

دستورالعمل استفاده از دستگاه ویسکومتر صفحات موازی

**(Parallel Plate Viscometer)**

اندازه‌گیری ویسکوزیته شیشه‌ها به صورت گسترده در تحقیق برای توسعه‌ی کاربرد شیشه‌ها و کنترل فرآیندهای تولید و طراحی مواد شیشه‌ای کاربرد دارد. استاندارد <sup>1</sup>ASTM C-1351M [1] جزئیات روش اندازه‌گیری ویسکوزیته، دقت لازم وسایل اندازه‌گیری و حداکثر مقدار مجاز سیستم اندازه‌گیری را بیان می‌کند.



کنترلر

ریل‌ها

کوره



## شرایط تعریف شده در استاندارد

پروسه تعریف شده در این استاندارد در دو شرایط دمایی، هم‌دما و نرخ دما ثابت به گونه‌ای که از  $5^{\circ} C/min$  تجاوز نکند، می‌باشد. شیوه آزمایش بدین گونه است که در حالی که نمونه بین دو صفحه موازی، تحت بار اعمالی در داخل کوره قرار داده شده است، کوره نرخ مشخص دمایی را اعمال می‌کند و زمانی که شرایط کوره به شرایط مطلوب رسید، تغییرات ضخامت نمونه و همچنین دمای اطراف نمونه در داخل کوره اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. سپس داده‌ها در فرمول زیر قرار گرفته و ویسکوزیته محاسبه می‌شود:

$$\eta = 2\pi \frac{Mg^5}{30V(dh/dt)(2\pi h^3 + V)(1 + \alpha T)}$$

$\eta$  = ویسکوزیته (Pa.s)

M = بار اعمال شده (g)

g = شتاب گرانش ( $980 \text{ cm/s}^2$ )

t = زمان (s)

V = حجم نمونه ( $\text{cm}^3$ )


h = ضخامت نمونه در هر لحظه (cm)

$dh/dt$  = نرخ فشردگی (cm/s)

$\alpha$  = ضریب افزایش طول حرارتی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ( $\text{m/m/}^\circ\text{C}$ )

## تنظیمات کنترلر و کار با نرم افزار JUMO dTRON

قبل از شروع تست باید کنترلر و پارامترهای آن را تنظیم کرد. برای این منظور از نرم افزار JUMO Setup استفاده می کنیم. مراحل تنظیم و قسمت های مختلف این نرم افزار که برای انجام تست لازم هستند در این قسمت توضیح داده خواهد شد.

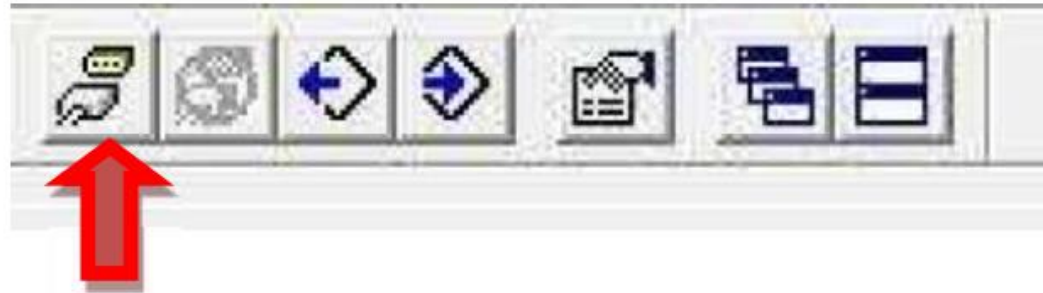
برای این کار ابتدا نرم افزار را که در رایانه با آیکون (  ) مشخص است باز می کنیم.

File info header:  
 Hardware:  
 Analog inputs (InP):  
 Controller (Cntr):  
 Generator (Pro):  
 Limit comparators (LC):  
 Outputs (OutP):  
 Logic functions (binF):  
 Display (diSP)/ Operation:

770.192

| Date | Time | Name | Value |
|------|------|------|-------|
| 1    |      |      |       |

- در این مرحله باید ارتباط بین نرم افزار و کنترلر برقرار شود، برای این منظور در پنجره قسمت بالا بر روی گزینه establish connection که در شکل زیر نشان داده شده است کلیک می کنیم.



