



---

# دستگاه محلولیت سنج اتوماتیک

---

نسخه 5



KIPA C

شرکت دانش بنیان کیمیا ایده پرداز آذربایجان

## فهرست مطالب

- 1- درباره دستگاه ..... 1
- 2- نگهداری و نکات فنی دستگاه ..... 3
- 1-2- اجزای دستگاه محلولیت سنج اتوماتیک ..... 3
- 2-2- جابجایی و حمل دستگاه ..... 4
- 3-2- محل جاگذاری و کار دستگاه ..... 6
- 4-2- نگهداری و بازدید های دوره ای دستگاه ..... 7
- 2-4-2-1- سطح مایع انکوباتور ..... 7
- 2-4-2-2- موقعیت اولیه ربات ..... 8
- 2-4-2-3- بررسی دریچه های سیستم رباتیک ..... 8
- 2-4-2-4- بررسی کابل های الکتریکی دستگاه ..... 9
- 2-4-2-5- محفظه انحلال و سیستم رصدکننده ..... 14
- 2-4-2-6- مخزن دارو ..... 15
- 2-4-2-7- بررسی ظاهری دستگاه ..... 17
- 3- کنترل پنل دستگاه ..... 17
- 3-1- صفحه کلید ..... 17
- 3-2- نمایشگر کنترل پنل ..... 19
- 3-3- پنل اصلی دستگاه ..... 20
- 3-3-1- رنگ آبی چراغ های پنل اصلی ..... 20
- 3-3-2- رنگ نارنجی چراغ های پنل اصلی ..... 21
- 3-3-3- رنگ سبز چراغ های پنل اصلی ..... 21
- 3-3-4- رنگ قرمز چراغ های پنل اصلی ..... 21
- 3-4- انواع وضعیت های کاری دستگاه ..... 22
- 3-4-1- چراغ های آبی روشن - دستگاه آماده بکار است (Please insert temperature) ..... 22
- 3-4-2- چراغ های نارنجی روشن - دستگاه در حال کار است (Device is working) ..... 23
- 3-4-3- چراغ های سبز روشن - محلول در نقطه اشباع است (EQUILIBRATED) ..... 23
- 3-4-4- چراغ های قرمز روشن - دستگاه دارای خطا است (Error) ..... 23
- 3-4-5- طبقه بندی وضعیت های مختلف کاری دستگاه ..... 26
- 4- پروسه اندازه گیری میزان محلولیت از شروع تا پایان ..... 29
- 4-1- مراحل آماده سازی ..... 30
- 4-1-1- شستشو و تمیزکاری ..... 30
- 4-1-2- اندازه گیری وزن خالی محفظه ها ..... 31
- 4-1-3- بررسی ظاهری دستگاه ..... 31
- 4-1-4- توزین اولیه ..... 32

- 33 .....4-1-5-آماده سازی نهایی.....
- 34 .....4-2- راه اندازی دستگاه .....
- 34 .....4-2-1- تنظیم دمای کاری فرآیند.....
- 35 .....4-2-2- تنظیم سرعت همزن مغناطیسی.....
- 36 .....4-2-3-تنظیم زمان مورد نیاز برای اشباع محلول.....
- 37 .....4-2-4- بازدید دستگاه حین انجام فرآیند انحلال.....
- 39 .....4-3- اتمام فرآیند .....
- 42 .....4-3-1- توزین نهایی.....
- 42 .....4-3-2- محاسبه میزان محلولیت.....
- 44 .....4-3-3- شستشو و تمیزکاری نهایی.....
- 44 .....5-چک لیست های ضروری دستگاه .....
- 44 .....5-1- چک لسیت جابجایی و حمل دستگاه .....
- 45 .....5-2- چک لیست شرایط محیط کاری دستگاه .....
- 45 .....5-3-چک لیست نگهداری و بازدیدهای دوره ای دستگاه .....
- 46 .....5-4- چک لیست اندازه گیری محلولیت.....
- 47 .....6- تماس با ما .....

## 1- درباره دستگاه

دستگاه محلولیت سنج اتوماتیک مدل ASSD5 براساس تزریق دارو (پودر یا کریستال جامد) به داخل حلال، غلظت محلول را افزایش داده و آن را به نقطه اشباع می‌رساند. جهت انجام یک فرآیند، کاربر حجم مشخصی از دارو و حلال خالص را در اختیار دستگاه قرار می‌دهد و سیستم بعد از طی پروسه تعریف شده محلول را به حالت اشباع می‌رساند. دستگاه ارائه شده از یک سیستم رباتیک جهت تزریق دارو بهره می‌برد و سیستم توانایی اندازه‌گیری طیف وسیعی از مواد دارویی با محلولیت‌های مختلف را دارد. محدوده دمای کاری 20 الی 50 درجه سانتیگراد، امکان اندازه‌گیری محلولیت مواد در رنج‌های مختلف دمایی را فراهم کرده است. انرژی دستگاه توسط برق شهری 220 ولت تامین می‌شود که باید دارای اتصال به زمین باشد. سیستم رصدکننده محلول از نوع کدورت سنج می‌باشد. حداقل ظرفیت محفظه انحلال 100cc و حداکثر 350cc است و محفظه محلول مجهز به همزن مغناطیسی با پوشش تفلونی می‌باشد. ظرفیت مخزن یا محفظه دارو نیز حداقل 2cc و حداکثر 100cc است که متناسب با میزان محلولیت مواد مورد آزمایش باید شارژ شود. پارامترهای مورد نیاز برای شروع یک فرآیند برای دستگاه عبارتند از: دما، میزان سرعت همزن و زمان مورد نیاز برای اشباع شدن محلول که حداقل زمان قابل قبول 1 و حداکثر 144 ساعت می‌باشد. حداکثر دور کاری همزن مغناطیسی برابر 2000 دور بر دقیقه می‌باشد که کاربر می‌تواند برای دستیابی به سرعت‌های مختلف در این بازه میزان سرعت کاری را بصورت درصد از 1٪ الی 100٪ انتخاب نماید. بصورت کلی مشخصات فنی دستگاه بشرح زیر می‌باشد.

- قابلیت اندازه‌گیری میزان محلولیت در حلال‌های آبی و غیر آبی
- قابلیت اندازه‌گیری میزان محلولیت طیف وسیعی از مواد دارویی با حلال‌های مختلف
- دمای کاری 20 الی 50 درجه سانتیگراد
- ظرفیت محفظه انحلال حداقل 100 سی سی و حداکثر 350 سی سی
- ظرفیت مخزن دارو حداقل 2 سی سی و حداکثر 100 سی سی
- همزن مغناطیسی با قابلیت تنظیم دور از حداقل دور کاری ممکن تا 2000 دور بر دقیقه
- سیستم رصدکننده ذرات معلق از نوع کدورت سنج
- مجهز به سیستم‌های حفاظتی و ایمنی
- مجهز بودن محفظه انحلال به کندانسور جهت جمع‌آوری بخارات محلول و تبدیل آنها به مایع برای بازگشت دوباره به داخل محلول
- سیستم رباتیکی هوشمند جهت تزریق دارو به داخل محلول
- قابلیت کاهش و افزایش دما در محدوده‌های تعریف شده توسط واحد گرمکن و سردکن
- انکوباتور آبی مجهز به دریچه شیشه‌ای جهت کنترل چشمی کاربر از تحولات داخل محلول
- ایزوله بودن محفظه‌های انحلال و دارو از محیط
- مجهز به کنترل پنل جهت تنظیم و مشاهده تمامی حالت‌های کاری
- ولتاژ کاری 220 ولت با قابلیت اتصال به زمین

## 2- نگهداری و نکات فنی دستگاه

### 2-1- اجزای دستگاه محلولیت سنج اتوماتیک

دستگاه محلولیت سنج از بخش های مختلفی تشکیل شده است که در این بخش به معرفی قسمت هایی که کاربر در طول انجام یک فرآیند به آنها نیاز دارد و بایستی برخی نکات پیرامون آن بخش ها را رعایت کند، پرداخته شده است. در تصویر شماره (1) اجزای مختلف دستگاه و تجهیزات جانبی آن نشان داده شده است.



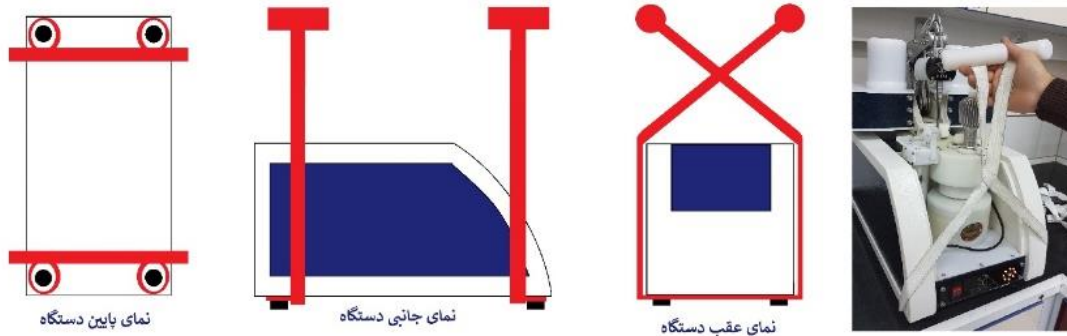
تصویر 1 اجزای مختلف دستگاه و تجهیزات جانبی

### 2-2- جابجایی و حمل دستگاه

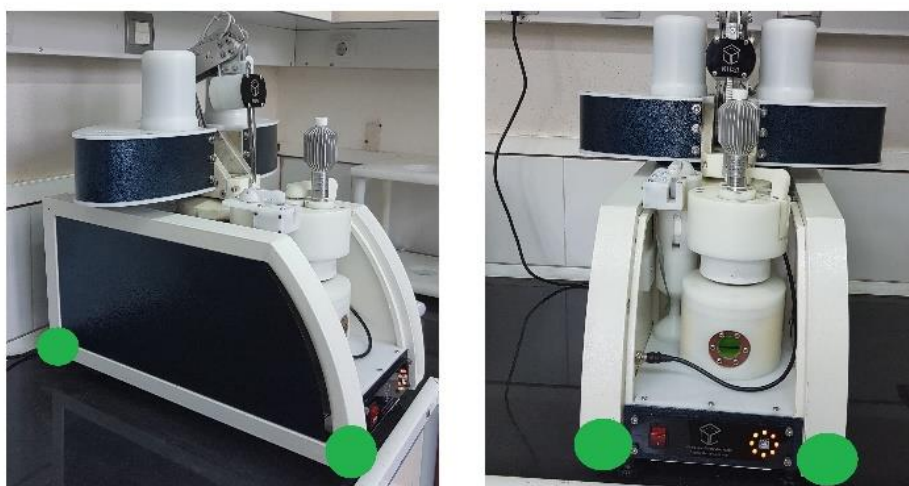
با توجه به حساسیت کاری دستگاه، جابجایی و حمل آن باید با احتیاط کامل انجام شود. از وارد آوردن هرگونه ضربه در حین جابجایی و یا در حالت سکون به دستگاه جداً خودداری شود.

