مدرسان شریف

فصل اول

« آحاد، ابعاد و برخی پارامترهای مهم در مهندسی »

آحاد و ابعاد

هر مفهوم فیزیکی قابل مشاهده و یا اندازه‌گیری به وسیله ابعاد تعریف می‌شود. مثلاً زمان، طول، حجم، مساحت و انرژی هر کدام یک بعد محسوب می‌شوند. بزرگی هر بعد نیز با واحد بیان می‌شود.

ابعاد اصلی عبارتند از: طول، زمان، دما، جرم و جریان الکتریکی مقدار ماده و شدت روشنایی. ابعاد دیگر ابعاد فرعی نام دارند که از ترکیب ابعاد اصلی ایجاد می‌شوند.

برای استفاده از آحاد مختلف از سیستم‌های مختلفی استفاده می‌شود. معروفترین سیستم‌ها عبارتند از:

سیستم انگلیسی یا Imperial system (فوت، پوند، ثانیه)، سیستم cgs (سانتیمتر، گرم، ثانیه) و سیستم SI (متر، کیلوگرم، ثانیه).

نکته۱: ابعاد دو طرف تساوی در تمامی معادلات موجود در مهندسی بایستی یکسان باشند.

از این نکته می‌توان در نوشتن روابط استفاده نمود. به طوری‌که اگر ابعاد دو طرف تساوی یکسان نباشد نشان دهنده این است که رابطه مذکور درست نوشته نشده است. این مطلب در مورد واحدهای یک تساوی نیز پابرجاست. به طوری‌که اگر واحدها در دو طرف یک تساوی یکسان نباشد نشان می‌دهد که یا رابطه اشتباه نوشته شده است و یا واحدها همگی در یک سیستم نیامده اند. مثلا ممکن است برخی واحدها در سیستم SI و برخی دیگر در سیستم cgs آمده باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود همیشه در حل مسأله‌ها در هنگام نوشتن روابط در جلوی هر عدد در رابطه واحد آن نیز نوشته شود.

برای نشان دادن مقادیر خیلی بزرگ یا خیلی کوچک کمیت‌ها از ضرایب مشخصی قبل از واحدها استفاده می‌شود که مهمترین آن‌ها عبارتند از:

میکرو ($\mu, 10^{-6}$)، میلی ($m, 10^{-3}$)، کیلو ($k, 10^{3}$) و مگا ($M, 10^{6}$)،

گاهی اوقات در مسائل واحد کمیت‌های مختلف را در سیستم‌های متفاوتی می‌دهند لذا لازم است که قبل از حل مسأله واحدها را تبدیل نماییم. جدول زیر تبدیل برخی از واحدهای مهم و کاربردی در صنایع غذایی را به هم نشان می‌دهد:

۱ فوت (ft)	۰/۳۰۴۸ متر (m)	۱ BTU	۱۰۵۵ ژول (J)
۱ اینچ (in)	۲/۵۴ سانتیمتر (cm)	۱ BTU	۲۵۲/۱۶ کالری (cal)
۱ آنگستروم (A°)	10^{-10} متر	۱ کیلو کالری	۴/۱۸ کیلو ژول
۱ پوند (lb_m)	۰/۴۵۴ کیلوگرم	۱ ژول	۱ نیوتن متر
۱ نیوتن (N)	۱ $Kg.m/s^2$	۱ وات (W)	۱ J/s
۱ پوند نیرو (lb_f)	۴/۴۵ نیوتن	۱ دین (dyne)	۱ $g.cm/s^2$
۱ اسب بخار (hp)	۰/۷۴۵۷ کیلو وات	۱ پوند بر اینچ مربع (psi)	۶/۸۹۵ کیلو پاسکال (kPa)
۱ پاسکال (Pa)	۱ N/m^2	۱ بار (bar)	10^5 پاسکال (Pa)
۱ اتمسفر (atm)	۱۴/۶۹۶ پوند بر اینچ مربع	۱ اتمسفر	$1/013 \times 10^5$ N/m^2
۱ اتمسفر	۷۶۰ میلیمتر جیوه (mm Hg)	۱ سانتی پواز (cp)	10^{-3} pa s

تبدیل‌هایی که در جدول بالا آمده‌اند مواردی اساسی هستند و سایر تبدیل‌ها را می‌توان با به خاطر داشتن جدول بالا انجام داد که در ادامه به مثالی از آن پرداخته می‌شود.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۱: هر $\frac{Btu}{hr.ft^2}$ برابر با چند $\frac{W}{m^2}$ است؟

۱) ۲/۷۷ ۲) ۳/۱۵ ۳) ۱/۶۷ ۴) ۴/۵۶

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» از جدول بالا می‌دانیم که هر Btu برابر با ۱۰۵۵ ژول می‌باشد. از طرفی هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است پس هر ۱ Btu/hr برابر با ۰/۲۹۳ J/s است. از طرفی هر J/s یک W است پس این مقدار برابر با ۰/۲۹۳ W است. همچنین می‌دانیم که هر فوت برابر با ۰/۳۰۴۸ متر است پس هر ft^2 برابر با ۰/۰۹۲۹متر مربع می‌باشد. پس هر $Btu/hr.ft^2$ برابر با ۳/۱۵ W/m^2 می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

کمیت‌های بدون بعد

معمولاً بررسی کمیت‌ها به صورت نسبی ساده‌تر است. این نسبت‌ها بدون بعد می‌باشند که کاربرد آن‌ها را در مسائل مهندسی آسانتر می‌سازد. به عنوان مثال وزن مخصوص کمیتی است که دارای واحد و بعد می‌باشد ولی وزن مخصوص نسبی یا ثقل مخصوص کمیتی بدون بعد است که از تقسیم نمودن وزن مخصوص یک ماده بر وزن مخصوص آب به دست می‌آید.

سیستم

قسمت مشخصی از فضا یا بخش معینی از یک ماده را که ما بررسی‌مان را روی آن انجام می‌دهیم «سیستم» می‌نامند. دور تا دور یک سیستم را مرزهای آن در بر گرفته است که آن را از محیط اطراف جدا می‌نماید. هر بخشی از فضا که خارج از مرزهای یک سیستم قرار دارد و بر روی مرزهای آن تأثیرگذار است را «محیط» می‌نامند. به عنوان مثال وقتی ما تبخیر آب را در یک اواپراتور بررسی می‌کنیم، داخل اواپراتور سیستم ما است و دیواره‌های آن مرزهای این سیستم. ما در مسائل فیزیکی با سه نوع سیستم سروکار داریم:

الف) سیستم باز: در این سیستم هر دوی جرم و انرژی از مرزهای سیستم عبور می‌کند.

ب) سیستم بسته: در این نوع سیستم فقط انرژی از مرزهای سیستم عبور می‌نماید و جرم نمی‌تواند از مرزهای سیستم عبور کند.

ج) سیستم آدیاباتیک: در این سیستم نه جرم از مرزهای سیستم عبور می‌کند نه انرژی.

نکته۲: سیستمی که ترکیب و خواص فیزیکی آن در تمام نقاطش یکسان باشد همگن و در غیر این صورت ناهمگن نام دارد. هر جزء درون سیستم ناهمگن را یک فاز می‌نامند.

