به نام خدا

بیولوژی کمپبل:
کربن و گوناگونی مولکولی در حیات

مترجمان :

روشنا خادمی

نسیم صدوقی مود

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۴)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir

سرشناسه : خادمی ، روشنا ، ۱۳۹۲
عنوان و نام پدیدآورندگان : بیولوژی کمپیل:کربن و گوناگونی مولکولی در حیات/ مترجمان: روشنا خادمی ، نسیم صدوقی مود
مشخصات نشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۴.
مشخصات ظاهری :۳۰ ص.
شابک : ۱-۷۳۰-۱۱۷-۶۲۲-۹۷۸
شناسه افزوده : صدوقی مود ، نسیم ، ۱۳۶۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : بیولوژی کمپیل -کربن - گوناگونی مولکولی در حیات
رده بندی کنگره : TP ۹۸۳
رده بندی دیویی : ۵۵/۶۶۸
شماره کتابشناسی ملی : ۹۹۷۶۵۸۸
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : بیولوژی کمپیل:کربن و گوناگونی مولکولی در حیات
مترجمان: روشنا خادمی- نسیم صدوقی مود
ناشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول ــ ۱۴۰۴
چاپ : زبرجد
قیمت : ۴۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان :
https//:chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۱-۷۳۰-۱۱۷-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

فهرست

مفاهیم کلیدی..... ۵

نگاه کلی ۵

کربن اساس حیات ۵

مولکول های آلی و منشأ حیات بر روی کره زمین..... ۸

تشکیل پیوند با کربن ۱۲

هیدروکربن ها ۱۷

ایزومرها ۱۷

ATPمنبع مهم انرژی برای فرایندهای سلولی ۲۵

عناصر شیمیایی حیات :مرور ۲۶

مرور فصل..... ۲۷

خلاصه مفاهیم کلیدی..... ۲۷

شکل ۴-۱ چه خواصی در کربن این عنصر را اساس کل حیات قرار داده است ؟

مفاهیم کلیدی

۱ -شیمی آلی در اصل مطالعه ترکیبات کربن دار است.

۲ -اتم های کربن می توانند توسط پیوند با چهار اتم دیگر مولکول های گوناگونی را بسازند.

۳- گروه های شیمیایی معدودی در عملکرد مولکول های زیستی نقش کلیدی دارند.

نگاه کلی

کربن اساس حیات

با اینکه آب مایه حیات بر روی زمین است اما جانداران از جمله همه گیاهان و یا حتی سوسک بندپایی که در شکل ۴-۱ می بینید از موادی ساخته شده اند که بیشتر دارای عنصر کربن هستند. کربن در نتیجه فعالیت گیاهان وارد زیست کره می شود به این شکل که آنها با دریافت انرژی خورشید CO اتمسفر را به مولکول های زیستی تبدیل می کنند این مولکول ها سپس توسط جانورانی که از گیاهان تغذیه می کنند وارد بدن آنها می شوند. در میان همه عناصر شیمیایی کربن به خاطر توانایی در ساخت مولکول های بزرگ

پیچیده و گوناگون بی همتاست و این گوناگونی مولکول ها می تواند در جاندارانی که روی زمین زندگی می کنند تنوع ایجاد نماید پروتئین ها DNA کربوهیدرات ها و همه مولکول هایی که ماده زنده را از غیرزنده جدا می کنند از اتم های کربنی ساخته شده اند که با یکدیگر و یا با دیگر عناصر پیوند دارند هیدروژن(H) ، اکسیژن (O) نیتروژن (N) گوگرد (S)و فسفر (P) نیز از دیگر عناصر رایج در این ترکیبات می باشند اما تنها کربن (C) است که به عنوان عامل گوناگونی مولکول های زیستی به شمار می آید.

پروتئین ها و دیگر مولکول های بسیار بزرگ موضوع اصلی فصل ۵ می باشند در این بخش بیشتر به بررسی مولکول های کوچکتر می پردازیم و از آنها برای بیان برخی مفاهیم مربوط به ترکیبات کربن دار بهره می گیریم تا به این ترتیب اهمیت کربن را در حیات مشخص نماییم همچنین درباره ویژگی های مواد زنده موجود در جانداران گفتگو می کنیم.

