

# دستورالعمل استفاده از دستگاه الکتروریس دارای 2 پمپ متقارن

Labscale Electrospinning Unit (Electroris)

Model: ES2000



2014

## فهرست عناوین

صفحه	عنوان
3.....	فصل 1- مقدمه
3.....	1-1-1- دستگاه آزمایشگاهی الکتروریسی
4.....	1-1-1-1- قابلیت‌ها و مشخصات
6.....	1-1-2- مزایای استفاده از دستگاه الکتروریس
9.....	1-1-3- بسته تحویلی
9.....	1-2- گارانتی و خدمات پس از فروش
10.....	فصل 2- ایمنی
10.....	1-2- خطر برق گرفتگی:
10.....	2-2- خطر پاشیدن محلولهای پلیمری:
11.....	فصل 3- نصب و راه‌اندازی
11.....	1-3- نصب فیزیکی دستگاه
12.....	2-3- راه‌اندازی دستگاه
12.....	3-1-2- روشن کردن دستگاه
13.....	فصل 4- عملکرد دستگاه
13.....	1-4- سیستم کلی دستگاه الکتروریس:
14.....	1-1-4- سیستم تزریق محلول:
14.....	2-1-4- سیستم تامین اختلاف پتانسیل ولتاژ بالا:
14.....	3-1-4- سیستم جمع‌کننده نانوالیاف (کالکتور):
15.....	4-1-4- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:
15.....	5-1-4- سیستم روبش نازل‌ها:

- 15 ..... 4-1-6- سیستم کنترل دمای محفظه:
- 16 ..... 4-2- واسط فیزیکی
- 16 ..... 4-2-1- پانل دستگاه
- 16 ..... 4-2-2- صفحه نمایشگر:
- 17 ..... 4-3- پمپ سرنگی:
- 21 ..... 4-4- سیستم رویش نازلها:
- 21 ..... 4-5- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:
- 22 ..... 4-6- سیستم تنظیم سرعت چرخش درام:
- 25 ..... 4-7- تنظیم دمای داخل محفظه:
- 27 ..... 4-8- روشنایی داخل محفظه:
- 27 ..... 4-9- سیستم تامین اختلاف پتانسیل:
- 29 ..... فصل 5- نگهداری
- 29 ..... 5-1- اقدامات ایمنی و نحوه نگهداری از سیستم:
- 29 ..... 5-2- بررسی های قبل از روشن نمودن دستگاه الکتروریس
- 29 ..... 5-2-1- بررسی سیستم اتصال به زمین (ارت)
- 30 ..... 5-2-2- بررسی اتصال کابل "ولتاژ بالا"
- 30 ..... 5-2-3- اطمینان از خاموش بودن منبع تامین اختلاف پتانسیل
- 31 ..... فصل 6- عیب یابی
- 31 ..... 6-1- عیب یابی
- 34 ..... فصل 7- سفارش
- 34 ..... 7-1- تولید سفارشی
- 34 ..... 7-2- نحوه سفارش

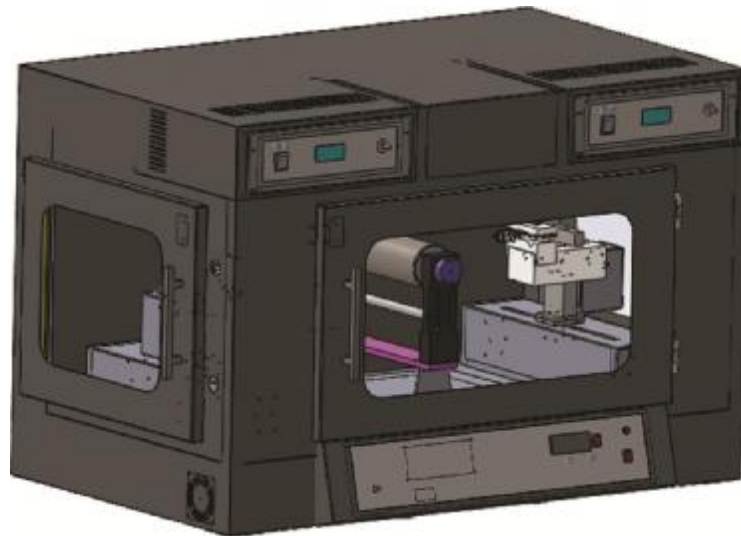
## فصل 1- مقدمه

### 1-1- دستگاه آزمایشگاهی الکتروریسی

نانوالیاف پلیمری به دلیل کاربردهای فراوان و ویژگی‌های خاصی که در این ابعاد پیدا می‌کنند، مورد توجه صنایع مختلف قرار گرفته‌اند. از جمله این کاربردها می‌توان کاربردهای پزشکی و تصفیه را نام برد. از این رو تولید نانوالیاف پلیمری با استفاده از یک روش نسبتاً ساده اما کارآمد، بسیار مفید خواهد بود. امروزه نانوالیاف پلیمری به دلیل کاربردهای فراوان بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند از جمله کاربردهای مختلف نانو الیاف می‌توان به کاربرد آنها در زمینه‌های فیلترهای غشایی، لباس‌های محافظ، تجهیزات الکترونیکی و نوری، کاربردهای بیوپزشکی و کامپوزیت‌های تقویت‌شده اشاره کرد. الکتروریسندگی (ES) روشی برای تولید نانوالیاف از طریق اعمال میدان الکتریکی بر یک جت سیال پاشیده شده است. این مواد دارای خواص مکانیکی، الکتریکی و بیولوژیکی بهبود یافته می‌باشند که می‌توان آن را متأثر از مساحت سطحی بالا و بهبود ساختار الیاف دانست.

دستگاه الکتروریس دارای قابلیت‌های ارتقا یافته در مقایسه با مشابه‌های خارجی برای تحقیقات آزمایشگاهی بر روی نانوالیاف پلیمری است. این دستگاه قابلیت کنترل همه پارامترها توسط پانل و صفحه نمایشگر دیجیتالی را دارد. این دستگاه همچنین دارای سیستم تامین کننده اختلاف ولتاژ قابل کنترل از صفر تا 35 کیلو ولت با نمایشگر دیجیتالی ولتاژ، است. این دستگاه برخلاف سایر دستگاه‌های الکتروریسی، از اندازه و وزن کمتری برخوردار است و امکان استقرار آن در آزمایشگاه به راحتی میسر است. با توجه به طول و قطر درام امکان جمع آوری نمدهای نانوفیبری یکنواختی با ابعاد  $25 \times 30$  مترمربع مهیا خواهد شد.

این دستگاه دارای ثبت اختراع بین المللی در اداره پتنت آمریکا (USPTO) می‌باشد.



شکل 1-1) دستگاه الکتروریس 2 پمپ

#### 1-1-1- قابلیت‌ها و مشخصات

##### ن انعطاف پذیری

- توسط این دستگاه مشخصات مختلف نانوالیاف از جمله تخلخل، شکل، قطر، ضخامت، آرایش‌یافتگی و توانایی گره دارشدن می‌تواند کنترل شود.
- فرایند آسان و مقرون به صرفه است.
- با توجه به سرعت بالای چرخش درام تولید نانوالیاف آرایش یافته و موازی به خصوص با استفاده از درام جمع کن سیمی میسر است.
- بسیاری از انواع پلیمرها از جمله پلیمرهای مصنوعی، طبیعی و زیست تخریب‌پذیر و/یا پلیمر/کامپوزیت توسط این دستگاه می‌تواند به نانوالیاف تبدیل شوند.

##### ن نرم افزار مخصوص

- پارامترهای الکتروریسی می‌توانند به راحتی توسط کامپیوتر با استفاده از نرم‌افزار مخصوص کنترل شوند. (سفارشی)

##### ن برق ورودی دستگاه

- 220 ولت، تک فاز، 50-60 هرتز – حداکثر 6 آمپر

**ن پمپ سرنگی**

- تعداد 2 پمپ سرنگ در دو طرف درام
- تعداد سرنگ قابل نصب هر پمپ: حداکثر 2 سرنگ (سفارشی تا 10 سرنگ)
- کنترل نرخ تزریق محلول پلیمری (10 میکرولیتر تا 100 میلی لیتر در ساعت)
- دو حالت تزریق: تزریق ممتد یا تزریق به میزان حجم تعیین شده
- تزریق یکنواخت محلول با استفاده از درایور و موتور با دقت بالا
- تنظیم محل صفحه فشاردهنده سرنگ: امکان تنظیم سریع پدال با استفاده از دو کلید راست و چپ روی پانل

**ن سیستم روبش نازلها**

- کنترل سرعت روبش (حرکت رفت و برگشت) نازل (0-2500 میلی متر در دقیقه)
- کنترل نقطه شروع و پایان روبش (0-30 سانتی متر)
- حرکت مشابه دو پمپ در دو طرف درام

**ن جمع کننده (کالکتور)**

- درام چرخان با سرعت قابل کنترل سرعت چرخش
- کنترل فاصله الکتروریسی (20-5 سانتیمتر)
- سرعت چرخش: دور کم (تا 200) و دور بالا (تا 3000 دور در دقیقه)
- جنس: استیل
- قطر: 8 سانتی متر
- جمع کن صفحه ای از جنس آلومینیوم (قابل تعویض و سفارشی)
- جمع کن سیمی از جنس استیل (قابل تعویض و سفارشی)
- دارای ولتاژ منفی تا 20- کیلوولت (سفارشی)

