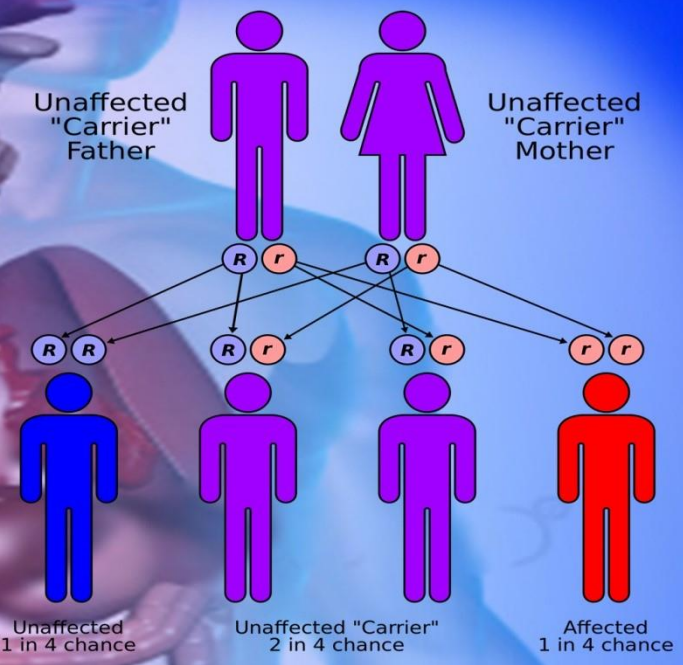
العلوم الحياتية

للصف الثاني الثانوي العلمي

المناهج الجديدة



إعداد المعلم

حسام عياش

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم صل على سيدنا محمد وعلى اله وصحبه وسلم

طلابنا الاعزاء اضع بين أيديكم دوسية مادة الأحياء للصف الثاني ثانوي علمي ومهني بحيث تحمل جميع أفكار الكتاب بالاضافة ألى أمثلة محلولة على عمليات تزاوج مختلفة في الوراثة .

و تحتوي على أسئلة تعليل وتفسير لمبادىء مختلفة في الوراثة و العمليات الحيوية .و تحتوي على الرسومات الموجودة في الكتاب لتسهيل الفهم على الطالب و جداول المقارنات و أسئلة متنوعة وردت في اسئلة الكتاب وفي امتحانات وزارية لسنوات سابقه وان شاء الله ان تكون ذات فائدة مطلقة وكاملة لجميع الطلاب على مستوى المملكة والله الموفق وهو من وراء القصد .وتشمل هذه الدوسية منهاج جيل 2003 وجيل 2002 وجيل 2001وجيل 2000 كما تم توضيح المحذوف من المادة كمطالعة ذاتية

للتواصل مع الاستاذ **حسام عياش** اذكر لكم اسماء المدارس والمراكزالتي اعمل بها

1-مدارس ورياض جامعة الزرقاء الخاصة
2- مدارس المحور الدولية
3-مدارس نور القبس النموذجية
4- مركز الطلبة الاوائل / ياجوز
5- مركز رواد الاتحاد / الشميساني
6- مركز الهندي / الهاشمي الشمالي
7- مركز الاكاديمية العلمية / مرج الحمام
8- مركز شعلة المعرفة / طبربور
9- مركز المعرفة / جبل الحسين
10- مركز الهدى والنور / الزرقاء
11- مركز درب الكمال / جبل عمان
12- مركز الأذكياء / الجاردنز
13- مركزالشعلة / النزهة دوار النزهة
14 – مركز ناسا / جرش

شرح كامل للمادة ببطاقة تفاعلي او مسجل

على منصة جو أكاديمي

بأشراف : الأستاذ حسام عياش

للتواصل مع الأستاذ : حسام عياش

(حسام عياش أحياء) : FaceBook

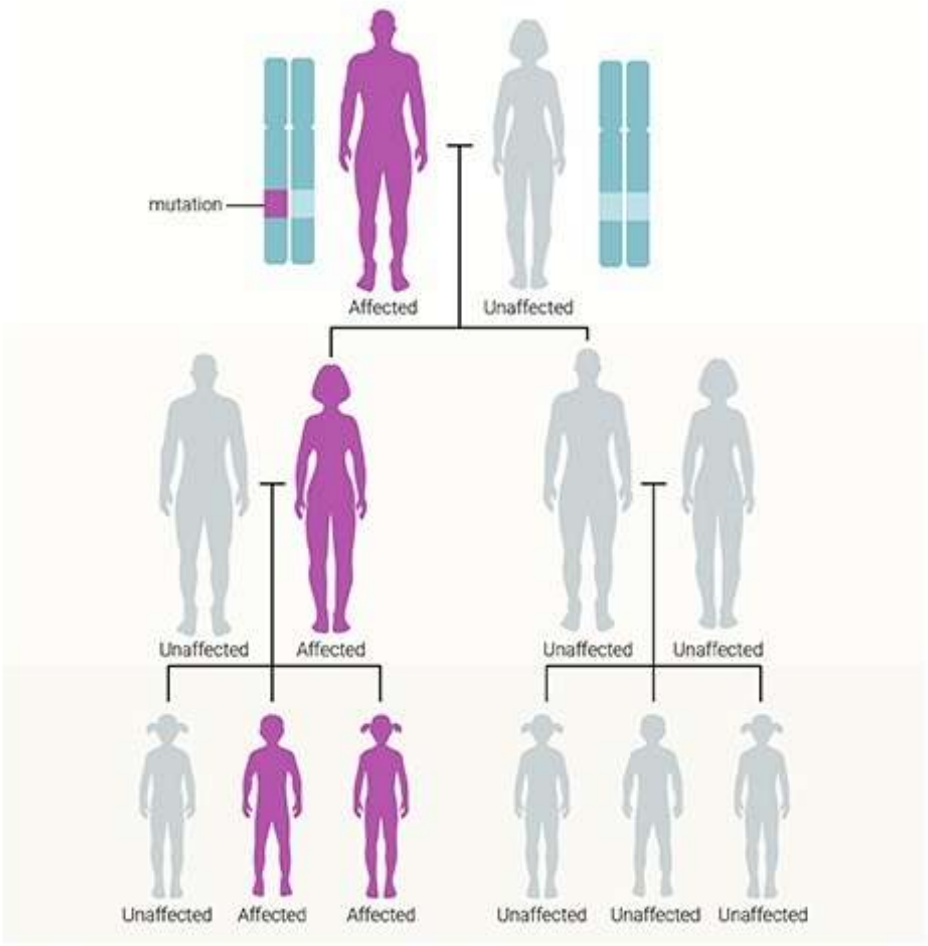
ملحوظة : حل اسئلة الكتاب وحل اسئلة الوزارة للسنوات السابقة موجودة ملف Pdf على صفحة (حسام عياش أحياء)

وعلى ملفات الدورة الخاصة

بالأستاذ حسام عياش على منصة جوأكاديمي

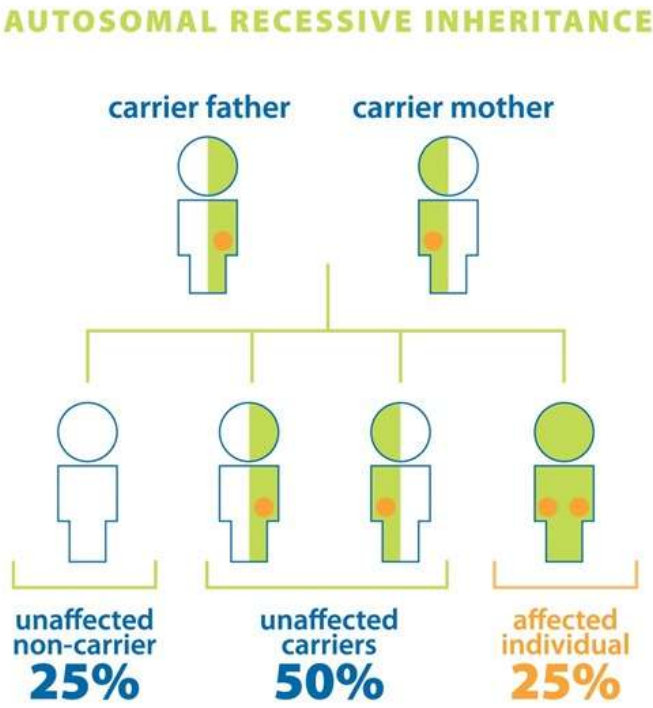
الوحدة الأولى

الـوراثـــــــة



الفصل الأول

وراثة الصفات



وحدة الوراثة / (فصل وراثة الصفات)

- **علم الوراثة** : علم يختص بدراسة آلية انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء عبر الأجيال .
- الصفة الوراثية يتحكم في ظهورها جين واحد على الأقل . (الجينات تتحكم في الصفات الوراثية)
- الجين له شكلان كل منهما يسمى أليل .
- **الأليل** : هو أحد أشكال جين ما يحدد صفة وراثية معينة ، قد يكون سائد و قد يكون متنحي .
- يرمز لأليل الصفة السائدة بحرف كبير ، و يرمز لأليل الصفة المتنحي بحرف صغير.

- الصفة الوراثية تتمثل بزوج من الأليلات المتقابلة في الفرد.
- **الصفة النقية** : هي زوج من الأليلات المتقابلة المتماثلة .
- **الصفة الغير نقية (الخليطة)** : هي زوج من الأليلات المتقابلة الغير متماثلة .
- الجاميت يحمل من الصفة الوراثية أليل واحد فقط لكل صفة .
- عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية 2ن ، الجاميت 1ن .

- **الطرز الجينية** : هي التراكيب الجينية المحمولة على الكروموسوم و تحدد صفة وراثية معينة .
- **الطرز الشكلية** : هي ترجمة الطرز الجينية إلى صفات مظهرية تظهر على الكائن الحي .

- **مبدأ السيادة التامة** :يظهر تأثير أليل الصفة السائدة و يختفي تأثير أليل الصفة المتنحية .
- الصفة السائدة قد تكون نقية (متماثلة الأليلات) مثل TT
  أو قد تكون غير نقية (غير متماثلة الأليلات) مثل Tt .
- الصفة المتنحية دائماً و أبداً نقية (متماثلة الأليلات) مثل tt .
- لظهور الصفة السائدة يجب توافر أليل سائد واحد فقط .
- لظهور الصفة المتنحية يجب توافر زوج من الأليلات المتنحية .

- **قانون مندل الأول (انعزال الصفات)** : ينفصل الأليلان المتقابلان للصفة الواحدة عن بعضهما عند تكوين الجاميتات في الانقسام المنصف .

- حلقة الوصل بين الآباء و الأبناء الجاميتات ، و هي نوعان :
1- جاميتات ذكرية تسمى (حيوان منوي) في الحيوانات ، و (حبة لقاح) في النباتات .
2- جاميتات أنثوية تسمى (بويضات) في جميع الكائنات .

- الأليلان المتقابلان يكونان محمولان على كروموسومان متماثلان وعلى نفس الموقع الكروموسومي .

رمز الذكر	رمز الأنثى	رمز التزاوج
⇩	⇩	⇩
♂	♀	⊗

- الصفات المندلية التي درسها مندل على نبات البازيلاء . (**مطلوب حفظ هذه الصفات**)

الصفة	لون الزهرة	لون البذرة	شكل البذرة	لون القرون	شكل القرون	موقع الزهرة	طول الساق
الصفة السائدة	أرجواني	أصفر	أملس	أخضر	ممتلئ (أملس)	محوري	طويل
الصفة المتنحية	أبيض	أخضر	مجعد	أصفر	مجعد	طرفي	قصير

مثال : **(تجربة مندل الاولى)** أجري تزاوج بين نباتي بازيلاء أحدهما طويل متماثل الأليلات (TT) مع قصير (tt) ، أوجد الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول .

الحل :

♂ ⊗ ♀

طويل — قصير — طرز شكلية آباء

TT — tt — طرز جينية آباء

1T — 1t — طرز جينية جاميتات للأبوين

1 Tt — طرز جينية أبناء F1

100% طويل ساق — طرز شكلية أبناء F1

- **فسر** . تشابه الأفراد في الطراز الشكلي و اختلافهم في الطراز الجيني .

الجواب : ذلك حسب مبدأ السيادة التامة يظهر أثر الأليل السائد و يختفي أثر الأليل المتنحي .
مثلاً (Tt) طويل ساق بسبب ظهور أثر أليل طويل الساق و اختفاء أثر أليل قصير الساق ،
و النبات (TT) أيضاً طويل ساق .

سؤال : كيف حافظ العرب القدامى على انساب و صفات الخيول .

1- تكثيرها من سلالات الخيول المميزة بشكلها و قوتها .
2- عدم اختلاطها بالسلالات الأخرى .

و هذا يعد تطبيق عملي لمبادئ علم الوراثة .

مثال : تزوج شاب عسلي عيون من فتاه عسلية عيون أنجبا طفل ازرق عيون . أوجد باستخدام رموز مناسبة الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول .

** نفرض أليل اللون العسلي A و الأزرق a (لو كان اللون العسلي متنحي لظهرت جميع الأبناء باللون العسلي)

الحل :

	♂	ⓧ	♀	
طفل ازرق aa	عسلي		عسلي	طرز شكلية آباء
	Aa		Aa	طرز جينية آباء
	1/2 A , 1/2 a		1/2A , 1/2 a	طرز جينية جاميتات للأبوين

طرز جينية أبناء F1

♂ / ♀	1/2 A	1/2 a
1/2 A	1/4 AA	1/4 Aa
1/2 a	1/4 Aa	1/4 aa

طرز شكلية أبناء (3/4) >> 75 % عسلي عيون
(1/4) >> 25% أزرق عيون

تظهر النسبة بالتقسيم على الرقم الاصغر **1 : 3**

ملاحظة : تجربة مندل الاولى

قام مندل بتجربة تزاوج بين نباتين احدهما طويل الساق متماثل اليلات و الآخر قصير الساق متماثل الأليلات و كانت جميع الأفراد الناتجة طويلة الساق . و استنتج من ذلك مبدأ السيادة التامة (ظهور تاثير اليل الصفة السائدة واختفاء تاثير اليل الصفة المتنحية) وتوصل من خلاله إلى قانون انعزال الصفات .

مثال : شاب قادر على تذوق اللسان تزوج فتاة غير قادرة على تذوق اللسان و كان أليل القدرة على تذوق اللسانR و أليل عدم القدرة r إذا كانت والدة الشاب غير قادرة على تذوق اللسان و والد الفتاة قادر على تذوق اللسان أوجد ما يلي :

أ- الطراز الجيني للشاب و الفتاة .
ب- الطراز الجيني لوالدي الشاب
ج- الطراز الجيني المحتمل لوالدي الفتاة
د- احتمال إنجاب الشاب و الفتاة طفلة غير قادرة على تذوق اللسان .

الحل :

أ- الطراز الجيني للشاب Rr / الفتاة rr

ب- الطراز الجيني لوالد الشاب RR أو Rr / والدة الشاب rr

ج- الطراز الجيني لوالد الفتاة Rr / والدة الفتاة Rr أو rr

د-

	♀	⊗	♂
طرز شكلية آباء	غير قادرة		قادر
طرز جينية آباء	rr		Rr
طرز جينية جاميتات للأبوين	1r		1/2 R , 1/2 r
طرز جينية أبناء F1	1/2 Rr		1/2 rr
طرز شكلية أبناء F1	50 % قادر		%50 غير قادر

1 : 1

* احتمال إنجاب طفلة غير قادرة على تذوق اللسان

(% 25) 1/4 = 1/2 * 1/2

** **ملاحظة** : عندما يطلب الجنس (ذكر او انثى) مع الاحتمال نضرب الاحتمال المطلوب بـِ 1/2 .

**** ملاحظات هامة على توارث صفة واحدة على مبدأ السيادة التامة :**

1- النسب التي تظهر في الطرز الشكلية للأبناء . **(مطلوب حفظ هذه النسب)**

0

الطرز الشكلية للأبناء	الطرز الجينية للأباء
1 : 3	Tt x Tt سائد غير نقي سائد غير نقي
1 : 1	tt x Tt متنحي سائد غير نقي
100% سائد	TT x أي طراز جيني سائد نقي
100 % متنحي	tt x tt متنحي متنحي

2- ظهور نسبة 1 : 3 لا يعني أن يكون 3 أبناء سائد و ابن واحد متنحي بل هذه النسبة لكل محاولة إنجاب يعني نسبة ظهور الصفة السائدة في الأبناء 75 % و نسبة ظهور الصفة المتنحية 25 %
و كل محاولة إنجاب **مستقلة** عن المحاولات الأخرى .

3- تقترب النسب الفعلية من النسب المتوقعة كلما زاد عدد المحاولات .

4- قد تختلف نسب الطرز الجينية عن نسب الطرز الشكلية لنفس الأبناء ؛ لأنها قد تتشابه في الطراز الشكلي و تختلف في الطراز الجيني حسب مبدأ السيادة التامة المذكور سابقاً .

ملاحظة : تجربة مندل الثانية

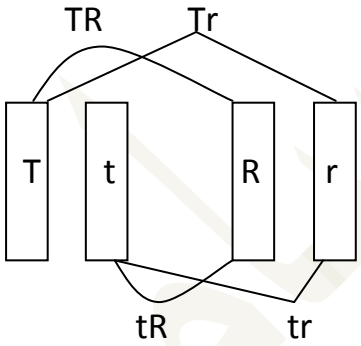
قام مندل بإجراء تزاوج بين نباتين احدهما أخضر القرون أملس البذور و الآخر أصفر القرون مجعد البذور كلاهما متماثل الاليلات فكانت أفراد الجيل الأول جميعها خضراء قرون ملساء البذور (GgRr) ، و عند إجراء تلقيح ذاتي لأفراد الجيل الأول نتجت أفراد الجيل الثاني بنسبة 9 : 3 : 3 :1 و من خلال هذه النتيجة توصل إلى قانون مندل الثاني >> التوزيع الحر.

ملاحظة : الطراز الجيني للفرد يحمل من كل صفة اليلان متقابلان مثل (AaBb او Aabb او Aa)

اما الطراز الجيني للجاميت فيحمل من كل صفة اليل واحد فقط مثل (AbT او ATr او Ar او b)

قانون التوزيع الحر : (قانون مندل الثاني)

- يستخدم لاستخراج الطرز الجينية للجاميتات في حال دراسة صفتين أو أكثر .
- تكمن أهميته انه من أهم مصادر التنوع الوراثي في الكائنات الحية .
- **نص القانون :** ينفصل زوج الأليلان لكل صفة وراثية و يتوزعان بشكل مستقل عن الأليلات الصفات الأخرى عند تكوين الجاميتات في الانقسام المنصف .



- اظهرت نتائج تجارب مندل انها تنفصل الكروموسومات و ما تحمله من أليلات أثناء الانقسام المنصف و توزعها على الجاميتات بشكل مستقل ليس شرط أن تظهر اليلات الصفات السائدة معاً او المتنحية معاً .

