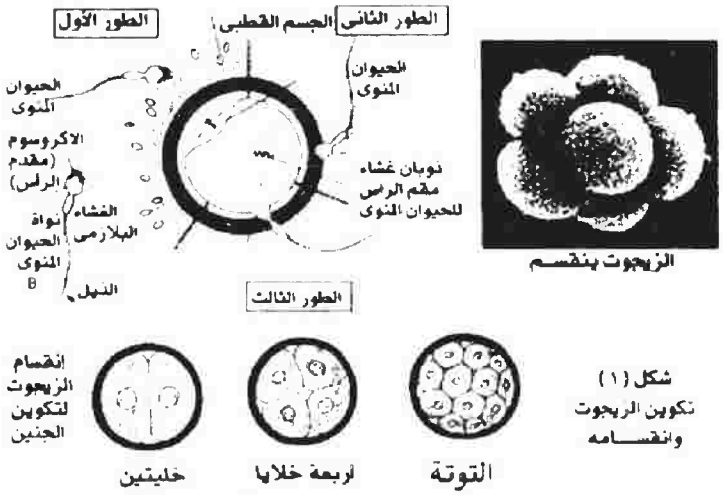
الفصل الأول

الإنسان كذلك الكائن الفريد

الإنسان ذلك الكائن الفريد آية فريدة وهو وحده عالم خاص، بما اجتمع له من حسن الصورة ومن قوى الإدراك والشعور والبصيرة ما لم يحط به غيره يقول تعالى: ﴿ **وَفِى الأَرْضِ آيَاتٌ لِّلْمُوقِنِينَ وَفِى أَنْفُسِكُمْ أَفَلاَ تُبْصِرُونَ**﴾ [سورة الذاريات: الآية ٢٠-٢١]

فجسم الإنسان يتألف من تريليونات (٣٠-١٠٠ تريليون – التريليون = ألف ألف مليون خلية) من الوحدات البنائية التى تسمى الخلايا ويبلغ عدد حوالى ١٠[١٤] خلية والخلية صغيرة جداً ولا تُرى إلا بالمجهر (الميكروسكوب) ويبلغ قطرها ٢٠-٣٠ ميكرومتر (الميكرومتر = ٠.٠٠١ من المليمتر) والواقع أن كل خلية من خلايا الكائن الحى تنشأ من خلية واحدة عندما يحدث التزاوج ويتحد الحيوان المنوى مع البويضة لتكوين الخلية الأولى وهى "الزيجوت؟ أو خلية الجنين الأولى (شكل ١)



(شكل ١) خلية الجنين الأول

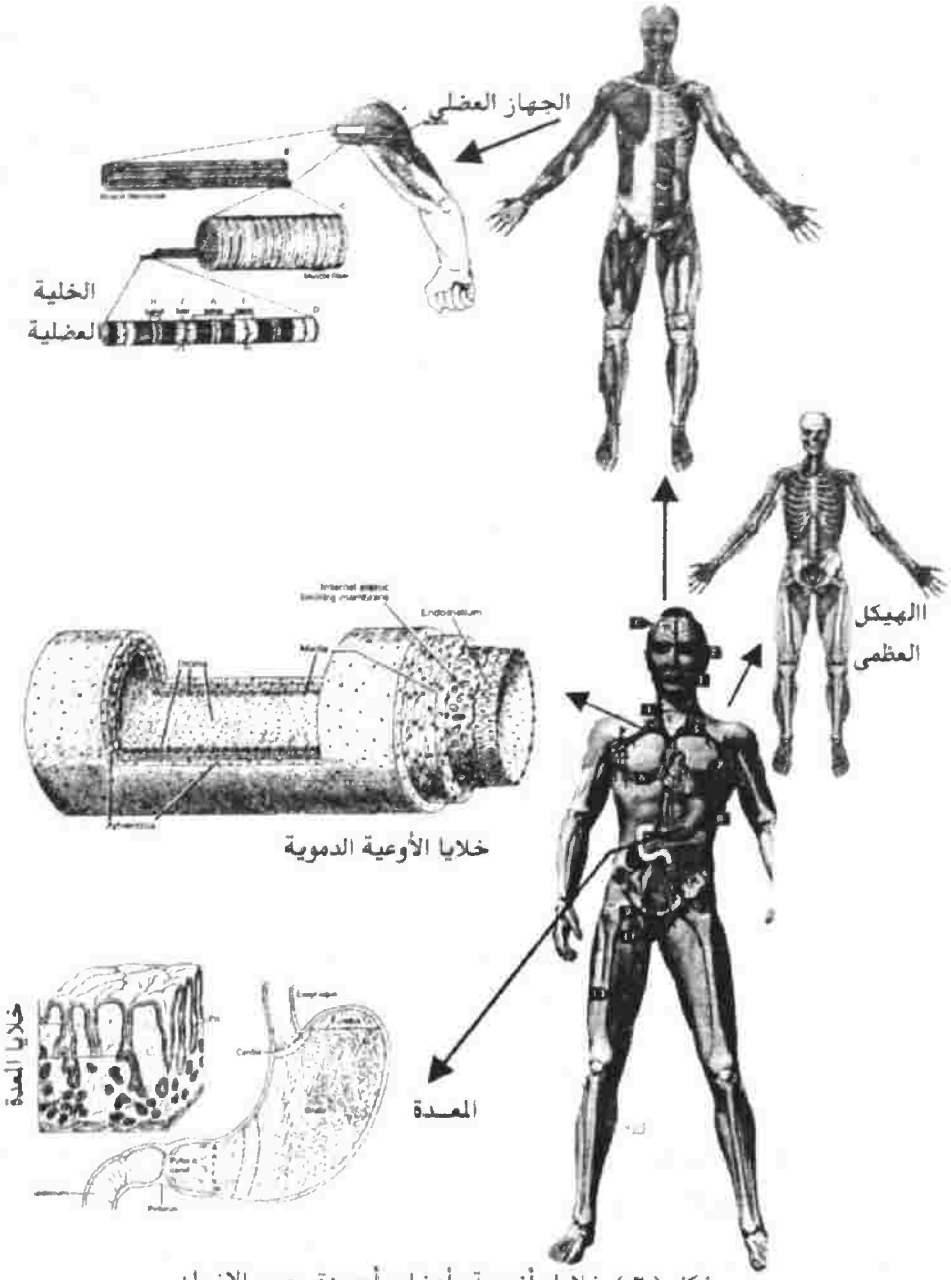
وهذه الخلية تمر بمراحل مختلفة من الانقسام ثم يتم التخصص الدقيق للخلايا. والخلايا المتشابهة أو المتخصصة تجمع مع بعضها لتكون نسيجاً معينًا وكل نسيج يتجمع مع الأنسجة المتشابهة ليكون العضو مثل القلب والكبد والبنكريا والمخ والأعصاب.. وتتجمع هذه الأعضاء التى تؤدى وظيفة معينة مع بعضها لتكون أجهزة الجسم مثل الجهاز الدورى والقلب، الجهاز الهضمى وملحقاته، الجهاز التنفسى، الجهاز العضلى، الجهاز العظمى.. وغيرها وتتجمع هذه الأجهزة لتكون جسم الكائن الحى (شكل٢).