**ن منبع تامین اختلاف پتانسیل (ولتاژ بالا)**

- دارای 2 دستگاه تامین اختلاف پتانسیل 35 کیلوولت
- نمایشگر دیجیتال ولتاژ با دقت 0/1 کیلوولت
- نمایشگر دیجیتال جریان مصرفی با دقت 1 میکروآمپر (سفارشی)

**ن سیستم گرمایش**

- کنترل دمای محیط الکتروریسی (دمای محیط تا 45 درجه سانتی گراد)

**ن تهویه**

- خروج حلال از محفظه توسط فن با امکان برنامه‌ریزی مدت کارکرد

**ن سیستم کنترل و پانل:**

- استفاده از نمایشگر بزرگ 4 سطری به همراه 20 سوئیچ باعث کنترل آسان سیستم و نمایش کلیه اطلاعات ضروری عملکرد دستگاه شده است.
- تعبیه کلیدهای عملیاتی در کنار 4 سطر نمایشگر باعث عدم نیاز به منوهای تو در تو شده و بنابراین به راحتی با فشار حداکثر چند کلید، دستگاه تنظیم شده و شروع بکار خواهد کرد.

**ن حافظه دائمی**

- آخرین تنظیمات در حافظه دائمی دستگاه ذخیره خواهد شد.

**ن ایمنی**

- دارای 3 سوئیچ جهت قطع ولتاژ هنگام باز شدن درب‌های دستگاه

**ن محفظه**

- فلزی با 3 درب جهت دسترسی آسان به کلیه بخشهای دستگاه

**ن ابعاد**

- 120\*70\*70 سانتی متر

**ن وزن**

- حدود 120 کیلوگرم

**1-1-2- مزایای استفاده از دستگاه الکتروریس****پارامترهایی موثر در الکتروریسندگی پلیمرها:**

پارامترهایی که در اثر تبدیل محلولهای پلیمری به نانوفیبرها از طریق الکتروریسندگی مؤثر هستند و مورفولوژی سطح نانوفیبر و قطر و سایر مشخصات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند را می‌توان به دو دسته پارامترهای مرتبط با محلول پلیمری و پارامترهای فرایندی تقسیم کرد. پارامترهای مرتبط با محلول پلیمری عبارتند از: ویسکوزیته، الاستیسیته، هدایت، کشش سطحی، غلظت، دمای محلول، ثابت دی‌الکتریک، فراریت حلال، دانسیته بار خالص، اثر افزایش نمک، وزن مولکولی پلیمر و ... از جمله پارامترهای فرایندی می‌توان به ولتاژ اعمال شده، میزان رطوبت محیط، سرعت هوا در اتاقک الکتروریسندگی، پتانسیل الکتریکی در نوک لوله موئن، دمای محیط، فاصله بین

نوک لوله با صفحه جمع کننده، نوع صفحه جمع کننده، سرعت خروج محلول از نازل، سرعت چرخش جمع کننده، سرعت روبش نازل ها و... اشاره کرد. توانائی لیف شدن انواع پلیمرها تحت تأثیر هر کدام از پارامترهای نامبرده قرار می گیرد بطوریکه اگر شرایط بهینه ایجاد نشود هیچ نوع لیفی بدست نمی آید یا الیاف بدست آمده از نظر مورفولوژی نابهنجار خواهند بود. در زیر بطور مختصر پارامترهای مهم فرایندی بررسی می شوند:

#### فاصله بین نوک نازل تا جمع کننده:

فاصله بین نوک نازل تا هدف (وسیله جمع کننده) را فاصله کاری یا فاصله الکتروریسی می گویند که تنظیم این فاصله نیز نقش مهمی را در تولید الیاف دارد. تغییر این فاصله روی مورفولوژی الیاف تشکیل شده مؤثر است. افزایش فاصله منجر به کاهش دانسیته بار در هر سانتی متر از میدان می گردد.

#### سرعت جریان جت:

عموماً زمان لازم برای حرکت محلول پلیمری (جت) از نازل به سمت جمع کننده و تشکیل الیاف جامد کمتر از یک دهم ثانیه است. طبق بررسی انجام شده بر روی محلول *PS*، تغییر سرعت پمپ و از اینرو سرعت جریان محلول بر روی اندازه فیبر و مورفولوژی سطح آن مؤثر است. از آنجا که در این فرایند، سرعت تزریق محلول باید بسیار آرام باشد معمولاً در مطالعات و تحقیقات از دستگاه پمپ سرنگی استفاده می شود؛ زمانی که سرعت جریان  $1/0 \text{ ml/min}$  و بیشتر می شود تشکیل گره مشاهده می شود، اندازه آنها از  $5\text{-}\mu\text{m}20$  افزایش یافته و در سطح آن منافذ در مقیاس نانو تشکیل می شود. اندازه این منافذ از  $90\text{-}\mu\text{m}150$  با افزایش فلوی جریان افزایش می یابد.

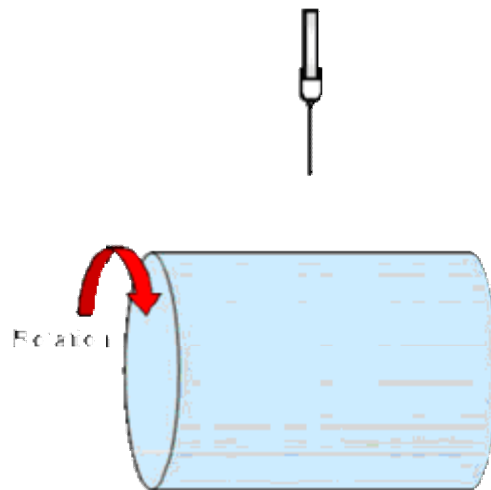
#### تهیه نانوالیاف یکنواخت:

بطور کلی برای اینکه بتوانیم یک نتیجه مطلوب و دلخواه را از فرآیند الکتروریسندگی بدست آوریم (نانوالیاف یکنواخت) هر کدام از این پارامترهای مهم را با در نظر گرفتن شرایط آزمایش و نوع محلول پلیمری باید بررسی کنیم و با تغییر دادن هر کدام از این پارامترها و سایر پارامترهایی که از اهمیت کمتری برخوردار هستند، بتوانیم شرایط آزمایش را بهینه کنیم. لازم به یادآوری است که هر کدام از این پارامترها برای هر آزمایشی متغیر بوده و برای هر آزمایش (محلول پلیمری) باید مقدار بهینه آنها را بدست آوریم.



## استفاده از جمع کننده چرخان:

از جمله روشهای مناسب جهت یکنواختی نانوفیبرهای پلیمری استفاده از جمع کننده چرخان می باشد که در شکل به صورت شماتیک نشان داده شده است. از جمله مزایای این روش راحتی ساخت دستگاه، امکان دستیابی به یکنواختی بالا و امکان تنظیم میزان آرایش نانوفیبرها با تنظیم سرعت چرخش درام می باشد. البته در کنار این موضوع معایب آن نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد که مهمترین آنها عدم امکان پوشش دهی به صورت پیوسته است. از جمله معایب دیگر این روش امکان پارگی نانوفیبرها در سرعت چرخش بالا می باشد که باعث محدودیت سرعت چرخش می گردد. بنابراین سرعت چرخش درام از جمله مهمترین پارامترها در این روش می باشد.



## استفاده از چند نازل:

در روش الکتروریسندگی امکان استفاده از چند نازل به جای یک نازل وجود دارد که باعث کاهش قابل توجه زمان تولید نانوفیبرها می گردد. باید توجه شود که طرز چیدمان نازلها در این روش بسیار مهم می باشد و نازلها بایستی به نحوی مرتب شوند که با همدیگر برهمکنش نداشته باشند. علاوه بر این، کنترل سرعت باید به نحوی انجام گیرد که سرعت تزریق محلول در تمام نازلها یکسان باشد. به همین دلیل، جهت بهینه سازی اولیه پارامترها، استفاده از یک نازل ترجیح داده می شود تا اثر برهمکنش جت های پلیمری بر هم از بین برود.



**اثر روبش نازل:**

برای دستیابی به مت یکنواخت، لازم است نازل یا نازلها نیز حرکت رفت و برگشت یکنواختی داشته باشند تا از انباشتگی نانوفیبرها در یک منطقه از درام جلوگیری گردد. میزان سرعت رفت و برگشت نازل نیز تاثیر زیادی بر نحوه آرایش نانوفیبرها و خواص فیلتر خواهد داشت. بنابراین بررسی میزان تاثیر سرعت نازل بر خواص نانوفیبرها و بهینه سازی آن باید مورد توجه قرار گیرد.