سؤال/ أوجد الطرز الجينية للجاميتات و عدد أنواع الجاميتات لكل من الطراز الجيني الآتي :

$2^{x}\ 2 = 4$ أنواع من الجاميتات

1- TtRr

1/2R = 1/4 TR
1/2 T
1/2r = 1/4 Tr
1/2 R = 1/4 tR
1/2 t
1/2 r = 1/4tr

الطرز الجينية للجاميتات

$2^{x}\ 1 = 2$ نوعان من الجاميتات

2- Ttrr

1/2T ——1r = 1/2 Tr
1/2 t ——1r = 1/2 tr

الطرز الجينية للجاميتات

أنواع الجاميتات 4 = 2 x 2 x 1

3- ttRrBb

1/2 R — 1/2 B — 1t = 1/4 RBt
1/2 R — 1/2 b — 1t = 1/4 Rbt
1/2 r — 1/2 B — 1t = 1/4 rBt
1/2 r — 1/2 b — 1t = 1/4 rbt

الطرز الجينية للجاميتات

أنواع الجاميتات 8 = 2 x 2 x 2

4- TtRrBb

1/2 T — 1/2 R — 1/2 B = 1/8 TRB
1/2 T — 1/2 R — 1/2 b = 1/8 TRb
1/2 T — 1/2 r — 1/2 B = 1/8 TrB
1/2 T — 1/2 r — 1/2 b = 1/8 Trb
1/2 t — 1/2 R — 1/2 B = 1/8 tRB
1/2 t — 1/2 R — 1/2 b = 1/8 tRb
1/2 t — 1/2 r — 1/2 B = 1/8 trB
1/2 t — 1/2 r — 1/2 b = 1/8 trb

طرز الجينية للجاميتات

أنواع الجاميتات 4 = 2 x 1 x 2 x 1

5- TtrrBbGG

1/2 T — 1/2 B — 1r — 1G = 1/4 TBrG
1/2 T — 1/2 b — 1r — 1G = 1/4 TbrG
1/2 t — 1/2 B — 1r — 1G = 1/4 tBrG
1/2 t — 1/2 b — 1r — 1G = 1/4 tbrG

طرز الجينية للجاميتات

نوع واحد من الجاميتات 1 = 1 x 1 x 1

6- ttRRbb ⟶ 1tRb

ملاحظة : دائماً احتمال الجاميت هو $\frac{1}{\text{عدد أنواع الجاميتات}}$

مثال : **(تجربة مندل الثانية)** أجري تزاوج بين نباتين أحدهما أخضر القرون أملس البذور و الآخر أصفر القرون مجعد البذور كلاهما متماثل الأليلات للصفتين معاً .
(إذا علمت أن أليل القرون الخضراء G سائد على أليل القرون الصفراء g ، و أليل البذور الملساء R سائد على أليل البذور المجعدة r) . فأوجد الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول و الجيل الثاني الناتجين من هذا التزاوج ؟

الحل :

♂ ⊗ ♀

اخضر قرون أملس بذور		أصفر قرون مجعد بذور	طرز شكلية آباء
GGRR		ggrr	طرز جينية آباء
1GR	⊗	1gr	طرز جينية جاميتات للأبوين
1GgRr			طرز جينية أبناء F1
اخضر قرون أملس بذور			طرز شكلية أبناء F1

♂ ⊗ ♀

أخضر قرون أملس بذور		أخضر قرون أملس بذور	طرز شكلية آباء
GgRr		GgRr	طرز جينية آباء
1/4 GR , 1/4 Gr 1/4 gR , 1/4gr	⊗	1/4 GR , 1/4 Gr 1/4 gR , 1/4 gr	طرز جينية جاميتات للأبوين

طرز جينية أبناء F2

♂ / ♀	1/4 GR	1/4 Gr	1/4 gR	1/4 gr
1/4 GR	1/16 GGRR	1/16 GGRr	1/16 GgRR	1/16 GgRr
1/4 Gr	1/16 GGRr	1/16 GGrr	1/16 GgRr	1/16 Ggrr
1/4 gR	1/16 GgRR	1/16 GgRr	1/16 ggRR	1/16 ggRr
1/4 gr	1/16 GgRr	1/16 Ggrr	1/16 ggRr	1/16 ggrr

طرز شكلية أبناء F2

9/16 أخضر قرون أملس بذور
3/16 أخضر قرون مجعد بذور
3/16 أصفر قرون أملس بذور
1/16 أصفر قرون مجعد بذور

** النسبة **1 : 3 : 3 : 9**

مثال : أجري تزاوج بين شاب عيونه عسلية قادر على ثني اللسان من فتاة عيونها عسلية غير قادرة على ثني اللسان و كان أحد الأفراد الناتجين عيونه زرقاء غير قادر على ثني اللسان .
(إذا علمت أن أليل العيون العسلية A سائد على أليل العيون الزرقاء a ، و أليل قدرة ثني اللسان R سائد على أليل عدم القدرة على ثني اللسان r) أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأفراد الناتجين ؟

الحل :

♂ عسلي عيون قادر على ثني اللسان AaRr

⊗

♀ عسلية عيون غير قادر على ثني اللسان Aarr

طفل ازرق عيون غير قادر على ثني اللسان aarr

♂ 1/4 AR , 1/4 Ar , 1/4 aR , 1/4 ar

⊗

♀ 1/2 Ar , 1/2 ar

طرز شكلية آباء

طرز جينية آباء

طرز جينية جاميتات للأبوين

طرز جينية أبناء F1

♂ / ♀	1/4 AR	1/4 Ar	1/4 aR	1/4 ar
1/2 Ar	1/8 AARr	1/8 AArr	1/8 AaRr	1/8 Aarr
1/2 ar	1/8 AaRr	1/8 Aarr	1/8 aaRr	1/8 aarr

طرز شكلية أبناء F1

3/8 عسلي عيون قادر على ثني اللسان
3/8 عسلي عيون غير قادر على ثني اللسان
1/8 ازرق عيون قادر على ثني اللسان
1/8 ازرق عيون غير قادر على ثني اللسان

النسبة **1 : 1 : 3 : 3**

- ما احتمال إنجاب أفراد ذكور عسلي عيون قادر على ثني اللسان = 3/16
- ما احتمال إنجاب أفراد إناث غير قادرة على ثني لسانها = 4/16 = 1/4

سؤال : في أحد أنواع القوارض أليل الشعر الأسود B سائد على أليل الشعر الأبيض b ، و أليل الشعر الأملس S سائد على أليل الشعر المجعد s .
أجري تزاوج بين فرد اسود الشعر أملس (غير متماثل الصفتين) و الأخر أبيض الشعر مجعد .
اوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبناء الناتجين .

الحل :

♂	⊗	♀	
اسود الشعر أملس		أبيض الشعر مجعد	طرز شكلية آباء
BbSs		bbss	طرز جينية آباء
1/4 BS , 1/4 Bs	⊗	1bs	طرز جينية جاميتات للأبوين
1/4 bS , 1/4 bs			

♂ / ♀	1/4BS	1/4 Bs	1/4 bS	1/4 bs
1bs	1/4 BbSs	1/4Bbss	1/4 bbSs	1/4 bbss

طرز جينية أبناء F1

طرز شكلية أبناء F1

1/4 (25 %) اسود شعر أملس
1/4 (25 %) اسود شعر مجعد
1/4 (25 %) ابيض شعر أملس
1/4 (25 %) ابيض شعر مجعد

النسبة 1 : 1 : 1 : 1

** النسب التي تظهر في الأبناء عند دراسة صفتين على مبدأ السيادة التامة :

1) 9 : 3 : 3 : 1 >> TtRr ⊗ TtRr
سائد غير نقي الصفتين ⊗ سائد غير نقي الصفتين

2) 3 : 3 : 1 : 1 >> TtRr ⊗ Ttrr أو ttRr
سائد غير نقي الصفتين ⊗ سائد غير نقي لصفة و الصفة الأخرى متنحية

3) 1 : 1 : 1 : 1 >> أ) TtRr ⊗ ttrr (سائد غير نقي الصفتين x متنحي للصفتين)
حالتان ب) Ttrr ⊗ ttRr (سائد غير نقي ومتنحي x متنحي وسائد غير نقي)

مثال : أدرس مربع بانيت المجاور إذا علمت أن أليل طول الساق (T) سائد على أليل قصر الساق (t) , و أليل البذور الملساء (R) سائد على أليل البذور المجعدة (r) .

الجاميتات ← / ↓				
				4 ttRr
	1 TtRR	2	3	
	5	6 Ttrr	7 ttRr	8

أوجد :

أ- الطرز الجينية لجاميتات الأبوين للصفتين معاً .

ب- الطرز الجينية للأبوين للصفتين معاً .

ج- الطرز الشكلية للأبوين للصفتين معاً .

د- احتمال إنجاب أفراد تحمل الطراز الشكلي للفرد رقم 5 .

ه- احتمال إنجاب أفراد تحمل الطراز الجيني للفرد رقم 5 .

و- احتمال إنجاب أفراد طويلة ساق من تزاوج فرد رقم 1 مع فرد رقم 6 .

الحل :

أ- طرز جينية جاميتات للأبوين >> احد الأبوين (TR / Tr / tR / tr)

الآخر (tR / tr)

ب- طرز جينية للأبوين >> أحد الأبوين (TtRr) و الآخر (ttRr)

ج- طرز الشكلية للأبوين >> أحد الأبوين (طويل ساق أملس بذور) و الآخر (قصير ساق أملس البذور)

د- 3/8

ه- 2/8 = 1/4

و- 3/4

- **ملاحظة** : لاستخراج الطراز الجيني للاب من الطرز الجينية للجاميتات نأخذ كل حرف واذا وجد حرف اخر غيره نكتبه واذا لم يوجد غيره نكرره

مثال : الطراز الجيني للجاميتات (AbT, Abt , abT , abt) فأن الطراز الجيني للاب يكون (AabbTt)

مثال : عند تلقيح نبات بازيلاء محوري أزهار أرجواني و الآخر مجهول . ظهرت الأبناء كما يلي :

1- 25 نبات محوري ارجواني الأزهار
2- 20 نبات محوري ابيض الأزهار
3- 7 نبات طرفي ارجواني الأزهار
4- 9 نبات طرفي ابيض الأزهار

أوجد :
أ- الطراز الجيني و الشكلي للأب المجهول .
ب- الطراز الجيني للأب المعلوم.
ج- احتمال إنجاب أفراد محورية أرجوانية الأزهار .
د- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الأب المعلوم .

أليل محوري الأزهار A / طرفي الأزهار a
أليل أرجواني الأزهار P / أبيض الأزهار p

** ندرس كل صفة على حدى .

محوري : طرفي
45 : 16
16 16

النسبة 3 : 1

إذن الأبوين Aa ⓧ Aa
محوري محوري
أب معلوم أب مجهول

ارجواني : أبيض
32 : 29
29 29

النسبة 1 : 1

إذن الأبوين Pp ⓧ pp
أرجواني أبيض
أب معلوم أب مجهول

الحل :

أ- Aapp محوري الأزهار أبيض . (بنجمع الاباء المجهولين معا)

ب- AaPp محوري الأزهار أرجواني . (بنجمع الاباء المعلومين معاً)

ج- احتمال محوري الأزهار أرجواني = 3/8 .

د- AP / Ap / ap / aP .

ملاحظة : عند استخراج الاحتمال نأخذ احتمال كل صفة لوحدها ونضربهما معاً . ونستخرج الاحتمال لكل صفة من النسب التي حصلنا عليها بعد القسمة على الرقم الاصغر

- المقصود بالاب المعلوم هو الاب المعطى في السؤال

مثال : أجري تلقيح بين نباتين أحدهما قصير ساق ممتلئ القرون و الآخر مجهول نتجت الأبناء بالأعداد الآتية :

1- 122 طويل ممتلئ قرون .
2- 120 طويل مجعد قرون .

إذا علمت أن أليل القرون الممتلئة (B) و القرون المجعدة (b) ، و أليل طول الساق (T) و قصر الساق (t) أوجد ما يلي :
أ- الطرز الجينية و الشكلية للأب المجهول .
ب- الطرز الجينية للأب المعلوم .
ج- احتمال إنجاب أفراد قصيرة ساق مجعدة قرون .
د- احتمال انجاب افراد طويلة ساق ممتلئة القرون .

الحل : طويل : قصير
242 : صفر

النسبة % 100

إذن الأبوين TT ⊗ أي طراز جيني آخر
طويل قصير
أب مجهول أب معلوم
⇩
tt

ممتلئ : مجعد
122 : 120

النسبة 1 : 1

إذن الأبوين Bb ⊗ bb
ممتلئ مجعد
أب معلوم أب مجهول

أ- أب مجهول TTbb طويل مجعد .

ب- أب معلوم ttBb .

ج- صفر %

د- 1/2 = %50

- وراثة الصفات الغير مندلية

أ- الصفات ذات السيادة المشتركة : لا يسود أليل على آخر. وظهور أثر الأليان معاً في الطراز الشكلي دون اختفاء تأثير أي منهما

مثال : في نبات الكاميليا أليل ازهار الحمراء (C^R) و أليل الأزهار البيضاء (C^W) عند إجراء تلقيح بين نباتين أحدهما أحمر الأزهار و الآخر أبيض الأزهار نتجت أفراد الجيل تحمل أزهارها بتلات حمراء و أخرى بيضاء في نفس الزهرة . أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأفراد الجيل الثاني الناتجين .

الحل: ♂ ⓧ ♀

زهرة حمراء و بيضاء	زهرة حمراء البيضاء	طرز شكلية آباء
C^RC^W	C^RC^W	طرز جينية آباء
$1/2\,C^R$, $1/2\,C^W$	$1/2\,C^R$, $1/2\,C^W$	طرز جينية جاميتات للأبوين

♂ / ♀	$1/2\,C^R$	$1/2\,C^W$
$1/2\,C^R$	$1/4\,C^RC^R$	$1/4\,C^RC^W$
$1/2\,C^W$	$1/4\,C^RC^W$	$1/4\,C^WC^W$

طرز جينية أبناء

طرز شكلية أبناء

- 1/4 (25 %) أزهار حمراء
- 1/4 (25%) أزهار بيضاء
- 1/2 (50 %) أزهار حمراء و بيضاء معاً

النسبة **1 : 2 : 1** تظهر هذه النسبة فقط عند دراسة صفة واحدة في السيادة المشتركة .

**** ملاحظة : السيادة المشتركة تستخدم فيها أحرف كبيرة فقط .**

ب - الأليلات المتعددة : يتحكم في وراثة الصفة أكثر من أليلين و يحمل الفرد في الخلية الجسمية أليلين فقط من هذه الأليلات.

- يتحكم أليل I^A بوجود بروتين سكري (تكوين مولد ضد A) على سطح خلية الدم الحمراء من نوع A .
- يتحكم أليل I^B بوجود بروتين سكري (تكوين مولد ضد B) على سطح خلية الدم الحمراء من نوع B .
- أليل I وجود بروتين سكري (مولد ضد) على سطح الخلية الحمراء .
- أليل i عدم وجود بروتين سكري (مولد ضد) على سطح الخلية الحمراء .

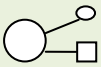
علل : توارث فصائل الدم على السيادة المشتركة و الأليلات المتعددة .

الحل :

أ - السيادة المشتركة : عندما يلتقي الاليلين I^A مع I^B يظهر تأثيرهما معاً دون اختفاء تأثير أي منهما (وجود مولد ضد A و B) فصيلة دم (AB) .

ب - الأليلات المتعددة : يتحكم في وراثة فصائل الدم أكثر من أليلين وهي (I^A / I^B / i) و يحمل الفرد في الخلية الجسمية أليلين فقط من هذه الاليلات . كما يوضح الجدول الآتي :

* **ملاحظة :** غياب الاليلين I^A و I^B فلا يظهر على سطح خلية الدم الحمراء اي من مولدات الضد A , B فيكون الطراز الجيني ii

فصيلة الدم	نوع مولد الضد على سطح الخلية الحمراء	الطراز الجيني
A		I^AI^A / I^Ai
B		I^BI^B / I^Bi
AB		I^AI^B
O		ii

- سبب تصنيف فصائل الدم حسب نظام (ABO) :
وجود مولد ضد A فقط أو وجود مولد ضد B فقط على سطح خلية الدم الحمراء أو وجود كلا المولدان A ، B أو عدم وجود أي منهما على سطح خلية الدم الحمراء .

* **ملاحظة** : اذا سأل عن توارث فصائل الدم بشكل عام اليلات متعددة اما فصيلة دم AB سيادة مشتركة

مثال : تزوج شاب دمه A بفتاة دمها AB أنجبا طفل دمه B أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبناء .

الحل : ♂ ⊗ ♀

طفل دمه B	$I^B i$	$1/2\ I^A$, $1/2\ i$	طرز جينية جاميتات للأبوين
		A	طرز شكلية آباء
		$I^A i$	طرز جينية آباء
		AB	
		$I^A I^B$	

♀ \ ♂	$1/2\ I^A$	$1/2\ i$
$1/2\ I^A$	$1/4\ I^A I^A$	$1/4\ I^A i$
$1/2\ I^B$	$1/4\ I^A I^B$	$1/4\ I^B i$

طرز جينية أبناء F1

طرز شكلية أبناء F1 B %25 , AB %25 , A %50

سؤال : شاب والدته A متماثلة الجينات تزوج فتاة دمها A وكان والد الفتاة دمه B ، فأنجبا طفل دمه O .
أوجد الطرز الجينية المحتملة لكل من الشاب و الفتاة و كلا والديهما .

الحل :
- الشاب : $I^A i$ - الفتاة : $I^A i$
- والدة الشاب : $I^A I^A$ - والد الشاب : ii / $I^A i$ / $I^B i$
- والد الفتاة : $I^B i$ - والدة الفتاة : $I^A I^B$ / $I^A i$ / $I^A I^A$

سؤال : عائلة الأب دمه AB هل يمكن أن ينجب أبناء دمهم O .

لا يمكن لأن فصيلة الدم O التي تحمل الطراز الجيني ii و يحتاج أليل i من الأب و أليل i من الأم .
و الأب هنا دمه AB طرازه الجيني $I^A I^B$ لا يحمل أليل i .

مثال : شاب دمه A عيونه زرقاء تزوج فتاة دمها O عيونها عسلية أنجبا طفل دمه O عيونه زرقاء .

إذا علمت أن أليل العيون العسلي R سائد على أليل العيون الزرقاء r . أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبناء.

الحل : ♂ ⓧ ♀

A أزرق	O عسلي	طرز شكلية آباء
I^A irr	iiRr	طرز جينية آباء
1/2 I^A r , 1/2 ir	1/2 iR , 1/2 ir	طرز جينية جاميتات للأبوين

♂ / ♀	1/2 I^A r	1/2 ir
1/2 iR	1/4 I^AiRr	1/4 iiRr
1/2 ir	1/4 I^Airr	1/4 iirr

طرز جينية أبناء F1

طرز شكلية أبناء F1 %25 A عسلي / %25 A أزرق / %25 O عسلي / %25 O أزرق

سؤال : عائلتين في مستشفى ولادة أنجبا طفلتين الأولى دمها B و الثانية دمها O إذا علمت أن فصائل دم العائلة الأولى هي (B ⓧ B) و العائلة الثانية هي (O ⓧ AB)
أنسب كل طفلة لأي عائلة ، معللاً إجابتك .

الطفلة الثانية للعائلة الأولى لأن العائلة الثانية احد الأبوين لا يحمل i و هو I^AI^B و فصيلة الدم (O) ii تحتاج اليل من الأب و الآخر من الأم فلا يمكن للعائلة الثانية انجاب طفل دمه (O) . و نكمل الحل بالتزاوج .

ملاحظة :

Rh^+ يرمز له بـ D / Rh^- يرمز له بـ d .

اذا الموجب طرازه الجيني بـ DD أو Dd
السالب dd .

- يورث العامل الرايزيسي على انه صفة مستقلة عن فصائل الدم ، مثال O^- طرازه الجيني iidd

ج- الصفات متعددة الجينات (الجينات المتراكمة) : يتحكم في بعض صفات الانسان والحيوان والنبات جينات عدة

هي : صفات تنتج من عدة جينات إذ ينتج عن كل جين أثر في الطراز الشكلي فينتج طرز شكلية متفاوتة .

مثلاً لون البشرة في الإنسان يتحكم في وراثته 3 أزواج من الأليلات ، بحيث كل أليل سائد مسؤول عن تصنيع صبغة الميلانين في الجلد فينتج طرز شكلية متفاوتة ، فكلما زادت عدد الأليلات السائدة أصبح لون البشرة أغمق لذلك سميت جينات متراكمة .

اذ يتحكم بإنتاج صبغة الميلانين العديد من الجينات .(الاليلات السائدة A,B,C مسؤولة عن انتاج صبغة الميلانين)

- تتراكم الجينات كما يلي من الافتح إلى الاغمق

aabbcc ⟶ Aabbcc ⟶ AAbbcc ⟶ AABbcc ⟶ AABBcc ⟶ AABBCc ⟶ AABBCC

أفتح أغمق

- أفتح لون بشرة aabbcc / أغمق لون بشرة AABBCC

سؤال : أكتب 4 طرز جينية تعطي التأثير الذي يعطيه الطراز الجيني الآتي للون البشرة AaBbCc .

الحل : - AABbcc - aaBbCC

- AabbCC - AaBBcc

مثال : أجري تزاوج كما يلي بالنسبة للون البشرة عند الإنسان .

♂ ⓧ ♀

AaBbCC aaBbCc

أ- اكتب أغمق طراز جيني يمكن إنجابه .

AaBBCC

ب- اكتب أفتح طراز جيني يمكن إنجابه .

aabbCc

- قارن بين فصائل الدم **(اليلات متعددة)** و لون البشرة **(جينات متعددة)** من حيث :

وجه المقارنة	فصيلة الدم	لون البشرة
نمط الوراثة (نوعها)	أليلات متعددة سيادة مشتركة	جينات متعددة
عدد الأليلات التي تتحكم في الصفة	أكثر من أليلين I^A , I^B , i	3 أزواج من الأليلات (6 أليلات) (3 جينات)
عدد الأليلات في الخلية الجسمية	أليلين فقط	3 أزواج من الأليلات (6 أليلات) (3 جينات)
آلية ظهور الصفة	سيادة تامة / سيادة مشتركة أربع فصائل دم (O, AB , A , B)	متدرجة (متراكمة)
عدد أنماط الطراز الشكلي	4	7

علل : لماذا يكون لون البشرة متدرج عند الإنسان ؟

لأنه يتحكم في وراثتها جينات عدة ولكل جين أثر في الطراز الشكلي تمثل بثلاث أزواج من الأليلات و كلما زادت عدد الأليلات السائدة يزداد غمق لون البشرة بحيث يزداد تراكم صبغة الميلانين لان الاليلات السائدة مسؤولة عن انتاج صبغة الميلانين.

---

* أمثلة على صفات تورث على الجينات المتعددة (غير مطلوب للمعرفة فقط)
- النبات (لون بذور نبات القمح)
- الإنسان (الطول / الوزن / لون الشعر / الذكاء)
- الحيوان (كمية الحليب في الأبقار / حجم بيض الدجاج / كمية اللحوم في الماشية)

ملاحظة : (تجارب مورجان في استنتاج توارث الصفات المرتبطة بالجنس)

قام مورجان بإجراء تزاوج بين ذكور ذبابة خل بيضاء العيون مع إناث حمراء العيون متماثلة الأليلات و لاحظ أن جميع أفراد الجيل الاول الناتجة كانت حمراء العيون . و عند تزاوج أفراد الجيل الأول كانت نسبة افراد الجيل الثاني

(3 احمر: 1 ابيض) ولاحظ ان جميع الذبابات بيضاء العيون الناتجة من الذكور فقط و لم تظهر هذه الصفة على الإناث و بذلك استنتج مورجان أن هذه الصفة محمولة على الكروموسوم الجنسيX و أن الكروموسوم Y لا يحمل أليلات لهذه الصفة و أطلق عليها صفة مرتبطة بالجنس .