وكل جهاز من أجهزة الجسم له خصائصه ووظيفته المحددة وهذا التخصص فى خلاياه يبدأ فى مرحلة الجنين (المراحل الأولى لتكوين الجنين).

هذه الذرات التى تحد مع بعضها والتى من نفس النوع تكون جزيئات المادة أما إذا تم اتحاد ذرات مختلفة (ليست من نفس النوع) مع بعضها فإنه سوف ينتج مركبات كيميائية وبيولوجية. وهذه المركبات تكون عضوية إذا كانت الذرات لعناصر الكربون والأيدروجين والأكسجين والنيتروجين والفسفور.

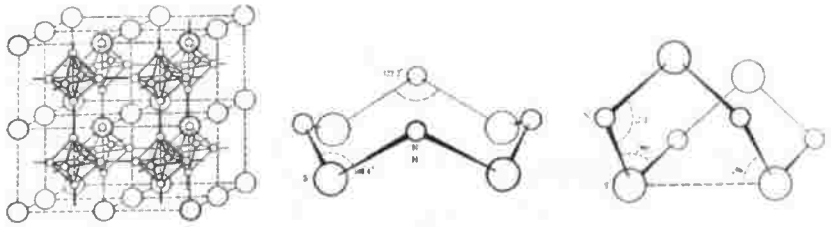
وخلية الكائن الحى تتكون من مليارات المليارات من الذرات والجزيئات المكونة للعناصر والمركبات الكيميائية العضوية التى تتعدد أشكالها فى الفراغ تبعاً لنوع الذرات والجزيئات الداخلة فى تكوينها وخصائصها وكذلك طرق ترتيبها واتحاداتها المختلفة مع بعضها لتكون المادة الحية والخلية.

ويتبادر إلى الذهن سؤال ملح وهو كيف أتيح للذرات التى تتكون منها الكائنات الحية أن تهتدى إلى تلك العمليات المعقدة؟! ثم كيف تهتدى هذه الذرات لتتحول إلى جزيئات ثم إلى خلية! وكل خلية من خلايا الحياة تحمل فى تركيبها من الخصائص ما لا تحمله خلية أخرى فى عالم المادة. وقابليتها للتكرار والتنويع وتعويض النقص وحفظ النوع وتجديده على النحو الذى ينفرد به كل نوع من الأنواع فكل خلية من جسم الكائن تعمل ما ينبغى على النحو الذى ينبغى وفى الوقت الذى ينبغى أن تعمل فيه. إن كل خلية تؤدى عملها المنوط بها لصالح بنية الجسم فى تعاون منقطع النظير مع سائر الخلايا، كأن كل خلية على علم بالخلايا الأخرى وما تطلبه منها ولا تضل ولا تضل واحدة منها طريقها لمرض أو عجز طرأ عليها إلا تكفل سائرها بإصلاح خطئتها.



