

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کتاب همراه هنرجو

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** کتاب همراه هنرجو (رشته صنایع شیمیایی) - ۲۱۱۵۲۲
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** طیبه کنشلو، اعظم صفاری، سیدرضا سیف محدثی، رابعه شیخ‌زاده، اعظم یوسفی، قاسم حاجی‌قاسمی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** طیبه کنشلو، سیدرضا سیف‌محدثی، محسن کدیور، حمیدرضا جاودان، زهرا طاهری (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - رضوان جهانی (صفحه‌آرا) - مریم دهقان زاده (رسام)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۹۲۶۶-۸۸۳۰ کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه:** www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ دوم ۱۳۹۷

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور
خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از
اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

فصل ۱:

۱..... کلیات

فصل ۲:

۵..... علوم پایه

فصل ۳:

۱۳..... جداول تخصصی

فصل ۴:

۳۵..... ایمنی، بهداشت و ارگونومی

فصل ۵:

۳۹..... شایستگی‌های غیرفنی و توسعه حرفه‌ای

سخنی با هنرجویان عزیز

هنرجوی گرامی همان طور که در پایه دهم با اهداف کتاب همراه هنرجو به عنوان جزئی از بسته آموزشی آشنا شدید و از آن استفاده کردید، در پایه یازدهم نیز این کتاب با همان اهداف توسط برنامه‌ریزان درسی برای شما پیش‌بینی و تألیف شده است. ضمن اینکه کتاب همراه هنرجو برای کل رشته شما تدوین شده و دارای کاربرد واقعی در دنیای کار می‌باشد؛ به موارد زیر نیز توجه لازم را داشته باشید:

۱- علاوه بر این کتاب، کتاب همراه هنرجوی سال گذشته نیز می‌تواند در فرایند آموزش و ارزشیابی (امتحانات) در سال یازدهم مورد استفاده قرار گیرد.

۲- از محتوای کتاب همراه هنرجو ارزشیابی صورت نمی‌گیرد، بلکه می‌توانید از اطلاعات مندرج کتاب در حل مسائل و انجام فعالیت‌های تعیین شده استفاده نمایید.

۳- کتاب همراه هنرجو با هدف کاهش حافظه‌محوری، کاهش وابستگی به کتاب درسی در کارهای عملی، تسهیل سنجش و ارزشیابی اهداف اصلی، کمک به تحقق یادگیری مادام‌العمر، بهبود زمان یاددهی - یادگیری، کاربرد در دنیای واقعی کار تدوین شده است.

۴- محتوای این کتاب برای دروس: ریاضی، کارگاه کنترل فرایندهای شیمیایی، کارگاه سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی، کارگاه نوآوری و کارآفرینی، مدیریت تولید و کاربرد فناوری‌های نوین تدوین شده است.

۵- بخش‌های این کتاب شامل: کلیات، علوم پایه، جداول تخصصی، ایمنی و بهداشت و ارگونومی و شایستگی غیرفنی و توسعه حرفه‌ای است.

۶- استفاده از کتاب همراه سبب می‌شود که ارزشیابی دروس براساس شایستگی انجام پذیرد.

در پایان تأکید می‌شود در حفظ و نگهداری این کتاب کوشا باشید به دلیل آنکه در سال آینده نیز قابل استفاده می‌باشد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش



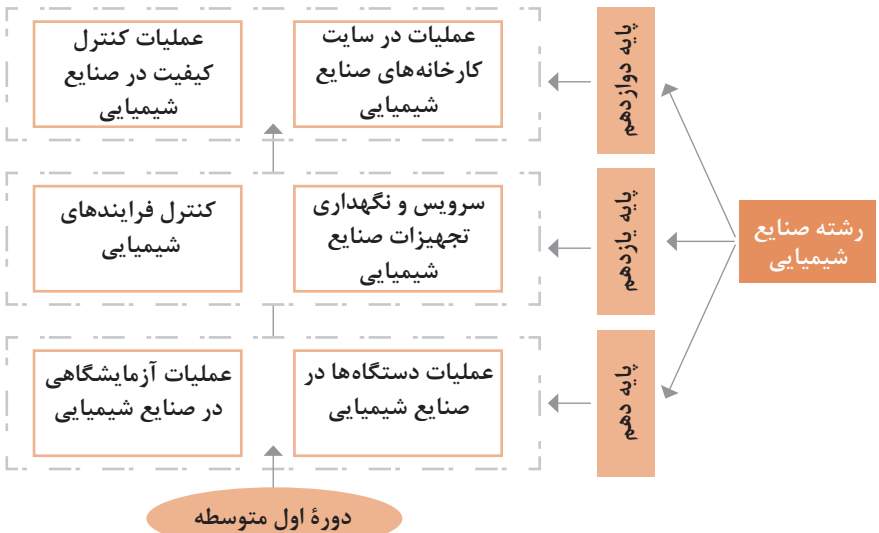
فصل ۱

کلیات

هدایت تحصیلی - حرفه ای

هدایت تحصیلی- حرفه ای شامل:

- هدایت از طریق در اختیار قرار دادن اطلاعات شغلی و حرفه ای که در برنامه درسی رشته، بخشی از آن وجود دارد و بخش های دیگر شامل مسیر توسعه حرفه ای از طریق بازدید و کارآموزی محقق می شود.
- مشاوره حرفه ای که در طول سال تحصیلی توسط مشاوران و با کمک آزمون های استاندارد انجام خواهد شد.
- هدایت آموزشی که توسط مشاوران و با ابزارهای سنجش خاص به منظور هدایت فراگیران در مسیرهای تحصیلی افقی و عمودی در متوسطه و بعد از آن انجام می شود.



سازماندهی محتوی - درس کنترل فرایندهای شیمیایی

درس کنترل فرایندهای شیمیایی در قالب پودمان‌های مستقل و تکالیف کاری مستقل تعریف شود که عبارت‌اند از: نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی؛ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل دما؛ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل فشار؛ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل شدت جریان؛ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح.
زمان آموزش پودمان‌ها:

درس کنترل فرایندهای شیمیایی			
ردیف	پودمان‌ها	کارها	زمان (ساعت)
۱	متصدی نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی	نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی	۶۰
۲	متصدی اندازه‌گیری، ثبت و کنترل دما	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل دما	۶۰
۳	متصدی اندازه‌گیری، ثبت و کنترل فشار	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل فشار	۶۰
۴	متصدی اندازه‌گیری، ثبت و کنترل شدت جریان	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل شدت جریان	۶۰
۵	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح	۶۰
مجموع			۳۰۰

مسیر یادگیری درس پایه یازدهم کنترل فرایندهای شیمیایی



سازماندهی محتوی – درس سرویس و نگهداری تجهیزات

صنایع شیمیایی

درس سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی در قالب پودمان‌های مستقل و تکالیف کاری مستقل تعریف می‌شود که عبارت‌اند از: آچارکشی تجهیزات، رسوب‌زدایی تجهیزات، پایش عملکرد صافی‌ها، روانکاری تجهیزات و خنک‌کاری تجهیزات.

زمان آموزش پودمان‌ها:

درس نگهداری از تجهیزات فرایندی صنایع شیمیایی			
ردیف	پودمان‌ها	کارها	زمان (ساعت)
۱	متصدی آچارکشی تجهیزات	آچارکشی تجهیزات	۶۰
۲	متصدی رسوب‌زدایی تجهیزات	رسوب‌زدایی تجهیزات	۶۰
۳	متصدی پایش عملکرد صافی‌ها	پایش عملکرد صافی‌ها	۶۰
۴	متصدی روانکاری تجهیزات	روانکاری تجهیزات	۶۰
۵	متصدی خنک‌کاری تجهیزات	خنک‌کاری تجهیزات	۶۰
مجموع			۳۰۰

مسیر یادگیری درس پایه یازدهم – سرویس و نگهداری تجهیزات در صنایع شیمیایی



فصل ۲

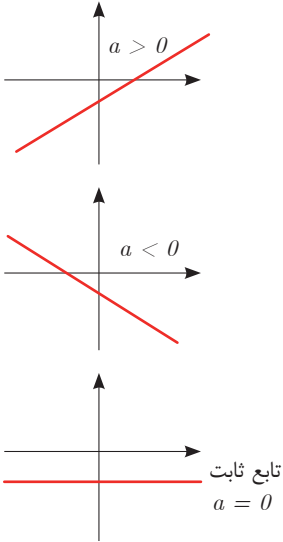
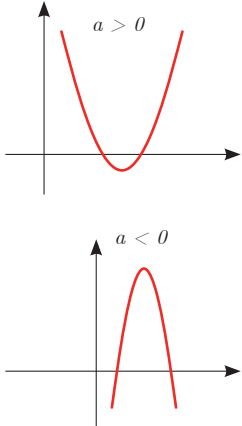
علوم پایه

تابع







■ اگر دو کمیت (الف) و (ب) با یکدیگر مرتبط باشند و با مشخص شدن مقدار کمیت (الف)، یک مقدار معین برای کمیت (ب) به دست آید، در این صورت کمیت (ب) را تابعی از کمیت (الف) می نامند.

مقادیری که کمیت (الف) می تواند داشته باشد را دامنه این تابع می نامند و قانونی را که، مقادیر کمیت (ب) را بر حسب مقادیر کمیت (الف) به دست می دهد، قانون یا ضابطه این تابع می نامند.

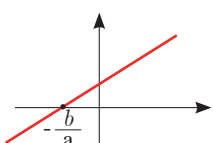
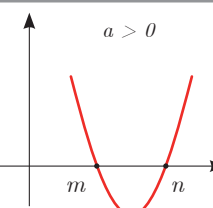
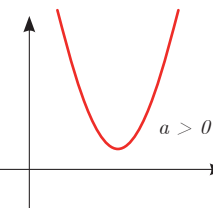
شکل کلی تابع درجه اول و درجه دوم:

قانون یا ضابطه تابع	دامنه	شکل کلی تابع با دامنه \mathbb{R} بر حسب مقدار a
تابع خطی درجه اول $f(x) = ax + b$	\mathbb{R} یا زیرمجموعه‌ای از \mathbb{R}	 <p> $a > 0$ $a < 0$ تابع ثابت $a = 0$ </p>
تابع درجه دوم $f(x) = ax^2 + bx + c$ $a \neq 0$	\mathbb{R} یا زیرمجموعه‌ای از \mathbb{R}	 <p> $a > 0$ $a < 0$ </p>

نمایش مجموعه به صورت بازه

نمایش مجموعه	نمایش روی محور	نمایش بازه
$\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b\}$		$[a, b]$
$\{x \in \mathbb{R} \mid a < x \leq b\}$		$(a, b]$
$\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x < b\}$		$[a, b)$
$\{x \in \mathbb{R} \mid a < x < b\}$		(a, b)
$\{x \in \mathbb{R} \mid a < x\}$		$(a, +\infty)$
$\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq b\}$		$(-\infty, b]$

حل معادله از طریق رسم

معادله	تابع	جواب	مثال
معادله درجه ۱ $ax + b = 0$	رسم تابع خطی درجه اول $f(x) = ax + b$	محل برخورد با محور Xها در صورت وجود	 $x = -\frac{b}{a}$ جواب
معادله درجه ۲ $ax^2 + bx + c = 0$ $a \neq 0$	رسم تابع درجه دوم $f(x) = ax^2 + bx + c$ $a \neq 0$	محل برخورد با محور Xها در صورت وجود	$a > 0$  جواب $x = n$ و $x = m$
معادله درجه ۲ $ax^2 + bx + c = 0$ $a \neq 0$	رسم تابع درجه ۲ $f(x) = ax^2 + bx + c$ $a \neq 0$	محل برخورد با محور Xها در صورت وجود	$a > 0$  جواب ندارد زیرا نمودار با محور Xها برخورد نمی‌کند.

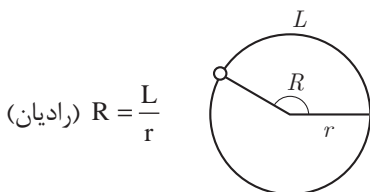
■ نامساوی‌های به صورت $ax^2 + bx + c \leq 0$ یا $ax^2 + bx + c \geq 0$ که در آن a, b, c اعداد داده حقیقی هستند ($a \neq 0$) را نامعادله درجه دوم می‌نامند. مقدارهایی از x که نامعادله را به یک نامساوی درست تبدیل می‌کنند، جواب‌های نامعادله می‌نامند.

