الاسم : ..... المادة : العلوم الحياتية (دوسية رقم 1)

الصف : الثاني عشر – المسار الاكاديمي الوحدة الأولى : كيمياء الحياة / الدرس الأول

معلمة المادة : هبة سوداح

الدرس الأول : المركبات العضوية الحيوية

- تحتوي أجسام الكائنات الحية على مركبات عضوية حيوية ، وتحتوي هذه المركبات على ذرات عناصر مهمة مثل : الكربون ، الهيدروجين ، الأكسجين ، النيتروجين ، الكالسيوم ، الفسفور .
  يعد الكربون العنصر الأساسي الذي يدخل في تركيب المركبات العضوية جميعها .

ملاحظة :
كل مركب عضوي يحتوي على ذرة عنصر الكربون ، وليس كل مركب يحتوي ذرات كربون هو مركب عضوي.

- المركبات العضوية الحيوية :
  مركبات كيميائية توجد في أجسام الكائنات الحية ، ويدخل في تركيبها بصورة أساسية ذرات الكربون C والهيدروجين H، ويدخل في تركيب بعضها ذرات عناصر أخرى مثل النيتروجين N والاكسجين O .

سؤال :
أي من المركبات الآتية يعتبر مركب عضوي حيوي ؟
CO_2 ليس مركب عضوي لانه لا يحتوي على ذرة H
CH_4 مركب عضوي يحتوي على ذرات عناصر C+ H
$C_6H_{12}O_6$ مركب عضوي يحتوي على ذرات عناصر C+ H

سؤال :
أي ذرات العناصر الآتية تعتبر العنصر الأساسي في تركيب المركبات العضوية جميعها ؟
O H C N

أي ذرات العناصر الآتية تعتبر من العناصر الاساسية في تركيب المركبات العضوية ؟
C+O C+N C+P C+H

- تربط ذرات الكربون في المركبات العضوية الحيوية بروابط تساهمية مع بعضها البعض ومع ذرات العناصر الاخرى . (4 روابط)

- **أهمية المركبات العضوية :**

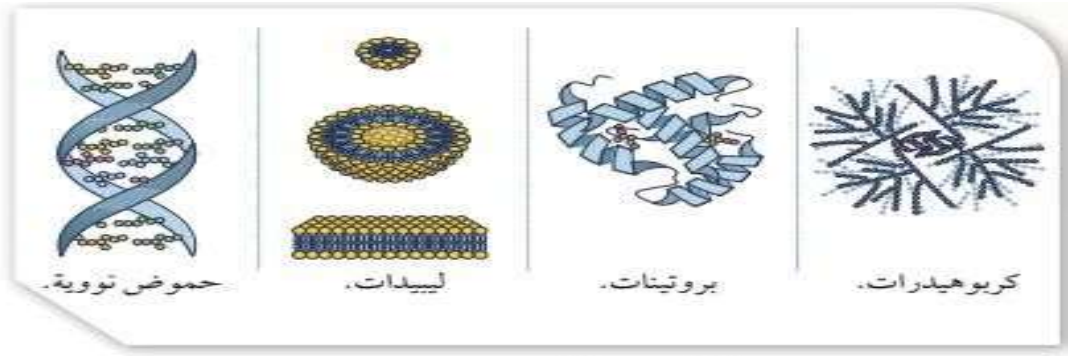
1- تدخل في تركيب (بناء) اجسام الكائنات الحية جميعها .

2- يعد وجودها ضروريا للتفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الكائنات الحية بحيث ينتج من هذه التفاعلات تغيرات في المادة والطاقة .

- **تعتبر الفيتامينات الذائبة في الماء من المركبات العضوية الحيوية .**

- **توجد أربعة أنواع من المركبات العضوية الحيوية هي :**

الكربوهيدرات ، البروتينات ، الليبيدات ، الحموض النووية ، لكل منها دور حيوي في اجسامنا .



الشكل (1): مُركَّبات عضوية حيوية.

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

سؤال :

كيف يتم الكشف عن الكربون في المادة العضوية ؟

عن طريق تسخين هذه المادة مع اكسيد النحاس ، اذا تأكسد الكربون (إن وجد) ينتج عاز ثاني اكسيد الكربون الذي يتفاعل مع ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم) مسببًا تعكر وتدكر ماء الجير .

وان لم يوجد عنصر الكربون لن ينتج غاز ثاني اكسيد الكربون ولن يتعكر ماء الجير .

ملاحظة :

(يحضر ماء الجير الرائق (الصافي) باذابة هيدروكسيد الكالسيوم في ماء مقطر حتى الاشباع ثم تصفيته)

سؤال رقم 1 ص 9 كتاب الطالب / رقم 1 ص 5 كتاب الأنشطة :

يتاكسد الكربون الموجود في السكر عند تسخينه مع اكسيد النحاس في الكاس الاول وينتج غاز ثاني اكسيد الكربون مما يدل على انه مركب عضوي ويتفاعل مع ماء الجير مسببا تعكره .

اما الكاس الثاني فلم يتعكر ماء الجير مما يدل انه لا يحتوي عنصر الكربون يعني انه مركب غير عضوي .

(NaCL مركب غير عضوي)

سؤال رقم 2 ص 9 كتاب الطالب / رقم 2 ص 5 كتاب الانشطة :

لانها مادة غير عضوية (تجربة ضابطة) لتسهيل المقارنة .

الكربوهيدرات

- تحتوي على ذرات كربون وهيدروجين وأكسجين ، تصنف حسب عدد الوحدات التي تتالف منها إلى ثلاثة أنواع رئيسية .

سؤال :
ما هو أساس تصنيف الكربوهيدرات إلى ثلاثة أنواع ؟ عدد الوحدات التي تتالف منها .

- تصنيف الكربوهيدرات :

1- السكريات الأحادية . (وحدة بنائية واحدة)
2- السكريات الثنائية . (وحدتين)
3- السكريات المتعددة . (أكثر من وحدتين)

السكريات الأحادية :

- خصائص السكريات الأحادية :

1- ابسط انواع الكربوهيدرات .
2- تذوب بسهولة بالماء (لانها من المواد المحبة للماء) .
3- مذاقها حلو (من منهاج 2023 توجيهي 2005)
4- صيغتها العامة (الصيغة الجزيئية) $(CH_2O)_n$ حيث n تعني عدد ذرات الكربون في السكرالاحادي .
5- صيغتها البنائية على شكل : أ – حلقي ب – سلسلة مفتوحة غير متفرعة
6- تشكل الوحدات البنائية لانواع الكربوهيدرات الأخرى (الثنائية والمتعددة) .
7- امثله عليه : الغلوكوز (يمثل الوحدة البنائية لعدد من السكريات المتعددة في اجسامنا) ، الغلاكتوز ، الفركتوز ، الرايبوز .

- سؤال أفكر ص 11 / كتاب الطالب : الجواب = 5 ذرات كربون .

- سؤال :
ما الصيغة الجزيئية لسكر احادي يتكون من 8 ذرات كربون ؟
عدد ذرات الكربون = 8 ، عدد ذرات الهيدروجين = 8 * 2 = 16 ، عدد ذرات الاكسجين = 8
$C_8H_{16}O_8$
(النسبة 1:2:1)

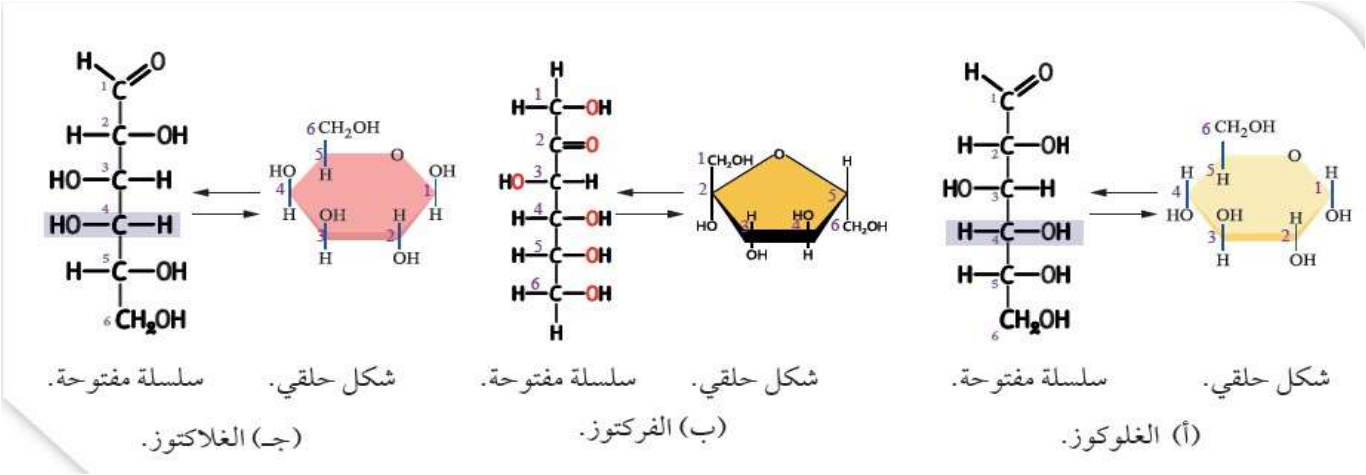
- سؤال :
ما الصيغة الجزيئية لسكر احادي يتكون من 9 ذرات كربون ؟
عدد ذرات الكربون = ، عدد ذرات الهيدروجين = ، عدد ذرات الاكسجين =
الصيغة :

- **ملاحظة :**

الغلوكوز + الفركتوز + الغلاكتوز سكريات احادية تحتوي 6 ذرات كربون . $C_6H_{12}O_6$

الرايبوز سكر احادي يحتوي 5 ذرات كربون . $C_5H_{10}O_5$

الرايبوز منقصوص الاكسجين (ناقص ذرة اكسجين) $C_5H_{10}O_4$



- **الغلوكوز : سداسي الشكل**

ذرة الكربون رقم 4 يكون OH على يمينها في السلسلة المفتوحة وفي الشكل الحلقي ذرة الكربون رقم 1 +4 أسفلها .

- **الفركتوز : خماسي الشكل يحتوي 6 ذرات كربون .**

- **الغلاكتوز : سداسي الشكل**

ذرة الكربون رقم 4 يكون OH على يسارها في السلسلة المفتوحة وفي الشكل الحلقي ذرة الكربون رقم 1 + 4 فوقها

- **الرايبوز : خماسي الشكل يحتوي 5 ذرات كربون .**

- **(ملاحظة :عدد مجموعات الهيدروكسيل في السكر الاحادي سداسي الكربون تساوي 5)**

السكريات الثنائية :

سؤال :

كيف يتكون السكر الثنائي ؟ (التعريف : عبارة عن 3 نقاط)

1- يتكون من وحدتين من السكريات الأحادية ترتبطان معًا .

2- برابطة تساهمية غلايكوسيدية (سميت غلايكوسيدية لان الغلوكوز يدخل في تركيب جميع السكريات الثنائية)

(ما نوع الرابطة المتكونة بين جزيئين من سكر احادي لانتاج سكر ثنائي ؟)

3- يحدث الارتباط عن طريق نزع جزيء ماء من مجموعتي OH المتجاورتين .

- **الصيغة الجزيئية دائما $C_{12}H_{22}O_{11}$**

$C_{12}H_{24}O_{12} - H_20 = (C_6H_{12}O_6)\ 2 - H_2O$

(نضرب السكر الاحادي الذي يحتوي على 6 ذرات كربون في 2) ثم (نطرح جزي H_2O)

- **أمثلة على السكريات الثنائية :**

(ماهي السكريات الاحادية التي ينتج منها سكريات ثنائية ؟) غلوكوز ، فركتوز ، غلاكتوز

(ماذا ينتج من اتحاد جزيء غلوكوز + جزيء غلوكوز ؟) المالتوز

(قارن بين سكر المائدة وسكر الحليب من حيث نوع السكريات الاحادية المكونة لكل منها)

1- المالتوز (سكر الشعير) : يتكون من غلوكوز + غلوكوز .

2- السكروز (سكر المائدة) : يتكون من غلوكوز + فركتوز .

3- اللاكتوز (سكر الحليب) : يتكون من غلوكوز + غلاكتوز .

