

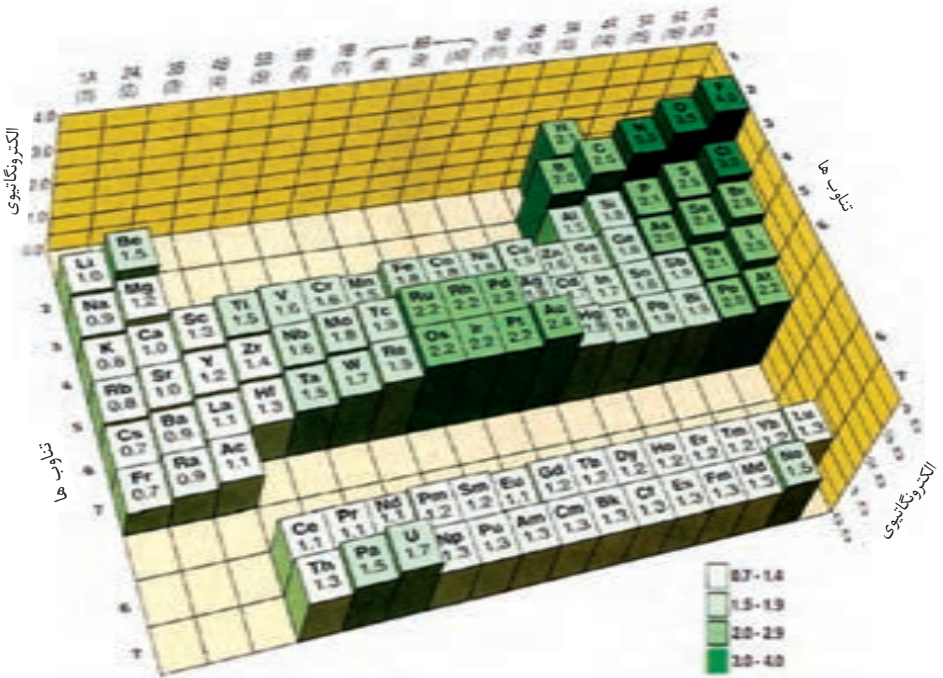
## پودمان ۳

دانش فنی، اصول، قواعد، قوانین و مقررات

## گزارش کار آزمایشگاه

|  |             |                  |
|--|-------------|------------------|
| عنوان آزمایش:  | شماره گروه: | نام مرکز آموزشی: |
| تاریخ انجام آزمایش:  | افراد گروه: | کلاس:            |
| سال تحصیلی:  | نام درس:    | پایه:            |
| هدف آزمایش: (هدف از انجام آزمایش بطور خلاصه بیان شود).   |             |                  |
| تئوری آزمایش: (مطالب علمی مرتبط با این آزمایش با استفاده از مطالعه کتاب های علمی، کتاب های کمک درسی و کتاب های درسی) |             |                  |
| مواد و وسایل مورد نیاز:  |             |                  |
| روش اجرای آزمایش:  |             |                  |
| شکل دستگاه مربوط به آزمایش: (ترسیم شکل دستگاه مطابق آنچه در آزمایش به کار برده شده)                                  |             |                  |
| مشاهدات: (گزارش کامل و دقیق مشاهدات در حین انجام آزمایش)   |             |                  |
| محاسبات و رسم نمودارها: (در صورت وجود محاسبات و نمودار در آزمایش)  |             |                  |
| نتیجه:   |             |                  |
| خطاها: (بررسی علت های ایجاد خطا در آزمایش)   |             |                  |
| پاسخ به پرسش ها:   |             |                  |
| منابع مورد استفاده: ( ذکر نام کتاب ها و منابعی که مورد استفاده قرار گرفته است)                                       |             |                  |