حل نامعادله از طریق رسم تابع

به طور مثال نمودار تابع $f(x)$ به شکل زیر	جواب نامعادله $f(x) > 0$	جواب نامعادله $f(x) < 0$	جواب نامعادله $f(x) \leq 0$
	قسمت‌هایی از نمودار که بالای محور x ها است. $(-\infty, a) \cup (b, +\infty)$	قسمت‌هایی از نمودار که پایین محور x ها است. (a, b)	قسمت‌هایی از نمودار که محور x ها را قطع کرده و پایین آن است. $[a, b]$

مثلثات

■ اگر نقطه‌ای از یک دایره به شعاع r کمانی به طول L را در جهت مثبت طی کند، مقدار $\frac{L}{r}$ را اندازه زاویه چرخش آن نقطه، برحسب رادیان می‌نامند. برای زاویه‌های منفی، $-\frac{L}{r}$ را مقدار آن زاویه برحسب رادیان می‌نامند.



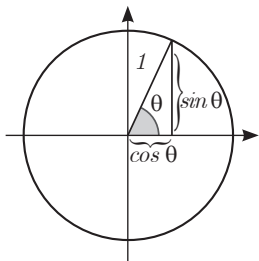
■ دایره‌ای که شعاع آن ۱ واحد است، دایره واحد نامیده می‌شود. در دایره واحد، طول کمان طی‌شده، همان اندازه زاویه چرخش برحسب واحد رادیان است. در تساوی‌های زیر

$$\frac{L}{r} = \frac{\pi}{180} D, \quad D = \frac{180}{\pi} \times \frac{L}{r}$$

همان اندازه زاویه برحسب رادیان است. اگر اندازه یک زاویه برحسب رادیان را R و اندازه آن زاویه برحسب درجه را با D نشان دهیم، این تساوی‌ها به صورت زیر درمی‌آیند.

$$D = \frac{180}{\pi} R, \quad R = \frac{\pi}{180} D$$

این تساوی‌ها نشان می‌دهند، ضریب تبدیل رادیان به درجه $\frac{180}{\pi}$ و ضریب تبدیل درجه به رادیان $\frac{\pi}{180}$ است.



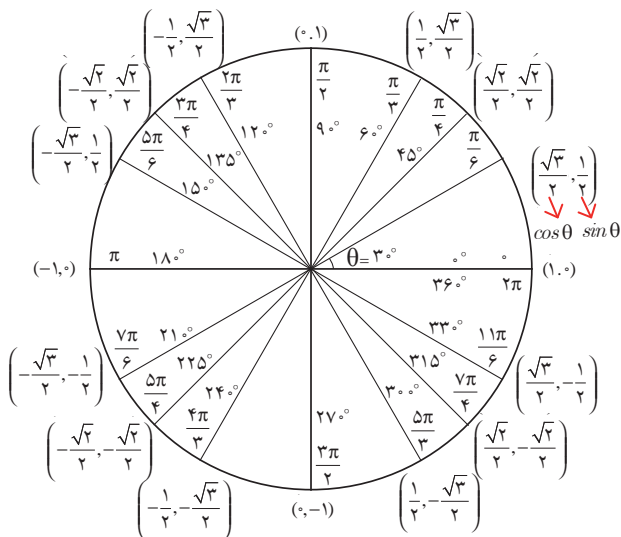
نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های دلخواه

فرض کنید θ یک زاویه تند برحسب رادیان باشد، در این صورت داریم:

$\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$	$\cos(\pi - \theta) = -\cos \theta$	$\tan(\pi - \theta) = -\tan \theta$
$\sin(\pi + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(\pi + \theta) = -\cos \theta$	$\tan(\pi + \theta) = \tan \theta$
$\sin(-\theta) = -\sin \theta$	$\cos(-\theta) = \cos \theta$	$\tan(-\theta) = -\tan \theta$
$\sin(2\pi + \theta) = \sin \theta$	$\cos(2\pi + \theta) = \cos \theta$	$\tan(2\pi + \theta) = \tan \theta$
$\sin(2\pi - \theta) = -\sin \theta$	$\cos(2\pi - \theta) = \cos \theta$	$\tan(2\pi - \theta) = -\tan \theta$

نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های خاص

زاویه θ	30°	45°	60°
نسبت \downarrow			
$\cos \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\sin \theta$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\tan \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$



■ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

زاویه θ را در نظر بگیرید، در این صورت داریم:

$$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$$

و همچنین اگر θ زاویه‌ای باشد که $\cos\theta \neq 0$ بنا به تعریف داریم:

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

■ شیب خط و تانژانت زاویه‌ها:

برای هر خط دلخواه به معادله $y = ax + b$ با شیب a که با محور طول‌ها زاویه θ می‌سازد، داریم:

$$\tan\theta = a$$

✓ لگاریتم و خواص آن:

اگر a یک عدد حقیقی مثبت مخالف ۱ باشد و اعداد حقیقی b و c به گونه‌ای باشند که: $b = a^c$ آنگاه c را لگاریتم b در مبنای a می‌نامند و با $\log_a b$ نشان می‌دهند. به عبارت دیگر داریم:

$$\log_a b = c$$

■ فقط اعداد مثبت لگاریتم دارند، یعنی عبارت $\log_a b$ فقط برای $b > 0$ تعریف می‌شود.

■ برای $b, c > 0$ داریم: $\log(bc) = \log b + \log c$

■ در حالت کلی: برای هر $a, b > 0$ داریم: $\log(a+b) \neq \log a + \log b$

■ برای $b, c > 0$ داریم: $\log \frac{b}{c} = \log b - \log c$

■ در حالت کلی: برای هر $a, b > 0$ داریم: $\log(a-b) \neq \log a - \log b$

■ برای $b > 0$ و هر عدد حقیقی x داریم: $\log b^x = x \log b$

■ برای $a, b > 0$ و $a \neq 1$ داریم: $\log_a b = \frac{\log b}{\log a}$

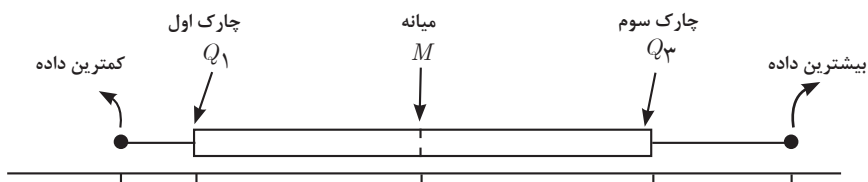
✓ آمار توصیفی:

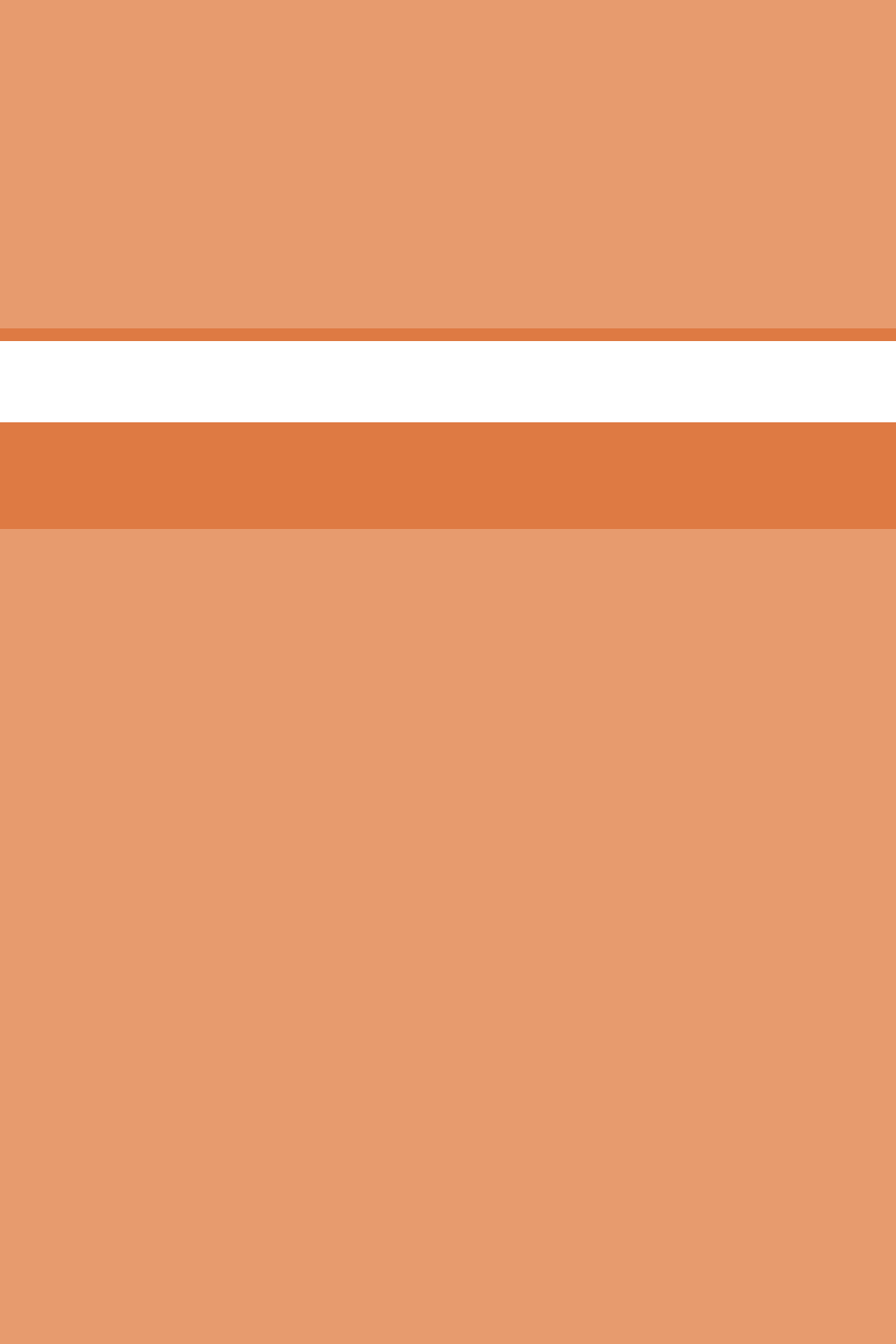
■ نمودار پراکنش دو کمیت، مجموعه‌ای از نقاط در صفحه مختصات است که طول و عرض هر نقطه، داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های متناظر دو کمیت است.

■ x و y دو کمیت مرتبط هستند. اگر مقادیر این دو کمیت برای برخی از x ها در یک بازه، مشخص باشد، پیش‌بینی مقادیر y به ازای x های مشخص در این بازه به کمک خط برازش را درون‌یابی و پیش‌بینی مقادیر y به ازای x های مشخص در خارج از این بازه را برون‌یابی می‌نامند.

■ پس از مرتب کردن مقادیر داده‌ها، عددی را که تعداد داده‌های قبل از آن با تعداد داده‌های بعد از آن برابر است را میانه می‌نامند.

■ نمودار جعبه‌ای:





فصل ۳

جداول تخصصی

جدول ۱- نمادهای مهم تجهیزات

نماد	نام تجهیز		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
AG	Agitator	هم‌زن	۱
AC	Air Cooler	کولر هوایی	۲
B	Boiler	دیگ بخار	۳
C	Column	برج	۴
CT	Cooling Tower	برج خنک‌کننده	۵
DR	Dryer	خشک‌کن	۶
E	Heat Exchanger	مبدل حرارتی	۷
F	Filter	فیلتر	۸
GT	Gas Turbine	توربین گاز	۹
H	Heater	گرم‌کن	۱۰
C	Compressor	کمپرسور	۱۱
P	Pump	پمپ	۱۲
R	Reactor	راکتور	۱۳
T	Tank	مخزن	۱۴

جدول ۲- نمادهای کنترلی




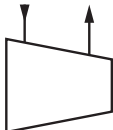

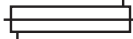

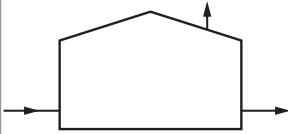
نماد	نام تجهیز		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
TC	Temperature Controller	کنترل کننده دما	۱
PC	Pressure Controller	کنترل کننده فشار	۲
FC	Flow Controller	کنترل کننده دبی	۳
LC	Level Controller	کنترل کننده سطح	۴
TT	Temperature Transmitter	ترنسمیتر دما	۵
PT	Pressure Transmitter	ترنسمیتر فشار	۶
FT	Flow Transmitter	ترنسمیتر دبی	۷
LT	Level Transmitter	ترنسمیتر سطح	۸



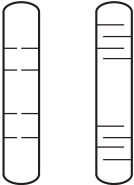


جدول ۳- نمادهای مهم جریان سیال

نماد	نام جریان سیال		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
AI	Air Instrument	هوای ابزار دقیق	۱
AM	Amine	آمین	۲
ATM	Atmosphere	اتمسفر	۳
BW	Boiler water	آب دیگ بخار	۴
CI	Chemical injection	تزریق مواد شیمیایی	۵
CW	Cooling water	آب خنک کننده	۶
DEG	Diethylene glycol	دی اتیل گلیکول	۷