شکل ۲-۲۷

توجه: دسترسی به این گزینه، و همچنین گزینه های کنار آن از منوی Data transfer نیز امکان پذیر است. (شکل ۲-۲۸)





شکل ۲-۲۸

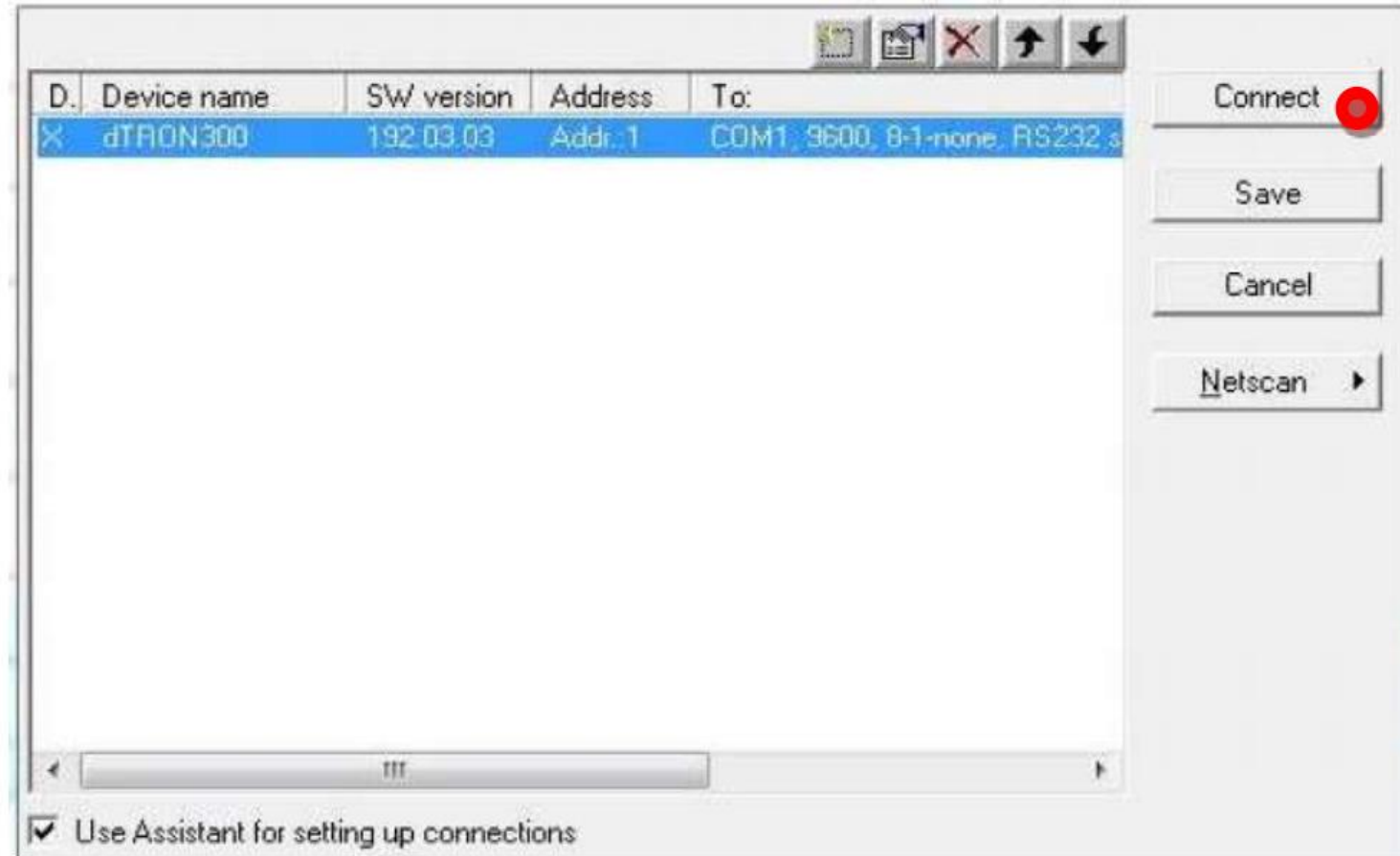


همچنین برای لغو اتصال میتوان از گزینه Break connection (شکل ۲-۲۹) و یا گزینه Disconnect از منوی Data transfer (شکل ۲-۲۸) استفاده کرد.