شكل (٢) خلايا وأنسجة وأعضاء وأجهزة جسم الإنسان

وعندما تدخل الذرة فى تركيب الجزئ تعتبر فى حالة مستقرة تمامًا وتكون المسافة بين ذرات الجزئ الواحد صغيرة إلى حد هائل وتقاس هذه المسافة بوحدة تسمى الانجستروم (A^o) وهى تساوى جزءاً من مائة مليون جزء من السنتيمتر الواحد. وتتراوح المسافة بين ذرات الجزئ بين ١-٤ انجستروم ولو فرضنا أننا ربطنا الكرة الأرضية بحبل حول محيطها عند خط الاستواء وقارنا طول هذا الحبل بعرض راحة اليد لكان أطول منها بنفس عدد المرات التى يزيد فيها عرض راحة اليد على المسافة الفاصلة بين ذرات الجزئ. وتوجد طاقة ترابط هائلة بين الذرات فى الجزئ (شكل ٣).



شكل (٣)

إتحـــاد الـــذرات المختلفـــة لتكـــون جزيئـــات التـــى
تتجاذب لبعضها التى تدخل فى تركيب خلايا الكائن الحى

والجزئيات يتجاذب مع بعضها البعض. ولو توقفت الجزئيات فى لحظة ما عن جذب بعضها البعض لتحللت كافة الأجسام إلى جزئيات منفردة. والجزئيات تتنافر مع بعضها البعض. وتؤثر بين الجزئيات قوى معينة تشبه إلى حد كبير القوى المؤثرة بين الذرات فمثلاً كما ذكرنا إن مسافة التوازن بين ذرات الأكسجين فى الجزئ ١.٢ انجستروم أما المسافة بين الجزيئات ٢.٩ انجستروم، لذلك ففصل الجزيئات عن بعضها يكون أسهل من فصل الذرات عن الجزئ الواحد، ويكون الفصل بتأثير طاقة أكبر من الطاقة الرابطة بين الذرات أو الجزيئات.

وتجذب الجزيئات بعضها إلى بعض ليستمر اتحاد الجزيئات المجاورة فالجزيئات تشبه التفاح أو البيض إلى حد ما. فالجزيئات عبارة عن أجسام فيزيقية لها أبعاد محددة وشكل معين ومسافة التوازن بين الجزيئات ما هى إلا عبارة عن أبعاد تلك الجزيئات.

ولقد تم اكتشاف أكثر من ٦٠ عنصراً مختلفاً يدخل فى تركيب أجسام الكائنات ومن بينها مجموعة عناصر توجد بصفة دائمة ضمن تركيب أى من الكائنات الحية بغض النظر عن تبعيته التقسيمية ومدى تكوينه ويتبع هذه العناصر كل من الكربون، النيتروجين، الأيدروجين، الأكسجين، الكبريت، الفوسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنسيوم، الزنك، الحديد، ا لمنجنيز، النحاس، الكوبالت أما باقى العناصر التى تم اكتشافها فى الكتلة الحية فتتبع العناصر التى توجد أحيانًا ويكون وجودها مميزًا لبعض مجاميع الكائنات الحية فقط. وأكثر هذه العناصر انتشاراً هى موليبيديم، الباريوم، الفالينديوم، الصوديوم، الكلورين وغيرها. وتنقسم العناصر تبعاً لكيمتها التى توجد فى المواد الحية إلى ثلاث فئات:

- **العناصر الرئيسية (Macroelements)**

وهى العناصر التى يزيد تركيزها عن ٠.٠٠١% (وهى الأكسجين – الكربون – الأيدروجين – الكالسيوم – البوتاسيوم – النيتروجين – الفوسفور – الكبريت – الماغنسيوم – الصوديوم – الكلور – الحديد).

- **العناصر الدقيقية (Microelements)**

وهى العناصر التى تتراوح كميتها بين ٠.٠٠١ – ٠.٠٠٠٠٠١% (وهى المنجنيز – الزنك – النحاس – البورون – الموليبدنوم – الكوبالت وغيرها).

- **العناصر ما بعد الدقيقية (Ultraelements)**

وهى التى لا تزيد كميتها عن ٠.٠٠٠٠٠١ (وهى الزئبق – الذهب – اليورانيوم – الراديو – وغيرها).

ويعتقد أن عناصر الأيدروجين، الأكسجين، الكربون، النيتروجين، الفوسفور – التى يشكل فى مجملها أكثر من ٩٠% من المادة الحية – تلعب الدور الرئيسى فى ظواهر الحياة بفضل هذه العناصر تتمتع بمجموعة من الصفات الخاصة. واتحاداتها المختلفة تكون البروتينيات، الكربوهيدرات، الليبدات (الدهون، القواعد النيتروجينية التى تكون الأحماض النووية. وأول هذه الصفات هى قدرة تلك العناصر على تكوين روابط عديدة، فالكربون يؤدى إلى تنوع المركبات التى يمكن أن يدخل فى تكوينها والتى تتميز فى نفس الوقت بخواص فريدة من نوعها. ونظراً لصغر حجم الذرات فى العناصر السابقة فإنها تكون جزيئات متماسكة نسبياً، تكون فيها المسافة بين الذرات صغيرة جداً. وتكون مثل هذه الجزيئات أكثر مقاومة لفصل المؤثرات

الكيميائية المختلفة (وهذه هى الصفة الثانية). أما الصفة الثالثة التى تنطبق أساسًا على الفوسفور والكبريت وإلى حد ما على النيتروجين فإنها تتلخص فى مشاركة هذه العناصر فى تكوين بعض المركبات المتخصصة التى ينتج عن تفككها انطلاق كمية كبيرة من الطاقة تستخدم فى عمليات النشاط الحيوى.

