

مقدمات، آشنایی، اصول فنی و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی - (قسمت اول) سانتریفوژ



سانتریفوژها یک محور چرخان مرکزی دارند که به محفظه ی نگهدارنده ی نمونه ها متصل است. سرعت محور توسط فرمول زیر تعریف شده است:

$$VT = \omega R$$

تعداد دور در دقیقه یا rpm برابر است با:

$$RPM = \pi\omega/30$$

وقتی سیستم با سرعت ω رادیان در ثانیه می چرخد، نمونه ها تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز F_p به بزرگی N اما در خلاف جهت آن، قرار می گیرند. شکل زیر یک نمای کلی از مفهوم نیروی سانتریفوژ و نتایج به دست آمده را نشان می دهد (شکل ۱). نیروی F_p روی ذرات نمونه عمل می کند و سبب جدا شدن آنها براساس چگالی های مختلف می شود. در زمان کوتاه، ذرات متراکم رسوب می کنند، در حالی که ذرات با تراکم کم در زمان طولانی روی لایه های بالایی لوله ته نشین می شوند. رابطه ی بین نیروی گریز از مرکز، شعاع مورد نظر r (برحسب میلی متر) و جاذبه زمین g ، نیروی نسبی سانتریفوژ (RCF) نام دارد:

$$RCF = (\omega^2 r)/g$$

اجزاء سانتریفوژ

- ✓ سر سانتریفوژ: شامل ضمامی مانند فنجانک (Bucket) می باشد که محل قرار گرفتن لوله های آزمایش است.
- ✓ مفصل نگهدارنده (Trunion): عضوی است که فنجانک ها درون آن قرار می گیرد.
- ✓ موتور: سر سانتریفوژ بر روی آن قرار گرفته و همزمان با گردش موتور می چرخد. موتورهای مورد استفاده یا با برق مستقیم AC و یا با برق DC کار می کنند.
- ✓ کلید (Switch): برای خاموش و روشن کردن دستگاه به کار می رود.
- ✓ زمان سنج (Timer): برای تنظیم مدت زمان سانتریفوژ نمونه استفاده می شود و در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته شده اند.
- ✓ پتانسیومتر (Potentiometer): برای تنظیم دور

سانتریفوژ کردن بر اساس نیروی گریز از مرکز، دوران حول یک نقطه ثابت و وارد کردن فشار بر روی فاز های مختلف یک مخلوط انجام می شود. مخلوط می تواند به صورت گاز، مایع یا ترکیب این دو باشد. سانتریفوژهای آزمایشگاه تشخیص طبی، دستگاهی است که به وسیله نیروی چرخش دورانی الکتروموتور باعث ته نشین شدن مواد مختلف یک مخلوط یا محلول بر اساس اختلاف وزن ملکولی آنها می شود. سانتریفوژ، علاوه بر جداسازی، برای تفکیک اجزای مختلف خون از جمله گلبول های قرمز، گلبول های سفید، پلاکت ها و انجام آزمایش های متعدد دیگر کاربرد دارد.

اساس کار سانتریفوژها بیانگر قانون حرکت نیوتن است. وقتی جرمی $[m]$ حول یک محور مرکزی ثابت به صورت دورانی $[O]$ حرکت می کند، یک نیروی گریز از مرکز $[N]$ به محور آن به بزرگی

$$N = m \omega^2 R$$

اعمال می شود. در این فرمول m جرم، R شعاع و ω سرعت زاویه ای (rpm) سرعت چرخش برحسب دور در دقیقه) است.



انواع محور چرخان

محور چرخان با

زاویه ثابت

کاربری عمومی دارد. در این نوع سانتریفوژها، لوله‌ها، زاویه ثابت (۲۰ تا ۴۵ درجه) نسبت به محور سانتریفوژ دارند. کاربرد این سانتریفوژها عمدتاً در ایجاد سدیمان‌های سلولی است. زاویه دار بودن سبب میشود مسیر حرکت ذرات کوتاهتر شده و زمان سانتریفوژ آن‌ها در مقایسه با محور چرخان با سبب شناور کمتر شود.