وفسر ذلك لان الذكر يحتاج اليل واحد للون الابيض لتظهر عيونه بيضاء اما الانثى فتحتاج اليلين للون الابيض لتكون عيونها بيضاء

د- الصفات المرتبطة بالجنس : هي صفات تحمل جيناتها على الكروموسومات الجنسية .

الجنس في الانسان يتحدد بنوعين من الكروموسومات الجنسية X,Y

- عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية عند الإنسان 46 كروموسوم (23 زوج).
- عدد الكروموسومات الجسمية 44 كروموسوم (22 زوج)
- عدد الكروموسومات الجنسية 2 كروموسوم (1 زوج)

- عند الذكر كروموسومان جنسيان متخالفين هما (XY)
- عند الأنثى كروموسومان جنسيان متماثلين هما (XX)

اذا يتحدد الجنس بنوعين من الكروموسومات الجنسية

علل : الذكر في الإنسان هو من يحدد الجنس أما الأنثى لا تحدد الجنس .
لأن الذكر ينتج نوعان من الجاميتات (نصف الجاميتات تحمل كروموسومX , والنصف الاخر تحمل كروموسوم Y)
أما الأنثى فينتج نوع واحد من الجاميتات (جاميتات تحمل كروموسومX)

* جميع الحيوانات مثل الإنسان الذكر هو من يحدد الجنس **باستثناء الطيور** .

- في الطيور :
⟵ الأنثى هي من تحدد الجنس لأنها تعطي نوعان من الجاميتات (نصف الجاميت يحملX / نصف الجاميت يحمل Y)
⟵ الذكر يعطي نوع واحد من الجاميتات (جاميت يحمل X فقط)

حيث أن الطراز الجيني لـ : - الديك XX - الأنثى XY

- ملاحظة : كروموسوم X يحمل عديد من الجينات أما الكروموسوم Y فيحمل عدد قليل من الجينات .

علل : في الإنسان الذكر يحمل جينات أقل من الأنثى .
لأن الأنثى تحمل كروموسومان جنسيان XX و كلاهما يحملان جينات ، أما الذكر فيحمل كروموسومان جنسيان هما XY بحيث يحمل كروموسوم X جينات و كروموسوم Y يحمل عدد أقل من الجينات .

علل : في الطيور الذكر (الديك) يحمل جينات أكثر من الأنثى (الدجاجة).

لأن الذكر يحمل كروموسومان جنسيان XX و كلاهما يحملان جينات ، أما الأنثى فتحمل كروموسومان جنسيان هما XY بحيث يحمل كروموسوم X جينات و كروموسوم Y يحمل عدد أقل من الجينات .

- هناك اربع **صفات** تحمل جيناتها على الكروموسوم الجنسي X و كروموسوم Y لا يحمل من هذه الصفات جينات :
مطلوب حفظ هذه الصفات

1- لون العيون في ذبابة الخل (ذبابة الفاكهة) **تمتاز هذه الذبابة الطبيعية بالعيون الحمراء .**
⟵ أليل اللون الأحمر R و أليل اللون الأبيض r

2- مرض العمى اللوني في الإنسان
⟵ أليل السلامة من المرض A و أليل الإصابة بالمرض a

3- مرض نزف الدم في الإنسان
⟵ أليل السلامة من المرض H و أليل الإصابة بالمرض h

4- شكل الاجنحة في ذبابة الخل الاجنحة المنتظمة **S** سائد على الاجنحة الغير منتظمة s

---

ملاحظات على الصفات المرتبطة بالجنس :

1- الذكر يُورث الصفة من الأم لأنه يأخذ منها كروموسوم X الذي يحمل جينات ، أما كروموسوم Y فيأخذه من أبيه وهذا الكروموسوم لا يحمل جينات .

2- في الذكور يلزم أليل واحد فقط لظهور الصفة أو المرض ؛ كون كروموسوم Y لا يحمل جينات .

3- في الإناث يلزم زوج من الأليلات المتنحية لظهور الصفة المتنحية أو المرض ؛ كون أليل المرض متنحي أما الصفة السائدة فيلزم للأنثى أليل سائد واحد فقط لأنه يمنع ظهور أثر الأليل المتنحي المحمولان على كروموسومان X .

أمثلة :
- أنثى ذبابة الخل حمراء العيون ⟵ X^RX^R أو X^RX^r
- أنثى ذبابة الخل بيضاء العيون ⟵ X^rX^r
- ذكر أحمر العيون ⟵ X^RY
- ذكر أبيض العيون ⟵ X^rY
- أنثى غير مصابة بمرض مرتبط بالجنس (سليمة) ⟵ X^HX^H
- أنثى مصابة بمرض مرتبط بالجنس ⟵ X^hX^h
- أنثى غير مصابة (حاملة أليل مرض) (ناقلة للمرض) ⟵ X^HX^h
⟵ لأن أليل السلامة يمنع ظهور أثر أليل الإصابة .

اذا طلب الحل على الصفات المرتبطة بالجنس غير الصفات المذكورة اعلى هذه الصفحة لازم يذكر في السؤال

علل : أب مصاب بمرض مرتبط بالجنس أنجب ابن ذكر سليم .
لأن الابن الذكر يأخذ كروموسوم Y من الأب و هذا الكروموسوم لا يحمل أليل المرض و يأخذ كروموسوم X من الأم الذي يحمل أليلات السلامة من المرض.

علل : احتمالية إصابة الذكور بمرض مرتبط بالجنس (العمى اللوني / نزف الدم) أكثر من الإناث.
لأن الذكر يحتاج أليل متنحي (إصابة) واحد ليكون مصاب بالمرض ، أما الإناث فتحتاج إلى أليلين متنحيين حتى تصاب بالمرض فهي صفة مرتبطة بالجنس .

مثال : أجري تزاوج بين ذكر ذبابة الخل أحمر العيون و أنثى حمراء العيون أنجبا أفراد بيضاء العيون من الذكور فقط أما الإناث فكانت جميعها حمراء العيون . فسر ذلك وراثياً.

الحل :

♂	⊗	♀	
ذكر أحمر عيون		أنثى حمراء العيون	طرز شكلية آباء
X^RY		X^RX^r	طرز جينية آباء
$1/2\,X^R$, $1/2\,Y$		$1/2\,X^R$, $1/2\,X^r$	طرز جينية جاميتات للأبوين

ذكر أبيض X^rY

♀ \ ♂	$1/2\,X^R$	$1/2\,Y$
$1/2\,X^R$	$1/4\,X^RX^R$	$1/4\,X^RY$
$1/2\,X^r$	$1/4\,X^RX^r$	$1/4\,X^rY$

طرز جينية أبناء F1

طرز شكلية أبناء F1

- 50% أنثى حمراء عيون
- 25% ذكر أحمر عيون
- 25% ذكر أبيض عيون

- احتمال إنجاب ذكر أحمر عيون = 25%

** **ملاحظة** : في الصفات المرتبطة بالجنس عندما يطلب الجنس مع الاحتمال لا نضرب بـ1/2 كما باقي الوراثة لأن الجنس محدد .

مثال : شاب طبيعي الإبصار تزوج فتاة طبيعية الإبصار أنجبا ذكر مصاب بالعمى اللوني .
إذا علمت أن أليل السلامة H و الإصابة h أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبناء .

الحل :

♂	⊗	♀	
طبيعي الإبصار		طبيعية الإبصار	طرز شكلية آباء
X^HY		X^HX^h	طرز جينية آباء
$1/2\,X^H$, $1/2\,Y$		$1/2\,X^H$, $1/2X^h$	طرز جينية جاميتات للأبوين

ذكر مصاب X^hY

طرز جينية أبناء F1

♀ \ ♂	$1/2\,X^H$	$1/2\,Y$
$1/2\,X^H$	$1/4\,X^HX^H$	$1/4\,X^HY$
$1/2X^h$	$1/4\,X^HX^h$	$1/4\,X^hY$

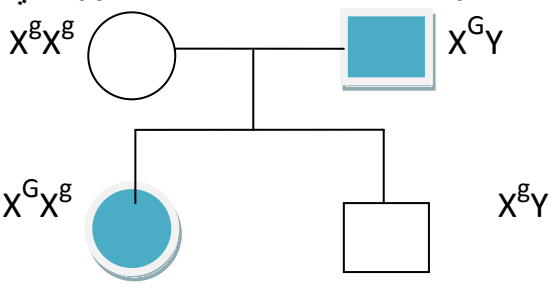
طرز شكلية أبناء F1

- 25% ذكر سليم
- 25 % ذكر مصاب
- 25% أنثى سليمة
- 25% أنثى غير مصابة (حاملة / ناقلة للمرض)

- ما احتمال إنجاب أفراد غير مصابين بالمرض = 75 % = 3/4
- ما احتمال إنجاب ذكر سليم من بين جميع الأبناء = 25 % = 1/4
- ما احتمال إنجاب ذكر سليم من بين الذكور = 50% = 1/2

*** ملاحظه : في الصفة المرتبطة بالجنس عندما يطلب ذكر من بين الذكور أو أنثى من بين الإناث نضرب الاحتمال بـِ 2 . ولا يطلب هذا الاحتمال الا في الصفات المرتبطة بالجنس فقط**

مثال: ادرس مخطط سلالة العائلة المجاور الذي يوضح وراثة صفة سائدة مرتبطة بالجنس محمولة على كروموسوم X

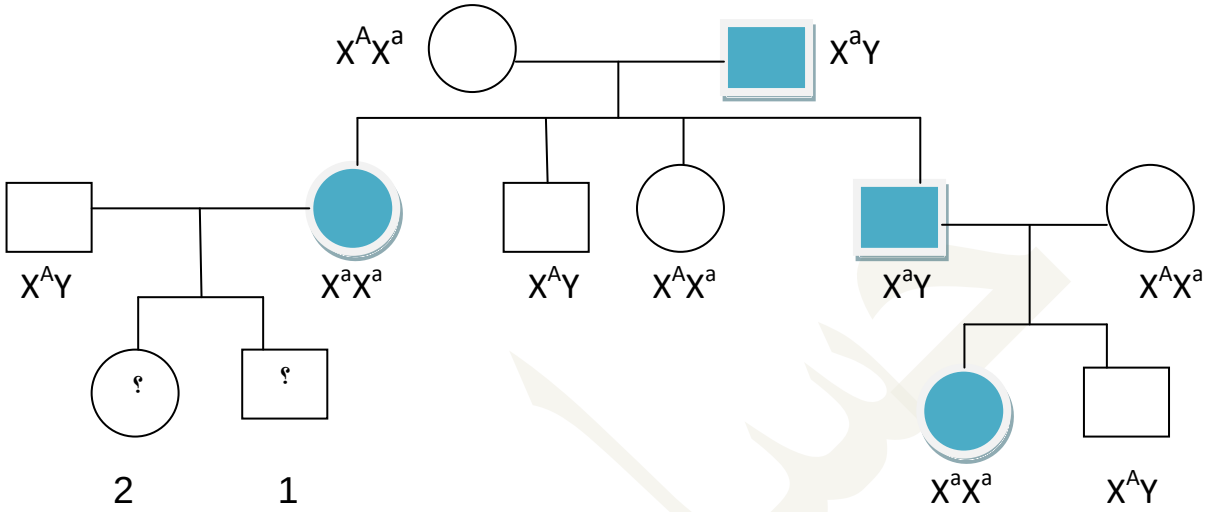


*يرمز للذكر بالـ
* يرمز للأنثى بالـ
* الصفة السائدة ← مظللة
* الصفة المتنحية ← غير مظللة

* لماذا ظهرت الصفة السائدة عند الإناث فقط .

لأنها تُورث أليل الصفة السائدة من الأب و أليل الصفة المتنحية من الأم فيظهر أثر أليل الصفة السائدة ، والأبن الذكر لا يحمل الصفة السائدة لأنه يُورث كروموسوم X من الأم و الذي يحمل أليل الصفة المتنحية و كروموسوم Y من الأب الذي لا يحمل أليل الصفة .

مثال : يوضح المخطط المجاور توارث صفة مرتبطة بالجنس باستخدام أليل السلامة A و الإصابة a . أكتب الطراز الجيني لكل فرد من أفراد هذه السلالة .
(إذا علمت أن المربع ذكر و الدائرة أنثى و المظلل مصاب بمرض مرتبط بالجنس و غير المظلل سليم)



أ- اكتب الطراز الجيني المحتمل لكل فرد من أفراد هذه السلالة .
ب- أيهما مظلل و أيهما غير مظلل في الأفراد 1 ، 2 معللاً إجابتك .

شكل 1 ⟵ ذكر مظلل ؛ لان الأم مصابة يأخذ منها كروموسوم X يحمل أليل الإصابة (المتنحي) و يأخذ كروموسوم Y من أبيه الذي لا يحمل أليل ، وهو يحتاج أليل متنحي واحد ليكون مصاب .

شكل 2 ⟵ أنثى غير مظللة ؛ لأنها تأخذ كروموسوم X يحمل أليل السلامة من الأب و كروموسوم X يحمل أليل الإصابة من الأم و هي تحتاج أليلين متنحيين للإصابة بالمرض .

سؤال :

أ- في نوع من الطيور عدد الكروموسومات في خلاياه الجسمية 32 كروموسوم ، فأن الطراز الكروموسومي له :

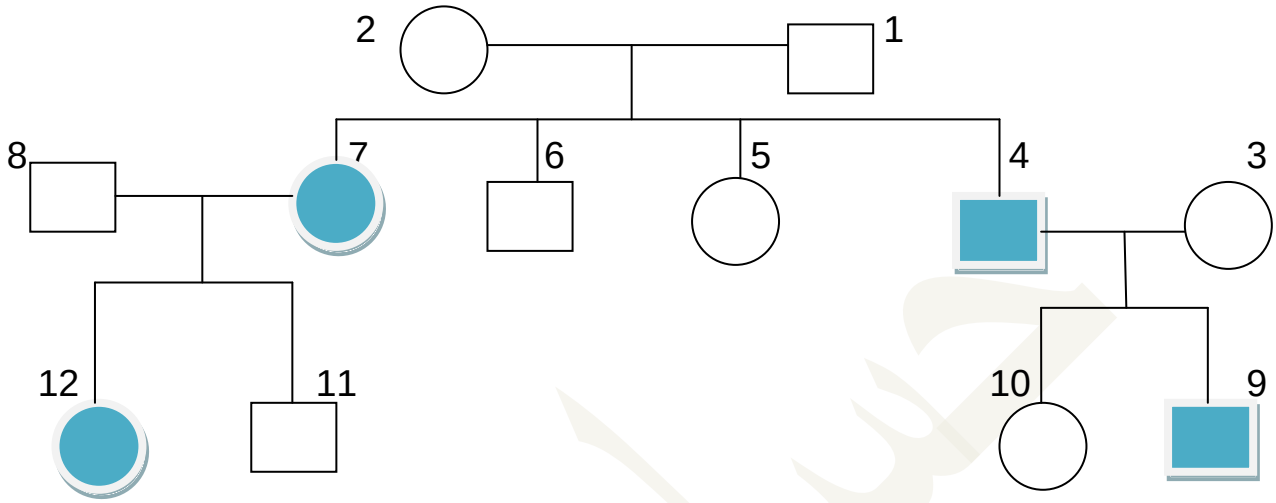
1- الذكر XX + 30
2- الأنثى XY + 30

ب- في نوع من الطيور عدد الكروموسومات الجسمية 26 كروموسوم ، فأن الطراز الكروموسومي لكل من :

1- ذكر هذه الطيور ⟵ XX + 26
2- أنثى هذه الطيور ⟵ XY + 26

***عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية = عدد الكروموسومات الجسمية + 2**

مثال : ادرس مخطط سلالة العائلة المجاور باستخدام رموز مناسبة إذا علمت أن المربع ذكر و الدائرة أنثى ، أوجد ما يلي :



أ- أيهما صفة سائدة المظلل أم الغير مظلل مفسراً إجابتك .
الغير مظلل سائد فلو كان متنحي لظهرت جميع الأبناء الناتجة من التزاوج 1 مع 2 جميعها غير مظللة .

ب- هل تورث هذه الصفة على كروموسوم جسمي أم جنسي . فسر إجابتك .
تورث على كروموسوم جسمي لأنها لو كانت مرتبطة بالجنس لظهر فرد رقم 11 يحمل الصفة المتنحية (مظلل) لأنه سيأخذ أليل الصفة المتنحية من الأم رقم 7 .

ج- أكتب الطراز الجيني المحتمل لكل فرد من أفراد هذه السلالة .
(يرمز لأليل الصفة السائدة A / و أليل الصفة المتنحية a)

1- (Aa)	2- (Aa)	3- (Aa)
4- (aa)	5- (AA أو Aa)	6- (AA أو Aa)
7- (aa)	8- (Aa)	9- (aa)
10- (Aa)	11- (Aa)	12- (aa)

- **مخطط السلالة :** مخطط يبين توارث صفة معينة من الآباء إلى الأبناء و يستخدم في توقع الطرز الجينية و الشكلية للأفراد الناتجة من جيل إلى آخر .

- **ملاحظة** : دائماً مخطط سلالة العائلة يحل مرتبط بالجنس ما لم يثبت عكس ذلك .

- **ملاحظة** : دائماً اليلات المرض متنحية ما لم يثبت عكس ذلك .

مثال : في نوع من الطيور جين الريش الأزرق B و الريش الأحمر R وكانت هذه الصفة مرتبطة بالجنس محمولة على كروموسوم (X) أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأفراد الناتجة من تزاوج ذكر ريشه مخطط باللونين الأحمر و الأزرق من أنثى ريشها أحمر .

الحل :

♂	⊗	♀	
مخطط ريش أحمر و أزرق		أحمر	طرز شكلية آباء
X^RX^B		X^RY	طرز جينية آباء
$1/2\,X^R$, $1/2\,X^B$		$1/2\,X^R$, $1/2\,Y$	طرز جينية جاميتات للأبوين

♂ / ♀	$1/2\,X^R$	$1/2\,X^B$
$1/2\,X^R$	$1/4\,X^RX^R$	$1/4\,X^RX^B$
$1/2\,Y$	$1/4\,X^RY$	$1/4\,X^BY$

طرز جينية أبناء F2

طرز شكلية أبناء F1

- 25 % أنثى زرقاء الريش
- 25 % أنثى حمراء الريش
- 25 % ذكر مخطط بالأحمر و الأزرق
- 25 % ذكر أحمر

- **علل :** لا يمكن لهذا النوع من الطيور أن تكون الأنثى مخططة باللونين الأحمر و الأزرق .

لأنها صفة مرتبطة بالجنس و الأنثى في الطيور تحمل كروموسوم جنسي X يحمل أليلات ، و كروموسوم Y لا يحمل أليلات . إذا ستحمل الأنثى أليل اللون الأحمر فقط أو الأزرق فقط .
و الطراز الشكلي للون المخطط يحتاج أليلان هما أليل اللون الأحمر R و اللون الأزرق B فهي سيادة المشتركة .

هـ -الصفات المتأثرة بالجنس : هي صفات غير مندلية يتحكم فيها أليل محمول على كروموسومات جسمية ولكن مستوى الهرمونات الجنسية الذكرية يؤدي إلى اختلاف ترجمة الطرز الجينية إلى الطرز الشكلية بين الذكور و الإناث .

مثل : الصلع المبكر عند الإنسان . بعد سن البلوغ
- أليل الصلع Z / أليل الشعر الطبيعي H

-الطرز الجينية لكل من :

- ذكر أصلع ⟵ ZH / ZZ (يكفي وجود أليل صلع واحد عند الذكر ليكون أصلع ؛ بسبب زيادة مستوى الهرمونات الجنسية الذكرية)

- ذكر طبيعي شعر ⟵ HH

- أنثى طبيعية شعر ⟵ HZ / HH (يكفي أليل شعر طبيعي واحد لتكون طبيعية شعر)

- أنثى صلعاء ⟵ ZZ (تحتاج أليلان صلع لتكون صلعاء بسبب نقص مستوى الهرمونات الجنسية الذكرية عند الأنثى)

- **علل** : نسبة إصابة الذكور بالصلع أكثر من الإناث .
لأنها صفة متأثرة بالجنس تتأثر(تختلف) ترجمة الطرز الجينية لشكلية بمستوى الهرمونات الجنسية الذكرية فالذكر يحتاج أليل صلع واحد ليكون أصلع
أما الإناث فتحتاج إلى أليلا صلع لتكون صلعاء .

- **علل :** تشابه الأفراد في الطراز الجيني و اختلافهم في الطراز الشكلي .
إذا كانت الصفة متأثرة بالجنس تختلف ترجمة الطرز الجينية لشكلية بمستوى الهرمونات الجنسية الذكرية (اختلاف نسبة الهرمونات بين الذكر و الأنثى) الذكر HZ أصلع / الأنثى HZ طبيعية شعر .

