فصل دوم

مفهوم درصد و کاربردهای آن

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

۱ــ کمیت‌های دارای واحد یکسان را با هم مقایسه کند.

۲ــ درصد یک جزء در یک آمیز را محاسبه کند.

۳ــ با استفاده از درصد اجزاء آمیز، مقدار آن‌ها را محاسبه کند.

۴ــ کاربرد درصد را در محاسبه اجزاء آمیز با یک مثال توضیح دهد.

مقایسه‌ی کمیت‌ها

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

۱ ــ از روی اختلاف آن‌ها

۲ ــ 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 صورتی‌که دو جسم A و B با وزن‌های ۱۲kg و ۳kg را در نظر بگیریم، مقایسه این‌دو جسم می‌تواند به‌صورت‌های زیر بیان شود.

الف ــ اختلاف وزن بین A و B برابر با ۹kg است. یعنی جسم A به اندازه‌ی ۹kg از جسم B سنگین‌تر است.

ب ــ 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 به‌صورت زیر بیان داشت :

٪۲۵ وزن جسم A = وزن جسم B

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

٪۳ یک تُن برابر است با : $\frac{۳}{۱۰۰}\times(۱\times۱۰۰۰)=۳۰\text{kg}$

٪۶۳ از ۱۹m برابر است با : $\frac{۶۳}{۱۰۰}\times۱۹=۱۱/۹۷\text{m}$

٪۶ از هفت‌هزار و پانصد ریال برابر است با :

$\frac{۶}{۱۰۰}\times۷۵۰۰=۴۵۰$ ریال

در صنایع سرامیک ، به‌طور 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 به‌کار می‌رود. به‌طور مثال، وقتی می‌گوییم یک آمیز سرامیکی دارای ٪۲۸/۷ کائولین است و می‌خواهیم بدانیم که در ۳/۶ تُن از این آمیز باید چه مقدار کائولین برحسب کیلوگرم مصرف کنیم؟ بدین شکل عمل می‌کنیم :

$۳/۶\times۱۰۰۰=۳۶۰۰\text{kg}$

$۲۸/۷٪\times۳۶۰۰=\frac{۲۸/۷}{۱۰۰}\times۳۶۰۰=۱۰۳۳\text{kg}=۱/۰۳۳\text{ton}$

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

$\frac{۲۵}{۴۰}\times۱۰۰=۶۲/۵٪$

برای بیان عمومی عملیات انجام شده، هنگامی‌که 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 :

رابطه (۱ــ ۲) $$\text{درصد جزء}=\frac{\text{مقدار جزء (با واحد معین)}}{\text{مقدار کل (با همان واحد)}}\times۱۰۰$$

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، بدین‌صورت 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 (۱ــ۲) 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 تُن از یک آمیز سرامیکی دارای ۹۰۰ کیلوگرم سیلیس است. چند درصد سیلیس در این آمیز مصرف شده است؟

حل: برای حلّ این مسأله باید ابتدا واحدها را یکسان کرد. پس :

$$۳\text{ton} = ۳ \times ۱۰۰۰ = ۳۰۰۰\text{kg}$$

$$\text{درصد جزء} = \frac{\text{مقدار جزء}}{\text{مقدار کل}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{۹۰۰}{۳۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۳۰٪$$

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 ۱kgاست).

حل: در ابتدا واحدها را یکسان می‌کنیم :

$$۳۰۰\text{ kg} = \text{وزن } ۳۰۰ \text{ لیترآب} \Rightarrow ۱\text{kg} = \text{وزن یک لیتر آب}$$

$$۹۰۰\text{kg} = ۳۰۰\text{kg آب} + ۶۰۰\text{kg مواد جامد} = \text{وزن کل دوغاب}$$

پس :

$$\Rightarrow \text{درصد آب موجود در دوغاب} = \frac{۳۰۰}{۹۰۰} \times ۱۰۰ = ۳۳/۳۳٪$$

$$\text{درصد مواد جامد موجود در دوغاب} = \frac{۶۰۰}{۹۰۰} \times ۱۰۰ = ۶۶/۶۷٪$$

$$\text{مجموع اجزاء} = ۳۳/۳۳ + ۶۶/۶۷ = ۱۰۰$$

توجه کنید که مجموع اجزا برابر ۱۰۰/۰۰٪ است.

مثال ۳: دانه‌بندی ۲گرم از یک پودر سرامیکی به‌صورت زیر است :

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

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

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

درصد هر یک از اندازه ذرات را محاسبه کنید.

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

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

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

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

حل: ابتدا وزن کل را حساب می‌کنیم :

$$۲۱۵\,kg + ۲۱۰\,kg + ۲۷۵\,kg + ۱۵۰\,kg = ۸۵۰\,kg$$

حال خواهیم داشت :

درصد بال‌کلی $= \frac{۲۱۵}{۸۵۰} \times ۱۰۰ = ۲۵/۲۹٪$

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

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

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

مجموع اجزاء $۲۵/۲۹ + ۲۴/۷۱ + ۳۲/۳۵ + ۱۷/۶۵ = ۱۰۰$

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

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

۳۳/۳۹ قسمت	کوارتز
۳۶/۳۵ قسمت	کائولین
۱/۹ قسمت	دولومیت

سنگ آهک ۱۰/۲۸قسمت

بوراکس دی‌هیدراته ۲۶/۷۳ قسمت

سدیم کربنات ۳/۳۷ قسمت

حل: مشاهده می‌کنیم 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 می‌کنیم.

