

**শ্রেণী ৩**

آشنایی با لوازم آزمایشگاهی و اینتی

### ۳-۱-۱- راهنمای کار در آزمایشگاه

در هنگام ورود به آزمایشگاه قبل از انجام هرگونه آزمایشی، لازم است که ابتدا نکات ایمنی و کاری مربوط به آزمایشگاه را مطالعه کرده و سپس با وسایل و دستگاه‌های موجود و کاربرد هر یک از آنها آشنا شویم. بدین ترتیب اولاً با یادگیری و اجرای کامل نکات و توصیه‌های ایمنی می‌توانیم سلامتی خود و دیگران را در محیط آزمایشگاه حفظ نموده، ثانیاً با شناخت کافی و تسلط لازم در استفاده از امکانات آزمایشگاهی می‌توانیم آزمایش‌های مربوطه را به درستی و با دقت لازم انجام دهیم.

### ۳-۱-۲- آشنایی با نکات ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی

برای امنیت در آزمایشگاه نکات سیاری باید رعایت شود هر چند رعایت این نکات به تنها یی سلامت آزمایش کننده را تضمین نمی‌کند، اما احتمال بروز خطرات را به حداقل کاهش می‌دهد. در یک آزمایشگاه ایمن و استاندارد و در صورت رعایت موارد ایمنی حوادث یا جراحات به ندرت اتفاق می‌افتد. در هنگام ورود به آزمایشگاه، باید از خطرات مواد شیمیایی و خطرهای ممکن در آزمایش‌ها اطلاعات کافی داشته باشید. اهمیت این که دانش‌آموزان بدانند چه خطرهایی در آزمایشگاه وجود دارد، چگونه از آنها دوری جویند و در صورت خارج شدن آزمایش از کنترل چگونه عمل کنند، بر هیچ کس پوشیده نیست.

### ۳-۱-۳- در آزمایشگاه چه نکات مهمی را باید رعایت کنیم؟

۱- هرگز بدون روپوش و دستکش و سایر وسایل ایمنی مناسب آزمایش را شروع نکنید. رنگ روپوش بهتر است سفید باشد تا وجود لک و آلودگی را بهتر نشان دهد. باید بدانیم که برای کار با برخی مواد خاص استفاده از تجهیزات ایمنی ویژه و اختصاصی لازم است. یعنی باید از دستکش و ماسک و سایر وسایل مخصوص برای کار با آن مواد استفاده کنیم و تجهیزات ایمنی معمولی کارآئی لازم را ندارند. لذا قبل از استفاده از هر نوع ماده شیمیایی میزان سمیت و خطر آفرینی آن را از مسئول خود سوال نمایید.

۲- هرگز بدون اجازه مسئول خود و با بدون داشتن اطلاعات کافی از فعل و انفعالات مواد شیمیایی، آزمایشی را انجام ندهید.

- ۳- هرگز حجم و مقادیر لازم گفته شده در آزمایش را افزایش ندهید زیرا اگر واکنش میان مواد شیمیایی شدید باشد در این صورت خطر انفجار وجود دارد.
- ۴- هرگز از وسایل معیوب و شکسته استفاده نکنید. استفاده از این وسایل می‌تواند منجر به بروز خطرات جدی شود.
- ۵- هرگز آزمایش در حال اجرا را بدون مراقبت رها نکنید. در صورت نیاز اجباری به ترک محل، مسئول خود را مطلع سازید.
- ۶- هرگز ظروف حاوی مواد و محلول‌ها را بدون دربوش محکم نگهداری نکنیم تا ضمن جلوگیری از آلودگی هوای آزمایشگاه، از آلودگی نمونه‌ها با مواد خارجی جلوگیری شود.
- ۷- مواد مورد استفاده را فقط به میزان مصرف در روی میزها نگهداری و بقیه را در محل مناسب انبار نمایید.
- ۸- با علائم و هشدارهای اینمنی آشنا شوید.
- ۹- روی میزها را خالی از تجهیزات و مواد غیر لازم نگهدارید.
- ۱۰- از هرگونه خوردن و آشامیدن در محیط آزمایشگاه پرهیز کنید.
- ۱۱- هنگام شستشوی ظروف و وسایل شیشه‌ای، ابتدا شیر آب را باز نموده و منتظر یکنواخت شدن جریان آب و ثابت شدن فشار آن شوید و سپس وسایل مورد شستشو را در مسیر جریان آب قرار دهید تا از رها شدن وسایل از دست (در اثر فشار ناگهانی آب) و شکستن آنها جلوگیری شود.
- ۱۲- هیچگاه بخارات ناشی از آزمایش را مستقیماً بو نکرده و از تماس مستقیم مواد شیمیایی و محلول‌ها با دست اجتناب کنید.
- ۱۳- نانوذرات به دلیل کوچکی اندازه توانایی نفوذ از پوست به داخل بدن را دارند لذا از تماس آنها با دست اجتناب کرده و در صورت تماس پوست خود را آب سریعاً شست و شو دهید.