- **علل :** الطراز الجيني غير النقي لصفة الصلع له شكلان مختلفان .
لأنها صفة متأثرة بالجنس تختلف ترجمة الطرز الجينية لشكلية بمستوى الهرمونات الجنسية الذكريةHZ ذكر أصلع / HZ أنثى طبيعية شعر .
(اختلاف نسبة الهرمونات الذكرية بين الذكر و الأنثى)

- **علل :** طفل ذكر يحمل جين الصلع لكن لا يظهر عليه صفة الصلع .
لأنها صفة متأثرة بالجنس تختلف ترجمة الطرز الجينية لشكلية بمستوى الهرمونات الجنسية الذكرية و هو طفل لم يصل لسن البلوغ فلا تظهر عليه صفة الصلع .

مثال : شاب أصلع والده طبيعي الشعر تزوج فتاة طبيعية الشعر أمها صلعاء .
أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبناء الناتجين .

الحل : ♂ ⊗ ♀

أصلع	طبيعية شعر	طرز شكلية آباء
ZH	ZH	طرز جينية آباء
1/2 Z , 1/2 H	1/2 Z , 1/2 H	طرز جينية جاميتات للأبوين

والد الشاب طبيعي شعر HH
والدة الفتاة صلعاء ZZ

♀ \ ♂	1/2 Z	1/2 H
1/2 Z	1/4 ZZ	1/4 ZH
1/2 H	1/4 ZH	1/4 HH

طرز جينية أبناء F1

* نفرض الابن ذكر ⟵ 3/4 أصلع / 1/4 طبيعي شعر
*نفرض الابن أنثى ⟵ 3/4 طبيعية شعر / 1/4 صلعاء
- ما احتمال إنجاب ذكر أصلع 1/2 x 3/4 = 3/8
- ما احتمال إنجاب أنثى صلعاء 1/2 x 1/4 = 1/8

*** ملاحظة : في الصفات المتأثرة بالجنس عندما يطلب الجنس مع الاحتمال نضرب الاحتمال المطلوب بـِ 1/2**

مثال : شاب و فتاة كلاهما طبيعي شعر أنجبا ابن أصلع .
1- ما جنس هذا المولود .
2- ما هي الطرز الجينية و الشكلية للأفراد الناتجة من هذا التزاوج .
3- ما احتمال إنجاب أنثى طبيعية شعر .

الحل :
1- ابن أصلع ⟵ ZH إذاً هو ذكر لأنه يأخذ أليل الصلع من الأم و أليل الشعر الطبيعي من الأب ،
و الذكر يحتاج أليل صلع واحد ليكون أصلع .

2- ♂ ⊗ ♀

طرز شكلية آباء	طبيعي شعر	طبيعية شعر
طرز جينية آباء	HH	HZ
طرز جينية جاميتات للأبوين	1H	1/2 H , 1/2 Z
طرز جينية أبناء F1		1/2 HH 1/2 HZ
طرز شكلية أبناء F1		* نفرض الابن ذكر 50 % أصلع / 50 % طبيعي شعر
		* نفرض الابن أنثى 100% طبيعية شعر

3- 1/2 x 100 % = 50 %

مثال : فتاة طبيعية شعر والدها و أمها مصابين بالصلع ، ما الطراز الجيني للفتاة و كلا والديها.

- الفتاة HZ - والد الفتاة HZ - والدة الفتاة ZZ

مثال : عند دراسة صفة وجود القرون في الماشية أجري تزاوج بين ذكر بقرون من سلالة نقية و أنثى بدون قرون من سلالة نقية نتجت جميع الأفراد الذكور بقرون و جميع الإناث بدون قرون .
اوجد كل مما يلي (إذا كان أليل D يرمز لوجود قرون و أليل S يرمز لعدم وجود قرون) :

1- ما نوع هذه الوراثة ؟
2- الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول الناتجة من هذا التزاوج .
3- إذا أجري تزاوج بين أفراد الجيل الأول فأوجد الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني .

الحل :

1- صفة متأثرة بالجنس ؛ بسبب اختلاف نسب الطرز الشكلية بين الذكور و الإناث .

2-

♂	⊗	♀	
يمتلك قرون		لا تمتلك قرون	طرز شكلية آباء
DD		SS	طرز جينية آباء
1D		1S	طرز جينية جاميتات للأبوين
100 % DS			طرز جينية أبناء F1

* نفرض ذكر 100 % بقرون
* نفرض أنثى 100% بدون قرون

3-

♂	⊗	♀	
بقرون		بدون قرون	طرز شكلية آباء
DS		DS	طرز جينية آباء
1/2 D , 1/2 S		1/2 D , 1/2 S	طرز جينية جاميتات للأبوين

♀ \ ♂	1/2 D	1/2 S
1/2 D	1/4 DD	1/4 DS
1/2 S	1/4 DS	1/4 SS

طرز جينية أبناء F2

*نفرض ذكر ← 3/4 بقرون / 1/4 بدون قرون
*نفرض أنثى ← 3/4 بدون قرون / 1/4 بقرون

طرز شكلية أبناء F2

سؤال: تزوج شاب طبيعي الإبصار طبيعي الشعر من فتاة طبيعية الإبصار طبيعية الشعر أنجبا ذكر مصاب بعمى الألوان أصلع .اوجد الطرز الجينية و الطرز الشكلية للشاب والفتاة وجميع الأبناء الناتجين.
إذا علمت أن أليل الرؤيا الطبيعية A و أليل الإصابة بالعمى اللوني a و أليل الصلع Z و أليل الشعر الطبيعي H .

الحل :

♂ ⊗ ♀

ذكر أصلع مصاب بالعمى اللوني X^aYZH	طبيعي إبصار طبيعي شعر X^AYHH $1/2\ X^AH\ ,\ 1/2\ YH$	طبيعية إبصار طبيعية شعر X^AX^aHZ $1/4\ X^AH\ ,\ 1/4\ X^AZ$ $1/4\ X^aH\ ,\ 1/4\ X^aZ$

طرز شكلية آباء

طرز جينية آباء

طرز جينية جاميتات للأبوين

♂ \ ♀	$1/4\ X^AH$	$1/4\ X^AZ$	$1/4\ X^aH$	$1/4\ X^aZ$
$1/2X^AH$	$1/8\ X^AX^AHH$	$1/8\ X^AX^AHZ$	$1/8\ X^AX^aHH$	$1/8\ X^AX^aHZ$
$1/2\ YH$	$1/8\ X^AYHH$	$1/8\ X^AYZH$	$1/8\ X^aYHH$	$1/8\ X^aYZH$

طرز جينية أبناء F1

- 1/4 (2/8) (25 %) أنثى طبيعية شعر طبيعية الرؤيا = 2/8
- 1/4 (2/8) (25 %) أنثى طبيعية شعر غير مصابة بالعمى اللوني حاملة أليل المرض = 2/8
- 1/8 ذكر طبيعي شعر طبيعي الرؤيا .
- 1/8 ذكر أصلع طبيعي الرؤيا .
- 1/8 ذكر طبيعي الشعر مصاب بالعمى اللوني .
- 1/8 ذكر أصلع مصاب بالعمى اللوني .

*** ملاحظه : عند دراسة صفة مرتبطة بالجنس و الأخرى متأثرة بالجنس معاً و طلب الجنس مع الاحتمال لا نضرب الاحتمال بـ 1/2.**

- ملاحظة : من الصفات المتأثرة بالجنس وجود الشعر على الذقن في الماشية ، بحيث يكون أليل وجود الشعر على الذقن سائد عند الذكور و أليل عدم وجود الشعر على الذقن سائد عند الإناث .

الجينات المرتبطة : هي جينات تقع على نفس الكروموسوم و تتوارث بوصفها وحدة واحدة و تستخرج جاميتاتها على أنها وحدة واحدة ولا تخضع لقانون التوزيع الحر ، دون أن تنفصل هذه الاليلات اثناء تكوين الجاميتات في الانقسام المنصف

مثال : درس مورجان صفة لون الجسم و وحجم الجناح في ذباب الخل (الفاكهة) و أليلات هذه الصفات تنتقل (تتوارث معاً)كوحدة واحدة دون أن تنفصل أثناء الانقسام المنصف لتكوين الجاميتات .

بحيث يرتبط أليل لون الجسم الرمادي G مع أليل الجناح الطبيعي T ، و أليل لون الجسم الأسود g مرتبط مع أليل الجناح الضامر t .

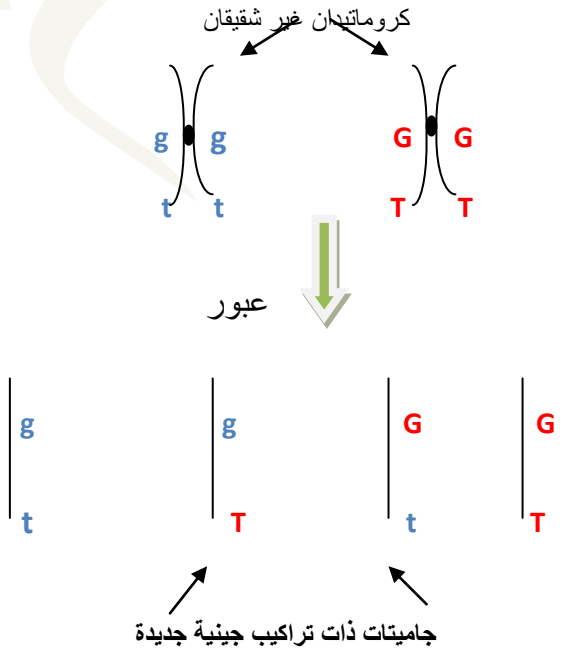
مثال : شخص طرازه الجيني TtRr فإن الجاميتات الناتجة من :

1- التوزيع الحر ⟵ TR / Tr / tR / tr

2- الارتباط و عدم حدوث عبور ⟵ TR / tr

ملاحظة : اي سؤال مقالي عن العبور الجواب التعريف الخاص بالعبور

العبور الجيني : هو انفصال أليلات الجينات المرتبطة أثناء تكوين الجاميتات ، بحيث يتم تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين كروماتيدان غير شقيقان في زوج الكروموسومات المتماثلة أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام المنصف و ظهور تراكيب جينية جديدة لا تشبه الأبوين .



*** ملاحظة : الطرز الجينية للجاميتات الناتجة في حالة حدوث العبور تشبه نتائج التوزيع الحر .**

- ما الدليل على أن الجينات قد تحمل على نفس الكروموسوم (مرتبطة)

لوجود عدد كبير من الصفات (الجينات) يفوق عدد الكروموسومات في الكائن الحي لذا تحمل الكروموسومات الالاف او المئات من الجينات . وتتحكم هذه الجينات في صفات وراثية مختلفة

سؤال : كم عدد و نوع الجاميتات الناتجة من الطرز الجينية الموضح في الشكل المجاور في حال :

1- عدم الارتباط (توزيع حر)
2- عدم حدوث عبور (ارتباط الجينات)

الطراز الجيني	عدد و نوع الجاميتات في حالة عدم ارتباط (التوزيع الحر)	عدد و نوع الجاميتات في حالة عدم حدوث عبور (ارتباط الجينات)
1- TtRr	4 TR , Tr , tR , tr	2 T t / R r
2-Ttrr	2 Tr , tr	2 T t / r r
3- TTrrBB	1 TrB	1 T / r / B
4- TtRrBb	8 TRB , TrB TRb , Trb tRB , tRb trB , trb	2 T t / R r / B b

ملاحظة :
عندما تكون الجينات مرتبطة ولم يحدث عبور فإن عدد أنواع الجاميتات نوعان ، إلا إذا كانت جميع الصفات نقية فينتج نوع واحد من الجاميتات .

ملاحظة :
لا تذكر حالة العبور إلا إذا كان هناك ارتباط .

أسئلة متنوعة :

* عدد أنواع الجاميتات الناتجة من الطراز الجيني الآتي AattBb = 4
* عدد أنواع الجاميتات الناتجة من الطراز الجيني الآتي AattBb علماً أن الجينات مرتبطة ولم يحدث عبور = 2

*أي من الطرز الجينية الآتية تؤدي فيه عملية العبور من ظهور أنواع جديدة من الجاميتات :

أ- Ttrr ب- TtRr ج- tt Rr د- TTrr

الجواب : ب- TtRr

* شخص طرازه الجيني AaBb و كان أليل A مرتبط مع أليل B ، أوجد الطرز الجينية للجاميتات الناتجة في حالة :

أ- حدوث عبور : AB / ab / Ab / aB أو

A	a	A	a
B	b	b	B

ب- عدم حدوث عبور : AB / ab او

A	a
B	b

*إذا كان أليل D مرتبط مع r و اجري تلقيح ذاتي لنبات طرازه الجيني DdRr فإن احتمال إنجاب فرد طرازه الجيني Ddrr في حاله عدم حدوث عبور هو

DdRr ⓧ DdRr

D	d	D	d
r	R	r	R
1/2	1/2	1/2	1/2

1/4 DDrr / 1/4 DdRr / 1/4 DdRr / 1/4 ddRR

الجواب = صفر (أي لا يوجد احتمال لظهور (Ddrr)).

و السبب عدم حدوث العبور و أن الجينات مرتبطة .

ملاحظة : ذبابة الخل نفسها ذبابة الفاكهة

يجوز كتابة الطراز الجيني افقيا او عموديا كلاهما صحيح

سؤال : (تجربة مورجان للجينات المرتبطة) أجري تلقيح بين ذبابتين خل الذكر أسود اللون ضامر الجناح (نقي الصفتين) و أنثى رمادية اللون طبيعية الجناح (نقية الصفتين) وكان أليلان الأجنحة الطبيعية (T) و اللون الرمادي (G) سائدان على أليلان الأجنحة الضامرة (t) و اللون الأسود (g)

أوجد الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول و الثاني الناتجين بحيث يرتبط جين G مع T ولم يحدث عبور ؟

الحل :

♂ ⊗ ♀

طرز شكلية آباء P1 : ضامر الأجنحة أسود اللون ⊗ طبيعية الجناح رمادية اللون

طرز جينية آباء P1 : $\frac{g}{t}\ \frac{g}{t}$ ⊗ $\frac{G}{T}\ \frac{G}{T}$

طرز جينية جاميتات للأبوين : 1 $\frac{g}{t}$, 1 $\frac{G}{T}$

طرز جينية أبناء F1 : 1 $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$

طرز شكلية أبناء F1 : 100% رمادي اللون طبيعي الجناح

♂ ⊗ ♀

طرز جينية آباء P2 : $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$ ⊗ $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$

طرز جينية جاميتات : 1/2 $\frac{G}{T}$, 1/2 $\frac{g}{t}$ x 1/2 $\frac{G}{T}$, 1/2 $\frac{g}{t}$

♂ / ♀	1/2 $\frac{G}{T}$	1/2 $\frac{g}{t}$
1/2 $\frac{G}{T}$	1/4 $\frac{G}{T}\ \frac{G}{T}$	1/4 $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$
1/2 $\frac{g}{t}$	1/4 $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$	1/4 $\frac{g}{t}\ \frac{g}{t}$

طرز جينية أبناء F2

طرز شكلية أبناء F2
75% رمادي لون طبيعي الجناح
25 % أسود اللون ضامر الجناح

1 : 3 بدل **1 : 3 : 3 : 9**

*سبب ظهور النتائج : بسبب عدم حدوث عملية العبور

سؤال : أجري تلقيح بين ذبابتين خل الذكر رمادي اللون طبيعي جناح (غير نقي للصفتين) و أنثى سوداء ضامرة الجناح , اوجد الطرز الشكلية للأبناء باستخدام الرموز في السؤال السابق ، حيث أليل (G) مرتبط مع أليل (T) ولم يحدث عبور ؟

الحل :

♂ ⊗ ♀

طرز شكلية آباء	رمادي اللون طبيعية جناح		أسود اللون ضامر جناح
طرز جينية آباء	G T / g t		g t / g t
طرز جينية جاميتات لأبوين	1/2 G T , 1/2 g t		1 g t

طرز جينية أبناء F1

♂ / ♀	1/2 G T	1/2 g t
1 g t	1/2 G T / g t	1/2 g t / g t

طرز شكلية أبناء F1

- 50 % أسود اللون ضامر الجناح
- 50 % رمادي اللون طبيعي الجناح

النسبة 1 : 1 بدل 1 : 1 : 1 : 1 ظهرت هذه النسبة بسبب عدم حدوث عملية العبور

- متى يحل السؤال على ارتباط الجينات :

1- نص صريح في السؤال (الجينات مرتبطة ، عدم حدوث عملية عبور (انفصال)
2- لون الجسم و حجم الجناح في ذبابة الخل معاً (شرط هاتان الصفتان معاً)
3- من النسبة :

أ- 1 : 3 بدل 1 : 3 : 3 : 9

* عندما يكون كلا الأبوان يحملان صفتان سائدتان غير نقيتان

ب- 1 : 1 بدل 1 : 1 : 1 : 1

* إذا كان أحد الأبوين يحمل صفتان سائدتان غير نقيتان و الآخر يحمل صفتان متنحيتان .

ملاحظة : لا تذكر حالة العبور إلا إذا كانت الجينات مرتبطة .

سؤال : أجري تلقيح بين ذبابتي خل الذكر أسود لون أحمر عيون و الأنثى رمادية لون بيضاء عيون وكان أليل اللون الرمادي للجسم (G) سائد على اللون الأسود للجسم (g) و أليل العيون الحمراء (R) سائد على أليل العيون البيضاء (r) . أوجد الطرز الشكلية للأبناء إذا كان أحد الأبناء ذكراً أبيض العيون أسود الجسم .

الحل :

	♂	⊗	♀	
الابن ذكر X^rYgg	أسود اللون أحمر عيون		رمادية اللون بيضاء العيون	طرز شكلية آباء
	X^RYgg		X^rX^rGg	طرز جينية آباء
	$1/2\ X^Rg$, $1/2\ Yg$		$1/2\ X^rG$, $1/2\ X^rg$	طرز جينية جاميتات للأبوين

طرز جينية أبناء F1

♀ \ ♂	$1/2\ X^Rg$	$1/2\ Yg$
$1/2\ X^rG$	$1/4\ X^RX^rGg$	$1/4\ X^rYGg$
$1/2\ X^rg$	$1/4\ X^RX^rgg$	$1/4\ X^rYgg$

طرز شكلية أبناء F1

- 25% أنثى حمراء عيون رمادية اللون
- 25% أنثى حمراء عيون سوداء اللون
- 25% ذكر ابيض العيون رمادي اللون
- 25 % ذكر ابيض العيون سوداء اللون

- لا يمكن لجين لون الجسم و لون العيون أن يرتبطا على نفس الكروموسوم، **فسر ذلك** .

لأن جين لون العيون محمول على كروموسومات جنسية ، و جين لون الجسم محمول على كروموسومات جسمية .

* لا يمكن أن يرتبط جين نزف الدم أو العمى اللوني و جين الصلع عند الإنسان على نفس الكروموسوم لأن جين الصلع محمول على الكروموسومات الجسمية و جين العمى اللوني أو نزف الدم محمول على الكروموسومات الجنسية .

سؤال : أجري تلقيح بين ذبابتي خل الذكر رمادي اللون طبيعي الجناح أحمر العيون و الأنثى رمادية اللون طبيعية الجناح حمراء العيون أنجبا ذكراً أسود اللون ضامر الجناح أبيض العيون . (إذا علمت أن أليل العيون الحمراء (R) سائد على أليل العيون البيضاء(r) و أليل الأجنحة الطبيعية (T) سائد على أليل الأجنحة الضامرة(t) و أليل اللون الرمادي (G) سائد على أليل اللون الأسود (g)) أوجد الطرز الجينية للأبوين و جاميتات الأبوين .

الحل :

♀ ⊗ ♂

طرز شكلية آباء: رمادية اللون، حمراء عيون، طبيعية جناح ⊗ رمادي اللون، أحمر عيون، طبيعي جناح

طرز جينية آباء: X^RX^r ⊗ X^RY

الابن ذكر، اسود اللون، ضامر الجناح: X^rY

	♀	♂
1/4	X^R	X^R
1/4	X^r	Y
1/4	X^R	X^R
1/4	X^r	Y

طرز جينية لجاميتات للأبوين

- احتمال إنجاب ذكر يحمل جميع الصفات المتنحية = 1/16

ملاحظة : يحمل اليل العمى اللوني ونزف عند الانسان على نفس الكروموسوم الجنسيX على أنهما جينات مرتبطة.

ويحمل اليل شكل الجناح منتظم اوغيرمنتظم ولون العيون في ذبابة الخل على انهما جينات مرتبطة معاً على كروموسوم X

سؤال : أجري تلقيح بين ذبابتي خل الذكر أسود اللون ضامر الجناح و أنثى رمادية اللون طبيعية جناح (غير نقية الصفتين) وكان أليل اللون الرمادي (G) سائد على أليل اللون الأسود (g) و أليل الأجنحة الطبيعية (T) سائد على أليل الأجنحة الضامرة (t) إذا كانت نسبة تكرار عملية العبور 17% أوجد الطرز الشكلية للأبناء.
(إذا علمت أن أليل T مرتبط مع أليل G مع احتمالية حدوث عبور)

الحل :

بما أن نسبة العبور = 17%
إذن نسبة الارتباط = 83 %

♀ ⊗ ♂

طرز شكلية آباء: رمادية اللون طبيعية جناح ⊗ أسود اللون ضامر جناح

طرز جينية آباء: $\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$ ⊗ $\frac{g}{t}\ \frac{g}{t}$

طرز جينية جاميتات: $\frac{G}{T}$, $\frac{g}{t}$ ⊗ 1 $\frac{g}{t}$

جاميتات الارتباط %83 : %41.5 و %41.5

تراكيب جينية جديدة للجاميتات: $\frac{G}{t}$, $\frac{g}{T}$

جاميتات العبور (الانفصال) %17 : %8.5 و % 8.5

(تراكيب جينية جديدة للأبناء)

$\frac{G}{T}\ \frac{g}{t}$	$\frac{g}{t}\ \frac{g}{t}$	$\frac{G}{t}\ \frac{g}{t}$	$\frac{g}{T}\ \frac{g}{t}$
رمادية اللون طبيعي الجناح	أسود اللون ضامر الجناح	رمادية اللون ضامر الجناح	أسود اللون طبيعية الجناح
%41.5	%41.5	%8.5	%8.5

***سبب ظهور النتائج : بسبب حدوث عملية العبور بنسبة 17 %**

ملاحظة : التراكيب الجينية الجديدة للأبناء تظهر في الأبناء الناتجة من الجاميتات الناتجة من عملية العبور .