مثال۲: دیگ بخار چه نوع سیستمی است؟

۱) سیستم باز ۲) سیستم بسته

۳) سیستم آدیاباتیک ۴) بسته به شرایط هر سه می‌تواند باشد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» در دیگ بخار آب وارد و بخار خارج می‌شود. در ضمن آن دیگ به محیط اطراف خود نیز حرارت پس می‌دهد. در نتیجه در دیگ عبور هر دوی ماده و انرژی را داریم و دیگ بخار یک سیستم باز می‌باشد.

خواص سیستم

خواص یک سیستم، مشخصات قابل مشاهده آن سیستم هستند که حالت تعادلی آن سیستم را مشخص می‌کنند. خواص یک سیستم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) خواص شدتی (Intensive): این خواص به جرم سیستم بستگی ندارند، مثل دما، فشار و چگالی

ب) خواص مقداری (Extensive): این خواص به اندازه سیستم بستگی دارند، مثل جرم و طول و حجم و انرژی.

نکته۳: نسبت دو خاصیت مقداری یک خاصیت شدتی است. مثلاً دو خاصیت جرم و حجم هر دو خاصیتی مقداری هستند که نسبت‌شان چگالی است که خاصیتی شدتی می‌باشد.

مثال۳: کدام‌یک از خواص زیر از خواص شدتی نمی‌باشد؟

۱) دما ۲) حجم ۳) فشار ۴) چگالی

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» خواصی نظیر دما، فشار و چگالی که به جرم سیستم بستگی ندارند از خواص شدتی هستند. خواصی مانند جرم، طول، حجم و انرژی که بستگی به اندازه سیستم دارند جزو خواص مقداری هستند.

www.modaresanesharif.ac.ir

چگالی و انواع آن

چگالی جرم واحد حجم می‌باشد و سه نوع دارد:

الف) چگالی واقعی (Solid density): در محاسبه چگالی واقعی حجم حفرات و فضاها در نظر گرفته نمی‌شود.

ب) چگالی ذره ای (Particle density): نسبت جرم واقعی ذره به حجم حقیقی آن را «چگالی ذره‌ای» گویند.

ج) چگالی حجمی (Bulk density): نسبت جرم ذرات به فضای اشغال شده توسط آن‌ها را «چگالی حجمی» می‌نامند.

چگالی واقعی بزرگتر از چگالی ذره‌ای و چگالی ذره‌ای، بزرگتر از چگالی حجمی می‌باشد.

چگالی اکثر مواد غذایی به جز مواد غذایی پرچرب و پر نمک حدود $۱۴۰۰-۱۶۰۰\frac{kg}{m^۳}$ می‌باشد. چگالی چربی پایین‌تر از این محدوده و چگالی نمک بالاتر از این محدوده است.

چگالی مایعات عمدتاً با هیدرومتر دستی اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه وزن مخصوص مایع (چگالی مایع به چگالی آب) را اندازه می‌گیرد.

تخلخل (Porosity)

تخلخل حجم اشغال شده توسط ماده جامد را بیان می‌کند که از رابطه ($\text{تخلخل} = ۱-\frac{\text{چگالی حجمی}}{\text{چگالی واقعی}}$) به دست می‌آید.

تخلخل بین ذره‌ای (Void)

تخلخل بین ذره‌ای از رابطه ($\text{تخلخل بین ذره‌ای} = ۱-\frac{\text{چگالی حجمی}}{\text{چگالی ذره‌ای}}$) به دست می‌آید.

تخلخل بزرگتر از تخلخل بین ذره‌ای است.

اگر ترکیبات یک ماده غذایی مشخص باشد می‌توان با استفاده از دو رابطه زیر چگالی کل ماده غذایی را حساب کرد:

$$\rho_{total} = \frac{۱}{\frac{m_۱}{\rho_۱}+\frac{m_۲}{\rho_۲}+\cdots\frac{m_n}{\rho_n}}$$

$$\rho_{total} = V_۱\rho_۱ + V_۲\rho_۲ + \cdots + V_n\rho_n$$

m_i جرم جزء i در ماده غذایی است، ρ_i چگالی جزء i در ماده غذایی و V_i کسر حجمی اجزاء تشکیل دهنده است.

نکته۴: وزن مخصوص وزن واحد حجم ماده است و واحد آن نیوتن بر متر مکعب می‌باشد. همچنین حجم مخصوص نسبت حجم به جرم یک ماده است. حجم مخصوص عکس چگالی است و واحد آن متر مکعب بر کیلوگرم است.

مثال۴: اگر چگالی حجمی و چگالی ذره ای جسمی به ترتیب نصف و ۰/۸ چگالی واقعی آن باشد مقدار Porosity جسم چند درصد است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۰/۸ ۴) ۸۰

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

$$\text{تخلخل} = ۱-\frac{\text{چگالی حجمی}}{\text{چگالی واقعی}} = ۱-\frac{۱}{۲} = ۰/۵ = ۵۰\%$$

غلظت

مقدار ماده در واحد حجم را غلظت آن ماده گویند. غلظت ممکن است وزنی/ وزنی یا وزنی/ حجمی باشد. مولاریته یا غلظت مولی تعداد مول‌های ماده در یک لیتر محلول است. جزء مولی نسبت تعداد مول‌های ماده به کل تعداد مول‌های سیستم است که از رابطه $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + \cdots + n_i}$ به دست می‌آید که در آن X_A جزء مولی جزء A و n_A تعداد مول‌های جزء A و n_B تعداد مول‌های جزء B می‌باشد.

مولالیته تعداد مول‌های یک ماده در هزار گرم حلال است. مولالیته و جزء مولی مستقل از دما هستند.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۵: اگر ۲۹/۲۵ گرم نمک طعام را در cc ۱۰۰ آب حل کنیم جزء مولی نمک چند است؟

۱) ۰/۶۷ ۲) ۰/۰۸۲ ۳) ۰/۵۴ ۴) ۰/۴۸

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» می‌دانیم که وزن مولکولی نمک طعام ۵۸/۵ گرم و وزن مولکولی آب ۱۸ می‌باشد. ابتدا تعداد مول نمک و سپس تعداد مول‌های آب را به دست می‌آوریم و در رابطه مربوطه قرار می‌دهیم. از طرفی می‌دانیم که دانسیته آب g/cc ۱ است، پس cc ۱۰۰ برابر با g ۱۰۰ است.

وزن	تعداد مول		وزن	تعداد مول
۱۸	۱		۵۸/۵	۱
۱۰۰ $y=۵/۶$	y		۲۹/۲۵ $x=۰/۵$	x

$$X_{\text{نمک}}=\frac{n_{\text{نمک}}}{n_{\text{نمک}}+n_{\text{آب}}}=\frac{۰/۵}{۶/۱}=۰/۰۸۲$$

مقدار رطوبت در مواد غذایی

مقدار رطوبت در مواد غذایی به دو صورت بیان می‌شود:

الف) رطوبت بر مبنای مرطوب ($M_{\text{wet base}}$): رطوبت بر مبنای مرطوب عبارتست از وزن آب موجود در ماده غذایی به وزن آن ماده غذایی

ب) رطوبت ماده غذایی بر مبنای خشک ($M_{\text{dry base}}$): رطوبت بر مبنای خشک عبارتست از وزن آب موجود در ماده غذایی به وزن ماده خشک موجود در ماده غذایی

برای تبدیل دو رطوبت بالا به همدیگر می‌توان از یک نسبت ساده استفاده نمود. همچنین می‌توان از دو رابطه زیر بدین منظور استفاده کرد:

$$M_{\text{wet base}}=\frac{M_{\text{dry base}}}{M_{\text{dry base}}+۱} \quad ; \quad M_{\text{dry base}}=\frac{M_{\text{wet base}}}{۱-M_{\text{wet base}}}$$