۴-۱ شیمی آلی در اصل مطالعه ترکیبات کربن دار است

به دلایل تاریخی ترکیباتی که کربن دارند را مواد آلی می نامند و به شاخه ای از شیمی که به بررسی این گونه ترکیبات می پردازد شیمی آلی[۱]گفته می شود ترکیبات آلی طیف گسترده ای از مولکول های کوچکی مانند متان (CH) تا مولکول های بسیار بزرگی مانند پروتئین ها که از هزاران اتم ساخته شده اند و وزن مولکولی آنها بیش از ۱۰۰،۰۰۰ دالتون است را دربر می گیرند. بیشتر ترکیبات آلی افزون بر کربن هیدروژن نیز دارند.درصد کلی عناصر اصلی حیات(S ، N،H، O، C، P) در بین جانداران کاملاً یکسان است با اینکه ترتیب واحدهای اتمی سازنده مولکول ها محدود است و دارای نسبت تقریباً یکسانی نیز هستند. ولی به خاطر ویژگی تطبیق پذیری[۲]عنصر کربن توانایی ترکیب عنصر کربن با دیگر عناصر می توانند گوناگونی خارق العاده ای از مولکول های آلی را پدید آورند گونه های مختلف

---

[۱] Organic chemistry

[۲] - چون اتم کربن در جدول تناوبی سرگروه گروه چهارم و مرز بین گروه فلزات و غیر فلزات می باشد دارای ویژگی های منحصر به فردی است که می تواند هم با فلزات و هم با غیر فلزات ترکیب شود به همین دلیل گفته می شود خاصیت تطبیق پذیری دارد.

جانداران و حتی افراد مختلف یک گونه مولکول های آلی متفاوتی دارند و با مولکول های آلی شان از یکدیگر تشخیص داده می شوند.

انسان ها، از آغاز پیدایش از دیگر جانداران به عنوان منبع مواد ارزشمند به عنوان غذا دارو و الیاف استفاده می کردند. دانش شیمی آلی حاصل تلاش هایی بود که برای افزایش بازده ساخت و خالص سازی این مواد انجام می شد. در ابتدای قرن نوزدهم شیمی دانان با ترکیب کردن عناصر توانایی ساخت ترکیبات ساده الی را در آزمایشگاه در شرایط خاص به دست آوردند. ساخت مصنوعی مواد آلی پیچیده که در جانداران وجود دارد غیر ممکن به نظر می رسید. در آن هنگام شیمی دانی سوئدی به نام جونز ژاکوب برزلیوس[۳]ترکیبات آلی را که به نظر می رسید تنها در جانداران یافت می شوند. از ترکیبات غیرالی که در جهان غیر زنده پیدا می شدند. جدا کرد. شیمی آلی در ابتدای پیدایش بر پایه نظریه حیات گرایی توجیه می شد؛ باوری که بیان می کرد زندگی در اثر نیرویی ماورای قوانین فیزیکی و شیمیایی شکل می گیرد.

شیمی دانان تلاش کردند که نظریه حیات گرایی [۴]را با دستیابی و ساخت مولکول های آلی در شرایط آزمایشگاهی رد کنند. در سال ۱۸۲۸، فردریش وولر [۵]شیمیدان آلمانی که همراه برزلیوس بود، تلاش کرد تا نمکی غیرالی به نام آمونیم سیانات را از راه ترکیب کردن محلول یون أمونیوم (NH_4) و یون سیانات (CNO^-) به دست آورد. هنگامی که ووار نتیجه آزمایش را دید حیرت زده شد زیرا به جای فرآورده پیش بینی شده توانسته بود اوره بسازد؛ ماده ای که در ادرار جانوران یافت می شود سپس وی با نوشتن این مطلب که باید به شما بگویم که بدون نیاز به جانور و یا کلیه آن توانستم اوره بسازم نظریه حیات گرایی را به چالش کشید به هر روی، چون یکی از اجزای به کار رفته برای ساخت اوره یعنی سیانات را از خون جانور گرفته بود. نتوانست حیات گراها را متقاعد سازد. بالاخره

