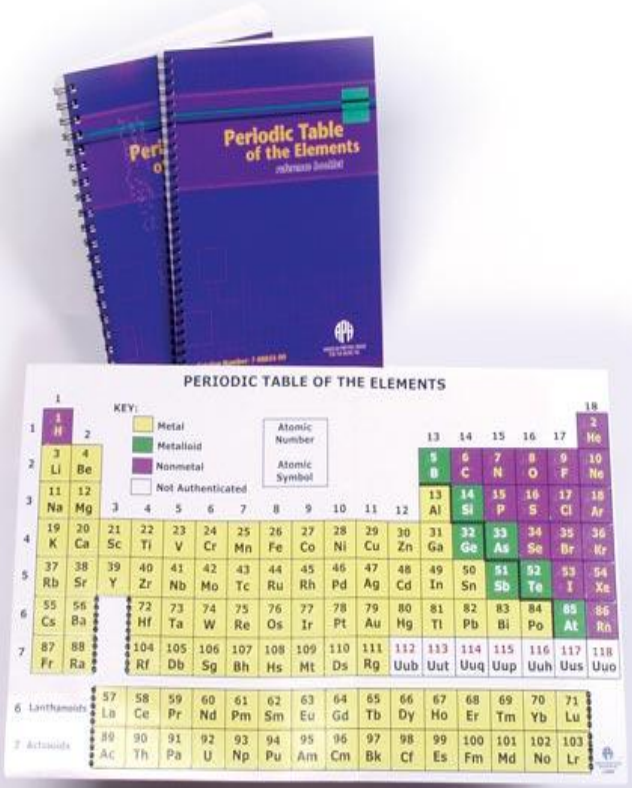
# جدول تناوبی عناصر



## جدول تناوبی

حدود پانزده میلیارد سال پیش با انفجار بزرگ (BIG BANG) جهان بوجود آمد. جهانی که در ابتدا بسیار داغ بود ($K۱۰^{۷}$) اجازه به هم پیوستن ذرات اتم و ایجاد اتمها را نمی داد اما کم کم اتم های اولیه که بیشتر شامل هیدروژن (۸۹٪) و هلیم (۱۱٪) بودند تشکیل شدند که با سرد شدن تدریجی دمای جهان و به هم پیوستن این اتمها به هم و ایجاد سحابی ها و ستاره ها این اتمها در واکنشهای هم جوشی با آزاد کردن مقادیر بسیار زیادی انرژی به عناصر سنگین تر تبدیل شدند.

از چند قرن پیش که کم کم بشر عناصر را شناخت و تعداد عناصر شناسایی شده افزایش یافت نیاز به طبقه بندی آنها احساس گردید به طوری که در ابتدا عناصر را به دو دسته فلزات و نافلزات تقسیم بندی نمودند و بعد بر اساس ترکیباتی که تشکیل می دادند آنها را تقسیم بندی کردند.

در سال ۱۸۶۹ دیمیتری مندلیف عناصر (۶۰ عنصر شناخته شده آن روز) را بر اساس جرم اتمی طبقه بندی نمود و مشاهده کرد که عناصر با خصوصیات یکسان در کنار هم قرار گرفتند. او همچنین از روی این جدول توانست وجود بعضی از عناصر را که تا آنروز کشف نشده بود حدس بزند.

## جدول تناوبی امروزی

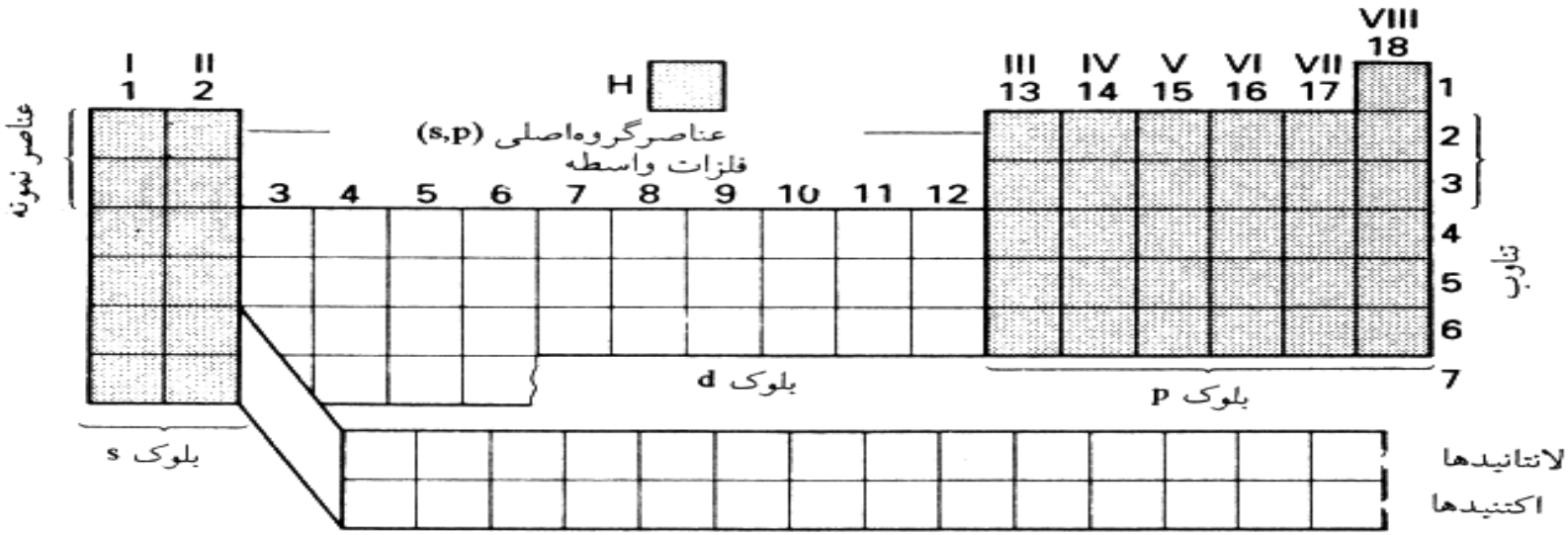
در جدول تناوبی که امروزه ما می بینیم ساختار کلی همان است که در جدول مندلف وجود داشت ،