مثال۶: رطوبت یک ماده غذایی بر مبنای مرطوب ۶۰% است. رطوبت این ماده غذایی بر مبنای خشک چند است؟

۱) ۶۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۵۰

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» به دو روش تناسب یا فرمولی می‌توان این مسأله را حل نمود:

الف) **روش تناسب:** رطوبت بر مبنای مرطوب ۶۰% یعنی در هر ۱۰۰ کیلوگرم ماده غذایی مرطوب ۶۰ کیلوگرم آب وجود دارد. پس در هر ۴۰ کیلوگرم ماده خشک ۶۰ کیلو رطوبت وجود دارد. با یک تناسب ساده می‌توان مقدار درصد رطوبت بر مبنای خشک را محاسبه نمود:

وزن ماده خشک	وزن ماده مرطوب	
۴۰	۶۰	
۱۰۰	x	$x=۱۵۰$

ب) **روش فرمولی:** با استفاده از رابطه زیر مقدار رطوبت بر مبنای مرطوب را به رطوبت بر مبنای خشک تبدیل می‌کنیم:

$$M_{\text{dry base}}=\frac{M_{\text{wet base}}}{۱-M_{\text{wet base}}}=\frac{۰/۶}{۱-۰/۶}=۱۵۰\%$$

مثال۷: اگر رطوبت یک ماده غذایی بر مبنای خشک ۳۰۰% باشد، مقدار آن بر مبنای مرطوب چند درصد خواهد بود؟

۱) ۳۰ ۲) ۵۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۵

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

$$M_{\text{wet base}}=\frac{M_{\text{dry base}}}{M_{\text{dry base}}+۱}=\frac{۳}{۴}=۰/۷۵=۷۵\%$$

www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل ششم

« ترموباکتریولوژی »

زمان کاهش اعشاری (D_{value})

زمان لازم برای کاهش ۹۰ درصدی یا کاهش یک سیکل لگاریتمی در جمعیت میکروبی را «زمان کاهش اعشاری» می‌نامند. جمعیت اولیه میکروبی هیچ تأثیری بر عدد D_{value} ندارد. مقدار D_{value} را از رابطه $D = \frac{t}{\log N_o - \log N}$ به دست می‌آورند که در آن N_o و N مقادیر اولیه و ثانویه میکروب‌ها و t زمان و D زمان کاهش اعشاری است.

مقدار D بستگی به نوع میکروارگانیسم و دمای فرآیند حرارتی دارد به عبارتی هر چه حرارت بالاتر و میکروارگانیسم ضعیف‌تر باشد زمان کشندگی کمتر و D نیز کاهش می‌یابد.

مثال ۱: با افزایش تعداد میکروب‌های درون یک ماده غذایی مقدار D_{value} چه تغییری می نماید؟

۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.

۳) تغییری نمی‌کند. ۴) بسته به نوع میکروارگانیسم تغییر می‌کند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» جمعیت اولیه میکروبی هیچ تأثیری بر عدد D_{value} ندارد.

ثابت مقاومت حرارتی یا Z_{value}

ثابت مقاومت حرارتی یا Z_{value} مقدار افزایش دمای لازم برای کاهش ۹۰ درصدی زمان کاهش اعشاری می‌باشد. یا به عبارت دیگر مقدار افزایش دمای لازم برای تغییر یک سیکل لگاریتمی در D_{value} را Z_{value} می‌نامند. مقدار ثابت مقاومت حرارتی از رابطه $z = \frac{T_2 - T_1}{\log D_{T_1} - \log D_{T_2}}$ به دست می‌آید.

زمان مرگ حرارتی یا F_{value}

زمان مرگ حرارتی مدت زمان لازم برای کاهش مقدار معینی از جمعیت میکروارگانیسم‌ها است که معمولاً مضربی از عدد D_{vaule} است. مثلا ۹۹٪ کاهش در جمعیت میکروبی برابر با $F = 4D$ است. معمولاً در فرآوری مواد غذایی برای غلبه بر کلستریدیوم بوتولینوم از $F = 12\ D$ استفاده می‌کنند. معمولاً F_{value} را به صورت F_T^z نشان می‌دهند که زمان مرگ حرارتی را برای دمای T و ثابت مقاومت حرارتی Z نشان می‌دهد. مقدار F_{value} از رابطه $F = t \times 10^{\frac{T-121}{10}}$ به دست می‌آید.

با تفکیک منحنی زمان ـ دما به t_1 دقیقه در دمای T_1، t_2 دقیقه در دمای T_2 و غیره مقدار F کل بر مبنای ۱۲۰ درجه سانتیگراد توسط رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F = t_1 \times 10^{\frac{-(120-T_1)}{z}} + t_2 \times 10^{\frac{-(120-T_2)}{z}} + \cdots$$

www.modaresanesharif.ac.ir

هرگاه جزئی از کل فرآیند حرارتی را در مدت dt به صورت dS در نظر بگیریم می‌توان نوشت: $dS = \frac{dt}{t}$

از آن‌جا که $t = F \times ۱۰^{(\frac{۱۲۱-T}{z})}$ می‌باشد داریم: $dS = \frac{۱}{F \times ۱۰^{(\frac{۱۲۱-T}{z})}} \times dt$

برای تکمیل فرآیند و رسیدن به زمان مرگ حرارتی و حصول استریلیزاسیون مؤثر انتگرال dS باید برابر یک باشد یعنی: $\int \frac{۱}{F \times ۱۰^{(\frac{۱۲۱-T}{z})}} \times dt = ۱$

مثال ۲: یک قوطی کنسرو را به مدت ۱ دقیقه در دمای ۱۴۱ درجه سانتیگراد حرارت دادیم. اگر $Z_{value} = ۱۰$ باشد مقدار F_{value} چند دقیقه است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۰ ۴) ۱

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» مقدار F_{value} از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F = t \times ۱۰^{\frac{T-۱۲۱}{۱۰}} = ۱ \times ۱۰^{\frac{۱۴۱-۱۲۱}{۱۰}} = ۱۰۰ min$$

احتمال فساد

مقدار احتمال فساد از رابطه $r = \frac{۱۰^{\frac{F}{D}}}{N_o}$ به دست می‌آید. $r = ۱۰۰۰$ یعنی در هر ۱۰۰۰ بسته یک بسته فاسد است.

