

## چرخ آزمایشگاه با سانتریفوژ می چرخد



چنانچه ذرات در یک نمونه دارای جرم های متفاوتی باشند، می توان بر اساس اختلاف جرم و تأثیر نیروی ثقل، آن ها را از یکدیگر جدا کرد. برای تسریع این عمل از روشی به نام سانتریفوژ یا میان گریزش استفاده می شود. مبنای اصلی سانتریفوژ، اصل گریز از مرکز است که یکی از اصول فیزیک دوران محسوب می شود. در حقیقت سانتریفوژ توسط نیروی گریز از مرکز، ذرات سوسپانسیون را از مایع جدا می کند. همچنین می تواند باعث تفکیک دو مایع با تراکم متفاوت شود که این مایعات می توانند مایعات بدن باشند (مانند خون، سرم و ادرار). سانتریفوژ با ایجاد نیرویی چندین برابر نیروی جاذبه، باعث افزایش سرعت طبیعی جدایی ذرات با تراکم متفاوت می شود. در یک نگاه، سانتریفوژ یک چرخنده فلزی است با حفره هایی که در آن نمونه های مورد نظر قرار داده می شود و دارای موتوری است که با سرعت انتخاب شده می چرخد.

فرآورده ها استفاده می شوند و همگی دارای یخچال هستند. دو نوع سانتریفوژ با دور بالا وجود دارد: کم ظرفیت و پر ظرفیت.

سانتریفوژ کم ظرفیت با نمونه برداری گسسته می تواند میکروارگانیزم ها، سلول ها، ویروس ها و ارگان های سلولی را جدا کند. سانتریفوژ پر ظرفیت، مدل پیوسته برای به دست آوردن مخمر و باکتری از محیط کشت، پروتئین از نمونه ها و ویروس و باکتریوفاژ از نمونه های رقیق شده کاربرد دارد.

سانتریفوژ اولترا، برای تفکیک مواد تشکیل دهنده سلولی کاربرد دارد و همگی دارای یخچال است زیرا در دورهای بالا اصطکاک هوا باعث گرم شدن دستگاه و در نتیجه تخریب پروتئین ها می شود. اولتراها معمولاً در مراکز تحقیقاتی استفاده می شوند. مقایسه سانتریفوژهای فوق در جدول ۱ آمده است.

در تقسیم بندی دیگر، سانتریفوژها به انواع شناور، زاویه ثابت و محوری تقسیم می شوند.

سانتریفوژهای شناور به نام های زیر نیز خوانده می شوند، head Swing out - Swing bucket/ Horizontal (سانتریفوژهای شناور)، جایگاه قرار گرفتن نمونه ها طبق نیروی ثقل، عمود بر زمین است. اما با شروع حرکت سانتریفوژ، جایگاه نمونه ابتدا از حالت عمودی زاویه پیدا کرده و سپس کاملاً شناور شده و طبق نیروی گریز از مرکز به سمت خارج و به حالت افقی با سطح زمین در می آید، لذا به آن Swing گفته

### سانتریفوژها به روش های مختلف

تقسیم بندی می شوند:

تقسیم بندی بر حسب سرعت چرخش شامل موارد زیر است:

۱- سانتریفوژهای با دور بالا

۲- سانتریفوژهای با دور پایین

۳- سانتریفوژهای اولترا

در گروه اول، دوران بین (۶۰۰۰-۲۰۰۰ rpm دور در دقیقه) و حداکثر ۸۰۰۰ rpm است. در گروه دوم، دوران بین ۳۰۰۰۰ rpm تا ۱۲۰۰۰ rpm با حداکثر ۳۰۰۰۰ rpm و در اولترا ۱۷۵۰۰۰ rpm تا ۱۰۰۰۰۰ rpm با حداکثر ۲۱۰۰۰۰ rpm است.

سانتریفوژهای دور پایین که در هر دو شکل یخچال دار و بدون یخچال موجود هستند، بیشتر برای سانتریفوژ کردن سلول های خونی یا ذرات حجیم استفاده شده و برای جداسازی ذرات ریز سرعت کافی ندارند.

