

### مفهوم درصد و کاربردهای آن

هدف‌های رفتاری: انتظار می‌رود هنرجو پس از پایان این فصل بتواند :

- ۱- کمیت‌های دارای واحد یکسان را با هم مقایسه کند.
- ۲- درصد یک جزء در یک آمیز را محاسبه کند.
- ۳- با استفاده از درصد اجزاء آمیز، مقدار آن‌ها را محاسبه کند.
- ۴- کاربرد درصد را در محاسبه اجزاء آمیز با یک مثال توضیح دهد.

#### مقایسه‌ی کمیت‌ها

دو کمیت را که دارای واحد یکسان و مقادیر مختلف باشند، می‌توان به دو طریق با یکدیگر مقایسه کرد. این دو طریق عبارتند از :

- ۱- از روی اختلاف آن‌ها
  - ۲- از روی نسبت آن‌ها و یا به عبارت دیگر تعداد دفعاتی که یکی از این کمیت‌ها از دیگری کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر است.
- مثلاً: در صورتی که دو جسم A و B با وزن‌های ۱۲kg و ۳kg را در نظر بگیریم، مقایسه این دو جسم می‌تواند به صورت‌های زیر بیان شود.
- الف - اختلاف وزن بین A و B برابر با ۹kg است. یعنی جسم A به اندازه‌ی ۹kg از جسم B سنگین‌تر است.

ب - نسبت بین وزن اجسام A و B عبارتند از :

$$\frac{\text{وزن A}}{\text{وزن B}} = \frac{۱۲}{۳} = \frac{۴}{۱} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{وزن B}}{\text{وزن A}} = \frac{۳}{۱۲} = \frac{۱}{۴}$$

یعنی وزن جسم A چهار برابر جسم B و یا وزن جسم B یک چهارم وزن جسم A است.

#### تعریف درصد

می‌توان گفت اگر جسم A را به صد قسمت مساوی تقسیم کنیم، مقدار جسم B معادل ۲۵

قسمت است. این عبارت را می‌توان به صورت زیر بیان داشت :

$$B \text{ ۲۵٪ وزن جسم } A = \text{وزن جسم } B$$

بدین معنی که : جسم B ۲۵٪ (۲۵ درصد) از جسم A است. به مثال‌های زیر توجه کنید :

$$\frac{۳}{۱۰۰} \times (1 \times 1000) = ۳ \text{ kg} \quad \text{۳٪ یک تن برابر است با :}$$

$$\frac{۶۳}{۱۰۰} \times ۱۹ = ۱۱/۹۷ \text{ m} \quad \text{۶۳٪ از ۱۹m برابر است با :}$$

۶٪ از هفت هزار و پانصد ریال برابر است با :

$$\frac{۶}{۱۰۰} \times ۷۵۰۰ = ۴۵۰ \text{ ریال}$$

در صنایع سرامیک ، به طور گسترده از مفهوم درصد استفاده می‌کنیم. مثلاً در بیان آمیز یک بدنه یا لعاب، برای افزودن مقدار روانساز به دوغاب، برای محاسبه‌ی انقباض و ... این کلمه بارها به کار می‌رود. به طور مثال، وقتی می‌گوییم یک آمیز سرامیکی دارای ۲۸/۷٪ کائولین است و می‌خواهیم بدانیم که در ۳/۶ تن از این آمیز باید چه مقدار کائولین برحسب کیلوگرم مصرف کنیم؟ بدین شکل عمل می‌کنیم :

$$۳/۶ \times 1000 = ۳۶۰۰ \text{ kg}$$

$$۲۸/۷\% \times ۳۶۰۰ = \frac{۲۸/۷}{۱۰۰} \times ۳۶۰۰ = ۱۰۳۳ \text{ kg} = ۱/۰۳۳ \text{ ton}$$

اگر ۴۰kg از یک مخلوط شامل اجزای A و B و مقدار جزء A در این مخلوط ۲۵kg باشد، در آن صورت بدیهی است که سهم جزء A در این مخلوط نیز ۶۲/۵٪ است. برای محاسبه ریاضی این نتیجه، می‌توانیم چنین عمل کنیم :

$$\frac{۲۵}{۴۰} \times 100 = ۶۲/۵\%$$

برای بیان عمومی عملیات انجام شده، هنگامی که می‌خواهیم درصد یک جزء در یک آمیز را محاسبه کنیم، مقدار آن جزء با واحد مشخص را به مقدار کل مخلوط با همان مقیاس تقسیم و حاصل را در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم :

$\text{رابطه (۱-۲)} \quad \text{مقدار جزء (با واحد معین)} \div \text{مقدار کل (با همان واحد)} \times 100 = \text{درصد جزء}$
---

قابل توجه هنرجویان عزیز :

مبنای محاسبات در این فصل کتاب تا دو رقم بعد از اعشار است. در جایی که اعداد بعد از

اعشار بیش از دو رقم باشد، بدین صورت رُند می‌شود: اگر هزارم کوچک‌تر یا مساوی ۵ بود، تا دو رقم بعد از اعشار نوشته می‌شود، اما اگر هزارم بزرگ‌تر یا مساوی ۵ بود رقم صدم یک واحد بیش‌تر می‌شود. **تذکر مهم:** در محاسبه‌ی درصد، مقادیری که در رابطه (۱-۲) قرار می‌گیرند، باید دارای واحد یکسان باشند.

برای روشن شدن و فهم بهتر مطلب، در اینجا مجموعه‌ای از کاربردهای درصد در صنایع سرامیک را نشان می‌دهیم.

**مثال ۱:** ۳ تن از یک آمیز سرامیکی دارای ۹۰۰ کیلوگرم سیلیس است. چند درصد سیلیس در این آمیز مصرف شده است؟  
**حل:** برای حل این مسأله باید ابتدا واحدها را یکسان کرد. پس:

$$3 \text{ ton} = 3 \times 1000 = 3000 \text{ kg}$$

$$\text{درصد جزء} = \frac{\text{مقدار جزء}}{\text{مقدار کل}} \times 100$$

$$= \frac{900}{3000} \times 100 = 30\%$$

**مثال ۲:** برای تهیه یک دوغاب سرامیکی، ۶۰۰ کیلوگرم پودر خشک سرامیکی را به ۳۰۰ لیتر آب اضافه کرده‌ایم. درصد آب و مواد جامد این دوغاب را محاسبه کنید. (وزن هر لیتر آب برابر با ۱ kg است).

**حل:** در ابتدا واحدها را یکسان می‌کنیم:

$$300 \text{ kg} = \text{وزن } 300 \text{ لیتر آب} \Rightarrow 1 \text{ kg} = \text{وزن یک لیتر آب}$$

$$900 \text{ kg} = 300 \text{ kg آب} + 600 \text{ kg مواد جامد} = \text{وزن کل دوغاب}$$

پس:

$$\Rightarrow \text{درصد آب موجود در دوغاب} = \frac{300}{900} \times 100 = 33\% / 33\%$$

$$\text{درصد مواد جامد موجود در دوغاب} = \frac{600}{900} \times 100 = 66\% / 67\%$$

$$\text{مجموع اجزاء} = 33\% / 33\% + 66\% / 67\% = 100$$

توجه کنید که مجموع اجزا برابر ۱۰۰٪ است.

**مثال ۳:** دانه‌بندی ۲ گرم از یک پودر سرامیکی به صورت زیر است:

الف - ۲۸۴/۱ گرم از آن کوچک‌تر یا مساوی ۱ μm است.

ب - ۴۸۴/۰ گرم از آن بزرگ‌تر از ۱μm و کوچک‌تر از ۵μm است.

ج - ۲۳۲/۰ گرم از آن بزرگ‌تر یا مساوی ۵μm است.

درصد هر یک از اندازه ذرات را محاسبه کنید.

حل : 
$$۱μm \text{ درصد ذرات کوچک‌تر از } = \frac{۱/۲۸۴}{۲} \times ۱۰۰ = ۶۴/۲\%$$

$$۵μm \text{ درصد ذرات بزرگ‌تر از } ۱μm \text{ و کوچک‌تر از } = \frac{۰/۴۸۴}{۲} \times ۱۰۰ = ۲۴/۲\%$$

$$۵μm \text{ درصد ذرات بزرگ‌تر از } = \frac{۰/۲۳۲}{۲} \times ۱۰۰ = ۱۱/۶\%$$

مثال ۴ : یک بدنه‌ی سرامیکی حاوی ۲۱۵ کیلوگرم بال کلی، ۲۱۰ کیلوگرم کائولین، ۲۷۵ کیلوگرم سیلیس و ۱۵۰ کیلوگرم فلدسپات است. آمیز مذکور را بر حسب درصد پیدا کنید .