وتوجد العناصر الكبيرة والصغيرة العديدة التى تدخل فى تركيب المادة الحية على صور مركبات كيميائية عديدة متنوعة. ويشكل الماء حوالى ٧٥% من الكتلة الحية ولو أن كميته فى أجسام الكائنات التابعة للأنواع المختلفة تتراوح فى حدود كبيرة نسبياً. ويلعب الماء دوراً هائلاً فى خلق الظروف المناسبة للنشاط الحيوى. حيث يهىء البيئة المناسبة لسير العمليات الفيزيو-كيميائية التى تؤدى إلى التجديد المستمر للمادة الحية، كما يساهم الماء أيضًا فى تفاعلات التحليل المائى.

وتمثل البروتينيات من حيث الكمية، الطائفة الثانية من المركبات التى توجد فى المواد الحية إلا أنها من حيث القيمة تعتبر الأولى بل والأساسية وتوجد البروتينيات فى المادة الجافة بكمية قدرها ٤٠-٥٠% فى المتوسط وتكون الكائنات الحية الدقيقة فى العادة أغنى فى ما تحتويه من البروتينيات (بعض الفيروسات عبارة عن بروتين نقى تقريباً). ويمكن اعتبار أن البروتين يشكل ١٠% من الكتلة الحية الموجودة على الأرض أى بمعنى أن كمية البروتين تقدر بحوالى $١٠^{١٢}$ - $١٠^{١٣}$طن. وتمثل الأجسام البروتينية التى تحتوى على عدد من الصفات المتخصصة مادة الحياة لأنها الحياة نفسها ما هى إلا "طريقة معيشة الأجسام البروتينية التى تنحصر حقيقة فى التجديد المستمر للمكونات الكيميائية لهذه الأجسام". والحديث هنا ليس عن بروتين مفصول فى صورة منفردة بل عن النظام الحى الذى يتكون أساسًا من الأجسام البروتينية. والأحماض النووية تلعب دوراً هاماً للغاية فى سير العمليات الحيوية. وتكون كميتها ثابتة فى المادة الجافة للكائنات الحية حيث تقدر بعدة وحدات فى المائة وتكفل هذه المواد التخليق الحيوى المتخصص للأجسام البروتينية. وتمثل الـ ٥٠% الباقية من المادة الجافة المكونة لأجسام الكائنات الحية المركبات المختلفة التابعة للطوائف الأخرى وهى الكربوهيدرات واللبيدات والمواد المعدنية. وتكون كميات هذه المركبات متفاوتة من كائن حى إلى آخر. فمثلاً الكربوهيدرات تكون سائدة فى النباتات بينما الليبيدات فى الحيوانات. وتشكل المواد المعدنية فى المتوسط ما يقرب من ١٠% من المادة الجافة للكتلة الحية.

وتحتوى أجسام الكائنات الحية بالإضافة إلى كل من البروتينات والأحماض النووية والكربوهيدرات والليبيدات والمواد المعدنية على كميات قليلة من الهيدروكربونات والكحولات والألدهيدات والأحماض العضوية ومشتقاتها والأحماض الأمنية والاسترات والأمينات ومركبات أخرى متنوعة. وتتراكم مثل هذه المواد بكميات كبيرة فى بعض أنواع الحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة ويمكن اعتبارها عند ذلك صفة دائمة كما فى بعض الأحماض الأمينية.

ويكون لعدد كبير من المركبات التابعة لهذه المجموعة تأثير فسيولوجى قوى حيث تقوم بدور إسراع أو إبطاء العمليات الحيوية. وأحياناً تجمع هذه المواد تحت اسم المركبات الحيوية الفعالة ولو أنها بالطبع شديدة الاختلاف من الناحية الكيميائية. ومن هذه المواد:

الفيتامينات، الهرمونات، مواد المنشطات الحيوية، مرافقات الأنزيمات، المضادات الحيوية، السموم النباتية وغيرها. وتدخل هنا أيضاً المواد التى تنشأ كنواتج وسطية فى بعض التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الجسم ويطلق على هذه المركبات اسم نواتج الأيض (Metabolities).

وعلاوة على المركبات الحيوية الفعالة ونواتج الأيض التى تدخل فى تركيب أجسام الكائنات الحية توجد أيضًا المواد اللدائنية (Polymers) ومواد الطاقة. وتستعمل المواد اللدائنية كمواد بناء تبنى منها.

- **اللدائن:**

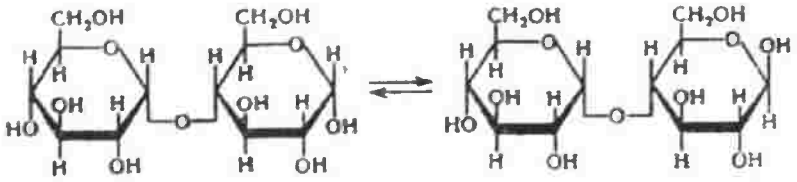
عبارة عن جزئيات سلسلية مؤلفة من آلاف عديدة من الذرات وقد أطلق على الجزيئات الطويلة المؤلفة من فقرات متكررة اسم البوليمرات ومن أمثلتها جزئيات البروتين التى تعتبر نسخة طبق الأصل من صفحة كتاب حديث إن الحروف تلى بعضها البعض حسب ترتيب لا على التعيين أى كيفما اتفق لكنه نظام محدود تمامًا. وهذه الجزئيات لها مرونة (لدانه) حيث إنه يمكن لقسم من الجزئ أن يدور حول القسم الثانى منه.