## جدول الکترونگاتیوی عناصرها



عناصر

| نام عنصر     | نماد | عدد ائمی | جرم ائمی | نام عنصر     | نماد | عدد ائمی | جرم ائمی | نام عنصر      | نماد | عدد ائمی | جرم ائمی | نام عنصر | نماد | عدد ائمی | جرم ائمی |
|--------------|------|----------|----------|--------------|------|----------|----------|---------------|------|----------|----------|----------|------|----------|----------|
| Actinium     | Ac   | 89       | (227)    | Hassium      | Hs   | 108      | (277)    | Radon         | Rn   | 86       | (222)    |          |      |          |          |
| Aluminium    | Al   | 13       | 26.98    | Helium       | He   | 2        | 4.003    | Rhenium       | Re   | 75       | 186.2    |          |      |          |          |
| Americium    | Am   | 95       | (243)    | Holmium      | Ho   | 67       | 164.9    | Rhodium       | Rh   | 45       | 102.9    |          |      |          |          |
| Antimony     | Sb   | 51       | 121.8    | Hydrogen     | H    | 1        | 1.008    | Roentgenium   | Rg   | 111      | (272)    |          |      |          |          |
| Argon        | Ar   | 18       | 39.95    | Iodine       | I    | 49       | 114.8    | Rubidium      | Rb   | 37       | 85.47    |          |      |          |          |
| Arsenic      | As   | 33       | 74.92    | Iridium      | Ir   | 53       | 126.9    | Ruthenium     | Ru   | 44       | 101.1    |          |      |          |          |
| Asatine      | At   | 85       | (210)    | Iridium      | Ir   | 77       | 192.2    | Rutherfordium | Rf   | 104      | (263)    |          |      |          |          |
| Barium       | Ba   | 56       | 137.3    | Iron         | Fe   | 26       | 55.85    | Samarium      | Sm   | 62       | 150.4    |          |      |          |          |
| Berkelium    | Bk   | 97       | (247)    | Krypton      | Kr   | 36       | 83.80    | Scandium      | Sc   | 21       | 44.96    |          |      |          |          |
| Beryllium    | Be   | 4        | 9.012    | Lanthanum    | La   | 57       | 138.9    | Seaborgium    | Sg   | 106      | (266)    |          |      |          |          |
| Bismuth      | Bi   | 83       | 209.0    | Lawrencium   | Lr   | 103      | (257)    | Selenium      | Se   | 34       | 78.96    |          |      |          |          |
| Bolmium      | Bh   | 107      | (267)    | Lead         | Pb   | 82       | 207.2    | Silicon       | Si   | 14       | 28.09    |          |      |          |          |
| Boron        | B    | 5        | 10.81    | Livermorium  | Lv   | 116      | (293)    | Silver        | Ag   | 47       | 107.9    |          |      |          |          |
| Bromine      | Br   | 35       | 79.90    | Lithium      | Li   | 3        | 6.941    | Sodium        | Na   | 11       | 22.99    |          |      |          |          |
| Cadmium      | Cd   | 48       | 112.4    | Lutetium     | Lu   | 71       | 175.0    | Strontium     | Sr   | 38       | 87.62    |          |      |          |          |
| Calcium      | Ca   | 20       | 40.08    | Magnesium    | Mg   | 12       | 24.31    | Sulfur        | S    | 16       | 32.07    |          |      |          |          |
| Californium  | Cf   | 98       | (249)    | Manganese    | Mn   | 25       | 54.94    | Tantalum      | Ta   | 73       | 180.9    |          |      |          |          |
| Carbon       | C    | 6        | 12.01    | Meitnerium   | Mt   | 109      | (268)    | Technetium    | Tc   | 43       | (98)     |          |      |          |          |
| Cerium       | Ce   | 58       | 140.1    | Mendelevium  | Md   | 101      | (256)    | Tellurium     | Te   | 52       | 127.6    |          |      |          |          |
| Cesium       | Cs   | 55       | 132.9    | Mercury      | Hg   | 80       | 200.6    | Terbium       | Tb   | 65       | 158.9    |          |      |          |          |
| Chlorine     | Cl   | 17       | 35.45    | Molybdenum   | Mo   | 42       | 95.94    | Thallium      | Tl   | 81       | 204.4    |          |      |          |          |
| Chromium     | Cr   | 24       | 52.00    | Neodymium    | Nd   | 60       | 144.2    | Thorium       | Th   | 90       | 232.0    |          |      |          |          |
| Cobalt       | Co   | 27       | 58.93    | Neon         | Ne   | 10       | 20.18    | Thulium       | Tm   | 69       | 168.9    |          |      |          |          |
| Copernicium  | Cn   | 112      | (285)    | Neptunium    | Np   | 93       | (244)    | Tin           | Sn   | 50       | 118.7    |          |      |          |          |
| Copper       | Cu   | 29       | 63.55    | Nickel       | Ni   | 28       | 58.70    | Titanium      | Ti   | 22       | 47.88    |          |      |          |          |
| Curium       | Cm   | 96       | (247)    | Nobelium     | Nb   | 41       | 92.91    | Tungsten      | W    | 74       | 183.9    |          |      |          |          |
| Darmstadtium | Ds   | 110      | (281)    | Nitrogen     | N    | 7        | 14.01    | Uranium       | U    | 92       | 238.0    |          |      |          |          |
| Dubnium      | Db   | 105      | (262)    | Nobelium     | No   | 102      | (253)    | Vanadium      | V    | 23       | 50.94    |          |      |          |          |
| Dysprosium   | Dy   | 66       | 162.5    | Osmium       | Os   | 76       | 190.2    | Xenon         | Xe   | 54       | 131.3    |          |      |          |          |
| Einsteinium  | Es   | 99       | (254)    | Oxygen       | O    | 8        | 16.00    | Ytterbium     | Yb   | 70       | 173.0    |          |      |          |          |
| Erbium       | Er   | 68       | 167.3    | Palladium    | Pd   | 46       | 106.4    | Yttrium       | Y    | 39       | 88.91    |          |      |          |          |
| Europtium    | Eu   | 63       | 152.0    | Phosphorus   | P    | 15       | 30.97    | Zinc          | Zn   | 30       | 65.41    |          |      |          |          |
| Fermium      | Fm   | 100      | (253)    | Platinum     | Pt   | 78       | 195.1    | Zirconium     | Zr   | 40       | 91.22    |          |      |          |          |
| Fluorine     | F    | 9        | 19.00    | Plutonium    | Pu   | 94       | (242)    |               |      | 112**    | (285)    |          |      |          |          |
| Francium     | Fr   | 87       | (223)    | Polonium     | Po   | 84       | (209)    |               |      | 113      | (284)    |          |      |          |          |
| Gadolinium   | Gd   | 64       | 157.3    | Potassium    | K    | 19       | 39.10    |               |      |          |          |          |      |          |          |
| Gallium      | Ga   | 31       | 69.72    | Praseodymium | Pr   | 59       | 140.9    |               |      |          |          |          |      |          |          |
| Germanium    | Ge   | 32       | 72.61    | Promethium   | Pm   | 61       | (145)    |               |      |          |          |          |      |          |          |
| Gold         | Au   | 79       | 197.0    | Protactinium | Pa   | 91       | (231)    |               |      |          |          |          |      |          |          |
| Hafnium      | Hf   | 72       | 178.5    | Radium       | Ra   | 88       | (226)    |               |      |          |          |          |      |          |          |

