الفصل الأول

كيمياء الحياة

- عناصر كيمياء الحياة .
- الذرة .
- التشكل .
- الماء .
- الكربوهيدرات .
- الليبيدات .
- الأحماض الأمينية .
- البروتينات .

obeikandl.com

عناصر كيمياء الحياة

تحتوى المادة الحية على مكونات غير حية من البروتينات والكربوهيدرات والدهون والأحماض النووية ونواتج الأيض .

وتتطلب العمليات الحيوية كالهضم والامتصاص وإنتاج الطاقة كثيرًا من التفاعلات الكيميائية داخل الخلية ، والتى تتم على مستوى الذرات والجزيئات بتكوين روابط كيميائية مختلفة تختلف باختلاف التفاعل الكيميائى .

لذلك يصبح من الضرورى تنشيط الذاكرة ببعض الأساسيات الكيميائية التى تعتبر مدخلاً لتفهم العمليات الحيوية التى تحدث فى الخلية .

والروابط الكيميائية فى الجزيئات العضوية هى مخازن لطاقة كيميائية تطلقها الخلية تدريجيا لتدخل فى عمليات متنوعة مستهلكة للطاقة . والمصدر الرئيسى للطاقة هو الشمس وتتحول الطاقة الشمسية فى النباتات الخضراء إلى طاقة كيميائية مخزنة فى الروابط بين ذرات وجزيئات المادة الغذائية ، ولذلك فإن دراسة أساسيات علم الكيمياء تمثل مدخلاً ضروريا لدراسة الموضوعات البيولوجية والوسيلة العلمية لفهم التفاعلات التى تتم على مستوى الخلية والتى تسمح بالإجابة على تساؤلات كثيرة منها : كيف تخزن الطاقة ؟ وكيف تنطلق ؟ وما هو الدور الذى تلعبه العناصر المختلفة فى العمليات الحيوية ؟ وكيف تأتى المواد التى تدخل فى تركيب الكائنات الحية ـ بما فى ذلك جسم الإنسان ـ من المواد غير الحية الموجودة فى البيئة ؟ إلا أن الكائنات الحية تتميز بأن مكوناتها الكيميائية أكثر تعقيدًا وتنظيمًا ، حيث تنتظم هذه المكونات فى جزيئات كيميائية كبيرة الحجم عالية التنظيم كالإنزيمات والهرمونات وبروتينات العضلات والدهون والأحماض النووية .

وتتميز كيمياء الكائنات الحية بمظهرين رئيسيين :

الأول : أن المواد الحية تتكون فى معظمها من الماء .

الثانى : أن المركبات الكيميائية التى تكون الكائنات الحية تحتوى على **هياكل كربونية** ، وأنها ذات تركيب معقد يُضْفى عليها خصائص مميزة .

ويحتوى العالم الطبيعى على العديد من المواد المتنوعة بعضها يمكن تحليله تحت ظروف معينة إلى أجزاء أصغر منه ، فمثلا يمكن تحليل الماء إلى غازى الهيدروجين والأكسجين ، كما يمكن فصل الصدأ إلى حديد وأكسجين . . إلا أن بعض المواد الأخرى يطلق عليها العناصر الكيميائية ولا يمكن تحليلها فى التفاعلات الكيميائية العادية إلى مواد أبسط منها . .

ومن العناصر الشائعة فى حياتنا اليومية ـ بالاسم على الأقل ـ الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والحديد والذهب والهليوم والكربون . .

العناصر الكيميائية التى توجد فى الكائنات الحية

العنصر	الرمز	النسبة المئوية بالوزن
الأكسجين	O	٦٢
الكربون	C	٢٠
الهيدروجين	H	١٠
النيتروجين	N	٣,٣
الكالسيوم	Ca	٢,٥
الفوسفور	P	١,٠٠
الكبريت	S	٠,٢٥
البوتاسيوم	K	٠,٢٥
الكلور	Cl	٠,٢٠
الصوديوم	Na	٠,١٠
الماغنسيوم	Mg	٠,٠٧
اليود	I	٠,٠١
الحديد	Fe	٠,٠١
		٩٩,٩٦

ويوجد الكربون فى الطبيعة على صورتين نقيتين هما الجرافيت والماس ، ومع أن هاتين الصورتين للكربون تلعبان أدوارًا رئيسية فى حضارات الشعوب إلا أن ارتباط الكربون مع غيره من العناصر هو الذى يضفى على الكربون دورا رئيسيا فى الحياة ،

ونعرف آلاف من المركبات الكيميائية الكربونية يلعب العديد منها أدوارًا رئيسية فى حياة الكائنات الحية . ولقد اكتشف علماء الكيمياء فى الطبيعة ما يزيد على مائة عنصر إلا أن الكائنات الحية تستخدم من هذه العناصر حوالى عشرين عنصرًا إلى جانب العناصر النادرة التى تحتاج إليها الكائنات الحية بكميات صغيرة جدًا .

النحاس - المنجنيز - الموليبدنم - الكوبالت - البورون - الزنك - الفلور الليثيوم - الكروم .

وهذه العناصر العشرون ليست أكثر العناصر شيوعا فى الكون ، فعنصر السليكون مثلاً أكثر العناصر شيوعًا فى القشرة الأرضية حيث يزيد على ٣٠٠ ضعف عنصر الكربون ، إلا أن عنصر الكربون يلعب دورًا لا يمكن الاستغناء عنه فى كل الكائنات الحية فى حين يدخل السليكون فى القليل جدًا من المركبات الكيميائية المهمة بيولوجيا .

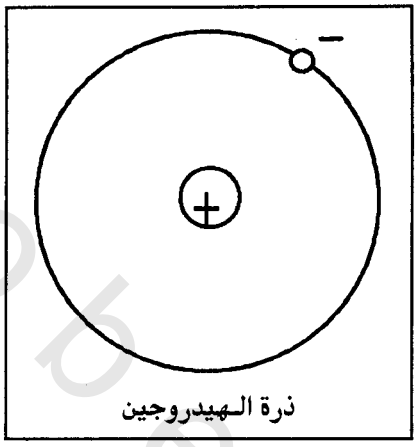
وتستخلص الكائنات الحية من البيئة ما تحتاج إليه من هذه العناصر وترفض البعض الآخر ، فتمتص جدر النباتات من التربة بعض العناصر وترفض البعض الآخر. والكائنات الحيوانية لها طرق معقدة فى الحصول على المركبات الكيميائية الضرورية لها فقد تهاجر الحيوانات لعدة أميال لزيادة ترسبات ملحية معينة تعوض منها ما تحتاجه من الصوديوم .

تركيب الذرة Atomic structure

الذرة هى أصغر جزء من عنصر يحتفظ بكل خصائص هذا العنصر ويشترك فى التفاعل الكيميائى ، والذرات متناهية فى الصغر فقطر ذرة الكربون حوالى ٠,١٤ نانومتر .

(١ نانومتر = $١٠^{-٦}$ ملليمتر) وقطر ذرة الأيدروجين - أصغر الذرات - هو ٠,١ نانومتر .

ومع أن الذرات صغيرة جدًا لدرجة لا تمكنا من فحصها مباشرة إلا أن علماء الكيمياء والفيزياء قاموا بوضع نماذج لتركيبها واستنتجوا العديد من خصائصها .

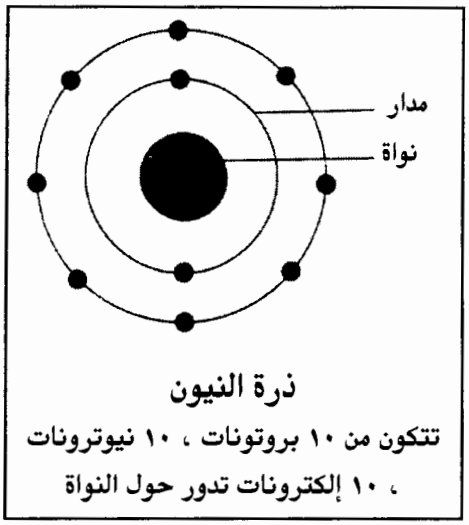

ذرة الهيدروجين

• يوجد فى مركز الذرة **النواة** وهى مجموعة من نوعين من الجسيمات هما البروتونات Protons والنيوترونات Neutrons ولكل بروتون ونيوترون كتلة تساوى حوالى ١ (وحدة كتلة ذرية) إلا أن البروتون يحمل شحنة موجبة بينما لا يحمل النيوترون أى شحنة ، وهناك نوع ثالث من الجسيمات هو الإلكترون Electron وكتلته صغيرة جدًا لدرجة أنها تعتبر صفرًا وكل إلكترون يحمل شحنة سالبة ، وتدور الإلكترونات بسرعة حول النواة لدرجة أنها تحتل معظم الفراغ المحيط بالنواة والذى يطلق عليه مدارات الإلكترون أو السحابات الإلكترونية . وتحتوى الذرة على عدد متساوٍ من الإلكترونات والبروتونات وعلى ذلك فشحنتها الكهربية تساوى صفرًا .

وذرة الهيدروجين هى أصغر وأبسط الذرات حيث تحتوى على بروتون واحد ذى شحنة موجبة وإلكترون واحد ذى شحنة سالبة يدور حولها . ومعظم ذرات الهيدروجين لا تحتوى على نيوترونات إلا أن أنوية ذرات العناصر الأخرى تحتوى على نيوترونات فمثلا نواة ذرة الهليوم تحتوى على بروتونين ونيوترونين وتحتوى كل ذرات عنصر الهليوم على نفس العدد من البروتونات ، ويطلق على هذا العدد اسم العدد الذرى Atomic number ويحتوى كل عنصر على العدد الذرى الخاص به فالعدد الذرى للهيدروجين ١ وللهليوم ٢ . . . إلخ .

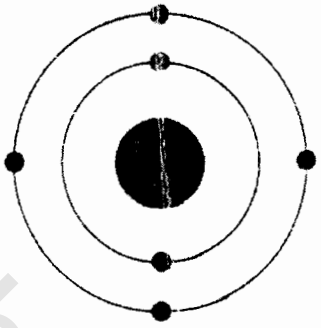
ولتقدير الكتلة الذرية Atomic mass لأى ذرة فإننا نجمع عدد البروتونات وعدد النيوترونات الخاصين بها حيث أن كل بروتون أو نيوترون له كتلة تساوى وحدة كتلة ذرة واحدة .

obeikandl.com



ذرة النيون

تتكون من ١٠ بروتونات ، ١٠ نيوترونات ، ١٠ إلكترونات تدور حول النواة



ذرة الكربون

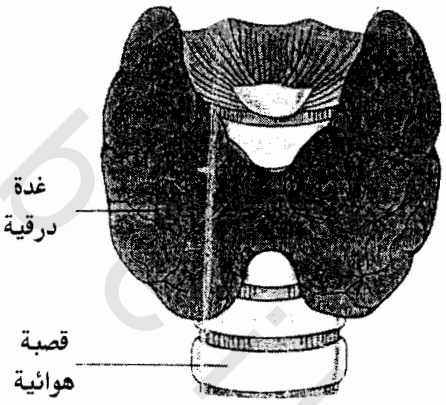
تتكون من ٦ بروتونات ، ٦ نيوترونات ، ٦ إلكترونات تدور حول النواة

وتوجد بعض العناصر على صورتين مختلفتين أو أكثر أو على شكل **نظائر Isotopes** . ونظيرا نفس العنصر يحتويان على أعداد مختلفة من النيوترونات إلا أنهما يحتويان نفس العدد من البروتونات وعلى ذلك فلهما نفس العدد الذرى ولكن الكتلتين الذريتين مختلفتان . وبعض (ليس كل) النظائر النادرة تكون مشعة Radio active أى أنها غير مستقرة نوعا ما وتتحلل فى النهاية لتكون ذرات عناصر أخرى مطلقة طاقة ذرية فى هذه العملية .

