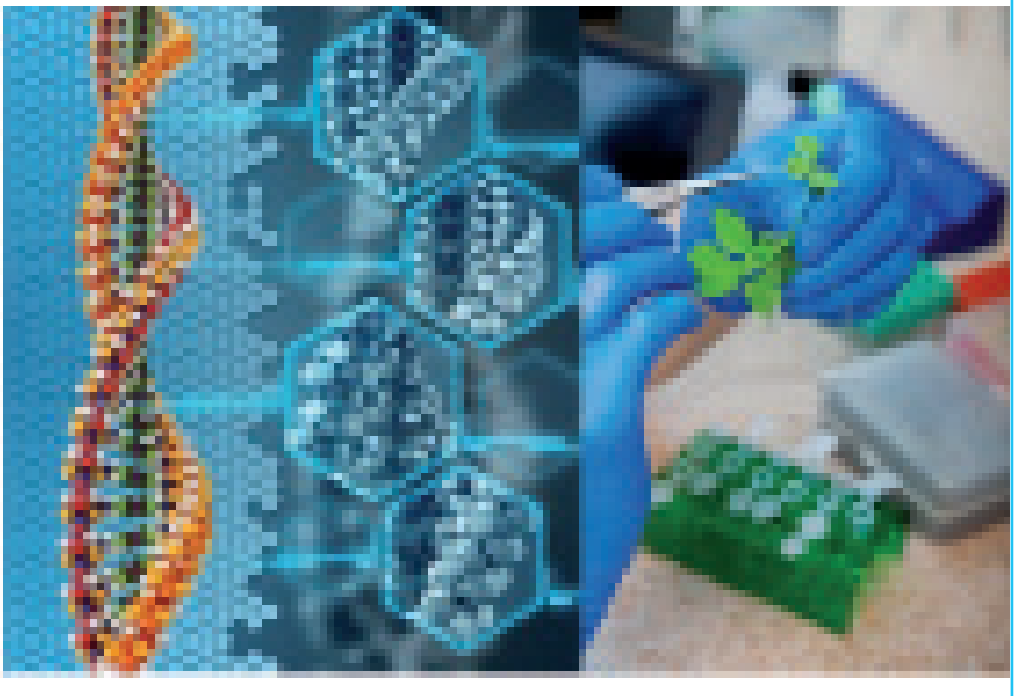
الفصل الثامن

8

الكيمياء الحياتية

Biochemistry



بعد الإنتهاء من دراسة هذا الفصل يتوقع من الطالب أن:

- ☐ يميز بين أنواع الكاربوهيدرات.
- ☐ يعرف أنواع السكريات وما هي الاختلافات بينها.
- ☐ يستطيع الكشف عن النشأ.
- ☐ يعرف اللبيدات (الدهون).
- ☐ يتعلم كيفية صناعة الصابون والمواد المستخدمة في صناعته.

1-8 مقدمة

تُعَدُّ الكيمياء الحياتية العلم الذي يعنى بكيمياء التراكيب الحيوية في اجسام المخلوقات الحية. حيث يدرس هذا العلم التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الانسان او اجسام المخلوقات الحية فان هذا النوع من الدراسة يربط بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوظيفي لتلك المخلوقات. وفي هذا الفصل سنتطرق لمقدمات يسيرة عن نوعين من المواد الغذائية المهمة لصحة اجسامنا وما يحدث لهما من تغيرات خلال العمليات الحيوية داخلها. هذان النوعان هما: الكاربوهيدرات والبروتينات.

2 - 8 الكاربوهيدرات Carbohydrates

هل فكرت يوماً بالنشويات التي تُكون معظم غذائنا من الخبز والرز ونحوها ومم تتكون؟ ام هل تعرف السبب الكامن وراء الطعم الحلو للعسل وبعض الفواكه كالموز والتفاح والعنب؟

ان نوعاً من المواد الكيميائية يدخل في تركيب تلك الاغذية يعرف بالكاربوهيدرات او النشويات او السكريات.

الكاربوهيدرات والنشويات والسكريات هي المواد الغذائية الاساسية للانسان.

فما هي الكاربوهيدرات؟ وما انواعها وخصائصها؟

8 - 2 - 1 تركيب الكاربوهيدرات

لو اجريت تحليلاً لأنواع من هذه المواد لوجدت انها تحتوي على كاربون وهيدروجين واوكسجين ونسبة الاوكسجين فيها مرتفعة. وتبين الصيغة التركيبية لمعظم الكاربوهيدرات ان كل ذرة كاربون في الجزيء ترتبط بالذرات المكونة لجزيئات الماء وهي $(CH_2O)_n$ أو $C_n(H_2O)_n$ ولذا اطلق عليها اسم كاربوهيدرات المشتق من كاربون (Carbon) وماء (Hydrate).

تقسم الكاربوهيدرات الى كاربوهيدرات معقدة (Complex carbohydrate) وكاربوهيدرات بسيطة (Simple carbohydrate) وغالباً ما تكون على شكل سلاسل كاربونية مستمرة قابلة للالتفاف وتشكيل جزيئات ذات سلاسل كاربونية حلقية ويكون التركيبان الحلقي والمستمر في حالة اتزان مستمر.

2-2-8 اصناف الكاربوهيدرات:

تصنف الكاربوهيدرات الى انواع اهمها ما يأتي :

1- الكاربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) (Monosaccharides) : كالكلوكوز والفركتوز.

2 - الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) (Disaccharides) : كالسكروز والمالتوز واللاكتوز.

3 - الكاربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) (Polysaccharides) : كالنشأ والسيليلوز.

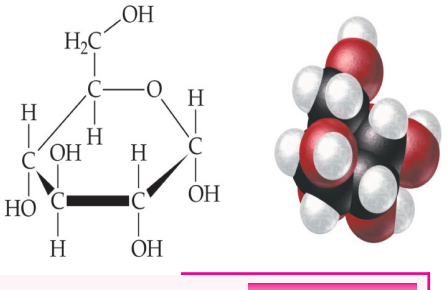
سنعرض بعض التفاصيل عن كل نوع منها :

1 - الكاربوهيدرات احادية التسكر

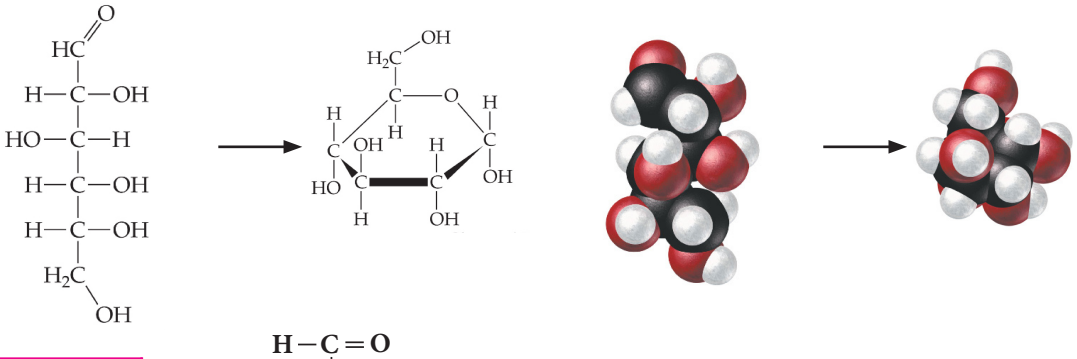
تعد الكاربوهيدرات الاحادية التسكر ابسط انواع الكاربوهيدرات ومن اشهر الامثلة عليها الكلوكوز والفركتوز.