شکل ۲-۲۹

– پس از فشردن گزینه establish connection، پنجره زیر نمایش داده می شود، که بر روی گزینه Connect کلیک می کنیم:



در این پنجره مشخصات اتصال پورت کنترلر به کامپیوتر مشخص شده است. این اطلاعات شامل نوع پورت (COM RS232)، آدرس پورت (COM1) و Baud rate 9600 و... می باشد.

- برای تنظیم مراحل دمایی از گزینه های سمت چپ، program را انتخاب می کنیم. پس از انتخاب این گزینه جدولی هشت سطری نمایش داده می شود. (شکل ۲-۳۱)

The screenshot shows the JUMO dTRON 304 software interface. On the left, a tree view shows the 'Program' option selected under the 'Program editor' category, indicated by a red arrow. On the right, a table displays the following data:

| Segment | Setpoint | Time (mm:ss) | Control contacts | Parameter set |
|---------|----------|--------------|------------------|---------------|
| 1       | 150.000  | 05:00        | 0                | 1             |
| 2       | 150.000  | 03:00        | 0                | 1             |
| 3       | 400.000  | 05:00        | 0                | 1             |
| 4       | 400.000  | 05:00        | 0                | 1             |
| 5       | 800.000  | 07:00        | 0                | 1             |
| 6       | 800.000  | 10:00        | 0                | 1             |
| 7       | 400.000  | 05:00        | 0                | 2             |
| 8       | 200.000  | 05:00        | 0                | 2             |

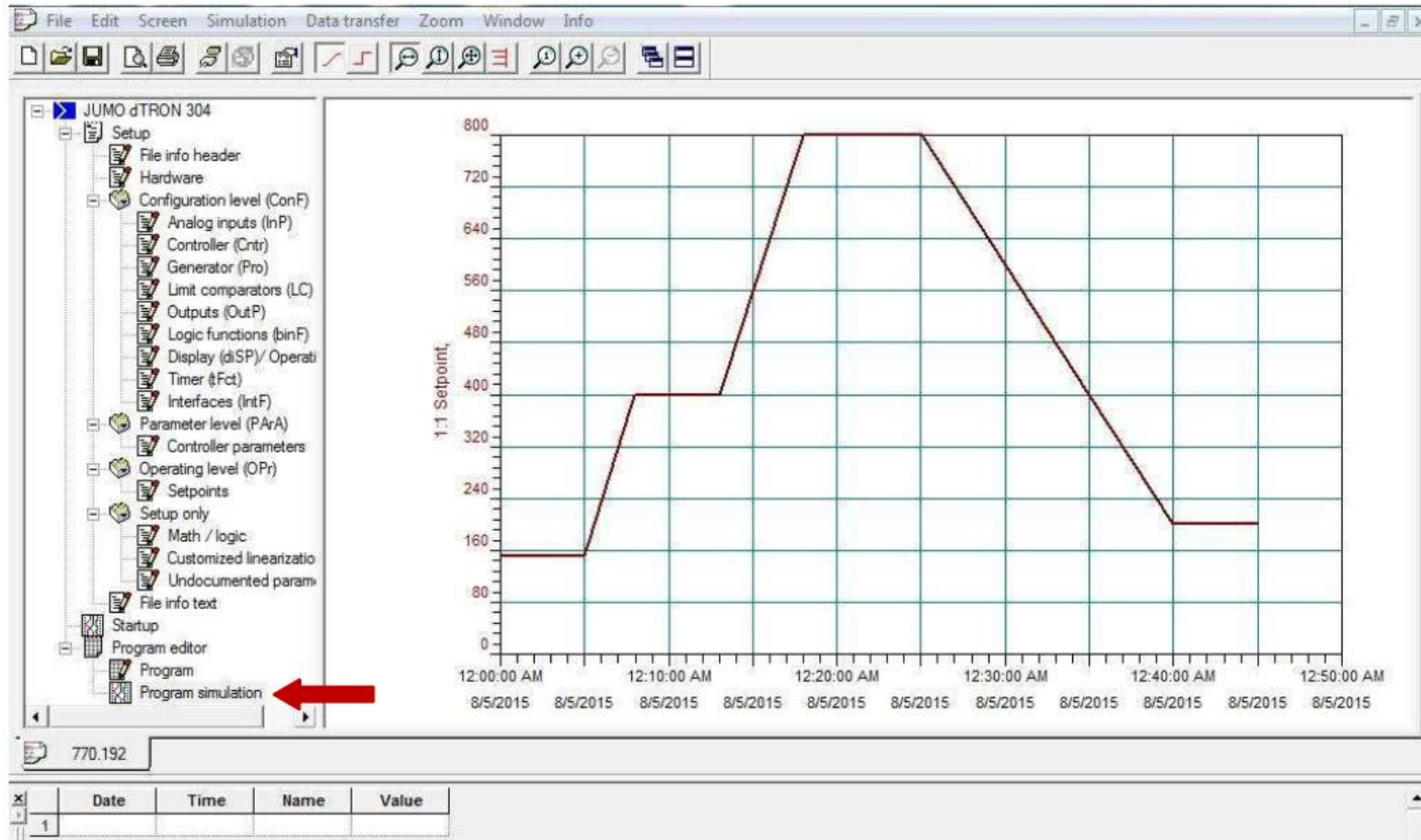
در این مرحله با توجه به نوع آزمایش و نمونه مورد آزمایش جدول را پر می کنیم. در ستون اول دمای آن مرحله مشخص می شود و در ستون دوم زمان رسیدن به آن دما تعیین می شود.

