الفـــــــــــوارس

في

العلوم الحياتيـــــــــــة

تشمل هذه الدوسية

الوحدة الاولى : كيمياء الحياة

الوحدة الثانية : دورة الخلية وتصنيع البروتين

إعداد الاستاذ : شادي محمد الفـــوارس

(تحتوي هذه الدوسية على التأسيس للمادة من الصفر + جميع رسمات الفصل الدراسي الاول + افكار واسئلة متنوعة جدا + اسئلة الكتاب)

اكاديمية مدارس ستريم \ مدارس النماء \ مدارس دار العلم \ مدارس تقارب \ مدارس الوسيلة \ مدارس منارة الامل الدولية

رأي استاذ شادي الفوارس بالمادة

(المنهاج الجديد) :

١- يحتاج الطالب لمقدمة تأسيس وقد حرصت على شرح وتزويد الطالب بما يحتاجه من تأسيس للمنهاج في هذه الدوسية .

٢- المنهاج يحتاج لفهم دقيق وليس حفظ كما يعتقد البعض ، لان المنهاج يحتوي على خفايا بين السطور قد تكون مصدر هام لوضع الاسئلة الاستنتاجية .

٣- المنهاج ممتع جدا للدراسة في حال تم فهمه وفهم مسائله .

٤- هذه الدوسية وُضعت بين ايديكم احبائي بناءً على الطبعة الاولى التجريبية للكتاب

التأسيس

ملاحظة هامة جداااااً

عزيزي الطالب لكي تسيطر على المادة وتفهمها ارجو منك اعتبار هذا التأسيس مهم ومطالب به وزارياً .

* المركب العضوي : هو المركب الذي يحتوي في تركيبه على الكربون بإستثناء CO_2 ويدخل المركب العضوي في تركيب اجسام الكائنات الحية .

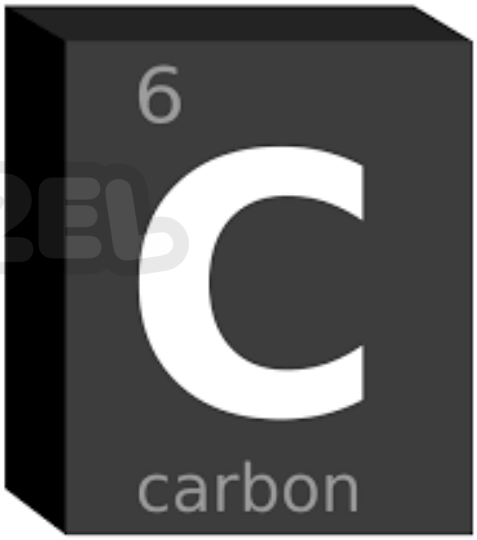
وتكمن اهمية المركب العضوي ، وجوده ضروري للتفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الكائن الحي وينتج من هذه التفاعلات تغيرات في المادة والطاقة .

* اهم الذرات التي تدخل في تركيب المركب العضوي :

- بصورة اساسية : الكربون C والهيدروجين H .

- يدخل في تركيب بعضها : النيتروجين N والاكسجين O .

***** لذلك عزيزي الطالب من المهم كتأسيس معرفة خواص كل ذرة . ونبدأ بـ :**



* يقع في المجموعة الرابعة .

* عدده الذري 6 .

* يُكون 4 روابط تساهمية (تشاركية) ..... **لماذاااااا ؟؟؟؟؟**

عزيزي الطالب هناك ما يسمى في علم الكيمياء التوزيع الالكتروني للافلاك (المدارات) ووضعه العالِم شرودنغر فلكل مدار سعته المحددة من الالكترونات ليصل الى حالة الاستقرار وعندما لا تصل الذرات الى حالة الاستقرار فانها تساهم بروابط مع ذرات اخرى للوصول الى حالة استقرار فتتكون روابط تساهمية عندئذٍ .

فمثلاً :

حالة الاستقرار للمدار الاول $2e^-$.

حالة الاستقرار للمدار الثاني $8e^-$.

حالة الاستقرار للمدار الثالث $18e^-$ ..... الخ .

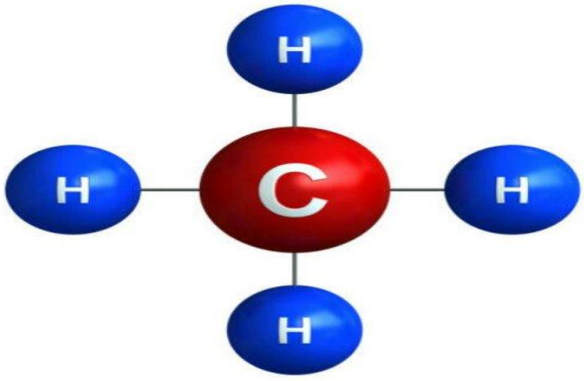
ويعبر عن توزيع المدارات (الافلاك) بناءً على العالِم شرودنغر كالاتي :

الخ..... $1S^2$ / $2S^2$ $2P^6$ / $3S^2$ $3P^6$ / $4S^2$ $3d^{10}$ $4P^6$

*** بناءً على ذلك لو وزعنا ذرة الكربون (C^6) حسب التوزيع الالكتروني للافلاك نجده :**

$1S^2$ / $2S^2$ $2P^2$

يحتاج الى $4e^-$ ، ليصبح مجموع هذا الفلك $8e^-$ ($2S^2$ $2P^6$) اي الوصول الى حالة الاستقرار ، لذلك فان الكربون تشارك \ تساهم بما ينقصها من الكترونات مع ذرات اخرى مُشكلةً ما يسمى بالروابط التساهمية .



Methane CH_4

وبالتالي فهو يرتبط بروابط تساهمية عددها 4 .

يعني (بمعنى) الناقص من e^- بالمدار الاخير يُكتمل بالتساهم مع ذرات اخرى ، وهذه الذرات الاخرى ايضاً تكون بحاجة للاستقرار ، لذلك سميت الروابط المتكونة بينهما بإسم الروابط التساهمية (التشاركية)

كل ذرة بالرابطة التساهمية ترى ان الكترونات الرابطة ملكهـــــــــا .

ويُعبر عن ذرة الكربون حسب نموذج العالِم لويس كالاتي :

*** الكشف عن وجود الكربون في المركبات العضوية :**

- من خلال التجربة الاستهلالية من الكتاب المدرسي :

- يمكن الكشف عن وجود الكربون عن طريق تسخين المادة العضوية مع اكسيد النحاس وبالتالي فإن الكربون يتأكسد (ان وجد) وينتج غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 الذي يتفاعل مع ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم) مسبباً **تعكره وتكدره .**

وفقاً للمعادلة التالية :

سكر المائدة + CuO ⟵ CO_2 + Cu .

$Ca(OH)_2 + CO_2$ ⟵ $CaCO_3 + H_2O$.

(عكورة\تكدر) ⟵

- وضعنا بالانبوب الثاني ملح طعام وبالتالي لن يحدث تفاعل مع اكسيد النحاس CuO وبالتالي لن ينتج كربونات الكالسيوم ويبقى المحلول صافيا (خاليا من العكوره) وهذا يدل على ان ملح الطعام لا يحتوي على الكربون .

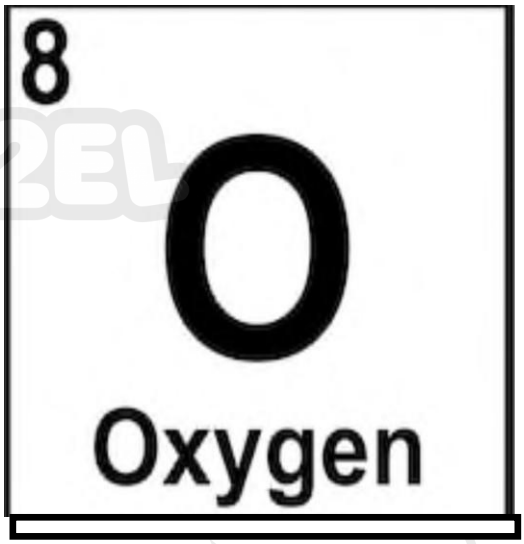
* يقع في المجموعة الاولى .

* عدده الذري 1 .

* يُكون 1 رابطة تساهمية (تشاركية) واحدة لكي يستقر .

* $1S^1$.

* حسب لويس :



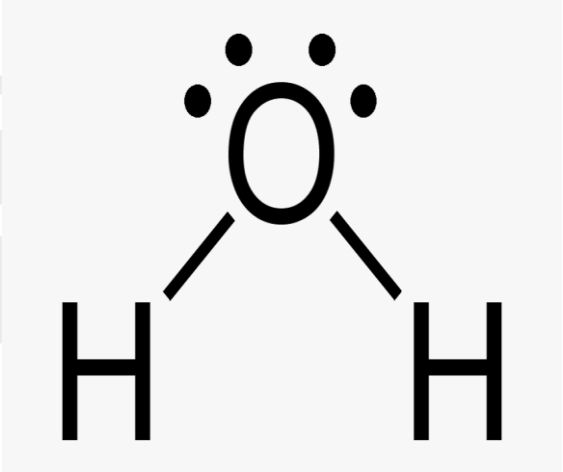
* يقع في المجموعة السادسة .

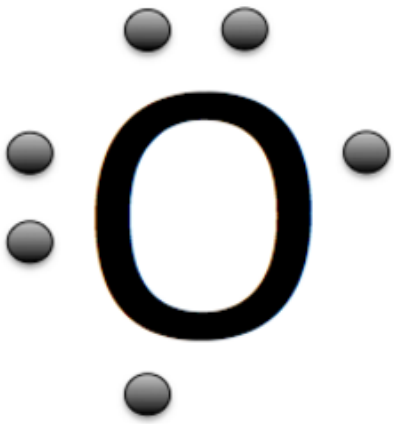
* عدده الذري 8 .

* يُكون 2 رابطتان تساهمية (تشاركية) لكي يستقر .

* $1S^2$ / $2S^2$ $2P^4$.

* حسب لويس :





* يقع في المجموعة الخامسة .

* عدده الذري 7 .

* يُكون 3 روابط تساهمية (تشاركية) لكي يستقر .

* $1S^2$ / $2S^2$ $2P^3$.

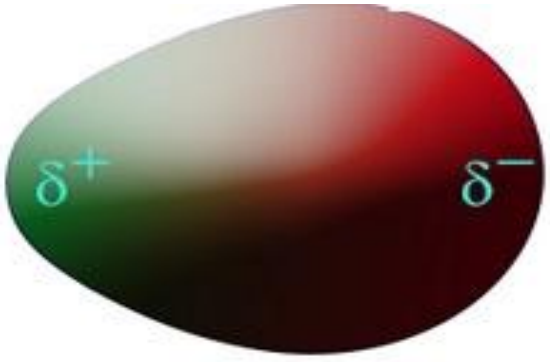
* حسب لويس :

* القوى الهيدروجينية (الروابط الهيدروجينية) :

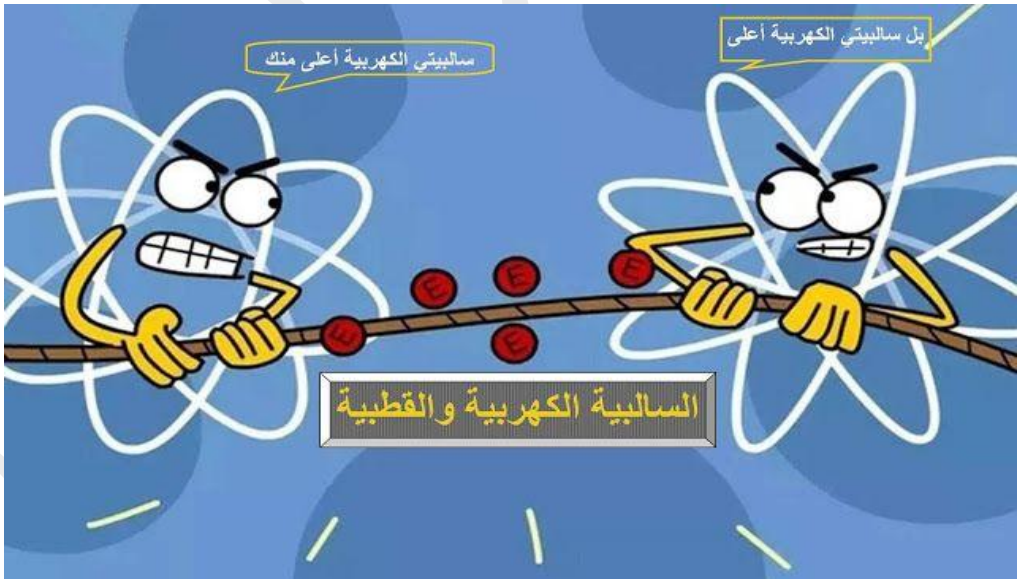
ملاحظة للإطلاع فقط

اصل الكلمة هي قوة وليست رابطة لانها عبارة عن قوة تجاذب وسيتم شرحها بالاسفل

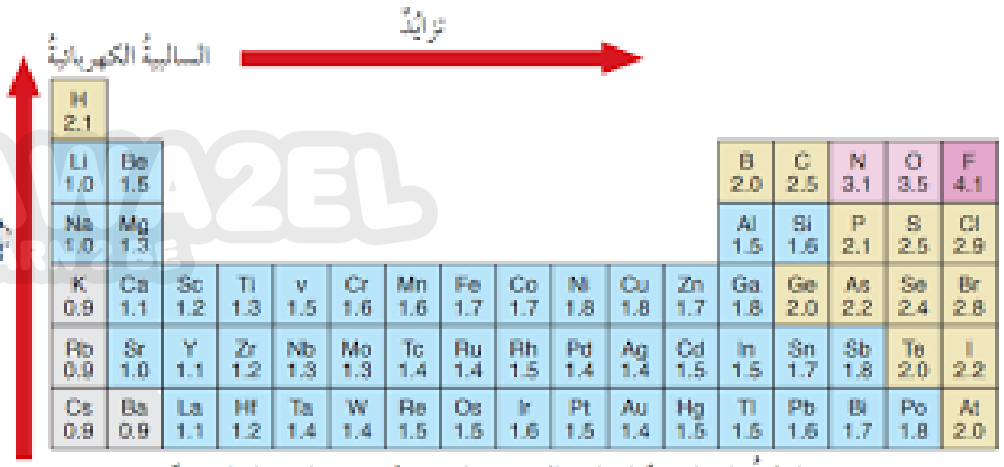
- هي قوى تجاذب بين الشحنات الجزيئية السالبة والشحنات الجزيئية الموجبة .



الكهروسالبية قدرة الذرة على جذب الكترونات الرابطة .



- الذرة الاعلى كهروسالبية يكون حولها شحنة جزيئية سالبة والذرة الاقل سالبية يتكون حولها شحنة جزيئية موجبة . وعندئذ تسمى هذه المركبات بالمركبات القطبية .



H 2.1																
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.1	O 3.5	F 4.1
Na 1.0	Mg 1.3											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 2.9
K 0.9	Ca 1.1	Sc 1.2	Ti 1.3	V 1.5	Cr 1.6	Mn 1.6	Fe 1.7	Co 1.7	Ni 1.8	Cu 1.8	Zn 1.7	Ga 1.8	Ge 2.0	As 2.2	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.9	Sr 1.0	Y 1.1	Zr 1.2	Nb 1.3	Mo 1.3	Tc 1.4	Ru 1.4	Rh 1.5	Pd 1.4	Ag 1.4	Cd 1.5	In 1.5	Sn 1.7	Sb 1.8	Te 2.0	I 2.2
Cs 0.9	Ba 0.9	La 1.1	Hf 1.2	Ta 1.4	W 1.4	Re 1.5	Os 1.5	Ir 1.6	Pt 1.5	Au 1.4	Hg 1.5	Tl 1.5	Pb 1.6	Bi 1.7	Po 1.8	At 2.0

الشكلُ (12): قيمُ السالبيةِ الكهربائيةِ لعددٍ منْ عناصرِ الجدولِ الدوريِّ.

الذرات التي تتميز بأن الكهروسلبية لها عالية مثل الفلور والنيتروجين والاكسجين فانهاتسحب الإلكترونات إليها من الذرات التي تكون الكهروسلبية لها أقل، وعند الترابط بين هذه الذرات فإن الإلكترونات ستقترب أكثر إلى الذرات التي تحمل كهلروسلبية أعلى.

تكون الروابط غير قطبية عندما تكون الفرق في الكهروسلبية بين الذرتين المرتبطتين يساوي صفراً، بينما في الروابط القطبية يكون الفرق في الكهروسلبية كبير، تجذب الذرة التي تحمل كهروسلبية عالية الإلكترون باتجاهها.

***** بناءً على ذلك : فان المركبات القطبية محبة للماء**

المركبات غير القطبية كارهه للماء

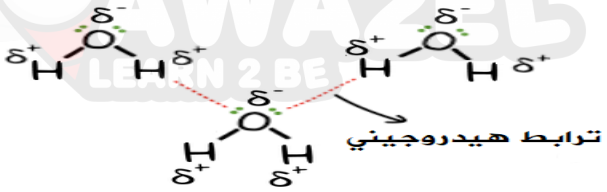
(الشبيه يذيب شبيهه)

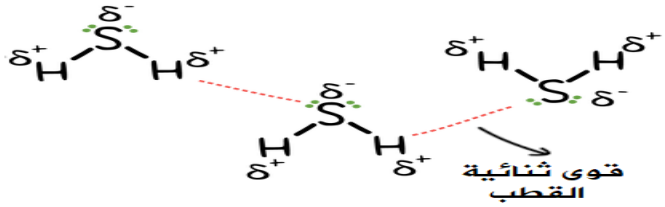
هناك قاعدة وهي الشبيه يذيب الشبيه التي تنص على أن المواد القطبية تذوب في المذيبات القطبية الشبيه بها، والمواد غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية الشبيهة بها، وهذا هو تعليل لعدم ذوبان الزيت بالماء؛ لأن الزيت مركب غير قطبي، بينما الماء مركب قطبي فتكون قوى الترابط بين دقائق الزيت والماء ضعيفة.

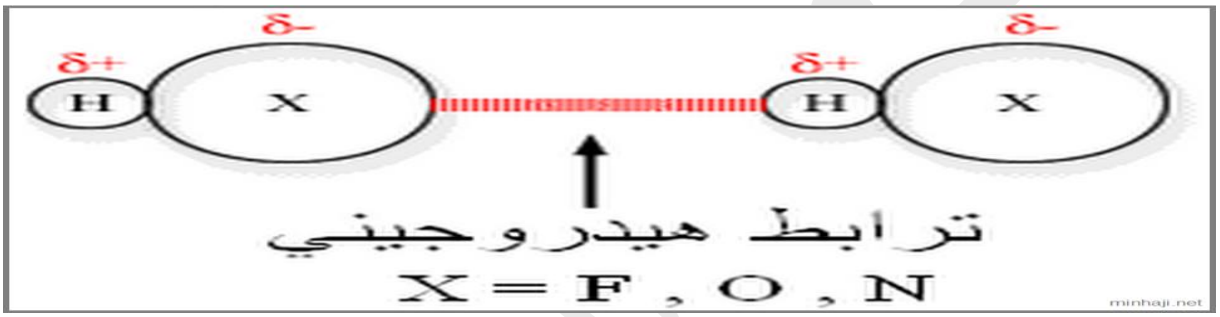
الماء هناك كثير من المواد الأيونية والقطبية تذوب في الماء بسهولة مثلاً عند إضافة كلوريد الى تعمل جزئيات الماء المحيطة بالبلورة من الجهات جميعها على تكوين روابط مع أيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد الموجودة على سطح البلورة

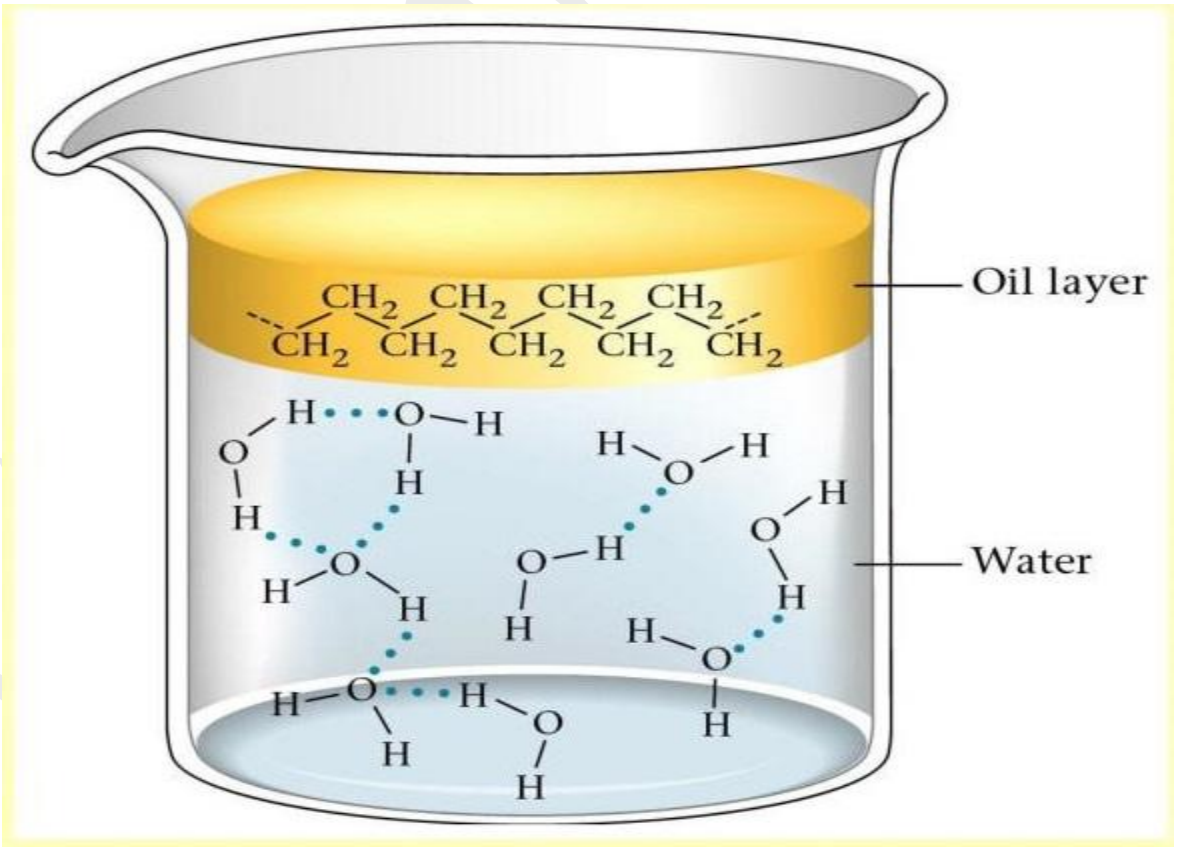
بحيث ينشأ قوى تجاذب بين الأقطاب تعمل هذه القوى على فصل الأيونات الموجبة والسالبة، عن جسم البلورة الأيونية فتتفكك البلورة إلى أيونات موجبة وسالبة تحيط بها جزئيات الماء فتنشأ عندئذ

الرابطة الهيدروجينية .









*** السلاسل الكربونية (CH2CH2CH2.....الخ) تعتبر سلاسل غير قطبية لذلك فهي لا تذوب في الماء .

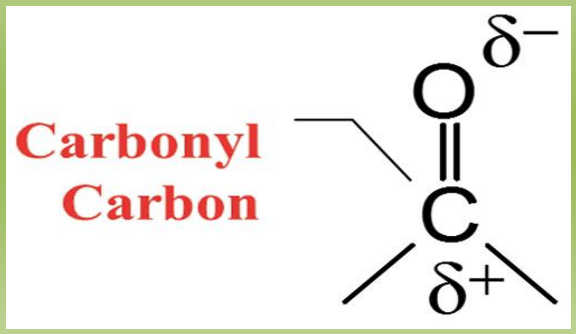
سؤال : علل قدرة الماء على حمل حشرة تقف عليها ؟؟

سؤال : علل القدرة على السباحة في مياه البحر الميت اكثر من اي بحر اخر ؟؟

سؤال : علل شكل جزئ ال DNA لولبي ؟؟

****

المجموعات الوظيفية للكربونيل

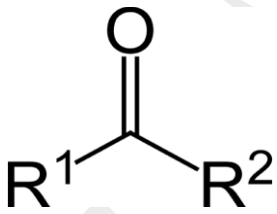


في الكيمياء العضوية، تُعرف مجموعة الكربونيل بأنّها وحدةٌ كيميائيةٌ ثنائية التكافؤ مكونة من ذرة كربون وذرة أوكسجين، متصلتان بواسطة رابطةٍ مزدوجةٍ(C=O) ، وهذه المجموعة مكونة من أحماض كربوكسيلية والأسترات والأنهيدرات والهاليد أسيل والأميدات والكينون، كما أنّها المجموعة الوظيفية المميزة للألدهيدات والكيتونات، وهذه الأحماض الكربوكسيلية والألدهيدات والكيتونات والكيتون تعرف مجتمعةً باسم مركبات الكربونيل.(Carbonyl Group)

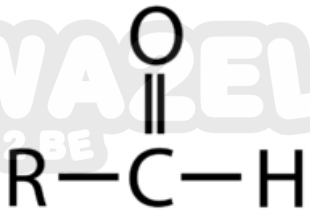
تم العثور على مجموعة الكربونيل في العديد من المجموعات الوظيفية الأخرى، فعندما ترى الرابطة المزدوجة كربون أوكسجين(C=O)هذا يعني أن المركب من مركبات الكربونيل، وأهم ميزة لمركبات الكربونيل هي القطبية بسبب الشحنة الكهربائية الموجبة لذرة الكربون والسالبة لذرة الأوكسجين .

*** أمثلة على مركبات (المجموعات الوظيفية) للكربونيل :

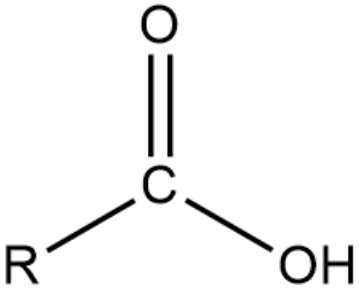
١- كيتون :



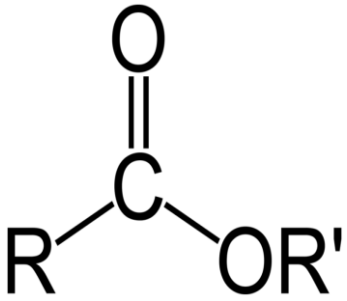
٢- الديهايد :



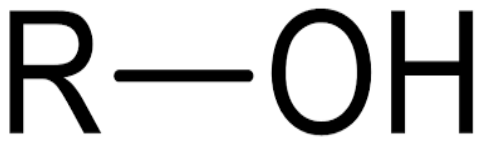
٣- حمض كربوكسيلي :



٤- ايستر :



وللمعرفة فإن الكحول :



انتهى التأسيس

(لا ننسى ان ما مرّ سابقاً نحن مطالبين به) .

الوحدة الأولى : كيمياء الحياة

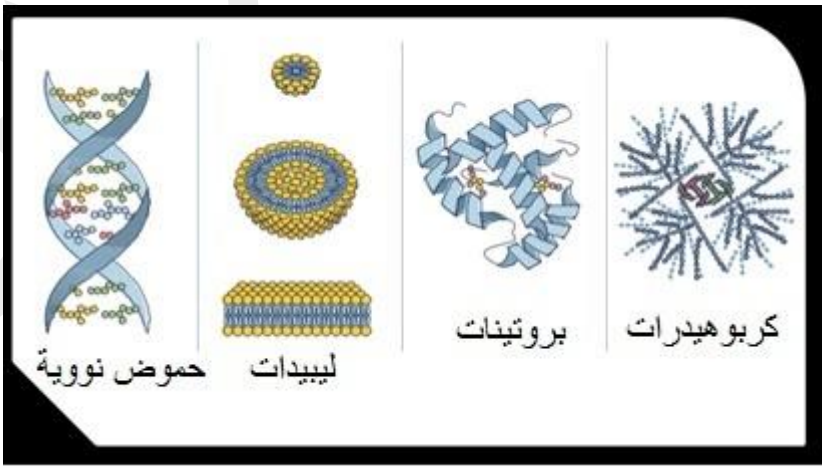
الدرس الأول : المركبات العضوية الحيوية .

* المركبات العضوية الحيوية **Bioorganic Compounds** هي مركبات كيميائية توجد في أجسام الكائنات الحية ، ويدخل في تركيبها بصورة أساسيةَ ذّرات الكربون والهيدروجين ، ويدخل في تركيب بعضها أيضًا ذّرات عناصر اخرى، مثل: النيتروجين، والاكسجين.

* ترتبط ذّرات الكربون في المركبات العضوية الحيوية **بروابط تساهمية** بعضها مع بعض، ومع ذرات العناصر الاخرى.

*** توجد أربعة أنواع رئيسة للمركبات العضوية الحيوية، هي:**

الكربوهيدرات Carbohydrates ، البروتينات Proteins ، والليبيدات Lipids، الحموض النووية Nucleic Acids،



* الكربوهيدرات :

- تحتوي الكربوهيدرات على ذرات : **كربون \ هيدروجين \ اكسجين .**

- تصنف بحسب الوحدات التي تتألف منها الى ثلاثة انواع :

١ - السكريات الاحادية ٢ - السكريات الثنائية ٣ - السكريات المتعددة .

السكريات

الاحاديـــــــة

* تعتبر السكريات الاحادية وحدات بنائية لانواع الكربوهيدرات الاخرى **فمثلا** سكر الجلوكوز يمثل الوحده البنائية لعدد من السكريات المتعددة في اجسام الكائنات الحية .

***نلاحظ ان صيغتها الكيميائية $(CH_2O)_n$ حيث n عدد ذرات الكربون في السكر الاحادي .**

*** سؤال : يتكون السكر الاحادي (الرايبوز) من عشر ذرات هيدروجين فما عدد ذرات الكربون فيه ؟؟**

* تذوب في الماء ؟؟ لانها من المواد المحبة له . Hydrophilic

سؤاااال مهم جدا : لماذا تعتبر السكريات ذائبة بالماء او محبه له ؟؟؟؟؟؟ (الجواب من خلال اهمية تأسيس الطالب في موضوع الكهروسالبية ولقد تم شرحه بالسابق في التأسيس) .

****

*** تعتبر السكريات الاحادية ابسط انواع الكربوهيدرات .**

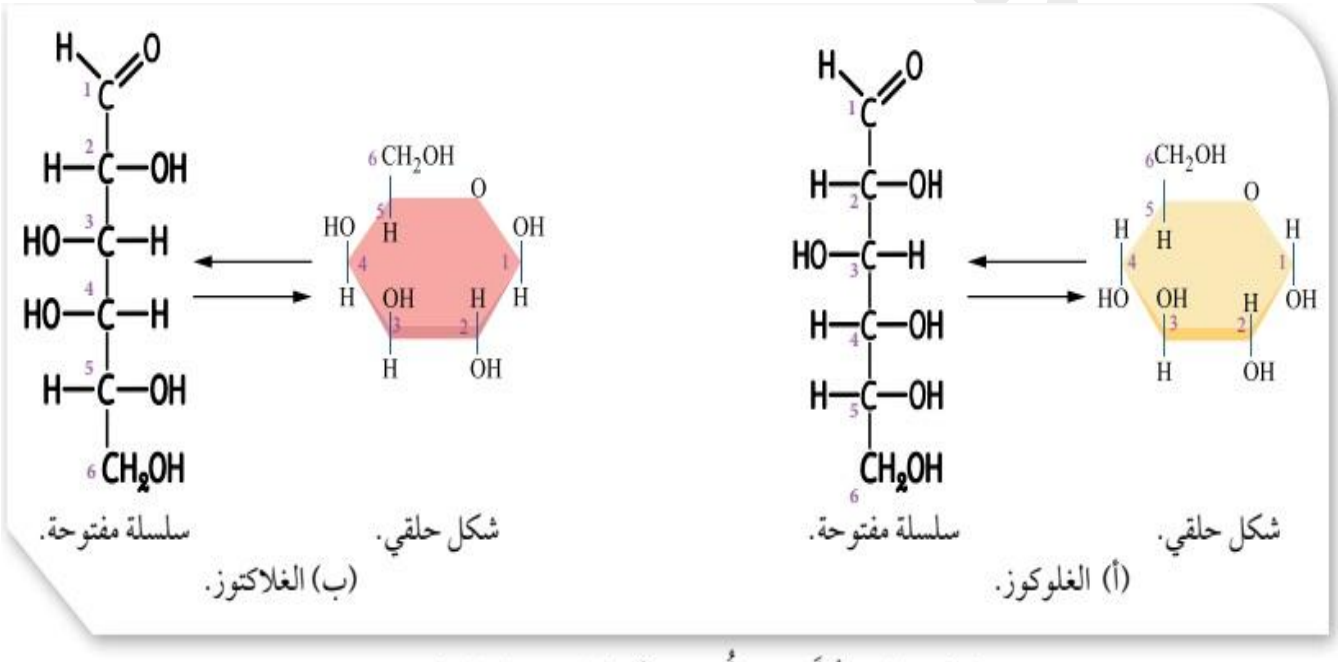
********** ولكل نوع من السكريات الاحادية صيغتان بنائيتان هما : أ) الشكل الحلقي ب) السلسلة المفتوحة .**

ملاحظة هامة جداااا : عليك عزيزي الطالب معرفة الرسم من السلسلة المفتوحة الى الحلقية وبالعكس من اجل الفهم ومن ثم الحفظ وعدد الكربون ومواقعها (سيبك من اسلوب احفظهاااا كما هي وما بتيجي وزارة كما يدعي البعض لسببين هما : ١- المنهاج جديد وصعب التكهن شو رح يجي اسئلة ٢- لاااااااااااااازم تفهمها لانه لقدام رح تعرف اهمية فهمها وفهم الترابط) (لا تسير وراء القطيع .... خليك متميز مع ابو الفوارس ... وتبّع معي ع اللوح او الفيديوهات الشرح ع اصوله) ثم اجب عن الاسئلة التي تلي الرسمه .

من الامثلة على السكريات الاحادية ما يلي (((بشكليها (صيغتها البنائية) السلسلة المفتوحة والشكل الحلقي))) :

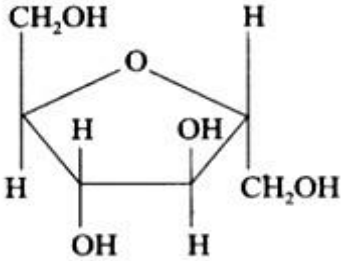
لاحظ عزيزي الطالب الفرق في موقع مجموعة الهيدروكسيل في السكريات الاحادية بالذات عند الكربون رقم 4 الذي يمنح هذا الفرق خصائص كل سكر .

١- سكر الجلوكوز (C6) ($C_6H_{12}O_6$) ٢- سكر الغلاكتوز(C6) ($C_6H_{12}O_6$) .



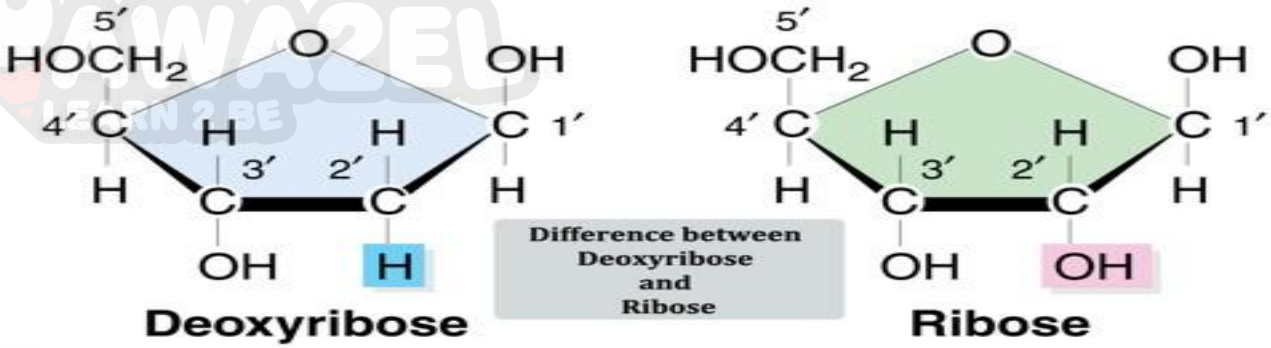
الشكل (3): السُّكَّريات الأُحادية: (أ): الغلوكوز. (ب): الغلاكتوز.

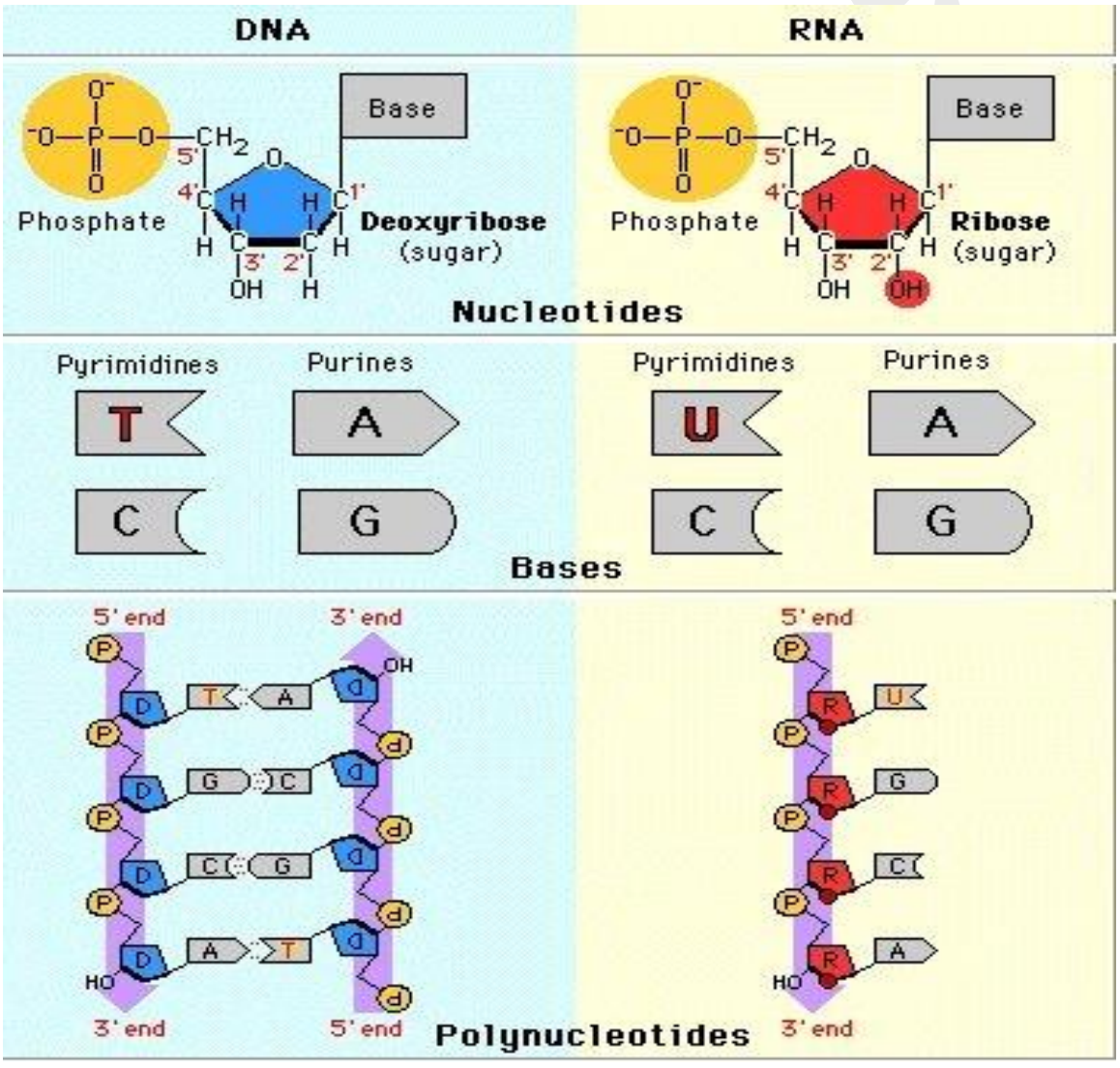
٣- سكر الفركتوز (C6) .. $C_6H_{12}O_6$



٤- سكر الرايبوز (C5) .($C_5H_{10}O_5$) .

ملاحظة : سكر الرايبوز يوجد على شكلين هما : أ- سكر الرايبوز العادي كما في ال RNA . ب- سكر الرايبوز منزوع (منقوص الاكسجين) كما في ال DNA .





ملاحظات هامة على الصيغتين البنائيتين (الشكل الحلقي والسلسلة المفتوحة) :

١ـ السلسلة المفتوحة تعتبر سلسلة غير مشبعه ويعود ذلك الى وجود الرابطة الثنائية (O مع C) .

٢ـ يلجأ السكر الاحادي للشكل الحلقي لانه يحقق به الاشباع المطلوب (من خلال انزيمات معينه) .

٣ـ ذرة الكربون (C_1) مثلا في سكر الجلوكوز لا تشعر بالاستقرار وهي في رابطة ثنائية مع الاكسجين لذلك عندما تتحد ذرة الكربون C_1 مع الاكسجين في الكربون 5 (C_5) وقتها تشعر بالاستقرار الكامل .

بينما ذرة الهيدروجين H التي كانت مع الاكسجين O (OH) (مجموعة الهيدروكسيل) الموجودة (المرتبطة مع الكربون C5 في السلسلة المفتوحة) تذهب لترتبط مع الاكسجين O التي كانت برابطة ثنائية مع C_1 مكونة OH التي تظهر <u>بالشكل الحلقي</u> عند C_1 .

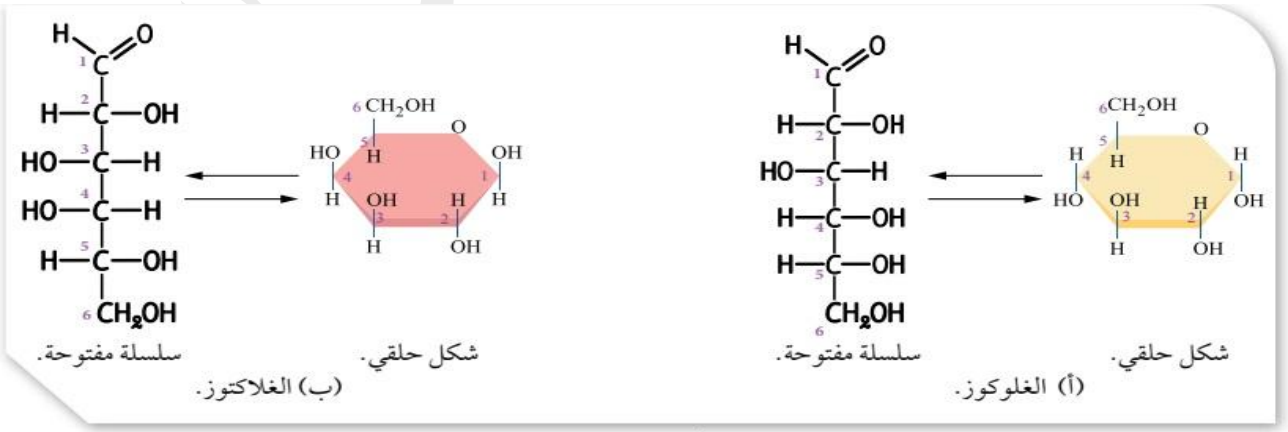
٤ـ (تخص السكريات سداسية الشكل لا تخص الفركتوز ذو الشكل الخماسي) عندما تتحول السلسلة المفتوحة للشكل الحلقي بالذات للكربون في السلسلة المفتوحة

رقم (C_5 \ C_4 \ C_3\ C_2) فإننا نلاحظ ان :

OH اللي على ايدك اليمين في السلسلة المفتوحة يصبح في الشكل الحلقي تحت (اسفل) .

OH اللي على ايدك الشمال في السلسلة المفتوحة يصبح في الشكل الحلقي فوق (اعلى) .

٥ـ (تخص السكريات سداسية الشكل لا تخص الفركتوز ذو الشكل الخماسي) بالرسم للشكل الحلقي ابدأ عزيزي الطالب من C_6 ثم ارسم بعكس عقارب الساعة .



الشكل (3): السُّكَّريات الأُحادية: (أ): الغلوكوز. (ب): الغلاكتوز.

سؤال (فكّر صح) : لماذا الاشكال الحلقية للسكريات الاحادية هي الموجودة داخل اجسام الكائنات الحية ؟ \ او لماذا تتخذ السكريات الاشكال الحلقية ؟

سؤال (فكّر صح) : لماذا يتم الربط بين C_1 و C_5 بالذات ؟

سؤال (فكّر صح) : فرضاً بالشكل الحلقي للجلوكوز لو ارتبط H ب C_1 من الاسفل وكان OH من الاعلى هل سيبقى الشكل الحلقي يدل على الجلوكوز ام لا ... ولماذا ؟؟؟؟

سؤال (مهم جداااا) : كيف يكون شكل السلسلة المفتوحة لسكر الفركتوز ؟؟؟؟؟

سؤال (مهم جدا) : رّقّم جميع ال C في سكر الفركتوز بالترقيم الصحيح له ؟؟؟

سؤال : كيف يتم التمييز بين السكريات الاحادية ؟؟؟

سؤال : ما هي اضرار الاكثار من تناول السكريات ؟

يؤدي ذلك الى تسوس الاسنان وزيادة الوزن وبالتالي زيادة خطر الاصابة بمرض السكري .

سؤال : ما هي الجهة المعنية لتوعية المجتمع من اضرار تناول السكريات بكثرة ؟

المركز الوطني للغدد الصم والسكري .