سانتریفوژهای دور بالا برای بیشتر

می شود. به طور خلاصه در این نوع سانتریفوژ، در حالت توقف وضعیت عمودی و در حالت دوران، نمونه ها وضعیت افقی با سطح زمین دارند.

در این نوع سانتریفوژ، ذرات معلق بر اثر نیروی گریز از مرکز به بخش خارجی، یعنی انتهای لوله ها رانده می شود و رسوب به صورت یک لایه تقریباً یکنواخت در ته لوله تشکیل می شود. در پایان عمل، لوله های حاوی نمونه مجدداً به حالت عمودی درآمده، رسوب در ته لوله و محلول شفاف در بالای آن قرار می گیرد.

در سانتریفوژهای زاویه ثابت که با نام های Fixed Angle / Angle Head خوانده می شوند، لوله حاوی نمونه نسبت به محور دوران یک زاویه ثابت دارد. این زاویه از ۲۵ تا ۴۵ درجه می تواند متغیر باشد. در این نوع سانتریفوژ نیز ذرات معلق بر اثر نیروی گریز از مرکز به سمت خارج محور دوران رانده می شوند اما برخلاف سانتریفوژهای شناور رسوب در جدار و بخشی از کف لوله که در قسمت خارجی محور دوران قرار دارد، رانده می شود. البته هر چه این زاویه نسبت به محور دوران کمتر باشد، رسوب بیشتر در جداره تشکیل می شود و اگر زاویه بیشتر باشد، رسوب بیشتری در کف تشکیل می شود.

شکل آئرو دینامیک روتور، اجازه دوران در دور بالاتر و رسوب ذرات ریزتر را می دهد، لذا میزان رسوب دهی این نوع سانتریفوژ از نوع شناور بالاتر است. اگر در نوع شناور بخواهیم مانند زاویه ثابت، از دور بالاتر استفاده کنیم در اثر اصطکاک بیشتر با هوا، درجه حرارت افزایش خواهد یافت.

در سانتریفوژهای محوری (Axial)، در اصل لوله حاوی نمونه در طول محور عمودی خود دوران می کند (برخلاف سانتریفوژهای معمولی که در طول محور افقی دوران می کنند). این دستگاه ها به طور تجاری برای مقاصد بالینی در دسترس هستند. معمولاً در تیوب های سپتوم دار و کیوم شده، خون فرد نمونه گیری می شود و سپس در جایگاه مخصوص خود به نام Axial separation module، به طور خودکار در حول محور عمودی خود

شروع به دوران می کند. یک سوزن از طریق درب لاستیکی یا همان سپتوم می تواند وارد لوله شده و از قسمت مرکزی، نمونه شفاف را برداشت کند. در این روش ذرات معلق که می توانند سلول های خونی باشند، به قسمت محیطی لوله ها رانده می شوند. در این دستگاه های تجاری برای آزمایشگاه های بالینی، کل فرایند جداسازی در طی ۷۰ ثانیه کامل می شود که زمان مناسبی است.

سانتریفوژ به سه طریقه اصلی اجرا می شود:

۱- رسوب دهی تمایزی (pelleting Differential)

۲- سرعت منطقه ای (Zonal-Rate)

۳- ایزوپیکریک (Isopycric)

در روش رسوب دهی تمایزی، ابتدا ذرات تقریباً به طور یکنواخت در محلول معلق هستند. با شروع سانتریفوژ، ذرات با سرعت های متفاوت به سمت انتهای لوله یا در جهت نیروی سانتریفوژ حرکت می کنند. روش رسوب دهی تمایزی، در اصل جداسازی در محیط یکنواخت است. می توان عمل جداسازی سانتریفوژی را در محیط گرادیان نیز انجام داد. همانطور که اشاره شد سانتریفوژ به دوروش سرعت منطقه ای و ایزوپیکریک نیز اجرا می شود. در روش اول، جداسازی به سرعت نسبی مناطق مختلف بستگی دارد. اما روش دوم، به دانسیته ذرات شناور در محیط وابسته است. در روش های فوق، ذرات مختلف به صورت نوارهایی در طول گرادیان محیط در اثر سانتریفوژ جدای می شوند.