حل: ابتدا وزن کل را حساب می‌کنیم :

$$۲۱۵ \text{ kg} + ۲۱۰ \text{ kg} + ۲۷۵ \text{ kg} + ۱۵۰ \text{ kg} = ۸۵۰ \text{ kg}$$

حال خواهیم داشت :

$$\text{درصد بال کلی} = \frac{۲۱۵}{۸۵۰} \times ۱۰۰ = ۲۵/۲۹\%$$

$$\text{درصد کائولین} = \frac{۲۱۰}{۸۵۰} \times ۱۰۰ = ۲۴/۷۱\%$$

$$\text{درصد سیلیس} = \frac{۲۷۵}{۸۵۰} \times ۱۰۰ = ۳۲/۳۵\%$$

$$\text{درصد فلدسپات} = \frac{۱۵۰}{۸۵۰} \times ۱۰۰ = ۱۷/۶۵\%$$

$$۲۵/۲۹ + ۲۴/۷۱ + ۳۲/۳۵ + ۱۷/۶۵ = ۱۰۰ \quad \text{مجموع اجزاء}$$

توجه داشته باشید که گاهی اوقات ممکن است که مجموع اجزا بر حسب درصد مساوی ۱۰۰/۰۰ نشود و مثلاً با مقادیری همچون ۹۹/۹۸ یا ۱۰۰/۱۰ یا ۱۰۰/۰۶ و ... مواجه شویم. این وضعیت، به دلیل تقریبی است که ما در محاسبات به کار می‌بریم (چون اعداد را تا دو رقم پس از اعشار رُند می‌کنیم).

مثال ۵: می‌خواهیم آمیزی به وزن ۱۲۵۰ کیلوگرم را با استفاده از مواد اولیه زیر، برای لعاب یک بدنه سرامیکی آماده کنیم. مقدار هر یک از اجزای لازم را بر حسب kg محاسبه کنید.

کوارتز                      ۳۳/۳۹ قسمت

کائولین                    ۳۶/۳۵ قسمت

دولومیت                   ۱/۹ قسمت

سنگ آهک ۱۰/۲۸ قسمت

بوراکس دی هیدراته ۲۶/۷۳ قسمت

سدیم کربنات ۳/۳۷ قسمت

حل: مشاهده می کنیم که آمیز ارائه شده بر حسب درصد نیست پس باید ابتدا درصد هر جزء را محاسبه کنیم. ابتدا به مجموع اجزای بالا احتیاج داریم که این مقدار برابر است با ۱۱۲/۰۲. حال درصد هر جزء را محاسبه می کنیم.

$$\text{درصد کوارتز} = \frac{۳۳/۳۹}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۲۹/۸۱\%$$

$$\text{درصد کائولین} = \frac{۳۶/۳۵}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۳۲/۴۵\%$$

$$\text{درصد دولومیت} = \frac{۱/۹}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۱/۷۰\%$$

$$\text{درصد سنگ آهک} = \frac{۱۰/۲۸}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۹/۱۸\%$$

$$\text{درصد بوراکس دی هیدراته} = \frac{۲۶/۷۳}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۲۳/۸۶\%$$

$$\text{درصد سدیم کربنات} = \frac{۳/۳۷}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۳/۰۰\%$$

به این ترتیب آمیز لعاب را بر حسب درصد مواد اولیه به دست آوردیم. حال با ضرب کردن درصد هر یک از اجزاء در وزن کل، مقدار مورد نیاز هر یک از این اجزا را بر حسب kg به دست می آوریم.

$$\text{مقدار کل} \times \frac{\text{درصد جزء}}{۱۰۰} = \text{مقدار جزء} \Rightarrow \times ۱۰۰ = \frac{\text{مقدار جزء (با واحد معین)}}{\text{مقدار کل (با همان واحد)}} \text{درصد جزء}$$

$$\text{کوارتز مورد نیاز} = ۰/۲۹۸۱ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۳۷۲/۶۲ \text{kg}$$

$$\text{کائولین مورد نیاز} = ۰/۳۲۴۵ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۴۰۵/۶۳ \text{kg}$$

$$\text{دولومیت مورد نیاز} = ۰/۰۱۷۰ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۲۱/۲۵ \text{kg}$$

$$\text{سنگ آهک مورد نیاز} = ۰/۰۹۱۸ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۱۱۴/۷۵ \text{kg}$$

$$\text{بوراکس دی هیدراته مورد نیاز} = ۰/۲۳۸۶ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۲۹۸/۲۵ \text{kg}$$