ويستخدم العلماء فى بعض الأحيان النظائر المشعة لتتبع مصير بعض المركبات الكيميائية فى داخل الكائنات الحية ، فمثلا قد يتم تغذية كائن حى تجريبى ببعض المركبات الكيميائية المحضرة بطريقة خاصة بحيث تحتوى على نسبة أعلى من المعتاد من نظير مشع (كربون C^{14}) وكمية أقل من نظير الكربون العادى (C^{12}) ثم يحدد الباحث كيف يتعامل الكائن الحى مع هذا المركب عن طريق الكشف عما يحدث لنظير الكربون C^{14} . وتسمى هذه العملية بالترقيم Labeling ويمكن تتبع مصير النظير المشع باستخدام عداد جيجر Geiger counter أو باستخدام فيلم تصوير حساس وذلك لتتبع الطاقة المنبعثة أثناء تحلل النظير .

وتستخدم النظائر المشعة أيضًا فى الأبحاث البيولوجية على نطاق واسع وفى العلاج وعلى سبيل المثال استخدام اليود المشع لفحص الغدة الدرقية .

تشخيص أمراض الغدة الدرقية بالفحص بالنظائر المشعة



الغدة الدرقية أسفل الحنجرة

* تركيب الذرة فى ضوء نظرية بور Bohr's atomic structure :

* فى مركز الذرة نواة موجبة الشحنة تحتوى عددا من البروتونات الموجبة وعددًا من النيترونات المتعادلة ويشكل ذلك كتلة الذرة .
* يدور حول النواة عدد من الإلكترونات سالبة الشحنة .
* الذرة متعادلة كهربيًا حيث يتساوى عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) مع عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) .
* تدور الإلكترونات حول النواة فى عدد من مستويات الطاقة (سبعة مستويات) هى K , L , M , N , O , P , Q مرتبة حسب قربها من النواة .
* يعبر عن طاقة المستوى بعدد الكم الرئيسى وهو (١) للمستوى الأول K ، (٢) للمستوى الثانى L . . . .
* طاقة الإلكترون أثناء حركته تتوقف على بُعد مستوى طاقته عن النواة (تتزايد طاقة المستوى كلما زاد نصف القطر) .

* **الكم (الكوانتم) Quantum** : هو مقدار الطاقة المكتسبة أو المنطلقة عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة آخر .

* الفرق فى الطاقة بين مستويات الطاقة غير متساوٍ ويقل ببعد المستوى عن النواة وبالتالى فالكم اللازم لنقل الإلكترون بين المستويات المختلفة غير متساوٍ.

* ينتقل الإلكترون من مستوى إلى مستوى آخر إذا كانت كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة مساوية لفرق الطاقة بين المستويين وعندما يكتسب الإلكترون قدرًا معينًا من الطاقة (كوانتم) بالتسخين ينتقل إلى مستوى طاقة أعلى مؤقتا ويصبح فى وضع غير مستقر ويعود إلى مستواه الأصلى عندما يفقد نفس الكم من الطاقة فى صورة إشعاع من الضوء له طول موجى وتردد مميز ينتج طيفًا مميزًا .

• وقد أدخل العلماء تعديلات على ذرة بور :

١ ـ الإلكترون له طبيعة مزدوجة فهو سالب الشحنة ولكنه جسم مادى له خواص موجية تنشأ من حركته وتسمى الموجات المادية ، وهى تختلف عن الموجات الكهرومغناطيسية فى أنها لا تنفصل عن الجسم المتحرك وسرعتها لا تساوى سرعة الضوء .

٢ ـ تحديد مكان وسرعة الإلكترون أمر غير مؤكد ولكنه أمر محتمل (يحتمل بقدر كبير أو صغير وجود الإلكترون فى مكان ما) وتستخدم كلمة أوربيتال Orbital للتعبير عن احتمال تواجد الإلكترون فى منطقة ما من الفراغ المحيط بالنواة ، والسحابة الإلكترونية هى النموذج المقبول لوصف الأوربيتال .

٣ ـ السحابة الإلكترونية : هى الأماكن التى يتخذها الإلكترون أثناء حركته حول النواة وفيها يتضح تواجد الإلكترون فى كل الاتجاهات والأبعاد حول النواة .

*** مستويات الطاقة Energy levels :**

١ ـ عدد الإلكترونات التى يتشبع بها مستوى طاقة معين تساوى ضعف مربع رقم الغلاف $2n^2$ (n رقم الغلاف) .

الغلاف الأول	K	يتشبع بـ	إلكترونين
الثانى	L	يتشبع بـ	٨ إلكترونات
الثالث	M	يتشيبع بـ	١٨ إلكترونا
الرابع	N	يتشبع بـ	٣٢ إلكترونا

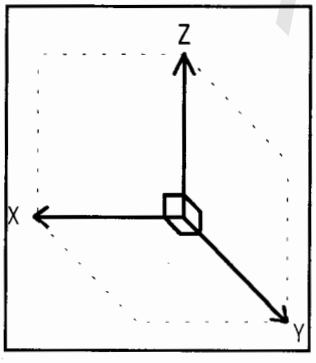
ولا ينطبق ذلك على المستويات بعد المستوى الرابع .

٢ ـ المستوى الرئيسى يحتوى على عدد من تحت مستويات الطاقة الفرعية يساوى رقمه .

٣ ـ المستويات الفرعية هى : s , p , d , f وتختلف المستويات الفرعية لنفس المستوى الرئيسى عن بعضها فى الطاقة اختلافا بسيطا وترتب حسب طاقتها .

* عدد الكم المغناطيسى Magnetic quantum number :

هو عدد الأوربيتالات التى يحتوى عليها مستوى فرعى معين .



المستوى الفرعى s له أوربيتال واحد .

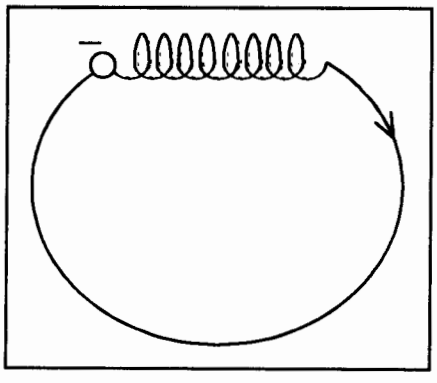
المستوى الفرعى p له ثلاثة أوربيتالات لها ثلاثة اتجاهات فراغية متعامدة هى :

p_x - p_y - p_z .

المستوى الفرعى d له خمسة اوربيتالات .

المستوى الفرعى f له سبعة اوربيتالات .

* عدد الكم المغزلى :



يحدد نوع الحركة المغزلية للإلكترون حول محوره . يدور فى الأوربيتال إلكترونان كل منهما يدور حول محوره أثناء دورانه حول النواة (كما يحدث عند دوران الأرض حول نفسها أثناء دورانها حول الشمس) .

obeikandl.com

توزيع الإلكترونات فى مستويات الطاقة لبعض العناصر

العنصر	العدد الذرى	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d
H	1	1						
C	6	2	2	2				
N	7	2	2	1+1+1				
O	8	2	2	2+1+1				
F	9	2	2	2+2+1				
Ne	10	2	2	2+2+2				
Na	11	2	2	2+2+2	1			
P	15	2	2	2+2+2	2	1+1+1		
Cl	17	2	2	2+2+2	2	2+2+1		
K	19	2	2	2+2+2	2	2+2+2	1	
Sc	21	2	2	2+2+2	2	2+2+2	2	1

المستوى الفرعى 3d طاقته أعلى من المستوى الفرعى 4s لذلك يمتلئ أولاً ثم يمتلئ 3d كما فى ذرة البوتاسيوم والاسكانديوم Sc .

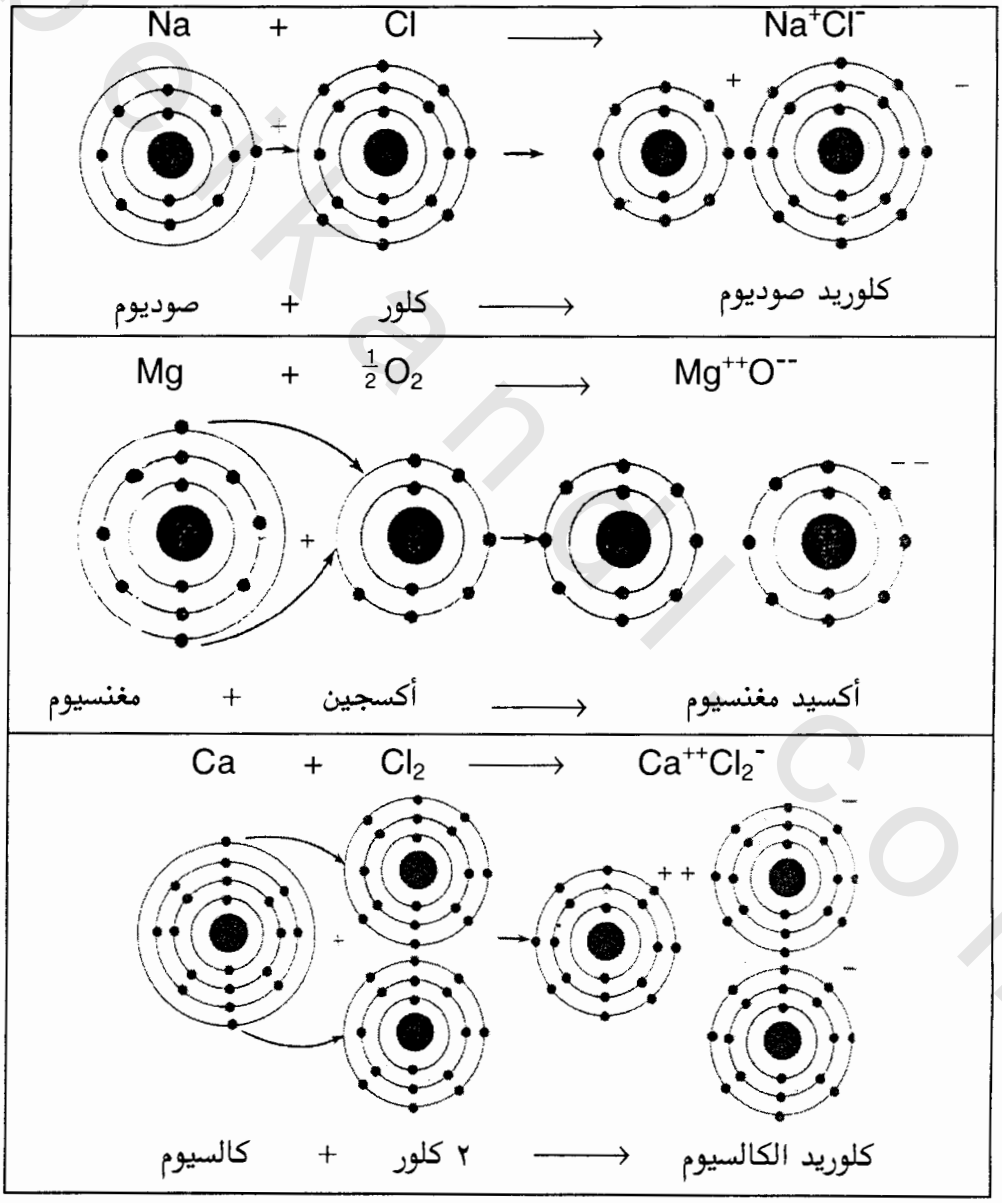
عدد الكم	عدد الكم الرئيسى	عدد الكم الثانوى	عدد الكم المغناطيسى
K	1	1s	1
L	2	2s 2p	1 + 3
M	3	3s 3p 3d	1 + 3 + 5
N	4	4s 4p 4d 4f	1 + 3 + 5 + 7

* اتحاد ذرات العناصر :

لكى تستقر ذرة العنصر لابد أن يكتمل مستوى الطاقة الأخير بالإلكترونات ويتم ذلك من خلال فقد أو اكتساب أو مشاركة مستوى الطاقة الخارجى للذرة بعدد من الإلكترونات مكونا رابطة كيميائية وهو ما يعبر عنه بالتفاعل الكيميائى ولا يكون هناك تفاعل كيميائى إلا بتكوين الروابط أو كسر الروابط .