به هر حال سانتریفوژ، دستگاهی است که برای جداسازی ذرات از محلول بر حسب اندازه، شکل، دانسیته و

جدول ۱) مقایسه سانتریفوژها

خواص	اولترا سانتریفوژها	دور بالا	سرعت معمولی
سرعت ( $\text{rpm} \times 10^3$ )	۱۲۰-۳۵	۱۸-۳۰	۶-۲
یخچال	همگی	همگی	برخی مدل ها
سیستم خلاء	همگی	برخی مدل ها	خیر
شتاب دهنده	اغلب	اغلب	برخی
کاربردها			
سلولها	بله	بله	بله
رسوب ها	همگی	اغلب	برخی
ارگانل های سلولی	همگی	همگی	برخی
قطعات غشاء	همگی	برخی	خیر
ریبوزوم- پلی زوم	همگی	برخی	خیر
ماکرومولکول ها	همگی	برخی	خیر

ویسکوزیته محیط مورد استفاده قرار می گیرد. در بیولوژی، این ذرات معمولاً محلول ها، ارگانل های سلولی و ویروس ها، مولکول های درشت مانند پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک است.

### اجزاء دستگاه

قسمت های اصلی تشکیل دهنده یک سانتریفوژ، شامل موتور الکتریکی، شافت و سرروتور است. روتور که لوله های حاوی نمونه را نگهداری می کند با سرعت تنظیم شده توسط موتور، می چرخد. روتور، برای جلوگیری از خطرات احتمالی ناشی از شکسته شدن یا موارد مشابه در یک محفظه قرار گرفته است. با توجه به حساسیت روتور در عملکرد سانتریفوژ این بخش همواره توسط کامپیوتر طراحی می شود، چرا که کوچک ترین عدم تعادل مانع از رسیدن به دور مورد نظر می شود. از لحاظ جنس، روتورهای سانتریفوژهای معمولی از طیف گسترده ای از مواد ساخته می شوند (استیل، برنز یا حتی پلاستیک).

هرچند امروزه سعی بر این است که از آلومینیوم یا آلیاژهای بهتری استفاده شود. روتورهای سرعت بالا، از آلیاژ آلومینیوم و تیتانیوم ساخته می شوند.

هنگام کار کردن با روتورهای آلومینیومی همواره باید مراقب آلودگی و خوردگی این روتورها بود. آلیاژهای آلومینیوم و تیتانیوم، از استحکام کافی و حداقل وزن برخوردار است. قیمت روتورهای تیتانیوم گران تر بوده ولی در عوض از مقاومت بیشتری در برابر خوردگی برخوردار است.

مشخصات روتور مناسب برای روش های مختلف سانتریفوژ در جدول ۲ ارائه شده است.

به علت چرخش سریع برای انتقال الکتریسیته، برس هایی به بدنه روتور متصل شده اند که این برس ها نسبت به سایر قطعات باید سریع تر تعویض شوند. در برخی از سانتریفوژها، به جای برس از روش Controlled Induction Frequency- استفاده می شود.

نمونه هایی که باید سانتریفوژ شوند در لوله ها، CVP، شیشه ها و اسلایدهای میکروسکوپی، فلاسک ها، میکروپلیت ها قرار گرفته و سپس در قسمت روتور سانتریفوژ قرار می گیرند.

جدول ۳- مقایسه ای از عملکرد جنس های مختلف ظروف حاوی نمونه را نشان می دهد. از دیگر قطعات اساسی یک سانتریفوژ می توان به موارد زیر اشاره کرد:

کلید خاموش - روشن کردن دستگاه، ترمز، کنترل کننده سرعت (Potentiometer) و زمان سنج (Tachometer)

برخی از دستگاه ها دارای کلیدی هستند که می توان توسط آن ها سانتریفوژ را به طور مداوم روشن کرد یا از زمان سنج استفاده کرد. برخی دارای کلیدهای آنی بوده که امکان سانتریفوژ سریع، بلافاصله پس از فشار دادن دکمه را به وجود می آورند. غالباً امکان چرخش روتور در جهت خلاف حرکت، برای نگهداشتن سریع آن توسط ترمزهای الکتریکی وجود دارد.

