Biochemistry: Structure

Raheleh Shakeri
Shakeriraheleh1@gmail.com
r.shakeri@uok.ac.ir

منبع:
کتاب اصول بیوشیمی لنینجر
فصل ۱: اساس بیوشیمی
فصل ۲: آب
فصل ۳: آمینواسید، پپتید و پروتئین‌ها
فصل ۴: ساختمان سه بعدی پروتئین‌ها
فصل ۵: عملکرد پروتئین
فصل ۶: آنزیم‌ها
فصل ۷: کربوهیدرات‌ها و گلیکوبیولوژی
فصل ۸: نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک
فصل ۱۰: لیپیدها

بارم بندی:
امتحان میان ترم: ۴ نمره (*شنبه ۲۴ آبان*)
تمرین‌های کلاسی: ۳ نمره
پرسش و پاسخ کلاسی: ۱ نمره
امتحان پایان‌ترم: ۱۲ نمره
خلاصه‌برداری از مباحث درسی: نمره مازاد بر ۲۰
مشارکت فعال در مباحث کلاسی (پاسخ به سوال، طرح سوال و ...): مازاد بر ۲۰ نمره
حضور و غیاب کلاسی: مازاد بر ۲۰ نمره

سلول کوچکترین واحد ساختاری و عملکردی موجودات زنده

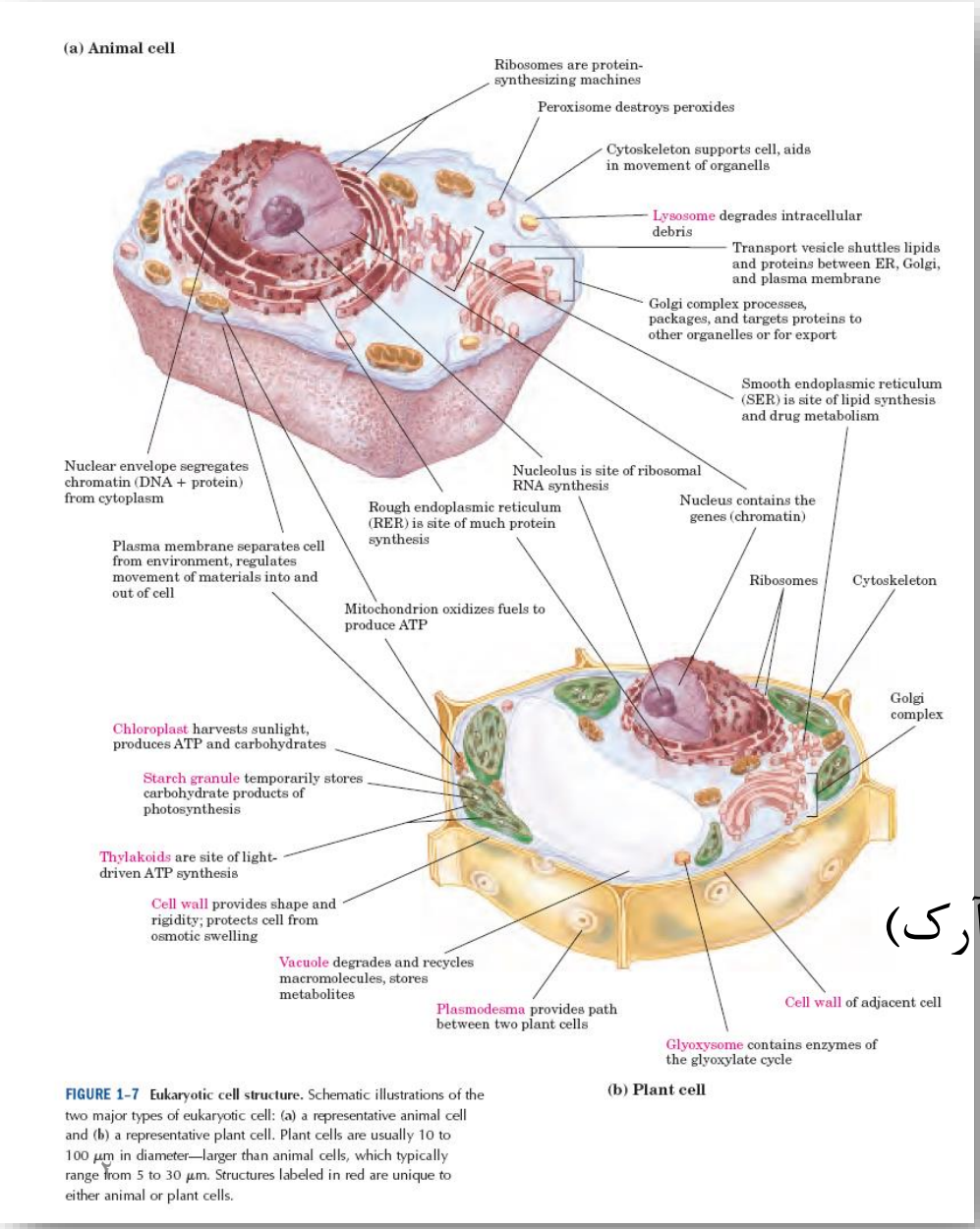


FIGURE 1-7 **Eukaryotic cell structure.** Schematic illustrations of the two major types of eukaryotic cell: (a) a representative animal cell and (b) a representative plant cell. Plant cells are usually 10 to 100 μm in diameter—larger than animal cells, which typically range from 5 to 30 μm. Structures labeled in red are unique to either animal or plant cells.

۱. غشای پلاسمایی

۲. سیتوپلاسم

۳. سیتوزول
- آنزیم
- RNA
- متابولیتها
- کوآنزیم ها
- یون های معدنی
- ریبوزوم ها
- پروتئازوم ها

۴. هسته (یوکاریوت) یا نوکلئوئید (باکتری و آرک)

❖پروکاریوت‌ها (باکتری‌ها و آرکی‌ها)