۱۴- از انجام شوختی‌های بی مورد و دویدن یا فعالیت بیش از حد شتابزده در آزمایشگاه اجتناب کنید.

۱۵- برای رقیق کردن اسیدهای غلیظ و به خصوص اسید سولفوریک باید با احتیاط و به تدریج اسید را به آب اضافه کنید و سریعاً محلول را به هم بزنید و مراقب باشید تا هیچگاه برخلاف آن عمل نکرده و آب را به اسید اضافه نکنید زیرا مخلوط شدن اسید و آب همواره گرمای زیادی تولید می‌کند و در صورتی که آب به اسید اضافه شود به دلیل خروج سریع حباب‌های حاصل از گرمای واکنش قطرات اسید به اطراف پاشیده می‌شود.

۱۶- در صورت ریخته شدن مواد شیمیایی به سرعت مسؤول مربوطه را با خبر کنید. توجه کنید موادی که با آنها کار می‌کنید بی خطر نیستند و ممکن است مشکلاتی را برایتان ایجاد کند. در صورت ریختن ماده شیمیایی بر روی لباستان، با احتیاط لباس را خارج کرده و فوراً قسمتی از پوست که به ماده شیمیایی آغشته شده با مقادیر زیاد آب بشویید و تمام مدت، مسئول آزمایشگاه را در جریان کار خود قرار دهید. باید بخار داشته باشیم که عدم رعایت هر کدام از نکات ساده بالا می‌تواند منجر به حادثه گردد. حوادثی که شاید خیلی دور از ذهن باشند اما بعد از وقوع، فرصتی برای جبران نخواهد بود.

### ۳-۱-۳- معرفی علایم هشدار دهنده

در صورتی که اطلاعات کافی در مورد خصوصیات مواد شیمیایی داخل یک ظرف و یا خطرات احتمالی یک دستگاه نداشته باشد، وجود علائم هشدار دهنده بر روی آنها موجب می‌شود تا در هنگام استفاده از آنها احتیاط‌های اولیه و لازم را بکنیم. مهمترین و رایج‌ترین علائم هشدار دهنده بر روی برچسب ظروف مواد شیمیایی و دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه، عبارتند از:



۱- علامت ماده سمی: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف به شدت سمی می‌باشد.

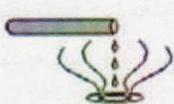


۲- علامت ماده منفجره: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف قابل انفجار می‌باشد.

۳- علامت ماده آتشزا: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف آتشگیر بوده و باید از کنار هرگونه آتشی دور نگه داشته شود.



۴- علامت ماده خورنده: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف خاصیت خورنده زیادی دارد.



۵- علامت ماده محرك مخاط: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف فرار بوده و شدیداً به مخاط بینی و گلو آسیب می‌رساند.



۶- علامت ماده رادیواکتیویته: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف خاصیت پرتوزایی داشته و سرطان زا می‌باشد.



۷- علامت خطر برق گرفتگی: یعنی در دستگاه ، ولتاژ بالایی از برق وجود دارد و می- تواند موجب برق گرفتگی شود.

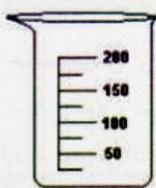


## ۲-۳- آشنایی با لوازم آزمایشگاهی و دستگاههای آزمایشگاهی

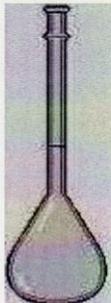
برای آنکه بتوانیم از امکانات آزمایشگاهی به درستی استفاده کنیم و آزمایش‌ها را با دقیقی زیاد انجام دهیم آشنایی با وسایل و دستگاههای آزمایشگاهی ضروری می‌باشد که در این بخش با پنجاه نوع از مهمترین و رایج‌ترین وسایل و دستگاههای موجود در آزمایشگاههای شیمی آشنا می‌شویم:



۱- لوله آزمایش: از این وسیله بیشتر برای انجام آزمایش‌های ابتدایی و نیز موقعی که حجم محلول‌های به کار رفته در آزمایش کم است، استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و هیچگاه نباید هنگام حرارت دادن بیش از یک سوم لوله را از محلول پر کرد.