تذکر ۱: بیشینه دمایی که کوره می تواند تحمل کند ۱۱۰۰ درجه سلسیوس است، اما تنظیم دما بیش از ۸۰۰ الی ۸۵۰ درجه توصیه نمی شود.

تذکر ۲: با توجه به این نکته که دماهای نشان داده شده توسط نرم افزار و کنترلر از دو سنسور مختلف در دو محل مختلف کوره می باشد، دمای محاسبه شده توسط آن ها با هم متفاوت است. بنابراین برای تنظیم دماها این نکته را باید در نظر گرفت. برای این منظور دمای بالایی کوره را حدوداً ۱۰۰ الی ۱۵۰ درجه بیش از دمای مورد نیاز خود قرار می دهیم. برای مثال اگر می خواهیم دمای نمونه تا ۶۵۰ درجه بالا برود دمای بالایی کوره را روی ۷۵۰ الی ۸۰۰ می گذاریم.

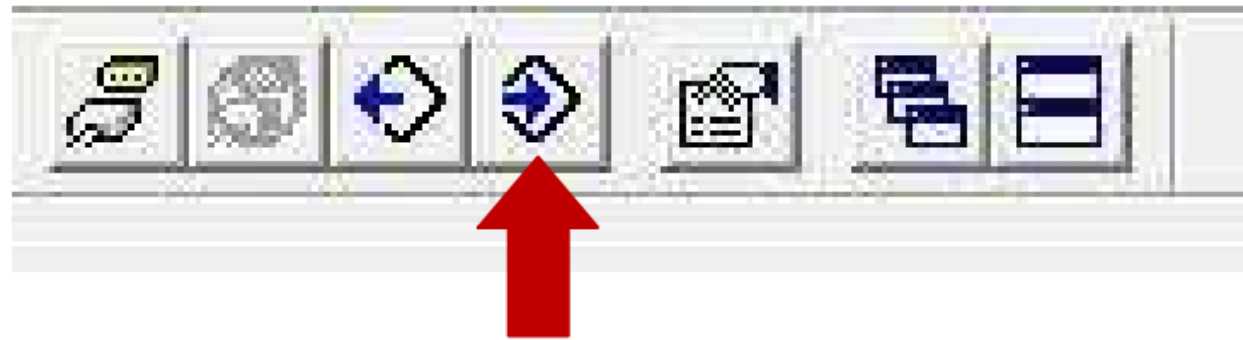
تذکر ۳: در صورتی که دمای دو مرحله پشت سر هم یکسان باشد، کوره به مدت زمان اولین سطر طول می کشد تا به آن دما برسد و به مدت زمان سطر دومی در آن دما می ماند. مانند سطر ۱ و ۲ در شکل (۲-۳۱).

