

نمودار فازی نموداری است که به صورت گرافیکی، حالات فیزیکی یک ماده در شرایط مختلف (دما و فشارهای مختلف) را نشان می‌دهد. به صورت عمومی، محور x و y این نمودار، به ترتیب بیان کننده فشار و دما هستند.

نکته مهمی که باید به آن توجه کرد این است که وقتی از خطوط نمودار فازی عبور می‌کنیم، در واقع تغییر فاز رخ داده است و این خطوط، خطوط تعادل را نشان می‌دهند. همچنین باید اضافه کرد که در خط تعادل، دو فاز مختلف ماده به صورت همزمان حضور دارند. در این نمودار نقاط حساسی مانند **نقطه بحرانی** و **نقطه سه‌گانه** نیز حضور دارند که در مطالب دیگر وبلاگ فرادرس به صورت دقیق مورد مطالعه قرار گرفتند.

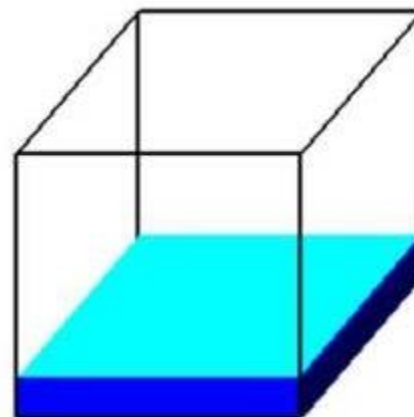
این مطلب ابتدا به صورت دقیق به مفهوم فاز و معرفی انواع آن می‌پردازد. در ادامه نمودار فازی و اجزای مختلف آن مورد بررسی قرار می‌گیرد و شیوه استفاده از این نمودار شرح داده می‌شود. در انتها نیز حالات خاص نمودار فازی در مواد مختلف، به صورت دقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تغییر فاز چیست؟

تغییر فاز در واقع تغییر از یک حالت به حالت دیگر ماده را نشان می‌دهد. سه حالت کلی ماده وجود دارد. این سه حالت، مایع، جامد و گاز هستند که در ادامه به معرفی آن‌ها پرداخته می‌شود.

فاز مایع

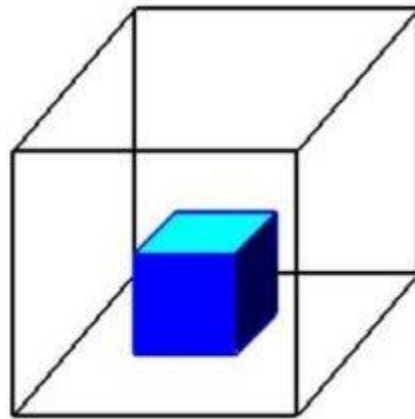
فاز مایع، حالتی از ماده است که از ذرات رها و آزادی تشکیل شده که می‌توانند آزادانه حرکت کنند. این ذرات، ظرفی که مایع در آن قرار دارد را پر می‌کنند و شکل آن ظرف را به خود می‌گیرند. دلیل این موضوع این است که ذرات مشخصی که در داخل مایع قرار دارند، نسبت به حالت جامد کمتر محصور شده‌اند.



البته باید توجه داشت که برخی از مایعات مانند آب، به راحتی حرکت می‌کنند و بسیار روان هستند و برخی دیگر به آرامی حرکت می‌کنند. این موضوع با استفاده از مفهوم «**ویسکوزیته**» (Viscosity) قابل بیان است. در واقع ویسکوزیته میزان مقاومت یک مایع را نسبت به جاری شدن بیان می‌کند. بنابراین ویسکوزیته سیالی مانند عسل بیشتر از ویسکوزیته آب است. ویسکوزیته را لزجت یا گرانروی نیز می‌نامند.

فاز جامد

فاز جامد، حالتی از ماده است که در آن، ذرات به صورت پایدار در کنار یکدیگر قرار گرفتند و وقتی یک ماده که در فاز جامد قرار دارد، درون یک ظرف قرار می‌گیرد، حجم و شکل خود ماده و ظرف تغییر نمی‌کند. بنابراین فاز جامد بر خلاف فاز مایع، شکل ظرف را به خود نمی‌گیرد. شکل زیر به بررسی این موضوع پرداخته است.