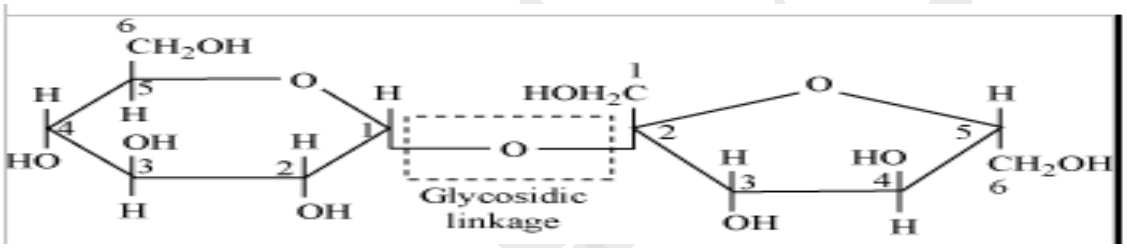
السكريات الثنائية

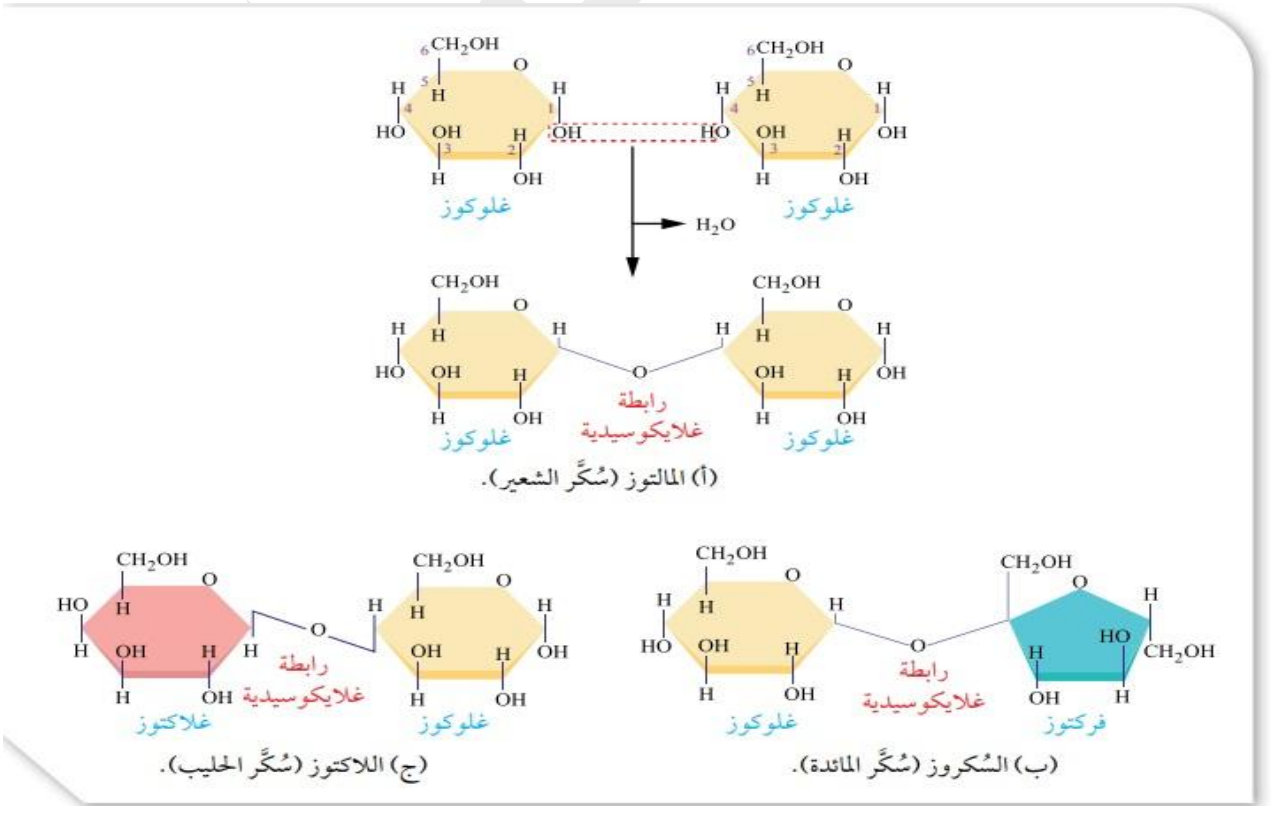
*** يتكـوَّن السُـكر الثنائـي Disaccharide مـن وحدتـن مـنُ السَّـكريات ، ترتبطـان معًـا برابطـة تساهمية غلايكوسيدية Glycocidic Bond ، ويحدث الارتباط عـن طريـق نـزع جـزيء مـاء، Dehydration Reaction**

*** ومـن الامثلة على السَّكريات الثنائيـة أيضًـا: السُكروز(سكر المائدة) ، واللاكتوز (سكر الحليب) والمالتوز (سكر الشعير) .ملاحظة هامة :**

١ـ عندما يتحد سكر سداسي الشكل مع سكر سداسي الشكل يكون الربط بينهم بين C_1 و C_4 . وشكل الرابطة الغلايكوسيدية حسب مواقع مجموعات الهيدروكسيل OH على C_1 و C_4 .

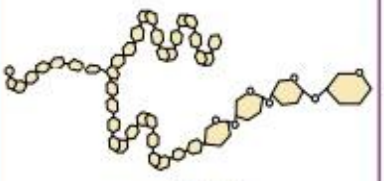
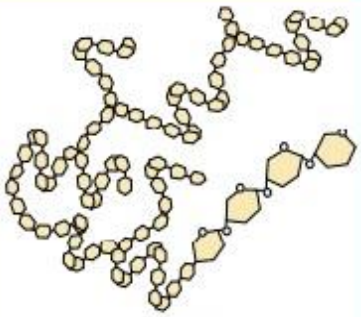
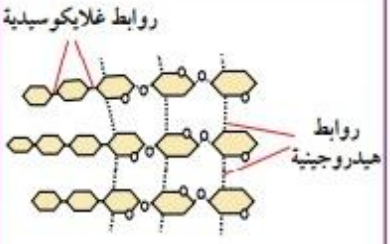
٢ـ عند اتحاد سكر خماسي الشكل (الفركتوز) مع سداسي الشكل (الجلوكوز) لتكوين السكروز سكر المائدة يكون الاتحاد بين C_2 (الفركتوز) و C_1 (الجلوكوز) .





السكريات المتعددة

تتكوَّن السُّكَّريات المُتعدِّدة Polysaccharides بارتباط ثلاث وحدات بنائية أو أكثر من السُّكَّريات الأُحادية بروابط تساهمية غلايكوسيدية. ولكلٍّ من السُّكَّريات المُتعدِّدة خصائص تُميِّزها، أنظر الجدول (1).

المثال	الصيغة البنائية	الأهمية
النشا: يتكوَّن من: - الأميلوز: من السُّكَّريات المُتعدِّدة، وهو يكون على شكل سلاسل غير مُتفرِّعة من الغلوكوز. - الأميلوبكتين: من السُّكَّريات المُتعدِّدة، وهو يكون على شكل سلاسل من الغلوكوز مُتفرِّعة في بعض المواقع.	 أميلوز.  أميلوبكتين.	تخزين سُكَّر الغلوكوز في النباتات.
الغلايكوجين: يتكوَّن من سلاسل من الغلوكوز كثيرة التفرُّع.	 غلايكوجين.	تخزين سُكَّر الغلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها.
السيليلوز: يتكوَّن من ألياف دقيقة، تتألَّف من وحدات من الغلوكوز ترتبط في ما بينها بروابط غلايكوسيدية، مُشكِّلةً سلاسل غير مُتفرِّعة ترتبط معًا بروابط هيدروجينية.	 سيليلوز.	إكساب الجُدُر الخلوية في النباتات القوَّة والمرونة بوصفه مكوِّنًا رئيسًا لهذه الجُدُر.

البروتينـــــــــــات

* تتألـف **البروتينات** مـن وحـدات بنائيـة أساسـيةٌ تسـمّى **الحموض الامينية Amino Acids** .

* **وترتبـط** الحموض الامينية معًـا **بروابـط تساهمية ببتيديـة Peptide Bonds.**

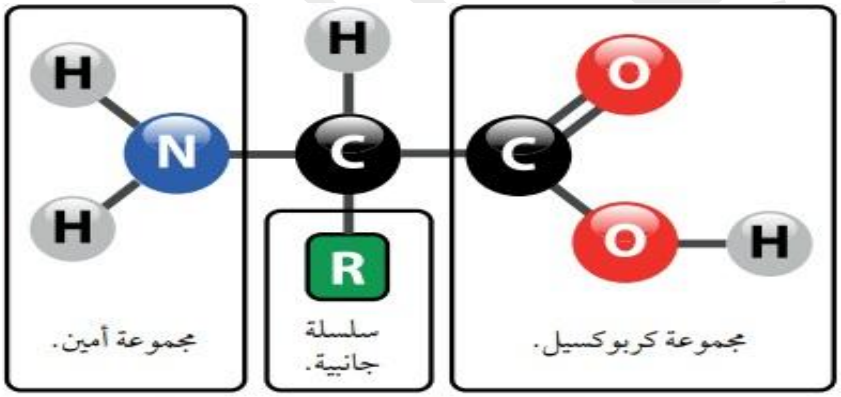
* تشترك الحموض الامينية في ما بينها في صيغتهـا العامـة التـي تحتوي **نوعين مـن المجموعات الكيميائيـة**، هما :

١- **مجموعة الكربوكسـيل COOH** ٢- **مجموعـة الامين NH_2**

٣- **إضافـةً الى سلسـلة جانبيـةٌ يرمَـز إليهـا بالرمـز R** ، وتختلف مـن حمض أمينـي الى آخـر؛ مـا يجعل لـكلِّ حمض أمينـي **خصائـص ينفـرد بها عـن غيره .**

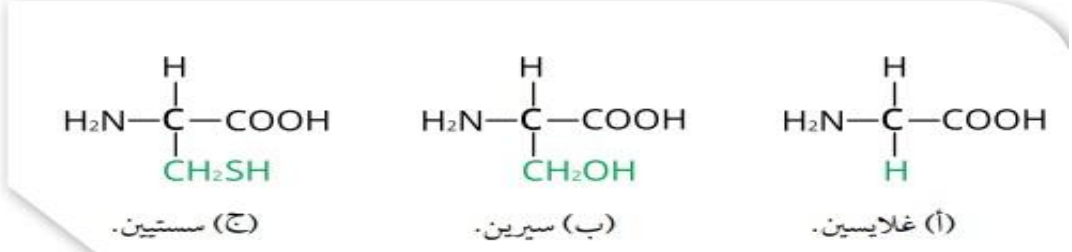
***** ملاحظة : المجموعات الوظيفية : هي مجموعة من الذرات في المركب العضوي تسهم في تمييز مركب عن غيره من المركبات : من الامثلة عليها :**

- مجموعة الهيدروكسيل (OH) \ مجموعة الكربوكسيل (COOH) \ مجموعة الامين (NH_2) \ مجموعة الفوسفات (PO_4^{3-}) .



الشكل (5): الصيغة البنائية العامة للحموض الأمينية.

يحتـوي الحمـض الأمينـي غلايسـين Glycine عـلى أبسـط سلسـلة جانبيـة R، وهـي ذَرَّة الهيدروجـين H، في حـين تحتـوي السلسـلة الجانبيـة في الحمـوض الأمينيـة الأُخـرى عـلى الكربـون، ومـن الأمثلـة عـلى هـذه السلاسـل الجانبيـة: CH_2OH، CH_2SH، أنظـر الشـكل (6).



* يدخـل في تركيـب البروتينات **عشرون حمضا أمينيًـا مختلفا** :

ويسـتطيع جسـم الانسان **تصنيـع أحـد عشر ١١حمضا** أمينيًـا منهـا فقـط **(تنويه هاااام : المفروض اثني عشر ١٢حمضا امينيا ولكن الكتاب جديد ولغاية الان لم يأتي كتاب تعديل وزاري بهذا الخطأ)** .أمـا **الحموض الامينية التسـعة الاخرى فيحصـل عليهـا الجسم مـن الغـذاء**، وهي تسمى **الحموض الامينية الاساسية (التسعة ٩)**

* **.تصنف** الحموض الامينية وفقا لخصائص **السلاسل الجانبية التـي تحويها R** الى **مجموعتين رئيسيتين**، هما : **الحموض الامينية المحبة للماء(قطبية)** ، **والحموض الامينية الكارهـة للماء (غير قطبية)** .

* اثر التربتوفان في تحسين المزاج :

- **يحتاج جسم الانسان الى الحمض الاميني تربتوفان** الذي يعد احد الحموض الامينية الاساسية (نحصل عليه من **الغذاء)** .

- **يدخل التربتوفان في تصنيع الناقل العصبي الهرموني السيروتونين ويسمى ايضا بهرمون السعادة .**

- **يسهم الحمض الاميني التربتوفان في :**

١- **تحسين المزاج و تخفيف التوتر** لدى الاشخاص من مختلف الاعمار .

٢- **احتواء حليب الاطفال الرضع على هذا الحمض الاميني وبالتالي وجود علاقة بين الاحتواء وبين خلودهم الى النوم براحة وهدوء .**

* بعض من وظائف البروتينات :

الشكل (7): بعض وظائف البروتينات.

والوظيفة الخامسة هي : الياف الكولاجين التي تمنح الغضاريف المرونه والقوة مثل صيوان الاذن .

*** تمثل البروتينات اكثر من 50% من الكتلة الجافة لمعظم الخلايا .**

* قد ترتبط **البروتينات بالسكريات** مكونة **بروتينات سكرية Glycoproteins**، ومن **الامثلة** عليها **مولدات الضد Antigens** التي توجد **على سطوح خلايا الجسم** .

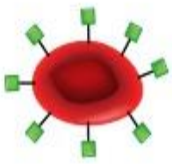
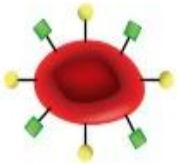
ولا يسبب وجودها **في الحالات الطبيعية** حدوث استجابة مناعية ضدها في الجسم ، في حين **تسبب** مولدات **الضد الغريبة (غير الذاتية)** التي **تدخل الجسم** حدوث **استجابة مناعية ضدها في الجسم** .

* **من الامثلة على مولدات الضد في جسم الانسان :** مولد الضد (A) الذي يوجد على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى كل شخص فصيلة دمه (A) بحسب نظام ABO لفصائل الدم.

مولد الضد (B) الذي يوجد على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى كل شخص فصيلة دمه (B) بحسب نظام ABO لفصائل الدم.

ووفقا لهذا النظـام،فإنه **توجد أربـع فصائـل لـدم الانسان،** هـي:A ، B، AB، O، وذلـك بنـاءً عـلى وجـود أحـد مولـدي الضـدA ، أوB ، أو كليهما ، أو عـدم وجودهما .

الجدول (2): فصائل الدم بحسب نظام ABO.

فصيلة الدم	O	A	B	AB
خلايا الدم الحمراء				
مُولِّدات الضد على سطوح خلايا الدم الحمراء	لا يوجد	A	B	AB
الأجسام المضادة في البلازما	Anti-B Anti-A	Anti-B	Anti- A	لا يوجد

* نظام العامل الرايزيسي Rh :

- يوجد نظام آخر يعرَف **بنظام العامل الريزيسي Rh** ، ويشير الى وجود مولد ضد على سطـوح خلايا الدم الحمراء يسمى مولد الضدD ، أو عدم وجوده.

- وفي حال وجود مولد الضدD على سطوح خلايا الدم الحمراء، يوصَف الشخص بأنه **موجب العامل الريزيسي Rh^+.** .. أما في حال عدم وجوده فيوصَف الشخص بأنه **سالب العامل الريزيسي Rh^-** ، **<u>ولا يوجد في بلازما دمه أجسام مضادة Anti-D .</u>**

الا انه ينتجها في صورة استجابة مناعية اذا نقلت إليه خلايا دم حمراء من شخص موجب العامل الريزيسي.

***** ما اهم مايؤخذ بعين الاعتبار في نقل الدم ؟؟**

١- نوع مولدات الضد التي على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى المتبرع .

٢- نوع الاجسام المضادة في بلازما الدم لدى المستقبل .

٣- نوع الدم حسب نظام العامل الريزيسي.

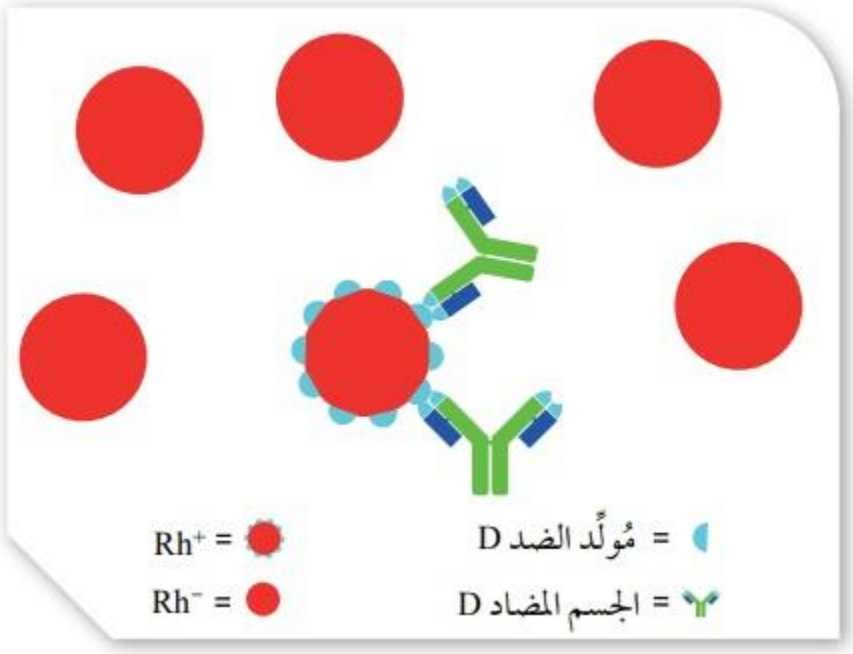
سؤال : ما هي ابرز الاعراض عند نقل دم من متبرع A الى مستقبل دم B ؟

١- الاجسام المضادة A (Anti-A) في بلازما دم المستقبل ترتبط بمولدات الضد A على سطوح خلايا الدم الحمراء للمتبرع مسببة تحللها .

٢- يتعرض المستقبل لعدة اعراض :

أ) القشعريرة ب) الحمى ج) قد يصاب بقصور في وظائف الكلى وقد يؤدي ذلك الى وفاته .

**اذا كان الشخص سالب العامل الريزيسي Rh^- فلا يمكنه استقبال خلايا دم حمراء من متبرع موجب العامل الريزيسي +Rh ذلك ان جسمه سيكون اجساما مضادة D(Anti-D) في بلازما دمه بوصفها استجابة مناعية فترتبط الاجسام المضادة D في بلازما دم المستقبل بمولدات الضد D على سطوح خلايا الدم الحمراء في دم المتبرع .



الشكل (8): ارتباط الأجسام المضادة بمُولِّدات الضد D.

** مثال :

أُصيب شخص فصيلة دمه A^- في حادث سير، واستدعت حالته نقل خلايا دم حمراء إليه، ورغب اثنان من أصدقائه التبرُّع بخلايا دم حمراء له، وكانت فصيلة دم أحدهما AB^+، وفصيلة دم الآخر O^-. أيُّ الصديقين يُمكِنه فقط التبرُّع له؟ (علمًا بأنَّ المصاب لم تُنقَل إليه خلايا دم حمراء من قبلُ).

المعطيات:

المُتبرِّعان المُحتمَلان: AB^+، و O^-، المُستقبِل: A^-.

المطلوب:

تحديد المُتبرِّع الذي فصيلة دمه تُناسِب الشخص المصاب (المُستقبِل).

الحل:

1) في حالة المُتبرِّع الذي فصيلة دمه AB^+:

مُولِّدات الضد لدى المُتبرِّع المُحتمَل الأوَّل الذي فصيلة دمه AB^+	الأجسام المضادة لدى المُستقبِل الذي فصيلة دمه A^-
A، وB	Anti-B
D	سيُكوِّن Anti-D (استجابة مناعية).

لا يُمكِن للمُتبرِّع الأوَّل التبرُّع بالدم؛ لأنَّ الأجسام المضادة B من بلازما دم المُستقبِل سترتبط بمُولِّدات الضد B على سطوح خلايا الدم الحمراء من دم المُتبرِّع، مُسبِّبةً تحلُّلها، وستظهر على المُستقبِل (المصاب) أعراض عديدة، مثل: القشعريرة، والحُمّى، وقد يصاب بقصور في وظائف الكُلى، وقد يؤدّي ذلك إلى وفاته.

في ما يتعلَّق بنظام Rh، سيُكوِّن المُستقبِل أجسامًا مضادةً D - بوصفها استجابةً مناعيةً - ترتبط بمُولِّدات الضد D على سطوح خلايا الدم الحمراء من دم المُتبرِّع.

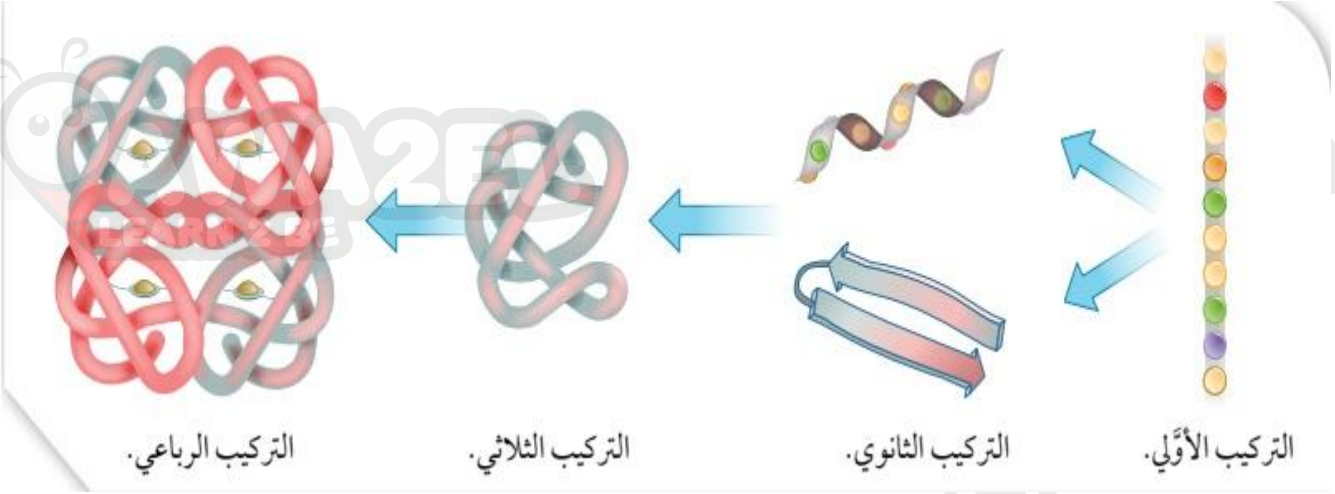
2) في حالة المُتبرِّع الذي فصيلة دمه O^-:

مُولِّدات الضد لدى المُتبرِّع المُحتمَل الثاني الذي فصيلة دمه O^-	الأجسام المضادة لدى المُستقبِل الذي فصيلة دمه A^-
————	Anti-B

إذن، المُتبرِّع الذي فصيلة دمه O^- هو الذي يُمكِنه التبرُّع بالدم (بخلايا دمه الحمراء) للمصاب؛ نظرًا إلى عدم وجود مُولِّدات الضد B، وD على سطوح خلايا الدم الحمراء في دم هذا المُتبرِّع.

أفكِّر: يحتاج مريض فصيلة دمه O^- إلى نقل وحدتين من بلازما الدم. إذا توافرت وحدتا بلازما، إحداهما من مُتبرِّع فصيلة دمه AB^+، والأُخرى من مُتبرِّع فصيلة دمه B^+، فهل يُمكِن استخدام كلتا الوحدتين لنقل البلازما إليه، أم يُكتفى بإحداهما لعدم مُناسَبة الأُخرى لدمه؟ أُبرِّر إجابتي.

مستويات تركيب البروتينات



- ما هو سبب اختلاف البروتينات بعضها عن بعض ؟؟

وذلك تبعا لاختلاف الحموض الامينية التي تدخل في تركيبها وعددها وتسلسلها .

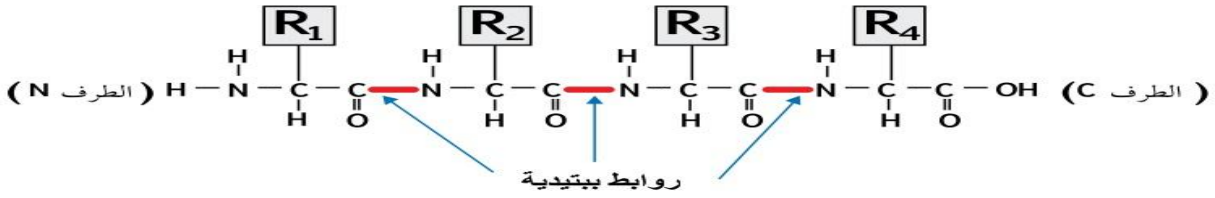
التركيب الاولـــــــــي

* ترتبـط الحموض الامينية معًا **بروابـط تساهمية ببتيدية**، فتتشـكَّل **سلسـلة عديـد الببتيـد**. وهو عبارة عن تسلسل خطي للحموض الامينية .

* **ويعد هذا التركيب وصفا لتسلسل الحموض الامينية في سلسلة عديد الببتيد** وتكـون مجموعة الامين في **بدايتهـا (تسـمّى الطـرف N)** ، وتكـون مجموعة الكربوكسـيل **في نهايتها (تسـمّى الطـرف C).**

* **يمثل البروتين الاولي الهيكل الاساسي لمستويات البروتين الاخرى وهو لايؤدي اي وظيفة في صورته الاولية**

* **ملاحظة هامة : نوع التفاعل في تكوين التركيب الاولي للبروتين هو ازالة (نزع) الماء . ونوع الرابطة هي ببتيدية تساهمية .**



الشكل (10): التركيب الأوّلي للبروتين (سلسلة عديد الببتيد).

***** هناك احتمال اختلاف سلسلتا عديد ببتيد احداهما عن الاخرى بالرغم من تكونهما من الحموض الامينية نفسها واحتوائهما على العدد نفسه من هذه الحموض وهذا الاختلاف يعود لاختلاف الترتيب بين هذه الاحماض الامينية .**

التركيب الثانـــــوي

*** ينتج التركيب الثانـوي مـن التفـاف سلسـلة عديـد ببتيـد واحـدة، وتكـوُّن روابـط هيدروجينيـة في مناطق محددة منهـا، وهـي روابـط تعمـل عـلى تثبيـت التركيب الثانـوي واسـتقراره.**

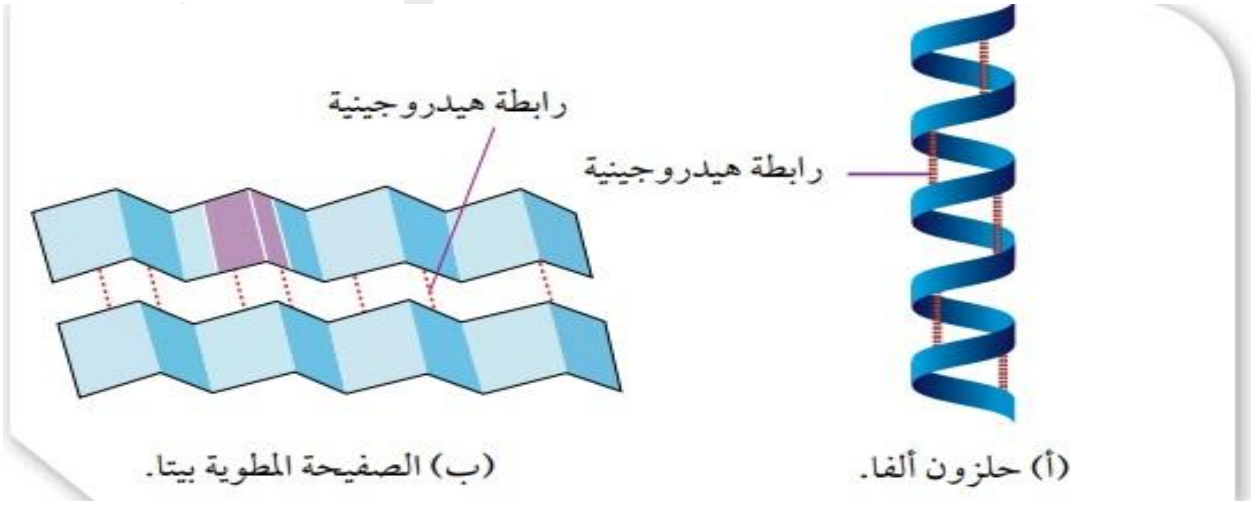
*** يوجـد تركيبـان ثانويـان شـائعان :**

١- **حلزوني يسـمّى حلـزون ألفـا α-Helix** :

يتكـوَّن تركيـب حلـزون ألفـا عنـد **التفـاف** سلسـلة عديـد الببتيـد، وتكـوُّن روابـط هيدروجينيـة بين ذرة **الاكسجين** في مجموعة **الكربوكسـيل** في حمض أمينـي وذرة **الهيدروجين** في مجموعة **الامين** في حمض أمينـي **آخـر يبعـد عـن الحمض الامينى الاول أربعـة حموض أمينيـة**.

٢- **والاخر يسمى الصفيحـة المطوية بيتـا .β-Sheet**

أمـا تركيـب الصفيحـة المطوية بيتـا فيتكـوَّن **عنـد ارتبـاط جزأيـن أو أكثـر مـن سلسـلة عديـد الببتيـد نفسـها بروابـط هيدروجينيـة**؛ إذ تكـون هـذه الاجزاء المكونة لسلسـلة عديـد الببتيـد بجانـب بعضهـا في شكل متعرج (zig-zag) مـا يتيـح لها **تكويـن الروابـط الهيدروجينية في مـا بينهـا.**

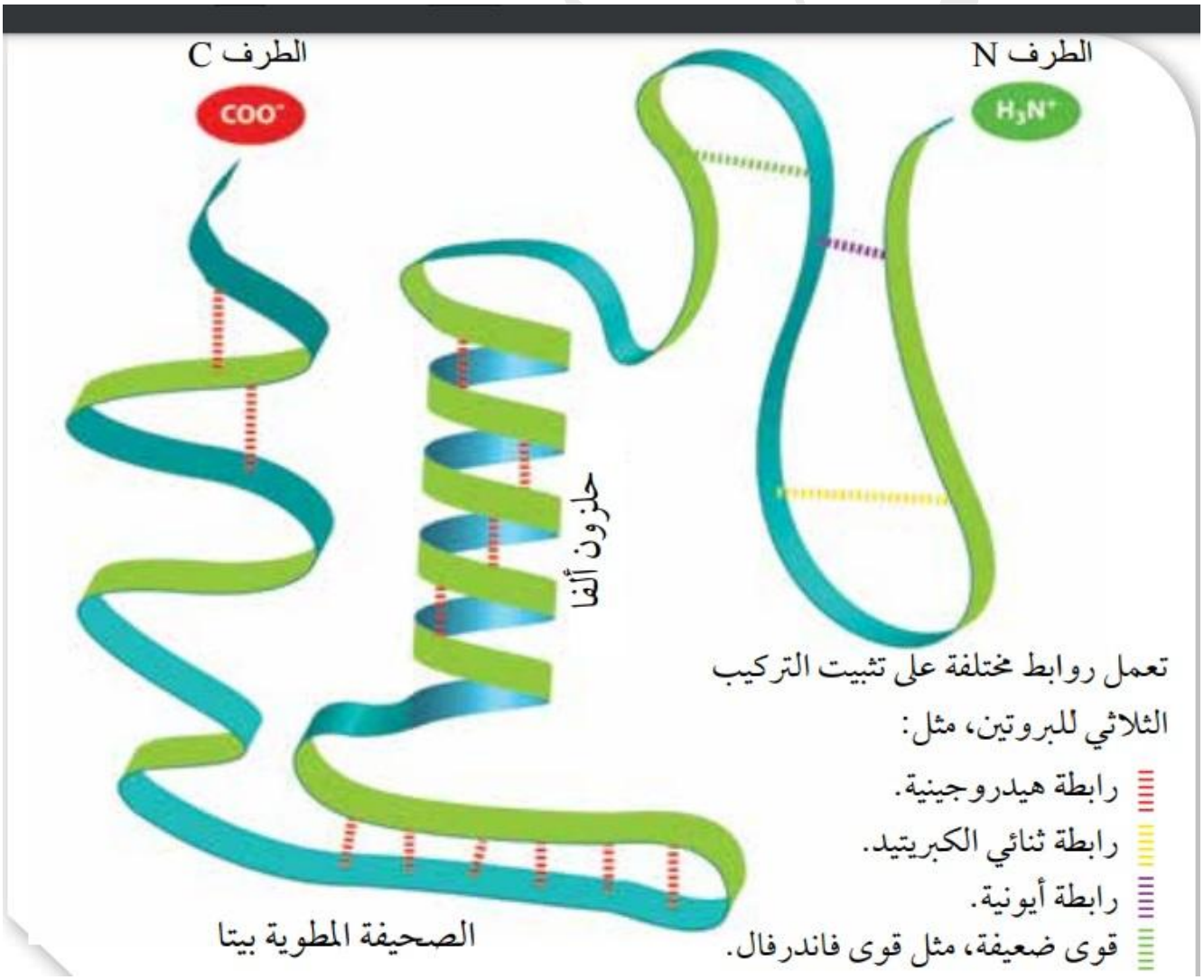


التركيب الثلاثي

* ينتـج التركيب الثلاثي مـن **طِّـي التراكيب الثانويـة في سلسـلة عديـد الببتيـد**. وتعمـل أنـواع مختلفة مـن **الروابـط تكـون غالبًا بين ذرات السلاسل الجانبية R لسلسـلة عديـد الببتيـد** على **تثبيـت شـكل التركيب الثلاثي .**

مـن الامثلة على البروتينات ذات التركيب الثلاثي: **بروتين الميوغلوبين** الـذي يحمل الاكسجين في العضلات، وينتـج مـن َطِّـي التركيب الثانوي حلزون ألفـا.a وفي حال فقد أحـد البروتينات تركيبـه الثلاثي، فـإنَّ ذلـك يفقده القدرة على اداء وظيفته **كما يحدث في الانزيمات .**

التركيب الثلاثي للبروتين



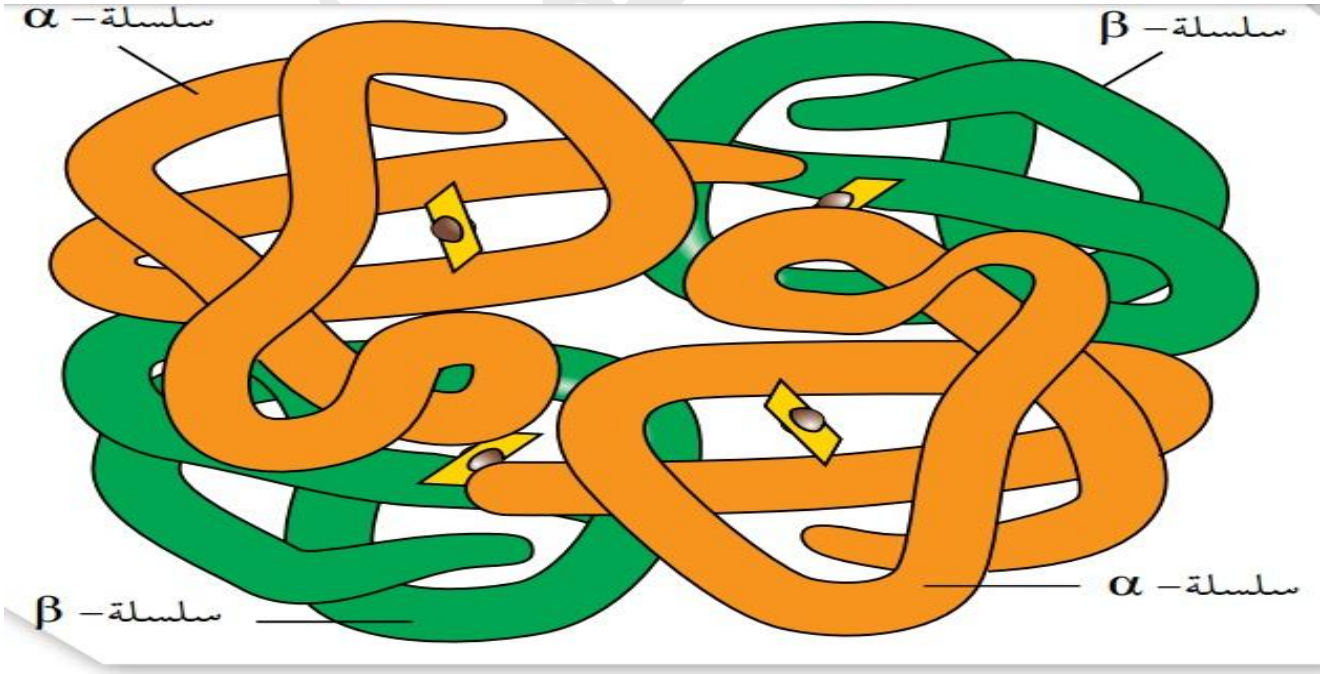
التركيب الرباعي

* يطلَـق اسـم **التركيب الرباعـي** على البروتينات التـي تتكـوَّن **مـن سلسـلتي أو أكثـر مـن عديـد الببتيـد،** خلافا للتركيب الاولي والتركيب الثانـوي والتركيب الثلاثي ؛ إذ يتكون كل منهـا مـن سلسـلة عديـد ببتيـد واحـدة، **علما بـأنَّ التركيب الرباعـيَّ يثبت عـن طريـق روابـط مختلفة (رابطة هيدروجينية \ رابطة ثنائي الكبريتيد \ رابطة ايونية \ قوى ضعيفة مثل قوى فاندرفال) ، شـأنه في ذلـك شـأن التركيب الثلاثي.**

* من الامثلة على البروتينات ذات التركيب الرباعي **الهيموغلوبين الذي يتألف من اربع سلاسل ببتيدية اثنتان من نوع الفا a واثنتان من نوع بيتا B .**

* لكن ذلك لا يعني بالضرورة ان جميع البروتينات ذات التركيب الرباعي تتالف من اربع سلاسل ببتيدية **فالكولاجين** هو من البروتينات ذات التركيب الرباعي **الا انه يتكون من ثلاث سلاسل ببتيدية .**

***** **ملاحظة هاااامة جداااا : سلسلتي الفا وسلسلتي بيتا في الهيموغلوبين لا تعني حلزون الفا والصفيحة المطوية بيتا .**



الشكل (13): التركيب الرباعي للهيموغلوبين.

* تصنف البروتينات وفقاَ لشكلها النهائي الثلاثي الابعاد الى نوعين هما :

١ - البروتينات الكرويـــــــــــــــــــــــــــة :

- يتكون هذا النوع من بروتينات تركيبها **ثلاثي او رباعي** مثل : الهيموغلوبين \ معظم الانزيمات .

- تؤدي البروتينات الكروية دورا مهما في عمليات الجسم الحيوية .

- تكون ذائبة في الماء ... لماذا ؟؟ نظرا لوجود سلاسلها الجانبية R القطبية (المحبة للماء) في اتجاه الخارج مواجهة المحاليل المائية التي تحيطها . ووجود سلاسلها الجانبية R غير القطبية (الكارهه للماء) في اتجاه الداخل .

٢ - البروتينات الليفيـــــــــــــــــــــــــــة :

- يتكون هذا النوع من بروتينات تركيبها **ثانوي او ثلاثي او رباعي مثل : بروتين الفايبرين الذي له دور في تجلط الدم .**

- لا تكون البروتينات الليفية غالبا ذائبة في الماء **لان سلاسلها الجانبية R غير القطبية (الكارهه للماء) تكون في اتجاه الخارج مواجهة المحاليل المائية .**

****** ملاحظة : توجد بعض البروتينات التي تتكون من اجزاء ليفية واخرى كروية مثل بروتين الميوسين في العضلة الهيكلية .**

الليبيـــــــــدات

*** ما هي وظائف الليبيدات ؟؟؟**

١- تشكل طبقة عازلة تحت جلد الانسان وبعض الحيوانات ، **ما يحول دون فقدان الحرارة من اجسامهم** .

٢- تدخل في تركيب الاغشية البلازمية .

٣- تدخل في تركيب الهرمونات الستيرويدية .

٤- تدخل في تركيب الفيتامينات الذائبة في الدهون (فيتامين A \ K \ E \ D) .

٥- تعد مصدر طاقة مهما للكائنات الحية .

*** تصنف الليبيدات الى انواع عدة منها :**

١- الحموض الدهنية ٢- الدهون الثلاثية ٣- الليبيدات المفسفرة ٤- الستيرويدات .

((((والصفة المشتركة بين جميع الليبيدات هي عدم امتزاجها بالمـــــــــــاء))) .

**** الربط بالصحـــــــــــــــة :**

- هناك بعض الفحوص المخبرية التي تجرى للتعرف على مستويات البروتينات والانزيمات وبالتالي **يساعد على كشف الاصابة بمرض معين** .

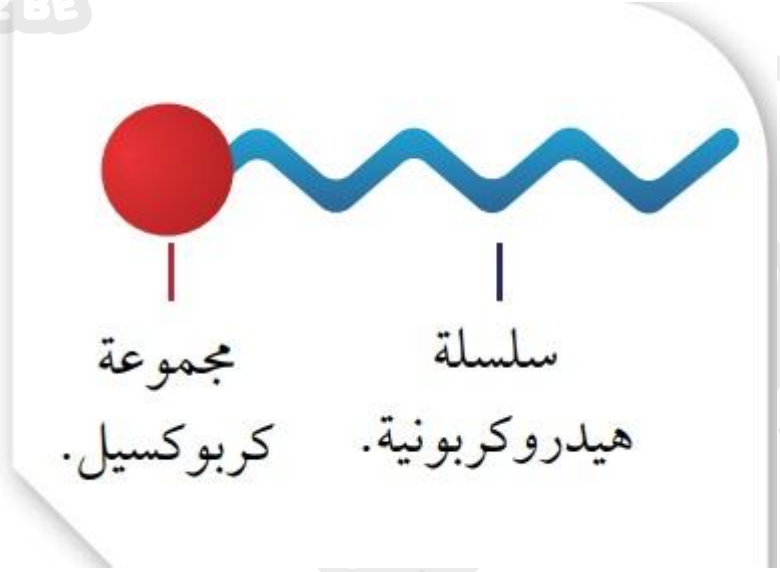
فمثلا : تفحص عينة الدم للكشف عن **انزيم يسمى ALT وهو انزيم يوجد في الكبد** <u>**ويعمل على تحويل الحمض الاميني الانين الى بيروفيت .**</u>

وفي حال تسرب هذا الانزيم من الكبد الى الدم فإن مستوياته في الدم سترتفع .

الحموض الدهنيـــــــة

* تدخل الحموض الدهنية في تركيب معظم الليبيدات ومنها ما يكون **حرا** .

* يتكون الحمض الدهني من **مجموعة كربوكسيل COOH وسلسلة هيدروكربونية (كارهه للماء)** .

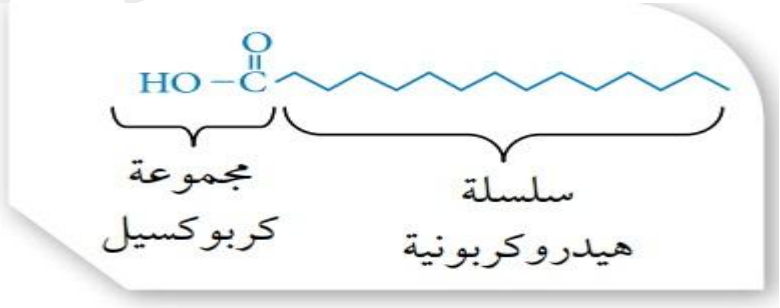


*** تصنف الحموض الدهنية الى نوعين هما :**

١ – الحموض الدهنية المشبعة :

* تكون فيها الروابط جميعها **احادية بين ذرات الكربون في السلسلة** .

* من الامثلة عليها : **حمض البالميتك وهو المكون الرئيس لزيت النخيل** .



الشكل (15): حمض دهني مُشبَع.

٢ – الحموض الدهنية غير المشبعة :

* وفيها توجد رابطة ثنائية واحدة على الاقل بين ذرات الكربون في السلسلة .

* من الامثلة عليها : **حمض الاوليك وهو المكون الرئيس لزيت الزيتون .**

الشكل (16): حمض دهني غير مُشبَع.

** **الربط بعلم التصنيع الغذائي :**

– تعمل بعض مصانع الزيوت على تحويل الزيوت السائلة الى **سمن نباتي او زبدة شبه صلبة** عن طريق عملية كيميائية تسمى **هدرجة الزيوت (كيف ؟؟؟) وذلك بإضافة الهيدروجين الى الزيوت السائلة غير المشبعه لتحويلها الى زيوت مشبعة ذات قوام مرغوب فيه .**

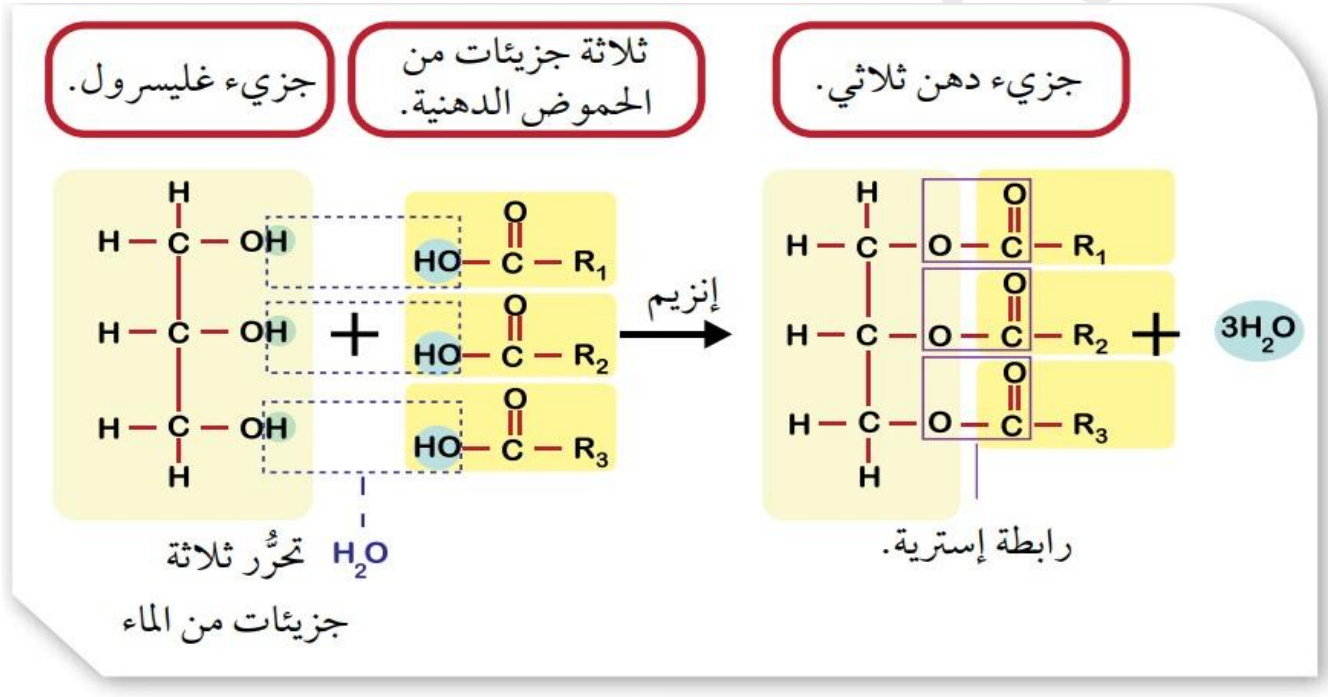
– **من الامثلة على الدهون المهدرجة صناعيا** : السمن النباتي والزبدة الصناعية (المارجرين) وبعض انواع زبدة الفول السوداني .

– وقد حذرت منظمات غذائية عدة من استخدام الزيوت المهدرجة في الغذاء **نظرا الى ما تسببه من امراض للقلب وتصلب الشرايين واوصت بضرورة قراءة بطاقة المعلومات على المواد الغذائية بعناية .**

الدهون الثلاثيـــــة

*** هي الليبيدات التي تتكون من اتحاد جزئ جليسرول واحد مع ثلاثة جزيئات من الحموض الدهنية بروابط تساهمية استرية (تفاعل استرة)**

سؤال : ما هو السبب الذي يؤدي الى انتاج ثلاثة جزيئات ماء عند تكون جزئ دهن ثلاثي ؟؟



الشكل (17): تكوُّن دهن ثلاثي.

*** تعتمد خصائص الدهون الثلاثية على خصائص الحموض الدهنية المكونة لها :**

١ – تكون معظم الدهون الثلاثية غير المشبعة **سائلة** في درجة حرارة الغرفة **مثل الزيوت النباتية** .

٢ – تكون الدهون الثلاثية المشبعة **صلبة** في درجة حرارة الغرفة وتسمى **دهون** . **مثل الزبدة \ السمن الحيواني** .