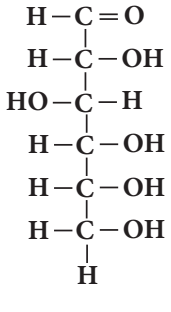
أ - سكر الكلوكوز أو سكر العنب (Glucose) :

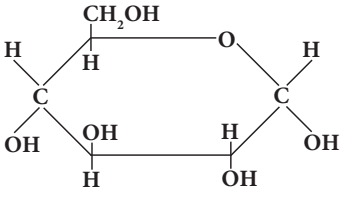
يوجد سكر الكلوكوز في الطبيعة كما ويوجد في فاكهة العنب وله أهمية واستعمالات طبية في تغذية المرضى واسعافهم خلال العمليات الجراحية وفي الحالات التي لا يتناول المريض فيها غذاءً كافياً عن طريق الفم. الصيغة الجزيئية للكلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$ أو $C_6(H_2O)_6$ ، غير انه يأخذ شكلاً بنائياً يتوقف على الحالة التي يوجد عليها كما يأتي :



الصيغة البنائية المغلقة للكلوكوز.







تترتب جزيئة الكلوكوز من الصيغة البنائية المفتوحة الى الصيغة البنائية المغلقة .

من تأمل الشكلين يمكننا ملاحظة ما يلي :

* الشكل الحلقي عبارة عن ايثر حلقي يحوي عدداً من مجاميع الهيدروكسيل .
* الشكل المفتوح عبارة عن الديهايد يحوي عدداً من مجاميع الهيدروكسيل .

للكلوكوز صفات يمكن تفسيرها بناء على شكل الجزيء وكلا الشكلين يدل على الصفات الاساسية للكلوكوز، وتستعمل في تمثيل التفاعلات الكيميائية، لكون معظم التفاعلات تجري في المحاليل المائية، وجميع تفاعلاته الكيميائية يمكن فهمها على اساس الشكل في الحالة المفتوحة (السائلة)، ولسهولة تمثيله فسنستعمله في معرفتنا صفات الكلوكوز.

فالكلوكوز عبارة عن بلورات صلبة، له درجة غليان عالية، كما انه يذوب جيداً في الماء. ومن الصيغة التركيبية للكلوكوز نلاحظ وجود مجاميع الهيدروكسيل وذرات الهيدروجين التي تسبب القطبية العالية للجزيء والتي تُكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئات الكلوكوز نفسها فتسبب ارتفاع درجة غليانه، كما انه يكون اواصر هيدروجينية مع الماء مما يؤدي الى شدة ذوبانه في الماء.

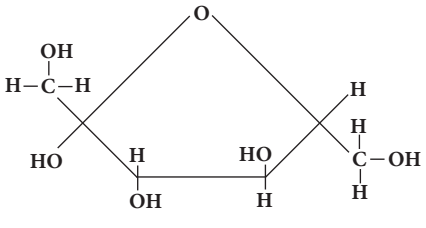
ومن الصيغة البنائية المفتوحة للكلوكوز يظهر احتوائه على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة، لذا فان صفاته الكيميائية تشبه الى حد كبير صفات الكحولات والالديهايدات، لذلك فهو يتأكسد بالتفاعل مع محلول تولن ومحلول فهلنك.

ب - سكر الفركتوز (سكر الفواكه) Fructose

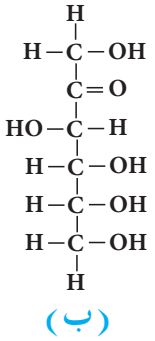
يوجد الفركتوز في العسل ومعظم الفواكه، والصيغة الجزيئية للفركتوز هي $C_6H_{12}O_6$ ، وهي كما تلاحظ تشبه الصيغة الجزيئية للكلوكوز، اما الصيغة البنائية له فتمثل بالشكلين المجاوريين (أ) و (ب).

وتتشابه الخواص الفيزيائية للفركتوز مع الخواص الفيزيائية للكلوكوز نظراً للتشابه في التركيب البنائي لهما، (فكلاهما يحوي مجاميع الهيدروكسيل ($-OH$) ومجموعة الكاربونيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) في الصيغة البنائية المفتوحة، ومجموعة ($-\overset{|}{C}-O-\overset{|}{C}-$) اضافة الى ($-OH$) في الصيغة البنائية الحلقية تجعل الفركتوز له درجة غليان مرتفعة وقدرة عالية على الذوبان في الماء.

تُظهر الصيغة البنائية المفتوحة للفركتوز وجود عدد من مجاميع الهيدروكسيل اضافة الى مجموعة الكاربونيل الكيتونية ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$)، الامر الذي يكسبه تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات، ومن تلك التفاعلات قابلية الفركتوز للتأكسد فمن الامور التي خالف فيها الفركتوز معظم الكيتونات قابليته للتأكسد بمؤكسد مثل كاشف تولن أو محلول فهلنك الامر الذي لم نعهده في الكيتونات، لذا يصنف الفركتوز على انه من السكريات المختزلة رغم كونه كيتوناً.



(أ)



(ب)

أ- الصيغة البنائية الحلقية للفركتوز
ب- الصيغة البنائية المفتوحة للفركتوز.

2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر :

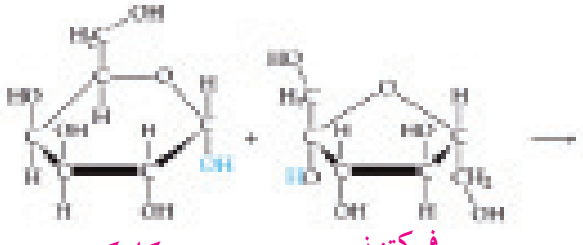
يتكون جزيء هذا النوع من ارتباط جزيئين من السكر الأحادي متماثلين أو مختلفين بعد فقدان جزيء ماء ومن أشهر الأمثلة على ذلك :

سكر القصب أو السكروز (Sucrose) :

يستخلص السكروز ذو الطعم الحلو من نبات قصب السكر، وعند تكرير هذا السكر وتنقيته وبلورته تحصل على مادة بيضاء نقية هي السكر المتداول في نظامنا الغذائي، والذي صيغته الجزئية : $C_{12}H_{22}O_{11}$. إن الجزيء من السكروز يتكون من جزيء كلوكوز وجزيء فركتوز مرتبطين ببعضهما من خلال اصرة كلايكوسيدية تنشأ بانتزاع جزيء ماء منها . إلا أنه من السهل تحلله إليهما في عملية الهضم التي تحدث في أجسامنا .

