



فصل اول:

مخلوط ها و جداسازی مواد



مقدمه:

اطرافمون پر از مواد مختلفه؛ از هوا و آب گرفته تا خاک، چای، شیر و حتی غذایی که می خوریم. اگر کمی دقت کنیم، می بینیم بعضی از این مواد فقط از **یک** نوع ماده ساخته شده اند، اما خیلی از چیزهایی که هر روز باهاشون سروکار داریم، از چند ماده مختلف تشکیل شده اند. مثلاً وقتی داخل یک لیوان آب، کمی نمک می ریزیم و هم می زنیم، دیگه فقط با آب روبه رو نیستیم؛ آب و نمک با هم ترکیب شده اند و یک **مخلوط** ساخته اند. پس به زبان ساده:

مخلوط یعنی ماده ای که از دو یا چند ماده مختلف تشکیل شده باشد.

جالب اینجاست که بیشتر موادی که اطرافمون می بینیم، مخلوط هستند. مثلاً هوا، خاک، شیر، آب دریا و بسیاری از غذاها همگی مخلوط اند. حالا یک سؤال مهم:

اگر چند ماده را با هم مخلوط کنیم، آیا می توانیم دوباره آنها را از هم جدا کنیم؟
بله! در بسیاری از مخلوط ها می توانیم با استفاده از روش های مختلف، مواد تشکیل دهنده را از هم جدا کنیم. در این فصل با انواع مخلوط ها و روش های مختلف جداسازی مواد از یکدیگر آشنا می شویم.

مواد خالص و مخلوط

هر روز که از خواب بیدار می شیم و مشغول کارهای روزمره مون می شیم، با مواد مختلفی سر و کار داریم. اگر به اطرافمون دقت کنیم، می بینیم بعضی از این مواد فقط از **یک نوع ماده** تشکیل شده اند؛ به این مواد، **ماده خالص** می گیم. مثلاً آب مقطر فقط از آب تشکیل شده و شکر خالص هم فقط از یک نوع ماده تشکیل شده است. اما همه مواد این طور نیستند. بعضی مواد از **دو یا چند ماده مختلف** تشکیل شده اند که به آنها **مخلوط** می گویم. مثلاً وقتی یک لیوان شربت آب لیمو می خوریم، در واقع با مخلوطی از آب، آب لیمو و شکر روبه رو هستیم. آجیل هم چون از چند ماده مختلف مثل پسته، بادام، فندق و... تشکیل شده، یک مخلوط به حساب می آید. پس برای تشخیص ماده خالص و مخلوط، کافیه ببینیم ماده موردنظر از چند نوع ماده تشکیل شده است. اگر فقط **یک نوع ماده** داشته باشیم، با یک ماده خالص روبه رو هستیم و اگر **دو یا چند نوع ماده** داشته باشیم، آن ماده یک مخلوط است.



water



diamond



salt



soda



salad



cookie

فکر کنید:

■ دوغ، شکر و سکه مسی را به دو دسته خالص و مخلوط تقسیم کنید.

تنوع مخلوط‌ها

مخلوط‌ها فقط به شکل مایع نیستند و می‌تونیم آنها رو در هر سه حالت جامد، مایع و گاز ببینیم. مثلاً آجیل یک مخلوط جامده، آب لیمو یک مخلوط مایعه و هوای داخل بادکنک هم یک مخلوط گازی به حساب میاد.

حالا به اطرافمون دقت کنیم؛ خیلی از چیزهایی که هر روز استفاده می‌کنیم، در واقع مخلوط هستند. مثلاً آب لیمو از آب، آب لیمو و مواد دیگری تشکیل شده، آجیل از چند نوع مغز و ماده غذایی مختلف تشکیل شده و هوای داخل بادکنک هم از چند گاز مختلف تشکیل شده است.

یکی از ویژگی‌های مهم مخلوط اینه که مواد تشکیل دهنده آن، خواص اصلی خودشون رو حفظ می‌کنند. یعنی وقتی چند ماده رو با هم مخلوط می‌کنیم، هر ماده ویژگی‌های خودش رو از دست نمی‌ده.