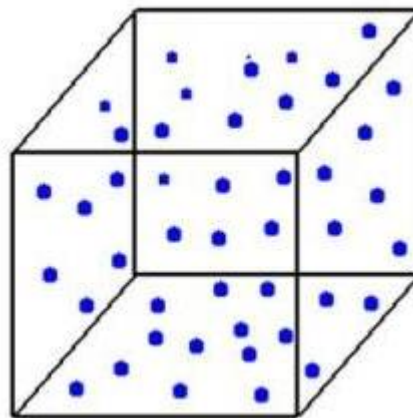


توجه شود که مطالبی که در بالا ذکر شد، به آن معنا نیست که حجم یک جسم جامد ثابت است. یک جسم جامد می‌تواند با افزایش دما، منبسط شود. بنابراین در جداول مختلف، در کنار چگالی جسم جامد، دمای آن نیز ذکر می‌شود.

اجسام جامد، نیروهای بین مولکولی قوی دارند که می‌توانند ذرات را در نزدیکی یکدیگر قرار دهند. این ذرات به صورت منظم و با آرایش سه بعدی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و زمانی که انرژی آن‌ها تغییر می‌کند، می‌توانند تغییر فاز بدهند. این موضوع را می‌توان با دقت به خطوط موجود در نمودار فازی، درک کرد.

