



## 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




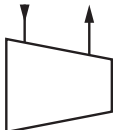

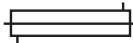

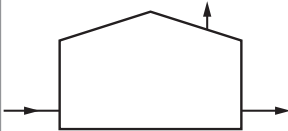
نماد	نام تجهیز		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
TC	Temperature Controller	کنترل کننده دما	۱
PC	Pressure Controller	کنترل کننده فشار	۲
FC	Flow Controller	کنترل کننده دبی	۳
LC	Level Controller	کنترل کننده سطح	۴
TT	Temperature Transmitter	ترنسمیتر دما	۵
PT	Pressure Transmitter	ترنسمیتر فشار	۶
FT	Flow Transmitter	ترنسمیتر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



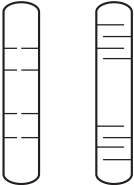


جدول ۳- نمادهای مهم جریان سیال

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
$۱ \times ۱۰^{-۳}$	۱	$۲/۲ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۴۵۳۶	۴۵۳/۶	۱

جدول ۸- تبدیل واحدهای حجم

متر مکعب m <sup>۳</sup>	فوت مکعب ft <sup>۳</sup>	گالن US.gal.	لیتر Liter	اینچ مکعب in <sup>۳</sup>
۱	$۵/۷۸۷ \times ۱۰^{-۴}$	$۴/۳۲۹ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۶۳۹ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۶۳۹ \times ۱۰^{-۵}$
$۱/۷۲۸ \times ۱۰^{۲}$	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	$۱ \times ۱۰^{-۳}$
$۶/۱۰^{۲} \times ۱۰^{۴}$	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 <sup>2</sup>	سانتی متر مربع	cm <sup>2</sup>	فوت مربع	ft <sup>2</sup>	سطح
متر مکعب	m <sup>3</sup>	سانتی متر مکعب	cm <sup>3</sup>	فوت مکعب	ft <sup>3</sup>	حجم
کیلوگرم بر متر مکعب	kg/m <sup>3</sup>	گرم بر سانتی متر مکعب	g/cm <sup>3</sup>	پوند جرم بر فوت مکعب	lbm/ft <sup>3</sup>	چگالی
نیوتون یا کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه	N یا kg.m/s <sup>2</sup>	دین یا گرم سانتی متر بر مجذور ثانیه	gcm/s <sup>2</sup> یا dyne	پوند نیرو	lbf	نیرو
پاسکال یا نیوتن بر متر مربع	Pa یا N/m <sup>2</sup>	دین بر سانتی متر مربع	dyne/cm <sup>2</sup>	پوند نیرو بر اینچ مربع	lbf/in <sup>2</sup> =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	کروم / کنسانتان	۲۰۰- الی ۹۰۰
K	کروم / 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 <sup>3</sup> /R.lbmol	۸/۳۱۴۵ Pa.m <sup>3</sup> /(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
الکتروپمپ		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	HOOCOOH	اگزالیک اسید
$NH_4SO_3H$	سولفامیک اسید	$(HOOCCH_2)_xNCH_2CH_2N(CH_2COOH)_y$	اتیلن دی آمین تتر استیک 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
<b>A</b> CHANNEL AND REMOVABLE COVER	<b>E</b> ONE PASS SHELL	<b>L</b> FIXED TUBESHEET LIKE "A" STATIONARY HEAD
<b>B</b> BONNET (INTEGRAL COVER)	<b>F</b> TWO PASS SHELL WITH LONGITUDINAL BAFFLE	<b>M</b> FIXED TUBESHEET LIKE "B" STATIONARY HEAD
<b>C</b> CHANNEL INTEGRAL WITH TUBESHEET AND REMOVABLE COVER (removable tube bundle only)	<b>G</b> SPLIT FLOW	<b>N</b> FIXED TUBESHEET LIKE "W" STATIONARY HEAD
<b>D</b> SPECIAL HIGH PRESSURE CLOSURE	<b>H</b> DOUBLE SPLIT FLOW	<b>P</b> OUTSIDE PACKED FLOATING HEAD
<b>N</b> CHANNEL INTEGRAL WITH TUBESHEET AND REMOVABLE COVER	<b>I</b> DIVIDED FLOW	<b>S</b> FLOATING HEAD WITH BACKING DEVICE
	<b>K</b> KETTLE TYPE REBOILER	<b>T</b> PULLTHROUGH FLOATING HEAD
	<b>X</b> CROSS FLOW	<b>U</b> U-TUBE BUNDLE
		<b>W</b> EXTERNALLY SEALED FLOATING TUBESHEET

طبق استاندارد «مؤسسه سازندگان مبدل‌های لوله‌ای»<sup>۱</sup> (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 سرمایه‌بش 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 رادیو 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	