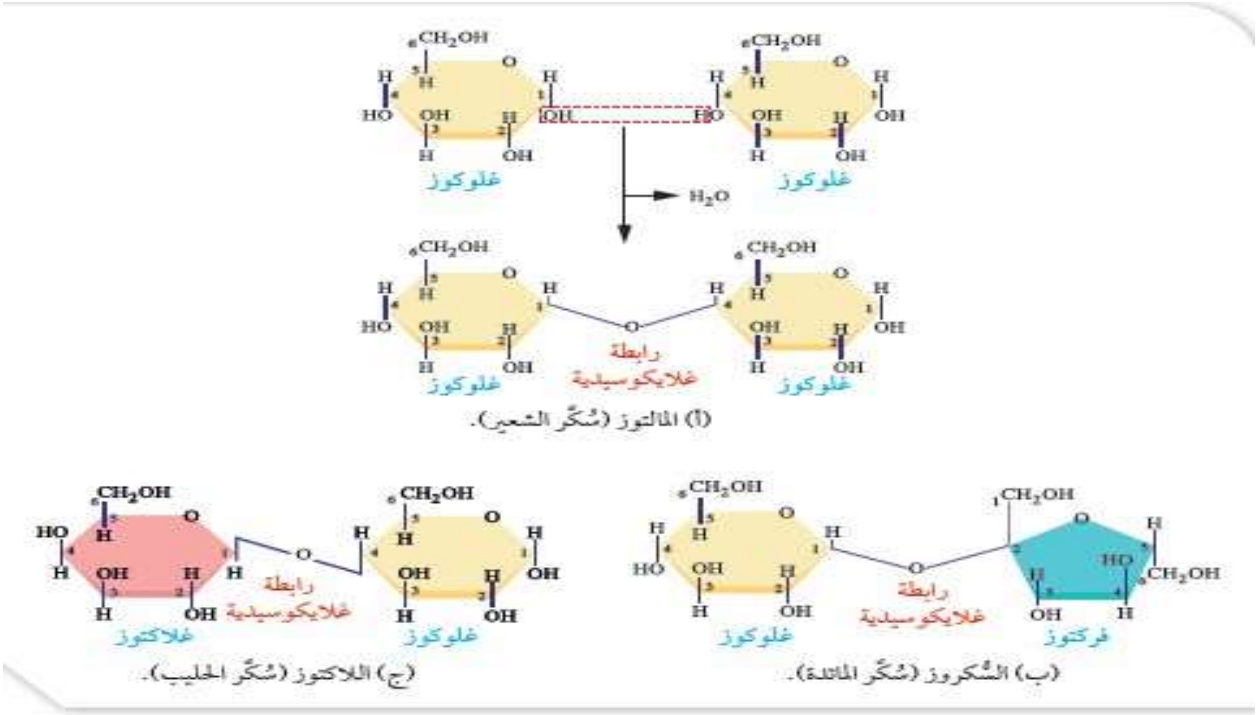
اتحقق ص 12 / كتاب الطالب

الجواب رقم 2+ 3

- **المالتوز : تتكون الرابطة الغلايكوسيدية بين ذرة الكربون الاولى من غلوكوز وذرة الكربون الرابعة من غلوكوز**

حيث يتم نزع OH من الذرة الاولى و H من الذرة الرابعة فيتنج H_2O عن كل رابطة .

- **السكروز : بين ذرة الكربون الثانية في الفركتوز وذرة الكربون الاولى في الغلوكوز .**
- **اللاكتوز : بين ذرة الكربون الرابعة في الغلوكوز وذرة الكربون الاولة في الغلاكتوز .**



- **الربط بالصحة ص 12 كتاب الطالب :**

الربط بالصحة

تعتبر السكريات من الأمثلة على الكربوهيدرات بحيث يؤدي تناول السكريات الى :

1 – تسوس الاسنان

2 – زيادة الوزن

مما يزيد خطر الإصابة بمرض السكري لذلك يوصي المركز الوطني للسكري بعدم الاكثار من تناول السكريات للوقاية من الإصابة بمرض السكري.

- **ملاحظة :**

<u>في السكريات الثنائية :</u>

<u>عدد الروابط الغلايكوسيدية = عدد جزيئات السكر الثنائي = عدد جزيئات الماء المنزوعة .</u>

س مالتوز = 2 س غلوكوز

س لاكتوز = س غلوكوز + س غلاكتوز

س سكروز = س غلوكوز + س فركتوز

- **لديك 4 جزيئات من سكر المالتوز ، احسب :**

عدد الروابط الغلايكوسيدية = 4

عدد جزيئات الماء المنزوعة = 4

عدد جزيئات سكر غلوكوز = 8

- **لديك 5 جزيئات من سكر لاكتوز ، احسب :**

عدد الروابط الغلايكوسيدية = 5

عدد جزيئات الماء المنزوعة = 5

عدد جزيئات سكر غلاكتوز = 5

عدد جزيئات سكر الغلوكوز = 5

عدد جزيئات سكر فركتوز = 0

- **لديك 19 جزيء من سكر السكروز ،احسب :**

عدد الروابط الغلايكوسيدية = 19

عدد جزيئات الماء المنزوعة = 19

عدد جزيئات سكر الغلوكوز = 19

عدد جزيئات سكر فركتوز = 19

عدد جزيئات سكر الغلاكتوز = 0

لديك 6 جزيئات من سكر المالتوز ، احسب :

عدد الروابط الغلايكوسيدية =

عدد جزيئات الماء المنزوعة =

عدد جزيئات سكر غلوكوز =

لديك 7 جزيئات من سكر لاكتوز ، احسب :

عدد الروابط الغلايكوسيدية =

عدد جزيئات الماء المنزوعة =

عدد جزيئات سكر غلاكتوز =

عدد جزيئات سكر الغلوكوز =

عدد جزيئات سكر فركتوز =

لديك 17 جزيء من سكر السكروز ،احسب :

عدد الروابط الغلايكوسيدية =

عدد جزيئات الماء المنزوعة =

عدد جزيئات سكر الغلوكوز =

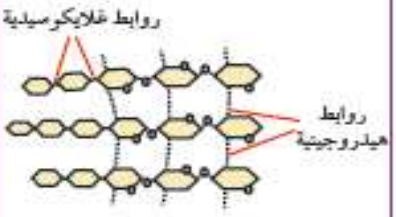
عدد جزيئات سكر فركتوز =

عدد جزيئات سكر الغلاكتوز =

السكريات المتعددة :

- **مبلمرات تتكون من ثلاث أو أكثر (اكثر من اثنين) من سكريات أحادية (غلوكوز) ترتبط في ما بينها بروابط تساهمية غلايكوسيدية .**
- **أمثلة عليها :النشأ ، الغلايكوجين ، السيليلوز .**

الجدول (1): السُّكَّريات المُتعدِّدة.

المثال	الصيغة البنائية	الأهمية
النشأ: 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. – يتكون النشا في غالبية النباتات من 20% - 30% أميلوز، ومن 70% - 80% على صورة أميلوبكتين.	 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.

- **أسئلة على الجدول السابق :**

1- ما شكل السلاسل في كل من :

الاميلوز : سلاسل غير متفرعة

الاميلوبكتين : سلاسل متفرعة في بعض المواقع

الغلايكوجين : سلاسل كثيرة التفرع

2- اذكر أنواع النشا ؟ الاميلوز / الاميلوبكتين

3- ما هو نوع السكر الاحادي الذي يشترك في تكوين جميع انواع السكريات الثنائية والمتعددة ؟ الغلوكوز

4- قارن بين الغلايكوجين والسيليلوز من حيث اماكن وجود كل منها ؟ (أكباد الحيوانات وعضلاتها / النباتات على الترتيب)

- **ملاحظة :**

كلما زادت نسبة الاميلوبكتين في النبات يكون اسرع في تحرير الطاقة المختزنة فيها بسبب سهولة هضمه .

- **فسر سبب سهولة هضم الاميلوبكتين أكثر (اسرع) من هضم الاميلوز ؟**

لوجود تفرعات توفر مساحة سطح أكبر لعمل انزيمات الهضم وتحويله الى جزيئات بسيطة من الغلوكوز .

- **سؤال اتحقق ص 13 / كتاب الطالب :**

السلسلة الواحدة : روابط غلايكوسيدية

بين السلاسل : روابط هيدروجينية

- **ملاحظة :**

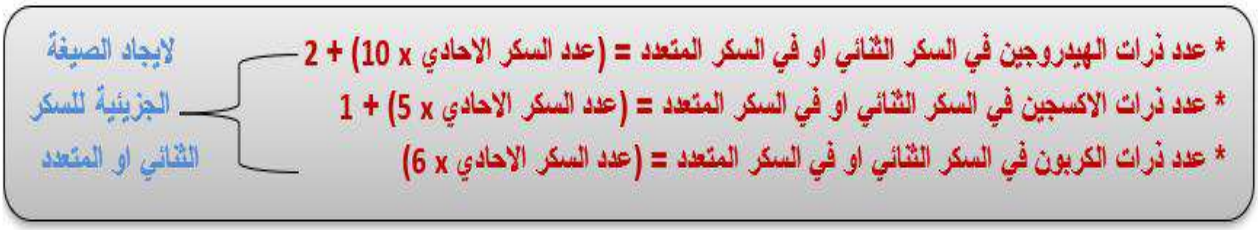
في السكريات المتعددة :

عدد الروابط الغلايكوسيدية = عدد جزيئات الماء المنزوعة = عدد جزيئات السكر الاحادي – 1

عدد جزيئات السكر الاحادي = عدد الروابط الغلايكوسيدية + 1

لكتابة صيغة سكر متعدد :

نضرب عدد جزيئات السكر الاحادي ب ($C_6H_{12}O_6$) ثم نطرح منها عدد جزيئات الماء المنزوعة



(يمكن استخدامها لحساب عدد جزيئات السكر حسب عدد ذرات العنصر المعطى بالسؤال)

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 5 جزيئات من سكر الغلوكوز ، اوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟ 4

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 4

اكتب الصيغة الجزيئية ؟ $4H_2O$ – ($C_6H_{12}O_6$) X 5

$C_{30}H_{52}O_{26} = C_{30}H_{60}O_{30} - 4H_20$

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 7 جزيئات من سكر الغلوكوز ، اوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟

اكتب الصيغة الجزيئية ؟

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 10 جزيئات من سكر الغلوكوز ، اوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟ 9

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 9

عدد ذرات C ؟ (6 X 10) = 60

عدد ذرات H ؟ (10 X 10) + 2 = 102

عدد ذرات O ؟ (10 X 5) + 1 = 51

الصيغة الجزيئية ؟ $C_{60}H_{102}O_{51}$

(يمكن كتابة الصيغة الجزيئية بالطريقة الاولى بحيث نضرب عدد جزيئات السكر ب ($C_6H_{12}O_6$) ثم نطرح عدد جزيئات الماء المنزوعة)

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 12 جزيئات من سكر الغلوكوز ، اوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟

عدد ذرات C ؟

عدد ذرات H ؟

عدد ذرات O ؟

الصيغة الجزيئية ؟

سؤال :

سكر سيليلوز يحتوي على 4 سلاسل من الغلوكوز غير متفرعة وكل سلسلة تحتوي على 7 جزيئات من الغلوكوز أوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟ 24 (كل سلسلة تحتوي على 6 روابط غلايكوسيدية ، 6 X 4)

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 24

سؤال :

سكر سيليلوز يحتوي على 6 سلاسل من الغلوكوز غير متفرعة وكل سلسلة تحتوي على 9 جزيئات من الغلوكوز أوجد ما يلي :

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 60 ذرة كربون ، اوجد ما يلي :

عدد السكريات الاحادية المكونة لهذا السكر ؟ 10 (C = عدد جزيئات السكر X 6)

عدد ذرات H ؟ (10 X 10) + 2 = 102

عدد ذرات O ؟ (10 X 5) + 1 = 51

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟ 9

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 9

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 76 ذرة اكسجين ، اوجد ما يلي :

عدد السكريات الاحادية المكونة لهذا السكر ؟ 15 (O = (عدد جزيئات السكر X 5) + 1)

عدد ذرات H ؟ (15 X 10) + 2 = 152

عدد ذرات C ؟ 15 X 6= 90

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟ 14

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 14

سؤال :

سكر متعدد يحتوي على 90 ذرة كربون ، اوجد ما يلي :

عدد السكريات الاحادية المكونة لهذا السكر ؟

عدد ذرات H ؟

عدد ذرات O ؟

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟

سكر متعدد يحتوي على 86 ذرة اكسجين ، اوجد ما يلي :

عدد السكريات الاحادية المكونة لهذا السكر ؟

عدد ذرات H ؟

عدد ذرات C ؟

عدد الروابط الغلايكوسيدية ؟

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟

- **كتاب الانشطة ص 6 : اسئلة مثيرة للتفكير**
- **تعمل النباتات على تخزين الغلوكوز في النشا (سكريات متعددة) .**
- **دائما مجموع اميلوز + اميلوبكتين = 100% (النشا)**

1- **74 + 77 + 76 + 83 = 310 / 4 = 77.5 %**

2- **الاميلوبكتين**

3- **21%**

4- **الاميلوبكتين ، لوجود تفرعات في بعض مواقع سلاسل الغلوكوز مما توفر مساحة سطح أكبر لعمل انزيمات الهضم وتحويله الى جزيئات بسيطة (أصغر) من الغلوكوز بشكل اسرع من الاميلوز .**

5- **البطاطا ، بسبب احتوائها على نسبة اعلى من الاميلوبكتين الذي توجد به تفرعات في بعض المناطق في سلاسل الغلوكوز مما يوفر توفر مساحة سطح أكبر لعمل انزيمات الهضم فيتحول الى وحدات أصغر (غلوكوز) بسرعة أكبر ثم تتم أكسدته لانتاج الطاقة .**

البروتينات

- **تتالف من وحدات بنائية أساسية تسمى الحموض الأمينية .**
- **ترتبط الحموض الأمينية معًا بروابط تساهمسة ببتيدية .**

- **تشترك الحموض الأمينية جميعها في صيغتها العامة التي تحتوي على نوعين من المجموعات الكيميائية الوظيفية هما :**

1- مجموعة كاربوكسيل .

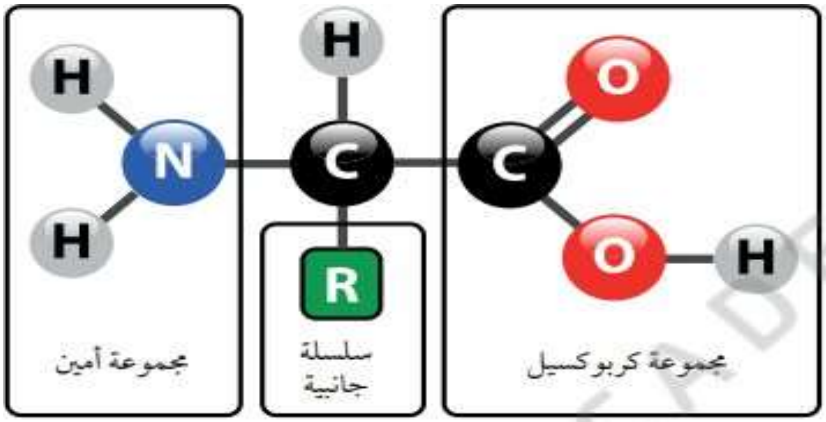
2- مجموعة الأمين .