---

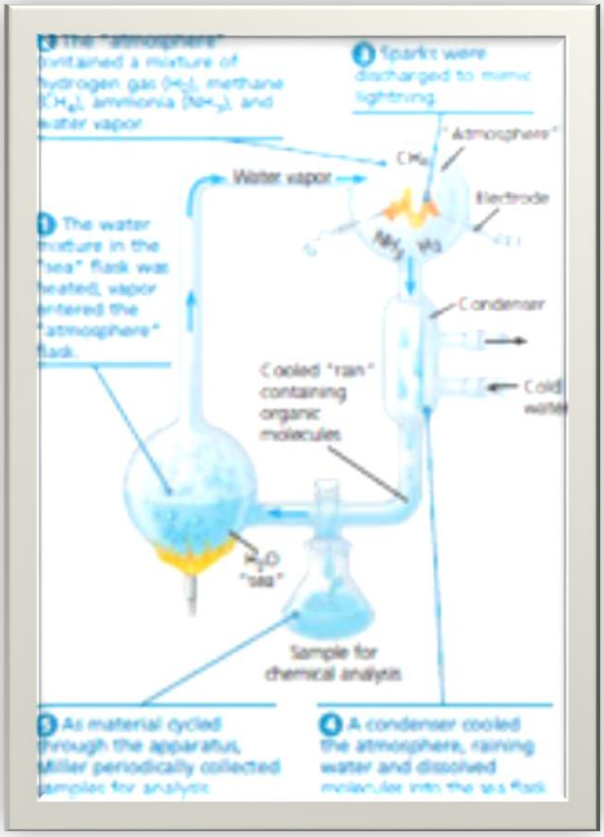
[۳] Jons Jakob Berzelius
[۴] Vitalism
[۵] -Friedrich Wobler

چند سال بعد هر من کلب[۶]شاگرد وولر توانست استیک اسید را که یک ترکیب آلی است از موادی غیر آلی که مستقیماً از ترکیب کردن عناصر به دست می آید،بسازد.

مولکول های آلی و منشأ حیات بر روی کره زمین

تکامل در نهایت پس از چند دهه حیات گراها با پیشرفت ساخت مولکول های آلی پیچیده در آزمایشگاه ها شکست خوردند. در سال ۱۹۵۳، استنلی میلر[۷]یکی از دانشجویان هرند یوری[۸]که فارغ التحصیل دانشگاه شیکاگو بود توانست ساخت غیر زیستی (غیر زنده) ترکیبات آلی را به متن تکامل وارد کند **(شکل۲-۴)** میلر به کمک شبیه سازی آزمایشگاهی شرایط جو آغازین زمین را درست کرد و نشان داد که ساخت خود به خودی ترکیبات آلی می تواند اولین مرحله آغاز حیات بر روی زمین باشد.

[۶] Hermam Kolbe
[۷] Stanley Miller
[۸] Harold Urey



شکل ۲-۴

آیا مولکول های آلی می توانستند بر روی زمین اولیه به وجود آیند؟

آزمایش در سال ۱۹۵۳ استنلی میلر شرایط محیطی را که فکر می کرد بر روی زمین اولیه بوده بازسازی کرد. میلر از تخلیه الکتریکی (بازسازی صاعقه) برای راه اندازی واکنش در جو H_2O, H_2, NH_3, CH_4استفاده کرد (برخی از این کارها از آتشفشان ها خارج می شدند).

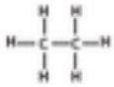
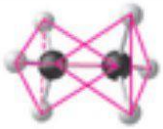
نتایج: انواع گوناگونی از ترکیبات آلی که در سلول های زنده وجود دارند در دستگاه میلر ساخته شدند. این مولکول ها شامل ترکیبات ساده ای از قبیل فرمالدهید و هیدروژن سیانید (HCN) و مولکول های پیچیده تری مانند امینواسیدها و هیدروکربن ها بودند.

نتیجه گیری: ترکیبات آلی شاید به صورت غیر زیستی بر روی زمین اولیه ایجاد شده باشند. در مورد این فرضیه در فصل ۲۵ به طور گسترده بحث خواهیم کرد

S. L. Miller, A production of amino acids under possible primitive Earth conditions, Soence 117:528-529 (۱۹۵۳),

- **چه می شد اگر ؟** اگر میلر در آزمایش خود غلظت NH_3 را افزایش داده بود.مقادیر نسبی محصولات HCN و CH_2O چگونه تغییر می کردند؟

▼ Figure 4.3 The shapes of three simple organic molecules.