محور چرخان با سبب شناور

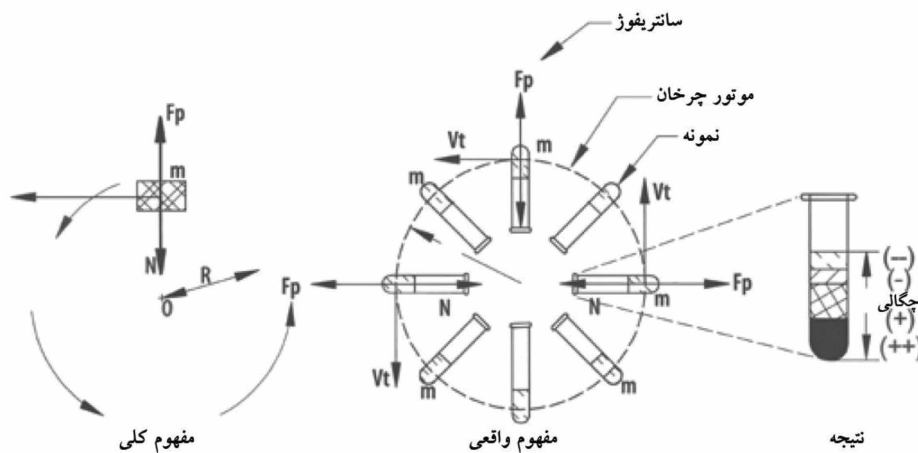
این محور چرخان در انجام مطالعات براساس چگالی ذرات (Isopycnic Studies) و مطالعاتی که سرعت حرکت ذرات براساس اندازه آنها است، کاربرد دارد. در این مطالعات تشکیل لایه‌های متعدد در طول لوله مشاهده می‌شود.

محور چرخان با لوله‌های عمودی

در این نوع در زمان چرخش، لوله‌های نمونه در حالت عمودی قرار دارند. از این نوع محورهای چرخان برای مطالعات براساس چگالی ذرات و وقتی که زمان کوتاه سانتریفوژ شدن عامل مهمی در تشکیل لایه‌ها است، استفاده می‌شود.

محور چرخان با لوله‌های تقریباً عمودی

این نوع محورهای چرخان برای جداسازی نمونه‌هایی که ته‌نشینی ذرات براساس چگالی یا اندازه نیست، طراحی شده است. زاویه کوچک در این نوع محورها زمان سانتریفوژ شدن را در مقایسه با محور چرخان با زاویه ثابت کم می‌کند.



شکل ۱. مفهوم نیروی سانتریفوژ

موتور و کنترل سرعت چرخش آن استفاده می‌شود. پتانسیومترها در درونوع آنالوگ و دیجیتال در دسترس است.

✓ **ترمز:** ابزاری است که پس از اتمام مدت زمان سانتریفوژ و یا در مواقع ضروری جهت توقف حرکت موتور سانتریفوژ استفاده می‌شود. این وسیله می‌تواند مکانیکی و یا الکترونیکی باشد در نوع الکترونیکی با تغییر پولاتی جریان برق موتور موجب توقف آن می‌شود.

✓ **سرعت سنج:** برای نمایش سرعت موتور بر حسب rpm
 ✓ **محور چرخان (روتور):** انواع مختلف محور چرخان وجود دارد. انواع متداول آن زاویه ثابت، شناور، لوله‌های عمودی هستند که در ادامه توضیح داده می‌شود.