نماد	نام جریان سیال		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
PG	Production gas	محصولات گازی	۸
DW	Drink water	آب آشامیدنی	۹
FG	Fuel gas	سوخت گازی	۱۰
FO	Fuel oil	سوخت نفتی سنگین	۱۱
FW	Fire water	آب آتش نشانی	۱۲
GHC	Gas hydrocarbon	هیدروکربن های گازی	۱۳
LHC	Liquid hydrocarbon	هیدروکربن های مایع	۱۴
GL	Glycol	گلایکول	۱۵
H	Hydrogen	هیدروژن	۱۶
HC	Hydrocarbon	هیدروکربن	۱۷
IG	Inert gas	گاز بی اثر	۱۸
LO	Lube oil	روغن	۱۹
SW	Sea water	آب دریا	۲۰
N	Nitrogen	نیتروژن	۲۱
NG	Natural gas	گاز طبیعی	۲۲
HP	High Pressure Steam	بخار فشار بالا	۲۳
MP	Medium Pressure Steam	بخار فشار متوسط	۲۴
LP	Low Pressure Steam	بخار فشار پایین	۲۵

جدول ۴- نماد تجهیزات فرایندی

نماد	نام تجهیز		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
	valve	شیر	۱
	Control Valve	شیر کنترل	
	Pump	پمپ	۲
	Compressor	کمپرسور	۳
	Shell and Tube Heat Exchanger	مبدل پوسته و لوله	۴
	Double Pipe Heat Exchanger	مبدل لوله - لوله	۵
	Furnace	کوره	۶
	Tank	مخزن	۷

نماد	نام تجهیز		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
	Separator	جدا کننده دو فاز	۸
	Packed Column & Fixed Bed Reactor	برج های پر شده و رآکتورهای کاتالیزگری	۹
	Tray Column	برج های سینی دار	۱۰
	Filter	فیلتر	۱۱
	Mixer	همزن	۱۲

جدول ۵- پیشوند واحدهای مضرب

مضرب	نماد
$۱۰^۶$	مگا (M)
$۱۰^۳$	کیلو (K)
$۱۰^{-۲}$	سانتی (c)
$۱۰^{-۳}$	میلی (m)
$۱۰^{-۶}$	میکرو (.)
$۱۰^{-۹}$	نانو (n)

جدول ۶- تبدیل واحدهای طول

متر m	اینچ inch	فوت ft	مایل mile
۱	۳۹/۳۷	۳/۲۸۰۲	$۶/۲۱۴ \times ۱۰^{-۴}$
$۲/۵۴ \times ۱۰^{-۲}$	۱	$۸/۳۳۳ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۵۸ \times ۱۰^{-۵}$
۰/۳۰۴۸	۱۲	۱	$۱/۸۹۳۹ \times ۱۰^{-۴}$
$۱/۶۱ \times ۱۰^{۲}$	$۶/۳۳۶ \times ۱۰^۴$	۵۲۸۰	۱

جدول ۷- تبدیل واحد برای جرم

کیلوگرم kg	گرم g	پوند جرم Ibm
۱	۱۰۰۰	۲/۲
۱×۱۰^{-۳}	۱	$۲/۲ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۴۵۳۶	۴۵۳/۶	۱

جدول ۸- تبدیل واحدهای حجم

متر مکعب m ^۳	فوت مکعب ft ^۳	گالن US.gal.	لیتر Liter	اینچ مکعب in ^۳
۱	$۵/۷۸۷ \times ۱۰^{-۴}$	$۴/۳۲۹ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۶۳۹ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۶۳۹ \times ۱۰^{-۵}$
$۱/۷۲۸ \times ۱۰^{۳}$	۱	۷/۴۸۱	۲۸/۳۲	$۲/۸۳۲ \times ۱۰^{-۲}$
$۲/۳۱ \times ۱۰^{۲}$	۰/۱۳۳۷	۱	۳/۷۸۵	$۳/۷۸۵ \times ۱۰^{-۳}$
۶۱/۰۳	$۳/۵۳ \times ۱۰^{-۲}$	۰/۲۶۴۲	۱	۱×۱۰^{-۳}
$۶/۱۰^{۳} \times ۱۰^۴$	۳۵/۳۱	۲۶۴/۲	۱۰۰۰	۱

جدول ۹- واحدهای SI.CGS.FPS

SI		CGS		FPS		کمیت
واحد	نماد	واحد	نماد	واحد	نماد	
متر	m	سانتی متر	cm	فوت	ft	طول
کیلوگرم	kg	گرم	gr	پوند جرم	lbm	جرم
ثانیه	S	ثانیه	S	ثانیه	S	زمان
سیلیسیوس و کلونین	C و K	سیلیسیوس و کلونین	C و K	فارنهایت و رانکین	F و R	دما
مول یا کیلوگرم مول	mol و kgmol	مول یا گرم مول	mol و gmol	مول یا پوند مول	mol و lbmol	مقدار ماده
متر مربع	m ²	سانتی متر مربع	cm ²	فوت مربع	ft ²	سطح
متر مکعب	m ³	سانتی متر مکعب	cm ³	فوت مکعب	ft ³	حجم
کیلوگرم بر متر مکعب	kg/m ³	گرم بر سانتی متر مکعب	g/cm ³	پوند جرم بر فوت مکعب	lbm/ft ³	چگالی
نیوتون یا کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه	N یا kg.m/s ²	دین یا گرم سانتی متر بر مجذور ثانیه	gcm/s ² یا dyne	پوند نیرو	lbf	نیرو
پاسکال یا نیوتن بر متر مربع	Pa یا N/m ²	دین بر سانتی متر مربع	dyne/cm ²	پوند نیرو بر اینچ مربع	lbf/in ² =Psi	فشار
ژول یا نیوتن در متر	N.m یا J	ارگ یا دین در سانتی متر	dyne.cm یا erg	پوند نیرو در فوت	lbf.ft	انرژی مکانیکی
کالری	cal	کالری	cal	بی تی یو	Btu	انرژی حرارتی
وات	Watt	ارگ بر ثانیه	erg/s	بی تی یو بر ثانیه	Btu/s	توان
پاسکال - ثانیه یا کیلوگرم بر متر. ثانیه	kg/m.s یا Pa.s	گرم بر سانتی متر - ثانیه یا پویز	g/cm.s یا Poise	پوند بر فوت - ثانیه	lb/ft-s	گرانروی

جدول ۱۰- برخی دماهای رایج

ردیف	عنوان	دما (°C)
۱	نقطه جوش هیدروژن مایع	-۲۵۲/۹
۲	نقطه جوش اکسیژن مایع	-۱۸۳
۳	نقطه ذوب الکل (اتانول)	-۱۱۴/۱
۴	نقطه ذوب جیوه	-۳۸/۸۳
۵	نقطه ذوب یخ	۰
۶	دمای بدن انسان سالم	۳۷
۷	نقطه جوش الکل (اتانول)	۷۸/۳۷
۸	نقطه جوش آب	۱۰۰
۹	نقطه جوش جیوه	۳۵۶/۷
۱۰	نقطه ذوب طلا	۱۰۶۴
۱۱	نقطه جوش طلا	۲۷۰۰
۱۲	دمای سطح خورشید	۳۷۰۰-۶۲۰۰

جدول ۱۱- محدوده دمایی انواع ترموکوپل‌ها

نوع	جنس فلز	محدوده دمایی °C
T	مس / کنسانتان	۲۰۰- الی ۴۰۰
J	آهن / کنسانتان	۰ الی ۸۷۰
E	کرومل / کنسانتان	۲۰۰- الی ۹۰۰
K	کرومل / آلومینیوم	۲۰۰- الی ۱۲۵۰
R	پلاتین / رودیوم (۱۳ درصد)	۰ الی ۱۴۵۰
S	پلاتین / رودیوم (۱۰ درصد)	۰ الی ۱۴۵۰
C	تنگستن / رنیوم	۰ الی ۲۷۶۰

جدول ۱۲- دماهای عملیات مختلف

ردیف	عملیات	دمای مورد نیاز (درجه سلسیوس)
۱	راکتور واحد بنزین سازی پالایشگاه	۵۰۰
۲	کوره سیمان	۱۴۰۰
۳	کربن دهی سطحی در عملیات حرارتی فولاد	۹۰۰
۴	راکتور تولید هیدروژن	۸۰۰
۵	راکتور واحد تصفیه گازوئیل پالایشگاه	۳۵۰

جدول شماره ۱۳- محدوده دمایی دماسنج‌های مقاومتی پلاتین، نیکل و مس

محدوده دمایی °C	جنس فلز
۲۰۰ - ۸۵۰	پلاتین
۸۰ - ۳۰۰	نیکل
۲۰۰ - ۲۶۰	مس

جدول ۱۴- ضرایب تبدیل واحدهای فشار به یکدیگر

	bar	Pa	kPa	mmHg	atm	Psi
bar	۱	10^5	۱۰۱/۳۲۵	۷۵۰/۰۶۴	۰/۹۸۶۹۲۳	۱۴/۵۰۳
Pa	10^{-5}	۱	10^{-3}	$7/50064 \times 10^{-7}$	$9/86923 \times 10^{-6}$	۰/۰۰۰۱۴۵
kPa	۱۰۱/۳۲۵	10^3	۱	۷/۵۰۰۶۴	$0/986923 \times 10^{-7}$	۰/۱۴۵۰۳۷
mmHg	$1/33322 \times 10^{-7}$	۱۳۳/۳۲۲	$133/322 \times 10^{-3}$	۱	$1/31579 \times 10^{-7}$	۰/۰۱۹۴۴۶
atm	۱/۰۱۳۲۵	$101/325 \times 10^3$	۱۰۱/۳۲۵	۷۶۰	۱	۱۴/۶۹۵
Psi	$6/894757 \times 10^{-7}$	$6/894757 \times 10^3$	۶/۸۹۴۷۵۷	۵۱/۷۱۴۹	۰/۰۶۸۰۵	۱

جدول ۱۵ - مقادیر R در سامانه‌های مختلف اندازه‌گیری

F.P.S	SI	---	سامانه‌های اندازه‌گیری
۱۹/۳۳ psi.ft ³ /R.lbmol	۸/۳۱۴۵ Pa.m ³ /(K.kmol)	۰/۰۸۲۰۵۷ (lit.atm)/(K.gmol)	مقدار ثابت گازها R

جدول ۱۶ - جنس مناسب لوله بوردون برای فرایندها و فشارهای مختلف

سیال	جنس لوله بوردون	دامنه فشار (Psi)
آب و هوا	آلیاژ فسفر برنز	۱۰۰۰
فراورده‌های نفتی	انواع فولاد	۳۰۰۰
محصولات خورنده و یا دارای فشار بخار زیاد	فولاد ضدزنگ	۸۰۰

جدول ۱۷ - تبدیل یکاهای مختلف ارتفاع سطح مواد

۱	متر	=	۱۰۰۰	میلی متر
۱	متر	=	۱۰۰	سانتی متر
۱	فوت	=	۰ / ۳۳۳	یارد
۱	فوت	=	۱۲	اینچ
۱	فوت	=	۰ / ۳۰۵	متر
۱	اینچ	=	۲ / ۵۴	سانتی متر

جدول ۱۸- تعدادی از تجهیزات نیازمند نت در تجهیزات صنعتی

نام دستگاه	شکل	نقاط نیازمند نظافت	آچارکشی	روان سازی	تناوب انجام کار	ابزار مورد نیاز
الکتروپمپ		ناحیه نزدیک مکش، اطراف محفظه روغن، فشارسنج، دماسنج	پیچ و مهره اتصالات مکش و رانش	یاتاقان های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار فرانسه، آچار تخت
الکتروکمپرسور هوا		صافی هوای ورودی و محفظه ورودی، ابزار دقیق	محفظه صفحه ای هوای ورودی	یاتاقان های محور و الکتروموتور	ماهانه	آچار بکس، آچار یک سر تخت و یک سر رینگ
الکتروفن		پروانه، بدنه	محفظه صفحه ای هوای ورودی	یاتاقان های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار بکس، آچار یک سر تخت و یک سر رینگ
توربین		صافی هوا، صافی روغن، ابزار دقیق	محفظه صفحه ای هوای ورودی	یاتاقان های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار بکس، آچار یک سر تخت و یک سر رینگ

جدول ۱۹- تعدادی از تجهیزات نیازمند بازرسی فنی

نام تجهیز	شکل	بازرسی فنی	قطعات یا نقاط مورد بازرسی	زمان بازرسی
الکترو پمپ		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهیهانه
توربین گازی		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس ابزار دقیق	ماهیهانه هر ۶ ماه
الکتروفن		ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهیهانه
الکترو کمپرسور		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهیهانه

جدول ۲۰- برخی از اسیدهای مورد استفاده در شستشوی شیمیایی

اسید معدنی		اسید آلی	
فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	فرمول شیمیایی	نام شیمیایی
H_3PO_4	فسفریک اسید	HCOOH	فرمیک اسید
H_2SO_4	سولفوریک اسید	$HOC(CH_2COOH)_x(COOH)$	سیتریک اسید
HF	هیدروفلوئوریک اسید	HOOC-COOH	اگزالیک اسید
NH_4SO_3H	سولفامیک اسید	$(HOOCCH_2)_xNCH_2CH_2N(CH_2COOH)_y$	اتیلن دی آمین تتراسنتیک اسید
HNO_3	نیتریک اسید		
HCl	هیدروکلریک اسید		

جدول ۲۱- متغیرهای تنظیم مرحله اسیدشویی با کلریدریک اسید

غلظت	مواد شیمیایی
۳/۵ تا ۷/۵٪ وزنی	هیدروکلریک اسید
حدود ۰/۲ تا ۰/۳٪ حجمی	بازدارنده خوردگی
۰/۰ تا ۰/۲٪ حجمی	مواد فعال سطحی (سورفکتانت)
۰/۰ تا ۱/۰٪ وزنی	آمونیم بی فلوراید (NH_4HF_2)
۰/۰ تا ۱/۵٪ وزنی	تیواوره
۱/۰٪ وزنی	اگزالیک اسید
۷۰-۸۲ °C	دما
۸ تا ۱۸ ساعت	مدت زمان اسیدشویی

جدول ۲۲- مقایسه روش‌های مختلف رسوب‌زدایی

شیمیایی	مکانیکی			نوع روش
	فشنگی ساینده	هیدروفرز مکانیکی	جت آب	
—	فشنگی ساینده	هیدروفرز مکانیکی	جت آب	نام دستگاه
عالی	زیاد	عالی	متوسط	کیفیت رسوب‌زدایی
زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	سرعت تمیزکاری
عالی	متوسط	عالی	متوسط	ایمنی تجهیزات
ندارد	دارد	ندارد	دارد	ایجاد خسارت به مجموعه تمیزشونده (خوردگی، سائیدگی)
متوسط	زیاد	پائین	زیاد	مصرف انرژی
زیاد	ندارد	متوسط	زیاد	مصرف آب
دارد	ندارد	متوسط	ندارد	قابلیت تمیزکاری لوله‌های U شکل
ندارد	ندارد	عالی	ندارد	امکان رسوب‌زدایی لوله‌های کاملاً گرفته شده

جدول ۲۳- ویژگی های انواع فیلتراسیون

ویژگی	میکروفیلتراسیون	اولترافیلتراسیون	نانوفیلتراسیون	اسمز معکوس
پلیمرها	سرامیک پلی پروپیلن پلی تترا فلوراید اتیلن اکریلیک	سرامیک سلولزی پلی سولفون فلوراید	فیلم نازک مواد مرکب کامپوزیت سلولزی	فیلم نازک مواد مرکب کامپوزیت سلولزی پلی سولفون
محدوده اندازه منافذ (میکرون)	۱ - ۰/۱	۰/۰۰۱ - ۰/۰۱	۰/۰۰۰۱ - ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۰۱
محدوده فشار عملیاتی (بار)	< ۱	۱-۱۰	۲۰-۴۰	۳۰-۶۰
حذف مواد معلق جامد	بله	بله	بله	بله
حذف مواد آلی محلول	بله	بله	بله	بله
حذف مواد غیر آلی محلول	خیر	بله	بله	بله
حذف میکروارگانیزمها	جلبک، باکتری	جلبک، باکتری، ویروس	همه	همه
غلظت	بالا	بالا	متوسط	متوسط
مصرف انرژی	پایین	پایین	متوسط رو به پایین	متوسط
توانایی غشاء	بالا	بالا	متوسط	متوسط

جدول ۲۴- نقطه ابری شدن و نقطه ریزش گازوئیل، نفت کوره و یک نوع روغن موتور

نام ماده	نقطه ابری شدن °F	نقطه ریزش °F
گازوئیل	تابستان ۴۰ زمستان ۳۵	تابستان ۳۰ زمستان ۲۵
نفت کوره	-	تابستان ۵۰ زمستان ۳۰
(SAE ۳۰) - روغن موتور	-	۰ (حداکثر)

جدول ۲۵- مقایسه خواص روغن های معدنی با روغن های سینتتیک

خواص نوع روغن	خواص گرانروی - درجه حرارت	خواص جریان در درجه حرارت های پایین	پایداری در برابر اکسیداسیون	مخلوط شدن با روغن های معدنی	میزان عدم تبخیر	سازگاری با رنگ و جلا	مقاومت در برابر هیدرولیز	باد کردن لاستیک بونا	خواص روغن کاری	پایداری حرارتی	مقاومت در برابر آتش	هزینه
روغن معدنی	متوسط	ضعیف	متوسط	—	متوسط	عالی	عالی	کم	خوب	متوسط	ضعیف	کم
پلمبرهای الفینی	خوب	خوب	متوسط	عالی	خوب	عالی	عالی	هیچ	خوب	متوسط	ضعیف	متوسط
آرومات های الکیله	متوسط	خوب	متوسط	عالی	خوب	عالی	عالی	کم	خوب	متوسط	ضعیف	متوسط
دی استرها	عالی	خوب	خیلی خوب	خوب	عالی	خوب	متوسط	متوسط	خیلی خوب	خوب	متوسط	متوسط
پلی استرها	خیلی خوب	خوب	متوسط	متوسط	عالی	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	خیلی خوب	خوب	متوسط	متوسط
پلی گلیکول ها	خوب	خوب	ضعیف	ضعیف	خوب	متوسط	خوب	کم	خوب	خوب	متوسط	متوسط
فسفات استرها	ضعیف	متوسط	خوب	متوسط	خوب	ضعیف	متوسط	خیلی زیاد	عالی	متوسط	عالی	متوسط
سیانکون ها	عالی	خوب	خیلی خوب	ضعیف	خوب	خوب	خوب	کم	متوسط	خیلی خوب	متوسط	زیاد
سیلیکات استرها	عالی	خوب	خیلی خوب	متوسط	خوب	متوسط	ضعیف	کم	متوسط	خوب	متوسط	زیاد
فلوئورو کربن ها	متوسط	خوب	عالی	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	متوسط	عالی	خیلی خوب	عالی	خیلی زیاد
پلی فیل استرها	ضعیف	ضعیف	خیلی خوب	خوب	خوب	متوسط	عالی	کم	عالی	عالی	متوسط	خیلی زیاد

جدول ۲۶- بعضی از انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه اشتعال و کاربرد آنها

نوع ظرف	نام دستگاه	مناسب فرآورده‌هایی نظیر
بسته	Tag Abel	نفثا، نفث سفید، سوخت جت
	Pensky Martens	گازوئیل، نفث کوره
باز	Cleveland	روغن موتور و کلیه محصولات نفتی که نقطه اشتعال آنها از ۷۹ سانتی‌گراد بیشتر باشد.

جدول ۲۷- نقطه اشتعال چند نمونه از محصولات نفتی

نام ماده	(°F) حداقل نقطه اشتعال
نفث سفید	تابستان ۱۱۰ زمستان ۱۰۰
حشره‌کش	۱۲۲
گازوئیل	۱۳۰
نفث کوره	۱۴۵
روغن موتور (SAE-۳۰)	۴۰۰

جدول ۲۸- ویسکوزیته سینماتیک چند نمونه از محصولات نفتی

نام ماده	دمای آزمایش (°F)	ویسکوزیته سینماتیک (cSt)
گازوئیل	۱۰۰	۲-۵/۵
نفث کوره	۱۲۲	۸۰ (حداکثر)
روغن موتور SAE-۳۰	۲۱۰	۹/۷-۱۲

جدول ۲۹- چند نوع مخلوط جهت استفاده در حمام‌های سرمایش

مناسب ایجاد سرما تا دمای	نوع مخلوط
$10^{\circ}\text{C} (-10^{\circ}\text{F})$	مخلوط آب و یخ
$12^{\circ}\text{C} (-10^{\circ}\text{F})$	مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک سدیم کلرید
$26^{\circ}\text{C} (-15^{\circ}\text{F})$	مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک کلسیم کلرید
$57^{\circ}\text{C} (-70^{\circ}\text{F})$	مخلوط یخ خشک و استن با نفتا

جدول ۳۰- تقسیم‌بندی مبدل‌های پوسته - لوله بر اساس استاندارد TEMA

FRONT END STATIONARY HEAD TYPES	SHELL TYPES	REAR END HEAD TYPES
A CHANNEL AND REMOVABLE COVER	E ONE PASS SHELL	L FIXED TUBESHEET LIKE "A" STATIONARY HEAD
B BONNET (INTEGRAL COVER)	F TWO PASS SHELL WITH LONGITUDINAL BAFFLE	M FIXED TUBESHEET LIKE "B" STATIONARY HEAD
C CHANNEL INTEGRAL WITH TUBESHEET AND REMOVABLE COVER (removable tube bundle only)	G SPLIT FLOW	N FIXED TUBESHEET LIKE "W" STATIONARY HEAD
D SPECIAL HIGH PRESSURE CLOSURE	H DOUBLE SPLIT FLOW	P OUTSIDE PACKED FLOATING HEAD
N CHANNEL INTEGRAL WITH TUBESHEET AND REMOVABLE COVER	I DIVIDE FLOW	S FLOATING HEAD WITH BACKING DEVICE
	K KETTLE TYPE REBOILER	T PULLTHROUGH FLOATING HEAD
	X CROSS FLOW	U U-TUBE BUNDLE
		W EXTERNALLY SEALED FLOATING TUBESHEET

طبق استاندارد «مؤسسه سازندگان مبدل‌های لوله‌ای»^۱ (TEMA) مبدل‌های پوسته - لوله از نظر ساختار کلگی جلو، کلگی عقب و پوسته به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

طبقه‌بندی انواع کلگی جلو

هر یک از کلگی‌های جلو دارای کاربرد خاصی هستند، که استفاده غیرمناسب آن می‌تواند باعث اختلال در عملکرد مبدل گردد. انواع کلگی‌های جلو بر اساس استاندارد TEMA عبارت‌اند از:

۱ TEMA A: در این نوع کلگی، همهٔ اتصالات فلنجی است و بین دوبه‌دوی اتصالات فلنجی از واشر استفاده می‌شود. از این نوع کلگی برای سیال‌های بسیار رسوب‌زا استفاده می‌شود و تمیزکاری لوله‌ها تنها با باز کردن درپوش مجرا امکان‌پذیر است.

۱- Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA)

۲ TEMA B: این نوع کلگی فاقد درپوش می‌باشد و در آن مجرا به پوسته پیچ می‌شود و بین اتصال کلگی و پوسته از واشر استفاده می‌شود. از این نوع کلگی برای سیال‌های تمیز استفاده می‌شود و تمیزکاری لوله‌ها تنها با باز کردن فلنج مجرا از پوسته میسر است. این نوع کلگی در بین کلگی‌های جلو، اقتصادی‌ترین کلگی می‌باشد.

۳ TEMA C: در این نوع کلگی، درپوش مجرا به مجرا پیچ شده ولی مجرا به دسته لوله‌ها جوش داده شده و دسته لوله‌ها به پوسته پیچ می‌شوند. از این نوع کلگی برای سیال‌های تمیز، سمی و فشارهای بالا استفاده می‌شود و تمیزکاری پوسته تنها با باز کردن کلگی از پوسته میسر است.

۴ TEMA N: در این نوع کلگی، درپوش مجرا به مجرا پیچ گردیده و مجرا به دسته لوله‌ها و سپس دسته لوله‌ها به پوسته جوش داده می‌شوند. لذا در این نوع کلگی نمی‌توان دسته لوله‌ها را از پوسته بیرون کشید.

۵ TEMA D: در این نوع کلگی، تمامی اتصالات صفحه لوله، کانال و پوسته جوش داده می‌شوند و درپوش کانال در اثر فشار سیال داخل کانال آب‌بندی می‌شود. این نوع کانال برای استفاده در فشارهای بالا طراحی می‌گردد.

طبقه‌بندی انواع پوسته

قطر پوسته، تعداد و محل جریان‌های ورودی و خروجی متصل به پوسته و همچنین طراحی‌های مختلف تیغه‌های درون پوسته از پارامترهای مهم در طراحی مبدل هستند. هزینه پوسته معمولاً بیشتر از لوله‌هاست، و هرچه قطر و ضخامت پوسته مبدل بیشتر شود، هزینه ساخت مبدل نیز افزایش می‌یابد. بنابراین برای ساخت یک مبدل به قیمت پایین‌تر، بهتر است قطر پوسته کمتر گردد و سطح انتقال حرارت با افزایش طول مبدل جبران شود. انواع پوسته‌ها براساس استاندارد TEMA عبارت‌اند از:

۱ TEMA E: در این نوع گذر پوسته دارای یک گذر می‌باشد و جریان سیال از یک انتهای پوسته وارد شده و از انتهای دیگر آن خارج می‌شود. این نوع پوسته در مبدل‌های با جریان کاملاً ناهم‌سو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ TEAM F: این نوع پوسته دارای یک تیغه طولی است که پوسته را به دو گذر تقسیم می‌کند. جریان از یک سمت پوسته وارد شده و سپس جریان از گذر اول، وارد گذر دوم می‌شود و از انتهای پوسته خارج می‌شود. این پوسته معادل دو پوسته E می‌باشد که به صورت سری به هم متصل گردیده‌اند. زمانی که شدت جریان کمی از سمت پوسته عبور می‌کند، از این نوع پوسته استفاده می‌شود.