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

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

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

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

$$\text{درصد بوراکس دی‌هیدراته} = \frac{۲۶/۷۳}{۱۱۲/۰۲} \times ۱۰۰ = ۲۳/۸۶٪$$

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

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

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

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

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

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

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

بوراکس دی‌هیدراته مورد نیاز $= ۰/۲۳۸۶ \times ۱۲۵۰kg = ۲۹۸/۲۵kg$

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

مثال ۶ : برای ساخت یک قالب گچی نیاز به ۱۵کیلوگرم دوغابی از گچ و آب داریم. در صورتی‌که 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 هریک را در مخلوط آب و گچ بدانیم.

با توجه به این‌که نسبت گچ به آب $\frac{۴}{۳}$ است، به‌ازای هر چهار قسمت گچ سه قسمت آب نیاز داریم. پس مجموعاً ۳ + ۴ قسمت مواد (شامل گچ و آب) داریم و درنتیجه :

$$\text{درصد جزء} = \frac{\text{مقدار جزء}}{\text{مقدار کل}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد گچ} = \frac{۴}{۴+۳} \times ۱۰۰ = ۵۷/۱۴٪$$

$$\text{درصد آب} = \frac{۳}{۴+۳} \times ۱۰۰ = ۴۲/۸۵٪$$

$$\Rightarrow \text{مقدار گچ مورد نیاز} = \frac{۵۷/۱۴}{۱۰۰} \times ۱۵ = ۸/۷۵۱\text{kg}$$

$$\text{مقدار آب مورد نیاز} = \frac{۴۲/۸۵}{۱۰۰} \times ۱۵ = ۶/۴۲۸\text{kg}$$

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 :

۱ــ 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.

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

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

در نتیجه برای مثال بالا خواهیم داشت :

$$\text{نسبت تغییرات طول} = \frac{۷۰-۷۴}{۷۰} = \frac{-۴}{۷۰}$$

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

$$\text{درصد تغییرات} = \text{نسبت تغییرات} \times ۱۰۰ \quad \Rightarrow \text{درصد تغییرات طول} = \frac{-۴}{۷۰} \times ۱۰۰ =$$

(افزایش طول) $-۵/۷۱٪$

علامت منفی در این‌جا نشان‌دهنده‌ی انبساط است.

مثال ۷: طول اولیه‌ی یک میله فلزی ۴۰cm است. وقتی این میله را تا $1200^{\circ}C$ حرارت می‌دهیم، طول آن تا ۴۱/۲cm افزایش می‌یابد. مقدار انبساط حرارتی این میله در دمای $1200^{\circ}C$ 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 آن‌چه گفته شد، خواهیم داشت :

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

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

$$= -3\%$$

علامت منفی نشانه انبساط است.

بدیهی است اگر میله فلزی تا دمای محیط سرد شود دوباره منقبض شده و به همان طول۴۰ cm خواهد رسید.

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

مثال ۸ : 5g 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 4/99g 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 150gباشد، وزن اولیه این نمونه را (در حالت خشک) محاسبه کنید.

حل :

$$\text{درصد تغییرات وزن} = \frac{\text{مقدار تغییرات وزن}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰ = \frac{(\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

پس :

$$\text{درصد تغییرات وزنی} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰ = ۸٪$$

(برای راحتی کار، وزن اولیه را با w_i* نمایش می‌دهیم) :

$$\frac{۸}{۱۰۰} = \frac{(w_i - ۱۵۰)}{w_i}$$

$$\Rightarrow \frac{۸}{۱۰۰} \times w_i = w_i - ۱۵۰ \quad \Rightarrow \quad w_i - \frac{۸}{۱۰۰} w_i = ۱۵۰ \quad \Rightarrow \quad \frac{۹۲}{۱۰۰} w_i = ۱۵۰$$

$$\Rightarrow w_i = \frac{۱۵۰}{۰/۹۲} = ۱۶۳g$$

تمرین

۱ــ می‌خواهیم با نسبت $\frac{۱}{۲۰۰}$ ، 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؟

۲ــ حجم مفید (ظرفیت کلی) یک کوره $۴۲/۵ m^۳$ ، و حجم ظروفی که با استفاده از ساگار در این کوره بارگیری می‌شوند، $۳۲/۳ m^۳$ است.

الف ــ چه درصدی از حجم کوره توسط ظروف اشغال می‌شود؟

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

۳ ــ نسبت وزنی یک ماده‌ی گدازآور (فلاکس) به‌صورت جدول (۱ــ۲) است. درصد وزنی مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن را محاسبه کنید.

جدول ۱ــ۲ــ نسبت وزنی یک ماده‌ی گدازآور

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

* ــ اندیس (i) از کلمه‌ی initial آمده است.

۴ ــ طول اولیه یک آجرنسوز 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 ــ وزن یک قطعه رسی پس از پختن برابر با ۳۲/۴۱g است. در صورتی‌که افت وزنی این قطعه در نتیجه حرارت دادن ٪۱۲/۶ باشد، وزن اولیه آن را محاسبه کنید.

۶ ــ آمیز دو لعاب (الف) و (ب) در جدول (۲ــ۲) موجود است. درصد وزنی مواد تشکیل دهنده‌ی این دو لعاب را محاسبه کرده و مشخص کنید که کدام‌یک حاوی مقدار بیش‌تری سرب سیلیکات است.

جدول ۲ــ۲ــ 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 ــ 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.