

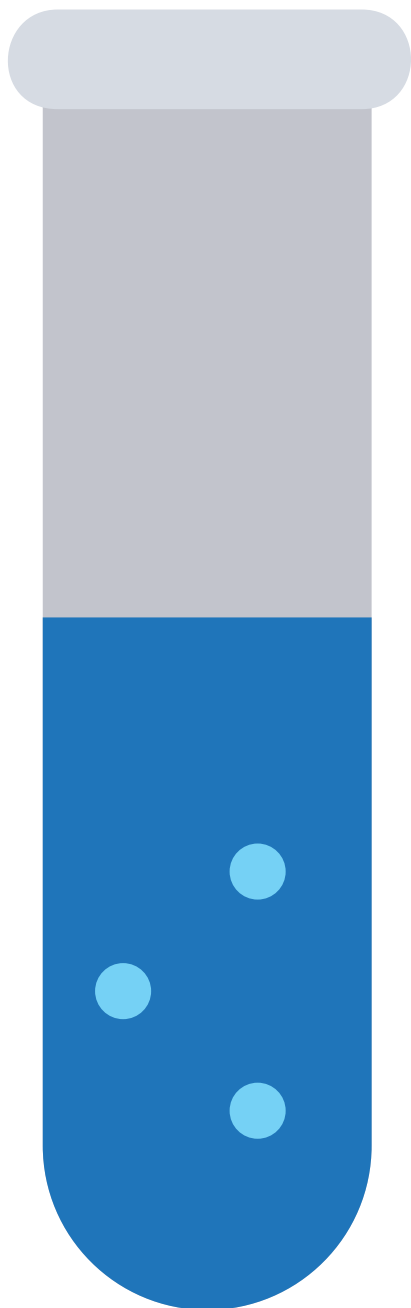
محلوسازی در آزمایشگاه

سیاوش حشمتی |

دانش آموخته دکتری زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

یکی از بخش‌های مهم و اساسی در شروع آزمایش در آزمایشگاه، ساخت و تهیه انواع محلوسهاست که برای بسیاری از دانشجویان بخش سخت کار به شمار می‌آید. تهیه یک محلوس صحیح بر طبق دستور آزمایش به نتیجه‌گیری بهتر در آزمایش کمک می‌کند، یکی از مهارت‌های مهم آزمایشگاهی، خواندن انواع دستورهای آزمایشگاهی (پروتکل) در دوران کار آزمایشگاهی مربوط به پایان‌نامه و رساله می‌باشد. در این نوشتار کوتاه سعی شده است تا محلوس سازی به‌طور ساده و کاربردی بدون پیچیدگی‌های نظری، آموزش داده شود و فرمول‌های کاربردی برای تهیه دقیق و سریع انواع محلوس‌ها، ارائه گردد.





انواع محلول ها

محلول های درصدی

محلول های ppm

محلول های مولار

محلول های نرمال

محلول های درصدی

سه نوع از محلول های درصدی وجود دارند که همگی قسمتی از ماده در ۱۰۰ قسمت محلول نهایی هستند. بر طبق تعاریفی که در ادامه خواهد آمد، شما می توانید غلظت یک محلول را محاسبه کرده و نیز می توانید غلظت خاصی از محلول را بسازید:

درصد وزنی-وزنی (w/w%)

عبارت است از درصد وزن یک ماده در وزن نهایی محلول. درصد در اینجا، مقدار گرم ماده از ۱۰۰ گرم از محلول است.

- مثال: یک محلول ۱۰۰ درصد (وزنی-وزنی) کلرید سدیم (NaCl) از وزن کردن ۱۰۰ گرم کلرید سدیم و حل کردن آن در ۱۰۰ گرم از محلول، ساخته می شود.

درصد وزنی-حجمی (w/v%)

عبارت است از درصد وزن ماده در حجم نهایی محلول. درصد در اینجا، مقدار گرم های ماده در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول است. لازم به ذکر است که هر محلول درصدی که ذکر نشده که وزنی-وزنی، وزنی-حجمی یا حجمی-حجمی است، فرض بر اینست که درصد وزنی-حجمی است.