همچنین در قسمت Program simulation میتوان این مراحل دمایی را به صورت شماتیک مشاهده کرد. (شکل ۲-۳۳)



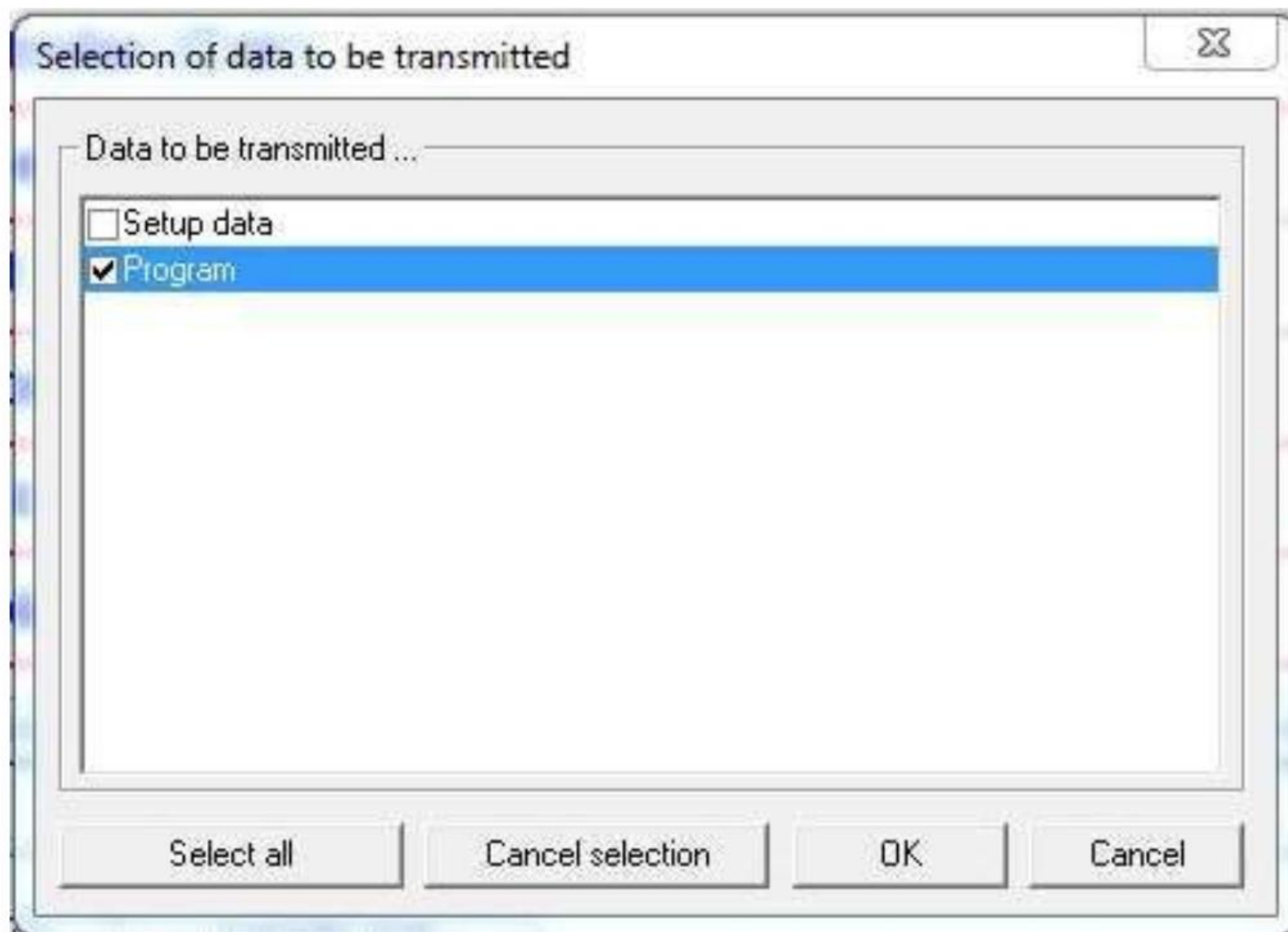


– پس از تکمیل جدول برای ارسال اطلاعات به کنترلر از گزینه Data transfer to device استفاده می کنیم. (شکل ۲-۳۴)



