



دستورالعمل استفاده از دستگاه الکتروریس 2 پمپ

Side-by-side Electrospinning Unit (dual pump)

Model: ES2000

2017



فهرست عناوین

عنوان	صفحه
فصل 1- مقدمه	4
1-1- دستگاه آزمایشگاهی الکتروریسی	4
1-1-1- قابلیت‌ها و مشخصات	5
1-1-2- بسته تحویلی	7
1-1-3- مزایای استفاده از دستگاه الکتروریس	8
1-2- گارانتی و خدمات پس از فروش	14
فصل 2- ایمنی	15
1-2- خطر برق گرفتگی:	15
2-2- خطر پاشیدن محلولهای پلیمری:	15
فصل 3- نصب و راه‌اندازی	16
1-3- نصب فیزیکی دستگاه	16
2-3- راه‌اندازی دستگاه	16
فصل 4- عملکرد دستگاه	19
1-4- سیستم کلی دستگاه الکتروریس:	19
1-4-1- سیستم تزریق محلول:	20
1-4-2- سیستم تامین اختلاف پتانسیل ولتاژ بالا:	20
1-4-3- سیستم جمع‌کننده نانوالیاف (کالکتور):	20
1-4-4- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:	21
1-4-5- سیستم رویش نازل‌ها:	21
1-4-6- سیستم کنترل دمای محفظه:	22

22	2-4- واسط فیزیکی.....
22	1-2-4- پانل دستگاه.....
22	2-2-4- صفحه نمایشگر:.....
25	3-4- پمپ سرنگی:.....
31	4-4- سیستم رویش نازلها:.....
33	5-4- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:.....
36	6-4- سیستم تنظیم سرعت چرخش درام:.....
36	7-4- سیستم راه اندازی مجدد بر اساس تنظیمات پیش فرض:.....
37	8-4- هشدار دهنده های Earth, Doors و System.....
39	9-4- تنظیم دمای داخل محفظه:.....
41	10-4- روشنایی داخل محفظه:.....
42	11-4- سیستم تامین اختلاف پتانسیل:.....
44	فصل 5- نگهداری.....
44	1-5- اقدامات ایمنی و نحوه نگهداری از سیستم:.....
44	2-5- بررسی های قبل از روشن نمودن دستگاه الکتروریس.....
44	1-2-5- بررسی سیستم اتصال به زمین (ارت).....
45	2-2-5- بررسی اتصال کابل "ولتاژ بالا".....
45	3-2-5- اطمینان از خاموش بودن منبع تامین اختلاف پتانسیل.....
46	فصل 6- عیب یابی.....
46	1-6- عیب یابی.....
49	فصل 7- سفارش.....
49	1-7- تولید سفارشی.....
49	2-7- 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 (Electrospinning) 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 دیجیتال را دارد. این دستگاه همچنین دارای سیستم تامین کننده اختلاف ولتاژ قابل کنترل از صفر تا 35 کیلو ولت با نمایشگر دیجیتال 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 جمع‌آوری نمدهای نانوفیبری یکنواختی با ابعاد 25×30 مترمربع مهیا خواهد شد.

این دستگاه دارای ثبت اختراع داخلی و بین المللی 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.

ü نرم افزار مخصوص

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

ü برق ورودی دستگاه

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

ü پمپ سرنگی

- تعداد 2 پمپ سرنگ در دو طرف درام
- تعداد سرنگ قابل نصب هر پمپ: حداکثر 2 سرنگ و در مجموع 4 سرنگ (سفارشی تا 10 سرنگ)
- کنترل نرخ تزریق محلول پلیمری (100 میکرولیتر تا 250 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

ü سیستم روبش نازلها

- کنترل سرعت روبش (حرکت رفت و برگشت) نازل (0-956 میلی متر در دقیقه)
- کنترل نقطه شروع و پایان روبش (0-26 سانتی متر)
- حرکت مشابه دو پمپ در دو طرف درام

ü جمع کننده (کالکتور)

- درام چرخان با سرعت قابل کنترل سرعت چرخش
- کنترل فاصله الکتروریسی (5-21 سانتی متر)
- 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 مثبت
- 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 برنامه ریزی مدت کارکرد

ن سیستم کنترل و پانل:

- استفاده از نمایشگر بزرگ گرافیکی به همراه 20 سوئیچ باعث کنترل آسان سیستم و نمایش کلیه اطلاعات ضروری عملکرد دستگاه شده است.
- تعبیه کلیدهای کم عملیاتی باعث کاربری آسان با دستگاه شده و 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 درب های دستگاه

ن محفظه

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

ن ابعاد

- 92*77*120 سانتی متر (ارتفاع، عرض، طول)

ن وزن

- حدود 110 کیلوگرم

1-1-2- بسته تحویلی

ن کابل پاور

ن کابل ارت

ن کاتالوگ و راهنمای دستگاه

ن سرنگ در دو اندازه

ن سوزن در دو گیج

ن فیوز

ن گیره سوسماری

ن آچار آلن

ن محلول پلیمری

1-1-3- مزایای استفاده از دستگاه الکتروریس

فرآیند الکتروریسی شامل اعمال میدان الکتریکی به منظور کشیده شدن محلول بطور پیوسته از سوزن سرنگ به صفحه جمع کننده است. در الکتروریسی با استفاده از ولتاژ بالایی که به سیال پلیمری اعمال می شود، بارهایی در آن ها تولید خواهد شد. هنگامی که بارها در سیال به مقدار بحرانی می رسد، جت سیال در نوک سوزن تشکیل می شود. جت الکتروریسی شده به سمت صفحه جمع کننده حرکت می کند. موفولوژی لیف مانند قطر آن و یکنواختی لیاف پلیمری الکتروریسی شده به پارامترهای زیادی بستگی دارد. در ادامه به بررسی بیشتر این پارامترها خواهیم پرداخت.

• پارامترهایی موثر در الکتروریسی پلیمرها:

پارامترهایی که در اثر تبدیل محلولهای پلیمری به نانوفیبرها از طریق الکتروریسی مؤثر هستند و مورفولوژی سطح نانوفیبر و قطر و سایر مشخصات آن را تحت تأثیر قرار می دهند را می توان به سه دسته پارامترهای مرتبط با محلول پلیمری، پارامترهای فرایندی و پارامترهای محیطی تقسیم کرد. پارامترهای مرتبط با محلول پلیمری عبارتند از: ویسکوزیته، الاستیسیته، هدایت، کشش سطحی، غلظت، دمای محلول، ثابت دی الکتریک، فراریت حلال، دانسیته بار خالص، اثر افزایش نمک، وزن مولکولی پلیمر و از جمله پارامترهای فرایندی می توان به ولتاژ اعمال شده، پتانسیل الکتریکی در نوک لوله موئن، 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. پارامترهای محیطی شامل رطوبت، دمای محیط فرآیند، سرعت هوا در اتاقک الکتروریسی و فشار محیط و ... می باشد. 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، مورفولوژی موردنظر را ندارد. در ادامه بطور مختصر پارامترهای مهم الکتروریسی 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. تغییر فاصله اثر مستقیمی بر زمان پرواز و استحکام میدان الکتریکی دارد. زمانیکه این فاصله کاهش می یابد، زمان پرواز کمتر شده و استحکام میدان الکتریکی افزایش می یابد و این امر شتاب جت به سمت جمع کننده را نیز بیشتر می کند. با کاهش بیشتر فاصله، حلال اضافی در نقطه تماس الیاف به منظور ایجاد اتصالات منجر به ادغام آن ها می شود. در نتیجه این فرآیند، اتصالات لایه ای داخلی و خارجی تشکیل خواهد شد.

قطر روزنه یا سوزن سرنگ:

قطر داخلی سوزن یا روزنه سرنگ، اثر معینی روی فرآیند الکتروریسی دارد. قطر داخلی کوچکتر، مقدار دانه های روی الیاف را کاهش می دهد. زمانیکه اندازه قطره در نوک روزنه کاهش می یابد، کشش سطحی قطره افزایش خواهد یافت. بنابراین نیروی بیشتری برای شروع فرآیند الکتروریسی مورد نیاز است. در نتیجه شتاب جت کاهش یافته و زمان بیشتری برای کشش محلول و گره خوردگی آن ها قبل از تجمع فراهم می شود. در هر حال اگر قطر روزنه خیلی کوچک باشد، امکان خروج یک قطره از نوک سوزن امکان پذیر نخواهد بود.