۳ TEMA G: در این نوع پوسته، جریان سیال از وسط پوسته وارد شده و سپس به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود. یک بخش از جریان از سمت چپ و بخش دیگر آن از سمت راست حرکت کرده و وارد گذر دوم می‌شوند و پس از عبور از مبدل، از سمت دیگر پوسته خارج می‌گردند.

۴ TEMA H: همان‌گونه که از ساختار H مشخص است، این نوع پوسته معادل دو پوسته G می‌باشد. این نوع پوسته دارای دو ورودی و دو خروجی می‌باشد و دارای کمترین افت فشار در پوسته می‌باشد.

۵ TEMA J: در این نوع پوسته، جریان سیال از وسط وارد پوسته شده و سپس به دو قسمت مساوی تقسیم می‌گردد. هر یک از بخش‌های سیال در مبدل حرکت نموده و از یک مجرای مجزا خارج می‌گردند. همچنین می‌توان جریان ورودی را به دو جریان تقسیم نمود و پس از عبور از پوسته به صورت یک جریان از پوسته خارج گردد.

۶ TEMA K: در این نوع پوسته، جریان از پایین مبدل وارد پوسته شده و پس از انتقال حرارت با سیال درون لوله به بخار تبدیل می‌شود و از بالای پوسته خارج می‌گردد. این ساختار بیشتر در ریبولرهای برج‌های تقطیر استفاده می‌شود.

۷ TEMA X: در این نوع مبدل‌ها جریان می‌تواند از چندین نازل ورودی در طول پوسته وارد مبدل شود. این ساختار پوسته در سرمایه‌ش و میعان کردن بخارها در فشارهای پایین و خلأ استفاده می‌شود.

طبقه‌بندی انواع کلگی عقب

به قسمت انتهایی مبدل، کلگی عقب می‌گویند و به دو صورت جوشی و پیچی می‌تواند به مبدل متصل گردد.

۱ TEMA L: در این نوع کلگی، درپوش به مجرا و مجرا به صفحه لوله از طریق فلنج به هم متصل می‌شوند و بین دو به دوی اتصالات از واشر استفاده می‌شود. از این نوع کلگی برای سیال‌های رسوب‌زا استفاده می‌شود و تمیزکاری لوله‌ها تنها با باز کردن درپوش مجرا امکان‌پذیر است. این نوع کلگی شبیه کلگی جلو A می‌باشد.

۲ TEMA M: این نوع کلگی فاقد درپوش می‌باشد و در آن مجرا به صفحه لوله و از طریق فلنج متصل می‌شود و بین دو به دوی اتصالات فلنجی از واشر استفاده می‌شود. از این نوع کلگی برای سیال‌های تمیز استفاده می‌شود و تمیزکاری لوله‌ها با باز کردن فلنج مجرا از پوسته میسر می‌شود. به علت انحنای این کلگی، مقاومت آن در فشارهای بالا زیاد است.

۳ TEMA N: در این نوع کلگی، درپوش به مجرا پیچ می‌شود و بقیه اتصالات به هم جوش خورده‌اند. این نوع کلگی شبیه کلگی جلویی N است.

۴ TEMA P: این نوع کلگی در مبدل‌های معروف به کلگی شناور استفاده می‌شود.

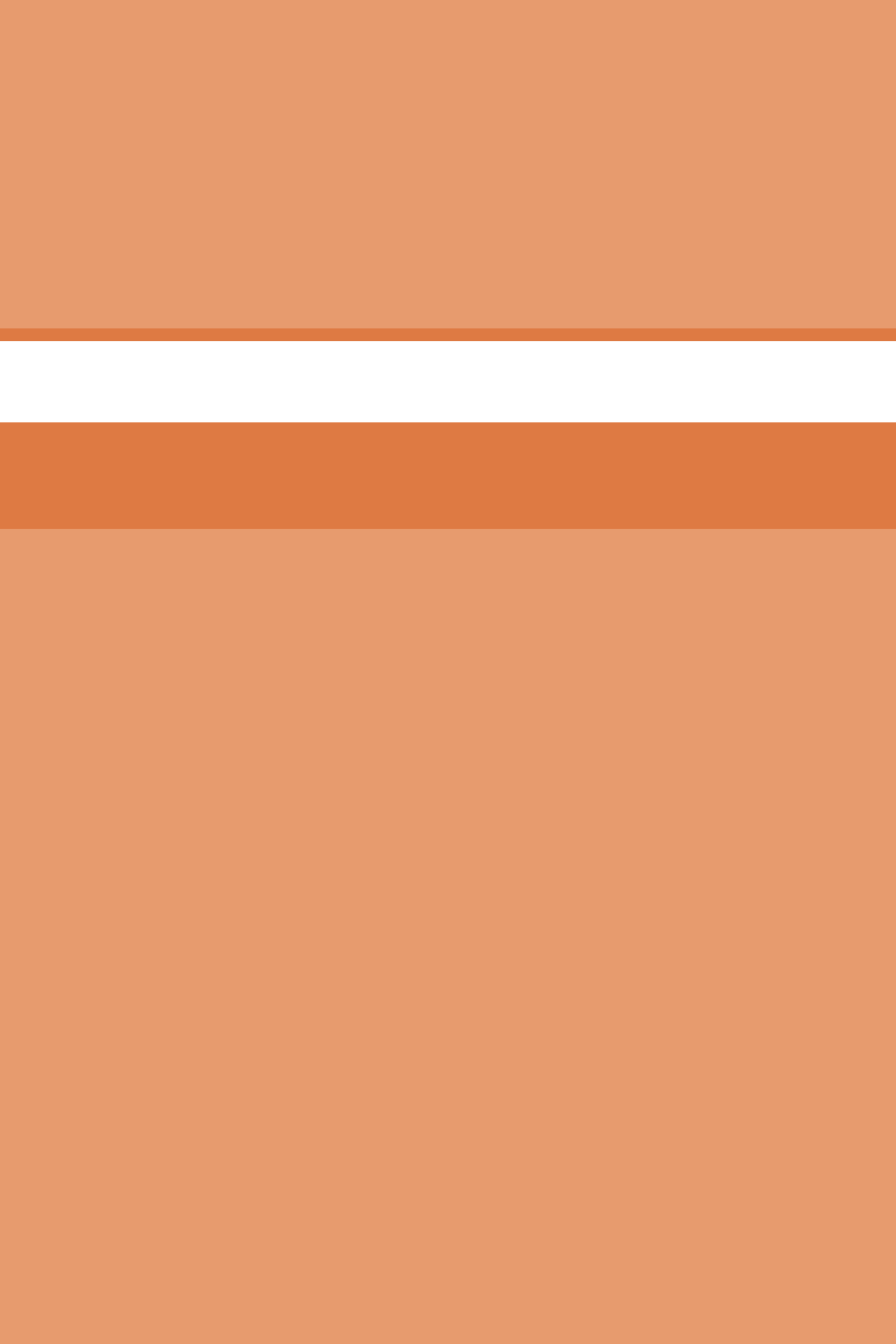
۵ TEMA S: این نوع کلگی نیز در مبدل‌های کلگی شناور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶ TEMA T: این نوع کلگی در مبدل‌های کلگی شناور مورد استفاده قرار می‌گیرد و از صفحه لوله به عنوان فلنج استفاده می‌شود.

۷ TEMA U: این نوع کلگی در مبدل‌هایی که دسته لوله آنها به شکل U باشد، استفاده می‌شود.

۸ TEMA W: این نوع کلگی در مبدل‌هایی که دسته لوله در آن شناور است، استفاده می‌شود.

سطح سنج نوری	اندازه‌گیری سطح به صورت نقطه‌ای
سطح سنج پره متحرک	
سطح سنج ارتعاشی	
سطح سنج خازنی و رسانایی	
سطح سنج شناوری	
سطح سنج سرو و موتوری	اندازه‌گیری سطح به صورت پیوسته
سطح سنج راداری	
سطح سنج راديو اکتیو	
سطح سنج اولتراسونیک	
سطح سنج اختلاف فشاری	
سطح سنج تغییر مکانی	نمایش فیزیکی سطح
سطح سنج شناوری	
نمایشگر با شناور مغناطیسی	
نمایشگر ارتعاشی	نمایش فیزیکی سطح
نمایشگر شیشه‌ای	



فصل ۴

ایمنی، بهداشت و ارگونومی

جدول مقادیر مجاز حد تماس شغلی صدا

تراز فشار صوت به dBA	مدت مواجهه در روز	
۸۰	ساعت	۲۴
۸۲	ساعت	۱۶
۸۵	ساعت	۸
۸۸	ساعت	۴
۹۱	ساعت	۲
۹۴	ساعت	۱
۹۷	دقیقه	۳۰
۱۰۰	دقیقه	۱۵

حدود مجاز مواجهه سرب

مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز مواجهه شغلی		وزن مولکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
		STEL/C	TWA			
اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی	BEL؛ A ₃	-	۰/۰۵ mg/m ^۳	۲۰۷/۲۰ متفاوت	سرب و ترکیبات معدنی آن Lead and inorganic compounds as Pb	۳۸۸
آسیب سیستم تولیدمثل در مردان و اثرات ناقص زایی؛ انقباض عروق	BEL؛ A ₂ A ₂	- -	۰/۰۵ mg/m ^۳ ۰/۰۱۲ mg/m ^۳	۳۲۳/۲۲	کرومات سرب؛ Lead chromate as Pb	۳۸۹
آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست؛ A ₃	-	۰/۵ mg/m ^۳	۲۹۰/۸۵	لیندان Lindane	۳۹۰
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم	-	-	۰/۰۲۵ mg/m ^۳	۷/۹۵	هیدرید لیتیم Lithium hydride	۳۹۱
-	-	۱ mg/m ^۳	-	۲۳/۹۵	هیدروکسید لیتیم Lithium hydroxide	۳۹۲

تجهیزات حفاظت از گوش

مشخصات و ویژگی	نوع گوشی
 <p>این نوع گوشی‌ها کاملاً لاله گوش را می‌پوشانند.</p>	<p>حفاظ روگوشی (Ear muff)</p>
 <p>این نوع گوشی‌های حفاظتی در داخل کانال گوش قرار می‌گیرند، آنها به صورت یکبار مصرف و چندبار مصرف در بازار عرضه می‌شوند.</p>	<p>حفاظ توگوشی (Ear plugs)</p>
 <p>ترکیبی از حفاظ روگوشی و توگوشی است. این نوع گوشی‌ها مانند حفاظ توگوشی در داخل کانال گوش قرار می‌گیرند، با این تفاوت که انتهای هر یک از توگوشی‌های چپ و راست، با استفاده از یک پیشانی بند سفت و سخت، به یکدیگر اتصال دارند.</p>	<p>حفاظ‌های توأم یا ترکیبی (Semi-insert)</p>
 <p>برای برخی مشاغل که ممکن است به سر نیز صدمات مکانیکی وارد کند و همچنین برای کنترل انتقال صوت از طریق جمجمه به گوش داخلی و حفاظت بافت مغز در برابر صدمات موج صوتی، گروهی از حفاظ‌های شنوایی را به صورت کلاه محافظ عرضه نموده‌اند.</p>	<p>کلاه محافظ (Helmet ear muffs)</p>

جدول شاخص هوای پاک

رنگ ها	سطح اهمیت بهداشتی	شاخص کیفیت هوا
و با رنگ زیر نمایش می دهیم:	کیفیت هوا را این گونه توصیف می کنیم:	وقتی که شاخص کیفیت هوا در گستره زیر است:
سبز	خوب	۰-۵۰
زرد	متوسط	۵۱-۱۰۰
نارنجی	ناسالم برای گروه های حساس	۱۰۱-۱۵۰
قرمز	ناسالم	۱۵۱-۲۰۰
بنفش	خیلی ناسالم	۲۰۱-۳۰۰
خرمایی	خطرناک	بالتر از ۳۰۰