مثال ۳: اگر بعد از اعمال فرآیندی با $F = ۲۵۶ min$ از هر ۱۰۰ بسته یک بسته فاسد باشد و D_{value} میکروارگانیسم غالب در آن ماده غذایی ۲/۵۶ دقیقه باشد، تعداد اولیه میکروارگانیسم‌های درون آن چند عدد می‌باشد؟

۱) $۱۰^{۱۰۰}$ ۲) $۱۰^{۹۸}$ ۳) $۱۰^{۵۶}$ ۴) $۱۰^{۳۴}$

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

$$N_o = \frac{۱۰^{\frac{F}{D}}}{r} = \frac{۱۰^{\frac{۲۵۶}{۲/۵۶}}}{۱۰۰} = \frac{۱۰^{۱۰۰}}{۱۰^{۲}} = ۱۰^{۹۸} \qquad r = \frac{۱۰^{\frac{F}{D}}}{N_o}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

تست‌های طبقه‌بندی شده فصل ششم

۱ـ فرض کنید نقطه سرد قوطی مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۱۱ °C و مدت ۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ °C قرار گرفته باشد، مقدار F_{value} استاندارد این فرآیند حرارتی چند دقیقه است؟ (Z_{value} را برابر ۱۰ °C فرض کنید.) (سراسری ۷۹)

۱) ۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۵/۵ ۴) ۶

۲ـ اگر نقطه سرد قوطی کنسرو معادل ۴/۵ دقیقه در دمای ۱۱۹ درجه سانتیگراد حرارت دیده باشد مقدار Fvalue این فرآیند حرارتی چند دقیقه است؟ (سراسری ۸۱)

۱) برابر ۴/۴۲۵ ۲) کمتر از ۴/۵ ۳) برابر ۴/۵ ۴) بیشتر از ۴/۵

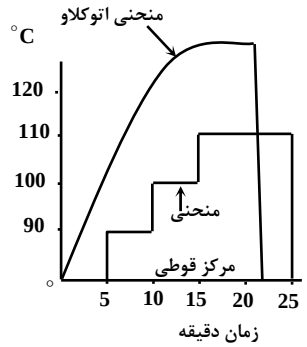
۳ـ در صورتی که Fvalue فرآیند حرارتی برای یک ماده غذایی برابر ۵ دقیقه باشد و Zvalue برابر ۱۰ درجه سانتیگراد، چه زمانی ماده غذایی باید دمای ۱۳۱ درجه سانتیگراد را داشته باشد تا معادل این Fvalue شود؟ (از اثر دماهای کمتر از ۱۳۱ درجه صرف نظر شده است) (سراسری ۸۲)

۱) ۰/۰۵ دقیقه ۲) ۰/۵ دقیقه ۳) ۱/۵ دقیقه ۴) ۵۰ دقیقه

۴ـ در صورتی که نقطه سرد یک قوطی معادل ۱۵ دقیقه دمای ۱۱۱ °C و ۲ دقیقه دمای ۱۲۱ °C دیده باشد مقدار Fvalue این فرآیند حرارتی چقدر است؟ (مقدار z برابر ۱۰ دقیقه فرض کنید.) (سراسری ۸۴)

۱) ۲/۵ ۲) ۲/۷۵ ۳) ۳/۰۵ ۴) ۳/۵

۵ـ اگر فرض کنیم که منحنی دمای اتوکلاو و نقطه سرد قوطی کنسرو به صورت شکل ارائه شده باشد Fvalue بر مبنای ۱۲۰ درجه سانتی گراد فرآیند حرارتی قوطی چقدر است؟ ($z = ۱۰$ است و اثرات حرارتی صفر تا ۵ و بعد از ۲۵ دقیقه را صرف‌نظر کنید.) (سراسری ۸۵)



۱) ۱/۰۵۵
۲) ۱/۵۵
۳) ۵/۰۵۵
۴) ۱۰/۵۵

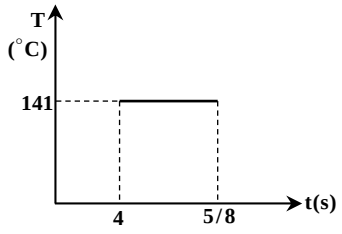
۶ـ با توجه به اینکه برای تعیین Fvalue قوطی کنسرو از فرمول $F = t \times ۱۰^{(\frac{T-۱۲۱}{z})}$ استفاده می‌شود و مقدار z برابر ۱۰ درجه سانتی گراد است اگر فرض کنیم نقطه سرد یک قوطی ۱۰ دقیقه دمای ۱۱۱ و ۱۰ دقیقه دیگر دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد دیده باشد مقدار Fvalue این فرآیند حرارتی چند دقیقه است؟ (سراسری ۸۷)

۱) ۱/۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۱ ۴) ۲۰

۷ـ در طی یک فرآیند حرارتی جمعیت اسپورها از ۲×۱۰^{۶} cfu در هر گرم به ۱ cfu در هر ۵۰ گرم محصول می‌رسد. زمان فرآوری حرارتی چقدر طول کشیده است؟ (آزاد ۸۸)

۱) ۱۰D ۲) ۸D ۳) ۴D ۴) ۶D

۸ـ با توجه به نمودار دما ـ زمان داده شده میزان F_0 چند دقیقه است؟ ($z = ۱۰^{\circ}C$) (آزاد ۸۸)



۱) ۰/۶
۲) ۳
۳) ۰/۳
۴) ۶

www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل یازدهم

« خوردگی »

تقسیم بندی خوردگی‌ها

خوردگی‌ها به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

الف) خوردگی در نتیجه اکسیداسیون: این نوع خوردگی در اثر اکسایش فلزات به وجود می‌آید، مثل زنگ زدگی آهن. معمولاً تشکیل یک لایه اکسید بر روی فلز از پیشرفت زنگ زدگی جلوگیری می‌نماید و در صورت صدمه دیدن لایه اکسید شده بلافاصله لایه‌ای دیگر بر روی فلز تشکیل می‌گردد. ضخامت لایه اکسید معمولاً حدود ۱۰ تا ۴۰ آنگستروم است. در مواقعی که مقاومت لایه اکسید کم باشد زود ترک خورده و خوردگی ادامه می‌یابد (مانند اکسایش آهن) ولی اگر لایه اکسید مقاوم باشد از اکسایش بیشتر جلوگیری می‌نماید. آلودگی هوا (دی‌اکسید کربن و دودهای شیمیایی)، رطوبت و افزایش دما باعث تشدید اکسایش می‌گردد. زنگ‌زدگی از نقاط ضعیف و زنگ زده قبلی آغاز می‌شود و یا به صورت نامنظم در سطح پخش می‌شود و یا به صورت رشته‌های باریکی ادامه می‌یابد که این مورد اخیر را **خوردگی رشته‌ای** می‌نامند. برای جلوگیری از این نوع خوردگی یا از فلز مقاوم استفاده می‌نمایند و یا سطح فلز را از لایه‌ای مقاوم می‌پوشانند. مثلاً سطح آهن، مس و برنج را با قلع می‌پوشانند. البته اگر لایه قلع دارای منافذی باشد زنگ زدگی از محل این منافذ آغاز می‌گردد. این لایه قلع با جدا کردن محصول از مس از اکسایش ماده غذایی نیز جلوگیری می‌کند. از دیگر پوشش‌ها می‌توان به نیکل، روی، کروم و آلیاژهای آن‌ها نام برد. می‌توان از اکسید آلومینیوم (آلومین یا Al_2O_3) برای پوشش سطح آهن یا آلومینیوم استفاده نمود. در استیل زنگ نزن یا Stainless steel اکسید کروم یا Cr_2O_3 به عنوان لایه مقاوم از اکسایش جلوگیری می‌کند.

ب) خوردگی الکتروشیمیایی در اثر تشکیل پیل الکتروشیمیایی به وجود می‌آید. الکترولیت مورد نیاز می‌تواند از اسیدها یا املاحی که به طور طبیعی در کلیه مایعات وجود دارند تشکیل شود. این نوع خوردگی خود شامل انواع خوردگی الکترولیت، خوردگی گالوانیک و خوردگی در نتیجه اختلاف غلظت می‌باشد.