بالاضافة الى سلسلة جانبية يرمز لها بالرمز R وتختلف من حمض اميني لأخرمما يجعل لكل حمض اميني خصائص تميزه عن غيره .

(اتحقق ص 14 كتاب الطالب : اختلاف تركيب السلسلة الجانبية) .

المجموعة الوظيفية: مجموعة من الذَّرّات في المُركَّب العضوي، تُسهِم في تمييز مُركَّب عن غيره من المُركَّبات. ومن أمثلتها:

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



الشكل (5): الصيغة البنائية العامة للحموض الأمينية.

- **أمثلة على بعض أنواع الحموض الأمينية :**

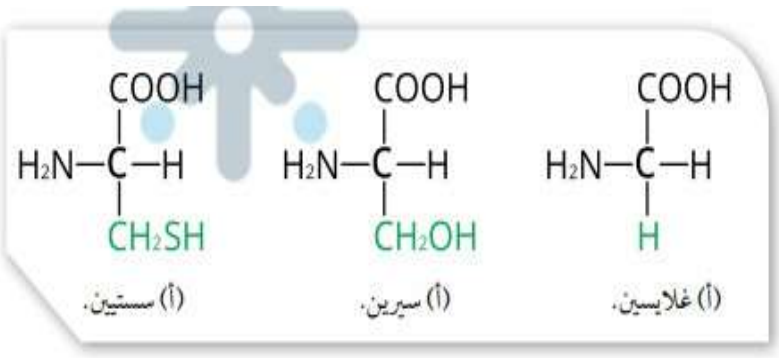
1- غلايسين : يحتوي على ذرة H بدلا من السلسلة الجانبية

<u>(الحمض الاميني الذي لا يحتوي على سلسلة جانبية).</u>

2- سيرين سلسلته الجانبية CH_2OH

3- ستيين سلسلته الجانبية CH_2SH

(تحتوي جميع الحموض الأمينية سلاسلها الجانبية على ذرات عنصر الكربون <u>ما عدا غلايسين</u> لذلك عند تسخين الغلايسين مع اكسيد النحاس لا يتعكر ماء الجير)



الشكل (6): بعض أنواع الحموض الأمينية.

- عدد أنواع الحموض الأمينية جميعها 20 نوع وهي تدخل في تركيب البروتينات .

- تختلف البروتينات عن بعضها البعض تبعا لاختلاف الحموض الأمينية التي تدخل في تركيبها وعددها وتسلسلها .

- أنواع الحموض الأمينية من حيث طريقة الحصول عليها :
  1- حموض أمينية أساسية : 9 حموض يحصل عليها الجسم من الغذاء .
  2- حوض أمينية غير أساسية : 11 حمض يتم تصنيعها في جسم الأنسان .

- تصنف الحموض الأمينية وفقًا لخصائص السلاسل الجانبية فيها :
  1- حموض أمينية محبة للماء (قطبية) .
  2- حموض أمينية كارهة للماء (غير قطبية).

- الربط بالصحة النفسية :

الربط بالصحة النفسية

اثر الحمض الاميني تربتوفان في تحسين المزاج

يحتاج جسم الانسان الى الحمض الاميني تربتوفان الذي يعد حمض اميني أساسي يدخل في تصنيع الناقل العصبي الهرموني السيروتونين (هرمون السعادة) .

وأشارت الدراسات ان تناول هذا الحمض (تربتوفان) يسهم في تحسين المزاج وتخفيض التوتر لدى الأشخاص من مختلف الاعمار لذلك وجد هذا الحمض الاميني في حليب الأطفال الرضع بكميات مناسبة مما يساعدهم على الخلود للنوم براحة وهدوء .

أسئلة أضافية :

1- من اي انواع الحموض الامينية يعتبر الحمض الاميني تربتوفان تبعا لكيفية حصول الجسم عليه ؟

2- ما هو الهرمون الذي يدخل في تصنيعه الحمض الاميني تربتوفان ؟

3- فسر : أ - يسهم الحمض الاميني تربتوفان في تحسين المزاج وتخفيف التوتر في كل الاعمار .

(لانه يدخل في تركيب الناقل العصبي الهرموني سيروتونين هرمون السعادة)

ب- تساعد الرضاعة (حليب الام) في خلود الرضع للنوم براحة وهدوء.

(لان حليب الام يحتوي على كميات مناسبة من الحمض الاميني تربتوفان)

- **تشكل البروتينات أكثر من 50 % من الكتلة الجافة لمعظم خلايا الجسم .**
- **وظائف البروتينيات :**

1- نقل الغازات في الدم (الهيموغلوبين) .

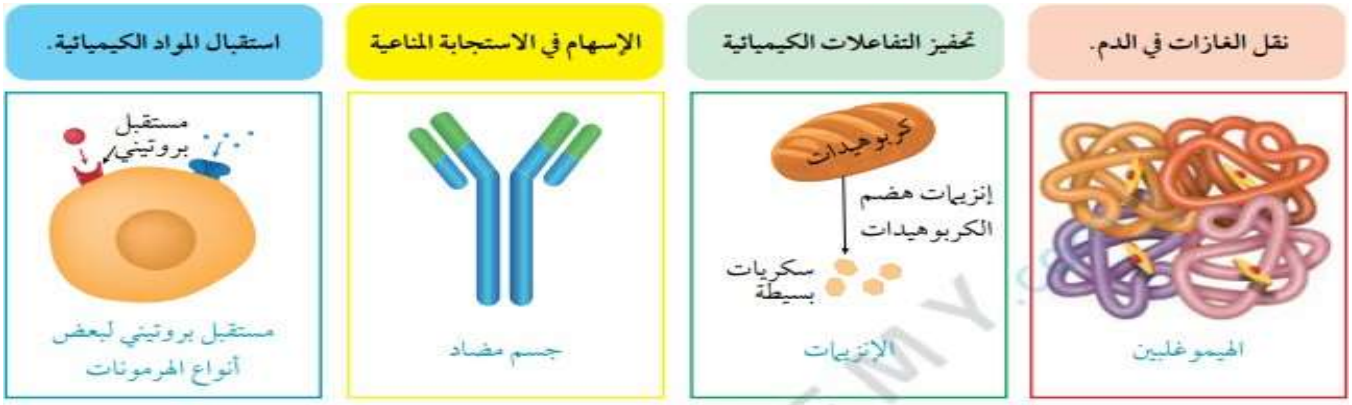
2- تحفيز التفاعلات الكيميائية : مثل انزيمات هضم الكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة .

3- الإسهام في الاستجابة المناعية : مثل الأجسام المضادة توجد في بلازما الدم (فقط عبارة عن بروتينات) .

4- استقبال المواد الكيميائية : مثل مستقبل بروتيني لبعض أنواع الهرمونات .

5- منح الغضروف المرونة والقوة : مثل الياف الكولاجين المكونة للغضاريف .

6- تمييز الخلايا ومسببات الامراض : نتيجة ارتباط البروتينات بالسكريات مكونة بروتينات سكرية مثل مولدات الضد التي توجد على سطح الخلايا .



الشكل (7): بعض وظائف البروتينات.

- **أفكر ص 16 / كتاب الطالب :**

عند عدم تناول البروتينات بكميات كافية سيحدث نقص وخلل في وظائفها السابقة مثل :

نقل الغازات والتفاعلات الكيميائية والاستجابة المناعية واستقبال الخلايا للمواد الكيميائية مثل بعض انواع الهرمونات ، كما تؤثر في مرونة الغضارف وقوتها .

- **أنواع البروتينات السكرية (مولدات الضد) :**

1- مولدات ضد ذاتية : بروتينات سكرية (مولدات الضد) توجد على سطح الخلايا جسم الانسان ولا يسبب وجودها في الحالة الطبيعية على تكوين استجابة مناعية ضدها .

2- موادات ضد غريبة (غير ذاتية) : عند دخولها للجسم مثل مسببات المرض أو الخلايا الغريبة تسبب حدوث استجابة مناعية ضدها في الجسم .

نظام (ABO) فصائل الدم:

- **من الامثلة على مولدات الضد (ذاتية) في جسم الإنسان حسب نظام (ABO) :**
  مولد ضد A ، مولد ضد B التي توجد على سطوح خلايا الدم الحمراء .

- **فصائل الدم حسب نظام (ABO) :**
  يتم تصنيفها بناء على وجود احد مولدي الضد A أو B أو وجود كليهما أو عدم وجودهما على سطح خلية دم حمراء (سبب وجود 4 أنواع من فصائل الدم) .

- **فصيلة الدم تتشابه مع مولد الضد الموجود على سطح الخلية الحمراء وعكس الجسم المضاد الموجود في بلازما الدم .**

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

نظام (RH) العامل الرايزيسي :

يشير الى وجود مولد الضد D أو عدم وجوده على سطح خلية الدم الحمراء .

1- في حال وجوده : فصيلة الدم موجبة العامل الرايزيسي +Rh .

2- في حل عدم وجوده : فصيلة الدم سالبة العامل الرايزيسي -Rh .

- **في الحالة الطبيعية : لا يوجد اجسام مضادة Anti D في بلازما الدم عند الشخص الموجب أو السالب .**
- **الشخص الموجب : لا يكون اجسام مضادة Anti D مهما نقل له خلايا دم .**
- **الشخص السالب : اذا نقل بالخطأ خلايا دم حمراء من شخص موجب العامل الرايزيسي إلى شخص سالب العامل الرايزيسي سيحدث استجابة مناعية عند الشخص السالب وتتكون اجسام مضادة Anti D في بلازما دم المستقبل .**

(في هذه الحالة ترتبط الاجسام المضادة Anti D مع مولد الضد D مؤدية الى تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة وظهور اعراض مثل : الحمى والقشعريرة وقد يصاب بقصور في وظائف الكلى وتؤدي الى الوفاة) .

ملاحظة مهمة :

اذا كان الشخص سالب RH ونقل له خلايا دم موجب RH سيكون اجسام مضادة Anti D في بلازمه دمه

واذا تبرع بعدها ببلازما دم لاشخاص موجبي RH سيحدث تحلل لخلايا الدم الحمراء عند المستقبل مؤدية لوفاته .

- عدد أنواع مولدات الضد على سطح خلايا الدم وعدد أنواع الأجسام المضادة في بلازما الدم :

فصيلة الدم	عدد أنواع مولدات الضد على سطح خلية الدم الحمراء	عدد أنواع الاجسام المضادة في بلازما الدم	عدد أنواع الاجسام المضادة التي يمكن انتاجها في حال نقل دم موجب اليه
A+	2 (مولد ضد A ومولد ضد D)	1 (Anti B)	1 (Anti B)
A-	1 (مولد ضد A)	1 (Anti B)	2 (Anti B + D)
B+	2 (مولد ضد B ومولد ضد D)	1 (Anti A)	1 (Anti A)
B-	1 (مولد ضد B)	1 (Anti A)	2 (Anti A + D)
AB+	3 (مولد ضد A و B ومولد ضد D)	صفر (لا يوجد)	صفر (لا يوجد)
AB-	2 (مولد ضد A و B)	صفر (لا يوجد)	1 (Anti D)
O+	1 (مولد ضد D)	2 (Anti A + B)	2 (Anti A + B)
O-	صفر (لا يوجد اي نوع من مولدات الضد)	2 (Anti A + B)	3 (Anti A + B + D)

نقل الدم :

- يهتم الأطباء عند نقل خلايا الدم (نقل مولد ضد):
1- نوع مولدات الضد على سطح خلايا الدم الحمراء عند المتبرع .
2- نوع الجسم المضاد في بلازما دم المستقبل .
3- عند عملية نقل الدم يجب مراعاة التوافق المناعي بين فصائل الدم .
(بحيث : ان لا يجتمع مولد الضد من المعطي او المتبرع مع الجسم المضاد له في دم الشخص المستقبل / عدم تشابه)

- (اذا تشابها سيحدث ارتباط بين الاجسام المضادة في بلازما دم المستقبل مع مولد الضد على خلايا الدم الحمراء المنقولة من المتبرع ، مما يؤدي إلى تحلل خلايا الدم الحمراء وظهور أعراض لدى المستقبل) .

- الأعراض التي تظهر على المستقبل / اتحقق ص 16 كتاب الطالب :
القشعرية ، الحمى ، قصور في وظائف الكلى , قد يؤدي الى الوفاة .

- AB+ :
مستقبل عام ليس لديه اجسام مضادة .

- O- :
متبرع عام ليس لديه مولدات ضد .

* قواعد نقل الدم (خلايا الدم) .

- قواعد نقل العامل الرايزيسي عند نقل خلايا الدم :
1- الموجب يعطي الموجب فقط ويأخذ من الموجب والسالب .
2- السالب يعطي السالب والموجب ويأخذ من السالب فقط .

يهتم الأطباء عند نقل بلازما الدم فقط :

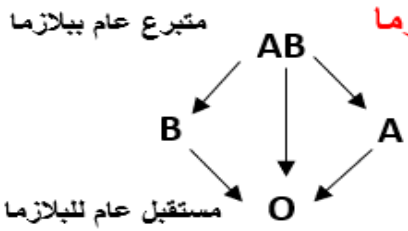
1- الجسم المضاد في بلازما المتبرع .
2- مولدات الضد على خلايا الدم الحمراء للمستقبل .
3- لا نهتم بالعامل الرايزيسي .