\* All atomic masses are given to four significant figures. Values in parentheses represent the mass number of the most stable isotope.  
 \*\* The names and symbols for elements 112 through 116 have not been chosen.

پیشگیل کاتیون استخوانی در ۲۰°C و pH ۷.۸

| نیم واکنش کاتیون   | E° (V) | نیم واکنش کاتیون                                     | E° (V) |
|--|--------|--|--------|
| $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$                                | 2.87   | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$               | 0.40   |
| $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$                                  | 1.99   | $Ce^{IV} + 2e^- \rightarrow Ce^{IV}$                 | 0.34   |
| $Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$                          | 1.82   | $Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$            | 0.27   |
| $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$                     | 1.78   | $AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$                   | 0.22   |
| $Ce^{IV} + e^- \rightarrow Ce^{IV}$                          | 1.70   | $SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$ | 0.20   |
| $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$ | 1.69   | $Cd^{2+} + e^- \rightarrow Cd$                       | 0.16   |
| $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$              | 1.68   | $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$                        | 0.00   |
| $2e^- + 2H^+ + IO_3^- \rightarrow IO_2^- + H_2O$             | 1.60   | $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$                      | -0.036 |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$          | 1.51   | $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$                      | -0.13  |
| $As^{III} + 3e^- \rightarrow As$                             | 1.50   | $Se^{IV} + 2e^- \rightarrow Se$                      | -0.14  |
| $PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$            | 1.46   | $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$                      | -0.23  |
| $O_2 + 2e^- \rightarrow 2O^{2-}$                             | 1.36   | $PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$           | -0.35  |
| $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$   | 1.33   | $Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$                      | -0.40  |
| $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$                        | 1.23   | $Fe^{3+} + 2e^- \rightarrow Fe$                      | -0.44  |
| $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$            | 1.21   | $Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$                  | -0.50  |
| $IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow I_2 + 3H_2O$               | 1.20   | $Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$                      | -0.73  |
| $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$                              | 1.09   | $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$                      | -0.76  |
| $VO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$             | 1.00   | $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$               | -0.83  |
| $AsO_4^{3-} + 3e^- \rightarrow As + 4OH^-$                   | 0.99   | $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$                      | -1.18  |
| $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$                | 0.96   | $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$                      | -1.66  |
| $CO_3^{2-} + e^- \rightarrow CO_3^{\cdot -}$                 | 0.954  | $H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^-$                        | -2.23  |
| $2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$                      | 0.91   | $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$                      | -2.37  |
| $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$                                  | 0.80   | $La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$                      | -2.37  |
| $Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$                           | 0.80   | $Nb^{5+} + e^- \rightarrow Nb$                       | -2.71  |
| $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$                          | 0.77   | $Cr^{3+} + 2e^- \rightarrow Cr$                      | -2.76  |
| $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$                         | 0.68   | $Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$                      | -2.90  |
| $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{\cdot -}$                  | 0.56   | $K^+ + e^- \rightarrow K$                            | -2.92  |
| $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$                                | 0.54   | $Li^+ + e^- \rightarrow Li$                          | -3.05  |
| $Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$                                  | 0.52   |  |        |

## موقعیت بعضی از یون‌های تک اتمی

[illegible]

## یون های تک اتمی و چند اتمی

یون های تک اتمی عنصرهایی که یک نوع یون تشکیل می دهند.