برای جابجایی و حمل دستگاه تسمه های مخصوصی در نظر گرفته شده است که طبق تصویر شماره (2) به دستگاه متصل و به واسطه آنها جابجایی انجام می شود. در صورت عدم در دسترس بودن تسمه های مخصوص حمل کننده، به هیچ عنوان نباید از بدنه ربات برای جابجایی استفاده شود در غیر این صورت سیستم رباتیک دچار آسیب دیدگی خواهد شد.

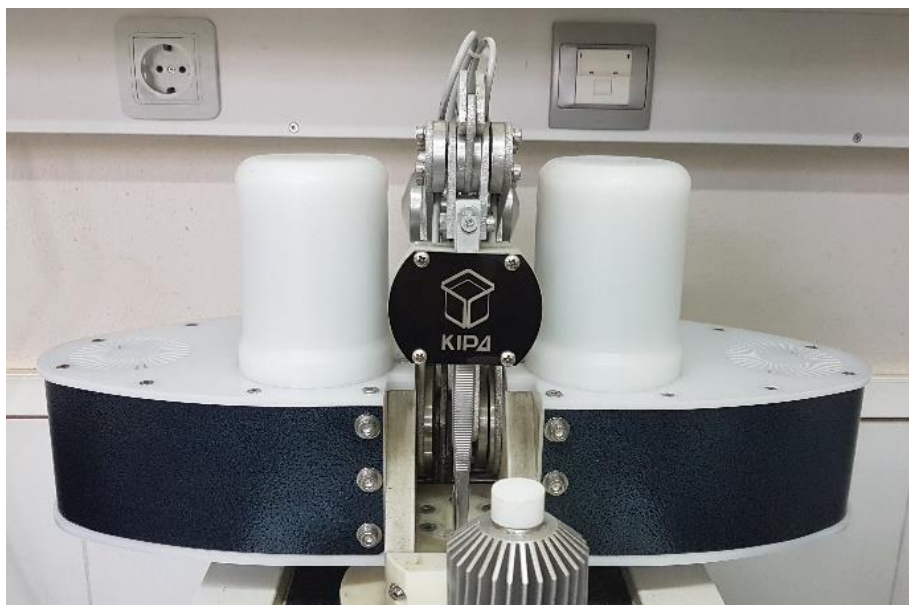
در تصویر شماره (3) قسمت های قابل اعمال نیرو به بدنه دستگاه در صورت عدم وجود تسمه های مخصوص و در تصویر شماره (4) بدنه سیستم رباتیک که نباید هیچگونه نیرو و ضربه ای به آن وارد شود، نشان داده شده است.



تصویر 2 نحوه نصب تسمه های حمل کننده به بدنه دستگاه



تصویر 3 قسمت های قابل اعمال نیرو برای جابجایی دستگاه

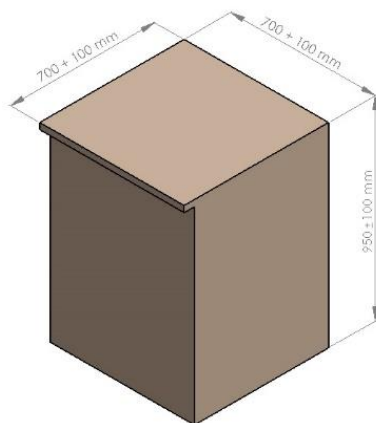


تصویر 4 بدنه سیستم ریاتیک

## 2-3- محل جاگذاری و کار دستگاه

برای دستیابی به بهترین عملکرد و کاهش استهلاک، دستگاه باید در مکان مناسبی جاگذاری گردد. بهترین مکان برای عملکرد مطلوب دستگاه باید دارای حداقل تغییرات دمایی در طول شبانه روز، عدم تابش نور مستقیم آفتاب، رطوبت کمتر از 30٪ و فضای بدون آلودگی های محیطی از جمله گرد و غبار باشد. جهت رعایت کردن استاندارد های ارگونومی میز قرارگیری دستگاه باید دارای حداقل ارتفاع 85 و حداکثر 105 سانتیمتر، حداقل عرض 70 سانتیمتر و حداقل پهنای 70 سانتیمتر باشد.

در تصویر (5) ابعاد مورد نظر نشان داده شده است. محل قرار گیری دستگاه باید کاملاً صلب و بدون لرزش یا لقی باشد. بعد از جاگذاری نیز باید دستگاه تراز باشد در غیر اینصورت می توان توسط چهار عدد پایه تعبیه شده در بدنه دستگاه نسبت به تنظیم آن اقدام نمود.



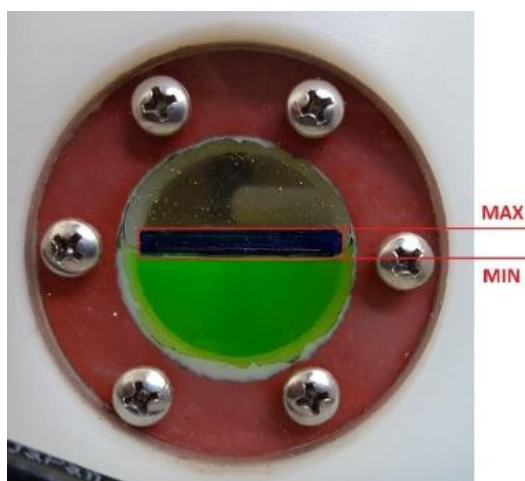
تصویر 5 ابعاد استاندارد میز قرار گیری دستگاه

## 2-4- نگهداری و بازدید های دوره ای دستگاه

### 2-4-1- سطح مایع انکوباتور

با توجه به اینکه انکوباتور از نوع آبی می باشد و انتقال حرارت توسط مایع موجود در انکوباتور انجام می گیرد، بنابراین باید قبل از شروع فرآیند و زمانیکه محفظه انحلال خارج از انکوباتور قرار دارد، کاربر سطح مایع انکوباتور را بررسی و در صورت کم یا زیاد بودن سطح مایع از حد مجاز، نسبت به تنظیم آن اقدام کند.

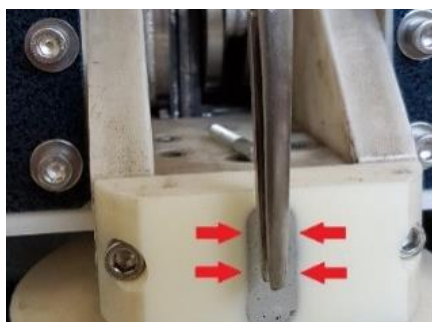
لازم به توضیح است که مایع انکوباتور از 70٪ آب و 30٪ ضدیخ تشکیل شده است که میبایست قبل از اضافه نمودن مایع به داخل محفظه انکوباتور، این نسبت با هم ترکیب و مخلوط گردند و سپس به تنظیم سطح مایع اقدام کرد. در تصویر (6) حد مجاز سطح مایع انکوباتور نشان داده شده است که سطح مایع نباید کمتر یا بیشتر از حد تعریف شده باشد.



تصویر 6 حد مجاز سطح مایع انکوباتور

#### 2-4-2- موقعیت اولیه ربات

قبل از شروع به کار دستگاه باید موقعیت قرارگیری پنس بازوی رباتیک بررسی شود. با توجه به ساختار مکانیکی سیستم رباتیک با گذشت زمان و فعالیت سیستم و یا وارد آمدن ضربه خارجی به ربات، امکان خروج ربات از محدوده ی تعریف شده وجود دارد که اگر جزئی باشد، کاربر می تواند با اعمال نیرو به قسمت پایین پنس نسبت به اصلاح موقعیت آن اقدام نماید. در تصویر شماره (7) محدوده مجاز قرارگیری پنس ربات قابل ملاحظه است. در صورتیکه انحراف پنس از محدوده زیاد باشد به احتمال زیاد سیستم دچار نقص فنی شده است که در این حالت سیستم خطا خواهد داد و دستگاه باید مورد بررسی و تعمیر قرار بگیرد.

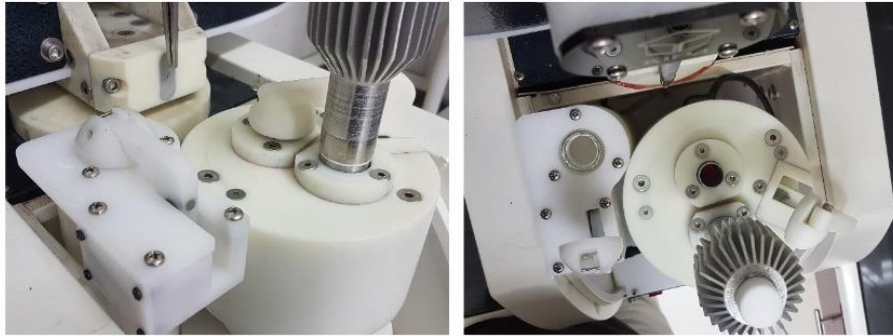


تصویر 7 محدوده مجاز قرارگیری پنس ربات

#### 2-4-3- بررسی دریچه های سیستم رباتیک

بصورت کلی دستگاه دارای دو محفظه انحلال و دارو است. هر دو محفظه توسط دریچه های سیستم رباتیک کنترل و از محیط ایزوله شده اند و تنها در زمان های مورد نیاز باز و بسته می شوند. در زمان شروع بکار دستگاه، باید هر دو دریچه در وضعیت بسته قرار داشته باشند و در صورت باز بودن هر یک از دریچه های سیستم بصورت هوشمند نسبت به بستن آنها اقدام خواهد کرد. در غیر اینصورت کاربر باید دستگاه را ریستارت نماید و در صورت تداوم این حالت سیستم دچار نقص فنی شده است و باید مورد بررسی قرار بگیرد. در تصویر شماره (8) هر یک از دریچه ها در وضعیت باز و بسته نشان داده شده اند.