*** ملاحظات هامة على الارتباط و العبور إذا كان أحد الأبوين غير نقي للصفتين و الآخر متنحي للصفتين .**

1- إذا كانت جميع الأبناء الناتج تشبه الأبوين فهذا يدل أن الجينات مرتبطة ولم يحث عبور .
2- إذا كانت نسبة الأبناء الناتجة التي تشبه الأبوين أكثر من الأبناء التي لا تشبه الأبوين فهذا يدل أن الجينات مرتبطة و حدوث عبور .
3- إذا كانت نسبة الأبناء التي تشبه الأبوين مساوية لنسبة التي لا تشبه الأبوين فهذا يدل أن الجينات غير مرتبطة و الحل على التوزيع الحر .
4- نسبة العبور (الإنفصال) % = نسبة الأبناء التي لا تشبه الأبوين (ذات تراكيب جديدة) (أقل من50 %)
5- نسبة الارتباط % = نسبة الأبناء التي تشبه الأبوين و تكون أكثر من50% .
6- نسبة العبور % + نسبة الارتباط % =100 %
7- المسافة بين الجينات تساوي نسبة العبور (نسبة التراكيب الجينية الجديدة)
8- نسبة العبور تعتمد على المسافة بين الجينات .
9- تقاس المسافة بوحدة خريطية .
ملاحظة : اذا كان الابوين كلاهما غير نقي للصفتين وظهرت النسبة للابناء 3 : 1 تكون الجينات مرتبطة ولم يحدث عبور

* إذا كان مجموع الأبناء لا يساوي100 فإن :

- نسبة العبور = (نسبة التراكيب الجديدة) $\frac{\text{عدد الأبناء التي لا تشبه الأبوين}}{\text{العدد الكلي للأبناء}} \times 100\ \%$

- نسبة الارتباط = $\frac{\text{عدد الأبناء التي تشبه الأبوين}}{\text{العدد الكلي للأبناء}} \times 100\ \%$

- ملاحظة :
التراكيب الجينية الجديدة للجاميتات تكون للجاميتات الناتجة من العبور .
أما التراكيب الجينية الجديدة للأبناء فتكون للأفراد الناتجين من تزاوج الجاميتات الناتجة من العبور .

سؤال : أجري تلقيح بين نباتي أحدهما أصفر الأزهار أملس البذور و الآخر أبيض الأزهار مجعد البذور و كان أليل الأزهار الصفراء (A) سائد على أليل أزهار البيضاء (a) و أليل البذور الملساء (R) سائد على أليل البذور المجعدة (r) فنتجت الأبناء الآتية :

1- 46.5% نبتة صفراء الأزهار ملساء البذور .
2- 46.5 % نبتة بيضاء الأزهار مجعدة البذور .
3- 3.5 % نبتة بيضاء الأزهار ملساء البذور .
4- 3.5 % نبتة صفراء الأزهار مجعدة البذور .

أوجد :

أ- الطراز الجيني للأبوين (بدراسة كل صفة على حدى)
ب- الطراز الجيني لجاميتات لأبوين و الأبناء و نسبتها المئوية .
ج- نسبة الارتباط .
د- نسبة العبور .
ه- المسافة بين الجينات .

الحل :

أ)

♂ اصفر أزهار أملس بذور — [A R] [a r] — طرز جينية آباء

X

♀ أبيض الأزهار مجعد بذور — [a r] [a r] — طرز شكلية آباء

ب)

طرز جينية جاميتات للأبوين: 1 [a r] x [A R] , [a r] , [A r] , [a R]

46.5% %46.5 %3.5 %3.5

طرز شكلية أبناء F1:

[A R] [a r] أصفر الأزهار أملس بذور % 46.5

[a r] [a r] أبيض الأزهار مجعد بذور % 46.5

[A r] [a r] أصفر الأزهار مجعد بذور % 3.5

[a R] [a r] أبيض الأزهار أملس بذور %3.5

تراكيب جينية جديدة للابناء

ج) نسبة الارتباط = 93 %

د) نسبة العبور(نسبة التراكيب الجينية الجديدة) = 7 % / الانفصال = 7 %

ه) المسافة = 7 وحدات خريطية

مثال : أجري تزاوج بين نباتي احدهما أصفر الأزهار أملس البذور و الآخر أبيض الأزهار مجعد البذور فكانت الأبناء كما يلي :

- 92 أصفر الأزهار أملس البذور
- 94 أبيض الأزهار مجعد البذور
- 6 أصفر الأزهار مجعد البذور
- 8 أبيض الأزهار أملس البذور

أوجد كل مما يلي : (إذا علمت أن أليل اللون الأصفر A مرتبط مع أليل أملس بذور R ، و أليل اللون الأبيض a و أليل مجعد
البذور r فاوجد ما يلي :

أ- الطرز الجينية للأبوين
ب- جاميتات الأبوين
ج- نسبة العبور
د- نسبة الارتباط
ه- المسافة بين الجينات
و- التراكيب الجينية الجديدة
ز- سبب ظهور النسبة

الحل : نستخرج الطرز للابوين بدراسة كل صفة على حدى والقسمة على الرقم الاصغر وبمعرفة النسب الناتجة

أ- الأب الأول AaRr و الآخر aarr

ب- جاميت الأبوين : الأب الأول ← AR , ar ← بالارتباط
ب- جاميت الأبوين : الأب الأول ← Ar , aR ← بالعبور

الأب الآخر= ar

ج- نسبة العبور = نسبة التراكيب الجينية الجديدة = $\frac{6+8}{200} \times 100\% = 7\%$

د- نسبة الارتباط = 93%

هـ- المسافة بين الجينات = 7 وحدات خريطية .

و- التراكيب الجينية الجديدة = Aarr / aaRr

ز- سبب ظهور هذه النتائج :
بسبب العبور الجيني و ذلك لأن عدد الأبناء التي تشبه الأبوين أكثر من عدد الأبناء التي لا تشبه الأبوين وكان احد الابوين غير نقي الصفتين والاخر متنحي الصفتين كما ذكر سابقاً .

سؤال : في تزاوج معين بين نباتين مجهولي الطراز الجيني و الشكلي نتجت الأبناء بالأعداد و النسب الآتية :

- 122 نبتة خضراء قرون ملساء بذور
- 39 نبتة صفراء قرون مجعدة بذور

اذا كان أليل القرون الخضراء G سائد على القرون الصفراء g ، و أليل القرون الملساء R سائد على المجعدة r .

أوجد :

أ- الطرز الجينية و الشكلية للأبوين للصفتين معاً .

ب- سبب ظهور هذه النتائج .

ج- الطرز الجينية للجاميتات الأبوين للصفتين معاً .

الحل :

أ- GgRr ⊗ GgRr

أخضر أملس أخضر أملس

ب- سبب ظهور هذه النتائج : عدم حدوث العبور لأن النسبة المتوقعة 9 : 3 : 3 :1

ولكن ظهرت 3: 1 بدلاً منها .

ج- أحد الأبوين gr / GR

و الأب الآخر gr / GR

مثال : أجري تزاوج كما يلي AaBb ⊗ aabb فنتجت الأبناء بالأعداد الآتية :

- AaBb 151
- aabb 149
- Aabb 51
- aaBb 49

أوجد : أ- المسافة بين جين A , B

ب- الجاميتات الناتجة من العبور

ج- الجاميتات الناتجة من الارتباط

الحل :

أ- المسافة بين A , B = 51 + 49 / 400 x 100 % = 25 % (العبور)

- نسبة العبور = 25% - إذاً المسافة = 25 **وحدة خريطية**

ب- الجاميتات الناتجة من العبور = aB / Ab

ج- الجاميتات الناتجة من الارتباط = AB / ab

خريطة الجينات : تحديد مواقع الجينات على الكروموسوم بمعرفة نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ناتجة من العبور .
- المسافة بين الجينات تتناسب طردياً مع احتمالية حدوث العبور فكلما زادت المسافة بين الجينات زادت نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة (نسبة العبور) .

علل : نسبة تكرار ظهور تراكيب جينية جديدة بين أي جينين ثابتة . (المسافة بين الجينات ثابتة)
لأن كل جين له موقع ثابت و محدد على الكروموسوم .

- **الارتباط** = 100% - نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة .
- نسبة العبور = نسبة الإنفصال = نسبة التراكيب الجينية الجديدة .
- وحدة خريطية واحدة = 1 % نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ⟵ ناتجة من العبور الجيني .

مثال : ادرس خريطة الجينات المجاورة ثم أوجد ما يلي :

أجب عن كل مما يلي :
1- كم يبلغ نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة بين جين A —C = 5%
2- كم يبلغ نسبة الانفصال بين B—R = 7%
3- كم تبلغ نسبة العبور بين C —D = 10%
4- كم تبلغ نسبة الارتباط بين B — D = 88 %
5- أين تكون أكبر نسبة عبور و ما قيمتها ؟ بين A—D و تساوي 15 %
وهي نفسها أكبر نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة وهي أقل نسبة ارتباط 85 %
6- أين تكون أكبر نسبة ارتباط ؟ بين R — H و تساوي 99 %
وهي أقل نسبة عبور (أقل نسبة حدوث تراكيب جديدة) = 1%

ملاحظة :
استفاد مورجان و تلاميذه من نتائج عملية العبور و الإرتباط في عمل خرائط الجينات . تحدد مواقع الجينات و ترتيبها على طول الكروموسوم . اذ لاحظ مورجان انه كلما زادت المسافة بين جينين زادت احتمالية حدوث عملية العبور لان عملية العبور تعتمد على المسافة بين الجينات .

- **التنوع الوراثي :** تنوع في الخصائص الموروثة للكائنات الحية قد ينتج من عبور الجيني أو من التوزيع الحر .

سؤال : إذا علمت أن نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ناتجة من العبور بين الجينات المرتبطة ما يلي :

% 5 = C—A
% 8 = C—B
% 12 = C—T
% 14 = C—R

وكانت نسبة ارتباط الجينات كما يلي :

% 87 = B— A
% 96 = T— B
% 98 = T— R

فأوجد ما يلي :

أ - ما ترتيب الجينات على طول الكروموسومات .
ب -أين تكون أكبر نسبة عبور وما قيمتها ؟ (أكبر نسبة ظهور تراكيب جينية جديدة)

الحل :

أ-

ب- بين A — R و قيمتها 19 % (نرسم الخريطة ثم نجيب عن الاسئلة)

** طريقة الحل : نبدأ بأكبر مسافة فالأقل ثم الأقل و هكذا .

- سؤال : ادرس الشكل المجاور و الذي يمثل المسافة بين الجينات المرتبطة ، ثم أوجد ما يلي :

	A	B	R
A	———	3	10
B	3	———	7
R	10	7	———

1- كم تبلغ نسبة العبور الجيني بين A , R ؟ %10
2- كم تبلغ نسبة الإرتباط بين B , R ؟ %93
3- أين تكون أكبر نسبة ارتباط و ما قيمها ؟
بين A — B و تساوي %97 .

- ملاحظة : إذا كانت بعض المسافات غير معروفة نرسم خريطة الجينات ثم نجيب عن الأسئلة .

أثر البيئة في ترجمة الطرز الجينية إلى طرز شكلية : (محذوف كاملا)

تؤثر العوامل البيئية في ترجمة الطرز الجينية إلى طرز شكلية .

- مثل لون الفراء في القطط السيامية .
- يوجد في هذا النوع من القطط أليل مسؤول عن إنتاج أنزيم تصنيع صبغ الميلانين وهو أنزيم حساس لدرجة الحرارة فيعمل بنشاط عندما تكون درجة الحرارة أقل من درجة حرارة الجسم الطبيعية مثل (الأنف و الأطراف و الأذن والذيل) فينتج صبغة ميلانين الداكنة ،
أما أجزاء الجسم التي ترتفع فيها درجة الحرارة أكثر من الأجزاء المذكورة يكون الأنزيم غير نشط ولا ينتج صبغة الميلانين الداكنة فيظهر الشعر باللون الأبيض .

- إذا تم حلق جزء من فراء ظهر القط السيامي و وضع قطعة باردة على الجزء المحلوق سينمو شعر جديد بلون أسود ؛ لأن الأنزيم يصبح نشطاً و ينتج صبغة الميلانين الداكنة .

علل : لماذا يختلف لون فراء القط السيامي بأجزاء الجسم المختلفة .

لأن درجة الحرارة تؤثر في ترجمة الطرز الجينية إلى الطرز الشكلية ، فدرجة الحرارة المنخفضة تنشط أنزيم إنتاج الصبغة الداكنة فيظهر الفراء باللون الأسود كما في الأطراف و الأذن و الذيل و الأنف ،
أما الحرارة المرتفعة كباقي الجسم يصبح الأنزيم غير نشط ولا ينتج صبغة الميلانين الداكنة فيظهر الفراء باللون الأبيض .

علل : الصفات المكتسبة لا تورث .

لأنها تؤثر في ترجمة الطرز الجينية إلى الطرز الشكلية دون تغير في الطرز الجينية نفسها .

***ملاحظات هامة عند تزاوج صفتين أو أكثر و طلب احتمال ظهور صفات معينة في الأبناء : (مطلوبة ومهمة جدا)**

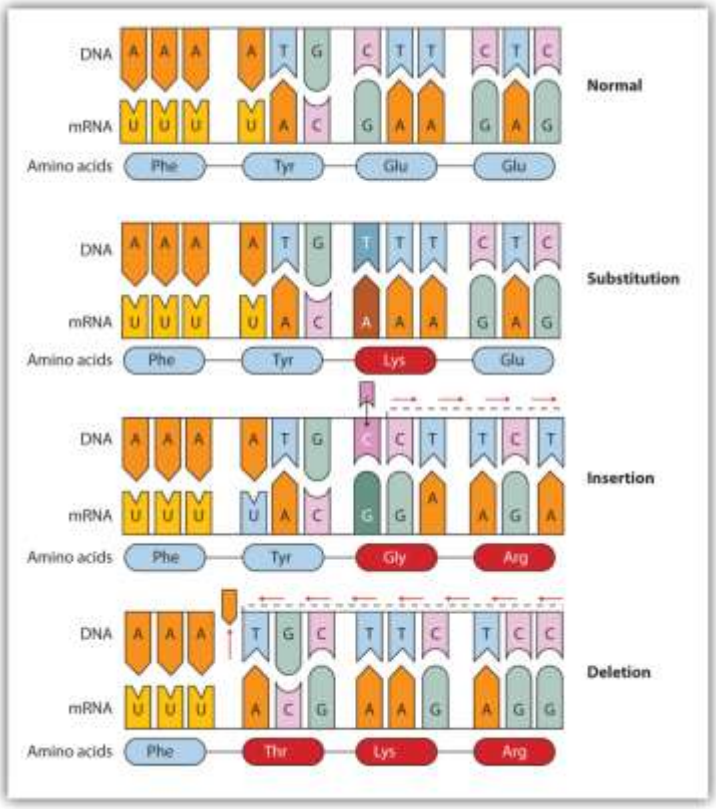
1- تزاوج كل صفة على حدى و استخراج الاحتمالات المطلوب في الأبناء و ضرب الاحتمالات المطلوبة معاً .
2- إذا طلب ذكر أو أنثى و كان في المطلوب صفة مرتبطة بالجنس لا نضرب بـ1/2 .
3- إذا طلب ذكر أو أنثى و لم يكن في المطلوب صفة مرتبطة بالجنس نضرب الاحتمال المطلوب بـ1/2 ،

وهذه الطريقة تطبق على جميع الصفات الوراثية عدا الجينات المرتبطة . لانها تسلك سلوك وحدة واحدة

نهاية الفصل الأول الأستاذ : حسام عياش

الفصل الثاني

الطفرات وتأثيرها



الطفرات و تأثيرها

- **الطفرة :** تغير في تركيب المادة الوراثية ينتج عنها صفات جديدة مما يؤدي إلى اختلال في عملية بناء البروتين مما يؤدي إلى حدوث الطفرات .

- أنواع الطفرات من حيث **نوع الخلايا التي تحدث فيها** (من حيث التوارث) :

1- طفرة متوارثة : تحدث في الجاميتات أو خلية جنسية تنتج جاميت
2- طفرة غير متوارثة : تحدث في الخلايا الجسمية مثل (الرئتين ، البنكرياس ، ... الخ)

- أنواع الطفرة من حيث **العامل المسبب لها :**

أ- طفرة تلقائية : حدوث خطأ في تضاعف DNA (تحدث في الفيروسات ، البكتيريا)
ب- طفرة مُستحثة : بسبب تعرض الكائن الحي لعوامل مختلفة منها :
1- عوامل فيزيائية : أشعة سينية ، أشعة غاما ، أشعة الشمس التي تحتوي على أشعة فوق بنفسجية تحدث الطفرات عند التعرض لأشعة الشمس فترات طويلة مثل سرطان الجلد .
2- عوامل كيميائية : مثل ألياف الأسبست ، مواد دخان السجائر ، الدهانات ، بعض الملوثات مثل (الرصاص ، كادميوم ، غازات من عوادم السيارات و المصانع) ، مبيدات الحشرية و الفطرية .

- أنواع الطفرات من حيث **التصنيف العام :**

أ- طفرة جينية :
- موضعية
  - طفرة صامتة
  - طفرة مخطئة التعبير
  - طفرة غير معبرة
- إزاحة
  - إضافة زوج أو أكثر من النيوكليوتيدات
  - حذف زوج أو أكثر من النيوكليوتيدات

ب- طفرة كروموسومية :
- تغير في تركيب الكروموسوم
  - حذف
  - تكرار
  - تبديل موقع
  - القلب
- تغير في عدد الكروموسومات
  - تغير عدد الكروموسومات في المرحلة الأولى من المنصف
  - تغير عدد الكروموسومات في المرحلة الثانية من المنصف

ملاحظة :
تتضمن عملية بناء البروتين مرحلتين هما النسخ و الترجمة

- **الطفرة الجينية :** هي تغير في تسلسل النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) في DNA على مستوى الجين .

- الطفرة الجينية نوعان :

أ- طفرة موضعية : تحدث في موقع محدد من الجين وذلك باستبدال زوج من القواعد النيتروجينية أو بضعة أزواج في جزيء DNA مما يؤدي إلى تغير كودون أو أكثر في جزيء mRNA المنسوخ .

* نتائج الطفرة الموضعية :

1- تغير كودون إلى كودون آخر يترجم إلى نفس نوع الحمض الأميني فلا يتغير تركيب البروتين الناتج و تسمى **(طفرة صامتة)** .

مثال:

		بعد الطفرة	
DNA	TAC TAG CCG ATC	⟶	TAC TAG CCA ATC
mRNA	AUG AUC GGC UAG	⟶	AUG AUC GGU UAG
سلسلة الحموض الأمينية	Met lle Gly انتهاء	⟶	Met lle Gly انتهاء

2- تغير كودون إلى كودون آخر يترجم إلى حمض أميني جديد مختلف عن الحمض الأميني للكودون الأصلي .

مثل طفرة تسبب مرض **الأنيميا المنجلية.**

و تسمى **(طفرة مخطئة التعبير)** ⟵ لأنها تسبب خطأ في التعبير الجيني . كما ذكر سابقاً ⟵

مثال :

		بعد الطفرة	
DNA	TGA GGA CTC CTC	⟶	TGA GGA CAC CTC
mRNA	ACU CCU GAG GAG	⟶	ACU CCU GUG GAG
سلسلة الحموض الأمينية	The Pro **Glu** Glu	⟶	The Pro **Val** Glu

3- تغير كودون إلى كودون وقف الترجمة فتُنتج الخلية بروتين غير مكتمل (ناقص) لفقدانه مجموعة من الحموض الأمينية الداخلة في تركيب البروتين .

و تسمى (طفرة غير معبرة) ⟵ لأنها تؤدي إلى عدم حدوث تعبير جيني كامل .كما ذكر سابقاً ⟵

مثال :

		بعد الطفرة	
DNA	TAC GTG TTC GGC	⟶	TAC GTG ATC GGC
mRNA	AUG CAC AAG CCG	⟶	AUG CAC UAG CCG
سلسلة الحموض الأمينية	Met His lys pro	⟶	Met His انتهاء

ملاحظة : كودون البدء AUG / كودونات الانتهاء (UAG / UGA / UAA) .

ب- طفرة الإزاحة : هي إضافة زوج أو أكثر من القواعد النيتروجينية إلى الجين أو حذف زوج أو أكثر من القواعد النيتروجينية من الجين فيحدث إزاحة للكودونات على جزيء mRNA المنسوخ .