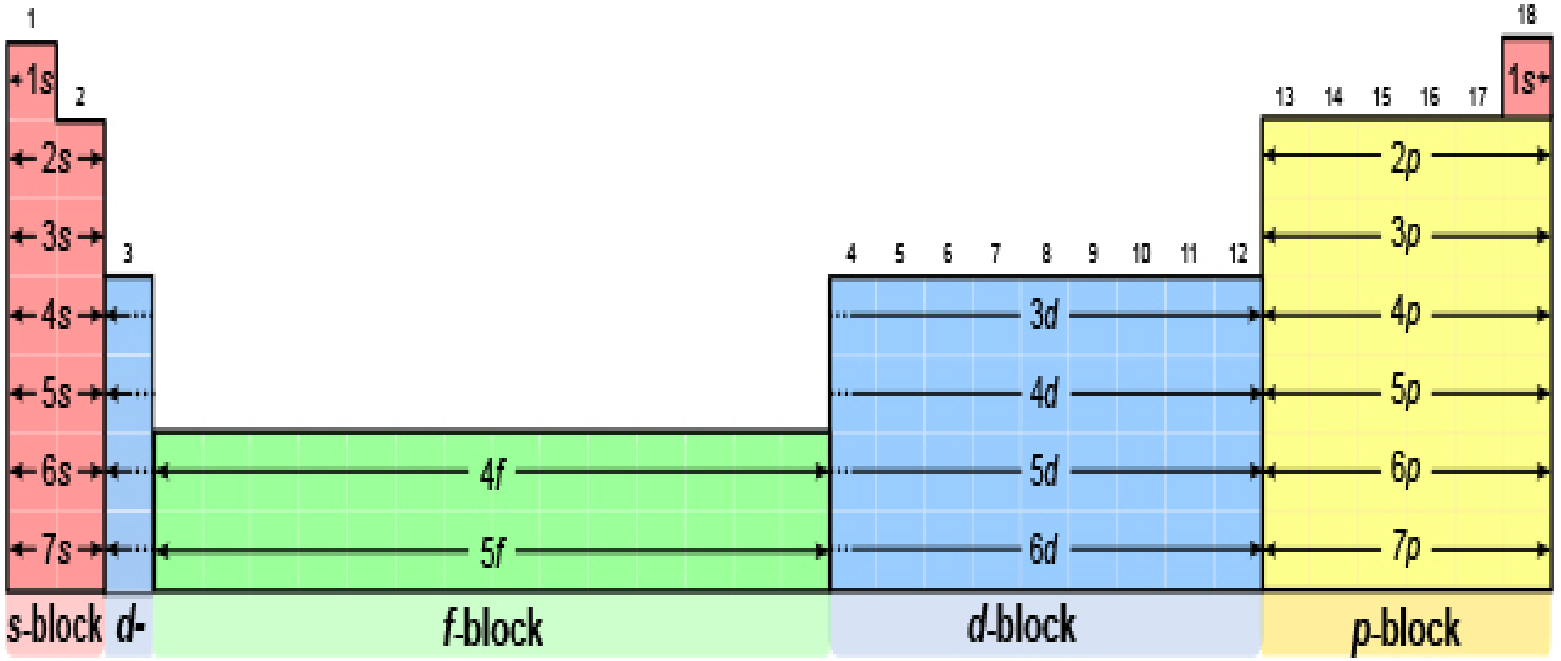
اما عناصر به جای جرم اتمی بر اساس عدد اتمی در جدول قرار می گیرند.

ردیف های افقی جدول تناوب و ردیف های عمودی آن گروه نامیده می شود، و عناصر بر اساس اربیتالی از آن ها که آخرین الکترون اتم در آن جا گرفته است به چهار بلوک sوpوd و fطبقه بندی می شوند. عناصر دو بلوک s و pعناصر اصلی، عناصر بلوک d عناصر واسطه و عناصر بلوک f لانتانیدها و اکتینیدها می باشند.

شماره گذاری گروه ها از یک تا ۱۸ و شماره گذاری تناوب ها از یک تا ۷ می باشد.