تصویر 8 درجه ها در وضعیت باز و بسته

#### 2-4-4- بررسی کابل های الکتریکی دستگاه

دستگاه دارای یک قسمت متحرک (بازوی رباتیک) و دو قسمت جداشونده (محفظه انحلال و کنترل پنل) می باشد. هر یک از این بخش ها دارای قسمت های مختلف الکترونیکی و کنترلی هستند که انرژی مورد نیاز و دستورات مربوط به آنها توسط سیستم مرکزی دستگاه تامین و انجام می گیرد. ارتباط سیستم مرکزی و این بخش ها توسط کابل های تعبیه شده برای هر قسمت برقرار می شود. در صورت وجود هرگونه نقص فنی در کابل های واسطه، سیستم دچار نقص فنی خواهد شد. جهت پیشگیری از این اتفاق، کاربر باید بصورت دوره ای از سلامت کابل ها اطمینان حاصل کند و در صورت مشاهده هرگونه آسیب دیدگی نسبت به اصلاح آن اقدام نمایند. دستگاه دارای شش عدد کابل خارجی که در معرض دید کاربر هستند، می باشد.

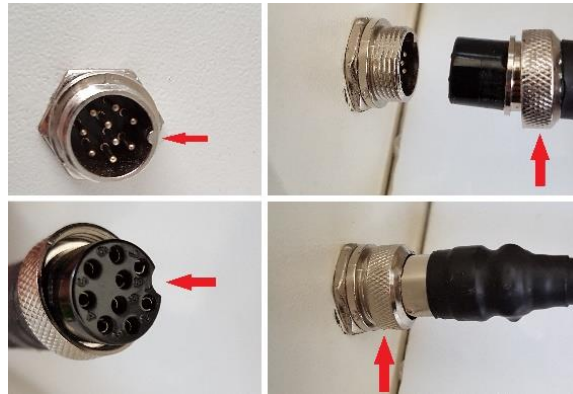
کابل اصلی که به برق شهری متصل می شود، ولتاژ بالا است و قبل از اتصال آن به برق شهری باید از سلامت آن اطمینان حاصل گردد. کابل ها باید از لحاظ ظاهری مورد بررسی قرار بگیرند و نباید در سطح کابل ها هیچگونه علائم پارگی، خوردگی و ترک مشاهده شود. همچنین کابل اصلی دستگاه مجهز به قابلیت اتصال به زمین است و هنگام اتصال، باید برق محیط کار نیز مجهز به سیستم اتصال به زمین باشد. در غیر این صورت نباید دستگاه را روشن و استفاده نمود. در تصویر شماره (9) کابل اصلی و قسمت های مختلف آن قابل ملاحظه است.



تصویر 9 کابل اصلی دستگاه

کابل دوم مربوط به محفظه انحلال است که برای انجام مراحل مختلف در اندازه گیری میزان محلولیت توسط سوکت از دستگاه جدا یا متصل می شود. به دلیل اهمیت بالای این کابل و حساسیت کاری آن، باید نسبت به اتصال و جداسازی آن نهایت دقت توسط کاربر بکار گرفته شود. در صورت اتصال ناقص، سیستم در حین

کار ممکن است دچار خطا گردد. جهت اتصال کامل باید جهت هر دو سوکت (نری و مادگی) روبه روی هم قرار بگیرند و با فشار دادن به بدنه سوکت نسبت به اتصال آنها اقدام نمود. بعد از قرار گرفتن هر دو سوکت در داخل یکدیگر ضامن سوکت نیز باید بسته شود. دقت شود که در طول تمامی مراحل اتصال یا جدا سازی سوکت ها، از کابل آنها جهت اعمال فشار یا کشش استفاده نشود. در تصویر شماره (10) جهت صحیح سوکت های نری و مادگی محفظه انحلال نشان داده شده است. در صورتیکه جهت اشتباه باشد، سوکت جا نخواهد خورد و در صورت اعمال فشار این قطعه آسیب خواهد دید. قبل از شروع بکار و اتصال سوکت و کابل به دستگاه از سلامت آنها اطمینان حاصل شود و در صورت ملاحظه ترک خوردگی و پارگی نسبت به تعمیر آن اقدام گردد.



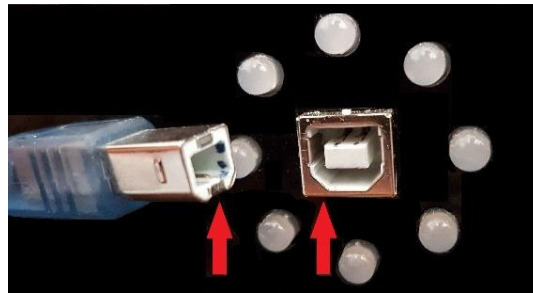
تصویر 10 جهت سوکت های محفظه انحلال و ضامن مربوطه

کابل سوم و چهارم که بصورت یک جفت در امتداد بازوی رباتیک و کابل پنجم که در بین بدنه ربات و دستگاه قرار گرفته اند، جهت تامین انرژی و کنترل اجزای مربوطه، در نظر گرفته شده اند. در صورت عدم رعایت نکاتی که در مورد محیط کاری دستگاه در بخش نگهداری بیان شد، کابل ها می توانند دچار فرسودگی گردند که در آن حالت دستگاه نقص فنی پیدا خواهد کرد. برای جلوگیری از فرسودگی کابل ها، دستگاه باید در محیطی دور از نور مستقیم آفتاب و محیط با دمای بالای 15 درجه سانتیگراد کار نکند و از تماس مواد الکلی و شیمیایی با کابل ها جلوگیری بعمل آید. در تصویر (11) کابل های سیستم رباتیک قابل ملاحظه می باشند.



تصویر 11 کابل های سیستم رباتیک

نهایتاً کابل ششم مربوط به کنترل پنل دستگاه می باشد که توسط سوکت از قسمت جلویی دستگاه که در تصویر شماره (12) نشان داده شده است به دستگاه متصل می شود. با توجه به اینکه کنترل پنل تنها در زمان های ضروری به دستگاه متصل می شود، نیازی به اتصال همیشگی آن به دستگاه نمی باشد و از این رو این بخش بصورت پورتابل ساخته شده است. همچنین اگر در یک محیطی، بیشتر از یک دستگاه (مدل ASSD5) کار بکند، کاربر می تواند تنها با یک کنترل پنل تمامی دستگاه ها را کنترل نماید. تمامی مواردی که در بررسی و نگهداری کابل های قبلی بیان شد، در این مورد نیز صادق است. سوکت کنترل پنل نیز دارای جهت می باشد که در هنگام اتصال باید مورد توجه قرار بگیرد.



تصویر 12 سوکت کنترل پنل و جهت اتصال آن به دستگاه

#### 2-4-5-محفظه انحلال و سیستم رصدکننده

محفظه انحلال یکی از بخش های حساس دستگاه می باشد که علاوه بر محفظه محلول، سیستم رصد کننده ذرات، کندانسور و بخشی از سیستم رباتیک را شامل می شود. هر بار قبل و بعد از آزمایش و انجام فرآیند، کل محفظه باید تمیز کاری و شستشو داده شود و همه قسمت های آن از جمله، بشر و پروب سیستم رصد کننده از لحاظ ترک خوردگی و رسوب گرفتگی، درپوش محفظه از لحاظ آلودگی و سایر قسمت ها باید بررسی شوند.

با توجه به اینکه قسمت انتهایی پروب رصد کننده شیشه ای می باشد، نهایت دقت در تمیز کاری و شستشوی این قسمت باید به خرج داده شود تا در کل مراحل تمیز کاری و جابجایی آسیبی به این قسمت وارد نشود و همچنین نباید هیچ گونه ذره یا آلودگی بر روی پروب رصد کننده وجود داشته باشد در غیر این صورت نتایج حاصل از انجام فرآیند همراه با خطای خارج از محدوده خواهد بود. در صورت مشاهده هر گونه مساله ای باید نسبت به رفع آن اقدام و سپس بکارگیری شود. در تصویر شماره (13) بخش های مختلف محفظه که باید مورد توجه قرار بگیرد، نشان داده شده است.



تصویر 13 محفظه انحلال و بخش های مربوط به آن

## 2-4-6- مخزن دارو

این محفظه از جنس شیشه ساخته شده است تا علاوه بر عدم واکنش شیمیایی با مواد مورد استفاده، امکان دید چشمی نیز برای کاربر فراهم شود تا بتواند از میزان داروی موجود در طول انجام یک فرآیند آگاهی پیدا کند. ذرات و کریستالهای دارو قبل از شروع فرآیند در داخل این محفظه ذخیره می شود تا در حین کار دستگاه و در صورت نیاز سیستم رباتیک جهت تزریق اقدام بکند. با در نظر گرفتن این نکته که حجم مخزن دارو محدود است و امکان دارد فرآیند هایی با میزان محلولیت بالا مورد بررسی قرار بگیرند که نیاز به حجم داروی بیشتر داشته باشند، باید محفظه چند بار در طی یک فرآیند شارژ شود. بنابراین در طول فرآیند و شارژ کردن مخزن دارو، باید دقت لازم بکار گرفته شود تا از بروز هرگونه خطا و مشکل در روند آزمایش جلوگیری بعمل آید. همچنین قبل و بعد از هر آزمایش نیز باید محفظه تمیزکاری و شستشو داده شود و از لحاظ سلامت همانند محفظه انحلال مورد بررسی قرار گیرد. در تصویر شماره (14) مخزن دارو و اجزای مربوط به آن قابل ملاحظه می باشد.