روش کار

- ✓ لوله ای که برای گذاشتن در سانتریفوژ استفاده می‌کنید باید تحمل RCF مورد نظر را داشته باشد.
- ✓ ابتدا لوله‌ها را از نظر ترک یا شکستگی چک کنید. از سانتریفوژ کردن این قبیل لوله‌ها خودداری کنید.
- ✓ لوله‌ها را به صورت برابر و متقارن در سانتریفوژ قرار دهید به طوری که با هم بالانس باشند. در صورت عدم تعادل، محورچرخان باعث ارتعاش، سایش سانتریفوژ و شکستن لوله‌ها می‌شود (می‌توان از پر کردن لوله با آب جهت تعادل طرف مقابل استفاده کرد). هرگز لوله ای را بدون گذاشتن لوله بالانس در سانتریفوژ نگذارید (حتی اگر لوله مورد نظر پلاستیکی باشد)
- ✓ در سانتریفوژ را محکم ببندید و کلید روشن/خاموش را بزنید. مطمئن شوید که در قفل شده است.
- ✓ تایمر را در زمان مورد نظر تنظیم کنید و دور را به آرامی بچرخانید تا به سرعت مورد نظر برسد.
- ✓ بعد از توقف کامل سانتریفوژ، در دستگاه را باز کرده و لوله‌ها را به آرامی بیرون بیاورید.

انواع سانتریفوژ

سانتریفوژها را بر اساس سرعت چرخش موتور و بر اساس وضعیت چرخش لوله‌ها به دو گروه تقسیم می‌کنند:
 الف) گروه اول: تقسیم بندی این گروه بر اساس سرعت چرخش موتور بوده و در این گروه از سانتریفوژهای دستی تا اولترا سانتریفوژهای یخچال دار به شرح زیر قرار می‌گیرند:
 ✓ سانتریفوژهای بسیار قدیمی که با نیروی دست و یا فشار آب به چرخش در می‌آمدند. جزو اولین دستگاه‌های تولید شده هستند، به علت سرعت کم آن‌ها (حداکثر تا ۱۰۰۰ rpm) کاربرد بسیار محدودی داشتند.

✓ **سانتریفوژهای سائیتولوژی:** از این نوع سانتریفوژ برای قرار دادن سلول های موجود در یک مایع روی اسلاید میکروسکوپ استفاده می شود. در موقع استفاده، کاربر، ظرف مخصوص نمونه، صفحه فیلتر و یک اسلاید را کنار هم قرار می دهد. سپس همگی را در داخل محور چرخان گذاشته، مایع مورد نظر را در ظرف مخصوص نمونه قرار داده و دستگاه را روشن می کند. بعد از فعال شدن دستگاه، مایع با فشار در تماس با مجموعه فیلتر / اسلاید قرار می گیرد. معمولاً این سانتریفوژها با دور ۲۰۰ تا ۴۰۰۰rpm، کار کرده و زمان سانتریفوژ ۱ تا ۹۹ دقیقه است.

✓ سانتریفوژهای برقی معمولی که دارای سرعت بین ۱۵۰۰ - ۶۰۰۰ rpm است. این دسته از سانتریفوژها برای کارهای روتین آزمایشگاهی مناسب هستند.

✓ سانتریفوژهای یخچال دار که دارای سرعت بین ۶۰۰۰ - ۲۰۰۰۰ rpm است. این نوع سانتریفوژها بیشتر برای جداسازی موادی به کار می روند که نسبت به حرارت حساس هستند. ✓ سانتریفوژهای میکروهماتوکریت که برای تعیین میزان هماتوکریت خون استفاده می شود. این دستگاه ها دارای سرعت بالایی تا حدود ۲۰۰۰۰ rpm است.

✓ اولترا سانتریفوژها که دارای سرعتی بین ۳۰۰۰۰ - ۱۳۰۰۰۰ rpm هستند. از این دسته سانتریفوژها به دلیل سرعت بسیار بالا و قدرت تفکیک ذرات بسیار ریز بیشتر در مراکز تحقیقاتی استفاده می شود.