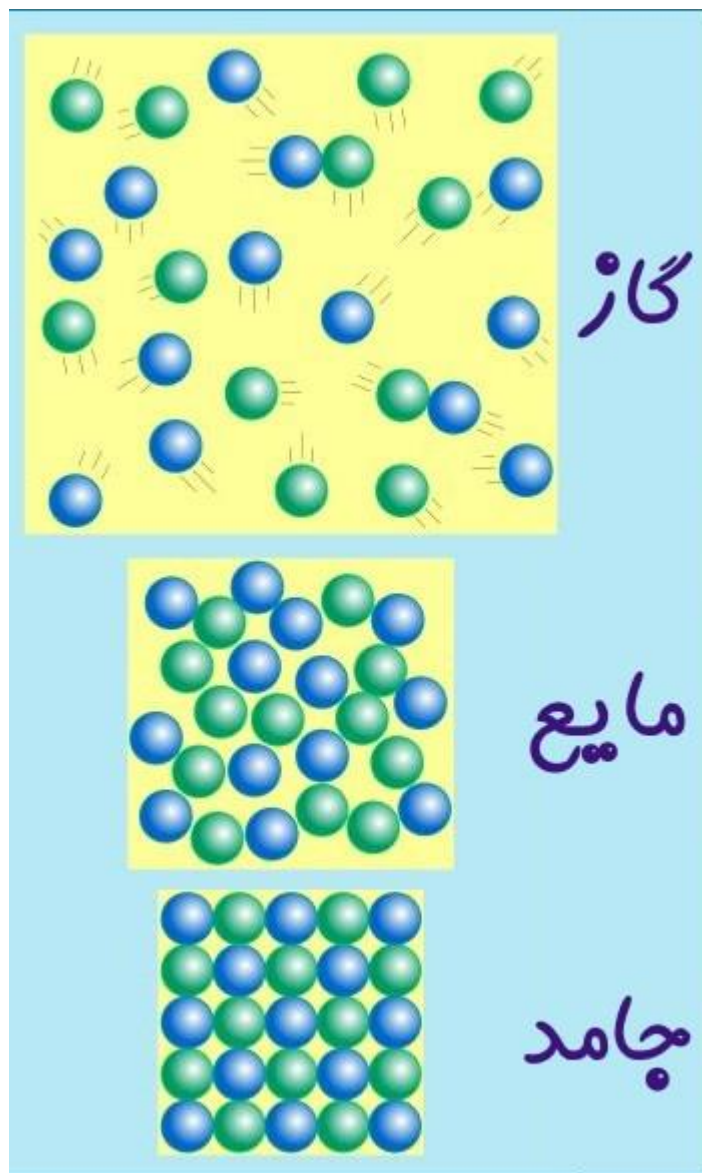
فاز گاز

فاز گاز، حالتی از ماده است که ذرات آن به صورت آزادانه در فضا پخش می‌شوند و شکل و حجم مشخصی ندارد. زمانی که یک ماده در حالت گاز، درون یک محفظه یا ظرف قرار می‌گیرد، ذرات آن، شکل آن ظرف را به خود می‌گیرند و حجم ظرف را به صورت کامل پر می‌کنند. این موضوع در شکل زیر به خوبی نشان داده شده است.



نیروی بین مولکولی در فاز گاز بسیار اندک است و هر کدام از ذرات، به صورت آزادانه و با سرعت و جهت دلخواه و خاص خود در فضا پخش می‌شوند. این ذرات با یکدیگر و با دیواره ظرف برخورد می‌کنند و در جهات مختلف و با فواصل زیاد پخش می‌شوند.

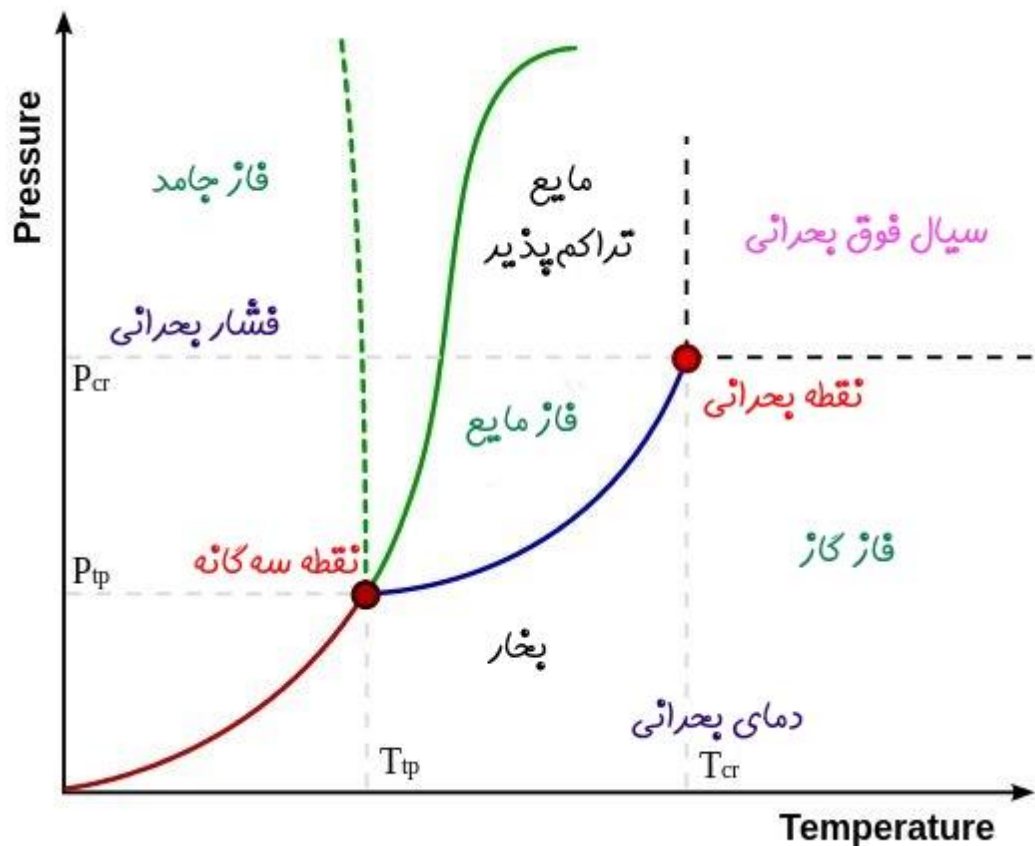
شکل زیر به مقایسه نحوه قرار گرفتن مولکول‌ها در سه فاز مایع، جامد و گاز پرداخته است.