❖یوکاریوت‌ها

مقایسه سلول گیاهی، سلول جانوری و باکتری

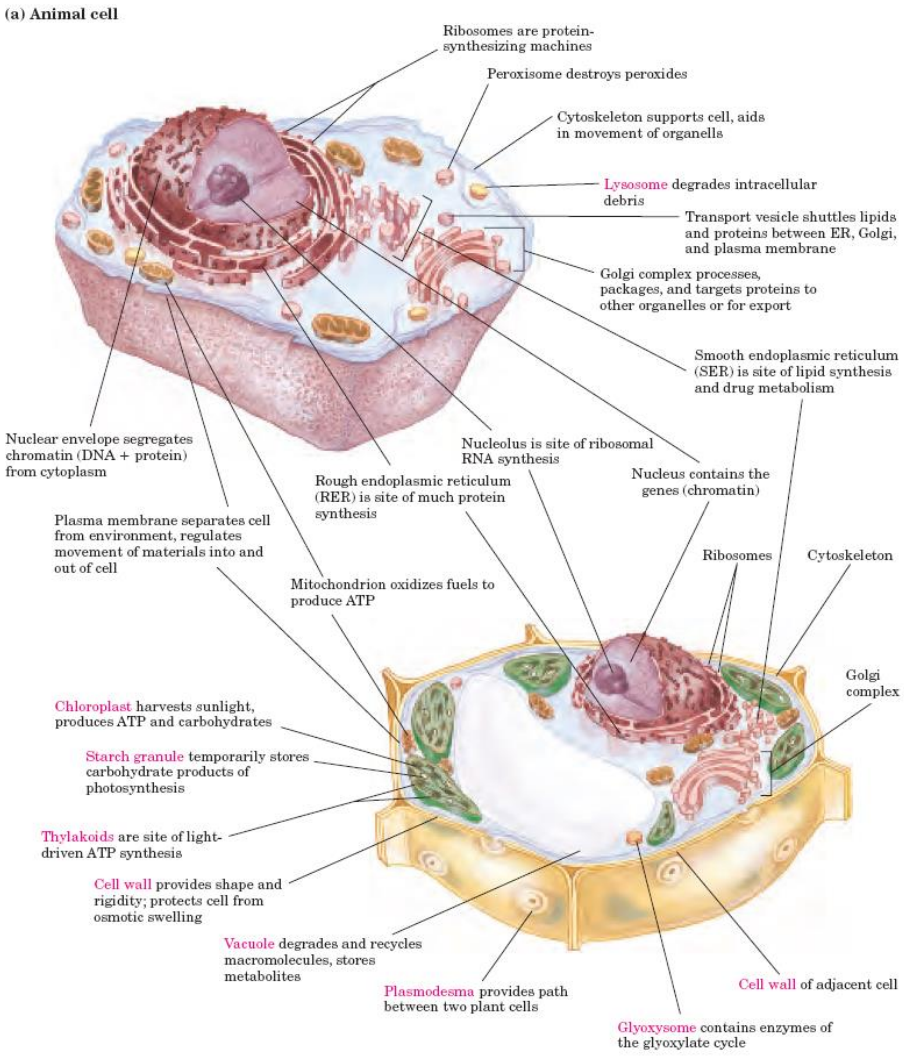
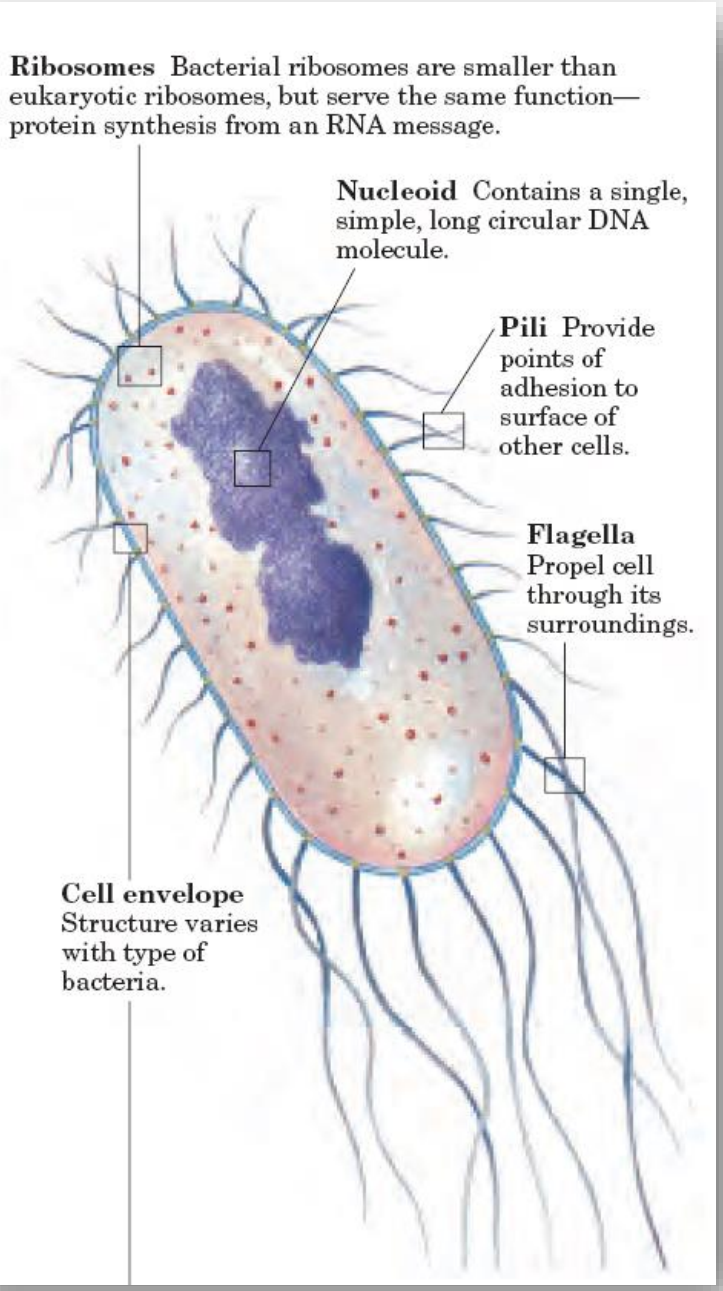


FIGURE 1–7 **Eukaryotic cell structure.** Schematic illustrations of the two major types of eukaryotic cell: (a) a representative animal cell and (b) a representative plant cell. Plant cells are usually 10 to 100 μm in diameter—larger than animal cells, which typically range from 5 to 30 μm. Structures labeled in red are unique to either animal or plant cells.



- Bio + Chemistry (علمی که درباره ترکیبات و واکنش‌های شیمیایی در بدن موجودات زنده بحث می‌کند.)

1. Structural Biochemistry → Biomolecules
2. Metabolic Biochemistry
3. Clinical Biochemistry

- Proteins
- Carbohydrates
- Lipids
- Nucleic Acids

Atoms

عناصر اصلی: به مقدار گرم در روز موردنیاز می‌باشند و در جدول زیر به رنگ آجری نشان داده شده اند.