ب) تقسیم بندی دیگر بر اساس وضعیت چرخش لوله ها در سانتریفوژ است که شامل:

✓ سانتریفوژهای شناور (Horizontal - head / swinging bucket): در این سانتریفوژها، لوله ها در زمان توقف به حالت عمودی و در زمان حرکت به حالت افقی در می آیند.

✓ **سانتریفوژهای زاویه ثابت (Fixed angled):** در این سانتریفوژها لوله ها در همه حال دارای زاویه ثابت نسبت به محور سانتریفوژ می باشند. سرعت این نوع سانتریفوژها، می تواند نسبت به مورد قبلی بیشتر باشد ولی در زمان چرخش به دلیل مقاومت هوا، درون آن گرمای بیشتری ایجاد شده و دما بالا می رود.

✓ **سانتریفوژهای لوله عمودی (vertical tube):** در این نوع سانتریفوژها لوله ها در همه حال در وضعیت عمودی و موازی با محور سانتریفوژ قرار دارند.

نکات مهم در استفاده از سانتریفوژ

رعایت نکات زیر تاثیر به سزایی در افزایش عملکرد دستگاه و ایمنی پرسنل دارد. این نکات عبارتند از:

✓ تمیز نگه داشتن و ضد عفونی مرتب محفظه داخل دستگاه

در کاهش انتشار آلودگی ها نقش بسیار مهمی دارد.

✓ در کار روزانه نباید سانتریفوژ را با درب باز به کار انداخت.

✓ سانتریفوژ را باید در محلی محکم و بدون لرزش قرار داد.

✓ استفاده از لوله های مناسب و توصیه شده توسط سازنده

✓ رعایت توازن لوله ها و حجم نمونه ها به طوری که وزن لوله های حاوی نمونه که مقابل هم قرار می گیرند بیش از یک درصد تفاوت نداشته باشند. وزن مجموع لوله های حاوی نمونه نیز نباید از وزن تعیین شده برای سرعت خاص تجاوز نماید.

✓ اگر دستگاه دارای سیم اتصال به زمین است برای پیش گیری از خطر برق گرفتگی آن را به سیستم اتصال زمین آزمایشگاه و یا حداقل به لوله فلزی آب سرد وصل کنید.

✓ هرگز از لوله های دارای ترک و یا خوردگی استفاده نشود.

✓ تعویض به موقع ذغال موتور و روغن کاری آن موجب افزایش عمر مفید دستگاه می شود.

✓ بستن درب لوله های حاوی خون قبل از سانتریفوژ جهت جلوگیری از پخش آئروسل (مخلوطی از ذرات بسیار ریز مایع یا جامد معلق در هوا) در محیط.

✓ عدم استفاده از اپلیکاتورهای چوبی جهت خارج کردن لخته به علت افزایش احتمال همولیز نمونه.

✓ از افزایش و یا کاهش ناگهانی سرعت دستگاه هنگام کار اجتناب شود.

نگهداری معمول

نگهداری معمول یک سانتریفوژ به عوامل متعددی مانند تکنولوژی به کار رفته، میزان استفاده، آموزش، کیفیت جریان برق مصرفی و شرایط محیطی بستگی دارد. موارد زیر شامل نگهداری معمول برای استفاده مطلوب و صحیح کارکردن با سانتریفوژ است. تعمیرات معمولی و یا تخصصی برای هر بدنه و مدل براساس توصیه های سازنده می باشد. همیشه بدنه سانتریفوژی که برای جداسازی نمونه های بالینی و عفونی استفاده می شود، داخل سبدهای نگهدارنده و محور را پیش از هرگونه سرویس، ضدعفونی نماید.

ضمن اینکه لازم است به منظور پیشگیری از نوسانات جریان الکتریکی، دستگاه به سیستم تثبیت کننده جریا برق متصل باشد.

مدیریت مناسب و توصیه های نگهداری

محورهای چرخان

✓ تاریخ خریداری هر محور چرخان شامل اطلاعات لازم مانند سریال و شماره مدل را ثبت نمایید.