برای مثال، آب نمک رو در نظر بگیر. آب نمک از آب و نمک تشکیل شده. وقتی آب نمک رو می‌چشیم، مزه شور داره. این شوری مربوط به نمکه؛ یعنی نمک بعد از مخلوط شدن با آب هم خاصیت شوری خودش رو حفظ کرده. از طرف دیگه اگر مقداری آب نمک رو روی زمین بریزیم، مثل آب جاری میشه. پس خاصیت جاری شدن هم مربوط به آب موجود در مخلوطه.





بنابراین می‌تونیم بگیم در یک مخلوط، هر کدام از مواد تشکیل دهنده، بسیاری از خواص خودشون رو حفظ می‌کنند. همین ویژگی باعث میشه در خیلی از موارد بتونیم مواد تشکیل دهنده یک مخلوط رو با روش‌های مناسب دوباره از هم جدا کنیم.

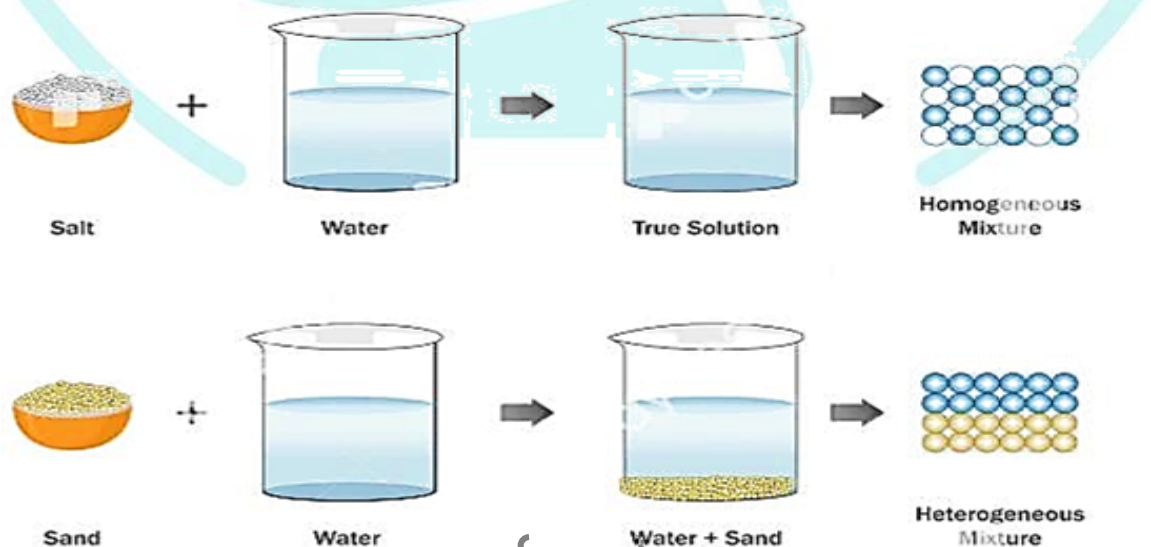
مخلوط‌های همگن و ناهمگن

همه مخلوط‌ها شبیه هم نیستند. بعضی وقت‌ها وقتی دو ماده رو با هم مخلوط می‌کنیم، مواد تشکیل دهنده به طور یکنواخت در همه جای مخلوط پخش می‌شوند؛ اما گاهی این اتفاق نمی‌افتد. به همین دلیل مخلوط‌ها رو به دو دسته **همگن** و **ناهمگن** تقسیم می‌کنیم.

برای اینکه بهتر متوجه بشیم، یک آزمایش ساده انجام بدیم. دو بشر بردارید و داخل هر دو به مقدار مساوی آب بریزید. به بشر اول یک قاشق خاک و به بشر دوم یک قاشق نمک اضافه کنید و هر دو رو خوب هم بزنید. بعد از چند لحظه، می‌بینید که آب و نمک در بشر دوم شفاف باقی می‌مونه، چون ذرات نمک در آب پخش و حل شده‌اند. اما در بشر اول، آب کدر میشه و ذرات خاک همچنان قابل مشاهده هستند.