۱ـ خوردگی الکترولیت: در محیط‌های آبی و در حضور یک الکترولیت در صورت وجود یک جریان الکتریکی در سیستم صورت می‌پذیرد. در این نوع خوردگی حضور مواضع آندی و کاتدی ضروری است. اگر فلز کاملاً در داخل محلول غوطه ور باشد قسمت‌های مختلف سطح آن در زمان‌های گوناگون آند یا کاتد می‌شود. اما اگر فلز تا نیمه در محلول باشد نقاط نزدیک به سطح مایع که در آن غلظت اکسیژن زیاد است کاتد می‌شود. اگر فلزات لایه اکسید مقاومی داشته باشند در صورت لطمه دیدن این لایه آند در این قسمت تشکیل شده و بقیه سطح کاتد می‌گردد و به خوردگی حاصل از آن **خوردگی حفره‌ای** می‌گویند. نقش محلول الکترولیت در این نوع خوردگی تنها ایجاد امکان خروج یون‌ها از سطح فلز می‌باشد و وارد واکنش‌ها نمی‌شود. سرعت خوردگی در این نوع به سرعت جذب و مصرف الکترون‌ها بستگی دارد. حضور بیش از حد اکسیژن سرعت خوردگی را از راه تشکیل لایه اکسید فلزی کاهش می‌دهد. در این نوع خوردگی وجود انرژی الکتریکی ضروری است.

۲ـ خوردگی گالوانیک: به علت قرار گرفتن دو الکترود فلزی نامتجانس در یک محلول ایجاد می‌شود که در آن فلز فعال تر تمایل به جایگزینی فلز دیگر خواهد داشت. مثلاً در گالوانیزه روی از خورده شدن آهن جلوگیری می‌نماید. آهن معمولاً جایگزین هیدروژن اسیدهای موجود در خاک، مواد آلی و آب باران می‌گردد. آهن در محلول‌های قلیایی بادوام‌تر و پایدارتر است. اگر برای نصب ورق‌های آلومینیومی از میخ‌های آهنی یا فولادی استفاده شود به تدریج دچار خوردگی گالوانیک شده و اتصال سست می‌گردد. پس بهتر است در این‌گونه موارد از میخ‌های آلومینیومی استفاده گردد. نقش الکترولیت در این نوع خوردگی‌ها ایجاد محیطی با قابلیت هدایت الکتریکی بالا برای عبور الکترون‌ها و خروج یون‌ها از سطح فلز است. برخلاف خوردگی الکترولیتیک این نوع خوردگی نیاز به منبع انرژی الکتریکی ندارد و خود، مولد جریان است.

www.modaresanesharif.ac.ir

۳ـ خوردگی در نتیجه اختلاف غلظت: با تشکیل یک پیل غلظتی صورت می‌پذیرد. مثلاً خوردگی لوله‌های زیر زمینی به دلیل تماس با خاک از این نوع است. در این لوله‌ها قسمتی از لوله که از خاکی با اکسیژن زیاد عبور می‌کند کاتد و قسمتی از لوله که از خاکی با محتوای کم اکسیژن عبور می‌نماید آند می‌باشد. البته در خاک‌های عاری از هوا و فشرده خوردگی ممکن است در اثر باکتری‌های بی هوازی ایجاد شود که نباید اشتباه شود. خوردگی در نتیجه اختلاف غلظت در مخازنی ایجاد می‌شود که درون آن‌ها محلول‌هایی وجود دارد که غلظت ترکیباتشان در نقاط مختلف یکسان نیست. این نوع خوردگی نیز نیاز به انرژی الکتریکی ندارد و خود مولد جریان است. اگر در فاصله بین فلزات و محل واشرهای فلزی مایع راکدی وجود داشته باشد نیز این نوع خوردگی ایجاد می‌گردد.

مثال ۱: اگر قسمتی از اکسید کروم روی استیل زنگ نزن خراشیده شود کدام اتفاق زیر در آن رخ می‌دهد؟

۱) کل فلز تبدیل به کاتد می‌گردد. ۲) کل فلز تبدیل به آند می‌شود.

۳) قسمت آسیب دیده کاتد شده و بقیه فلز تبدیل به آند می‌شود. ۴) قسمت آسیب دیده آند شده و بقیه فلز تبدیل به کاتد می‌شود.

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» اگر فلزات لایه اکسید مقاومی داشته باشند در صورت لطمه دیدن این لایه آند در این قسمت تشکیل شده و بقیه سطح کاتد می‌گردد.

مثال ۲: کدام نوع خوردگی زیر نیازمند انرژی الکتریکی می‌باشد؟

۱) خوردگی مکانیکی ۲) خوردگی الکترولیتیک ۳) خوردگی گالوانیک ۴) خوردگی ناشی از تغییر غلظت

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» خوردگی الکترولیتیک نیازمند انرژی الکتریکی می‌باشد و خوردگی‌های گالوانیک و ناشی از تغییر غلظت خود مولد جریانند.

ج) خوردگی مکانیکی : این نوع خوردگی به علت سایش قطعات متحرک یا تنش بیش از حد ایجاد می‌گردد. فشار و کشش در حین جوشکاری نیز می‌تواند به خوردگی مکانیکی منجر شود. با کاهش اصطکاک می‌توان این خوردگی را کنترل نمود.

خوردگی‌های متداول در استیل زنگ نزن

رسوب ماده خارجی (مانند باقیمانده غذایی، عوامل پاک کننده، ذرات و گازهای خارجی) بر روی سطح فولاد زنگ نزن می‌تواند به تشکیل سلول‌های الکترولیتیکی خوردگی کمک نماید.

فولاد زنگ نزن دستخوش ۵ نوع خوردگی می‌شود:

۱ـ خوردگی عمومی: نشان می‌دهد که فولاد زنگ نزن مقاومتری بایستی استفاده شود.

۲ـ خوردگی مرز دانه ای: به درون دانه‌های کریستالیزه شده نفوذ می‌کند. فولاد زنگ نزن با محتوای کربن پایین بایستی استفاده شود، برای مثال ۳۱۶ L AISI به جای ۳۱۶ AISI و ۳۰۴ L که جایگزین ۳۰۴ AISI شده است.

۱ـ خوردگی گالوانیک: وقتی که دو فلز مختلف در تماس با هم قرار می‌گیرند ایجاد می‌شود؛ پتانسیل الکتریکی به دلیل اختلاف‌ها در غلظت سیال هادی بر روی سطح ایجاد می‌شود. این خوردگی می‌تواند با استفاده از تنها یک نوع از فولاد زنگ نزن در ساختار تجهیزات مواد غذایی، برطرف شود.

۲ـ خوردگی تشکیل دهنده لکه‌ها: ایجاد شده توسط رسوب سطح فلزی. از این نوع خوردگی می‌توان با نگهداری پاکیزه سطوح ممانعت کرد. تماس سطوح فلزی با محصولات کلرین برای زمانی طولانی نیز ممکن است باعث خوردگی و لکه گردد.

۳ـ خوردگی تنشی: ایجاد شده با به کاربردن تنش مکانیکی زیاد به نقاطی خاص. برای مثال، تنظیم بست بر روی سطح فولاد زنگ نزن می‌تواند باعث خوردگی تنشی در این ناحیه گردد.

حمله ماده غذایی به مواد سازنده تجهیزات، بستگی به دما، pH، ناهمواری‌های ماده غذایی (ساینده‌گی)، سرعت جریان و زمان تماس خواهد داشت. از آن جا که این جنبه‌ها شناخته شده هستند، خوردگی فولاد زنگ نزن (برای مثال با کلریدها) می‌تواند با به تأخیر انداختن افزودن نمک در حین گرمایش (تا حد ممکن) به تانک دوجداره گرم شده توسط بخار، که برای فرآوری سس حاوی نمک استفاده می‌شود، کاهش یابد. نگهداری pH آب نمک بین ۷/۵ و ۸ نیز توصیه می‌شود؛ اگر متحمل pH مختلفی شود، خوردگی ظاهر خواهد شد.