الليبيدات المفسفـــــرة

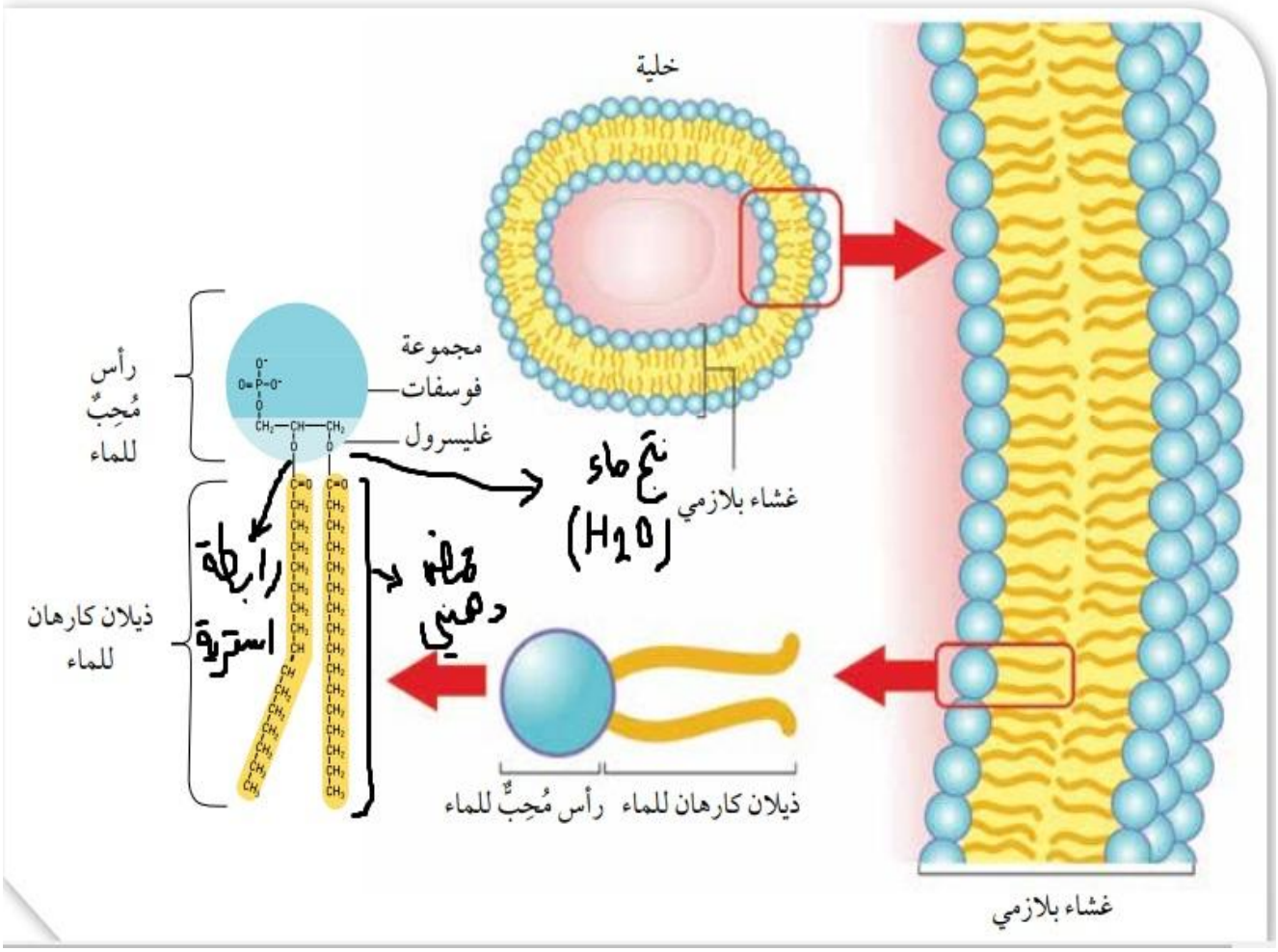
* **وهي الليبيدات التي تتكون من جزئ جليسرول مرتبط بمجموعات فوسفات فيتشكل رأس قطبي محب للماء وفي الوقت نفسه يرتبط جزئ الغليسرول بجزيئين من الحموض الدهنية فيتشكلان ذيلان كارهان للماء.**

* يحتزي الغشاء البلازمي على طبقة مزدوجة من الليبيدات المفسفرة التي تترتب في **صفين متقابلين وفيها تقابل الرؤوس القطبية الماء في حين تبتعد عنه الذيول الكارهة له .**

* لا تمر المواد الذائبة في الماء بسهولة عبر الغشاء البلازمي (**علل**) نظرا الى وجود الجزء غير القطبي (الذيول الكارهة للماء) الذي يقع **وسط** الغشاء ويعوق مرور هذه المواد ما ينظم حركة المواد بين داخل الخلية وخارجها .

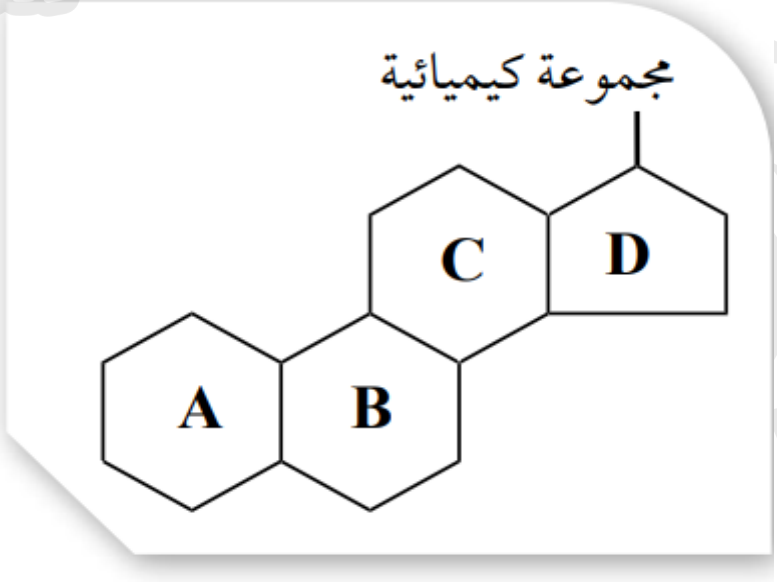
سؤال : لماذا تتجه ذيول الحموض الدهنية الى الداخل في الغشاء البلازمي ؟؟؟

الشكل (18): توزيع الليبيدات المُفسفَرة في الغشاء البلازمي.



الستيرويـــــدات

* **هي الليبيدات التي تتكون من اربع حلقات كربونية ملتحمة (ثلاث منها سداسية وواحدة خماسية ومجموعة كيميائية ترتبط بالحلقة الرابعة) وتختلف من ستيرويد الى اخر .**



الشكل (19): ستيرويد.

* **من الامثلة على الستيرويدات :**

الكولسترول : يستطيع جسم الانسان تصنيعه في **الكبد** ويمكن الحصول عليه من مصادر غذائية حيوانية .

– يدخل في تركيب **الاغشية البلازمية الحيوانية والهرمونات الستيرويدية مثل الالدوستيرون** الذي يؤدي دور في تنظيم عمل الوحدة الانبوبية الكلوية .

– بالرغم من اهمية الكولسترول فإن مستوياته العالية في الدم قد يكون لها صلة **بامراض القلب والاوعية الدموية.**

*** الربط بعلم البحار : دور الليبيدات في تكيف اسماك القرش على العيش في اعماق البحار :**

- هناك خصائص عدة في اسماك القرش تساعدها على الطفو منها :

١- نسبة الليبيدات في اكبادها كثيرة . (اكبادها اكبر حجما من اكباد مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة)

٢- قوة عضلاتها (نسبة الالياف العضلية في اجسام اسماك القرش هذه اقل من نسبتها في اجسام مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة) .

نسبة الليبيدات المرتفعه تقلل من كثافة اجسام القرش وبالتالي يساعدها ذلك على الطفو والحفاظ على ارتفاع مناسب لها في الماء من دون بذل مجهود عضلي كبير وهو ما يعد وسيلة لتقليل استهلاك الطاقة في بيئاتها الفقيرة بالغذاء .

الحموض النووية

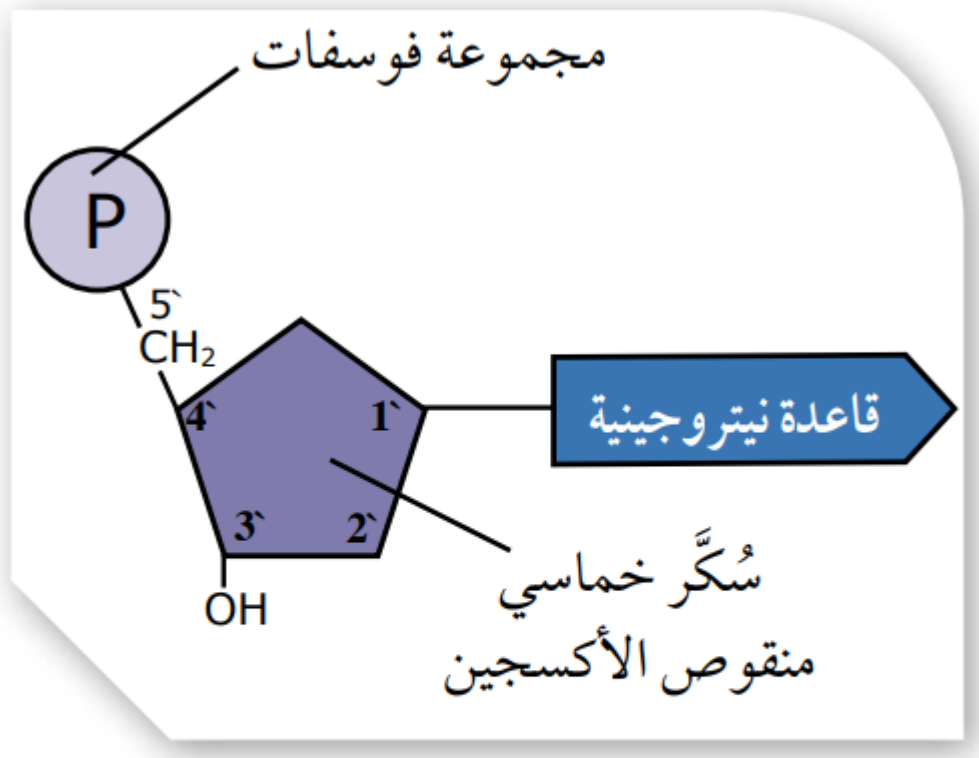
*** انواع الحموض النووية :**

١- حمض نووي رايبوزي منقوص الاكسجين DNA .

٢- حمض نووي رايبوزي RNA .

*** تتألف الحموض النووية من وحدات بنائية تسمى <u>النيوكليوتيدات .</u>**

- يتكون كل نيوكليوتيد من **احدى القواعد النيتروجينية وسكر خماسي ومجموعة فوسفات .**

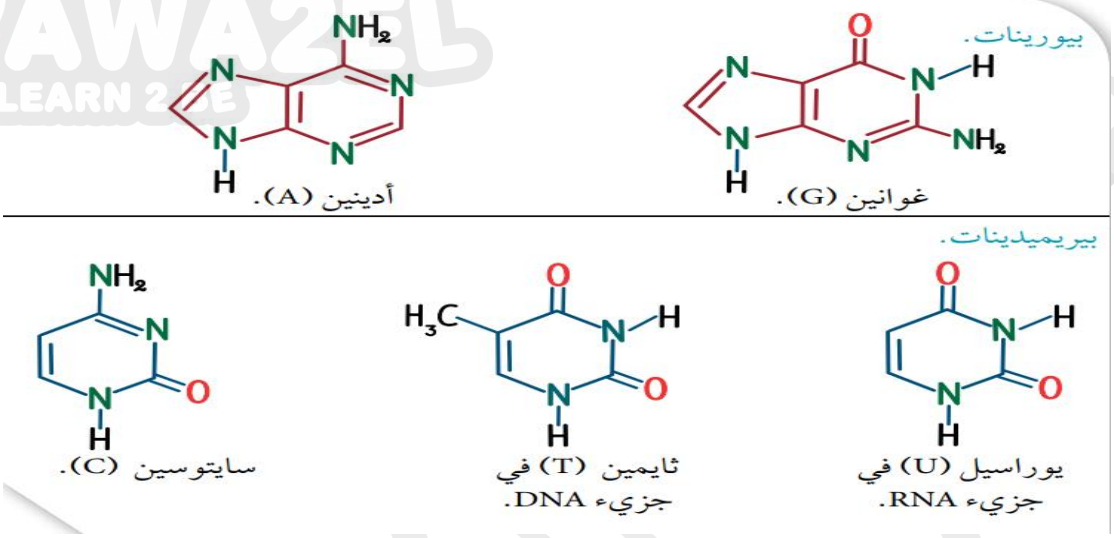


الشكل (20): تركيب نيوكليوتيد في جزيء DNA.

– تصنف القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب النيوكليوتيدات الى:

١ – **بيورينات** : يتكون كل منها من حلقتين . **مثل : G غوانين \ A ادينين** .

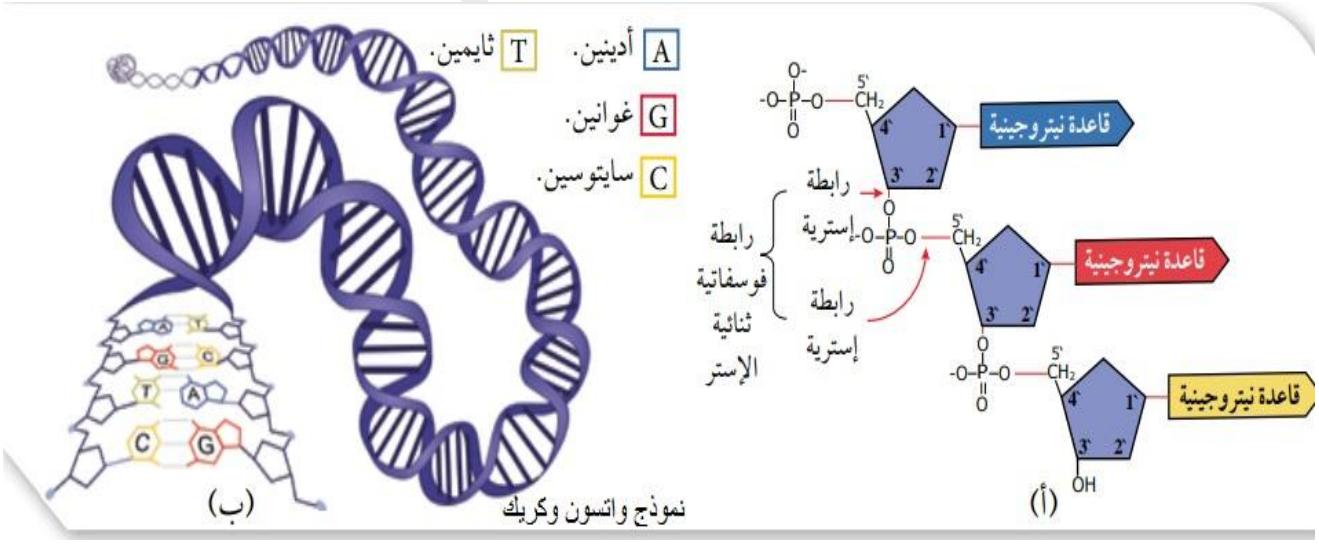
٢ – **بيريميدينات** : يتكون كل منها من حلقة واحدة . **مثل : U يوراسيل في RNA \ Tثايمين \ Cسايتوسين** .



* الحمض النووي الرايبوزي منقوص الاكسجين DNA :

* يعمل الحمض النووي DNA **على نقل الصفات الوراثية من الاباء الى الابناء.** ويبين الشكل ادناه جزيء DNA الذي يتكوَّن من سلسلتي من النيوكليوتيدات، تلتفّان على **هيئةُ سَّلم حلزوني مزدوَج.**

* **ترتبط النيوكليوتيدات** بعضها ببعض في السلسلة الواحدة عن **طريق روابط فوسفاتية ثنائية الاستر** .



* ترتبط **البيورينات** في إحدى سلسلتي الحمض النوويDNA **بالبرييميدينات** المكملة لها في السلسلة المقابله **عن طريق روابط هيدروجينية**. أما نسبة البيورينات **الى نسبة البرييميدينات فيDNA فثابتة** وفقا لقاعدة تعرف **بقاعدة تشارغاف** .

* **قاعدة تشارغاف :**

– ان البيورين يرتبط دائما بالبيريميدين المكمل له في السلسلة المقابلة ، **فمثلا: اذا احتوت قطعة من DNA على 25% من الادينين فإن نسبة الثايمين في السلسلة المقابلة تكون مساوية لها .**

* في عام1953 م، توصَّل العالمان واتسونWatson وكريكCrick الى بناء نموذج لجزئDNA ، ونالا جائزة نوبل في الفسيولوجيا والطب تكريما لهما على هذا الانجاز.

* الحمض النووي RNA :

– يتكون غالبا من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات . **ولكن بعض الفيروسات تحتوي على RNA من سلسلتين .**

– يوجد في RNA القاعدة النيتروجينية **يوراسيل U بدلا من الثايمين .**

– يؤدي جزئ RNA **دورا مهما في عملية تصنيع بروتينات الخلية .**

مثال

حلَّل باحث قطعتي DNA، فوجد أنَّ نسبة الأدينين في القطعة الأولى هي (31%)، وأنَّ نسبة السايتوسين في القطعة الثانية هي (27%). أيُّ القطعتين تحوي نسبة أعلى من الثايمين؟

المعطيات:

القطعة الأولى من DNA تحوي ما نسبته (31%) من الأدينين، والقطعة الثانية من DNA تحوي ما نسبته (27%) من السايتوسين.

المطلوب:

تحديد قطعة DNA التي فيها نسبة أعلى من الثايمين.

الحل:

نسبة الثايمين في DNA تساوي نسبة الأدينين؛ لذا، فإنَّ نسبة الثايمين في القطعة الأولى هي (31%). ولإيجاد نسبة الثايمين في القطعة الثانية، أحسُبُ نسبة السايتوسين والغوانين فيها:

$27\% \times 2 = 54\%$

ثم أطرح هذه النسبة من 100%:

$100\% - 54\% = 46\%$

إذن، نسبة الثايمين والأدينين معًا هي (46%).

لإيجاد نسبة الثايمين، أقسِم الناتج على 2:

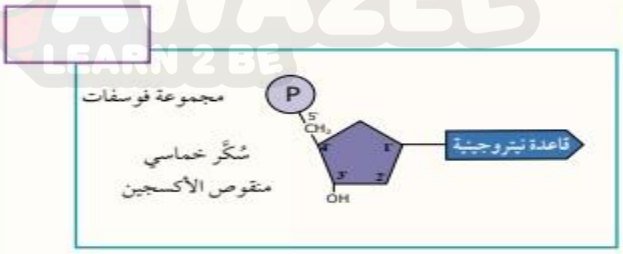
$46\% / 2 = 23\%$

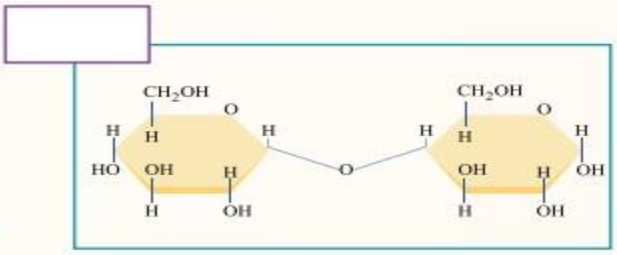
إذن، نسبة الثايمين هي (23%).

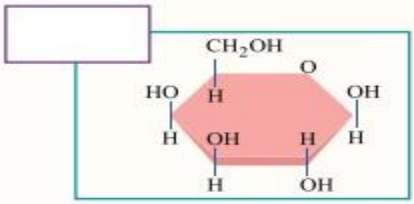
وبذلك، فإنَّ نسبة الثايمين في القطعة الأولى أعلى منها في القطعة الثانية.

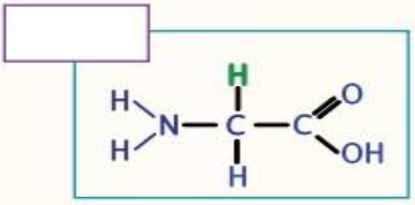
((((مراجعة الـــــــــــــــدرس)))

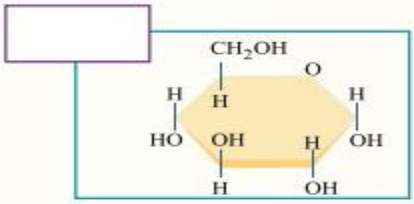
1. أكتب في الصندوق المجاور لكل صيغة بنائية ممّا يلي اسم المُركّب العضوي الذي تَمثله، مُستخدِمًا المفاهيم الآتية: سُكَّر ثنائي، حمض أميني، دهن ثلاثي، غلاكتوز، نيوكليوتيد، غلوكوز.

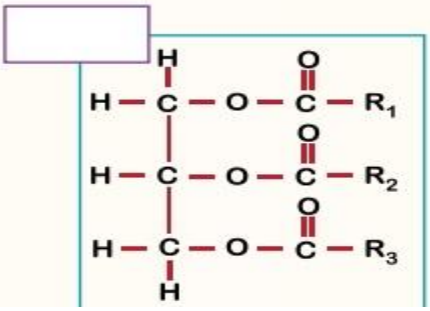






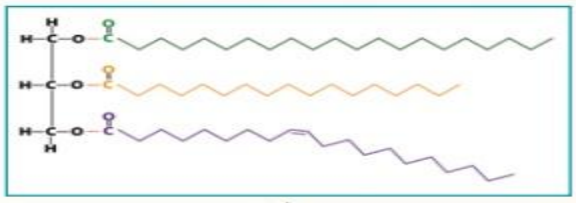






4. أُصنِّف المُركَّبين العضويين الآتيين إلى ليبيد مُفسفَر، ودهن ثلاثي، مُفسِّرًا إجابتي.

(ب)


(أ)

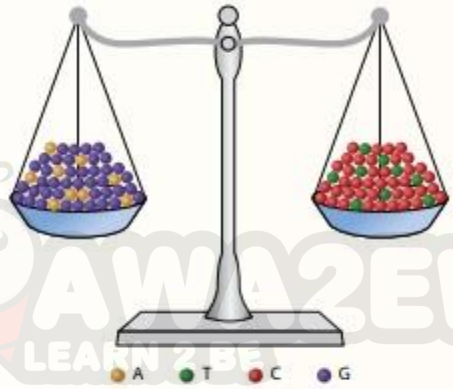
5. أُجيب عمّا يأتي:

أ- فيمَ يختلف التركيب الرباعي للبروتين عن التراكيب في المستويات الأُخرى من حيث عدد سلاسل عديد الببتيد المُكوِّنة لكلٍّ منها؟

ب- أيُّ مُكوِّنات الستيرويد يُسبِّب اختلاف ستيرويد عن آخر؟

6. أُفسِّر أهمية وجود الليبيدات في كبد سمكة القرش التي تُمكِّنها من العيش في أعماق البحار.

7. هل يُمكِن لشخص فصيلة دمه A^- أنْ يتبرَّع بخلايا دم حمراء لمريض فصيلة دمه B^-؟ أُبرِّر إجابتي.



8. تُمثِّل الكرات في الشكل المجاور البيورينات والبيريميدينات كما هو مُوضَّح في مفتاح الشكل. ما القاعدة العلمية التي يُعبِّر عنها الشكل؟ أُوضِّح هذه القاعدة.

9. أُحدِّد اسم الرابطة التساهمية التي تربط بين كلٍّ ممّا يأتي:

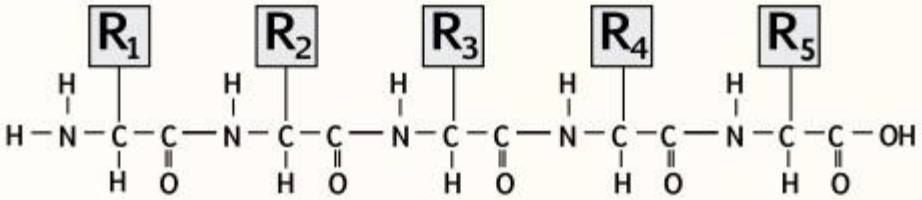
أ- السُّكَّريات الأُحادية.

ب- الحموض الأمينية.

جـ- الحموض الدهنية والغليسرول.

2. **أذكر** اثنين من أوجه الاختلاف بين الأميلوبكتين والغلايكوجين.

3. أُحدِّد عدد الحموض الأمينية وعدد الروابط الببتيدية التي توجد في سلسلة عديد الببتيد المُبيَّنة في الشكل الآتي.



الوحدة الأولى : كيمياء الحياة

الدرس الثاني : الانزيمات وجزئ حفظ الطاقة ATP

* الانزيمـــــــــــــــــات :

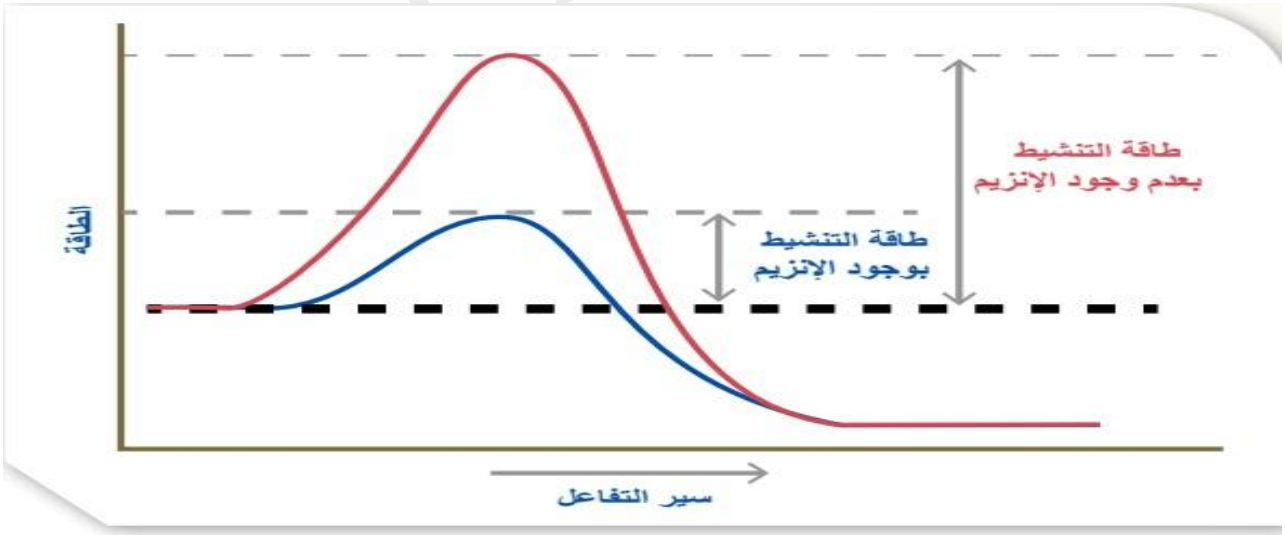
– للانزيمات دور مهم في تحفيز التفاعلات الكيميائية وتسريعها دون ان تُستهلك ، وهي بروتينات كروية الشكل .

– كيف تم اكتشاف الانزيمات ؟

لاحظ العالم **ادوارد بوخنر** عند اضافته مستخلصا من خلايا الخميرة الى سكر السكروز **هضم هذا السكر وانتاج كحول وغاز ثاني اكسيد الكربون .**

وقد اطلق على المواد المستخلصة من الخلايا اسم الانزيمات . وهي تعني (داخل الخميرة) وقد نال جائزة نوبل في الكيمياء عام 1907 .

– وجد العلماء ان معظم التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل اجسام الكائنات الحية تحتاج **الى طاقة تنشيط عالية (وهي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي وقد تبين لهم ان الانزيمات تسرع بعض التفاعلات الكيميائية عن طريق تقليل طاقة التنشيط) .**



الشكل (23): تقليل طاقة التنشيط بوجود الإنزيم.

*** الربط بعلم التصنيع :**

استطاع الانسان صناعة مساحيق غسيل حيوية تحتوي على انزيمات تحلل المواد الموجودة في بقع الملابس مثلما تهضم الانزيمات الهاضمة البروتينات، وذلك اعتمادا على خصائص الانزيمات؛ **اذ تحلل الانزيمات الموجودة في مسحوق الغسيل البقع؛ ما يؤدّي الى تنظيف الملابس. تعمل هذه المساحيق في درجات حرارة منخفضة؛ ما يعد وسيلة من وسائل توفير الطاقة.**

الية عمل الانزيـــــــــــــم

– **الموقع النشط :** يوجد في الانزيم في صورة تجويف ويتكون من حموض امينية معينة وعمل قالبا ترتبط به المادة المتفاعلة التي يؤثر فيها الانزيم **علما بانه قد يوجد للانزيم اكثر من موقع نشط .**

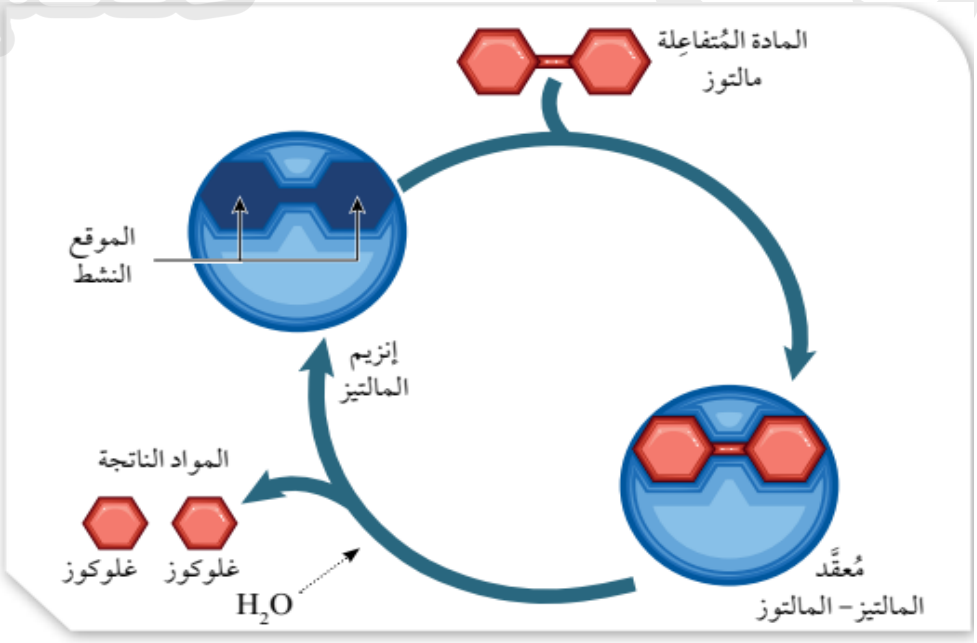
الشكل (24): الموقع النشط في الإنزيم.

– **ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط للانزيم فيتشكل مركب يسمى (معقد الانزيم – المادة المتفاعلة)**

- من الامثلة على عمل الانزيمات :

١ - انزيم تصنيع الغلايكوجين الذي يعمل على ربط الوحدات البنائية (الجلوكوز) لتكوين الغلايكوجين.

٢ - انزيم المالتيز الذي يعمل على تفكك المالتوز الى جزيئي جلوكوز .



الشكل (25): آليَّة عمل إنزيم المالتيز.

تُمثَّل آليَّة عمل الإنزيم بالمعادلة الآتية:

المادة المُتفاعِلة + إنزيم ⟷ (مُعقَّد الإنزيم - المادة المُتفاعِلة) ⟵ إنزيم + المادة الناتجة

مالتوز + إنزيم المالتيز ⟷ (مُعقَّد المالتيز - المالتوز) ⟵ إنزيم المالتيز + (2) غلوكوز

✓ **أتحقَّق:** ما أهمية الموقع النشط؟

الفرضيات التي تفسر ارتباط الانزيم

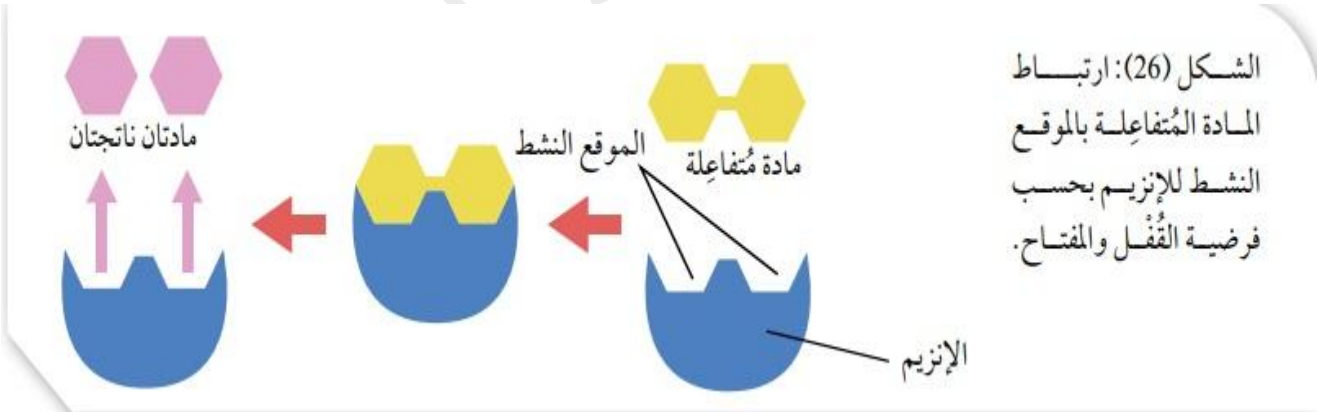
بالمادة التي يؤثر فيها

*** وضع العلماء فرضيتين لتفسير عملية ارتباط المادة المتفاعلة بالموقع النشط للانزيم هما : فرضية القفل والمفتاح \ وفرضية التلاؤم المستحث .**

فرضية القفل

والمفتـــــــــــــاح

* تقوم هذه الفرضية على ان شكل المادة المتفاعله يتوافق مع شكل الموقع النشط للانزيم **لذا ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط ارتباطا كاملا كما تتداخل مسننات المفتاح بالتجاويف المتوافقة مع شكلها في القفل .**

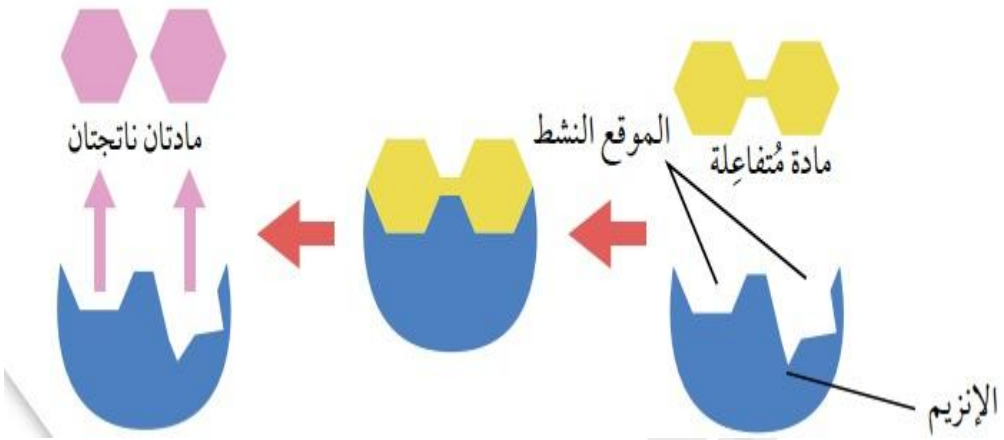


الشكل (26): ارتباط المادة المُتفاعِلة بالموقع النشط للإنزيم بحسب فرضية القُفْل والمفتاح.

فرضية التلاؤم

المستحـــــــــث

* تنص هذه الفرضية على ان **شكل الموقع النشط للانزيم يتغير تغيرا بسيطا ومؤقتا عند ارتباط المادة المتفاعلة به لكي يصبح مناسبا لشكلها .**



الشكل (27): ارتباط المادة المُتفاعِلة بالموقع النشط للإنزيم بحسب فرضية التلاؤم المُستحَث.

سؤال : اي الفرضيتين السابقتين تفسر ارتباط بعض الانزيمات بأكثر من مادة متفاعلة ؟؟؟

* العوامل المؤثرة في نشاط الانزيم :

– تؤثر بعض العوامل في نشاط الانزيمات مثل : درجة الحرارة ، والرقم الهيدروجيني pH ، وتركيز الانزيم ، وتركيز المادة المتفاعلة .

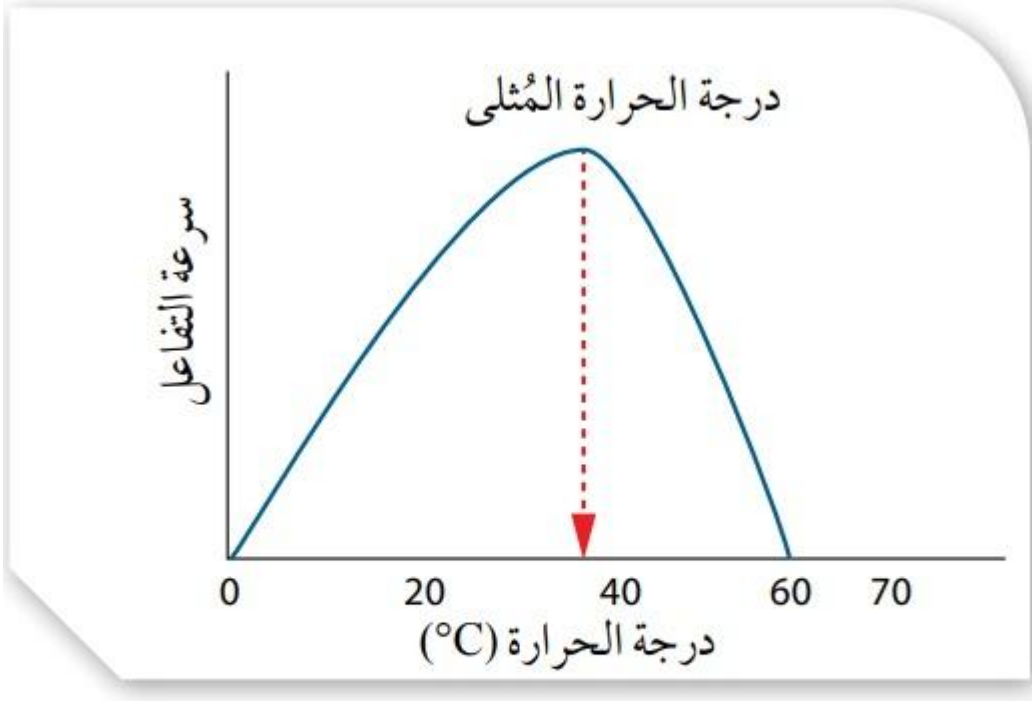
درجة الحرارة

* يتأثر نشـاط الانزيم بدرجـة حـرارة الوسـط الـذي يحدث فيـه التفاعـل؛ **فلكل انزيم درجة حرارة مثلى تكون عندها سرعة التفاعل الذي يحفزه الانزيم اعلى ما يمكن .**

* **وعند ارتفاع درجة حرارة الوسط اكثر من درجة الحرارة المثلى فإن شكل البروتين المكون للانزيم يتغير وبالتالي يتغير شكل الموقع النشط ويصبح غير متوافق مع المادة المتفاعله التي يعمل عليها *فيقل نشاط الانزيم تدريجيا حتى يفقد قدرته على العمل .***

* تؤثر معظم الانزيمات في جسم الانسان بصورة مثلى عند درجات الحرارة التي تتراوح بين(**35C**) و (**40C**)

اي درجات الحرارة القريبة من درجة حرارة جسم الانسان 37C . (((**انظر الى النشاط في الكتاب صفحة 35**)))



الشكل (28): أثر درجة الحرارة في سرعة تفاعل يُحفِّزه إنزيم.

أتتبَّع تأثُّر سرعة تفاعل يُحفِّزه إنزيم بزيادة درجة الحرارة.

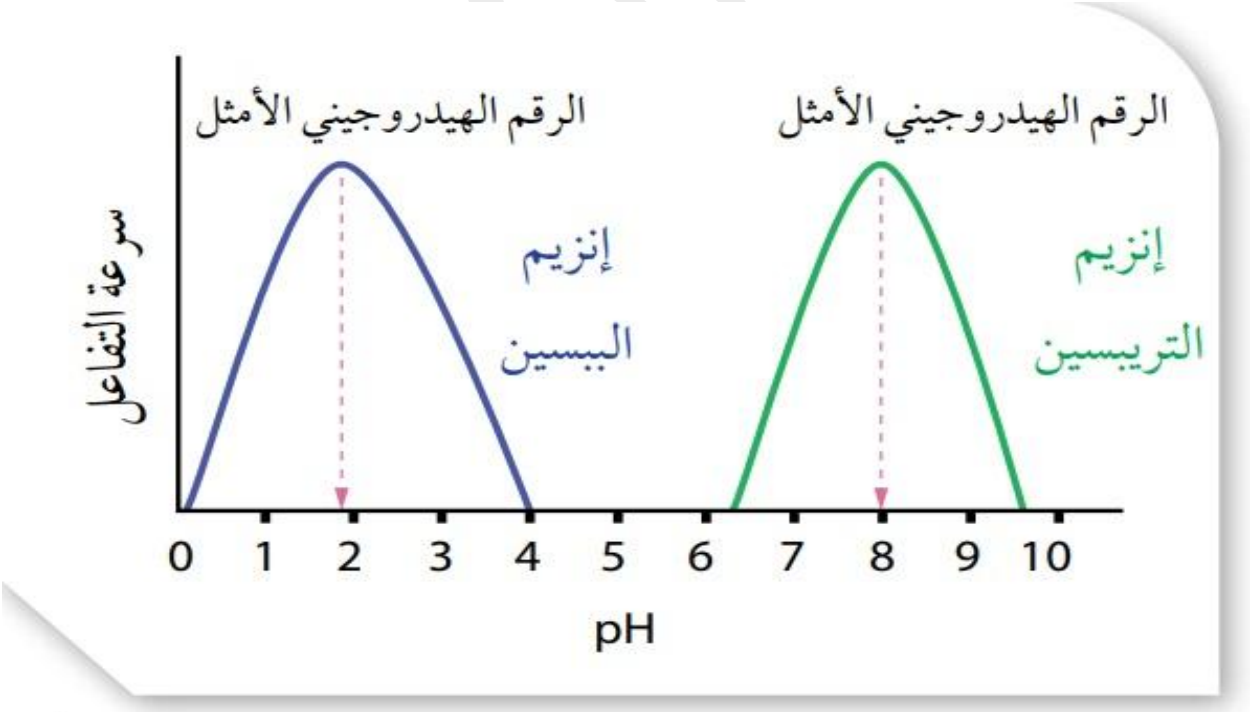
الرقم الهيدروجيني pH

* يتأثر نشاط الانزيم بالرقم الهيدروجيني pH للوسط الذي يحدث فيه التفاعل **فلكل انزيم رقم هيدروجيني امثل تكون عنده سرعة التفاعل الذي يحفزه اعلى ما يمكن .**

*** اما الرقم الهيدروجيني الامثل لعمل معظم الانزيمات في جسم الانسان فهو (pH = 6–8) . فمثلا :**

يعمل انزيم التريبسين في الامعاء عند الرقم الهيدروجيني pH =8 تقريبا .

ويعد انزيم الببسين (انزيم هضم في المعدة) من الاستثناءات اذ يعمل بأقصى فاعلية عند الرقم الهيدروجيني (pH = 1.5 – 2) تقريبا .

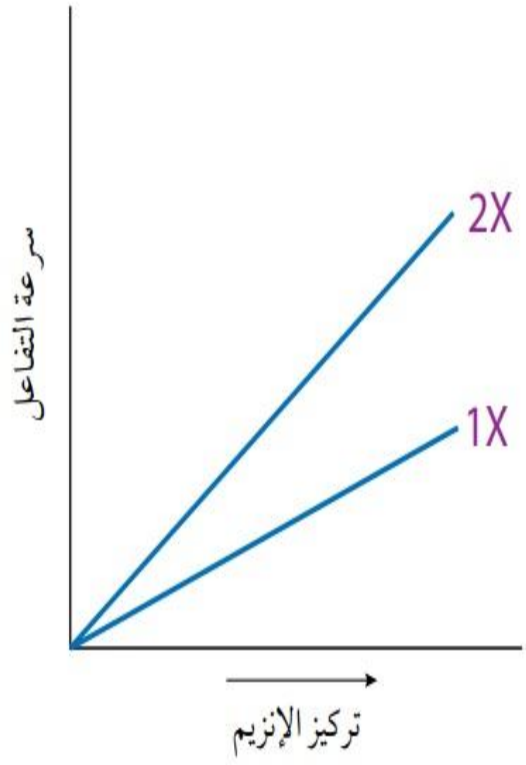


الشكل (29): أثر الرقم الهيدروجيني في سرعة تفاعلين يُحفِّز أحدهما إنزيم الببسين، ويُحفِّز الآخر إنزيم التريبسين.

تركيز الانزيم
وتركيز المادة المتفاعلـــــــة

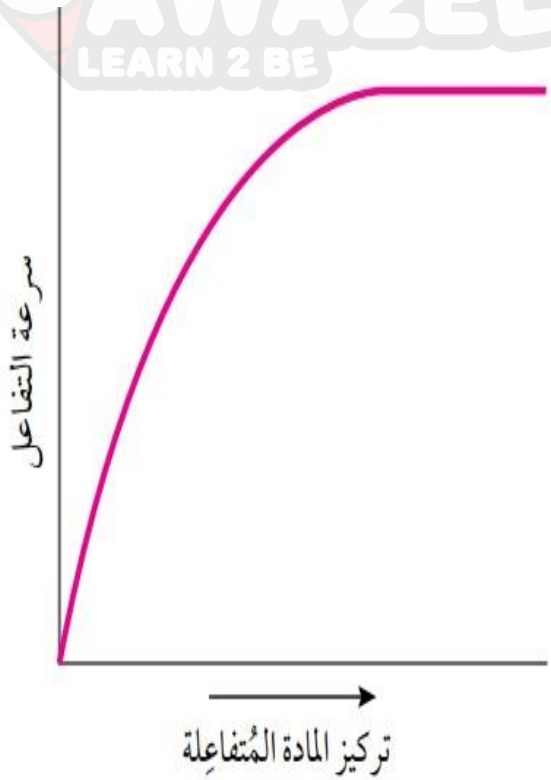
* ***كلما زاد تركيز الانزيم زادت سرعة التفاعل الكيميائي*** **اذ تتوافر اعداد اكبر من المواقع النشطة للارتباط بالمادة المتفاعلة .**

مثلا : اذا قارنت سرعة تفاعلين متماثلين احداهما اجري بإضافة انزيم تركيزه (1X) والاخر بإضافة انزيم تركيزه (2X) مع تثبيت جميع العوامل الاخرى في التفاعلين فسألاحظ ان سرعة التفاعل الثاني هي ضعفا سرعة التفاعل الاول .



الشـكل (30): العلاقـة بـين تركيـز الإنزيـم وسرعـة التفاعـل.

*** وكلما زاد تركيز المادة المتفاعله زادت سرعة التفاعل الكيميائي وعندما تُشغل جميع المواقع النشطة المتوافرة في جزيئات الانزيم بجزيئات المادة المتفاعلة *لا تحدث اي زيادة في سرعة التفاعل بصرف النظر عن مقدار الزيادة في تركيز المادة المتفاعلة .***



الشكل (31): العلاقة بين تركيز المادة المُتفاعِلة وسرعة التفاعل.