**تشکیل نانوفیبر روی جمع کننده:**

زمانی که بین نازل و درام به عنوان جمع کننده میدان الکتریکی اعمال می گردد، فرآیند الکتروریسی انجام می گیرد. قطره تشکیل شده در نوک نازل به وسیله میدان الکتریکی اعمال شده به شکل مخروط تبدیل می شود. وقتی که ولتاژ اعمال شده به مقدار حد آستانه می رسد، نیروی الکترواستاتیکی در سطح مخروط به کشش سطحی قطره غلبه کرده و یک جت از مخروط پرتاب خواهد شد. این مخروط به نام مخروط تیلور (Taylor) نامیده می شود که برای سیستم های پلیمر - حلال معین، انشعاب جت به رشته های یکنواخت قابل مشاهده است. سپس جت به درام جمع کننده برخورد کرده و روی آن انباشته می شود.

**1-1-3- بسته تحویلی**

ü کابل پاور

ü کابل ارت

ü کاتالوگ و راهنمای دستگاه

ü سرنگ در 2 اندازه

ü فیوز

ü محلول پلیمری

**1-2- گارانتی و خدمات پس از فروش**

گارانتی دستگاه های تحویلی، شامل یک سال گارانتی و پنج سال خدمات پس از فروش است.

## فصل 2- ایمنی

### ۱-۲- خطر برق گرفتگی:

استفاده نادرست از دستگاه تامین اختلاف پتانسیل می تواند خطر برق گرفتگی و مرگ داشته باشد. قبل از شروع کار با دستگاه تامین اختلاف پتانسیل کلیه تمهیدات ایمنی در نظر گرفته شود. کلیه اتصالات، بخصوص سیستم ارت را بررسی نموده و از صحت آنها مطمئن شوید. دستگاه الکتروریس با سیستم ولتاژ بالا در حدود 35 کیلوولت کار می کند که این ولتاژ می تواند این ولتاژ را از چند سانتی متری به هر نقطه رسانایی از جمله بدن انسان تخلیه نماید بنابراین در صورت روشن بودن منبع ولتاژ بالا هرگز درب دستگاه را باز ننمایید و هرگز کابل ولتاژ بالا را به غیر از نازل به محل دیگری متصل نکنید.

### رعایت نکات ایمنی برای شما و همکارانتان از مسوولیت های شماست.

### 2-2- خطر پاشیدن محلولهای پلیمری:

محلول داخل سرنگ (به خصوص هنگام استفاده از سرنازلهای با قطر کم) تحت فشار می باشد، که می تواند منجر به خروج نازل از محل اتصال به نازل و پاشیدن محلول پلیمری به اطراف شود. در هنگام استفاده جهت جلوگیری از پاشیده شدن محلول پلیمری به صورت، حتماً درب های دستگاه بسته باشد یا در غیر اینصورت از عینک و محافظ صورت استفاده نمایید.

### فصل 3- نصب و راه اندازی

#### 3-1- نصب فیزیکی دستگاه

لطفا قبل از نصب فیزیکی دستگاه، دفترچه راهنما را به دقت مطالعه فرمایید. قبل از نصب دستگاه باید توجه داشته باشید که محیط مناسب برای کار با دستگاه الکتروفورز موئینه، باید دارای شرایط زیر باشد:

1- سطح محکم، تمیز و خشک

2- شرایط مناسب زیست محیطی

3- تهویه مناسب

مراحل نصب دستگاه به صورت زیر است:

1- اتصال کابل پاور به منبع ولتاژ (پریز برق) و ورودی ولتاژ دستگاه

2- اتصال کابل ارت

3- روشن کردن دستگاه با استفاده از کلید تعبیه شده در پشت دستگاه

4- روشن کردن کلید مشکی سمت راست دستگاه

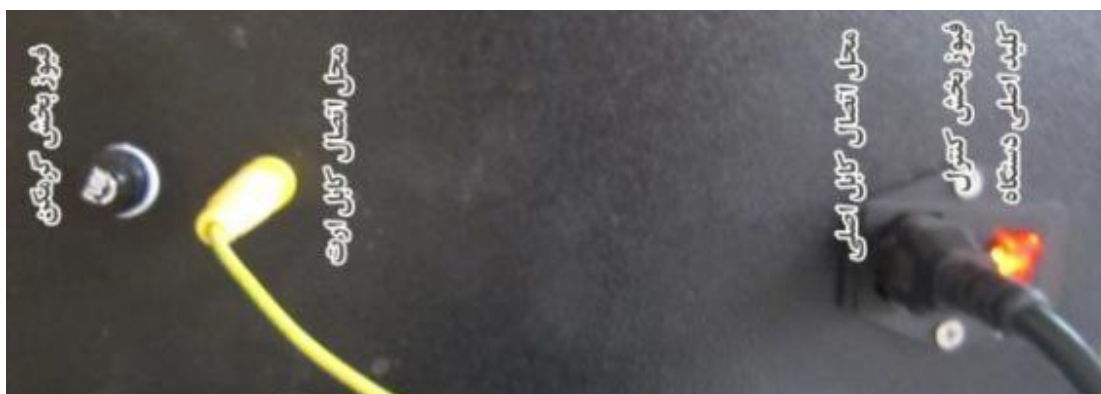
اگر مراحل به درستی انجام پذیرد، نمایشگر دستگاه روشن شده مدل دستگاه را به مدت 3 ثانیه نمایش خواهد

داد.

## 2-3- راه اندازی دستگاه

## 3-2-1- روشن کردن دستگاه

ابتدا کابل را به پشت دستگاه متصل نمایید. جهت روشن شدن دستگاه لازم است کلید پشت آن در حالت On قرار گیرد که در اینصورت لامپ موجود در کلید روشن خواهد شد. پس از روشن کردن دستگاه، نمایشگر جلوی دستگاه آدرس سایت اینترنتی شرکت فناوران نانومقیاس و مدل دستگاه را به مدت 3 ثانیه نمایش خواهد داد.



نمای پشت دستگاه الکتروریس



نمای سمت راست دستگاه الکتروریس

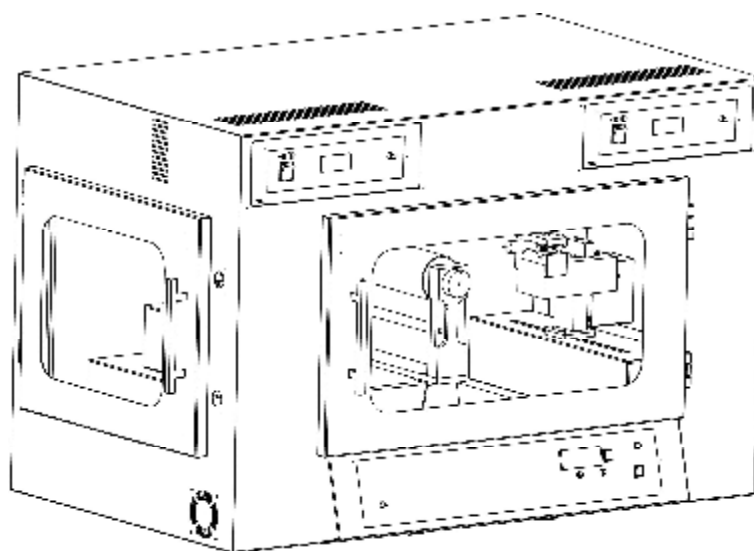
Fnm.ir  
Electronis

نمایشگر دستگاه الکتروریس هنگام روشن شدن دستگاه

#### فصل 4- عملکرد دستگاه

##### 4-1- سیستم کلی دستگاه الکتروریس:

همانطور که از سیستم الکتروریسی در شکل زیر مشخص است چهار مجموعه در این دستگاه حائز اهمیت است که عبارتند از: سیستم تزریق محلول، سیستم تامین اختلاف پتانسیل ولتاژ بالا، سیستم جمع کننده نانوالیاف (کالکتور) و سیستم نازل.



نمای کلی دستگاه الکتروریس: سیستم ولتاژ بالا (2 عدد)، درام جمع کننده، بخش کنترل، پمپ سرنگ (2 عدد)

## 4-1-1- سیستم تزریق محلول:

از آنجا که در این فرایند، سرعت تزریق محلول باید بسیار آرام باشد معمولاً در مطالعات و تحقیقات از دستگاه پمپ سرنگی استفاده می‌شود؛ سیستم بکار رفته در این دستگاه پمپ سرنگ محصول شرکت فناوران نانومقیاس است که می‌تواند با دقت 10 میکرولیتر بر ساعت تزریق محلول انجام دهد. از آنجا که سرعت تزریق در فرایند الکتروریسی مهم است صحت و دقت آزمایشات را از این نظر تضمین خواهد کرد. دستگاه فوق دارای 2 پمپ در 2 طرف درام می‌باشد که با توجه به 2 پمپ مستقل و 2 منبع ولتاژ بالای مستقل امکان تهیه نانوالیاف مختلف با شرایط متفاوت الکتروریسی (سرعت تزریق، ولتاژ، نوع و غلظت، فاصله الکتروریسی مختلف) در روی درام میسر خواهد شد.

## 4-1-2- سیستم تامین اختلاف پتانسیل ولتاژ بالا:

دستگاه تولید کننده ولتاژ بالا (*High Voltage Power Supply*) با حداکثر ولتاژ 35 کیلوولت، ساخت شرکت فناوران نانومقیاس است. بیش از حدود 95 درصد پژوهشهای الکتروریسی در ولتاژ زیر 35 کیلوولت انجام می‌گیرد، بنابراین جهت جلوگیری از افزایش بی دلیل هزینه ساخت دستگاه الکتروریس، این سیستم جهت بکارگیری در دستگاه انتخاب شده است. (در موارد خاص امکان طراحی سیستم ولتاژ بالا به میزان مورد نیاز کاربر وجود دارد).