سرعت جریان جت:

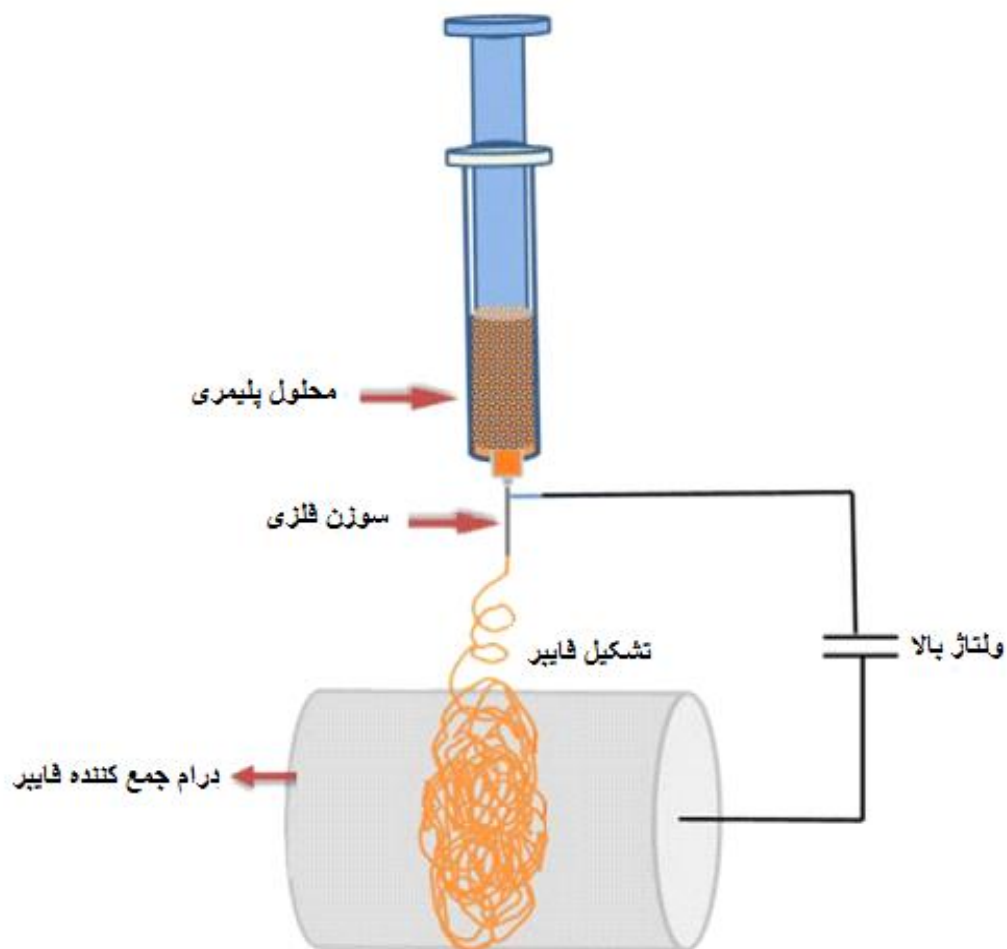
عموماً زمان لازم برای حرکت محلول پلیمری (جت) از نازل به سمت جمع کننده و تشکیل الیاف جامد کمتر از یک دهم ثانیه است. طبق بررسی انجام شده بر روی محلول *PS*، تغییر سرعت پمپ و از اینرو سرعت جریان محلول بر روی اندازه فیبر و مورفولوژی سطح آن مؤثر است. از آنجاییکه در این فرایند، سرعت تزریق محلول باید بسیار آرام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



در بیشتر سیستم‌های الکتروریسی، صفحه جمع کننده به منظور تشکیل میدان الکترواستاتیکی از مواد رسانا مانند ورقه نازک آلومینیومی تشکیل شده است.

در مواردی که مواد نارسانا به عنوان جمع کننده استفاده می‌شوند، بارهای روی جت الکتروریسی به سرعت روی جمع کننده تجمع خواهند یافت. الیافی که روی ماده نارسانا جمع می‌شوند، اغلب تراکم کمتری در مقایسه با آن‌هایی که روی سطح هادی تجمع می‌یابند، دارند. این پدیده به علت نیروی دافعه بارهای تجمع یافته روی جمع کننده است. در هر حال حتی در جمع کننده‌های رسانا، وقتی که نرخ رسوب دهی بیشتر می‌شود و وب الیاف به اندازه کافی ضخیم می‌شود، مقدار زیادی از بارهای باقیمانده روی وب الیاف به علت نارسانا بودن نانوالیاف پلیمری، تجمع خواهند یافت. این امر منجر به ایجاد فرورفتگی‌های روی وب الیاف می‌شود. آزمایشات نشان می‌دهد که در جمع کننده‌های متخلخل مانند توری فلزات یا کاغذ، تراکم الیاف رسوبی نسبت به ورقه‌های نازک همواره کمتر

است. همچنین جمع کننده‌های چرخشی برای تولید الیاف منظم مفید هستند. این جمع کننده به فرآیند خشک کردن الیاف کمک می‌کند.

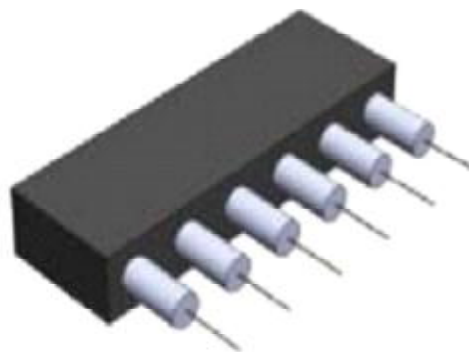
استفاده از چند نازل:

در روش الکتروریسی امکان استفاده از چند نازل به جای یک نازل وجود دارد که باعث کاهش قابل توجه زمان تولید نانوفیبرها می‌گردد. باید توجه شود که طرز چیدمان نازل‌ها در این روش بسیار مهم می‌باشد 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 بهینه‌سازی اولیه پارامترها، استفاده از یک نازل ترجیح داده می‌شود تا اثر برهمکنش جت های پلیمری بر هم از بین برود.

A) انواع سوزن تک نازل



B) سوزن چند نازل



اثر روش نازل:

برای دستیابی به وب 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 وب تولیدی خواهد داشت. بنابراین بررسی میزان تاثیر سرعت نازل بر خواص نانوفیبرها و بهینه‌سازی 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.

ولتاژ

افزایش ولتاژ باعث می شود که نرخ انتقال محلول، از مقدار معینی که برای حفظ شکل مخروطی از نوک مویینه مورد نیاز است، تجاوز کند. این تغییر تعادل جرمی، جت های ناپایداری را تولید می کند. تراکم دانه با افزایش ناپایداری جت در نوک الکتروریس افزایش می یابد. بنابراین می توان با کنترل نرخ جریان ماده از نوک سوزن، حداقل تعداد دانه را تولید کرد.

زمانیکه محلول با ویسکوزیته کمتر مورد استفاده قرار می گیرد، ولتاژ بالا برای تشکیل جت های ثانویه به منظور کاهش قطر الیاف در طول الکتروریسی مطلوب می شود. همچنین در یک ولتاژ پایین تر، با کاهش یافتن شتاب جت و ضعیف تر شدن میدان الکتریکی، زمان پرواز جت الکتروریسی شده افزایش می یابد که برای تشکیل الیاف کوچکتر مطلوب است. بنابراین ولتاژ نزدیک به ولتاژ بحرانی می تواند برای دستیابی به الیاف نازک تر مناسب باشد.

دما

دمای محلول بر افزایش نرخ تبخیر و کاهش ویسکوزیته محلول پلیمر تاثیرگذار است. همچنین افزایش قابلیت تحرک مولکول پلیمر با افزایش دما منجر به کشش بیشتر محلول می شود. در نمونه ای از تحقیقات انجام گرفته الیاف اتیل سلولز در دمای 22 درجه سانتیگراد کمترین قطر را خواهد داشت. در دمای کمتر از آن، سرعت تبخیر حلال نیز کم می باشد و نمی تواند به صورت کامل در هنگام انتقال جت محلول پایدار به صفحه جمع کننده، تبخیر شود. همچنین جت محلول در جمع کننده لخته می شود و این امر منجر به افزایش قطر الیاف و گسترش توزیع قطر می شود. وقتی دما بیشتر شود، سرعت حلال بیشتر شده و جت محلول پایدار زمان کمتری را برای کشیده شدن در

طول پرواز جت به علت تبخیر سریع حلال‌های سطحی دارد. در نهایت قطر الیاف بیشتر و توزیع آن گسترده‌تر خواهد شد.

Ø در جدول زیر تعدادی از پلیمرهای مورد استفاده در الکتروریسی را مشاهده می‌کنید.