Molecule and Molecular Shape	Molecular Formula	Structural Formula	Ball-and-Stick Model (molecular shape in pink)	Space-Filling Model
(a) **Methane.** When a carbon atom has four single bonds to other atoms, the molecule is tetrahedral.	CH_4			
(b) **Ethane.** A molecule may have more than one tetrahedral group of single-bonded atoms. (Ethane consists of two such groups.)	C_2H_6			
(c) **Ethene (ethylene).** When two carbon atoms are joined by a double bond, all atoms attached to those carbons are in the same plane, and the molecule is flat.	C_2H_4			

شکل ۳-۴ ساختار سه مولکول آلی ساده.

پیشرفت شیمی آلی موجب شد تفکر زیستی از نظریه حیات گرایان به نظریه مکانیسمی تغییر پیدا کند. نظریه مکانیسمی بیان می کند که همه پدیده ها و فرایندهای زیستی از قوانین فیزیکی و شیمیایی پیروی می کنند. تعریف شیمی آلی نیز به صورت شیمی بررسی ترکیبات کربن دار صرف نظر از منشأ آنها، تغییر کرد. بیشتر ترکیبات آلی به وسیله موجودات زنده ساخته می شوند و این مولکول ها از نظر گوناگونی و پیچیدگی با ترکیبات آلی مصنوعی غیر قابل مقایسه اند ولی به هر حال قوانین شیمیایی یکسانی بر مولکول های آلی و غیر آلی حکم فرماست همه شیمی آلی یک نیروی حیاتی قابل لمس نیست اما تطبیق پذیری بی همتای عنصر کربن کاملاً آشکار است.

پرسش های مبحث ۴-۱

۱ چرا وولر از اینکه اوره ساخته بود. تعجب کرد؟

چه می شد اگر؟ هنگامی که میلر آزمایش خود را بدون تخلیه الکتریکی انجام داد، ترکیبات آلی ساخته نشدند. چه چیزی می تواند. این نتیجه را توضیح دهد؟

برای ملاحظه پاسخ های پیشنهادی به ضمیمه A ا مراجعه کنید.

۴-۲ اتم های کربن می توانند توسط پیوند با چهار اتم دیگر مولکول های گوناگونی را بسازند.

همان گونه که در فصل ۲ آموختید نکته کلیدی درباره ویژگی شیمیایی یک اتم مربوط به وضعیت الکترون های آن است. وضعیت الکترونی یک اتم تعداد و نوع پیوندهایی که این اتم می تواند داشته. باشد را مشخص می کند.

تشکیل پیوند با کربن

کربن در کل دارای ۶ الکترون می باشد که ۲ تای آن ها در لایه الکترونی اول و۴ تای دیگر در لایه الکترونی هم قرار دارند. این عنصر به علت داشتن ۴ الکترون در لایه دوم که می تواند ۸ الکترون را در خود جای دهد با گرفتن و یا از دست دادن ۴ الکترون به حالت پایدار می رسد. ولی اتم های کربن معمولاً لایه ظرفیت خود را با به اشتراک گذاشتن الکترون با دیگر اتم ها کامل کرده و پیوند کووالانسی تشکیل می دهند. بنابراین هر اتم کرین به مانند یک چهار راه رفتار می کند و مولکول حاصل می تواند در هر چهار جهت پیشروی کند. این چهار ظرفیتی بودن کربن یکی از عواملی است که موجب می شود. ساخت مولکول های بزرگ و پیچیده ممکن باشد. هنگامی که یک اتم کربن پیوندهای کووالاتی ساده ایجاد می کند. آرایش چهار اربیتال هیبرید آن باعث می شود پیوندها به سوی گوشه های یک هرم فرضی خم شوند (**شکل b ۱۶-۲ را ببینید**). زاویه پیوندی در متان (۱۰۹/۵ است (شکل ۳a-۴) این زاویه تقریباً در همه مولکول هایی که در آنها اتم کربن چهار پیوند ساده دارد. یکسان می باشد. برای مثال اتان (C_2H_4) ساختاری مانند دو هرم دارد که از راس شان هم پوشانی دارند (شکل ۳-b۴) این ویژگی در مولکول هایی که شمار بیشتری کربن دارند نیز صادق است. و در آنها هر گروه کربن و چهار اتم پیوندی آن شکلی مانند هرم پیدا می کنند. اما هنگامی که اتم های کربن با پیوند دوگانه به یکدیگر متصل میشوند، همه پیوندهای موجود در پیرامون آن کربن ها در یک صفحه قرار می گیرند. برای مثال اتان (C_2H_4) یک مولکول مسطح است و همه اتم های آن در یک صفحه قرار دارند (شکل ۳a-۴) ما فرمول های ساختاری را به صورت مسطح نشان می دهیم. اما دقت کنید که مولکول ها دارای حجم و سه بعد هستند و اغلب این شکل مولکول است که ویژگی آن را مشخص می کند.