سؤال : اذكر سببين لثبات سرعة تفاعل كيميائي يحفزه انزيم ما ؟؟؟

*** الربط بالنانو تكنولوجـــــــــــــــــــــــــي :**

– تتطلب صناعة بعض الشرائح الرقيقة المستخدمة في الخلايا الشمسية توافر درجات حرارة مرتفعه ومبالغ مالية كثيرة ، **ولتقليل درجات الحرارة اللازمة لذلك طور الباحثون تقنية عضوية تتضمن صناعة شرائح نانوية رقيقة من مادة اكسيد التيتانيوم مستفيدين في ذلك من خصائص الانزيمات اذ تمكنوا من استخلاص انزيم البابايينمن ثمار البابايا الاستوائية ثم استعملوه مع اكسيد التيتانيوم *لانتاج هذه الشرائح ذات المسامية الكبيرة بُغية استخدامها في صناعة الخلايا الشمسية .***

العوامل المساعدة ومرافقات الانزيمـــــــــــــــــــــــات

* يتطلب عمل الانزيمات في بعض التفاعلات توافر عوامل عديدة **تسمى العوامل المساعدة** وفي حال كانت العوامل المساعدة للانزيمات مواد عضوية فانها تسمى **مرافقات الانزيمات** .

*** من الامثلة على مرافقات الانزيم :**

١ – جزيئات NAD^+ ٢ – جزيئات FAD

٣ – جزئ $NADP^+$ وهو ناقل الكترونات يستخدم في تفاعلات البناء مثل عملية البناء الضوئي .

التي تعمل بوصفها نواقل للالكترونات في عديد من تفاعلات الاكسدة والاختزال في الخلية اذ انها تستقبل الالكترونات ذات الطاقة الكبيرة مع البروتونات فتُختزَل الى NADH و $FADH_2$ ثم تتأكسد بفقدانها الالكترونات الى جزيئات اخرى في سلسلة نقل الالكترون في الغشاء الداخلي للميتوكندريا في اثناء عملية التنفس الخلوي (كما سندرسه لاحقا بالتفصيل بالدرس الثالث) .

$$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \underset{\text{تأكسد}}{\overset{\text{اختزال}}{\rightleftharpoons}} NADH + H^+$$

$$FAD + 2H^+ + 2e^- \underset{\text{تأكسد}}{\overset{\text{اختزال}}{\rightleftharpoons}} FADH_2$$

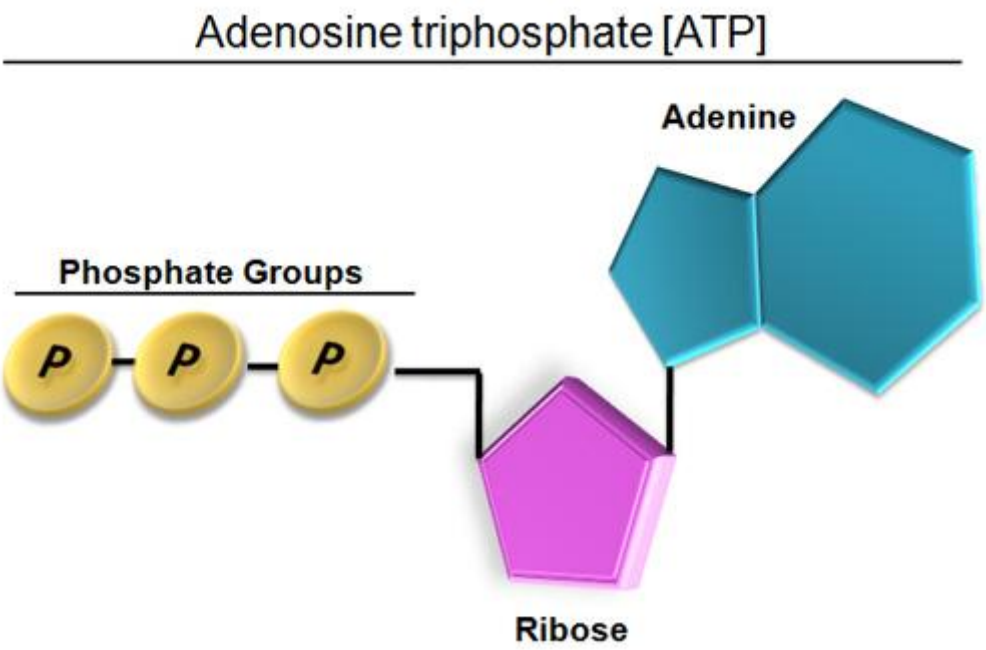
جزيئات حفظ الطاقة ATP

– تحتوي الخلايا على جزئ عضوي يسمى **ادينوسين ثلاثي الفوسفات** وهو يخزن الطاقة اللازمة لمعظم العمليات التي تحدث داخل خلايا الكائنات الحية .

– مما يتكون جزئ حفظ الطاقة ATP ؟

١– القاعدة النيتروجينية ادينين . ٢– سكر الرايبوز

٣– ثلاث مجموعات من الفوسفات **التي تخزن الروابط بينها طاقة كيميائية** .



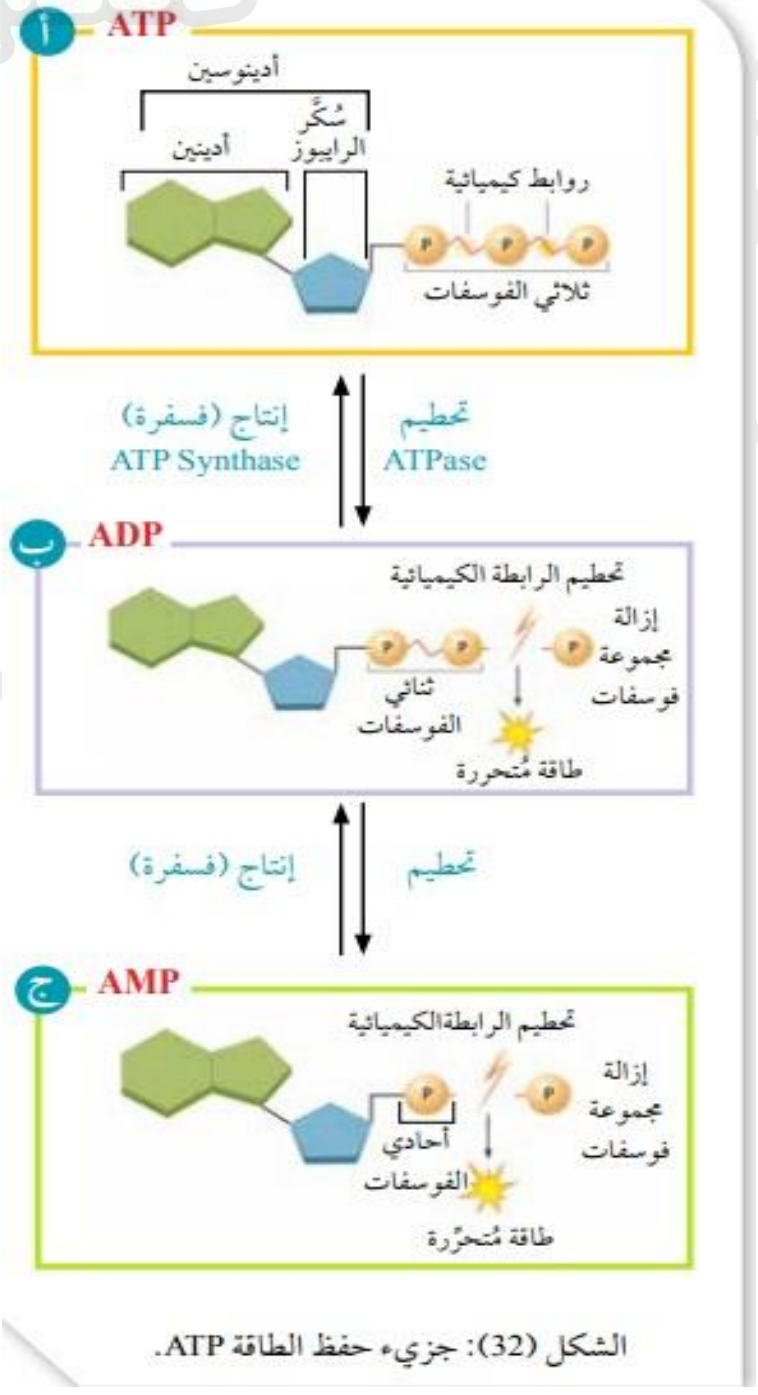
*** يُنتج جزئ حفظ الطاقة ATP بفعل انزيم انتاج ATP (ATPSynthase) عن طريق :**

اضافة مجموعة فوسفات الى جزئ ادينوسين ثنائي الفوسفات ADP في عملية تسمى الفسفرة . وبذلك تُخزن الطاقة الكيميائية في الرابطة بين مجموعتي الفوسفات .

– ويُحفز عملية الفسفرة انزيم انتاج ATP في عمليتي التنفس الخلوي والبناء الضوئي .

- عند تحطيم رابطة بين مجموعتي الفوسفات الثالثة والثانية بفعل انزيم ATP ase تتحرر الطاقة المختزنة فيها فينتج جزئ ادينوسين ثنائي الفوسفات ADP ومجموعة فوسفات حرة .

- عند تحطيم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والاولى تتحرر الطاقة المختزنة فيها وينتج مركب ادينوسين احادي الفوسفات AMP ومجموعة فوسفات حرة .



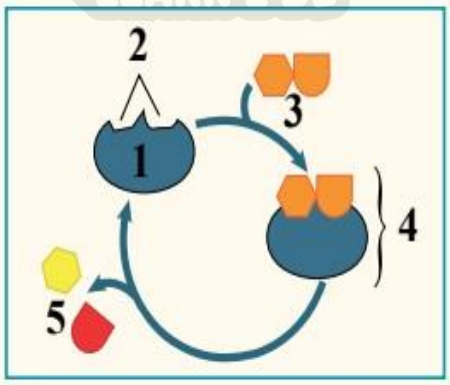
الشكل (32): جزيء حفظ الطاقة ATP.

سؤال : مم يتكون جزئ الادينوسين ؟؟؟

سؤال : كم مجموعة فوسفات تلزم لتحويل جزئ AMP الى جزئ ATP ؟

مراجعة الدرس

1. أدرس الشكل المجاور الذي يُوضِّح إحدى الفرضيات التي تُفسِّر عملية ارتباط المواد المُتفاعِلة بإنزيم مُعيَّن، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:

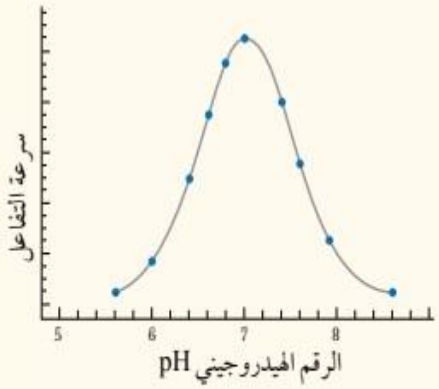


أ- أكتب اسم هذه الفرضية.

ب- أكتب اسم المفهوم الذي تشير إليه كلٌّ من الأرقام الآتية: (1)، (2)، (3)، (4)، (5).

ج- **أُوضِّح**: ماذا سيحدث لنشاط إنزيم يعمل في درجة حرارة مُثلى 37°C إذا استُخدِم في تفاعل درجة حرارته 60°C، مُبرِّرًا إجابتي؟

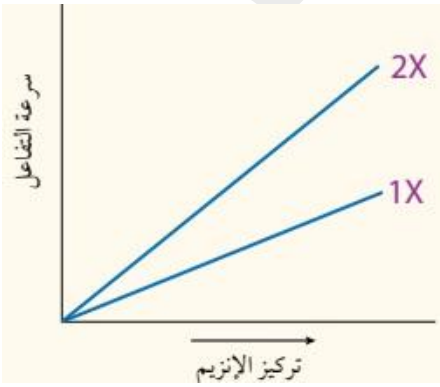
2. أدرس الرسم البياني المجاور الذي يُوضِّح أثر الرقم الهيدروجيني للوسط في نشاط إنزيم مُعيَّن، ثم أُجيب عن السؤالين الآتيين:



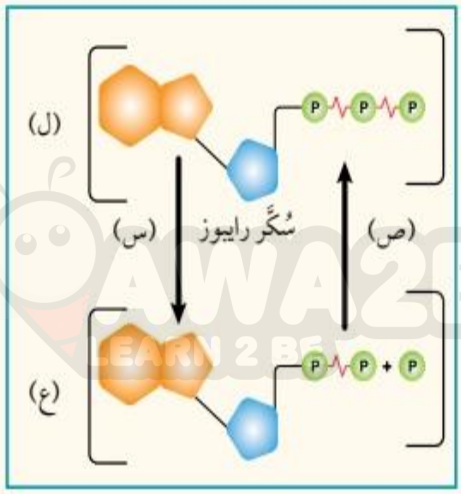
أ- أُحدِّد الرقم الهيدروجيني الأمثل لعمل هذا الإنزيم.

ب- **أستنتج**: كيف أعرف أنَّ هذا الإنزيم ليس إنزيم الببسين، مُبرِّرًا إجابتي؟

3. أدرس الرسم البياني المجاور الذي يُوضِّح تأثير تركيز الإنزيم في سرعة تفاعل مُحفَّز بالإنزيم، ثم أَصِف العلاقة بين تركيز الإنزيم وسرعة التفاعل.



4. أدرس الشكل المجاور الذي يُمثِّل جزيء حفظ الطاقة في خلايا الكائن الحيِّ، ثم أُجيب عن السؤالين الآتيين:



أ- ما اسم كلٍّ من الجزيء المشار إليه بالرمز (ل)، والجزيء المشار إليه بالرمز (ع)؟

ب- أُوضِّح ما يحدث في كلٍّ من العمليتين المشار إليهما بالرمز (س)، والرمز (ص)، ثم أذكر أسماء الإنزيمات المشاركة في كلٍّ منهما.

الوحدة الأولى : كيمياء الحياة

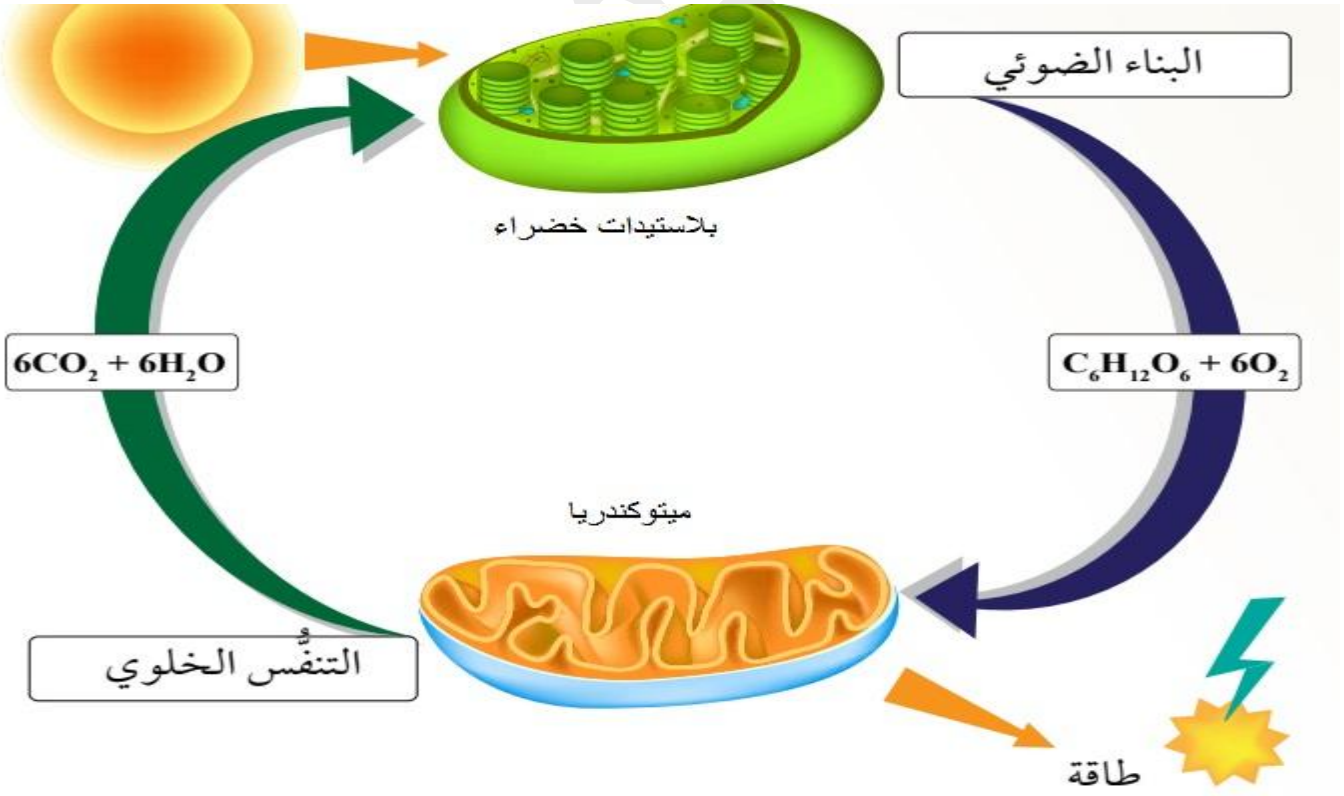
الدرس الثالث : التفاعلات الكيميائية في الخلية

– تحدث داخل الخلايا المكونة لاجسام الكائنات الحية تفاعلات كيميائية عدة منها ما يُخزن الطاقة في الروابط الكيميائية داخل المركبات العضوية ومنها ما يُحرر الطاقة المخزنة اللازمة لأداء الانشطة الحيوية .

– تحدث داخل خلايا الكائن الحي الاف التفاعلات الكيميائية التي تعرف **بعمليات الايض** . وتتضمن :

١ – عمليات البناء (وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تُبنى فيها جزيئات كبيرة ومعقدة من جزيئات بسيطة مثل عملية البناء الضوئي).

٢ – عمليات الهدم (وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تُحطم فيها بعض الجزيئات الكبيرة الى جزيئات ابسط لانتاج الطاقة الكيميائية المخزنة في روابطها ، مثل : عملية التنفس الخلوي).



الشكل (33): التكامل بين عملية التنفُّس الخلوي وعملية البناء الضوئي.

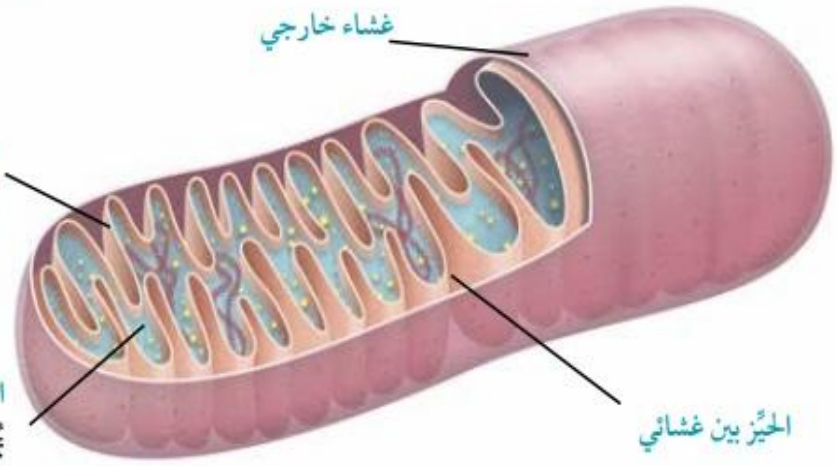
التنفس الخلـــــــوي

Cellular Respiration

– تحدث في عملية **التنفس الخلوي** سلسلة من التفاعلات تشمل **تحطيم المركبات العضوية (مثل الجلوكوز) داخل الخلايا لانتاج الطاقة** .

– تحدث معظم تفاعلات التنفس الخلوي في **الخلايا حقيقية النوى في الميتوكندريا** .

الشكل (34): تركيب الميتوكندريا.



– **تمثل تفاعلات التنفس الخلوي بالمعادلة التالية :**

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energy}$$

(حرارة + ATP)

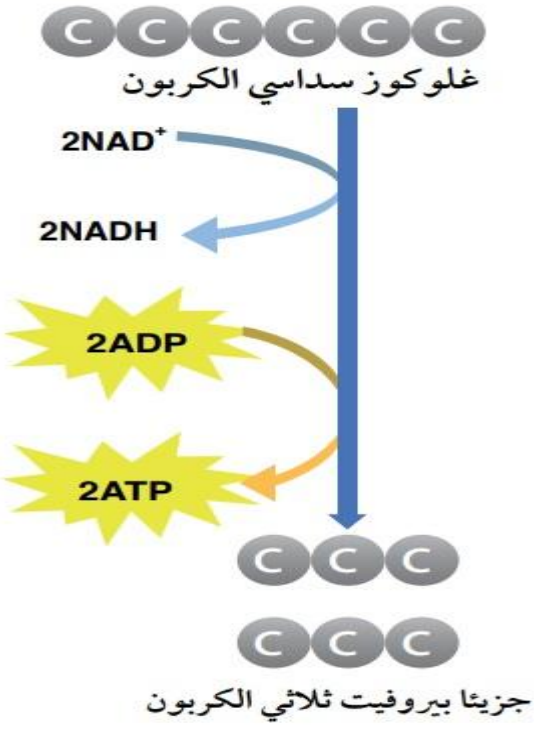
- تحدث عملية التنفس الخلوي على مرحلتين هما :

١ - مرحلة التحلل الغلايكولي (السكري) في السيتوبلازم .

٢ - مرحلة التنفس الهوائي في الميتوكندريا .

التحلل الغلايكولـــــــي

- هو سلسلة من التفاعلات الكيميائية في السيتوبلازم ولاااا تحتاج الى اكسجين وفيها يتحطم كل جزئ جلوكوز الى جزيئين من البيروفيت ثلاثي الكربون . ويُختزل جزيئا NAD^+ الى جزيئي NADH وينتج جزيئا ATP .



النواتج : 2NADH \ 2ATP .

سؤال هام جداااا : لماذا تم اختزال NAD^+ ؟؟؟؟

سؤال هام جداااا : كيف اصبح NAD^+ الى NADH ؟؟؟

التنفس الهوائـــــي

- عند تواااافر الاكسجيـــن . فإن جزيئي (2) البيروفيت ينتقلان الى حشوة الميتوكندريا .

- تشتمل عملية التنفس الهوائي على ثلاث خطوات هـــــــــــــــــــي :

١ – اكسدة البيروفيت الى استيل مرافق انزيم – أ .

٢ – حلقة كربس .

٣ – الفسفرة التأكسدية .

اكسدة البيروفيت الى استيل مرافق انزيم - أ

- عزيزي الطالب تذكر ان كل ما سيتم ذكره من نواتج او مدخلات هي مضروبة ب 2 (لانه نتج 2 بيروفيت) .

- الخطوات :

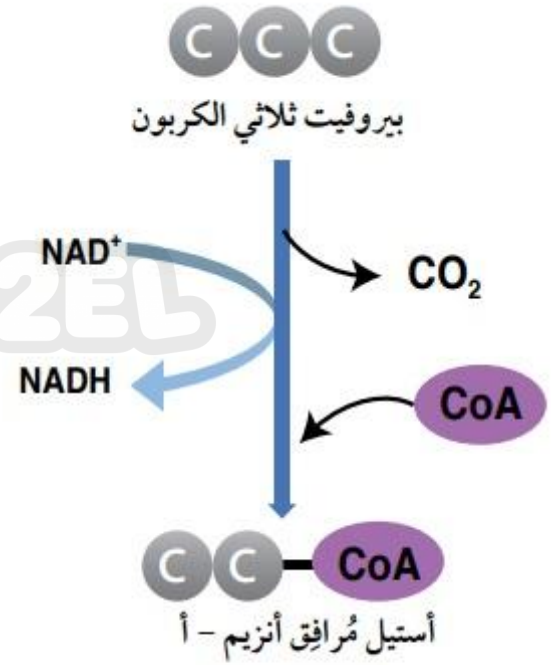
١ – يُنتزع جزئ CO_2 من البيروفيت فيتكون مركب ثنائي الكربون في الحشوة .

٢ – يتأكسد المركب ثنائي الكربون الناتج مختزلا NAD^+ الى NADH .

٣ – ينتج مركب يسمى استيت ثم يرتبط مرافق انزيم – أ بالاستيت .

٤ – ينتج استيل مرافق انزيم – أ Acetyl CoA . (يُذكر ان هذه الخطوة تربط بين التحلل الغلايكولي وحلقة كربس) .

النوااااتج : $2CO_2$ \ 2NADH \ 2 Acetyl CoA (2 استيل مرافق انزيم – أ) .



الشكل (36): أكسدة جزيء واحد من البيروفيت.

سؤال : لماذا نتج CO_2 ؟؟؟؟؟؟ (فكر بعمق) .

سؤال : كم عدد جزيئات استيل مرافق انزيم – أ التي تنتج من جزئ جلوكوز ؟؟؟؟

سؤال هاااام : لماذا دخل على التفاعل NAD^+ ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟

****

حلقة كربـــــــــس

– سميت بهذا الاسم نسبة للعالم كربس ، واسهمت بحوثه في اكتشافها . وتسمى ايضا حلقة حمض السيتريك.

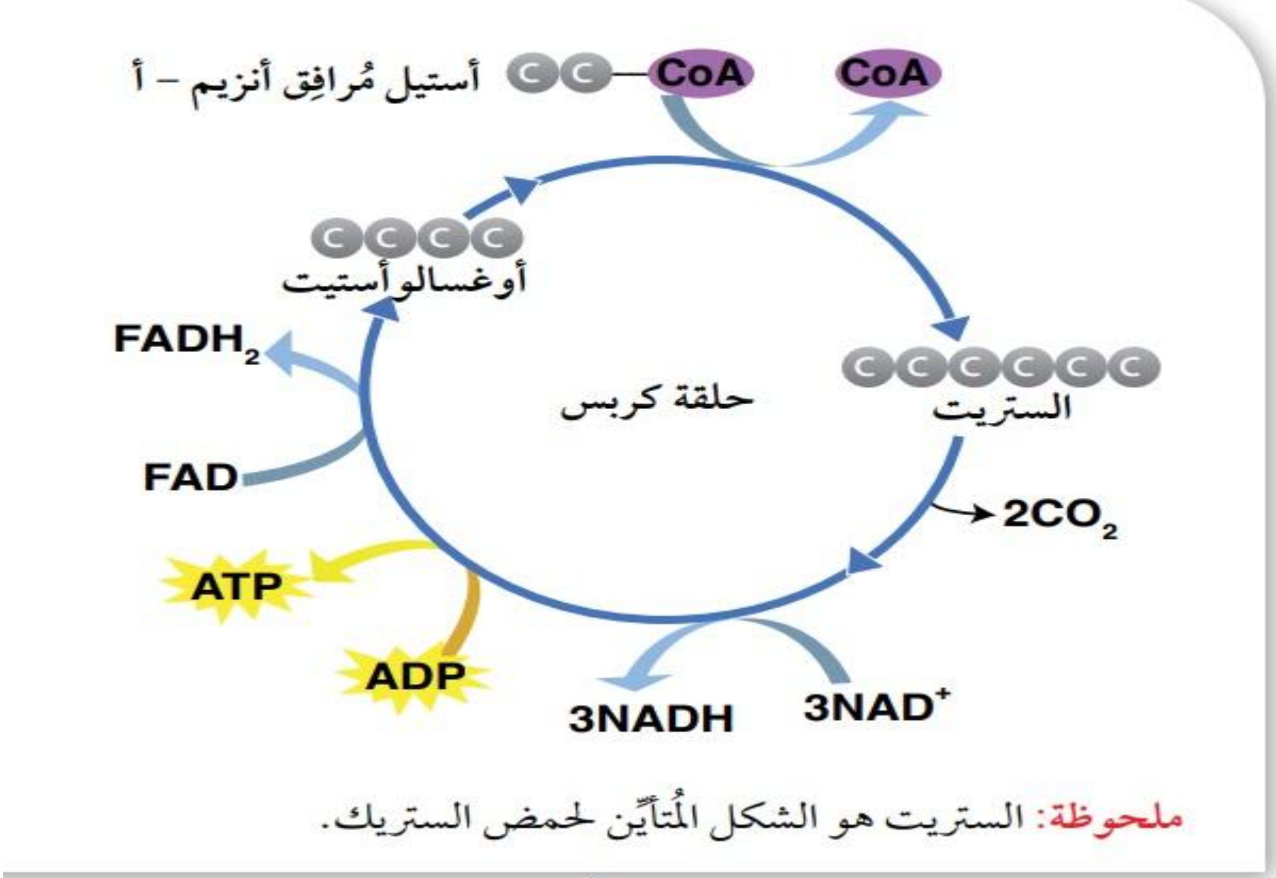
– تحدث حلقة كربس في الحشوة داخل الميتوكندريا .

– الخطـــواااااات :

١ – تبدأحلقة كربس بتفاعل استيل مرافق انزيم– أ ثنائي الكربون مع مركب رباعي الكربون يسمى اوغسالوأستيت فينتج الستريت في سلسلة من التفاعلات يفقد خلالها جزيئي CO_2 ليعاد انتاج مركب اوغسالواستيت .

٢ – اثناء ذلك تُختزل ثلاثة جزيئات من NAD^+ الى NADH ، ويُختزل جزئ واحد من FAD الى $FADH_2$ وينتج جزئ واحد من ATP بصورة مباشرة .

((((يُذكر ان حلقة كربس يجب ان تتكرر مرتين لكل جزئ جلوكوز)))) .



الشكل (37): حلقة كربس لدورة واحدة. أُحدِّد نواتج دورتي حلقة كربس.

- تلخيص لنواتج تفاعلات التحلل الغلايكولي وتفاعلات اكسدة البيروفيت الى استيل مرافق انزيم – أ والتفاعلات التي تحدث في حلقة كربس لجزئ جلوكوز واااحد :

١ – 6 جزيئات من CO_2 ٢ – 4 جزيئات من ATP ٣ – 10 جزيئات من NADH ٤ – جزيئان من $FADH_2$

الفسفرة التأكسدية

(سلسلة نقل الالكترون والاسموزية الكيميائية)

– تتكون سلسلة نقل الالكترون من مجموعة من المواد **معظمها بروتينات ناقلة وانزيمات** .

– الخطوات :

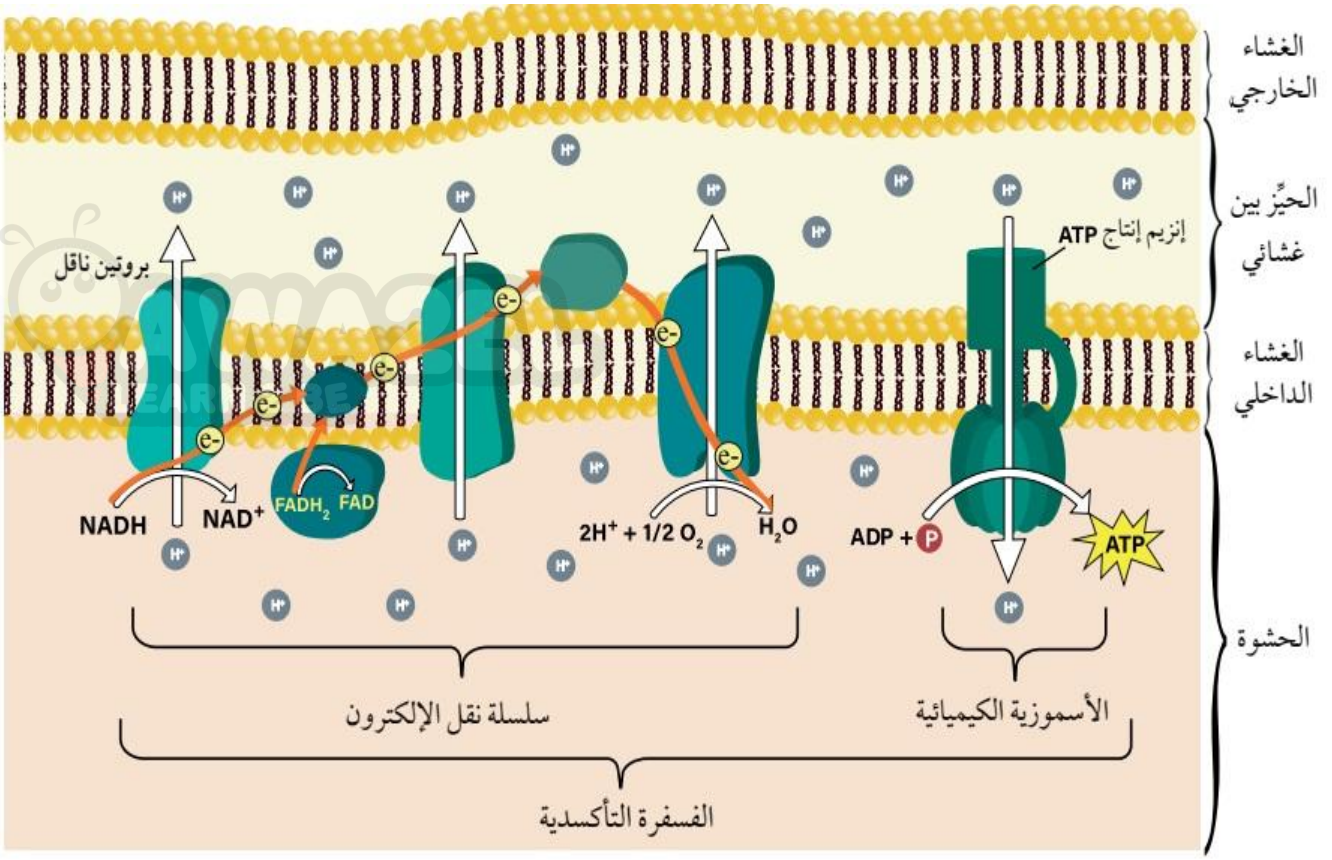
١ – تستقبل هذه السلسلة الالكترونات الناتجة من اكسدة NADH و $FADH_2$ ثم تنقلها من بروتين ناقل الى اخر

٢ – تستخدم سلسلة نقل الالكترون الطاقة المتدفقة خلال انتقال الالكترونات الناتجة من تأكسد NADH و $FADH_2$ في ضخ البروتونات H^+ من الحشوة الى الحيز بين غشائي . فينتج فرق في تركيز البروتونات بين الحيز بين غشائي والحشوة .

٣ – تعود البروتونات H^+ نتيجة لفرق التركيز على جانبي غشاء الميتوكندريا الداخلي الى داخل الحشوة عن طريق انزيم انتاج ATP (ATP synthase) في عملية تسمى الاسموزية الكيميائية وتحدث فيها فسفرة جزيئات ADP الى ATP .

٤ – في نهاية السلسلة تصل الالكترونات الى مستقبلها النهائي وهو الاكسجين ثم تتحد معه ومع البروتونات فيتكون المـــــــــــــــــــــاء .

- يطلق على عملية انتاج ATP عن طريق سلسلة نقل الالكترون والاسموزية الكيميائية اسم الفسفرة التأكسديـــة .



الشكل (38): الفسفرة التأكسدية.

- يسهم كل :

*** جزئ من NADH في انتاج 2.5 جزئ ATP .**

*** جزئ من $FADH_2$ في انتاج 1.5 جزئ من ATP .**

ولتسهـــــــــــــــــــــــــــيل العمليات الحسابية :

- عدد جزيئات ATP التي يسهم جزئ NADH في انتاجها هو 3 .

- عدد جزيئات ATP التي يسهم جزئ $FADH_2$ في انتاجها هو 2 .

- اذاً :

أحسُبُ عدد جزيئات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية عند أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز.

المعطيات:

عدد جزيئات الغلوكوز التي تأكسدت هو جزيء واحد.

الحل:

عدد جزيئات NADH الناتجة من التحلُّل الغلايكولي هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من أكسدة حمض البيروفيت إلى أستيل مُرافِق إنزيم - أ هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من دورتي حلقة كربس هو (6)، فيكون المجموع (10) جزيئات NADH، وعدد جزيئات $FADH_2$ الناتجة من تفاعلات دورتي حلقة كربس هو (2). بما أنَّ كل جزيء NADH يُسهِم في إنتاج (3) جزيئات ATP، وكل جزيء $FADH_2$ يُسهِم في إنتاج جزيئي ATP، فإنَّ عدد جزيئات ATP الناتجة من عملية الفسفرة التأكسدية هو:

$(2x2) + (10 \times 3) = (34)$ جزيئًا.

سؤال : حدد مكان حدوث العمليات الاتية في الخلية ونواتج كل عملية :

التحلل الغلايكولي \ اكسدة البيروفيت الى مرافق انزيم – أ \ حلقة كربس \ الفسفرة التأكسدية .

التنفس اللاهوائي والتخمر

– تعمل بعض الخلايا على اكسدة المواد العضوية وانتاج ATP من دون استخدام الاكسجين عن طريق التنفس اللاهوائي والتخمر .

– تحدث عمليات التنفس اللاهوائي والتخمر في السيتوبلازم .

التنفس اللاهوائي

– يلجأ الى هذا النوع من التنفس **بعض انواع البكتيريا التي تعيش في بيئة تخلو من الاكسجين اذ تستخدم هذه الكائنات سلسلة نقل الالكترون ولكنها لا تستخدم الاكسجين مستقبلاً نهائيا للالكترونات .**

– من الامثلة عليها : بكتيريا اختزال الكبريتات التي تعيش في المياه الحارة وتستخدم الكبريتات مستقبلا نهائيا للالكترونات فينتج كبريتيد الهيدروجين H_2S (مركب غير عضوي) .

التخمـــــــر

– تحدث عملية التخمر في **السيتوبلازم** عند **عدم توافر كميات كافية من الاكسجين .**

– تبدأ بالتحلل الغلايكولي ثم تنتقل الالكترونات من NADH الى البيروفيت (مركب عضوي) بوصفه مستقبلا نهائيا للالكترونات ليعاد استخدام NAD^+ في التحلل الغلايكولي.

– انواع التخمر التي تصنف بناء على الناتج النهائي من العملية :

١ – تخمر حمض اللاكتيك (التخمر اللبني) ٢ – التخمر الكحولي .

تخمر حمض اللاكتيك (التخمر اللبني)

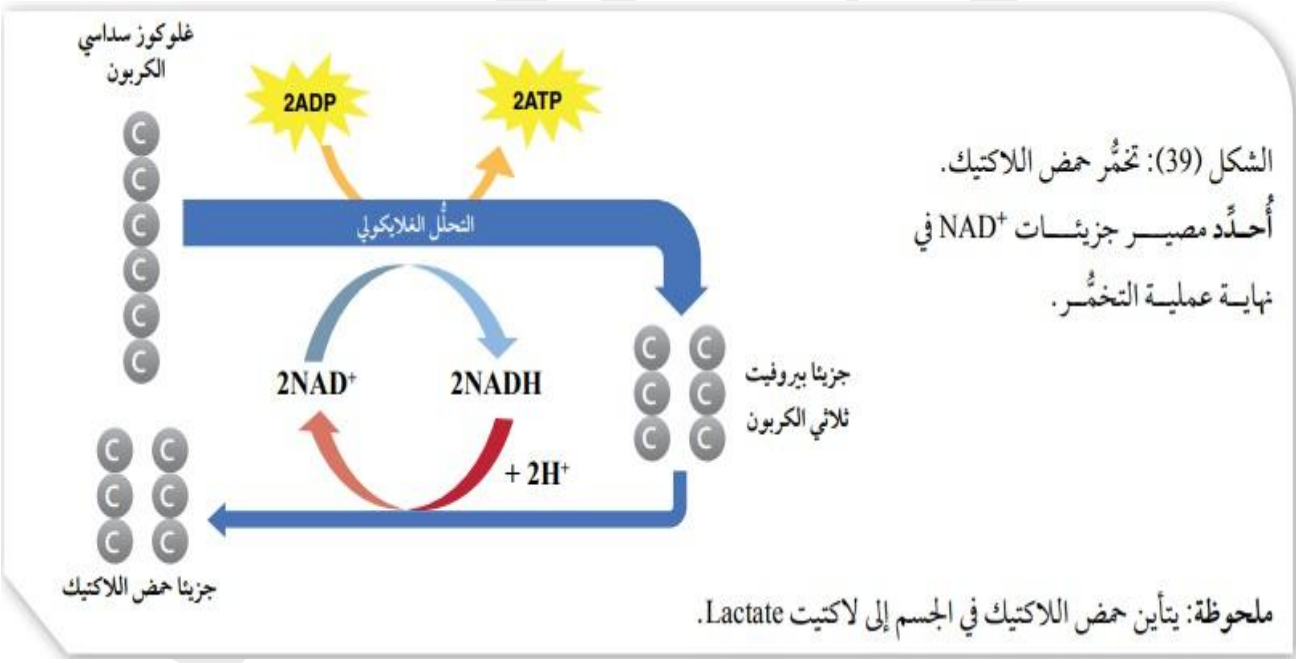
AWA2EL LEARN 2 BE

- تعمل انواع من **البكتيريا وبعض الفطريات على :**

تحويل البيروفيت الى حمض اللاكتيك (في ما يعرف بإسم تخمر حمض اللاكتيك) .

- **تلجأ العضلات الهيكلية الى هذه العملية عند عدم توافر كميات كافية من الاكسجين .**

- **النواتج : ينتج من تفاعلات تخمر جزئ واحد من الغلوكوز الى حمض اللاكتيك جزيئان ATP (2 ATP) وجزيئان من حمض اللاكتيك (2 حمض اللاكتيك) .**



الشكل (39): تخمُّر حمض اللاكتيك.
أُحدِّد مصير جزيئات NAD^+ في نهاية عملية التخمُّر.

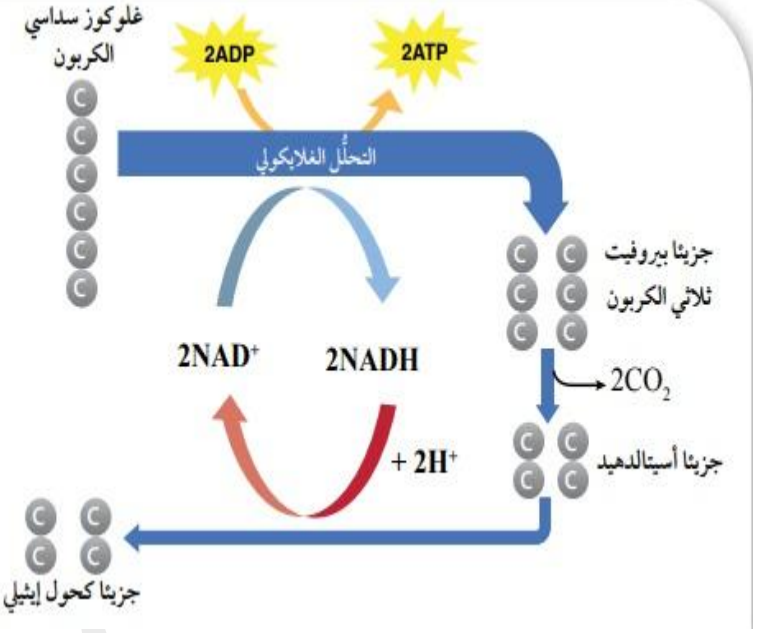
ملحوظة: يتأين حمض اللاكتيك في الجسم إلى لاكتيت Lactate.

- **استفاد الانسان من البكتيريا والفطريات التي تحول البيروفيت الى حمض اللاكتيك في صناعة الالبان والاجبان اذ تحلل هذه البكتيريا سكر اللاكتوز في الحليب ثم تحوله الى حمض اللاكتيك فيتحول الحليب الى لبن.**

التخمر الكحولي

- يعمل فطر الخميرة وبعض انواع البكتيريا اللاهوائية على تحويل البيروفيت الى كحول ايثيلي .

- يتحول البيروفيت الى مركب ثنائي الكربون يسمى اسيتالدهيد فيتحرر غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 ثم يختزل الاسيتالدهيد الى كحول ايثيلي .



الشكل (41): التخمُّر الكحولي.

سؤال : حدد عدد جزيئات CO_2 الناتجة من عملية التخمر الكحولي لكل جزئ من الغلوكوز ؟؟؟

سؤال : حدد اوجه الشبه والاختلاف بين عمليتي التخمر في كل من الخميرة واحدى الخلايا العضلية ؟؟؟؟

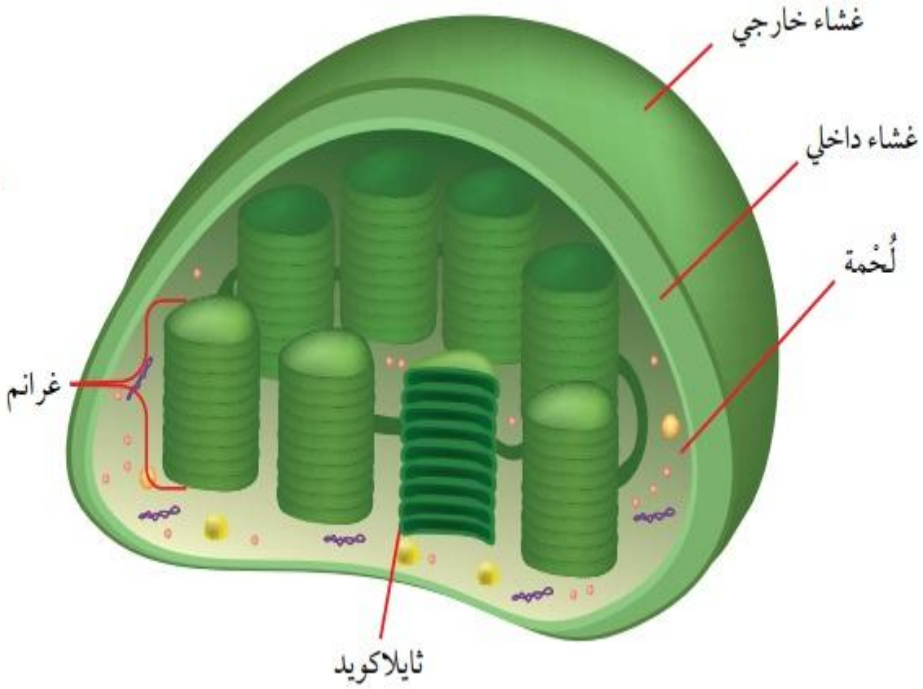
- تستخدم الخميرة في اعداد المعجنات اذ يعمل غاز ثاني اكسيد الكربون المتحرر من عملية التخمر الكحولي على زيادة حجم العجين وارتفاعه .

البناء الضوئـــــــــي

– تحدث في عملية البناء الضوئي سلسلة من التفاعلات تشمل امتصاص الطاقة الضوئية ثم تحويلها الى طاقة كيميائية تُختزن في المركبات العضوية . ويمكن تمثيل هذه العملية بالمعادلة الكيميائية الاتية :

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{إنزيمات}]{\text{ضوء + صبغة كلوروفيل}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

– تحدث عملية البناء الضوئي في **البلاستيدات الخضراء (وهي عضيات تحتوي غشاءين داخلي وخارجي) يحيطان بالثايلاكويدات (وهي مجموعة من الاكياس الغشائية على هيئة اقراص يترتب بعضها فوق بعض *وتسمى الغرانا (مفردها غرانم)* وتمتلئ الفراغات المحيطة بها بسائل كثيف يسمى اللُحمـــــــــــــــة .**



الشكل (43): بلاستيدة خضراء. تحتوي أغشية الثايلاكويدات على الكلوروفيل، وأصباغ أُخرى، وبعض الإنزيمات، ونواقل للإلكترونات.