خورنده ترین محصولات، آن‌هایی هستند که حاوی سرکه و نمک می‌باشند. در این موارد (شامل محصولات با اسید مانند نظیر آب لیمو و خیارشورهای شیرین (pH =۳) فولاد زنگ نزن ۳۱۶ AISI مناسبترین ماده می‌باشد. خورنده ترین محصولات شیمیایی هیپوکلرین‌ها هستند اما خطر خوردگی فولاد زنگ نزن در غلظت‌های بخصوص وجود ندارد.

www.modaresanesharif.ac.ir

روش‌های جلوگیری از خوردگی

۱ـ جداسازی یا ایزولاسیون

این عمل با استفاده از پوشش‌های فلزی نظیر آلومینیوم، روی، قلع، نیکل، کروم و ... انجام می‌گیرد.

- لوله‌ها و مخازن آهنی یا فولادی در مکان‌های مرطوب به وسیله پوششی از فلزات فعال محافظت می‌شوند. (مانند منیزیم یا روی)
- قلع از نظر میل ترکیبی پایین‌تر از آهن است و نمی‌تواند آهن را از الکترولیز محافظت نماید.
- رنگ زدن با ایجاد مانعی در عبور یون‌ها خوردگی فلزات را کاهش می‌دهد.
- متداول‌ترین رنگ آستری مورد استفاده برای محافظت آهن سرنج است.

۲ـ محافظت کاتدی

الف: استفاده از یک جریان ضعیف الکتریکی یک سو Dc در خلاف جهت تا فلز نتواند آند شود.

ب: استفاده از آند فدا شونده مانند منیزیم برای محافظت لوله‌ها و مخازن فولادی که اگر منیزیم مصرف یا فدا شد یک قطعه دیگر جایگزین می‌شود.

ج: ممانعت کننده‌ها

- برخی با جذب در سطح فلز سرعت انحلال فلز و واکنش احیا را کاهش می‌دهند. مثل ترکیبات آلی آمینه
- برخی خورندگی محلول را کاهش می‌دهند (با مصرف اکسیژن سرعت خوردگی را کم می‌کنند) مثل سولفیت سدیم و هیدرازین
- برخی از طریق تجدید پوزیتیویته فلزاتی مانند آهن و فولاد سبب کاهش خوردگی می‌شوند. مثل کرومات‌ها و نیترات‌ها

www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل دوازدهم

« اصول طراحی کارخانجات صنایع غذایی »

تعریف طراحی کارخانه

طراحی کارخانه مواد غذایی شامل طرح‌ریزی و یا برنامه‌ریزی در خصوص نحوه استقرار دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و نیروی انسانی در یک واحد تولیدی است به گونه‌ای که حداکثر راندمان در تولیدات کارخانه ایجاد شود. برای حصول حداکثر راندمان باید حداقل مسافت طی شود، زمان حمل و نقل و فرآیند حداقل باشد، مجموع انرژی‌های داده شده به سیستم و نیروی انسانی نیز باید مینیمم باشد. در چنین حالتی چه از لحاظ کمی و چه از لحاظ کیفی تولیدی با راندمان بالا خواهیم داشت.

مثال ۱: برای به دست آمدن حداکثر راندمان در خط تولید بایستی ..... در آن خط برقرار باشد.

۱) حداقل مسافت و حداکثر زمان
۲) حداکثر مسافت و حداقل زمان
۳) حداقل مسافت و حداقل زمان
۴) حداکثر مسافت و حداکثر زمان

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» برای حصول حداکثر راندمان باید حداقل مسافت طی شود و زمان حمل و نقل و فرآیند حداقل باشد.

Layout یا **نقشه سالن تولید** نقشه‌ای است که ترتیب قرار گرفتن دستگاه‌های مختلف و نیروی انسانی را در سالن تولید با مقیاسی کوچکتر از آنچه است، نشان می‌دهد.

مثال ۲: نقشه سالن تولید چیست؟

۱) نوع دستگاه‌های خط تولید با مقیاسی کوچکتر
۲) ترتیب دستگاه‌های خط تولید با مقیاسی کوچکتر
۳) نوع دستگاه‌های خط تولید با مقیاسی بزرگتر
۴) ترتیب دستگاه‌های خط تولید با مقیاسی بزرگتر

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» نقشه سالن تولید نقشه‌ای است که ترتیب قرار گرفتن دستگاه‌های مختلف و نیروی انسانی را در سالن تولید با مقیاسی کوچکتر از آنچه است، نشان می‌دهد.

اهداف طراحی کارخانه

۱ـ احداث یک کارخانه جدید
۲ـ تغییر طرح و اصلاح کارخانه‌ای که از قبل ساخته شده است
۳ـ بزرگتر کردن یک بخش یا کوچکتر کردن بخشی از کارخانه
۴ـ تغییر مکان یک بخش
۵ـ تولید یک محصول جدید علاوه بر محصولات قبلی
۶ـ عوض کردن تجهیزات قدیمی
۷ـ تقلیل هزینه‌های تولید
۸ـ افزودن یک بخش جدید
۹ـ تغییر در روش تولید

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۳: به منظور انجام کدام مورد انجام طراحی جدید ضرورتی ندارد؟

۱) تبدیل خط پنیر سنتی به خط اتومات
۲) انتقال انبار محصول به مکانی دیگر
۳) افزایش ظرفیت سردخانه
۴) تعدیل نیرو

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» از اهداف طراحی کارخانه می‌توان به عوض کردن تجهیزات قدیمی و تغییر در روش تولید (گزینه اول)، تغییر مکان یک بخش (گزینه دوم) و بزرگتر یا کوچکتر کردن بخشی از کارخانه (گزینه سوم) اشاره کرد.

خصوصیات یک طرح خوب

برای اینکه یک طرح مفید و مطلوب باشد، باید جریان مواد در کارخانه مفید بوده و در حداقل ممکن باشد. مواد همواره در حالت پویا باشند و حالت ایستا نداشته باشند. با محدود کردن نقل و انتقالات غیر مفید، کاهش برگشت به عقب‌ها و گلوگاه‌ها و جلوگیری از تداخل کارها و ایجاد جریانی مستقیم راندمان تولید را افزایش دهیم. جریان مواد یک ترتیب منطقی داشته باشد و از آشفتگی و شلوغی در خط تولید جلوگیری کند. بخش‌هایی که مرتبط با یکدیگرند نزدیک هم بوده و عملیاتی که در ارتباط با یکدیگرند کمترین فاصله را از هم داشته باشند.

مثال ۴: کدام مورد زیر لازمه مفید و مطلوب بودن یک طرح است؟

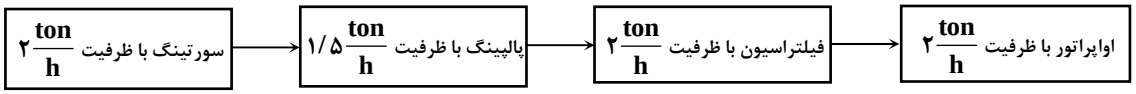
۱) جریان مواد در حداکثر باشد.
۲) جریان مواد ترتیبی منطقی داشته باشد.
۳) مواد در حالت ایستا باشند.
۴) همه موارد لازم می‌باشد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» برای اینکه یک طرح مفید و مطلوب باشد، باید جریان مواد در کارخانه مفید بوده و در حداقل ممکن باشد. مواد بایستی همواره در حالت پویا باشند و حالت ایستا نداشته باشند و همچنین جریان مواد یک ترتیب منطقی داشته باشد.