شکل ۲-۳۴

– پس از فشردن این کلید، پنجره زیر نمایان می شود:



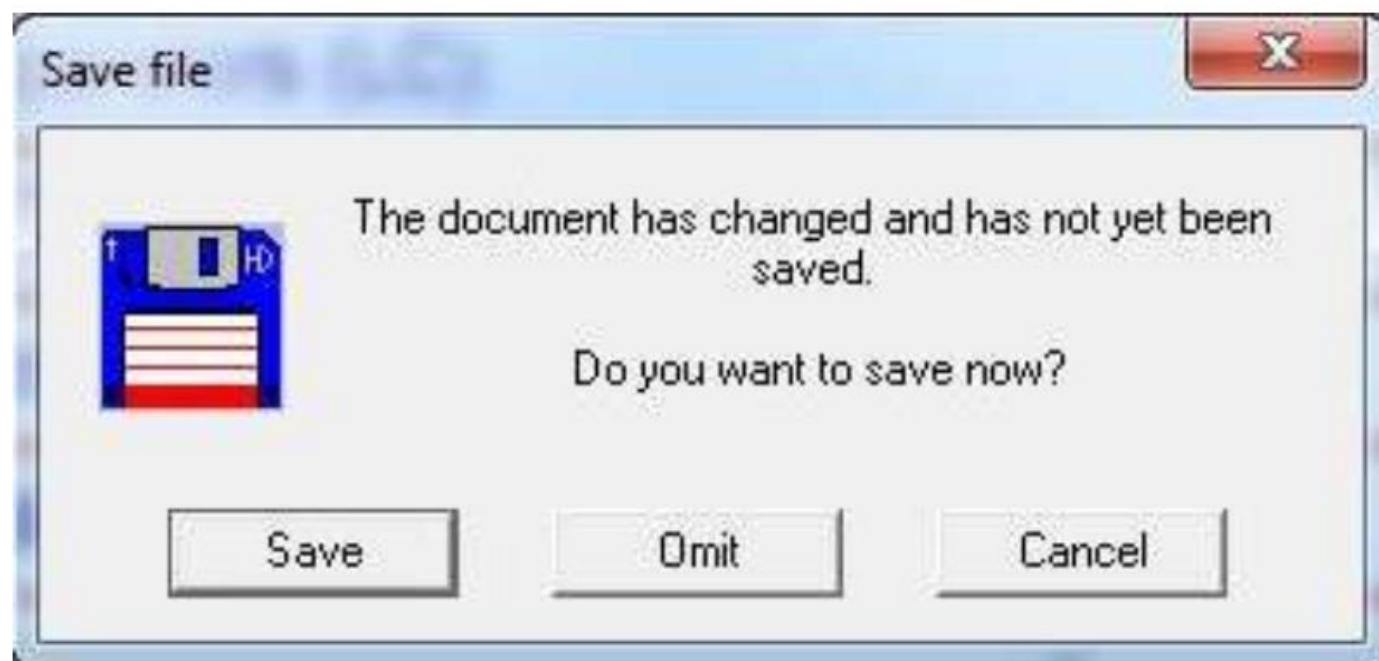


در این پنجره دو گزینه وجود دارد که میتوان یکی یا هر دو را تیک زد و برای ارسال به کنترلر استفاده کرد. گزینه **setup data** برای تنظیمات اصلی کنترلر می باشد که یک بار تنظیم شده و معمولا نیاز به تغییر ندارد. گزینه **program** برنامه دمایی کوره که شامل هشت مرحله می باشد را ارسال می کند. در اینجا چون ما تنها برنامه دمایی را تغییر می دهیم تنها لازم است تیک گزینه دوم زده شود. (مانند شکل ۲-۳۵)

پس از انتخاب آنچه می خواهیم به دستگاه ارسال کنیم، روی گزینه **OK** کلیک می کنیم.