| بار | نام یون                                     | نماد شیمیایی   | بار | نام یون  | نماد شیمیایی   |
|-----|---|--|-----|--|--|
| ۱-  | هیرید<br>فلوئورید<br>کلرید<br>برمید<br>یدید | H <sup>-</sup><br>F <sup>-</sup><br>Cl <sup>-</sup><br>Br <sup>-</sup><br>I <sup>-</sup> | ۱+  | هیدروژن<br>لیتیم<br>سدیم<br>پتاسیم<br>سزیم<br>نقره | H <sup>+</sup><br>Li <sup>+</sup><br>Na <sup>+</sup><br>K <sup>+</sup><br>Cs <sup>+</sup><br>Ag <sup>+</sup> |
| ۲-  | اکسید<br>سولفید                             | O <sup>۲-</sup><br>S <sup>۲-</sup>   | ۲+  | منیزیم<br>کلسیم<br>باریم<br>روی<br>کادمیم          | Mg <sup>۲+</sup><br>Ca <sup>۲+</sup><br>Ba <sup>۲+</sup><br>Zn <sup>۲+</sup><br>Cd <sup>۲+</sup>             |
| ۳-  | نیتريد                                      | N <sup>۳-</sup>  | ۳+  | آلومینیم   | Al <sup>۳+</sup>   |

یون های تک اتمی عنصرهایی که بیش از یک نوع یون پایدار دارند.

| نماد شیمیایی     | نام یون      | نماد شیمیایی     | نام یون  |
|------------------|--------------|------------------|----------|
| Cr <sup>۲+</sup> | کروم (II)    | Cu <sup>+</sup>  | مس (I)   |
| Cr <sup>۳+</sup> | کروم (III)   | Cu <sup>۲+</sup> | مس (II)  |
| Co <sup>۲+</sup> | کوبالت (II)  | Pb <sup>۲+</sup> | سرب (II) |
| Co <sup>۳+</sup> | کوبالت (III) | Pb <sup>۴+</sup> | سرب (IV) |
| Mn <sup>۲+</sup> | منگنز (II)   | Sn <sup>۲+</sup> | قلع (II) |
| Mn <sup>۳+</sup> | منگنز (III)  | Sn <sup>۴+</sup> | قلع (IV) |

یون های چند اتمی

| فرمول یون                                   | نام یون          | فرمول یون                                    | نام یون        |
|---|------------------|--|----------------|
| NO <sup>-</sup> <sub>۳</sub>                | نیترات           | HSO <sup>-</sup> <sub>۴</sub>                | هیدروژن سولفات |
| NO <sup>-</sup> <sub>۲</sub>                | نیتريت           | CO <sup>۲-</sup> <sub>۳</sub>                | کربنات         |
| PO <sup>۳-</sup> <sub>۴</sub>               | فسفات            | HCO <sup>۲-</sup> <sub>۳</sub>               | هیدروژن کربنات |
| SO <sup>۲-</sup> <sub>۴</sub>               | سولفات           | OH <sup>-</sup>                              | هیدروکسید      |
| SO <sup>۲-</sup> <sub>۳</sub>               | سولفیت           | NH <sup>+</sup> <sub>۴</sub>                 | یون آمونیوم    |
| CH <sub>۳</sub> COO <sup>-</sup>            | استات            | MnO <sup>-</sup> <sub>۴</sub>                | پرمنگنات       |
| OH <sup>-</sup>                             | هیدروکسید        | Cro <sup>۲-</sup> <sub>۴</sub>               | کرومات         |
| H <sub>۳</sub> O <sup>+</sup>               | هیدرونیوم        | Cr <sub>۲</sub> O <sup>۲-</sup> <sub>۷</sub> | دی کرومات      |
| CN <sup>-</sup>                             | سیانید           | ClO <sup>-</sup>                             | هیپوکلریت      |
| O <sup>۲-</sup> <sub>۲</sub>                | پراکسید          | ClO <sup>-</sup> <sub>۲</sub>                | کلریت          |
| HPO <sup>۲-</sup> <sub>۴</sub>              | هیدروژن فسفات    | ClO <sup>-</sup> <sub>۳</sub>                | کلرات          |
| H <sub>۲</sub> PO <sup>-</sup> <sub>۴</sub> | دی هیدروژن فسفات | ClO <sup>-</sup> <sub>۴</sub>                | پرکلرات        |

### 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   |

### نمادهای کنترلی














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



### 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    |
| 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                | گلیکول             | 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   |

## 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    |
|   | Separator                            | جدا کننده دو فازی                        | ۸    |
|  | Packed Column<br>& Fixed Bed Reactor | برج های پر شده و رآکتورهای<br>کاتالیزگری | ۹    |
|  | Tray Column                          | برج های سینی دار                         | ۱۰   |
|  | Filter                               | فیلتر                                    | ۱۱   |
|  | Mixer                                | همزن                                     | ۱۲   |