کنترل کننده سرعت، با کم و زیاد کردن ولتاژ تغذیه کننده، سرعت سانتریفوژ را تغییر می دهد. برخی از مدل ها مجهز به یک LED (Light Emitting Diode) و صفحه کلید بوده که امکان برنامه ریزی سرعت را به استفاده کننده می دهد. تاکومتر مشخص کننده سرعت در واحد rpm (دور در دقیقه) است. برخی از دستگاه ها، دارای تاکومتری هستند که توسط کابل با شافت به محور متصل شده و تعداد دورها را نشان می دهند. برخی از دستگاه ها نیز دارای تاکومتری الکتریکی هستند که به واسطه یک آهنربا باعث می شود که با چرخش روتور جریان قابل اندازه گیری را تولید کنند. جریان مورد نظر تبدیل به rpm می شود که بر روی صفحه نمایشگر قابل نمایش است.

### انواع سانتریفوژ

#### سانتریفوژ سیتولوژی

از سیتولوژی کال سانتریفوژ، برای قرار دادن سلول های موجود در یک مایع بر روی اسلاید میکروسکوپ استفاده می شود. در هنگام استفاده، کاربر ظرف مخصوص نمونه (قابل استفاده مجدد)، صفحه فیلتر (یک بار مصرف) و یک



**سانتریفوژ باید دارای  
در پوشش ایمنی قفل شونده با  
سیستم قطع دستگاه  
در هنگام باز شدن  
در پوشش باشد**



میکروهماتوکریت به علت نیاز کمتر به حجم نمونه، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و در آن از سانتریفوژهای دور بالا استفاده می شود.

سانتریفوژ میکروهماتوکریت دارای روتوری است که لوله های موئین حاوی نمونه به صورت افقی بر روی آن قرار می گیرند. پس از انجام سانتریفوژ با مقایسه با Scale موجود، مقدار هماتوکریت به دست می آید.

#### میکروسانتریفوژها

میکروسانتریفوژها، دستگاه هایی هستند که برای نمونه های با حجم کم غالباً کمتر از (۵/۱) ml همانند نمونه های گرفته شده از اطفال، ساخته شده اند. میکروسانتریفوژها در مدل های دور پایین و دور بالا موجود هستند. در دور پایین حداکثر سرعت ۱۳۰۰۰ rpm بوده که برای خون و سایر محصولات خونی کاربرد دارد. در مدل های دور بالا، حداکثر سرعت ۲۸۰۰۰ rpm نیز رسیده و برای جمع آوری سلول ها و میکروارگانیزم ها و بررسی ارگانل های سلولی کاربرد دارد. غالباً لوله هایی که در

اسلاید را کنار هم قرار داده سپس همگی را در داخل روتور می گذارد. سپس مایع مورد نظر را در ظرف مخصوص نمونه قرار داده و دستگاه را روشن می کند. پس از فعال شدن دستگاه مایع با فشار در تماس با کمپلکس صفحه فیلتر/اسلاید قرار می گیرد.

با استفاده از این سیستم، سلول ها به صورت تغلیظ شده و در یک لایه (Monolayer) بر روی سطح اسلاید (در دو قسمت در تماس با دایره های موجود در روی فیلتر) قرار گرفته و مایع اطراف جذب صفحه فیلتری می شود. سپس اسلاید از دستگاه خارج می شود. بیشتر آزمایشگاه های میکروبیولوژی، ایمونولوژی - هماتولوژی، آنکولوژی پیش از رنگ آمیزی اسلایدها، آنها را در هوا خشک می کنند. ولی در آزمایشگاه های سیتولوژی، اسلایدهای حاوی نمونه را در اتانول ۹۵٪ ثابت می کنند. معمولاً این سانتریفوژها با دور ۲۰۰-۴۰۰۰ rpm کار کرده و زمان سانتریفوژ ۱-۹۹ دقیقه متغیر است. بیشتر پروسه ها بین ۱۰-۵ دقیقه نیاز به سانتریفوژ دارد. کاربر می تواند دور روتور را در حالت کم یا زیاد تنظیم کند. معمولاً دورهای پایین برای نمونه های حاوی سلول های شکننده استفاده می شود. بیشتر سانتریفوژها دارای ضمایمی بوده که می توانند به شافت اصلی وصل شده و تبدیل به سیتولوژیکال سانتریفوژ شوند.