* الرابطة الأيونية Ionic bond :

تنشأ من التفاعل الكيميائى بين الفلـز واللافلـز حيـث تفقـد ذرة الفلـز إلكترونـات مستوى طاقتها الأخير (تأكسد) (عدد الإلكترونات أقل مـن ٤) وتتحـول الـذرة إلى أيون موجب بينما تكتسب ذرة اللافلز الإلكترونات (اختزال) عدد الإلكترونات أكثر من ٤) وما يحدث من تجاذب بين الأيون الموجب والأيـون السـالب وهـو مـا يسـمى بالرابطة الأيونية ومثال ذلك تكوين كلوريد الصوديوم ومن أمثلة ذلك :

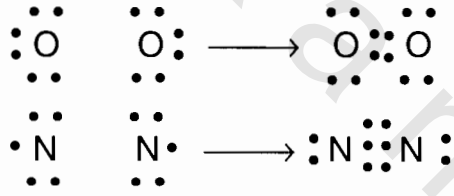


وتتميز هذه المركبات ذات الرابطة الأيونية بارتفاع درجتى الانصهار والغليان ودرجة التوصيل الكهربى .

* الرابطة التساهمية Covalent bond :

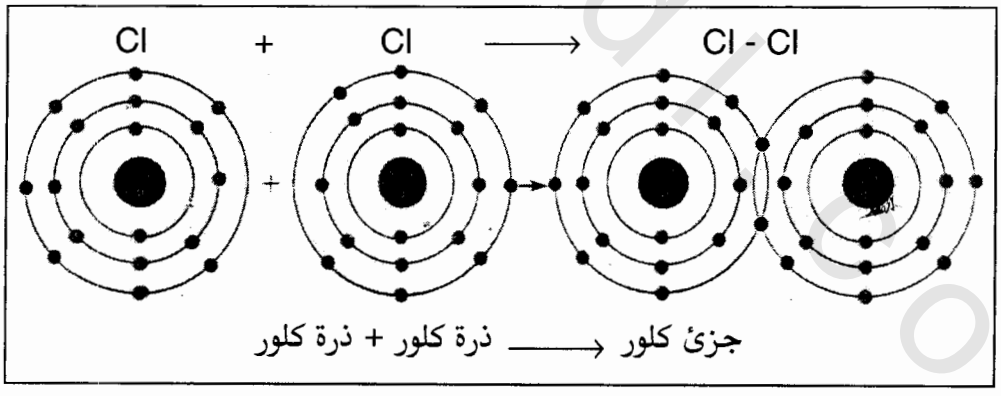
تتم بالمشاركة الإلكترونية بين ذرات العناصر المتشابهة أو المتقاربة فى السالبية الكهربية ، وإذا تساوت الذرتان فى السالبية تتكون رابطة تساهمية كالتى بين ذرات العنصر الواحد كالرابطة بين ذرتى الهيدروجين حيث يتداخل أوربيتال أحد الذرتين وبه إلكترون مفرد مع أوربيتال الذرة الأخرى وبها إلكترون مفرد (حيث يتداخل أوربيتال 1s فى كلتا الذرتين) وتسمى بالرابطة التساهمية الأحادية وقد تكون ثنائية بين ذرتى الأكسجين أو رابطة ثلاثية بين ذرتى النيتروجين .

$$H^{\bullet} + H^{\bullet} \longrightarrow H : H \qquad (H-H)$$



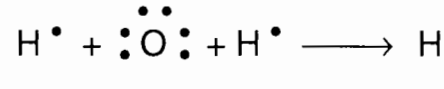
$$(O=O)$$

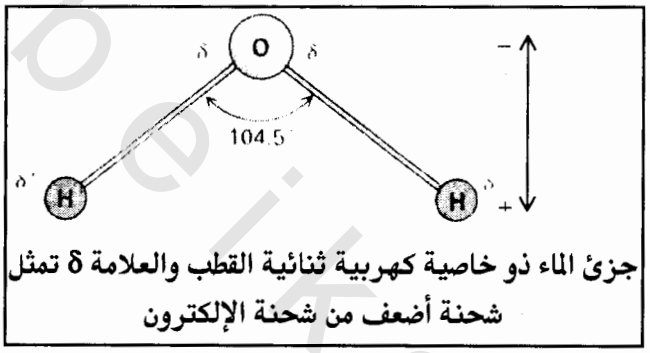
$$(N\equiv N)$$



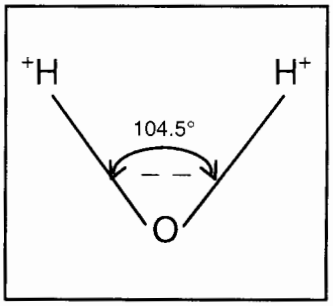
* الرابطة التساهمية القطبية Polar covalent bond :

إذا كان الفرق فى السالبية الكهربية كبيرا نوعا ما مثل جزىء المـاء حيـث تقضـى الإلكترونات وقتا أطول فى حيازة ذرة الأكسجين .





جزئ الماء ذو خاصية كهربية ثنائية القطب والعلامة δ تمثل شحنة أضعف من شحنة الإلكترون



* الرابطة التناسقية Coordination bond :

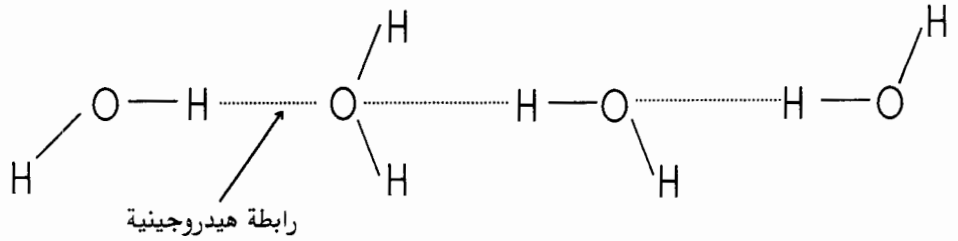
نوع من الروابط التساهمية وفيه زوج الإلكترونات الحر الذى يشغل أوربيتالاً واحدًا فى إحدى الذرات ، يمنح هذا الزوج إلى ذرة بـها اوربيتـال يحتـاج زوج الإلكترونـات ليصل إلى الثبات .

وتسمى بالذرة المستقبلة مثل أيون الـهيدرونيوم الذى ينشأ من إذابة الأحماض فـى الماء ويرتبط أيون الـهيدروجين الموجب مع جزىء الماء المتعادل مكونًـا أيـون الـهيدرونيوم الموجب $[H_3O]^+$.

* الرابطة الـهيدروجينية Hydrogen bond :

جزىء المـاء قطبـى تحمـل ذرة الأكسـجين فيـه شحنـة سـالبة بينمـا تحمـل ذرتـا الـهيدروجين شحنة موجبة ، ونتيجة لاختلاف الشحنة تتجاذب جزيئـات المـاء مـع بعضها عن طريق الرابطة الـهيدروجينية ـ وتصبح ذرة الـهيدروجين قنطرة تصـل بـين ذرتى أكسجين لـهما سالبية عالية مما يؤدى إلى تقارب الجزيئات .

ويفسر ذلك ارتفاع درجة غليان الماء رغم أن كتلته الجزيئية = ١٨ حيث أن الطاقة الحرارية تستغل فى تكسير الروابط الـهيدروجينية بين الجزيئات .



قوة الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء حوالى ٥ سعرات كبيرة / مول وهى أضعف كثيرًا من الرابطة بين الهيدروجين والأكسجين التساهمية .

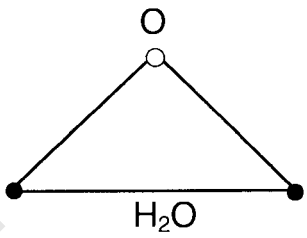
* قوى فان درفال Van der waals forces :

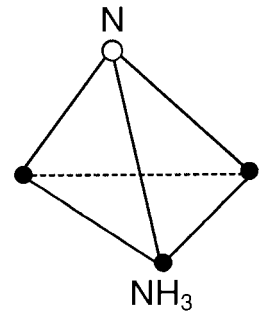
تتضح قوى (فان درفال) فى الجزيئات ذات الارتباط التساهمى المعقد (المواد الصلبة مثل النفتالين) ، حيث تجذب النواة الموجبة لذرة جزىء إلكترون سالب لجزىء آخر وعندما تتجمع الجزيئات معا فإن إلكترونات كل منهما يحدث تنافر بينهما . . وقوى التجاذب والتنافر قوى متزنة فى التكوين البللورى وضعف قوى (فان درفال) يجعل من درجة انصهار البللورات منخفضة ذلك بالمقارنة بدرجة الانصهار المرتفعة لبللورات المركبات الأيونية . (النفتالين ينصهر فى ٨١°م بينما درجة انصهار كلوريد الصوديوم ٨٠١°م) .

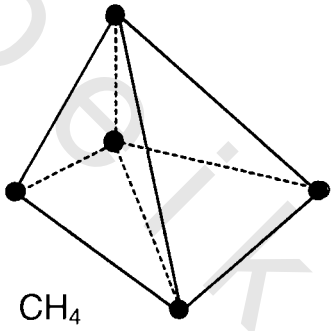
ـ **فى الجرافيت** : تتحد ذرات الكربون بروابط تساهمية فى شكل سداسى متوازى السطوح والروابط الضعيفة لقوى (فان درفال) تسمح بحركة السطوح المتوازية مما يكسب الجرافيت الملمس الناعم .