### پیشوند واحدهای مضرب

| نماد            | مضرب      |
|-----------------|-----------|
| مگا (M)         | $10^6$    |
| کیلو (K)        | $10^3$    |
| سانتی (c)       | $10^{-2}$ |
| میلی (m)        | $10^{-3}$ |
| میکرو ( $\mu$ ) | $10^{-6}$ |
| نانو (n)        | $10^{-9}$ |

### تبدیل واحدهای طول

| مایل mile               | فوت ft                 | اینچ inch           | متر m                 |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| $6/214 \times 10^{-4}$  | 3/2802                 | 39/37               | 1                     |
| $1/58 \times 10^{-5}$   | $8/333 \times 10^{-2}$ | 1                   | $2/54 \times 10^{-2}$ |
| $1/8939 \times 10^{-4}$ | 1                      | 12                  | 0/3048                |
| 1                       | 5280                   | $6/336 \times 10^4$ | $1/61 \times 10^3$    |

### تبدیل واحد برای جرم

| پوند جرم Ibm         | گرم g | کیلوگرم kg         |
|----------------------|-------|--------------------|
| 2/2                  | 1000  | 1                  |
| $2/2 \times 10^{-3}$ | 1     | $1 \times 10^{-3}$ |
| 1                    | 453/6 | 0/4536             |

### تبدیل واحدهای حجم

| متر مکعب m <sup>3</sup> | لیتر Liter             | گالن US.gal.           | فوت مکعب ft <sup>3</sup> | اینچ مکعب in <sup>3</sup> |
|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $1/639 \times 10^{-5}$  | $1/639 \times 10^{-2}$ | $4/329 \times 10^{-3}$ | $5/787 \times 10^{-4}$   | 1                         |
| $2/832 \times 10^{-2}$  | 28/32                  | 7/481                  | 1                        | $1/728 \times 10^3$       |
| $3/785 \times 10^{-3}$  | 3/785                  | 1                      | 0/1337                   | $2/31 \times 10^2$        |
| $1 \times 10^{-3}$      | 1                      | 0/2642                 | $3/53 \times 10^{-2}$    | 61/03                     |
| 1                       | 1000                   | 264/2                  | 35/31                    | $6/10^3 \times 10^4$      |

# واحد‌های SI.CGS.FPS

| SI                                      |                          | CGS                                 |                            | FPS                    |                           | کمیت          |
|---|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|
| واحد                                    | نماد                     | واحد                                | نماد                       | واحد                   | نماد                      |               |
| متر                                     | m                        | سانتی‌متر                           | cm                         | فوت                    | ft                        | طول           |
| کیلوگرم                                 | kg                       | گرم                                 | g                          | پوند جرم               | lbm                       | جرم           |
| ثانیه                                   | S                        | ثانیه                               | S                          | ثانیه                  | S                         | زمان          |
| سیلیسیوس و کلوین                        | C و K                    | سیلیسیوس و کلوین                    | 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>۲</sup>           | سانتی‌متر مربع                      | cm <sup>۲</sup>            | فوت مربع               | ft <sup>۲</sup>           | سطح           |
| متر مکعب                                | m <sup>۳</sup>           | سانتی‌متر مکعب                      | cm <sup>۳</sup>            | فوت مکعب               | ft <sup>۳</sup>           | حجم           |
| کیلوگرم بر متر مکعب                     | kg/m <sup>۳</sup>        | گرم بر سانتی‌متر مکعب               | g/cm <sup>۳</sup>          | پوند جرم بر فوت مکعب   | lbm/ft <sup>۳</sup>       | چگالی         |
| نیوتون یا کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه    | N یا kg.m/s <sup>۲</sup> | دین یا گرم سانتی‌متر بر مجذور ثانیه | gcm/s <sup>۲</sup> یا dyne | پوند نیرو              | lbf                       | نیرو          |
| پاسکال یا نیوتن بر متر مربع             | Pa یا N/m <sup>۲</sup>   | دین بر سانتی‌متر مربع               | dyne/cm <sup>۲</sup>       | پوند نیرو بر اینچ مربع | lbf/in <sup>۲</sup> = Psi | فشار          |
| ژول یا نیوتن در متر                     | N.m یا J                 | ارگ یا دین در سانتی‌متر             | dyne.cm یا erg             | پوند نیرو در فوت       | lbf.ft                    | انرژی مکانیکی |
| کالری                                   | cal                      | کالری                               | cal                        | بی‌تی‌یو               | Btu                       | انرژی حرارتی  |
| وات                                     | Watt                     | ارگ بر ثانیه                        | erg/s                      | بی‌تی‌یو بر ثانیه      | Btu/s                     | توان          |
| پاسکال - ثانیه یا کیلوگرم بر متر. ثانیه | kg/m.s یا Pa.s           | گرم بر سانتی‌متر - ثانیه یا پویز    | Poise یا g/cm.s            | پوند بر فوت - ثانیه    | lbf/ft-s                  | گرانروی       |

### 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 |

### محدوده دمایی انواع ترموکوپل ها

| 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 / آلومینیم            | 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      |