#### سانتریفوژ هماتوکریت

سانتریفوژ هماتوکریت، با استفاده از نیروی سانتریفوژ، هماتوکریت خون (نسبت حجم سلول های قرمز به حجم کلی) را مشخص می کند. این آزمایش مهم خون، در تشخیص کاهش خون و دیگر موقعیت ها مانند پلی سیمی (افزایش بیش از حد گویچه های قرمز خون) و آنمی (کم شدن هموگلوبین زیر سطح نرمال) به کار می رود. در موارد پلی سیمی، هماتوکریت افزایش پیدا می کند. در تشخیص آنمی، اندازه گیری هماتوکریت تنها می تواند یک شاخص ظرفیت حمل اکسیژن بوده و به تنهایی مشخص کننده آنمی نیست. روش های دستی و ماشینی متعددی برای اندازه گیری هماتوکریت خون وجود دارد. روش دستی میکروهماتوکریت و ماکروهماتوکریت موجود که در هر دو از سانتریفوژ استفاده می شود.

در روش خودکار توسط سانتریفوژ، شمارنده ذرات الکترونیکی و تجهیزات لیزری، حجم سلول ها را اندازه گیری می کنند. روش های خودکار در غالب دستگاه های آنالیزر و هماتولوژی وجود دارد. روش

جدول (۲)  
مشخصات روتور مناسب برای روش های مختلف سانتریفوژ

ایزوپیکریک	منطقه ای	رسوب دهی تمایزی	نوع روتور
خوب	ضعیف	عالی	زاویه ثابت
خوب	خوب	ضعیف	عمودی
کافی	خوب	ناکارآمد	شناور
کافی	عالی	ضعیف	ناحیه ای



میکرو سانتریفوژها استفاده می شوند از پلاستیک یک بار مصرف ساخته شده و دارای یک سطح مقطع مخروطی، یک CUP همراه با سرپوش هستند.

### سانتریفوژهای شستشو دهنده سلول

سانتریفوژ شستشو دهنده سلول برای شستشو، دکانته کردن، مخلوط کردن و شستشوی مجدد گویچه های قرمز خون قبل از آزمایش آنتی گلوبین، استفاده می شوند. به علت مراحل متعدد موجود در این روش انجام دستی آن باعث اتلاف وقت می شود. آزمایش آنتی گلوبین به طور شایع در سازمان های انتقال خون، جهت شناخت Ab ها و جلوگیری از مشکلات تزریق خون انجام می شود. این آزمایش در محیط (invivo) از آزمایش آنتی گلوبین مستقیم) یا (invitro) آزمایش آنتی گلوبین غیر مستقیم) انجام می شود.

آزمایش آنتی گلوبین به طور مستقیم به پزشکان کمک می کند که بیماری های همولیتیک نوزادان، آنمی همولینیک اتوایمیون، حساس شدن RBC ها توسط دارو و واکنش های تزریق خون را شناسایی کنند.

### مراحل استفاده از سانتریفوژ

سانتریفوژها دارای یک درپوش هستند که غالباً جهت ایجاد امنیت، در هنگام استفاده به طور خودکار قفل می شود یا دارای یک قطع کننده جریان است تا هنگامی که درپوش باز است دستگاه روشن نمی شود. کنترل کننده های دستگاه، خارج از محفظه بوده یا روی یک Control Panel قرار گرفته اند. معمولاً یک نمایشگر، پارامترهای کلیدی دستگاه مانند سرعت بر حسب rpm، دما و زمان را پایش می کند.