عناصر کمیاب: به مقدار میلی گرم در روز موردنیاز می‌باشد و در جدول زیر به رنگ زرد هستند.

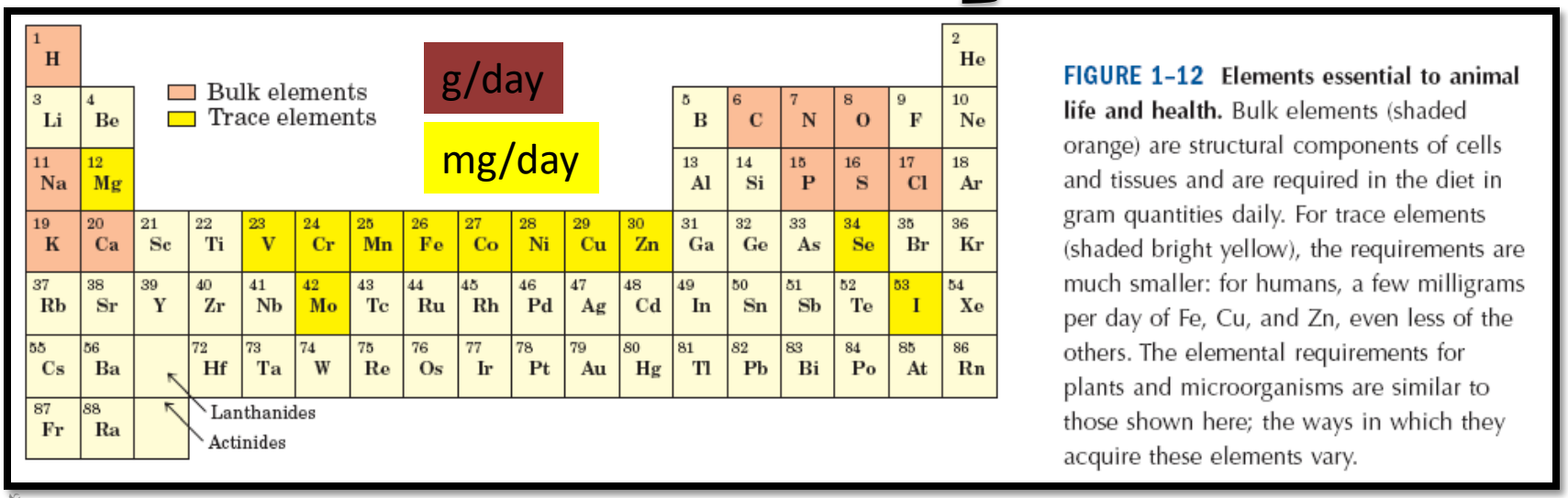


FIGURE 1–12 Elements essential to animal life and health. Bulk elements (shaded orange) are structural components of cells and tissues and are required in the diet in gram quantities daily. For trace elements (shaded bright yellow), the requirements are much smaller: for humans, a few milligrams per day of Fe, Cu, and Zn, even less of the others. The elemental requirements for plants and microorganisms are similar to those shown here; the ways in which they acquire these elements vary.