### 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                           |

### محدوده دمایی دماسنج های مقاومتی پلاتین، نیکل و مس

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

### ضرایب تبدیل واحدهای فشار به یکدیگر

|      | bar                       | Pa                     | kPa                      | mmHg                     | atm                       | Psi        |
|------|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| bar  | ۱                         | $10^5$                 | $101/325$                | $750/064$                | $0/986923$                | $14/503$   |
| Pa   | $10^{-5}$                 | ۱                      | $10^{-3}$                | $7/50064 \times 10^{-3}$ | $9/86923 \times 10^{-6}$  | $0/000145$ |
| kPa  | $101/325$                 | $10^3$                 | ۱                        | $7/50064$                | $0/986923 \times 10^{-3}$ | $0/145037$ |
| mmHg | $1/33322 \times 10^{-3}$  | $133/322$              | $133/322 \times 10^{-3}$ | ۱                        | $1/31579 \times 10^{-3}$  | $0/019446$ |
| atm  | $1/01325$                 | $101/325 \times 10^3$  | $101/325$                | ۷۶۰                      | ۱                         | $14/695$   |
| Psi  | $6/894757 \times 10^{-3}$ | $6/894757 \times 10^3$ | $6/894757$               | $51/7149$                | $0/06805$                 | ۱          |

### مقادیر R در سامانه‌های مختلف اندازه‌گیری

| سامانه‌های<br>اندازه‌گیری | ---   | SI   | F.P.S  |
|---------------------------|---|--|--|
| مقدار ثابت گازها R        | $\frac{0.082057}{(\text{lit} \cdot \text{atm})/(\text{K} \cdot \text{gmol})}$ | $\frac{8.3145}{\text{Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{kmol})}$ | $\frac{19.33}{\text{psi} \cdot \text{ft}^3/(\text{R} \cdot \text{lbmol})}$ |

### 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              |





### تبدیل یکاهای مختلف ارتفاع سطح مواد

|   |      |   |         |           |
|---|------|---|---------|-----------|
| ۱ | متر  | = | ۱۰۰۰    | میلی‌متر  |
| ۱ | متر  | = | ۱۰۰     | سانتی‌متر |
| ۱ | فوت  | = | ۰ / ۳۳۳ | یارد      |
| ۱ | فوت  | = | ۱۲      | اینچ      |
| ۱ | فوت  | = | ۰ / ۳۰۵ | متر       |
| ۱ | اینچ | = | ۲ / ۵۴  | سانتی‌متر |

### 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 |

### 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 | ماهانه      |
| توربین گازی    |  | نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق | فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس | ماهانه      |
|                |   |  | ابزار دقیق   | هر ۶ ماه    |
| الکتروفن       |  | ارتعاش سنج، تحلیل گر برق                     | فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس | ماهانه      |
| الکترو کمپرسور |  | نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق | فشارسنج ها، دماسنج ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس | ماهانه      |



## 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      | $HOC(CH_2COOH)_3(COOH)$            | سیتریک اسید                         |
| $HF$          | هیدروفلوئوریک اسید | $HOCCOOH$                          | اگزالیک اسید                        |
| $NH_4SO_3H$   | سولفامیک اسید      | $(HOOCCH)_2NCH_2CH_2N(CH_2COOH)_2$ | اتیلن دی آمین<br>تترا استیک<br>اسید |
| $HNO_3$       | نیتریک اسید        |                                    |                                     |
| $HCl$         | هیدروکلریک اسید    |                                    |                                     |

## متغیرهای تنظیم مرحله اسیدشویی با هیدروکلریک 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 ( $NH_4HF_6$ ) |
| ۰/۰ تا ۱/۵٪ وزنی      | تیواوره                          |
| ۱/۰٪ وزنی             | اگزالیک اسید                     |
| ۷۰-۸۲ °C              | دما                              |
| ۸ تا ۱۸ ساعت          | مدت زمان اسیدشویی                |

## مقایسه روش های مختلف رسوب زدایی

| شیمیایی | مکانیکی      |                  |       | نوع روش   |
|---------|--------------|------------------|-------|---|
| —       | فشنگی ساینده | هیدروفرز مکانیکی | جت آب | نام دستگاه  |
| عالی    | زیاد         | عالی             | متوسط | کیفیت رسوب زدایی                                  |
| 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 لوله های U شکل                    |
| ندارد   | ندارد        | عالی             | ندارد | امکان رسوب زدایی لوله های کاملاً گرفته شده        |

## ویژگی‌های انواع فیلتراسیون

| ویژگی                        | میکروفیلتراسیون   | اولترافیلتراسیون                          | نانوفیلتراسیون                            | اسمز معکوس  |
|------------------------------|---|---|---|---|
| پلیمرها                      | سرامیک<br>پلی پروپیلن<br>پلی تترا فلوراید<br>اتیلن<br>اکریلیک | سرامیک<br>سلولزی<br>پلی سولفون<br>فلوراید | فیلم نازک<br>مواد مرکب کامپوزیت<br>سلولزی | فیلم نازک<br>مواد مرکب کامپوزیت<br>سلولزی<br>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 میکروارگانیسم‌ها         | 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   |