گلوگاه چیست؟

گلوگاه به محلی یا مرحله‌ای از خط تولید گفته می‌شود که در آنجا سرعت حرکت مواد نسبت به سایر قسمت‌های خط تولید کمتر بوده و باعث انباشتگی مواد در جریان و بروز تأخیر در روند تولید می‌گردد.

مثال ۵: در خط تولید زیر کدام ناحیه گلوگاه است؟



۱) سورتینگ
۲) پالپینگ
۳) فیلتراسیون
۴) اواپراتور

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» چون ظرفیت سورتینگ بیشتر از مرحله بعدی خود است انباشتی از مواد را قبل از پالپینگ خواهیم داشت، پس این ناحیه گلوگاه است.

جریان مفید چیست ؟

گردش مواد در ساختمان بسیار مهم است و داشتن یک جریان مفید از مواد غذایی اهمیت بسیاری دارد. **جریان مفید یعنی حداقل انرژی، زمان و مسافت.** هر گاه بخواهیم جریان مفید گردش مواد در کارخانه فراهم شود موارد زیر را باید رعایت نماییم:

۱ـ آسان‌سازی فرآیند تولید
۲ـ حتی‌الامکان جریان تولید در امتداد یک خط باشد
۳ـ به حداقل رسانیدن حمل و نقل‌ها و جابه‌جایی‌ها
۴ـ انعطاف داشتن در گرفتن سیستم‌های کمکی مثل آب، بخار، هوای فشرده، گاز و...

مثال ۶: جریان مفید چیست؟

۱) حداقل انرژی و حداکثر مسافت
۲) حداکثر انرژی و مسافت
۳) حداقل انرژی و مسافت
۴) حداکثر انرژی و حداقل مسافت

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» جریان مفید یعنی حداقل انرژی، زمان و مسافت.

www.modaresanesharif.ac.ir

عوامل مؤثر در کاهش هزینه‌های تولید

۱ـ هر چه زمان تولید کوتاهتر باشد افزایش سودآوری کارخانه بیشتر است و هزینه‌های تولید کاهش خواهند یافت.

۲ـ کمتر کردن سرمایه‌گذاری تولید، به عبارت دیگر استفاده حداکثر از ماشین‌آلات باعث کاهش هزینه می‌گردد.

۳ـ حداکثر استفاده از زمین موجود در کارخانه

۴ـ حداکثر استفاده از نیروی انسانی

۵ـ فراهم کردن اطمینان، ایمنی و راحتی برای کارکنان از نظر نور و حرارت و سیستم‌های رفاهی

مثال ۷: کدام عامل زیر باعث کاهش هزینه تولید نمی‌شود؟

۱) حداکثر استفاده از زمین کارخانه ۲) حداقل استفاده از نیروی انسانی

۳) فراهم کردن ایمنی و راحتی کارکنان ۴) حداکثر استفاده از ماشین‌آلات

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» برای کاهش هزینه تولید باید از نیروی انسانی حداکثر استفاده نمود.

توجیه اقتصادی طرح

توجیه اقتصادی یعنی اینکه چگونه می توانیم اقتصادی بودن یک طرح را برآورد نماییم و به عبارتی آیا طرح می تواند هزینه‌های خود را تأمین کند **و سود حاصل از آن در حدی است که سرمایه را بتواند در طول ۵ یا ۶ سال برگشت دهد.**

مثال ۸: برای این که یک طرح توجیه اقتصادی داشته باشد، سود آن باید بتواند سرمایه را در طول چند سال برگرداند؟

۱) سرمایه ثابت را طی ۵ تا ۶ سال برگرداند. ۲) سرمایه ثابت را طی ۹ تا ۱۰ سال برگرداند.

۳) کل سرمایه را طی ۵ تا ۶ سال برگرداند. ۴) کل سرمایه را طی ۹ تا ۱۰ سال برگرداند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» سود باید بتواند کل سرمایه را در طول حداکثر ۵ تا ۶ سال برگرداند.

در ابتدا برای ایجاد کارخانه به دو امر باید توجه زیادی کرد:

۱) مواد اولیه ۲) بازار مصرف و امکانات حمل و نقل

اگر دو عامل بالا وجود نداشته باشند صحبت کردن از کارخانه و طرح مد نظر بی مورد است.

راندمان فیزیکی:

$$\text{راندمان فیزیکی} = \frac{\text{وزن محصول به دست آمده}}{\text{وزن ماده اولیه}} \times ۱۰۰$$

راندمان فیزیکی رب گوجه فرنگی ۲۰٪ (روش متداول تولید)، راندمان فیزیکی قند از چغندر قند حدود ۱۳٪، راندمان فیزیکی گلوکز مایع از نشاسته گندم با بریکس ۸۰٪ برابر با ۹۹٪ ، راندمان فیزیکی اسانس زیره ۲/۵ ٪ و راندمان کنستانتره سیب با بریکس ۶۵، ۱۱/۸٪ است. راندمان معمولاً عددی ثابت یا نزدیک به ثابت است مگر آنکه تغییری در تکنولوژی و شرایط تولید پدید آید. به عنوان مثال راندمان فیزیکی پنیر با تکنولوژی متداول و سنتی ۱۴/۳ ٪ و به روش اولترافیلتراسیون برابر با ۲۰٪ است.

راندمان اقتصادی:

$$\text{راندمان اقتصادی} = \frac{\text{ارزش فروش یک کیلو محصول}}{\text{ارزش خرید یک کیلو ماده خام}} \times \text{راندمان فیزیکی}$$

در صورتی که راندمان بالای ۱۵۰٪ باشد در آن طرح توجیه اقتصادی وجود دارد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۹: از هر تن پرتقال ۳۰۰ کیلو آب پرتقال تولید می‌گردد در صورتی که ارزش فروش هر کیلو آب پرتقال ۹۰۰۰ ریال باشد و قیمت هر کیلو پرتقال ۸۰۰ ریال باشد راندمان اقتصادی طرح چقدر است؟

☑ **پاسخ:**

راندمان فیزیکی $= (۳۰۰ \div ۱۰۰۰) \times ۱۰۰ = ۳۰$ درصد

راندمان اقتصادی $= (۹۰۰۰ \div ۸۰۰) \times ۳۰ = ۳۳۷/۵$ درصد

مثال ۱۰: برای این که طرحی توجیه اقتصادی داشته باشد کدام گزینه باید برقرار باشد؟

۱) راندمان فیزیکی بالای ۱۰۰٪ باشد.
۲) راندمان اقتصادی بالای ۱۰۰٪ باشد.
۳) راندمان فیزیکی بالای ۱۵۰٪ باشد.
۴) راندمان اقتصادی بالای ۱۵۰٪ باشد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» برای این که طرحی توجیه اقتصادی داشته باشد باید راندمان اقتصادی آن بالای ۱۵۰٪ باشد.

برآورد نیاز

جهت برآورد نیاز عرضه و تقاضا را باید با هم سنجید و عوامل مؤثر در هر یک را شناسایی نمود:

۱) مطالعات بازار مصرف

بازار (The market) به محلی اطلاق می‌شود که فروشندگان و خریداران در آن به تبادل اجناس و یا خدمات می پردازند و مالکیت از شخصی به شخص دیگر انتقال می‌یابد. بازار دارای سه عامل است:

مردمی که جهت برطرف کردن مایحتاج خود در آن حضور دارند، حجم تبادلی که انجام می‌شود و تمایل مردم جهت خرید.