## 4-1-3- سیستم جمع کننده نانوالیاف (کالکتور):

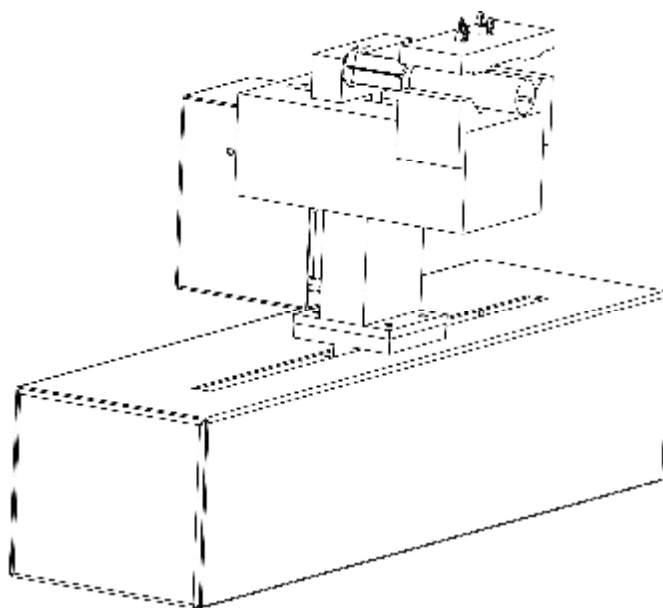
سیستم جمع کننده در این آزمایشات یک درام استیل با قطر 8 و طول 35 سانتی متر می‌باشد که به زمین متصل شده است. در صورت استفاده از فویل آلومینیم باید با دقت و بسیار صاف بر روی درام قرار گیرد تا میدان یکنواختی بین نازل و جمع کننده برقرار گردد. ضمن اینکه عدم اتصال مناسب میتواند باعث جدا شدن فویل و برخورد آن به نازل دارای ولتاژ بالا گردد. بنابراین فویل بایستی طوری به درام چسبانده شود که علی الخصوص در دوره‌های بالای درام از آن جدا نشود. درام به موتور با امکان تنظیم دور متصل گردیده است که قادر است آنرا را با سرعت دلخواه بچرخاند. جهت تولید نانوالیاف موازی بایستی از سرعت چرخش درام بالاتر از 2000 دور در دقیقه استفاده نمود ولی استفاده از درام سیمی سرعت بالا می‌تواند نتایج بهتری را حاصل نماید.

## 4-1-4- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:

در دستگاه الکتروریس فاصله الکتروریسی (فاصله نوک نازل تا صفحه جمع کننده) به راحتی توسط نرم افزار قابل کنترل است. نرم افزار طوری طراحی شده است که با فشردن دکمه *START* ابتدا این فاصله را تنظیم می نماید. این فاصله معمولاً بین 5 تا 20 سانتی متر می باشد که با توجه به ولتاژ اعمال شده، غلظت محلول، کشش سطحی و ... مقدار بهینه آن متغیر است.

## 4-1-5- سیستم روبش نازل ها:

همانطور که گفته شد، برای دستیابی به مت یکنواخت، لازم است نازل یا نازلها حرکت رفت و برگشت یکنواختی داشته باشند تا از انباشتگی نانوفیبرها در یک منطقه از درام جلوگیری گردد. در این دستگاه امکان روبش هر نقطه از درام از 0 تا 30 سانتی متر با سرعت دلخواه میسر شده است. جهت عدم حرکت نازل کافیسیت ابتدا و انتهای نقطه اسکن یک عدد ثابت وارد نمود، در آن صورت نازل به نقطه مورد نظر رفته و بی حرکت خواهد ماند.



## 4-1-6- سیستم کنترل دمای محفظه:

در برخی کاربردها نیازمند آن هستیم که محفظه دمای خاصی داشته باشد تا بتوان عملیات پوشش دهی نانوالیاف به خوبی انجام پذیرد. به این منظور در این دستگاه یک سیستم گرمایش تعبیه شده است که می تواند دمای محیط الکتروریسی را تا 45 درجه سانتی گراد کنترل نماید.

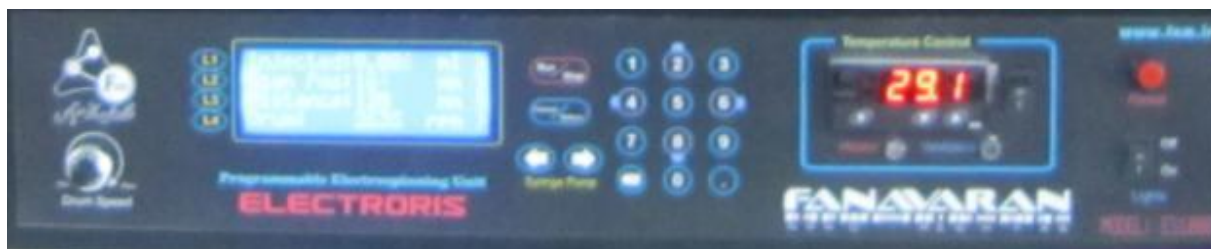


## 2-4- واسط فیزیکی

واسط فیزیکی این دستگاه شامل پانل و صفحه نمایش است که ارتباط کاربر با برخی از بخش‌های دستگاه، میسر می‌سازند.

## 1-2-4- پانل دستگاه

پانل دستگاه الکتروریس، در شکل زیر نشان داده شده‌اند. این پانل‌ها مجهز به 20 کلید فشاری و یک صفحه نمایشگر، ولوم 10 دور کنترل سرعت چرخش درام، سیستم کنترل دمای محفظه به همراه کلید روشن و خاموش کنترل دمایی، 2 دیود نورافشان آبی و قرمز رنگ، کلید ریست و کلید لامپ داخل دستگاه می‌باشد.



پانل دستگاه الکتروریس

## 2-2-4- صفحه نمایشگر:

صفحه نمایش الکتروریس، یک نمایشگر کاراکتری 20\*4 می‌باشد. هنگام روشن کردن دستگاه و پس از نمایش مدل دستگاه، صفحه نمایشگر به صورت زیر خواهد بود:

```

Injected:0.000 ml |
Scan Pos:0 mm |
Distance:80 mm |
Drum: OFF RPM |
  
```

این صفحه نمایشگر دارای 4 سطر می‌باشد که هر سطر وظیفه نمایش یکی از زیرسیستم‌ها را به عهده دارد:

- **سطر اول:** مقدار محلول تزریق شده از سیستم پمپ سرنگی. حجم محلول تزریق شده بر حسب هزارم میلی لیتر (میکرولیتر) نمایش داده می‌شود.
- **سطر دوم:** موقعیت نازلها بر حسب میلی متر
- **سطر سوم:** فاصله نوک نازل از سطح درام بر حسب میلی متر
- **سطر سوم:** سرعت چرخش درام بر حسب دور در دقیقه (RPM)

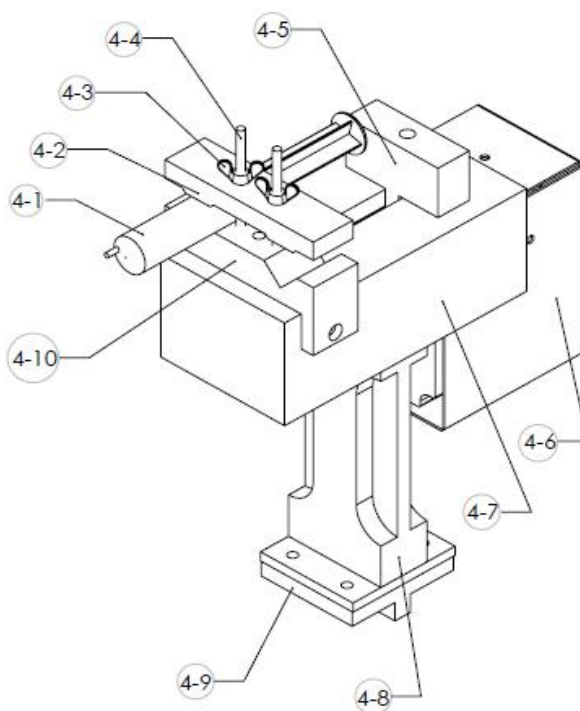
**توضیح 1:** در سمت چپ هر سطر کلیدهایی با نامهای L1، L2، L3 و L4 تعبیه شده است که جهت تنظیم هر یک از این سطرها استفاده خواهند شد.

**توضیح 2:** آخرین کاراکتر سمت راست هر سطر نشان‌دهنده در حال حرکت بودن (علامت >) یا عدم حرکت (علامت |) سیستم مربوطه می‌باشد.