نمودار فازی

همانطور که اشاره شد، نمودار فازی نموداری است که حالات فیزیکی یک ماده در شرایط مختلف دما و فشار را نشان می‌دهد. به صورت عمومی، محور x و y این نمودار، به ترتیب بیان‌کننده فشار و دما هستند. در واقع دیاگرام یا نمودار فازی، تغییر حالات مختلف ماده را با توجه به فشار و دما بیان می‌کند. در واقع با استفاده از این نمودار می‌توان دریافت که یک ماده در یک فشار و دمای معین در کدام فاز قرار دارد.

نمودار زیر یک مثال از نمودار فازی است. این نمودار برای سیستمی رسم شده که تنها از یک ماده تشکیل شده است.



این نمودار، شامل چند نقطه و منحنی مهم و شاخص است. یکی از این نقاط شاخص، **نقطه سه گانه** است. در نقطه سه گانه، هر سه فاز ماده (مایع، جامد و گاز) به صورت همزمان با یکدیگر حضور دارند.

نقطه مهم بعدی در نمودار فازی، **نقطه بحرانی** است. در این نقطه و بعد از آن، دو فاز مایع و گاز یک ماده از یکدیگر قابل تشخیص نیستند.

علاوه بر دو نقطه مهم بالا، سه منحنی شاخص نیز در نمودار فازی مشاهده می‌شود. منحنی اول، ذوب یا انجماد را نشان می‌دهد. این منحنی با استفاده از خط سبز در نمودار فازی شکل بالا نشان داده شده است و تغییر فاز میان حالت مایع و جامد را نشان می‌دهد.

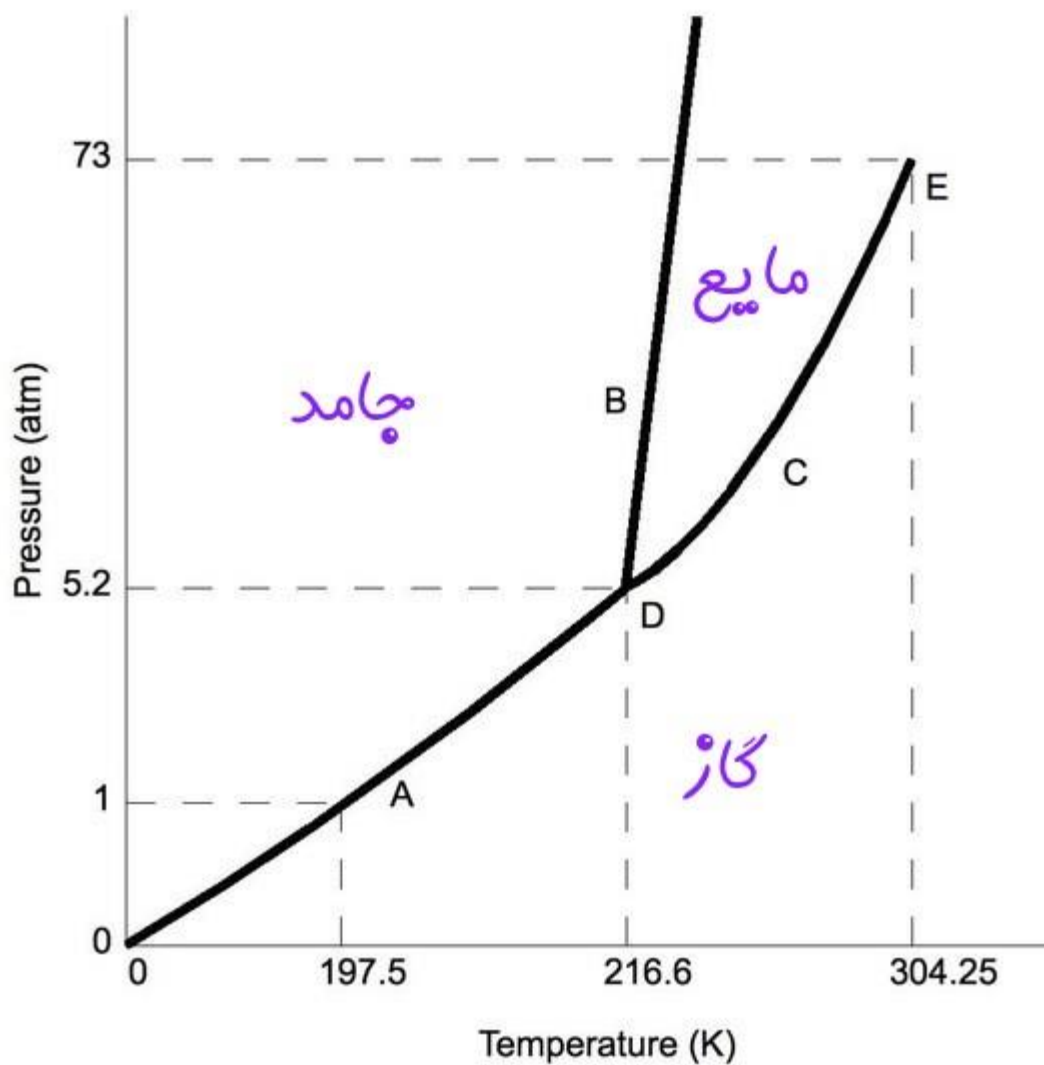
منحنی دوم نشان دهنده منحنی تبخیر یا میعان است که با استفاده از رنگ آبی در شکل بالا نشان داده شده است. این منحنی نیز تعادل میان فاز مایع و گاز را نشان می‌دهد و دما و فشاری را نشان می‌دهد که این دو فاز در حالت تعادل با یکدیگر قرار دارند.