۲- بشر: بشرط شیشه‌ای استوانه‌ای دهان گشاد است که معمولاً به منظور مخلوط کردن و تهییه مواد لازم برای آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علت دقت کم در اندازه‌گیری و نیز دهانه گشاد، از آن به هیچ وجه برای حجم‌سنجی یا نگهداری مواد استفاده نمی‌شود. از این وسیله علاوه بر موارد فوق برای تبخیر مواد نیز استفاده می‌شود.



### ۳- بالن ژوژه (بالن حجمی یا حجم سنجی):

از این نوع بالن بیشتر برای تهییه دقیق محلول‌ها و نگهداری آنها استفاده می‌شود که از نوع بالن‌های ته صاف بوده و دارای درب مخصوص به خود می‌باشد و نیز اندازه‌های مختلفی داشته که محدوده حجم آنها توسط خطی که بر روی گردنده بالن وجود دارد مشخص می‌شود.

### ۱-۲-۳- روش به مول رساندن محلول‌ها با بالن ژوژه:

خط باریکی که دور گردن بالن حک شده است دال بر حجم دقیقی از محلول می‌باشد که در درجه حرارت معینی در آن گنجانده می‌شوند. برای جلوگیری از اشتباه ناشی از خطای دید چشم را باید طوری در امتداد علامت مربوط نگه داریم که خط نشانه مماس بر بعد انحنای محلول باشد. گردن بالن حجم‌سنجی نسبتاً باریک ساخته می‌شود و به این ترتیب تغییر کوچکی در حجم محلول سبب اختلاف قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع قسمت انحناء می‌شود فاصله بین خط نشانه از دهانه بالن باید نسبتاً زیاد باشد تا پس از به حجم رساندن محلول فضای کافی برای به هم زدن محلول داشته باشد. از بالن‌های حجم‌سنجی معمولاً برای تهییه محلول‌هایی با غلظت معین استفاده می‌شود. به این ترتیب که مقدار لازم از جسم را توزین و داخل بالن می‌ریزیم سپس آن را با آب یا

محلول دیگر تا خط نشانه به حجم می‌رسانیم برای این منظور می‌توان جسم توزین شده را در یک بشر ریخته آن را در حجم کمی از حلال حل کرده سپس محلول را به اrlen منتقل کرده حال آنقدر آب به بالن اضافه می- کنیم تا ابتدای گردن بالن بالا باید سپس محلول داخل بالن را طوری می‌چرخانیم که کاملاً مخلوط شود. اگر محلول را بدون به هم زدن تا علامت نشانه به حجم برسانیم و سپس آن را تکان دهیم گاهی اوقات امکان دارد بر اثر انقباض و یا انبساط محلول سطح محلول درست برابر علامت نشانه قرار نگیرد. به هم زدن محلول قبل از به حجم رساندن آن از این اتفاق جلوگیری می‌کند. در مرحله نهایی باید به کمک یک پیپت آب را قطره قطره وارد بالن نمود و قبل از آنکه محلول دقیقاً به حجم برسد باید صبر کرد تا آب چسبیده به دیواره ظرف پایین بیاید. در صورتی که بخواهیم محلول سرد یا داغی را در درجه حرارت اتاق به حجم برسانیم قبلاً از تنظیم نهایی سطح محلول باید برای مدتی آن را در ظرف باقی گذاشت تا تبادل حرارتی صورت گیرد و سپس به حجم نهایی رساند بعد در بالن را که باید کاملاً خشک باشد، به دقت روی ظرف گذاشته و برای مدتی محلول را هم می‌زنیم پس از یکنواخت شدن محلول یک دماسنچ تمیز را در آن وارد کرده و درجه حرارت را می‌خوانیم. به عنوان یک قانون کلی محلول را نباید همچنان در بالن و یا سایر ظروف حجم‌سنجی نگه داشت بلکه باید آن را به یک بطری تمیز و خشک انتقال داد. حتی اگر بطری خشک باشد، بهتر است یک بار آن را با محلول شستشو دهیم.

#### ۴- اrlen مایر:



ارلن مایر یک ظرف مخروطی با گردن نسبتاً باریک در حجم‌های مختلف است. از اrlen مایر معمولاً برای مخلوط کردن و حتی نگهداری مایعات و یا به عنوان جمع‌کننده محصول تقطیر در عمل تقطیر و یا جمع‌کننده مایع خارج شده از قیف جداکننده در هنگام عمل استخراج نیز استفاده می- شود.