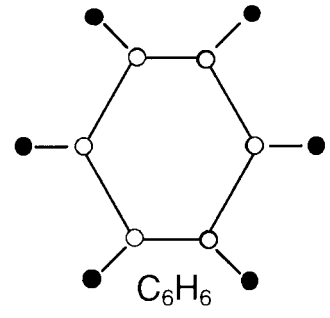
* تماثل الجزىء :

يأخذ جزئ الماء H_2O شكل مثلث متساوى الساقين بينما يكون لجزىء النشادر NH_3 شكل الهرم الثلاثى القائم حيث توجد ذرة النيتروجين فى الرأس وذرات الهيدروجين فى زوايا القاعدة ويكون لجزىء البنزول C_6H_6 شكل سداسى أضلاع منتظم ويأخذ جزىء الميثان شكل هرم رباعى له أربعة سطوح كل منها مثلث متساوى الأضلاع ، وتقع ذرات الهيدروجين فى الرءوس الأربعة للهرم وذرة الكربون فى المركز .

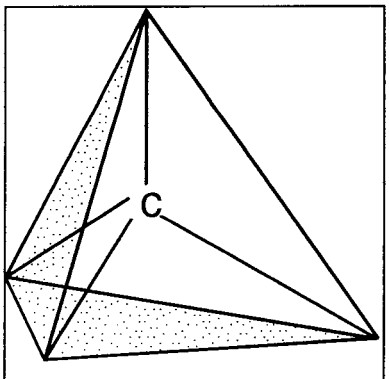








* ذرة الكربون :



التكافؤ الرباعى لذرة الكربون
يشكل الشكل الهرمى لذرة الكربون

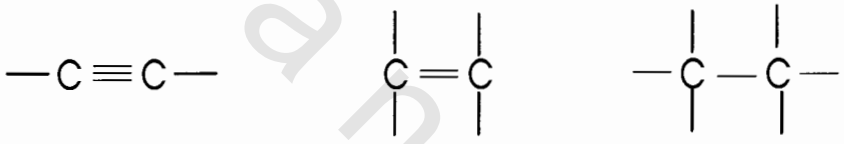
يعزى التنوع فى تركيب الجزيئات العضوية إلى ذرة الكربون والتكافؤ الرباعى حيث أن مدارها الإلكترونى الخارجى يحتوى أربعة إلكترونات 4 : 8 : 2 ولذلك يكون روابط تساهمية مع ذرات العناصر الأخرى حتى يصل مداره الأخير إلى الاستقرار بوجود ثمانية إلكترونات ويتحقق ذلك بأربع روابط تساهمية مما يحق ثبات الهيكل الكربونى ، والاتحاد التساهمى بين الكربون وذرات الأكسجين والنيتروجين والهيدروجين قوى وينشأ عنه المركبات العضوية الخلوية وهذه المركبات تتكون عن طريق مجاميع ذرية وظيفية تلعب فيها ذرة الكربون دورًا أساسيًا مثل الاسترات COO والكيتونات CO والكربوكسيل COOH والتى تشترك مع

مجموعات وظيفية ذرية أخرى غير كربونية فى تفاعلات كيميائية تنتهى بتكوين مركبات عضوية هامة .

فالروابط الببتيدية بين الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد تنشأ من اتحاد مجموعة الكربوكسيل COOH فى الأحماض العضوية الأمينية مع مجموعة الأمين NH_2 فى نفس الأحماض وتتكون رابطة ببتيدية (CO.NH) وينطلق الماء H_2O .

واتحاد مجموعات الكربوكسيل COOH فى الأحماض الدهنية مع مجموعة الهيدروكسيل OH فى الكحولات ينشأ عنه الاستر COO وينطلق الماء وبذلك تتكون الدهون .

ونعود مرة أخرى إلى طبيعة ذرة الكربون والتى لها القدرة على أن تتداخل مع بعضها مما يجعل من المركبات العضوية أشكالاً وأطوالاً مختلفة ، ولذرات الكربون القدرة على تكوين روابط تساهمية بينها أحادية أو ثنائية أو ثلاثية .



وتؤدى الطبيعة الهرمية الرباعية لذرة الكربون إلى عدم التماثل فى العديد من المركبات العضوية . فعند ارتباط ذرة الكربون بأربع ذرات أو مجموعات مختلفة يمكن أن ينتج تركيبان فراغيان للجزىء الناتج ويكون أحدهما صورة مرآة للآخر . ويطلق على هذين الشكلين للجزىء اسم الايزومرات الفراغية .

التشـكل Isomerism

عديد من المركبات لـها نفس الصيغة الجزيئية ولكنـها تختلـف عـن بعضـها فـى واحدة أو أكثر من الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية وتعرف هذه الظاهرة بالتشكل أو المشابهة الجزيئية وتنقسم هذه الظاهرة إلى قسمين :

(أ) التشكل التركيبي :

حيث تتشابه الصيغة الجزيئيـة للمركبـات ولكنـها تختلـف فـى الصيغـة البنائيـة واحتواء كل منها على مجموعة فعالة مختلفة ، فالصيغة الجزيئيـة C_2H_6O يشـترك فيها مركبان مختلفان فى الصيغة البنائية والمجموعة الفعالة ، وهما:

ـ الايثير ثنائى الميثيل CH_3OCH_3 .

ـ والكحول الإيثيلى CH_3CH_2OH .

(ب) التشكل الفراغى :

حيث يختلف توزيع الذرات أو المجموعات فى الفراغ فى المركبات ذات التركيب البنائى المتشابه ، ومن صور التشكـل الفراغـى التشكـل الفراغـى الضوئـى Optical isomerism وهى خاصية تشابه بعض الجزيئات وعدم تطابقها لأن أحدهمـا صـورة للآخر فى المرآة .

ـ التشكل الفراغى الضوئى :

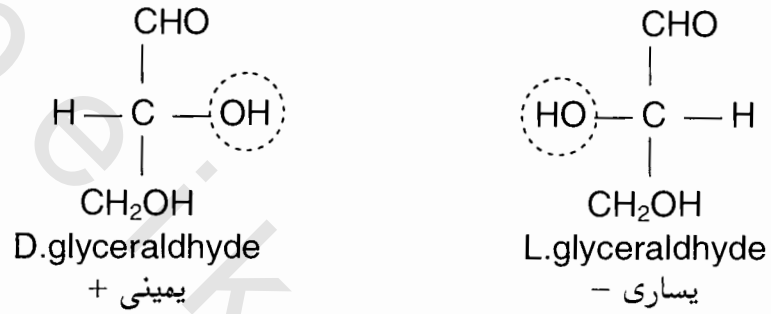
يعتبر شعاع الضوء العادى مكونا من موجات متعامدة فى جميع المستويات وتنتشـر متعامدة على اتجاه انتشار الضوء .

وباستخدام نوع من الأجهزة الضوئية يمكن تحويل الضوء إلى ضوء تتذبذب موجاته فى مستوى واحد عمودى على اتجاه انتشار الضوء ويسمى بالضوء المستقطب .

عند مرور الضوء المستقطب خلال بعض محاليل المواد التى لـها نشاط ضوئـى فإنـه يحدث انحراف لمستوى دورانه وتسمى هـذه المـواد (يمينيـة) Dextro rotatory (D) إذا كانت قادرة على انحراف الضوء فى اتجاه عقـارب السـاعة تسـتخدم علامـة (+) للتعبير عنها .

ويسمى البعض الآخر (يسارية) Levo rotatory (L) إذا كانت قادرة على انحراف الضوء فى عكس اتجاه عقارب الساعة وتستخدم علامة (–) للتعبير عنها .

ويعتبر سكر الجليسرالدهيد أساس تقسيم السكريات الأحادية إلى D ، L حسب تشابه هذه السكريات مع D ، L للجليسرالدهيد (ويلاحظ ذلك من وضع مجموعة الهيدروكسيل OH فى الكربونة قبل الأخير) .



* المركبات التساهمية :

أغلبها مثل الزيوت العضوية أو الدهون لا تذوب فى الماء وذلك لأن الماء مركب قطبى توجد جزيئاته مترابطة مع بعضها بالروابط الهيدروجينية بشكل يمنع جزيئات المركبات التساهمية من الانتشار فيه (بينما تجذب المركبات الأيونية جزيئات الماء القطبية وتذوب فيه) .

وتذوب المركبات التساهمية فى المذيبات العضوية مثل البنزين لأن التجاذب بين الجزيئات ضعيف أو منعدم مما يسمح بالانتشار بينها . والمركبات التساهمية لا توصل التيار الكهربى (غير متأينة) ولها درجة انصهار وغليان منخفضة لضعف قوى الترابط بين جزيئاتها) .

الـمــاء Water

المحتوى المائى للخلية فى معظم الكائنات الحية يتراوح بين ٦٠ ٪ : ٩٠٪ مـن وزن الكائن ، والمحافظـة علـى ثبـات هـذا المحتـوى هـدف فسـيولوجى فـى جميـع الكائنات الحية ويرجع ذلك إلى ما يتميز به الماء من صفات منها :

١ ـ الماء من المذيبات الثابتة .

٢ ـ يوجد فى الطبيعة فى ثلاث صور فيزيائية هى الصلبة والسائلة والبخارية .

٣ ـ يربط جزيئات الماء روابط هيدروجينية ضعيفة تحتاج طاقة أساسية لتكسيرها .

٤ ـ السعة الحرارية العالية للماء (يحتاج كل ١ جم من الماء إلى سـعر حـرارى واحـد لرفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية) .

٥ ـ حرارة التبخر عالية (يحتاج تحويل واحد جم من ماء سـائل إلى بخـار مـاء ٥٠٠ سعر حرارى) وينشأ عن ذلك تخلص الأرض من حرارتها العالية .

٦ ـ تزداد كثافة الماء حتى ٤°م ويستمر سائلا ولا تزداد على ذلك بينمـا تقـل كثافتـه باستمرار التبريد (لذلك يطفو الثلج على سطح البحيرات مما يسـمح باسـتمرارية الحياة تحت الماء) .

٧ ـ ارتفاع التوتر السطحى للماء ينشـأ عنـه الالتصـاق الشديـد لجزيئـات المـاء وذلـك ضرورى لثبات شكل البروتوبلازم وحركته .

٨ ـ انخفاض لزوجة الماء رغم ارتفاع التوتر السطحى وهـذا يلائـم حركـة الـدم خـلال الشعيرات الدقيقة .

٩ ـ ذوبان الأملاح فى الماء بدرجة كبيرة ويرجع ذلـك إلى الطبيعـة القطبيـة المزدوجـة حيث تنفصل الأيونات الموجبة للملح فى المناطق السالبة وتنفصل الأيونات السالبة للملح فى المناطق الموجبة .

* الأس الـهيدروجينى Hydrogenion concentration PH :

أيون الـهيدروجين H^+ من أكثر الأيونـات أهميـة فـى الخليـة الحيـة وأى جـزىء يتحلل فى المحلول ويعطى أيونات الـهيدروجين يعرف بالحمض والحمـض القـوى أكـثر تحللا من الحمض الضعيف .

بينما تحتوى أيونات الأيدروكسيل السالبة OH محاليل القلويات ، والملح مركب ناتج من تفاعل الحمض والقاعدة حيث تتحد أيونات الهيدروكسيل من القاعدة مع أيونات الهيدروجين من الحمض مكونة الماء .

مما سبق :

- توجد وفرة من أيونات الهيدروجين فى محاليل الأحماض .
- توجد وفرة من أيونات الأيدروكسيل فى محاليل القواعد (القلويات) .
- فى المحاليل المتعادلة تتواجد أيونات الهيدروجين والأيدروكسيل بأعداد متساوية .