الخلايا ومكوناتها الداخلية والأنسجة. هى البروتينات والأحماض ا لنووية وبعض أنواع الليبيدات والكربوهيدرات ذات الأوزان الجزئية المرتفعة. أما مواد الطاقة فتقوم بدور مورد الطاقة اللازمة لعمليات النشاط الحيوى وتتحلل إلى ثانى أكسيد الكربون والماء. وينتمى إلى هذه المواد الكربوهيدراتية ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة وأحياناً المرتفعة (الجليوكجين والنشا) وبعض مجامع الليبيدات (الدهون أساسا).

المركبات لكيميائية العضوية

وهى تشمل: الكربوهيدرات، الليبيدات (الدهون) والبروتينيات

- المواد الكربوهيدراتية (شكل ٤) يدخل فى تركيبها ذرات وجزيئات الكربون، الأيدروجين، الأكسجين مكونة أنواعًا مختلفة من السكريات والأحماض والألدهيدات والكحولات. وهى تدخل فى تركيب الخلية مثل أغشية الخلايا وكذلك تستخدم للأكسدة داخل الخلايا وانطلاق الطاقة التى تخزن فى الروابط ثم استخدامها لإنجاز العمليات الكيميائية لاحتياجات الخلية والجسم.



شكل (٤) الكربوهيدرات

O = أكسجين

C = كربون

H = أيدروجين

وهى تعتبر مصدراً لعدد كبير من المركبات العضوية التى تعمل كمواد أولية للتخليف الحيوى لليبيدات والبروتينات والأحماض النووية. كما يتم فى الكربوهيدرات الناتجة أثناء عملية التخليق الحيوى الابتدائى للمادة العضوية ربط الكربون وتخزين الطاقة.

- **الليبيدات أو الدهون:**

وهى تتكون من الأحماض الدهنية، الجليسرين، الجليسريدات وتدخل فى تركيب بعض مكونات الخلية وكذلك إعادة بناء المركبات التابعة لنفس الطائفة والتى تختلف عن المركبات الأصلية فى تفاصيل بنائها وكذلك انطلاق الطاقة لاستخدامها فى بناء مركبات أخرى هامة للخلية. وهى أساسًا تتركب من عناصر: الكربون، الأكسدين، الأيدروجين.

- **البروتينات:**

لماذا تغتبر البروتينات المادة البنائية للحياة؟ لأنها لها عدداً من الخصائص التى لا تتوافر فى أى من المواد العضوية الأخرى. وهذه الخصائص هى التى تكفل الفصل الوظيفى للأجسام البروتينية كحاملات للحياة. وينتمى إلى عدد خصائص البروتينات ما يلى:

- الاختلافات اللانهائية لبنائها بالإضافة إلى تخصصها العالى تبع الصنف.
- التباين الشديد فى تحولاتها الطبيعية والكيميائية.
- القدرة على التفاعلات داخل جزئياتها.
- قدرتها على التجاوب مع المؤثرات الخارجية عن طريق إحداث تغيرات ثابتة فى التركيب البنائى لجزئياتها (الشكل فى الفراغ Configuration) وتستعيد حالتها الطبيعية بزوال المؤثر.
- ميلها إلى التفاعل مع المركبات الكيميائية الأخرى مع تكوين معقدات وتركيبات ذات جزيئات كبيرة.
- تتوافر فيها صفات المواد المنشطة الحيوية (Bocatatlysts) وكذلك صفات أخرى.

التركيب الأولى للبروتينات:

البروتينات عبارة عن مواد عضوية ذات جزيئات عالية تتميز بتركيب أولى محدد ثابت (انظر الجدول) ولدى تحللها تتفكك إلى أحماض أمينية.

العنصر	نسبة وجوده المئوية
الكربون	٥٠-٥٥
الأيدروجين	٦.٥-٧.٣
الآزوت (النيتروجين)	١٥-١٨
الكبريت	٠ - ٢.٤

الرماد	٠ – ٥و ٠

والأحماض الأمينية تعتبر تقريباً النواتج الوحيدة للتحليل المائى للبروتينات واتفق على تقسيم الأحماض الأمينية التى توجد فى البروتينات إلى نوعين: تلك التى توجد بصفة مستديمة. والأخرى التى توجد بصفة مؤقتة أو أحياناً فى البروتينات ويبلغ عدد الأحماض الأمينية التى توجد بصفة مستديمة فى البروتينات ٢٠ حامضاً أمينياً والجدول التالى يوضح أسماءها وصيغها الكيميائية وعلاماتها المختصرة.