*** نتائج طفرة الإزاحة :**

1- حدوث تغير كبير في تسلسل الكودونات ، وبالتالي تغير في سلسلة البروتين الناتج (تأثير كبير).

مثال :

		حذف	بعد الطفرة
DNA	TAC TTC AAA CCG ATT	⟶	TAC TTC AAC CGA TT
mRNA	AUG AAG UUU GGC UAA	⟶	AUG AAG UUG GCU AA
سلسلة الحموض الأمينية	Met Lys phe Gly انتهاء	⟶	Met Lys leu Ala

2- توقف بناء سلسلة البروتين نتيجة حدوث تغير في كودون ليصبح كودون وقف .

مثال :

		إضافة A	بعد الطفرة
DNA	TAC TTC AAA CCG ATT	⟶	TAC ATT CAA ACC GAT T
mRNA	AUG AAG UUU GGC UAA	⟶	AUG UAA GUU UGG CUA A
سلسلة الحموض الأمينية	Met Lys phe Gly انتهاء	⟶	Met انتهاء

سؤال : طفرة الإزاحة أخطر من الطفرة الموضعية .

لأن طفرة الإزاحة تؤدي إلى إضافة أو حذف زوج أو أكثر من القواعد النيتروجينية فحدث إزاحة للكودونات على جزيء mRNA (و تغير سلسلة الحموض الأمينية / سلسلة البروتين) ، أما الطفرة الموضعية فتحدث نتيجة استبدال زوج من القواعد النيتروجينية بآخر فتغير كودون واحد فقط أو أكثر من كودون .

سؤال : طفرة الإزاحة لثلاث أزواج من القواعد النيتروجينية أقل من إزاحة زوج من القواعد النيتروجينية .

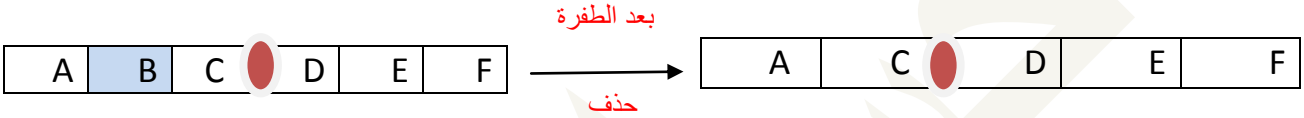
لأن الإزاحة لثلاث أزواج تؤدي إلى حذف أو إضافة كودون واحد يبقى تسلسل الكودونات الأخرى كما هو (حذف أو إضافة حمض أميني) ، أما إزاحة زوج واحد من القواعد النيتروجينية يؤدي تغير كبير في تسلسل الكودونات و تغير سلسلة البروتين الناتج .

الكودون : وحدة مكونة من ثلاث نيوكليوتيدات في حمض m-RNA و هي تحدد حمض أميني معين .

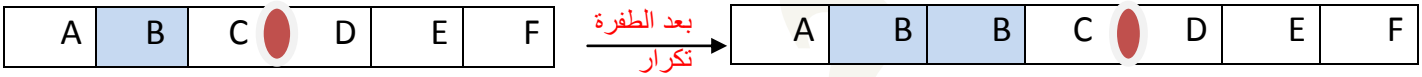
الطفرات الكروموسومية :
هي طفرات تنتج عن تغير في عدد الكروموسومات أو تركيبها .

أ- طفرات ناتجة عن تغير في تركيب الكروموسوم : و هي طفرة تنشأ نتيجة تغير في بنية الكروموسوم أو تركيبه .
وهي أربع أنواع (أشكال) :

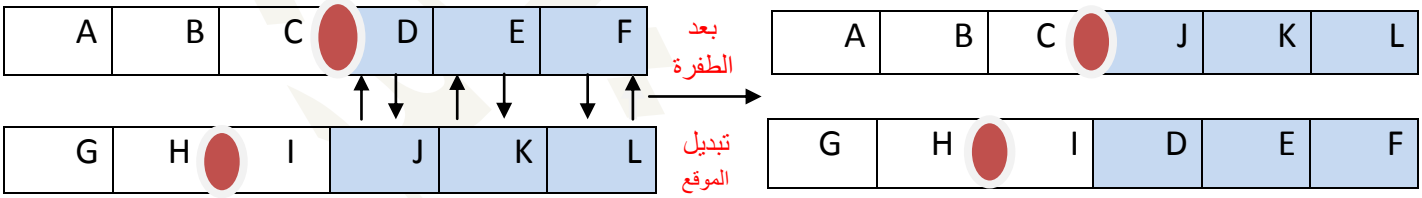
1- طفرة الحذف : إزالة جزء من الكروموسوم و إلتحام القطع المتبقية معاً مما يؤدي إلى نقص طول الكروموسوم و بالتالي نقص عدد الجينات المحمولة على الكروموسوم .
مثال :



2- طفرة تكرار : ينقطع جزء من كروموسوم و يرتبط بكروموسوم مماثل له فيصبح لدى الكروموسوم المماثل له جزء مكرر إضافي لأحد أجزائه .
مثال :



3- طفرة تبديل الموقع : قطع جزء طرفي من كروموسوم وانتقاله إلى كروموسوم آخر غير مماثل له مما يؤدي إلى تبديل مواقع الجينات على الكروموسومات غير المتماثلة .
مثال :



4- طفرة القلب : انفصال قطعة من الكروموسوم ثم ارتباطها مرة أخرى بصورة مقلوبة من الجهة المعاكسة لجهة انفصالها مما يؤدي إلى عكس ترتيب الجينات في هذا الجزء من الكروموسوم .
مثال :

- **ملاحظة** : الطفرة التي تحدث للكروموسوم المقابل (المماثل) للكروموسوم الذي حدث له تكرار هي طفرة حذف .
- **ملاحظة** : الطفرات التي تحدث في نفس الكروموسوم هي **الحذف و القلب** ، أما الطفرات التي تحدث بين كروموسومين هما **التكرار ، تبديل الموقع** .

ب- الطفرات الكروموسومية الناتجة عن تغير عدد الكروموسومات :

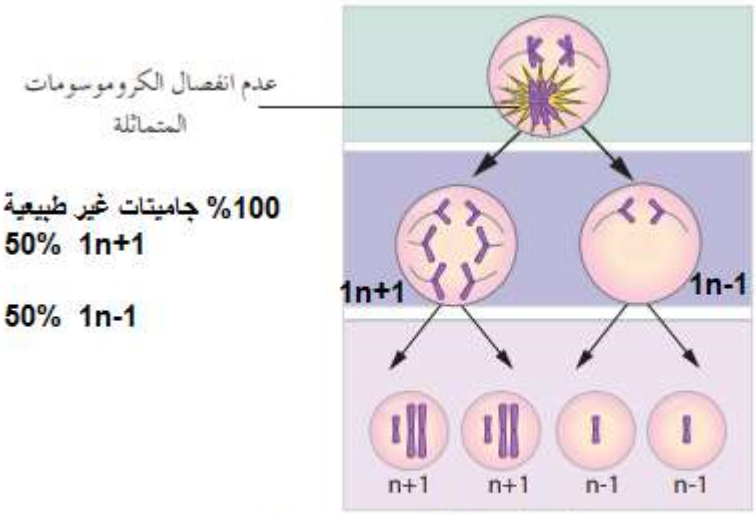
- ينتج عنها اختلال في عدد الكروموسومات في خلايا الكائن الحي ولها سببان :

أ- عدم انقسام السيتوبلازم أثناء الانقسام الخلوي (يحدث في بعض النباتات)

ب- عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة أو الكروماتيدات الشقيقة أثناء الانقسام المنصف . و هي نوعان :

1- تغير في عدد الكروموسومات في أثناء المرحلة الأولى من الانقسام المنصف :

و ذلك لعدم **انفصال كروموسوم عن كروموسوم مماثل له** فينتج نوعان من الجاميتات غير الطبيعية (1ن + 1 / 1ن - 1)

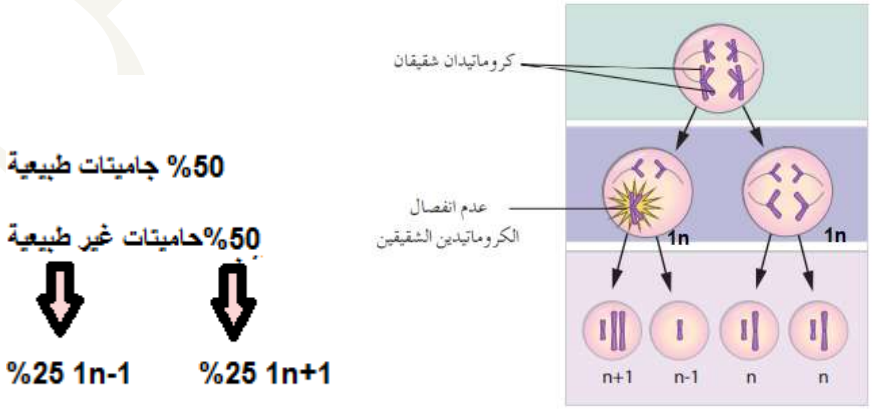


الشكل (١-٢٦): عدم انفصال أحد أزواج الكروموسومات المتماثلة في أثناء المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف.

وقد تحدث لعدم انفصال أكثر من كروموسوم عن كروموسوم مماثل له .

2- تغير في عدد الكروموسومات في أثناء المرحلة الثانية من المنصف :

و يحدث نتيجة عدم انفصال الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها في كروموسوم أو أكثر فينتج ثلاث أنواع من الجاميتات طبيعية وغير طبيعية (1ن + 1 / 1ن -1 / 1ن)



الشكل (١-٢٧): عدم انفصال الكروماتيدين الشقيقين في أحد الكروموسومات في أثناء المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.

علل . حدوث الطفرة في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف أكثر خطورة منها في المرحلة الثانية منصف .

لأن جميع الجاميتات الناتجة من المرحلة الأولى غير طبيعية أما في المرحلة الثانية فينتج بعض الجاميتات طبيعية .

- الاختلالات الوراثية عند الإنسان :

تسهم بعض الطفرات في تحسين صفات السلالات النباتية و الحيوانية فتكون طفرة مفيدة ،
أما هناك كثير من الاختلالات ناتجة عن حدوث الطفرة وهي تقسم إلى ثلاث أنواع :

أ- اختلالات ناتجة عن طفرة جينية : عدد الكروموسومات (44 + 2 = 46)

اسم الاختلال	موقع حدوث الطفرة	وصف المرض و أعراضه
التليف الكيسي	زوج كروموسومي رقم 7	- صعوبة التنفس و الهضم نتيجة وجود مخاط كثيف لزج جداً في الرئتين و القناة الهضمية و أعضاء أخرى .
فينل كيتونيوريا	زوج كروموسومي رقم 12	- خلل في أيض حمض أميني فينيل ألانين - عدم خضوع الشخص المصاب لنظام غذائي يحتوي كميات قليلة من هذا الحمض الأميني يتراكم في دم المصاب وتراجع قدراته العقلية .
نزف الدم – A (الناعور)	كروموسوم جنسي X	- استمرار نزف الدم تلقائي أو ناجم عن عملية جراحية لوجود خلل في إنتاج عامل التخثر VIII

- ما سبب تراكم الفنيل الانين : خلل في ايض فنيل الانين وعدم خضوع الشخص لنظام غذائي يحتوي كميات قليلة منه.

ب- اختلالات ناتجة عن تغير في عدد الكروموسومات الجسمية : (عدد الكروموسومات $46^{+} = 2 + 44^{+}$)

اسم الاختلال	وصف الاختلال و أعراضه	التغير في عدد الكروموسومات	عدد الكروموسومات الكلي في الخلايا الجسمية
متلازمة داون	- قدرات عقلية محدودة - ملامح وجه مختلفة - انثناء الجفن العلوي - قصر القامة و امتلاؤها - مشكلات في القلب لدى بعض الأشخاص	إضافة كروموسوم للزوج رقم 21	كروموسومات جسمية 45 كروموسومات جنسية 2 المجموع الكلي 47
متلازمة بتاو	- تشوه الأعضاء الداخلية - قدرات عقلية محدودة - شق في الشفة العليا و حلق مشقوق	إضافة كروموسوم للزوج رقم 13	كروموسومات جسمية 45 كروموسومات جنسية 2 المجموع الكلي 47

ملاحظة : الطراز الكروموسومي لأفراد مصابين بمتلازمة داون أو بتاو هو :

الذكر 45 + XY

الأنثى 45 + XX

ج- اختلالات وراثية ناتجة عن طفرة بسبب تغير عدد الكروموسومات الجنسية :

(عدد الكروموسومات = 44 + $2^{\pm}$ = $46^{\pm}$)

اسم الاختلال	وصف الاختلال و أعراضه	تغير في عدد الكروموسومات	عدد الكروموسومات الكلي في الخلايا الجسمية
متلازمة تيرنر	- أنثى قصيرة القامة وعقيمة - عدم اكتمال النضج الجنسي مع إمكانية ظهور بعض علامات النضج الجنسي الثانوية في حال خضوعها للعلاج .	حذف كروموسوم جنسي X فيصبح الطراز الكروموسومي الجنسي **XO**	عدد الكروموسومات الجسمية 44 عدد الكروموسومات الجنسية 1 المجموع الكلي **45**
متلازمة كلينفلتر (كلاينفلتر)	- ذكر طويل القامة - ذكائه أقل من المعدل الطبيعي - صغر حجم الأعضاء التناسلية و عدم اكتمال النضج الجنسي	إضافة كروموسوم جنسي X للذكر فيصبح الطراز الكروموسومي الجنسي **XXY**	عدد الكروموسومات الجسمية 44 عدد الكروموسومات الجنسية 3 المجموع الكلي **47**

- الاستشارة الوراثية :

استشاره طبيب مختص في الأمراض الوراثية للكشف عن احتمالية إنجاب أطفال مصابين بإختلالات وراثية أو تشخيص الأفراد الذين يشتبه بوجود متلازمة لديهم و ذلك بعمل فحوص تثبت صحة التشخيص .

- لماذا تستخدم الاستشارة الوراثية ؟ تجنباً لإنجاب أفراد مصابين بإختلالات وراثية .

- خطوات الاستشارة الوراثية (عمل المستشار الوراثي):

1- عمل سجل نسب وراثي لأفراد العائلة
2- عمل فحوصات مخبرية للزوجين و الأقارب من الدرجة الأولى
3- عمل فحوصات دم لناقلي مرض التلاسيميا و الأنيميا المنجلية
4- توقع احتمال ولادة أطفال مصابين باختلالات وراثية

- تفيد الاستشارة الوراثية في حالات عدة منها :

أ- الكشف عن احتماليه نقل أمراض وراثية . مثل التلاسيميا
(فحص التلاسيميا أصبح إجباري للمقبلين على الزواج منذ عام2004 في الأردن)
ب- فحص الأفراد الذين يشتبه بوجود متلازمة وراثية لديهم .لتاكيد ذلك او لنفيه
ج- تقديم النصح لذوي الأشخاص المصابين باختلالات وراثية وذلك بتوضيح طبيعة الاختلال و كيفية التعامل معه .
د- فحص الأجنة في بداية الحمل لتحديد الأجنة غير الطبيعية (فحص السائل الرهلي / فحص خملات الكوريون)

- طرق فحص الأجنة :

وجه المقارنه	فحص السائل الرهلي (السلى)	فحص خملات الكوريون
وقت أخذ العينة	بين (14 – 16) أسابيع من الحمل	بين (8 – 10) أسابيع من الحمل
الخطوات	1- سحب عينة من السائل الرهلي 2- فصل مركزي للسائل و ذلك لفصل خلايا الجنين 3- زراعة الخلايا 4- بعد أيام عمل مخطط كروموسومات ومقارنته بالمخطط الطبيعي و تحيد الاختلال الوراثي	1- سحب عينة من خملات الكوريون 2- عمل مخطط كروموسومات و مقارنته بالمخطط الطبيعي لتحديد الاختلال الوراثي في اليوم التالي مباشرة .
سرعة الحصول على النتائج	بطيئة تحتاج إلى أيام و ذلك بسبب زراعة الخلايا الجنينية	سريعة في اليوم التالي لأنها لا تحتاج إلى زراعة
الأهمية	عمل مخطط كروموسومات و مقارنته بالمخطط الطبيعي و تحديد الاختلال الوراثي عند الجنين	

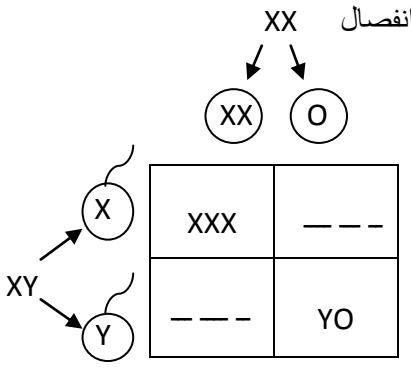
علل :

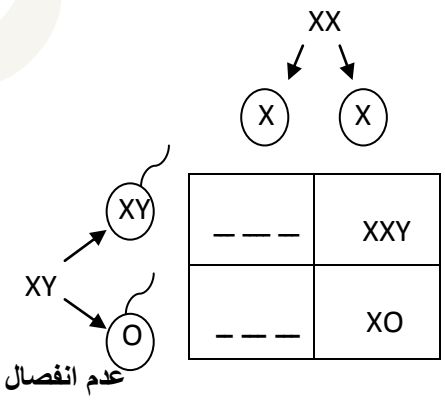
1- وضع عينة السائل الرهلي في جهاز الطرد المركزي .
و ذلك من أجل فصل الخلايا الجنينية و زراعتها و عمل مخطط كروموسومات لها و مقارنتها بالمخطط الطبيعي و تحديد الاختلال الوراثي .

2- مقارنه مخطط الكروموسومات بمخطط طبيعي .
و ذلك من أجل تحديد الاختلال الوراثي عند الجنين و كيفية التعامل معه إن وجد .

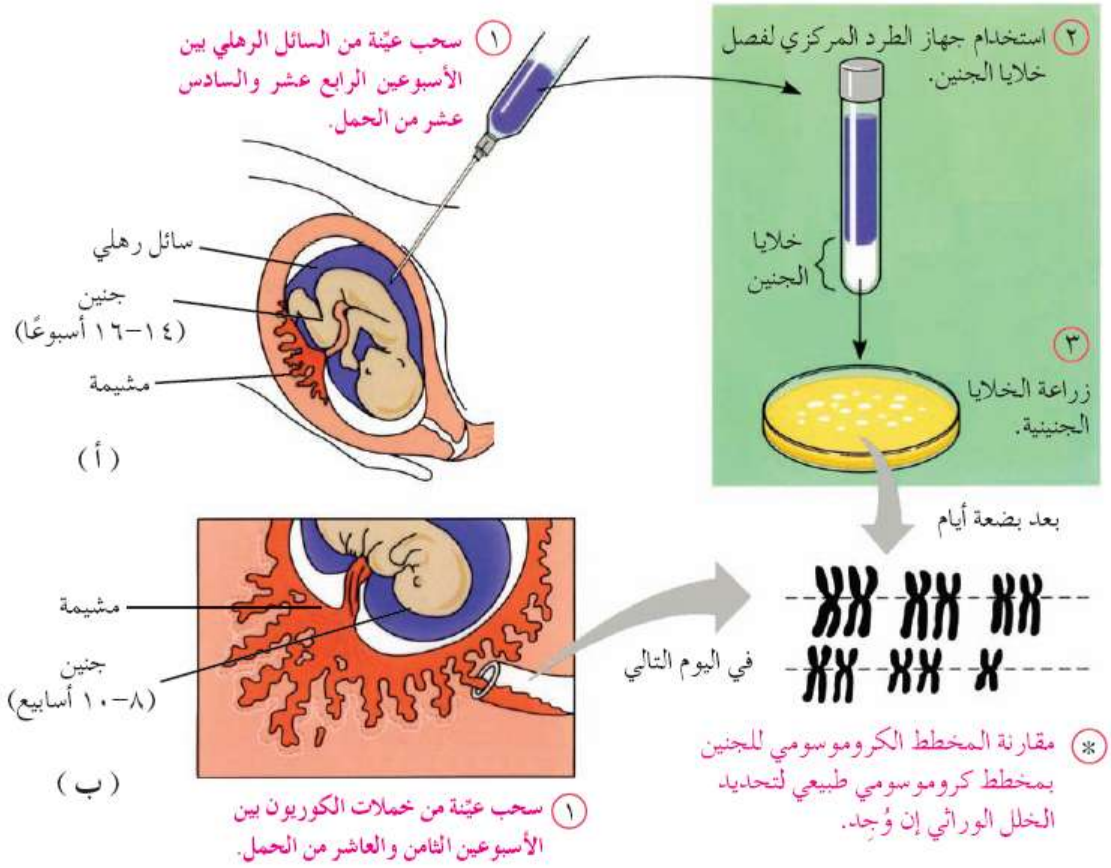
سؤال : أكمل الجداول الآتية بما يناسبها من طرز كروموسومية :

عدم انفصال





ملاحظة :
- **الجاميت XX** يحمل 24 كروموسوم
- **الجاميت XY** يحمل 24 كروموسوم
- **الجاميت O** يحمل 22 كروموسوم



الشكل (١–٢٨): فحص الأَجِنَّة: أ – فحص السائل الرهلي. ب – فحص خملات الكوريون.