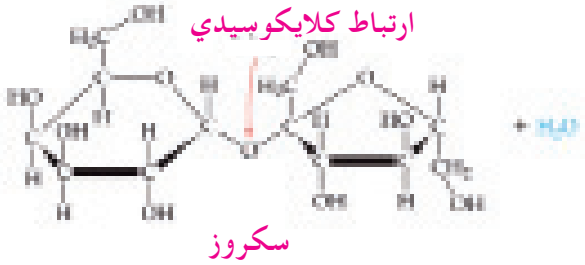
$$\text{Sucrose} \longrightarrow \text{Fructose} + \text{Glucose}$$

سكروز فركتوز كلوكوز

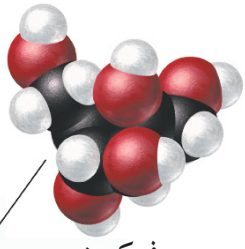


كلوكوز فركتوز

ارتباط كلايكوسيدي

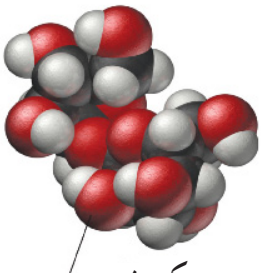


سكروز



فركتوز

الفركتوز هو السكر الاساسي الموجود في الفواكة .



سكروز

سكر المائدة هو السكروز ثنائي التسكر

3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر :

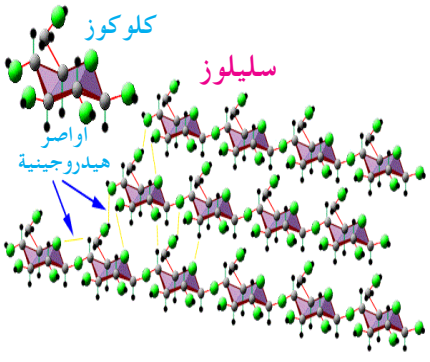
تعد بوليمراً ضخماً للسكريات الأحادية ومن أشهر الأمثلة عليها : النشأ والسليلوز (الخشب) .

أ- النشأ Starch :

حين نتناول البطاطا فنحن نتناول غذاء يحوي مادة كاربوهيدراتية ضخمة بُني هيكلها من وحدات صغيرة هي الكلوكوز، إن تلك المادة هي النشأ التي تعد بوليمراً يمثل الكلوكوز الوحدة الأساسية في بنائه حيث يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل . وجرت العادة على تسمية الأغذية الحاوية على هذا النوع من الكاربوهيدرات بـ (النشويات) نسبة إلى وجود النشأ فيها بكمية كبيرة .

ب- السليلوز Cellulose :

يتكون السليلوز من بوليمر ضخم للكلوكوز، وعلى الرغم من أن الوحدة الأساسية له وللنشأ هي نفسها (كلاهما بوليمر للكلوكوز) إلا أن هناك اختلافاً بينهما في الشكل والخواص سببه اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منهما واختلاف ترابطها مع بعضها. إن المصدر الطبيعي للسليلوز ألياف المواد الخشبية كما أنه يوجد في قشور بعض ثمار الفواكه كالتمر. يمكن تفكيك الجزيئات الكبيرة كالنشأ والسليولوز إلى مكوناتها من الكلوكوز، وذلك بتفاعلها مع محاليل الحوامض، أو بتأثير بعض الأنزيمات. وهي تشبه ما يحدث في اجسامنا عند هضم تلك المواد.



السليلوز

محاليل حوامض او انزيمات

Cellulose ⟶ **Glucose**

نشأ أو سيليلوز — كلوكوز

النشويات

3-2-8 الكشف عن النشأ

يمكن لجزيئات النشأ ان ترتبط مع جزيئات اليود في محلول اليود لتكون مركباً ذا لون ازرق، ومحلول اليود يحضر باذابة بلورات يود في محلول مائي ليوديد البوتاسيوم. لذا فالكشف عن النشأ يتم باضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ.

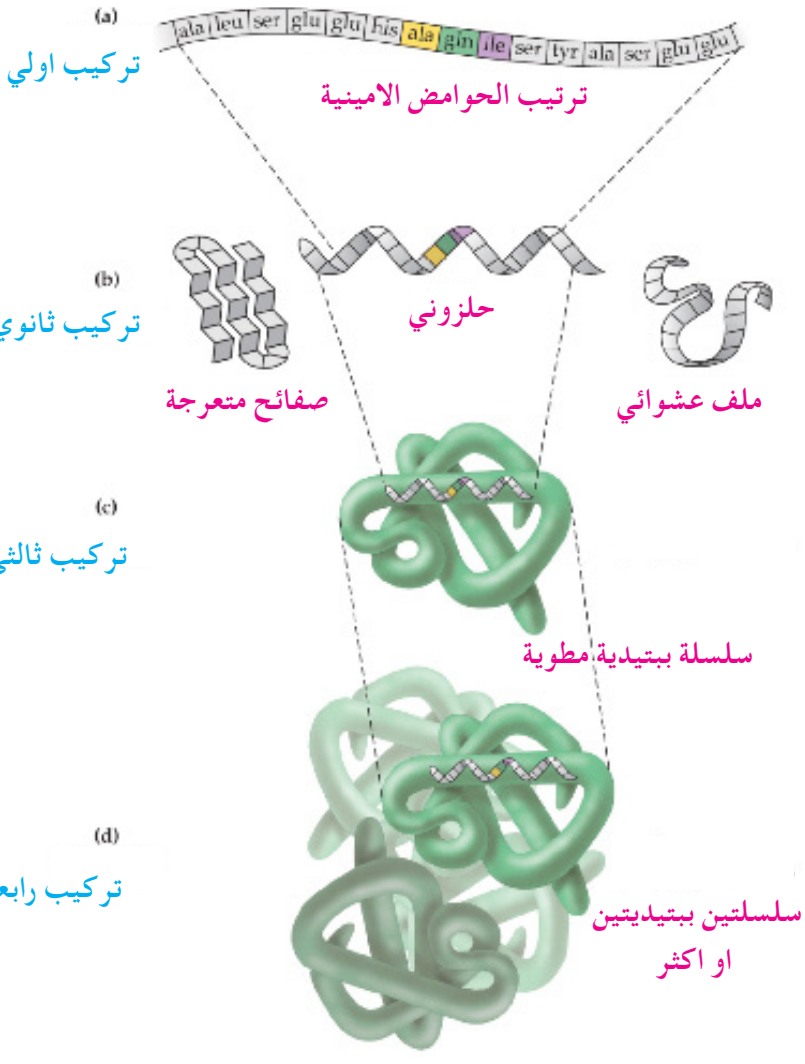
3-8 البروتينات Proteins

الأصل اليوناني لكلمة بروتين المقطع الاول (Pro) يعني الاول والمقطع الثاني (teins) يعني أهمية أو الأساس، إن هذه المواد خلقها الله سبحانه لتسهم في بناء أنسجة المخلوقات الحية، حيث تدخل في تركيب جميع الخلايا الحية، وهي أساسية في غذاء الأنسان لأنها المصدر الأول للحوامض الآمينية التي يحتاجها الانسان لنموه.