منحنی سوم نیز تصعید یا چگالش را نشان می‌دهد. این منحنی با رنگ قرمز در پایین نمودار فازی مشخص است. در واقع این منحنی، حالتی را نشان می‌دهد که دو فاز جامد و گاز در یک دما و فشار معین می‌توانند در حالت تعادل با یکدیگر قرار داشته باشند. بنابراین با استفاده از این نمودار، یک ماده در فاز جامد، می‌تواند به صورت مستقیم به گاز تبدیل شود.

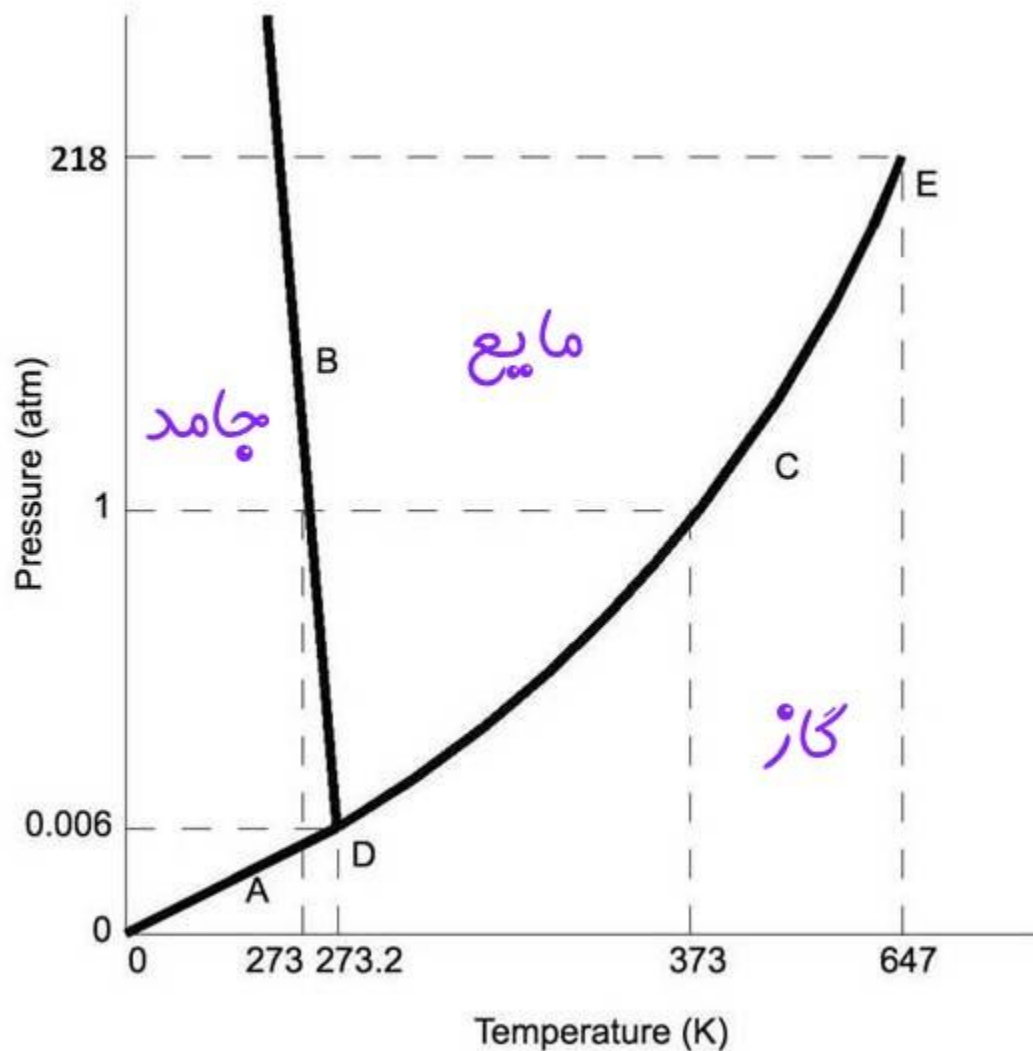
همانطور که در شکل بالا نشان داده شده است، نمودار فازی، فشار (معمولاً در واحد اتمسفر) را بر حسب دما (معمولاً در واحد کلون یا سلسیوس) رسم می‌کند. اسامی که در نمودار شکل بالا نوشته شده‌اند، حالت پایا یک سیستم در حال تعادل را نشان می‌دهند.