سؤال: لديك اخر خمسة ازواج من الكروموسومات لاشخاص مختلفين حدد نوع الاختلال الوراثي والجنس لكل منهم؟

1- XX XX XXX XX Xx ذكر مصاب بمتلازمة داون

2- XX XX XXX XX XX انثى مصابة بمتلازمة داون

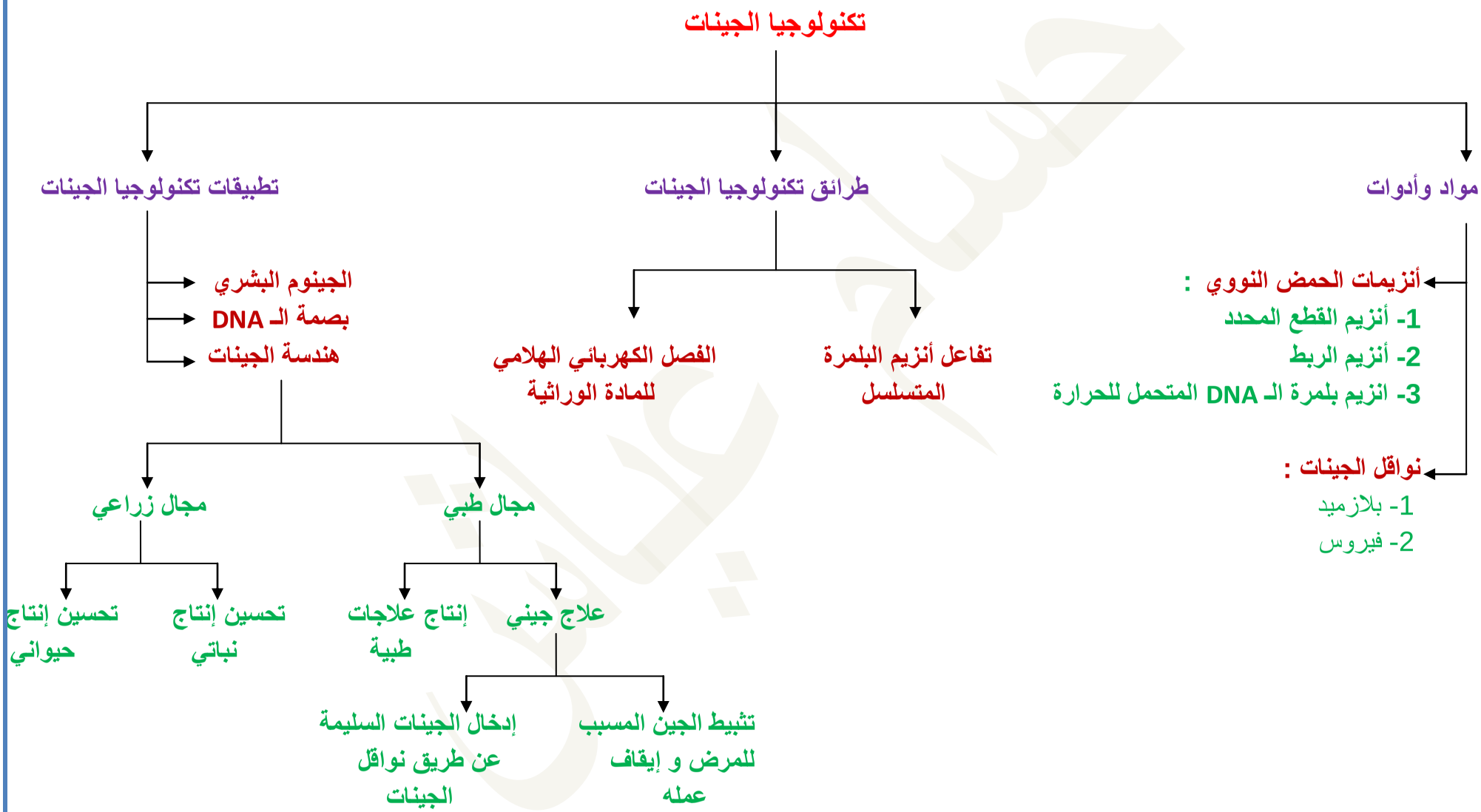
3- XX XX XX XX X انثى مصابة بمتلازمة تيرنر

4- XX XX XX XX XXx ذكر مصاب بمتلازمة كلينفلتر

نهاية الفصل الثاني الطفرات الأستاذ حسام عياش

الفصل الثالث

تكنولوجيا الجينات


تكنولوجيا الجينات
مواد وأدوات
طرائق تكنولوجيا الجينات
تطبيقات تكنولوجيا الجينات
أنزيمات الحمض النووي :
1- أنزيم القطع المحدد
2- أنزيم الربط
3- انزيم بلمرة الـ DNA المتحمل للحرارة
نواقل الجينات :
1- بلازميد
2- فيروس
تفاعل أنزيم البلمرة المتسلسل
الفصل الكهربائي الهلامي للمادة الوراثية
الجينوم البشري
بصمة الـ DNA
هندسة الجينات
مجال طبي
مجال زراعي
علاج جيني
إنتاج علاجات طبية
تحسين إنتاج نباتي
تحسين إنتاج حيواني
تثبيط الجين المسبب للمرض و إيقاف عمله
إدخال الجينات السليمة عن طريق نواقل الجينات

تكنولوجيا الجينات

- تكنولوجيا الجينات :
هي تكنولوجيا نقل المادة الوراثية من كائن حي لآخر لخدمة البشرية في كثير من المجالات مثل الطبية و الزراعية و البيئية .

- أدوات تكنولوجيا الجينات و موادها :

1- أنزيمات الحمض النووي
- **انزيمات القطع المحدد**
- **انزيمات الربط**
- **انزيمات بلمرة DNA المتحمل للحرارة**

أ- انزيمات القطع المحدد : هي انزيمات متخصصة في قطع الـ DNA تنتجها أنواع من البكتيريا للدفاع عن نفسها ، و ذلك بقطع DNA الفيروس الذي يهاجمها للتخلص منه و تستخدم بعضها في تكنولوجيا الجينات .

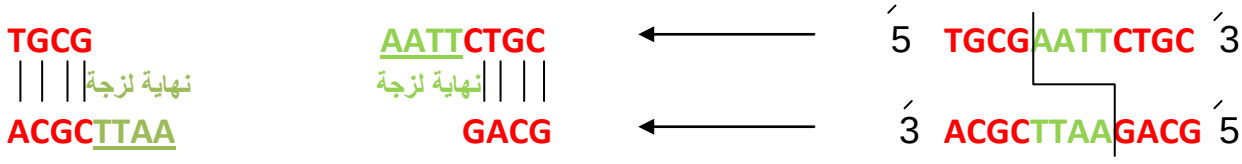
- ملاحظة : يتم تسمية انزيمات القطع المحدد تبعاً لنوع البكتيريا التي تنتجها . تعرف العلماء على3500 نوع من أنزيمات القطع المحدد

مثال : انزيم قطع (ECOR I) .
تشير الاحرف ECO إلى جنس ونوع البكتيريا (الحرف الأول جنس) و (الحرف الثاني و الثالث نوع) ، و يشير حرف R إلى سلالة البكتيريا ، و رقم I أن هذا الأنزيم أول انزيم قطع محدد تم اكتشافه في هذا النوع من البكتيريا .

- يتعرف كل انزيم من انزيمات القطع المحدد تتابعاً معيناً من النيوكليوتيدات يتراوح بين (4- 6) نيوكليوتيدات في جزيء DNA (مناطق التعرف) ويكون هذا التتابع متماثلاً في منطقة التعرف في سلسلتي الـDNA .

- مناطق التعرف : هي مناطق تحتوي تتابعاً معيناً من النيوكليوتيدات يتراوح بين (4 – 6) نيوكليوتيدات تتعرف عليها انزيمات القطع المحدد ، ويكون هذا التتابع متماثلاً في سلسلتي ال DNA مثل **ATCGAT**

- ملاحظه : لكل سلسلة من سلاسل DNA نهايتان يرمز لإحداهما بالرمز 5´ و يرمز للنهاية الأخرى بالرمز 3´ . بحيث تبدا سلسلة من 5´ الى 3´ والسلسلة المقابلة من 3´ الى 5´ .
مثال : أنزيم القطع المحدد (ECOR I) يتعرف منطقة التعرف بحيث أن تتابع النيوكليوتيدات في سلسلة الـDNA من 5´ إلى 3´ هو نفسه تتابع النيوكليوتيدات في السلسلة المقابلة من 5´ إلى 3´ وهذا الانزيم يقطع سلسلة الـ DNA في مكان محدد بين القاعدة النيتروجينية G و A في سلسلتنا الـ DNA.



- ينتج من انزيم القطع المحدد قطع أطرافها سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات و تسمى بالنهايات اللزجة لامكانيه التصاقها بجزء مكمل لها ، وهذا **التعريف للنهايات اللزجة** .

- ملاحظة : ينتج من بعض انزيمات القطع المحدد سلاسل **نهاياتها غير لزجة** وتعريفها هو (لا تكون هذه الاطراف سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات) و يكون التحامها بسلاسل أُخرى **صعباً** (استخدامها في تكنولوجيا الجينات محدود)

علل : استخدام النهايات اللزجة في تكنولوجيا الجينات أكثر فاعلية من استخدام النهايات الغير لزجة .
و ذلك لامكانيه التصاق النهايات اللزجة بجزء DNA مكمل لها و عدم امكانية التصاق النهايات الغير لزجة بأجزاء مكملة لها .

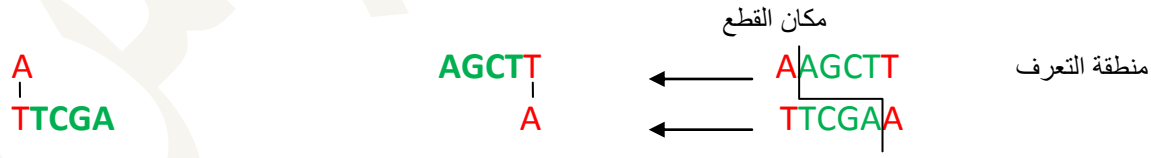
مثال : إذا علمت أن احد انزيمات القطع يتعرف بتسلسل النيوكليوتيدات GGATCC و يقطع الـ DNA بين القاعدتين النيتروجينية G و G المتتاليتين أكتب تسلسل النيوكليوتيدات في القطع الناتجة من استخدام هذا الأنزيم .

مثال : تكون بكتيريا معينة انزيم (**Hind III**) و الذي يتعرف تسلسل النيوكليوتيدات (**AAGCTT**) و يقطع DNA بين القاعدة النيتروجينية A وA المتتاليتين أوجد :

أ- ماذا تمثل الرموز Hind III .

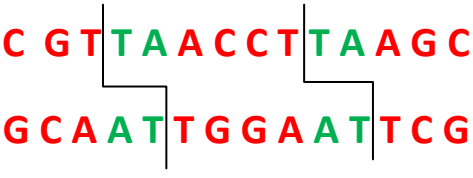
Hin ← جنس و نوع البكتيريا
d ← سلالة البكتيريا
الرقم III ← هذا انزيم القطع الثالث الذي تم اكتشافه لهذا النوع من البكتيريا .

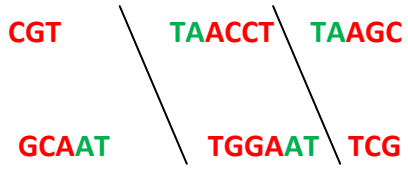
ب- اكتب القطع الناتجة من استخدام هذا الانزيم .



- ملاحظة :
إذا تكررت منطقة التعرف فإن الأنزيم يقطع أكثر من مرة في كل منطقة تعرف خاصة به .

مثال: انزيم قطع يقطع بين القاعدة النيتروجينية T,T في منطقة التعرف الاتية TTAA اكتب القطع الناتجة من عمل هذا الانزيم





ب- انزيم الربط : يستخدم انزيم الربط في ربط سلسلتي الـ DNA معاً و يستخدم في تكنولوجيا الجينات لربط نهايتي جزيئي الـ DNA معاً لينتج جزيء DNA واحد معدل جينياً .

مثال : جزيء DNA (ب) AGCCCACCT ← AGCTTCGGGTGGA

جزيء DNA (أ) TGCGCGTGTTCGA → ACGCGCACA

انزيم ربط
ينتج جزيء DNA واحد معدل جينياً .

جزيء DNA معدل جينياً
TGCGCGTGTTCGAAGCCCACCT
ACGCGCACAAGCTTCGGGTGGA

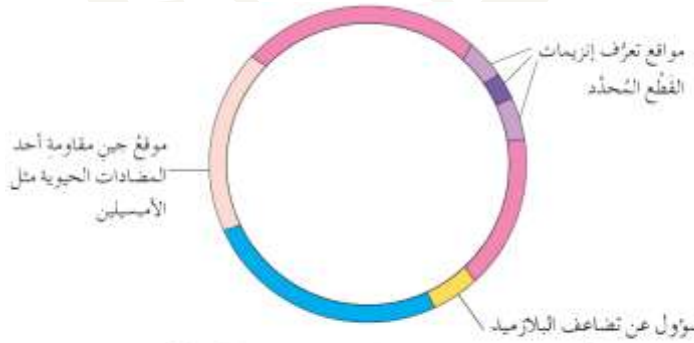
ج- انزيم بلمرة DNA المتحمل للحرارة :

يُستخرج هذا الانزيم من البكتيريا التي تعيش في الينابيع الساخنة و يستخدم في بناء سلسلة DNA مكملة لسلسلة الـ DNA الأصلية في تفاعلات انزيم البلمرة المتسلسل .

2- **نواقل الجينات :** يتم استخدام نواقل الجينات مثل (البلازميدات ، الفيروسات) في نقل قطع الـ DNA الناتجة من انزيمات القطع المحدد إلى الخلايا المستهدفة لتعديلها جينياً .

أ- البلازميد : هو جزيء DNA حلقي يوجد في بعض سلالات البكتيريا و يتميز بقدرته على التضاعف ذاتياً ، و هو أول النواقل المستخدمة في التعديل الجيني للبكتيريا .

الشكل (١-٣٥): المادة الوراثية في البكتيريا: البلازميد والكروموسوم البكتيري.



الشكل (١-٣٦): مواقع في البلازميد الذي يُستخدَم ناقلَ جينات.

- يجب توافر مواقع مهمة في البلازميد الذي يستخدم كناقل جينات :

أ- موقع مسؤول عن تضاعف البلازميد

ب- مواقع تعرف انزيمات القطع المحدد : حيث تعمل هذه الأنزيمات على التعرف على تسلسل نيوكليوتيدات في هذه المواقع فتقطعها لتضاف قطع الـ DNA المرغوب إلى البلازميد .

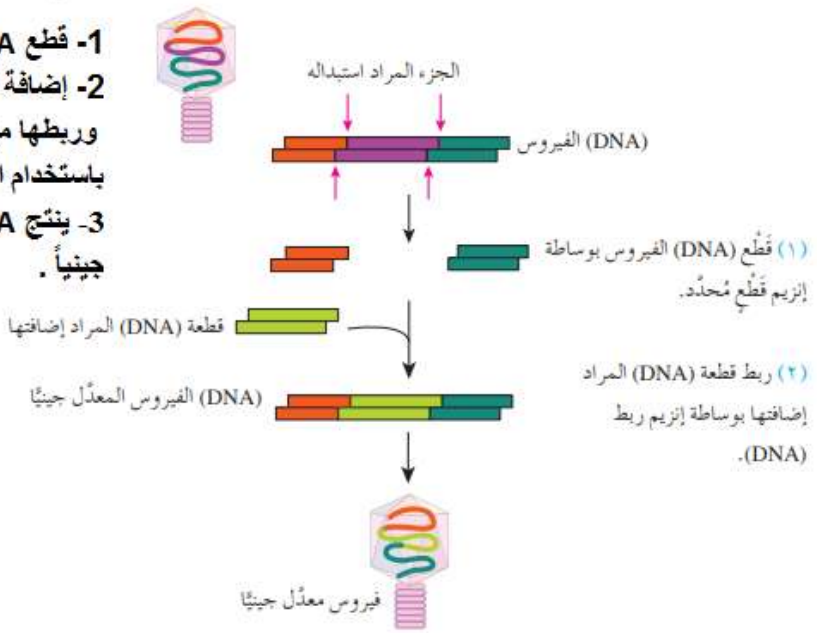
ج- موقع جين مقاومة نوع من المضادات الحيوية : أو أكثر مثل امبيسلين و ذلك لتسهيل فصل البكتيريا التي تحتوي هذا البلازميد المعدل جينياً .

ب- الفيروسات :

تُستخدم بعض الفيروسات مثل فيروس أكل البكتيريا كناقل جينات ، خاصة إذا كانت قطع الـ DNA المراد نقلها كبيرة حجم .

- خطوات تعديل الفيروس لاستخدامه ناقل جينات :

1- قطع DNA الفيروس باستخدام انزيم قطع محدد .
2- إضافة قطعة DNA المراد إضافتها إلى الفيروس وربطها مع DNA الفيروس مكان القطعة المنزوعة باستخدام انزيم ربط DNA .
3- ينتج DNA فيروس معدل جينياً فيصبح الفيروس معدل جينياً .



الشكل (١-٣٧): تعديل فيروس لاستخدامه ناقلَ جيناتٍ.

- أهمية استخدام نواقل الجينات :

يتم إدخال النواقل المعدلة جينياً مثل الفيروسات المعدلة و البلازميدات المعدلة إلى الخلايا الهدف **لتعديلها جينياً** ، مثل :

أ- خلايا إنسان تخضع للعلاج الجيني
ب- خلايا نباتية أو حيوانية مراد تحسين صفاتها
ج- خلايا بكتيريا لإنتاج مواد علاجية مرغوبة مثل هرمون انسولين / هرمون النمو .

- الطرائق المستخدمة في تكنولوجيا الجينات : تستخدم طرق عديدة مخبرية في :

أ- إنتاج نسخ متعددة من DNA (تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل) (**PCR**) بواسطة العالم كاري موليس
ب- فصل قطع الـ DNA عن بعضها البعض (**فصل كهربائي هلامي**)

- تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل :

يستخدم هذا التفاعل في إنتاج نسخ كثيرة من قطع الـ DNA خارج الخلية الحية باستخدام جهاز خاص .

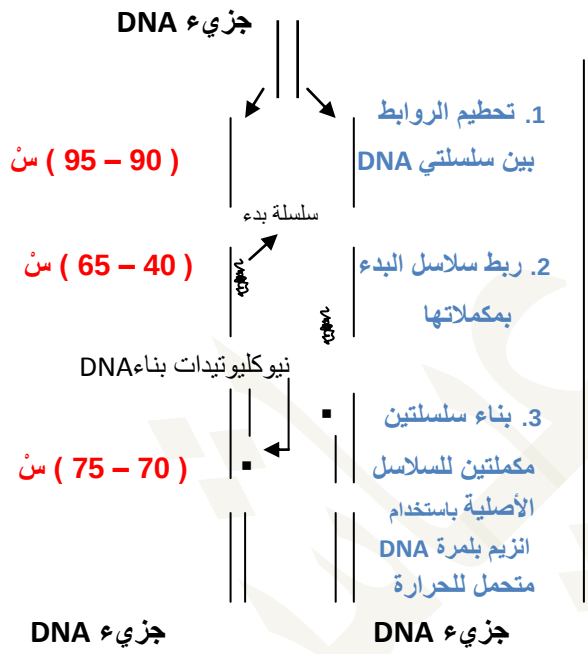
- فوائد استخدامات نسخ الـ DNA الناتجة تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل ؟

أ- تكثير جين معين مرغوب لاستخدامه في التعديل الجيني .
ب- تكثير عدد نسخ الـ DNA لمسبب مرض معين مما يُسهم في الكشف عن وجود مسببات أمراض فيروسية و بكتيرية في عينات المرضى .
ج- تشخيص بعض الاختلالات الوراثية .
د- تعرف بصمة الـ DNA .

- المواد اللازمة لتفاعل انزيم البلمرة المتسلسل ؟

1- انزيم بلمرة الـ DNA متحمل للحرارة .
2- عينة الـ DNA المراد نسخها .
3- نيوكليوتيدات بناء الـ DNA
4- **سلاسل البدء :** وهي سلاسل أحادية قصيرة يكون تتابع النيوكليوتيدات فيها مكملاً للنيوكليوتيدات في المنطقة التي يبدأ فيها نسخ (DNA)

تنقل هذه المواد إلى أنبوب خاص يوضع في جهاز تفاعل أنزيم البلمرة المتسلسل



- خطوات تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل :

أ- تحطيم الروابط بين سلسلتي DNA لفصل سلسلتي الـDNA عن بعضهما عند درجة حرارة بين (90 – 95) سْ
ب- ربط سلاسل البدء بمكملاتها عند درجة حرارة بين (40 – 65) سْ .
ج- بناء سلسلتي الـ DNA جديدتين مكملتين للسلسلتين الأصليتين باستخدام نيوكليوتيدات بناء الـDNA و انزيم بلمرة الـ DNAالمتحمل للحرارة بين (70 – 75) سْ .
د- ينتج جزئيين DNA متماثلين تماماً ومماثلان لجزيء الـ DNA الأصلي .
هـ- تكرر الدورة مرات عدة تصل إلى 35 دورة و تكون نسخ الـ DNA الناتجة جميعها نسخاً طبق الأصل لجزيء DNA الأصلي . (كل دورة تستغرق مدة قصيرة بين ثواني و دقائق)

- شرط نجاح او العامل الاساسي في تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل :

الدقة في ضبط درجة الحرارة في كل خطوة فدرجة الحرارة المناسبة لكل خطوة عاملاً أساسياً لإتمام الخطوة و إنتاج نسخ DNA كثيرة و متماثلة .