چهار عنصر با فراوانی بالا در موجودات زنده عبارتند از: H, C, N, O = 99% cells

Biomolecules

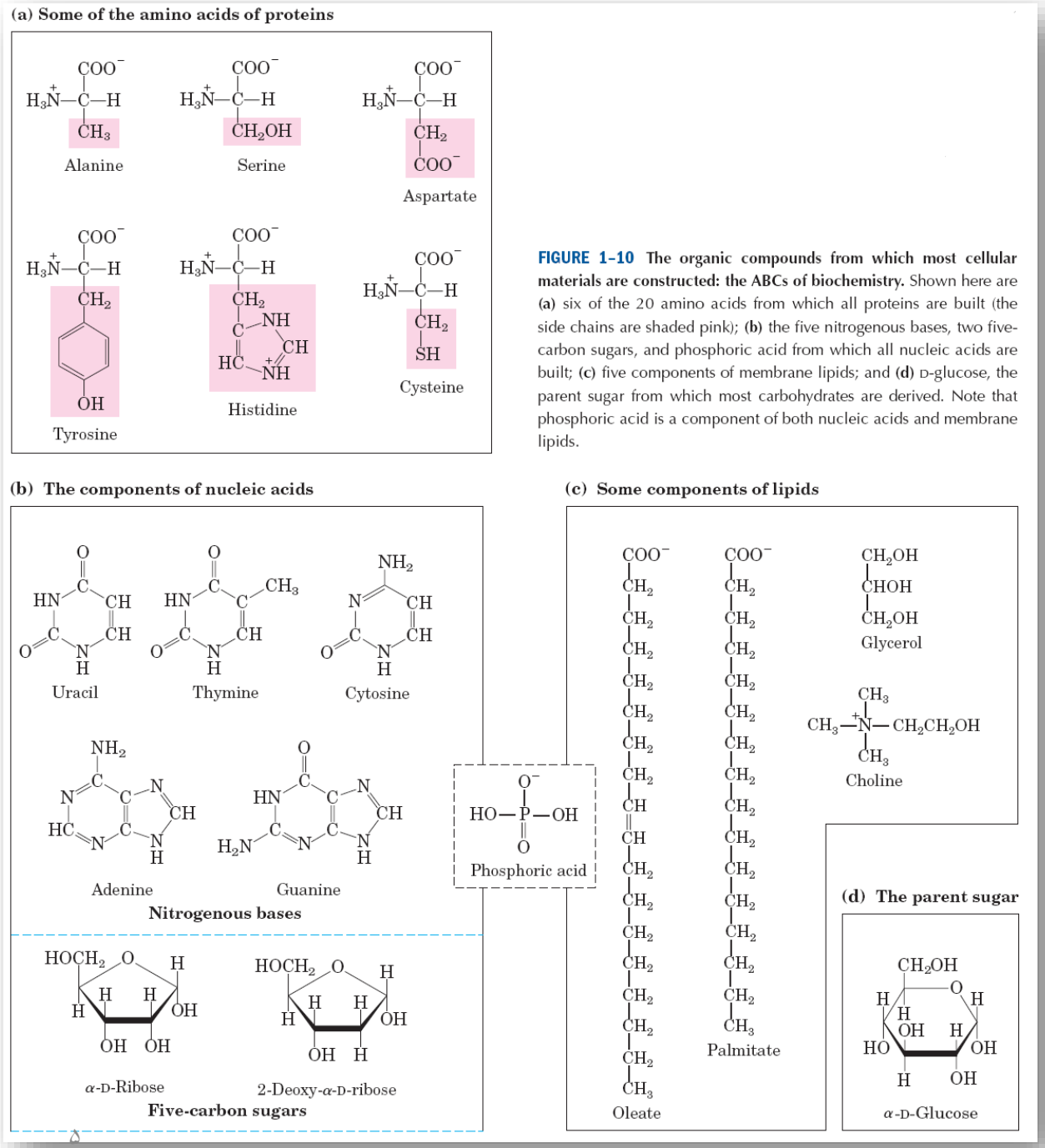


FIGURE 1–10 **The organic compounds from which most cellular materials are constructed: the ABCs of biochemistry.** Shown here are **(a)** six of the 20 amino acids from which all proteins are built (the side chains are shaded pink); **(b)** the five nitrogenous bases, two five-carbon sugars, and phosphoric acid from which all nucleic acids are built; **(c)** five components of membrane lipids; and **(d)** D-glucose, the parent sugar from which most carbohydrates are derived. Note that phosphoric acid is a component of both nucleic acids and membrane lipids.

بیومولکول ها ترکیبات کربن دار هستند (ترکیبات آلی).

شیمی موجودات زنده حول اتم کربن سازمان‌دهی شده است که بیش از نصف وزن خشک سلول را تشکیل می‌دهد.

کربن قادر است با هیدروژن پیوند یگانه، و با هر دو اتم اکسیژن و نیتروژن هم پیوند یگانه و هم پیوند دوگانه تشکیل دهد.

پیوند سه گانه به ندرت در بیومولکول‌ها مشاهده می‌گردند.

اتم‌های کربن دارای اتصال کووالان می‌توانند در بیومولکول‌ها به شکل زنجیره‌های خطی، زنجیره‌های شاخه‌دار و ساختمان حلقوی وجود داشته باشند.

- ترکیبات کربن‌دار دارای تنوع نامحدود هستند.
- به اسکلت کربنی این ترکیبات، گروه‌هایی از اتم‌های دیگر، به نام گروه‌های عاملی، اتصال می‌یابند که ویژگی شیمیایی خاصی را به مولکول می‌دهند.
- بیومولکولها ترکیبات کربن‌دار با گروه های عاملی متنوعی هستند (اتصال گروههای عاملی متنوع به اسکلت کربنی)

R در این ترکیبات ممکن است یک اتم ساده هیدروژن باشد، ولی معمولاً یک بخش حاوی کربن می‌باشد. وقتی دو یا چند استخلاف در یک مولکول وجود دارد، آن را با R1، R2 و... نشان می‌دهند.

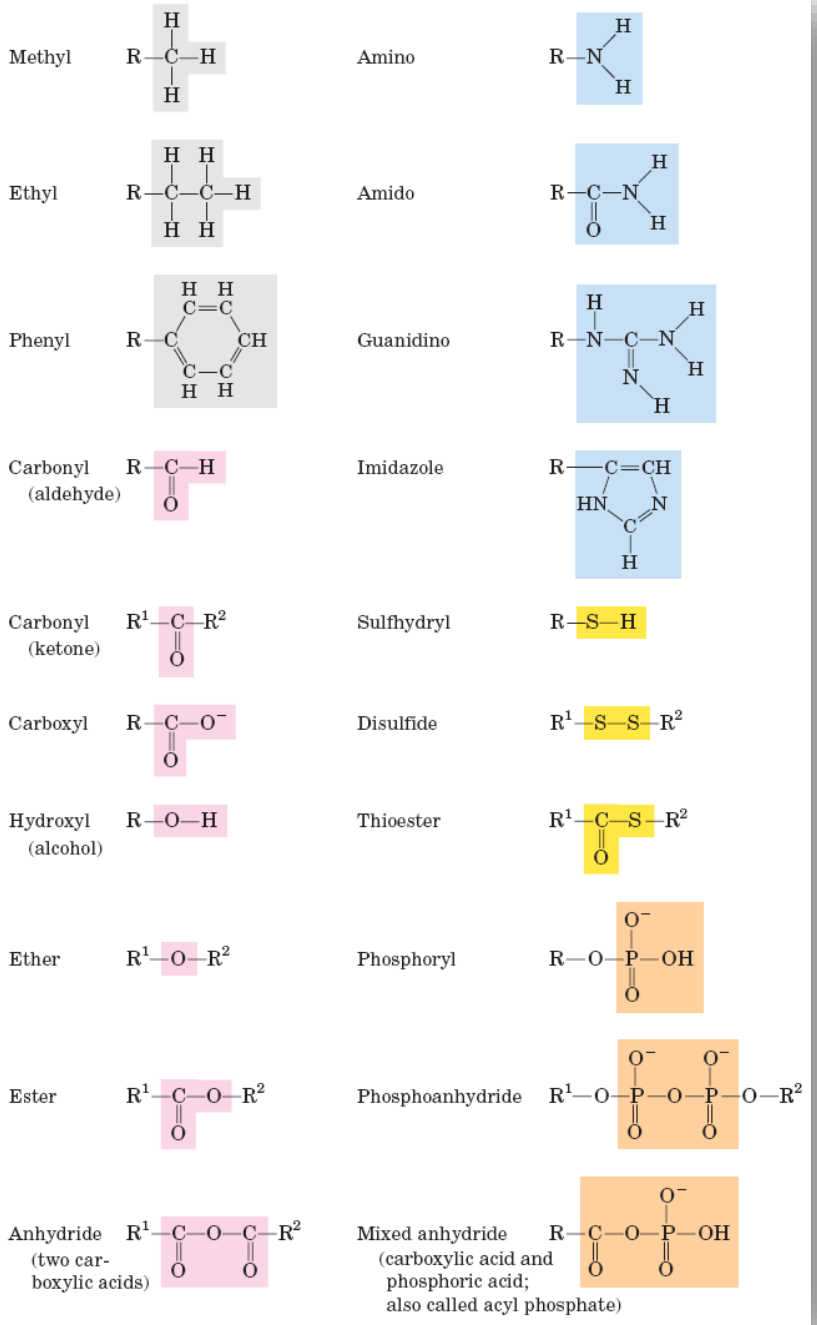
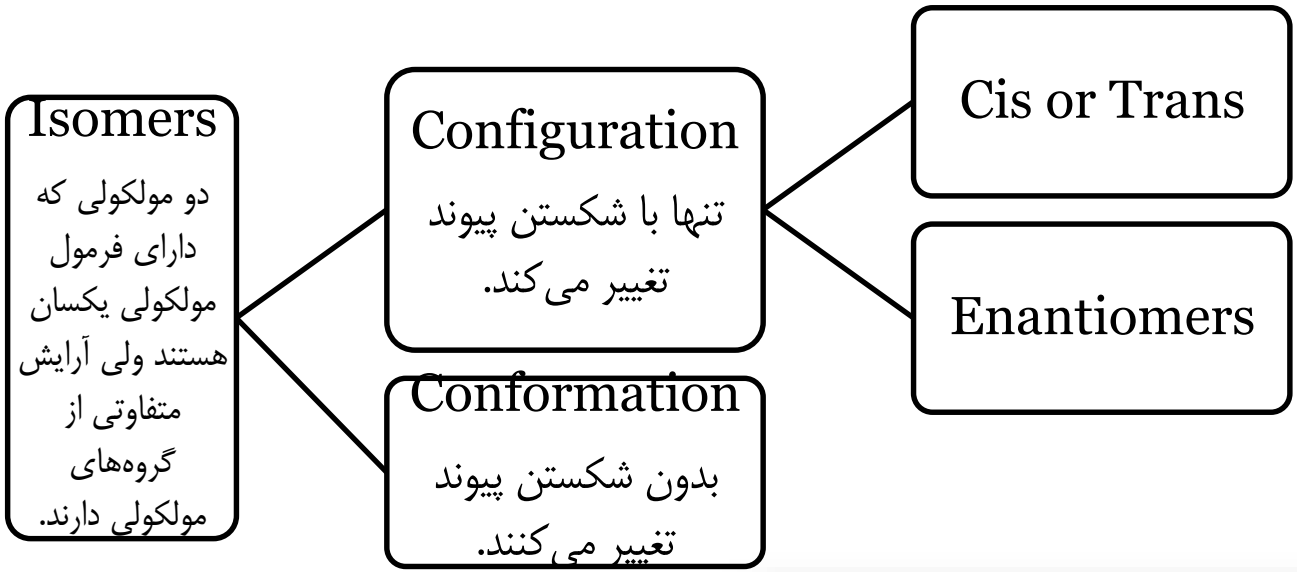


