



"دستور العمل دستگاه الکتروریسی"

## Lab-scale Dual Pump Electrospinning Unit

(Electroris Duas)

Model: ESDP30





فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	۱. مشخصات کلی دستگاه الکترورسی
۳	۲. دستگاه الکترورسی دو نازله
۴	۳. مراحل کار با دستگاه
۴	۳-۱. روشن کردن دستگاه
۴	۳-۲. محلول سازی
۵	۳-۳. راه اندازی دستگاه
۶	۳-۴. برنامه دادن به دستگاه
۷	۳-۴-۱. تنظیم سیستم پمپهای سرنگی
۸	۳-۴-۲. تنظیم سیستم اسکن
۹	۳-۴-۳. تنظیم سیستم فاصله الکترورسی
۱۰	۳-۴-۴. تنظیم سرعت چرخش درام
۱۰	۳-۴-۵. تنظیم دمای داخل محفظه
۱۱	۴. نکات ایمنی و مهم: 

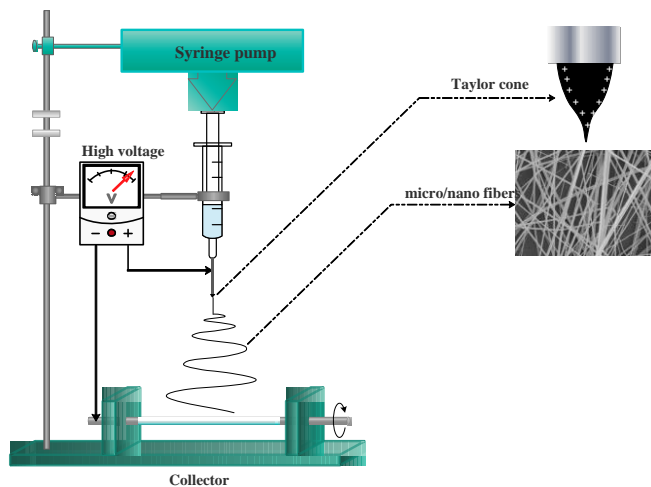


## ۱. مشخصات کلی دستگاه الکترورسی

نام دستگاه	دستگاه الکترورسی دو نازله
مدل	ESDP30
کشور سازنده	ایران
کمپانی سازنده	فناوران نانو مقیاس
شاسی	بدنه فلزی با ۳ درب برای دسترسی آسان
توان ورودی	۱۰۰-۲۴۰/ V AC ۵۰-۶۰ Hz
سیستم گرمایش	قابل تنظیم از دمای محیط تا 45°C از طریق پنل HMI
وزن	140Kg
تعداد سرنگ	4 عدد
سرعت اسکن	۰-۳۰ mm/s
محدوده‌ی اسکن	۰-۳۰ cm
نرخ تزریق پمپ سرنگی	از ۱۰ μl/h تا ۵۰۰ ml/h
اندازه سرنگ قابل استفاده	۱-۲۵mm (قطر داخلی)
نوع کالکتور	درام چرخان
سرعت چرخش درام	۳۵۰-۳۰۰۰ rpm
فاصله الکترورسی	۵-۲۰ cm
حداکثر ولتاژ خروجی	۳۵kV

## ۲. دستگاه الکترورسی دو نازله

دستگاه الکترورسی آزمایشگاهی دو نازله برای تولید نانوالیاف پلیمری/ کربنی/ سرامیکی با قطر ۵۰ نانومتر تا چند میکرون می‌باشد. این دستگاه شامل بدنه فلزی، پمپ سرنگی، سیستم ریسنده، سیستم کالکتور و منبع تامین ولتاژ بالاست. در این دستگاه‌ها دو ماده مختلف می‌توانند به طور همزمان الکترورسی شوند. علاوه بر این، الکترورسی ماده پلیمری در یک سمت دستگاه و مواد افزودنی مانند داروها در طرف مقابل، امکان تولید نانوالیاف کامپوزیتی حاوی اجزای مورد نظر را فراهم می‌کند. بنابراین، این دستگاه برای کاربردهای دارویی، پزشکی و زیستی مناسب است. این دستگاه دارای یک پنل برای کنترل پارامترهای الکترورسی می‌باشد. دستگاه الکترورسی تمهیدات ایمنی بسیار خوبی برای کاربران در رابطه با کار با منبع تامین ولتاژ بالا و حلال‌های شیمیایی فراهم می‌کند.