### نقطه ابری شدن و نقطه ریزش گازوئیل، نفت کوره و یک نوع روغن موتور

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

مقایسهٔ خواص روغن‌های معدنی با روغن‌های سینتتیک

| خواص<br>نوع روغن      | خواص گرآوری<br>-درجه حرارت | خواص<br>جریان در درجه<br>حرارت‌های پایین | پایداری در برابر<br>اکسیداسیون | مخلوط شدن<br>با روغن‌های<br>معدنی | میزان<br>عدم<br>تبخیر | سازگاری با<br>رنگ و جلا | مقاومت<br>در برابر<br>هیپرواکسید | باد کردن<br>لاستیک بونا | خواص<br>روغن‌کاری | پایداری<br>حرارتی | مقاومت در<br>برابر آتش | هزینه     |
|-----------------------|----------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-----------|
| روغن معدنی            | متوسط                      | ضعیف                                     | متوسط                          | —                                 | متوسط                 | عالی                    | عالی                             | کم                      | خوب               | متوسط             | ضعیف                   | کم        |
| پلیمرهای القیئی       | خوب                        | خوب                                      | متوسط                          | عالی                              | خوب                   | عالی                    | عالی                             | هیچ                     | خوب               | متوسط             | ضعیف                   | متوسط     |
| آرومات‌های<br>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 گلیکول‌ها         | 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     |
| سیلیکون‌ها            | 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 کربن‌ها       | متوسط                      | خوب                                      | عالی                           | ضعیف                              | متوسط                 | خوب                     | خیلی خوب                         | متوسط                   | عالی              | خیلی خوب          | عالی                   | خیلی زیاد |
| پلی فسفیل استرها      | ضعیف                       | ضعیف                                     | خیلی خوب                       | خوب                               | خوب                   | متوسط                   | عالی                             | کم                      | عالی              | عالی              | متوسط                  | خیلی زیاد |

### بعضی از انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه اشتعال و کاربرد آنها

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

### نقطه اشتعال چند نمونه از محصولات نفتی

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

### ویسکوزیته سینماتیک چند نمونه از محصولات نفتی

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

### چند نوع مخلوط جهت استفاده در حمام‌های سرمایش

| نوع مخلوط                                      | مناسب ایجاد سرما تا دمای |
|--|--------------------------|
| مخلوط آب و یخ                                  | ۵۰ °C - ۱۰ °C (°F -۱۰)   |
| مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک سدیم کلرید  | ۱۲ °C - ۱۰ °C (°F -۱۰)   |
| مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک کلسیم کلرید | ۲۶ °C - ۱۵ °C (°F -۱۵)   |
| مخلوط یخ خشک و استن با نفتا                    | ۵۷ °C - ۷۰ °C (°F -۷۰)   |

تقسیم‌بندی مبدل‌های پوسته – لوله بر اساس استاندارد TEMA

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

طبق استاندارد «مؤسسه سازندگان مبدل های لوله ای<sup>۱</sup> (TEMA)» مبدل های پوسته - لوله از نظر ساختار کلگی جلو، کلگی عقب و پوسته به صورت زیر تقسیم بندی می شوند:

## طبقه بندی انواع کلگی جلو

هر یک از کلگی های جلو دارای کاربرد خاصی هستند، که استفاده غیرمناسب آن می تواند باعث اختلال در عملکرد مبدل گردد. انواع کلگی های جلو بر اساس استاندارد TEMA عبارت اند از:

**۱ TEMA A:** در این نوع کلگی، همه اتصالات فلنجی است و بین دویه دوی اتصالات فلنجی از واشر استفاده می شود. از این نوع کلگی برای سیال های بسیار رسوب زا استفاده می شود و تمیزکاری لوله ها تنها با باز کردن درپوش مجرا امکان پذیر است.

**۲ TEMA B:** این نوع کلگی فاقد درپوش می باشد و در آن مجرا به پوسته پیچ می شود و بین اتصال کلگی و پوسته از واشر استفاده می شود. از این نوع کلگی برای سیال های تمیز استفاده می شود و تمیزکاری لوله ها تنها با باز کردن فلنج مجرا از پوسته میسر است. این نوع کلگی در بین کلگی های جلو، اقتصادی ترین کلگی می باشد.

**۳ TEMA C:** در این نوع کلگی، درپوش مجرا به مجرا پیچ شده ولی مجرا به دسته لوله ها جوش داده شده و دسته لوله ها به پوسته پیچ می شوند. از این نوع کلگی برای سیال های تمیز، سمی و فشارهای بالا استفاده می شود 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 لوله ها و سپس دسته لوله ها به پوسته جوش داده می شوند. لذا در این نوع کلگی نمی توان دسته لوله ها را از پوسته بیرون کشید.