FIGURE 1–15 Some common functional groups of biomolecules. In this figure and throughout the book, we use R to represent "any substituent." It may be as simple as a hydrogen atom, but typically it is a carbon-containing moiety. When two or more substituents are shown in a molecule, we designate them R^1, R^2, and so forth.

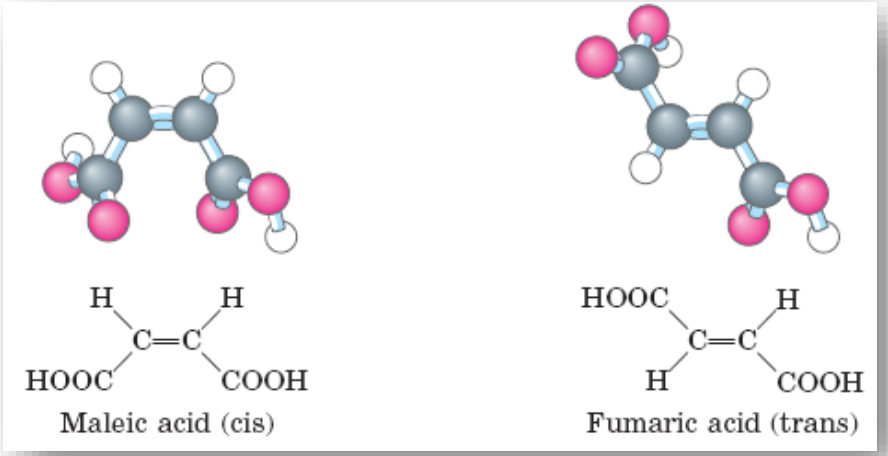
هر چند پیوندهای کووالان و گروه‌های عامل یک بیومولکول برای عملکرد آن حیاتی است، آرایش اتم‌های تشکیل‌دهنده آن مولکول در فضای سه بعدی، یعنی شیمی فضایی آن، اهمیت فوق‌العاده‌ایی دارد.

شیمی فضایی: آرایش اتمهای تشکیل دهنده مولکول در فضای سه بعدی

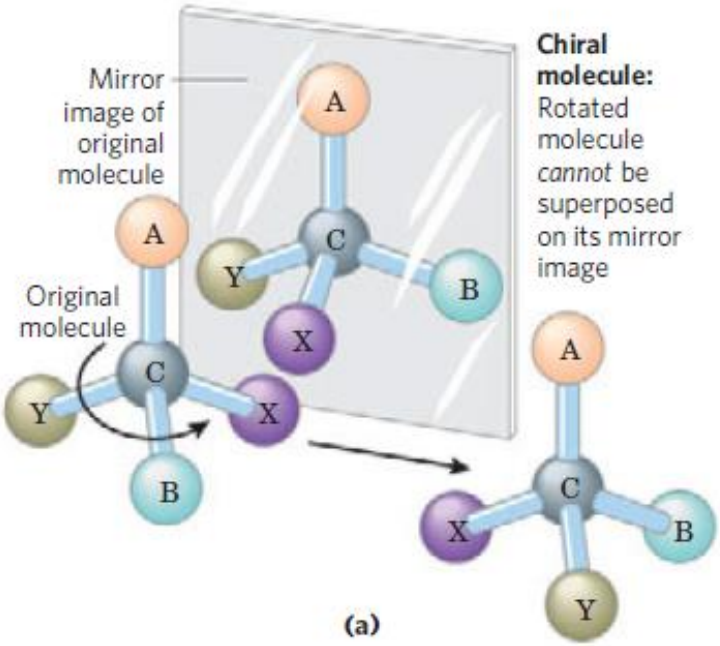
ترکیبات کربن‌دار معمولاً به صورت ایزومرهای فضایی وجود دارند، این ایزومرها مولکول‌های متفاوتی هستند که ترتیب اتصال در آنها یکسان بوده ولی ارتباطات فضایی موجود در بین اتم‌ها متفاوت می‌باشد.



- از یک نظر می‌توان ایزومرها را به دو دسته کانفیگوراسیون و کانفورماسیون دسته بندی کرد. خصوصیت بارز ایزومرهای کونفیگوراسیون این است که بدون شکسته شدن موقتی یک یا چند پیوند کووالان نمی توانند به یکدیگر تبدیل گردند. در حالیکه کونفورماسیون مولکولی عبارت است از آرایش فضایی گروه های استخلاف شده که بدون شکستن پیوند می توانند به واسطه آزادی چرخش پیوند، موقعیت های مختلفی را در فضا در اختیار نمایند.