#### 4-3- پمپ سرنگی:

در این سیستم امکان استقرار یک یا دو سرنگ در نظر گرفته شده است. جهت قرار دادن سرنگها، ابتدا بایستی پدال

فشار دهنده سرنگ توسط کلیدهای  به عقب برده شود. پیچ نگهدارنده سرنگها جهت ثابت ماندن سرنگها در این محل قرار داده شده است که جهت تعویض آنها بایستی باز شده و پس از تعویض مجدداً بسته شود.

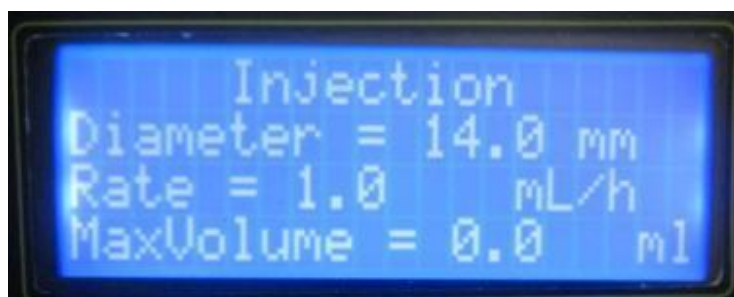


- |                              |                        |                         |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 7-4 بدنه عایق پمپ            | 4-4 پیچ نگهدارنده سرنگ | 1-4 سرنگ                |
| 8-4 پایه پمپ                 | 5-4 پدال فشردن سرنگ    | 2-4 نگهدارنده سرنگ      |
| 9-4 پایه اتصال پمپ به دستگاه | 6-4 موتور دستگاه       | 3-4 مهره نگهدارنده سرنگ |

**توجه:** پس از پایان کار لازم است داخل نازلها و محل اتصال سرنگ با نازلها بطور کامل تمیز شده و سیم نازکی داخل آن قرار داده شود تا از خشک شدن پلیمر و گرفتگی آنها جلوگیری گردد.

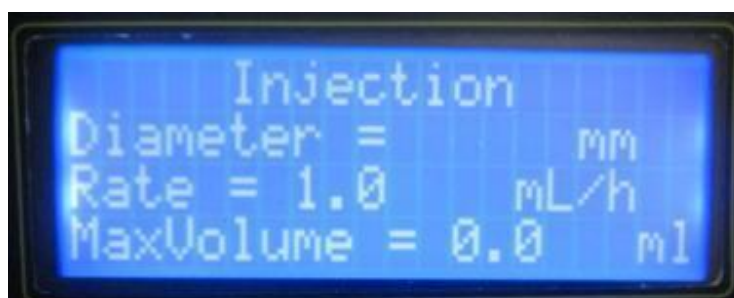
**توجه:** سرنگهای پلاستیکی مقاومت کافی جهت جلوگیری از عبور برق ولتاژ بالا به خصوص در زمان استفاده از ولتاژ بسیار بالا (بالتر از 25 کیلوولت) را ندارند، به همین دلیل بهتر است کیسه پلاستیکی خشک دور سرنگ پیچانده شود و روی محل نگهدارنده قرار داده شود.

با فشردن کلید L1 صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.




در این صفحه 3 پارامتر سیستم تزریق محلول توسط پمپ سرنگی قابل تنظیم است.


**سطر دوم (L2):** قطر داخلی سرنگ (بر حسب میلی متر)؛ در صورت تغییر سرنگ بایستی ابتدا قطر داخلی آن توسط کولیس یا دیگر وسایل اندازه گیری مشخص شده و در سیستم اعمال گردد. با توجه به اینکه این پارامتر در محاسبات مختلف تنظیم سرعت تزریق تاثیر زیادی دارد، لازم است مقدار آن به صورت دقیق اندازه گیری شده و وارد سیستم شود. دقت عدد وارد شده تا دهم میلی متر قابل تنظیم است. جهت تنظیم این مقدار ابتدا کلید L2 را فشار دهید تا عدد ثبت شده آن پاک شود. در این مرحله جهت وارد کردن مقدار جدید از کلیدهای عددی پانل ( " " ' ' • • Ž • < £ ) استفاده نمایید.



**توضیح:** جهت پاک نمودن آخرین عدد وارد شده می توان از کلید U استفاده کرد.

**ثبت یا صرف نظر از وارد نمودن مقدار جدید:** پس از وارد کردن مقدار جدید، جهت ثبت داده در حافظه دستگاه بایستی مجدداً کلید مربوط به همین سطر فشرده شود. به عنوان مثال جهت ثبت اندازه قطر سرنگ بایستی کلید L2

فشرده شود. جهت صرفنظر کردن از ورود مقدار جدید کافیسیت کلید  را فشار دهید، در این صورت مقدار قبلی مجدداً نشان داده خواهد شد.

**توضیح:** استفاده از کلید  در هر مرحله باعث صرفنظر کردن و بازگشت به یک مرحله بالاتر خواهد شد.

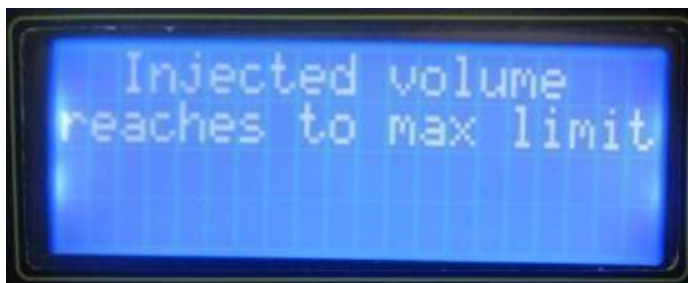
**سطر سوم (L3):** سرعت تزریق (بر حسب میلی لیتر در ساعت)؛ این مقدار نشان‌دهنده میزان حجم محلول خارج شده از نازل در مدت یکساعت می‌باشد که تا دقت دهم میلی‌لیتر در ساعت قابل تنظیم است.

**حداقل و حداکثر سرعت تزریق:** میزان حداکثر و حداقل سرعت با توجه به قطر سرنگ انتخاب شده می‌تواند کم یا زیاد شود. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش دقت تزریق در سرعت‌های کمتر از 10 میلی‌لیتر در ساعت از سرنگ 5 میلی‌لیتری و برای سرعت‌های کمتر از 1 از سرنگ 2 یا کوچکتر استفاده شود. برای سرعت‌های بالاتر نیز بایستی از سرنگ‌های بزرگتر از 5 میلی‌لیتری استفاده شود.


**توضیح:** در صورتیکه مقدار وارد شده سرعت تزریق بیش از مقدار تعریف شده باشد دستگاه پیغام زیر را نمایش خواهد داد که حداکثر مقدار سرعت را (در قطر تعریف شده برای سرنگ) مشخص می‌کند. در صورتیکه لازم است سرعت را در بیش از این مقدار تنظیم نمایید، بایستی ابعاد سرنگ را افزایش دهید.



**سطر چهارم (L4):** حداکثر حجم تزریق (بر حسب میلی‌لیتر)؛ در صورتیکه مایلید سیستم بعد از تزریق حجم معینی از محلول متوقف شود، می‌توانید مقدار مورد نظر را در این بخش وارد نمایید. در اینصورت بعد از تزریق حجم مشخص شده، سیستم متوقف شده و عبارت زیر در صفحه نمایش داده خواهد شد.



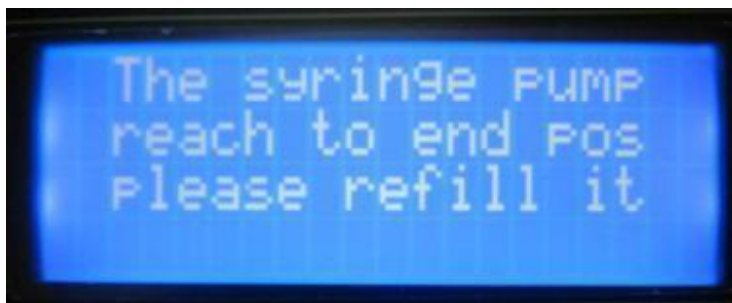
**تزریق مداوم:** جهت تزریق مداوم لازم است این مقدار برابر صفر تنظیم گردد. در اینصورت تزریق همواره ادامه خواهد یافت.

صفر نمودن میزان تزریق شده: جهت اینکار کافیت کلید  را دوبار فشار دهید.

اتمام محلول: در صورت رسیدن پدال فشار دهنده سرنگ به انتها، جهت جلوگیری از آسیب موتور و پیچ، سیستم



قطع شده و پیغام زیر نمایش داده خواهد شد. در اینصورت لازم است توسط کلیدهای تنظیم موقعیت پدال پایین آورده شده و سرنگ تعویض شود.



**توجه:** با توجه به اینکه ابعاد سرنگ‌های مختلف با هم متفاوت است و به همین دلیل تعیین نقطه پایان تزریق بصورت خودکار توسط دستگاه بسیار دشوار است، پیشنهاد می‌شود حداکثر تزریق در میزان حجم محلول داخل سرنگ تنظیم گردد. به عنوان مثال اگر سرنگ حاوی 2 میلی‌لیتر محلول است، حداکثر حجم تزریق در مقدار 2 تنظیم گردد تا در صورت اتمام محلول دستگاه بصورت خودکار خاموش شود.

