

زندگینامه مندلیف

و

جدول مندلیف

مقدمه

کمتر کسی است که با جدول تناوبی مندلیف در دروس شیمی آشنایی نداشته باشد و حداقل نام این جدول را شنیده و دیده است. این جدول به شیمیدانان تا کنون کمک های شایانی کرده است، زیرا همه عناصر موجود و کشف شده، وزن و نوع خاصشان توسط دانشمند مشهور روسی، دیمیتری ایوانویچ مندلیف طبقه بندی شده است. این دانشمند برجسته توانست با تبحر کافی در شیمی به خواص عناصر مختلف دست یابد و آن ها را به همگان معرفی کند. در این مقاله به زندگی پر فراز و نشیب این شیمیدان اشاره می کنیم تا اطلاع کامل در زمینه نحوه زندگی و تلاش های مستمر او به دست آورید.

تولد مندلیف

دیمیتری اوانوویچ مندلیف (Mendeleev)، زیر و رو کننده علم شیمی و فرزند یکی از مدیران مدرسه محلی، در ۷ فوریه ۱۸۳۴ در شهر توپولسک واقع در روسیه متولد شد.

کودکی یک یتیم

دیمیتری ایوانویچ در هفت فوریه سال ۱۸۳۴ در شهر توپولسک سیبری در یک خانواده متوسط و پرجمعیت چشم به جهان گشود. او چهاردهمین فرزند خانواده مندلیف به شمار می رود. پدرش ایوان مدیر یکی از مدارس محلی بود و مادرش ماریا در کارگاه شیشه گری که از پدرش به ارث برده بود کار می کرد تا بتواند کمک خرج شوهرش باشد. پدر بزرگ ایوانویچ نیز مسئول اولین روزنامه محلی در سیبری بود. دیمیتری ایوانویچ زندگی خوب و آرامی داشت تا این که پدرش را بر اثر یک بیماری قلبی از دست داد و یتیم شد. از آن به بعد اندوه و ناامیدی فضای خانه را پر کرده و ایوانویچ که پنج سال بیشتر نداشت در غم از دست دادن پدر افسرده شد. مادر بیشتر کار کرد تا هزینه خانواده پر جمعیتش را درآورد. او شبانه روز در کارگاه شیشه گری مشغول ساخت انواع



ظروف بلوری بود تا بچه هایش در آسایش زندگی کنند و به تحصیل پردازند. دیمیتری ایوانویچ به مدرسه توپولسک رفت و استعداد درخشان خود را در زمینه ریاضی و فیزیک به معلمان خود نشان داد. عصرها بعد از اتمام مدرسه به کارگاه نزد مادرش می رفت و او را در شیشه گری کمک می کرد. دایی اش بسارگین راهنما و دوست خوبی برای دیمیتری بود. وقتی دیمیتری پا به ۱۴ سالگی گذاشت مادرش به او قول داد که وی را به مدرسه سن پترزبورگ برای ادامه تحصیل بفرستد اما بخت با آنان یار نبود و کارگاه شیشه گری آتش گرفت و همه سرمایه شان از دست رفت.

دیمیتری برای یافتن شغل پز درآمد به سن پترزبورگ رفت و در آن جا به تدریس در یک مدرسه پرداخت. او در سال ۱۸۵۰ توانست بورس تحصیلی بگیرد و به تحصیل در رشته ریاضی، فیزیک و شیمی پردازد. او خانواده خود را هم به سن پترزبورگ آورد اما متاسفانه مادر و خواهرش به بیماری سل دچار شدند و او را به با یک دنیا غم و اندوه تنها گذاشتند.

ورود به دنیای شیمی

وی در سال ۱۸۶۹ دکتر علوم و استاد شیمی دانشگاه شد و در همین سال ازدواج کرد. در این هنگام، فقط ۶۳ عنصر از نظر شیمیدانها شناخته شده بود.