تصویر 14 مخزن دارو و اجزای مربوط به آن

## 2-4-7- بررسی ظاهری دستگاه

همانطور که در بخش های قبل توضیح داده شد، اکثر بررسی های دستگاه بصورت ظاهری انجام می گیرد. کاربر باید در ابتدا و انتهای انجام هر فرآیند با

بررسی قسمت های مختلف دستگاه بصورت بصری، از سالم بودن اجزای دستگاه اطمینان حاصل نماید. بطور مثال اگر در حین بررسی ظاهری دستگاه، کاربر متوجه نشت مایع انکوباتور در قسمت زیرین دستگاه شود، احتمال دارد سیستم انکوباتور دچار نقص فنی شده باشد و کاربر قبل از شروع فرآیند باید از انجام دادن آن خودداری و نسبت به رفع نقص فنی اقدام بکند. در مورد سایر بخش های داخلی دستگاه، به دلیل هوشمند بودن سیستم و عیب یابی اتوماتیک و اعلام آن به کاربر، نیازی به ورود به آن بخش ها نمی باشد. در پایان لازم به توضیح است که در صورت مواجهه با هرگونه نقص فنی که در هر یک از این بخش ها بیان شد، باید با شرکت سازنده تماس حاصل گردد تا نسبت به رفع نقص فنی اقدامات لازم بعمل آید.

### 3-کنترل پنل دستگاه

#### 3-1- صفحه کلید

به منظور شروع فرآیند و وارد کردن مقادیر مورد نیاز برای انجام آزمایش و تنظیمات مربوطه، از یک عدد کیبورد ماتریسی 4\*4 برای کنترل و راه اندازی دستگاه استفاده شده است که کاربر می تواند در شرایط مختلف نسبت به وارد کردن مقادیر و یا انجام تنظیمات کاری دستگاه توسط کیبورد اقدام نماید. در تصویر شماره (15) کیبورد کنترل پنل قابل ملاحظه می باشد. برای شروع یک فرآیند، کاربر باید مقادیر مربوط به دما، میزان سرعت همزن و زمان مورد نیاز برای اشباع شدن محلول را به دستگاه تعریف نماید. مقدار وارد شده برای دما باید یک مقدار سه رقمی در محدوده 20.0 الی 50.0 درجه سانتیگراد بدون وارد کردن ممیز باشد.



تصویر 15 صفحه کلید کنترل پنل

بعد از وارد کردن دما باید کلید A که به منزله تایید مقدار وارد شده است، فشرده شود. در صورت اشتباه تایپی در طول وارد کردن مقادیر، کاربر می تواند با فشردن کلید B نسبت به اصلاح آن مقدار اقدام نماید. بعد از وارد کردن مقدار دمای کاری، سیستم از کاربر میزان سرعت همزن و مقدار زمان مورد نیاز برای اشباع شدن محلول را سوال می کند که به ترتیب مقادیر باید به سیستم تعریف شوند. در طول وارد کردن مقادیر هرگاه کاربر بخواهد از تنظیمات فرآیند و ادامه کار خارج شود، باید کلید C را فشار دهد. در این صورت سیستم از تنظیمات فعلی خارج و بدون ذخیره کردن به صفحه اول باز خواهد گشت و در صورت ادامه کار با تایید کاربر، دستگاه شروع بکار می کند. زمانی که دستگاه در حال کار باشد و محلول به نقطه اشباع برسد و یا کاربر به هر دلیل بخواهد از ادامه فرآیند انصراف دهد، با فشردن کلید D به مدت سه ثانیه کار دستگاه متوقف می شود.

بصورت خلاصه کاربرد هر یک از کلید ها که در تنظیمات فرآیند استفاده می شود، در تصویر شماره (16) نشان داده شده است.



تصویر 16 عملکرد کلیدهای اصلی کنترل پنل

### 3-2- نمایشگر کنترل پنل

جهت نمایش مقادیر جاری فرآیند و همچنین نمایش پیام های ارسالی از طرف دستگاه، از یک عدد نمایشگر کاراکتری برای کنترل پنل دستگاه استفاده شده است. بصورت کلی نمایشگر از چهار سطر تشکیل شده است که در سطر اول نام شرکت سازنده، در سطرهای دوم و سوم پارامترهای مربوط به فرآیند و در سطر چهارم پیام های مربوط به وضعیت کاری دستگاه، نمایش داده می شود. در تصویر شماره (17) پارامترهای فرآیند و یکی از وضعیت های کاری دستگاه نشان داده شده است.



تصویر 17 نمایشگر کنترل پنل

### 3-3- پنل اصلی دستگاه

پنل جلویی یا اصلی دستگاه از سه بخش کلید روشن-خاموش، چراغ های اعلام وضعیت کاری و سوکت کنترل پنل تشکیل شده است. با توجه به اینکه صفحه کلید و نمایشگر در زمان های شروع و پایان مورد استفاده قرار می گیرند و در طول فرآیند لزومی برای استفاده از آنها وجود ندارد، چراغ های تعیین کننده وضعیت کاری دستگاه بکار گرفته شده است تا کاربر بدون استفاده از نمایشگر بتواند از وضعیت کاری دستگاه مطلع شود. چراغ های پنل اصلی قادر هستند در چهار رنگ متفاوت روشن شوند که هر یک از رنگ ها مفهوم بخصوصی دارد. در ادامه به تشریح هر یک از رنگ ها پرداخته شده است.

#### 3-3-1- رنگ آبی چراغ های پنل اصلی

رنگ آبی نشان دهنده این است که دستگاه آماده شروع بکار است و کاربر می تواند در این مرحله نسبت به تنظیمات فرآیند توسط کنترل پنل و طی مراحل آماده سازی دستگاه که در بخش های بعدی توضیح داده خواهد شد، اقدام نماید.

### 3-3-2- رنگ نارنجی چراغ های پنل اصلی

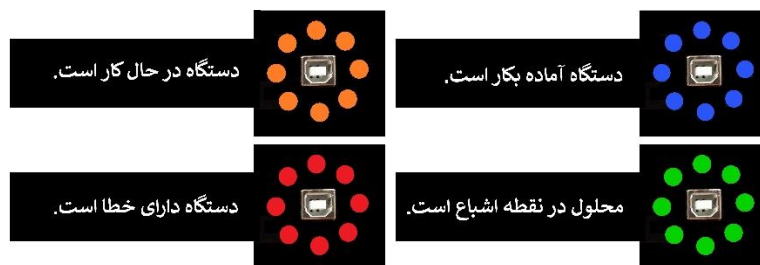
رنگ نارنجی نشان دهنده در حال کار بودن دستگاه می باشد و اینکه محلول مورد آزمایش هنوز به نقطه اشباع نرسیده است. دستگاه در این مرحله براساس الگوریتم تعریف شده اقدام به تزریق دارو به محلول می کند تا زمانی که محلول اشباع شود. کاربر در این مرحله باید بصورت دوره ای ظرفیت مخزن دارو را بررسی و در صورت اتمام دارو نسبت به شارژ آن اقدام بکند.

### 3-3-3- رنگ سبز چراغ های پنل اصلی

رنگ سبز نشان دهنده اشباع شدن محلول و اتمام فرآیند در دمای تنظیم شده است و کاربر در این مرحله می تواند توسط کنترل پنل، مقادیر و اطلاعات را مشاهده و ثبت نماید و سپس دستور اتمام فرآیند را صادر و سیستم را خاموش نماید. لازم به توضیح است هرگاه چراغ های سبز روشن و محلول به اشباع رسیده باشد، تا زمانی که کاربر دستور اتمام فرآیند را صادر نکند، سیستم محلول اشباع شده را در دمای تنظیم شده ثابت نگه می دارد.

### 3-3-4- رنگ قرمز چراغ های پنل اصلی

رنگ قرمز نشان دهنده وجود خطا در سیستم است. خطای بوجود آمده می تواند موقت یا دائمی باشد. معمولا خطاهای موقت مربوط به کاربر و نحوه تنظیمات دستگاه است و با برطرف کردن خطای بوجود آمده و ریستارت کردن دستگاه، خطا از حافظه سیستم پاک می شود. برای مثال اگر کاربر حلال ناخالص برای شروع فرآیند در اختیار دستگاه قرار دهد، پیام خطایی مبنی بر ناخالص بودن حلال، ثبت و نمایش داده می شود که پس از تعویض حلال و ریستارت کردن، خطا پاک می شود. در حالت کلی روشن شدن چراغ های قرمز پنل اصلی به معنای وجود خطا در سیستم است که با متصل کردن کنترل پنل به دستگاه باید خطای مورد نظر شناسایی، ثبت و سپس دستگاه خاموش گردد. در تصویر شماره (18) مفهوم هر یک از رنگ چراغ های پنل اصلی بصورت خلاصه قابل ملاحظه است.



تصویر 18 انواع حالت های کاری دستگاه

### 3-4-4- انواع وضعیت های کاری دستگاه

همانطور که در بخش قبل شرح داده شد، وضعیت های کاری دستگاه را می توان توسط نوع رنگ چراغ های پنل اصلی دستگاه تشخیص داد. در این بخش به توضیح هر یک از پیام ها و وضعیت هایی که حین انجام یک فرآیند می تواند پیش بیاید، پرداخته شده است.

### 3-4-4-1- چراغ های آبی روشن - دستگاه آماده بکار است (Please insert temperature)

در این وضعیت کاربر می تواند با استفاده از کنترل پنل، فرآیند جدیدی را با وارد کردن پارامترهای مورد نیاز، شروع کند. زمانی که کاربر کنترل پنل را به دستگاه متصل نماید، سیستم بصورت اتوماتیک پارامترهای مورد نیاز برای شروع آزمایش را از کاربر سوال می کند. دمای کاری، میزان سرعت همزن و زمان مورد نیاز برای اشباع شدن محلول باید توسط کاربر به سیستم وارد شود. اگر کاربر مقادیر پارامترها را بصورت صحیح و در محدوده وارد نکند،

پیام خطای مربوط به مقدار آن پارامتر به مدت سه ثانیه برای کاربر نمایش داده می شود. نهایتاً بعد از وارد کردن تمامی مقادیر پیامی مبنی بر تایید نهایی کاربر برای شروع فرآیند، نمایش داده می شود که پس از تایید کاربر دستگاه شروع بکار می کند و چراغ های پنل اصلی از رنگ آبی به رنگ نارنجی تغییر رنگ می دهند.