(عدم تشابه بين الجسم المضاد ومولد الضد)

- AB :
متبرع عام ليس لديه اجسام مضادة .

- O :
مستقبل عام ليس لديه مولدات ضد .

* قواعد نقل البلازما



كل فصيلة تأخذ وتعطي نفسها

* المتبرع العام بخلايا الدم هو O - (لعدم احتواء خلايا دمه الحمراء اي نوع من مولدات الضد)

* المستقبل العام لخلايا الدم هو AB + (لعدم احتواء بلازما دمه اي نوع من الاجسام المضادة)

* المتبرع العام ببلازما الدم هو AB + (لعدم احتواء بلازما دمه اي نوع من الاجسام المضادة)

* المستقبل العام لبلازما الدم هو O - (لعدم احتواء خلايا دمه الحمراء اي نوع من مولدات الضد)

سؤال :
أي عمليات نقل الدم الآتية تعتبر صحيحة وأيها خاطئة عند نقل خلايا الدم الحمراء :

المتبرع	المستقبل	صحيحة أم خاطئة
A-	AB+	صح
AB+	O-	خطا
O-	B+	صح
B+	A-	خطا

سؤال :
أي عمليات نقل الدم الآتية تعتبر صحيحة وأيها خاطئة عند نقل بلازما الدم :

المتبرع	المستقبل	صحيحة أم خاطئة
B-	AB+	خطا
AB+	O-	صح
O-	A+	خطا
A+	B-	خطا

أفكر ص 17 / كتاب الطالب :
جميع ما ذكر لعدم تشابه الاجسام المضادة عند المتبرعين مع مولدات الضد عند المستقبل
(لا تحتوي خلايا دمه الحمراء على مولدات ضد O-)

مثال 2 / كتاب الطالب ص 17 :

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 يُمكنه فقط التبرُّع له؟ (علمًا بأنَّ المصاب لم تُنقل إليه خلايا دم حمراء من قبلُ).

المعطيات:

المُتبرِّعان المُحتملان: 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 (Anti-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 (Anti-D) - بوصفها استجابةً مناعيةً - ترتبط بمُولِّدات الضد D على سطوح خلايا الدم الحمراء من دم المُتبرِّع.

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

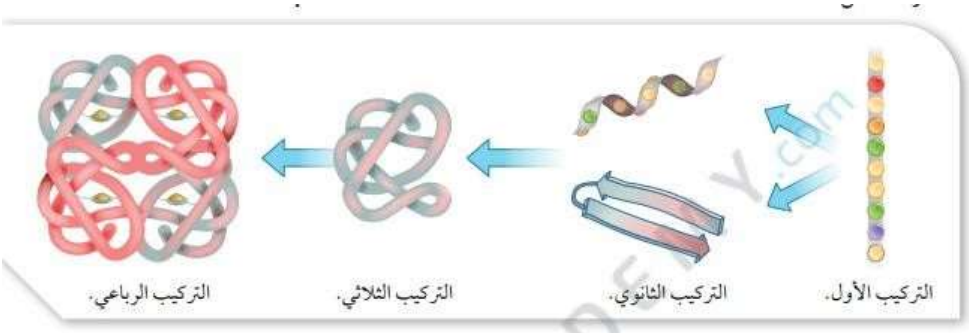
مُولِّدات الضد لدى المُتبرِّع المُحتمَل الثاني الذي فصيلة دمه O^-	الأجسام المضادة لدى المُستقبِل الذي فصيلة دمه A^-
———	Anti-B

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.

مستويات تركيب البروتين :

- **بماذا تختلف البروتينات عن بعضها البعض ؟**
  1. **عدد الحموض الامينية .**
  2. **نوع الحموض الامينية .**
  3. **ترتيب وتسلسل الحموض الامينية .**

- **أذكر المستويات التركيبية للبروتينات ؟**
  1. **التركيب الاولي .**
  2. **التركيب الثانوي .**
  3. **التركيب الثلاثي .**
  4. **التركيب الرباعي .**



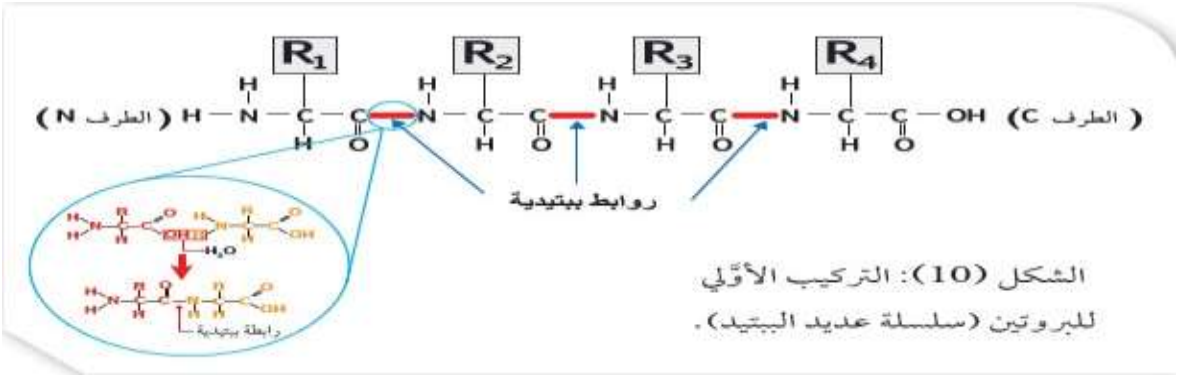
التركيب الاولي :

- **كيف ترتبط الحموض الامينية في التركيب الاولي للبروتين ؟**

سلسلة يرتبط فيها كل حمض اميني بأخر برابطة تساهمية ببتيدية ، حيث ينتزع جزيء ماء عند تشكيل كل رابطة ببتيدية (حيث تحدث هذه الرابطة بين ذرتي عنصري الكربون والنيتروجين) .

- **عرف التركيب الاولي للبروتين ؟**

هو التسلسل الخطي للحموض الامينية في سلسلة عديد الببتيد
حيث تكون مجموعة الامين NH_2 في بداية السلسلة وتسمى الطرف (N) .
ومجموعة الكربوكسيل COOH في نهايتها وتسمى الطرف (C) .



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

- **يعتبر التركيب الاولى للبروتين :**

الهيكل الاساسي لمستويات البروتين الاخرى ، لكن لايؤدي أي وظيفة في صورته الاولية وتتشكل منه سلسلة عديد الببتيد .

- **الرابطة الببتيدية :**

رابطة تحدث بين مجموعة الكربوكسيل من حمض اميني ومجموعة الامين من حمض اميني أخر حيث يتم نزع جزيء ماء ، بحيث ينتزع H من مجموعة الامين وينتزع OH من مجموعة الكربوكسيل .

- **اتحقق ص 19 / كتاب الطالب :**

بسبب الاختلاف في ترتيب أو تسلسل الحموض الامينية .
(ملاحظة : يمكن ان تتشابه سلسلتا عديد الببتيد في عدد الحموض الامينية ونوعها ولكن قد تختلف في تسلسل هذه الحموض فينتج سلسلتان عديد ببتيد مختلفتان) .

- **ملاحظة :**

للحسابات :
1- عدد الروابط الببتيدية = عدد الحموض الامينية (عدد الحموض الامينية = عدد الوابط الببتيدية +1)
عدد الروابط الببتيدية = عدد جزيئات الماء المنزوعة

- **سؤال :**

1- سلسلة عديد ببتيد تتكون من 5 حموض امينية ، اوجد ما يلي :
عدد الروابط الببتيدية ؟ 4

عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 4

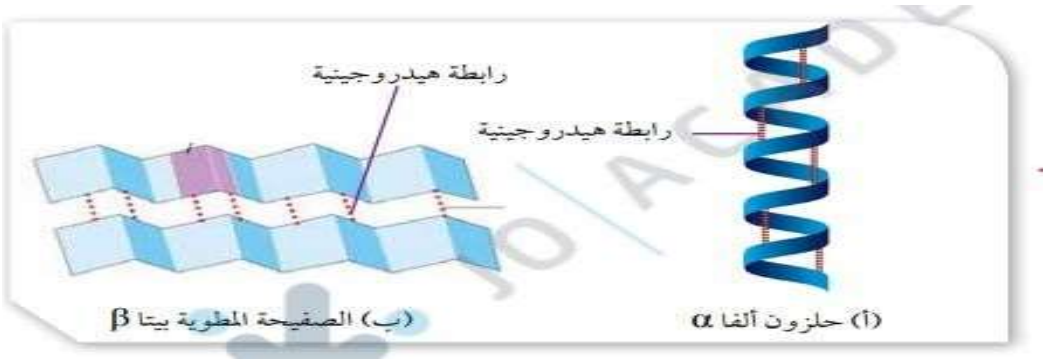
2- سلسلة عديد الببتيد تحتوي على 9 روابط ببتيدية ، اوجد ما يلي :
عدد الحموض الامينية ؟ 10
عدد جزيئات الماء المنزوعة ؟ 9

التركيب الثانوي :

- **كيف ينتج التركيب الثانوي للبروتين ؟ (التعريف)**
ينتج من التفاف سلسلة عديد ببتيد واحدة وتتكون روابط هيدروجينة في مناطق محددة منها حيث تعمل على تثبيت التركيب الثانوي واستقراره .

- **ما نوع الروابط في سلسلة عديد الببتيد للتركيب الثانوي ؟ روابط هيدروجينية في اماكن محددة .**
- **ما نوع الروابط بين الحموض الامينية في سلسلة عديد الببتيد التي تكون التركيب الثانوي ؟ تساهمية ببتيدية**
- **ما هو العامل الذي يمنح التركيب الثانوي الثبات والاستقرار ؟ الروابط الهيدروجينية .**

- **يشمل على تركيبان ثانويان شائعان هما :**



1– حلزون ألفا ά	2 – الصفيحة المطوية بيتا β
يتكون عند التفاف سلسلة عديد الببتيد وتكوين روابط هيدروجينية بين ذرة الاكسجين من مجموعة الكربوكسيل في حمض اميني (COOH) و ذرة الهيدروجين في مجموعة امين في حمض اميني اخر يبعد عن الحمض الاميني الاول اربعة حموض امينية (NH_2)	ينتج عند ارتباط جزأين او اكثر من سلسلة عديد الببتيد نفسها بروابط هيدروجينية حيث تكون هذه الاجزاء بجانب بعضها البعض بشكل متعرج (zig-zag) وهذا يتيح لها تكوين الروابط الهيدروجينية في ما بينها

- **سؤال افكر ص 20 / كتاب الطالب :**

روابط هيدروجينية بين ذرة الاكسجين من مجموعة الكربوكسيل في حمض اميني (COOH) و ذرة الهيدروجين في مجموعة الامين (NH_2) في حمض اميني اخر يبعد عن الحمض الاميني الاول اربعة حموض امينية .

- **ملاحظة :**

للحسابات :

عدد الروابط الببتيدية = عدد الحموض الامينية -1 (عدد الحموض الامينية = عدد الروابط الببتيدية +1)

عدد الروابط الهيدروجينية = عدد الحموض الامينية - 4

- **سؤال :**

1- سلسلة عديد ببتيد تتكون من 20 حمض اميني ،
اوجد ما يلي :
عدد الروابط الببتيدية ؟ 19
عدد الروابط الهيدروجينية ؟ 16

2- سلسلة عديد الببتيد تحتوي على 9 روابط ببتيدية ،
اوجد ما يلي :
عدد الحموض الامينية ؟ 10
عدد الروابط الهيدروجينية ؟ 6

سلسلة عديد ببتيد تتكون من 15 حمض اميني ،
اوجد ما يلي :
عدد الروابط الببتيدية ؟
عدد الروابط الهيدروجينية ؟

سلسلة عديد الببتيد تحتوي على 6 روابط ببتيدية ،
اوجد ما يلي :
عدد الحموض الامينية ؟
عدد الروابط الهيدروجينية ؟

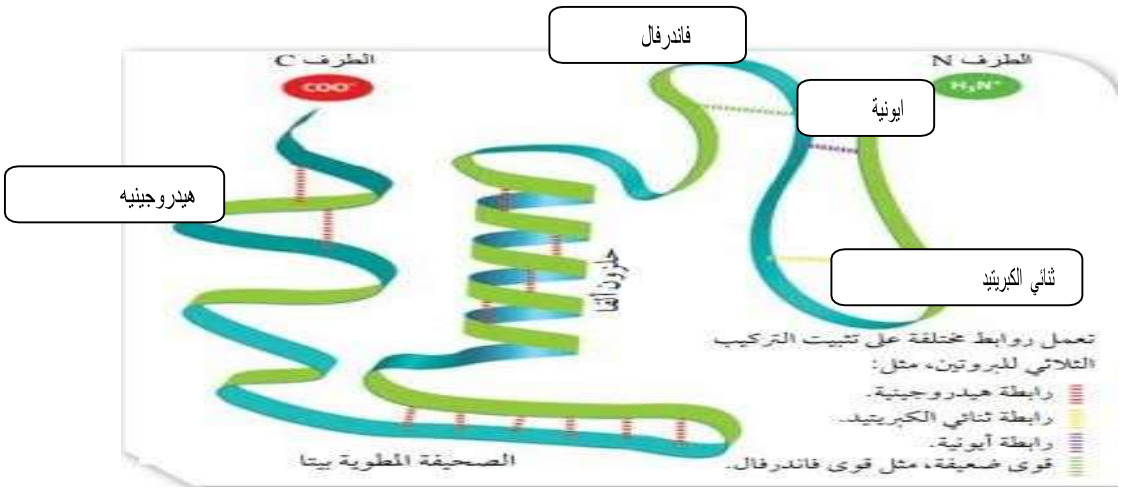
التركيب الثلاثي :

- **كيف ينتج التركيب الثلاثي ؟ ينتج من طي التراكيب الثانوية في سلسلة عديد الببتيد .**

- **ما هي الروابط التي تعمل على تثبيت شكل التركيب الثلاثي ؟**

انواع مختلفة من الروابط تكون غالبا بين ذرات السلاسل الجانبية R لسلسلة عديد الببتيد :

روابط ثنائية الكبريتيد ، روابط ايونية ، روابط هيدروجينية ، قوى ضعيفة (فاندرفال)



- **من الامثلة على بروتينات ذات التركيب الثلاثي : بروتين الميوغلوبين في العضلات .**
  التركيب الثانوي الذي ينتج منه : طي التركيب الثانوي لحلزون الفا .
  وظيفته : يحمل الاكسجين في العضلات .