جدول تناوبی عناصر شیمیایی نمایشی از عناصر شیمیایی است که براساس ساختار الکترونی مرتب شده است، بطوری که بسیاری از خواص شیمیایی بصورت منظم در طول جدول تغییر نماید. جدول اولیه بدون اطلاع از ساختار داخلی اتم ها ساخته شد :اگر عناصر را بر حسب جرم اتمی آنها مرتب نمائیم، و آنگاه نمودار خواص معین دیگر آنها را بر حسب جرم اتمی رسم نمائیم، میتوان نوسان یا تناوب این خواص را بصورت تابعی از جرم اتمی مشاهده نمود. اولین کسی که توانست این نظم را مشاهده نماید، یک شیمیدان آلمانی به نام Johann Wolfgang Doberiner بود. او متوجه تعدادی تثلیث از عناصر مشابه شد :

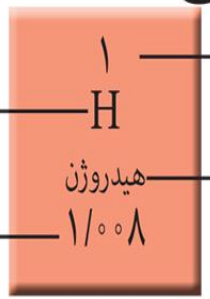

I
1
II
2
H
III
13
IV
14
V
15
VI
16
VII
17
VIII
18
عناصر نمونه
عناصرگروه‌اصلی (s,p)
فلزات واسطه
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1
2
3
4
5
6
7
تناوب
بلوک d
بلوک p
بلوک s
لانتانیدها
اکتنیدها


1
1s
2
2s
3s
4s
5s
6s
7s
3
4 5 6 7 8 9 10 11 12
3d
4d
5d
6d
4f
5f
13 14 15 16 17
18
1s
2p
3p
4p
5p
6p
7p
s-block
d-
f-block
d-block
p-block

| نمونه تثلیث ها | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عنصر | جرم اتمی | چگالی | ------ | عنصر | جرم اتمی | چگالی |
| **Cl** | 35.5 | 1.56 g/L | ------ | **Ca** | 40.1 | 1.55 g/cm$^3$ |
| **Br** | 79.9 | 3.12 g/L | ------ | **Sr** | 87.6 | 2.6 g/cm$^3$ |
| **I** | 126.9 | 4.95 g/L | ------ | **Ba** | 137 | 3.5 g/cm$^3$ |

و به دنبال او، شیمیدان انگلیسی John Alexander Reina Newlandsمتوجه گردید که عناصر از نوع مشابه در فاصله‌های هشت تایی یافت می شوند، که آنها را با نت‌های هشتگانه موسیقی شبیه نمود، هرچند که قانون نت‌های او مورد تمسخر معاصرین او قرار گرفت. سرانجام شیمیدان آلمانی Lothar Meyerو شیمیدان روسی Dmitry Ivanovich Mendeleevتقریبا بطور همزمان اولین جدول تناوبی را، با مرتب نمودن عناصر بر حسب جرمشان، توسعه دادند( ولی مندلیف تعداد کمی از عناصر را خارج از ترتیب صریح جرمی، برای تطابق بهتر با خواص همسایگانشان رسم نمود – این کار بعدها با کشف ساختار الکترونی عناصر در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم توجیه گردید). فهرست عناصر بر اساس نام، علامت اختصاری و عدد اتمی موجود میباشد. شکل زیر جدول تناوبی عناصر شناخته شده را نمایش میدهد. هر عنصر با عدد اتمی و علامتهای شیمیایی. عناصر در یک ستون ( گروه ) از لحاظ شیمیایی مشابه می باشند .