✓ دفترچه راهنمای سانتریفوژ، وسایل جانبی و لوله ها را پیش از استفاده به طور کامل بخوانید.

✓ این محورهای چرخان را فقط در سانتریفوژهایی استفاده کنید که برای آن طراحی شدند.

✓ ویژگی و شرایط هر محور چرخان را در دفتر خاص سانتریفوژ ثبت نمایید تا زمان جایگزینی آنها مشخص شوند.

✓ از توصیه های لازم سازنده برای حداکثر سرعت و غلظت نمونه ها استفاده نمایید. هر محور چرخان برای کار مشخص طراحی شده است و این توصیه ها باید حتماً به کار گرفته شوند.

✓ هنگام کار با محلول های غلیظ در لوله های استیل یا پلاستیک که توسط سازنده تهیه شده اند، از سرعت بالا استفاده نکنید.

✓ اگر اکثراً با محلول نمکی (Saline) کار می کنید، از محورهای چرخان تیتانیوم (Titanium) استفاده نمایید.

✓ از پوشش محور چرخان محافظت کرده و از محلول های تمیز کننده فلایی و یا محلول های حل کننده این پوشش استفاده نکنید. جنس محورهای چرخان معمولاً از آلومینیوم است و با پوشش آندی آلومینیوم پوشیده شده اند که از ساختار فلزی آنها محافظت می کند.

✓ برای تمیز کردن محور چرخان از برسهای پلاستیکی استفاده نمایید. برسهای فلزی روی پوشش محافظ خراش ایجاد می کنند و سبب فرسودگی آنها در طول زمان می شود. همچنین فرسودگی و خوردگی با توجه به شرایط محیطی می تواند تسریع شده و سبب تقلیل مدت زمان استفاده از محور چرخان شود.

✓ اگر قطراتی از مواد خورنده روی محور ریخته است، سریعاً آن را پاک نمایید.

✓ پس از اینکه محور چرخان سانتریفوژ با آب شسته شد، با هوای پرفشار خشک نمایید.

✓ محور چرخان با لوله های عمودی یا تقریباً عمودی را به روشی که سطح بزرگ آنها رو به پایین و بدون در باشد، نگهداری کنید.

✓ محور چرخان را در یک محل خشک نگهداری کنید و آنها را به طور دائم در سانتریفوژ نگذارید.

✓ سبدهای شناور محور چرخان را بدون روکش نگهداری نمایید.

✓ فنر و واشرها را با توجه به توصیه های سازنده روغن کاری کنید.

✓ به توصیه های مربوط به مدت زمان ضمانت و استفاده از انواع مختلف محورهای چرخان توجه کنید.

✓ از محورهای چرخان کهنه استفاده نکنید.

◀ لوله ها

مواظبت از لوله ها شامل پر کردن لوله ها، انتخاب دمای مناسب و محدوده سرعت سانتریفوژ، و همچنین شستن و استریل بودن آنها است. توصیه های اصولی شامل نکته های زیر است:

✓ لوله ها، آداپتور و دیگر لوازم جانبی را با استفاده از محلول تمیز کننده در آب و برس های نرم غیرفلزی بشویید. از دستگاه

شستشوی خودکار برای این منظور استفاده نکنید.

✓ از استون و یا الکل برای شستشوی لوله ها استفاده نکنید. سازندگان، محلول های خاصی را برای هر نوع لوله سانتریفوژ توصیه می کنند.

✓ از خشک کردن لوله ها در فور خودداری کنید. همیشه از بخار هوای داغ برای این منظور استفاده کنید.

✓ از یکبار مصرف نبودن لوله ها اطمینان حاصل نمایید. اگر آنها برای یکبار مصرف ساخته شده اند، دوباره از آنها استفاده ننمایید.

✓ برای استریل نمودن، نوع مواد سازنده لوله های آزمایش را بشناسید؛ چون تمام لوله ها نمیتوانند گرمای مراحل استریلیزاسیون را تحمل کنند. لوله های شیشه ای معمولاً با فشار در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه استریل می شوند.