- **ملاحظة :**
  في حال فقد احد البروتينات تركيبه الثلاثي بسبب تغير درجة الحرارة أو ال PH
  فانه يفقد القدرة على أداء وظائفه الحيوية كما يحدث في الانزيمات .

- **افكر ص 20 / كتاب الطالب :**
  نتج من طي التراكيب الثانوي لحلزون الفا

- **اتحقق ص 21 / كتاب الطالب :**
  ينتج من طي التراكيب الثانوية في سلسلة عديد الببتيد وتعمل انواع مختلفة من الروابط تكون غالبا بين ذرات السلاسل الجانبية R لسلسلة عديد الببتيد :
  روابط ثنائية الكبريتيد ، روابط ايونية ، روابط هيدروجينية ، قوى ضعيفة (فاندرفال)

التركيب الرباعي :

- **تركيب يتكون من سلسلتين أو أكثر من عديد الببتيد يتم تثبيت التركيب الرباعي عن طريق روابط مختلفة (نفس روابط التركيب الثلاثي) .**

- **يختلف عن التركيب الاولي والثانوي والثلاثي حيث انها جميعها تتكون من سلسلة واحدة من عديد الببتيد .**

- **من الامثلة :**
  1- الهيموغلوبين (4 سلاسل ببتيدية) : سلسلتان الفا وسلسلتان بيتا
  (سلسلتي الفا وبيتا في الهيموغلوبين لا تعني حلزون الفا وصفيحة بيتا المطوية)

للحسابات :

س هيموغلوبين = 2 س الفا + 2 س بيتا = 4 س سلسلة ببتيد

سؤال :

لديك 20 هيموغلوبين ، احسب :	**لديك 15 هيموغلوبين ، احسب :**
الفا ؟ 40 = 20 X 2	**الفا ؟**
بيتا ؟ 40 = 20 X 2	**بيتا ؟**
سلسلة ببتيد ؟ 80 = 20 X 4	**سلسلة ببتيد ؟**

الشكل (٤٤): التركيب الرباعي للهيموغلوبين.

2- الكولاجين (3 سلاسل ببتيدية) .

ملاحظة :

ليس بالضرورة ان جميع البروتينات ذات التركيب الرباعي تتالف من اربع سلاسل عديد ببتيد

فمثلا : الكولاجين يتكون من ثلاث سلاسل عديد ببتيد

- **مقارنة بين مستويات تركيب البروتين :**

وجه المقارنة	تركيب اولي	تركيب ثانوي	تركيب ثلاثي	تركيب رباعي
عدد سلاسل عديد الببتيد	واحدة	واحدة	واحدة	سلسلتان او اكثر
التركيب	سلسلة عديد ببتيد على شكل خطي	التفاف سلسلة عديد ببتيد واحدة على شكل حلزوني او صفائحي	طي التراكيب الثانوية	ارتباط سلسلتان او اكثر من عديد الببتيد
نوع الروابط الكيميائية	روابط تساهمية ببتيدية بين الحموض الامينية	روابط هيدروجينية بين ذرة اكسجين وذرة هيدروجين لتثبيت التركيب الثانوي	روابط هيدروجينية وروابط أخرى بين ذرات السلاسل الجانبية R لتثبيت التركيب الثلاثي	روابط مختلفة بين سلسلة عديد ببتيد وسلسلة أخرى لتثبيت التركيب الرباعي
مثال	سلسلة ببتيدية	الفا حلزون وصفيحة مطوية بيتا	ميوغلوبين الذي يحمل الاكسجين في العضلات وبعض الانزيمات	هيموغلوبين (4 سلاسل) عديد ببتيد كولاجين (3 سلاسل عديد ببتيد)

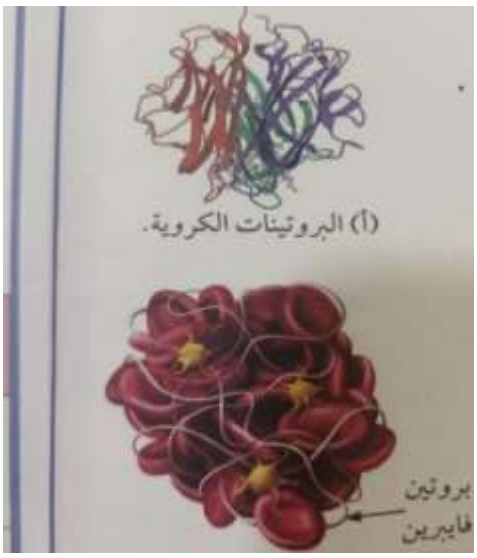
تصنيف البروتينات :

- **تصنف البروتينات وفقا لشكلها النهائي الثلاثي الابعاد الى نوعين ، هما :**

وجه المقارنة	البروتينات الكروية	البروتينات الليفية
التركيب	ثلاثي او رباعي	ثانوي او ثلاثي او رباعي
الذوبان في الماء	تذوب في الماء ، لان سلسلتها الجانبية (R) القطبية (المحبة للماء) بأتجاه الخارج بمواجهة المحاليل المائية التي تحيط بها ، ووجود سلاسلها الجانبية (R) غير القطبية (الكارهة للماء) بأتجاه الداخل	غير ذائبة في الماء غالباً بسبب ان سلاسلها الجانبية (R) غير القطبية (الكارهة للماء) بأتجاه الخارج وسلاسلها الجانبية (R) القطبية (المحبة للماء) بأتجاه الداخل
مثال	الهيموغلوبين ، ومعظم الانزيمات التي تؤدي دور في العمليات الحيوية في الجسم	الفايبرين الذي له دور في تجلط الدم والكولاجين

- **توجد بروتينات تتكون من اجزاء ليفية واخرى كروية مثل بروتين الميوسين في العضلات الهيكيلية .**

- **اتحقق ص 22 / كتاب الطالب : (سبب ان البروتينات الكروية ذائبة في الماء) الجواب في الجدول السابق .**



- **ملاحظة :** الانزيمات من نوع البروتينات ثلاثية التركيب كروية .

الربط بالصحة : تجرى فحوص مخبرية للتعرف على مستويات بعض البروتينات والانزيمات مما يساعد في الكشف عن إصابة بمرض معين فمثلاً تفحص عينة الدم للكشف عن انزيم يسمى ALT (Alanine Aminotransferase) وهو انزيم يوجد في الكبد ويحول الحمض الاميني الانين الى بيروفيت وفي حال تسرب هذا الانزيم من الكبد الى الدم سيرتفع مستواه في الدم مما يدل على وجود مرض معين .

وجه المقارنة	الهيموغلوبين	الكولاجين	فايبرين
عدد سلاسل عديد الببتيد ومستوى التركيب	4 سلاسل تركيب رباعي	3 سلاسل تركيب رباعي	-
الشكل النهائي ثلاثي الابعاد	كروي	ليفي	ليفي
الذائبية في الماء	يذوب في الماء	لا يذوب في الماء	لا يذوب في الماء
الوظيفة	نقل الغازات في الدم	يمنح الغضروف المرونة والقوة	له دور في تجلط الدم

الليبيدات

- **وظائفها :**

1- تشكل طبقة عازلة تحت جلد الانسان وبعض الحيوانات مما يمنع فقدان الحرارة من اجسامها .
2- تدخل في تركيب الاغشية البلازمية والهرمونات الستيرويدية .
3- تدخل في تركيب الفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامين (A – E – K – D) .
4- تعد مصدرا للطاقة مهمًا للكائنات الحية .

- **تصنف الليبيدات الى :**

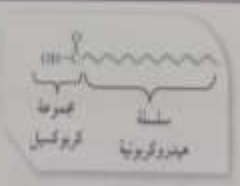
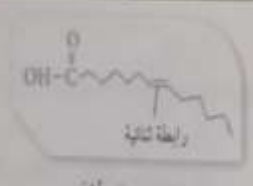
1- الحموض الدهنية
2- الدهون الثلاثية
3- الليبيدات المفسفرة
4- الستيرويدات

- **ملاحظة : تمتاز الليبيدات جميعها بعدم امتزاجها بالماء (صفة مشتركة) .**

الحموض الدهنية :

- **تدخل في تركيب معظم الليبيدات ، ومنها ما يكون حرًا .**
- **تتكون من مجموعة الربوكسيل (المجموعة الوظيفية للحموض الدهنية) ، وسلسلة هيدروكربونية .**

- **تصنف الحموض الدهنية إلى نوعين : حسب عدد الروابط بين ذرات الكربون .**
مشبعة (مضرة) ، غير مشبعة (غير مضرة)

وجه المقارنة	حموض دهنية مشبعة	حموض دهنية غير مشبعة
نوع الروابط بين ذرات الكربون	تكون الروابط جميعها بين ذرات الكربون أحادية في السلسلة الهيدروكربونية	يوجد رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في السلسلة الهيدروكربونية
مثال	حمض البالميتك المكون لزيت النخيل	حمض الاوليك المكون لزيت الزيتون
الشكل	 حمض دهني مشبع السلسلة مستقيمة	 حمض دهني غير مشبع السلسلة تحتوي انثناء

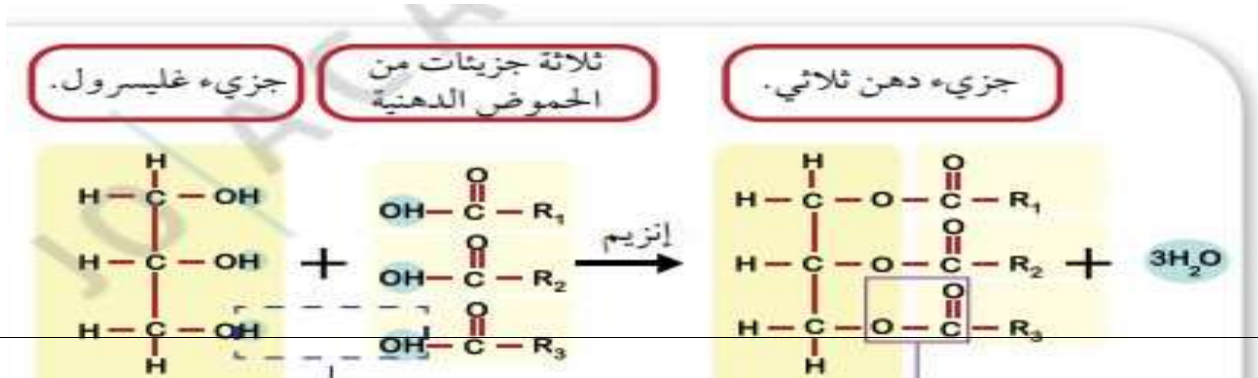
الدهون الثلاثية :

- **الليبيدات التي تتكون من اتحاد جزيء غليسرول واحد مع ثلاث جزيئات من الحموض الدهنية بروابط تساهمية استرية .**

- **يتكون الدهن الثلاثي من ارتباط جزيء غليسرول واحد مع ثلاث جزيئات من الحموض الدهنية بثلاث روابط استرية وينتج عن كل رابطة جزيء ماء (لذلك سينتج من تكوين الدهن الثلاثي ثلاثة جزيئات ماء) .**

- **عند تكوين الرابطة الاسترية في الدهن الثلاثي يتم فقد جزيء ماء بنزع ذرة H من جزيء الغليسرول ومجموعة OH من الحمض الدهني .**

- **تحدث الرابطة الاسترية بين ذرة O من الغليسرول وذرة C من الحمض الدهني .**



ص 23

سؤال الشكل (17) : يتحرر جزيء ماء واحد من اتحاد جزيء حمض دهني مع الغليسرول لتكوين رابطة إسترية؛ إذ ترتبط ذرة هيدروجين من الغليسرول بمجموعة(OH) من الحمض الدهني. وبما أن الدهن الثلاثي يتكوّن من اتحاد ثلاثة جزيئات من الحموض الدهنية مع جزيء غليسرول، إذن يتحرر ثلاثة جزيئات ماء.

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

1- دهون ثلاثية غير مشبعة (معظمها سائلة) في درجة حرارة الغرفة ، مثل معظم الزيوت النباتية .

2- دهون ثلاثية مشبعة (صلبة) في درجة حرارة الغرافة وتسمى الدهون ، مثل الزبدة والسمن الحيواني .

(ما هي الدهون ؟ دهون ثلاثية مشبعة)

الربط بعلم التصنيع الغذائي

تعمل بعض مصانع الزيوت على تحويل الزيوت السائلة (غير المشبعة) الى سمن نباتي او زبدة شبه صلبة عن طريق عملية كيميائية تسمى هدرجة الزيوت (إضافة الهيدروجين الى الزيوت السائلة غير المشبعة لتحويلها الى زيوت مشبعة ذات قوام مرغوب به) ومن الأمثلة على الدهون المهدرجة صناعياً السمن النباتي والزبدة الصناعية (المارجرين) وبعض أنواع زبدة الفول السوداني وقد حذرت منظمات عذائية من استخدام الزيوت المهدرجة في الغذاء لانها تسبب امراض مثل امراض القلب وتصلب الشرايين .