نمودار فازی آب

همانطور که در شکل بالا نشان داده شد، به صورت رایج خط نمودار بین فاز جامد و مایع، شیب مثبت دارد. در واقع این منحنی به سمت راست کشیده شده است. در شکل زیر نمودار فازی کربن دی اکسید رسم شده است. منحنی ذوب کربن دی اکسید نیز مانند اکثر مواد شیب مثبت دارد و به سمت راست تمایل دارد.



در برخی دیگر از مواد مانند آب، خط ذوب به سمت چپ کشیده می‌شود. این موضوع در شکل ابتدای مطلب با خط چین نشان داده شده است. نمودار فازی آب در شکل زیر به صورت دقیق و با بیان اعداد مربوطه رسم شده است.



نمودار فازی آب نشان می‌دهد که فاز مایع، چگالی بیشتری نسبت به فاز جامد دارد. دلیل این موضوع ساختار کریستالی فاز جامد یعنی یخ است. در واقع در فاز جامد آب، مولکول‌ها به صورت شبکه‌های منظم کریستالی در می‌آیند و فاصله بین مولکول‌ها بیشتر از حالت مایع است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که چگالی یک جامد کمتر از حالت مایع است.

علاوه بر مواردی که در بالا به آن اشاره شد، می‌توان نشان داد که آب در فاز جامد یعنی یخ را می‌توان بدون حرارت دادن و تنها با افزایش فشار آن، به حالت مایع تبدیل کرد. این موضوع با توجه به شکل بالا قابل فهم است.

بنابراین همانطور که اشاره شد، نمودار فازی، نموداری است که حالات فیزیکی یک ماده در شرایط مختلف از نظر دما و فشار را نشان می‌دهد. به صورت عمومی، محور y و x این نمودار، به ترتیب بیان کننده فشار و دما هستند. اجزای اصلی این نمودار، منحنی ذوب یا انجماد، تبخیر یا میعان و تصعید یا چگالش را نشان می‌دهد. همچنین دو نقطه اساسی یعنی نقطه سه گانه و نقطه بحرانی نیز از بخش‌های مهم نمودار فازی هستند.