مخلوطی که در آن ذرات مواد تشکیل دهنده به طور یکنواخت در همه قسمت‌های مخلوط پخش شده باشند، مخلوط **همگن** نام دارد. به مخلوط همگن **محلول** هم می‌گوییم. پس آب نمک یک محلول و در نتیجه یک مخلوط همگن است.

در مقابل، اگر مواد تشکیل دهنده در مخلوط به طور یکنواخت پخش نشده باشند و بتوانیم ذرات آنها را به نوعی تشخیص بدهیم، با یک مخلوط **ناهمگن** روبه‌رو هستیم. آب و خاک نمونه ساده‌ای از مخلوط ناهمگن است.





تعلیقه یا سوسپانسیون

بعضی مخلوط های ناهمگن، ذرات جامد کوچکی دارند که داخل یک مایع پخش شده اند. این نوع مخلوط ها رو **تعلیقه** یا **سوسپانسیون** می نامیم.

مثلاً بعضی شربت های دارویی، دوغ، آب لیمو و شربت خاکشیر از این نوع هستند. در این مخلوط ها، ذرات جامد داخل مایع پخش شده اند و معمولاً اگر مدتی مخلوط رو بدون حرکت رها کنیم، بخشی از این ذرات ته نشین می شوند.

فکر کنید:

اگر یک لیوان دوغ را بدون حرکت در جایی قرار دهیم بعد از مدتی ذرات جامد در قسمت پایین ظرف جمع میشوند. به نظرتون این تصویر کدام ویژگی تعلیقه را نشان می دهد؟

اجزا محلول:

هر محلول حداقل از دو جزء تشکیل شده است: **حل شونده** و **حلال**.
حلال ماده ای است که معمولاً مقدار بیشتری از محلول را تشکیل می دهد و ماده دیگر را در خودش حل می کند. ماده ای هم که در حلال حل می شود، حل شونده نام دارد.
مثلاً در آب نمک، آب حلال و نمک حل شونده است. البته همیشه مقدار حلال و حل شونده ثابت نیست و می توانیم مقادیرهای متفاوتی از این دو ماده رو با هم مخلوط کنیم.
برای مثال، اگر در چند بشر مقدار یکسانی آب بریزیم و به ترتیب مقادیرهای مختلفی از کات کبود به آنها اضافه کنیم، بعد از هم زدن می بینیم رنگ محلول ها یکسان نیست. هرچه مقدار کات کبود **بیشتری** در مقدار مشخصی آب حل شده باشد، رنگ محلول هم **شدیدتر** می شود.

پس: مقدار حل شونده در یک مقدار مشخص حلال می تواند روی ویژگی هایی مثل رنگ محلول اثر بگذارد.





حالت فیزیکی محلول‌ها:

وقتی اسم محلول میاد، شاید اول از همه یاد حل شدن نمک یا شکر در آب بیفتیم؛ اما محلول‌ها فقط مایع نیستند و می‌تونن در هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود داشته باشند.

مثلاً وقتی شکر رو داخل چای می‌ریزیم، یک محلول مایع درست میشه. وقتی مقداری گاز داخل نوشابه حل شده، باز هم یک محلول مایع داریم؛ به همین دلیل وقتی در نوشابه رو باز می‌کنیم، فشار کم میشه و بخشی از گاز حل شده از نوشابه خارج میشه.

محلول‌های جامد هم داریم. آلیاژها نمونه‌ای از محلول‌های جامد هستند. مثلاً بعضی آلیاژها از حل شدن یک فلز در فلز دیگر به وجود میان. سکه طلا هم می‌تونه از آلیاژ ساخته شده باشه.