درخشش در دانشگاه

علی رغم مشکلات و فشار روحی بر دیمیتری، او از درس غافل نشد و با نمرات عالی دروس دانشگاهی را می گذراند. دیمیتری بر اثر فقر و و اندوه بیمار شد تا حدی که پزشکان تصور کردند او نیز به سل مبتلا شده است. لذا به او توصیه کردند که به یک جای خوش آب و هوا برود و کمی استراحت کند. دیمیتری به جزایر کریمه سفر کرد و کمکم سلامت خود را به دست آورد و بعد به سنت پترزبورگ بازگشت. او زیر نظر آ. وسکرسنکا شیمیدان بزرگ روسی به آموختن علم شیمی پرداخت و در سال ۱۸۵۵ با دریافت یک مدال طلا فارغ التحصیل و به تدریس در دبیرستان مشغول شد و کتاب شیمی آلی را منتشر کرد که اولین کتاب درسی شیمی آلی روسی بود. او به فرانسه و آلمان دعوت شد تا در کنفرانس ها شرکت کند. سپس با ارائه کتابی تحت عنوان اتحاد آب و الکل در زمینه شیمی صنعتی درجه دکتری گرفت و استاد شیمی در دانشگاه سن پترزبورگ شد. او چند کتاب با عنوان شیمی معدنی و اصول شیمی منتشر کرد که مرد توجه اساتید شیمی قرار گرفت.

در سال ۱۸۶۴ با دختری به نام فزووز لثوا در دانشگاه آشنا شد و ازدواج کرد. ثمره این ازدواج دو فرزند بود یک پسر به نام ولودیا و یک دختر به نام الگا. اما این ازدواج فرجام خوبی نداشت و به طلاق و جدایی منجر شد.

جدول تناوبی، پیش از مندلیف

پیش از مندلیف، شیمیدان انگلیسی به نام "ژ.آ. نیولندز"، اثر خویش را درباره تناوب خواص بعضی عناصرها برحسب وزن اتمی متزایدشان منتشر کرد. اثر وی از طرف انجمن شیمی رد شد و یکی از همکارانش، ریشخندان به وی گفت که شاید با تنظیم عناصرها به ترتیب الفبایی بازهم بتواند کشف مفیدتری بکند.

در زمان مندلیف، تنها ۶۰ عنصر شناخته شده بود. بعد از مرگ وی، دهها شیمیدان با پیروی از راه نبوغ آمیز او، عناصرهای تازه ای کشف کردند و این عناصرهای تازه و آن ترکیبهای نوین به مفهوم رده بندی وی راه یافتند.

رده بندی دوره ای مزبور در بررسی طیفها، تایید شد. با تنظیم طیف عناصرها برحسب رده بندی، دانشمند جوان انگلیسی، به نام "هانری موزلی" در سال ۱۹۱۳ قانون دیگری کشف کرد که در دستگاه مندلیف جاری است. کاشف مزبور، مفهوم شماره ترتیب عناصرهای این رده بندی را روشن کرد. او ثابت کرد که این بار هسته مرکزی است که بطور قطع، برابر شماره ترتیب عنصر است و در اتم، بسیار اهمیت دارد و به همان اندازه که الکترونها بوسیله این بارها به هسته مرکزی وابسته اند، در مدارهای خود به دور آن هسته می گردند.

خلق جدول مندلیف

قانون تناوبی

مندلیف در این فکر بود که خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر ، تابعی از جرم اتمی آنهاست. بدون قانون تناوبی نه پیش بینی خواص عناصر ناشناخته میسر بود و نه به فقدان یا غیبت برخی از عناصر می شد پی برد. کشف عناصر ، منوط به مشاهده و بررسی بود. بنابراین تنها یاری بخت ، مداومت و یا پیش داوری ، منجر به کشف عناصر جدید می شد.