حلال	نوع پلیمر
THF و DMF	پلی اورتان
DMA همراه با additive	پلی بنزیمیدازول
DMF	پلی کربنات
THF و DMF	پلی آکریلونیتریل
Water	پلی وینیل الکل
DMF	پلی لاکتیک اسید
DCM	پلی اتیلن اکسید
Formic acid	نایلون 6/6 و نایلون 6
THF	پلی وینیل کلراید
DMF/Aceone	کوپلیمر پلی لاکتیک - گلیکولیک اسید

1-2- گارانتی و خدمات پس از فروش

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

فصل 2- ایمنی

2-1- 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 الکتروریسی، باید دارای شرایط زیر باشد:

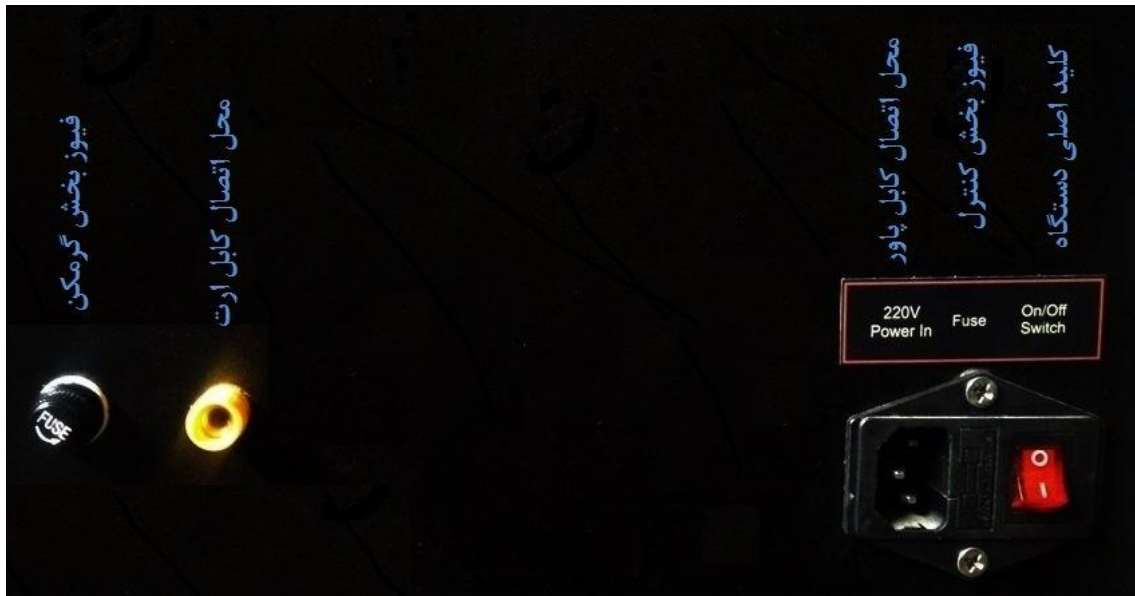
- 1- سطح محکم، تمیز و خشک
- 2- شرایط مناسب زیست محیطی
- 3- تهویه مناسب

مراحل نصب دستگاه به صورت زیر است:

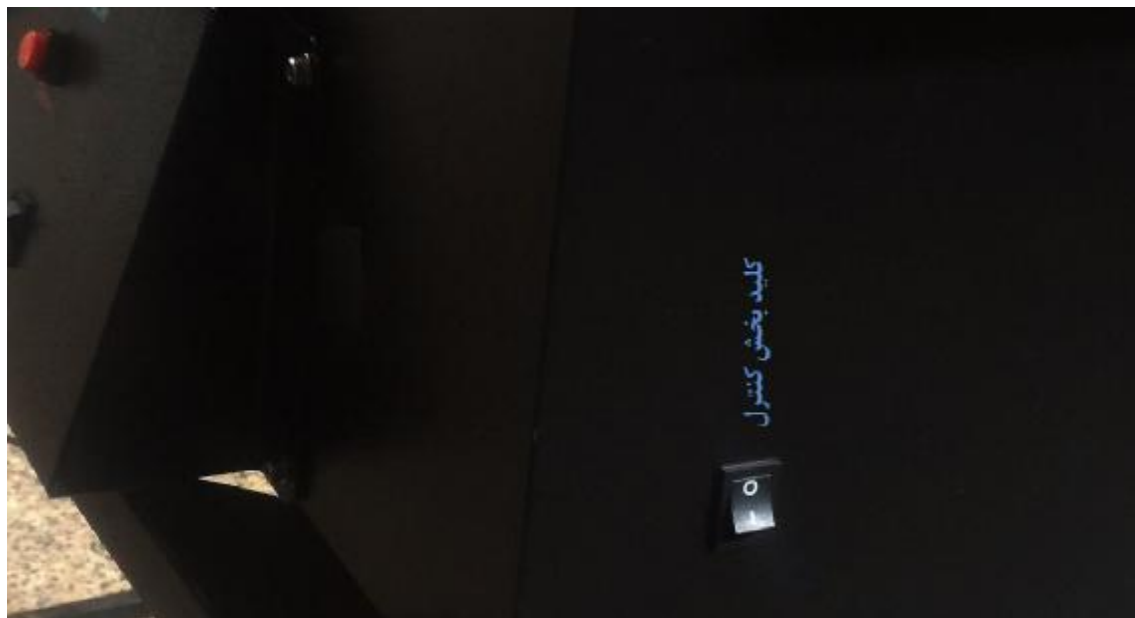
- 1- اتصال کابل پاور به منبع ولتاژ (پریز برق) و ورودی ولتاژ دستگاه
- 2- اتصال کابل ارت
- 3- روشن کردن دستگاه با استفاده از کلید تعبیه شده در پشت دستگاه
- 4- روشن کردن کلید مشکی سمت راست دستگاه

3-2- راه اندازی 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. سپس کلید بخش کنترل دستگاه (سمت چپ) باید به حالت on قرار گیرد. بعد 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



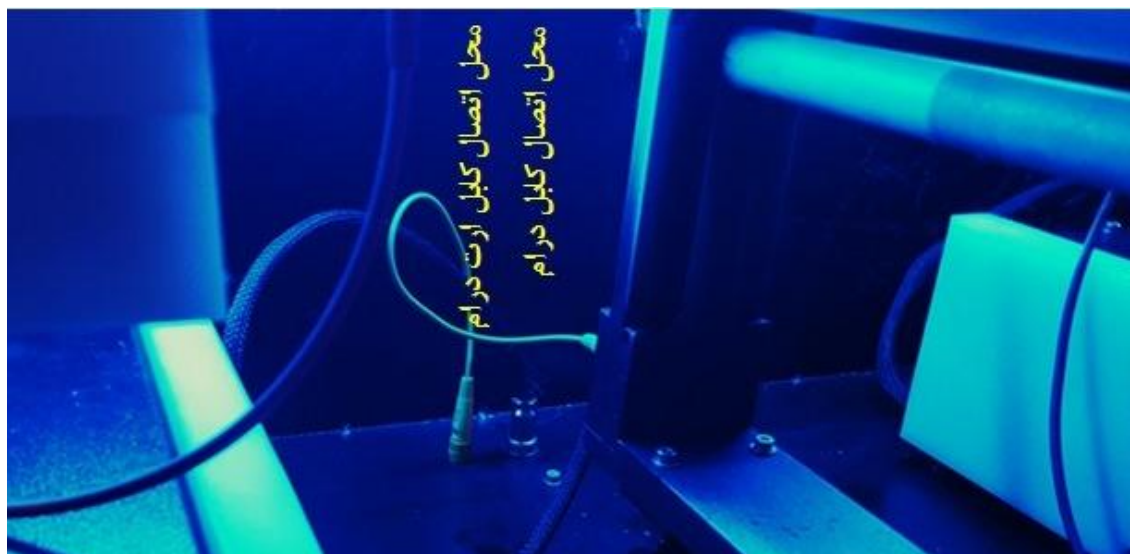
نمای سمت راست دستگاه الکتروریس



نمایشگر دستگاه الکتروریس هنگام روشن شدن دستگاه

توجه: بررسی سیم ارت متصل به درام:

قبل از شروع فرآیند الکتروریسی، سیم ارت درام باید بدرستی متصل شود.



هشدار

در صورتی که سیستم دمایی با مشکل مواجه گردد، باید فیوز سیستم گرمکن پشت دستگاه بررسی شود.