البيض مصدر للبروتين

فما هو التركيب الكيميائي لهذه المواد؟ فيم تتشابه جزيئاتها، وفيم تختلف؟ وماذا نعرف عن أشكال جزيئاتها؟ وهل نستطيع تحضيرها بسهولة في المختبر؟

المصدر الأساسي لأي بروتين هو الأجسام الحية، إلا أن المنطقة الواحدة من الجسم قد تحتوي على انواع متعددة من البروتينات التي يجب فصل بعضها بعضاً، ونظراً لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية، فإنه من الصعب فصلها بطرق كيميائية سهلة.



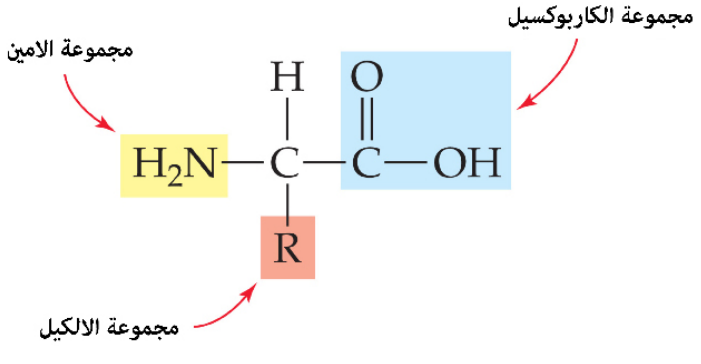
جزيئات البروتينات

1-3-8 العناصر المكونة لجزيئات البروتين

بعد إجراء التجارب العملية وجد ان البروتينات تحتوي على عناصر أساسية هي : الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وأحياناً على عناصر ثانوية مثل الكبريت والفسفور.

2-3-8 الاحماض الأمينية

تعد الاحماض الأمينية الوحدة الأساسية لبناء البروتين، وتمثل بالصيغة البنائية العامة الاتية :



الصيغة العامة للاحماض الامينية.

تأمل الصيغة البنائية العامة للأحمـــاض الأمينية ثم أجب عن التساؤلات الاتية :

1 – ما المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيهما جميع الاحماض الأمينية؟

2 – ما الأثر الكيميائي لكل مجموعة على صفات الحامض الأميني؟

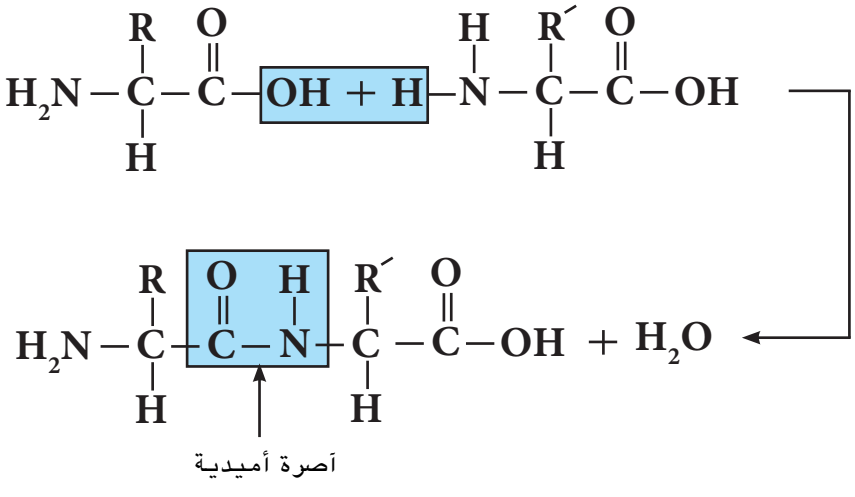
من الواضح أن أختلاف الأحماض الأمينية عن بعضها ناشئ عن اختلاف الجذر R .

3-3-8 تكوين البروتين

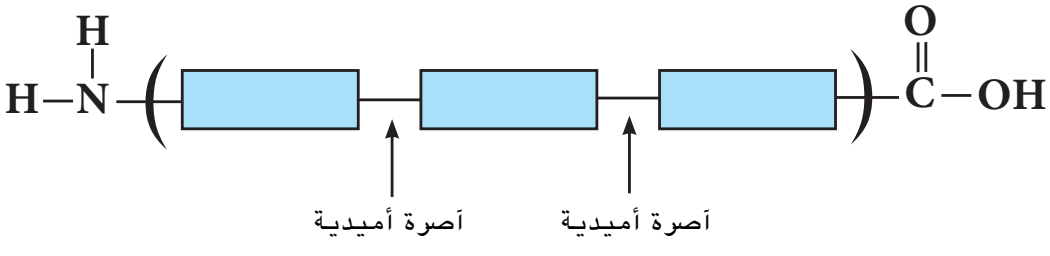
يتكون البروتين من ارتباط اعداد كبيرة من وحدات بنائية صغيرة هي الاحماض الأمينية (بعد فقدان جزيء ماء لكل نقطة ارتباط) باواصر تدعى الاواصر الأميدية (الببتيدية) مكونة سلسلة طويلة من الجزيئات (بوليمر) ذات كتلة مولية كبيرة تتراوح بين 40000 – 40000000 ، وفي التفاعل العام التالي تتضح الطريقة التي يتم بها تكوين البروتين :

تمرين 8-1

علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية) (amphoteric) .



سيكون أحد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل ، والطرف الأخر مجموعة أمين وفي ثناياه عدد من المجاميع الأميدية كما هو في الشكل التوضيحي الاتي :



4-3-8 التفاعلات الاساسية للبروتينات :

معظم التفاعلات المهمة للبروتينات تحدث في خلايا أجسام المخلوقات الحية ، ومعظمها يشمل تجزئة البروتين إلى أجزاء صغيرة مكونة من واحد أو أكثر من الاحماض الأمينية ، وفي المختبر يمكن أيضاً تجزئة البروتين إلى الاحماض الأمينية المكونة له ، وذلك بالتفاعل مع الاحماض غير العضوية مثل HCl حيث يقوم بفك الاصرة الأميدية (هو تفاعل مماثل لما يحدث عند هضم البروتين في المعدة) ، كما يمكن تجزئة البروتين إلى أملاح الاحماض الامينية بالتفاعل مع القواعد غير العضوية مثل NaOH .