وضعیت الکترونی کربن به آن این توانایی را می دهد تا بتواند با بسیاری از اتم ها پیوند کووالانسی برقرار کند **شکل ۴-۴** لایه های الکترونی چهار عنصر اصلی ترکیبات آلی را نشان می دهد. از فصل ۲ به خاطر دارید که این گونه الگوها به ما امکان می دهند لایه

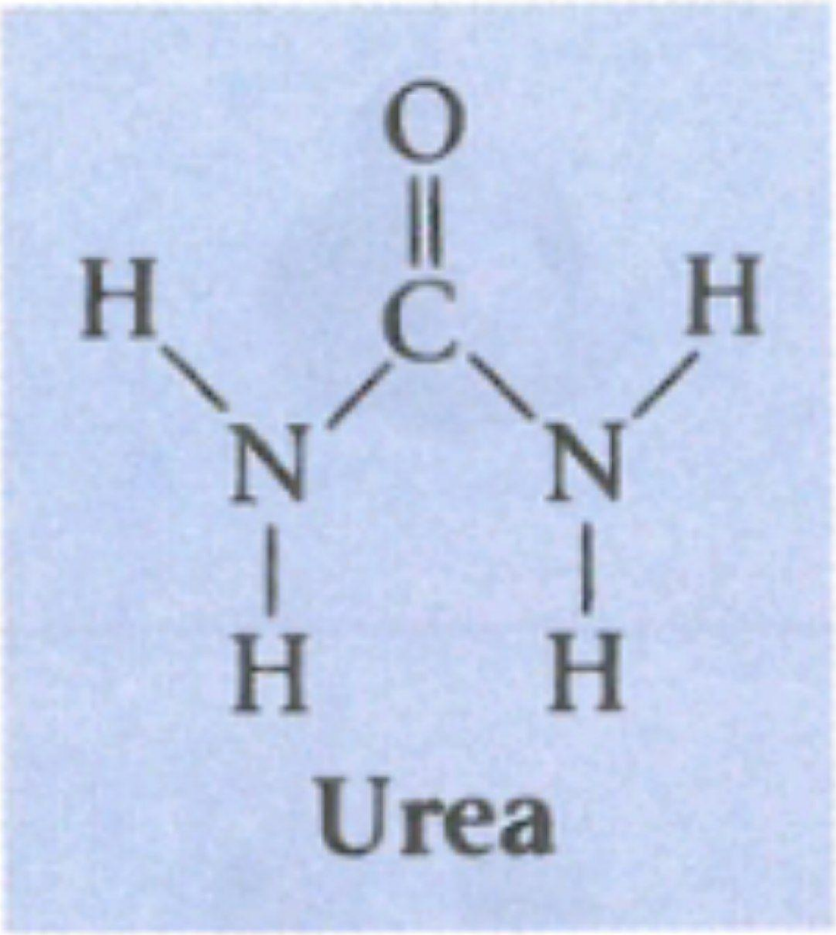
ظرفیت کربن و دیگر عناصر اصلی ترکیبات آلی یعنی اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن را بررسی کنیم در شیمی آلی ظرفیت عناصر به عنوان پایه های قوانین پیوند کووالاتی در نظر گرفته می شود. ظرفیت عناصر، رمز ساختاری است که شکل ساختاری مولکول های آلی را کنترل می کند.

دو مثال دیگر نشان می دهند که نحوه پیوند کووالانسی اتم کربن با دیگر اتم ها چگونه است در مولکول کربن دی اکسید (CO_2) یک اتم کربن با دو پیوند کووالانسی دوگانه به دو اتم اکسیژن متصل شده است. در شکل زیر فرمول ساختاری CO_2 را می بینید.