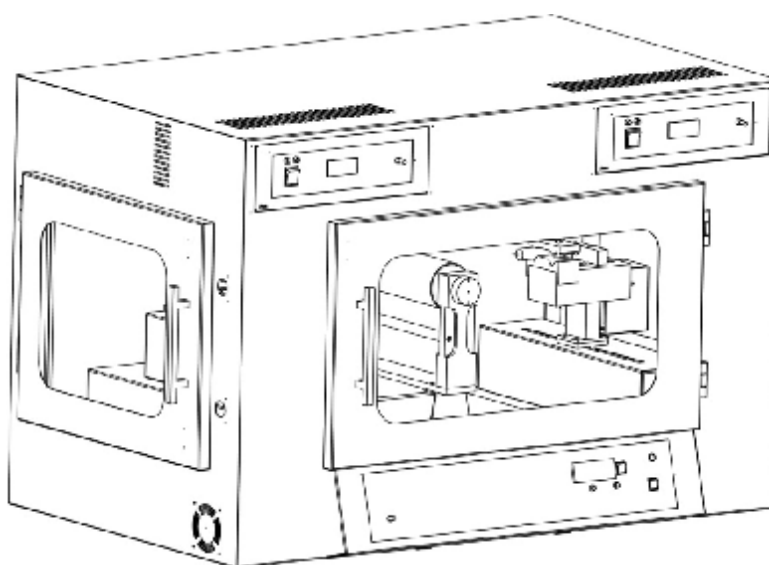
هشدار

فیوز ورودی برق سیستم کنترل پانل در داخل کلید اصلی تعبیه شده است، در صورتی که ورودی برق سیستم دچار مشکل شود باید فیوز این قسمت بررسی شود.

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 و کنترل شده باشد معمولاً در تحقیقات از دستگاه پمپ سرنگی استفاده می‌شود؛ سیستم بکار رفته در این دستگاه، پمپ سرنگ محصول شرکت فناوران نانومقیاس است که می‌تواند تزریق محلول را با دقت 10 میکرولیتر بر ساعت انجام دهد. از آنجا که سرعت تزریق در فرایند الکتروریسی مهم است صحت و دقت آزمایشات را از این نظر تضمین خواهد کرد. این دستگاه دارای دو پمپ تزریق مستقل می‌باشد. در این مدل در دو طرف درام دو سیستم تزریق محلول شامل پمپ سرنگ، سیستم روبش نازلها، سیستم تنظیم فاصله و منبع تامین ولتاژ بالا قابل کنترل از صفر تا 35 کیلو ولت وجود دارد. در این دستگاه الیاف از 2 طرف درام روی هم انباشته می‌شوند بنابراین امکان تهیه نانوالیاف از جنس‌های مختلف میسر خواهد بود. همچنین می‌توان در یک طرف نانوالیاف و در طرف مقابل نانوذرات و یا مواد افزودنی را به آن‌ها اضافه کرد. بنابراین مدل 2 پمپ برای کاربردهای پزشکی، دارویی و بیولوژیکی بسیار مناسب خواهد بود. با توجه به طول و قطر درام امکان جمع آوری نمدهای نانوفیبری یکنواختی با ابعاد 25×30 متر مربع مهیا خواهد شد. با توجه به سرعت بالای چرخش درام تولید نانوالیاف آرایش یافته و موازی به خصوص با استفاده از درام جمع کن سیمی میسر است.

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

در این دستگاه از دو منبع تولیدکننده ولتاژ بالا (*High Voltage Power Supply*) با حداکثر ولتاژ 35 کیلوولت، ساخت شرکت فناوران نانومقیاس استفاده شده است. بیشتر 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 30 سانتی متر می‌باشد که به زمین متصل شده است. در صورت استفاده از فویل آلومینیم، باید فویل با دقت بالا و به صورت صاف بر روی درام قرار گیرد تا میدان یکنواختی بین نازل و جمع کننده برقرار گردد. همچنین عدم اتصال مناسب فویل می‌تواند باعث جدا شدن آن و برخورد به نازل دارای ولتاژ بالا گردد. بنابراین فویل بایستی طوری به درام چسبانده شود که در دوره‌های بالای

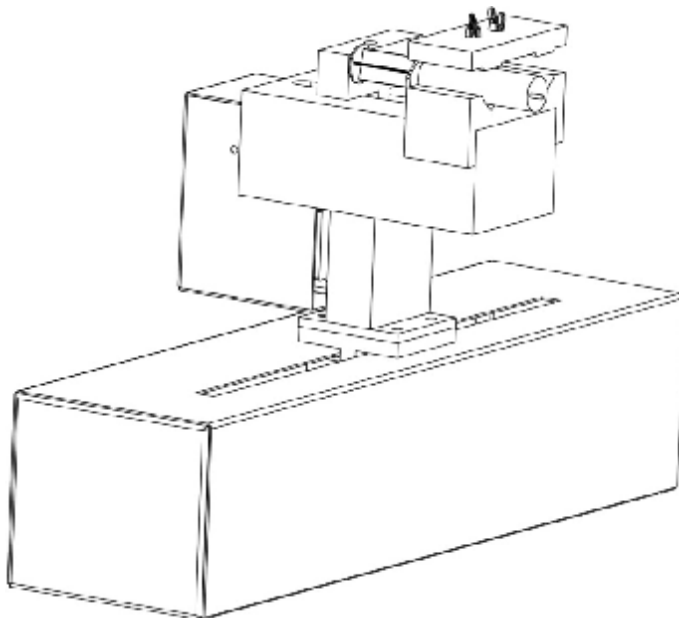
درام، از آن جدا نشود. درام به موتور با امکان تنظیم دور متصل گردیده است که قادر است آنرا را با سرعت دلخواه بچرخاند. جهت تولید نانوالیاف موازی بایستی از سرعت چرخش درام بالاتر از 2500 دور در دقیقه استفاده نمود ولی استفاده از درام سیمی سرعت بالا می تواند نتایج بهتری را حاصل نماید.

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 RUN ابتدا این فاصله را تنظیم می نماید. این فاصله معمولاً بین 5 تا 21 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 رویش نازلها:

همانطور که گفته شد، برای دستیابی به وب 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 رویش هر نقطه از درام از 0 تا 26 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 پوشش‌دهی نانوالیاف به خوبی انجام پذیرد. به این منظور در این دستگاه یک سیستم گرمایش تعبیه شده است که می‌تواند دمای محیط الکتروریسی را تا 45 درجه سانتی‌گراد کنترل نماید.

4-2- واسط کاربری

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

4-2-1- پانل دستگاه

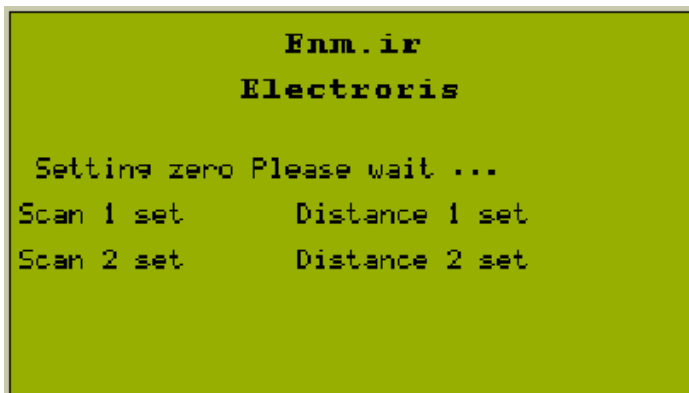
پانل دستگاه الکتروریس، در شکل زیر نشان داده شده‌اند. این پانل‌ها مجهز به 20 کلید فشاری و یک صفحه نمایشگر، ولوم 10 دور کنترل سرعت چرخش درام، سیستم کنترل دمای محفظه به همراه کلید روشن و خاموش کنترل دمایی، 6 دیود نورافشان آبی، قرمز، زرد و سبز؛ کلید ریست و کلید لامپ داخل دستگاه می‌باشد.



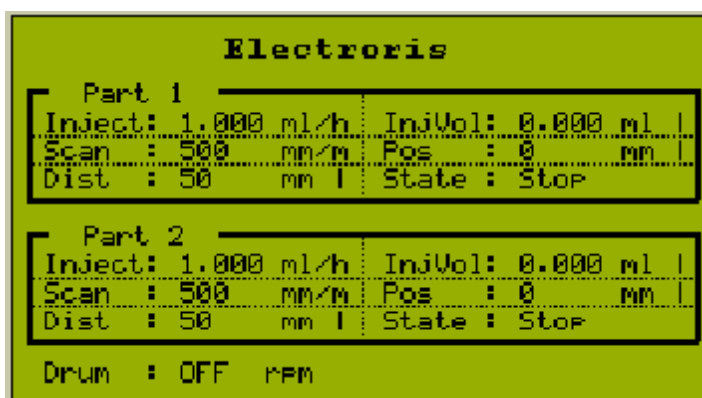
پانل دستگاه الکتروریس دوپمپ متقارن

4-2-2- صفحه نمایشگر:

صفحه نمایش دستگاه الکتروریس دو پمپ، یک نمایشگر 128*240 پیکسلی می‌باشد. هنگام روشن کردن دستگاه بعد از نمایش آرم شرکت فناوران نانومقیاس، تنظیمات صفر دستگاه به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