- **للحسابات :**

س دهن ثلاثي = 3س حمض دهني + س غليسرول

س دهن ثلاثي : نزع 3س ماء + تكوين 3س روابط استرية .

سؤال :

لديك 10 دهون ثلاثية ، احسب :

1- حمض الدهني ؟ 3 X 10 = 30

2- غليسرول ؟ 10

3- نزع ماء ؟ 3 X 10 = 30

4- روابط استرية ؟ 3 X 10 =30

لديك 8 دهون ثلاثية ، احسب :

حمض الدهني ؟

غليسرول ؟

نزع ماء ؟

روابط استرية ؟

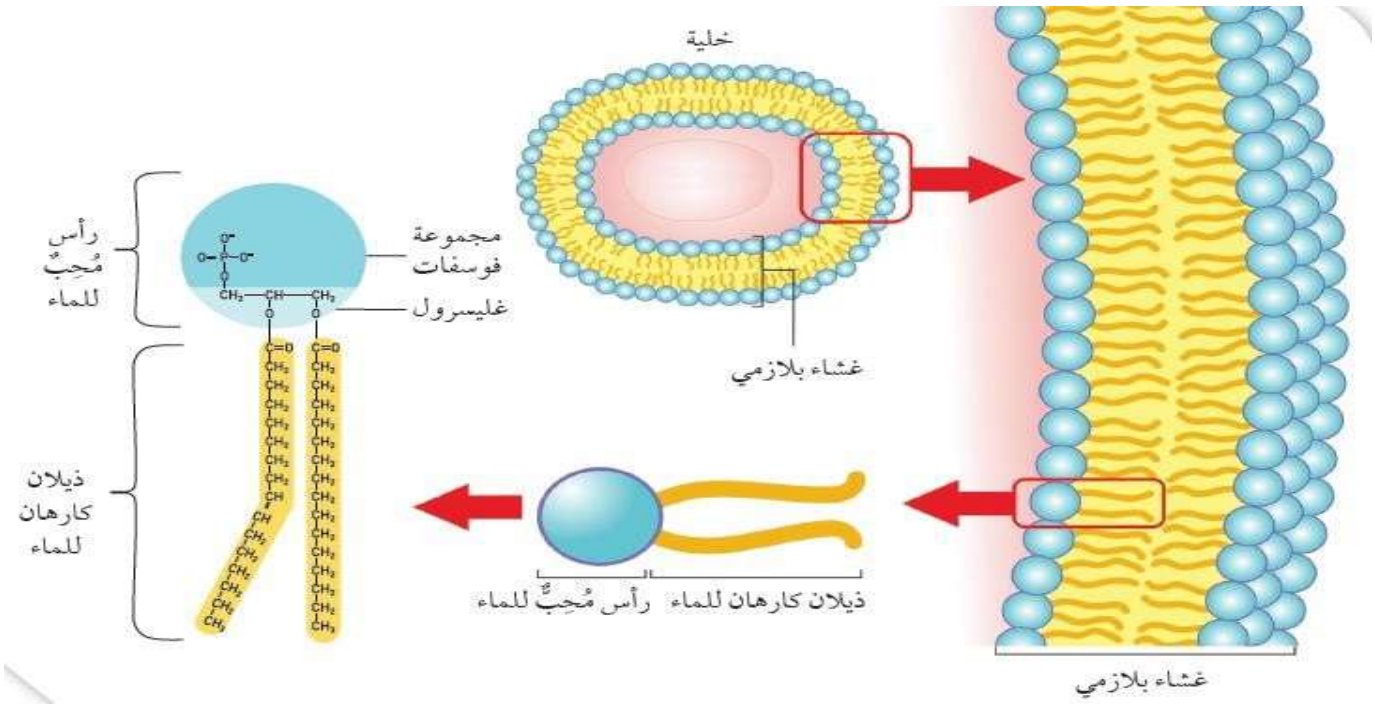
الليبيدات المفسفرة :

- تتكون من جزيء غليسرول مرتبط مع مجموعة فوسفات فيتشكل راس قطبي (محب للماء) وفي الوقت نفسه يرتبط جزيء الغليسرول مع جزيئين من الحموض الدهنية فيتشكل ذيلان غير قطبيان (كارهان للماء) .

- تركيب الغشاء البلازمي (الخلوي) :
يحتوي على طبقة مزدوجة من الليبيدات المفسفرة التي تترتب من صفين متقابلين بحيث تقابل الرؤوس القطبية (المحبة للماء) تقابل الماء ، في حين تبتعد عن الماء الذيول الكارهة للماء .

- علل : لا تمر المواد الذائبة في الماء بسهولة عبر الغشاء البلازمي ؟
وذلك لوجود الجزء غير القطبي (الذيول الكارهة للماء) والذي يقع وسط الغشاء ويعوق مرور هذه المواد وبالتالي ينظم حركة المواد بين داخل وخارج الخلية .

- افكر ص 24 / كتاب الطالب :
لانها كارهة للماء وتتنافر معه .



- للحسابات :
س ليبيدات مفسفرة = س فوسفات + س غليسرول + 2س حموض دهنية

سؤال :

لديك 10 ليبيدات مفسفرة ، احسب :

1- غليسرول ؟ 10

2- فوسفات ؟ 10

3- حموض دهنية ؟ 20

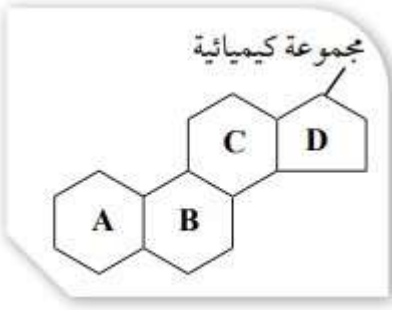
لديك 6 ليبيدات مفسفرة ، احسب :

غليسرول ؟

فوسفات ؟

حموض دهنية ؟

الستيرويدات :



الشكل (19): ستيرويد.

- تتكون من اربع حلقات كربونية ملتحمة
(ثلاث منها حلقات سداسية وواحدة خماسية)
بالاضافة الى مجموعة كيميائية ترتبط بالحلقة الرابعة (الخماسية) .

- سبب اختلاف ستيرويد عن اخر :
هو اختلاف المجموعة الكيميائية المرتبطة بالحلقة الرابعة .

- من الامثلة : الكوليسترول

1- حيث يستطيع الانسان تصنيعه في الكبد ويمكن الحصول عليه من مصادر غذائية حيوانية .

2- يدخل في تركيب الغشاء البلازمي للخلايا الحيوانية .

3- يدخل في تركيب الهرمونات الستيرويدية مثل هرمون الدوستيرون الذي يعمل على تنظيم عمل الوحدة الانبوبية الكلوية .

4- ان المستويات العالية في الدم تسبب امراض القلب والاوعية الدموية .

الربط بعلم البحار

دور الليبيدات في تكيف اسماك القرش للعيش في أعماق البحار .

يوجد في اسماك القرش خصائص تساعدها على الطفو :

أ – حجم اكبادها ونسبة الليبيدات في اكبادها اكبرمن تلك الأسماك التي تعيش في المياه الضحلة .

ب – قوة عضلاتها، ونسبة الالياف العضلية في اسماك القرش اقل من نسبتها في تلك الأسماك التي تعيش في المياه الضحلة وتساعد نسبة الليبيدات المرتفعة في اكباد سمك القرش على تقليل كثافتها وتمكنها من الطفو والحفاظ على ارتفاع مناسب في الماء دون بذل مجهود عضلي كبير لتقليل استهلاك الطاقة في بيئتها الفقيرة بالغذاء .

- اتحقق ص 25 / كتاب الطالب : الاجابة في الجدول التالي (تركيب الدهون الثلاثية والستيرويدات) .

- **مقارنة بين انواع اليبيدات :**

وجه المقارنة	حموض دهنية	دهون ثلاثية	ليبيدات مفسفرة	الستيرويدات
التركيب	مجموعة كربوكسيل وسلسلة هيدروكربونية	اتحاد جزيء غليسرول مع 3 جزيئات حموض دهنية	جزيء غليسرول يرتبط بمجموعة فوسفات مكون رأس قطبي ومع حمضان دهنيان يشكلان ذيلان غير قطبيان	اربع حلقات كربونية ملتحمة ثلاثة منها سدادسية وواحدة خماسية مرتبطة مع مجموعة كيميائية
الموقع	مكونة لمعظم أنواع الليبيدات او حرة	الزيوت النباتية الزبدة و السمن الحيواني	الغشاء البلازمي	مصادر غذائية حيوانية او يصنع بالكبد
الأنواع والامثلة	مشبعة مثل حمض البالمتيك غير مشبعة مثل حمض الاوليك	مشبعة (صلبة) مثل السمن الحيواني غير مشبعة (سائلة) مثل الزيوت النباتية	طبقتين من الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي	الكوليسترول يدخل في تركيب الغشاء البلازمي للحيوانات والهرمونات الستيرويدية مثل الدوستيرون

- **كتاب التمارين ص 7 (العلاقة بين الكولسترول والامراض القلبية الوعائية):**

- **يشكل الجسم نوعين من البروتينات الدهنية :**

1- البروتين الدهني ذو الكثافة المنخفضة LDL : ينقل الكولسترول من الكبد الى الدم (الكولسترول الضار)

2- البروتين الدهني ذو الكثافة المرتفعة HDL : ينقل الكولسترول من انسجة الجسم الى الكبد حيث تتم عملية ايضه أو افرازه (الكولسترول النافع) .

- **مستوى الكولسترول الكلي في الدم = مستوى HDL + مستوى LDL + مركبات الكولسترول الاخرى**
- **ارتفاع مستوى الكولسترول الكلي وLDL يزيد من خطر الاصابة بامراض القلب والاوعية الدموية .**

- **اسئلة ص 8 :**

التحليل والاستنتاج:

1- **أستنتج:** نعم هناك علاقة طردية حسب ما يظهر الرسم البياني ، أي أن خطر الإصابة بمرض قلبي وعائي يزداد مع ارتفاع مستوى الكوليسترول الضار في الدم.

2- **أتنبأ:** لا، لأن البيانات تظهر النتائج حول أمراض القلب والأوعية الدموية، بما في ذلك جراحة الشرايين التاجية، ولم تتحدث النتائج عن النوبات القلبية.

الحموض النووية

- **تحتوي خلايا الكائنات الحية على المادة الوراثية التي تحدد صفاتها .**

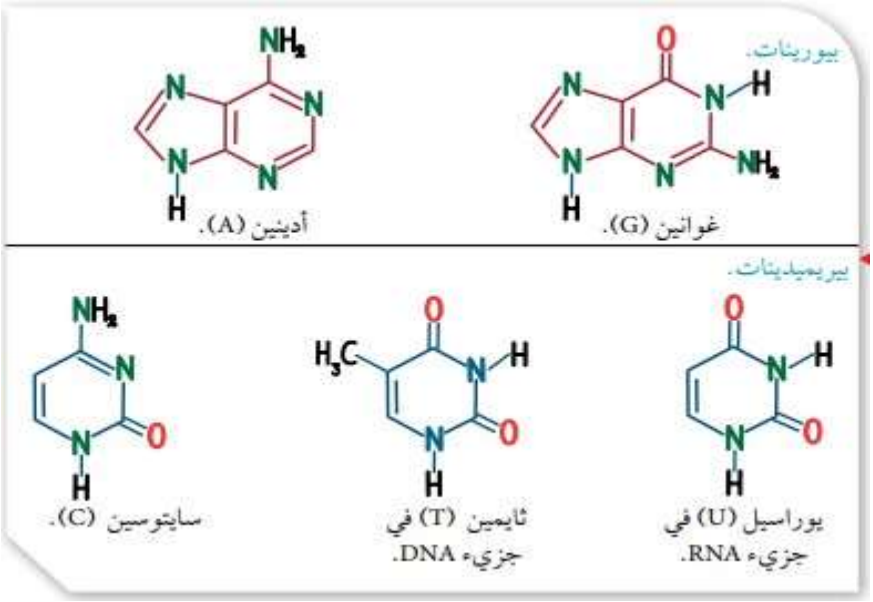
- **تتكون المادة الوراثية من نوعين من الحموض النووية :**
  1- حمض نووي رايبوزي منقوص الاكسجين DNA .
  2- حمض نووي رايبوزي RNA .

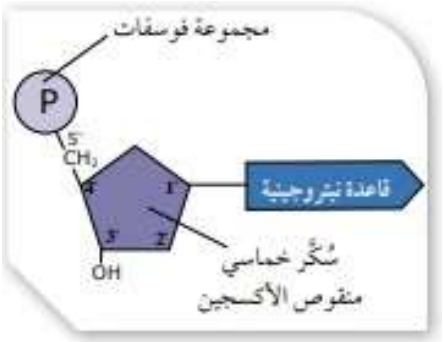
- **تتكون الحموض النووية من وحدات بنائية تسمى النيوكليوتيدات .**
- **يتكون كل نيوكليوتيد من :**
  (سكر خماسي ، مجموعة فوسفات ، قاعدة نيتروجينية ترتبط مع ذرة كربون اولى من السكر)

- **انواع القواعد النيتروجينية :**

1- بيورينات : تتكون من حلقتين مثل (غوانين G ، ادنين A) .