الشعر بروتينات ذات شكل خيطي.

تختلف البروتينات بعضها عن بعض باختلاف أنواع الاحماض الأمينية وأعدادها وترتيبها، فهناك ما لايقل عن 20 حامضاً أمينياً تنتج عدداً ضخماً من البروتينات المختلفة، ووظيفة البروتين في الجسم الحي تعتمد على نوع الاحماض الأمينية المكونة له وترتيبها داخل بنية جزيئاته، ولهذا يبذل الباحثون جهوداً كبيرة لمعرفة ترتيب الاحماض الامينية في بروتين ما بهدف محاولة انتاج مشابه له في المختبر لتعويضه عند الحاجة الى ذلك في أجسام المخلوقات الحية.

تقوم البروتينات بدور حيوي في جسم المخلوق الحي، وبالرغم من تشابهها في التركيب الكيميائي، والاواصر بين ذراتها وجزيئاتها،إلا أنها بسبب كبر حجمها تتخذ أشكالاً تختلف في وظائفها وصفاتها الطبيعية مثل:

- بروتينات تتخذ شكلاً خيطياً (ليفياً) كما هو في الكرياتين في الشعر والصوف.
- بروتينات شبه كروية كما هو في البيض.

والوظائف الاساسية للبروتينات تتمثل بانها تقوم بوظائف أساسية في أجسام المخلوقات الحية تعتمد إلى حد كبير على الشكل العام للجزيئات (نوع مكوناتها وتركيبها)، واي تأثير يغير من الشكل العام للبروتينات في هذه المواد يعطلها عن عملها ويؤثر على حياة المخلوق الحي. ومن أشهر المواد الحيوية البروتينية في أجسامنا: الأنزيمات والهرمونات والهيموكلوبين في الدم.

4-8 الانزيمات

تُعَدُّ الانزيمات صنفاً من البروتينات وهي موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقلة، ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي، وعملية التنفس.

تتكون الانزيمات داخل جسم الكائن الحي وتتجدد باستمرار بسبب انها تفقد فاعليتها بمرور الزمن في اثناء التفاعلات الحيوية ويكون عملها ضمن pH معينة وتتلف بالحرارة، كما ان لها مضادات توقف عملها.

تعمل الانزيمات كعوامل مساعدة للتقليل من الطاقة اللازمة (طاقة التنشيط أوطأ) لحدوث التفاعل عنه بدون انزيم.

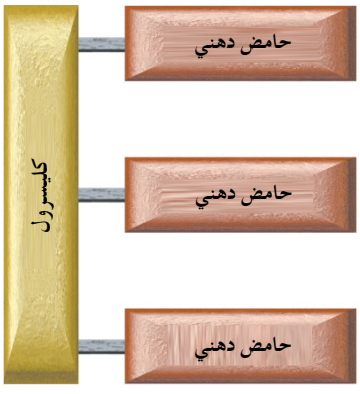
وهناك نوعان من الانزيمات:

1 - الانزيمات الداخلية وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية.

2 - الانزيمات الخارجية ويكون عملها خارج الخلية (اي بعد افرازها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة.

5-8 الدهون (اللبيدات) Lipids

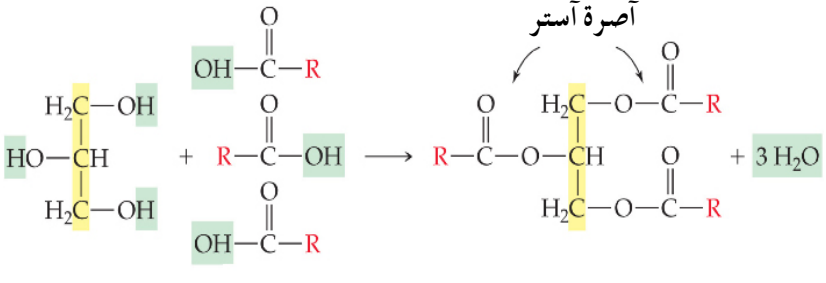
توجد المواد الدهنية في الطبيعة بكميات كبيرة، وتتركز الزيوت النباتية في بذور النباتات مثل القطن والذرة والسمسم وفي بعض الثمار مثل الزيتون وجوز الهند، وهناك الشحوم الحيوانية وتوجد في كل خلايا الجسم وتُعَدُّ المادة الاساس التي يختزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة، اذ ان هضمها واكسدتها يؤدي الى تحرر كميات كبيرة من الطاقة، فهي تمثل اغذية الطاقة الكامنة المخزونة في جسم الكائن الحي. وكذلك لها اهمية اقتصادية حيث تدخل في صناعة الصابون والاصباغ والشموع.



ثلاثي الكليسرايد

الدهون (الشحوم الحيوانية والزيوت النباتية) مركبات لا تذوب في المذيبات القطبية كالماء، لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالايثر والكلوروفورم، وتكون هذه المركبات ذات ملمس دهني. تكون الشحوم الحيوانية صلبة في درجة حرارة الغرفة اما الزيوت النباتية فتكون سائلة.

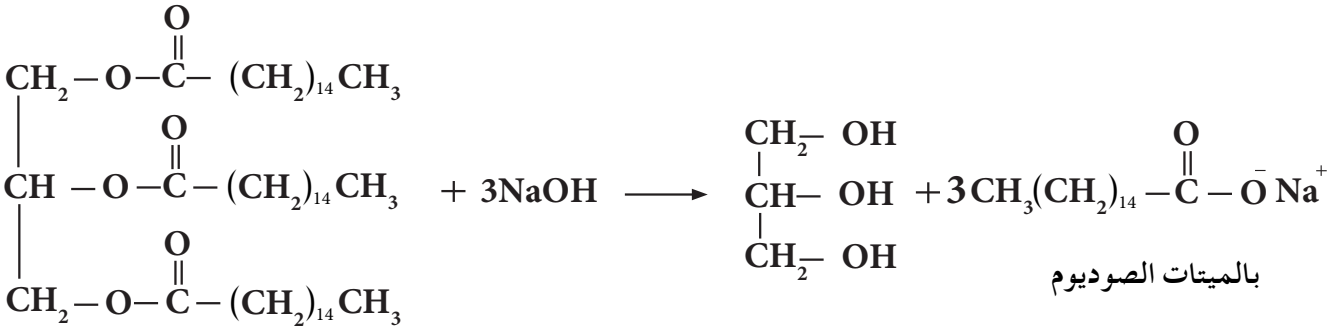
والدهون عبارة عن الاستر الثلاثي للكليسرول (Triester of glycerol) مع الحوامض الشحمية Fatty acids والتي تتكون من سلسلة هيدروكاربونية طويلة ($C_{12} - C_{24}$) لها مجموعة كاربوكسيلية طرفية، ويدعى هذا التركيب بثلاثي الكليسرايد.