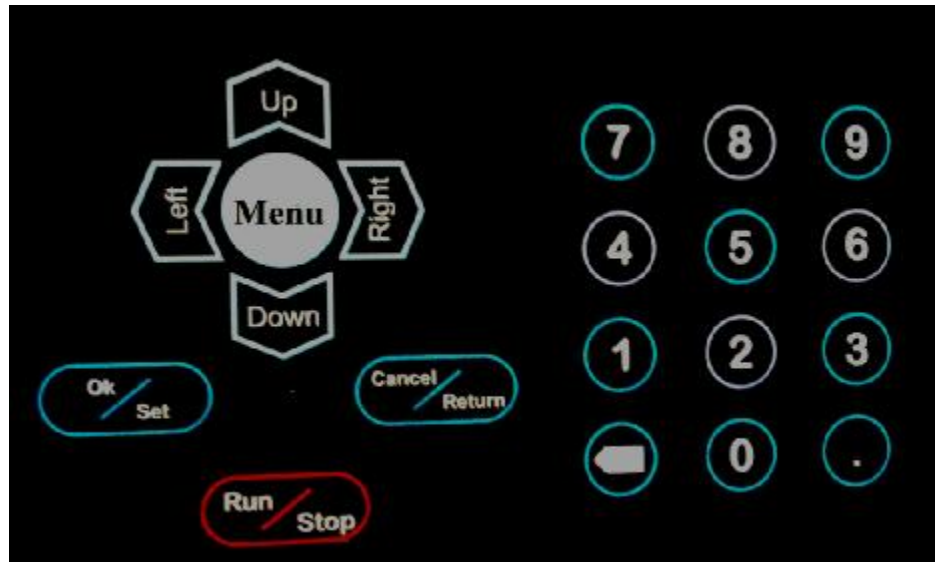


بعد از اینکه صفر دستگاه تنظیم شد منوی زیر ظاهر می شود:



صفحه نمایشگر نشان داده شده دارای دو بخش Part 1 و Part 2 می باشد که به ترتیب اطلاعات پمپ تزریق شماره 1 و 2 را نمایش می دهد. Part 1 اطلاعات و تنظیمات قسمت چپ دستگاه و Part 2 اطلاعات و تنظیمات قسمت راست دستگاه را نشان می دهد. آخرین سطر مربوط به تنظیم سرعت چرخش درام (Drum rpm) می باشد.

پانل تنظیمات دستی دستگاه به صورت زیر است:



- **Menu**: با فشردن این دکمه صفحه منو در نمایشگر ظاهر می شود
 - کلیدهای **Up**، **Down**، **Left** و **Right** برای حرکت روی گزینه های نمایشگر استفاده می شود.
 - **OK/Set**: برای تایید گزینه های صفحه نمایشگر استفاده می شود.
 - **Cancel/Return**: دکمه لغو و بازگشت به مرحله قبلی، با انتخاب این گزینه عملیات لغو و تنظیمات به مرحله قبلی برمی گردد.
 - **Run/Stop**: دکمه شروع یا توقف فرآیند الکتروریسی
 - صفحه اعداد 0-9 برای وارد کردن مقادیر مربوط به تنظیمات دستی
- برای تنظیم پارامترهای سرعت و حجم تزریق، موقعیت نازلها، فاصله الکتروریسی، سرعت حرکت نازلها و طول مسیر رفت و برگشت نازلها، دکمه **Menu** بر روی پانل را فشار می دهیم و صفحه زیر نمایش داده می شود. برای انتخاب گزینه ها، از دکمه های **Up** و **Down** استفاده می کنیم و سپس دکمه **Menu** را دوباره فشار می دهیم.

```


Menu
-----
> Set injection 1 parameters
Set injection 2 parameters
-----
Set scan 1 parameters
Set scan 2 parameters
-----
Set distance 1 parameters
Set distance 2 parameters
-----
Set active sections Both

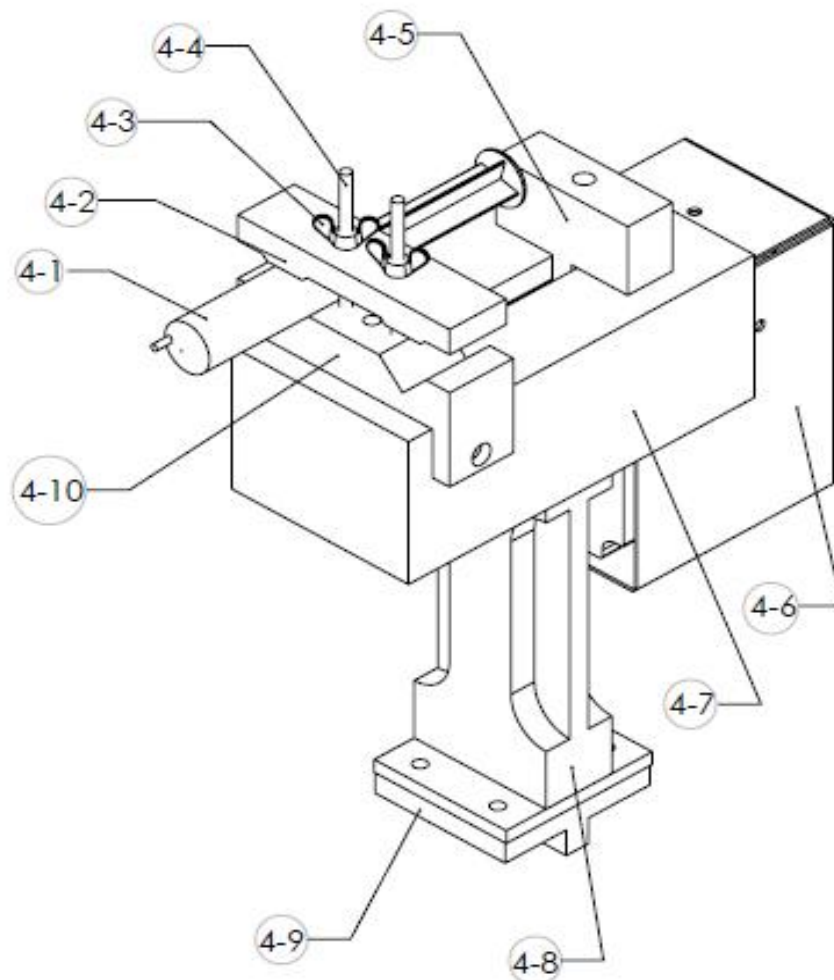
```


سطرها به ترتیب مربوط به تنظیمات:

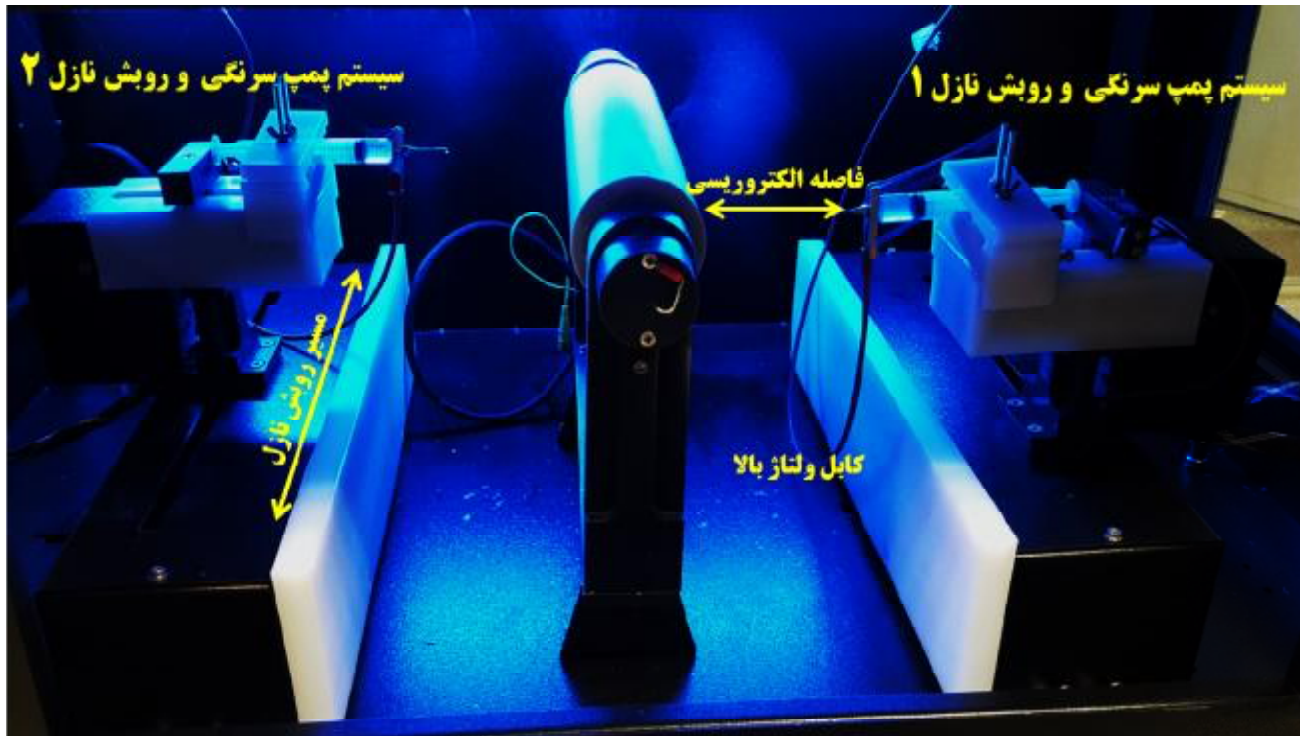
- **Set injection 1,2**: با فشار این دکمه، اطلاعات تنظیم پارامترهای پمپ‌های تزریق شماره 1 و 2 شامل تنظیم سرعت تزریق، میزان هدف حجم محلول تزریق شده و قطر داخلی سرنگ نمایش داده می‌شود.
- **Set scan 1,2**: اطلاعات تنظیم و موقعیت نازل‌ها نسبت به قسمت جلوی دستگاه بر حسب میلی‌متر به ترتیب برای پمپ شماره 1 و 2، نمایش داده می‌شود.
- **Set distance 1,2**: اطلاعات تنظیم فاصله نوک نازل تا سطح درام بر حسب میلی‌متر نمایش داده می‌شود.
- **Set active section**: با تغییر این گزینه، کارکرد قسمت‌های دستگاه تعیین می‌شود: (both) کارکرد همزمان دو قسمت دستگاه، (Left(1) کارکرد سمت چپ دستگاه، (Right(2) کارکرد قسمت راست دستگاه.