✓ لوله ها و شیشه ها را در محل تاریک، خشک و دور از بخارات مواد شیمیایی و یا اشعه ماورای بنفش نگهداری کنید

✓ میزان پر بودن و بسته بودن در لوله های شیشه ای را برای جلوگیری از سقوط آنها داخل محور چرخان هنگام چرخیدن تعیین کنید. برای این منظور به توصیه های سازنده توجه کنید.

نگهداری پیشگیرانه (Privative Maintenance)

نگهداری پیشگیرانه به مجموعه اقداماتی گفته می شود که با رعایت آنها عملکرد دستگاه بهتر، استهلاک آن کمتر و عمر مفید دستگاه افزایش می یابد. این اقدامات عبارتند از :

◀ اقدامات نگهداری ماهیانه :

✓ تمیز کردن قطعات دستگاه از گرد و غبار و ذرات لوله های آزمایش شکسته

✓ تمیز کردن بدنه دستگاه توسط مواد پاک کننده ملایم

✓ کنترل کردن وضعیت روتور (rotor) دستگاه از نظر روغن کاری و سالم بودن ضربه گیر های آن

✓ کنترل وضعیت قفل درب دستگاه و اطمینان از صحت عملکرد آن

✓ کنترل وضعیت درزها و واشرها از نظر آب بندی

✓ اگر سانتریفوژ یخچال دار است با استفاده از دماسنج های الکترونیک با دقت نیم درجه ، دمای آن کنترل شود . نباید اختلاف دما بیش از ± 2 درجه سانتی گراد باشد .

◀ اقدامات نگهداری شش ماهه

✓ بررسی وضعیت ذغال های موتور و تعویض آنها در صورت خوردگی و یا کوتاه شدن



● زمان سنج سانتریفوژ:

بهبتر است زمان سنج حداقل هر شش ماه یک بار در مقابل زمان سنج کالیبره مورد بررسی قرار گیرد. برای این امر زمان سنج را در زمان های مختلف تنظیم و با کرومتر مقایسه کنید. اعداد حاصله نباید بیش از ۱۰ درصد با زمان تنظیم شده تفاوت داشته باشد.

● کنترل دما: برخی سانتریفوژها هنگام کار، ایجاد حرارت

بالایی در داخل محفظه خود می نمایند و این دما می تواند بر کیفیت نمونه و غلظت کمیت های آن تاثیرگذار باشد لذا هنگامی که اندازه گیری کمیته مورد نظر است که به دما حساس می باشد، بهتر است از سانتریفوژ یخچال دار استفاده شود. برای کنترل دما، می توان در لوله آزمایش، آب مقطر ریخته و دمای آن را تعیین کنیم. سپس لوله را در سانتریفوژ قرار داده و دستگاه را با دور مشخص روشن کنیم. پس از مدت مقرر، دمای آب داخل لوله را مجدداً اندازه گیری کنیم. دمای سانتریفوژهای یخچال دار می بایست هر ماه بررسی شده و میزان دمای اندازه گیری شده نباید بیش از ۲ درجه سانتی گراد با دمای مورد انتظار تفاوت داشته باشد.

جدول مشکل یابی

در جدول های مشکل یابی، به شرح مشکلات احتمالی سانتریفوژ، علت وقوع آن ها و چگونگی رفع این مشکلات پرداخته شده است.

