

سطوح شیب دار بلوک V شکل باید زاویه ای برابر با  $180^\circ - \alpha$  تشکیل دهند (به شکل 2 مراجعه شود). این زاویه در استاندارد مربوطه تعیین می شود. لبه های بلوک V شکل باید شعاعی بین 1 تا 10 برابر ضخامت نمونه آزمون داشته باشند و از سختی کافی برخوردار باشند.

#### 4.4 دستگاه خمش دارای گیره

این دستگاه از یک گیره و یک فرم دهنده با سختی کافی تشکیل شده است و می تواند به اهرمی برای اعمال نیرو به نمونه آزمون مجهز باشد (به شکل 3 مراجعه شود). از آنجا که موقعیت سطح چپ گیره می تواند بر نتایج آزمون تأثیر بگذارد، سطح چپ گیره (مطابق شکل 3) نباید تا خط عمودی عبوری از مرکز شکل دایره ای فرم دهنده برسد یا از آن عبور کند.

### **DIN EN ISO 15630-1**

#### 6 آزمون خمش

##### 6.1 نمونه آزمون

مقررات کلی بند 4 اعمال می شود.

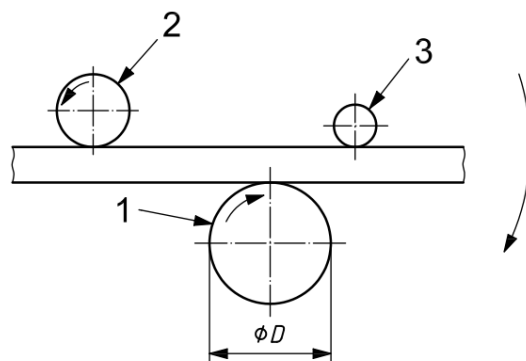
##### 6.2 تجهیزات آزمون

6.2.1 باید از دستگاه خمشی استفاده شود که اصل عملکرد آن در شکل 2 نشان داده شده است.

یادداشت: شکل 2 پیکربندی ای را نشان می دهد که در آن ماندل و تکیه گاه می چرخد و حامل قفل است. همچنین ممکن است حامل بچرخد و تکیه گاه یا ماندل قفل باشد.

6.2.2 آزمون خمش را می توان با استفاده از دستگاهی دارای تکیه گاه ها و ماندل نیز انجام داد (برای مثال به ISO 7438 مراجعه شود).





**Key**

- 1 mandrel
- 2 support
- 3 carrier

**Figure 2 — Principle of a bending device**

### 6.3 روش آزمون

آزمون خمش باید در دمایی بین  $10^{\circ}\text{C}$  و  $35^{\circ}\text{C}$  انجام شود، مگر آنکه طرف‌های involved به‌گونه دیگری توافق کرده باشند. برای آزمون در دمای پایین، چنانچه توافق‌نامه تمام شرایط آزمون را مشخص نکرده باشد، باید انحرافی برابر با  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  نسبت به دمای مورد توافق اعمال شود. نمونه آزمون باید به مدت کافی در محیط خنک‌کننده غوطه‌ور شود تا اطمینان حاصل شود که دمای موردنیاز در سراسر نمونه آزمون برقرار شده است (برای مثال، حداقل 10 min در محیط مایع یا حداقل 30 min در محیط گازی). آزمون خمش باید حداکثر طی 5 s پس از خارج کردن نمونه از محیط آغاز شود. دستگاه انتقال باید به‌گونه‌ای طراحی و استفاده شود که دمای نمونه آزمون در محدوده دمایی تعیین‌شده حفظ شود. نمونه آزمون باید روی یک ماندل خم شود.

زاویه خمش ( $\gamma$ ) و قطر ماندل (D) باید مطابق استاندارد مربوط به محصول باشند.

7 آزمون خمش مجدد

7.1 نمونه آزمون

مقررات کلی ارائه شده در بند 4 اعمال می شود.

7.2 تجهیزات آزمون

7.2.1 دستگاه خمش

باید از دستگاه خمشی مطابق بند 6.2 استفاده شود.

7.2.2 دستگاه خمش مجدد

خمش مجدد را می توان با دستگاه خمشی مطابق شکل 2 انجام داد. نمونه ای از یک دستگاه خمش مجدد جایگزین در شکل 3 نشان داده شده است.