آلاینده ها	دوره ارزیابی	استاندارد کیفیت هوا		استاندارد کیفیت هوا	
		(ثانویه)		(اولیه)	
Co	Max غلظت میانگین ۸ ساعته	۹	ppm	۹	ppm
So _۲	میانگین ۲۴ ساعته	۰/۱۴	ppm	۱/۰	ppm
HC (NMHC)	میانگین ۳ ساعته (صبح ۹-۶)	۰/۲۴	ppm	۰/۲۴	ppm
No _۲	میانگین سالانه	۰/۰۵	ppm	۰/۰۵	ppm
SPM	میانگین ۲۴ ساعته	۲۶۰	gr/m ^۳ μ	۱۵۰	gr/m ^۳ μ

فصل ۵

شایستگی‌های غیر فنی و توسعه حرفه‌ای

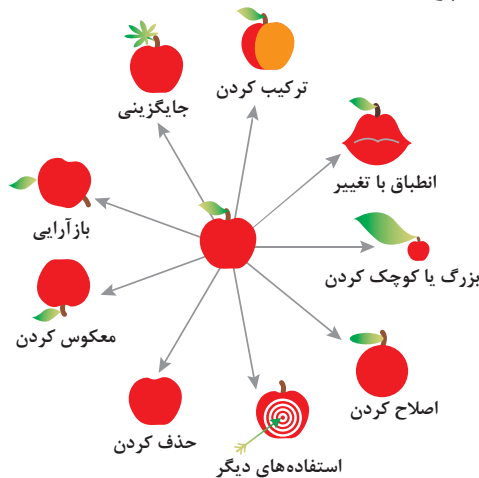
اصول حل مسئله ابداعی (TRIZ)

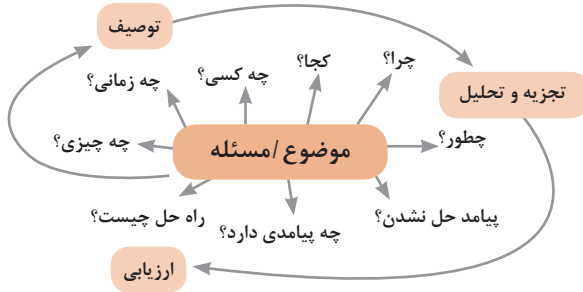
۱ - جداسازی 	۲ - استخراج 	۳ - کیفیت موضعی 	۴ - نامتقارن سازی 	۵ - ترکیب و ادغام 
۶ - چند کاربردی 	۷ - تودرتو بودن 	۸ - جبران وزن 	۹ - مقابله پیشاپیش 	۱۰ - اقدام پیشاپیش 
۱۱ - حفاظت پیشاپیش 	۱۲ - هم سطح سازی 	۱۳ - تغییر جهت 	۱۴ - انحنای دادن 	۱۵ - پویایی 
۱۶ - کمی کمتر، کمی بیشتر 	۱۷ - حرکت به بعدی جدید 	۱۸ - لرزش و نوسان 	۱۹ - عمل دوره‌ای 	۲۰ - تداوم کار مفید 
۲۱ - حمله سریع 	۲۲ - تبدیل ضرر به سود 	۲۳ - باز خورد 	۲۴ - واسطه تراشی 	۲۵ - خدمت‌دهی به خود 
۲۶ - کپی کردن 	۲۷ - یکبار مصرفی 	۲۸ - تعویض سیستم 	۲۹ - ساختار یابی یا مایع 	۳۰ - پوسته و پرده نازک 
۳۱ - مواد متخلخل 	۳۲ - تعویض رنگ 	۳۳ - همجنس و همگن سازی 	۳۴ - رد کردن و بازسازی 	۳۵ - تغییر ویژگی 
۳۶ - تغییر حالت 	۳۷ - انبساط حرارتی 	۳۸ - اکسید کننده قوی 	۳۹ - محیط بی اثر 	۴۰ - مواد مرکب 

متغیرها در حل مسئله ابداعی

۱	وزن جسم متحرک	۲۱	قدرت یا توان
۲	وزن جسم ساکن	۲۲	تلفات انرژی
۳	طول جسم متحرک	۲۳	ضایعات مواد
۴	طول جسم ساکن	۲۴	انلاف اطلاعات
۵	مساحت جسم متحرک	۲۵	تلفات زمان
۶	مساحت جسم ساکن	۲۶	مقدار مواد
۷	اندازه و حجم جسم متحرک	۲۷	قابلیت اطمینان
۸	اندازه و حجم جسم ساکن	۲۸	دقت اندازه‌گیری
۹	سرعت	۲۹	دقت ساخت
۱۰	نیرو	۳۰	عوامل زیان‌بار خارجی مؤثر بر جسم
۱۱	تنش / فشار	۳۱	اثرات داخلی زیان‌بار
۱۲	شکل	۳۲	سهولت ساخت یا تولید
۱۳	ثبات و پایداری جسم	۳۳	سهولت استفاده
۱۴	استحکام	۳۴	سهولت تعمیر
۱۵	دوام جسم متحرک	۳۵	قابلیت سازگاری
۱۶	دوام جسم غیرمتحرک	۳۶	پیچیدگی وسیله یا ابزار
۱۷	دما	۳۷	پیچیدگی کنترل یا دشواری عیب‌یابی
۱۸	روشنایی	۳۸	سطح خودکار بودن (اتوماسیون)
۱۹	انرژی مصرفی جسم متحرک	۳۹	بهره‌وری
۲۰	انرژی مصرفی جسم ساکن		

تکنیک خلاقیت اسکمپر

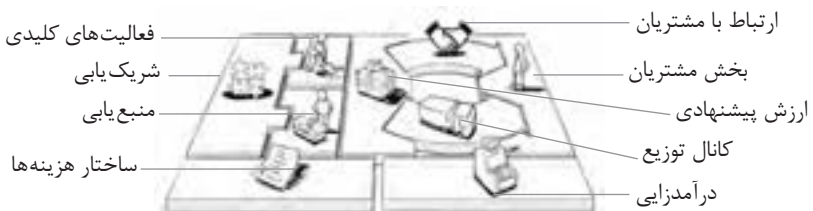




فعالیت‌های پیشبرد، ترویج و توسعه فروش



الف) مدل کسب‌وکار



ب) بوم کسب و کار

 <p>کانال توزیع</p> <p>از طریق چه کانال‌هایی می‌توانیم به بخش مشتریان دسترسی پیدا کنیم؟ در حال حاضر چگونه به آنها دسترسی داریم؟ کانال‌های ما چطور یکپارچه شده‌اند؟ عملکرد کدام یک بهتر است؟ پرهزینه‌ترین کانال‌ها کدام‌اند؟ چطور آنها را با نیازهای مشتریان هماهنگ می‌کنیم؟</p>  <p>شریک یابی</p> <p>شرکای کلیدی و تأمین‌کنندگان کلیدی ما چه کسانی هستند؟ منابع اصلی به دست آمده از شرکای ما کدام‌اند؟ فعالیت‌های اصلی انجام شده توسط شرکای ما کدام‌اند؟</p>	 <p>ارزش پیشنهادی</p> <p>چه ارزشی به مشتریانمان ارائه می‌دهیم؟ کدام یک از مسائل مشتریانمان را حل می‌کنیم؟ بسته پیشنهادی ما (محصولات و خدمات) به مشتریان مختلف چیست؟ کدام یک از نیازهای مشتریان را برطرف می‌کنیم؟</p>	 <p>درآمدزایی</p> <p>مشتریان ما به چه بهایی واقعاً پول می‌دهند؟ آنها در حال حاضر چه بهایی می‌پردازند؟ آنها در حال حاضر چگونه بها را می‌پردازند؟ آنها ترجیح می‌دهند که چگونه بپردازند؟ هر جریان درآمد چگونه به درآمد کل کمک می‌کند؟</p>  <p>منبع یابی</p> <p>منابع اصلی برای ارزش پیشنهادی، کانال توزیع، ارتباط با مشتری و درآمدزایی چه هستند؟</p>	 <p>بخش مشتریان</p> <p>برای چه افرادی ارزش آفرینی می‌کنیم؟ مهم‌ترین مشتریان ما چه افرادی هستند؟</p>  <p>ارتباط با مشتریان</p> <p>مشتریان مختلف انتظار برقراری و حفظ چه نوع رابطه‌ای را از ما دارند؟ کدام یک از آنها برقرار شده است؟ این روابط چگونه با کل اجزای مدل کسب و کار ما تلفیق می‌شوند؟ هزینه آنها چقدر است؟</p>
 <p>ساختار هزینه‌ها</p> <p>مهم‌ترین هزینه‌های اصلی ما در مدل کسب و کار کدام‌اند؟ گران‌ترین منابع اصلی ما کدام‌اند؟ گران‌ترین فعالیت‌های اصلی ما کدام‌اند؟</p>		 <p>فعالیت‌های کلیدی</p> <p>فعالیت‌های اصلی برای ارزش پیشنهادی، کانال توزیع، ارتباط با مشتری و درآمدزایی چه هستند؟</p>	

ویژگی‌های کار آفرین

مهارت‌های کار آفرینی:

- نظم درونی (خودنظمی)
- توانایی پذیرش خطر
- خلاقیت و نوآوری
- گرایش به تغییر
- پشتکار

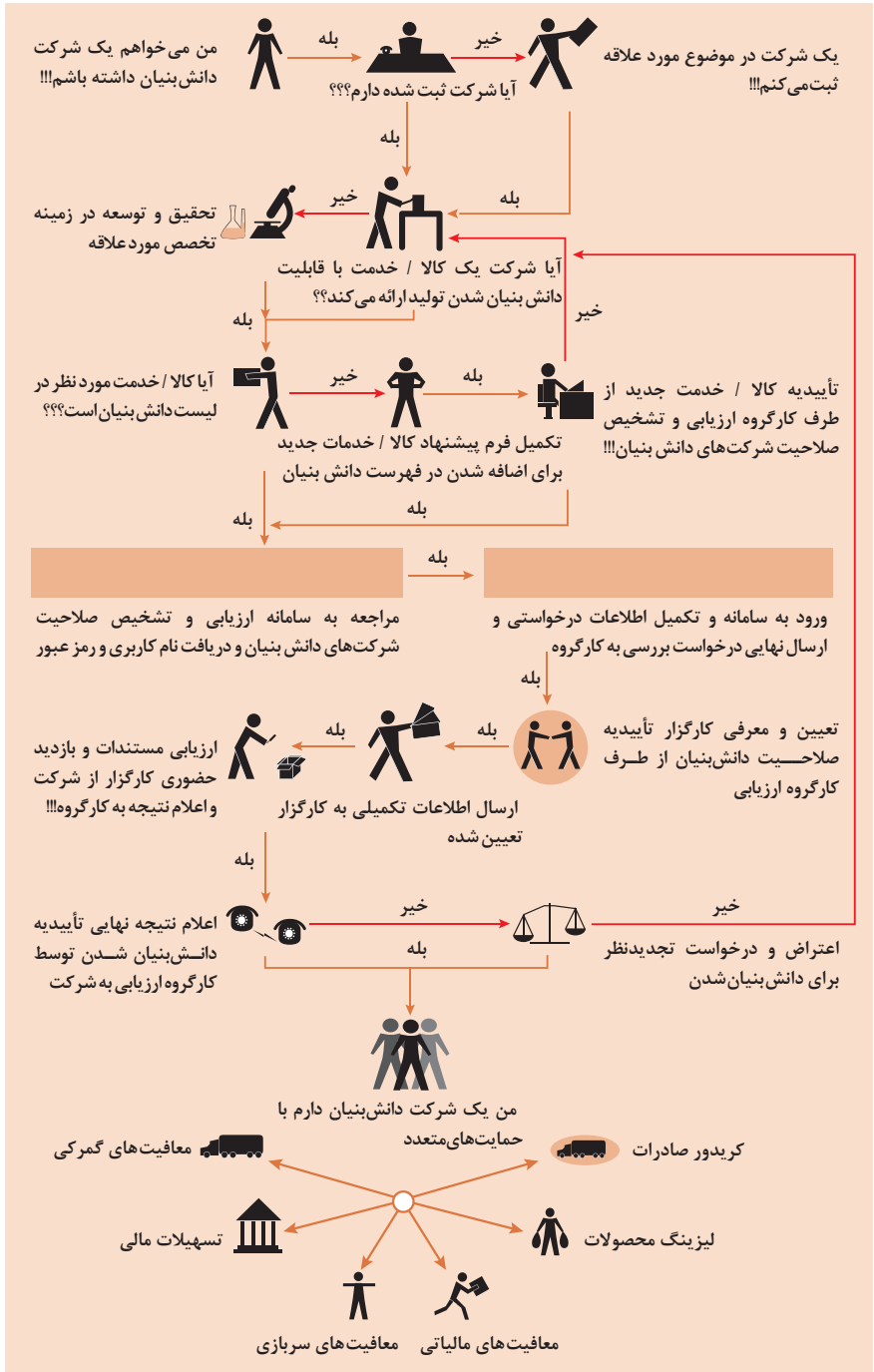
مهارت‌های مدیریتی:

- برنامه‌ریزی
- تصمیم‌گیری
- انگیزش
- بازاریابی
- مدیریت مالی

مهارت‌های فنی:

- توانایی انجام عملیات (اجرایی)
- ارتباط اثربخش
- طراحی
- تحقیق و توسعه
- مشاهده فعالانه محیط

مراحل ثبت کردن و ایجاد یک شرکت دانش بنیان



انواع معاملات رقابتی

روش مناقصه

روشی است که در آن سازمان‌های عمومی، خرید کالا یا خدمت موردنیاز خود را به رقابت و مسابقه می‌گذارند و با اشخاص حقوقی یا حقیقی که کمترین قیمت یا مناسب‌ترین شرایط را پیشنهاد می‌کنند، معامله می‌نمایند.