## ۵- پیپت:



از این وسیله بیشتر برای برداشتن حجم دقیقی از مایعات استفاده می‌شود که دارای دو نوع مدرج و حباب‌دار بوده و هر دو نوع اندازه‌های حجمی دارند که البته نوع مدرج آن کاربرد بیشتری دارد چون توسط نوع مدرج می‌توان به هر اندازه دلخواه مقداری از محلول‌ها را سنجیده و برداشت. ولی توسط نوع حباب‌دار تنها یک حجم از پیش تعیین شده قابل برداشت می‌باشد که میزان حجم در نوع حباب‌دار معمولاً بر روی حباب آن نوشته شده است و محدوده آن توسط خطی که بر روی لوله بالای حباب وجود دارد تعیین می‌شود.



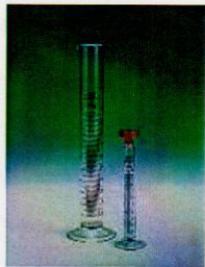
در هنگام استفاده از آن باید به این نکات توجه کرد که باید پیپت را طوری در دست گرفت که بتوان توسط انگشت اشاره دهانه آن را گرفته تا میزان حجم مایع داخل آن قابل کنترل باشد و نیز برای برداشتن محلول‌های سمی و خطرناک نظیر محلول‌های اسیدی، محلول‌های قلیابی و ... باید حتماً توسط پیپت پرکن، پیپت را پرکرده و به کمک آن میزان محلول داخل پیپت را کنترل کرد.

## ۲-۳- روش استفاده از مکنده پلاستیکی در پیپت‌ها:

مکنده پلاستیکی دارای ۳ کلید است A ، S و E که بعد از نصب پیپت در محل خود بر روی مکنده مطابق شکل پایین برای برداشتن مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش کار با مکنده به این صورت است:

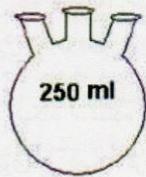
- ۱- کلید A را فشرده و حباب لاستیکی را فشار میدهیم تا هوا خارج شود.
- ۲- پیپت را وارد ظرف محتوی مایع نموده و وقتی سر پیپت به اندازه کافی داخل مایع شد کلید S را به آرامی فشار میدهیم تا بر اثر مکش حباب که در مرحله قبل فشرده و خالی شده مایع وارد پیپت شده و بالا باید (دقت کنید وارد مکنده نشود).

۳- بعد از اینکه به اندازه لازم مایع وارد حباب شد پیپت را وارد ظرفی که میخواهیم مایع را داخل آن خالی کنیم نموده و کلید E را میفشاریم تا مایع داخل پیپت تخلیه شود.



#### ۶- استوانه مدرج:

استوانه‌ای است پایه‌دار در حجم‌های مختلف که از آن میتوان برای برداشت و انتقال حجم‌های بزرگتر از پیپت استفاده کرد (دقت پیپت را ندارد).



۷- بالن سه دهانه: از این نوع بالن بیشتر در آزمایش‌هایی استفاده می‌شود که بخواهیم به طور همزمان دو ماده را وارد کرده و از دهانه سوم آن یک ماده دیگر را خارج کنیم.



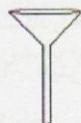
۸- بورت: از این وسیله بیشتر برای اضافه کردن حجم دقیقی از یک محلول به محلولی دیگر و به خصوص برای انجام عملیات تیتراسیون استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و البته نوعی دیگر از بورت وجود دارد که به نام بورت اتوماتیک شناخته می‌شود و در آن توسط یک مکنده محلول از مخزن مایع به داخل بورت کشیده شده و بورت پر می‌شود و در هنگام کار با بورت باید به این نکات توجه داشت که قبل از استفاده از آن حتماً باید سطح محلول با درجه صفر روی بورت مماس باشد و نیز در داخل بورت حباب‌های بزرگ هوا وجود نداشته باشد.



۹- شیشه ساعت: از این وسیله بیشتر برای خشک نمودن سریع نمونه‌های کوچکی از محلول‌ها و توزین مواد شیمیایی پودری شکل و نیز در موقعی هم به عنوان درب بشر در آزمایش‌های مختلف استفاده می‌شود.

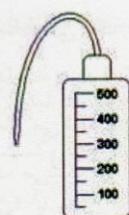


۱۰- دسیکاتور (خشکانه): از این وسیله که شبیه یک قابلمه بزرگ شیشه‌ای است بیشتر برای گرفتن رطوبت و خشک کردن مواد استفاده می‌شود و چون این وسیله رطوبت موجود در مواد را توسط مواد جاذب الرطوبه‌ای مانند کلرید کلسیم و یا اسید سولفوریک غلیظی که در ظرف پایین آن قرار دارد جذب می‌نماید. پس نباید درب آن را به مدت طولانی باز گذاشت زیرا در غیر این صورت رطوبت موجود در محیط آزمایشگاه جذب مواد جاذب الرطوبه آن شده و موجب کاهش کارآیی دستگاه می‌شود.