#### 3-4-2- چراغ های نارنجی روشن - دستگاه در حال کار است (Device is working)

زمانیکه دستگاه در حال کار باشد، پارامترهای مربوط به فرآیند و تنظیم شده بر روی نمایشگر قابل ملاحظه است. اگر کاربر در حین کار دستگاه کنترل پنل را به دستگاه متصل نماید، علاوه بر مواردی که ذکر شد، یک پیام نیز مبنی بر وضعیت کاری دستگاه نمایش داده می شود.

#### 3-4-3- چراغ های سبز روشن - محلول در نقطه اشباع است (EQUILIBRATED)

بعد از طی پروسه انحلال، نهایتاً محلول به نقطه اشباع می رسد که در آن حالت چراغ های سبز روشن خواهند شد. کاربر در این مرحله می تواند توسط کنترل پنل مقادیر مربوط به فرآیند و پیام اشباع شدن محلول را مشاهده و ثبت نماید.

#### 3-4-4- چراغ های قرمز روشن - دستگاه دارای خطا است (Error)

در هر زمان که چراغ های قرمز روشن شده باشند، کاربر میبایست در اولین مرحله کنترل پنل را به دستگاه متصل و نسبت به خواندن خطای بوجود آمده اقدام نماید و بعد از خواندن و ثبت خطا دستگاه را خاموش و غیر فعال کند. خطای بوجود آمده می تواند از نوع دائمی یا موقت باشد. در صورت مشاهده خطای موقت، با برطرف کردن عیب بوجود آمده و ریستارت کردن دستگاه، خطا از حافظه سیستم پاک می شود ولی در صورتیکه خطای دائمی بوجود آمده باشد، تا زمانیکه نقص فنی سیستم برطرف نشود خطا از حافظه سیستم پاک نخواهد شد. در ادامه به تشریح هر یک از وضعیت های خطا که در حین کار دستگاه می توانند بوجود بیایند، پرداخته شده است.

#### 3-4-4-1- چراغ های قرمز روشن - خطای حلال ناخالص (Solvent is not Pure)

در هنگام شروع فرآیند حلالی که کاربر در حجم مشخص به محفظه انحلال اضافه کرده، توسط سیستم رصد کننده مورد بررسی و پردازش قرار می گیرد. اگر چنانچه حلال مورد بررسی خالص باشد سیستم براساس الگوریتم تعریف شده عمل می کند ولی در غیر اینصورت پیام خطایی مبنی بر ناخالص بودن حلال ثبت و نمایش داده می شود. این خطا از نوع موقت بوده و کاربر با تعویض حلال و ریستارت کردن دستگاه، می تواند آزمایش را تکرار بکند.

#### 3-4-4-2- چراغ های قرمز روشن - خطای سیستم رصد کننده با کدورت سنج (Observer Failure)

این خطا هم در گروه خطاهای موقت و هم در گروه خطاهای دائمی می تواند بوجود بیاید. زمانیکه کاربر در هنگام شروع بکار سوکت مربوط به محفظه انحلال را متصل نکند و یا در طول فرآیند سوکت را از دستگاه جدا بکند و نسبت به اتصال دوباره آن اقدام ننماید، بعد از چند دقیقه خطای سیستم رصد کننده بصورت موقت ثبت و کار دستگاه متوقف می شود. در صورت مشاهده این حالت، کاربر میبایست ابتدا دستگاه را خاموش و سپس نسبت به وصل کردن سوکت محفظه اقدام کند. بعد از اتصال با روشن کردن دستگاه خطا از حافظه سیستم پاک می شود. توجه شود که ابتدا باید دستگاه خاموش و سپس سوکت متصل گردد. در حالتی که سوکت به دستگاه وصل باشد و خطای سیستم رصد کننده ثبت و نمایش داده شود، سیستم رصد کننده دچار نقص فنی شده و خطا از نوع دائمی است.

#### 3-4-4-3- چراغ های قرمز روشن - خطای سیستم رباتیک (Robotic Arm Failure)

با توجه به گستردگی و پیچیدگی سیستم رباتیک، خطاهای ثبت شده در این بخش نیز می تواند از نوع دائمی و یا موقت باشد. به جهت حساسیت کاری سیستم رباتیک، تمامی اجزاء و پارامترهای آن باید براساس الگوریتم طراحی شده



باشند. عملکرد هر یک از آنها، توسط سیستم بصورت هوشمند رصد و کنترل می شود. هرگونه مغایرت در پروسه تعریف شده باعث بوجود آمدن خطا در آن بخش خواهد شد. خطای موقت زمانی اتفاق می افتد که کاربر در حین کار دستگاه محفظه محلول را جابجا نکند که در این حالت سیستم فعالیت دستگاه را متوقف و خطای موقت سیستم رباتیک را ثبت می کند. در صورت بروز این خطا و مشاهده آن، کاربر باید دستگاه را خاموش و نسبت به جاگذاری محفظه بصورت صحیح اقدام و سپس دستگاه را روشن نماید. اگر محفظه انحلال جابجا نشده باشد و خطای سیستم رباتیک ثبت و مشاهده شود، در آن صورت خطا از نوع دائمی می باشد و سیستم رباتیک دارای نقص فنی است.

#### 3-4-4-4-4- چراغ های قرمز روشن - خطای همزن مغناطیسی (Mixer Failure)

خطا از نوع دائمی می باشد و زمانی که همزن دچار نقص فنی شده باشد، ثبت و نمایش داده می شود. از آنجایی که حرکت گرد آبی محلول، داخل محفظه انحلال برای سیستم رصد کننده از اهمیت بالایی برخوردار است و این حرکت گرد آبی توسط همزن مغناطیسی ایجاد می شود، بنابراین هرگونه نقص فنی در این بخش، تاثیر مستقیم در پروسه انحلال خواهد داشت. عملکرد این بخش نیز توسط سیستم بصورت هوشمند کنترل می شود.

#### 3-4-4-4-5- چراغ های قرمز روشن - خطای سنسور دما (Temp Sensor Failure)

خطا از نوع دائمی می باشد و زمانی که مشکلی در تعیین دمای کاری محلول بوجود بیاید، این خطا ثبت و نمایش داده می شود. با توجه به اهمیت تثبیت دمایی در فرآیند انحلال و تاثیر مستقیم دما بر روی میزان محلولیت، سنسور دما نیز توسط سیستم بصورت هوشمند کنترل می گردد.

#### 3-4-4-4-6- چراغ های قرمز روشن - خطای واحد گرمکن (Heater Failure)

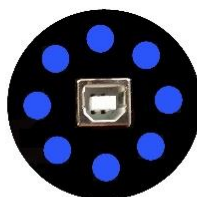
خطا از نوع دائمی می باشد و زمانی که واحد گرمکن دچار نقص فنی شده باشد و قادر به افزایش دمای محفظه انکوباتور نباشد، پیام خطای آن ثبت و نمایش داده می شود.

#### 3-4-4-4-7- چراغ های قرمز روشن - خطای واحد سردکن (Cooler Failure)

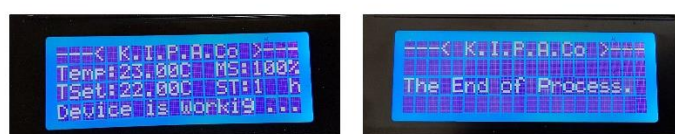
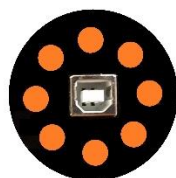
خطا از نوع دائمی می باشد و زمانی که این بخش دچار نقص فنی شود و نتواند دمای محفظه انکوباتور را کاهش دهد، پیام خطای آن ثبت و نمایش داده می شود.

#### 3-4-4-5- طبقه بندی وضعیت های مختلف کاری دستگاه

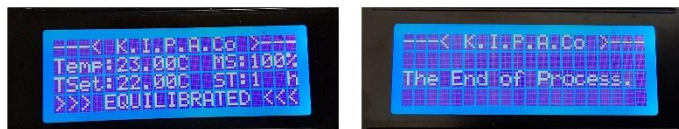
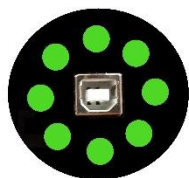
تمام وضعیت های مختلف کاری دستگاه که در حین انجام فرآیند می تواند بوجود بیایند، بصورت خلاصه در تصاویر شماره ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ قابل ملاحظه می باشند.