وللتعبير عن حمضية أو قلوية مادة يستخدم تدريج لوغاريتمى يستخدم الأعداد من ١ إلى ١٤ وذلك هو تركيز أيون الهيدروجين PH .

* **مثال :**

عندما يعبر عن تركيز أيون الهيدروجين بالدالة الأسية تكون PH هى الأس وبإشارة مخالفة . فإذا كان تركيز أيون الهيدروجين 10^{-2} .

يكون الـ PH = (-2)- = 2+ .

والأعداد أقل من 7 تدل على مدى الحمضية .

والأعداد الأعلى من 7 تدل على مدى القلوية .

والعدد 7 يدل على التعادل .

PH = 3 أكثر حمضية عشرة مرات من PH = 4 .

PH = 9 أكثر قلوية عشرة مرات من PH = 8 .

والأنشطة الخلوية شديدة الحساسية للتغير الطفيف فى الأس الهيدروجينى الداخلى لأن النشاط الإنزيمى يتأثر بتركيز أيون الهيدروجين حيث ينخفض النشاط الإنزيمى فى المحاليل التى لا تحتوى على القيم المناسبة من الأس الأيدروجينى .

ومن هنا تتضح أهمية آليات تنظيم الأس الهيدروجينى والتى تعرف بالأنظمة الكابحة .

* طاقة الرابطة الكيميائية :

كمية الطاقة التى يجب إضافتها لكسر رابطة كيميائية تكون مساوية لكمية الطاقة التى تنطلق عند بناء هذه الرابطة .

وتقاس كمية الطاقة بالسعر الحرارى Calarie وهو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة جرام واحد من الماء من ١٤,٥° م إلى ١٥,٥° م .

(والسعر الحرارى الكبير = ١٠٠٠ سعر حرارى) .

وتقاس كمية المادة المتفاعلة بالجرام الجزيئى (المول Mole) .

* قيم طاقة بعض الروابط التساهمية مقدرة بالسعر الكبير / مول kcal / mol واللازمة لكسر الرابطة .

رابطة أحادية		رابطة ثنائية		رابطة ثلاثية	
H – H	١٠٤	C = O	١٧٠	C ≡ C	١٩٥
C – H	٩٩	C = C	١٤٦	C ≡ N	٢١٢
C – O	٨٤	C = N	١٤٧		

الجزيئات العضوية المحتوية على روابط ثنائية أكثر ثباتا من سلاسل الكربون المكونة لروابط تساهمية أحادية .

مركبات الكربون ذات الأهمية البيولوجية

أربعة أقسام من المركبات العضوية ذات أهمية بيولوجية ثلاثة منها عبارة عن بوليمرات وهى الكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية ـ والرابعة هى الليبيدات . وتسهم المركبات السابقة فى تركيب الخلية وتنظيم الأنشطة الخلوية .

الكربوهيدرات Carbohydrates

مركبات عضوية من الكربون والهيدروجين والأكسجين وتعتبر الدهيدات عديد الأيدروكسيل أو كيتونات عديد الأيدروكسيل ويكون النبات الكربوهيدرات فى البناء الضوئى ، وفى هذه المركبات تخزن الطاقة الضوئية وتمثل الكربوهيدرات أساس لبناء المركبات العضوية الأخرى كما أنها مكونات مهمة للأنسجة الدعامية فى النبات .

* **تقسيم الكربوهيدرات :**

١ ـ السكريات الأحادية Monosaccharides .

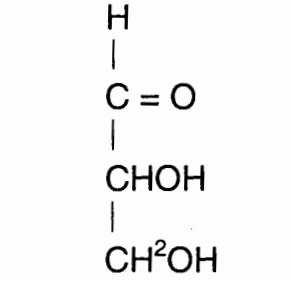
٢ ـ سكريات الأوليجو oligosaccharides .

٣ ـ السكريات العديدة Polysaccharides .

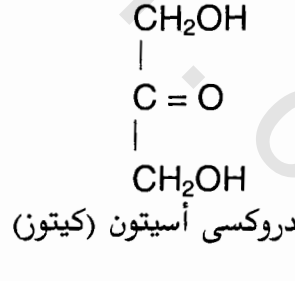
(١) السكريات الأحادية : ثلاثية وخماسية وسداسية الكربون .

السكريات الأحادية ثلاثية الكربون منها الجليسرالدهيد ، دى هيدروكسى أسيتون .

يُطلق على الجليسرالدهيد اسم ألدوز Aldose لوجود مجموعة الدهيد فى ذرة الكربون الأولى ، ويطلق على دى هيدروكسى أسيتون اسم كيتوز Ketose لوجود مجموعة كيتونية فى ذرة الكربون الثانية وهى سكريات مختزلة لوجود مجموعة الألدهيد أو مجموعة الكيتون .

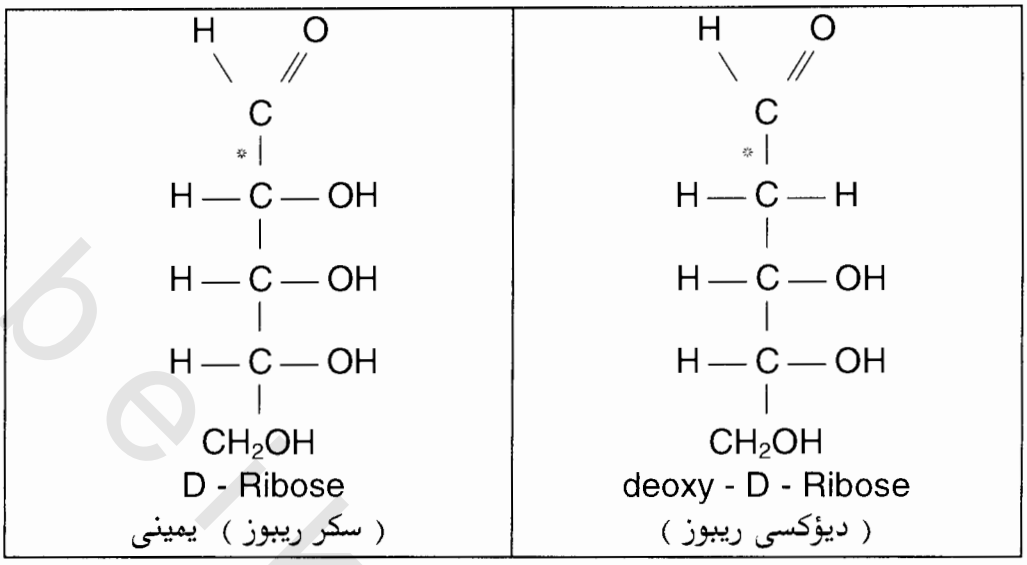


الجليسر الدهيد (ألدوز)



داى هيدروكسى أسيتون (كيتوز)

والسكريات الأحادية خماسية الكربون (البنتوزات Pentoses) توجد بوفرة كمكونات لبعض الكربوهيدرات المعقدة فى النبات ذات الوظيفة التركيبية فى الجدار الخلوى كما أن سكر الريبوز وسكر الديؤكسى ريبوز مكونات أساسية للأحماض النووية .



(لاحظ الاختلاف فى ذرة الكربون الثانية حيث تنقص ذرة أكسجين فى سكر الديؤكسى ريبوز) .

والسكريات الأحادية سداسية **الكربون** (الهكسوزات Hexoses) .

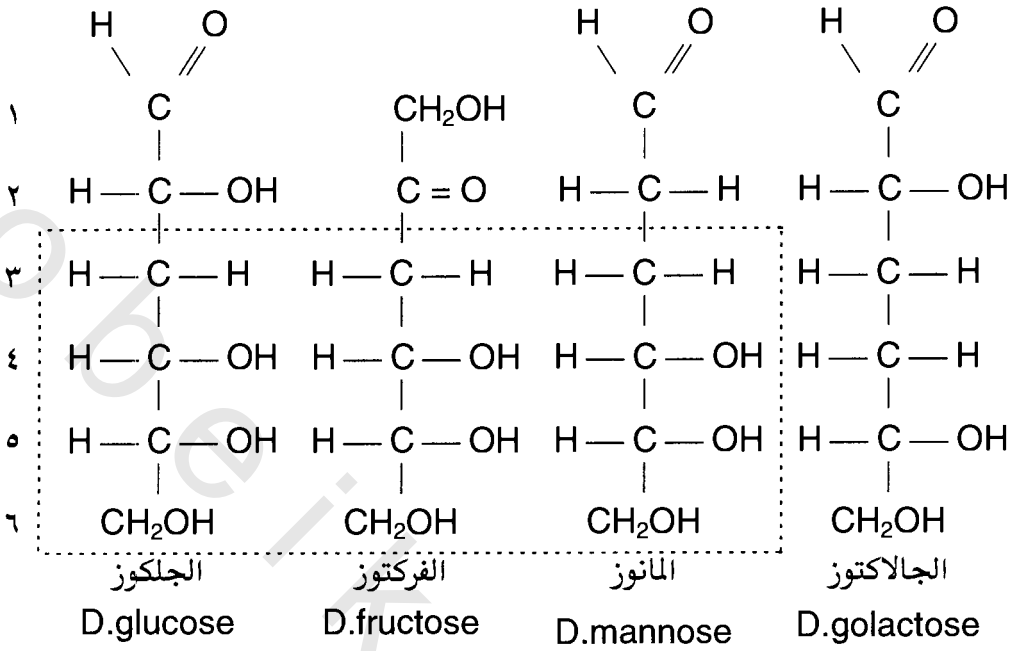
ومنها الجلكوز والفركتوز ويوجدان ذائبين فى حالة حرة فى الخلية ومنها المانوز والجالاكتوز ، وهى مكون للكربوهيدرات أكثر تعقيدًا .

وتتميز هذه السكريات بظاهرة التشكل الفراغى الضوئى لذلك فهى تختلف فى خواصها الفيزيائية والكيميائية .

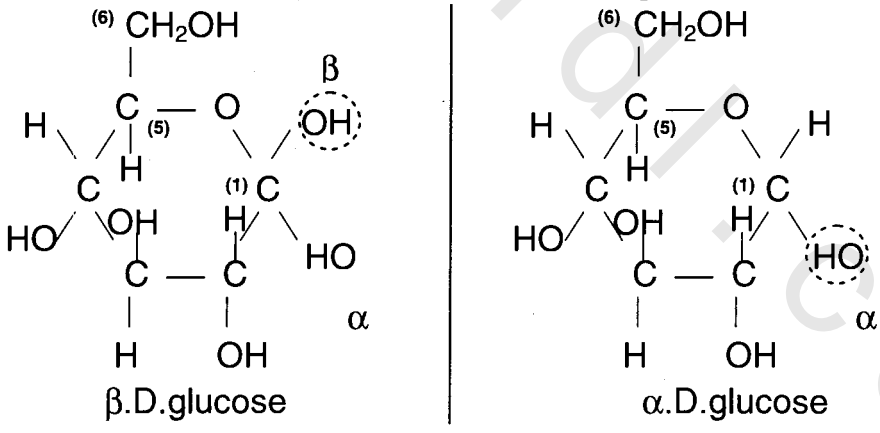
ونلاحظ اختلاف الفركتوز عن كل من الجلكوز والمانوز فى كونه سكر كيتونى بينما الآخران ألدوزان .