قانون تناوبی ، راه جدیدی در این زمینه گشود. منظور مندلیف از این جمله ها آن بود که در سیر تاریخی شیمیایی ، زمان حدس زدن وجود عناصر و پیشگویی خواص مهمشان فرا رسیده است. جدول تناوبی ، پایه ای برای این کار شد. حتی ساخت این جدول نشان می داد که در چه جاهایی مکان خالی باقی می ماند که باید بعداً " اشغال شود " .

چینش عناصر در جدول تناوبی

با آگاهی از خواص عناصر موجود در جوار این مکانهای خالی ، می شد خواص مهم عناصر ناشناس را تخمین زد و چند مشخصه مقداری آنها (جرمهای اتمی، چگالی ، نقطه ذوب ، و نقطه جوش و مانند آنها) را به کمک نتیجه گیری های منطقی و چند محاسبه ریاضی ساده ، تعیین کرد. این مطالب نیاز به تبحر کافی در شیمی داشت. مندلیف از این تبحر برخوردار بود که با ترکیب آن ، با تلاش علمی و اعتقاد به قانون تناوبی توانست پیشگوهای درخشانی درباره وجود و خواص چندین عنصر جدید را ارائه دهد. بنابراین مطابق با این فکر ، جدولی درست کرد و ۶۳ عنصر شناخته شده را به ترتیب جرم اتمیشان در جدول قرار داد.

تعداد عناصر در سطرهای جدول یکی نبود، مثلاً سطر پنجم ۳۲ عنصر داشت، در حالی که سطر ششم فقط شامل ۶ عنصر بود. ولی عناصری که خواص آنها شبیه هم بود، در این جدول نزدیک هم قرار داشتند و بدین علت مقداری از خانه های خالی ، متعلق به عناصری است که تا آن زمان ساخته نشده بود. در سال ۱۸۶۹ جدول عجیبی را تنظیم کرد که عناصر بر اساس خواص مواد در خانه های عمودی و افقی قرار گرفته شده بود . به یان ترتیب این جدول از سبک ترین عنصر یعنی هیدروژن آغاز و به سنگین ترین آنها یعنی اورانیوم خاتمه پیدا می کرد . دیمتری عاشق خواهر دوستش پوپوف شد لذا با او ازدواج کرد که ثمره یان ازدواج چهار فرزند بود . دیمتری برای خلق عجیب و غریبش مورد تمسخر اعضای انجمن و شیمیدانان روسیه قرار گرفت ، ولی فقط لوتادمیر دانشمند بزرگ شیمی بود که او را تشویق به ادامه کارش می کرد . در سال های بعد اسکاندیوم و ژورمانیم را کشف کردند که مندلیف این عناصر را هم در جدولش قرار داد

▪

میزان استقبال از جدول مندلیف در آن زمان

جدول مندلیف که پیش بینی وجود ۹۲ عنصر را می نمود، جز "لوتر مایز" که یک سال بعد از مندلیف ، جدولی مشابه با جدول مندلیف انتشار داده بود، طرفداری نداشت .

پیش بینی های مندلیف در جهان علم

پیش بینی های عجیب مندلیف ، زمان درازی به صورت مثلهای موجود در همه کتابهای شیمی در آمده بود و کمتر کتاب شیمی وجود دارد که در آن ، از اکآلومینیوم و اکابور و اکاسیلیسیم یاد نشده باشد که بعدها پس

از کشف به نامهای گالیوم ، اسکاندیوم و ژورمانیم نامیده شدند. در میان سه عنصری که مندلیف پیش بینی کرده بود اکاسیلیسیم بعد از سایرین کشف شد (۱۸۸۷) و کشف آن بیش از کشف دو عنصر دیگر ، مرهون یاری بخت و تصادف مساعد بود .