4-3- پمپ سرنگی:

در این سیستم امکان استقرار یک یا دو سرنگ در هر پمپ در نظر گرفته شده است. جهت قرار دادن سرنگها، ابتدا بایستی گزینه "Manual move" انتخاب شود سپس پدال فشاردهنده سرنگ توسط کلیدهای  جهت قرارگیری درست سرنگ فشار 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 (بالا تر 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 Set injection parameters صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.

```

Injection 1
-----
> Rate : 1.0    ml/h
  Tarsat: 1.0    ml
  Dia   : 10    mm
  Manual move (use Left and Right keys)
  
```

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

Rate: سرعت تزریق (بر حسب میلی لیتر در ساعت)؛ این مقدار نشان دهنده میزان حجم محلول خارج شده از نازل در مدت یک ساعت می باشد که تا دقت دهم میلی لیتر در ساعت قابل تنظیم است.

حداقل و حداکثر سرعت تزریق: میزان حداکثر و حداقل سرعت با توجه به قطر سرنگ انتخاب شده می تواند کم یا زیاد شود. پیشنهاد می شود جهت افزایش دقت تزریق در سرعت های کمتر از 10 میلی لیتر در ساعت از سرنگ 5 میلی لیتری و برای سرعت های کمتر از 1 از سرنگ 2 یا کوچکتر استفاده شود. برای سرعت های بالاتر نیز بایستی از سرنگ های بزرگتر از 5 میلی لیتری استفاده شود.

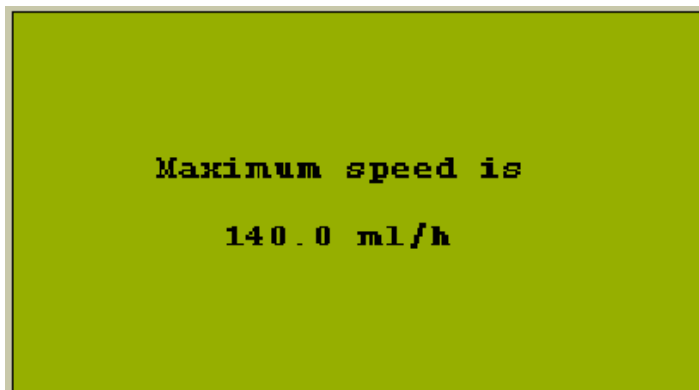
در صورتی که عدد وارد شده برای قطر سرنگ بیشتر از مقدار 50 میلی متر باشد، پیغام زیر در صفحه نمایش داده می شود و برای تغییر باید عدد کمتری را وارد کنیم.

**Maximum Diameter is
50.0 mm**

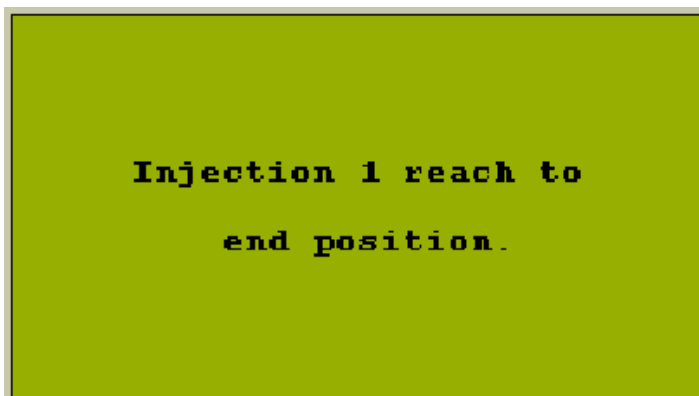
در صورتی که مقدار وارد شده برای قطر سرنگ کمتر از مقداری متناظر با سرعت تزریق انتخاب شده باشد پیغام زیر در صفحه نمایش ظاهر می شود.

**Minimum Diameter for this
injection rate is 4.0 mm**


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 می کند. در صورتیکه لازم است سرعت را در بیش از این مقدار تنظیم نمایید، بایستی ابعاد سرنگ را افزایش دهید.

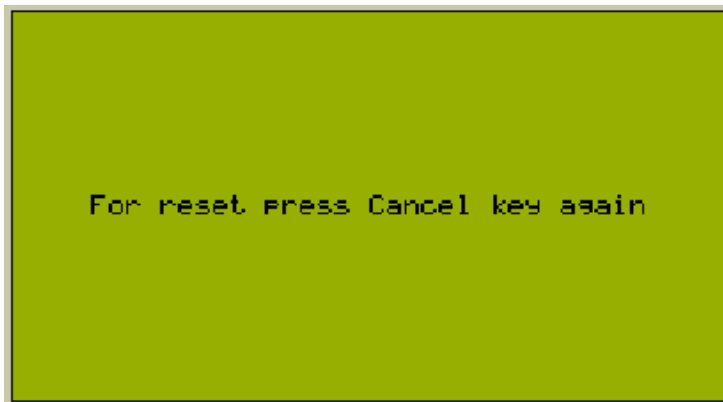


Target: حداکثر حجم تزریق (بر حسب میلی لیتر)؛ در صورتیکه مایلید سیستم بعد از تزریق حجم معینی از محلول متوقف شود، می توانید مقدار مورد نظر را در این بخش وارد نمایید. در اینصورت بعد از تزریق حجم مشخص شده، سیستم متوقف شده و عبارت زیر در صفحه نمایش داده خواهد شد.




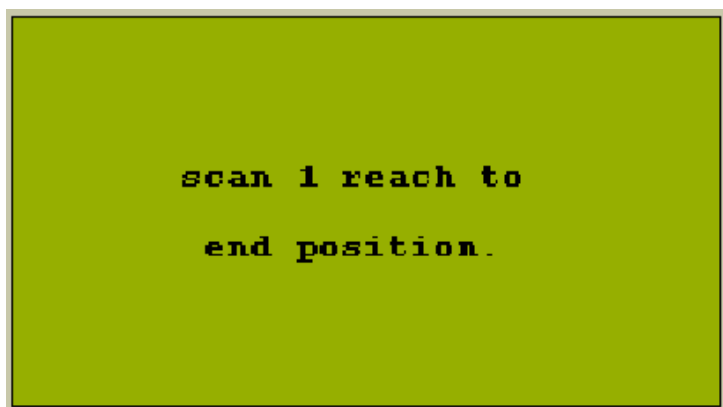
تزریق مداوم: جهت تزریق مداوم لازم است این مقدار برابر صفر تنظیم گردد. در اینصورت تزریق همواره ادامه خواهد یافت.

صفر نمودن میزان تزریق شده: جهت اینکار کافیست کلید  را دوبار فشار دهید. در این صورت پیغام زیر ظاهر خواهد شد.



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.

Dia: قطر سرنگ

نکته: قطر داخلی سرنگ (بر حسب میلی متر)؛ در صورت تغییر سرنگ بایستی ابتدا قطر داخلی آن توسط کولیس یا دیگر وسایل اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری شده و وارد سیستم شود. دقت عدد وارد شده تا دهم میلی‌متر قابل تنظیم است. جهت تنظیم این مقدار ابتدا گزینه (Dia) را فشار دهید تا عدد ثبت شده آن پاک شود. در این مرحله جهت وارد کردن مقدار جدید از کلیدهای عددی پانل (" ' ' ' ") استفاده نمایید.