محورهای چرخان		
راه حل	علت محتمل	مشکل
بارگذاری محور چرخان را تنظیم کنید.	محور چرخان بالانس نیست.	مشکل
وزن لوله های مقابل هم باید یکسان و متقارن باشد.		
محورهای چرخان در سانتریفوژهای زاویه ثابت و عمودی را متقارن بارگذاری کنید.	سرعت انتخاب شده به سرعت بحرانی نزدیک است.	لرزش شدید
سرعت مناسب و خارج از محدوده ی سرعت بحرانی انتخاب نمایید.	محور چرخان خوب جاسازی نشده است.	
اطمینان حاصل نمایید که محور چرخان درست جاسازی شده است و آن را کنترل کنید.	پایه ی محور چرخان روغن کاری نشده و یا کم روغن کاری شده است.	
محور چرخان را با توجه به توصیه های سازنده روغن کاری نمایید	حین سانتریفوژ کردن، خلأ ایجاد می شود.	درب و محفظه ی محور چرخان بعد از سانتریفوژ کردن به سختی باز می شود.
قسمت تهویه را در سمت بالای محور چرخان یا سبد لوله ها باز کنید تا خلأ از بین برود.		
واشرها را تمیز و روغن کاری نمایید. از توصیه های سازنده برای این منظور استفاده نمایید.	واشرها با روغن و یا ذرات فلزی آلوده شده اند.	

✓ کنترل درستی عملکرد زمان سنج دستگاه با استفاده از زمان سنج های الکترونیک کالیبره

◀ اقدامات نگهداری سالیانه

✓ تمیز کردن بردهای الکترونیکی دستگاه و نصب صحیح آنها در مکان خود
 ✓ آزمایش درستی عملکرد قطعات کنترلی دستگاه مانند سرعت سنج، دماسنج، نشانگرهای آلارم و نمایشگر دستگاه.
 ✓ بررسی استانداردهای الکتریکی دستگاه توسط ابزارهای تحلیل گر ایمنی الکتریکی و تست مقاومت اتصال به زمین.

کنترل کیفیت سانتریفوژ

کنترل کیفیت سانتریفوژ به منظور اطمینان از عملکرد صحیح قطعات دستگاه (سرعت موتور، زمان سنج و دما) در دوره زمانی مشخص انجام می شود و شامل مراحل زیر است:

◀ **سرعت سانتریفوژ:** ابزار سنجش سرعت سانتریفوژ، تاکومتر (Tachometer) است. سرعت سانتریفوژ باید حداقل هر ۳ ماه یک بار بررسی شده و میزان سرعت اندازه گیری شده نباید بیش از ۵ درصد با سرعت مورد انتظار (سرعت انتخابی هنگام کار با سانتریفوژ) تفاوت داشته باشد.

روش کار با تاکومتر برای سنجش سرعت سانتریفوژ

✓ قفل سانتریفوژ را در حالتی قرار دهید که در حال باز بودن درب دستگاه، چرخش انجام شود.
 ✓ کاغذ مخصوص همراه تاکومتر را نزدیک مرکز محور سانتریفوژ (نه در روی مرکز محور) قرار دهید این کار باعث می شود در هر بار چرخش، نور یکبار از کاغذ مخصوص، به تاکومتر بازتابیده شود.

✓ سانتریفوژ را با دور مورد نظر تنظیم کرده و روشن کنید.
 ✓ تاکومتر را در فاصله مناسب نسبت به کاغذ نشاندار نگه داشته و آن را روشن کنید.
 ✓ هنگامی که عدد نمایش داده شده روی تاکومتر ثابت ماند، آن را یادداشت نموده و با سرعت انتخاب شده اولیه مقایسه کنید.

شکل ۲) تاکومتر

- برخی از منابع :**
- Guidelines on Standard Operating Procedures for HAEMATOL-OGY Microscope -WHO Regional Office for South-East Asia 2007 Last update : 27 April 2006
 - Maintenance Manual for Laboratory Equipment , 2nd Edition , World Health Organization .
 - Medical Laboratory Equipment ; Technical Maintenance and Quality Control Procedures , Seyed behzad Seyedalikhani
 - Introduction and Principles of Clinical Laboratory ; S.A. Mehbood; Phd
 - National Committee for Clinical Laboratory Standards: Quality assurance for commercially prepared microbiology culture media; Approved standards; Third Edition. NCCLS docu-