# جدول دوره‌ای عنصرها




| ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸ | | | | | | | | | | | | | | | | | ۲ He هلیم ۴٫۰۰۳ |
| ۳ Li لیتیم ۶٫۹۴ | ۴ Be بریلیم ۹٫۰۱ | | | | | | | | | | | ۵ B بور ۱۰٫۸۰ | ۶ C کربن ۱۲٫۰۱ | ۷ N نیتروژن ۱۴٫۰۱ | ۸ O اکسیژن ۱۶٫۰۰ | ۹ F فلوئور ۱۹٫۰۰ | ۱۰ Ne نئون ۲۰٫۱۸ |
| ۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹ | ۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱ | | | | | | | | | | | ۱۳ Al آلومینیم ۲۶٫۹۸ | ۱۴ Si سیلیسیم ۲۸٫۰۹ | ۱۵ P فسفر ۳۰٫۹۷ | ۱۶ S گوگرد ۳۲٫۰۷ | ۱۷ Cl کلر ۳۵٫۴۵ | ۱۸ Ar آرگون ۳۹٫۹۵ |
| ۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰ | ۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸ | ۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶ | ۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷ | ۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴ | ۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰ | ۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴ | ۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵ | ۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳ | ۲۸ Ni نیکل ۵۸٫۶۹ | ۲۹ Cu مس ۶۳٫۵۵ | ۳۰ Zn روی ۶۵٫۳۹ | ۳۱ Ga گالیم ۶۹٫۷۲ | ۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲٫۶۴ | ۳۳ As آرسنیک ۷۴٫۹۲ | ۳۴ Se سلنیم ۷۸٫۹۶ | ۳۵ Br برم ۷۹٫۹۰ | ۳۶ Kr کریپتون ۸۳٫۸۰ |
| ۳۷ Rb روبیدیم ۸۵٫۴۷ | ۳۸ Sr استرانسیم ۸۷٫۶۲ | ۳۹ Y ایتریم ۸۸٫۹۱ | ۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱٫۲۲ | ۴۱ Nb نیوبیم ۹۲٫۹۱ | ۴۲ Mo مولیبدن ۹۵٫۹۴ | ۴۳ Tc تکنسیم - | ۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱٫۱ | ۴۵ Rh رودیم ۱۰۲٫۹۰ | ۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶٫۴۰ | ۴۷ Ag نقره ۱۰۷٫۹۰ | ۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲٫۴۰ | ۴۹ In ایندیم ۱۱۴٫۸۰ | ۵۰ Sn قلع ۱۱۸٫۷۰ | ۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱٫۸۰ | ۵۲ Te تلوریم ۱۲۷٫۶۰ | ۵۳ I ید ۱۲۶٫۹۰ | ۵۴ Xe زنون ۱۳۱٫۳۰ |
| ۵۵ Cs سزیم ۱۳۲٫۹ | ۵۶ Ba باریم ۱۳۷٫۳ | ۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰ | ۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸٫۵ | ۷۳ Ta تانتال ۱۸۰٫۹۰ | ۷۴ W تنگستن ۱۸۳٫۸۰ | ۷۵ Re رنیم ۱۸۶٫۲۰ | ۷۶ Os اسمیم ۱۹۰٫۲۰ | ۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲٫۲۰ | ۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵٫۱ | ۷۹ Au طلا ۱۹۷٫۰۰ | ۸۰ Hg جیوه ۲۰۰٫۶۰ | ۸۱ Tl تالیم ۲۰۴٫۳۰ | ۸۲ Pb سرب ۲۰۷٫۲۰ | ۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹٫۰۰ | ۸۴ Po پولونیم [۲۰۹] | ۸۵ At استاتین [۲۱۰] | ۸۶ Rn رادون [۲۲۲] |
| ۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳] | ۸۸ Ra رادیم [۲۲۶] | ۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲] | ۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷] | ۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸] | ۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱] | ۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲] | ۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷] | ۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶] | ۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱] | ۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰] | ۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷] | ۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴] | ۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹] | ۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸] | ۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳] | ۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶] | ۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴] |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۷ La لانتان ۱۳۸٫۹۰ | ۵۸ Ce سریم ۱۴۰٫۱۰ | ۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰٫۹۰ | ۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴٫۲۰ | ۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵] | ۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰٫۴۰ | ۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲٫۰۰ | ۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷٫۳۰ | ۶۵ Tb تربیم ۱۵۸٫۹۰ | ۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲٫۵۰ | ۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴٫۹۰ | ۶۸ Er اربیم ۱۶۷٫۳۰ | ۶۹ Tm تولیم ۱۶۸٫۹۰ | ۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳٫۰۰ |
| ۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷] | ۹۰ Th توریم ۲۳۲٫۰۰ | ۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱٫۰۰ | ۹۲ U اورانیم ۲۳۸٫۰۰ | ۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷] | ۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴] | ۹۵ Am امریسیم [۲۴۳] | ۹۶ Cm کوریم [۲۴۷] | ۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷] | ۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱] | ۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲] | ۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷] | ۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸] | ۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹] |

**کد رنگ برای اعداد اتمی :**

**عناصر شماره گذاری شده با رنگ آبی ، در دمای اتاق مایع هستند؛**

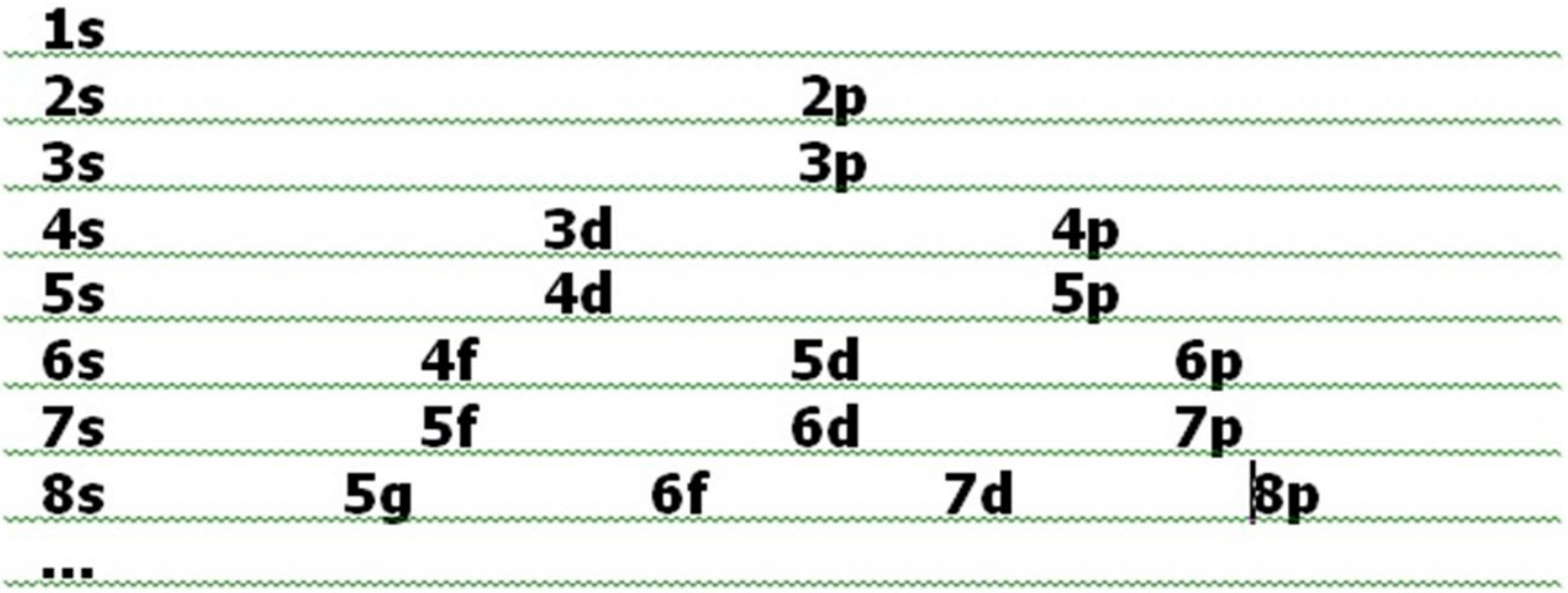
**عناصر شماره گذاری شده با رنگ سبز ، در دمای اتاق بصورت گاز می باشند؛**