2- بيريميدينات : تتكون من حلقة واحدة مثل (يوراسيل U ، ثايمين T ، ساستوسين C)





الشكل (20): تركيب نيوكليوتيد في جزيء DNA.

- **للتمييز بين غوانين وادنين : غوانين (رابطة ثنائية مع الاكسجين من الاعلى) ، ادنين (من الاعلى NH_2)**
- **للتمييز بين يوراسيل و ثايمين : ثايمين يحتوي على CH_3 بينما يوراسيل لا يحتوي عليها .**
- **سايتوسين لا يحتوي من الاعلى على رابطة ثنائية مع الاكسجين بل يحتوي على NH_2 .**
- **جميع القواعد النيتروجينة تحتوي على ذرات C ، H ، N ، O عدا ادنين تحتوي على C، H، N**
- **جميع القواعد النيتروجينية تحتوي مجموعة امين ما عدا ثايمين و يوراسيل .**

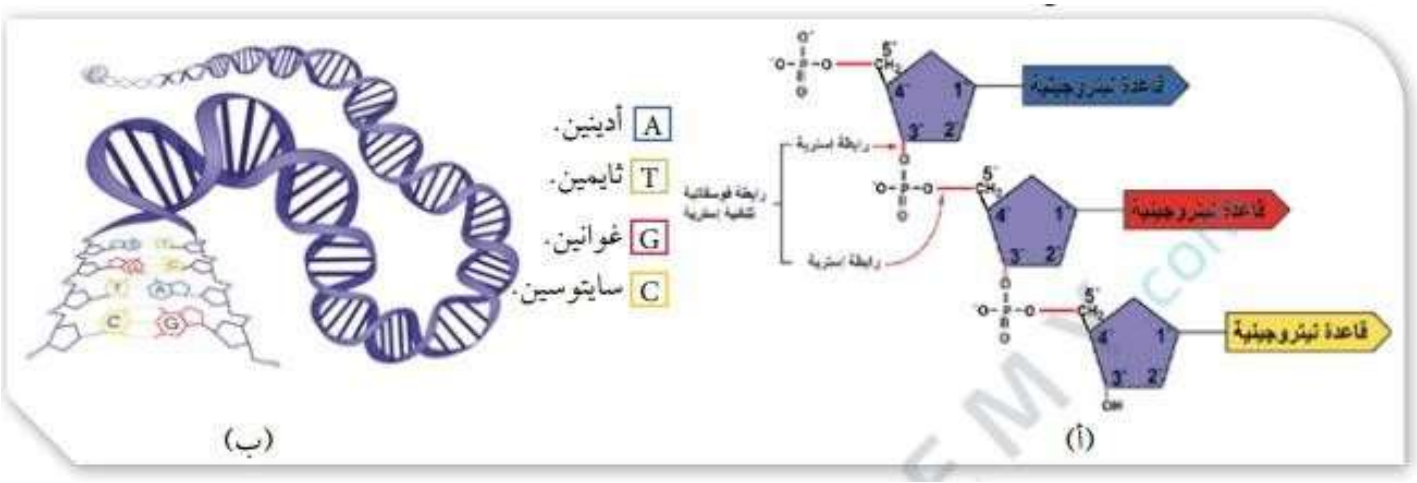
<u>الحمض النووي الرايبوزي منقوص الاكسجين DNA :</u>

- **أهميته :**

1- يحمل الصفات الوراثية للكائنات الحية .

2- يحمل المعلومات الوراثية اللازمة لبناء البروتينات .

3- يعمل على نقل الصفات الوراثية من الاباء الى الابناء .



- **تركيب جزيء DNA :**

1- يتكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات .

2- تلتفان على هيئة سلم حلزوني مزدوج.

3- ترتبط النيوكليوتيدات المكونة للسلسلة الواحدة بعضها ببعض عن طريق <u>روابط فوسفاتية ثنائية الاستر</u> .

4- ترتبط البيورينات في احدى سلسلتي DNA مع البيريميدات المكملة لها في السلسلة المقابلة عن طريق روابط هيدروجينية كالاتي (A مع T برابطتين هيدروجينية) (C مع G بثلاث روابط هيدروجينية) .

5- ترتبط مجموعة الفوسفات مع ذرة الكربون الخامسة من السكر في بداية السلسلة ويسمى الطرف 5 وترتبط مجموعة الهيدروكسيل مع ذرة الكربون الثالثة من السكر في نهاية السلسلة ويسمى الطرف 3

- **ملاحظة :**

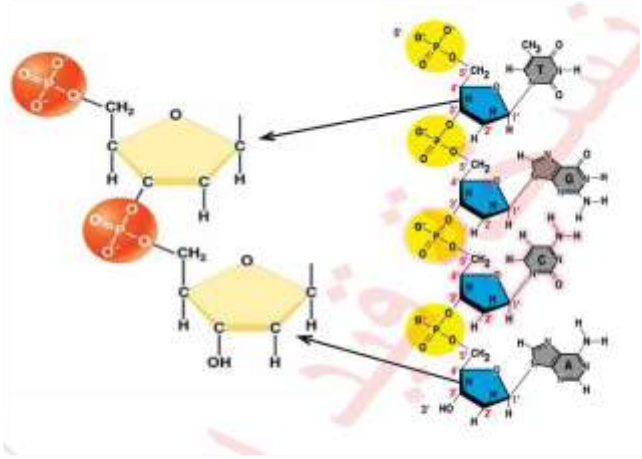
1- رابطة فوسفاتية ثنائية الاستر : هي رابطة تربط النيوكليوتيدات متتالية ببعضها داخل السلسلة الواحدة في الحمض النووي عن طريق مجموعة الفوسفات .
حيث تكون بين ذرة الكربون الثالثة في سكر خماسي مع ذرة الكربون الخامسة في سكر خماسي اخر .

2- رابطة استرية : تكون بين مجموعة فوسفات مع ذرة كربون خامسة أو ثالثة من سكر خماسي .

3- تكون نسبة البيورينات الى نسبة البريميدينات في DNA ثابتة ومتساوية وفقا لقاعدة تعرف <u>بقاعدة تشارغاف</u> . (A+ G =T+C) هذه القاعدة فقط في DNA لانه يتكون من سلسلتين .

4- دائما نسبة أو عدد A في DNA = نسبة أو عدد T ، ونسبة أو عدد G في DNA = نسبة أو عدد C

5- دايما في جزي DNA يرتبط البيورين مع البيرميدين المكمل له في السلسلة المقابلة .



6- تختلف نهايتا كل سلسلة من السلسلتين
اذ تنتهي احدى السلسلتين بمجموعة فوسفات مرتبطة بذرة الكربون رقم 5 في جزيء السكر ويرمز لها بالرمز 5 ،
في حين تنتهي السلسلة الاخرى بمجموعة هيدروكسيل مرتبطة بذرة الكربون رقم 3 من جزيء السكر ويرمز لها بالرمز 3 .

- توصل العالمان واتسون وكريك عام 1953 الى بناء نموذج DNA وحصلا على جائزة نوبل في الفسيولوجيا والطب .

- ملاحظة : للحسابات :

1- عدد البيورينات A+G = عدد البيرميدنيات T+C
2- نسبة أو عدد A = T / G = C
3- س A = س T = 2س رابطة هيدروجينية
4- ص G = ص C = 3ص رابطة هيدروجينية
5- مجموع الروابط الهيدروجينية في جزيء DNA = 2س +3 ص
6- عدد الروابط الفوسفاتية ثنائية الاستر في سلسلة واحدة = عدد النيوكليوتيدات -1
7- عدد الروابط الاسترية في سلسلة واحدة = (عدد النيوكليوتيدات X 2) -1
8- عدد النيوكليوتيدات = عدد الروابط الفوسفاتية ثنائية الاستر + 1
9- عدد النيوكليوتيدات = (عدد الروابط الاسترية + 1) / 2

تستخدم ايضا في RNA

- سؤال :

جزيء DNA يتكون من 300 نيوكليوتيد ، عدد A = 50 ، احسب :
1- عدد T ؟ 50 (لان عدد T= A)
(مجموع A+ T = 100 ، يبقى 200 نيوكليوتيد)
2- عدد C ؟ 100
3- عدد G ؟ 100
(لتاكد ان المجموع متساوي A+G = T+C) 100+50 = 100+ 50

- سؤال :

جزيء DNA يتكون من 1000 نيوكليوتيد ، عدد T = 200 ، احسب :
1- عدد A ؟
2- عدد C ؟
3- عدد G ؟

- **سؤال :**

نسبة %G=40 في جزيء DNA ، احسب :

1- نسبة C ؟ 40% (لان نسبة G=C) (مجموع G +C = 80% ، يبقى 20%)

2- نسبةA ؟ 10 %

3- نسبة T ؟ 10 %

- **سؤال :**

نسبة %A=20في جزيء DNA ، احسب :

1- نسبة T ؟

2- نسبة G ؟

3- نسبة C ؟

- **سؤال :**

يحتوي DNA على 600 نيوكليوتيد ، ونسبة %G= 30 ، كم عدد A ؟

نسبة G=C = 30% (G+C = 30% + 30% = 60%) يبقى 40%

A+T = 40% (نسبة A = 20%) (نسبة T = 20%)

لحساب عدد A = 20 X600 ثم على 100 A =120

- **سؤال :**

يحتوي DNA على 800 نيوكليوتيد ، ونسبة %A= 40 ، كم عدد G ؟

- **سؤال :**

جزيء DNA كل سلسلة فيها 20 نيوكليوتيد ، احسب في سلسلة واحدة :

1- عدد الروابط الاسترية ؟ (20X 2) -1 = 39

2- عدد الروابط الفوسفاتية ثناية الاستر ؟ 20 -1 = 19

- **سؤال :**

جزيء DNA كل سلسلة فيها 50 نيوكليوتيد ، احسب في سلسلة واحدة :

1- عدد الروابط الاسترية ؟

2- عدد الروابط الفوسفاتية ثناية الاستر ؟

- **سؤال :**

DNA يحتوي 60 نيوكليوتيد ، احسب (في DNA كاملا / سلسلتين) :

(ملاحظة : كل سلسلة فيها 30 نيوكليوتيد)

1- عدد الروابط الاسترية ؟ (30 X 2) -1 = 59 59 + 59 = 118

2- عدد الروابط الفوسفاتية ثناية الاستر ؟ 30 -1 = 29 29 +29 = 58

- **سؤال :**

DNA يحتوي 40 نيوكليوتيد ، احسب (في DNA كاملا / سلسلتين) :

1- عدد الروابط الاسترية ؟

2- عدد الروابط الفوسفاتية ثناية الاستر ؟

- **سؤال :**

DNA نسبة T=20 % ، وعدد C= 120 ، أحسب :

1- عدد A ؟

نسبة T=A = 20% (20% +20% = 40% يبقى 60%)

نسبة G=C 30%

(بالضرب التبادلي : بين نسبة A X عدد C ثم نقسم على نسبة C)

(عددA = 20% X 120 ثم قسمة 30%) = 80

2- عدد الروابط الهيدروجينية ؟

ثلاث روابط بين G ، C 360 = 3 x120

رابطتين بين A ، T 160 =2 X 80

المجموع 520

3- عدد النيوكليوتيدات ؟ 400 (مجموع عدد A+T + G + C)

- **سؤال :**

DNA نسبة G=20 % ، وعدد T= 60 ، أحسب :

1- عدد C ؟

2- عدد الروابط الهيدروجينية ؟

3- عدد النيوكليوتيدات ؟

- **اتحقق ص 27 / كتاب الطالب : T T G T C G A A C**

مثال

حلّل باحث قطعتي DNA، فوجد أنّ نسبة الأدينين في القطعة الأولى هي (31%)، وأنّ 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، فإنّ نسبة الثايمين في القطعة الأولى هي (31%). ولإيجاد نسبة الثايمين في القطعة الثانية، أحسُبُ نسبة السايتوسين والغوانين فيها:

27% × 2 = 54%

ثم أطرح هذه النسبة من 100%:

100% - 54% = 46%

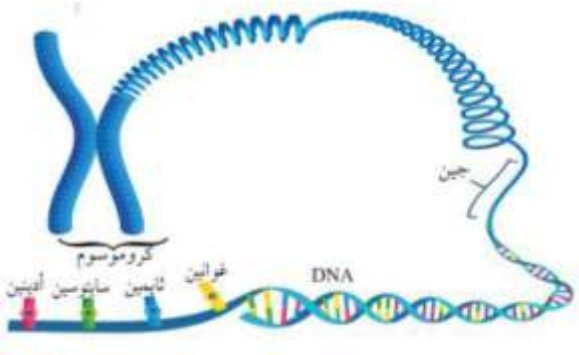
إذن، نسبة الثايمين والأدينين معًا هي (46%).

لإيجاد نسبة الثايمين، أقسم الناتج على 2:

46% / 2= 23%

إذن، نسبة الثايمين هي (23%).

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



- **الجين :**

يمثل وحدة المعلومات الوراثية .

جزء من DNA .

يحتوي على تسلسل محدد من النيوكليوتيدات .