O=C=O

در فرمول ساختاری هر خط نشانه یک جفت الکترون اشتراکی است. توجه داشته باشید که اتم کربن در مولکول CO_2 دارای ۲ پیوند دوگانه است که خود برابر چهار پیوند ساده است. این چیدمان، لایه های ظرفیت همه اتم های این مولکول را تکمیل می کند. چون مولکول کربن دی اکسید بسیار ساده و کوچک و در ضمن بدون هیدروژن است. معمولاً آن را غیرالی به شمار می آورند. با وجودی که دارای کربن است. خواه CO_2 را آلی و خواه غیرالی بنامیم هیچ شکی در مورد نقش مهم CO_2 در چرخه حیات ندارد. همان گونه که پیش تر نیز اشاره شد CO_2 منبع کربن برای همه ترکیبات آلی جانداران است.

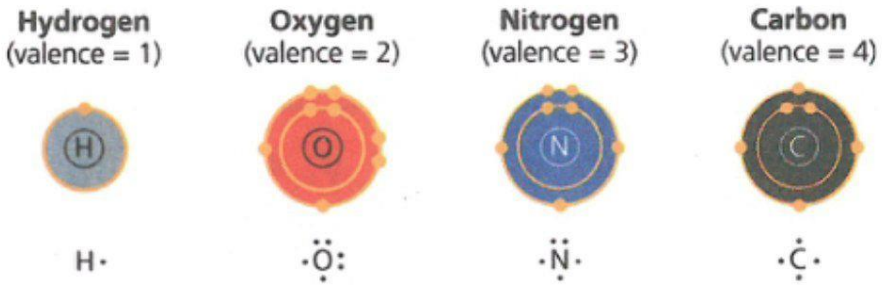
مولکول نسبتاً ساده دیگر اوره است این ترکیب الی در ادرار یافت می شود و وولر توانست در اوایل قرن نوزدهم آن را در آزمایشگاه بسازد. فرمول ساختاری اوره را در شکل در مقابل می بینید. بازهم می بینید که هر اتم دارای چند پیوند کووالانسی مورد نیاز خود است. در این مولکول اتم کربن هم دارای پیوند کووالانسی ساده و هم دارای پیوند کووالانسی دوگانه است.



مولکول اوره و کربن دی اکسید تنها دارای یک اتم کربن هستند. اما همان گونه که شکل ۴-۳ نشان می دهد. اتم کربن می تواند از یک یا تعداد بیشتری از الکترون های لایه ظرفیت خود استفاده کند و با دیگر اتم های کربن پیوند کووالانسی برقرار نماید. چنین ویژگی این امکان را پدید می آورد که اتم ها بتوانند زنجیره ای بلند و بی شمار بسازند.

گوناگونی مولکولی ناشی از اسکلت های کربنی مختلف است.

زنجیره های کربنی اسکلت مولکول های آلی را می سازند. (شکل ۵-۴) اسکلت های کربنی ممکن است از لحاظ بلندی گوناگون باشند و یا به صورت خطی شاخه دار و حتی حلقه های نزدیک به هم باشند. برخی از اسکلت های کربنی دارای پیوندهای دوگانه اند که از لحاظ تعداد و محل قرارگیری پیوند با یکدیگر تفاوت دارند. این گوناگونی در اسکلت کربنی خود یکی از عوامل مهم ایجاد پیچیدگی و گوناگونی در مولکول های زیستی است که از ویژگی های ماده زنده می باشد. علاوه بر این اتم های دیگر عناصر می توانند در جای مناسب با زنجیره کربنی پیوند برقرار کنند.



شکل ۴-۴ ظرفیت عناصر اصلی در مولکول های آلی ظرفیت تعداد پیوندهای کووالانسی است که یک اتم می تواند تشکیل دهند و معمولاً برابر تعداد الکترون هایی است که اتم نیاز دارد تا بیرونی ترین لایه الکترونی خود لایه ظرفیت خود را کامل کنند. (شکل ۹-۲ را ببینید).

ارتباط دهید با توجه به شکل ۲-۹ ساختارهای نقطه ای لوئیس را برای سدیم، فسفر ، سولفور و کلر رسم کنید .