النظامان الضوئيان الاول والثاني

I and II

- تحتوي اغشية الثايلاكويدات على نظامين ضوئيين هما :

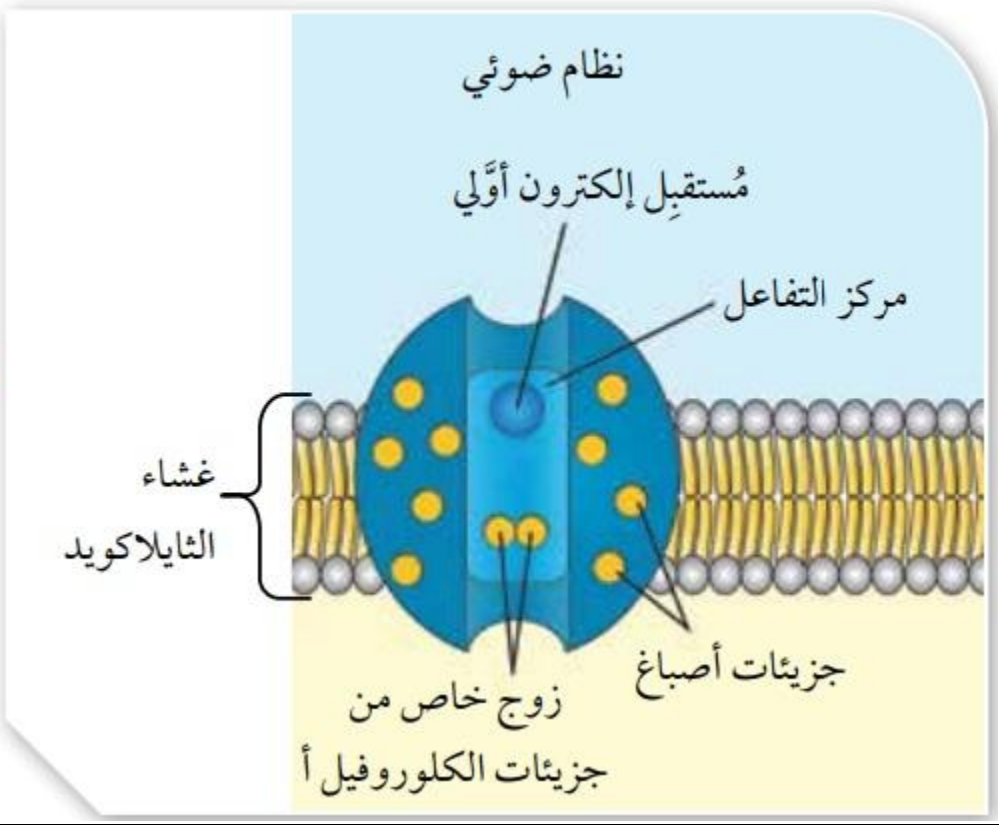
١- النظام الضوئي الاول PSI (P 700) ٢- النظام الضوئي الثاني PS II (P 680) .

- يتألف النظام الضوئي من :

١- مركز التفاعل : ويحتوي على زوج خاص من الكلوروفيل أ .

٢- مستقبل الكترون اولي .

٣- يحاط مركز التفاعل بأصباغ اخرى مثل : <u>الكلوروفيل ب ١ والكاروتين .</u>



الشكل (44):
نظام ضوئي.

- يُعرف النظام الضوئي الاول ب P 700 لان الكلوروفيل أ في مركز التفاعل يمتص الضوء الذي طوله الموجي 700 نانوميتر بأقصى فاعلية .

- يُعرف النظام الضوئي الثاني ب P 680 لان الكلوروفيل أ يمتص الضوء الذي طوله الموجي 680نانوميتر بأقصى فاعلية .

* مراحل عمليـــــــة البنـــــــــاء الضوئـــــــــــــــــــــي :

١ – التفاعلات الضوئية التي تحتاج الى ضوء *وتحدث في اغشية الثايلاكويدات* .

٢ – التفاعلات اللاضوئية (حلقة كالفن) التي لاااا تحتاج الى ضوء *وتحدث في اللُحمة* .

التفاعلات الضوئية

- تصنف التفاعلات الضوئية الى مسارين هما :

١ – مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقية .

٢ – مسار التفاعلات الضوئية الحلقية .

مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقيـــــــــــــة

– يشارك النظام PS I والنظام PS II في التفاعلات الضوئية اللاحلقية اذ تمتص جزيئات الصبغة الطاقة الضوئية وتستخدمها في استثارة الالكترونات في كل من النظامين .

– الخطـــوات :

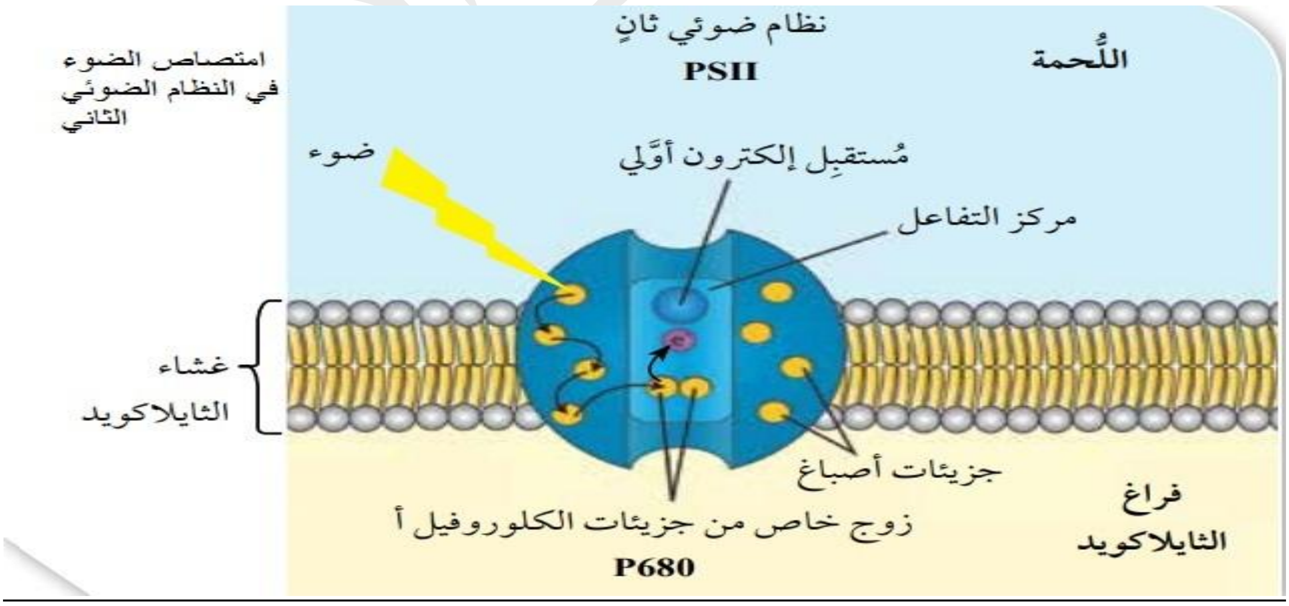
١– تبدأ التفاعلات الضوئية اللاحلقية بامتصاص جزئ صبغة واحد في النظام الضوئي الثاني PS II الطاقة الضوئية

٢– يؤدي ذلك الى استثارة الكترون في هذا النظام وينتقل الى مستوى طاقة اعلى .

(سؤال عمق فكررررري : لماذا قال لنا مستوى طاقة اعلى ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟)

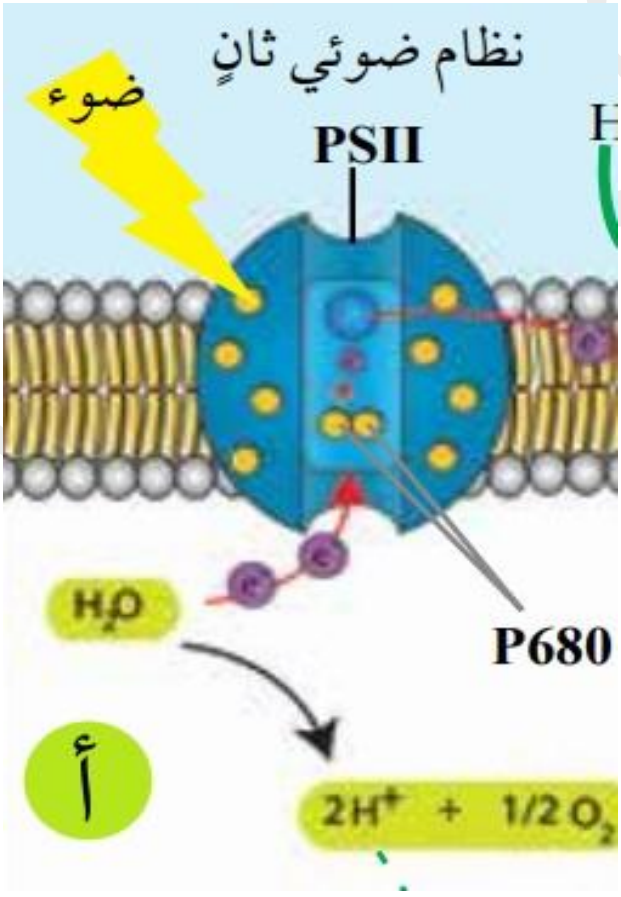
٣– تمرر هذه الطاقة من جزئ صبغة الى اخر حتى تصل الى زوج الكلوروفيل أ في مركز التفاعل الثاني P680 . فيستثار الكترون فيه .

٤– نظراً الى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الالكترونات الى جزئ مختلف فإن هذا الالكترون المستثار ينتقل الى مستقبل الالكترون الاولي في النظام الضوئي .



٥- يعمل انزيم على تحلل الماء في فراغ الثايلاكويد وينتج من تحلل كل جزئ ماء الكترونان وبروتونان ($2H^+$) وذرة اكسجين .

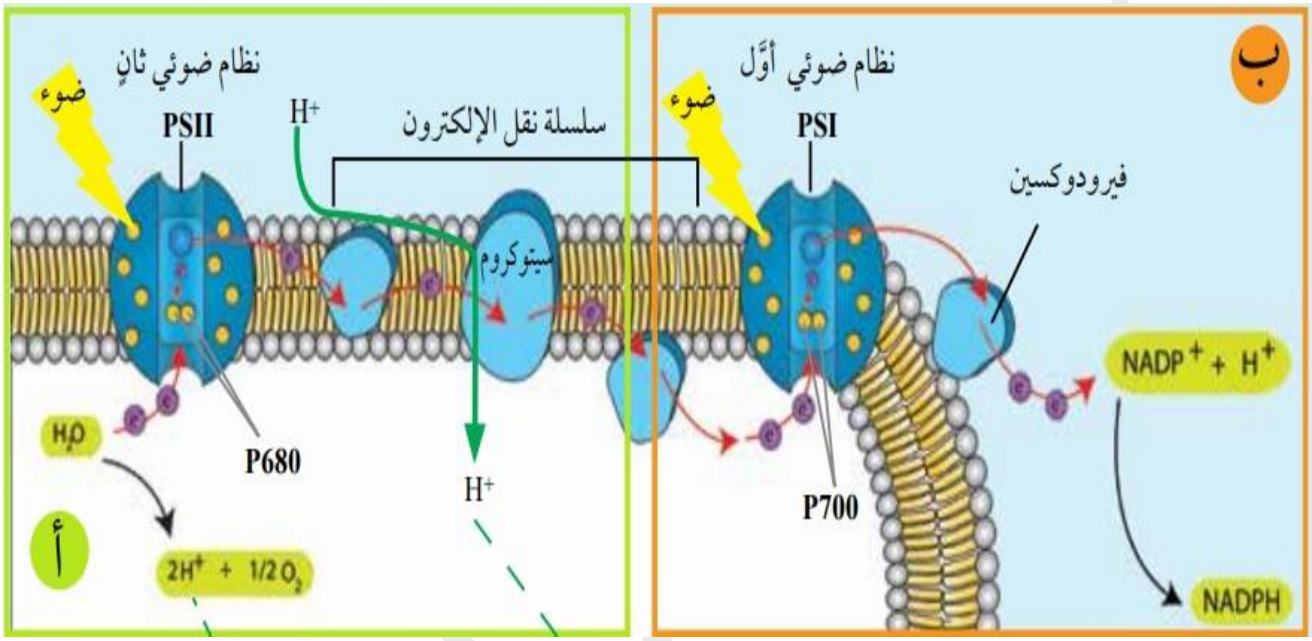
٦- تُعوض الالكترونات الناتجة من تحلل الماء الالكترونات التي فقدها زوج الكلوروفيل أ من مركز في PS II أما ذرة الاكسجين الناتجة من تحلل الماء فإنها تتحد مع ذرة اكسجين اخرى ناتجة من تحلل جزئ اخر من الماء فيتشكل جزئ اكسجين .



٧- تنطلق الالكترونات من مستقبل الالكترون الاولي في النظام الضوئي الثاني الى النظام الضوئي الاول خلال سلسلة نقل الالكترون (تتكون من نواقل للالكترونات اهمها السيتوكرومات).

٨- اثناء انتقالها تفقد هذه الالكترونات جزءا من طاقتها في نقل البروتونات H^+ من اللحمة الى فراغ الثايلاكويد فينتج فرق في تركيز البروتونات بين فراغ الثايلاكويد واللحمة .

تُستخدم الطاقة الناتجة من فرق تركيز البروتونات H^+ بين فراغ الثايلاكويد واللحمة في عملية فسفرة جزيئات ADP الى ATP عن طريق الاسموزية الكيميائية كما درست في عملية التنفس الخلوي .

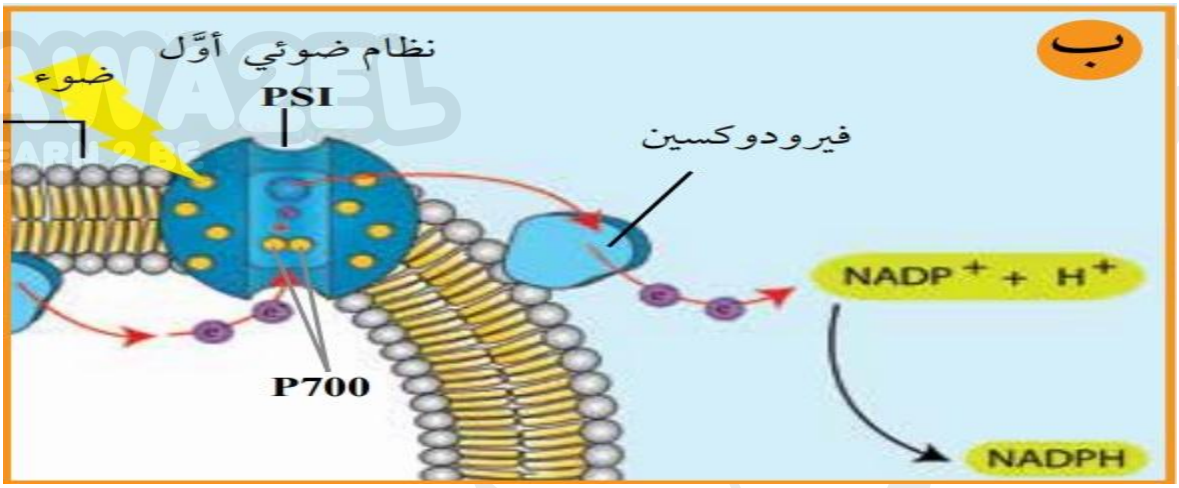


٩- وبصورة مشابهة يمتص جزئ صبغة واحد في النظام الضوئي الاول PS I الطاقة الضوئية فيستثار الكترون فيه وينتقل الى مستوى طاقة اعلى .

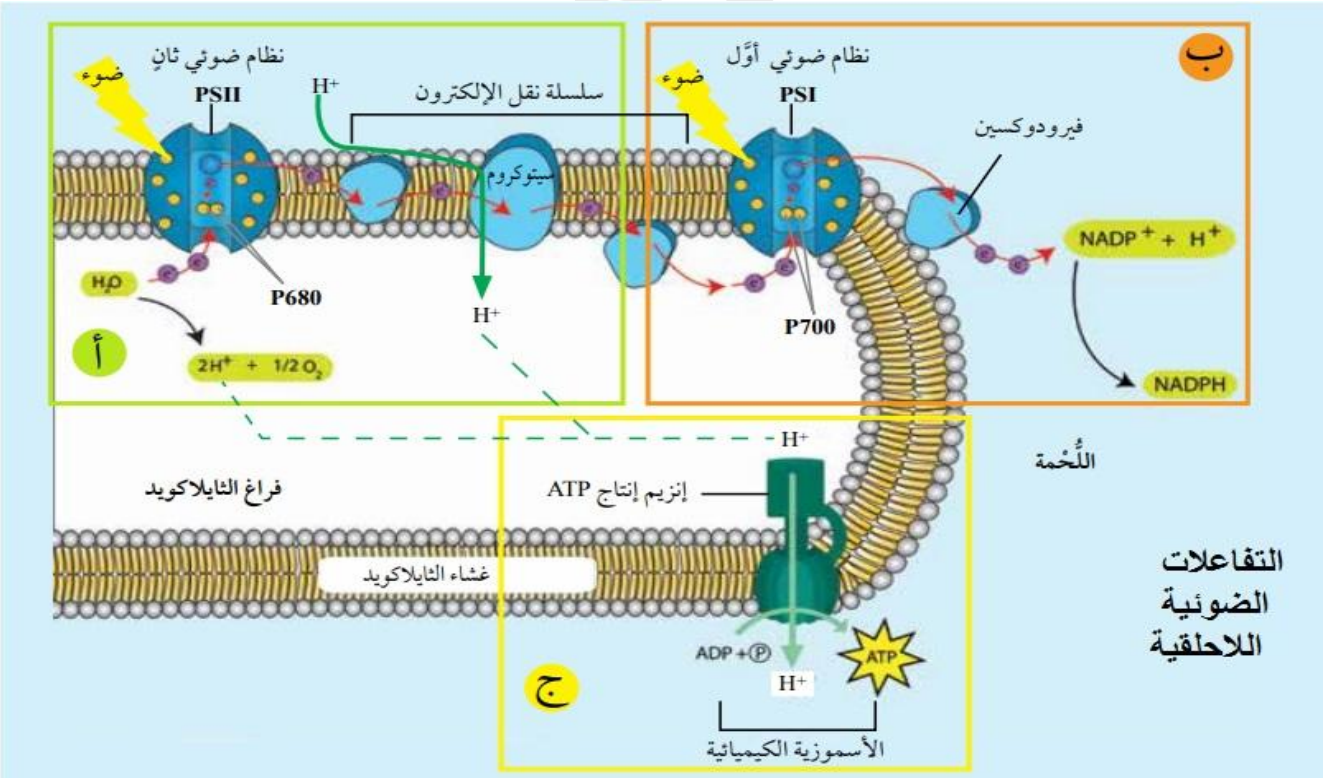
١٠- تمرر هذه الطاقة من جزئ صبغة الى اخر حتى تصل الطاقة الى زوج الكلوروفيل أ في مركز التفاعل في النظام الضوئي الاول فيستثار الكترون فيه .

١١- نظرا لامتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الالكترونات الى جزئ مختلف فإن هذه الالكترون المستثار ينتقل الى مستقبل الالكترون الاولي في النظام الضوئي .

١٢ – ثم تنتقل هذه الالكترونات من مستقبل الالكترون الاولي في هذا النظام (النظام الضوئي الاول) عبر سلسلة نقل الكترون اخرى وبروتين فيرودوكسين لتصل الى مستقبلها النهائي وهو $NADP^+$ فيُختزل باستخدام هذه الالكترونات والبروتونات الموجودة في اللُحمة الى NADPH .



****** ملاااااحظة هاااامة : يُذكر ان الالكترونات المفقودة من زوج الكلوروفيل أ في النظام الضوئي الاول الى مستقبل الالكترون الاولي فيها تُعوض عن طريق الالكترونات التي انتقلت اليها من النظام الضوئي الثاني.**



– نواتج التفاعلات الضوئية: ATP \ NADPH (تستخدم في حلقة كالفن لاحقاً) .

مسار التفاعلات الضوئية الحلقية

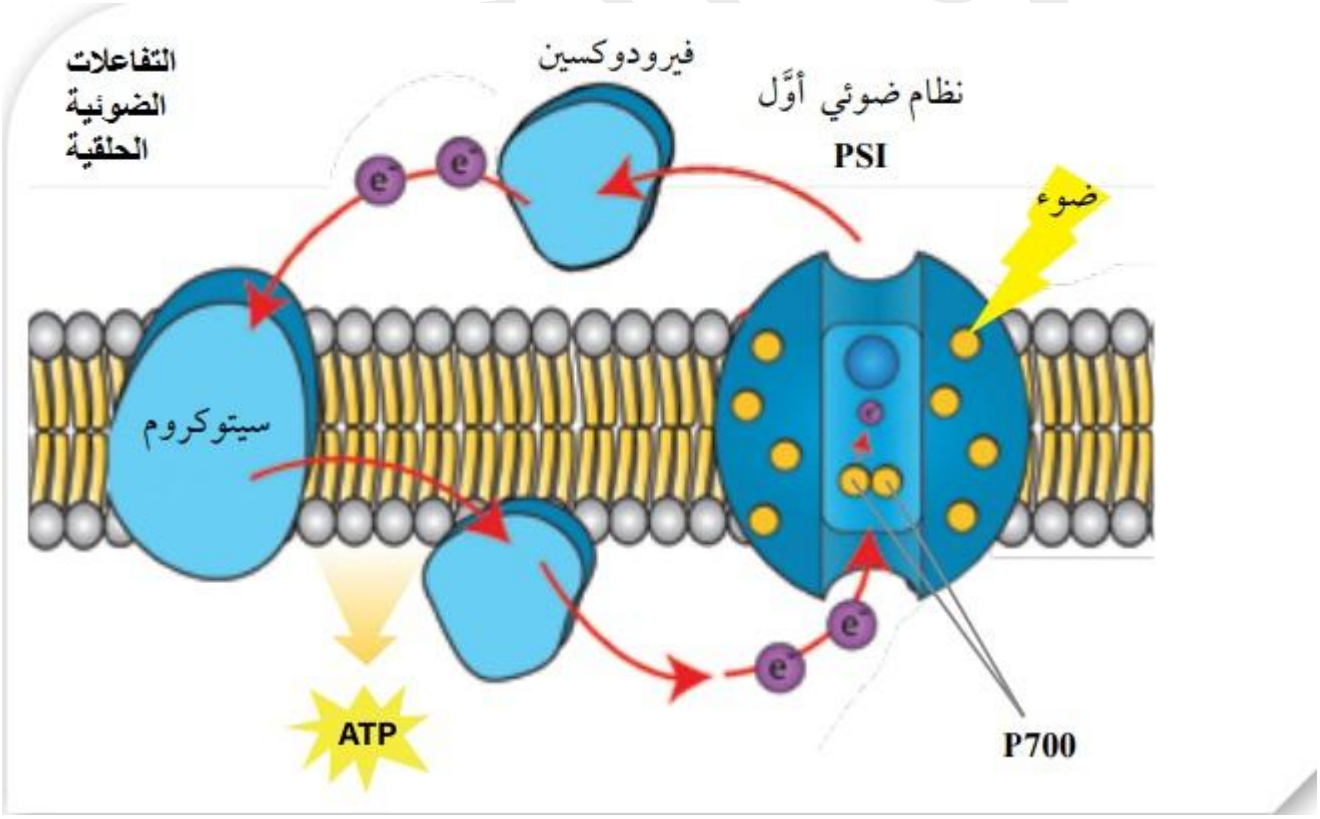
- تحدث التفاعلات الضوئية الحلقية في **النظام الضوئي الاول فقـــــــــــــــــــــــــــــــط لانتاج ATP .**

- الخطوات :

١- تسري الالكترونات المستثارة بفعل الضوء من P700 الى مستقبل الالكترون الاولي .

٢- ثم الى بروتين الفيرودوكسين ثم تعود مرة اخرى عبر السيتوكروم الى P700 في النظام الضوئي الاول الذي انطلقت منه .

<u>لذاااااا اطلق على هذه التفاعلات اسم التفاعلات الحلقية وهي تعمل على انتاج ATP الذي يُستخدم في حلقة كالفن .</u>



حلقة كالفـــــــــــن

- تحدث تفاعلات حلقة كالفن في اللُحمة . اذ تحتوي اللُحمة على المواد والانزيمات اللازمة لحدوثها .

- تمثل هذه المرحلة مرحلة التصنيع التي تستخدم فيها نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPH لانتاج مركبات عضوية .

- تمر تفاعلات حلقة كالفن بثلاث مراحل :

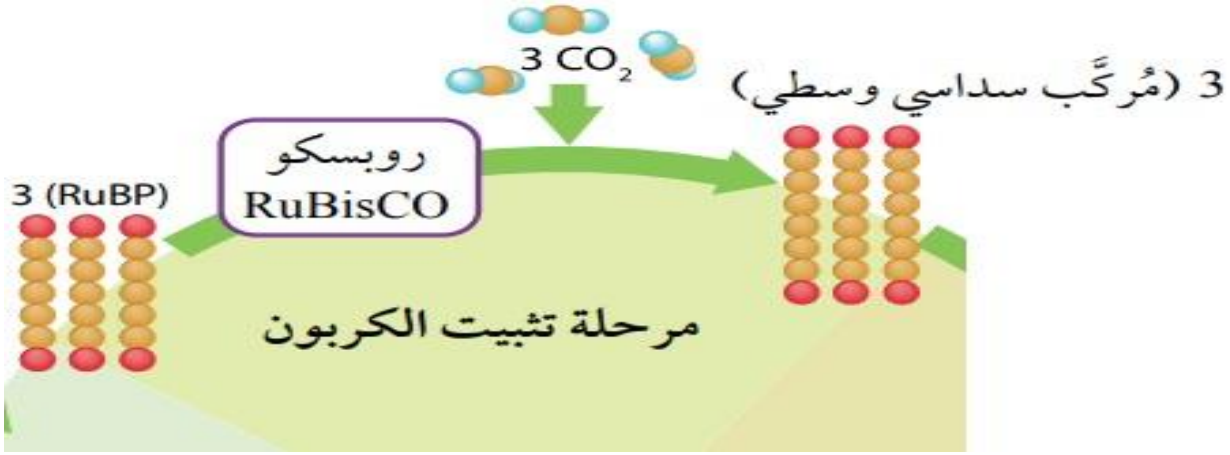
١- مرحلة تثبيت الكربون . ٢- مرحلة الاختزال ٣- مرحلة اعادة تكوين مستقبل ثاني اكسيد الكربون .

مرحلة تثبيت الكربـــــــــون

١ - يربط انزيم يسمى روبسكو RuBisCO جزيئات من CO_2 (من الجو) مع 3 جزيئات من مستقبل CO_2 وهو السكر الخماسي ريبيولوز ثنائي الفوسفات RuBP .

٢- ينتج من ذلك 3 جزيئات من مركب سداسي وسطي غير مستقر .

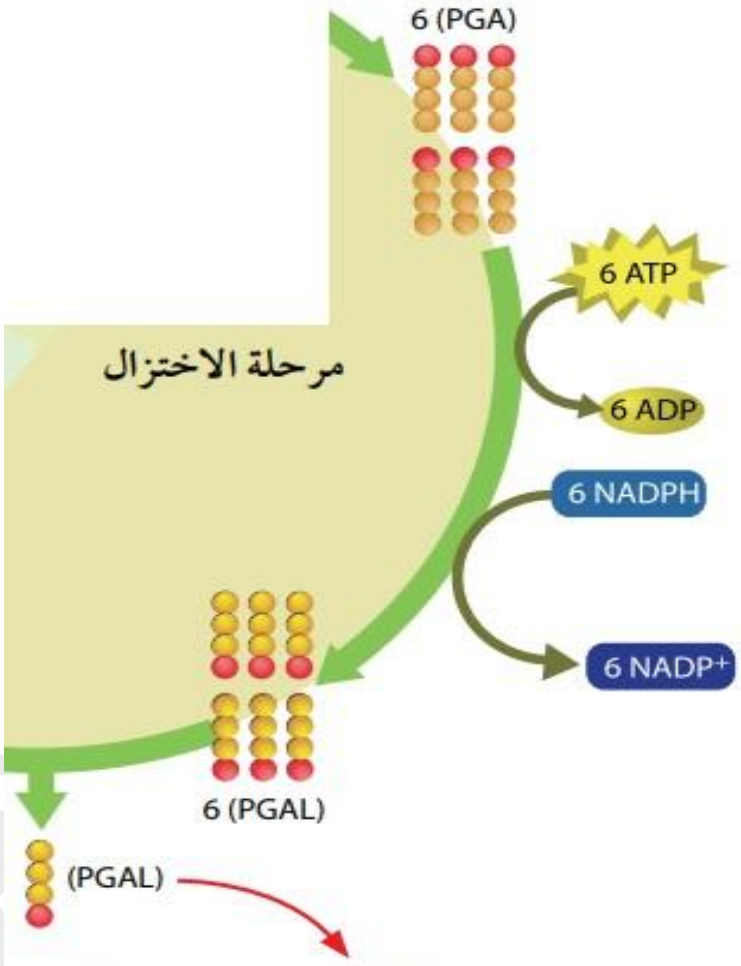
٣- لا يلبث ان ينشطر كل منها الى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون يسمى حمض الغليسيرين احادي الفوسفات PGA . ملاحظة : يطلق على عملية ربط CO_2 بالسكر الخماسي اسم تثبيت الكربون .



مرحلة الاختـــــــــزال

١- يُختزل كل جزئ من حمض الغليسيرين احادي الفوسفات PGA الى غليسر الدهيد احادي الفوسفات PGAL باستخدام طاقة 6جزيئات ATP و 6 جزيئات NADPH فيكون الناتج 6 جزيئات غليسر الدهيد احادي الفوسفات PGAL .

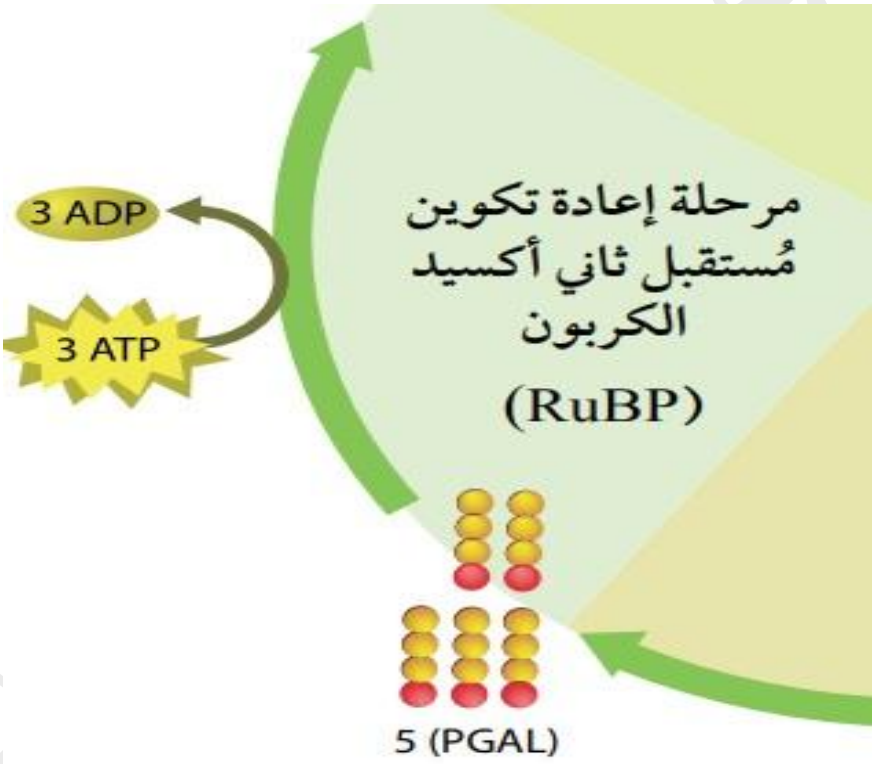
٢- يغادر حلقة كالفن جزئ واحد من PGAL لبناء مركبات عضوية مثل الجلوكوز.



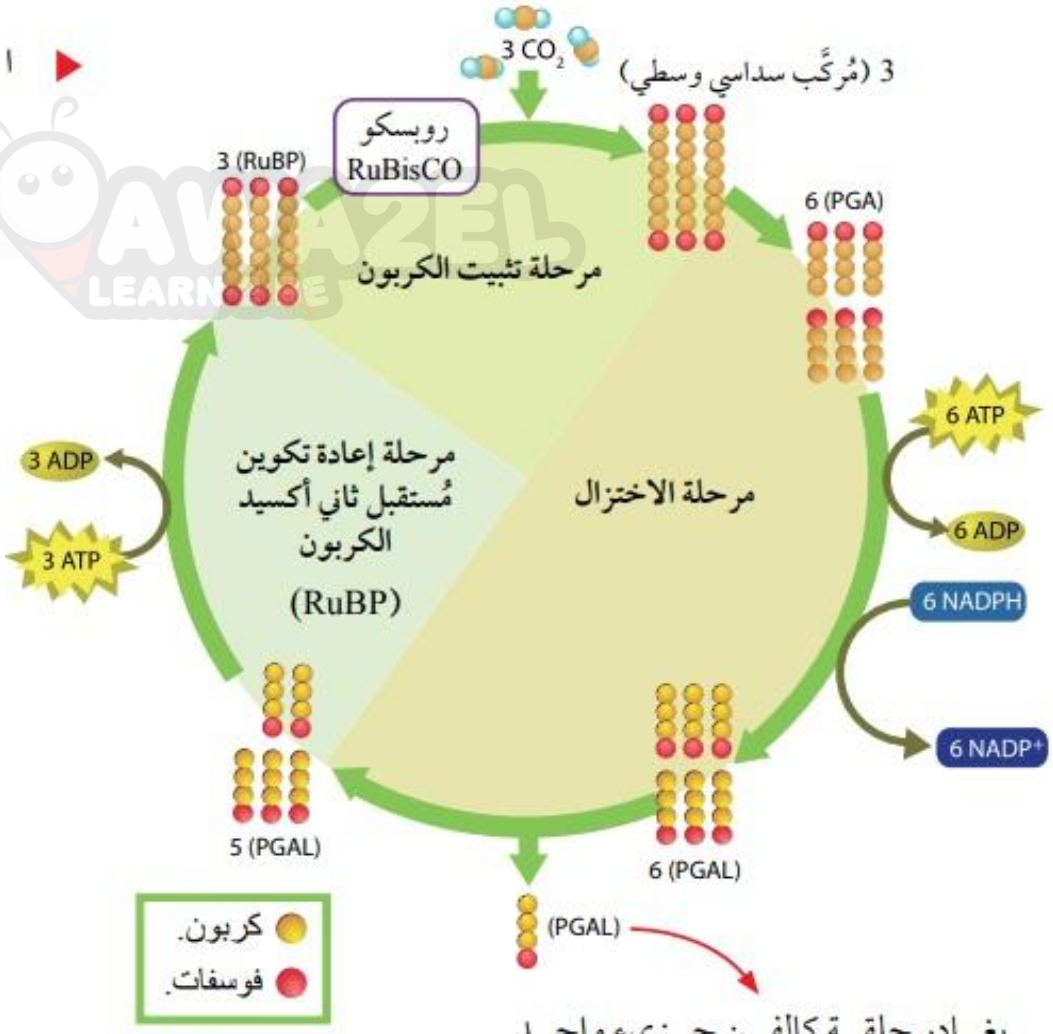
مرحلة اعادة تكوين

مستقبل CO_2 (ريبيولـــــــــوز)

١ – تدخل 5 جزيئات PGAL المتبقية في سلسلة التفاعلات المعقدة لاعادة تكوين 3 جزيئات من السكر الخماسي ريبيولوز RuBP من جديد . – يُستهلك في اثناء ذلك 3 جزيئات ATP .



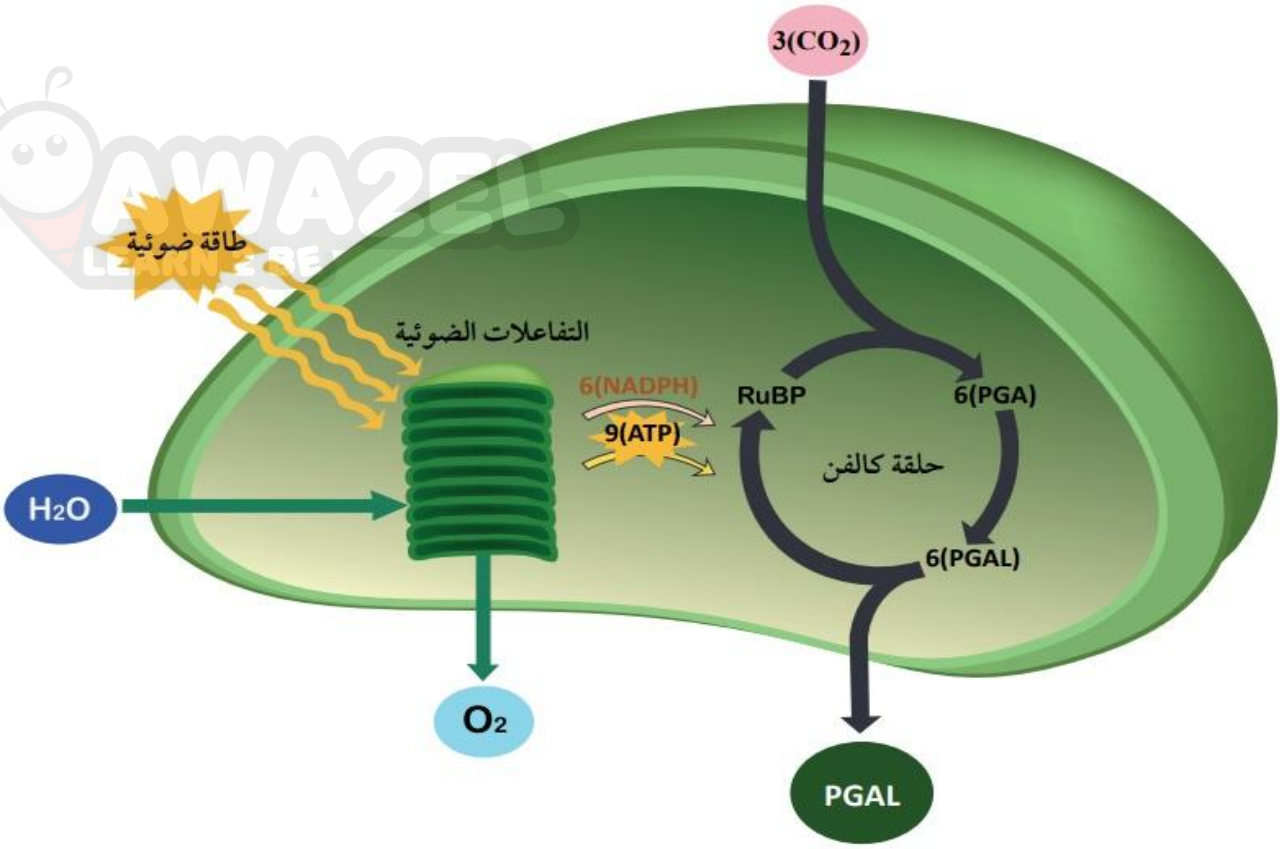
*** ملخص حلقة كالفن بالرسم :**



ملاحظة: تتكرر حلقة كالفن مرتين لانتاج جزئ واااااحد من الجلوكوز .

– اذاً لتكوين جلوكوز : $6CO_2$ \ 12 ATP مرحلة اختزال ، 6ATP مرحلة الاعادة \ 12 NADPH مرحلة الاختزال

* ملخص التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية :



* التفاعلات الضوئية (تعتمد على الضوء) :

– تستخدم فيها الطاقة الضوئية – يُستهلك الماء – يتحلل كل جزئ من الماء الى $2H^+$ و $2e^-$ و $\frac{1}{2} O_2$.

– ينتج O_2 .

* التفاعلات اللاضوئية \ حلقة كالفن (لا تعتمد على الضوء) :

– يُستهلك CO_2 . – يغادرها جزئ PGAL \ حلقة .

إذا كان عدد جزيئات ATP المُستهلَكة في أثناء تفاعلات حلقة كالفن هو (36) جزيئًا، فأجيب عن الأسئلة الآتية:

1- كم مَرَّةً تكرَّرت تفاعلات حلقة كالفن؟

2- كم عدد جزيئات NADPH المُستهلَكة؟

3- كم عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة؟

المعطيات:

عدد جزيئات ATP المُستهلَكة في حلقة كالفن هو (36) جزيئًا.

الحل:

1- تُستهلَك (9) جزيئات ATP في كل حلقة.

إذن، تكرَّرت حلقة كالفن: $\frac{36}{9} = (4)$ مرّات.

2- تُستهلَك (6) جزيئات من NADPH في كل حلقة.

إذن، عدد جزيئات NADPH المُستهلَكة في (4) حلقات: $4 \times 6 = (24)$ جزيئًا.

3- ينتج جزيء واحد من الغلوكوز من كل حلقتين من حلقات كالفن.

إذن، عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة من (4) حلقات: $\frac{4}{2} = (2)$ جزيئًا.

أ - أدرس الجدول الآتي الذي يُمثِّل الجزيئات التي تُستهلَك في دورتين من حلقة كالفن لإنتاج جزيء واحد من الغلوكوز، ثم أكتب العدد اللازم من كل جزيء ورد ذكره في الجدول لإتمام دورتين من حلقة كالفن.

الجزيئات	CO_2	ATP	NADPH
العدد اللازم		18	

ب- أحسُبُ عدد ذَرّات الكربون في (5) جزيئات من PGAL، ثم أربط بينها وبين عدد ذَرّات الكربون في (3) جزيئات من السُّكَّر الخماسي ريبيولوز ثنائي الفوسفات.

ج- عند تكرار حلقة كالفن س عدد من المرات نتج عنها 9 مركبات سداسي وسطي ، كم عدد جزئيات PGAL التي غادرت لتكوين الجلوكوز ؟ كم عدد NADPH ؟ كم عدد دورات حلقة كالفن ؟

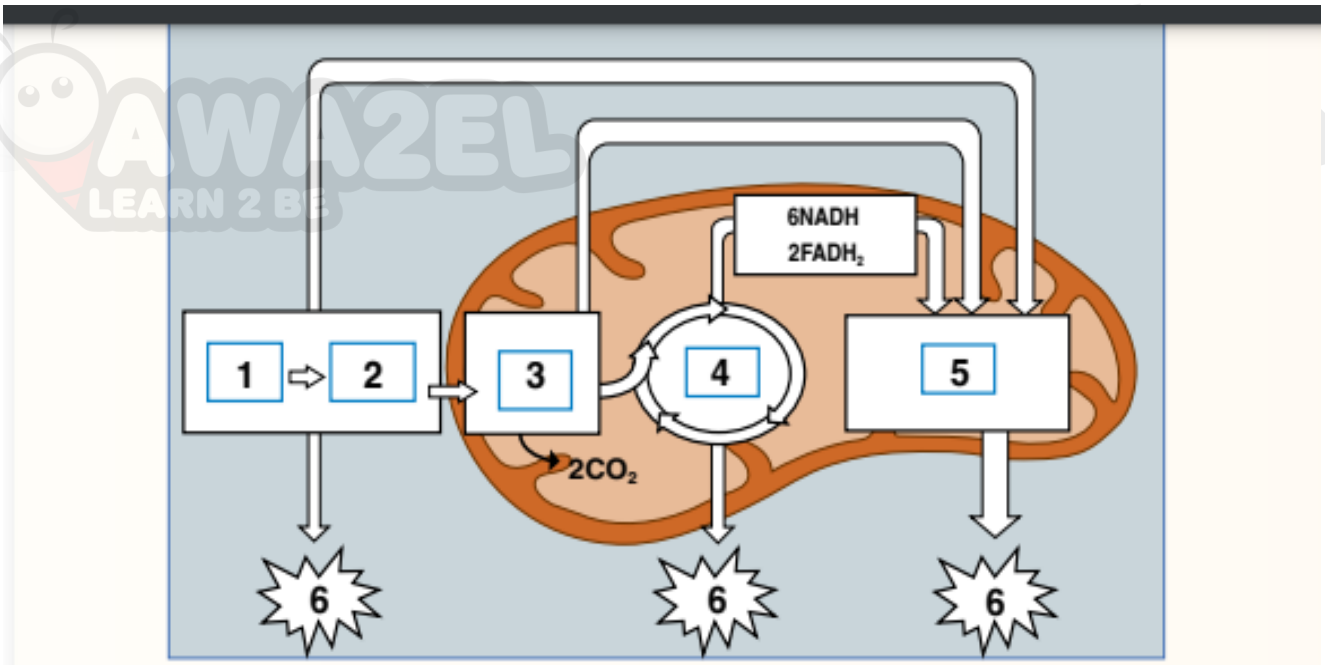
*** الربط بالتكنولوجيـــــــــــــــــــــا :**

– للحد من المشكلات البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الاحفوري مثل : التغير المناخي وظاهرة الاحتباس الحراري التي سببها انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون وتوفير ما يلزم من موارد البيئة عالميا .

– تتوالى جهود العلماء لايجاد تقنيات رخيصة ونظيفة تحاكي عملية البناء الضوئي صناعيا مثل : تصنيع ورقة نبات صناعية يمكنها امتصاص الطاقة الشمسية وتحليل الماء لانتاج الهيدروجين واستخدامه وقودا او استخدامه في انتاج انواع وقود اخرى متجددة وامنه ومستدامة وانتاج الغذاء والاسمدة والادوية بكفاءة اكبر من كفاءة طاقة الكتلة الحيوية لاوراق النباتات .

مراجعة الدرس

– ادرس الشكل الاتي الذي يبين مراحل التنفس الخلوي ثم اجب عن السؤالين التاليين :



أ. أكتب ما يشير إليه كل رقم من الأرقام (1-6) في الشكل، مُستخدِمًا المفاهيم الآتية:

جزيئا بيروفيت، فسفرة تأكسدية، غلوكوز، ATP، دورتان من حلقة كربس، جزيئا أستيل مُرافِق إنزيم – أ.

ب. ما عدد جزيئات ATP الكلية الناتجة من أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز؟

2. في أيِّ مراحل عملية البناء الضوئي يحدث كلٌّ ممّا يأتي:

أ. تثبيت CO_2.

ب. تحلُّل H_2O.

جـ. اختزال حمض الغليسرين أُحادي الفوسفات (PGA) إلى غليسر ألدهيد أُحادي الفوسفات (PGAL).

د. إنتاج ATP.

3. أ. ما مُستقبِل الإلكترونات النهائي في كلٍّ ممّا يأتي:

1. سلسلة نقل الإلكترون في عملية التنفُّس الهوائي.

2. عملية التنفُّس اللاهوائي لبكتيريا المياه الحارَّة.

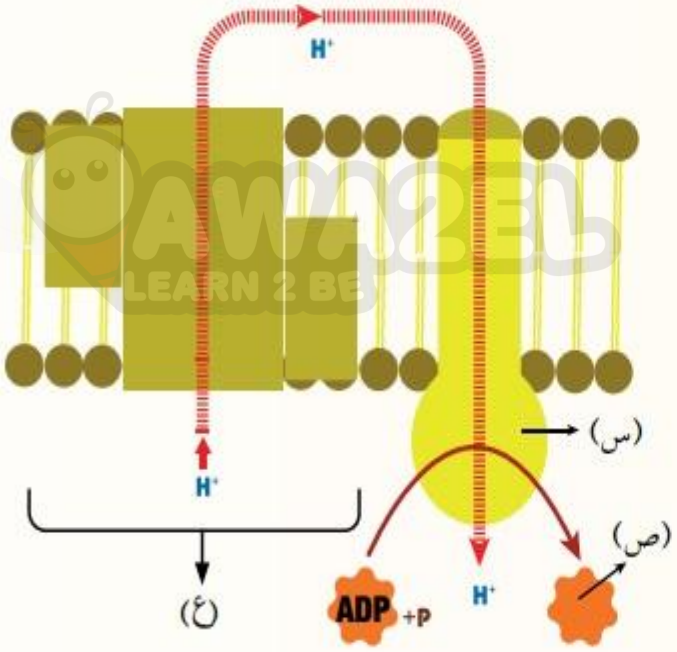
ب. أذكر اسم المُركَّب الناتج في كلٍّ منهما.