شکل ۱. نمایی شماتیک از فرآیند الکترورسی

### ۳. مراحل کار با دستگاه

#### ۳-۱. روشن کردن دستگاه

- اتصال کابل اور به پریز برق و ورودی برق دستگاه
- اتصال کابل ارت
- روشن کردن دستگاه با استفاده از کلید مشکی سمت راست دستگاه

#### ۳-۲. محلول سازی

- ابتدا باید بر اساس نوع نمونه، مقدار مشخص شده از ماده ی مورد نظر با ترازو وزن شود.
- پلیمر یا ماده مورد نظر وزن شده را درون ظروف شیشه ای (حاوی مگنت) ریخته و با توجه به نوع نمونه، حلال مناسب به آن اضافه شود.
- سپس زیر هود شیمیایی، روی استیرر با سرعت مناسب قرار داده شود تا ذرات پلیمر کاملاً در حلال حل شوند. درب ظرف باید کاملاً بسته باشد تا از نفوذ و انتشار بخارات حلال به محیط جلوگیری گردد.
- پس از آماده سازی محلول درون سرنگ با نیدل های مخصوص (بسته به سایز نمونه از نیدل های متفاوت که بر اساس رنگ هر کدام دارای قطر مشخصی است) ریخته شود.



رنگ هاب	گیج سوزن	قطر خارجی (میلی متر)
نارنجی	۳۲	۰.۲۳
بنفش	۳۱	۰.۲۵
زرد	۳۰	۰.۳۰
قرمز	۲۹	۰.۳۳
خاکستری	۲۷	۰.۴۰
نارنجی	۲۵	۰.۵۰
آبی تیره	۲۳	۰.۶۰
مشکی	۲۲	۰.۷۰
سبز	۲۱	۰.۸۰
زرد	۲۰	۰.۹۰
صورتی	۱۸	۱.۲۰
سفید	۱۶	۱.۶۰

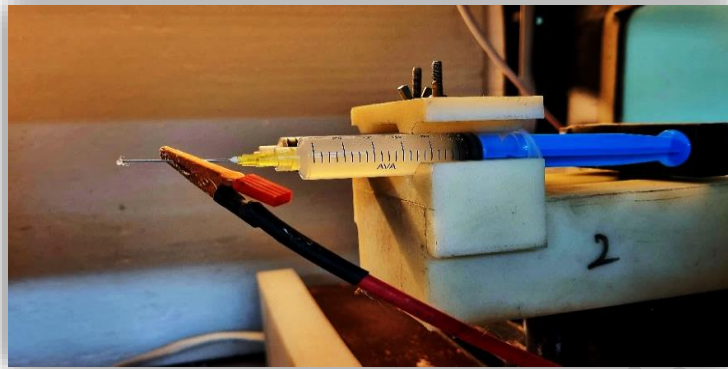
شکل ۲. انواع نیدل ها بر اساس رنگ و اندازه