لوله ها		
مشکل	علت محتمل	راه حل
لوله ها نشتی دارند.	در لوله ها محکم بسته نشده است.	در لوله ها را تنظیم و محکم نمایید. سطح مایع باید پایین تر باشد تا از نشتی لوله ها جلوگیری شود.
	لوله ها خیلی پر هستند.	حجم و سرعت توصیه شده برای سانتریفوژ را کنترل نمایید.
	سطح مایع در لوله های در باز، از حد توصیه شده بیشتر است.	با حرکت ملایم در لوله را به آرامی گرم کنید (گر محتویات در اثر گرما آسیب نبینند) چنانچه لوله ها هنوز نشتی وجود دارد، در آنها را محکم تر ببندید.
	در لوله ها محکم بسته نشده است.	اگر نمونه یخ زده است، دمای آن را پیش از سانتریفوژ کردن به ۲ درجه سانتی گراد برسانید. عملکرد لوله ها را در دمای پایین، پیش از سانتریفوژ کردن ارزیابی نمایید.
لوله ها ترک خورده و یا شکسته شده اند	اگر لوله ها در دمای کمتر از دمای توصیه شده استفاده شوند، می توانند ترک خورده و یا بشکنند.	لوله های تاریخ گذشته را دور بریزید و از لوله های نو استفاده کنید.
	لوله ها بر اثر استفاده، می توانند شکننده شوند.	

سیستم های مختلف		
مشکل	علت محتمل	راه حل
سوئیچ اصلی، روشن بودن دستگاه را نشان می دهد، ولی سانتریفوژ کار نمی کند.	جریان الکتریکی به دستگاه وارد نمی شود.	از عملکرد منبع تغذیه اطمینان حاصل کنید.
در سانتریفوژ باز نمی شود.	سانتریفوژ خاموش است.	سانتریفوژ را روشن نمایید. دسته را فشار داده و در را باز کنید.
دکمه ی عدم تعادل فعال است.	لوله ها در سانتریفوژ بالانس نیستند.	لوله ها را بالانس نمایید.
	سانتریفوژ تراز نیست.	سانتریفوژ را در یک سطح تراز قرار دهید.
در سرعت کم، سانتریفوژ لرزش دارد	مکانیسم تنظیم محور چرخان گیر دارد.	مکانیسم تنظیم محور چرخان را کنترل و تنظیم نمایید.
	لوله ها در سانتریفوژ بالانس نیستند.	از بالانس بودن لوله ها اطمینان حاصل نمایید.
در سرعت چرخش به حداکثر سرعت انتخابی نمی رسد.	سرعت انتخابی به رزونانس محور چرخان نزدیک است.	یک سرعت بالای دیگر انتخاب کنید و یا از نوع دیگر محور چرخان استفاده کنید.
	وضعیت تسمه انتقال سرعت بد است.	سانتریفوژ را خاموش و شرایط تسمه را کنترل کنید. تسمه باید میزان باشد.
سرعت چرخش به حداکثر سرعت انتخابی نمی رسد.	ذغال ها معیوب هستند.	سانتریفوژ را خاموش نمایید. از سالم بودن ذغال ها اطمینان حاصل کنید. در صورت لزوم، ذغال ها را با ذغال نو و با مشخصات یکسان جایگزین نمایید.
	کنترل سرعت کالیبر نیست.	سرعت سنج را کالیبر نمایید.
محفظه سرد، ولی محور چرخان گرم است.	دما صحیح انتخاب نشده است.	از انتخاب صحیح دما اطمینان حاصل نمایید.
در صفحه نمایش دکمه نشان دهنده ی وضعیت ذغال روشن است.	ذغال ها در شرایط بدی هستند.	سانتریفوژ را خاموش نمایید. از سالم بودن ذغال ها اطمینان حاصل کنید. ذغال ها را با ذغال نو و با مشخصات یکسان جایگزین نمایید.