$$\text{سدیم کربنات مورد نیاز} = ۰/۰۳۰۰ \times ۱۲۵۰ \text{kg} = ۳۷/۵ \text{kg}$$

مثال ۶: برای ساخت یک قالب گچی نیاز به ۱۵ کیلوگرم دوغابی از گچ و آب داریم. در صورتی که نسبت گچ به آب برابر با  $\frac{۴}{۳}$  باشد، مقدار گچ و آب مورد نیاز را حساب کنید.  
حل: برای محاسبه مقادیر گچ و آب، ابتدا باید درصد هر یک را در مخلوط آب و گچ بدانیم.

با توجه به این که نسبت گچ به آب  $\frac{4}{3}$  است، به ازای هر چهار قسمت گچ سه قسمت آب نیاز داریم. پس مجموعاً ۳+۴ قسمت مواد (شامل گچ و آب) داریم و در نتیجه:

$$\text{درصد جزء} = \frac{\text{مقدار جزء}}{\text{مقدار کل}} \times 100$$

$$\text{درصد گچ} = \frac{4}{4+3} \times 100 = 57/14\%$$

$$\text{درصد آب} = \frac{3}{4+3} \times 100 = 42/85\%$$

$$\Rightarrow \text{مقدار گچ مورد نیاز} = \frac{57/14}{100} \times 15 = 8/751 \text{kg}$$

$$\text{مقدار آب مورد نیاز} = \frac{42/85}{100} \times 15 = 6/428 \text{kg}$$

در بعضی از قسمت‌های فرآیند ساخت قطعات سرامیکی با تغییرات وزن، ابعاد و ترکیب مواجه می‌شویم. این تغییرات نیز معمولاً بر حسب درصد بیان می‌شوند. برای بیان این گونه تغییرات، باید سه اصل را در نظر گرفت:

۱- تغییرات یک کمیّت یا خاصیت مورد نظر را می‌توان با استفاده از اختلاف بین حالت‌های اولیه و نهایی کمیّت یا خاصیت مورد نظر ارزیابی کرد. مثلاً اگر یک قطعه از طول اولیه ۷۰ واحد برخوردار بوده و در اثر گرم شدن، طول آن به ۷۴ واحد افزایش یافته است، مقدار تغییر طولی که صورت پذیرفته است برابر با ۴ واحد است.

۲- نسبت تغییرات در خاصیت و کمیّت مورد نظر، با استفاده از رابطه‌ی زیر بیان می‌شود:

$$\text{نسبت تغییرات} = \frac{\text{مقدار ثانویه} - \text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار اولیه}} = \frac{\text{مقدار تغییرات}}{\text{مقدار اولیه}}$$

در نتیجه برای مثال بالا خواهیم داشت:

$$\text{نسبت تغییرات طول} = \frac{70 - 74}{70} = \frac{-4}{70}$$

۳- درصد تغییرات کمیّت مورد نظر عبارت خواهد بود از:

$$\text{درصد تغییرات طول} = \frac{-4}{70} \times 100 = -5/71\%$$

علامت منفی در این جا نشان‌دهنده‌ی انبساط است.

مثال ۷: طول اولیه‌ی یک میله فلزی ۴۰ cm است. وقتی این میله را تا ۱۲۰°C حرارت می‌دهیم، طول آن تا ۴۱/۲ cm افزایش می‌یابد. مقدار انبساط حرارتی این میله در دمای ۱۲۰°C را برحسب درصد حساب کنید. مقدار درصد انبساط حرارتی این میله‌ی فلزی را پس از سرد شدن به دمای محیط نیز محاسبه کنید.

حل: با توجه به آن چه گفته شد، خواهیم داشت:

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{(\text{طول ثانویه} - \text{طول اولیه})}{\text{طول اولیه}} \times 100$$

$$= \frac{(40 - 41/2)}{40} \times 100 = \frac{-1/2}{40} \times 100$$

$$= -3\% \quad \text{علامت منفی نشانه انبساط است.}$$

بدیهی است اگر میله فلزی تا دمای محیط سرد شود دوباره منقبض شده و به همان طول ۴۰ cm خواهد رسید.

$$\text{درصد تغییرات پس از رسیدن به دمای محیط} = \frac{40 - 40}{40} \times 100 = 0$$

مثال ۸: ۵g پودر یک بدنه‌ی استون ور را برای انجام آزمایش مقاومت در برابر اسید، داخل اسید هیدروژن کلرید می‌ریزیم. پس از اتمام آزمایش وزن نمونه به ۴/۹۹g کاهش یافته است. درصد افت وزن را محاسبه کنید.