حتی هوا هم یک محلول گازی به حساب میاد؛ چون از چند گاز مختلف مثل نیتروژن، اکسیژن و مقدار کمی گازهای دیگر تشکیل شده است.

پس محلول‌ها می‌تونن جامد، مایع یا گاز باشن و در هر محلول، یک ماده نقش حلال و ماده دیگر نقش حل‌شونده رو داره. مثلاً در چای شیرین، آب حلال و شکر حل‌شونده است و هر دو حالت مایع و جامد دارند.

تشخیص حلال و حل‌شونده:

برای تشخیص حلال و حل‌شونده یک راه ساده وجود داره. در بیشتر محلول‌ها، ماده‌ای که مقدار بیشتری دارد و ماده دیگر را در خودش حل می‌کند، حلال است و ماده‌ای که مقدار کمتری دارد و در حلال حل می‌شود، حل‌شونده نام دارد.

مثلاً در آب نمک، مقدار آب بیشتر از نمک است؛ پس آب حلال و نمک حل‌شونده است. در چای شیرین هم آب حلال و شکر حل‌شونده است.

البته همیشه لازم نیست حلال حتماً مایع باشد. مثلاً در هوا، نیتروژن بیشترین مقدار را دارد و گازهای دیگر در آن پخش شده‌اند؛ بنابراین نیتروژن را حلال و گازهای دیگر را حل‌شونده در نظر می‌گیریم.





پس وقتی خواستی حلال و حل شونده را پیدا کنی، اول بین کدام ماده مقدار بیشتری دارد و محیط اصلی محلول را تشکیل می دهد؛ معمولاً همان ماده حلال است و ماده ای که در آن پخش یا حل شده، حل شونده است. گاهی ممکنه مقدار دو ماده در یک محلول تقریباً برابر باشه. در این حالت، دیگه نمی تونیم فقط با استفاده از مقدار ماده مشخص کنیم کدام حلال و کدام حل شونده است.

در چنین شرایطی باید ببینیم کدام ماده نقش حل کننده را دارد و ماده دیگر در آن حل یا پخش شده است. یعنی حلال ماده ای است که محیط اصلی محلول را تشکیل می دهد و حل شونده ماده ای است که در آن حل می شود.

فکر کنید:

■ حالت فیزیکی و حلال و حل شونده موارد زیر رو مشخص کن:
هوای داخل کپسول، چای شیرین، نوشابه و سکه طلا.

چه مقدار حل شونده می توان در آب حل کرد؟

حالا یک سوال مهم: آیا می تونیم هر مقدار که خواستیم نمک داخل آب بریزیم و انتظار داشته باشیم همه آن حل بشه؟ نه! هر حلال در یک دمای مشخص، فقط می تونه مقدار معینی از یک ماده رو در خودش حل کنه. مثلاً اگر ۱۰۰ میلی لیتر آب داشته باشیم و کم کم نمک خوراکی به آن اضافه کنیم، در ابتدا نمک به راحتی حل میشه. اما اگر آنقدر نمک اضافه کنیم که آب دیگه نتونه مقدار بیشتری از آن رو حل کنه، نمک اضافه در ته لیوان باقی می مونه.

در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، حدود ۳۸ گرم نمک خوراکی در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل میشه. بعد از رسیدن به این مقدار، اگر باز هم نمک اضافه کنیم، مقدار اضافی دیگه حل نمیشه و ته ظرف جمع میشه. به این حالت می گیم محلول به حداکثر مقدار حل شدن رسیده است.





البته مقدار ماده ای که می تونه در آب حل بشه، برای مواد مختلف یکسان نیست و حتی ممکنه با تغییر دما هم تغییر کنه.

محلول سیر نشده، سیر شده و فراسیر شده

فرض کن یک لیوان آب داریم و کم کم داخلش نمک می ریزیم. در ابتدا هر مقدار نمکی که اضافه کنیم، در آب حل میشه؛ البته تا وقتی که به **حداکثر** مقدار قابل حل شدن برسیم. بر اساس مقدار ماده حل شده، محلول ها رو می تونیم به سه حالت تقسیم کنیم.