کاربر، نمونه ها را در محل های موجود در روتور قرار داده و درپوش را می بندد. سپس rpm مناسب، دما (اگر دمای خنک مورد نیاز است) و زمان مورد نظر را انتخاب کرده و دستگاه را روشن می کند.

برخی از دستگاه ها، سرعت ایستایی را نیز تنظیم می کنند و برخی دارای ریزر دازنده هایی هستند که با وارد کردن یک کد تمامی پارامترهای مورد نیاز بر اساس آن کد، به طور خودکار تنظیم می شوند. هنگامی که کاربر با مواد خطرناک سروکار داشته باشد، رعایت اقدامات ایمنی ضروری است. علاوه بر این به غیر از سرپوش خارجی، سرپوش ایمنی داخلی نیز وجود

دارد. در عین حال اهرم های مخصوص برای قرار دادن نمونه ها موجود هستند. برخی از مدل ها دارای Bowl Drainer بوده که به راحتی و به طور موثر، ذرات نمونه را بر می دارد. سایر وسایل حفاظت کننده مانند محافظ صورت و عینک محافظ چشم نیز از دیگر وسایلی هستند که احتمال خطر در مقابل پاتوژن های موجود در فرآورده های خونی یا سایر موارد را کاهش می دهند. قسمت هایی از سانتریفوژ که در تماس با مواد خطرناک بیولوژیک بوده اند باید ضد عفونی شوند (معمولاً با هیپوکلریت ۱۰٪).

### مشکلات گزارش شده

در هر سانتریفوژ، کالیبره کردن سرعت و پایش زمان سانتریفوژ مهم است. ترمز خودکار باید کنترل شود تا بتواند در زمان تعیین شده باعث ایستادن روتور شده تا مراحل شستشو و اضافه کردن معرف ها بدون اشکال انجام گیرد. برای کالیبره کردن سرعت می توان از تاکومترهای نوری استفاده کرد.

به علت استفاده مداوم از سانتریفوژ و خطرات احتمالی موجود، باید به طور مرتب مواردی از قبیل نشت جریان، اتصال بدنه به زمین، برس ها، سیستم ایمنی، قفل داخل سرپوش کنترل شوند. برای استفاده مطمئن و عمر طولانی، برس ها باید پیش از تحلیل رفتن کامل عوض شوند و کربن رسوب کرده باید به طور مرتب تمیز شود.

سانتریفوژها، جریان برق زیادی را مصرف می کنند. بنابراین در خط برق وصل شده، باعث ایجاد نویز الکتریکی می شوند. در چنین حالتی دستگاه های آنالایزر مانند اسپکتروفتومترها، آنالایزرهای شیمی یا هماتولوژی تحت تاثیر قرار می گیرند. بنابراین سانتریفوژ

► جدول ۳) مقایسه ای از عملکرد جنس های مختلف ظروف حاوی نمونه

جنس	مقاومت در برابر حلالها	مقاومت در برابر اسید و باز	دور ماکزیمم $\times 10^3$	دمای ماکزیمم $^{\circ}\text{C}$	ظاهر
شیشه	+++	++	۱۰	۳۵۰	شفاف
پلی بیکربنات	+	- +	۵۰۰	۱۲۰	شفاف
پلی سولفون	+	++	۴۰۰	۱۲۰	شفاف
پلی آلومر	++	++	۶۰۰	۸۰	نیمه شفاف
پلی پروپیلن	++	++	۶۰۰	۱۲۰	نیمه شفاف
استرسلولز	+	--	۴۰۰	۶۰	شفاف

شده اند، نشان دهنده حداکثر سرعت گردش روتور سانتریفوژ است.

به (Relative Centrifugal Force) RCF

عنوان شتاب استاندارد سانتریفوژ است.

منبع تغذیه: Power Supply مانند سایر

سیستم ها از برق شهر با فرکانس مربوطه استفاده می شود.