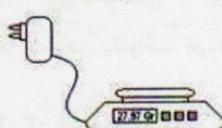


۱۱- قیف شیشه‌ای: از این وسیله بیشتر برای انجام عملیات صاف نمودن محلول‌ها و رسوب‌گیری از آنها استفاده می‌شود.

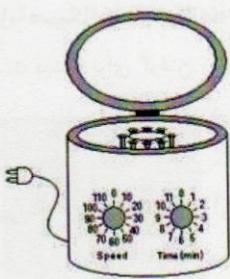
۱۲- کاغذ صافی: بیشترین کاربرد کاغذ صافی برای انجام عملیات صاف کردن و رسوب‌گیری از محلول‌ها می‌باشد ولی در مواردی نظیر آزمایش‌های کروماتوگرافی کاغذی و ... هم می‌توان از آن استفاده کرد که ورق‌های آن عموماً به دو صورت دایره‌ای و مربعی شکل برش خورده است و از لحاظ اندازه قطر ذراتی که می‌تواند از محلول جدا شود، دسته‌بندی می‌شوند.



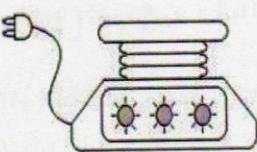
۱۳- پیست (آبغشان): از این وسیله رایج آزمایشگاهی بیشتر برای نگهداری آب مقطر و محلول‌های رقیق استفاده می‌شود که با فشار دادن مخزن پلاستیکی قابل انعطاف آن، آب از لوله خمیده خارج می‌شود.



۱۴- ترازوی آزمایشگاهی: از این دستگاه برای وزن کردن انواع مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه استفاده می‌شود و حداقل دقت مطلوب آن برای استفاده در آزمایشگاه باید در صفر گرم باشد که دارای انواع مختلفی نظری ترازوی دیجیتال و رایج‌ترین نوع آنها ترازوی دیجیتال می‌باشد.



**۱۵- دستگاه سانتریفوژ:** از این دستگاه که با گردش سریع خود نیروی گریز از مرکز زیادی را تولید می‌کند برای ته نشین کردن سریع رسوبات بسیار ریز موجود در محلول‌ها و نیز جداسازی مخلوطی از دو مایع که اختلاف چگالی کمی داشته و به سختی از هم جدا می‌گردند استفاده می‌شود که دارای دو نوع برقی و دستی بوده و در هنگام کار با آن باید توجه داشت که به منظور جلوگیری از خراب شدن دستگاه همواره باید تعادل دو طرف دستگاه را با قرینه قرار دادن نمونه‌ها در داخل دستگاه حفظ کرده و نیز سرعت چرخش دستگاه را هم در نوع برقی آن باید به تدریج افزایش داد.



**۱۶- هیتر (گرم کن الکتریکی):** از این دستگاه بیشتر برای گرم کردن یکنواخت به همراه هم‌زدن خودکار محلول‌های داخل ظروف آزمایشگاهی استفاده می‌شود و سه نوع پیچ تنظیم بر روی آن وجود دارد که از پیچ ترمومتری برای تنظیم درجه حرارت تولیدی و از پیچ تایمر برای تنظیم مدت زمان گرم کردن نمونه‌ها و از پیچ سرعت همزن هم برای تنظیم سرعت همزن مغناطیسی استفاده می‌شود. بدین صورت که برای استفاده از همزن مغناطیسی یک قطعه کوچک مغناطیسی مخصوص را داخل ظرف محلول انداخته و بعد از گذاشتن ظرف بر روی صفحه دستگاه، همزن مغناطیسی آن را فعال می‌کنند و بدین ترتیب با چرخیدن قطعه کوچک داخل ظرف محلول هم زده می‌شود.

**۱۷- آون (اتوکلاو):** از این دستگاه بیشتر برای خشک کردن مواد و ظروف آزمایشگاهی توسط گرما و نیز حرارت دادن یکنواخت ظروف حاوی نمونه‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود.

### ۳-۳- محلول سازی

به منظور انجام یک واکنش شیمیایی باید اطلاعات لازم در مورد شیمی محلول‌ها مانند چگونگی تولید محلول‌های مختلف با غلظت‌های مشخص یا رقیق کردن یک اسید و یا اصطلاح‌های مربوط به غلظت یک محلول

را بدانیم. لذا در این فصل به معرفی مختصر بعضی از این تعاریف و روش عملی کار در آزمایشگاه شیمی می-پردازیم.