ناید پیش‌گویی‌های مندلیف

در واقع، کشف گالیوم توسط "بوبودران" (۱۸۷۵) مستقیماً توسط روشهای طیف‌سنجی‌اش بود و جدا کردن سکاندیوم توسط "نیلسون" و "کلو" (۱۸۷۹) مربوط به بررسی دقیق خاکهای نادر بود که در آن زمان اوج گرفته بود. اندک اندک همه پیش‌گویی‌های مندلیف تحقق یافتند. آخرین تأیید در مورد وزن مخصوص سکاندیوم فلزی بود.

در سال ۱۹۳۷، "فیشر" شیمیدان آلمانی، موق به تهیه سکاندیوم با درجه خلوص ۹۸٪ شد. وزن مخصوص آن، ۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. این دقیقاً همان رقمی است که مندلیف پیش‌بینی کرده بود. در پاییز سال ۱۸۷۹ "انگلس" کتاب جامعی بدست آورد که نویسندگان "روسکو" و "شورلمر" بودند. در آن کتاب، برای نخستین بار به پیش‌گویی آلومینیوم توسط مندلیف و کشفش تحت تأثیر نام گالیوم اشاره شده بود. در مقاله‌ای که بعدها انگلس در کتابی هم نقل کرده است، اشاره به مطلب آن کتاب شیمی شده است و نتیجه گرفته است که: «مندلیف با به کار بردن ناخودآگاه قانون تبدیل کمیت به کیفیت هگل، واقعیت علمی را تحقق بخشید که از نظر تهور، فقط قابل قیاس با کار "لوریه" در محاسبه مدار سیاره ناشناخته نپتون بوده است.»

شهرت جهانی مندلیف

علاوه بر آنچه گفته شد، با اکتشاف آرگون در سال ۱۸۹۴ و هلیوم و اینکه جدول مندلیف وجود نئون و کریپتون و گزنون را پیش‌بینی نمود، جدول مندلیف شهرت عجیب و فوق‌العاده‌ای کسب نمود. در آن سالها بود که تمامی آکادمی‌های کشورهای جهان (غیر از مملکت خویش) او را به عضویت دعوت نمودند.

مهاجرت

دیتمتری مردی آزادی‌خواه و خستگی‌ناپذیر و علاقه‌مند به مسائل اجتماعی بود لذا مورد انتقاد از سوی دولت تزار قرار گرفت. وقتی حکومت تزار او را سد راه خود دیدند وی را به کشورهای خارجی فرستادند تا از روسیه دور باشد. مندلیف به پاریس رفت و در آزمایشگاه ورتس شیمیدان فرانسوی مشغول به کار شد. و پمدتی را هم به همکاری با بونزن شیمیدان و فیزیکدان آلمانی پرداخت. سپس به آمریکا سفر کرد و از چاه نفتی پنسیلوانیا بازدید به عمل آورد. مندلیف هنگام کسوف سال ۱۹۰۶ به فرانسه رفت و برای تحقیق فضایی با بالون به هوا پرواز کرد.

او در همان سال در لیست نامزدهای جایزه نوبل قرار گرفت ولی به دلیل این که «مواسان» شیمیدان فرانسوی یک رای بیش از او آورد این جایزه به مندلیف نرسید. مندلیف یکی از چهره‌ها و شخصیت‌های دوست‌داشتنی نزد مردم روسیه بود. لذا به هنگام جنگ روس و ژاپن آنان از مندلیف خواستند که به کشورش باز گردد و قوت قلب مردم کشورش باشد از این رو سالهای آخر زندگی مندلیف در غم و نگرانی جنگ و خونریزی گذشت.

جدول مندلیف

مندلیف و لوتار میردر مورد خواص عنصرها و ارتباط آنها بررسی‌های دقیق‌تری انجام دادند و در سال ۱۸۶۹م به این نتیجه رسیدند که خواص عنصرها تابعی تناوبی از جرم آنهاست. به این معنا که اگر عنصرها را به ترتیب افزایش جرم اتمی مرتب شوند نوعی تناوب در آنها آشکار میگردد و پس از تعداد معینی از عنصرها عنصرهایی با خواص مشابه خواص پیشین تکرار می‌شوند.