- مثال: یک محلول ۴ درصد (وزنی-حجمی) کلرید سدیم (NaCl) یعنی ۴ گرم از کلرید سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر (سی سی) محلول.

درصد حجمی-حجمی (v/v%)

درصد حجم ماده در حجم نهایی محلول، درصد حجمی-حجمی است. درصد در اینجا مقدار میلی لیتر از ماده در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول است.

- مثال: یک محلول ۵۰ درصد (حجمی-حجمی) اتانول، یعنی ۵۰ میلی لیتر (سی سی) از اتانول را به حجم ۱۰۰ میلی لیتر از محلول برسانیم.

محلول های ppm

محلول ppm (قسمت در میلیون) عبارت است از: میلی گرم

ماده حل شده در یک لیتر محلول

- مثال: محلول ۵۰۰ ppm کلرید سدیم بسازید:

$$1000 \text{ ppm} = 1 \text{ میلی گرم در میلی لیتر}$$

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ میلی گرم در لیتر}$$

پس ۵۰۰ میلی گرم کلرید سدیم را وزن می کنیم و به حجم یک لیتر می رسانیم.

$$\text{ppm} = \text{mg/l}$$

$$500 \text{ ppm} = 500 \text{ mg/l}$$

ارتباط محلول های درصدی با محلول های ppm

$$1 \text{ ppm} = 0.0001 \%$$

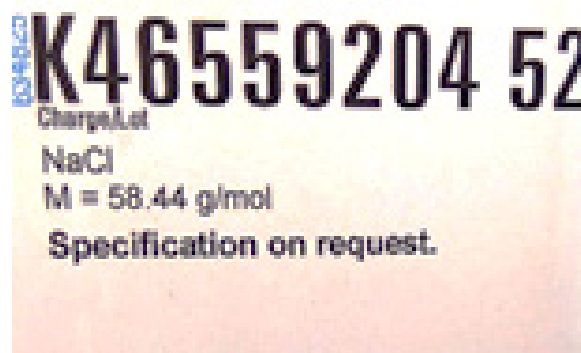
$$\text{درصدی محلول} = \frac{\text{ppm محلول}}{1000}$$

- مثال: محلول ۴۰۰ ppm معادل محلول چند درصدی است؟

$$0.4\% \text{ درصد} = 400 \div 1000 = \text{محلول درصدی}$$

محلول‌های مولار

تعریف محلول مولار: یعنی محلولی که یک مول از ماده مورد نظر در هر لیتر از محلول داشته باشد.
یک مول = یک گرم مولکول ماده در یک لیتر آب.
محلول یک مولار NaCl یعنی: ۵۸/۴۴ گرم (وزن مولکولی کلرید سدیم) از NaCl را وزن کنیم و با آب مقطر به حجم یک لیتر (۱۰۰۰ سی سی) برسانیم.



فرمول کاربردی برای محاسبه محلول مولار

گرم ماده مورد نظر = وزن مولکولی (گرم بر مول) × مولاریته مورد نظر (مول بر لیتر) × حجم نهایی (لیتر)

.....
مثال: مطلوبست ۸۰۰ میلی لیتر محلول کلرید سدیم (NaCl) ۲ مولار تهیه کنید:
وزن مولکولی کلرید سدیم: ۵۸/۴۴ گرم بر مول
هر ۱۰۰۰ میلی لیتر برابر ۱ لیتر است پس:
۸۰۰ میلی لیتر = ۰/۸ لیتر

$$\text{گرم ماده مورد نظر} = ۵۸/۴۴ \times ۲ \times ۰/۸ = ۹۳/۵۰۴$$

گرم ماده مورد نظر = $۵۸/۴۴ \times ۲ \times ۰/۸ = ۹۳/۵۰۴$ گرم
یعنی اگر ۹۳/۵۰۴ گرم کلرید سدیم را در ۸۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنیم، محلول ۲ مولار کلرید سدیم ساخته ایم.
.....
مثال: مطلوبست ۱۰۰۰ میلی لیتر محلول کلرید سدیم ۶۰ میلی مولار تهیه کنید:

$$\text{گرم ماده مورد نظر} = ۵۸/۴۴ \times ۰/۰۶ \times ۱ = ۳/۵۰۶۴$$

۱۰۰۰ میلی لیتر = ۱ لیتر
۱ مولار = ۱۰۰۰ میلی مولار پس: ۶۰ میلی مولار = ۰/۰۶ مولار
گرم ماده مورد نظر = $۵۸/۴۴ \times ۰/۰۶ \times ۱ = ۳/۵۰۶۴$ گرم
یعنی اگر ۳/۵۰۶۴ گرم کلرید سدیم را وزن کرده و به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانیم، محلول ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم ساخته ایم.