روش مزایده

یکی دیگر از روش‌های پیش‌بینی شده در قانون محاسبات عمومی، روش مزایده است که برای انعقاد پیمان‌های عمومی می‌باشد.

مزایده ترتیبی است که در آن اداره و سازمان، فروش کالاها و خدمات یا هر دو را از طریق درج آگهی در روزنامه کثیرالانتشار و یا روزنامه رسمی کشور به رقابت عمومی می‌گذارد و قرارداد را با شخصی که بیشترین بها را پیشنهاد می‌کند، منعقد می‌سازد.

مراحل دریافت پروانه کسب



اسناد تجاری

■ تعریف سفته

سفته یا سند طلب از نظر لغوی چیزی است که کسی برحسب آن از دیگری به رسم عاریت یا قرض بگیرد و در شهری دیگر یا مدتی بعد، آن را مسترد دارد.
قانون تجارت ایران، سفته را به طریق زیر تعریف نموده است:
«سفته سندی است که به موجب آن امضاکننده تعهد می کند مبلغی در موعد معین یا عندالمطالبه در وجه حامل یا شخص معینی و یا به حواله کرد آن شخص کارسازی نماید». (مفاد ماده ۳۰۷)

■ چک

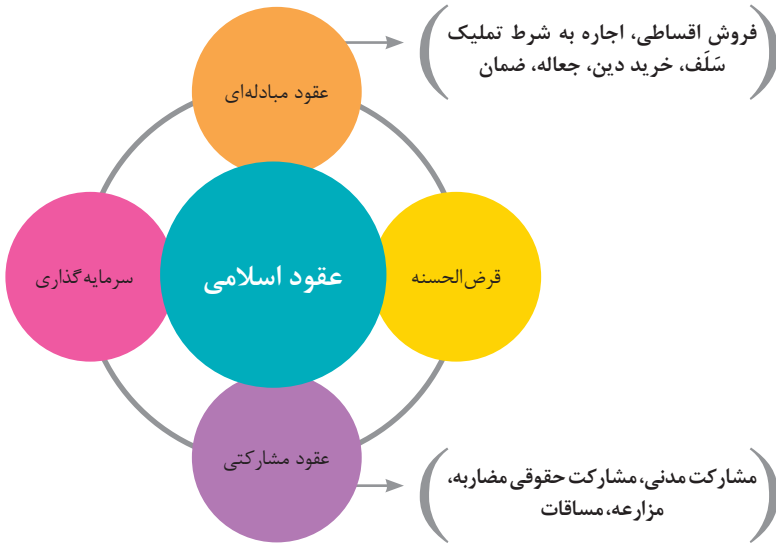
چک نوشته‌ای است که به موجب آن صادرکننده وجوهی را که نزد محال‌علیه دارد کلاً یا بعضاً مسترد یا به دیگری واگذار نماید.
در چک باید محل و تاریخ صدور قید شده و به امضای صادرکننده برسد چک نباید وعده داشته باشد.
چک ممکن است در وجه حامل یا شخص معین یا به حواله کرد باشد - ممکن است به دیگری منتقل شود.
وجه چک باید به محض ارائه کارسازی شود.
اگر چک در وجه حامل باشد کسی که وجه چک را دریافت می کند باید ظهر (پشت) آن را امضا یا مهر نماید.

عقود اسلامی

اسلام برای همه وجوه زندگی قوانینی دارد. وجود اقتصاد اسلامی مؤید این مطلب است که در حوزه اقتصاد معیشت و تأمین رفاه هم روش‌های خاصی موجود است که باید به آنها پرداخت، بانکداری اسلامی و عقود اسلامی از آن دسته هستند.

در بینش اسلامی، دریافت و پرداخت بهره، تحریم شده است، بنابراین عملیات بانکداری باید بدون بهره انجام شود و اسلام روش‌هایی را برای جایگزین کردن بهره پیشنهاد می‌کند که از آن جمله می‌توان از عقود اسلامی نام برد.

به‌طور کلی عقود اسلامی در نظام بانکی به چهار گروه تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:



مدیریت تولید

مدیریت تولید



علائم مورد استفاده در نمودار جریان جریان فرایند



سیستم‌های تولید



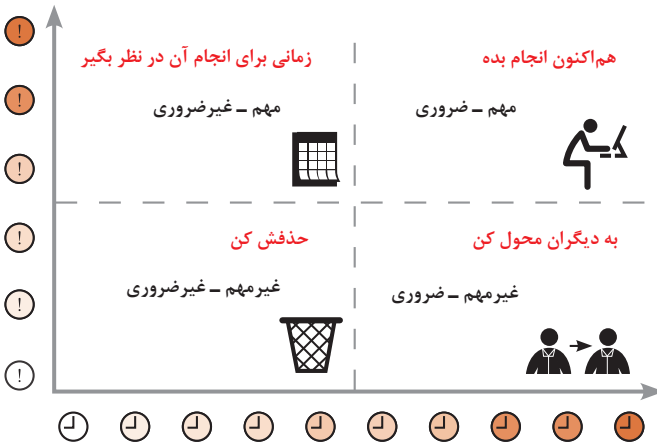
منابع تولید



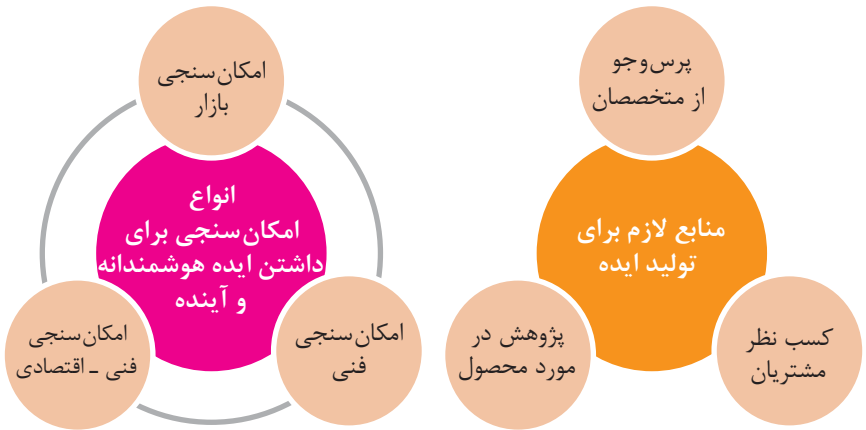
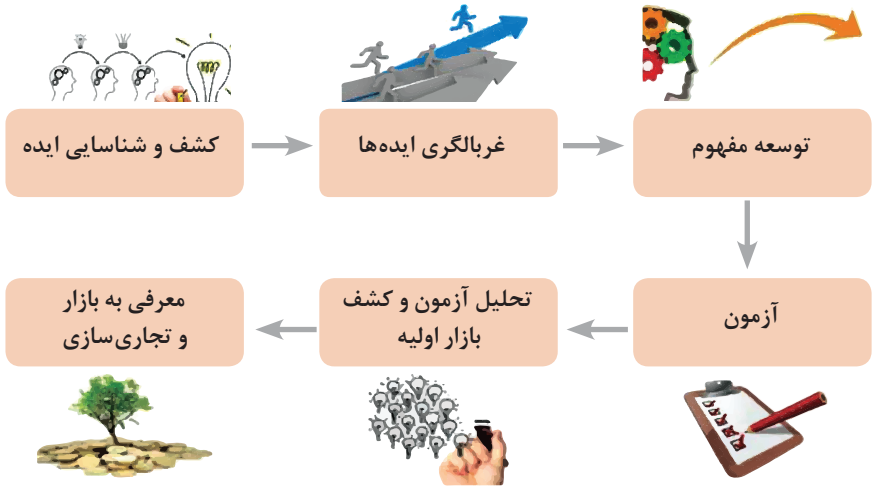
انواع مدیریت در تولید



مدیریت زمان با ماتریس «فوری - مهم»



مراحل توسعه محصول جدید



مفهوم کیفیت از دو دیدگاه

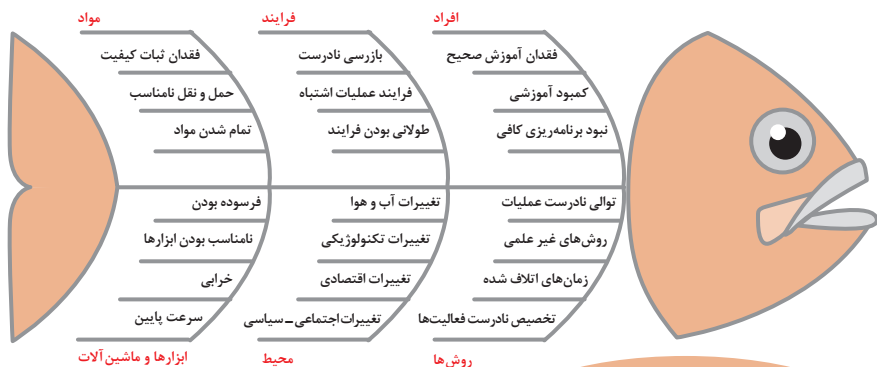
دیدگاه مشتری

مشخصه‌های کیفیت کالا
مشخصه‌های کیفیت خدمات

دیدگاه تولیدکننده

کیفیت نوع طراحی فرایند تولید، سطح عملکرد تجهیزات و فناوری ماشین‌آلات، آموزش و نظارت کارکنان و روش‌های کنترل کیفی

ساختار کلی نمودار علت و معلول یا استخوان ماهی



مشخصه‌های کمی که قابل اندازه‌گیری باشند نظیر قطر، وزن یا حجم

اندازه‌گیری کیفیت کالاها

مشخصه‌های کیفی یا وصفی نظیر رنگ، بو، طعم، سطح صاف، ارگونومیک بودن و...

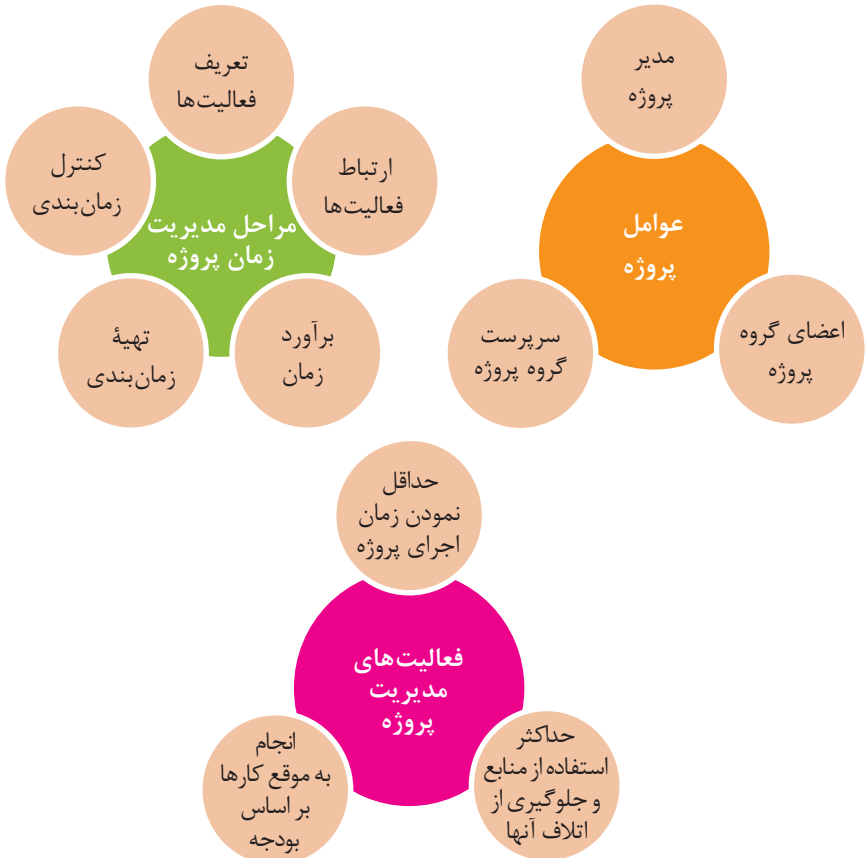
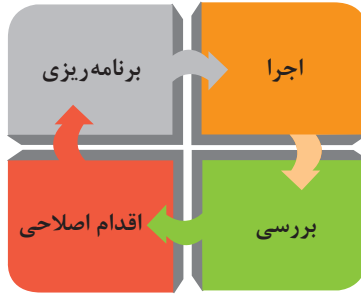
هزینه‌های کیفیت