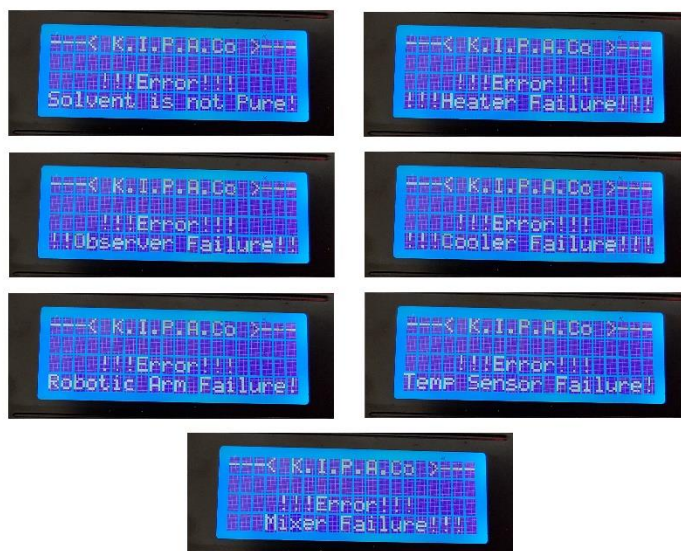
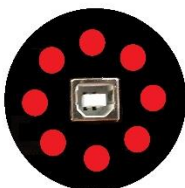
تصویر 19 دستگاه آماده بکار است



تصویر 20 دستگاه در حال کار است



تصویر 21 محلول در نقطه اشباع است



تصویر 22 دستگاه دارای خطا است

4- پروسه اندازه گیری میزان محلولیت از شروع تا پایان بصورت کلی دستگاه محلولیت سنج اتوماتیک برای اندازه گیری محلولیت مواد دارویی، نیاز به حجم مشخصی از حلال و متناسب با آن حجم مشخصی از دارو دارد. با توجه به این نکته که سیستم رصد کننده محلول از نوع کدورت سنج می باشد، نباید هیچگونه آلودگی یا ناخالصی در داخل محلول و داروی مورد استفاده، وجود داشته باشد. بنابراین باید خلوص تمامی مواد مورد آزمایش بالای ۹۸٪ باشد. کاربر باید تمامی مراحل فرآیند که مربوط به آن می باشد را با دقت کامل انجام دهد تا نتیجه نهایی فرآیند نیز با دقت بالایی بدست آید. بطور مثال کاربر باید در مراحل تمیزکاری محفظه ها نهایت حساسیت را به خرج دهد تا هیچگونه آلودگی و ناخالصی در روند آزمایش تاثیر نگذارد و یا در مراحل توزین حلال یا محلول و دارو نهایت دقت را داشته باشد تا نهایتاً تاثیر خطای انسانی در روند آزمایش به کمترین میزان خود برسد. بصورت خلاصه فرآیند اندازه گیری محلولیت به این صورت است که کاربر دارو و

حلال را با حجم و وزن های مشخص که در ابتدا ثبت می کند را در اختیار دستگاه قرار می دهد و سپس مقادیر مربوط به دما، سرعت همزن و زمان مورد نیاز برای اشباع محلول را به سیستم وارد می کند و بعد از تایید نهایی، دستگاه شروع بکار می کند و تا زمانی که محلول به اشباع نرسیده باشد، دارو براساس الگوریتم تعریف شده به داخل محلول تزریق می شود. زمانی که محلول به اشباع برسد، کاربر دوباره محلول اشباع شده و داروی باقیمانده را وزن کرده و نهایتاً با انجام محاسبات ریاضی، حجم و وزن دارویی که به حلال اولیه (با حجم و وزن مشخص) اضافه شده را بدست می آورد.

#### 4-1-1- مراحل آماده سازی

##### 4-1-1-1 شستشو و تمیزکاری

برای شروع آزمایش ابتدا باید محفظه های دارو و محلول و پنس ربات شستشو و تمیزکاری شود تا از عدم وجود آلودگی و ناخالصی اطمینان حاصل گردد. به همین منظور محفظه انحلال باید از دستگاه جدا و بر روی نگهدارنده مخصوص آن که از تجهیزات جانبی دستگاه است، قرار داده شود و سپس بشر از قسمت پایین باز و شستشو داده شود. شستشوی محفظه ها باید با دقت و احتیاط کامل انجام شود و در زمان شستشو باید تمامی قسمت های محفظه از جمله مجرای کندانسور، مجرای تزریق دارو و پروب سیستم رصد کننده، تمیزکاری شود تا در آزمایشات مشکلی بوجود نیاید. پنس ربات هم می تواند با یک برس کوچک یا یک بشر کوچک حاوی حلال که پنس داخل آن قرار گیرد، تمیز کاری شود. تمامی قسمت ها بعد از شستشو باید بصورت وارونه قرار بگیرند و خشک شوند. محفظه انحلال باید بر روی نگهدارنده مخصوص آن قرار داده شود. نباید از دستمال و یا هیچ جسم خارجی برای خشک کردن آنها استفاده گردد، در غیر این صورت پرزهای دستمال و یا جسم مورد استفاده برای خشک کردن به دیواره محفظه ها خواهد چسبید و حین آزمایش داخل محلول به صورت ذرات شناور در خواهند آمد که این امر باعث ایجاد ناخالصی و خطا در فرآیند خواهد شد.

##### 4-1-2- اندازه گیری وزن خالی محفظه ها

قبل از اضافه کردن حلال و دارو به محفظه ها باید وزن خالی آنها اندازه گیری و ثبت گردند. برای محفظه انحلال، وزن خالی بشر همراه با میله همزن مغناطیسی باید در نظر گرفته شود. توجه شود که جهت اندازه گیری وزن خالی محفظه ها در حالت خشک بودن آنها اقدام شود.

##### 4-1-3- بررسی ظاهری دستگاه

توصیه می شود قبل از تنظیمات و شروع فرآیند، دستگاه بصورت ظاهری مورد بررسی قرار بگیرد. این بررسی ها، کنترل سطح مایع انکوباتور، بررسی تمامی کابل ها و سوکت ها، بررسی عدم نشتی مایع انکوباتور از قسمت های زیرین دستگاه و سایر مواردی که در بخش نگهداری دستگاه توضیح داده شد را شامل می شود. در صورت مشاهده هرگونه مورد خاص، طبق دستورالعملی که در بخش 3-2 توضیح داده شد باید عمل گردد.

##### 4-1-4- توزین اولیه

بعد از کنترل ظاهری دستگاه و اطمینان از سلامت آن و آماده بودن محفظه ها برای اضافه کردن دارو و حلال که تاکید می شود باید بصورت خشک باشند، کاربر می تواند براساس میزان محلولیت موادی که می خواهد آزمایش را انجام دهد، حجم حلال را انتخاب کند. حداقل حجم حلال برای آزمایش باید 100cc و حداکثر 350cc باشد که کاربر متناسب با میزان محلولیت، باید یک حجم در محدوده تعیین شده را انتخاب نماید. بطور مثال اگر میزان محلولیت مواد مورد آزمایش بالا باشد، باید کمترین میزان از حجم حلال و بیشترین مقدار از حجم دارو انتخاب شود و برعکس اگر میزان محلولیت پایین باشد، متناسب با آن

حلال با حجم بالا و دارو با حجم کمتر انتخاب شوند. بنابراین کاربر بعد از مشخص و انتخاب کردن محدوده حجم حلال و داروی مورد آزمایش، باید وزن آنها را نیز اندازه گیری و ثبت نماید. مراحل توزین باید با دقت کامل انجام گیرند. در صورت عدم اطلاع از محدوده محلولیت مواد مورد بررسی باید با آزمون و خطا محدوده مورد نظر را پیدا کرد که این حالت فقط برای ترکیبات و موادی است که هیچگونه اطلاعاتی از رفتار و میزان محلولیت آنها در منابع علمی نباشد.

#### 4-1-5- آماده سازی نهایی

در این مرحله کاربر میبایست ابتدا محفظه دارو که با پودر دارو شارژ شده را در قسمت نگهدارنده محفظه دارو قرار دهد و دریچه مربوط به آن را در مکان مشخص شده نصب بکند. در تصویر شماره (23) نگهدارنده و نحوه جاگذاری محفظه دارو نشان داده شده است.

بر روی بدنه دستگاه پین راهنمای دریچه قابل ملاحظه است که کاربر حین نصب کردن دریچه بر روی محفظه همزمان پین مربوط به آن را نیز باید تنظیم و از جاگیری و بسته بودن آن اطمینان حاصل کند.



تصویر 23 اجزای محفظه دارو و نحوه قرار گیری آنها

بشر که حاوی حلال و میله همزن است به محفظه انحلال که بر روی نگهدارنده مخصوص قرار داده شده، بسته و چفت می شود. مکانیزم اتصال بشر به محفظه انحلال بصورت پیچ و مهره است که اگر بشر در جهت عقربه های ساعت چرخانده شود بسته و در خلاف جهت آن باز خواهد شد.

بعد از آماده شدن محفظه انحلال، باید با احتیاط آن را بر روی دستگاه منتقل و سپس با در نظر گرفتن جهت پین راهنما که در تصویر شماره (24) مشخص شده است، در محل خود جاگذاری کرد. نهایتاً کابل محفظه انحلال از سمت راست عبور داده شده و سوکت آن به دستگاه متصل می شود.



تصویر 24 پین را منما و جهت صحیح نصب محفظه انحلال

#### 4-2-2- راه اندازی دستگاه

بعد از طی مراحل آماده سازی، سیستم آماده شروع بکار است و کاربر بعد از وصل کردن برق 220 ولت دارای اتصال به زمین، کلید اصلی برق دستگاه را روشن یا فعال می نماید. سپس سوکت کنترل پنل از قسمت پنل جلویی به دستگاه متصل و کلید روشن-خاموش در وضعیت روشن قرار داده می شود. در این مرحله سیستم فعال شده و چراغ های آبی پنل و نمایشگر روشن می شوند.

#### 4-2-1- تنظیم دمای کاری فرآیند

اولین پیامی که بعد از روشن کردن دستگاه، نمایش داده می شود، پیامی مبنی بر وارد کردن دما کاری است که کاربر باید دمای کاری فرآیند را در محدوده 20 الی 50 درجه سانتیگراد و با احتساب یک رقم اعشار وارد بکند. برای مثال اگر دمای مورد نظر 45.5 درجه سانتیگراد باشد، کاربر باید 455 را بدون ممیزی به سیستم وارد کند. طبیعتاً برای دمای 20.0 درجه هم عدد 200 باید وارد گردد و سپس کلید A که به منزله تایید مقدار وارد شده است، فشرده شود. در تصویر شماره (25) نحوه وارد کردن دمای کاری نشان داده شده است. در صورتیکه کاربر مقدار تعریف نشده ای را وارد بکند سیستم یک پیام خطا مبنی بر نشان دادن محدوده دمایی مجاز را به مدت سه ثانیه بر روی نمایشگر نشان خواهد داد که باید مقدار دما بصورت صحیح وارد شود. در صورت اشتباه تایپی کاربر می تواند کلید B را فشار داده و دوباره مقدار مورد نظر را وارد بکند.