**عناصر شماره گذاری شده با رنگ سیاه، در دمای اتاق جامد هستند .**

**عناصر شماره گذاری شده با رنگ قرمز ترکیبی بوده و بطور طبیعی یافت نمی شوند(همه در دمای اتاق جامد هستند (.**

**عناصر شماره گذاری شده با رنگ خاکستری ، هنوز کشف نشده‌اند (و بصورت کم رنگ نشان داده شده‌اند تا گروه شیمیایی را که در آن قرار می گیرند، مشخص نماید ).**

تعداد لایه الکترون در یک اتم تعیین کننده ردیفی است که در آن قرار می گیرد. هر لایه به زیرلایه های متفاوتی تقسیم می شود، که هر اندازه عدد اتمی افزایش می یابد، تعداد این زیر لایه ها ممکن است افزایش یابد. این لایه ها به ترتیب زیرهستند:



براساس ساختار جدول ، از آنجائیکه الکترونهای خارجی ترین لایه، خواص شیمیایی را تعیین مینمایند، این لایه ها در میان گروهای یکسان مشابه اند.عناصر همجوار با یکدیگر در یک گروه، علیرغم اختلاف مهم در جرم، دارای خواص فیزیکی مشابه میباشند .عناصر همجوار با یکدیگر در یک ردیف دارای جرم های مشابه ولی خواص متفاوت میباشند .

برای مثال، عناصر بسیار نزدیک به نیتروژن (N) در ردیف دوم کربن (C)و اکسیژن (O)میباشند. علیرغم تشابه آنها در جرم ( که بصورت ناچیزی در واحد جرم اتمی تفاوت دارند)، دارای خواص بینهایت متفاوتی هستند، همانطور که با بررسی فرمهای دیگر میتوان ملاحظه نمود: اکسیژن دو اتمی یک کاز است که سوختن را تشدید می نماید، نیتروژن دو اتمی یک گاز است که سوختن را تشدید نمی کند، و کربن یک جامد است که میتواند سوزانده شود( بله، میتوان الماس را سوزاند .

در مقایسه، عناصر بسیار نزدیک به کلر (Cl) در گروه یکی مانده به آخر در جدول »هالوژن‌ها (فلوئور (F )و برم (Br ) میباشند. علیرغم تفاوت فاحش جرم آنها در گروه، فرمهای دیگر آنها دارای خواص بسیار مشابه میباشند: آنها بسیار خورنده ( بدین معنی که تمایل خوبی برای ترکیب با فلزات، برای تشکیل نمک ها هستند. کلر و فلوئور گاز هستند، درحالیکه برم یک مایع با تبخیر بسیار کم میباشد؛ کلر و برم بسیار رنگی هستند.

## چگونه از جدول تناوبی استفاده نمائیم؟

یک جدول تناوبی می تواند شامل اطلاعات متفاوت و متنوعی باشد که بسته به نوع کاربردی که از آن متصور است طراحی می شود، در یک جدول معمولی می توان علامت اختصاری عناصر، عدد اتمی و جرم اتمی آنها را یافت. همچنین از روی گروهی که آن عنصر به آن وابسته است خصوصیات شیمیایی آنرا حدس زد.

مثلا در گروه ۱ که فلزات قلیایی جای دارند عناصر وابسته به آن فلزاتی هستند به شدت واکنش پذیر که در طبیعت بطور خالص یافت نمی شوند و برای تهیه آنه معمولا از روشهای مشکل الکترولیز استفاده میشود که در این روشها ممکن است از نمک هالوژن مذاب آنها استفاده کنند. این فلزات با آب به شدت واکنش پذیرند و تعدادی از آنها در واکنش با آب تولید مقادیر زیادی حرارت و گاز هیدروژن میکنند که گاز تولید شده در اثر حرارت آتش میگیرد و واکنش با شعله همراه خواهد بود.

همانطور که می بینید یک گروه بندی ساده خواص بسیار زیادی از مواد را در اختیار ما قرار داد.