ويختلف الجالاكتوز عن الجلكوز فى موضع مجموعة الأيدروكسيل على ذرة الكربون الرابعة .

obeikandl.com



وقد وجدت الكربوهيدرات على نطاق واسع فى صورة **حلقية** فيصبح لجزىء الجلكوز خمس ذرات كربون غير متناظرة ومجموعة الأيدروكسيل أما أن تكون فى الوضع ألفا α أو فى الوضع بيتا β على ذرة الكربون رقم ١ .



رغم التشابه التركيبى لكل من ألفا وبيتا جلوكوز ألا أنهما يختلفان فى الخواص الفيزيائية والكيميائية .

حيث أن ألفا جلكوز يكون الوحدات البنائية للنشا وهو من أكثر المواد المخزنة فى النبات . بينما بيتا جلكوز يكون الوحدات البنائية للسليلوز مكون الجدار الخلوى .

(٢) سكريات الأوليجو Oligo saccharides :

ومنها السكر **الثنائى** (يتركب من وحدتين من السكريات الأحادية مثل السكروز Sucrose ويتركب من تكثيف الجلكوز والفركتوز حيث يرتبطان ويستبعد الماء . ويعتبر السكروز هو الصورة التى تنتقل عليها الكربوهيدرات فى النباتات الراقية ويوجد بكثرة فى قصب السكر وبنجر السكر.

ومنها السكر **الثلاثى** (يتركب من ثلاث وحدات من السكريات الأحادية) مثل سكر الرافينوز raffinose ويوجد فى عديد من النباتات وبكميات كبيرة فى البذور .

ومنها السكر **الرباعى** (يتركب من أربع وحدات من السكريات الأحادية) مثل سكر ستاكيوز stachyose ويوجد فى العديد من أنواع الأشجار وقد وجد أنه يشكل الصورة الأساسية للكربوهيدرات المنقولة فى نبات القرع .

* **التحلل المائى للسكريات :**

سكروز + ماء ⟵ جلكوز + فركتوز

رافينوز + ماء ⟵ جلكوز + فركتوز + جالاكتوز

ستاكينوز + ماء ⟵ جلكوز + فركتوز + ٢ جالاكتوز

والسكريات الثنائية الأخرى التى لها أهمية فإنها فى العادة تكون نواتج التحلل الجزئى أو التدريجى للسكريات العديدة مثل النشا الذى يعطى بتحلله سكر المالتوز .

(٣) للسكريات العديدة Poly saccharides :

ذات الصيغة العامة $(C_6H_{10}O_5)^n$. عبارة عن بوليمر من وحدات متكررة من السكريات الأحادية ، ومن أكثرها شيوعا النشا starch ، وهو ناتج يتم تخزينه فى النبات والسليلوز الذى يكون الجزء الأكبر من الجدار الخلوى .

وعند تحلل النشا مائيًا تعطى جزيئات ألفا جلكوز فقط α.D.glucose وعند تحلل السليلوز مائيًا يعطى جزيئات بيتا جلكوز β.D.glucose وتتميز السكريات العديدة بأنها غير حلوة المذاق ولا تذوب فى الماء .

* **النشا starch :**

ويتكون النشا على هيئة حبيبات فى البلاستيدات وتنتشر فى أعضاء التخزين مثل الدرنات حيث تعمل كغذاء احتياطى يستهلك فى النمو ، ويتكون النشا نتيجة

تحول معظم السكر الناتج فى البناء الضوئى ويتكون لون أزرق داكن عند إضافة اليود إلى النشا .

* **السليلوز Cellulose :**

ويتكون السليلوز من وحدات الجلكوز على هيئة سلسلة مستقيمة ويدخل فى تركيب الجدار الابتدائى للخلية بنسبة ٢٠٪ وفى الجدار الثانوى بنسبة ٤٣٪ حيث يشترك فى تكوين الجدار سكريات عديدة أخرى بالإضافة إلى مركبات غير كربوهيدراتية مثل اللجنين أو السيوبرين أو الكيوتين . والسليلوز لا يذوب فى الماء ولا يشكل مادة غذائية للإنسان لغياب إنزيم السليوليز Cellulase الهاضم له والذى يتوفر فى هضم الحيوانات المجترة ولكن يشكل السليلوز مادة ذات قيمة اقتصادية للإنسان .

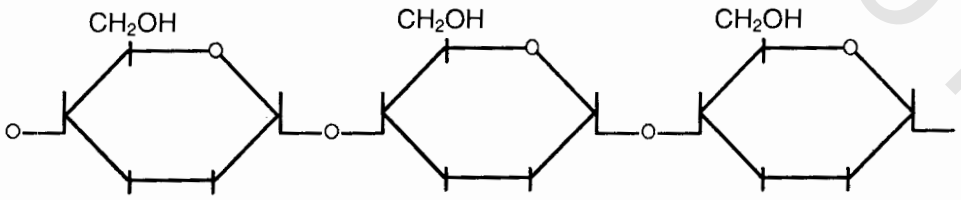
* **البكتين Pectin :**

يتكون فى الصفيحة الوسطى التى بين جدر الخلايا ، ومن خصائصه أنه يكون محلولا غرويا فى الماء يتحول إلى حالة الصلابة فى وجود تركيزات عالية من السكر أو تركيزات خفيفة من الكحول لذلك يستغل تجاريا لتصنيع الأغذية الهلامية jellies ويتراكم البكتين بكميات كبيرة فى التفاح والكمثرى .

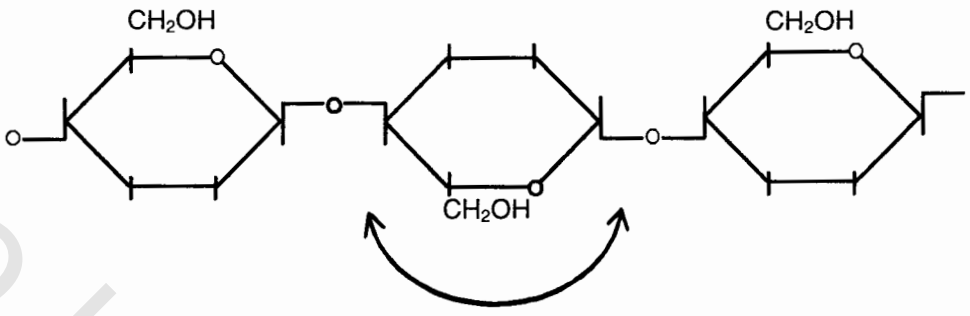
* **الرابطة الجليكوسيدية :**

تربط السكريات الأحادية فى جزىء عديدات التسكر وهذه الرابطة تتوقف على موضع المجموعة الأيدروكسيلية على ذرة الكربون رقم ١ فى السكر الأحادى من نوع α ، β .

حيث ترتبط السكريات الأحادية ببعضها مباشرة عن طريق رابطة α بينما رابطة β تتطلب التفاف المجموعة الأيدروكسيلية لأحد السكريات ١٨٠° حتى تصبح فى وضع مناسب مع المجموعة الأيدروكسيلية لوحدة السكر التى تتحد بها .



روابط جليكوسيدية من نوع α بين ذرات الكربون ١ ، ٤



روابط جليكوسيدية من نوع β بين ذرات الكربون ١ ، ٤

والروابط الجليكوسيدية مهمة من الناحية الفسيولوجية حيث تختلف الإنزيمات التى تؤثر على الرابطة α عن التى تؤثر على الرابطة β وذلك حسب استخدام الخلية للمركبات فى البناء و فى الوظائف .

الليبيدات Lipids

مركبات لها خاصية مشتركة وهى الذوبان فى المذيبات العضوية غير القطبية مثل الايثير والكحول .

ومن الليبيدات الهامة من الناحية البيولوجية : الدهون والأحماض الدهنية والشمع والاسترويدات والفوسفوليبيدات والجليوليبيدات والتربينات .

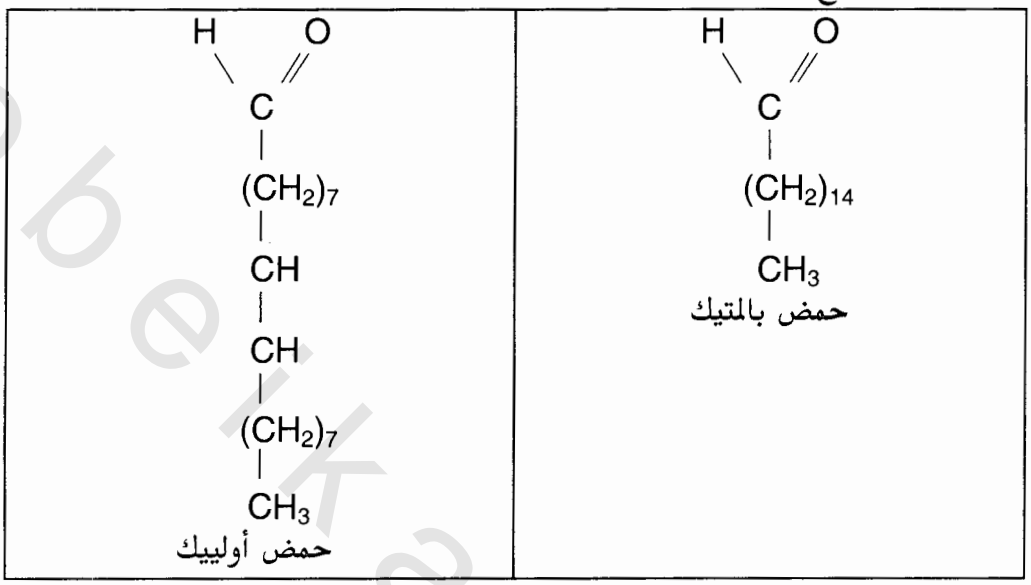
* الأحماض الدهنية Faty acids :

تحتوى مجموعة كربوكسيل COOH فى طرف سلسلة طويلة من ذرات الكربون تامة التشبع بالأيدروجين حيث ترتبط ذرات الكربون برابطة تساهمية مفردة وتسمى الأحماض الدهنية المشبعة مثل البالمتيك $- COOH - (CH_2)_{14} CH_2 -$

بينما الأحماض الدهنية غير المشبعة تحتوى على رابطة ثنائية واحدة فى سلسلة الهيدروكربون مثل حمض الأوليك .

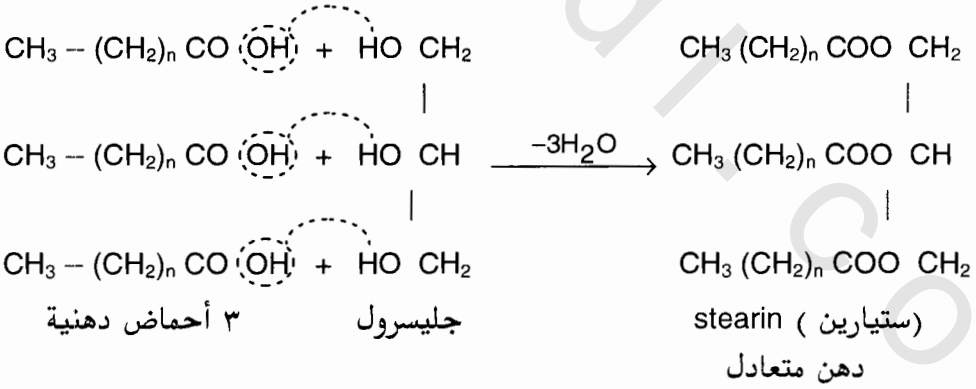
$$COOH (CH_2)_7 CH = CH - (CH_2)_7 CH_3$$

عندما تتداخل الأحماض الدهنية مع الماء فإن الطرف الكربوكسيلى القطبى المحب للماء للحمض الدهنى يقوم بالتداخل مع جزيئات الماء بينما السلسلة الـــهيدروكربونية غير القطبية تزاح بعيدا عن الماء بسبب طبيعتها الكارهة للماء .