### ۳-۳. راه اندازی دستگاه

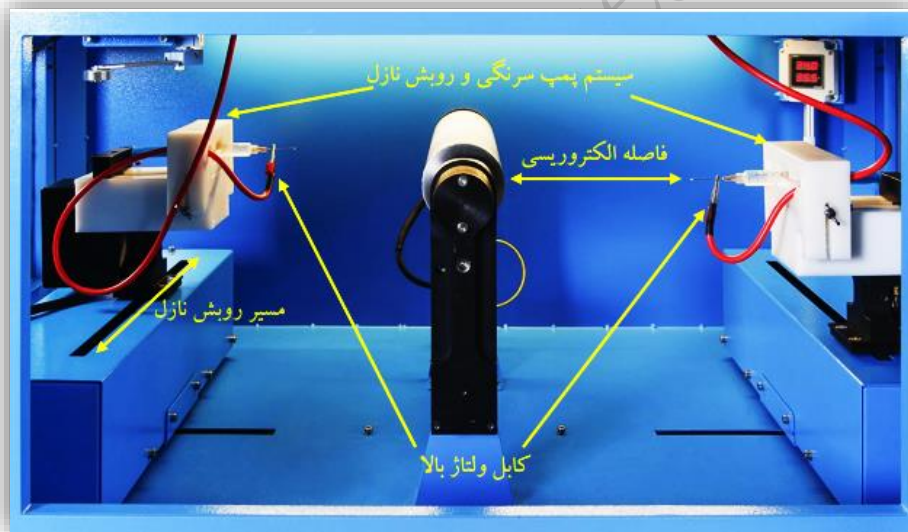
- دستگاه با قرار دادن کلید پاور بر روی حالت ۱ روشن می شود.
- با کلید Light لامپ دستگاه روشن می شود.
- بسته به اندازه‌ی نمونه، درام و جمع کننده‌ی مناسب را انتخاب کرده و با استفاده از آچارهای مخصوص (در جهت عقربه‌های ساعت و از هر دو طرف) درام رادر جای خود فیکس کنید.
- سرنگ حاوی محلول را درون دستگاه قرار داده و با استفاده از پیچ‌های تنظیم کننده، سرنگ را در جای خود محکم کنید (توجه داشته باشید که همیشه یک سرنگ خالی را برای برقراری تعادل در کنار آن قرار دهید).
- پس از چک کردن پارامترها و برنامه مورد نظر، با فشردن کلید Run، دستگاه شروع به کار می کند. (جهت بهینه سازی کیفیت نمونه و جلوگیری از نجسبیدن نمونه به سطح دارم، می‌توانید قبل از شروع فرآیند الکتروریسی، سطح درام را با اسپری تفلون بپوشانید).
- کابل ولتاژ را مطابق شکل به نیدل سرنگ متصل کنید، درب دستگاه را بسته و کلیدهای ولتاژ را روشن کنید.
- در حین فرآیند الکتروریسی، مرتباً دستگاه را چک کنید تا نوک نیدل مسدود نشده باشد.
- توجه: در صورت مسدود شدن نوک نیدل، جهت تمیز کردن آن ابتدا حتماً کلید ولتاژ را قطع کرده سپس درب دستگاه را باز کنید و نوک نیدل را با دستمال کاغذی تمیز کنید.
- در پایان فرآیند الکتروریسی، ابتدا ولتاژ را قطع نموده و با استفاده از آچارهای مخصوص (در خلاف جهت عقربه‌های ساعت) درام را باز کنید. توجه داشته باشید که دستتان با سطح نمونه تماس نداشته باشد.



➤ محصول تولیدی را درون اتانل 90٪ قرار داده و پس از چند دقیقه به آرامی وبا فشار دست محصول را از درام خارج کنید.



شکل ۳. نحوه ی قرارگیری سرنگ و اتصال کابل ولتاژ



شکل ۴. نمای داخلی دستگاه الکتروریسی

### ۳.۴. برنامه دادن به دستگاه

- دستگاه شامل منو تنظیم پارامترهای فرآیند الکتروریسی مانند: پارامترهای مربوط به پمپ های سرنگی، روبش نازل، فاصله الکتروریسی می باشد.
- مطابق شکل ۵، با فشردن کلید Menu می توانید وارد پارامتر مربوطه شوید. با ورود به هر یک از منوها می توان پارامتر مربوطه را تنظیم کرد. این پارامترها عبارتند از:



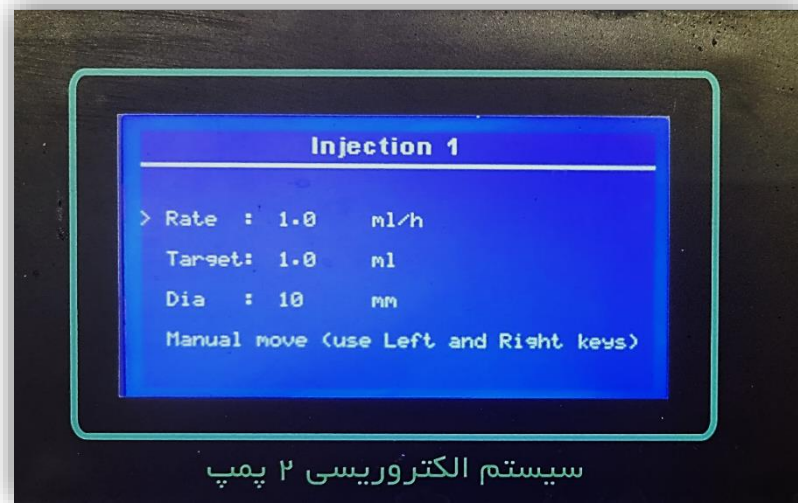
- تنظیم سیستم پمپ‌های سرنگی (Set injection)
- تنظیم سیستم اسکن‌ها (Set scan)
- تنظیم سیستم فاصله الکترورسی (Set distance)
- تنظیم سرعت چرخش درام (Drum speed)
- تنظیم دمای داخل محفظه (Temperature control)
- پس از تغییر پارامتر مربوطه برای تایید، مجدداً کلید Menu و برای بازگشت به منوی اولیه کلید Return را بزنید.