یک تولیدکننده باید این عوامل را کاملاً بشناسد و عوامل تغییردهنده بازار را بشناسد.

تفکیک بازار نیز طبق همین عوامل صورت می‌پذیرد.

الف) مردم

جهت برآورد جمعیت در سال‌های آتی از رابطه روبه‌رو استفاده می‌نماییم: $F= P (1+i)^n$

که در آن n تعداد سالی است که از امروز سپری خواهد شد، i نرخ رشد جمعیت است که هر چند سال یکبار اعلام می‌گردد (حدوداً در حال حاضر ۲ ٪ است)، P میزان جمعیت در حال حاضر و F میزان برآورد پس از n سال است.

مثال ۱۱: اگر جمعیت ایران در سال ۸۷ برابر با ۷۰ میلیون نفر باشد، در سال ۹۵ با نرخ رشد جمعیت ۲% چند نفر جمعیت خواهیم داشت؟

۱) ۷۹۵۴۳۶۷۸ ۲) ۸۲۰۱۶۱۵۶ ۳) ۸۶۴۵۶۰۱۲ ۴) ۹۲۴۵۶۰۰۳

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

$F = P(۱+i)^n = ۷۰۰۰۰۰۰۰ \times (۱+۰/۰۲)^۸ = ۸۲۰۱۶۱۵۶/۷$ نفر

مصرف اکثر فرآورده‌های غذایی با رشد جمعیت نسبت مستقیم دارد. علاوه بر رشد جمعیت مطالعات جمعیت‌نگاری که شامل تقسیم‌بندی جمعیت بنابر عوامل زیر است نیز صورت می‌گیرد:

I) تقسیم بندی بر اساس محل زندگی شامل جمعیت شهری، روستایی و عشایری

برخی از فرآورده‌های غذایی عمدتاً در شهرها مصرف می‌شوند بنابراین می‌توان میزان مصرف را فقط جهت جمعیت شهری در نظر گرفت.

II) توزیع جغرافیایی (geographic distribution) جمعیت تعیین‌کننده نقاط عمده مصرف مواد غذایی است. تهران با جمعیتی در حدود ۲۰٪ جمعیت کل کشور بازار بزرگتری را در مقایسه با هر یک از شهرستان‌ها و یا استان‌ها دارد.

III) تقسیم بندی براساس عوامل خاص مانند سن، جنس، تحصیلات، نوع اشتغال و ... که ممکن است در مصرف محصول تولیدی تأثیر بگذارد.

www.modaresanesharif.ac.ir

ب) حجم تبادل

این حجم بستگی به قدرت خرید مردم دارد که تابع عوامل مختلفی است از جمله:

۱ـ افزایش هزینه‌های جاری دولت که عمدتاً شامل استخدام کارکنان جدید و یا افزایش حقوق کارکنان فعلی است.

۲ـ افزایش هزینه‌های عمرانی

۳ـ پیشرفت صنایع و رشد تکنولوژی در مملکت که باعث عرضه فراوان کالا و گردش چرخ‌های اقتصادی است.

۴ـ توسعه صادرات و کسب درآمدهای ارزی

۵ـ میزان اشتغال و بیکاری

۶ـ تعداد افراد خانوار که با قدرت خرید رابطه عکس دارد.

۷ـ درآمد ناخالص ملی

ج) تمایل به خرید یا رفتار خریدار (Buyer Behavior)

این فاکتور بستگی به عوامل مختلفی از جمله فرهنگ مصرف، نحوه ارائه کالا، تبلیغات و... دارد.

مثال ۱۲: قدرت خرید مردم با تعداد افراد خانوار رابطه ..... و با هزینه‌های جاری دولت رابطه ..... دارد.

۱) مستقیم ـ مستقیم ۲) مستقیم ـ معکوس ۳) معکوس ـ مستقیم ۴) معکوس ـ معکوس

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» قدرت خرید با تعداد افراد خانوار رابطه معکوس و با هزینه‌های جاری دولت رابطه مستقیم دارد.

۲) مطالعات بازار مواد اولیه

تولیدکننده فرآورده غذایی باید اطلاعات بسیار جامعی از تولید مواد اولیه مورد نیاز خود در مناطق مختلف داشته باشد. در مورد محصولات زراعی و باغی اطلاعاتی نظیر سطح زیر کشت و عملکرد هر یک از مواد اولیه در مناطق مختلف ضروری است. در مورد فرآورده‌های دامی نیز تعداد دام، نوع آن و میانگین تولید فرآورده در هر دام باید شناخته شده باشد. قیمت، عیار، کیفیت و کلیه هزینه‌های تهیه مواد اولیه در این مناطق نیز باید مد نظر قرار گیرد. چنانچه برخی مواد اولیه از خارج از کشور تأمین شود، قیمت و هزینه‌های خرید و مقررات گمرک در مورد ورود یا عدم ورود کالا نیز باید در نظر گرفته شود.

به طور کلی به منظور تعیین میزان ظرفیت یک کارخانه باید مطالعاتی بر روی میزان ماده اولیه و تغییرات اعمالی بر روی آن، میزان تولید این محصول در منطقه، بازار مصرف، امکان صادرات و نیاز جامعه و حداکثر کمبود این کالا در بازار صورت پذیرد.

برای شروع باید دو کار انجام دهیم:

الف) محاسبه قیمت تمام شده ب) مقایسه قیمت تمام شده با قیمت فروش در بازار

انواع سرمایه

۱) سرمایه‌گذاری ثابت: این نوع سرمایه به دو بخش تقسیم می‌شود:

الف) سرمایه‌های غیر قابل استهلاک که بر اثر مصرف و یا گذشت زمان ارزش و کارآیی خود را از دست نمی‌دهند؛ مانند هزینه‌های انجام شده در تهیه زمین کارخانه و دفاتر وابسته به آن، حق امتیاز آب و برق و گاز و غیره.

ب) سرمایه‌های مستهلک شونده که بر اثر گذشت زمان و یا مصرف کردن فرسوده شده و کارآیی خود را از دست می‌دهند.

سالیانه باید هزینه‌ای را به منظور جبران این استهلاک برای تجهیزات مذکور در نظر گرفت تا پس از طی عمر مفید بتوانیم آن دستگاه را مجدداً خریداری نماییم. هزینه استهلاک سالیانه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{هزینه استهلاک سالیانه} = \frac{\text{قیمت فروش در پایان عمر مفید} - \text{قیمت خرید اولیه}}{\text{عمر مفید}}$$

چون قیمت فروش در پایان عمر مفید دستگاه بسیار پایین است معمولاً از آن صرف نظر می‌کنند. عمر مفید ساختمان و مستحدثات ۲۰ سال، تأسیسات ساختمان‌ها و محوطه ۱۰سال، ماشین‌آلات و تجهیزات تأسیسات عمومی ۱۳ سال، **ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید** ۱۰ **سال (به استثنای کارخانه قند و روغن)**، وسایل نقلیه داخل و خارج کارگاه ۵ سال، وسایل اداری، آشپزخانه و آزمایشگاه ۱۰ سال و هزینه‌های قبل از بهره‌برداری ۶ سال است.

www.modaresanesharif.ac.ir