4. أُوضِّح أهمية كلٍّ ممّا يأتي:

أ. عملية التخمُّر في إنتاج الطاقة.

ب. الماء في التفاعلات الضوئية اللاحلقية في البناء الضوئي.

5. أدرس الشكل المجاور الذي يُمثِّل عملية إنتاج ATP في كلٍّ من الميتوكندريا، والبلاستيدات الخضراء، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:



أ. أذكر أسماء الأجزاء المشار إليها بالرموز: س، ص، ع، التي توجد في كلٍّ من الميتوكندريا، والبلاستيدات الخضراء.

ب. أُوضِّح آليَّة عمل الأسموزية الكيميائية في إنتاج جزيئات ATP في كلٍّ من الميتوكندريا، والبلاستيدات الخضراء.

جـ. ما أهمية الانثناءات (الأعراف) لتفاعلات سلسلة نقل الإلكترون في الميتوكندريا؟

الإثراء والتوسُّع

البكتيريا والطاقة Bacteria and Energy

تعمل بعض الكائنات الحيَّة الدقيقة اللاهوائية على إنتاج مواد عضوية في عمليةٍ تُسمّى **البناء الكيميائي Chemosynthesis**؛ إذ تَستخدم هذه الأنواع بعض المواد التي تتأكسد بسهولة، بوصفها مصدرًا للإلكترونات مثل H_2S، بدلًا من الماء. ومن الأمثلة عليها: بعض أنواع الأثريات، وبكتيريا المياه الحارَّة التي تعيش في بيئات لا يصلها الضوء، وبكتيريا الكبريت.

يُمكِن لبعض أنواع البكتيريا اللاهوائية التي تعيش في المناجم وفي قاع البحيرات أنْ تحصل على الطاقة عن طريق استخدام الإلكترونات الناتجة من أكسدة المواد الموجودة في البيئة المحيطة. وقد اكتشف باحثون من جامعة ماساتشوستس الأمريكية أنَّ بكتيريا جيوباكتر *Geobacter* تتخلَّص من الإلكترونات التي توجد داخلها باستعمال شعيرات طويلة؛ وهي تراكيب تنتشر على سطوح الخلايا البكتيرية، وتتكوَّن من ألياف نانوية موصِلة للكهرباء، ويُعتقَد أنَّها تتكوَّن من بروتينات تُشبِه السيتوكرومات Cytochromes.

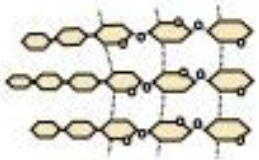
يسعى العلماء إلى الاستفادة من خصائص البكتيريا الموصِلة للكهرباء في إنتاج تكنولوجيا حيَّة وصديقة للبيئة، تُستخدَم في المجالات الطبية، وتوليد الكهرباء، وتعقيم المياه الجوفية.

مراجعة الوحدة

السؤال الأوّل:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أحدّدها:

1. أحد أنواع الكربوهيدرات الذي يُمثّله الشكل المجاور هو:

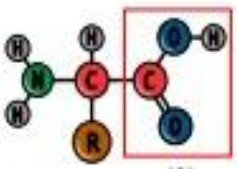


أ. السيليلوز.
ب. النشا.
جـ. الغلايكوجين.
د. السُّكّر الثنائي.

2. الكائنات الحيّة التي تستخدم الغلايكوجين في تخزين الطاقة هي:
أ. الحيوانات. ب. النباتات.
جـ. الفطريات. د. البكتيريا.

3. يُعَدُّ الغلوكوز والغلاكتوز من السُّكّريات:
أ. الأحادية. ب. الثنائية.
جـ. الثلاثية. د. المُتعدّدة.

4. يشير الرقم (1) في الشكل المجاور إلى:



(1)

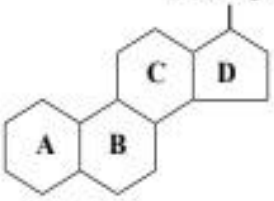
أ. مجموعة كربوكسيل.
ب. مجموعة أمين.
جـ. جزيء غليسرول.
د. مجموعة هيدروكسيل.

5. إحدى الخصائص الآتية تنطبق على البروتينات الليفية:
أ. الذوبان في الماء.
ب. وجود سلاسلها الجانبية R القطبية في اتجاه الخارج، مُواجِهةً للمحاليل المائية.
جـ. من الأمثلة عليها الهيموغلوبين.
د. وجود سلاسلها الجانبية R غير القطبية في اتجاه الخارج، مُواجِهةً للمحاليل المائية.

6. الترتيب الصحيح للبيدات المُفسفَرة في الغشاء البلازمي للخلية هو:

أ. ب. جـ. د.

7. المُركّب العضوي الذي تُمثّله الصيغة البنائية في الشكل المجاور هو:



أ. السيليلوز.
ب. النشا.
جـ. البروتين.
د. الستيرويد.

8. فصيلة دم المريض الذي يستقبل خلايا دم حمراء من فصائل الدم جميعها، لكنّه لا يستطيع التبرُّع بخلايا دم حمراء إلّا لمرضى من فصيلة دمه فقط، هي:
أ. O^+ ب. AB^- جـ. O^- د. AB^+

9. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلّق بالحموض النووية RNA وDNA:
أ. احتواء RNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل.
ب. احتواء DNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل.
جـ. احتواء RNA على القاعدة النيتروجينية ثايمين.
د. تكوُّن DNA من سلسلة واحدة، وتكوُّن RNA من سلسلتين لوليبتين.

10. إحدى الآتية لا تُعَدُّ جزءًا من النيوكليوتيدات:
أ. الفوسفات. ب. الغليسرول.
جـ. القاعدة النيتروجينية. د. السُّكّر الخماسي.

11. الدور الرئيس للتفاعلات في حلقة كربس هو:
أ. إنتاج الطاقة.
ب. إنتاج CO_2.
جـ. اختزال NAD^+، وFAD؛ لاستخدامهما في الفسفرة التأكسدية.
د. إنتاج أستيل مُرافِق إنزيم _ أ.

مراجعة الوحدة

12. الطول الموجي للضوء الذي تمتصه صبغة النظام الأوَّل بأقصى فاعلية بوحدة النانومتر (nm) هو:
أ. 860 ب. 700 جـ. 680 د. 760

13. نواتج التفاعلات الضوئية التي تُستخدَم في حلقة كالفن هي:
أ. CO_2، ATP ب. O_2، NADPH جـ. ATP، NADPH د. H_2O، ATP

14. إحدى العبارات الآتية تنطبق على الكائنات الحيَّة التي تقوم بعملية البناء الكيميائي:
أ. عدم إنتاجها جزيئات مُركَّبات عضوية. ب. استخدامها الضوء مصدرًا للطاقة.
جـ. تمثيلها أنواعًا من النباتات. د. استخدامها H_2S مصدرًا للإلكترونات بدلًا من الماء.

15. عدد جزيئات الغلوكوز المتأكسدة في حال أُنتِج (12) جزيئًا من CO_2 في عملية التنفُّس الهوائي هو:
أ. جزيء واحد. ب. جزيئان. جـ. ثلاثة جزيئات. د. أربعة جزيئات.

16. عملية فقدان جزيء NADH للإلكترونات تُسمّى:
أ. أكسدةً. ب. اختزالًا. جـ. فسفرةً. د. بناءً كيميائيًّا.

17. تُنتَج جزيئات ATP من المراحل الآتية جميعها باستثناء:
أ. حلقة كالفن. ب. حلقة كربس. جـ. الفسفرة التأكسدية. د. التحلُّل الغلايكولي.

18. مصدر الأكسجين المُنطلِق من عملية البناء الضوئي هو:
أ. الهواء. ب. ثاني أكسيد الكربون. جـ. الغلوكوز. د. الماء.

السؤال الثاني:

أَصِل بين المصطلح العلمي والوصف المُناسِب له في ما يأتي:

الرابطة الغلايكوسيدية	أ	الطاقة اللازمة لبَدْء التفاعل الكيميائي.
التحلُّل الغلايكولي	ب	بروتين يتصل بسلسلة أو أكثر من السُّكَّريات.
ATP	ج	رابطة تساهمية تربط بين الغليسرول والحموض الدهنية.
مُرافِقات الإنزيم	د	تحلُّل الغلوكوز لإنتاج جزيئي بيروفيت.
البيريميدينات	هـ	جزيء حفظ الطاقة الذي يتكوَّن من الأدينين، وسُكَّر الرايبوز، وثلاث مجموعات من الفوسفات.
الرابطة الإسترية	و	يتكوَّن من سلسلة من الحموض الأمينية.
البروتين السُّكَّري	ز	تمنح جدران الخلايا النباتية المرونة والقوَّة.
طاقة التنشيط	ح	تحدث تفاعلاتها في اللُّحْمة داخل البلاستيدة.
حلقة كالفن	ط	قواعد نيتروجينية تتكوَّن من حلقة واحدة، ويُمثِّلها اليوراسيل، والثايمين، والسايتوسين.
البناء الضوئي	ي	رابطة تساهمية تربط بين جزيئات الغلوكوز.
البروتين الأوَّلي	ك	تحدث تفاعلاتها في الحشوة داخل الميتوكندريا.
حلقة كربس	ل	استخدام ورقة نبات صناعية قادرة على امتصاص الطاقة الشمسية، وتحليل الماء.
السيليلوز	م	عوامل مساعدة عضوية للإنزيمات.

السؤال الثالث:

بناءً على دراستي موضوع الحموض النووية، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

أ. أُصنِّف الحمض النووي في الشكل المجاور إلى DNA أو RNA، مُفسِّرًا إجابتي.

ب. ما نسبة السايتوسين في قطعة من DNA إذا كانت نسبة الغوانين فيها (42%)؟

السؤال الرابع:

شخص فصيلة دمه AB:

أ . ما أنواع مُولِّدات الضد على سطوح خلايا دمه الحمراء بحسب نظام ABO؟

ب. أُفسِّر: لماذا يحدث تحلُّل خلايا الدم الحمراء لمريض فصيلة دمه O عند نقل وحدة دم كاملة (تحوي جميع مُكوِّنات الدم) إليه من مُتبرِّع فصيلة دمه AB؟

السؤال الخامس:

أُحدِّد مستوى تركيب كلٍّ من البروتينات الآتية:

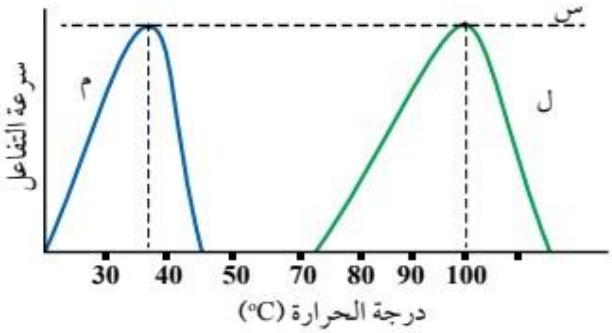
(أ)

(ب)

(ج)

السؤال السادس:

يُمثِّل الشكل المجاور العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعل المُحفَّز بإنزيمات مُعيَّنة لكائنين حيَّين مختلفين (ل، م):

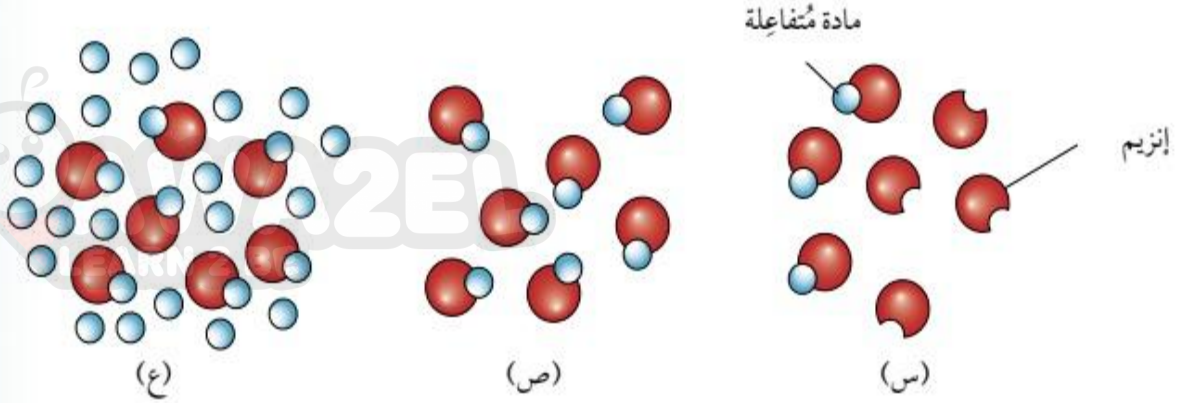


أ. ماذا تُسمّى درجة الحرارة التي تصل فيها سرعة التفاعل إلى النقطة (س)؟

ب. أيُّ الكائنين يُمثِّل بكتيريا تعيش في المياه الحارَّة، مُفسِّرًا إجابتي؟

السؤال السابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يُبيِّن أثر زيادة تركيز المادة المُتفاعِلة في سرعة التفاعل، ثم أُجيب عن السؤالين التاليين:



أ. أيُّ الحالات (س، ص، ع) يُمكِن فيها زيادة سرعة التفاعل عند زيادة تركيز المادة المُتفاعِلة؟

ب. أُحدِّد الحالات التي لا يُمكِن فيها زيادة سرعة التفاعل مهما زاد تركيز المادة المُتفاعِلة.

السؤال الثامن:

أُحدِّد عدد الجزيئات الناتجة من أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز في كل مرحلة من المراحل الوارد ذكرها في الجدول الآتي:

المرحلة	عدد جزيئات NADH	عدد جزيئات $FADH_2$	عدد جزيئات ATP الناتجة مباشرةً	عدد جزيئات CO_2 الناتجة	عدد جزيئات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية	عدد جزيئات ATP الكلية
التحلُّل الغلايكولي						
أكسدة البيروفيت (جزيئان)						
حلقة كربس (دورتان)						
مجموع جزيئات ATP						

السؤال التاسع:

في أشهر زمنية مُحدَّدة من عام 1930م، وصف أطبّاء التغذية للأشخاص ذوي الوزن الزائد كمِّياتٍ قليلةً من مُركَّب يُسمّى داينيتروفينول Dinitrophenol (DNP) بوصفه عَقّارًا يساعدهم على فقدان الوزن الزائد، ولكنْ سرعان ما حُظِر هذا المُركَّب بعد تسبُّبه في آثار جانبية ضارَّة عند متعاطيه.

يجعل هذا المُركَّب غشاء الميتوكندريا الداخلي مُسرِّبًا للبروتونات H^+، فتنتقل من منطقة الحيِّز بين غشائي إلى داخل الحشوة.

أتوقَّع: تأثير تناول هذا العقار في عملية الأسموزية الكيميائية، مُبرِّرًا إجابتي.

السؤال العاشر:

ينتج من تفاعلات حلقة كالفن مُركَّباتٌ عضويةٌ تَختزن الطاقة:

أ. أُفسِّر: لماذا تعتمد حلقة كالفن على التفاعلات الضوئية؟

ب. أُوضِّح العمليات التي تحدث في مرحلة تثبيت الكربون داخل حلقة كالفن.

السؤال الحادي عشر:

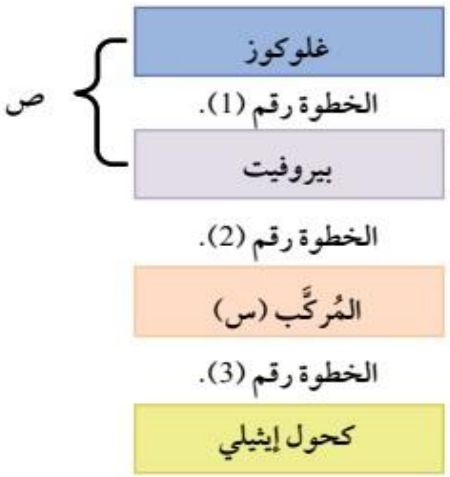
أُحدِّد أوجه التشابه والاختلاف بين كلٍّ ممّا يأتي:

أ. التنفُّس الخلوي في خلية عضلية للاعب في بداية سباق طويل المسافة (ماراثون)، والتنفُّس الخلوي في الخلية العضلية نفسها لهذا اللاعب في نهاية السباق.

ب. التفاعلات الضوئية الحلقية، والتفاعلات الضوئية اللاحلقية.

السؤال الثاني عشر:

أدرس المُخطَّط المجاور الذي يُبيِّن خطوات عملية التخمُّر الكحولي، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:



أ. ما اسم المرحلة المشار إليها بالرمز (ص)؟ أين تحدث؟

ب. ما اسم المُركَّب المشار إليه بالرمز (س)؟

جـ. ما رقم الخطوة التي يُنتَج فيها غاز ثاني أكسيد الكربون؟

د. كم جزيئًا من الكحول الإيثيلي ينتج من تحطُّم جزيء واحد من الغلوكوز؟

هـ. أُوضِّح كيف يستفاد من عملية التخمُّر الكحولي في صناعة المُعجِّنات.

السؤال الثالث عشر:

أُقارِن بين الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء، مستعينًا بالجدول الآتي.

اسم العُضَيَّة / وجه المقارنة	الميتوكندريا	البلاستيدات الخضراء
عملية الأيض التي تحدث فيها.		
مصدر الطاقة.		
مصدر الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون.		
وصف حركة البروتونات H^+ في أثناء الأسموزية الكيميائية.		

السؤال الرابع عشر:

أُنشِئ جدولًا للمقارنة بين بروتين الهيموغلوبين وبروتين الفايبرين من حيث: الذائبية في الماء، والشكل النهائي الثلاثي الأبعاد، والوظيفة الحيوية.

الوحدة الثانية

دورة الخلية وتصنيع البروتينـــات

الدرس الأول : دورة الخلية

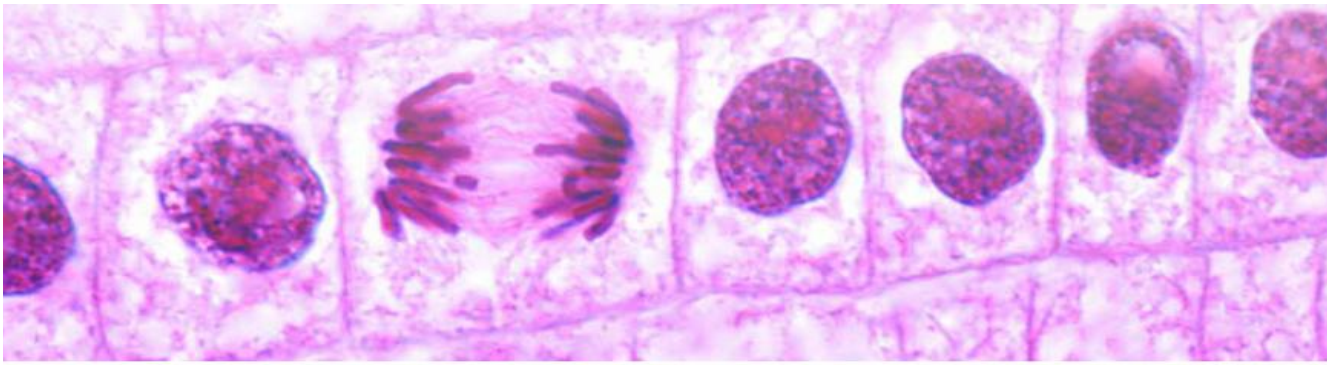
دورة الخلية Cell Cycle : هي دورة تبدأ منذ تكون الخلية نتيجة انقسام خلية ما، و تنتهي بانقسامها هي نفسها ، و انتاج خليتين جديديتين.

تختلف الخلايا في ما بينها من حيثُّ **مدة الدورة** لكل منها، اعتمادًا على عدة عوامل منها:

١. نوع الخلية.

٢.الظروف التي تحيط بها.

مثلًا: تنقسم خلية قمة نامية في جذر بصل كل ٢٠ساعة تقريبا، أنظر الشكل (١) في حين تنقسم خلية طلائية في الأمعاء الدقيقة لإنسان كل(١٢-١٠) ساعة.



الشكل (1): بعض مراحل دورة الخلية في خلايا قِمَّة نامية لجذر بصل.

تمر **دورة الخلية** في الكـائنات حقيقيـة النـوى **بمرحلتين رئيستين**، هما:

١.**المرحلة البينية :** التي تتكوَّن من طور النمو الأول (G_1)، وطـور التضاعف (S)، وطور النمو الثاني (G_2) .

٢.**مرحلة الإنقسام الخلوي (M) :**التي تتكوَّن من أطوار عدة، لكل منها سماته التي تُميزه عن غيره من الأطوار.

المرحلة البينية Interphase

- تتكون المرحلة البينية من أطوارٍ عدة، أنظر الشكل (٢) وتُمثل غالبا ما نسبته ٩٠% من دورة الخلية؛ إذ تنمو في أثنائها الخلية، ويتضاعف عدد الكروموسومات تمهيدًا للانقسام الخلوي

G_1

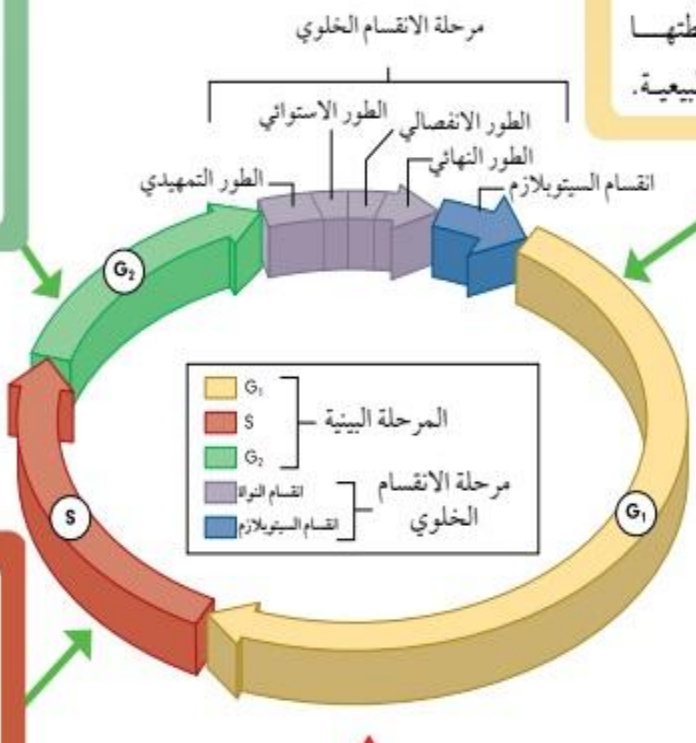
طور النمو الأوَّل G_1 Phase: يُعَدُّ هذا الطور أوَّل أطوار دورة الخلية، وفيه تنمو الخلية، ويزداد كلٌّ من حجمها، وعدد العُضَيّات فيها، فضلًا عن أداء الخلية أنشطتها ووظائفها الخلوية الطبيعية.

G_2

طور النمو الثاني G_2 Phase: يستمر نمو الخلية في هذا الطور، فيزداد حجمها، فضلًا عن أدائها أنشطتها ووظائفها الخلوية الطبيعية، إلى جانب استعدادها للانقسام؛ إذ تبدأ بإنتاج البروتينات التي تُصنَّع منها الخيوط المغزلية (الأُنْيبيبات الدقيقة).

S

طور التضاعف (S (Synthesis Phase: في هذا الطور يتضاعف (DNA)؛ ما يجعل في نواة الخلية - في نهاية الطور- مثلي كمِّية المادة الوراثية.



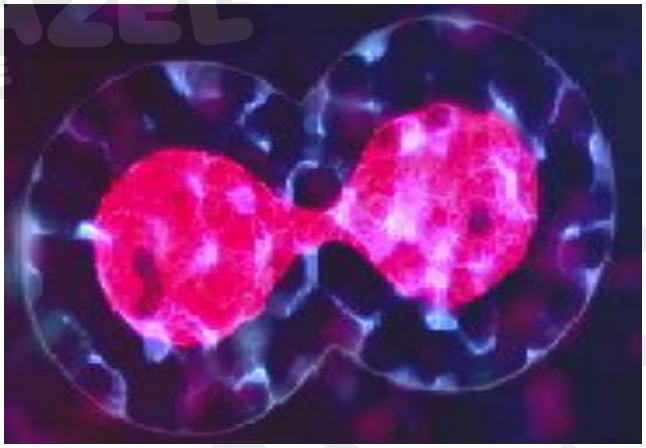
الشكل (2): أطوار المرحلة البينية.

أتتبَّع أطوار المرحلة البينية، مُوضِّحًا ما يحدث في كلٍّ منها.

سؤال : ما المراحل الرئيسة التي تمر بها خلية جلد انسان في دورة الخلية ؟؟؟

مرحلة الإنقسام الخلوي (M) Phase

تبدأ هذه المرحلة بعد طـور النمو الثـانـي؛ ويحدث فيها انقســام النواة Karyokinesis ؛ أي انقســام نواة الخلية إلى نواتين متماثلتين، وهو ما يحدث على نحوُمشابه في جميع الخلايا حقيقية النوى. يلي ذلك انقسام السيتوبلازم Cytokinesis، كما في الشكل (٣) ويختلف هذا الانقسام في الخلايا النباتية عنه في الخلايا الحيوانية.

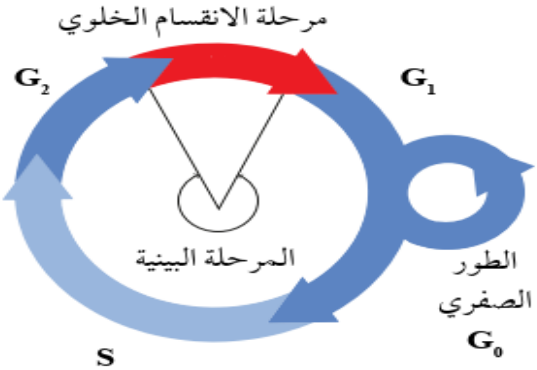


الشكل :(٣) انقسام السيتوبلازم بعد انقسام النواة.

سؤال : متى تبدأ مرحلة الانقسام الخلوي ؟؟؟

الطور الصفري G0

تختلف الخلايا عن بعضها من حيث النشـاط في الانقسام؛ فمنها ما يكون نشيطاً، ويُكملِ دورة الخلية كاملة، مثل الخلايا الطلائية المُبطنة للقناة الهضمية، ومنها ما يدخل في طـور سكونُي يسمّى الطور الصفري G0 تخرج الخلية من طور G1 إلى هذا الطور في حال غياب الإشارات الخلوية التيُ تّحفز الخلية على الاستمرار في الدورة. ومن الأمثلة على الخلايا التي تدخل طور G0 **:الخلايا العضلية، والخلايا العصبية،** أنظر الشكل (٤) .



الشكل (4): خروج الخلية من دورة الخلية، ودخولها الطور الصفري.

تقوم الخلية في الطـور الصفري بجميع وظائفها وأنشطتها باستثناء الأنشطة التيُ تهيئها للانقسام، علمًاً بأن بعض الخلايا لا تغادر هذا الطور بعد دخولها فيه، خلافا لخلايا أخرى تتمكَّن من العودة إلى طور G1، وإكمال دورة الخلية عند تحفيزها بالإشارات الخلوية المُناسبة، ومن الأمثلة على هذه الخلايا خلايا الكبد.

تنظيم دورة الخلية Regulation of Cell Cycle

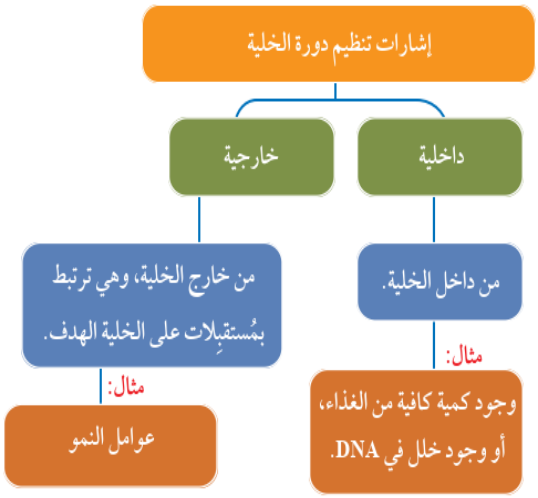
تعمل مجموعة من المواد الكيميائية على تنظيم دورة الخلية، ويُطلَق على هذه المواد التي معظمها بروتينات اسم **الاشارات الخلوية (Cellular Signals)** وهيُ تُصنف ***بحسب مصدرها*** إلى:

١. **إشارات داخلية :** من داخل الخلية مثل وجود كمية كافية من الغذاء أو وجود خلل في DNA .

٢. **إشارات خارجية:** من خارج الخلية و هي ترتبط بمستقبلات على الخلية الهدف، مثل عوامل النمو.

أنظر الشكل (٥).

الشكل (5): إشارات تنظيم دورة الخلية.



- يعمل العلماء على تحديد المسارات التي تربط الاشارات الخلوية الخارجية بالداخلية منها .

- إنَّ آلية تنظيم دورة الخلية والاشارات الخلوية التيُ تُسهِم في ذلكُ متشابِهة في معظم الخلايا حقيقية النوى. فمثلًا، بعض البروتينات التي تتحكَّم في دورة خلية لنوع من الكائنات الحيَّة حقيقية النوى يُمكنهِا أيضًا التحكمُ في تنظيم دورة الخلية لنوع آخر من هذه الكائنات.

تُصنف هذه الاشارات ***بحسبِ آلية عملها*** إلى **ثلاثة أنواع،** هي:

١. **إشارات التقدُّم Go-ahead Signals** : التيُ تُحفز انتقال الخلية إلى المرحلة اللاحقة أو الطور اللاحق.

٢. **وإشارات التوقُّف Stop Signals** : التي تعمل على بقاء الخلية في الطور، وعدم انتقالها إلى الطور الذي يليه.

٣.**إشاراتُ تسبب الموت المُبرمَج للخلية Apoptosis Signals** :بتنشيطها جيناتُ تسهِم في إنتاج إنزيماتُ تُحطم مُكّونات في الخلية؛ ما يؤدّي إلى موتها.

سؤال : لماذا لا تستجيب بعض الخلايا للاشارات الخارجية ؟؟؟

سؤال : ما اهمية الاشارات الخلوية في دورة الخلية ؟؟؟؟

نقاط المُراقَبة Checkpoints

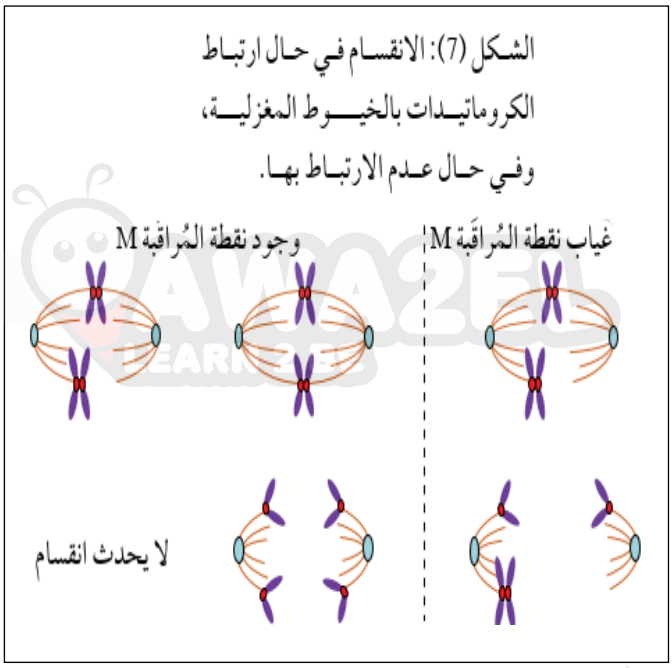
نقاط المُراقَبة Checkpoints: هي نقاطُ مَّحددة تنظم الاشارات الخلوية في دورة الخلية . الشكل (٦)

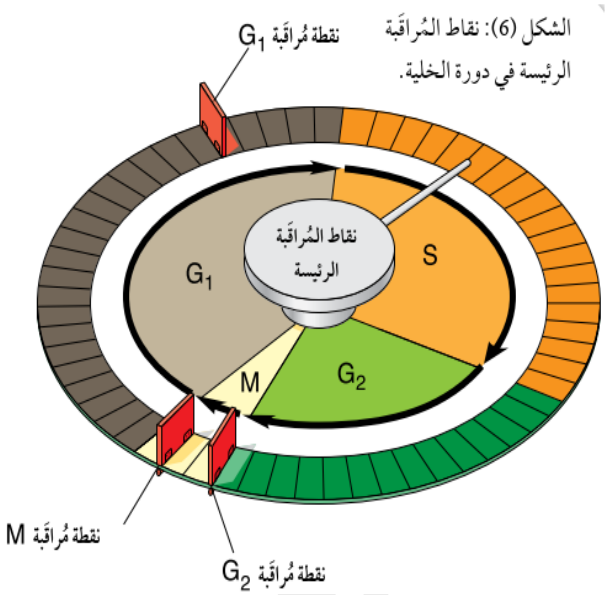
نقاط المُراقَبة الرئيسة هي:

١) **G1:** تعد نقطة المُراقَبة G1 **أهم نقاط المُراقَبة؛** ذلكَّ أن الخلية في الطور G1 تستقبل إشارات خلوية داخلية وخارجيةُ تُحدد معًا الوقت المُناسب لدخول الخلية طور التضـــاعف. وإذا لم تستقبل الخلية في نقطة المُراقَبة هذه إشارةُ تُقدم، فقد لا تكمل الخلية بقية الأطوار، وتخرج من دورتها إلى الطور الصفري.

٢) **G2 :** فيها يَّتحقق من انتهاء تضاعف DNA في طور التضاعف، ومن عدم وجود أخطاء في جزيئي DNA الناتجين من عملية تضاعف DNA وفي حال وجود خطأ ما، فإن دورة الخلية تتوقَّف عند نقطة المُراقَبة G2؛ ما يتيح للخلية تصحيح الخطأ، أو يؤدّي إلى موتها المُبرمَج إنْ لم تستطع ذلكُ يسهِم الموت المُبرمَج في منع دخول الخلايا غير الطبيعية مرحلة الانقسام وتكاثرها (وازدياد أعدادها).

٣) **M :** وأمّا نقطة المُراقَبة M فتعمل ما بين الطور الاستوائي والطور الانفصالي. وفيهاُ يَّتحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقة بالخيوط المغزلية على نحوٍ صحيح. وفي حال كانت بعض الكروماتيدات غيرُمرتبِطة بالخيوط المغزلية، **فإن الخلية تتوقَّف عن عملية الانقسام حتى ترتبط جميع الكروماتيدات بالخيوط المغزلية،** كما في الشكل (٧)





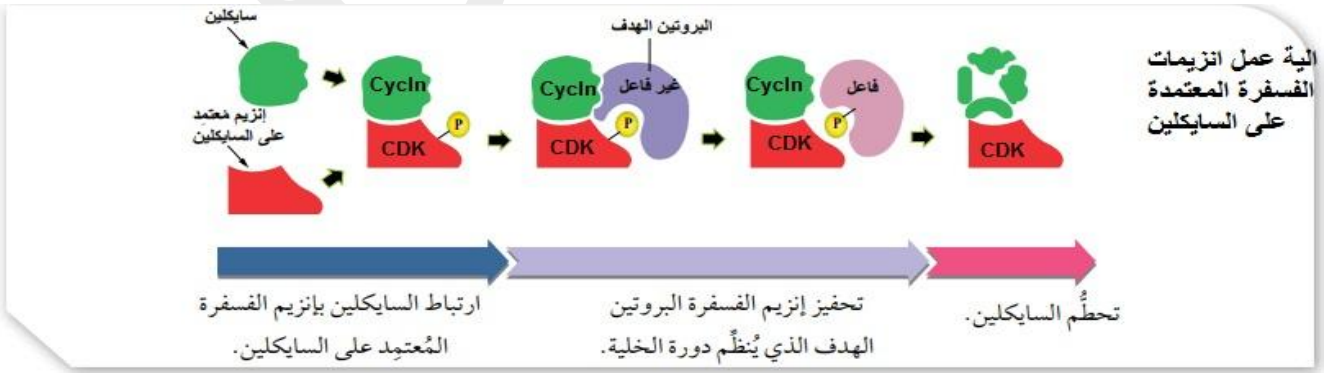
السايكلينات وإنزيمات الفسفرة المُعتمدة على السايكلين

السايكلينات Cyclins: هي مجموعة من البروتينات، توجد في معظم الخلايا حقيقية النوى، وتُصنع في أثناء دورة الخلية، وتُحطم خلالها سريعًا. وهيُ تُّصنف إلى أربعة أنواع رئيسة.

تؤدّي السايكلينات دورًا في تنظيم دورة الخلية؛ بتحفيزها إنزيمات تُسمّى **إنزيمات الفسفرة المُعتمدة على السايكلينات Cyclin-Dependent Kinases (Cdks)** ؛ إذ تعمل هذه الانزيمات - بعد ارتباطها بالسايكلين- على إضافة مجموعة فوسفات إلى البروتين الهدف في عمليةُ تسمّى الفسفرة. وقد تؤدّي فسفرة البروتينات إلى تحفيزها أو تثبيطها بحسب حاجة الخلية، الشكل (٨).

تتمثل **أهمية** ارتباط السايكلين بإنزيم الفسفرة المُعتمد على السايكلين في أمرين رئيسين، هما:

١.تحفيز الإنزيم. ٢- .إرشاده إلى البروتينات الهدف التي يعمل على فسفرتها.



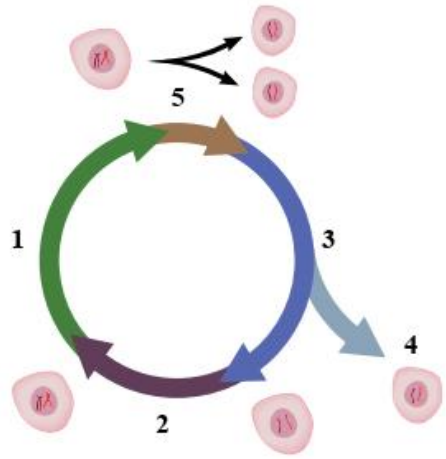
سؤال : فيم يستفاد من ارتباط السايكلين بإنزيم الفسفرة المعتمد على السايكلين ؟؟؟؟

مراجعة الدرس

١. ما مراحل دورة الخلية؟ ما أطوار كل مرحلة منها؟

٢. أفسر: لماذا تختلف الخلايا في ما بينها من حيث المدَّة الزمنية اللازمة لإكمال دورة الخلية؟

٣. أدرس الشكل المجاور الذيِّ يمثل دورة الخلية، ثمُ أجيب عنالأسئلة الآتية:



أ- أكتب اسم الطور (في المرحلة البينية) الذي يشير إليه كل من الأرقام الآتية: ١، ٢، ٣.

ب- ما رقم الطور (١ــ ٤) الذي لا يحدث فيه استعداد لعملية الانقسام؟

جـ- ما رقم الطور الأطول في المرحلة البينية لدورة الخلية الظاهرة في الشكل؟

٤. أتوقَّع: كيفُ يسهِم غياب نقاط المُراقَبة في ظهور الأورام السرطانية؟

٥. أقارِن بين الطور الصفري وطور النمو الثاني كما في الجدول الآتي:

	الطور الصفري	طور النمو الثاني
أداء الخلية أنشطتها الطبيعية:		
الزيادة فيِّ كمية DNA:		
أداء الخلية االنشطة التيُ تهيئها للانقسام:		

الدرس الثاني : الانقسام الخلوي وأهميته

Cell Division and its Importance

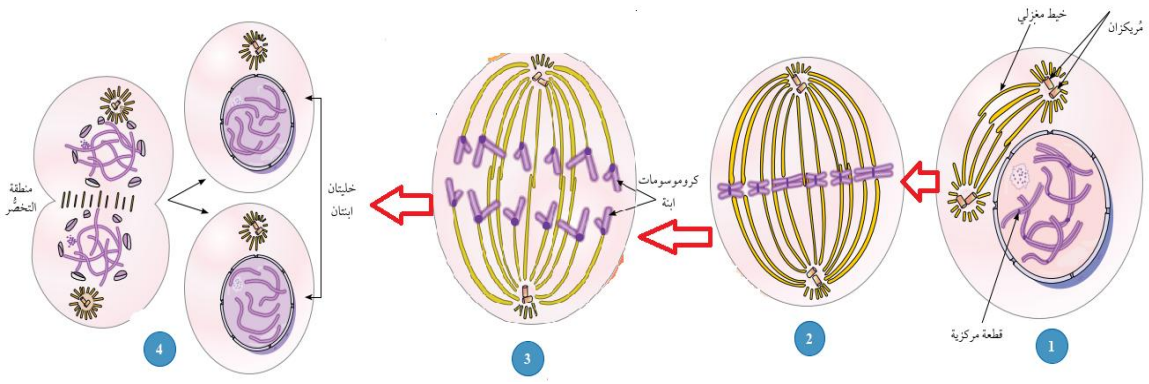
أنواع الإنقسام الخلوي :

١.**الإنقسام المتساوي** . ٢. **الانقسام المنصف.**

الانقسام المتساوي Mitosis

يحدث الانقسام المتساوي في الخلية **لإنتاج خليتين مُطابقتين جينيًا للخلية المُنقسمة**، وتحويٌ كل منهما **نفس عدد كروموسومات** هذه الخلية.

تمرُّ الخلية في أثناء الانقسام المتساوي **بأربعة** أطوار رئيسةٌ متتابِعة، هي: **الطور التمهيدي، والطور الاستوائي، والطور الانفصالي، والطورالنهائي**، أنظر الشكل (١٠)، يليها انقسام السيتوبلازم لإنتاج خليتينُ منفصلتين.



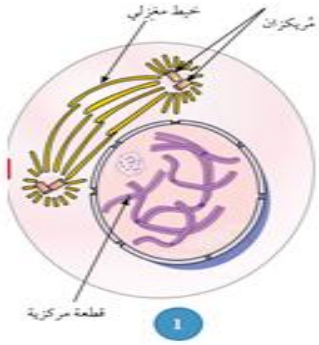
أطوار الانقسام المتساوي، وسمات كل طور:

١. الطور التمهيدي
Prophase

**تظهر الكروموسومـــات قصيرة وسميـــكة، ويتكـوَّنُ كل منها من كروماتيدين شقيقين يرتبطـــان معًا عن طـريق قطعة مركزية (سنترومير).

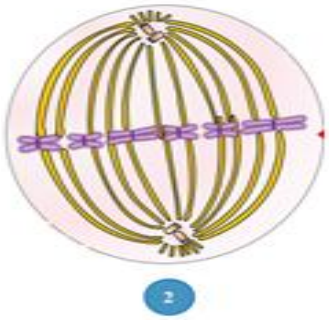
**في نهاية هذا الطـور يتفكَّك الغلاف النووي، وتختفي النُوية، ويتحرَّك الجسمان المركزيان Centrosomes نحو قطبي الخلية المُتقابِلين.

**وتبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المُريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات.



(الجسم المركزي: تركيب يقتصر وجـوده على الخلايا الحيوانية فقط، ويتكوَّن كل جسم مركزي من تركيبين أسطوانيين،يُسمّىٌ كل منهما مريكزًا)

٢. الطور الاستوائي
Metaphase



يمتاز هذا الطـــور بـــ:

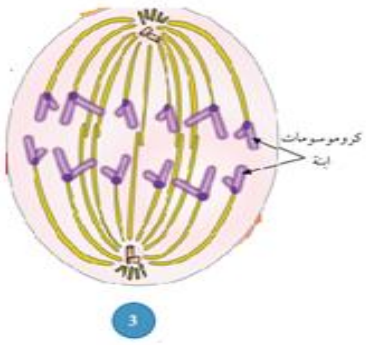
**ارتباط الخيـــوط المغزلية بالقطع المركزية.

**وترتُّب الكروموسومات في وسط الخلية.

٣. الطور الانفصالي
Anaphase

تنكمش الخيــوط المغزليـة في هذا الطـور؛ ما يـؤدّي إلى سحب الكروماتيدات الشقيقة، **وانفصال كل كروماتيدين شقيقيـن أحــدهما عن الآخـر.

**وتحرُّكٌ كل منهما نحو أحد قطـبي الخلية، فيصبـح عند كل قطب مجموعـة كاملة من الكروموسومـات الإبنـــة .Daughter Chromosomes



يذكَــرَّأن الكروماتيدات في هـذا الطور يكون شكلها مشابهًا لشكل حرف (V) نتيجة عملية السحب.

سؤال:

فـيِّ أي أطـوار المرحلـة البينيـة تُصنـع البروتينـات التي تدخـل في تركيب الخيـوط المغزلية؟

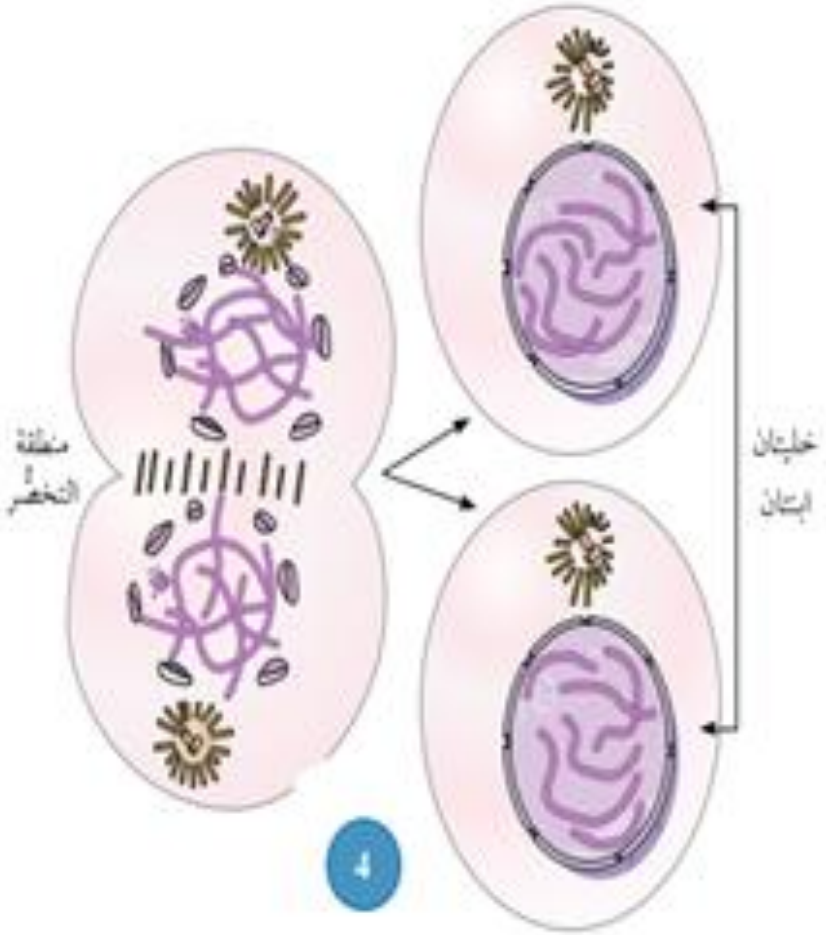
٤. الطور النهائي
Telophase

**تتشكَّل في هذا الطور نواتان ونُويتان.

**ويبدأ الغلاف النووي بالظهور.

**وتصبح الكروموسومات أرفع وأطول تمهيدًا لعودتها على شكل شبكة كروماتينية.

**وفي نهاية الطور يبدأ انقسام السيتوبلازم بعد وقت قصير من انقسام النواة.



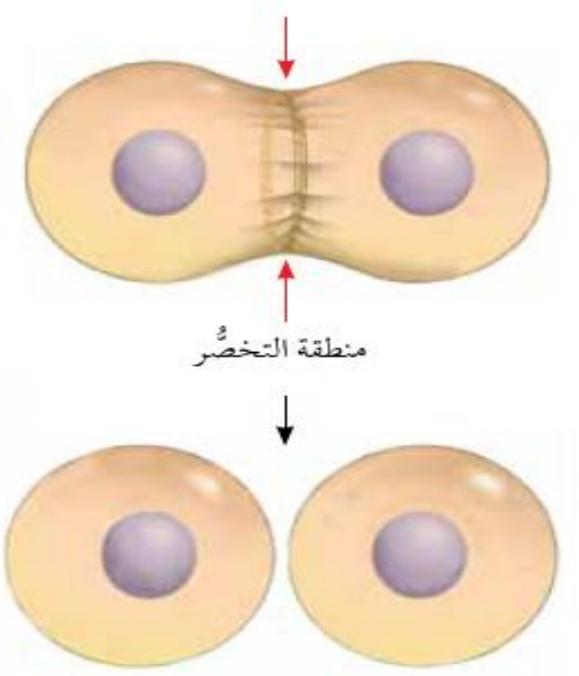
انقسام السيتوبلازم Cytokinesis

انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية **يختلف** عنه في الخلايا النباتية كما يلي:

في الخلايا الحيوانية:

يحدث تخصُّر تدريجي وسط الخليةُ مُشكَّلا أخدودًا. يوجد في الجانب السيتوبلازمي للأخدود حلقةُ منبِضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة وجزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معا على انقباض الحلقة، فيزداد التخصر، إلى أنْ ينتج من ذلك خليتان منفصلتان، كما في الشكل .

انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية.



في الخلايا النباتية:

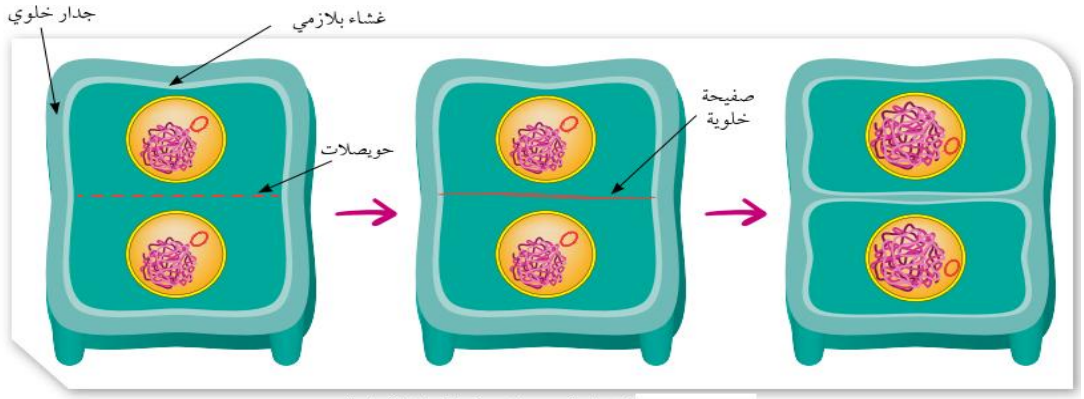
تختلف عملية انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية بسبب **وجود الجُدر الخلوية** بحيث:

١. تصطفُّ وسط الخلية حويصلاتٌ من أجسـام غولجي.

٢. تندمج الحويصلاتُ مُشكِّلة صفيحة خلوية ثم يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي للخلية.

٣. ينشأ الجدار الخلوي من مكونات في الصفيحة الخلوية.

وبذلك تنتج خليتان منفصلتان، ومطابقتان للخلية الأم، كما في الشكل.



انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية.

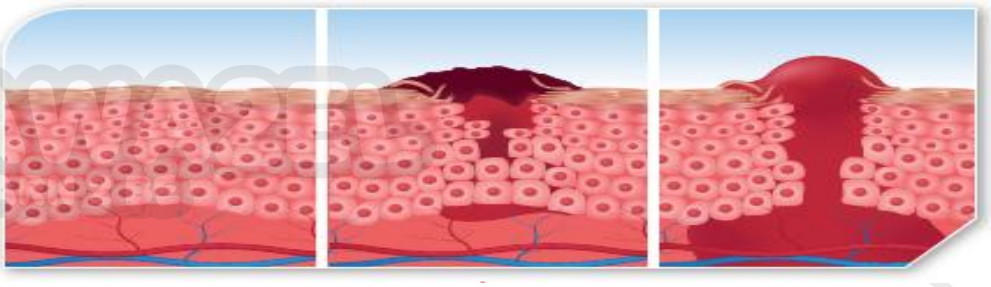
أهمية الانقسام المتساوي The Importance of Mitosis

أهميـة الانقسام المتساوي :

١.هـو ضروري لنمو الكائنات الحيَّة عديدة الخلايا.

أنظر الشكل الذيِّ يبين دور الانقسـام المتساوي فـي تُطور جنين من بويضةُ مَّخصبة (خلية واحدة) إلى إنسان يتكوَّن جسمه من عدد كبيرٍّجدا من الخلايا.

٢. استبدال الخلايا التالفة، وتعويض الأنسجة التيَ تعرضت لجرح، أو حرق، أو كشط.مثل: الجلد، والأنسجة المُبطنة للأمعاء، أنظر الشكل



بعض الكائنات الحية عديدة الخلايا (مثل: السحلية، ونجم البحر) لديها قدرة على التجددُRegeneration ؛ أي تعويض أجزاء فقَدْتها من أجسامها عن طريق الانقسام المتساوي.

٣. يعد الانقسام المتساوي أساسًا للتكاثر اللاجنسي في الكائنات الحيَّة حقيقية النوى.سواء أكانت وحيدة الخلية مثل الخميرة (الشكل أ) أم عديدة الخلايا مثل الهيدرا والنباتات(الشكل ب، ج).

(أ) تكاثر الخميرة بالتبرعم.

(ب) تكاثر الهيدرا بالتبرعم.

(ج) تكاثر نباتات بالأبصال.

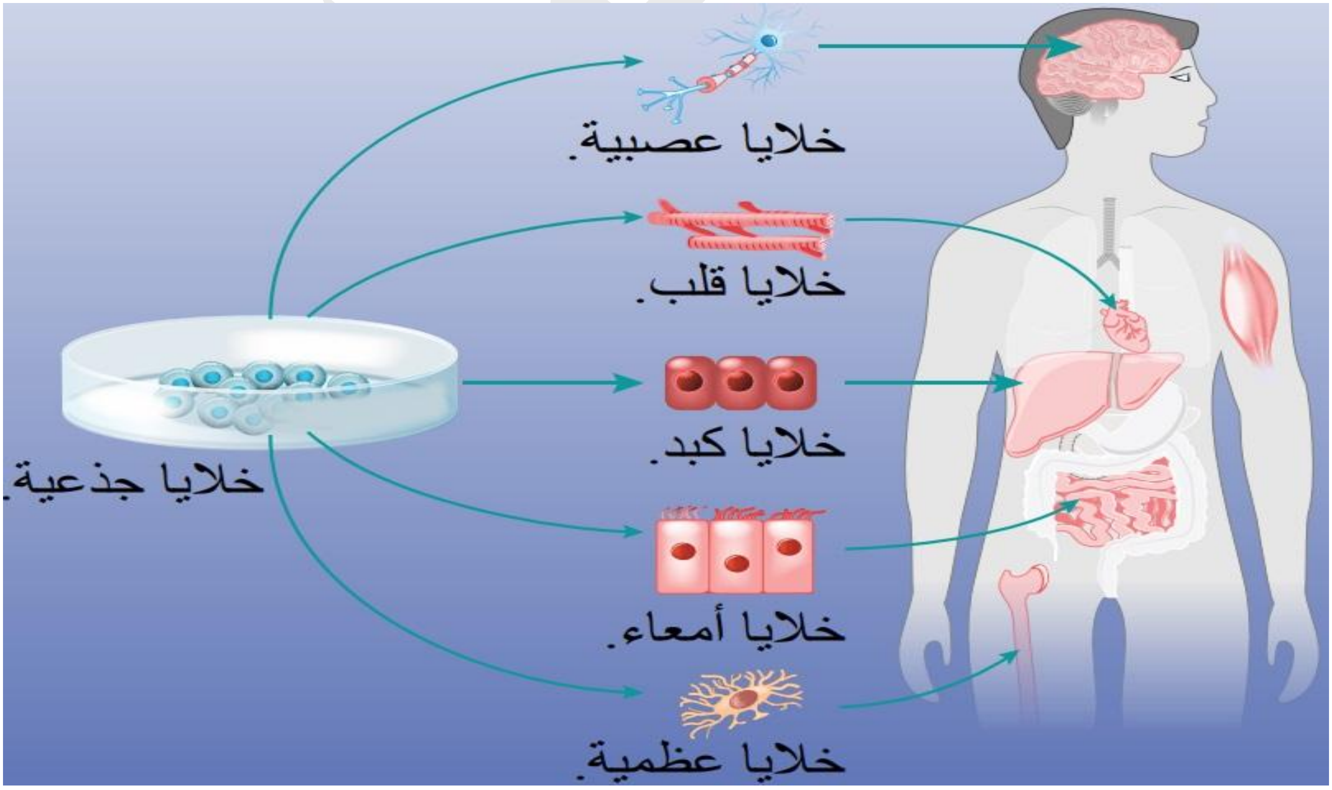
ملاحظة:

يكون تكاثر الكائنات الحيَّة لاجنسيًّا أسرع من تكاثرها جنسيًّا، ولكنَّ الكائنات الحيَّة الناتجة من التكاثر اللاجنسي تكون متماثلة جينيًّا؛ ما يعني عدم وجود تنوع في صفات هذه الكائنات، وهو ما يجعلُ كّل منها عُرضةً للتأثُّر بالظروف المحيطة بها على نحوٍ مشابه.

*** الربط بالطب :**

يوجد في المراحل الجنينية للكائن الحيِّ خلايا جذعية غير مُتمايِزة، وقد تنقسم هذه الخلايا لإنتاج خلايا تستمر بوصفها خلايا جذعية، وخلايا أُخرى تتمايز؛ ما يجعلها خلايا مُتخصِّصة، تتكوَّن منها الأنسجة والأعضاء.

يُعَدُّ استخدام الخلايا الجذعية في إنتاج أنسجة جديدة علاجًا واعدًا للأعضاء المُتضرِّرة نتيجة الإصابة بأمراض مُتعدِّدة، مثل بعض أمراض القلب والأعصاب. يوجد في الأردن عدد من المراكز والمؤسسات المُتقدِّمة والرائدة في مجال بحوث الخلايا الجذعية وتطبيقاتها العلاجية، وهي تضمُّ نخبة من الخبرات العلمية والعملية التي تُطبِّق أحدث الطرائق المُستخدَمة عالميًّا في مجال العلاج بالخلايا الجذعية.



الانقسام المُنصف Meiosis

الانقسام المُنصف: هو أحد أنواع الانقسام الخلوي الذي يؤدّي إلى **إنتاج الجاميتات**؛ وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

يمر الانقسام المُنصف بمرحلتين أساسيتين، تسبقُ أولاهما مرحلة بينيةٌ مشابِهة لتلك التي تسبق الانقسام المتساوي.

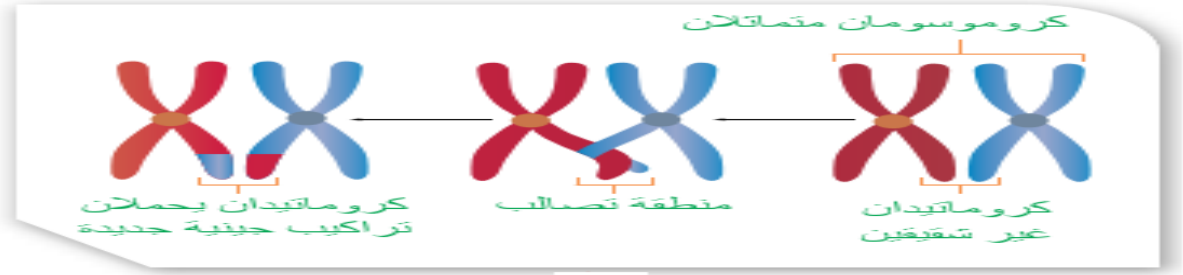
أطوار المرحلة الأولى من الانقسام المُنصف Phases of Meiosis I

تمر هذه المرحلة **بأربعة أطوار**، وتنتج في نهايتها **خليتان تحويان نصف عدد كروموسومات الخليةِ الأم (المُنقسمة)**

١. الطور التمهيدي الأوَّل Prophase I

**تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة، ويتكوَّن كل منها من كروماتيدين شقيقين، في حين يتفكَّك الغلاف النووي.

قد يحدث تقاطع بين كروماتيدين غير شقيقين في كروموسومين متماثلين - بسبب قربهما من بعضهما- في نقاطٍ تُسمّى كل منها منطقة **التصالب Chiasma فينتج عن ذلك تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين هذين الكروماتيدين، في ما يُعرَف **بالعبور Crossing Over** الذي تنتج منه تراكيب جينية جديدة تؤدّي دورًا في التنوُّع الجيني، أنظر الشكل .



عملية العبور.

**يتحرك كل زوج من المُريكِزات نحو أحد قطبي الخلية المُتقابِلين، وتبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المُريكِزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات.

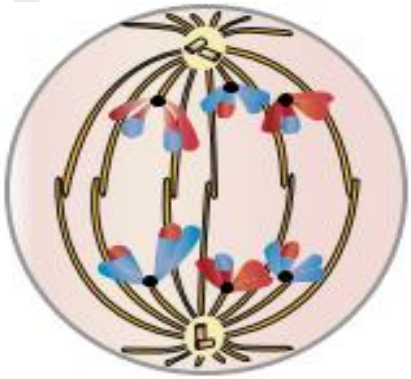
2. الطور الاستوائي الأوَّل Metaphase I

تصطفُّ أزواج الكروموسومات المُتماثِلة والمُرتبطة بالخيوط المغزلية **على جانبي خطِّ وسط الخلية، ويكون ترتيبها عشوائيًا؛ أيْ ليس شرطًا أنْ تكون جميع الكروموسومات التي من الأب أو الأم على الجانب نفسه. وهذا يعني أن جهة ما قد تحوي كروموسومات من الأب والأم؛ و هذا يؤدي إلى حدوث تنوُّع جيني في الخلايا الناتجة من الانقسام.

٣. الطور الانفصالي الأوَّل Anaphase I

**تنفصل في هذا الطور أزواج الكروموسومات المُتماثِلة نتيجة انكماش الخيوط المغزلية.

**ويتجه كل كروموسوم من هذه الأزواج إلى أحد قطبي الخلية، في حين تظلُّ الكروماتيدات الشقيقة مُرتبِطة ببعضها.

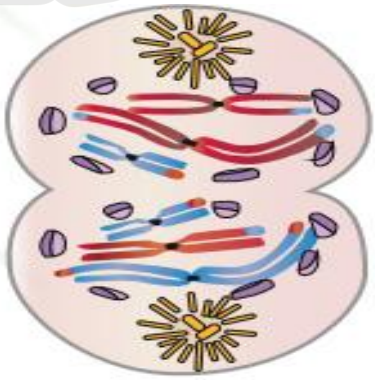


٤. الطور النهائي الأوَّل Telophase I

**يبدأ الغلاف النووي بالظهور في هذا الطور تزامنًا مع تُفكك الخيوط المغزلية.

**ثم يحدث انقسام للسيتوبلازم.

**فتنتج خليتان تحوي كلٌّ منهما كروموسومات؛ بعضها من الأب، وبعضها الآخر من الأم.



سؤال: خلية جنسية تحوي (٦٤) كروموسومًا:

- ما عدد الخلايا الناتجة في المرحلة الأولى من انقسامها انقساماً منصفا؟

- كم عدد الكروموسومات في كل من الخلايا الناتجة؟

أطوار المرحلة الثانية من الانقسام المُنصف Phases of Meiosis II

**تدخل الخلايا المرحلة الثانية من الانقسام المُنصف من دون حدوث تضاعف DNA .

**تنفصل الكروماتيدات الشقيقة بعضها عن بعض، ويتحرَّكُ كل منها نحو أحد قطبي الخلية.

** يتكوَّن الغلاف النووي الذي يتبعه حدوث انقسام للسيتوبلازم.

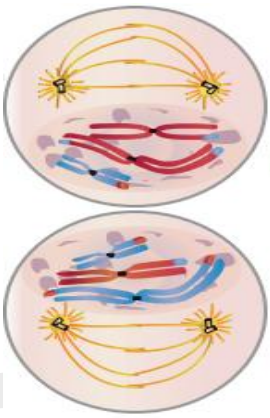
**تنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

١. الطور التمهيدي الثاني Prophase II

**يتفـكَّك الغـلاف النـووي فـي هـذا الطـور.

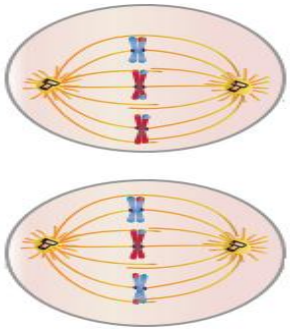
تتجـه **المُريكِـزات إلـى أقطـاب الخليـة المُتقابِلـة.

تبـدأ **الخيـوط المغزليـة بالظهور.



٢. الطور الاستوائي الثاني Metaphase II

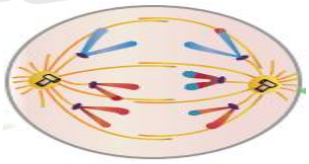
تترتـب الكروموسـومات (التي تتكـوَّن مـن كروماتيديـن شـقيقين)فـي **منتصـف الخليـة.

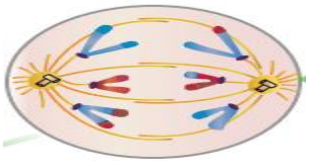


٣. الطور الانفصالي الثاني Anaphase II

**ينفصل كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر.

يتحرَّك كل من الكروماتيدين نحو **أحد قطبي الخلية.





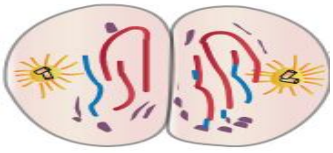
٤. الطور النهائي الثاني Telophase II

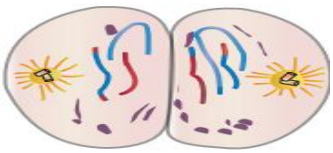
**يتشكل الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومية.

تبدأ الخيوط المغزلية **بالتفكك.

يحدث انقسام **ثان للسيتوبلازم.

تنتج **أربع خلايا **أحادية** المجموعة الكروموسومية (n١)





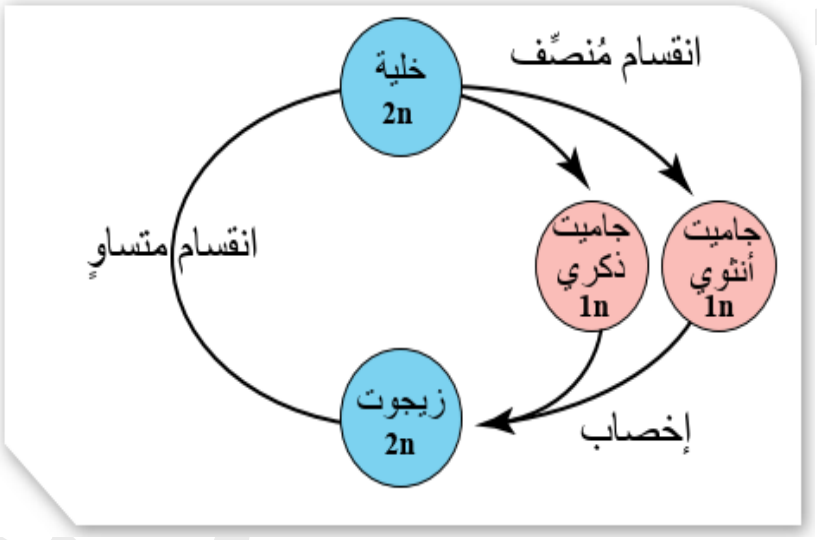
أهمية الانقسام المُنصف The Importance of Meiosis

تكمن أهمية الانقسام المنصف بالمحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائن الحيِّ الطبيعي.

حيث يؤدّي انقسام خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية **انقسامًا مُنصّفًا** إلى إنتاج **أربع خلايا أحادية** المجموعة الكروموسومية.

فمثلًا، الخلايا الجسمية في الانسان (مثل المنوية الأولية في الإنسان) هي **ثنائية** المجموعة الكروموسومية (**n٢**)؛ أيْ إنَّ كّل منها تحوي **٢٣ زوجًا** من الكروموسومات (**٤٦ كروموسومًا**).

وبعد حدوث انقسامُ منصف - **بمرحلتيه**- كما في خلايا الخصية مثلا تنتج **أربع** خلايا **أحادية** المجموعة الكروموسومية (**n١**)، وهيَ تُسمّى **جاميتات ذكرية**، ويحويٌّ كل منها **٢٣ كروموسومًا**. وعند حدوث عملية الإخصاب التي يندمج فيها الجاميت الذكري بالجاميت الأنثوي تتكوَّن خلية **ثنائية** المجموعة الكروموسومية (**n٢**) تسمّى **زيجوت**، كما في الشكل .



الانشطار الثنائي في الكائنات الحيَّة بدائية النوى Binary Fission in Prokaryotes

يتشابه الانشطار الثنائي والانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين؛إذ ينتج من كل منهما خليتانُ مطابقتان للخليةِ الأم المُنقسمة، ولكنَّ هاتين العمليتين تختلفان فعليًّا في ما بينهما.

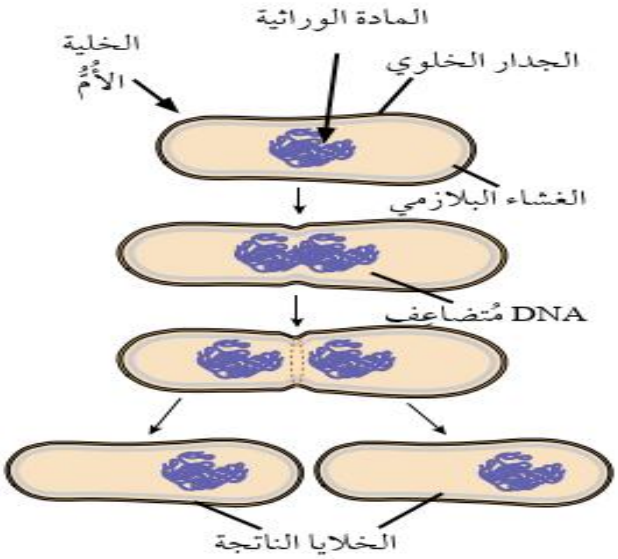
آلية الانشطار الثنائي في البكتيريا.

تبدأ عملية الانشطـار الثنائي **بتضـاعف كروموسوم البكتيريا،وهو ***كروموسوم حلقي***.

ثم يتحرَّك الكروموسومان الناتجان من التضاعف في اتجاهينُ متقابِلين، ضمن عملية يدخل فيها بروتينٌ يُشبِه **الأكتين Actin – like Protein .

يظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المُتقابِلين. **يحدث في أثناء هذه العملية **نمو واستطالة للخلية. **بعد ذلك **ينغمد الغشاء البلازمي** نحو الداخل، بالتزامن مع **تكون الجدار الخلوي.**

** ثم تنتج **خليتانُ** منفصلتان **ومُشابهتان** للخلية الأمّ.



سؤال : ما نتائج انقسام خلية جلد ونتائج انشطار خلية بكتيريا من حيث عدد الخلايا الناتجة من عملية انقسام واحدة ؟؟؟؟

مراجعة الدرس

١. ما أنواع الانقسام الخلوي في الكائنات حقيقية النوى؟ ما أهمية كل نوع منها؟

٢. أتوقَّع: ماذا يستفيد الكائن الحيُّ إذا كان قادرًا على التكاثر جنسيًّا والجنسيًّا؟

٣. استنتج إذاَنمْيُت خاليا خميرة على طبقين غذائييُنمناسبين، ثم أضفُت إلى أحدهما مادة كيميائية توقف تضاعف المادة الوراثية، فكيف أستطيع تمييز الطبق الذي أضفْ ُت إليه المادة الكيميائية؟

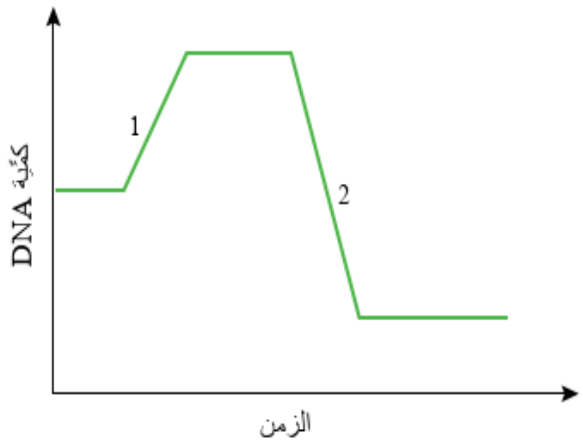
٤. أقارِن بينٍّ كل ممّا يأتي:

أ- عملية االنقسام المتساوي، وعملية االنشطار الثنائي من حيثَّ آلية الانقسام.

ب- انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية، وانقسامه في الخلايا الحيوانية.

جـ- الخلايا النـاتجة في الطـور النهائي من الانقسام المتساوي، والخلايا الناتجة في الطور النهائيَّالأول من الانقسام المُنصف من حيث عدد الكروموسومات فيٍّ كل منها.

٥.أدرس الشكل الآتي الذيِّ يبيِّكمية DNA في خليةٌ تمر بسلسلة من العمليات خلال مدة من الزمن، ثمُ أجيب عن السؤالين التاليين:



أ- هلُ يمثل الرقم (١) انقسامًاُ منصَفا، أو انقسـ

أو إخصابًا، أو تضاعف DNA؟

ب- ما نوع الانقسام الذيُ يمثله الرقم (٢)؟

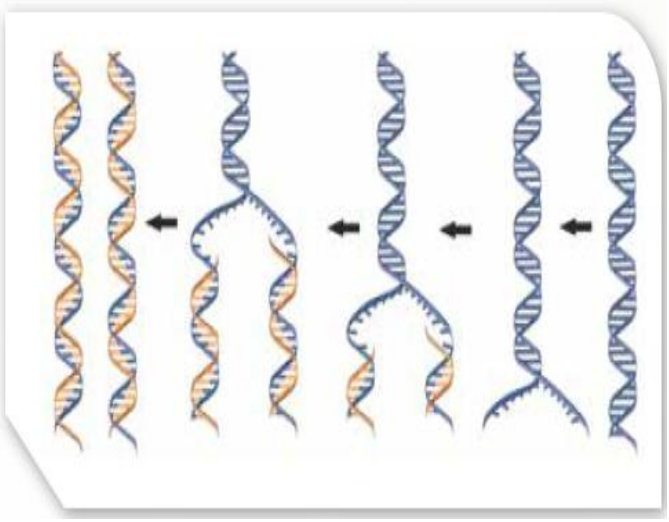
الدرس الثالث : تضاعف DNA والتعبير الجيني

تضاعف DNA (DNA Replication)

تمر الخلية بطور **التضاعف** في أثناء المرحلة البينية من دورة الخلية. وفي هذا الطور تحدث عملية **تضاعف DNA** (Replication DNA)، وهي عمليةُ تنظمها إنزيماتٌ عدة.

- تنتج من تضاعف جزيء DNA نسختان متماثلتان، تتكون كل منهما من سلسلتين؛ **إحداهما من DNA الأصل (أيْ سلسلة أصلية)، والأخرى جديدة ومُكملة لها**.

- ُيطلق على عملية تضاعف DNA اسم **التضـاعف شبه المُحافظ** Semiconservative Replication؛ً لأن إحـــدى السلسـلتين محفوظة، والأخرى جديدة.



تحتوي الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي على **DNA يحمـل التعليمات الوراثية كاملةً** بالرغم من حدوث عملية الانقسام و ذلك بسبب عملية التضاعف.

***العالمان واتسون وكريك اكتشفا تركيب DNA**

***العالمان مسلسون وستال اقترحا نموذجًا لكيفية تضاعف DNA**

آلية تضاعف DNA (Mechanism of DNA Replication)

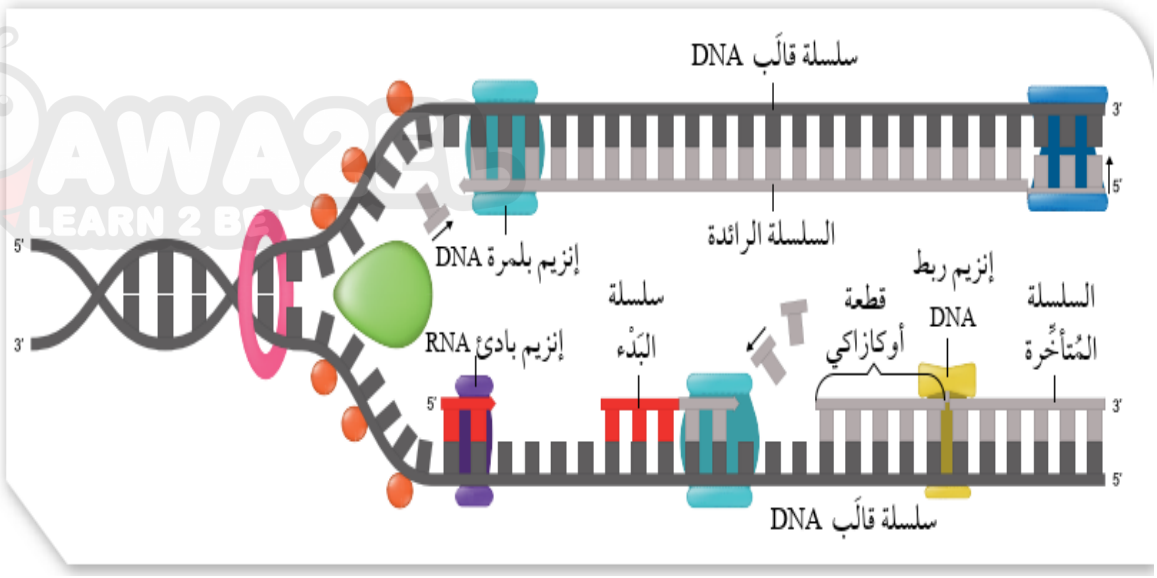
** **انفصال** سلسلتي جزيء DNA المُتقابِلتين؛ إذ **تتحطَّم** الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المُتقابِلة في السلسلتين بفعل **إنزيم الهيليكيز Helicase** الذي يحتـاج إلى **طاقة ATP** لإتمـام هذه العملية .

** **انتاج سلسلتين مفردتين**، ترتبط كل منهما ببروتينات خاصة تُسمى **البروتينـات المرتبطة بالسلاسـل المفردة** Proteins (SSBP) Single Strand Binding، وهي **تمنـع عـودة ارتبـاط** السلسلتين إحداهما بالأخرى، علمًا بأن كل سلسلة مفردةُ تمثل قالَبا لبناء سلسلة جديدة.

*ولما كانت الإنزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA **غير قادرة** علَى بدء عملية التضاعف و بالتالي:*

فإن **إنزيم بادئ RNA primase RNA** يضيف قطعة صغيرة من RNA (**تتكوَّن من (٥-١٠) نيوكليوتيدات، وتُسـمّى سلسلة البَدء primer**) إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المُكملتين؛ لتوفير نهاية $3^{\backslash}$ حرة، ثم يبدأ إنزيم آخر يُسمّى **إنزيم بلمرة DNA polymerase DNA** بإضافة نيوكليـوتيداتُ مُكملة لنيوكليوتيدات السلسلة القالَب.

يكون بناء سلسلة DNA المُكملة (الجـديدة) **متجّها دائمًا مـن ٥٠ إلى ٣٠**، فتنتج سلسلةً متصلةُ تسمى **السلسلة الرائدة Leading Strand** ، وتكون مكملة لإحدى سلسلتي القالَب.



لا يستطيع إنـزيم بلمرة DNA بنـــاء سلسـلة فـي **اتجـاه معاكس** (أي مـن ٣٠ إلـى ٥٠)؛ لـذا فـإن بنـاء السلسـلة المكملـة للسلسـلة القالـب الأخـرى يكـون مختلفـا؛ **إذ يكـون علـى هيئـة قطـع غيـرَّمتصلـةُ تسـمى قطـع أوكازاكـي** Okazaki Fragments الـذي اكتشـفها ، وتُسـمّى هـذه السلسـلة المُكملـة **السلسـلة المُتأخـرة Lagging Strand**.

تحتـاج عمليـة بنـاء السلسـلة المُتأخـرة إلـى أكثـر مـن سلسـلةَ بـدْء؛ إذْ **تضاف** سلسـلةَ بـدْء جديـدة فـي كلَّ مـرة **يفصل** فيها **إنزيـم الهيليكيز** جزءًا من سلسـلتي DNA الأصليتيـن إحداهمـا عـن الأخـرى، ليسـتأنف إنزيم بلمـرة DNA عملية بنـاء قطـع أوكازاكي مـن ٥٠ إلى ٣٠ .

بعـد ذلـكُ **تزال سلاسـل البَـدْء، وتوضَـع نيوكليوتيـدات DNA مكانهـا**، ثم **تُربَـط قطـع أوكازاكـي باسـتعمال إنزيـم ربـــط DNA** DNA Ligase الذي يربط قطعـا بأخـرى مجـاورة عن طريـق **تكوين روابـط فوسـفاتية ثنائيـة الإسـتر**. بعدِ

انتهـاء بنـاء السلسـلة الرائدة والسلسـلة المُتأخـرة، ينتج جزيئـاDNA متماثلان، يتكـون كل منهمـا من سلسـلة أصلية، وأخـرى جديـدة مكملة لها.

سؤال : لماذا تُبنى احدى سلسلتي DNA على شكل قطع غير متصلة ؟؟؟؟

*** انظر للنشاط في الكتاب صفحة 87 .

تصحيح اختلالات DNA (DNA Damage Repair)

تنتج **اختلالات** DNA بسبب **تلف جزء من سلسلة DNA؛ نتيجةً تعرض الكائن الحيِّ لعوامل كيميائية ضارَّة،** مثل: سموم بعض الفطريات، والتبغ، **أوتعرضه لعوامل فيزيائية،** مثل: الأشعة السينية (X)، والأشعة فوق البنفسجيــة (UV)

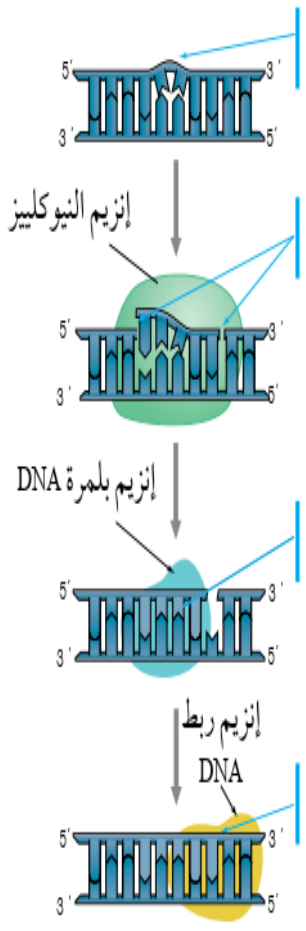
يتم **تصحيح اختلالات DNA عن طريق **تصحيح استئصال النيوكليوتيد** Nucleotide Excision Repair **(كما في الشكل ادناه)** بـ:

١. **تحديد الجزء التالف** من سلسلة DNA عن طريق إنزيمات متعددة.

٢. **قطع الجزء التالف** من سلسلة DNA عن طريق **إنزيم النيوكلييز** Nuclease.

٣. **سد الفجوة الناتجة من عملية القطع بنيوكليوتيداتٌ مُكملة** للسلسلة المُقابِلة غيرالتالفة باستعمال **إنزيم بلمرةDNA**

٤. **ربط نهايات النيوكليوتيدات المضافة** بالسلسلة الأصلية باستعمال **إنزيم ربط DNA .**



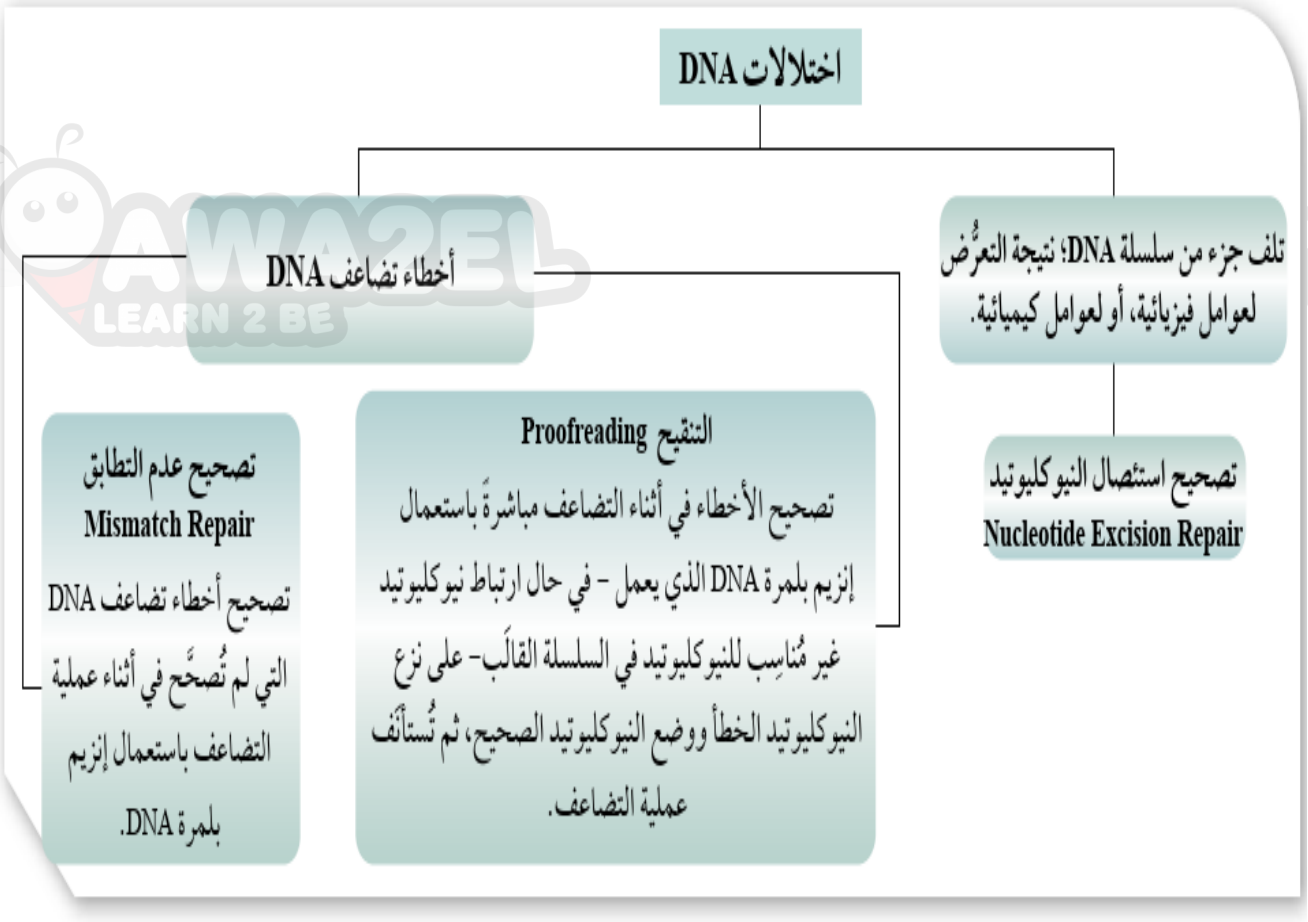
تعمل إنزيمات عديدة على تحديد الجزء التالف من سلسلة DNA .

يقطع إنزيم النيوكليز الجزء التالف من السلسلة.

يعمل إنزيم بلمرة DNA على سَدِّ الفجوة بنيوكليوتيدات مُكمِّلة، مُستخدِمًا السلسلة غير التالفة قالَبًا.

يربط إنزيم ربط DNA نهايات النيوكليوتيدات المضافة بالسلسلة الأصلية.

*** اختلالات DNA واليات تصحيحها :**



سؤال : ما الانزيمات التي تعمل على سد الفجوات الناجمة عن قطع الجزء التالف من سلسلة DNA ؟؟؟؟

تصنيع البروتينات Protein Synthesis

DNA :**هو المسؤوول** عن تنظيم أنشطة الخلية والعمليات الحيوية التي تحدث فيها؛ بأن يحمل التعليمات اللا زمة لتصنيع البروتينات في صورة نيوكليوتيدات وفق تسلسلُ معين، وتُسمّى هذه التعليمات ***الشيفرة الوراثية***.

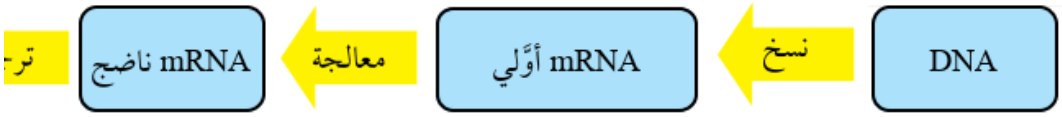
تؤدّي **البروتينات** أدوارًا مِهمَّة في أجسام الكائنات الحيَّة، وفي الخلايا المِّكونة لها، إضافةً إلى دورها في تنظيم دورة الخلية.

تمر عملية تصنيع البروتينات بمرحلتين رئيستين و أخرى بينهما، هما:

١.**النسخ Transcription.**

* . **معالجة RNA (RNA Processing)**: مرحلةُ يعالَج فيها الحمض النووي RNA.

٢.**الترجمة Translation.**



النسخ Transcription

النسخ Transcription : هو عملية إنتاج جزيء RNA مِّكمل لجزء من إحـــدى سلسلتي DNA باستعمال إنزيمات بلمرة RNA

** هو عملية **ضرورية** لإنتاج جميع أنواع الحمض النووي RNA.

** **الحمض النووي mRNA** هو من تحدث له عملية الترجمة لتصنيع البروتينات.

تحدث عملية النسخ في **النواة**، وتتألَّف من ثلاث خطوات، هيَ:

١. **بدء عملية النسخ .**

٢. **استطالة RNA .**

٣. **انتهاء عملية النسخ.**

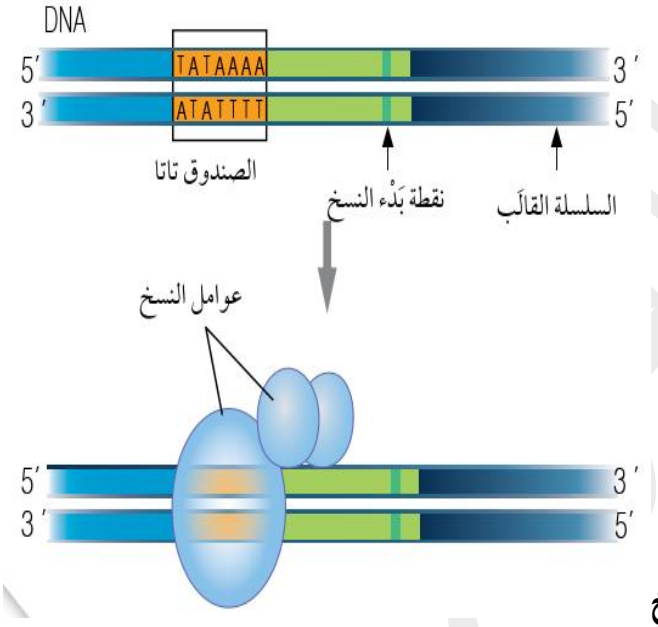
١.بدء عملية النسخ Initiation of Transcription

****تبدأ** عمليـــة النســـخ عنـدُّ تعرف بروتينـاتُ (**عوامـــل النســـخ** (Transcription Factors تسـلسـلًا معيَّنا مـن النيوكليوتيدات في DNA، وهو تسلسـل **يوجد قبـل نقطـةَ بدء النسخ**، ومن الأمثلة عليه في الخلايا حقيقية النوى: **الصندوق كات** (BOX CAAT)، **والصنـــدوق تـاتـا** (BOX TATA) وتُعـزى تسميةٌ كل منهما إلى النيوكليوتيدات المُكـوِّنة لهما .

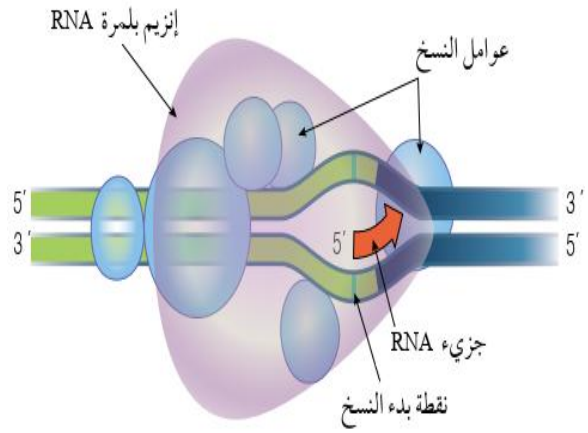
****يرتبط** إنزيم بلمرةRNA بموقعه المناسب، وترتبط به عوامل نسخُ أخرى؛ ما يؤدي إلى تكون **معقـد بدء النسـخ**. Transcription Initiation Complex

****يبدأ** إنزيم بلمرة RNA **بفك التفاف** سلسلتي DNA.

****ثم تبدأ عملية نسخmRNA الأولي** من نقطة بدء النسخ على السلسلة القالب.



عوامل النسخ \ تسلسل نيوكليوتيدات قبل منطقة النسخ



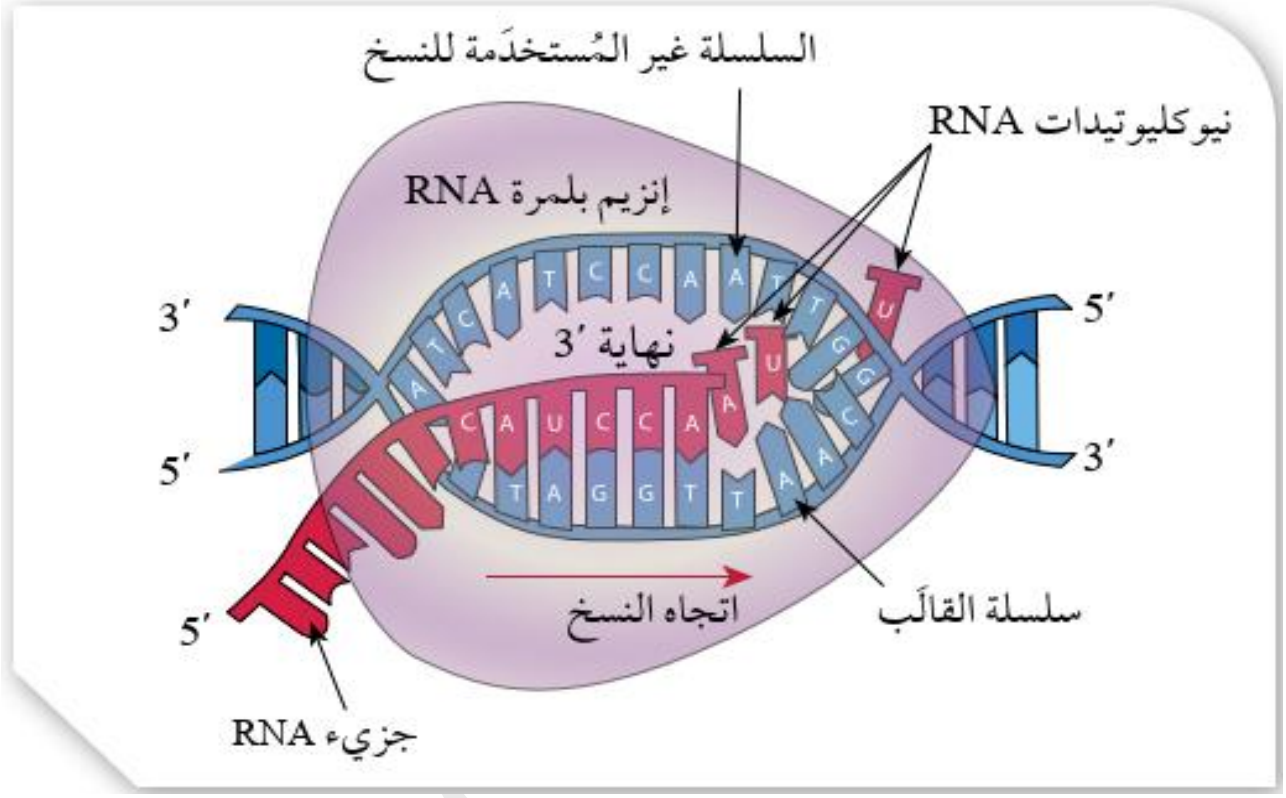
بدء عملية النسخ

٢. استطالة RNA (Elongation of RNA)

يبدأ إنزيم بلمرة **RNA بالتحرك متجها من ٣′ إلى 5′ على سلسلة DNA القالب.