### ایمنی

از آنجا که دستگاه های سانتریفوژ همواره جهت آماده کردن و تهیه نمونه های خون و ادرار مورد استفاده قرار می گیرد، لذا توصیه می شود که ظرف گردنده در سانتریفوژ، سطل ها و حلقه های سر محور پیش از اینکه هرگونه سرویس دهی انجام گیرد و از آنها استفاده شود، تمیز و ضد عفونی شود.

### حفظ و نگهداری

۱- قفل درپوش همواره باید کنترل شود.

۲- باید حلقه های سر محور و سطل ها جهت سالم بودن فلزشان مورد بررسی قرار گیرند.

۳- باید لولاها، دکمه های تنظیم، پایه های لاستیکی بررسی شوند.

۴- باید وزن سطل ها کنترل شوند بالشتک های لاستیکی موجود در سطل ها ممکن است کم شوند یا برای تمیز کردن و جابجایی خارج شوند که در این صورت بارهای غیریکسان به وجود می آید. حتی تفاوت های کم در وزن نیز می تواند سبب فرسایش سریع و پوسیدگی یا تاقان های موتور شود ▶

باید به منبعی متصل شود که برای دستگاه های آنالایزری در نظر گرفته نشده است. هیچ گاه نباید دستگاه سانتریفوژ را با درب باز استفاده کرد. هر کاربرد باید به لرزش و حرکت بیش از حد، که غالباً لرزش بحرانی نامیده می شود و برای هر دستگاه در سرعت خاصی ایجاد می شود آگاه باشد. این موقعیت دینامیکی که زرو نانس نامیده می شود، از ترکیب ارتعاشات مکانیکی برای ذرات در حال حرکت به وجود می آید. سانتریفوژها باید با سرعتی کمتر یا بیشتر از این سرعت زرو نانس استفاده شوند.

روتورهای سانتریفوژ، مرتب باید تمیز شوند و به طور دوره ای تعویض شوند. روتور باید کاملاً مناسب و اندازه باشد و نباید مدل آن تعویض شود، مگر آنکه مدلی کامل برای همان سانتریفوژ طراحی شده باشد. مواد شیمیایی موجود در تمیزکننده ها ممکن است باعث سوراخ شدن یا خراشیدگی سطح چرخنده شود. بنابراین باید از مواد تمیزکننده مخصوص، برای تمیز نگهداشتن دستگاه استفاده کرد.

### نکات خرید

خریدار باید سانتریفوژی مناسب با نیازهای آزمایشگاهی خود خریداری کند. برای مثال در آزمایشگاه هایی که نمونه ها زیاد هستند، خرید یک سانتریفوژ قابل برنامه ریزی ضروری است ولی در آزمایشگاه های کوچک با تعداد کم نمونه، ضرورتی ندارد. رعایت ملاحظات ایمنی، از نکات ضروری در خرید یک سانتریفوژ است. سانتریفوژ باید دارای درپوش ایمنی قفل شونده با سیستم قطع دستگاه، در هنگام باز شدن درپوش باشد. از دیگر موارد ایمنی موجود، پوشش محافظ داخلی و صفحه نمایشگر هشدار دهنده است. سانتریفوژ باید تمیز باشد، صفحه نمایشگر به راحتی قابل خواندن باشد، به زنگ های هشدار دهنده مجهز باشد که در هنگام بد کار کردن، عدم بالانس روتور یا باز بودن درپوش به صدا درآیند. در موارد خرید دستگاه سانتریفوژ، فاکتورهای زیر از نکات مهم و قابل بررسی است:

ابعاد: ابعاد سه بعدی دستگاه، نمایانگر حجم و جایگیری آن است.

وزن: Weight وزن دستگاه از فاکتورهای مهم هنگام خرید و نصب است. نمایشگر: Display دیجیتال یا آنالوگ بودن نمایشگر دستگاه می تواند از جنبه فنی و دقت مورد بحث باشد.

حداکثر سرعت: Max speed این فاکتور معمولاً در دستگاه های سانتریفوژ در حالتی که Head و Bucket از نوع استاندارد روی آنها نصب