مندلیف در سال ۱۸۶۹ بر پایه‌ی قانون تناوب جدولی از ۶۳ عنصر شناخته شده‌ی زمان خود منتشر کرد. در فاصله‌ی بین سالهای ۱۸۶۹ تا ۱۸۷۱م مندلیف هم مانند لوتار میر با بررسی خواص عنصرها و ترکیب‌های آنها متوجه شد که تغییرهای خواص شیمیایی عنصرها مانند خواص فیزیکی آنها نسبت به جرم اتمی روند تناوبی دارد. از این رو جدول جدیدی در ۸ ستون و ۱۲ سطر تنظیم کرد. او با توجه به نارسایی‌های جدول نیولندز و لوتار میر و حتی جدول قبلی خود جدولی تقریباً بدون نقص ارائه داد که فراگیر و ماندنی 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 میداد و آن 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 کرد یعنی هر جا که بر حسب افزایش جرم اتمی عناصر باید در زیر عنصر دیگری جای می گرفت که در خواص به آن شباهتی نداشت آن مکان را خالی می گذاشت و آن عنصر را در جایی که تشابه خواص رعایت میشد جای داد. این خود به پیش بینی تعدادی از عنصرهای ناشناخته منتهی شد.

استقبال از ساکنان بعدی: مندلیف با توجه به موقعیت عنصرهای کشف نشده و با بهره گیری از طبقه بندی دوبرایز توانست خواص آنها را پیش بینی کند. برای نمونه مندلیف در جدولی که در سال ۱۸۶۹ تنظیم کرده بود مس و نقره و طلا 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 و به ترتیب از دوره های چهارم به بعد دو خانه اول و شش 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 عناصر آهن و کبالت و نیکل و روتینیم و رودیم و پالادیم و اسمیم و ایریدیم و پلاتین خواص نسبتا با یکدیگر دارند این عناصر را در سه ردیف سه تایی و در ستون جداگانه ای جای داد و به جدول پیشین خود گروه هشتم ا هم افزود. در آن زمان گازهای نجیب شناخته نشده بود از این رو در متن جدول اصلی مندلیف جایی برای این عناصر پیش بینی نشد. پس از آن رامسی و رایله در سال ۱۸۹۴ گاز آرگون را کشف کردند و تا سال ۱۹۰۸ م گازهای نجیب دیگر کشف شد و ظرفیت شیمیایی آنها ۰ در نظر گرفته شد و به گازهای بی اثر شهرت یافتند.

اسانسور مندلیفبه سوی آسمان شیمی: جدول مندلیف در تنظیم و پایدار کردن جرم اتمی بسیاری از موارد مندلیف نادرست 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 آسان شدن بررسی عناصر و ترکیب های آنها شد.

مجتمع نیمه تمام:

جدول تناوبی با نارسایی هایی همراه بود که عبارتند از:

۱- جای هیدروژن در جدول بطور دقیق مشخص نبود. گاهی آن را بالای 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 پرتو ایکس و عنصرها و بررسی دقیق طیف آنها عدد اتمی کشف و آشکار شد و عناصر بر حسب افزایش عدد اتمی مرتب و نارسایی های جزئی موجود در جدول مندلیف از بین رفت. زیرا تغییرات خواص عناصر نسبت به عدد اتمی از نظم بیشتری برخوردارست تا جرم اتمی آنها.

۴- سال پس از نشر جدول مندلیف بوایو 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 و نیکلر هم اکا سیلسیم را از راه تجربه طیفی کشف کرد و آن را ژرمانیم نامید.