رقیق سازی، ساخت محلول‌های جدید مولار از محلول‌های در دست

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

در بعضی موارد، بر طبق دستور کار، می‌باید از محلولی که در دست داریم، با استفاده از رابطه سمت راست، مولاریته و حجم محلول رقیق (محلول جدید) را با داشتن مولاریته و حجم محلول غلیظ (محلول اول) محاسبه کنیم:
M1 و V1، مولاریته و حجم محلول غلیظ (محلول اول)
M2 و V2، مولاریته و حجم محلول رقیق (محلول جدید)

.....
مثال: برای ساخت ۴۰۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار اسید کلریدریک، چه مقدار اسید کلریدریک ۱۲ مولار لازم داریم؟
پاسخ:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12 \times V_1 = 2 \times 400$$

$$V_1 = 800 \div 12 = 66.66 \text{ ml}$$

یعنی ۶۶/۶۶ میلی لیتر اسید کلریدریک را اگر به حجم ۴۰۰ میلی لیتر (سی سی) برسانیم، محلول ۲ مولار اسید کلریدریک ساخته می‌شود.

محلول‌های نرمال (N)

نرمالیت به عبارت است از تعداد اکی‌والان در هر میلی لیتر یا تعداد اکی‌والان در هر لیتر محلول. واحد نرمالیت به اکی‌والان بر لیتر است. نرمالیت به درصد خلوص و چگالی مشخص:

$$N = \frac{10 \times \rho \times D}{E}$$

نرمالیت به درصد خلوص و چگالی مشخص:
 ρ = درصد خلوص ماده (بر روی بسته ماده شیمیایی ذکر شده)

D = چگالی (بر روی بسته ماده شیمیایی ذکر شده)
 E = اکی والان گرم

محاسبه اکی والان و ظرفیت:

$$E = \frac{M}{n}$$

M = جرم یا وزن مولکولی

n = ظرفیت ماده: برای اسیدها برابر تعداد هیدروژن های اسیدی (H) و برای بازها برابر تعداد $-OH$ ، برای نمکها برابر ظرفیت فلز ضرب در تعداد فلز است:

- مثال: H_3PO_4 اسیدی است که دارای ۳ اتم هیدروژن است و وزن مولکولی آن برابر ۹۸ گرم بر مول است پس اکی والان برابر است با:

$$E = \frac{M}{n} \quad E = \frac{98}{3} = 32.66$$

نکته: با استفاده از رابطه زیر، حجم و نرمالیت محلول های رقیق (محلول جدید) را با داشتن حجم و نرمالیت محلول های

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

غلظ (محلول اول) محاسبه می کنیم:

N_1 و V_1 ، نرمالیت و حجم محلول غلیظ (محلول اول)

N_2 و V_2 ، نرمالیت و حجم محلول رقیق (محلول جدید)

مثال: مطلوبست ۵۰۰ میلی لیتر محلول اسید

فسفریک (H_3PO_4) ۴ نرمال تهیه کنید:

اطلاعات روی بطری اسید فسفریک:

جرم مولکولی (Molar mass): ۹۸ گرم بر مول

چگالی (Density): ۱.۸۸ گرم بر سانتی متر مکعب

درصد خلوص (Assay): ۹۸٪

$$E = \frac{98}{3} = 32.66$$

$$N = \frac{10 \times \rho \times D}{E} = \frac{10 \times 98 \times 1.88}{32.66} = 56.41N$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$56.41 \times V_1 = 4 \times 500$$

$$V_1 = 35.45 \text{ ml}$$



سپس:
 یعنی ۳۵/۴۵ میلی لیتر (سی سی) از اسید فسفریک غلیظ (بطری) برمی داریم و در بالون به حجم ۵۰۰ میلی لیتر می رسانیم تا اسید ۴ نرمال تهیه کنیم.