الصابون

6-8 الصابون

ان صناعة الصابون من اقدم الصناعات الكيميائية التي عرفها الانسان، فالصابون هو عبارة عن ملح االصوديوم (او البوتاسيوم) لحامض دهني، وتتم عملية الصوبنة هذه بفعل القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH او هيدروكسيد البوتاسيوم KOH على الزيت او الدهن Fat ويضاف محلول لملح كلوريد الصوديوم فتتصلب مادة تتكون على شكل طبقة سميكة ترشح من خلال قطعة قماش لينتج الصابون بعد غسله بالماء البارد لازالة اي بقايا من الملح.



ثلاثي بالميتات الكليسرول

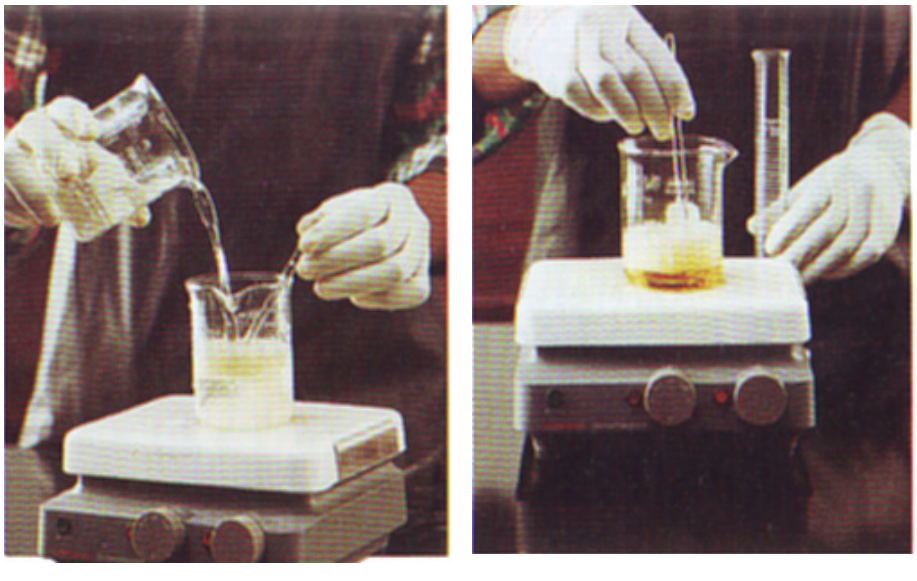
بالميتات الصوديوم

يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن، فاستخدام قاعدة NaOH ينتج الصابون الصلب وهو الصابون العادي المستخدم في المنازل، اما استخدام قاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH فينتج عنها الصابون الطري أو السائل المستخدم في الغسيل أو كريم الحلاقة.

وتتوقف جودة الصابون على نوع الدهون المستخدمة.

تمرين 8-2

لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم في صناعة الصابون.



خطوات صناعة الصابون

8-1 اختر الاجابة الصحيحة مما يلي :

1 – اي المواد التالية ليس مصدرها بروتيناً :

أ – جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت .

ب – جزيء مركب يحتوي على الكاربون والهيدروجين والنتروجين .

ج – مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد .

2 – يتكون جزيء السكروز من وحدات صغيرة هي :

أ – كلوكوز ب – فركتوز ج – كلوكوز وفركتوز .

3 – اي من العناصر التالية لا يوجد في الحوامض الامينية :

أ – النتروجين ب – الفسفور ج – الاوكسجين د – الكاربون

4 – اي من البوليمرات التالية تُعَدُّ الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (المونمر) لها :

أ – البروتينات ب – الكاربوهيدرات ج – اللبيدات (الدهون)

8-2 علل ما يلي :

أ – يُعَدُّ سكر الفركتوز من السكريات المختزلة .

ب – تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد .

ج – يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة .

8-3 اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز، فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر ؟

8-4 أكمل الجدول التالي :

وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية		
الصيغة البنائية المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)		

المصطلحات

(أ)	
Enthalpy	انثالبي
Compex ion	ايون معقد
Initial	ابتدائي
Hydroxide ion	ايون الهيدروكسيد
Hydrogen ion	ايون الهيدروجين
Electron	الكترون
IUPAC	الاتحاد الدولي للكيمياء الصرفة والتطبيقية
Addition	اضافة
Coordination bond	اصرة تناسقية
Monodentate	احادي المخلب
Ionic equilibrium	اتزان ايوني
Chemical equilibrium	اتزان كيميائي
Cation	ايون موجب
Anion	ايون سالب
Weak electrolyte	الكتروليت ضعيف
Amphoteric	امفوتيري
Hydrogen–ion exponent	الاس الهيدروجيني
Common ion	ايون مشترك
Fusion	انصهار
Entropy	انتروبي
Forward	امامي
Isomer	ايزومر
Hydrogen bond	اصرة هيدروجينية
Ether	ايثر
Esterfication	استرة

Carbonium ion	أيون الكاربونيوم
Carbanian ion	أيون الكاربانيون
Electrophil	الكتروفيل (كاشف باحث عن النواة)
Primary	أولي
Mono	أحادي
Ester	أستر
Anzyme	أنزيم
Reduction	أختزال
Anode	أنود
Ampere	أمبير (وحدة التيار الكهربائي)
(ب)	
Bohr magneton	بور مغنيتون (وحدة الزخم المغناطيسي)
Protein	بروتين
Battery	بطارية
(ت)	
Exothermic Reaction	تفاعل باعث للحرارة
Endothermic Reaction	تفاعل ماص للحرارة
Quantitative analysis	تحليل كمي
Qualtitative analysis	تحليـــــــل نوعي (وصفي)
Volumetric analysis	تحليل حجمي
Volatilization	تطاير
Titration	تسحيح
Nutralization	تعادل

المصطلحات

Valancy	تكافؤ
Electric current	تيار كهربائي
Chemical analysis	تحليل كيميائي
Homogeneous reaction	تفاعل متجانس
Hetrogeneous reaction	تفاعل غير متجانس
Concentration	تركيز
Self ionization	تأين ذاتي
Solvolysis	تمذوب
Hydrolysis	تحلل مائي
Electrolysis	تحلل كهربائي
Vaporiziation	تبخر
Condensation	تكثيف
Crystalization	تبلور
Spontaneous	تلقائي
Reversible reaction	تفاعل انعكاسي
Irreversible reaction	تفاعل غير انعكاسي
Common – ion effect	تأثير الايون المشترك
Redox reaction	تفاعل تأكسد واختزال
(ث)	
Thermodynamic	ثرموداينمك
Bidentate	ثنائي المخلب
Equilibrium constant	ثابت الاتزان
Secondary	ثانوي
Tertiary	ثالثي