شکل ۵. منو اصلی دستگاه

### ۳-۴-۱. تنظیم سیستم پمپ‌های سرنگی

- مطابق شکل 6، با انتخاب منوی Injection کلیه تنظیمات مربوط به پمپ‌های سرنگی (سمت چپ و راست) نمایش داده می‌شود، با استفاده از کلید های Up و Down می‌توانید هر کدام از پارامترها را انتخاب کرده و تغییر دهید.
- Rate: سرعت تغذیه محلول که نشان دهنده میزان حجم محلول خارج شده از نازل در واحد زمان است.
- Dia: قطر داخلی سرنگ که سطح مقطع سرنگ را محاسبه کرده و پمپ را برای سرنگ کالیبره می‌کند.
- Target: حجم مورد نظر تزریق محلول پلیمری که با رسیدن حجم محلول تزریق شده به مقدار نهایی فعالیت دستگاه متوقف می‌شود.

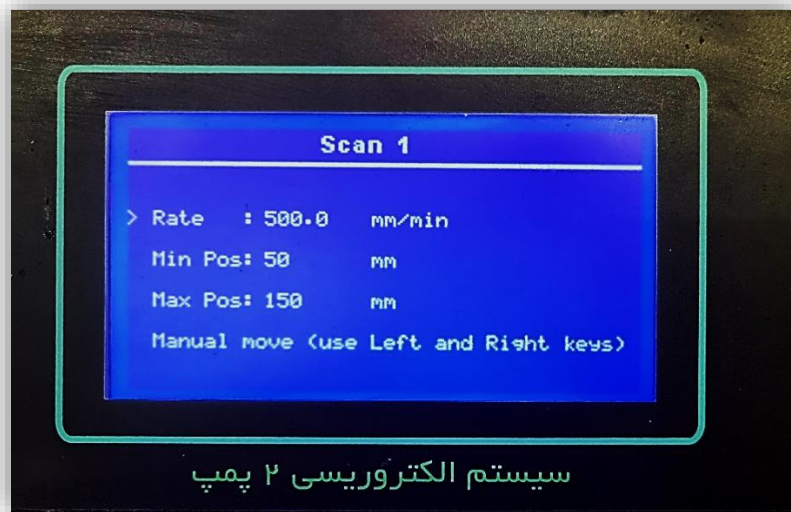


شکل ۶. تنظیمات مربوط به سیستم پمپ‌های سرنگی

### ۳-۴-۲. تنظیم سیستم اسکن

- با انتخاب منوی Scan تنظیمات مربوط به اسکن هر یک از پمپ‌های سرنگی (نقطه آغاز، پایان و سرعت اسکن) را در این منو می‌توان تغییر داد. با استفاده از کلیدهای Up و Down می‌توانید هر کدام از پارامترها را انتخاب کرده و تغییر دهید.
- به منظور جابه‌جایی دستی (Manual) واحدهای الکترورسی سمت راست و چپ در راستای مسیر اسکن، از کلیدهای Right و Left استفاده کنید.
- Rate: سرعت روبش بر حسب میلی‌متر در دقیقه
- Min Pos: نقطه شروع اسکن بر حسب میلی‌متر؛ جهت تنظیم نقطه ابتدای اسکن (این نقطه نمی‌تواند بیشتر از نقطه پایان تعریف شود)
- Max Pos: نقطه پایان اسکن بر حسب میلی‌متر؛ جهت تنظیم نقطه انتهای اسکن (این نقطه نمی‌تواند کمتر از نقطه شروع تعریف شود)