وقتی به یک اتم کربن چهار گروه استخلافی متفاوت (A، B، X و Y) اتصال می‌یابد، این گروه‌ها میتوانند با دو آرایش قرار گیرند که تصاویر آینه ای غیرقابل انطباق (انانتیومر) یکدیگر می باشند. چنین کربنی نامتقارن بوده و کربن کایرال یا مرکز کایرال نامیده می شود.
کربن نامتقارن: اتم کربنی که دارای چهار استخلاف متفاوت باشد را کربن نامتقارن نامند و کربن های نامتقارن را مراکز کایرال گویند.



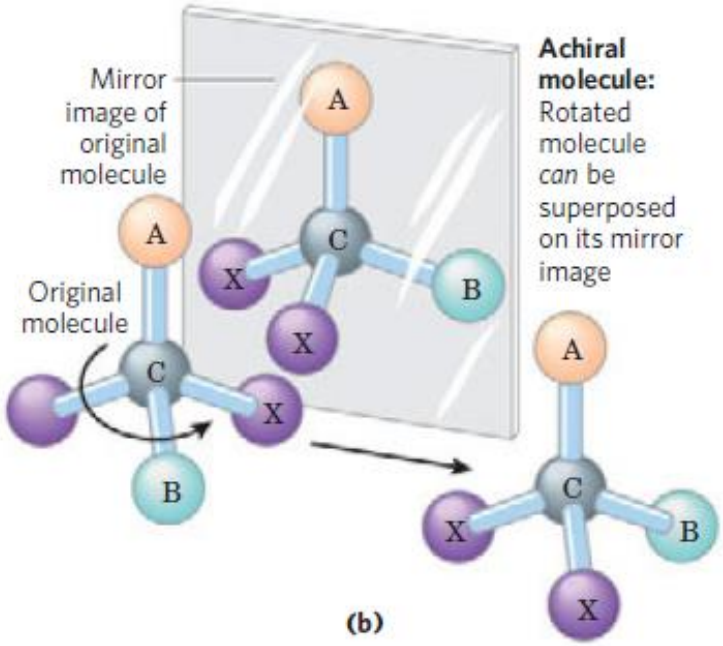


FIGURE 1–20 Molecular asymmetry: chiral and achiral molecules. (a) When a carbon atom has four different substituent groups (A, B, X, Y), they can be arranged in two ways that represent nonsuperposable mirror images of each other (enantiomers). This asymmetric carbon atom is called a chiral atom or chiral center. **(b)** When a tetrahedral carbon has only three dissimilar groups (i.e., the same group occurs twice), only one configuration is possible and the molecule is symmetric, or achiral. In this case the molecule is superposable on its mirror image: the molecule on the left can be rotated counterclockwise (when looking down the vertical bond from A to C) to create the molecule in the mirror.

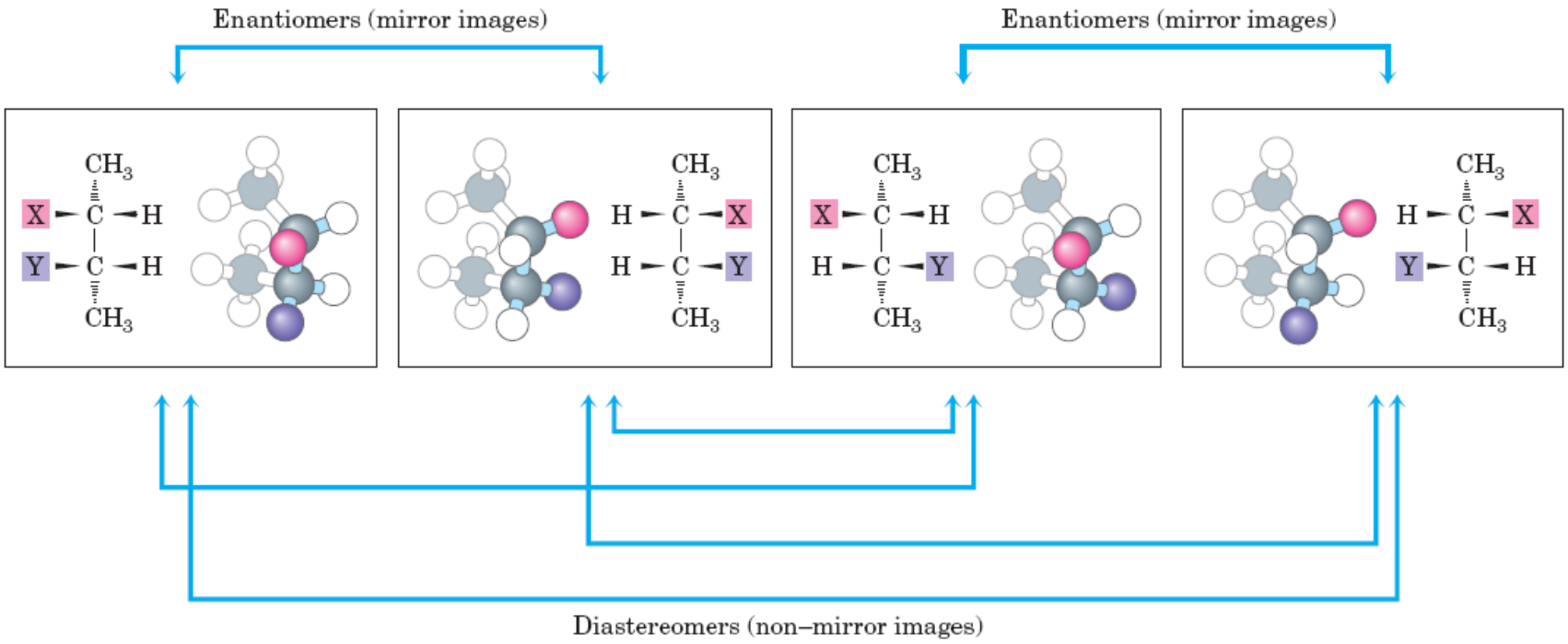


FIGURE 1–20 **Two types of stereoisomers.** There are four different 2,3-disubstituted butanes ($n = 2$ asymmetric carbons, hence $2^n = 4$ stereoisomers). Each is shown in a box as a perspective formula and a ball-and-stick model, which has been rotated to allow the reader to view all the groups. Some pairs of stereoisomers are mirror images of each other, or enantiomers. Other pairs are not mirror images; these are diastereomers.