1 (IA)																		2 (IIA)																		3 (IIIB)																		4 (IVB)																		5 (VB)																		6 (VIB)																		7 (VIIB)																		8 (VIII)																		9 (VIII)																		10 (VIII)																		11 (IB)																		12 (IIB)																		13 (IIIA)																		14 (IVA)																		15 (VA)																		16 (VIA)																		17 (VIIA)																		18 (VIIIA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Hydrogen H ₁ 1.00794 0.00011% +1																		Lithium Li ₃ 6.941 9.012132 1.86x10 ⁻⁸ % +1																		Boron B ₅ 10.811 12.6107 6.8x10 ⁻¹⁰ % +3																		Carbon C ₆ 12.011 0.011% +4																		Nitrogen N ₇ 14.0064 0.00107% +5																		Oxygen O ₈ 15.9994 0.0016% +2																		Fluorine F ₉ 18.9984032 2.7x10 ⁻⁹ % +1																		Neon Ne ₁₀ 20.1797 0.0012% 0																		Sodium Na ₁₁ 22.989769 0.000182% +1																		Magnesium Mg ₁₂ 24.3050 0.000159% +2																		Potassium K ₁₉ 39.0983 0.000120% +1																		Calcium Ca ₂₀ 40.078 0.000199% +2																		Scandium Sc ₂₁ 44.955910 1.12x10 ⁻⁶ % +3																		Titanium Ti ₂₂ 47.867 7.8x10 ⁻⁹ % +4																		Vanadium V ₂₃ 50.9415 9.4x10 ⁻⁹ % +5																		Chromium Cr ₂₄ 51.9961 0.000044% +6																		Manganese Mn ₂₅ 54.938044 0.000031% +7																		Iron Fe ₂₆ 55.845 0.000024% +2																		Cobalt Co ₂₇ 58.933200 1.70x10 ⁻⁹ % +3																		Nickel Ni ₂₈ 58.6934 0.000181% +2																		Copper Cu ₂₉ 63.546 4.11x10 ⁻⁹ % +1																		Zinc Zn ₃₀ 65.39 0.000277% +2																		Gallium Ga ₃₁ 69.723 1.23x10 ⁻⁶ % +3																		Germanium Ge ₃₂ 72.61 3.8x10 ⁻⁶ % +4																		Arsenic As ₃₃ 74.92160 2.1x10 ⁻⁶ % +3																		Selenium Se ₃₄ 78.96 2.01x10 ⁻⁶ % +4																		Bromine Br ₃₅ 79.904 3.81x10 ⁻⁶ % +1																		Krypton Kr ₃₆ 83.80 1.31x10 ⁻⁶ % 0																		Rubidium Rb ₃₇ 85.4678 2.31x10 ⁻⁶ % +1																		Strontium Sr ₃₈ 87.62 1.31x10 ⁻⁶ % +2																		Yttrium Y ₃₉ 88.90585 1.31x10 ⁻⁶ % +3																		Zirconium Zr ₄₀ 91.224 3.7x10 ⁻⁹ % +4																		Niobium Nb ₄₁ 92.90638 8.3x10 ⁻⁹ % +5																		Molybdenum Mo ₄₂ 95.94 1.99x10 ⁻⁸ % +6																		Technetium Tc ₄₃ [98] [1.00x10 ⁻⁸ %] +7																		Ruthenium Ru ₄₄ 101.07 6.3x10 ⁻⁹ % +8																		Rhodium Rh ₄₅ 102.90550 1.2x10 ⁻⁸ % +9																		Palladium Pd ₄₆ 106.42 4.5x10 ⁻⁹ % +8																		Silver Ag ₄₇ 107.8682 1.32x10 ⁻⁸ % +1																		Cadmium Cd ₄₈ 112.411 5.3x10 ⁻⁹ % +2																		Indium In ₄₉ 114.818 1.14x10 ⁻⁸ % +3																		Tin Sn ₅₀ 118.710 1.25x10 ⁻⁸ % +4																		Antimony Sb ₅₁ 121.760 1.01x10 ⁻⁸ % +3																		Tellurium Te ₅₂ 127.60 1.57x10 ⁻⁸ % +4																		Iodine I ₅₃ 126.90447 2.9x10 ⁻⁸ % +1																		Xenon Xe ₅₄ 131.29 1.31x10 ⁻⁸ % 0																		Cesium Cs ₅₅ 132.90545 1.21x10 ⁻⁸ % +1																		Barium Ba ₅₆ 137.327 1.48x10 ⁻⁸ % +2																		Lanthanum La ₅₇ 138.90549 1.48x10 ⁻⁸ % +3																		Hafnium Hf ₅₈ 178.49 5.02x10 ⁻⁹ % +4																		Tantalum Ta ₅₉ 180.9479 6.75x10 ⁻⁹ % +5																		Tungsten W ₆₀ 183.84 4.34x10 ⁻⁹ % +6																		Rhenium Re ₆₁ 186.207 1.69x10 ⁻⁸ % +7																		Osmium Os ₆₂ 190.23 2.26x10 ⁻⁸ % +8																		Iridium Ir ₆₃ 192.222 2.16x10 ⁻⁸ % +9																		Platinum Pt ₆₄ 195.084 4.4x10 ⁻⁹ % +2																		Gold Au ₆₅ 196.96655 6.1x10 ⁻⁹ % +1																		Mercury Hg ₆₆ 200.59 1.11x10 ⁻⁸ % +2																		Thallium Tl ₆₇ 204.383 6.0x10 ⁻⁹ % +3																		Lead Pb ₆₈ 207.2 1.03x10 ⁻⁸ % +4																		Bismuth Bi ₆₉ 208.98038 4.7x10 ⁻⁹ % +3																		Polonium Po ₆₈ [209] [2.09x10 ⁻⁸ %] +4																		Astatine At ₆₉ [210] [2.10x10 ⁻⁸ %] +5																		Radon Rn ₆₈ [222] [2.22x10 ⁻⁸ %] 0																		Francium Fr ₆₇ [223] [2.23x10 ⁻⁸ %] +1																		Radium Ra ₆₈ [226] [2.26x10 ⁻⁸ %] +2																		Actinium Ac ₆₉ [227] [2.27x10 ⁻⁸ %] +3																		Rutherfordium Rf ₁₀₄ [261] [2.61x10 ⁻⁸ %] +4																		Dubnium Db ₁₀₅ [262] [2.62x10 ⁻⁸ %] +5																		Seaborgium Sg ₁₀₆ [266] [2.66x10 ⁻⁸ %] +6																		Bohrium Bh ₁₀₇ [264] [2.64x10 ⁻⁸ %] +7																		Hassium Hs ₁₀₈ [269] [2.69x10 ⁻⁸ %] +8																		Meitnerium Mt ₁₀₉ [268] [2.68x10 ⁻⁸ %] +9																		Element-110 [271] [2.71x10 ⁻⁸ %] +10																		Element-111 [272] [2.72x10 ⁻⁸ %] +11																		Element-112 [277] [2.77x10 ⁻⁸ %] +12																		Element-114 [289] [2.89x10 ⁻⁸ %] +14																		Element-116 [289] [2.89x10 ⁻⁸ %] +16																		Element-118 [293] [2.93x10 ⁻⁸ %] +18																	