اگر هنوز جا برای حل شدن مقدار بیشتری از حل شونده وجود داشته باشه، بهش **محلول سیر نشده** می گیم. مثلاً اگر در شرایطی حداکثر ۳۸ گرم نمک در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل بشه، محلولی که فقط ۲۰ گرم نمک در آن حل شده، سیر نشده است؛ چون هنوز می تونیم مقداری نمک دیگر به آن اضافه کنیم و حل بشه.

اگر به حداکثر مقدار قابل حل شدن برسیم، محلول **سیر شده** داریم. در مثال بالا، محلولی که در دمای مشخص، ۳۸ گرم نمک در ۱۰۰ میلی لیتر آب داشته باشه، سیر شده است. اگر بیشتر از این مقدار نمک اضافه کنیم، مقدار اضافی دیگر حل نمی شود و ته ظرف باقی می ماند.

اما یک حالت جالب هم داریم که بهش **محلول فراسیر شده** می گیم. در این حالت، مقدار حل شونده از مقداری که معمولاً در آن دما می تونه حل بشه، بیشتره؛ ولی محلول فعلاً بدون تشکیل بلور باقی مونده است. این حالت ناپایداره و اگر محلول رو تکان بدیم یا مقدار کمی از حل شونده به آن اضافه کنیم، ممکنه مقدار اضافی سریع بلوری و ته نشین بشه.

پس خیلی ساده اگر بخوایم جمع بندی کنیم:

- سیر نشده یعنی هنوز جا برای حل شدن داریم
- سیر شده یعنی به حداکثر مقدار حل شدن رسیدیم
- فراسیر شده یعنی بیشتر از حد معمول ماده حل شده، ولی محلول هنوز موقتاً پایدار مونده است.





تاثیر دما روی مقدار حل شدن مواد:

برای اینکه تاثیر دما رو بهتر بفهمیم، می‌تونیم مقدار مشخصی آب رو در دماهای مختلف قرار بدیم و در هر کدام آنقدر پتاسیم نترات حل کنیم تا دیگه چیزی از آن حل نشه. بعد مقدار نمکی که در هر دما حل شده رو اندازه می‌گیریم.

اگر نتایج رو روی نمودار رسم کنیم، می‌بینیم که با افزایش دما، مقدار پتاسیم نترات حل شده در آب بیشتر میشه. یعنی برای این ماده، افزایش دما باعث افزایش حلالیت میشه.

اما این موضوع برای همه مواد یکسان نیست. مثلاً مقدار حل شدن گاز اکسیژن در آب با افزایش دما کاهش پیدا می‌کنه. به همین دلیل آب گرم اکسیژن محلول کمتری نسبت به آب سرد داره.

پس باید حواسمون باشه که تاثیر دما روی حل شدن مواد، به نوع ماده هم بستگی داره؛ ممکنه با افزایش دما مقدار حل شدن یک ماده بیشتر بشه، اما برای ماده دیگری کمتر بشه.

مخلوط‌ها در زندگی

اگر کمی به وسایل و موادی که هر روز استفاده می‌کنیم دقت کنیم، می‌بینیم تعداد زیادی از آنها مخلوط هستند. از صابون و شامپو گرفته تا قهوه و روغن زیتون، همه از چند ماده مختلف تشکیل شده‌اند و هر کدام ویژگی و کاربرد خاص خودشان را دارند.

مثلاً شامپو فقط یک ماده نیست؛ از آب و مواد مختلفی تشکیل شده که باعث تمیز کردن مو، ایجاد کف، تنظیم غلظت و ایجاد بوی مناسب می‌شوند. صابون هم از چند ماده مختلف ساخته شده و روغن زیتون نیز علاوه بر مواد اصلی، ترکیبات مختلف دیگری دارد. پس مخلوط‌ها فقط در آزمایشگاه دیده نمی‌شوند و بخش بزرگی از زندگی روزمره ما را تشکیل می‌دهند.