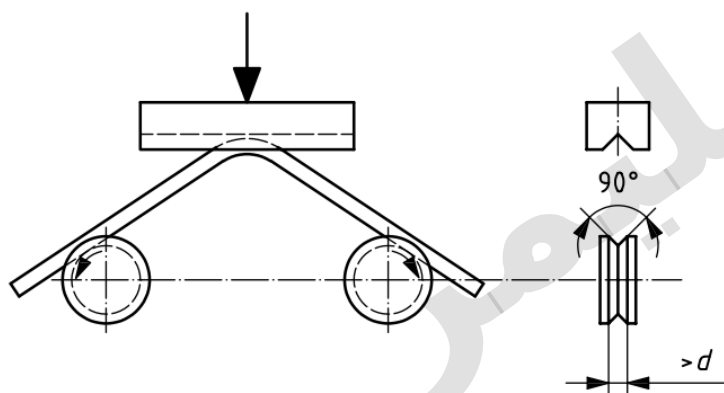


Figure 3 — Example of a rebending device

7.3 روش آزمون

7.3.1 کلیات

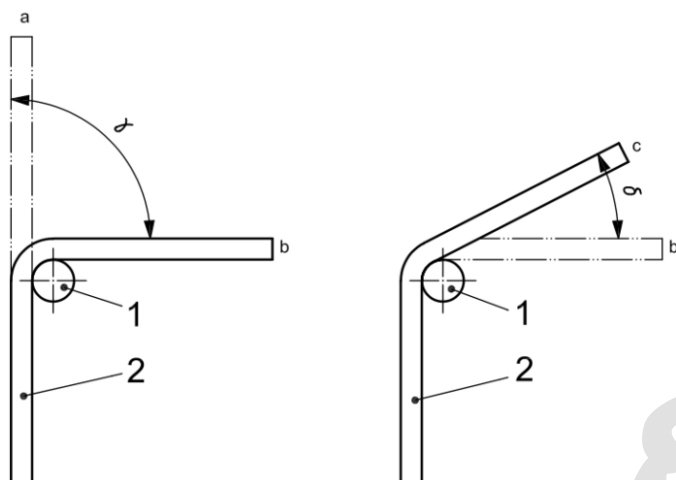
روش آزمون از سه مرحله تشکیل می‌شود:

(a) خمش؛

(b) پیرسازی مصنوعی؛

(c) خمش مجدد.

روش آزمون در شکل 4 نشان داده شده است.



#### Key

- 1 mandrel
- 2 test piece
- a Initial position.
- b Position after operation described in 7.3.2.
- c Position after operation described in 7.3.4.

Figure 4 — Illustration of the test procedure for rebend tests

7.3.2 خمش  
خمش باید در دمایی بین 10 °C و 35 °C انجام شود. نمونه آزمون باید روی یک ماندرل خم شود.

زاویه خمش (γ) و قطر ماندل (D) باید مطابق استاندارد مربوط به محصول باشند. نمونه آزمون باید با دقت از نظر ترک‌ها و شکاف‌های قابل مشاهده برای فردی با بینایی طبیعی یا اصلاح‌شده بررسی شود.

**7.3.3 پیرسازی مصنوعی**  
دما و زمان پیرسازی مصنوعی باید مطابق استاندارد مربوط به محصول باشند. چنانچه استاندارد محصول هیچ‌گونه عملیات پیرسازی را مشخص نکرده باشد، باید شرایط تعیین‌شده در بند 4 اعمال شود.

**7.3.4 خمش مجدد**  
پس از سرد شدن آزاد در هوای ساکن تا دمایی بین 10 °C و 35 °C، نمونه آزمون باید مطابق استاندارد مربوط به محصول، با زاویه مشخص‌شده (δ) به حالت اولیه خم شود.