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

ثبت یا صرفنظر 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 گزینه "Set injection" سپس گزینه "Dia" انتخاب شود. جهت صرفنظر کردن از ورود مقدار جدید کافیت 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.

محاسبات انتخاب سرعت مناسب به نسبت ابعاد سرنگ انتخابی:

جهت افزایش دقت تزریق پیشنهاد می گردد 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 می باشد.

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

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

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 در هر پمپ روی این سیستم تعبیه شده است که به دلخواه می توان از یک یا دو سرنگ استفاده کرد. استفاده از دو نازل منجر به افزایش میزان نانوالیاف تولید شده خواهد شد، با این حال برهمکنش جت های پلیمری تشکیل شده در نوک نازلها به دلیل بار یکسان آنها می تواند باعث ایجاد تغییرات غیر قابل پیش بینی در مورفولوژی، نحوه چینش و ابعاد نانوالیاف شود.

با انتخاب گزینه Set scan (از صفحه Menu) صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.

```

Scan 1
-----
Rate   : 500.0   mm/min
> Min Pos: 50    mm
      Max Pos: 150  mm
Manual move (use Left and Right keys)

```

در این صفحه 3 پارامتر سیستم روبش قابل تنظیم است.

Rate: سرعت روبش (بر حسب میلی متر در دقیقه)

مثال 1: Min Pos=100; Max Pos=250; Scan Rate=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: Min Pos=150; Max Pos=150; Scan Rate =0

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

Min pos: نقطه شروع اسکن (بر حسب میلی متر)؛ جهت تنظیم نقطه ابتدای اسکن

توضیح: این نقطه نمی تواند بیشتر از نقطه پایان تعریف شود.

```

Start position must be less
than maximum position.

```

Max pos: نقطه پایان اسکن (بر حسب میلی متر)؛ تنظیم نقطه انتهای اسکن که حد کثر 260 میلی متر می باشد.

توضیح: این نقطه نمی تواند کمتر از نقطه شروع تعریف شود.


```
End position must be greater
than start position.
```

4-5- سیستم تنظیم فاصله الکتروریسی:


فاصله الکتروریسی (Distance)، فاصله نوک نازلها تا سطح درام می باشد. این فاصله با توجه به تنوع طول نازل های مختلف می تواند کمتر یا بیشتر از مقدار پیش فرض دستگاه باشد که لازم است این مقدار توسط کاربر دستگاه در نظر گرفته شده و تصحیح گردد.

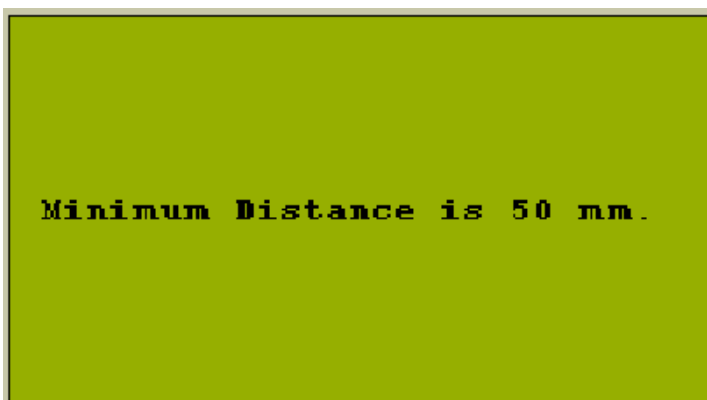
با فشردن کلید Set distance از صفحه (Menu) صفحه نمایش به صورت زیر خواهد بود.

```
Distance 1
-----
Pos      : 150      mm
> Manual move (use Left and Right keys)
```

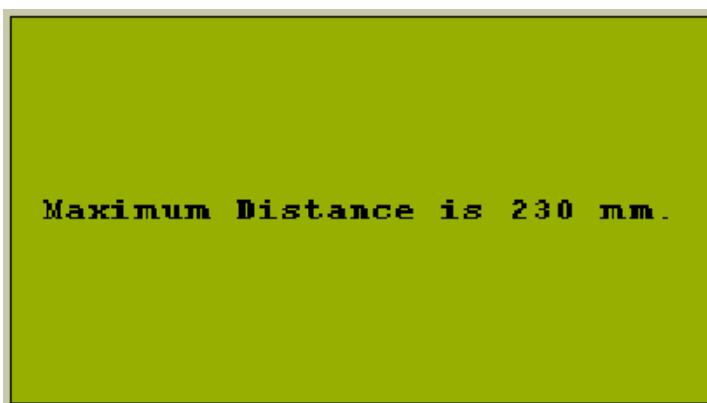
Pos: جهت تنظیم فاصله الکتروریسی پمپ سرنگی شماره 1 پس از فشار دادن کلید ، داده قبلی پاک شده و داده جدید درخواست می گردد. برای ثبت داده جدید بایستی از کلیدهای عددی (" ' ' ' ") استفاده و مجدداً کلید "OK/Set" فشرده شود.

توجه: پس از وارد نمودن داده جدید، تا زمانیکه کلید "Set distance" فشار داده نشده است، همچنان داده قبلی

در سیستم ثبت شده باقی خواهد ماند. در این مرحله جهت صرفنظر می توان از کلید  استفاده نمود. در صورتی که مقدار وارد شده جهت تنظیم فاصله الکتروویسی کمتر از مینیمم مقدار انتخاب شود پیغام زیر در صفحه نمایشگر ظاهر می شود.



در صورتی که مقدار وارد شده جهت تنظیم فاصله الکتروویسی بیشتر از ماکزیمم مقدار انتخاب شود پیغام زیر در صفحه نمایشگر ظاهر می شود.



در صورتی که سرعت اسکن بیشتر از ماکزیمم مقدار انتخاب شود پیغام زیر در صفحه نمایشگر ظاهر می شود.



Maximum Scan Speed is
400 mm/min

هشدار باز بودن درب‌ها:

در صورتی که درب دستگاه باز باشد، هنگام شروع فرآیند الکتروریسی پیغام زیر در صفحه ظاهر می‌شود.



The Door is open.

هشدار سیستم ارت:

در صورتی که سیستم ارت به درستی متصل نشده باشد پیغام زیر در صفحه نمایش داده می‌شود.



The Earth is not connected.

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

تنظیم سرعت چرخش درام: جهت روشن و خاموش کردن و تغییر سرعت چرخش درام جمع‌کننده می‌توان 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 عقربه‌های ساعت پیچانده شود. اعداد نشان داده شده در بالای ولوم، عدد اصلی و عدد روی ولوم نشان‌دهنده دهم دور می‌باشد.



توضیح: ضامن بالای ولوم جهت قفل نمودن آن است که باعث ثابت شدن ولوم می‌شود.

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 ولوم درام در حالت خاموش قرار گیرد.

4-7- سیستم راه‌اندازی مجدد بر اساس تنظیمات پیش‌فرض:

"Reset": این دکمه در مواقعی که سیستم دچار مشکلات نرم‌افزاری یا سایر مشکلات فنی در حین انجام الکتروریسی می‌شود استفاده می‌شود.



توجه: با توجه به تغذیه مستقل و سیم کشی مجزا، لازم است عملکرد دست کلید قطع اضطراری هرچند وقت تست شود.

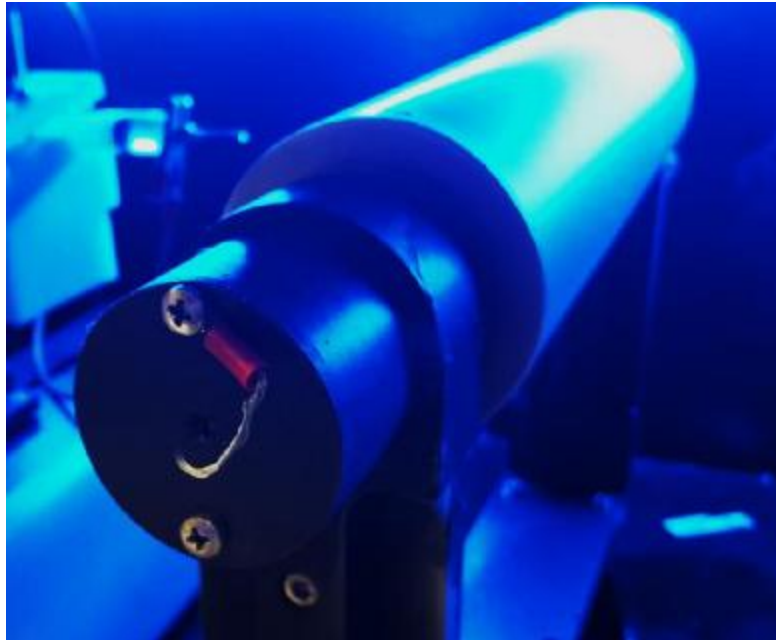
در صورتیکه بنا بر دلایل مختلف سیستم میکروی دستگاه مختل گردید می توان از کلید Reset برای راه اندازی مجدد آن استفاده نمود.