### محاسبات انتخاب سرعت مناسب به نسبت ابعاد سرنگ انتخابی:

جهت افزایش دقت تزریق پیشنهاد می‌گردد برای هر سرعت مورد نظر از سرنگ با ابعاد مناسب استفاده گردد تا حداکثر دقت پمپ حاصل شود.

**توضیح:** بازه مورد پذیرش دستگاه جهت تزریق بدون خطا بیش از این مقادیر می‌باشد.

$$\text{Min Rate (Microliter/hour)} = 0.5 * \text{Syringe diameter (mm)}^2$$

$$\text{Max Rate (Mililiter/hour)} = 0.80 * \text{Syringe diameter (mm)}^2$$

مثال:

سرنگ با قطر 10 میلی متر

حداقل سرعت: 50 میکرولیتر در ساعت

حداکثر سرعت: 80 میلی لیتر در ساعت

## 4-4- سیستم روبش نازلها:

تعداد 2 نازل روی این سیستم تعبیه شده است که به دلخواه می‌توان از یک یا دو سرنگ استفاده کرد. استفاده از دو نازل منجر به افزایش میزان نانوالیاف تولید شده خواهد شد، با اینحال برهمکنش جت‌های پلیمری تشکیل شده در نوک نازلها به دلیل بار یکسان آنها می‌تواند باعث ایجاد تغییرات غیر قابل پیش‌بینی در مورفولوژی، نحوه چینش و ابعاد نانوالیاف شود. با فشردن کلید L2 صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.



در این صفحه 3 پارامتر سیستم روبش قابل تنظیم است.

**سطر دوم (L2):** نقطه شروع اسکن (بر حسب میلی‌متر)؛ جهت تنظیم نقطه ابتدای اسکن

**توضیح:** این نقطه نمی‌تواند بیشتر از نقطه پایان تعریف شود.

**سطر سوم (L3):** نقطه پایان اسکن (بر حسب میلی‌متر)؛ تنظیم نقطه انتهای اسکن که حد کثر 290 میلی‌متر می‌باشد.

**توضیح:** این نقطه نمی‌تواند کمتر از نقطه شروع تعریف شود.

**سطر چهارم (L4):** سرعت روبش (بر حسب میلی‌متر در دقیقه)

**مثال 1:** StartPos=100; EndPos=250; Speed=500

تنظیم مقادیر طبق لیست بالا باعث خواهد شد نازلها از نقطه 100 میلیمتری تا نقطه 250 میلیمتری را با سرعت 500 میلیمتر در دقیقه به طور مداوم اسکن نمایند.

**مثال 2:** StartPos=150; EndPos=150; Speed=0

تنظیم مقادیر طبق لیست بالا باعث خواهد شد نازلها در نقطه 150 میلیمتری مستقر شده و ثابت بمانند.

## 4-5- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:

فاصله الکتروریسندگی (Distance)، فاصله نوک نازلها تا سطح درام می‌باشد. این فاصله با توجه به تنوع طول نازل‌های مختلف می‌تواند کمتر یا بیشتر از مقدار پیش‌فرض دستگاه باشد که لازم است این مقدار توسط کاربر دستگاه در نظر گرفته شده و تصحیح گردد.


با فشردن کلید L3 صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.



در این صفحه امکان تنظیم 2 پارامتر بصورت مجزا میسر است.

**سطر سوم (L3):** جهت تنظیم فاصله الکتروریسی سمت راست پس از فشار دادن کلید L3، داده قبلی پاک شده و داده جدید درخواست می‌گردد. برای ثبت داده جدید بایستی از کلیدهای عددی ( " ' ' " ) استفاده و مجدداً کلید L3 فشرده شود.

**سطر چهارم (L4):** جهت تنظیم فاصله الکتروریسی سمت چپ پس از فشار دادن کلید L4، داده قبلی پاک شده و داده جدید درخواست می‌گردد. برای ثبت داده جدید بایستی از کلیدهای عددی ( " ' ' " ) استفاده و مجدداً کلید L4 فشرده شود.

**توجه:** پس از وارد نمودن داده جدید، تا زمانیکه کلید L3 یا L4 فشار داده نشده است، همچنان داده قبلی در سیستم ثبت شده باقی خواهد ماند. در این مرحله جهت صرفنظر می‌توان از کلید  استفاده نمود.

#### 4-6- سیستم تنظیم سرعت چرخش درام:


بر حسب نوع سیستم الکتروریسی حداقل و حداکثر سرعت چرخش درام می‌تواند متغیر باشد. در سیستم‌های سرعت بالا (تا 3000 دور در دقیقه)، حداقل سرعت چرخش حدود 350 دور در دقیقه می‌باشد.





در حالت پیش فرض جلوی درام عبارت خاموش (OFF) درج گردیده است. در اینصورت با شروع کار دستگاه، درام حرکتی نخواهد داشت.

**توضیح:** در برخی مدلها این عملکرد وجود نداشته و سیستم تنظیم سرعت چرخش درام به صورت مستقل کار می کند، به این معنی که سرعت چرخش درام تنها توسط ولوم می تواند کم و زیاد شده یا خاموش گردد و امکان روشن و خاموش کردن درام توسط دکمه های روی پانل وجود ندارد.

با فشار دادن دکمه L4 عبارت Drum: OFF به صورت Drum: 0 تغییر وضعیت می دهد. در این حالت در صورت فشردن دکمه  درام حرکت چرخشی خود را آغاز کرده و سرعت حرکت در سطر چهارم نمایش داده می شود. در تصویر زیر، درام با سرعت 2788 دور در دقیقه در حال چرخش می باشد. در لحظه عکسبرداری میزان محلول تزریق شده برابر 127 میکرولیتر (در حال حرکت)، نقطه قرار گیری نازل برابر 198 میلیمتری (در حال حرکت)، فاصله الکتروریسندگی برابر 50 میلیمتر (ثابت)، می باشد.



**تنظیم سرعت چرخش درام:** جهت کم و زیاد کردن سرعت چرخش درام جمع کننده می توان از ولوم قرار گرفته در سمت چپ پانل استفاده کرد. جهت افزایش دقت تنظیم، ولوم از نوع 10 دور انتخاب شده است؛ بدین معنی که برای دستیابی به حداکثر سرعت بایستی ولوم 10 دور در سمت عقربه های ساعت پیچانده شود. اعداد نشان داده شده در بالای ولوم، عدد اصلی و عدد روی ولوم نشان دهنده دهم دور می باشد، مثلاً در شکل زیر ولوم در دور 2/4 تنظیم شده است.



**توضیح:** ضامن بالای ولوم جهت قفل نمودن آن است که باعث ثابت شدن ولوم می شود.



**توجه:** در صورتیکه ولوم در مقادیر پایین تنظیم شده باشد، به علت ولتاژ کم اعمال شده به موتور درام، هنگام استارت سیستم، درام شروع به حرکت نخواهد کرد. بهتر است جهت استارت مقدار ولوم کمتر از 3 تنظیم نشود و در صورت نیاز به دورهای پایین بعد از شروع چرخش درام، سرعت آنرا کاهش دهید. در صورتیکه نمی‌خواهید درام چرخش داشته باشد بهتر است از کلید L4 استفاده کرده و آنرا در حالت خاموش قرار دهید.

در این دستگاه انواع کالکتورها از جمله سیلندری، سیمی، میله ای و دیسکی قابل استفاده است.





کالکتور چرخان نوع سیلندری



کالکتور چرخان نوع سیمی مناسب تولید نانوالیاف موازی (تولید بصورت سفارشی)



## 4-7- تنظیم دمای داخل محفظه:

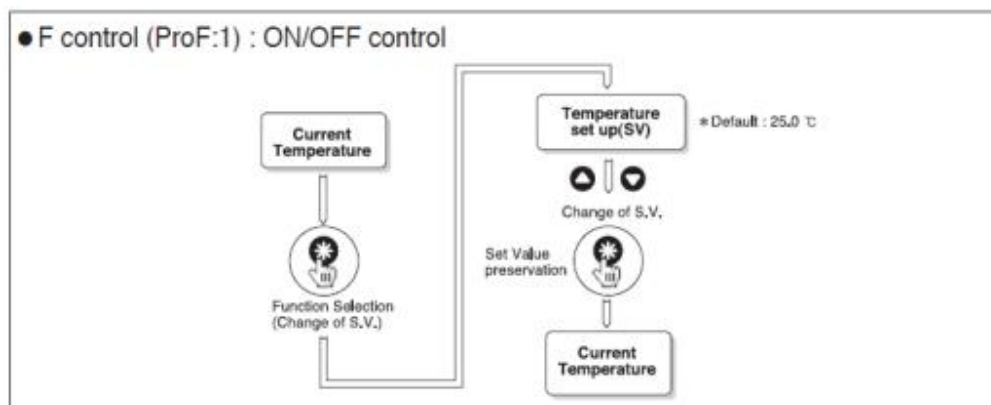
توسط این بخش می‌توان دمای داخل محفظه را از دمای محیط تا 50 درجه سانتی‌گراد تنظیم کرد. دیود نورافشان قرمز  نشان‌دهنده روشن بودن سیستم گرمایش دستگاه و دیود نورافشان آبی  نشان‌دهنده روشن بودن هواکش تعبیه شده در پشت دستگاه می‌باشد.