Di	ثنائي
Tri	ثلاثي
Solubility product	ثابت حاصل الذوبان
(ج)	
Molecule	جزيء
Salt bridge	جسر ملحي
Cell potential	جهد الخلية
Oxidation potential	جهد التأكسد
Reduction potential	جهد الاختزال
Standard potential	جهد قياسي
Joule (J)	جول (وحدة الطاقة)
(ح)	
Heat	حرارة
Specific heat	حرارة نوعية
State	حالة
Absorbed heat	حرارة ممتصة
Evolved heat	حرارة متحررة
Boundary	حد
Volume	حجم
Calculator	حاسبة يدوية
Oxidation state	حالة التأكسد
Acid	حامض
Weak acid	حامض ضعيف
Reaction quotieut	حاصل التفاعل
Polyprotic acid	حامض متعدد البروتون
Strong acid	حامض قوي

المصطلحات

Carboxylic acid	حامض كاربوكسيلي
Amino acid	حامض اميني
(خ)	
Extensive property	خاصية شاملة
Intensive property	خاصية مركزة
Linear	خطي
Backward	خلفي
Electrochemical cell	خلية كهربائية
cell	خلية
Galvanic cell	خلية كلفانية
Electrolyte cell	خلية الكتروليتية
Voltaic cell	خلية فولتائية
Fuel cell	خلية وقود
Dry cell	خلية جافة
Mercury cell	خلية زئبقية
(د)	
Indicator	دليل
Erylnmyer	دورق ايرلنماير
Temperature	درجة الحرارة
Melting point	درجة الانصهار
Boiling Point	درجة الغليان
Lipid	دهن (لبيد)
(ذ)	
Solubility	ذوبانية
Atom	ذرة
Molar solibility	ذوبانية مولارية

(ر)	
Tetrahedral	رباعي الاوجه منتظم
Precipitate	راسب
(ز)	
Time	زمن
(س)	
Heat capacity	سعة حرارية
Liquid	سائل
Centimeter	سنتمتر
Burret	سحاحة
Saccharides	سكريات
(ص)	
Solid	صلب
Saponification	صوبنة
(ض)	
Pressure	ضغط
Standrad Temperature and Pressure (STP)	ظروف قياسية من ضغط ودرجة حرارة
(ط)	
Energy	طاقة
Kinetic energy	طاقة حركية

المصطلحات

Potential energy	طاقة كامنة
Gibbs free energy	طاقة كبس الحرة
Satandard Gibbs free energy	طاقة كبس الحرة القياسية
Satandard Gibbs free energy of formation	طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية
(ع)	
Normality	عيارية
Avogadro's number	عدد افوكادرو
Oxidiation number	عدد التأكسد
Coordination number	عدد التناسق
Element	عنصر
Oxidiation agent	عامل مؤكسد
Reduction agent	عامل مختزل
(غ)	
Nonelectrolyte	غير الكتروليت
Nonespontaneous	غيرتلقائي
(ف)	
Oven	فرن
Buffer action	فعل البفر
Voltmeter	فولتمتر (مقياس الجهد)
Volt	فولت (وحدة الجهد)

(ق)	
Effective atomic number rule	قاعدة العدد الذري الفعال
Base	قاعدة
Le Chatelir's Principle	قاعدة لوشاتليه
Weak Bade	قاعدة ضعيفة
Strong base	قاعدة قوية
Conjucated base	قاعدة قرينة
Hess law	قانون هيس
Markovnikov rule	قانون ماركوفينيكوف
Electromotive force (emf)	قوة دافعة كهربائية
Reference electrode	قطب مرجع
Satandrad hydrogem electrode (SHE)	قطب الهيدروجين القياسي
(ك)	
Equivalent mass	كتلة مكافئة
Molar mass	كتلة مولية
Mass	كتلة
Quantity	كمية
Corrination chemistry	كيمياء تناسقية
Graphite	كرافيت
Organic chemistry	كيمياء عضوية

المصطلحات

Tollen's reagent	كاشف تولن
Carbohydrates	كاربوهيدرات
Electrochemistry	كيمياء كهربائية
Cathode	كاثود
Columb (C)	كولوم (وحدة الشحنة الكهربائية)
Biochemistry	كيمياء حياتية
(ل)	
Ligand	ليكند
Chealating ligand	ليكند كليتي
Logarethem	لوغاريتم
(م)	
Reactant	متفاعل
Chemical equation	معادلة كيميائية
Neutral complex	معقد متعادل
Trigonal planer	مثلث مستوي
Squar planer	مربع مستوي
Surrounding	محيط
Universe	مجموعة
Balance	ميزان
Factor	معامل
Mole	مول
Molarity	مولارية
Millimeter	مللمتر
Pipte	ماصة
Salt	ملح

Coordination sphere	مجال التناسق
Multidentate	متعدد المخلب
Acceptor	مستقبل
Coordination complex	معقد تناسقي
Equilibrium posttion	موضع الاتزان
Diamond	ماس
Rhombic	معيني
Orthorhombic	موشوري
Fehlings solution	محلول فهلنك
Buffer solution	محلول بفر (منظم)
Nernest equation	معادلة نيرنست
(ن)	
Product	ناتج
Valence bond theory	نظرية اصرة التكافؤ
System	نظام
End point	نقطة النهاية
Werners theory	نظرية فرنر
Nucleuphil	نيوكليوفيل
(هـ)	
Triagonal pyramid	هرم ثلاثي القاعدة
(و)	
Donor	واهب

امثلة عن الحوامض والقواعد والاملاح					
حوامض قوية	قواعد قوية	حوامض ضعيفة	قواعد ضعيفة	مواد شحيحة الذوبان	املاح تامة الذوبان
HCl حامض الهيدروكلوريك HBr حامض الهيدروبروميك HI حامض الهيدرويوديك H_2SO_4 حامض الكبريتيك HNO_3 حامض النتريك $HClO_4$ حامض البيركلوريك H_2CrO_4 حامض الكروميك	NaOH هيدروكسيد الصوديوم $Ba(OH)_2$ هيدروكسيد الباريوم $Ca(OH)_2$ هيدروكسيد الكالسيوم KOH هيدروكسيد البوتاسيوم LiOH هيدروكسيد الليثيوم	الحوامض العضوية بصيغة R-COOH مثل : CH_3COOH حامض الخليك HCOOH حامض الفورميك C_6H_5OH الفينول HCN حامض الهيدروسيانيك HF حامض الهيدروفلوريك HNO_2 حامض النتروز	NH_3 الامونيا و الامينات بصيغة $R-NH_2$ C_6H_7N الانيلين	AgCl كلوريد الفضة $PbSO_4$ كبريتات الرصاص $BaSO_4$ كبريتات الباريوم CaF_2 فلوريد الكالسيوم $Zn(OH)_2$ هيدروكسيد الخارصين $Ca_3(PO_4)_2$ فوسفات الكالسيوم Ag_2CrO_4 كرومات الفضة $Fe(OH)_3$ هيدروكسيد الحديد $Al(OH)_3$ هيدروكسيد الالمنيوم MgF_2 فلوريد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ هيدروكسيد المغنيسيوم	NaCl كلوريد الصوديوم KCl كلوريد البوتاسيوم KNO_3 نترات البوتاسيوم Na_2SO_4 كبريتات الصوديوم K_2CrO_4 كرومات البوتاسيوم $CaCl_2$ كلوريد الكالسيوم NH_4Cl كلوريد الامونيوم CH_3COOK خلات البوتاسيوم CH_3COONa خلات الصوديوم $MgSO_4$ كبريتات المغنيسيوم