8-4- هشدار دهنده های Earth, Doors و System

در قسمت پایین سمت چپ دستگاه، دیودهای مربوط به هشدار ارت، درب ها و سیستم تعبیه شده است. در صورتی که سیستم ارت بخوبی متصل نشده باشد چراغ دیود به رنگ زرد روشن خواهد شد. چراغ سبز نشان دهنده باز بودن درب های دستگاه می باشد. در قسمت سیستم دو عدد چراغ دیود (سمت راست و چپ) مربوط به پمپ های 1 و 2 می باشد، هنگام انجام فرآیند الکتروریسی این چراغها خاموش می شود. روشن بودن هر یک از چراغ های آبی حین الکتروریسی نشان دهنده وجود مشکل در آن قسمت از سیستم است.



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)

4-9- تنظیم دمای داخل محفظه:

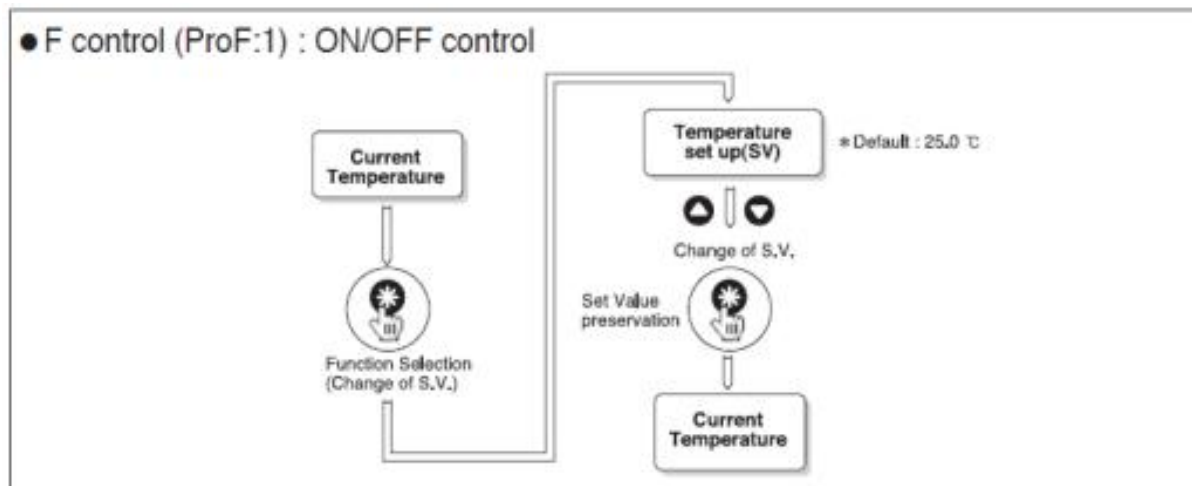
توسط این بخش می‌توان دمای داخل محفظه را از دمای محیط تا 45 درجه سانتی‌گراد تنظیم کرد. دیود نورافشان قرمز نشان‌دهنده روشن بودن سیستم گرمایش دستگاه و دیود نورافشان آبی نشان‌دهنده روشن بودن هواکش تعبیه شده در پشت دستگاه می‌باشد.



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

لزوم 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 "Set" یا "*" (بستگی به مدل دستگاه متفاوت است) 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 Up و Down استفاده نمود.



تنظیم منوی ترموستات: دکمه "Set" یا "*" 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.dly: 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 نمد 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 بالای 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.

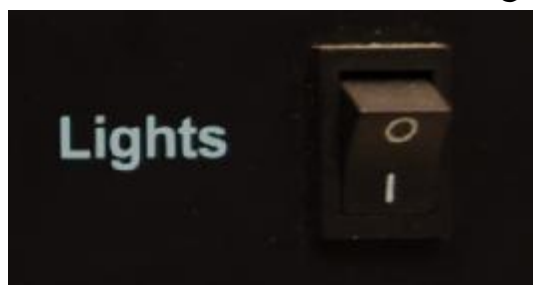


تصویر هواکش بالای دستگاه

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

10-4- روشنایی داخل محفظه:

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



4-11- 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: ابتدا باید دکمه "High voltage" بر روی پنل اصلی دستگاه در حالت "On" قرار گیرد. برای دو قسمت دستگاه بطور مجزا منبع ولتاژ بالا در بالای همان قسمت قرار داده شده که باید برای کارکرد هر قسمت، دکمه در حالت "On" قرار گیرد. 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 می‌شود در زمان باز بودن دربها، ولتاژ بالا از منبع به کابل منتقل نشود. در صورتیکه منبع ولتاژ بالا را روشن نموده‌اید ولی کیلوولت متر، ولتاژ صفر را نمایش می‌دهد، بسته بودن دربها را کنترل نمایید.



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

میکرو آمپر متر (سفارشی): 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 میکرو آمپر (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 محل های اتصال مخصوصاً محل قرار گیری 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 سیم) 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- برسی 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

1-6- 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.	راه حل اول: <ul style="list-style-type: none"> وسيله خارجي جدا شود يا سيني حائل جابجا شود. در صورت خرابی موتور اسکن یا فاصله بایستی با شرکت تماس گرفته شود. در صورت قطع شدن یا خارج شدن تسمه بایستی با شرکت تماس گرفته شود.
	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"> • دستگاه را خاموش و روشن نمایید. • دکمه صحیح فشرده شود. مثلاً دکمه های اعداد روی پانل تنها مواقع خاصی کار می کنند. <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"> • سیستم هنگ کرده است. • دکمه صحیح فشرده نمی شود. 	<p>کلیدهای روی پانل کار نمی کنند.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • دستگاه را خاموش و روشن نمایید. 	<ul style="list-style-type: none"> • سیستم هنگ کرده است. 	<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 کفایت سیستم را stop و مجدداً Run 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 مربوط به هر قسمت) 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"> • ولوم را به سمت راست بچرخانید. • سوکت را محکم نمایید و پیچ آنرا ببندید. • درام را با دست بچرخانید تا از عدم گیر کردن آن مطمئن شوید <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"> • درام در حالت خاموش است و ولوم تنظیم سرعت درام در مقادیر کم قرار گرفته است. • سوکت سیم درام خارج شده است. • درام گیر کرده است. 	<p>درام جمع کننده چرخش ندارد.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • توسط سیم نازکی موارد دارای گرفتگی را باز نمایید یا آنها را تعویض کنید. 	<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>
<ul style="list-style-type: none"> • 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 است.) 	<p>عدم ورود صحیح قطر سرنگ</p>	<p>میزان تزریق محلول پلیمری اشتباه است.</p>

<p>دکمه cancel را دوبار فشار دهید تا میزان تزریق شده صفر شود. یا عدد Target در قسمت Injection را به میزان مورد نظر تنظیم نمایید.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • تزریق میزان محلول به اندازه وارد شده به سیستم 	<p>عدم تزریق محلول و نمایش Injected volume reaches to max limit</p>
<p>همه درهای دستگاه را کنترل نمایید.</p> <p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • درب دستگاه باز است. 	<p>منبع تامین اختلاف پتانسیل روشن شده است ولی با چرخاندن ولوم همچنان ولتاژ صفر را نشان می‌دهد.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • کلیدها را بررسی نمایید. • جک پشت منبع تامین اختلاف پتانسیل را متصل نمایید. (برای اینکار بایستی پیچهای پشت محل قرارگیری منبع باز شود.) 	<ul style="list-style-type: none"> • کلیدهای درهای دستگاه گیر کرده یا خراب شده است. • جک پشت منبع تامین اختلاف پتانسیل خارج شده است. 	<p>با باز شدن درهای دستگاه منبع تامین اختلاف پتانسیل خاموش نمی‌شود.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • دماهای بسیار بالا (بالای 45 درجه) برای سیستم چندان مناسب نیست. • دمای کمتری انتخاب شود. • منتظر بمانید تا ترموستات هیتر مجدداً وصل شود. 	<ul style="list-style-type: none"> • دمای بسیار بالا انتخاب شده است. • جهت جلوگیری از آسیب به هیتر، دستگاه خاموش شده است. 	<p>سیستم گرمکن به دماهای بالا نمی‌رسد.</p>

فصل 7- سفارش

7-1- 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.

7-2- 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، 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