در بعضی جدولهای تناوبی نام انگلیسی عنصر مورد نظر و (یا) آرایش الکترونی عنصر آن نیز نمایش داده شده است. بعضی از آنها شامل نیمه عمر عناصر رادیو اکتیو هستند، بعضی ممکن است شکل بلوری نقطه ذوب و جوش و خواص دیگر فیزیکی عنصر را به همراه داشته باشند.

در این قسمت یک جدول تناوبی کامل قرار داده شده است که با کلیک بر روی هر عنصر می توانید خصو صیات آنرا مشاهده کنید.

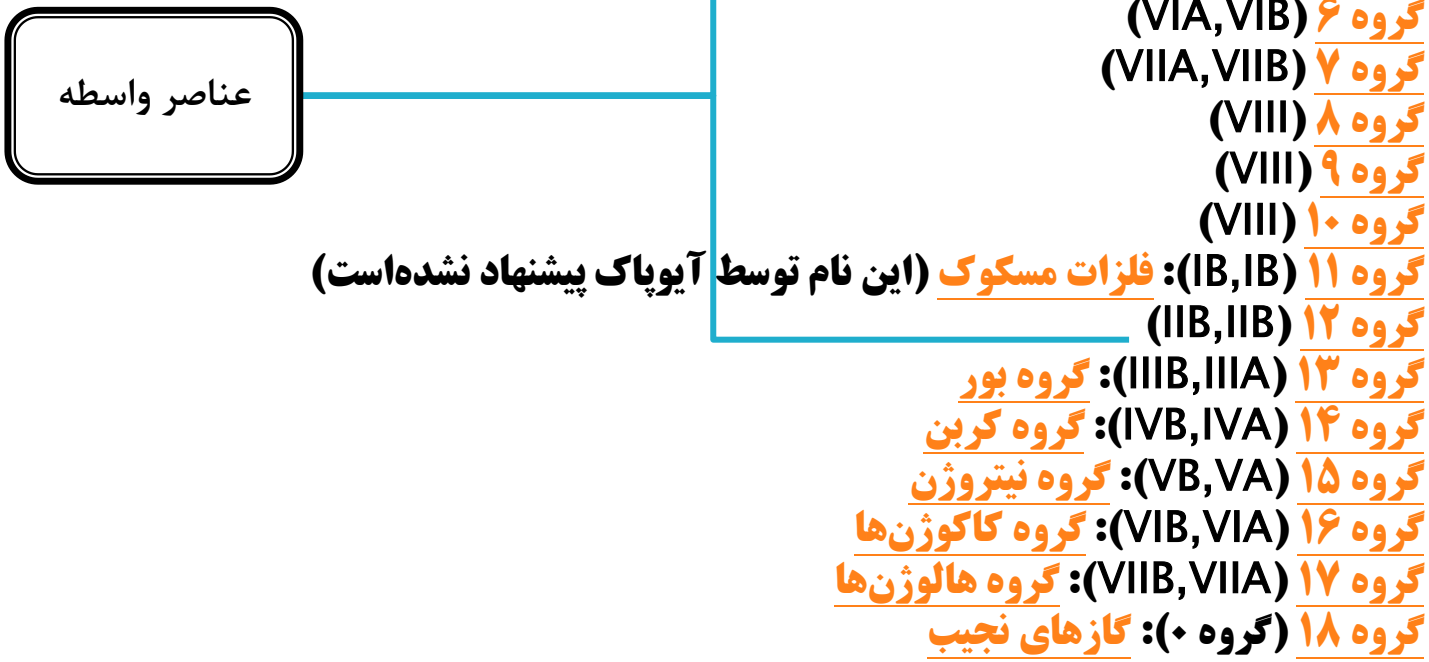
یک گروه جدول تناوبی ستون عمودی در جدول تناوبی است که شامل چندین عنصر می‌شود. در جدول تناوبی استاندارد هجده گروه وجود دارد.

در گذشته گروه‌های جدول را بر اساس تشابه خواص عناصر آن گروه به یکدیگر ساختند، در حالی که در شیمی جدید نظم گروه‌ها را بر اساس آرایش آخرین لایه الکترون اتم عناصر آن گروه می‌دانند.

**شماره گروه‌ها:**

برای شماره‌بندی گروه‌ها سه راه وجود دارد: راه اول استفاده از اعداد هندی-عربی است و و دو راه دیگر استفاده از اعداد رومی. در گذشته هم برای نامگذاری گروه‌ها از اعداد رومی استفاده می‌شده‌است، اما استفاده از اعداد عربی توسط آیوپاک برای از بین بردن اشتباهات پیشنهاد شده‌است.