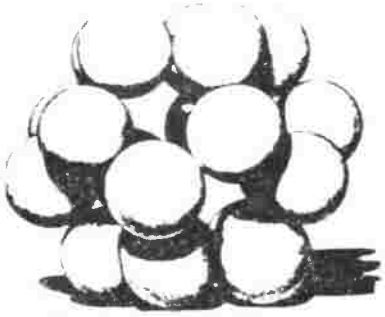
الأحماض الأمينية التى توجد بصفة مستديمة

فى تركيب البروتينات

العلامة المختصرة	الصيغة	الحامض الأمينى
gly.	$CH_2 - COOH$ NH_2	جليسين glycine (حامض أمينو – خليك)
Ala	$CH_3 - CH - COOH$ NH_2	ألانين alanine (حماض α أمينو – بروبيونيك)
val.	CH3 CH - CH – COOH CH3 NH2	فالين valine (حامض α – أمينو – ايزوفاليريك)
Len.	CH_3 $CH - CH_2 - CH - COOK$ CH_3 NH_2	ليسين leucine (حامض α – أمينو – الكابرويك)
Ile.	CH3–CH2–CH– CH-COOH CH3 NH2	أيزوليسين iso-leucine (حامض α – أمينو β – ميثيل الفاليريك

C : كربون H : ايدروجين N : نيتروجين O : أكسجين

شكل (٥ – ا) : الشكل الأولى للبروتين
وكذلك يتضح الشكل الثانوى والرباعى



شكل (٥ – ب): التركيب أو الشكل الرباعى
للبروتين (على هيئة كرت البنج – بونج)

كما يوجد بجانب التركيب الأولى (Primary) للبروتين تركيب ثانوى (Secondary) ورباعى (Tertiary) للبروتين (شكل ٥-أ، ٥ – ب) وهى جزئيات طويلة ترتبط فيها الذرات مع بعضها البعض على هيئة فقرات السلسلة وترتب بنظام محدد.

جسم الكائن الحى يحتوى على ما يقرب من عشرة آلاف نوع مختلف من البروتينات. ونشاط الجسم الحى يعتمد تمامًا على كيفية تكبب أو التفاف مجموعات الأحماض الأمينية المختلفة والنظام الذى تتبعه فى تناوبها خلف بعضها البعض.

والفيروسات تعتبر أبسط أنواع الجسيمات الحية وهى عبارة عن مركبات من البروتينات والأحماض النووية أما البروتينات والأحماض النووية بالذات فهى تعتبر من ضمن الجزيئات العضوية الحية وليس من الصحيح أن نطلق على هذه الجزيئات صفة الجزيئات الحية.

المواد المعدنية:

ترتبط الميكانيكية الأساسية لمساهمة المركبات المعدنية فى عمليات النشاط الحيوى فى المقام الأول بقدرة تلك المركبات على الارتباط بالمواد ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة مثل البروتينات والأحماض النووية كذلك تكفل أيونات هذه المعادن. مع بعض العوامل الأخرى المحافظة على التركيب البنائى الفراغى الدقيقى للبوليميرات الحيوية.

وكذلك لا يمكن بدون مساهمة الكاتيونات والانيونات أن تقوم البروتينات بأداء وظائفها الإنزيمية والهرمونية كما أنه لا يمكن أيضاً إنجاز المعلومات المحصورة فى الأحماض النووية أو تكوين المعقدات فوق الجزيئية والدقائق تحت الخلوية.

الماء:

يطلق على الماء الذى يتركز فى الفراغات التى توجد بين الخلايا وكذلك الماء الذى يدخل فى تركيب السوائل الحيوية اسم "الماء الموجوج خارج الخلايا" وعلى سبيل المثال يشكل الماء الموجود بداخل الخلايا فى جسم الإنسان ٣/٢ كمية الماء الكلية بينما يشكل الماء الموجود خارج الخلايا ٣/١ فقط.

ويبدو أن كمية الماء التى توجد فى الخلايا ترتبط إلى درجة ما بشدة عمليات النشاط الحيوى فى تلك الخلايا وعلى ذلك تبلغ كمية الماء فى الخلايا النشطة الانقسام ٨٠% وأحيانًا تصل إلى ٩٠%.

وقد اتضح أن كل جزئ من جزيئات الأحماض النووية فى أبسط الخلايا البكتيرية يقابله وجود مليون جزئ من الماء بينما كل جزئ من جزيئات البروتينات فيها يقابله وجود عشرة آلاف جزئ من الماء وكل جزئ من جزيئات الليبدات يقابله ألف جزئ من الماء. وهكذا تكون جزيئات المركبات العضوية محاطة فى الخلية بجزيئات الماء ويكون هنا بالطبع تفاعل متبادل بينهما. كما أنه توجد إمكانية تفاعل جزيئات الماء مع بعضها ومع الانيونات والكاتيونات غير العضوية الأخرى وتكون جزيئات الماء قطبية كما تمتلك فى بعض الأحيان حالة. محددة من ازدواج القطبية وعلى ذلك تترتب جزيئات الماء بالنسبة لبعضها بطريقة معينة بحيث تعطى بذلك نظامًا بنائيًا خاصًا. وعندما تقع جزيئات الماء بداخل حقل تأثير أيون ما فإنها تكون حوله قشرة مائية ويكون ذلك التفاعل محصوبًا بهدم بناء نفس الماء. وإذا كان التنظيم المعاد تكوينه لترتيب جزيئات الماء حول الأيون يقل عنه فى نفس الماء ذى البناء المذكور أعلاه فإنه يلاحظ ما يسمى بالأماهه السالبة (تنحصر هذه الظاهرة فى أن جزيئات الماء القريبة من الأيون تكون ذات حركة أكبر بالمقارنة بمثيلها فى الماء النقى. تتميز ظاهرة الإماهة السالبة بصفة خاصة أيونات البوتاسيوم والرابديوم والسيزيون والكلوريد والايدوديد والموجبة الباريوم والكالسيون والليثيوم والصوديوم. وبديهى أن تكون هناك ظواهر ماثلة أيضًا بالنسبة للمراكز الكاتيونية والانيونية للجزيئات العضوية بما فى ذلك الجزيئات الكبيرة. وهكذا توجد نسبة معينة من جزيئات الماء فى الخلية فى حالة مرتبطة كنتيجة لمساهمتها فى عملية الإماهة.