مولکولی که فقط یک اتم کایرال دارد، تنها دو ایزومر فضایی خواهد داشت. وقتی دو یا چند (n) کربن کایرال موجود باشد، تعداد ایزومرهای فضایی می تواند 2^n باشد. تعدادی از این ایزومرهای فضایی تصاویر آینه ای یکدیگر بوده که بر هم منطبق نمی شوند و به آنها انانتیومر می گویند.

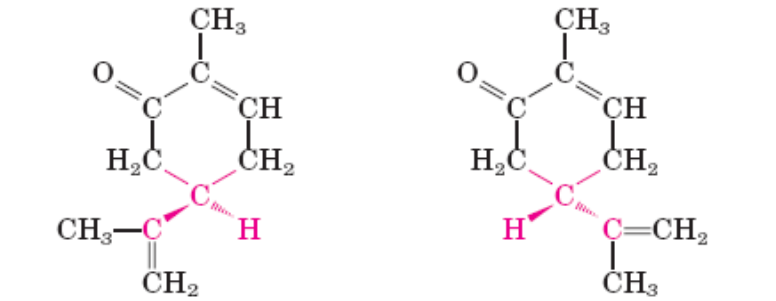
Chiral Center

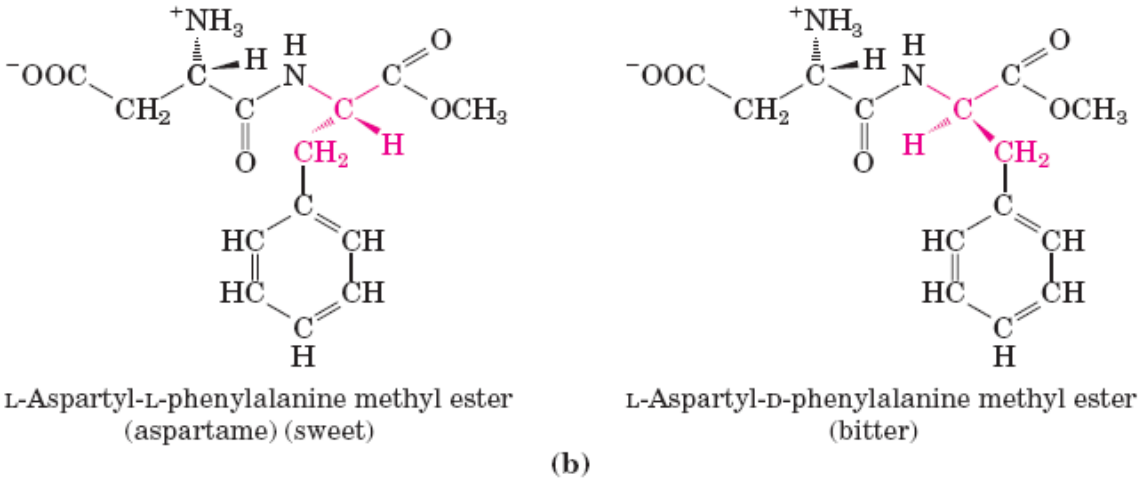
Enantiomers

Diastereomers

ایزومرهای فضایی که تصاویر آینه ایی یکدیگر نمی باشند، دیاسترومر نامیده می شوند.

FIGURE 1–23 **Stereoisomers distinguishable by smell and taste in humans.** **(a)** Two stereoisomers of carvone: (*R*)-carvone (isolated from spearmint oil) has the characteristic fragrance of spearmint; (*S*)-carvone (from caraway seed oil) smells like caraway. **(b)** Aspartame, the artificial sweetener sold under the trade name NutraSweet, is easily distinguishable by taste receptors from its bitter-tasting stereoisomer, although the two differ only in the configuration at one of the two chiral carbon atoms.





انانتیومرها تقریباً خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مشابهی هستند و تنها از نظر یک خصوصیت فیزیکی، یعنی واکنش با نور پلاریزه با یکدیگر متفاوت هستند.

در محلولهای مجزا، دو انانتیومر، صفحه نور پلاریزه را در دو جهت مخالف می چرخانند، ولی محلول های اکی مولار این دو انانتیومر، فاقد قدرت چرخش نور می باشند (مخلوط راسمیک). ترکیبات فاقد مراکز کایرال، صفحه نور پلاریزه را نمی چرخانند.

Conformations

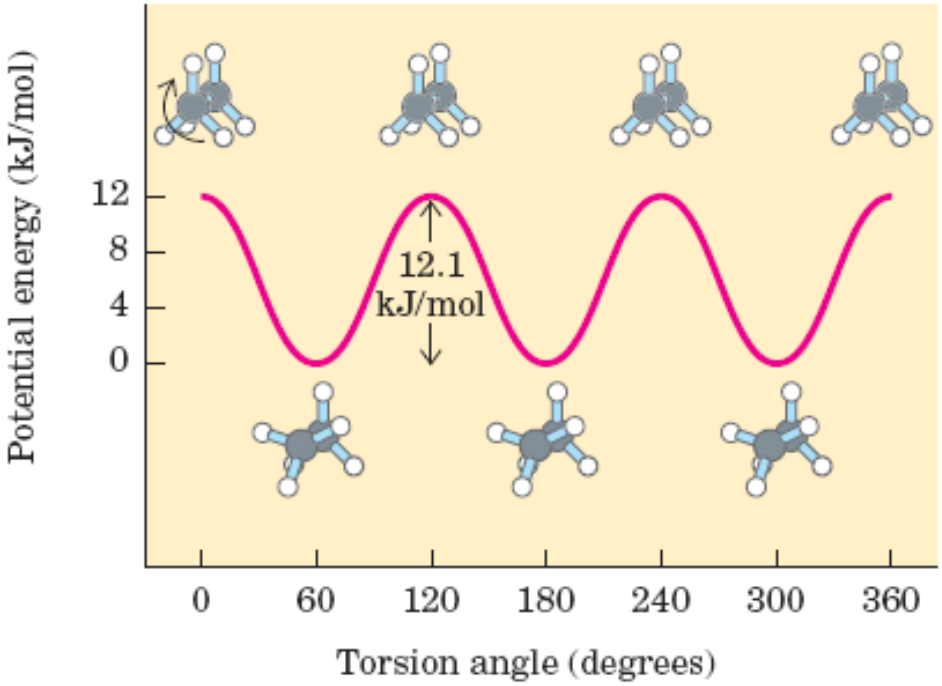


FIGURE 1–21 Conformations. Many conformations of ethane are possible because of freedom of rotation around the C—C bond. In the ball-and-stick model, when the front carbon atom (as viewed by the reader) with its three attached hydrogens is rotated relative to the rear carbon atom, the potential energy of the molecule rises to a maximum in the fully eclipsed conformation (torsion angle 0°, 120°, etc.), then falls to a minimum in the fully staggered conformation (torsion angle 60°, 180°, etc.). Because the energy differences are small enough to allow rapid interconversion of the two forms (millions of times per second), the eclipsed and staggered forms cannot be separately isolated.