تصویر 25 نحوه وارد کردن دمای کاری

#### 4-2-2- تنظیم سرعت همزن مغناطیسی

بعد از وارد کردن دمای کاری و تایید آن، سیستم میزان سرعت همزن را سوال می کند. در اکثر فرآیندها که غلظت محلول پایین است هر چقدر سرعت همزن بالا باشد، سرعت انحلال نیز بالا می رود. حداکثر سرعت همزن مغناطیسی 2000 دور بر دقیقه است که بازه تنظیم سرعت همزن از حداقل تا حداکثر بصورت درصد بیان شده است و کاربر برای انتخاب حداقل سرعت 1٪ و حداکثر سرعت 100٪ را باید انتخاب نماید. بعد از وارد کردن میزان سرعت که عددی بین 1 الی 100

خواهد بود کاربر کلید A را باید فشار دهد. در صورت اشتباه تایپی کلید B و در صورت انصراف از تنظیمات فرآیند کلید C را می توان استفاده کرد. در صورت وارد کردن مقدار تعریف نشده، سیستم پیام خطایی مبنی بر محدوده مجاز به کاربر نمایش می دهد. در صورتیکه سرعت وارد شده بیشتر از حد مجاز کاری باشد و در حین کار بر اثر سرعت چرخش زیاد همزن، میله از محور خودش خارج شود، سیستم بصورت هوشمند دور را کاهش و کنترل می نماید.

#### 4-2-3-تنظیم زمان مورد نیاز برای اشباع محلول

زمان به اشباع رسیدن محلول زمانی است که باید سپری شود تا آخرین کریستال یا ذره دارو در داخل محلول، حل شود و محلول به نقطه اشباع برسد. بدیهی است موادی که دارای محلولیت بالایی هستند به زمان کمتری برای اشباع شدن نیاز دارند و برعکس موادی که دارای محلولیت پایینی هستند، نیاز به زمان بیشتری برای رسیدن به نقطه اشباع دارند. با در نظر گرفتن طیف وسیعی از مواد دارویی، محدوده زمانی برای این دستگاه بین 1 ال 144 ساعت در نظر گرفته شده است. کاربر می تواند متناسب با محلولیت مواد مورد آزمایشی عددی بین این محدوده را انتخاب و وارد نماید. همانند تنظیمات قبلی کلید A برای تایید، کلید B برای اصلاح اشتباه تایپی و کلید C برای انصراف از تنظیمات فرآیند می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. انتخاب زمان از اهمیت بالایی برخوردار است و باید متناسب با مواد مورد آزمایش (حلال و دارو) انتخاب شود. به نحوی که اگر زمان کمتری از حد واقعی انتخاب شود، دستگاه قبل از رسیدن محلول به نقطه اشباع، تزریق دارو به داخل محلول را متوقف کرده و حل نشدن ذرات داخل محلول را به منزله اشباع بودن آن تلقی خواهد کرد، در حالیکه محلول زیر نقطه اشباع است. حالت دیگر هم این است که زمان بیشتری از حد مورد نیاز به سیستم تعریف شود که در این صورت، دستگاه محلول را به نقطه اشباع رسانده و در آن نقطه ثابت نگه می دارد ولی پیام اشباع بودن محلول را صادر نمی کند تا وقتی که زمان وارد شده توسط کاربر، سپری شود. در این شرایط امکان فاسد شدن محلول و دارو وجود دارد. بنابراین توصیه می شود متناسب با میزان محلولیت مواد مورد آزمایش، زمان اشباع شدن انتخاب و به سیستم تعریف گردد. بعد از وارد کردن زمان مورد نیاز برای اشباع محلول، پیامی مبنی بر اطمینان از شروع انجام فرآیند صادر می شود که در صورت تایید کاربر دستگاه شروع بکار می کند و فرآیند آغاز می شود. در تصویر شماره (26) پیام تایید نهایی که به کاربر نمایش داده می شود، قابل ملاحظه است.



تصویر 26 تایید نهایی کاربر برای شروع بکار دستگاه

#### 4-2-4- بازدید دستگاه حین انجام فرآیند انحلال

براساس الگوریتم تعریف شده برای به اشباع رساندن محلول، داروی موجود در محفظه توسط بازوی رباتیک به محفظه انحلال تزریق می شود و این پروسه تا اشباع شدن محلول ادامه پیدا می کند. با توجه به محدودیت حجمی و ظرفیت مخزن دارو که حداکثر 100cc است. میبایست کاربر در فرآیندهایی که میزان محلولیت بالا و نیاز به حجم بیشتر از 100cc دارو باشد، مخزن دارو را مجدد

شارژ نماید. بازدید دستگاه حین انجام فرآیند بدلیل بررسی بخش های مختلف از جمله مخزن دارو باید انجام گیرد تا دستگاه دچار خطا نشود. لازم به توضیح و توجه است که اگر در یک فرآیندی مخزن دارو بیشتر از یک بار شارژ شود، حجم و وزن داروی اضافه شده در هر مرحله باید اندازه گیری و ثبت شود تا در پایان، حجم کل داروی مصرفی محاسبه شود. همچنین در فرآیند هایی که میزان محلولیت کمتر از حدی باشد که مخزن دارو به صورت کامل شارژ شود، نیازی به اضافه کردن مجدد دارو نخواهد بود. نحوه شارژ مجدد مخزن دارو در ادامه شرح داده شده است.

#### 4-2-4-1- شارژ مجدد محفظه دارو در حین انجام فرآیند

در صورتیکه در حین کار دستگاه ذرات داروی داخل مخزن تمام شود، کاربر باید ابتدا دستگاه را توسط کلید روشن-خاموش در پنل جلویی خاموش و غیر فعال نماید و سپس محفظه یا مخزن دارو را از قسمت نگهدارنده آن خارج نماید. تمامی مراحل که در ابتدای فرآیند برای جابجایی محفظه دارو و شارژ آن توضیح داده شد نیز در این مرحله باید تکرار گردد. نکته قابل توجه این است که امکان دارد حجم کمی از دارو در مخزن باقیمانده باشد که در آن صورت کاربر باید وزن آنها را نیز در نظر بگیرد و سپس دارو را به مخزن اضافه نماید. نهایتاً بعد از شارژ محفظه دارو و اندازه گیری و ثبت وزن داروی اضافه شده، مخزن دارو طبق دستورالعمل بیان شده در بخش 5-1-4 باید جاگذاری شود و بعد از نصب درپوش و دریچه مربوط به آن، دستگاه باید دوباره توسط کلید روشن-خاموش فعال شود. بعد از روشن کردن دستگاه، فرآیند دوباره ادامه پیدا می کند تا زمانی که محلول به نقطه اشباع برسد. در طول این پروسه نیازی به استفاده از کنترل پنل و انصراف از فرآیند نیست و تنها با خاموش کردن دستگاه می توان نسبت به شارژ مجدد مخزن دارو اقدام کرد.

#### 4-2-4-2- بررسی دوره ای دستگاه حین انجام فرآیند

همانطور که پیش تر توضیح داده شد، وضعیت های مختلف کاری دستگاه را می توان با نوع رنگ چراغ های پنل جلویی دستگاه تشخیص داد. اگر دستگاه بصورت نرمال در حال کار باشد، باید چراغ های نارنجی، در صورت اشباع محلول و اتمام کار دستگاه، چراغ های سبز و در صورت بروز خطا و مشکل در سیستم، چراغ های قرمز روشن خواهند شد. در صورت مشاهده چراغ های نارنجی در حین فرآیند، نیازی به متصل کردن کنترل پنل به دستگاه نیست و باید تا اتمام کار دستگاه منتظر ماند. در صورت روشن بودن چراغ های سبز یا قرمز باید پیام های صادره و پارامترهای مربوط به آن را با متصل کردن کنترل پنل بررسی و ثبت کرد.

#### 4-3- اتمام فرآیند

محلول به نقطه اشباع رسیده و چراغ های سبز پنل جلویی دستگاه روشن شده است. تا زمانی که کاربر دستگاه را غیر فعال نکند سیستم، محلول اشباع شده را در دمای تنظیم شده ثابت نگه می دارد. برای اتمام فرآیند کافی است کاربر کنترل پنل را به دستگاه متصل و بعد از ثبت پارامترها (دما - سرعت همزن - زمان اشباع) کلید D را به مدت سه ثانیه فشار دهد. بعد از اتمام فرآیند، پیام مربوط به اتمام فرآیند به مدت سه ثانیه بر روی نمایشگر نشان داده شده و بعد از آن چراغ های آبی پنل روشن می شود. در این مرحله کاربر میبایست دستگاه را خاموش و غیر فعال نماید. توصیه می شود بعد از اتمام فرآیند، اگر دستگاه برای مدت زمان طولانی استفاده نمی شود، برق دستگاه نیز توسط کلید اصلی در حالت خاموش قرار داده شود. در این مرحله ابتدا سوکت محفظه انحلال باید از دستگاه جداسازی شود و سپس خود محفظه به آرامی از داخل انکوباتور بیرون کشیده شود. با توجه به اینکه انکوباتور از نوع آبی می باشد، و بشر در داخل مایع انکوباتور قرار می گیرد، توصیه می شود



محفظه انحلال و بشر بصورت کامل از انکوباتور بیرون کشیده نشوند و تا حدی که از سطح مایع انکوباتور جدا شود، به مدت چند ثانیه نگه داشته شود تا تمام مایع انکوباتور که به دیواره خارجی بشر چسبیده دوباره به داخل انکوباتور چکه بکند. عدم رعایت نکردن این مهم باعث کاهش سطح مایع انکوباتور در طی انجام آزمایشات خواهد شد و همچنین در صورت چکه کردن مایع انکوباتور به محیط بیرون دستگاه، باعث ایجاد آلودگی خواهد گردید. همچنین لازم به توضیح است به دلیل تماس مایع انکوباتور با محیط بیرون و امکان وارد شدن ذرات یا جسم خارجی به داخل مدار انکوباتور، زمانیکه محفظه انحلال و بشر در خارج از انکوباتور قرار دارند، باید از عدم ورود ذرات یا اجسام و یا مواد شیمیایی به داخل محفظه انکوباتور اطمینان حاصل شود و در صورت مشاهده هرگونه جسم خارجی در داخل مایع انکوباتور نسبت به خارج سازی آن اقدام گردد تا آلودگی، وارد مدار کنترل دمای انکوباتور نگردد در غیر این صورت سیستم کنترل دما دچار مشکل خواهد شد. نهایتاً بعد از چکاندن مایعات چسبیده به دیواره خارجی بشر نسبت به جداسازی کامل آن از دستگاه اقدام شود و محفظه بر روی نگهدارنده مخصوص خود قرار داده شود. با توجه به حساسیت محفظه انحلال توصیه می شود جداسازی و قرار دادن آن در نگهدارنده با احتیاط کامل انجام شود و محفظه و بشر در یک مکان صاف و ایمن قرار داده شوند و سپس نسبت به جداسازی مخزن دارو اقدام گردد. در تصویر شماره (27) مایع انکوباتور چسبیده به دیواره خارجی بشر قابل ملاحظه می باشد.