وتلعب الروابط الهيدروجينية دوراً هامًا أيضاُ فى بناء الماء وتفاعله مع الجزيئات الكبيرة والصغيرة ويعزى إلى تلك الروابط تحويل نسبة أخرى من جزيئات الماء التى توجد فى الخلية إلى الحالة المرتبطة. ويعتقد أنه بالقرب من المناطق الكارهة للماء فى الجزيئات الكبيرة يترتب الماء فى بناء ثلجى من شأنه أن يساعد على الإبقاء على البناء الثالث لعدد من البوليميرات الحيوية وخاصة البروتينات. والماء يدخل سواء فى تركيب بعض الجزيئات الكبيرة أثناء تكوين بنائها الثلاثى أو فى تركيب المعقدات البيولوجية فوق الجزيئية التى توجد بصفة دائمة فى الخلايات.

والماء يوجد فى الكائن الحى على حالتين هى: الحالة الحرة والحالة المرتبطة. وتحتجز الحالة الأخيرة فى الكائن الحى بقوة أكبر أو أصغر تبعاً لنوعية الارتباط ولذلك تقسم تلك الحالة الأخيرة للماء بدورها إلى: الماء الضعيف الارتباط (ماء أغفشية الانتشار الخاصة بالقشرة المائية – والماء ذى البناء وغيره أى بمعنى آخر الماء الذى يمكن أن يعمل كمذيب والذى يتجمد عند درجة حرارة قريبة من الصفر المئوى، والماء الوثيق الارتباط (الماء الخاص بالغشاء المائى الأول بمعنى الماء الذى لا يصلح أن يكون مذيبًا والذى يتجمد عند درجة حرارة تقل بكثير عن درجةالصفر المئوى.

والماء عنصر بنائى سواء ضمن محتويات الخلية أو الكائن الحى ككل ويمكن عند ذلك فقط تقييم وفهم الأهمية الهائلة للماء فى عمليات النشاط الحيوى وقدرته على أن يشكل "أساس الحياة".

لكى تؤدى الخلايات كل هذه الجهود التعاونية فلابد لها أن تتصل ببعضها حتى تمرر نواتج أنشطتها المتخصصة المختلفة وحتى تبلغ بعضها بعضًا عن حالتها وعما تحتاجه من الخلايا الأخرى. لأن الخلية تعتبر إلى حد ما وحدة مستقلة بذاتها فهى محاطة كالبيت فى القرية بسياج أو حاجز يحدها وهذا الحاجز فى الخلايا عبارة عن صفيحة رقيقة مرنة تسمى "غشاء البلازما". تتصل الخلية بجاراتها من خلال غشاء البلازما تمامًا كما يتصل الإنسان بجيرانه من داخل جدران منزله: عن طريق أبواب ونوافذ فى الجدران يمكن من خلالها أن تمرر المواد أو المعلومات غير أن الأبوبا فى غشاء البلازما انتقائية لدرجة كبيرة فهى تعمل كمزيج من الباب والبواب فلا تسمح إلا لمواد معينة بالدخول أو الخورج وعلى هذا تستطيع هذه الأبواب أن تصل كل خلاليا الجسم دون أن تلغى تفردها وهذه الانتقائية أمر أساسى لعمل الآلية الجزئية الدقيقة داخل الخلية أو لو كان فى مقدور أى جزء حولها أن يدخل ليعطل عملها أو إذا كان من الممكن أن يخرج بعض من الآلية الجزيئية خارجها تاركًا بها ثقبًا فستكون النتيجة بلا شك موت الخلية. والخلية كالمصنع تدار من مكتب مركزى تحفظ فيه السجلات. والمعلومات اللازمة للحياة هى مجموعات من الجينات، الجينات المشفرة فى ترتيب القواعد بالـ د ن أ الخاص بها فى حجيرة

منفصلة داخل كل خلية تسمى النواة وهذه النواة تصدر الأوامر الى باقى الخلية وعلى هذا فلابد أن تحمل كل نواة نسخة من كل الجينات (نسخة من ال د ن أ التى تحملها كل بويضة بشرية مخصبة). وهذه الجينات توجد فى الكرموسومات ويمكن توضيح ذلك فيما يلى:

توجد داخل النواة تخثرات من مادة تمتص الصبغة أكثر من غيرها وتبدو هذه التخثرات واضحة جدًا مقابل خلفية جسم الخلايا التى لا لون لها. وهذه المادة الملونة يمكن أن تنفصل إلى خطوط رهيفة كالخيط. وأطلق على هذه المادة الملونة اسم الكرموسومات Chromosomes أى الأجسام الملونة. وهى واحدة من أهم تركيبات الوراثة والتوارث. والكرموسومات ليست سوى سلاسل طويلة من الجينات التى يرتبط طرف أحدها بالآخر. والجينات نفسها هى المسئولة عن الصفات الوراثية. والجين هو قطاع من الـ د ن أ أو جزء معين من المادة الوراثية وهو يحدد وظيفة بيوكيميائية والتى تكون عادة إنتاج بروتين معين. ويتكون الـ د ن أ من وحدات متكررة، تختلف فى تفاصيلها الكيميائية وتشبه إلى حد كبيرة الشريط الممغنط الذى يكون مشابهًا فى شكله لكنه يختلف فى تفاصيل المغناطيسية الموجودة على سطحه والتى تتغير تبعاً إلى المادة المسجلة عليه.

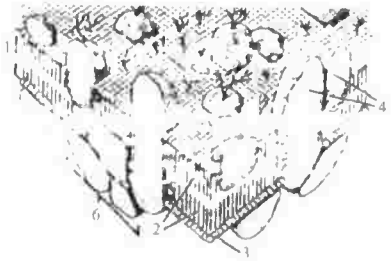
وأجزاء الـ د ن أ هى الوقاعد (٤ قواعد مختلفة) وسميت بذلك لانها تعتبر أساساً الجزء الكيميائى القلوى من التركيب الكلى للـ د أن ن الحامضى. ويوجد الـ د ن أ فى شريطين (أو جديلتين) ملفوفين حول بعضهما بشكل لولبى مزدوج لذا فإن قواعد الـ د ن أ تكون قواعد زوجية (أنظر ص ٣٢). الصفة الوراثية الوحدة يتحكم فيها زوج من الجينات يقع كل منهما على أحد الكروموسومين المتماثلين (كرموسوم أتى من الأب والآخر من الأم). ويتوقف ظهور الصفة على تماثل الجينين. ولكن إذا وجد اختلاف بين الجينين فإن ظهور الصفة المعينة يتوقف على مدى السيادة بين الجينين. وبدائل الجين تسمى y ليلات.

الخلية (شكل ٦):

هى بناء حى وهى لا تنمو فقط وإنما تشكل أيضًا مصانع يتم فيها عدد كبير من التفاعلات الكيميائية (التى تبلغ ٦.٥ تريليون خطوة تفاعل) كما يتم من خلالها تبادل الإشارات وهى تمثل الحد الذى تفنى الحياة تحت بمعنى أنها أصغر ما يمكن أن يسمى "حياً". والخلايا هى الوحدات القاعدية للمادة الحية. وكل خلية تعتبر وحدة قائمة بذاتها ولكنها جميعًا تزود الكائن الحى بمورد أو تخصص (استمرار الحياة) ولا تستطيع الخلايا البشرية أن تحيا خارج جسمه إلا إذا هيأ لها العلماء ظروفاً خاصة بالمعمل.. ولكن لفترات محدودة.

شكل (٦): الخلية ومكوناتها

والتركيب الأساسى للخلايا يتشابه إلى حد ملحوظ فهى ذات غشاء رقيق مرن يحوى من داخله بنيات أخرى (شكل ٦) تتخلل السيتوبلازم الذى تتم فيه أيضًا أوجه النشاط الكيميائى. وغشاء الخلية ليس مجرد وعاء سلبى فهو يلعب دورًا نشطًا فى تنظيم إدخال العناصر المغذية للخلية وإمرار الفضلات خارجها (شكل ٧).



شكل (٧): الغشاء الخارجى للخلية.
يلعب دورًا نشطا فى تنظيم دخول العناصر المغذية للخلية وإمرار الفضلات خارجها

تركيب الخلية

تتركب الخلية عامة من:

- غشاء خلوى يحفظ مكونات الخلية مستقلة (شكل ٧).
- مكونات مثل: النواة، الشبكة الاندوبلازمية، جهاز جولجى ميتوكوندريا (جهاز توليد الطاقة)، حويصلات الليزوزومات (جهاز هضم مخلفات الخلية)، الجسم الشعاعى، السيتوبلازم (الذى تسبح فيه هذه المكونات).
- ووظيفتها تصنيع الطاقة والهرمونات والبروتينات وتحتوى الخلية أيضًا على نواة معزولة عن آلية الخلية بغشاء نووى وبداخل النواة سنجد جزئى الحمض النووى د ن أ (DNA) الذى ينظم حياة الخلية ويخبرها ماذا تصنع ويوجه عمليات الانقسام الخلوى المتتابعة.
- وفى الحقيقة نجد أن ذرات الكثير من العناصر (الكربون، الأكسجين، الأيدروجين، الحديد،.....) تدخل فى تكوين الجزيئات المختلفة مكونة كل جزء من أجزاء الخلية.
- وكما نعلم أن الذرة عبارة عن نواة يدور حولها الإلكترونات فى مدارات مختلفة وتبلغ سرعة الإلكترون أو عدد لفاته حول نواة الذرة ٦.٥ تريليون مرة فى الثانية الواحدة (ما يوازى $١٠^{١٤}$/ ثانية).