کونفورماسیون عبارت است از آرایش فضایی گروه های استخلاف شده که بدون شکسته شدن پیوند می توانند به واسطه آزادی چرخش پیوند، موقعیت های مختلفی را در فضا اختیار نمایند.

برای مثال در هیدروکربن اتان، تقریباً به طور کامل آزادی چرخش حول پیوند C-C وجود دارد. بنابراین، بر حسب شدت چرخش، کونفورماسیون های متعدد مولکول اتان ممکن می باشد.

- در موجودات زنده، مولکولهای کایرال، معمولاً تنها به یکی از اشکال کایرال خود وجود دارند. به عنوان مثال، اسیدهای آمینه به شکل L در ساختمان پروتئین ها وجود دارند. گلوکز، زیرواحد مونوساکاریدی نشاسته، تنها به یک شکل کایرال، یعنی ایزومر D در سیستم های بیولوژیک دیده می شود.
- ترکیبات کایرال موجود در سلولهای زنده، تنها به یک شکل کایرال تولید می گردند، زیرا آنزیم های سنتز کننده آنها نیز مولکولهای کایرال هستند.
- بنابراین در سیتم های بیولوژیک، ایزومرهای فضایی اهمیت بسیار زیادی دارند و این ایزومرهای فضایی توسط حس چشایی و بویایی در انسان قابل تشخیص هستند.

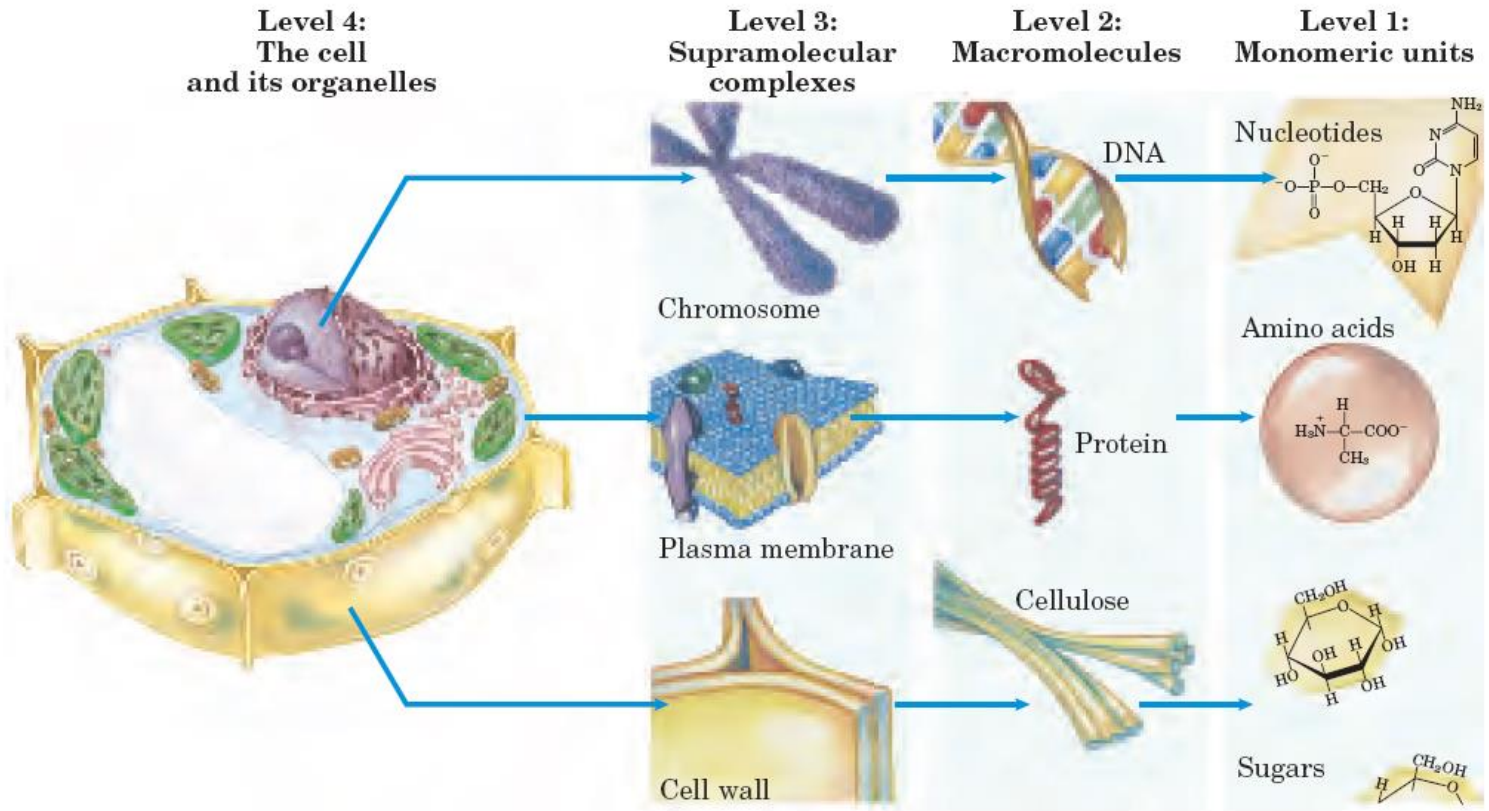


FIGURE 1–11 **Structural hierarchy in the molecular organization of cells.** In this plant cell, the nucleus is an organelle containing several types of supramolecular complexes, including chromosomes. Chromosomes consist of macromolecules of DNA and many different proteins. Each type of macromolecule is made up of simple subunits—DNA of nucleotides (deoxyribonucleotides), for example.

بسیاری از مولکولهای بیولوژیک، ماکرومولکول یا پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا، حاصل از اتصال پیش سازهای نسبتاً ساده به یکدیگر می باشند. این ماکرومولکول ها چهار نوع هستند:

۱–کربوهیدرات ها ۲– پروتئین ها ۳– لیپیدها ۴– اسیدهای نوکلئیک

ماکرومولکولها اجزای تشکیل دهنده سلول می باشند.