تغییرات خواص عناصر در دوره ها و گروههای جدول:

- تغییرات شعاع اتمی: در هر گروه با افزایش عدد اتمی شعاع اتمی افزایش می یابد و در هر دوره با افزایش عدد اتمی شعاع اتمی به تدریج کوچکتر می گردد.
- تغییرات شعاع یونی: شعاع یون کاتیون هر فلز از شعاع اتمی آن کوچکتر و شعاع هر نا فلز از شعاع اتمی آن بزرگتر است. به طور کلی تغییرهای شعاع یونی همان روند تغییرات شعاع اتمی است.
- 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.
- تغییرات الکترون خواهی: در هر دوره با افزایش عدد اتمی انرژی الکترون خواهی افزایش می یابد و در هر گروه با افزایش عدد اتمی اصولاً انرژی الکترون خواهی از بالا به پایین کم می شود.
- تغییرات الکترون گاتیوی: در هر دوره به علت افزایش نسبتاً زیاد شعاع اتمی الکترون گاتیوی عناصر کم میشود و در هر دوره به علت کاهش شعاع اتمی الکترون گاتیوی عناصر افزایش می یابد.
- تغییر تعداد الکترونها لایه ظرفیت عدد اکسایش: در هر دوره از عنصری به عنصر دیگر یک واحد به تعداد الکترون های ظرفیت افزوده میشود و تعداد این الکترونها و عدد اکسایش در عنصرهای هر گروه با هم برابرند.
- تغییرات پتانسیل الکترونی: در ازای هر دوره با افزایش عدد اتمی توانایی کاهندگی عنصرها کاهش می یابد و توانایی اکسید کنندگی آنها افزایش می یابد. از این روفلهایی که در سمت چپ دوره ها جای دارند خاصیت کاهندگی و نوافلهایی که در سمت راست دوره ها جای دارند توانایی اکسید کنندگی دارند. در مورد عناصر یک گروه توانایی اکسید -کنندگی با افزایش عدد اتمی و پتانسیل کاهش می یابد.
- تغییرات توانایی بازی هیدروکسید: توانایی بازی هیدروکسید عناصر در گروهها از بالا به پایین افزایش می یابد اما در دوره از سمت چپ به راست رو به کاهش است.
- تغییرات دما ذوب یا جوش: در هر دوره دمای ذوب و جوش تا اندازه ای به طور تناوبی تغییر می کند ولی این روند منظم نیست و در مورد عناصر گروهها نیز روند واحدی وجود ندارد.

مرگ مندلیف

مندلیف دو دوم فوریه ۱۹۰۷ در ۷۳ سالگی در گذشت. به طوری که می دانیم، از هنگامی که جدول مندلیف بوجود آمد، خانه های خالی آن، یکی پس از دیگری با کشف عناصر پر می شد و آخرین خانه خالی جدول، در سال ۱۹۳۸ با کشف آکتینیوم در پاریس پر شد.

مندلیف به کتاب های غیر علمی و تخیلی ژول ورن علاقه زیادی داشت و در اوقات فراغت به مطالعه این کتب می پرداخت. در سال ۱۹۰۷ هنگام مطالعه یکی از کتاب های ژول ورن بود که به آنفلوآنزا دچار شد. بسیاری از پزشکان سن پترزبورگ برای معالجه او تلاش زیادی کردند اما او بر اثر تب و عفونت گلو و سینه دوام نیاورد و در سن ۷۳ سالگی چشم از جهان فرو بست. از آن زمان به بعد همه خانه های جدول وی پر شد و آخرین خانه خالی در سال ۱۹۳۸ با کشف اکتینیوم در پاریس پر شد و به این ترتیب جدول عجیب و غریب این شیمیدان پرکار به بار نشست. در سال ۱۹۵۵ عنصر شماره ۱۰۱ این جدول نیز کشف شد و افتخار وی مندلیفیم نام گذاری شد.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА																		
№ группы	№ периода	Оболочка										Последовательность заполнения оболочек		I		VIII		
		K	L	M	N	O	P	q	r	s	t	a	b	a	b	a	b	
1	1														1	2	2	1
															1	2	2	1
2	2														3	2	10	2
															3	2	10	2
3	3														11	10	18	3
															11	10	18	3
4	4														19	18	32	4
															19	18	32	4
5	5														37	36	54	5
															37	36	54	5
6	6														55	54	86	6
															55	54	86	6
7	7														87	86	118	7
															87	86	118	7

منابع:

<http://forum.parsigold.com>
<http://daneshnameh.roshd.ir>
<http://www.rahpouyan.com>
<http://www.articles.ir>