## نحوه شروع کار با دستگاه

- برق اصلی را به خط برق سه فاز 380V متصل کنید. مطمئن شوید اتصال ارت برقرار است (حداکثر توان 6 KW است). از تجهیزات ایمنی الکتریکی در خط برق اصلی استفاده کنید.
- پس از اتصال خط برق، خطوط سه فاز را به گونه‌ای تنظیم کنید که هنگام روشن کردن کلید چرخش ساعت‌گرد، موتور در جهت ساعت‌گرد بچرخد. در صورت نیاز، برای دستیابی به چرخش صحیح، جای دو خط فاز را در خط برق اصلی تغییر دهید.
- روی تابلو اصلی، کلیدهای کنترلی زیر را در اختیار دارید:



1- چرخش دستی در جهت ساعت گرد و پادساعت گرد

2- نشانگر زاویه

3- کلید توقف اضطراری

4- چرخش خودکار ساعت گرد و پادساعت گرد

برای تنظیم دستی موقعیت میز چرخان، می توانید از چرخش دستی در دو جهت استفاده کنید. نشانگر زاویه، موقعیت زاویه ای میز را نسبت به موقعیت صفر نشان می دهد. در هر موقعیتی از میز چرخان، با فشردن کلید «ZERO» روی نشانگر، موقعیت صفر تنظیم می شود.

نمایش زاویه در هر دو جهت، مقدار مثبت را روی نمایشگر نشان می‌دهد.

فقط زاویه را تنظیم کنید و برای شروع حرکت، کلید ساعت‌گرد یا پادساعت‌گرد را فعال کنید. هنگامی که میز به زاویه تعریف‌شده برسد، به‌طور خودکار متوقف می‌شود. هنگامی که نشانگر به‌طور خودکار متوقف شده و می‌خواهید دوباره حرکت را به‌صورت دستی آغاز کنید، باید دکمه «RST» روی نشانگر را فشار دهید تا نمایشگر بازنشانی شود.

در هر شرایط اضطراری، برای خاموش کردن دستگاه، فشردن کلید توقف اضطراری را فراموش نکنید.

- روی میز چرخان، سوراخ‌هایی برای قرار دادن پین نگهدارنده وجود دارد. سوراخ مناسب بر اساس اندازه میلگرد انتخاب می‌شود. همچنین در مرکز میز چرخان، یک قالب برای خم‌کردن میلگرد به دور آن قرار دارد. قالب مناسب را بر اساس اندازه میلگرد انتخاب کنید.

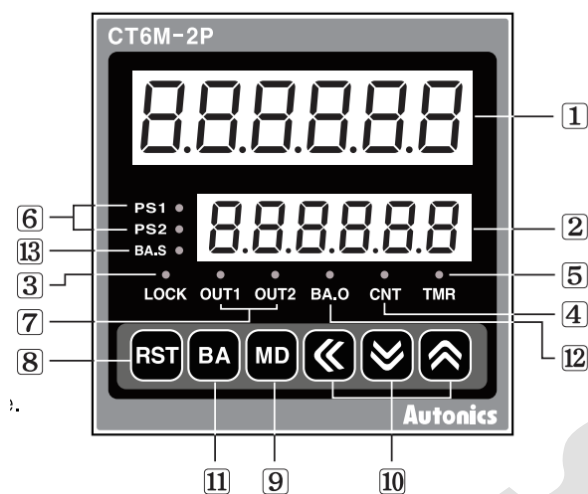


- 1- Rotating Table
- 2- Template
- 3- Holding arm
- 4- Backsupport for holding arm
- 5- Holes for rebend test of bar
- 6- Protect cover

- پس از تنظیم قالب مناسب و موقعیت پین نگهدارنده روی میز چرخان، باید موقعیت تکیه‌گاه پشتی بازوی نگهدارنده را تنظیم کنید. برای حرکت آزادانه تکیه‌گاه پشتی، پین آن را خارج کنید. سپس پین‌ها را دوباره در جای خود قرار دهید و با استفاده از مهره بزرگ روی گردنه تکیه‌گاه پشتی، آن را به میلگرد نزدیک کنید تا با میلگرد تماس پیدا کند. این تماس باید آزاد و غیرمحکم باشد؛ یعنی چرخاندن مهره با دست تا زمانی که تکیه‌گاه پشتی با میلگرد تماس پیدا کند، کافی است.
- پین نگهدارنده روی میز چرخان را با استفاده از کلیدهای دستی روی تابلو کنترل و با دقت، با میلگرد در تماس قرار دهید. این کار را آهسته و با احتیاط انجام دهید.
- درپوش محافظ را ببندید.
- کلید خودکار را فعال کنید تا دستگاه به صورت خودکار در جهت و زاویه موردنظر بچرخد.