از کلید سمت راست جهت روشن و خاموش کردن این سیستم استفاده می‌شود.

**نزوم تنظیم دما:** دمای محیط الکتروریسی با توجه به تاثیر مستقیم در کشش سطحی محلول پلیمری، یکی از پارامترهای مهم در فرایند الکتروریسندگی می‌باشد که بخصوص در کارهای تحقیقاتی لازم است مورد توجه قرار گیرد. چنانچه تجربه پژوهشگران الکتروریسندگی نشان می‌دهد، فرایند تشکیل نانوالیاف در زمستان نسبت به فصول گرمتر سال به دلیل کاهش دمای محیط با مشکلات بیشتری مواجه است.

**تنظیم دما:** جهت تنظیم دمای داخل محفظه در مقدار دلخواه بایستی دکمه  فشار داده شود تا دمای مورد نظر به صورت چشمک‌زن روی صفحه نمایش داده شود. در این حالت جهت کم یا زیاد کردن دمای دلخواه می‌توان از کلیدهای  استفاده نمود.



**تنظیم منوی ترموستات:** دکمه "\*" را فشار داده و به مدت 3 ثانیه نگه دارید. سپس پارامترهای مختلف را به صورت زیر تنظیم نمایید.

0.typ: Heat	4.tsh: 45	8.tof: 3
1.d1f: 1	5.tsl : 10	9.aoc: 1
2.dl y: 0	6.5a0: 1	
3.rst: 0	7.ton: 1	

**توجه:** حداکثر دمای قابل تنظیم در 45 درجه سانتی گراد تنظیم شده است که البته امکان تنظیم مقادیر بالاتر نیز وجود دارد. ولی به علت امکان آسیب رساندن به بخش‌های الکترونیکی و منبع تامین اختلاف پتانسیل، توصیه می‌شود دماهای بالا مورد استفاده قرار نگیرد و حتی‌الامکان دستگاه در دمای زیر 45 درجه سانتی گراد تنظیم گردد.

**توضیح:** در این سیستم امکان تنظیم دمای داخل محفظه کمتر از دمای محیط وجود ندارد.

**هواکش:** با توجه به اینکه جهت تشکیل نانوالیاف لازم است در طی مسیر حرکت جت پلیمری از نوک نازل تا جمع‌کننده، بیشتر حلال پلیمر تبخیر گردد تا نمذ جامد نانوالیاف در روی جمع‌کننده تشکیل گردد، هر گونه عاملی که منجر به کم شدن فرآیند تبخیر گردد، می‌تواند باعث اختلال در تشکیل نانوالیاف شود. با توجه به بسته بودن محفظه، بعد از مدتی محیط داخل محفظه از حلال اشباع شده و فرآیند تبخیر کندتر خواهد شد. جهت جلوگیری از این امر لازم است حلال داخل محفظه به نحوی خارج شود بدون اینکه دمای آن تحت تاثیر قرار گیرد؛ به همین منظور سیستم هواکش کوچکی در پشت دستگاه تعبیه شده است که بطور متوالی به مدت 1 دقیقه روشن و 3 دقیقه خاموش می‌شود تا ضمن خارج نمودن حلال، دمای داخل محفظه را کاهش ندهد.



**توضیح:** در صورتیکه لازم است در دمای محیط کار کنید، بجای خاموش کردن سیستم گرمایش که منجر به خاموش شدن فن نیز می‌شود، بهتر است دمای دلخواه در کمتر از دمای محیط تنظیم شود تا هواکش سیستم همواره فعال باشد.

## 4-8- روشنایی داخل محفظه:

جهت روشن و خاموش نمودن چراغ داخل محفظه از این کلید استفاده نمایید.



## 4-9- سیستم تامین اختلاف پتانسیل:



تعداد 2 منبع ولتاژ بالا در این دستگاه تعبیه شده که از نوع 35 کیلوولت مثبت دارای نمایشگر جریان خروجی بر حسب میکروآمپر (سفارشی) است. با روشن شدن دستگاه الکتروریس منبع تامین اختلاف پتانسیل نیز روشن شده و در حالت آماده به کار (standby) قرار می‌گیرد. در این حالت چراغ LED آبی روشن خواهد شد.

**توجه:** قبل از روشن نمودن دستگاه الکتروریس، دقت نمایید منبع کلید تامین اختلاف پتانسیل در حالت Off باشد.

**تنظیم ولتاژ خروجی:** تنظیم کننده ولتاژ (ولوم 10 دور)، جهت افزایش یا کاهش ولتاژ در زیر ولت متر تعبیه شده است.

**روشن نمودن منبع تامین اختلاف پتانسیل:** پس از شروع به کار، سیستم منبع ولتاژ بالا را روشن نمایید. جهت ایمنی بیشتر سیستم پیشنهاد می‌شود قبل از روشن نمودن منبع ولتاژ بالا ولوم تنظیم ولتاژ را در ولتاژهای پایین قرار دهید و سپس آنرا تا ولتاژ مورد نظر زیاد نمایید. اینکار باعث خواهد شد هر گونه اتصال در سیستم در ولتاژهای پایین مشخص شده و رفع گردد. پس از روشن شدن منبع چراغ LED قرمز روشن خواهد شد.

**کیلوولت متر:** این نمایشگر میزان ولتاژ خروجی منبع را بر حسب کیلوولت و با دقت دهم کیلوولت (100 ولت) نمایش می‌دهد.

**توضیح:** جهت ایمنی بیشتر کاربران، 3 سوئیچ روی دربهای دستگاه قرار گرفته است که باعث می شود در زمان باز بودن دربها، ولتاژ بالا از منبع به کابل منتقل نشود. در صورتیکه منبع ولتاژ بالا را روشن نموده اید ولی کیلوولت متر، ولتاژ صفر را نمایش می دهد، بسته بودن دربها را کنترل نمایید.



سوئیچ مغناطیسی جهت خاموش شدن خودکار دستگاه هنگام باز شدن درب دستگاه

**میکروآمپر متر:** جهت نمایش میزان جریان مصرفی در خروجی ولتاژ بالا می باشد که اطلاعات جالب توجهی در خصوص فرایند الکتروریسی در اختیار پژوهشگر قرار می دهد. دقت این آمپر متر یک میکروآمپر (هزارم میلی آمپر) می باشد.

**توجه:** با توجه به جریان بسیار کم مصرف شده در فرایند الکتروریسی که ناشی از میزان جریان عبور از نانوالیاف از نوک نازل تا درام می باشد، هرگونه افزایش مصرف نشان دهنده وجود محل تخلیه جریان در سیستم می باشد. در چنین مواردی بایستی دستگاه خاموش شده و محلهای اتصال مخصوصاً محل قرارگیری سرنگ روی پمپ سرنگی بررسی شود.

## فصل 5- نگهداری

### 5-1- اقدامات ایمنی و نحوه نگهداری از سیستم:

- قبل از استفاده دستورالعمل سیستم را بطور کامل مطالعه نمایید.
- از باز نمودن دستگاه بدون هماهنگی با شرکت فناوران نانومقیاس اجتناب نمایید.
- از سیم برق ورودی مناسب برای سیستم استفاده نمایید.
- قبل از استفاده از سیستم، از اتصال مناسب ارت دستگاه مطمئن شوید.
- دستگاه را در محل و شرایط آب و هوایی مناسب (خشک، تمیز، مسطح) قرار دهید.
- جهت تهویه مناسب، از قرار دادن فن دستگاه چسبیده به دیوار یا سایر اشیاء اجتناب شود.
- جهت تمیز نمودن دستگاه از حلال‌هایی که موجب آسیب به بدنه و صفحه کلید دستگاه شوند استفاده نشود.
- استفاده از دترجنت ملایم جهت تمیز نمودن دستگاه پیشنهاد می‌گردد.

### 5-2- بررسی‌های قبل از روشن نمودن دستگاه الکتروریس

#### 5-2-1- بررسی سیستم اتصال به زمین (ارت)

با توجه به ولتاژ بالای لازم جهت تشکیل نانوالیاف پلیمری، لازم است دستگاه به نحو مطلوبی به سیستم ارت متصل شود. عدم اتصال مناسب ارت علاوه بر اینکه باعث خرابی سیستم‌های الکترونیکی دستگاه در چند ثانیه خواهد شد، می‌تواند خطرات جانی نیز به همراه داشته باشد.

با توجه به اهمیت اتصال مناسب ارت دستگاه، بایستی سیستم سیم‌کشی آزمایشگاه مجهز به سیستم ارت بوده و از پریزها و سیم‌های برق دارای ارت (سه سیمه) استفاده گردد. همچنین در کنار پریز برق پشت دستگاه پیچی تعبیه

شده است که بایستی توسط یک سیم مناسب به سیستم لوله کشی آب آزمایشگاه (لوله های فلزی دارای آب) متصل گردد.

#### 5-2-2- بررسی اتصال کابل "ولتاژ بالا"

قبل از روشن نمودن دستگاه از اتصال درست سیم کابل منبع اختلاف پتانسیل به نازلها مطمئن شوید. اتصال کابل "های ولتاژ" به هر نقطه از دستگاه (غیر از نازلها) باعث انتقال ولتاژ بالا به سیستم الکترونیکی و خرابی آنها خواهد شد. ضمن اینکه می تواند باعث آسیب به منبع تامین اختلاف پتانسیل گردد.