حل:

$$\text{درصد تغییرات وزن} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

$$= \frac{5/00 - 4/99}{5/00} \times 100$$

$$= 0/2\%$$

مثال ۹: یک بدنه‌ی رسی پس از پایان عملیات پخت، نسبت به حالت خشک خود ۸٪ افت وزن پیدا کرده است. در صورتی که وزن پس از پخت این قطعه ۱۵۰g باشد، وزن اولیه این نمونه را (در حالت خشک) محاسبه کنید.

حل :

$$\text{درصد تغییرات وزن} = \frac{\text{مقدار تغییرات وزن}}{\text{وزن اولیه}} \times 100 = \frac{(\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

پس :

$$\text{درصد تغییرات وزنی} = 8\% = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

$$\frac{8}{100} = \frac{(w_i - 150)}{w_i} \quad \text{: (برای راحتی کار، وزن اولیه را با } w_i \text{ * نمایش می دهیم)}$$

$$\Rightarrow \frac{8}{100} \times w_i = w_i - 150 \Rightarrow w_i - \frac{8}{100} w_i = 150 \Rightarrow \frac{92}{100} w_i = 150$$

$$\Rightarrow w_i = \frac{150}{0.92} = 163\text{g}$$

### تمرین

۱- می خواهیم با نسبت  $\frac{1}{3}$  ، رنگدانه کبالت را به آمیزی اضافه کنیم، برای تهیه ۸ تن از این

آمیز چه مقدار کبالت لازم است؟ این مقدار کبالت چه درصدی از کل آمیز را تشکیل خواهد داد؟

۲- حجم مفید (ظرفیت کلی) یک کوره  $42/5 \text{ m}^3$  ، و حجم ظروفی که با استفاده از ساگار در

این کوره بارگیری می شوند،  $32/3 \text{ m}^3$  است.

الف - چه درصدی از حجم کوره توسط ظروف اشغال می شود؟

ب - نسبت بین حجم ظروف و فضای غیرمفید (فضای غیر قابل استفاده) در کوره چه مقدار

است؟

۳ - نسبت وزنی یک ماده ی گدازآور (فلاکس) به صورت جدول (۱-۲) است. درصد وزنی

مواد تشکیل دهنده ی آن را محاسبه کنید.

جدول ۱-۲- نسبت وزنی یک ماده ی گداز آور

نام ماده	سرب اکسید	بوراکس	کوارتز	ارتوکلاز (فلدسپات پتاسیک)
نسبت وزنی	۸	۲	۳	۱

\* - اندیس (i) از کلمه ی initial آمده است.



۴ - طول اولیه یک آجر نسوز ۱۴/۱۸۷cm و طول آن پس از پختن و سرد کردن به دمای محیط برابر با ۱۴/۱۲cm است. درصد تغییر طول این آجر را پس از حرارت دیدن و رسیدن به دمای محیط محاسبه کنید.

۵ - وزن یک قطعه رسی پس از پختن برابر با ۳۲/۴۱g است. در صورتی که افت وزنی این قطعه در نتیجه حرارت دادن ۱۲/۶٪ باشد، وزن اولیه آن را محاسبه کنید.

۶ - آمیز دو لعاب (الف) و (ب) در جدول (۲-۲) موجود است. درصد وزنی مواد تشکیل دهنده‌ی این دو لعاب را محاسبه کرده و مشخص کنید که کدام یک حاوی مقدار بیشتری سرب سیلیکات است.

جدول ۲-۲ - دو آمیز از لعاب‌های (الف) و (ب)

نوع ماده	سرب سیلیکات	فریت بور و سیلیکاتی	کوارتز	کائولین
لعاب (الف)	۷۰/۵۰	۱۸۹/۹۰	۵۴/۰۰	۴۸/۲۰
لعاب (ب)	۵۸/۱۰	۱۸۳/۲۰	۱۹/۳۰	۱۳/۵۰

۷ - آزمایش‌های انجام شده روی یک نمونه بدنه‌ی سرامیکی خام نشان می‌دهد که درصد سیلیس موجود در آن ۶۸/۴۲٪ و افت حرارتی آن ۷/۸٪ است. درصد سیلیس این بدنه را پس از پخت محاسبه کنید.