- پس از پایان خمش، با استفاده از کلید دستی، نیرو را از روی بازو آزاد کنید و بین نگهدارنده را از میز چرخان خارج کنید. بین نگهدارنده را در طرف دیگر میلگرد خم شده قرار دهید و با استفاده از کلیدهای چرخش دستی روی تابلو کنترل، آن را با میلگرد در تماس قرار دهید. موقعیت مناسب بین آزمون خمش مجدد را تنظیم کنید (شماره 5 در تصویر بالا).
- زاویه خمش مجدد را روی 20 درجه تنظیم کنید و با استفاده از کلید پادساعت گرد روی تابلو کنترل، دستگاه را حدود 20 درجه بچرخانید.
- کلیدهای نشانگر به شرح زیر هستند:



**① Count indicator(Red LED)**

- Run mode: Count mode—Indicates count value.
- Timer mode—Indicates time progressing.
- Function setting mode: Indicates function setting mode.

**② Preset value indicator (Yellow-Green LED)**

- Run mode: Indicates preset value.
- Function setting mode: Indicates setting value.

**③ Key Lock:** Lights when setting key lock.

**④ The operation of counter indicator**

**⑤ The operation of timer indicator**

- TMR LED flashes when the timer is operating.
- TMR LED lights when the operating time stops.

**⑥ Check preset value and display change of it**

- PS1 LED lights when checking or changing the setting value1.
- PS2 LED lights when checking or changing the setting value2.

**⑦ Output(OUT1, OUT2) indicator**

- OUT1 lights when output1 is ON.
- OUT2 lights when output2 is ON.

**⑧ Reset key**

- By pressing  key in Run mode, the count value is initialized and output is returned.
- By pressing  key in BATCH counter mode, BATCH count value resets.

**⑨ Mode key**

- By pressing  key for 3sec (parameter setting)/ 5sec (communication) in RUN mode, it moves to function setting mode.
- By pressing  key in function setting mode, select function setting mode. By pressing  key over 3 sec., it moves to Run mode.
- By pressing  key over 1 sec. in function setting checking mode, it moves to Run mode.

**⑩ Set key**

- : To enter into setting value(PS1, PS2) change status and shift digit of setting value(PS1,PS2).
- : To decrease setting value in setting value change mode, change setting value in function setting mode, move down checked value in function setting check mode.
- : To increase setting value in setting value change mode, change setting value in function setting mode, move up checked value in function setting check mode. By pressing  key over 1 sec. in Run mode, enters into function setting check mode.

**⑪ BATCH key**

- By pressing  key in run mode to enters into BATCH counter indication mode.

**⑫ BATCH output indicator(Red LED)**

**⑬ BATCH setting value checking and changing indicator(Yellow-Green LED)**

- Lights when checking and changing BATCH setting value.

## نکات مهم:

- هرگز از دستگاه برای اندازه‌هایی بزرگ‌تر از ظرفیت تعیین شده استفاده نکنید. جدول اندازه‌ها روی بدنه دستگاه با لیزر حک شده است. استفاده نادرست ممکن است به موتور، گیربکس، یاتاقان‌ها و قطعات مکانیکی دستگاه آسیب برساند.
- هنگام تنظیم موقعیت شروع نمونه، خارج کردن پین نگهدارنده از میز چرخان را فراموش نکنید.
- هنگام انجام آزمون، هرگز بستن درپوش محافظ را فراموش نکنید.
- گریس‌کاری یاتاقان‌ها را ماهی یک‌بار انجام دهید.
- برای شروع حرکت نمونه، از کلیدهای دستی با دقت بسیار زیاد استفاده کنید.
- هنگام شروع چرخش مراقب دست خود باشید. هرگز در هنگام چرخش به میز چرخان دست نزنید.
- فقط یک نفر باید با دستگاه کار کند. کار کردن دو نفر با دستگاه، برای فرد دوم که با میز چرخان در تماس است، خطر زیادی ایجاد می‌کند.
- هنگام آزمون یک نمونه، روبه‌روی دستگاه بایستید تا در صورت نیاز به کلید توقف اضطراری دسترسی داشته باشید.
- پس از پایان آزمون، پین‌های نگهدارنده را روی میز چرخان رها نکنید. در صورت بی‌توجهی، وجود پین نگهدارنده می‌تواند به دستگاه آسیب برساند.
- پین نگهدارنده ممکن است با بازوی تکیه‌گاه پشته تماس پیدا کرده و به آن آسیب وارد کند.