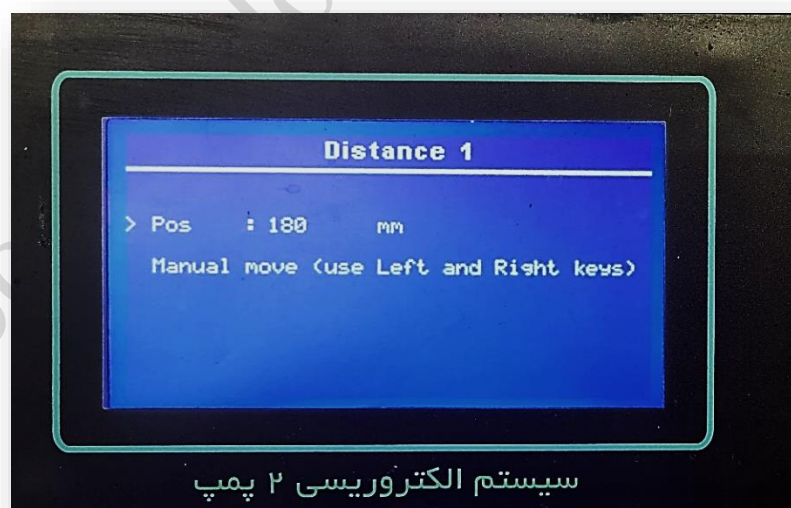




شکل ۷. تنظیمات مربوط به سیستم اسکن

### ۳-۴-۳. تنظیم سیستم فاصله الکترورسی

- مطابق شکل ۸، با انتخاب کلید Distance می توان فاصله هر یک از پمپ های سرنگی نسبت به کالکتور را تنظیم کنید.
- به منظور تنظیم فاصله الکترورسی واحدهای سمت راست و سمت چپ به صورت دستی (Manual) می توان از کلیدهای Right و Left استفاده نمود.



شکل ۸. تنظیمات مربوط به سیستم فاصله الکترورسی



### ۳-۴-۴. تنظیم سرعت چرخش درام

➤ مطابق شکل ۹، بر حسب نوع الکتروریسی، حداقل و حداکثر سرعت چرخش درام می‌تواند متغیر باشد (از ۳۵۰ تا ۳۰۰۰ rpm) با انتخاب منوی Drum در صفحه اصلی و قرار دادن گزینه در حالت ON درام کالکتور شروع به چرخش کرده و سرعت چرخش درام را با وارد نمودن مقدار مورد نظر در مقابل Drum speed می‌توان برحسب دور در دقیقه تنظیم نمود.



شکل ۹. تنظیمات مربوط به سرعت چرخش درام

### ۳-۴-۵. تنظیم دمای داخل محفظه

➤ مطابق شکل ۱۰، در قسمت Temperature Control در پنل دستگاه، چراغ‌های مربوط به هیتر و فن تهویه قرار دارند که با قرار دادن کلید در حالت ۱، منوی تنظیمات هیتر و تهویه طبق شکل باز می‌شود. توسط این بخش می‌توان دمای داخل محفظه را از دمای محیط تا ۴۵ درجه سانتیگراد تنظیم کرد. به منظور تنظیم دمای داخل دستگاه الکتروریسی، دمای مورد نظر باید برحسب سانتی‌گراد وارد شود.



شکل ۱۰. تنظیمات مربوط به دمای داخل محفظه

#### ۴. نکات ایمنی و مهم:

- قبل از روشن نمودن دستگاه الکترورسی، دقت نمایید حتماً کلید منبع تامین ولتاژ در حالت Off باشد.
- دستگاه الکترورسی با سیستم ولتاژ بالا در حدود ۳۰ کیلوولت کار می‌کند که این ولتاژ می‌تواند از چند سانتیمتری به هر نقطه رسانایی از جمله بدن انسان تخلیه شود، 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.
- محلول داخل سرنگ (به خصوص هنگام استفاده از سرنازل‌های با قطر کم) تحت فشار می‌باشد، که می‌تواند 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، حتماً درب‌های دستگاه بسته باشد یا در غیر این صورت از عینک و محافظ صورت استفاده نمایید.
- حداکثر دمای قابل تنظیم در ۴۵ درجه سانتیگراد 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 ۴۵ درجه سانتیگراد تنظیم گردد.
- در صورت مشاهده یا شنیدن صدای جرقه، بلافاصله دستگاه را متوقف کرده و اتصال دستگاه به ارت بررسی شود.
- پس از پایان کار لازم است داخل نازل‌ها و محل اتصال سرنگ با نیدل‌های اسپینال به طور کامل تمیز شود و با استون شستشو داده شود تا از خشک شدن پلیمر و گرفتگی آن‌ها جلوگیری گردد. همچنین لازم است نیدل‌ها تا مرحله ی بعدی الکترورسی درون استون باقی بمانند.