******تذکر مهم:** در مورد اسیدها، همیشه اسید را به آب اضافه کنید (قبل از اضافه کردن اسید، مقداری آب مقطر در بالن ریخته و سپس اسید را اضافه کنید و مجدداً با آب به حجم مورد نظر برسانید)

تهیه محلول از مواد شیمیایی تجاری

تهیه محلول از محلول تجاری (ماده مایع):

برای تهیه محلول مولار:

V = (حجم مورد نیاز به میلی لیتر)

$$V = \frac{CM \times M \times V}{1000 \times \rho \times D}$$

$$V = \frac{N \times M \times V}{1000 \times \rho \times D}$$

برای تهیه محلول نرمال:

V = (حجم مورد نیاز به میلی لیتر)

***تهیه محلول از ماده پودری تجاری (ماده جامد):**

برای تهیه محلول مولار:

M = (ماده مورد نیاز به گرم)

$$M = \frac{CM \times M \times V}{1000}$$

برای تهیه محلول نرمال:

M = (ماده مورد نیاز به گرم)

$$M = \frac{N \times M \times V}{1000 \times n}$$

N = نرمالیت

CM = مولاریته

n = ظرفیت



C = غلظت معمولی

M = جرم مولکولی

ρ = درصد خلوص

D = چگالی یا جرم حجمی

E = وزن اکی والان

V = حجم مورد نظر

مثال های کاربردی

- مثال اول: محلول ۲:۱ (دو به یک) متانول:

یعنی به ازای یک میلی لیتر (سی سی) متانول، دو میلی لیتر آب مقطر اضافه کنیم.

- مثال دوم: ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید کلریدریک

۲۵ درصد از اسید کلریدریک غلیظ ۳۷ درصد بسازید:

C_1 و V_1 ، نرمالیت و حجم محلول غلیظ (محلول اول)

C_2 و V_2 ، نرمالیت و حجم محلول رقیق (محلول جدید)

یعنی مقدار ۶۷/۵۶۷ میلی لیتر از اسید کلریدریک ۳۷ درصد

برداشته و در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتر با آب مقطر به حجم ۱۰۰

میلی لیتر می رسانیم.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$37 \times V_1 = 25 \times 100$$

$$V_1 = 67.56 \text{ ml}$$

تبدیل غلظت ها

تبدیل مولاریته به نرمالیت

N = نرمالیت

CM = مولاریته

n = ظرفیت

$$N = CM \times n$$

تبدیل غلظت معمولی به نرمالیت

N = نرمالیت

C = غلظت معمولی

E = وزن اکی والان

$$N = \frac{C}{E}$$

* توضیح غلظت معمولی:

C = غلظت معمولی

$$C = \frac{\text{مقدار ماده حل شونده (گرم)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$$

- مثال: اگر ۴ گرم کلرید پتاسیم را در ۲۰۰ میلی لیتر

محلول حل کنیم، غلظت محلول چه مقدار است؟

۲۰۰ میلی لیتر برابر است با ۰/۲ لیتر

یعنی غلظت محلول، ۲۰ گرم در لیتر است

$$C = \frac{4}{0.2} = 20 \text{ g/l}$$

تبدیل غلظت معمولی به مولاریته

CM = مولاریته

C = غلظت معمولی

M = جرم مولکولی

$$CM = \frac{C}{M}$$

تبدیل غلظت معمولی به ppm

$$\text{ppm} = C \times 10^{-3}$$

تبدیل درصد حجمی به غلظت معمولی

C = غلظت معمولی

ρ = درصد خلوص

D = چگالی یا جرم حجمی

$$C = 10 \times \rho \times D$$



منابع مورد استفاده

Jones-Wilson, M. 2016. A Solution to Solutions: A Practical Guide to Understanding and Preparing Solutions in Biological Chemistry. Cognella Academic Publishing, California, United State. 168 p.