برای نامگذاری گروه‌ها از ترکیب اعداد رومی با حروف انگلیسی A و B استفاده می‌شود به طوری که در سیستم قدیمی آیوپاک از حرف A برای ذکر عناصر سمت چپ جدول و از حرف B برای ذکر عناصر سمت راست جدول استفاده می‌شود در حال که در سیستم CAS از حرف A برای ذکر عناصر گروه‌های اصلی و از حرف B برای ذکر عناصر واسطه استفاده می‌شود. این نوع نام گذاری بیشتر در اروپا استفاده می‌شود، در حالی که سیستم جدید آیوپاک سعی در برطرف کردن اشتباهات دارد. گروه‌های جدول تناوبی عبارتند از (در پرانتز به ترتیب نام‌های سیستم قدیمی در اروپا و امریکا نوشته شده‌است):


عناصر واسطه
گروه ۱ (IA,IA): فلزات قلیایی
گروه ۲ (IIA,IIA): فلزات قلیایی خاکی
گروه ۳ (IIIA,IIIB)
گروه ۴ (IVA,IVB)
گروه ۵ (VA,VB)
گروه ۶ (VIA,VIB)
گروه ۷ (VIIA,VIIB)
گروه ۸ (VIII)
گروه ۹ (VIII)
گروه ۱۰ (VIII)
گروه ۱۱ (IB,IB): فلزات مسکوک (این نام توسط آیوپاک پیشنهاد نشده‌است)
گروه ۱۲ (IIB,IIB)
گروه ۱۳ (IIIB,IIIA): گروه بور
گروه ۱۴ (IVB,IVA): گروه کربن
گروه ۱۵ (VB,VA): گروه نیتروژن
گروه ۱۶ (VIB,VIA): گروه کاکوژن‌ها
گروه ۱۷ (VIIB,VIIA): گروه هالوژن‌ها
گروه ۱۸ (گروه ۰): گازهای نجیب

**مندلیف و لوتار میردر موردخواص عنصرهاو ارتباط انها بررسی های دقیق تری انجام دادندودر سال ۱۸۶۹م به این نتیجه رسیدند که خواص عنصرها تابعی تناوبی از جرم انهاست.به این معنا که اگر عنصرها را به ترتیب افزایش جرم اتمی مرتب شوند نوعی تناوب در انها اشکار میگرددوپس ازتعداد معینی از عنصرها عنصرهایی با خواص مشابه خواص پیشین تکرار می شوند.**

**مندلیف در سال ۱۸۶۹ بر پایه ی قانون تناوب جدولی از ۶۳عنصر شناخته شده ی زمان خود منتشر کرد .در فاصله ی بین سالهای ۱۸۶۹ تا ۱۸۷۱م مندلیف هم مانند لوتار میر با بررسی خواص عنصرها و ترکیب های انها متوجه شد که تغییرهای خواص شیمیایی عنصرها مانند خواص فیزیکی انها نسبت به جرم اتمی روند تناوبی دارد.از این رو جدول جدیدی در 8 ستون و۱۲سطر تنظیم کرد.او با توجه به نارسایی های جدول نیو لندز ولوتار میر و حتی جدول قبلی خود جدولی تقریبابدون نقص ارایه دادکه فراگیر وماندنی شد.**

**شاهکارهای مندلیف در ساخت شهرک عناصر**:

**روابط همسایگی:دانشمندان پیش از مندلیف در طبقه بندی عناصر هر یک را جداگانه و بدون وابستگی به سایر عناصر در نظر می گرفتند.اما مندلیف خاصیتی را کشف کرد که روابط بین عنصرها را به درستی نشان میدادو ان را پایه تنظیم عناصر قرار داد.**

**وسواس وی: او برخی از عناصر را دوباره بررسی کرد تا هر نوع ایرادی را که به نادرست بودن جرم اتمی از بین ببرد.در برخی موارد به حکم ضرورت اصل تشابه خواص در گروهها را بر قاعده افزایش جرم اتمی مقدم شمرد.**

**واحدهای خالی: در برخی موارد در جدول جای خالی منظور کردیعنی هر جا که بر حسب افزایش جرم اتمی عناصر باید در زیر عنصر دیگری جای می گرفت که در خواص به ان شباهتی نداشت ان مکان را خالی می گذاشتو ان عنصر را در جایی که تشابه خواص رعایت میشد جای داد.این خود به پیش بینی تعدادی ا زعنصرهای ناشناخته منتهی شد.**

**استقبال از ساکنان بعدی:مندلیف با توجه به موقعیت عنصرهای کشف نشده و با بهره گیری از طبقه بندی دوبرایزتوانستخواص انها را پیش بینی کند.برای نمونه مندلیف در جدولی که در سال ۱۸۶۹ تنظیم کرده بودمس و نقره وطلا را مانند فلزی قلیایی در ستون نخست جا داده بود اما کمی بعد عناصر این ستون را به دو گروه اصلی و فرعی تقسیم کرد.سپس دوره های نخست و دوم و سوم هر یک شامل یک سطر و هر یک از دوره های چهارم به بعد شامل دو سطر شده وبه ترتیب از دوره های چهارم به بعد دو خانه اول وشش خانه آخر از سطر دوم مربوط به عناصر اصلی آن دوره و هشت خانه باقی مانده ی سطر اول و دو خانه اول سطر دوم مربوط به عناصر فرعی بود**

**ساخت واحد مسکونی هشتم:مندلیف با توجه به این که عناصراهن وکبالت ونیکل وروتینیم ورودیم وپالادیم واسمیم وایریدیم وپلاتینخواص نسبتا با یکدیگر دارند این عناصر را در سه ردیف سه تایی و در ستون جداگانه ای جای دادو به جدول پیشین خود گروه هشتم ا هم افزود. در ان زمان گازهای نجیب شناخته نشده بوداز این رودر متن جدول اصلی مندلیف جایی برای این عناصر پیش بینی نشد.پس از ان رامسی و رایله در سال ۱۸۹۴ گاز ارگون را کشف کردند وتاسا ل ۱۹۰۸ م گازهای نجیب دیگرکشف شد و ظرفیت شیمیایی انها ۰ در نظر گرفته شدو به گازهای بی اثر شهرت یافتند.**