**۵ TEMA D:** در این نوع کلگی، تمامی اتصالات صفحه لوله، کانال و پوسته جوش داده می شوند و درپوش کانال در اثر فشار سیال داخل کانال آب بندی می شود. این نوع کانال برای استفاده در فشارهای بالا طراحی می گردد.

## طبقه بندی انواع پوسته

قطر پوسته، تعداد و محل جریان های ورودی و خروجی متصل به پوسته و همچنین طراحی های مختلف تیغه های درون پوسته از پارامترهای مهم در طراحی مبدل هستند. هزینه پوسته معمولاً بیشتر از لوله هاست، و هرچه قطر و ضخامت پوسته مبدل بیشتر شود، هزینه ساخت مبدل نیز افزایش می یابد. بنابراین برای ساخت یک مبدل به قیمت پایین تر، بهتر است قطر پوسته کمتر گردد و سطح انتقال حرارت با افزایش طول مبدل جبران شود. انواع پوسته ها براساس استاندارد TEMA عبارت اند از:

**۱ TEMA E:** در این نوع گذر پوسته دارای یک گذر می باشد و جریان سیال از یک انتهای پوسته وارد شده و از انتهای دیگر آن خارج می شود. این نوع پوسته در مبدل های با جریان کاملاً

<sup>۱</sup> - Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA)

ناهم سو مورد استفاده قرار می گیرد.

**۲ TEAM F:** این نوع پوسته دارای یک تیغه طولی است که پوسته را به دو گذر تقسیم می کند. جریان از یک سمت پوسته وارد شده و سپس جریان از گذر اول، وارد گذر دوم می شود و از انتهای پوسته خارج می شود. این پوسته معادل دو پوسته E می باشد که به صورت سری به هم متصل گردیده اند. زمانی که شدت جریان کمی از سمت پوسته عبور می کند، از این نوع پوسته استفاده می شود.

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

**۴ TEMA H:** همان گونه که از ساختار H مشخص است، این نوع پوسته معادل دو پوسته G می باشد. این نوع پوسته دارای دو ورودی و دو خروجی می باشد و دارای کمترین افت فشار در پوسته می باشد.

**۵ TEMA J:** در این نوع پوسته، جریان سیال از وسط وارد پوسته شده و سپس به دو قسمت مساوی تقسیم می گردد. هر یک از بخش های سیال در مبدل حرکت نموده و از یک مجرای مجزا خارج می گردند. همچنین می توان 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 می شود و از بالای پوسته خارج می گردد. این ساختار بیشتر در ریبولرهای برج های تقطیر استفاده می شود.

**۷ TEMA X:** در این نوع مبدل ها جریان می تواند از چندین نازل ورودی در طول پوسته وارد مبدل شود. این ساختار پوسته در سرمایش و میعان کردن بخارها در فشارهای پایین و خلأ استفاده می شود.

## طبقه بندی انواع کلگی عقب

به قسمت انتهایی مبدل، کلگی عقب می گویند و به دو صورت جوشی و پیچی می تواند 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 می شوند و بین دو به دوی اتصالات از واشر استفاده می شود. از این نوع کلگی برای سیال های رسوب زا استفاده می شود و تمیزکاری لوله ها تنها با باز کردن درپوش مجرا امکان پذیر است. این نوع کلگی شبیه کلگی جلو A می باشد.

**۲ TEMA M:** این نوع کلگی فاقد درپوش می باشد و در آن مجرا به صفحه لوله و از طریق فلنج متصل می شود و بین دوه دوی اتصالات فلنجی از واشر استفاده می شود. از این نوع کلگی برای سیال های تمیز استفاده می شود و تمیزکاری لوله ها با باز کردن فلنج مجرا از پوسته میسر می شود. به علت انحنای این کلگی، مقاومت آن در فشارهای بالا زیاد است.

**۳ TEMA N:** در این نوع کلگی، درپوش به مجرا پیچ می شود و بقیه اتصالات به هم جوش خورده اند. این نوع کلگی شبیه کلگی جلویی N است.

**۴ TEMA P:** این نوع کلگی در مبدل های معروف به کلگی شناور استفاده می شود.

- ۵ **TEMA S**: این نوع کلگی نیز در مبدل های کلگی شناور مورد استفاده قرار می گیرد.
- ۶ **TEMA T**: این نوع کلگی در مبدل های کلگی شناور مورد استفاده قرار می گیرد و از صفحه لوله به عنوان فلنج استفاده می شود.
- ۷ **TEMA U**: این نوع کلگی در مبدل هایی که دسته لوله آنها به شکل U باشد، استفاده می شود.
- ۸ **TEMA W**: این نوع کلگی در مبدل هایی که دسته لوله در آن شناور است، استفاده می شود.

### دسته بندی روش ها و دستگاه های اندازه گیری ارتفاع سطح سیال