نکته:

روغن‌های مایع مثل روغن زیتون معمولاً نسبت به روغن‌های جامد، مقدار بیشتری از چربی‌های غیراشباع دارند و از نظر تغذیه‌ای انتخاب مناسب‌تری محسوب می‌شوند؛ البته نوع و مقدار مصرف روغن هم مهم است.





شاید جالب باشد بدونی گلاب هم یک مخلوطه. گلاب از آب و مواد معطر و ترکیبات مختلفی که از گل محمدی به دست می آیند تشکیل شده است. گلاب قمصر کاشان هم یکی از گلاب های معروف ایران و کاربردهای مختلفی دارد.

pH چیست؟

در علوم ششم با pH آشنا شدید. pH یک عددی که به ما کمک می کنه بفهمیم یک ماده چقدر اسیدی یا بازی است. مقیاس pH از ۰ تا ۱۴ در نظر گرفته می شود. عدد ۷ حالت خنثی را نشان می دهد؛ مثل آب خالص در شرایط معمول. اگر pH یک ماده کمتر از ۷ باشد، آن ماده **اسیدی** است. مثلاً آب لیمو و آب پرتقال به دلیل داشتن مواد اسیدی، pH کمتر از ۷ دارند.

اگر pH یک ماده بیشتر از ۷ باشد، آن ماده **بازی** است. بعضی مواد شوینده مثل مایع ظرفشویی می توانند خاصیت بازی داشته باشند. پس هرچه عدد pH از ۷ به سمت صفر برود، **خاصیت اسیدی بیشتر** می شود و هرچه از ۷ به سمت ۱۴ برویم، **خاصیت بازی بیشتر** می شود.

برای اندازه گیری تقریبی pH می توان از **کاغذ pH** استفاده کرد. وقتی کاغذ pH را به یک ماده آغشته می کنیم، رنگ آن تغییر می کند. سپس رنگ به دست آمده را با جدول pH مقایسه می کنیم و عدد تقریبی pH را به دست می آوریم.

فکر کنید:

■ اگر pH آب لیمو ۳ و pH یک ماده شوینده ۱۰ باشد، کدام یک اسیدی تر و کدام یک بازی تر است؟ اختلاف pH آنها چه چیزی را نشان می دهد؟





جداسازی اجزای مخلوط:

تا اینجا فهمیدیم که خیلی از مواد اطراف ما مخلوط هستند. اما همیشه قرار نیست مخلوط رو همون طور که هست استفاده کنیم. گاهی لازم داریم مواد تشکیل دهنده یک مخلوط رو از هم جدا کنیم. برای این کار، بسته به نوع مخلوط و ویژگی مواد موجود در آن، از روش های مختلفی استفاده می کنیم. بعضی روش ها خیلی ساده اند؛ مثل جدا کردن دانه های درشت از یک مخلوط با دست، اما بعضی روش ها به دستگاه ها و تجهیزات خاصی نیاز دارند.

یکی از وسایل ساده برای جداسازی، **کاغذ صافی** است. مثلاً اگر آب و خاک داشته باشیم، می تونیم مخلوط رو از کاغذ صافی عبور بدیم. آب از سوراخ های ریز کاغذ عبور می کنه، اما ذرات خاک روی کاغذ باقی می مونند. به این روش **صاف کردن یا فیلتراسیون** می گیم.

در بعضی مخلوط ها، مواد چگالی متفاوتی دارند و می تونیم از این تفاوت استفاده کنیم. مثلاً **شیر** مخلوطی از آب، چربی و مواد مختلف دیگه است. برای جدا کردن چربی از شیر در صنعت از دستگاهی به نام **گریزانه یا سانتریفیوژ** استفاده می کنند. این دستگاه با چرخش بسیار سریع، باعث میشه اجزای مختلف مخلوط بر اساس چگالی از هم جدا بشن. از همین روش برای جدا کردن بعضی یاخته های خون از **پلاسما** هم استفاده میشه.