**۱-۳-۳- تعریف محلول:** در علم شیمی، محلول به ترکیب همگن دو یا چند ماده گفته می‌شود. در حل کردن ماده‌ای در ماده دیگر، یکی از مواد حل‌شونده و دیگری حل خوانده می‌شود. محلولی را استاندارد می‌گویند که در آن، رابطه بین مقادیر ماده حل‌شده و محلول یا رابطه بین مقدار ماده حل‌شده و حلال به نحوی معلوم باشد. با معلوم بودن مقدار ماده حل‌شونده و مقدار حلال تشکیل دهنده محلول، غلظت محلول مشخص می‌گردد. بسیاری از واکنش‌ها در حالت محلول انجام می‌شوند و محاسبه‌های کمی برای این‌گونه واکنش‌ها بر مبنای غلظت آنها صورت می‌گیرد. برای بیان غلظت، روش‌های گوناگونی وجود دارد و محلول‌های استاندارد را براساس غلظت بیان می‌کنند.

#### ۲-۳-۳- واحدهای سنجش غلظت:

**۱- درصد وزنی:** این نوع واحد غلظت عبارت است از مقدار جزء وزنی از ماده حل‌شونده‌ای که در ۱۰۰ جزو وزنی از محلول وجود دارد. به عنوان مثال در محلول هیدروکسید سدیم ۵٪ به مقدار ۵ گرم هیدروکسید سدیم در ۱۰۰ گرم محلول وجود دارد که البته در آزمایشگاه‌های شیمی از این نوع واحد غلظت کمتر استفاده می‌شود.

**۲- غلظت معمولی (C):** این نوع واحد غلظت عبارت است از مقدار گرم وزن ماده حل‌شده‌ای که در یک لیتر از محلول وجود دارد و آن را با علامت (C) نشان می‌دهند. به عنوان مثال در محلول ۴۰ گرم در لیتر هیدروکسید سدیم به میزان ۴۰ گرم هیدروکسید سدیم در یک لیتر از محلول وجود دارد. برای محلول‌های بسیار رقیق، معمولاً غلظت بر حسب قسمت در میلیون (ppm) بیان می‌شود. البته در آزمایشگاه‌های شیمی از این نوع واحد غلظت نیز کمتر استفاده می‌شود.

**۳- غلظت مولاریته (M):** این نوع واحد غلظت عبارت است از تعداد مول‌های ماده حل‌شده‌ای که در یک لیتر از محلول وجود دارد و آن را با علامت (M) نشان داده و به صورت مولار بیان می‌کنند. به عنوان مثال در محلول ۳ مولار هیدروکسید سدیم به میزان ۳ مول هیدروکسید سدیم وجود دارد. چگونگی به مول رساندن و تهیه یک محلول با مولاریته مشخص با بالن ژوژه در بخش معرفی بالن ژوژه توضیح داده شده است. در آزمایشگاه‌های شیمی این نوع واحد غلظت کاربرد زیادی دارد.

۴- غلظت مولالیته (m): این نوع واحد غلظت عبارت است از تعداد مول های ماده حل شده ای که در ۱۰۰۰ گرم از یک حلال وجود دارد و آن را با علامت (m) نشان داده و به صورت مولال بیان می کنند به عنوان مثال برای تهیه محلول ۴ مولال هیدروکسید سدیم باید به میزان ۴ مول هیدروکسید سدیم را در ۱۰۰۰ گرم آب حل کرد. البته در آزمایشگاه های شیمی از این نوع واحد زیاد استفاده نمی شود. در تهیه محلول های مولال، حجم نهایی محلول اهمیتی ندارد. زیرا محلول های آبی ۱ مولال تهیه شده از مواد حل شده مختلف در ۱۰۰۰ گرم آب، حجم های متفاوتی دارند. اما همه این محلول ها کسرهای مولی یکسانی از مواد حل شده و حلال دارند. در محلول های خیلی رقیق آبی، مولالیته تقریباً با مولاریته برابر می شود، زیرا چگالی آب تقریباً برابر با یک می باشد و طبق رابطه  $V = M / d$ ، یک کیلوگرم آب، تقریباً حجمی برابر با یک لیتر اشغال می کند.