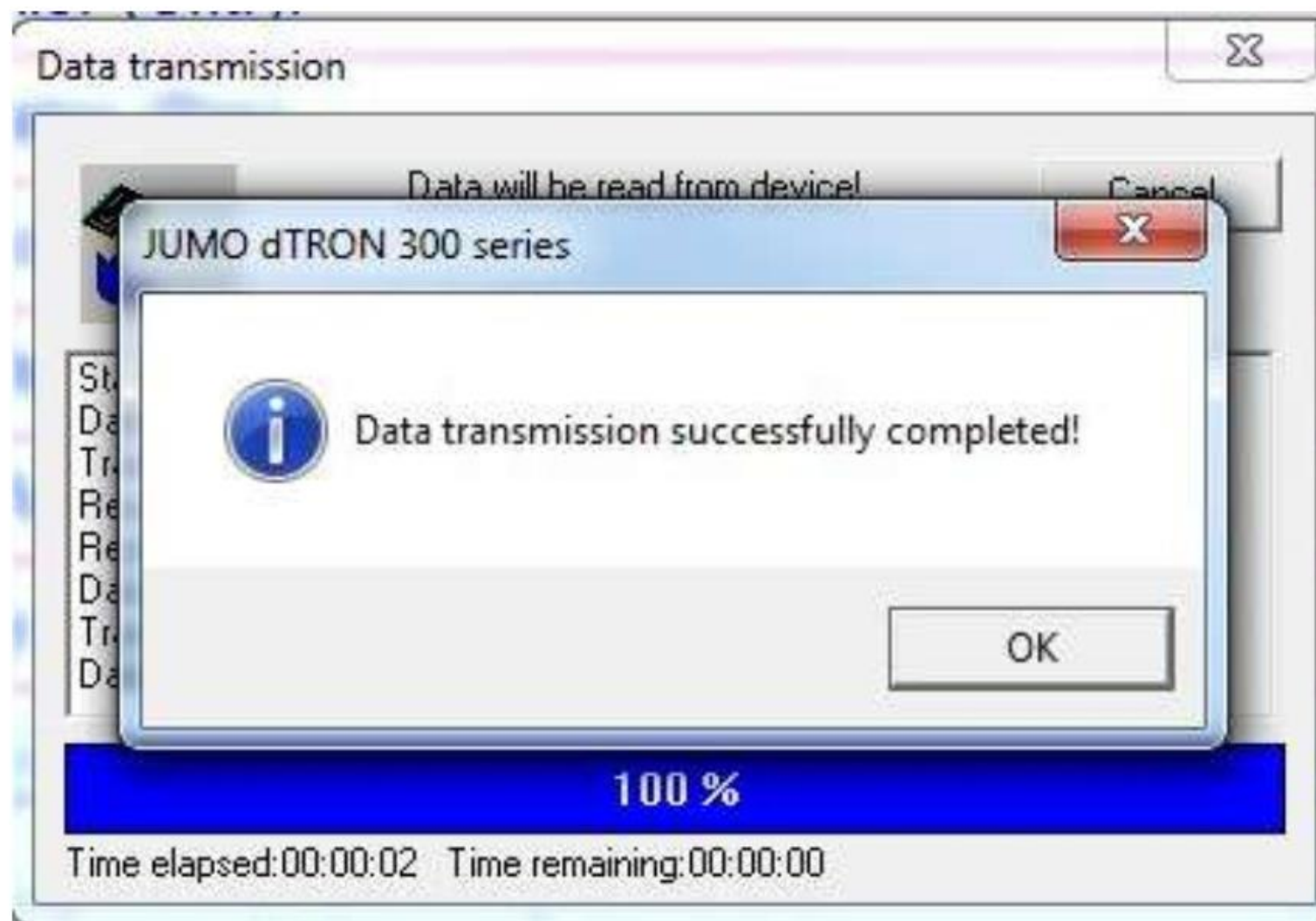
– در این مرحله پنجره ای نمایان می شود (شکل ۲-۳۶). در این جا اگر بخواهیم برنامه ارسالی را در جایی ذخیره کنیم و در صورت نیاز مجدد از آن استفاده کنیم گزینه **Save** و در غیر این صورت گزینه **Omit** را کلیک می کنیم.