* **الدهون المتعادلة Neutral fats :**

تنتج من تفاعل الجليسرول (كحول ثلاثى الـهيدروكسيل) مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية فى تفاعل نازع للماء وبذلك تتكون الدهون .

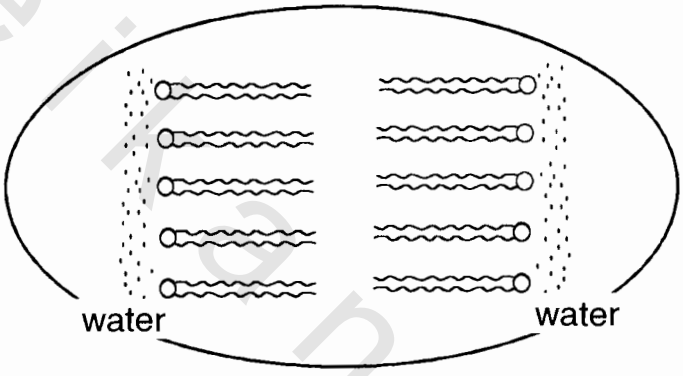


والدهن المتعادل جزيئات غير قطبية وغير ذائبة فى الماء وتتحلل تحللا مائيًـا عنـد غليـها مـع الأحمـاض أو القواعـد ، وإذا تم تحليلـــها فـى وجـود قلـوى تتحـــول إلى الصابون ، والزيوت تكون سائلة فى درجة حرارة الغرفة ويمكن تشبع الزيوت النباتية لتتحول إلى الصورة الصلبة .

* الفوسفوليبيدات ليبيدات Phospholipids :

مركبات يرتبط فيها حمضان دهنيان بمجموعتين هيدروكسيليتين للجليسرول وتتصل مجموعة الفوسفات بالمجموعة الهيدروكسيلية الثالثة .

جزىء الفوسفوليبيد يحتوى على ذيل كاره للماء Hydropholic يتكون من مجموعة الفوسفات سالبة الشحنة ورأس مُحب للماء . وهذا التركيب يعتبر مهما فى بناء الغشاء الخلوى وقيامه بوظائفه ، وعندما تتداخل جزيئات الفوسفوليبيدات مع الماء فإنه يتكون تلقائيا (بدون الطاقة) تجمع مزدوج الطبقة فالرأس المحبة للماء من الفوسفوليبيد تتداخل مع الماء بينما الذيول الكارهة للماء تبتعد عن الماء نحو الداخل .



* الاسترويدات والتربينات Steroid and terpenes :

ليبيدات غير متصبنة وأكثر الاسترويدات شيوعا هى الهرمونات الجنسية المذكرة والمؤنثة فى الفقاريات وأحماض الصفراء . وتوجد الاسترويدات بكميات ضئيلة ككحولات طليقة أو سلسلة طويلة من المركبات المحتوية على الأحماض الدهنية وأكثر الاسترويدات شيوعًا فى الأنسجة الحيوانية الكولسترول Cholestrol الذى يوجد على وجه خاص فى الغشاء البلازمى .

والتربينات فى أنواع من النباتات مسئولة عن الرائحة والطعم ، والتربينات مكون أساسى للزيوت المستخلصة من بعض النباتات مثل زيوت الكافور والليمون والنعناع والفيتول phytol من التربينات التى تدخل فى تركيب صبغة الكلوروفيل الخضراء وكذلك تحتوى أصباغ الكاروتين على نوع من التربينات وكذلك فيتامينات K , E , D , A التى تذوب فى الدهون .

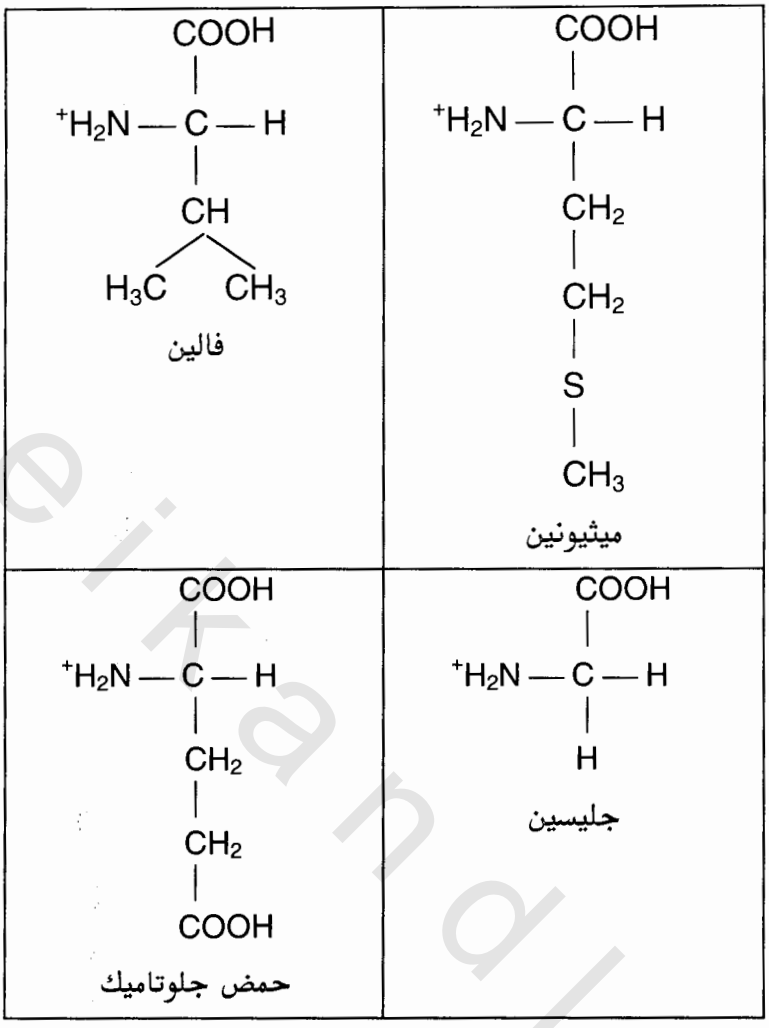
الأحماض الأمينية Amino acids

التركيب العام للحمض الأمينى هو وجود مجموعة كربوكسيل حامضية COOH ترتبط بذرة كربون مرتبطة مع مجموعة الأمين amino NH_2 وتختلف الأحماض فى مجموعة الألكيل R .

والحمض الأمينى جزىء يحتوى شحنة سالبة وشحنة موجبة أى يعمل كحامض أو كقاعدة ، وإذا وجد الحمض الأمينى فى محلول عند الأس الهيدروجينى ٧ فإن الحمض الأمينى يعادل الأحماض أو القواعد التى تضاف إلى المحلول لذلك يطلق على الحمض الأمينى (زويترون Zuitterion) أى أيون ذو شحنتين وتختفى هذه الخاصية عندما ترتبط الأحماض الأمينية لتكوين سلسلة الببتيد .

وعند إضافة حامض إلى محلول بروتين تنشأ شحنة كهربية موجبة لأن مجموعة COO^- تتغير إلى مجموعة COOH كما أن إضافة قاعدة إلى محلول البروتين فإن مجموعة NH_3 تتحول إلى مجموعة NH_2 مما يعطى البروتين شحنة سالبة .

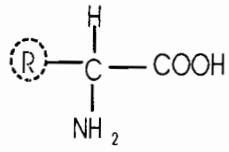
والبروتينات القاعدية مثل الهستونات Histones التى توجد فى الصبغيات تحمل شحنة كهربية موجبة بسبب وجود كميات كبيرة نسبيًا من الأحماض الأمينية (ليسين وارجنين) وتساهم الهستونات فى بناء الصبغيات حيث تجذب شحنات الهستون الموجب شحنات الفوسفات السالبة فى جزئ DNA (الحمض النووى الديؤكسى) مكونًا مركبًا ثابتًا من البروتين النووى Nucleoprotein .



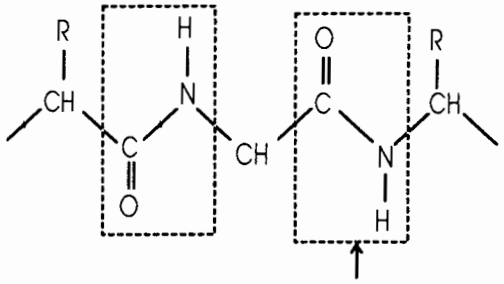
البروتينات Proteins

تتكون من وحدات متكررة من الأحماض الأمينية ترتبط مع بعضها البعض بواسطة روابط ببتيدية ـ والرابطة الببتيدية Peptide pond تربط بين مجموعة كربوكسيل لحمض أمينى مع مجموعة أمين لحمض أمينى آخر .

obeikandl.com



يتوقف نوع الحمض الأمينى على مجموعة الألكيل R



رابطة ببتيدية

(مركب ثلاثى الببتيد)

عندما يرتبط عدد كبير من الأحماض الأمينية معًا فإن المركب الناتج يسمى عديد الببتيد والبروتينات مركبات تختلف عن بعضها البعض حسب عدد الأحماض الأمينية فى جزىء البروتين ونوع الأحماض الأمينية وترتيب وتكرار هذه الأحماض فى سلاسل عديد الببتيد والوزن الجزيئى للبروتينات مرتفع فهو يتراوح من ٦٠٠٠ وهو الوزن الجزيئى للأنسولين إلى عدة ملايين .

والبروتينات تتكون من أكثر من سلسلة من عديدات الببتيد وتتصل هذه السلاسل بروابط غير ببتيدية ضرورية لجزئ البروتين .

والبروتينات جزيئات **بنائية** مثل الأكتين Actin والميوسين Myosin التى تدخل فى تركيب العضلات والكولاجين Collagens الذى يدخل فى بناء الأنسجة الرابطة والكيراتين Keratins الذى يكون الأغطية الواقية كالجلد والشعر والريش .

ومن البروتينات جزيئات **تنظيمية** مثل الإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة .

*** تنظيم جزئ البروتين :**

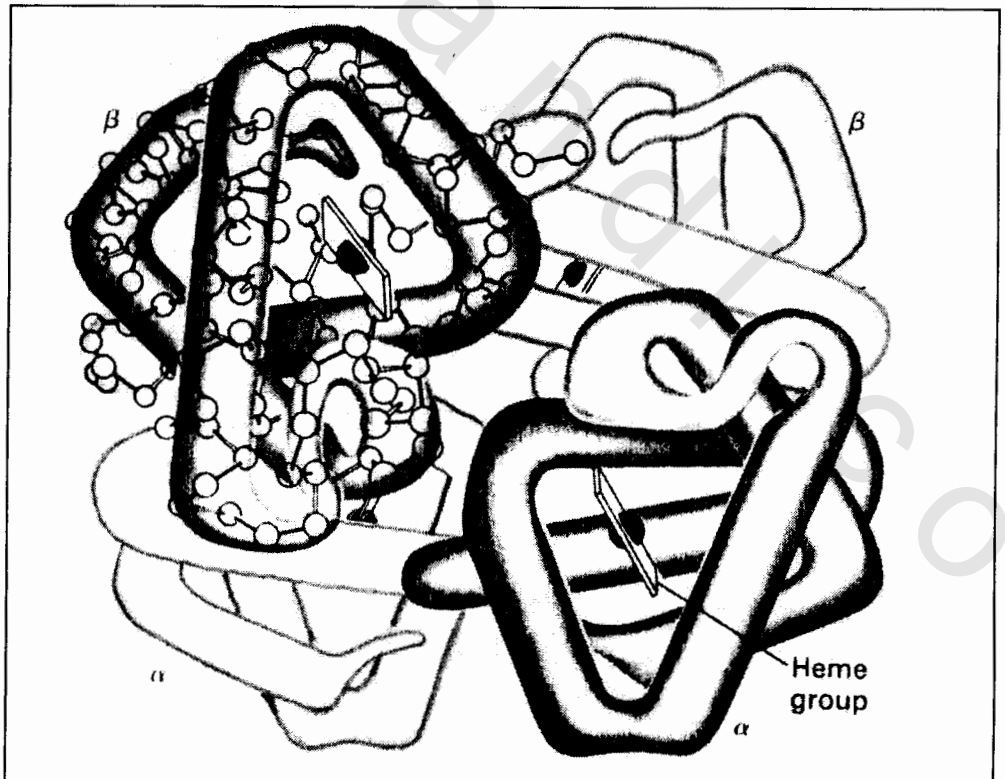
الخصائص الحيوية لجزىء البروتين لها ارتباط بتركيبه والبروتين له أربعة مستويات من التنظيم هى الأولى والثانوى والثلاثى والرباعى .

* **التركيب الأولى** : عبارة عن سلسلة طويلة من الأحماض الأمينية يحددها نوع وتتابع الأحماض فى سلاسل عديد الببتيد التى يربط بينها روابط غير ببتيدية مثل رابطة ثنائى الكبريتيد – S – S – التى تربط الأحماض الأمينية فى سلاسل عديد الببتيد .

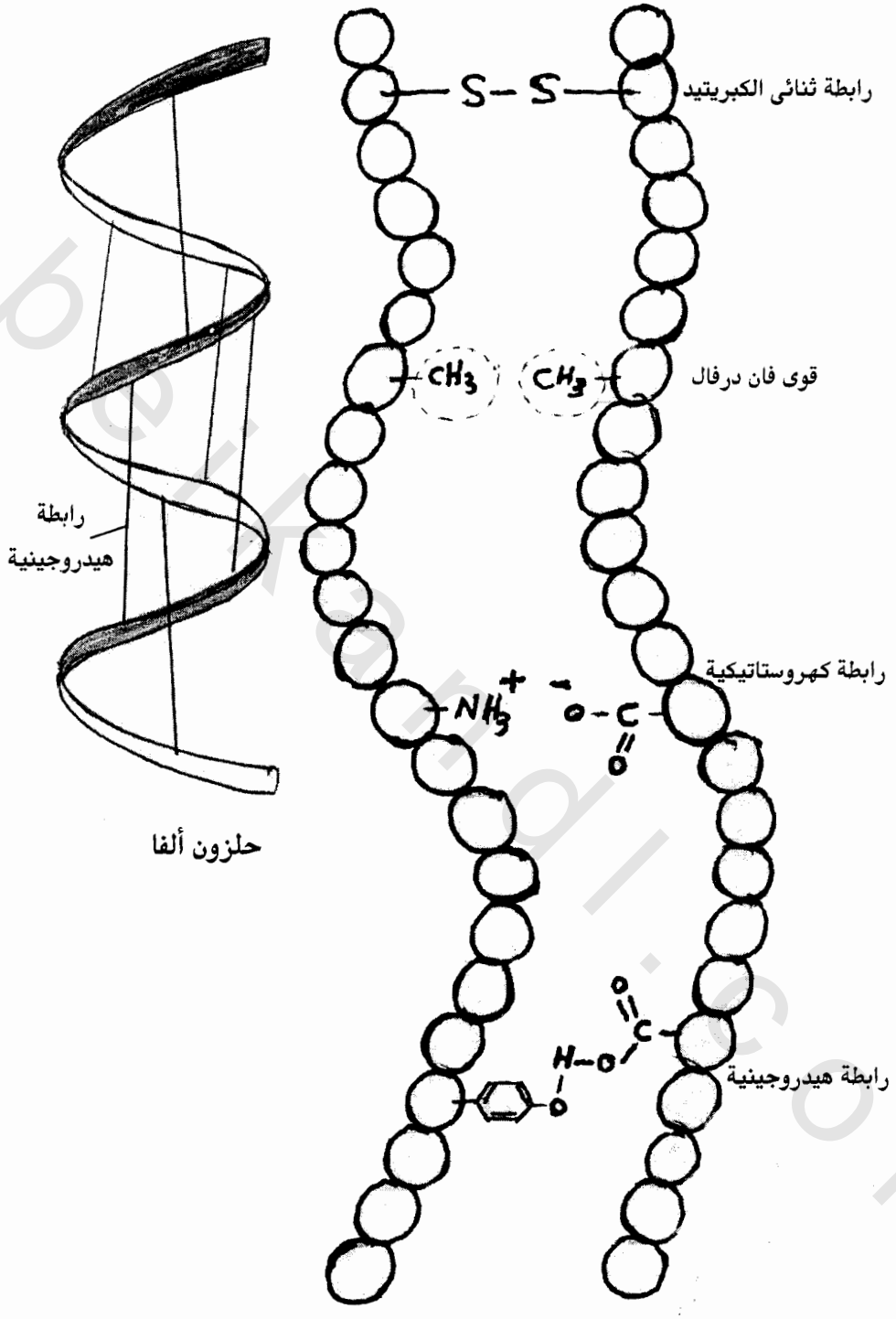
* **التركيب الثانوى** : تتميز الروابط بين الأحماض الأمينية بعدد محدد من الزوايا الثابتة وتكرار بعض النماذج التركيبية يعطى تركيبًا ثانويًا (حلزونى أو زجزاج أو عشوائى) والتركيب الحلزونى يسمى حلزون ألفا α alpha - helix وهو عبارة عن لفات حلزونية فى اتجاه عقرب الساعة مثل البريمة ويربط اللفات روابط هيدروجينية غير تساهمية بين ذرة هيدروجين أحد الأحماض الأمينية وذرة أكسجين رابطة ببتيدية لحمض آخر . ويربط بينها كذلك قوى فان درفال التى تحافظ على البناء الحلزونى .

وقد يكون التركيب الثانوى على هيئة الزجزاج (متعرج) ويعرف بالصفائح المطوية وقد يكون عشوائيًا لا يأخذ نظامًا هندسيًا منتظمًا .

* **التركيب الرباعى** : الشكل الثلاثى الأبعاد يعرف بتحت وحدة ، وتتجمع تحت الوحدات فى جزىء متكامل مكونة التركيب الرباعى وتشترك الروابط الهيدروجينية فى تثبيت تحت الوحدات وذلك فى البروتينات التى تحتوى على عدة سلاسل من عديدى الببتيد مجتمعة فى جزىء واحد مثل هيموجلوبين الدم (يتركب من أربع سلاسل) .



يشيد تركيب الهيموجلوبين سلسلتين α وسلسلتين β وترتبط مجموعة الهيم بكل منهما

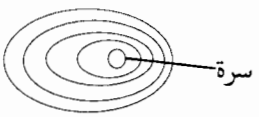


الروابط التى تتكون فى جزىء البروتين

الصور التى توجد عليها الكربوهيدرات والدهون والبروتينات فى النبات

أولا : الكربوهيدرات :

توجد فى صورة ذائبة مثل سكر الجلكوز والفركتوز والسكروز فى العصير الخلوى وأهم الكربوهيدرات المدخرة النشا الذى يتكون داخل البلاستيدات الخضراء فى حبيبات صغيرة ثم يتحول إلى نشا مختزن فى البلاستيدات عديمة اللون ، ويوجد النشا بوفرة فى درنات البطاطس والبذور والحبوب (تحتوى حبوب الذرة ٧٠ ٪ من وزنها نشا) وبفحص نشا البطاطس تحت المجهر بعد صبغه بمحلول اليود المخفف حتى يأخذ لونا أزرق باهت نلاحظ أن الحبيبات بيضية الشكل أحد طرفيها ضيق والآخر عريض ، وتتكون من طبقات متميزة ، وتمثل كل طبقة الزيادة التى طرأت على الحبيبة خلال فترة معينة ، والطبقات تلتف حول نقطة تسمى السرة أقرب إلى الطرف الضيق ولذلك توصف بالحبيبة غير المركزية .



حبيبة بسيطة ذات سرة واحدة

حبيبة مركبة لها أكثر من سرة

ولا تغلفها أغلفة مشتركة

حبيبة نصف مركبة لها أكثر

من سرة وتغلفها طبقات مشتركة

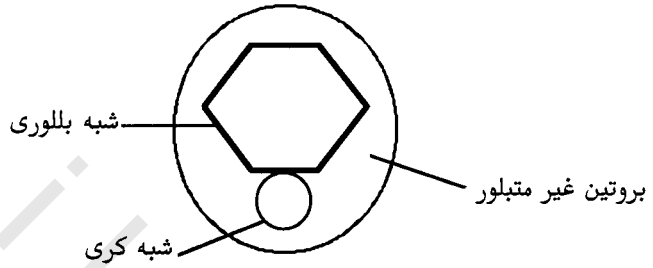
حبيبات النشا فى درنات

البطاطس

ثانيًا : البروتينات :

فى حالة سائلة فى العصير الخلوى ، وتدخل فى مركبات معقدة لتكوين البروتوبلازم وتوجد فى حالة صلبة فى البذور وتسمى حبيبات الأليرون (كبيرة الحجم فى بذور الخروع وصغيرة فى بذور البازلاء) .

وتتركب الحبيبة من غلاف وبداخله مادة بروتينية دقيقة غير متبلـورة منغمـس فيها جسم شبه بللورى مضلع الشكل والآخر مستدير ويعرف بالجسم شبـه الكـرى ، وكلا الجسمين من مادة بروتينية ، وقد يوجد أكثر من جسم شبه كرة وقـد يوجـد أكثر من جسم شبه بللورى ، وتختبر هذه الحبيبات بـاليود حتـى تصطبـغ بلـون أصفر أو بنى باهت .



ثالثا : الدهون :

توجد فى الخلايا النباتية على هيئة قطرات مسـتديرة لامعـة بالعصـير الخلـوى أو السيتوبلازم . وتختزن الزيوت فى بذور القطن والخروع والكتان . كذلك توجـد زيـوت طيارة فى خلايا أزهار بعض النباتات .

ويمكن الكشف عن الدهون بصباغة الخلايا بمحلول سودان ٣ حيث تتلـون منـاطق الدهن باللون الأحمر .

obeikandl.com