تصویر 27 مایع انکوباتور چسبیده به دیواره خارجی بشر حین جداسازی

جداسازی محفظه های محلول و دارو باید با حساسیت و احتیاط کامل انجام گیرد تا هیچگونه موادی از داخل آنها به محیط بیرون درز نکند. در پایان و قبل از مرحله وزن کردن، بشر باید به آرامی از محفظه انحلال باز و جدا شود و اگر غلظت محلول و حساسیت آزمایش بالا باشد حین جداسازی نیز طبق روال جداسازی محفظه از انکوباتور عمل شود و بشر در قسمت پایین نگهدارنده مخصوص و در مکان خود قرار گیرد، تا تمامی محلول چسبیده به سطح داخلی کندانسور و دیواره پروب رصد کننده، به داخل بشر چکانده شود. بعد از جداسازی بشر که مگنت همزن نیز باید داخل آن باشد، مرحله توزین نهایی فرا می رسد.

#### 4-3-1- توزین نهایی

کاربر پس از اندازه گیری وزن محلول اشباع شده و داروی باقیمانده در مخزن می تواند میزان محلولیت مواد مورد آزمایش را محاسبه نماید. این مرحله نیز از حساسیت بالایی برخوردار است و باید تمامی مراحل با دقت انجام شود. بعد از اندازه گیری و ثبت نهایی وزن محلول و دارو می توان با استفاده از روابط ارائه شده در بخش بعد میزان محلولیت را محاسبه کرد. در پایان فرآیند تمامی مقادیری که در تصویر شماره (28) نشان داده شده، باید تکمیل گردیده باشند.

- ✓ وزن خالی بشر همراه با میله همزن مغناطیسی
- ✓ وزن خالی مخزن دارو
- ✓ وزن بشر همراه با میله همزن و حلال مورد آزمایش
- ✓ وزن مخزن دارو همراه با داروی مورد آزمایش
- ✓ وزن نهایی بشر همراه با میله همزن و محلول اشباع شده
- ✓ وزن نهایی مخزن دارو همراه با داروی باقیمانده
- ✓ دمای فرآیند مورد آزمایش
- ✓ میزان سرعت همزن مغناطیسی
- ✓ مقدار زمان تنظیم شده برای اشباع شدن محلول

تصویر 28 پارامترهای مربوط به فرآیند

#### 4-3-2- محاسبه میزان محلولیت

نهایتاً با مشخص شدن تمامی مقادیر و متغیرهای فرآیند، می توان از روابط ارائه شده نسبت به محاسبه میزان محلولیت اقدام نمود.

$$(1) \quad \{ \text{وزن خالی مخزن دارو} \} - \{ \text{وزن مخزن دارو همراه با پودر دارو} \} = \text{وزن اولیه دارو}$$

$$(2) \quad \{ \text{وزن خالی بشر و میله همزن} \} - \{ \text{وزن خالی بشر و میله همزن همراه با حلال} \} = \text{وزن حلال}$$

$$(3) \quad \{ \text{وزن خالی بشر و میله همزن} \} - \{ \text{وزن خالی بشر و میله همزن همراه با محلول اشباع شده} \} = \text{وزن محلول اشباع شده}$$

$$(4) \quad \{ \text{وزن خالی مخزن دارو} \} - \{ \text{وزن مخزن دارو همراه با پودر داروی باقیمانده} \} = \text{وزن داروی باقیمانده}$$

$$(5) \quad \{ \text{وزن داروی باقیمانده} \} - \{ \text{وزن اولیه دارو} \} = \text{وزن داروی مصرف شده}$$

$$(6) \quad \text{میزان محلولیت} = \frac{\{ \text{وزن داروی مصرف شده} \}}{\{ \text{وزن حلال} \}}$$

$$(7) \quad \text{میزان محلولیت} = \frac{\{ \text{وزن حلال} \} - \{ \text{وزن محلول اشباع شده} \}}{\{ \text{وزن حلال} \}}$$

با توجه به اینکه این روابط در هر فرآیند مورد استفاده قرار خواهند گرفت، توصیه می شود برای از بین بردن خطای محاسباتی، روابط در نرم افزار های محاسباتی مانند Microsoft Excel تعریف گردند و بعد از هر آزمایش تنها مقادیر و متغیرها در نرم افزار مربوطه جاگذاری و نهایتاً میزان محلولیت محاسبه شود. میزان محلولیتی که از روابط (6) و (7) بدست می آید در حالت ایده آل باید برابر باشند ولی بدلیل وجود خطا یا خطاهای انسانی که غیرقابل صرف نظر کردن هستند، اختلافی در میزان محلولیت بدست آمده از این دو رابطه خواهد بود. هر اندازه اختلاف مقادیر این دو رابطه کم باشد، نشان دهنده انجام دقیق و کمترین میزان خطا در آزمایش انجام شده است. با استفاده از رابطه شماره (8) نیز می توان میزان درصد خطای انسانی را بدست آورد.

$$(8) \quad 100 \times \frac{\{ \text{میزان محلولیت بدست آمده از رابطه (7)} \} - \{ \text{میزان محلولیت بدست آمده از رابطه (6)} \}}{\{ \text{میزان محلولیت بدست آمده از رابطه (6)} \}} = \text{درصد خطای انسانی}$$

#### 4-3-3- شستشو و تمیزکاری نهایی

این بخش آخرین مرحله از انجام یک فرآیند است که طبق دستورالعملی که برای شستشو و تمیزکاری در ابتدای فرآیند بیان شد، باید عمل گردد تا محفظه ها و پنس ربات دچار رسوب گرفتگی و آلودگی نشوند. این مراحل باید با نهایت دقت انجام شود تا از آسیب دیدگی قطعات و مجموعه جلوگیری به عمل آید. بعد از شستشو و تمیزکاری، محفظه ها بر روی دستگاه در جای خود نصب می شوند. در صورت خاموش بودن دستگاه به مدت طولانی توصیه می شود کلید برق اصلی دستگاه نیز در حالت خاموش قرار داده شود.

#### 5- چک لیست های ضروری دستگاه

برای افزایش سرعت عمل و کاهش خطاهای انسانی چک لیست های ضروری دستگاه ارائه شده است که توضیحات مربوط به هر یک از آنها در بخش های تفصیلی قابل دسترسی و مطالعه است.

#### 5-1- چک لیست جابجایی و حمل دستگاه

- جداسازی کابل های خارجی دستگاه (کنترل پنل و برق اصلی)
- کنترل سالم بودن تسمه های حمل کننده
- نصب تسمه ها بر روی پایه های دستگاه
- عدم وارد کردن نیرو به بدنه ربات حین جابجایی
- جابجایی بدون وارد کردن ضربه به دستگاه
- تراز نگه داشتن دستگاه حین جابجایی
- قرار دادن دستگاه در مکان مورد نظر بدون وارد کردن ضربه
- جداسازی تسمه های حمل کننده

#### 5-2- چک لیست شرایط محیط کاری دستگاه

- محیط با حداقل تغییرات دمایی در طول شبانه روز
- عدم تابش نور مستقیم آفتاب بر روی دستگاه
- عدم آلودگی محیطی و گرد و غبار
- رطوبت کمتر از 30٪
- بررسی میزکاری دستگاه طبق استاندارد تعریف شده
- صلب بودن محل جاگذاری دستگاه
- تراز بودن دستگاه بعد از جاگذاری

#### 5-3- چک لیست نگهداری و بازدیدهای دوره ای دستگاه

- کنترل سطح مایع انکوباتور
- کنترل موقعیت اولیه پنس ربات
- بررسی بسته بودن دریچه ها
- بررسی تمام کابل های الکتریکی
- بررسی محفظه انحلال و پروب سیستم رصد کننده
- بررسی محفظه دارو
- کنترل ظاهری دستگاه

## 5-4- چک لیست اندازه گیری محلولیت

- شستشو و تمیزکاری
- بررسی ظاهری سلامت دستگاه
- توزین اولیه طبق دستورالعمل
- آماده سازی طبق دستورالعمل
- جاگذاری محفظه ها بر روی دستگاه
- متصل کردن کنترل پنل به دستگاه
- روشن کردن دستگاه
- تنظیم دمای کاری
- تنظیم سرعت همزن مغناطیسی
- تنظیم زمان مورد نیاز برای اشباع شدن محلول
- تایید شروع بکار فرآیند
- جداسازی کنترل پنل از دستگاه
- بازدید دوره ای حین انجام فرآیند
- شارژ مجدد مخزن دارو در صورت نیاز
- متصل کردن کنترل پنل به دستگاه در صورت اتمام یا توقف فرآیند
- تایید اتمام فرآیند بعد از اشباع شدن محلول
- خاموش کردن دستگاه
- جداسازی کنترل پنل
- جداسازی محفظه انحلال و جاگذاری آن بر روی نگهدارنده مخصوص
- جداساز محفظه دارو
- توزین نهایی طبق دستورالعمل
- استخراج و ثبت تمامی متغیرهای فرآیند
- محاسبه میزان محلولیت طبق دستورالعمل
- شستشو و تمیزکاری
- جاگذاری محفظه ها بر روی دستگاه
- خاموش کردن کلید برق اصلی دستگاه در صورت عدم استفاده

## 6- تماس با ما

شرکت دانش بنیان کیمیا ایده پرداز آذربایجان

☎ 0098 933 496 3009

✉ @KIPACO2012@Live.com