یکی از فواید مولالیته، مستقل بودن آن از درجه حرارت می باشد. یک محلول یک مولال که در ۲۰ درجه تهیه شده است، در ۱۰۰ درجه نیز در صورتی که هیچ مقدار ماده حل شده یا حلال بر اثر گرمایش بین نزود، یک مولال خواهد بود. زیرا محلول مولال بر مبنای جرم اجزای سازنده آن تهیه شده است و جرم با دما تغییر نمی کند، برخلاف محلول هایی که بر اساس حجم کلی تهیه می شوند (محلول های مولار و نرمال). برای کارهای خیلی دقیق آزمایشگاهی، بعلت کاهش مربوط به خطای حجم که در اثر تغییر دما صورت می گیرد، مولالیته بر مولاریته ترجیح داده می شود. اما از آنجا که تهیه محلول های مولار در آزمایشگاه با سرعت و سهولت انجام می شود، برای کارهای معمولی و روزمره از غلظت مولار استفاده می شود.

۵- غلظت نرمالیته (N): این نوع واحد عبارت است از تعداد اکی والان های ماده حل شده ای که در یک لیتر از محلول وجود دارد و آن را با علامت N نشان داده و به صورت نرمال بیان می کنند. در آزمایشگاه های شیمی این نوع واحد غلظت کاربرد زیادی دارد.

مفهوم اکی والان گرم: مقدار وزن اکی والان مواد مختلف طبق رابطه زیر به دست می آید:

$$E=M/n$$

که  $M$ ، جرم مولکولی ماده مورد نظر بر حسب گرم و  $n$  ظرفیت است که برای مواد مختلف به قرار زیر بدست می آید: مقدار  $n$  برای اسیدها برابر تعداد هیدروژن های اسیدی و برای بازها، برابر تعداد  $\text{OH}^-$ ، برای نمکها برابر ظرفیت فلز ضرب در تعداد فلز و برای واکنش های اکسایش - کاهش برابر درجه کاهش یا اکسایش است.

با بدست آوردن مقدار E (وزن اکی والان) می‌توان تعداد اکی والان را از رابطه زیر حساب کرد:

$$\text{وزن اکی والان}/\text{جرم ماده} \text{ بر حسب گرم} = \frac{m}{E} = \text{تعداد اکی والان}$$

### ۳-۳-۳- محلول‌سازی از محلول‌های غلیظ آزمایشگاه:

معمولًا در آزمایشگاه محلول‌ها به صورت غلیظ و با درصد خلوص مشخص و استانداردی وجود دارد و برای تهیه محلول‌های رقیق‌تر باید از آنها استفاده کرد. برای این کار از روابط رقیق‌سازی استفاده می‌کنیم.

تعداد مول‌های حل شده در نمونه‌ای از یک محلول را می‌توان با ضرب حجم نمونه ( $V_1$ , بر حسب لیتر) در مولاریته محلول ( $M_1$ , شمار مول‌های ماده حل شده در یک لیتر از محلول), به صورت زیر محاسبه کرد:

$$V_1 M_1 = \text{تعداد مول‌های ماده حل شده}$$

هنگامی که محلول به حجم جدید یعنی  $V_2$  رسانده می‌شود، هنوز هم حاوی همان تعداد مول از ماده حل شده است. غلظت به  $M_2$  کاهش پیدا کرده اما حاصل ضرب  $V_2 M_2$  برابر با همان تعداد مول است. در نتیجه،

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

اگر نمونه‌ای نیم لیتری از محلول ۶ مولار رقیق شود تا حجم جدید به ۲ لیتر برسد، مولاریته جدید (یعنی  $M_2$ ) برابر خواهد بود با:

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$(0.5 \text{ L}) (6 \text{ M}) = (2 \text{ L}) M_2$$

$$M_2 = 1.5 \text{ M}$$

چون در هر دو طرف معادله عبارت حجم مشاهده می‌شود، برای بیان  $V_1$  و  $V_2$  از هر واحد حجمی می‌توان استفاده کرد، به شرط آنکه واحد یکسانی برای هر دو به کار رود. توجه کنید که این معادله تنها برای مسائل مربوط به رقیق‌سازی به کار می‌رود. همچنین به جای عبارت مولاریته در فرمول بالا می‌توان از نرمالیته نیز استفاده کرد. برای تعیین نرمالیته و مولاریته محلول‌های آزمایشگاهی می‌توانید از جدول زیر استفاده کنید.