#### 5-2-3- اطمینان از خاموش بودن منبع تامین اختلاف پتانسیل

با روشن نمودن دستگاه، برق وارد منبع تامین اختلاف پتانسیل خواهد شد. در صورتیکه منبع تامین اختلاف پتانسیل روشن باشد، با روشن شدن دستگاه، برق ولتاژ بالا نیز روشن شده و ولتاژ بالا به نازلها منتقل خواهد شد. این مورد به دلیل عدم آمادگی کاربر می تواند خطر برق گرفتگی و صدمات وارده به دستگاه را افزایش دهد.  
**توجه: قبل از روشن نمودن دستگاه حتماً از خاموش بودن منبع تامین اختلاف پتانسیل مطمئن شوید.**

## فصل 6- عیب یابی

### 6-1- عیب یابی

به منظور رفع اشکالات احتمالی قبل از تماس با شرکت از راهنمای زیر استفاده نمایید.

مشکل/ایراد	علت	راه حل/پیشنهاد
دستگاه برق ندارد.	کابل برق دستگاه وصل نیست.	با احتیاط برق را به پریز بزنید.
کابل برق دستگاه وصل است ولی دستگاه روشن نیست.	دستگاه خاموش است.	کلید روشن خاموش پشت دستگاه را بررسی نمایید.
کلید پشت دستگاه روشن است ولی چراغ آن روشن نمی شود.	خرابی کلید / سوختن فیوز دستگاه	بایستی کلید / فیوز تعویض شود.
دستگاه روشن شده ولی LCD در وضعیت SET ZERO باقیمانده است.	دلیل اول: عدم حرکت سیستم اسکن یا فاصله سینی حائل بخش پایین دستگاه یا هر وسیله خارجی دیگر مانع از حرکت سیستم اسکن و فاصله می شود. خرابی موتورهای اسکن یا فاصله قطع شدن یا خارج شدن تسمه متصل به موتورها	راه حل اول: <ul style="list-style-type: none"> <li>وسيله خارجي جدا شود يا سيني حائل جابجا شود.</li> <li>در صورت خرابی موتور اسکن یا فاصله بایستی با شرکت تماس گرفته شود.</li> <li>در صورت قطع شدن یا خارج شدن تسمه بایستی با شرکت تماس گرفته شود.</li> </ul>
	دلیل دوم: عدم کارکرد کلیدهای صفر دستگاه	راه حل دوم: بایستی با شرکت تماس گرفته شود.  توجه: در صورت باقیماندن نمایشگر در حالت SET Zero به مدت بیش از 10 ثانیه، جهت عدم آسیب به موتورها، دستگاه را خاموش نموده و علت را بررسی نمایید.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• دستگاه را خاموش و روشن نمایید.</li> <li>• دکمه صحیح فشرده شود. مثلاً دکمه های اعداد روی پانل تنها مواقع خاصی کار می کنند.</li> </ul> <p>توجه: جهت جلوگیری از آسیب به دکمه ها در مواقع عدم کارکرد دکمه ها از فشردن آنها با شدت زیاد خودداری نمایید.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سیستم هنگ کرده است.</li> <li>• دکمه صحیح فشرده نمی شود.</li> </ul>	<p>کلیدهای روی پانل کار نمی کنند.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• دستگاه را خاموش و روشن نمایید.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سیستم هنگ کرده است.</li> </ul>	<p>LCD به هم ریخته است و حروف به هم ریخته و غیر مرتبط نشان می دهد.</p>
<p>این مشکل، خللی در کارکرد دستگاه بوجود نخواهد آورد. با این حال جهت درست شدن کافیسیت سیستم را stop و مجدداً start نمایید.</p>	<p>عدم Refresh شدن LCD: این مشکل در مواقعی رخ می دهد که عملیات مختلف انجام شده در سیستم مانع از بارگذاری مجدد صفحه نمایش می شود. به خصوص در مواقع حرکت درام با سرعتهای بالا، این حالت بیشتر رخ می دهد.</p>	<p>برخی از کاراکترهای روی صفحه نمایش نشان داده نمی شود ولی سیستم درست کار می کند.</p>
<p>با کمک دست پدال را به پایین فشار داده و همزمان دکمه پایین (فلش سمت چپ) را فشار دهید تا کلید داخل پمپ سرنگی آزاد شود.</p>	<p>پدال پمپ سرنگ بالا رفته و گیر کرده است.</p>	<p>پدال پمپ سرنگ پایین نمی آید.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• دکمه STOP را فشار دهید و سپس دکمه L4 را فشار دهید تا درام در حالت 0 قرار گیرد.</li> <li>• ولوم را به سمت راست بچرخانید.</li> <li>• سوکت را محکم نمایید و پیچ آنرا ببندید.</li> <li>• درام را با دست بچرخانید تا از عدم گیر کردن آن مطمئن شوید</li> </ul> <p>توجه: در صورت عدم چرخش با وجود بررسی های بالا، جهت عدم آسیب به موتور، دستگاه را خاموش نموده و علت را بررسی نمایید.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• درام در حالت خاموش است.</li> <li>• ولوم تنظیم سرعت درام در مقادیر کم قرار گرفته است.</li> <li>• سوکت سیم درام خارج شده است.</li> <li>• درام گیر کرده است.</li> </ul>	<p>درام جمع کننده چرخش ندارد.</p>
<p>توسط سیم نازکی موارد دارای گرفتگی را باز نمایید یا آنها را تعویض کنید.</p>	<p>گرفتگی نازل، شیلنگ یا لوله اتصال دهنده شیلنگ به نازل توسط محلول پلیمری خشک شده</p>	<p>پدال پمپ سرنگ بالا می رود، ولی محلول از نازل بیرون نمی آید.</p>
<p>قطر سرنگ را با کولیس بصورت درست و دقیق اندازه گرفته و وارد سیستم نمایید. (کلیه محاسبات مربوط به سرعت تزریق بر مبنای همین عدد</p>	<p>عدم ورود صحیح قطر سرنگ</p>	<p>میزان تزریق محلول پلیمری اشتباه است.</p>

(است.)		
عدم تزریق محلول و نمایش Injected volume reaches to max limit	تزریق میزان محلول به اندازه وارد شده به سیستم	دکمه cancel را دوبار فشار دهید تا میزان تزریق شده صفر شود. یا عدد Max Volume در قسمت Injection را در میزان 0 تنظیم نمایید.
منبع تامین اختلاف پتانسیل روشن شده است ولی با چرخاندن ولوم همچنان ولتاژ صفر را نشان می دهد.	درب دستگاه باز است.	همه درهای دستگاه را کنترل نمایید.  توجه: دقت نمایید با بستن درب دستگاه، ولتاژ منبع برقرار خواهد شد به همین دلیل قبل از بستن درها از کم بودن ولوم اطمینان حاصل نمایید تا ولتاژ بالا (مثلاً 35 کیلوولت) به یکباره وارد سیستم نشود.
با باز شدن درهای دستگاه منبع تامین اختلاف پتانسیل خاموش نمی شود.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کلیدهای درهای دستگاه گیر کرده یا خراب شده است.</li> <li>• جک پشت منبع تامین اختلاف پتانسیل خارج شده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کلیدها را بررسی نمایید.</li> <li>• جک پشت منبع تامین اختلاف پتانسیل را متصل نمایید. (برای اینکار بایستی پیچهای پش محل قرارگیری منبع باز شود.)</li> </ul>
سیستم گرمکن به دماهای بالا نمی رسد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دمای بسیار بالا انتخاب شده است.</li> <li>• جهت جلوگیری از آسیب به هیتر، دستگاه خاموش شده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دماهای بسیار بالا (بالای 45 درجه) برای سیستم چندان مناسب نیست.</li> <li>• دمای کمتری انتخاب شود.</li> <li>• منتظر بمانید تا ترموستات هیتر مجدداً وصل شود.</li> </ul>

## فصل 7- سفارش

### ۱-۷- تولید سفارشی

با توجه به این که تمامی قسمت های دستگاه، تولید شرکت فناوران نانو مقیاس است، این شرکت قابلیت تولید سفارشی دستگاه را داراست.

### 2-7- نحوه سفارش

- جهت سفارش دستگاه های ساخت شرکت فناوران نانو مقیاس می توانید به یکی از روشهای زیر عمل نمایید
- 1- با . تکمیل فرم [تماس با ما](http://www.fnm.ir/order.htm)، از طریق آدرس <http://www.fnm.ir/order.htm>، می توانید محصولات شرکت فناوران نانو مقیاس را، سفارش دهید
  - 2- ارسال فاکس درخواست به شماره 021-44156240
  - 3- مراجعه به آدرس شرکت (تقاطع خیابان آیت الله کاشانی و اتوبان باکری - انتهای خیابان کیهان دوم - پلاک 23 - طبقه 4 - واحد 10)
  - 4- ارسال ایمیل به آدرس [info@fnm.ir](mailto:info@fnm.ir)