اسم الليكاند		صيغة الليكاند	نوعه	عدد المخالب
خلاتو	Acetato	CH_3COO^-	قوي	احادي المخلب
أمين	Ammine	NH_{3s}	قوي	احادي المخلب
آكوا	Aqua	H_2O	ضعيف	احادي المخلب
ازيدو	Azido	N_3^-	ضعيف	احادي المخلب
برومو	Bromo	Br^-	ضعيف	احادي المخلب
كاربونيتو	carbonato	CO_3^{-2}	قوي	ثنائي المخلب
كاربونيل	Carbonyl	CO	قوي	احادي المخلب
كلورو	Chloro	Cl^-	ضعيف	احادي المخلب
سيانو	Cyano	CN^-	قوي	احادي المخلب
ثنائي مثيل كلايكسيماتو	Dimethylglyoximato	dmg^-	قوي	ثنائي المخلب
اثيلين ثنائي امين en	Ethylenediamine	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	قوي	ثنائي المخلب
اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك	Ethylenediaminetetraacetic acid	EDTA	قوي	سداسي المخالب
فلورو	Fluoro	F^-	ضعيف	احادي المخلب
هايدرازين	Hydrazine	NH_2NH_2	قوي	ثنائي المخلب
هايدرازينيوم	Hydrazinium	$NH_2NH_3^+$	قوي	احادي المخلب
هيدروكسيدو (هيدروكسو)	Hydroxido	OH^-	ضعيف	احادي المخلب
ايودو	Iodo	I^-	ضعيف	احادي المخلب
مثيل امين	Methylamine	CH_3NH_2	قوي	احادي المخلب
نتراتو	Nitrato	NO_3^-	قوي	ثنائي المخلب
نتريتو	Nitrito	NO_2^-	قوي	احادي المخلب
نايتروسيل	Nitrosyl	NO	قوي	احادي المخلب
اوكزاليتو	Oxalato	$C_2O_4^{-2}$	ضعيف	ثنائي المخلب
بيريدين	Pyridine	C_5H_5N	قوي	احادي المخلب
ثايوسياناتو	Thiocyanato	SCN^-	ضعيف	احادي المخلب
يوريا	Urea	$\{(NH_2)_2CO\}$	قوي	احادي المخلب(معقد)

المصادر باللغة الانكليزية

1– P.W.Atkins and J. d Paula, "Atkins Physical Chemistry" 9th Edition, Oxford University Press, Oxford (2012).

2– A.F. Cotton, G. Wilkinson, A.C. Murillo and B. Bochmann, " Advanced Inorganic Chemistry" 7th Edition, Wiley–VCH, New York (2008).

3– R.T. Morrison and R.N. Boyd, " Organic Chemistry" 6th Edition, Pearson Prentic Hall, New Jersy (2008).

4– K.W. Whitten, R.E. Davis and L. M. Peck, "General Chemistry" 7th, Edition. Holt Rinehart and Winston, New York (2010).

5– A.T. Schwartz, D. M. Bunce, R. G. Silberman , C. L. Stanitski, W. J. Statton and A. P. Zipp, "Chemistry in Context" American Chemical Society, New York (1997).

6– R. Duran , L. P. Gold, C. G. Hass, and A. D. Norman "Chemistry" McGraw–Hill, New York (2003).

7– I. A. Vogel , "Text Book of Quantitative Chemical Analysis", 5th Edition, Longman Press, England (1989).

8– D. A. Skoog, D.M. Weast, F. G. Holler and S.R. Crouch, "Fundamental of Analytical Chemistry", 8th Edition, Brooks Cole, Canda(2004).

9– I. A. Vogel , "A Text Book of Macro and Semimicro Quantitative Inorganic Analysis", 4th Edition, Longman Press, England (1974).

10– S. Prakash, G.D. Tuli,S.K. Basu and R.D. Madan,"Advanced Inorganic Chemistry" vol. II, Chand Company Ltd., New Delhi (2010).

11– J. E. Huheey "Inorganic Chemistry" Harper and Row Publisher, London (1997).

12– N. J. Tro , "Introductory Chemistry" 3rd Edition, Pearson Prentic Hall, New Jersey (2009).

13– A. C. Wilbraham , D. D. Staley, M. S. Matta , and E. L.Waterman, "Chemistry", Pearson Prentice Hall, New Jersy (2008).

14– R. Chang , and B. C. Shank , " Chemistry", Mc Graw – Hill , New York (2005).

15–K. J. Denniston , J. J.Topping , and R. L.Caret, "General Organic and Biochemistry", Mc–Graw– Hill, New York (2004).

16–S.S Zumdahle and S.A Zumdahle "Chemistry" Houjhton Mifflin Bosten (2003).

17– M.S. Silberberg , "Chemistry , the Molecular Nature of Matter and Change" Mc Graw Hill, London (2003) .

المصادر باللغة العربية

1– إبراهيم الزامل، سليمان حمادي الخويطر ومحمد عبد العزيز الحجاجي "التفاعلات الكيميائية" ، الكتاب المرجع في الكيمياء للمرحلة الثانوية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، الجزء الثاني (1987).

2– نعمان النعيمي وعبد الرزاق حمودي "الكيمياء اللا عضوية" الجزء الثالث ، جامعة بغداد، كلية العلوم ، بغداد (1984).

3– احسان عبد الغني مصطفى وسعد عز الدين المختار، "الكيمياء اللاعضوية والتناسقية" جامعة الموصل ، كلية العلوم ، الموصل (1988).

4 – الكيمياء للصف الثاني عشر – الجزء الثاني ، شركة جيوبروجكتس ، شركة المطبوعات للتوزيع والنشر، لبنان (2009–2008) .

4 – الكيمياء للمرحلة الثانوية للمستويان الاول والثاني ، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الاردن (2006).