**آسانسور مندلیف به سوی آسمان شیمی: جدول مندلیف در تنظیم و پایدار کردن جرم اتمی بسیاری از موارد مندلیفنادرست بودن جرم اتمی برخی از عناصر را ثابت و برخی دیگر را درست کرد .جدول تناوبی نه تنها به کشف عنصرهای ناشناخته کمک کرد بلکه در گسترش و کامل کردن نظریه ی اتمی نقش بزرگی بر عهده داشت و سبب اسان شدن بررسی عناصر و ترکیب های انها شد.**

**مجتمع نیمه تمام**:

**جدول تناوبی با نارسایی هایی همراه بود که عبارتند از:**

**۱- جای هیدروژن در جدول بطور دقیق مشخص نبود .گاهی ان را بالا ی گروه فلزهای قلیایی و گاهی بالای گروه های گروه هالوژن ها جا میداد.**

**۲- در نیکل و کبالت که جرم اتمی نزدیک به هم دارند خواص شیمیایی متفاوت است و با پایه قانون تناوبی ناسازگاری دارد.**

**۳- کبالت را پیش از نیکل و همچنین تلور را پیش از ید جای داد که با ترتیب صعودی جرم اتمی هم خوانی نداشت .با پیش رفت پژوهش ها و با کشف پرتوایکس و عنصرهاو بررسی دقیق طیف انها عدد اتمی کشف و اشکار شد و عناصر بر حسب افزایش عدد اتمی مرتب و نار سایی های جزیی موجود در جدول مندلیف از بین رفت .زیرا تغییرات خواص عناصر نسبت به عدد اتمی از نظم بیشتری برخوردارست تا جرم اتمی انها.**

**۴- سال پس از نشر جدول مندلیف بوابو در ات به روش طیف نگاری اکا الومینیوم را کشف کرد و گالیم نامید و ۴ سال بعد نیلسون اکا بور را کشف کرد و اسکاندیم نامید و هفت سال بعد ونیکلر هم اکا سیلسیم را از راه تجربه طیفی کشف کرد و ان را ژرمانیم نامید.**

**تغییرات خواص عناصر در دوره ها و گروههای جدول**:

**۱- تغییرات شعاع اتمی :در هر گروه با افزایش عدد اتمی شعاع اتمی افزایش می یابد ودر هر دوره با افزایش عدد اتمی شعاع اتمی به تدریج کوچکتر می گردد.**

**۲- تغییرات شعاع یونی :شعاع یون کاتیون هر فلز از شعاع اتمی ان کوچکتر و شعاع هر نا فلز از شعاع اتمی ان بزرگتر است.به طور کلی تغییرهای شعاع یونی همان روند تغییرات شعاع اتمی است.**

**۳- تغییرات انرژی یونش: در هر دوره با افزایش عدد اتمی انرژی یونش افزایش می یابد و در هر گروه با افزایش لایه های الکترونی انرژی یونش کاهش می یابد.**

**۴- تغییرات الکترون خواهی :در هر دوره با افزایش عدد اتمی انرژی الکترونخواهی افزایش می یابدودر هر گروه با افزایش عدد اتمی اصولا انرژی الکترون خواهی از بالا به پایین کم می شود.**

**۵- تغییرات الکترونگاتیوی:در هر دوره به علت افزایش نسبتا زیا د شعاع اتمی الکترونگاتیوی عناصر کم میشود و در هر دوره به علت کاهش شعاع اتمی الکترونگاتیوی عناصر افزایش می یابد.**

**۶- تغییرتعدادالکترونهای لایه ظرفیتوعدد اکسایش:در هر دوره از عنصری به عنصر دیگریک واحد به تعداد الکترون ها ی ظرفیت افزوده میشود و تعداد این الکترونها و عدد اکسایش در عنصرهای هر گروه با هم برابرند.**

۷- تغییرات پتانسیل الکترودی :در ازای هردوره با افزایش عدد اتمی توانایی کاهندگی عنصرها کاهش می یابد و توانایی اکسیدکنندگی انها افزایش می یابد .از این روفلزهایی که در سمت چپ دوره ها جای دارندخاصیت کاهندگی ونا فلزهایی که در سمت راست دوره ها جای دارندتوانایی اکسید کنندگی دارند.در موردعناصر یک گروه توانایی اکسید –کنندگی با افزایش عدد اتمی وپتانسیل کاهش می یابد.

۸- تغییرات توانایی بازی هیدروکسید:توانایی بازی هیدروکسیدعناصر در گروهها ازبالا به پایین افزایش می یابد اما در دوره از سمت چپ به راست رو به کاهش است.

۹- تغییرات دما وذوب یا جو ش:در هر دوره دمای ذوب و جوش تا اندازه ای به طورتناوبی تغییر می کند ولی این روندمنظم نیست و در موردعناصرگروهها نیز روندواحدی وجود ندارد