| نام محلول          | جگالی | نرمالیته | مولاریته |
|--------------------|-------|----------|----------|
| اسید استمیک        | ۹۹,۰% | ۱,۰۵     | ۱۷,۵     |
| اسید سولفوریک      | ۹۸%   | ۱,۸۴     | ۱۸,۴     |
| اسید نیتریک        | ۷۰%   | ۱,۴۲     | ۱۵,۸     |
| اسید هیدروکلریدریک | ۴۰%   | ۱,۱۳     | ۲۲,۶     |
| اسید هیدروکلریدریک | ۳۵%   | ۱,۱۸     | ۱۱,۵۰    |
| اسید هیدروکلریدریک | ۳۳%   | ۱,۱۶     | ۱۰,۳     |
| اسید پرکلریک       | ۷۰%   | ۱,۶۷     | ۱۱,۶     |
| اسید پرکلریک       | ۶۰%   | ۱,۵۴     | ۹,۲      |
| آمونیاک            | ۳۵%   | ۰,۸۸     | ۱۸,۱     |
| آمونیاک            | ۳۵%   | ۰,۹۱     | ۱۲,۴     |
| سدیم هیدروکسید     | ۴۷%   | ۱,۵۰     | ۱۷,۶     |

مثال: ۱۰۰ سی سی محلول اسید سولفوریک N ۲ تهیه کنید؟

اطلاعاتی نظیر دانسته، درصد خلوص، جرم مولکولی و ... را می‌توانید از برچسب روی ظرف محلول بدست آورید؟

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$36.8 \times V_1 = 2 \times 100$$

$$V_1 = 5.43 \text{ cc}$$

لذا مقدار ۵/۴۳ سی سی محلول غلیظ اسید سولفوریک را برداشته و با آب به حجم ۱۰۰ سی سی (با استفاده از بالن ژوژه ۱۰۰ سی سی) می رسانیم.

تذکر مهم: در مورد اسیدهای غلیظ و قوی مثل اسید سولفوریک همیشه اسید را به آب اضافه می کنیم (قبل از اضافه کردن اسید مقداری آب قطر در بالون بریزید و سپس اسید را اضافه کنید).

#### ۴-۳-۳- تعريف pH و طرز اندازه گیری آن

در یک لیتر آب خالص در حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد واکنش زیر صورت گرفته و مقدار بسیار کمی یعنی در حدود ۷-۱۰ یون هیدروژن و همچنین مقداری نیز یون هیدروکسیل تولید می شود  $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$  چنانچه می دانیم یون هیدروژن عامل اسیدی و یون هیدروکسیل عامل قلیابی است. تجربه نشان داده است که در آب خالص، غلظت یون هیدروکسیل عامل قلیابی است. تجربه نشان داده است که در آب خالص، غلظت یون هیدروژن و یون هیدروکسیل مساوی بوده و لذا اصطلاحاً گفته می شود که آب مایعی خنثی است. چنانچه برخی شرایط منجر به افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول ها شود، گفته می شود واکنش محلول اسیدی است. چون غلظت یون هیدروژن در محلول های بیولوژیکی بسیار کم است به جای غلظت از لگاریتم عکس آن استفاده شده و آن را اصطلاحاً pH می نامند. بنابراین:

$$\text{pH} = \log(1/\text{H}^+)$$

بنابراین برای آب خالص مطابق رابطه می توان نوشت:

$$\text{pH} = \log(1/\text{H}^+) = \log(1/10^{-7}) = \log 10^7 = 7$$

به عبارت دیگر pH آب خالص ۷ می باشد. از آنجا که حاصل ضرب غلظت یون هیدروژن در غلظت هیدروکسیل برای محلول های آبی رقیق، ثابت و برابر  $10^{14}$  می باشد. بنابراین:

$$(\text{H}^+) (\text{OH}^-) = 10^{14}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

باید توجه داشت که معیار pH برای محلول‌های دقیق آبی طراحی گردیده است. محلول‌های دارای pH کمتر از 7 را اسیدی و محلول‌های دارای pH بیش از 7 را قلیایی می‌نامند.

برای اندازه‌گیری pH دو راه کلی موجود است یکی استفاده از محلول‌ها یا کاغذهای معرف (مانند کاغذ تورنسل).

این محلول‌ها یا کاغذها بسته به غلظت یون هیدروژن به رنگی در می‌آیند که از مقایسه آن رنگ با جداول مربوطه می‌توان pH را تعیین نمود. راه دیگر تعیین pH استفاده از الکترودهای خاصی موسوم به الکترودهای شیشه‌ای است. این الکترودها بسته به غلظت یون هیدروژن محیط دارای پتانسیل الکتریکی می‌شوند که این پتانسیل در مقایسه فیزیکی با یک الکترود راهنمای اندازه‌گیری و از روی آن pH محلول مورد نظر تعیین می‌شود.



کاغذ تورنسل: به صورت نوار کاغذی باریکی به فروش می‌رسد که با فرو بردن این کاغذ در آب، در صورت قلیایی بودن آب (pH بیشتر از 7) به رنگ آبی در آمده و در صورت اسیدی بودن آن (pH کمتر از 7) به رنگ قرمز در می‌آید.