إضافة **نيوكليوتيدات جديدة إلى **النهاية ٣′** في جزيء RNA.

تحتوي **النيوكليوتيدات المضافة إلى سلسلة RNA على **قواعد نيتروجينية مُكملة للقواعد النيتروجينية في سلسلة DNA**.



مهم: القاعدة النيتروجينية المُكملة للأدنين تكون **اليوراسيل في RNA وذلك عوضًا عن **الثايمين**.**

سؤال:

أكتب سلسلة RNA الناتجة من نسخ سلسلة الـ DNA الآتية

A T G G C T A C

٣. انتهاء عملية النسخ Termination of Transcription

عند انتهاء عملية النسخ المطلوبة :

****يتوقَّف** إنزيم بلمرة RNA عن العمل.

****يبتعد** RNA المنسوخ عن سلسلة DNA القالَب.

****يُطلَق** على RNA الناتج اسم **mRNA الأولي**.

سؤال : ماذا سيحدث لعملية النسخ في حال عدم توافر احد عوامل النسخ ؟؟؟؟

معالجة RNA (RNA Processing)

يخضع جزيء mRNA الأولي لعملية معالجــة في النواة قبــل أنْ يصبح جزيء mRNA ناضجًا(mature mRNA)يمكن ترجمته.

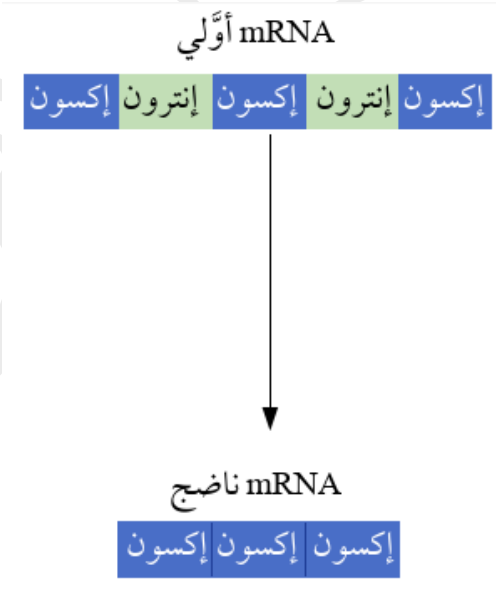
تتضمَّن عملية المعالجــة :

****إزالة** قطع من mRNA، تسمّىً كل منها **الإنترون** Intron، وهي أجزاء غير فاعلة في تصنيع البروتين المطلوب؛

****بقاء** الأجزاء الفاعلة فقط في تصنيع البروتين المطلوب، التيُ يعرَفُ كل منها باسم **الإكسون Exon.**

****تربَط** قطع الإكسون المُتبقية بعضها ببعض.

****ينتج** جزيء mRNA ناضج **يخرج** من النواة إلى السيتوبلازم عن طريق **الثقوب النووية** الموجودة في الغلاف النووي؛ تمهيدًا لَبْدء عملية الترجمة .



معالجة mRNA الاولي

الترجمة Translation

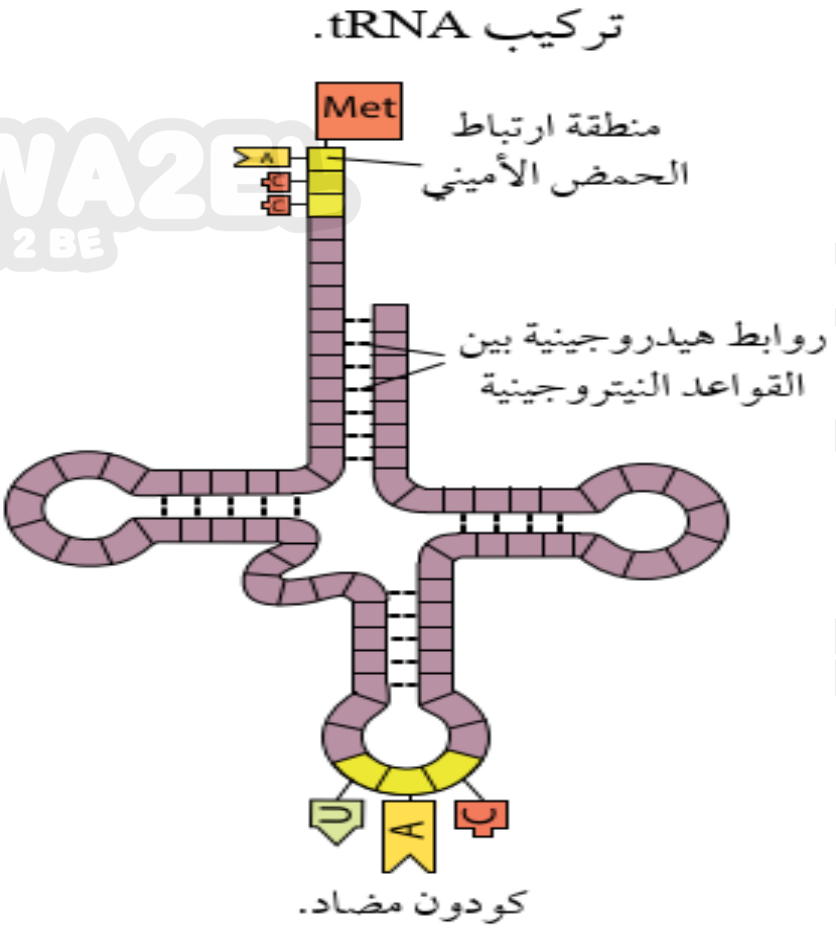
الترجمةTranslation : هي العملية التي تُستخدَم فيها المعلومات الوراثية التي يحملهاmRNA لتصنيع سلسلة عديد الببتيد.

الكودون Codon : هو كل ثلاثة نيوكليوتيدات متتابعة فيmRNA يمكن أنْ تترجم إلى حمض أميني أوإشارة وقف (Stop)

الكودونات، ونواتج ترجمة كلٍّ منها.

	U	C	A	G	
U	UUU, UUC: Phe فينيل ألانين UUA, UUG: Leu ليوسين	UCU, UCC, UCA, UCG: Ser سيرين	UAU, UAC: Tyr تايروسين UAA: Stop UAG: Stop	UGU, UGC: Cys سيستين UGA: Stop UGG: Trp تريبتوفان	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: Leu ليوسين	CCU, CCC, CCA, CCG: Pro برولين	CAU, CAC: His هستدين CAA, CAG: Gln غلوتامين	CGU, CGC, CGA, CGG: Arg أرغنين	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: Ile أيسوليوسين AUG: Met Start ميثيونين	ACU, ACC, ACA, ACG: Thr ثريونين	AAU, AAC: Asn أسبارغنين AAA, AAG: Lys لايسين	AGU, AGC: Ser سيرين AGA, AGG: Arg أرغنين	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: Val فالين	GCU, GCC, GCA, GCG: Ala ألانين	GAU, GAC: Asp حمض أسبارتيك GAA, GAG: Glu حمض غلوتاميك	GGU, GGC, GGA, GGG: Gly غلايسين	U C A G

تشتمل أنواع RNA على نوع يسمّى **RNA الناقل tRNA، وهو **المُترجم** في هذه العملية، أنظر الشكل الذيِّ يبين تركيب tRNA



تحدث عملية الترجمة بمساعدة **الرايبوسومات؛ **وهي تراكيب تتكوَّن من البروتينات، والحمض النووي الرايبوسومي rRNA**

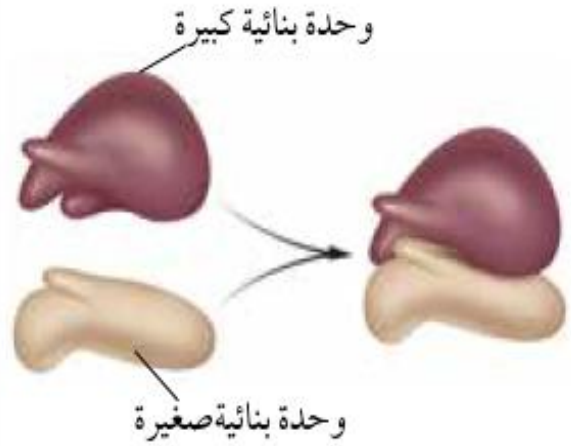
يتألَّف كل رايبوسوم من **وحدتين؛ إحداهما **كبيرة**، والأخرى **صغيرة** وهما تجتمعان عند بدء عملية الترجمة.

يحتوي **الرايبوسوم الواحد على **ثلاثة مواقع مخصصة لارتباط جزيئات tRNA** هم:

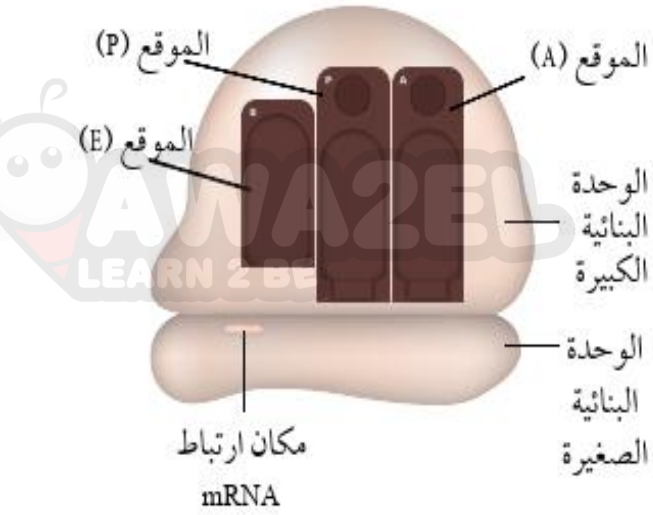
١. **الموقع Peptidyl –tRNA**:وهو يرتبط بـ tRNA الحامل لسلسلة عديد الببتيد التي تتكوَّن في أثناء عملية الترجمة.

٢. **الموقع A(Aminoacyl - tRNA Site)**: وهو يرتبط بـ tRNA الذي يحمل الحمض الأميني الذي سيضاف إلى سلسلة عديد الببتيد.

٣. **الموقع Exit site**: وهو موقع خروج جزيء tRNA الذي يغادر الرايبوسوم فارغاً بعد أن يوصل الحمض الأميني.



تركيب الرايبوسوم.



مواقع ارتباط جزيئات tRNA في الرايبوسوم.

١. مرحلةَ بدء الترجمة.
٢. مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد .
٣. مرحلة انتهاء الترجمة.

١. مرحلة بدء الترجمة Initiation of Translation

**يرتبط جزيء mRNA وجزيء tRNA البادئ (الذيُ يمثل تسلسل النيوكليوتيدات في موقع الكودون المضاد فيه UAC، ويحمل الحمض الأميني الميثيونين) بالوحدة البنائية الصغيرة.

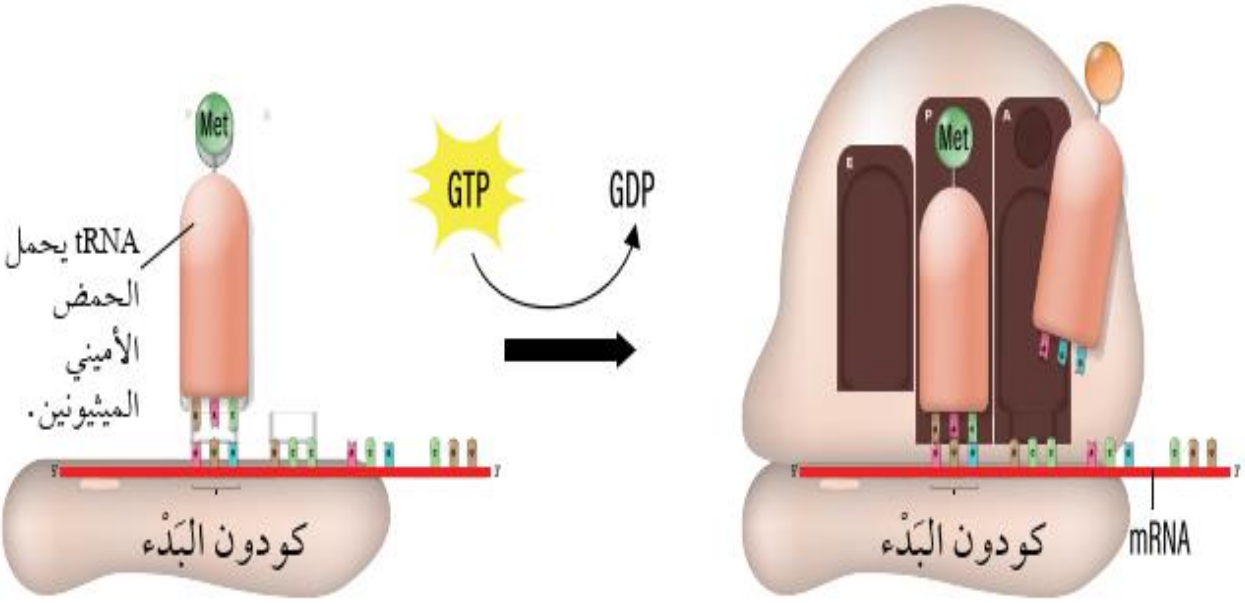
** فتتكوَّن روابط هيدروجينية بين كودون البَدء (AUG) في mRNA والكودون المضاد في tRNA.

** ثم ارتباط الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم.

تحتاج هذه العملية إلى :

١. عوامل مساعدة.

٢. الطاقة المُخزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP



مرحلة بَدْء الترجمة.

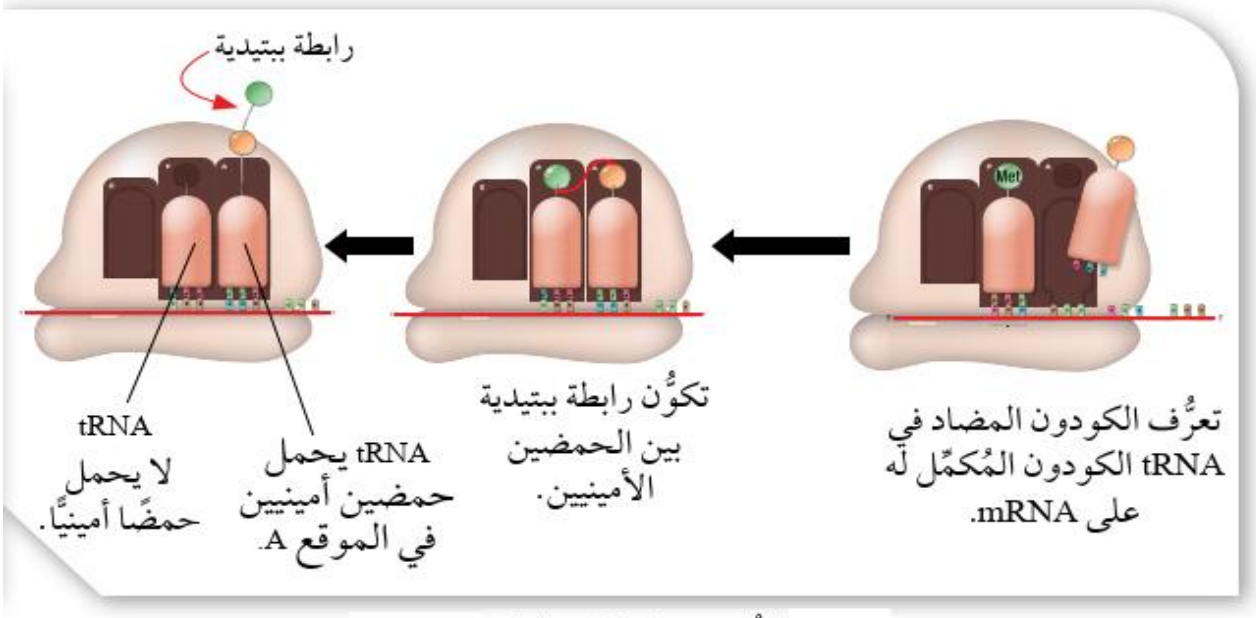
٢. مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد Polypeptide Elongation

** **يتعرف** الكودون المضاد في أحـد جزيئات tRNA على الكـودون المُكمل له في جزي mRNA الموجـود في المـوقع (A)

** **يستقبل** الموقع (A) في الرايبوسوم جزيء tRNA الذي يحوي الكودون المضاد المُكمل للكودون الثاني في جزيء mRNA، ويحمـل الحمـض الأميني الثاني.

** **تتكوَّن رابطة ببتيدية بين مجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الموجود في الموقع (P) ومجموعة الأمين في الحمض الأميني الذي يحمله جزيء tRNA الموجود في الموقع (A).**

(يكون الموقع (A) في هذه اللحظة مشغولًا بـ tRNA، حاملًا حمضين أمينيين، في حين لا يحمل جزيء tRNA الموجود في الموقع P أي حمض أميني) أنظر الشكل) /٣٧أ(.



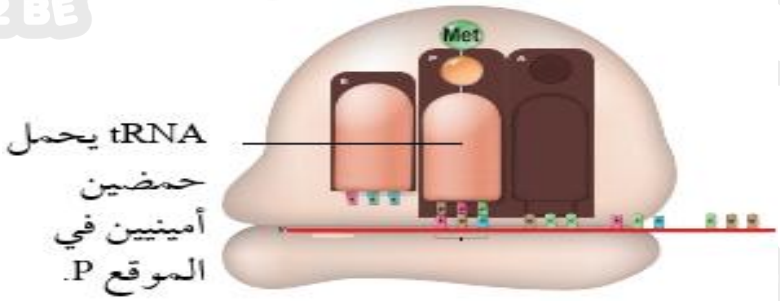
بَدْء مرحلة الاستطالة.

** **يتحرَّك** الرايبوسوم إلى الداخل على سلسلة mRNA **بمقدار كودون واحد من النهـاية ٥٠ إلى النهــاية ٣٠**.

** **ينتقل** جزيء tRNA الموجود في الموقع (**P**) إلى الموقــع (**E**) خارجًا من الرايبوسوم،

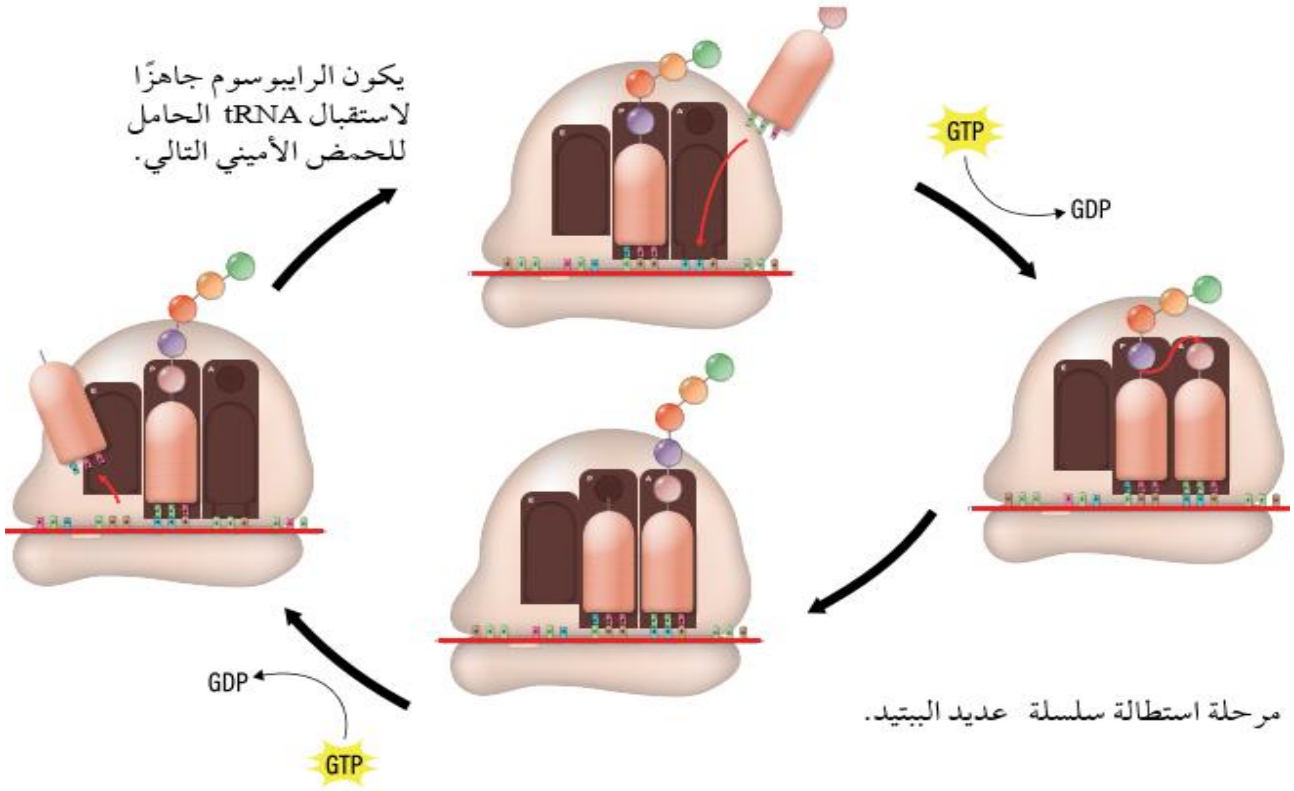
** **ينتقل** جزيء tRNA الموجود في الموقع (**A**) إلى الموقع (**P**).

** **يصبح** الموقع (**A**) **فارغًا وجاهزًا لاستقبال** جزيء tRNA جديد يحمل كودونًا مضادًّا للكودون التالي في جزيء mRNA.



بَدْء مرحلة الاستطالة.

مهم: تحتاج مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد عند إضافة كل حمض أميني إلى الطاقة المُخزنة في جزيئات GTP؛ لكي يتمكَّن الكودون المضاد في جزيء tRNA منْ تعرف الكودون في جزي mRNA، وتحريك الرايبوسوم بعد تكون الرابطة الببتيدية



مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد.

٣. مرحلة انتهاء الترجمة Termination of Translation

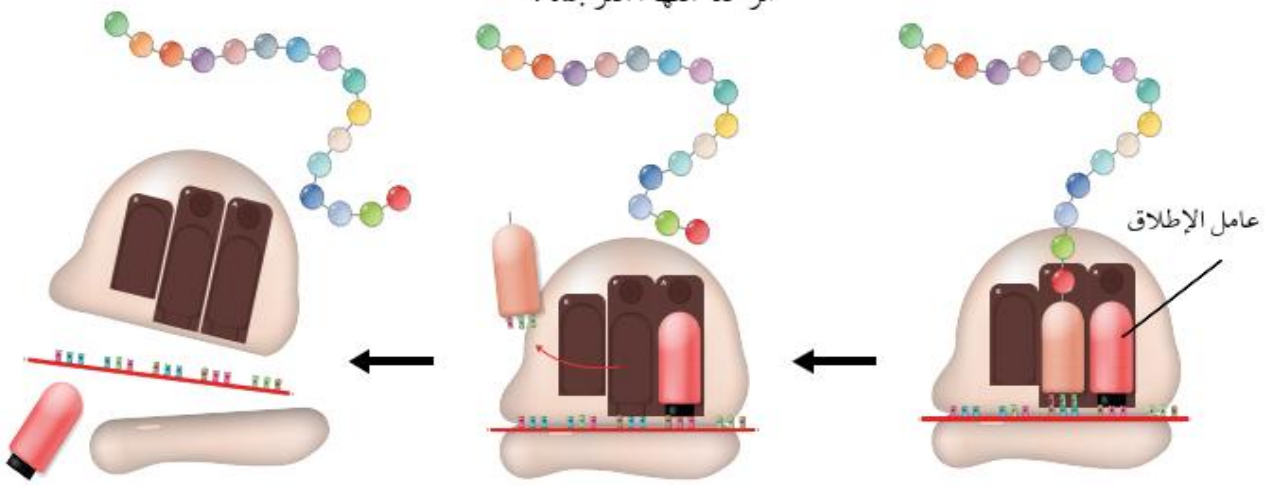
** عند وصول الرايبوسوم إلى أحد **كودونات الوقف**: **(UAA)**، أو **(UAG)**، أو **(UGA)** في جزيء mRNA، فإن الموقع (A) في الرايبوسوم يستقبل عامل الإطلاق Release factor عوضًا عن جزيء tRNA.

** **(مبدأ العمل) فيعمل** هذا العامل على تُحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد المُتكونة وجزيء tRNA الموجود في الموقع (P)؛

** ما يؤدّي إلى **تحرر** سلسلة عديد الببتيد من الرايبوسوم.

** ثم **انفصال** الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم، وانفصال بقية المُكونات كما في الشكل.

مرحلة انتهاء الترجمة.



التعبير الجيني Gene Expression

التعبير الجيني Gene Expression: وهي عملية تستخدم فيها الخلية المعلومات الوراثية التي يحملها الجين لبناء جزيء RNA، أو تصنيع بروتين يؤدّي وظيفةً مَّحددة في الخلية.

أهميته: تنظيم الخلية لعملية تصنيع البروتينات، لاسيما وقت التصنيع، والكمِّية التي َتلزمها.

** تفعيل التعبير الجيني لجينـاتُ معينة دون غـيرها يسبب اختلاف البروتينات التي تصنعهـا خلية ما عن تلك التي تصنعهـاُ أخرى، استنادًا إلى الوظيفة التي تؤدّيها كل خلية في الكائن الحيِّ.

** يؤثر التعبير الجيني في **تمايز الخلايا** فمثًلاً، في مراحل ُتكون جنين الإنسان تتمايز الخلايا الناتجة من انقسام الزيجوت إلى خاليا مختلفة الأنواع، منها: خلايا الكبد، والخلايا العصبية.

تمايز الخلايا Cell Differentiation. :هو عملية تتحوَّل فيها الخلايا غير المُتخصِّصة إلى خاليا متخصِّصة.

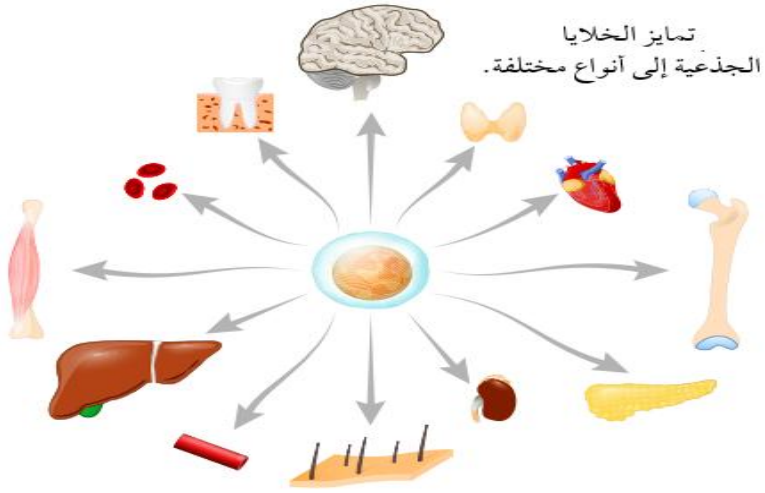
** تتطلَّب **عملية التمايز** **تغيير** نمط التعبير الجيني في الخلية، فيصبح للخلية نمطُ مَّحدد للتعبير الجيني، **لا يتغير** غالبًا طوال مدة حياة الخلية المُتخصِّصة.

** يتأثر التعبير الجـيني في الخـلايا بعدة عوامل:

١. **عوامـل داخلية** (من جسم الكائن الحيِّ نفسه) مثل الهرمونات.

٢. **عوامل خارجية** (من البيئة المحيطة بالكائن الحيِّ) مثل بعض المواد الكيميائية.

٣. **عوامل فيزيائية**.



الإثراء والتوسع

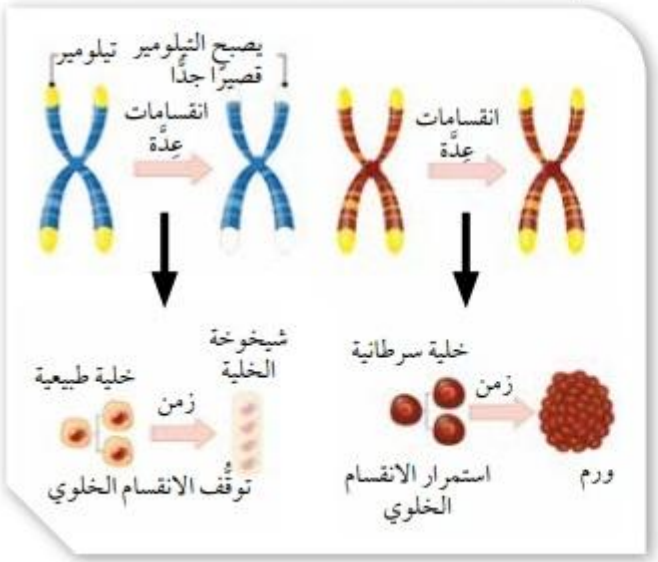
التيلوميرات Telomeres

توجد في نهاية كروموسومات الخلايا حقيقية النوى سلاسل مُتكرِّرة من النيوكليوتيدات الطرفية غير مُشفِّرة، تعمل على حماية الجينات في نهايات الكروموسومات من الضياع (الشطب) في أثناء الانقسامات المُتكرِّرة للخلية، وتُعرَف باسم التيلومير Telomere.

تختلف الكائنات الحيَّة حقيقية النوى في ما بينها من حيث عدد النيوكليوتيدات في التيلومير؛ ففي خلايا الإنسان الجسمية – مثلًا– توجد سلسلة من ستة نيوكليوتيدات ('5-TTAGGG-3')، والسلسلة المكملة لها، تتكرَّر عددًا من المَرّات يتراوح بين (100-1000) مَرَّة.

يوجد أيضًا إنزيم يُسمّى التيلوميريز telomerase ، ويتكوَّن من مُعقَّد (بروتين – RNA)، ويستخدم RNA الموجود فيه قالَبًا لإضافة سلسلة مُتكرِّرة من النيوكليوتيدات إلى نهاية '3 في الكروموسوم، وهو ينشط في الخلايا الجنينية والخلايا الجسمية الجذعية، ولا ينشط في الخلايا الجسمية الطبيعية المُتمايِزة.

بعد إضافة سلسلة مُتكرِّرة إلى نهاية '3 في الكروموسوم، يضيف إنزيم بلمرة RNA البادئ سلسلة بَدْء إلى السلسلة المُتكرِّرة، ثم يعمل إنزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات المُكمِّلة للسلسلة. تتكرَّر هذه العملية مَرّاتٍ عِدَّةً للحفاظ على طول سلسلة التيلومير، إلّا أنَّه لا يُمكِن لمعظم الخلايا الجسمية القيام بهذه العملية؛ نظرًا إلى عدم وجود إنزيم التيلوميريز فيها، فيقل طول سلسلة التيلومير في ظلِّ الانقسامات الخلوية المُتكرِّرة، وتقل قدرتها على الانقسام؛ ما يؤدّي إلى شيخوخة الخلية أو موتها.



يُذكَر أنَّ إنزيم التيلوميريز يكون نشطًا في الخلايا السرطانية؛ ما يحافظ على طول التيلومير فيها، بالرغم من الانقسامات المُتكرِّرة؛ لذا تستمر الخلايا في الانقسام.

أُصمِّم مَطْوِيَّة تَعْرِض دور التيلوميريز في شيخوخة الخلايا.

مراجعة الدرس

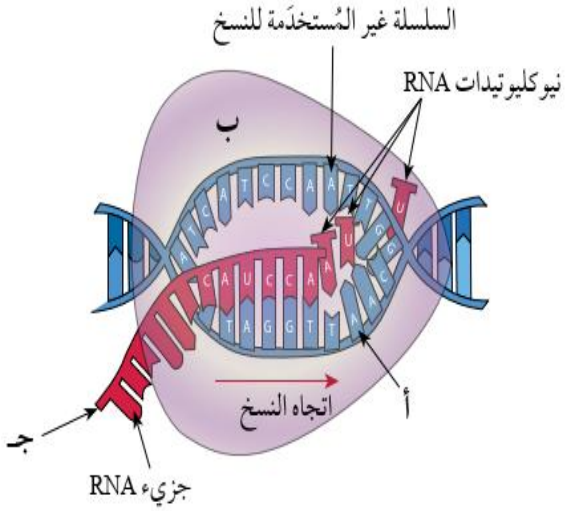
١. فيم يستفاد من اختلاف التعبير الجيني بين الخلايا \ وضح دور التعبير الجيني في عملية تمايز الخلايا ؟

٢. ما المقصود بتضاعفDNA شبه المحافظ؟

٣. أستنتج: ماذا سيحدث إذا تعرضت خلية ما في أثناء عملية تضاعف DNA إلى عوامل مثبطة للبروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة؟

٤. أفسر: يعمل إنزيم بادئ RNA على إضافة سلسلة البْدء إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين.

٥. أدرس الشكل الآتي الذيِّ يبين إحدى خطوات النسخ في عملية تصنيع البروتين، ثمُ أجيب عن الأسئلة التي تليه:



أ- ما الخطوة التيِّ يبينها الشكل؟

ب- ماذا يمثلٌ كل من (أ)، و(ب) في الشكل؟

جـ- ما نهاية السلسلة المشار إليها في الشكل بالرمز

مراجعة الوحدة

السؤال الأوَّل:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أُحدِّدها:

1. الطور الذي توجد فيه كروموسومات غير مُكوَّنة من كروماتيدات شقيقة في المرحلة البينية هو:
أ. G1 ب. G2 جـ. S د. M

2. طور الانقسام المتساوي الذي يختفي فيه الغلاف النووي هو:
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي.
جـ. الانفصالي. د. النهائي.

3. طور الانقسام المتساوي الذي يظهر فيه الغلاف النووي هو:
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي.
جـ. الانفصالي. د. النهائي.

4. طور الانقسام المتساوي الذي تبدأ فيه الخيوط المغزلية الارتباط بالقطع المركزية هو:
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي.
جـ. الانفصالي. د. النهائي.

5. يختلف الانقسام المتساوي في الخلايا الحيوانية عن الانشطار الثنائي من حيث:
أ. عدد الخلايا الناتجة.
ب. كمِّية DNA الناتجة من تضاعف DNA.
جـ. كمِّية DNA في الخلايا الناتجة.
د. تكوُّن الجدار الخلوي.

7. يكون الكودون المضاد في جزيء tRNA:
أ. مُكمِّلًا لـ DNA.
ب. مُطابِقًا لـ mRNA.
جـ. مُكمِّلًا لـ mRNA.
د. مُتماثِلًا لجميع الحموض الأمينية.

8. عدد مواقع ارتباط tRNA في الرايبوسوم هو:
أ. 1 ب. 2 جـ. 3 د. 4

9. للانقسام المتساوي أهمية مباشرة في كلٍّ ممّا يأتي باستثناء:
أ. النمو.
ب. التكاثر اللاجنسي.
جـ. تعويض الأنسجة التالفة.
د. إنتاج الجاميتات.

10. الإنزيم الذي يفصل سلسلتي DNA هو:
أ. الربط. ب. بلمرة DNA.
جـ. الهيليكيز. د. البَدْء.

11. ينتج من تضاعف جزيء DNA جزيئان، يتكوَّن كلٌّ منهما من:
أ. سلسلتين جديدتين.
ب. سلسلتين؛ إحداهما جديدة، والأُخرى قديمة.
جـ. سلسلتين قديمتين.
د. سلسلتين، كلٌّ منهما تحوي أجزاء جديدة، وأُخرى قديمة.

12. تحدث عملية تضاعف DNA في الخلايا حقيقية النوى في:
أ. السيتوبلازم. ب. الرايبوسوم.
جـ. النواة. د. الشبكة الإندوبلازمية.

6. الإنزيم الذي يُمكِنه تنقيح DNA في أثناء عملية التضاعف هو:

أ. إنزيم بلمرة DNA.

ب. إنزيم بلمرة RNA.

جـ. إنزيم الهيليكيز.

د. البروتين المُرتبِط بالسلاسل المفردة.

13. الإنزيم الذي يضيف النيوكليوتيدات المُكمِّلة لنيوكليوتيدات السلسلة الأصلية في أثناء تضاعف DNA هو إنزيم:

أ. بلمرة RNA. ب. بلمرة DNA.

جـ. الهيليكيز. د. النيوكلييز.

14. الروابط التي يُحطِّمها إنزيم الهيليكيز بين سلسلتي DNA هي:

أ. الببتيدية. ب. الأيونية.

جـ. التساهمية. د. الهيدروجينية.

15. إحدى الآتية صحيحة في ما يتعلَّق بالحمض النووي RNA:

أ. يتكوَّن نتيجة تضاعف DNA.

ب. يتكوَّن من سلسلتين لولبيتين تلتفُّ إحداهما على الأُخرى في الخلايا حقيقية النوى.

جـ. تدخل في تركيبه قاعدة نيتروجينية هي الثايمين.

د. ينتج من عملية النسخ.

16. بعد استخدام الحمض الأميني في تصنيع البروتين، فإنَّ جزيء tRNA:

أ. ينطلق مَرَّةً أُخرى، فيرتبط بحمض أميني آخر مُقابِل للكودون المضاد الذي يحمله.

ب. يُحطَّم مباشرةً.

جـ. يعود إلى النواة، ولا يغادرها.

د. يرتبط بأوَّل حمض أميني يقابله.

17. جميع الآتية صحيحة في ما يتعلَّق بعملية النسخ باستثناء:

أ. عدم نسخ جميع DNA ، واقتصار العملية على نسخ جينات مُعيَّنة فقط.

ب. استخدام سلسلة واحدة فقط من DNA في عملية النسخ.

جـ. أداء إنزيم بلمرة DNA دورًا في عملية النسخ.

د. اتجاه النسخ هو من 5′ إلى 3′.

18. يعمل إنزيم بلمرة DNA على:

أ. ربط قطع أوكازاكي بعضها ببعض. ب. ربط النيوكليوتيدات بعضها ببعض في أثناء التضاعف

جـ. فكُّ التفاف السلاسل في DNA. د. إنتاج جزيء RNA أوَّلي.

19. تتكوَّن قطع أوكازاكي عند تضاعف:

أ. السلسلة المُتأخِّرة. ب. السلسلة الرائدة.

جـ. جزيء RNA الأوَّلي. د. سلسلتي DNA.

20. اتجاه بناء سلسلة DNA هو:

أ. 3′ إلى 5′. ب. 5′ إلى 3′.

جـ. 3′ إلى 3′. د. 5′ إلى 5′.

21. اتجاه نسخ RNA هو:

أ. 3′ إلى 5′. ب. 5′ إلى 3′.

جـ. 3′ إلى 3′. د. 5′ إلى 5′.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في الجدول الآتي بالعدد المُناسِب لكلٍّ من التراكيب الواردة فيه، لخلية جسمية في الزرافة، علمًا بأنَّ كل خلية جسمية تحوي 30 كروموسومًا:

	طور النمو الأوَّل	طور النمو الثاني	الطور التمهيدي
عدد الكروماتيدات الشقيقة:			
الأجسام المركزية:			
المُريكِزات:			

السؤال الثالث:

أُوضِّح مرحلة الاستطالة في عملية تصنيع البروتين.

السؤال الرابع:

أُقارِن بين كلٍّ ممّا يأتي:

أ- آليَّة التنقيح، وآليَّة تصحيح استئصال النيوكليوتيد من حيث الإنزيمات التي تشترك في كلٍّ منهما.

ب- جزيء mRNA الأوَّلي، وجزيء mRNA الناضج من حيث وجود الإنترونات، ووجود الإكسونات.

السؤال الخامس:

مُعتمِدًا الشكل المجاور، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

1. أيُّ مراحل تصنيع البروتينات يُمثِّلها الشكل؟
2. إلامَ يرمز كلٌّ من (أ)، و(ب)؟

السؤال السادس:

أُوضِّح أهمية tRNA في تصنيع البروتينات.

السؤال السابع:

أتتبَّع آليَّة تصحيح اختلالات DNA باستئصال النيوكليوتيد.

السؤال الثامن:

أُوضِّح آليَّة بَدْء عملية الترجمة.

السؤال التاسع:

أضع إشارة (✓) أو إشارة (✗) إزاء كل عبارة في جدول المقارنة الآتي بين السلسلة الرائدة والسلسلة المُتأخِّرة:

	السلسلة الرائدة	السلسلة المُتأخِّرة
استخدام النيوكليوتيدات الحُرَّة.		
استمرار عملية البناء على نحوٍ مُتواصِل.		
الحاجة إلى إنزيم بلمرة DNA.		
الحاجة إلى إنزيم ربط DNA أكثر من مَرَّة.		
اتجاه الحدوث من 5′ إلى 3′.		

السؤال العاشر:

أتأمَّل في ما يأتي سلسلة mRNA الناضج، ثم أُجيب عن السؤالين التاليين:

AUGGUUAGCUAGAUGACGGCUCCG

1. ما عدد الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة من ترجمة سلسلة mRNA؟
2. ما عدد جزيئات tRNA التي يُمكِن استخدامها في ترجمة هذه السلسلة؟

السؤال الحادي عشر:

أُقارِن بين تضاعف DNA ونسخ RNA كما في الجدول الآتي:

	تضاعف DNA	نسخ RNA
الإنزيمات المُستخدَمة في بناء السلسلة.		
عدد سلاسل DNA المُستخدَمة.		
حدوث التصحيح الذاتي في أثناء العملية.		

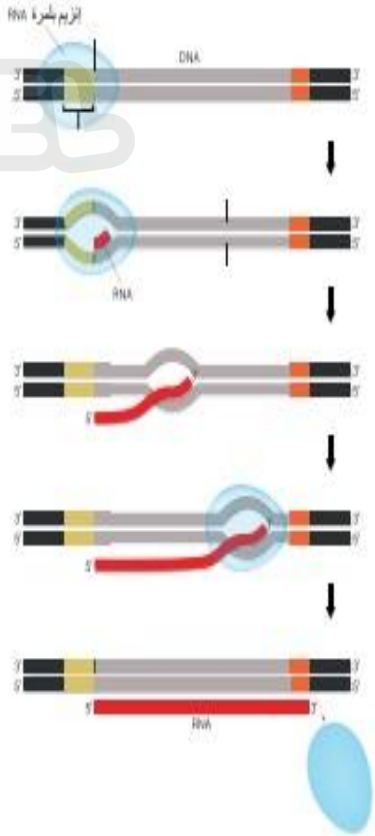
السؤال الثاني عشر:

أَصِل بين المصطلح العلمي والوصف المُناسِب له في ما يأتي:

الكودون المضاد	يحمل المعلومات الوراثية من النواة إلى السيتوبلازم.
الرايبوسوم	عملية فكّ شيفرة mRNA، وتصنيع البروتين.
تضاعف DNA	ثلاث قواعد تكون في إحدى نهايات tRNA .
الكودون	تصنيع mRNA باستعمال إنزيم بلمرة RNA في النواة.
النسخ	ثلاث قواعد تُحدِّد الحمض الأميني الذي سيُستخدَم في أثناء عملية الترجمة.
الترجمة	تحدث فيه عملية الترجمة.
mRNA	يصنع نسخة عن نفسه.

السؤال الثالث عشر:

أُوضِّح أيَّ مراحل تصنيع البروتين الرئيسة التي يُمثِّلها الشكل الآتي، مُبيِّنًا خطواتها.



السؤال الرابع عشر:

أُنشِئ جدولًا للمقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام المُنصَّف من حيث: الأهمية، وعدد الخلايا الناتجة، ونوع الخلايا التي يحدث فيها الانقسام، وعدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة.

السؤال الخامس عشر:

أتوقَّع: إذا حدثت عملية العبور أكثر من مَرَّة خلال الانقسام الواحد، وفي مواقع مختلفة من الكروموسوم نفسه، فما تأثير ذلك في التنوُّع الجيني للكائنات الحيَّة؟

السؤال الخامس عشر:

أتوقَّع: إذا حدثت عملية العبور أكثر من مَرَّة خلال الانقسام الواحد، وفي مواقع مختلفة من الكروموسوم نفسه، فما تأثير ذلك في التنوُّع الجيني للكائنات الحيَّة؟

السؤال السادس عشر:

أدرس الشكل المجاور الذي يُبيِّن دورة خلية يستغرق إكمالها 12 ساعة، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:

1. ما الطور الذي ستكون فيه الخلية الساعة 6:30؟
2. أحسُبُ عدد الدقائق اللازمة لتضاعف DNA.
3. **أتوقَّع:** في أيِّ طور ستكون الخلية بعد 7 ساعات من الساعة 9؟
4. في أيِّ وقت تقريبًا ستحدث عملية الانقسام الخلوي؟
5. في أيِّ وقت ستُضاعِف الخلية عُضَيّاتها؟

السؤال السابع عشر:

تتوقَّف عملية الانقسام إذا لم ترتبط الخيوط المغزلية على نحوٍ مُناسِب بالقطع المركزية.

أُفسِّر: لماذا تحتوي الخلايا السرطانية على عدد من الكروموسومات أكثر من الخلايا الطبيعية، أو أقل منها؟

السؤال الثامن عشر:

أُوضِّح المقصود بكلٍّ من السايكلينات، وبروتينات الفسفرة المُعتمِدة على السايكلين، مُبيِّنًا دور كلٍّ منهما في تنظيم دورة الخلية.

تمت بحمد الله اتمنى للجميع التوفيق

كثير من حالات الفشل في الحياة كانت لاشخاص لم يدركوا كم كانوا قريبين من النجاح عندما اقدموا على الاستسلام

*** لمزيد من الاستفسار والفيديوهات وحلول الاسئلة والاسئلة المقترحة تابعوني على

facebook page: فوارس الاحياء – طلاب وطالبات الاستاذ شادي الفوارس .