یک وسیله دیگه **قیف جداکننده** است که برای جدا کردن دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی متفاوت، مثل آب و روغن، استفاده میشه. چون این دو مایع با هم مخلوط نمی شن، بعد از مدتی دو لایه تشکیل میدن و می تونیم با استفاده از قیف جداکننده آنها رو از هم جدا کنیم.

دستگاه تقطیر هم برای جداسازی بعضی مخلوط ها استفاده میشه. در این روش از تفاوت **نقطه جوش** مواد استفاده می کنیم. ماده ای که نقطه جوش پایین تری داره زودتر بخار میشه و سپس بخار آن رو سرد می کنیم تا دوباره به مایع تبدیل بشه.

حتی در کشاورزی هم از روش های جداسازی استفاده میشه. مثلاً **کمباین** هنگام برداشت محصولات، دانه های گیاه رو از بخش های اضافی مثل ساقه و کاه جدا می کنه. پس برای جداسازی یک مخلوط، اول باید ویژگی های مواد تشکیل دهنده آن رو بشناسیم و بعد روشی رو انتخاب کنیم که بر اساس تفاوت یکی از ویژگی های آنها، مثل **اندازه ذرات، چگالی، قابلیت حل شدن یا نقطه جوش** عمل کنه.





Filtration



Centrifugation



Sedimentation



Evaporation

فکر کنید:

فرض کنید یک مخلوط از **ماسه و نمک** در اختیار دارید و می خواهید هر دو ماده رو جداگانه به دست بیارید. به نظرتون چه روشی می تونید استفاده کنید؟



خلاصه فصل اول: مخلوط و جداسازی مواد

مواد خالص و مخلوط

ماده خالص: فقط از یک نوع ماده تشکیل شده است.

مخلوط: از دو یا چند ماده مختلف تشکیل شده است.

✓ بیشتر موادی که در زندگی روزمره می بینیم، مخلوط هستند.

ویژگی	ماده خالص	مخلوط
تعداد مواد تشکیل دهنده	یک نوع	دو یا چند نوع
مثال	آب مقطر، شکر خالص	هوا، آجیل، دوغ

انواع مخلوط

نوع مخلوط	ویژگی	مثال
همگن	اجزا به طور یکنواخت پخش شده اند و مخلوط یکدست به نظر می رسد	آب نمک، هوا
ناهمگن	اجزا به طور یکنواخت پخش نشده اند	آب و خاک
تعلیقه	ته نشینی	دوغ، شربت خاکشیر

محلول

هر محلول حداقل از دو جزء تشکیل شده است:

حلال: ماده ای که ماده دیگر را در خود حل می کند و معمولاً مقدار بیشتری دارد.

حل شونده: ماده ای که در حلال حل می شود.

مثال: در آب نمک ← آب حلال و نمک حل شونده است.



محلول ها می توانند در سه حالت وجود داشته باشند:

حالت محلول	مثال
جامد	آلیاژ
مایع	آب نمک، چای شیرین
گاز	هوا

🌡 سیر نشده، سیر شده و فراسیر شده

نوع محلول	معنی
سیر نشده	هنوز می توان مقدار بیشتری حل شونده به آن اضافه کرد و حل شود.
سیر شده	به بیشترین مقدار قابل حل شدن در آن دما رسیده است.
فراسیر شده	مقدار حل شونده بیشتر از حد معمول است، اما فعلاً در محلول باقی مانده است و حالت ناپایداری دارد.

💥 اثر دما بر حل شدن

- ✓ مقدار حل شدن مواد مختلف با تغییر دما یکسان نیست.
- ✓ برای بعضی مواد، با افزایش دما مقدار حل شدن بیشتر می شود؛ مثل پتاسیم نترات.
- ✓ برای بعضی مواد، با افزایش دما مقدار حل شدن کمتر می شود؛ مثل گاز اکسیژن در آب.
- ✓ بنابراین اثر دما به نوع ماده بستگی دارد.