هزینه‌های به‌دست‌آوردن کیفیت خوب

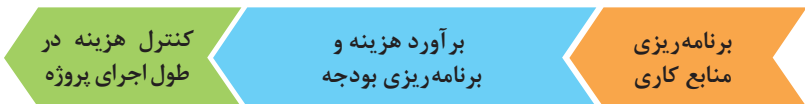
هزینه‌های ناشی از ارائه محصول بی‌کیفیت

مراحل انجام فرایند مدیریت پروژه





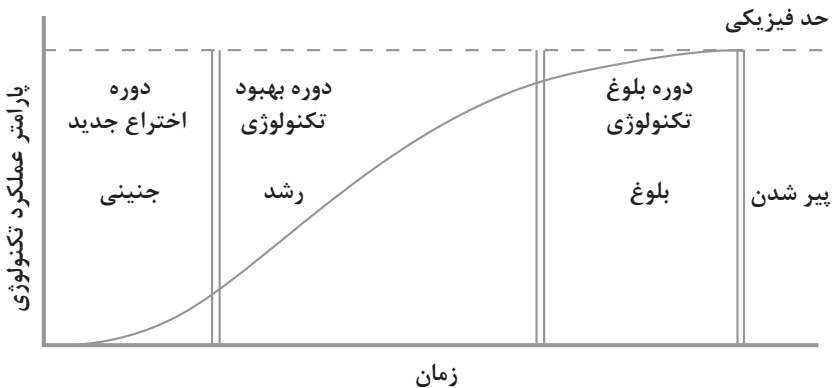
مراحل مدیریت هزینه پروژه



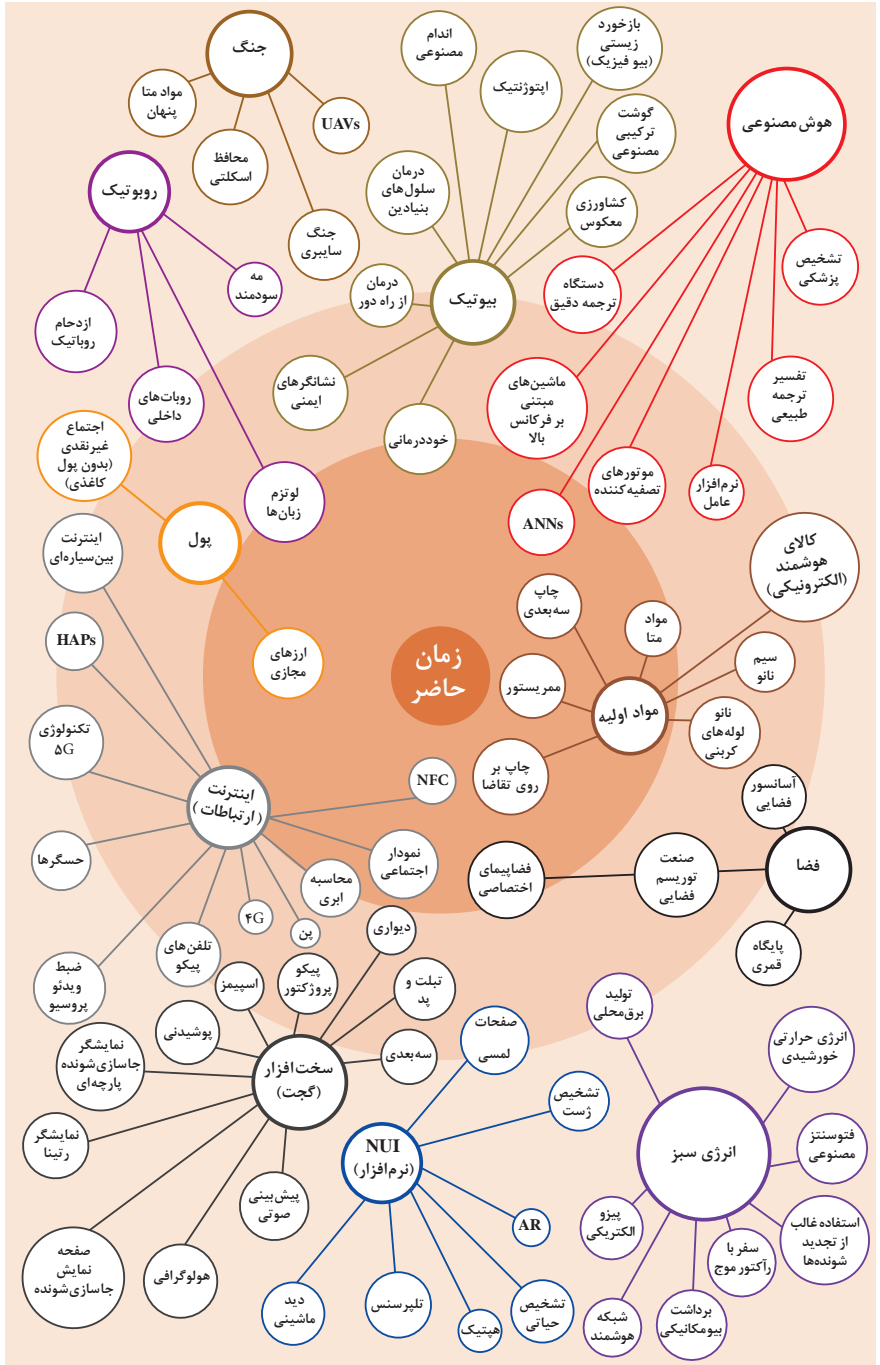
اولویت‌های علم و فناوری براساس سند جامع علمی کشور

- **اولویت‌های الف در فناوری:** فناوری هوافضا، فناوری ارتباطات و اطلاعات، فناوری هسته‌ای، فناوری نانو و میکرو، فناوری‌های نفت و گاز، فناوری زیستی، فناوری زیست‌محیطی، فناوری فرهنگی و نرم
- **اولویت‌های ب در فناوری:** لیزر، فوتونیک، زیست‌حسگرها، حسگرهای شیمیایی، مکترونیک، خودکارسازی و رباتیک، نیم‌رساناها، کشتی‌سازی، مواد نوترکیب، بسپارها (پلیمرها)، حفظ و ذخایر ژنی، اکتشاف و استخراج مواد معدنی، پیش‌بینی و مقابله با زلزله و سیل و پدافند غیرعامل
- **اولویت‌های ج در فناوری:** اپتوالکترونیک، کاتالیست‌ها، مهندسی پزشکی، آلیاژهای فلزی، مواد مغناطیسی، سازه‌های دریایی، حمل و نقل ریلی، ترافیک و شهرسازی، مصالح ساختمانی سبک و مقاوم، احیای مراتع و جنگل‌ها و بهره‌برداری از آنها، فناوری بومی

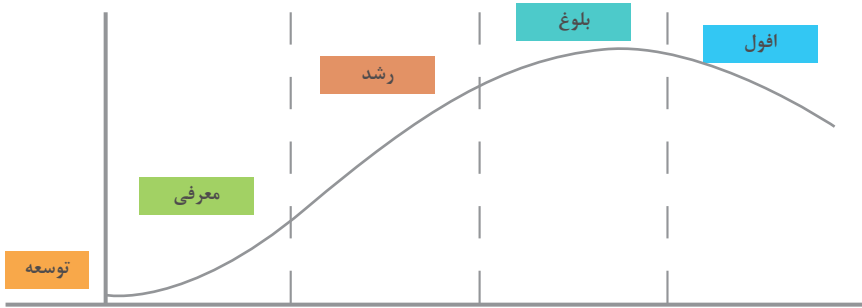
منحنی پیشرفت فناوری از شروع تا پایان



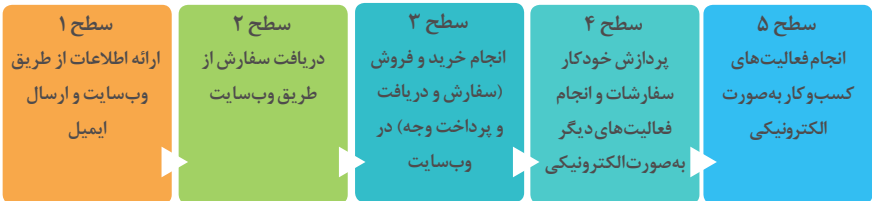
تجسمی از فناوری‌ها در آینده نزدیک



چرخه عمر محصول



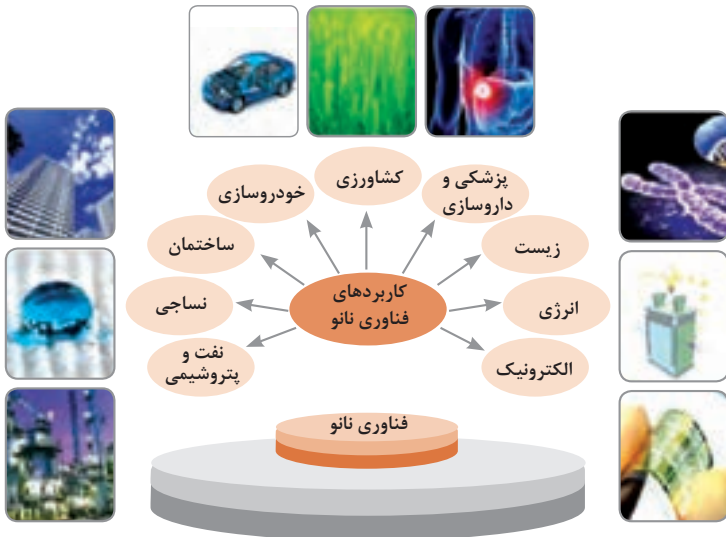
سطوح مختلف کسب و کار در دنیای دیجیتالی



ویژگی‌های کلان داده‌ها

● وجود حجم انبوهی از داده‌های تولید شده و ذخیره شده	اندازه
● گوناگونی و تنوع زیاد داده‌های موجود	تنوع
● سرعت تولید کلان داده‌ها بسیار بالاست	سرعت تولید
● بسیاری از داده‌های کلان در لحظه ایجاد شده و از بین می‌روند که مشکلات ذخیره‌سازی را به همراه دارد	ناپایداری
● کیفیت و کامل بودن کلان داده می‌تواند بر نوع تحلیل‌ها تأثیرگذار باشد	درستی

کاربرد فناوری نانو



کارنامه دروس شایستگی های فنی و غیر فنی پایه یازدهم - شاخه فنی و حرفه ای رشته:

نمره نهایی	واحد / ساعت	نام درس (شایستگی فنی و غیر فنی)	کد درس
	۸	کارگاه ۱-۱۱
	۸	کارگاه ۲-۱۱
	۳	کارگاه نوآوری و کارآفرینی	۸۸۲۲۰
	۲	مدیریت تولید کاربرد فناوری های نوین	۸۸۲۳۰ ۸۸۲۴۰

ملاحظه	نتیجه	نمره سالانه	پودمان				
			۵	۴	۳	۲	۱

ریز نمرات دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی پایه یازدهم – رشته:

نوع درس	کد و نام درس	شماره	نام پودمان	مستمر	شایستگی	نمره کل پودمان	نتیجه
شایستگی فنی	کارگاه ۱-۱۱	۱					
		۲					
		۳					
		۴					
		۵					
شایستگی فنی	کارگاه ۲-۱۱	۱					
		۲					
		۳					
		۴					
		۵					
شایستگی غیرفنی	۸۸۲۲۰- کارگاه نوآوری و کارآفرینی	۱	حل خلاقانه مسائل				
		۲	نوآوری و تجاری‌سازی محصول				
		۳	طراحی کسب و کار				
		۴	بازاریابی و فروش				
		۵	ایجاد کسب و کار نوآورانه				
شایستگی غیرفنی	۸۸۲۳۰- مدیریت تولید	۱	تولید و مدیریت تولید				
		۲	مدیریت منابع				
		۳	توسعه محصول جدید				
		۴	مدیریت کیفیت				
		۵	مدیریت پروژه				
شایستگی غیرفنی	۸۸۲۴۰- کاربرد فناوری‌های نوین	۱	سواد فناورانه				
		۲	فناوری ارتباطات و اطلاعات				
		۳	به‌کارگیری چرخه ایده تا محصول				
		۴	کاربرد انرژی‌های نو				
		۵	فناوری‌های همگرا- به‌کارگیری مواد نوترکیب				