تختلف الكروموسومات من حيث عدد الجينات

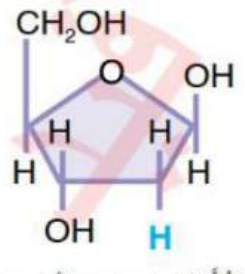
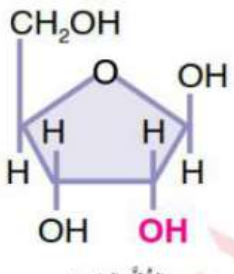
(بعضها يحمل الاف الجينات وبعضها يقل عددها عن الف)

<u>الحمض النووي الرايبوزي RNA :</u>

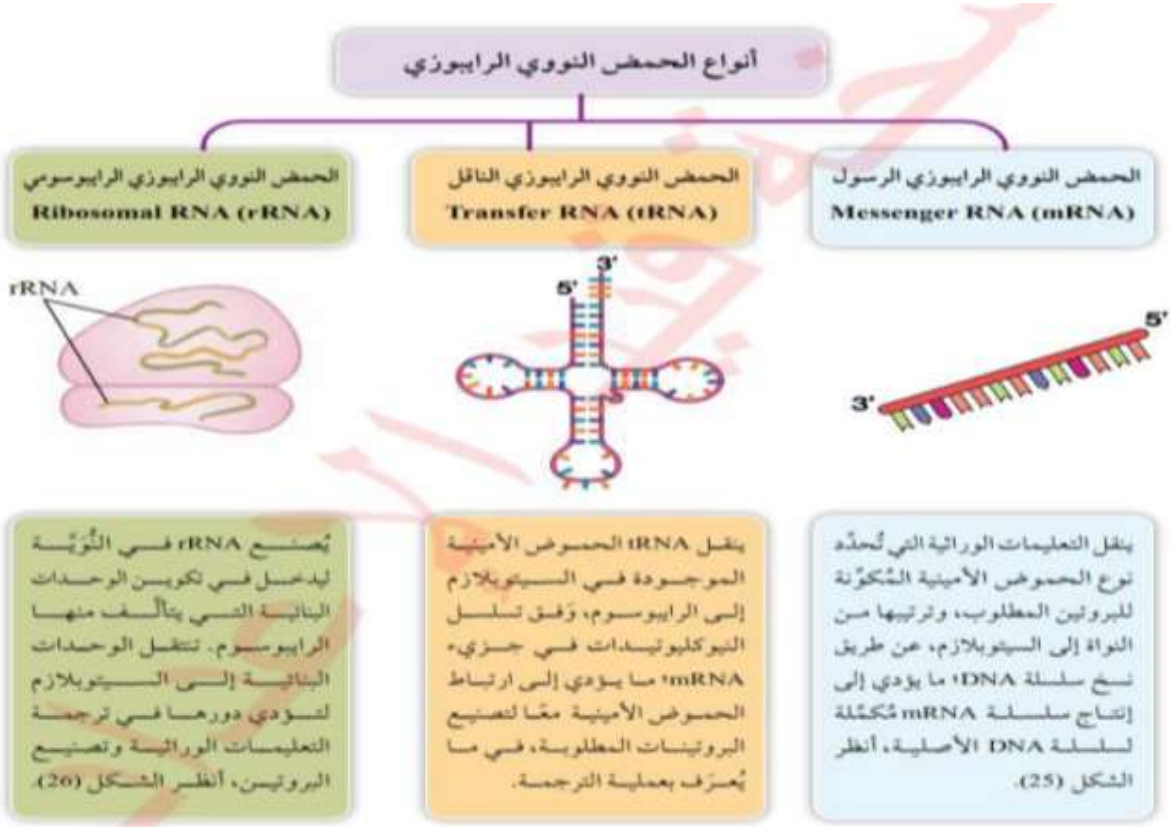
- **يسهم في عملية تصنيع البروتينات التي تحدث في السيتوسول وتحديدا في الرايبوسومات .**
- **يتكون غالبا من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات .**
- **بعض الفيروسات تحتوي على RNA يتكون من سلسلتين .**
- **في RNA قاعدة نيتروجينية يوراسيل U بدلا من T .**

- **اتحقق ص 30 / كتاب الطالب : (الوظيفة والقواعد النتيروجينية)**

وجه المقارنة	DNA	RNA
الاسم	حمض نووي ريبوزي منقوص اكسجين O_2	حمض نووي رايبوزي
الوظيفة	نقل الصفات الوراثية من الإباء الى الأبناء	يدخل في تركيب المادة الوراثية لبعض أنواع الفيروسات ويسهم في عملية بناء البروتينات
عدد السلاسل	2	واحدة دائماً وفي بعض أنواع الفيروسات يتكون RNA من سلسلتان
القواعد النيتروجينية الداخلة في التركيب	A , G , C , T	A , G , C , U

وجه المقارنة	DNA	RNA
تركيب السُّكَّر الرايبوزي في كلٍّ منهما	 السُّكَّر الرايبوزي منقوص الأكسجين	 السُّكَّر الرايبوزي

- **انواع RNA :**



سؤال الشكل 25 / ص 32 "

U G G U A G C C G U A C U G C U G

الشكل (25): عملية النسخ.

أكتب رمز النيوكليوتيد المناسب مكان كل علامة استفهام في سلسلة mRNA الناتجة من عملية النسخ.

سؤال الشكل 26 / ص 32 :

الحمض النووي الرايبوزي الرسول

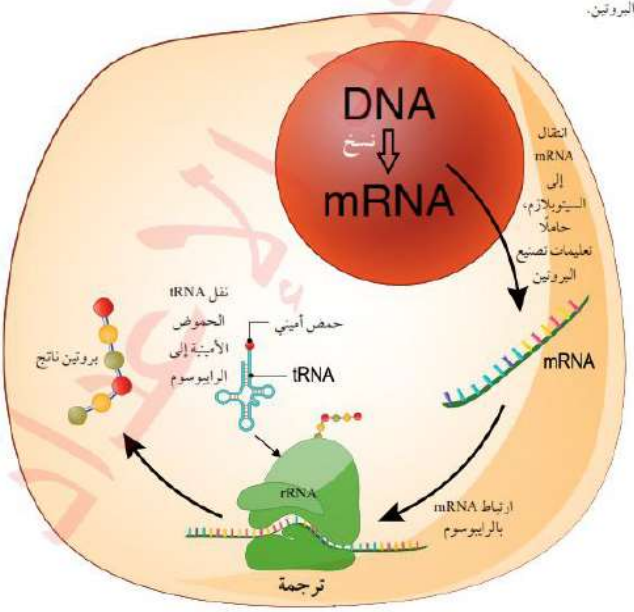
الحمض النووي الرايبوزي الناقل

الحمض النووي الرايبوزي الرايبوسومي

يُبيّن الشكل (26) مراحل تصنيع البروتينات بصورة مختصرة، وسأتعرّف لاحقًا مراحل تكوينها مُفصّلةً.

الشكل (26): مراحل تصنيع البروتين.

أحدّد الحموض النووية التي لها دور في تصنيع البروتين.



- **تحدث عملية تصنيع البروتين في السيتوسول وتحديدا في الرايبوسومات وتسهم الحموض النووية الثلاثة في عملية بناء البروتين ، وتشمل عملية تصنيع البروتينات مرحلتان رئيسيتان هما :**
  1. **النسخ في النواة**
  2. **الترجمة في السيتوسول وتحديدا في الرايبوسوم**

- **اسئلة مراجعة الدرس ص 33 / كتاب الطالب :**

1.

أ. الكربوهيدرات: تؤدي أدوارا عديدة في أجسام الكائنات الحية ومنها:

النشا: تخزين سكر الغلوكوز في النبات.

والغلايكوجين: تخزين الغلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها.

والسيليلوز: إكساب الجدر الخلوية في النباتات المرونة والقوة.

ب .البروتينات: تؤدي أدوارا عديدة في أجسام الكائنات الحية ومنها:

الهيموغلوبين: نقل الغازات في الدم.

والإنزيمات: تحفيز التفاعلات الكيميائية.

والأجسام المضادة: الإسهام في الاستجابة المناعية.

والمستقبلات البروتينية لبعض أنواع الهرمونات: استقبال المواد الكيميائية.

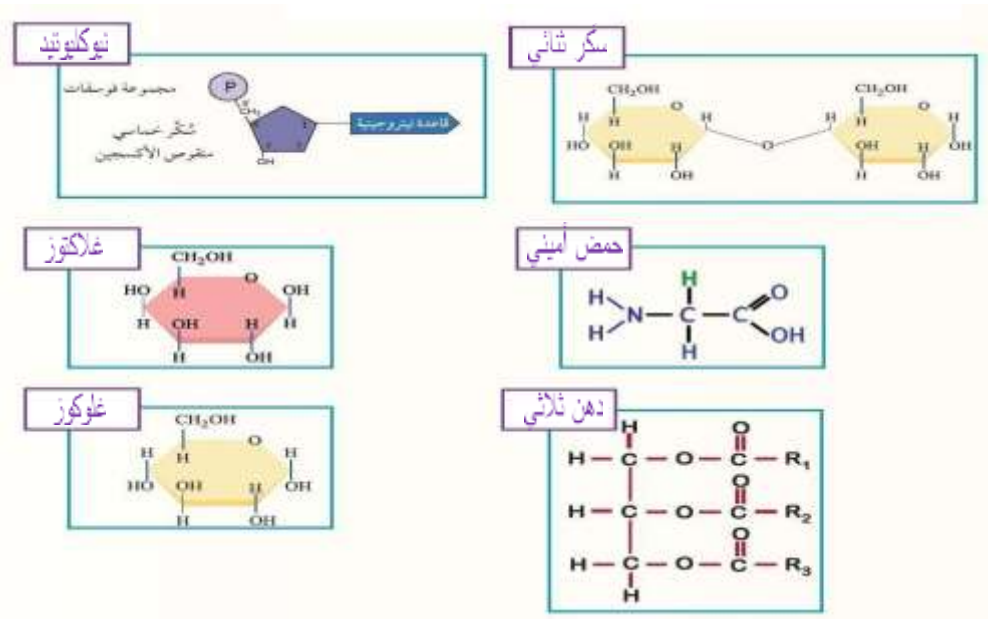
والكولاجين: منح الغضاريف المرونة والقوة.

وبروتين الميوغلوبين: حمل الأكسجين في العضلات.

ج. الليبيدات: تؤدي أدوارا عديدة في أجسام الكائنات الحية ومنها: تشكل طبقة عازلة تحت جلد الإنسان وبعض الحيوانات؛ ما يحول دون فقدان الحرارة من أجسامهم، وتدخل في تركيب الأغشية البلازمية، والهرمونات الستيرويدية، وفي تركيب الفيتامينات الذائبة في الدهون، وتعد الليبيدات أيضًا مصدر طاقة مهم للكائنات الحية.

د. الحموض النووية: DNA: نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء، و RNA: له دور مهم في عملية تصنيع بروتينات الخلية.

2.



3. أوجه الاختلاف:

- الأميلوبكتين: يتكوّن من سلاسل من الغلوكوز متفرعة في بعض المواقع، بينما يتكوّن الغلايكوجين من سلاسل من الغلوكوز كثيرة التفرع.
- أهمية الأميلوبكتين: تخزين الغلوكوز في النباتات، بينما أهمية الغلايكوجين: هي تخزين الغلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها.

4. عدد الحموض الأمينيّة هو 5، وعدد الروابط الببتيديّة هو 4.

5. (أ). دهن ثلاثي؛ حيث يتضح من الشكل أنه يتكوّن من اتحاد ثلاث جزيئات من الحموض الدهنية مع جزيء غليسرول.

(ب). ليبيد مفسفر؛ حيث يتضح من الشكل أنه يتكوّن من جزيء غليسرول مرتبط بمجموعة فوسفات، كما يرتبط جزيء الغليسرول بالوقت نفسه بجزيئين من الحموض الدهنية.

6. (أ). التركيب الرباعي يتكوّن من سلسلتين أو أكثر من عديد الببتيد، بينما التراكيب في المستويات الأخرى تتكوّن من سلسلة عديد ببتيد واحدة.

(ب). المجموعة الكيميائيّة التي ترتبط بالحلقة الرابعة.

7. تسهم الليبيدات في أكبادها في تكيفها للعيش في أعماق البحار؛ إذ تحوي أكبادها على نسبة ليبيدات مرتفعة ما يقلّل من كثافة أجسامها، ويُمكنها من الطفو والحفاظ على الارتفاع المناسب لها في الماء، دون بذل مجهود عضلي كبير، كوسيلة لتقليل استهلاك الطاقة في بيئاتها الفقيرة بالغذاء.

8.

مُولدات الضد لدى المُتبرّع الذي فصيلة دمه A^-	الأجسام المضادة لدى المُستَقبل الذي فصيلة دمه B^-
A	Anti-A

لا يمكن، وذلك لأن الأجسام المضادة Anti-A من دم المُستَقبَل سترتبط مع مولّدات الضد A على سطوح خلايا الدم الحمراء للمُتبرّع مسببة تحللها؛ ما يؤدي إلى ظهور أعراض عديدة على المريض (المُستقبِّل)، مثل: القشعريرة، والحمى، وقد يصاب بقصور في وظائف الكُلى، وقد يؤدي ذلك إلى وفاته.

9. (أ). الحموض الأمينية: ببتيدية.

(ب) الحموض الدهنية والغليسرول: إسترية.

10. روابط هيدروجينية.

11. في النهاية (5′) ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (5) من جزيء سكر الرايبوز منقوص الأكسجين بينما في (3′) ترتبط مجموعة الهيدروكسيل بذرة الكربون رقم (3) من جزيء سكر رايبوزي منقوص الأكسجين.

12. (أ). الخميرة.

(ب). 17.1%

(ج). نسبة الأدينين مساوية تقريبًا لنسبة الثايمين، ونسبة الغوانين مساوية تقريبًا لنسبة السايتوسين

(النسب لم تكن متطابقة تماماً بسبب ضعف التقنيات المستخدمة في ذلك الزمان)

13. الإجابات كالتالي:

1	2	3	4	5
أ	د	ب	ب	ج

انتهى الدرس الأول