در صورت انتخاب گزینه **Cancel** برنامه به کنترلر فرستاده نخواهد شد.



شکل ۲-۳۶

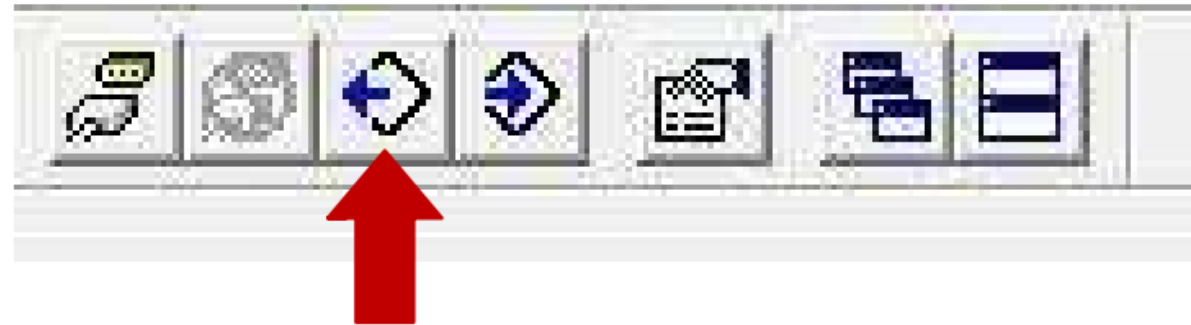
در صورت ارسال درست اطلاعات پنجره زیر نمایان می شود:



شکل ۲-۳۷

تذکر : با یک بار تنظیم کنترلر، این تنظیمات تا زمانی که مجددا آن را تغییر دهیم باقی خواهند ماند. پس تنها در صورتی انجام مرحله فوق لازم است که مراحل دمایی کنترلر، نسبت به تست قبل نیاز به تغییر داشته باشند.

در صورتی که بخواهیم برنامه ذخیره شده در کنترلر را مشاهده کنیم، گزینه `Data transfer from device`، (شکل ۲-۳۸) را کلیک کرده و تمامی مراحل را مشابه حالت ارسال به دستگاه (`Data transfer to device`) همانطور که گفته شد انجام می دهیم. پس از این مراحل مجددا به قسمت `program` رفته و برنامه را مشاهده می کنیم.



شکل ۲-۳۸

- هنگامی که ارتباط بین کنترلر و نرم افزار برقرار می شود جدولی در قسمت پایین سمت چپ نرم افزار ظاهر می شود که در هنگام تست و شروع به کار کنترلر و کوره، اطلاعاتی به ما می دهد. (شکل ۲-۳۹)

|   | Date      | Time       | Name                    | Value          |
|---|-----------|------------|-------------------------|----------------|
| 1 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Controller status       | Automatic mode |
| 2 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Program status          | Automatic      |
| 3 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Segment No.             | 1              |
| 4 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Program run time        | 00:01:24       |
| 5 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Remaining program time  | 00:43:36       |
| 6 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Sampling cycle time     | 250 ms         |
| 7 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Process value           | 22.258         |
| 8 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Current setpoint        | 150.000        |
| 9 | 8/29/2015 | 1:18:49 PM | Controller output level | 58.442         |

سطر ۳ (Segment No.): در این قسمت، مرحله دمایی که کوره در آن قرار دارد (از هشت مرحله شکل ۲-۳۱) نشان داده می شود. (در حین تست گرفتن)

سطر ۴ (Remaining run time) : زمان گذشته از شروع کار کوره.

سطر ۵ (Remaining program time) : زمان باقیمانده تا پایان برنامه دمایی که به کنترلر داده شده است.

سطر ۷ (Process value): مقداری که سنسور دمایی داخلی کوره نشان می دهد (دمایی که نمایشگر کنترلر نشان می دهد).

سطر ۸ (Current setpoint) : دمایی که در آن مرحله، کوره در حال رسیدن به آن و یا ماندن در آن دما می باشد.

سطر ۹ (Controller output level) : درصدی از توان کوره که در آن لحظه برای گرم کردن کوره استفاده می شود. [4]