- الفصل الكهربائي الهلامي :

فصل قطع الـ DNA في عينية ما اعتماداً على حجمها ولأن قطع الـ DNA مشحونة بشحنة سالبة فإنها تتحرك باتجاه القطب الموجب وهو ما يعد أساس فصل مزيج قطع الـ DNA. **بسرعة تتناسب عكسياً مع حجمها .**

- **سؤال** : **على ماذا تعتمد المسافة التي تتحركها القطع في المادة الهلامية ؟ على ماذا تختلف المسافة المقطوعة** على حجم القطع فكلما كانت القطع أصغر تقطع مسافة أطول من القطع الكبيرة في الوقت نفسه باتجاه القطب الموجب .

- **ما اساس فصل مزيج قطع DNA : اختلاف حجم القطع** بحيث تقطع القطع الصغيرة مسافة اطول من القطع الكبيرة في الوقت نفسه .

- خطوات الفصل الكهربائي الهلامي :

1- ملئ الحفر الموجودة في طرف الهلام بمزيج من قطع الـDNA المراد فصلها .

2- وصل قطبي الجهاز بمصدرتيار كهربائي مع استمرارية تأثير التيار مدة زمنية مناسبة .

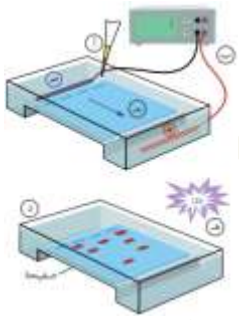
3- انتقال قطع DNA باتجاه القطب الموجب بسرعة تتناسب عكسياً مع حجومها .

(كلما كانت القطع أصغر تتحرك بسرعة أكبر نحو القطب الموجب)

4- فصل التيار الكهربائي و وضع الصفيحة بما تحويه في محلول صبغة خاصة بجزيئات الـ DNA مدة قصيرة .

5- نقل الصفيحة إلى جهاز آخر مزود بمصدر أشعة فوق بنفسجية **(UV)** فتظهر أشرطة مصبوغة تختلف مواقعها على المادة الهلامية و يمثل كل شريط أحمر قطعة DNA .

- ملاحظه : تقطع قطع DNA المتطابقة في حجومها المسافة نفسها على المادة الهلامية



.

- ملاحظه : يستخدم الفصل الكهربائي الهلامي لتحديد بصمة الـ DNA .

سؤال : يمثل الشكل المجاور نتائج الفصل الكهربائي الهلامي لعدد من قطع الـ DNA المفردة ، أوجد ما يلي :

- أنسب كل قطعة DNA إلى الرمز الذي يمثلها على الشريط من (أ – ز)

1- GCGAATGCGTCCAAC

2- GCGAATTGCGTCC

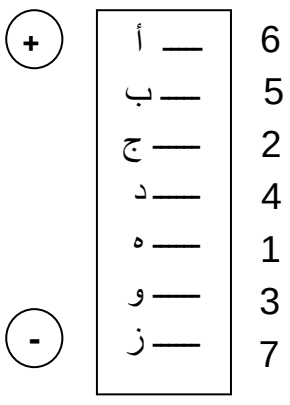
3- GCAATGCGTCCACAACGC

4- GCGAATGCGTCCAC

5- GCGAATGCGTC

6- GCGAATGC

7- GCGAATGCGTCCACAACGTAC



- **تطبيقات تكنولوجيا الجينات :**

أ- الجينوم البشري

ب- هندسة الجينات ← المجال الطبي ← إنتاج علاجات طبية ← تثبيط الجين المسبب للمرض
المجال الطبي ← العلاج الجيني ← ادخال جينات سليمة
المجال الزراعي ← تحسين الإنتاج النباتي
المجال الزراعي ← تحسين الإنتاج الحيواني

ج- بصمة DNA

أ - **الجينوم البشري (محذوف كاملا) :** معرفة التسلسل الكامل للنيوكليوتيدات في كل كروموسوم من كروموسومات الخلية البشرية الواحدة .

- تم تدوين نتائج بحوث العلماء في قاعدة بيانات خاصة

- **فوائد الجينوم البشري :** تحديد مواقع الجينات لبعض الاختلالات الوراثية لمعالجتها .

- **ملاحظه :** عدد الكروموسومات عند الإنسان 46 كروموسوم وكل كروموسوم يحمل مجموعة من الجينات وكل جين يحتوي تسلسل محدد من النيوكليوتيدات .

ب - **هندسة الجينات :** أحد **أهم تطبيقات تكنولوجيا** الجينات و تتضمن تعديل تركيب الـ DNA لينتج DNA معدل جينياً يستخدم في إنتاج كائنات حية معدلة جينياً تحمل صفات مرغوبة .

- **مجالات هندسة الجينات :**

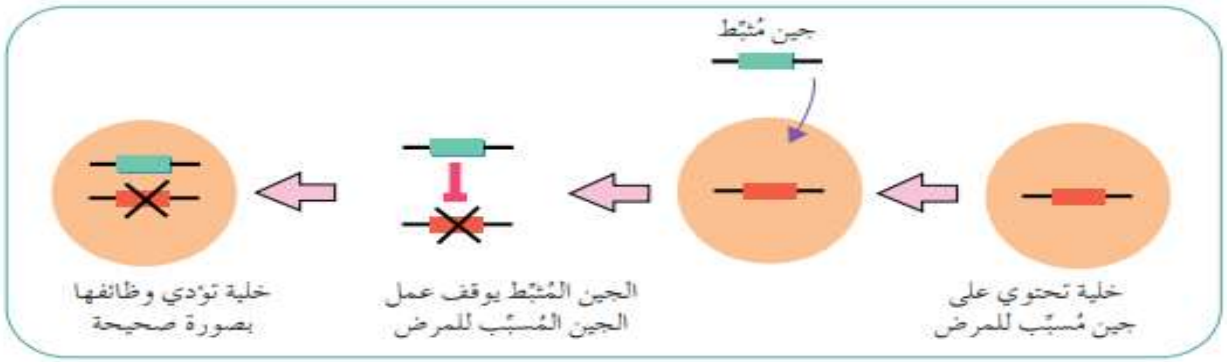
أ- **المجال الطبي :**

1- **إنتاج علاجات طبية** : استفاد العلماء من هندسة الجينات في إنتاج مواد طبية يتناولها المرضى الغير قادرين على إنتاجها مثل (**هرمون انسولين / هرمون النمو**) ومواد ضرورية اخرى

2- **العلاج الجيني :** من الأمراض التي يتم علاجها جينياً (**تليف كيسي / نزف الدم**)

ويتم العلاج الجيني بطريقتين ، هما :

أ- تثبيط الجين المسبب للمرض و إيقاف عمله .



الشكل (١-٤٤): المعالجة الجينية بتثبيط الجين المُسبّب للمرض.

ب - إدخال الجينات السليمة عن طريق نواقل الجينات (فيروسات ، بلازميد) حيث تنتقل الجينات السليمة إلى الخلايا الجسمية أو الجاميتات أو البويضة المخصبة .

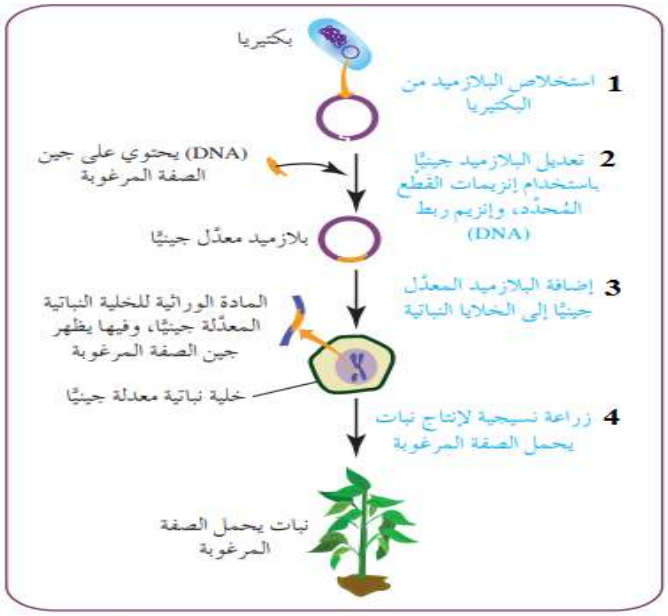
ب- **المجال الزراعي :**

- المشكلات التي تواجه المجال الزراعي ←— نقص الغطاء النباتي أو نقص الثروة الحيوانية . أسبابها :
(زيادة عدد السكان ، الشح في الموارد ، الزحف العمراني ، الرعي الجائر ، الاستخدام المفرط للمبيدات الحشرية) .
لذلك استخدمت هندسة الجينات في حل هذه المشكلة

1- تحسين الإنتاج النباتي :

استخدمت هندسة الجينات في إكساب النباتات صفات جديدة تمكنها من تحمل الظروف البيئية القاسية إذ ينقل لها جينات تجعلها قادرة على **(مقاومة الحشرات ، مقاومة الأمراض ، مقاومة الملوحة ، مقاومة الجفاف)**

** **خطوات هندسة الجينات في النبات** :



الشكل (١-٤٥): ملخص خطوات هندسة الجينات في النبات.

2- تحسين الإنتاج الحيواني : (محذوف كاملا)

يمكن تعديل صفات الحيوانات لإنتاج جيل جديد من الحيوانات معدل جينياً يحمل صفات مرغوبة .

مثل : نقل جين مسؤول عن تكوين هرمون النمو من أحد أنواع الأسماك إلى بويضة نوع آخر ، فتكون الأسماك الجديدة المعدلة جينياً ذات كميات كبيرة من هرمون النمو استجابة للجين الموجود أصلا بالإضافة إلى الجين المضاف إليها مما يؤدي إلى زيادة نموها .

أمثلة على تحسين الإنتاج الحيواني :

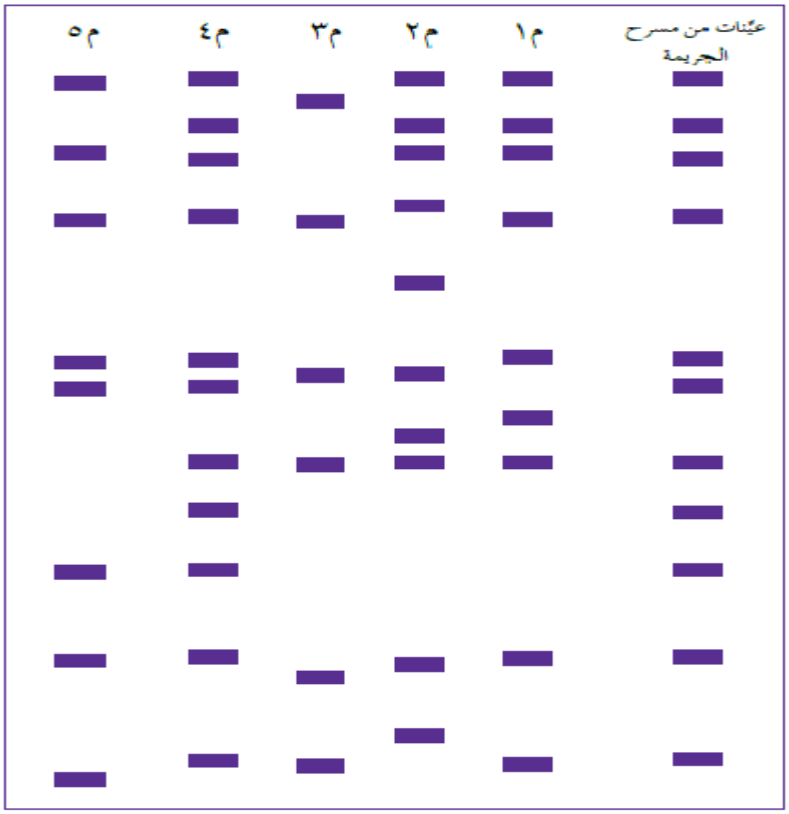
- زيادة مقاومة الحيوانات للأمراض
- زيادة إنتاجها للحليب و البيض

ج- بصمة DNA :

تطبيق **يستخدم** في **معرفة تسلسل النيوكليوتيدات** لدى أشخاص في مناطق محددة من **DNA** و ذلك للتوصل إلى الجناة في حالة الجرائم و الفصل في قضايا النسب .

علل : بصمة DNA تساعد على التعرف على هوية الشخص بدقة .
و ذلك لأن لكل شخص **تسلسل معين من النيوكليوتيدات** يختلف عن أي شخص آخر .

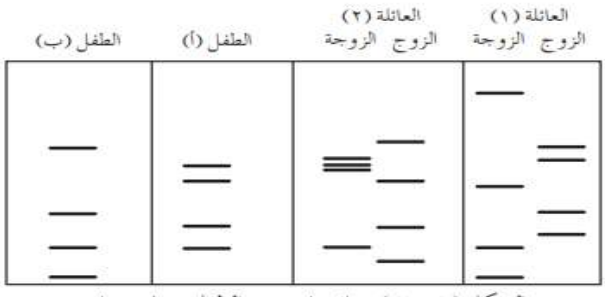
سؤال : جمع الباحث الجنائي عينات من مسرح إحدى الجرائم و خضعت هذه العينات للفصل الكهربائي لهلامي لتحديد بصمة (DNA) ، ثم خضع الأشخاص المشتبه فيهم للفحص نفسه ، وكانت النتائج كما موضح في الشكل أدناه . حدد المجرم من بين المشبه فيهم .



الجواب : المجرم هو المشتبه به رقم 4 ، و ذلك لتطابق قطع الـ DNA له تماماً بقطع الـ DNA المتواجدة في مسرح الجريمة **(بصمة الـ DNA)** بحيث يكون حجم القطع نفس الحجوم و تقطع نفس المسافة بالسرعة نفسها .

ملاحظة :

في حالات إثبات النسب الأب الحقيقي أو الأم الحقيقية هو من تتطابق قطع الـ DNA عنده مع قطع الـ DNA عند الطفل أكثر من الأب الآخر أو الأم الأخرى أو العائلة الأولى أو العائلة الثانية .



الشكل (١-٤٧): نتائج فحوص الطفلين وذويهما.

الطفل أ للعائلة الثانية والطفل ب للعائلة الاولى

- مصادر الخلايا التي يستخلص منها DNA لتحديد بصمة DNA :

تستخلص من أنسجة الجسم و سوائله مثل (الدم ، السائل المنوي ، اللعاب ، البول ، بُصيلات الشعر ، الجلد ، الأسنان ، العظام ، العضلات والأنسجة الطلائية)

- خطوات بصمة DNA :

1- استخلاص سلاسل DNA من العينات التي تم جمعها من الجريمة ومن المشتبه بهم أو من الطفل و الأبوين لإثبات النسب .
2- استخدام تفاعل انزيم البلمرة المتسلسل لتكثير قطع DNA.
3- استخدام انزيمات القطع المحدد و تقنية الفصل الكهربائي الهلامي للعينات التي تم جمعها
4- تقارن نتائج العينات المفحوصة بعينات المشتبه بهم للتوصل إلى الجناة ، أو بعينات الآباء للفصل في قضايا اثبات النسب .

*** الأبعاد الأخلاقية لتطبيقات تكنولوجيا الجينات و محاذير استخدامها .**

بالرغم من الايجابيات في تطبيقات تكنولوجيا الجينات فقد تزايدت المحاذير و المخاوف من اساءة استخدام هذه التكنولوجيا كظهور آثار سلبية لاستخدامها مثل :

1- تأثير الجين المنقول إلى الخلية في عمل جينات أخرى .

مثل : إذا أثر جين منقول في جين مسؤول عن منع حدوث أورام أو فقده القدرة على العمل فإن الأورام ستنتشر في جسم الشخص المنقول له الجين .

2- تأثير نواقل الجينات (مثل الفيروسات المعدلة جينياً) في عمل جهاز المناعة اذ يستجيب جهاز المناعة لدخولها فيهاجم جهاز المناعة هذه الكائنات المعدلة فلا يستفيد المريض من المعالجة الجينية .

3- تحول هدف التعديل الجيني من المعالجة الجينية للتخلص من الأمراض إلى تعديل الصفات الشكلية الطبيعية مثل لون البشرة ، لون العيون وغير ذلك من صفات غير مرضية .

4- إنتاج كائنات حية تؤثر في الاتزان البيئي و السلاسل الغذائية . وتاثيرها سلبياً على البيئة

نهاية الفصل الثالث تكنولوجيا الجينات

نهاية وحدة الوراثة

تم بحمد الله تعالى

مع أمنياتي للجميع بالتوفيق الأستاذ / حسام عياش

للتواصل مع الأستاذ حسام عياش على موقع التواصل الاجتماعي

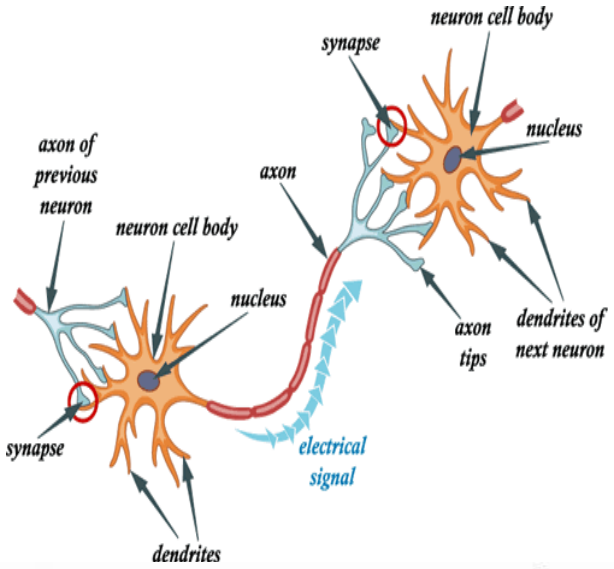
Facebook (Husam Ayyash)

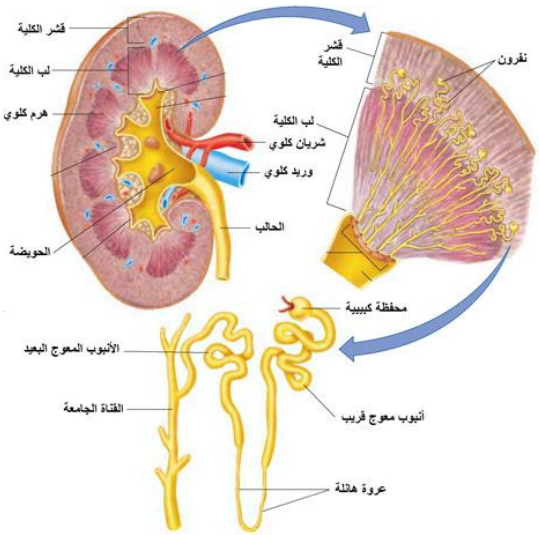
My page (حسام عياش أحياء)

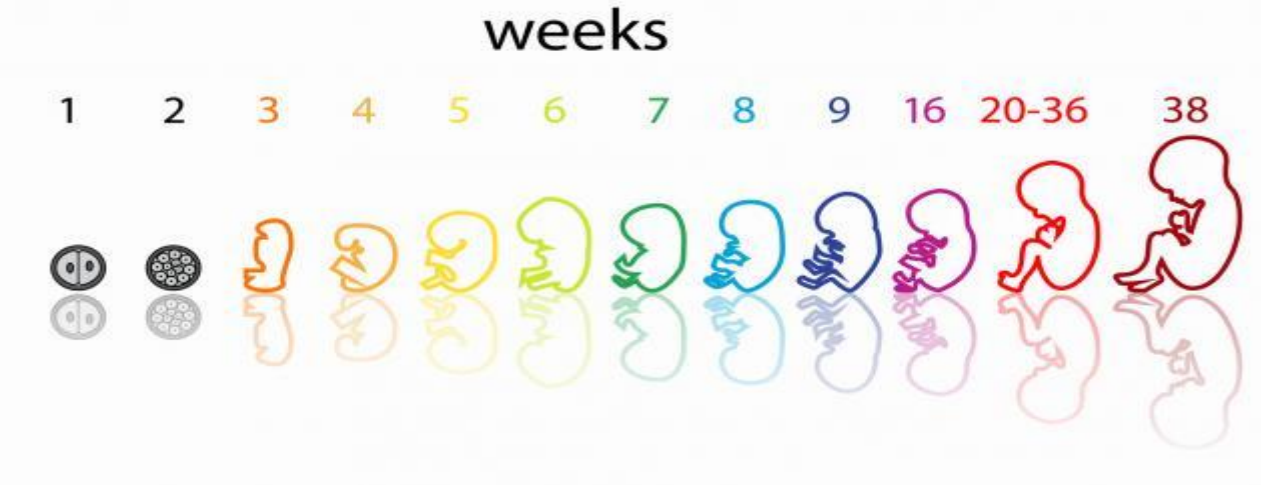
الوحدة الثانية

الأنشطة الفسيولوجية

المنهاج الجديد



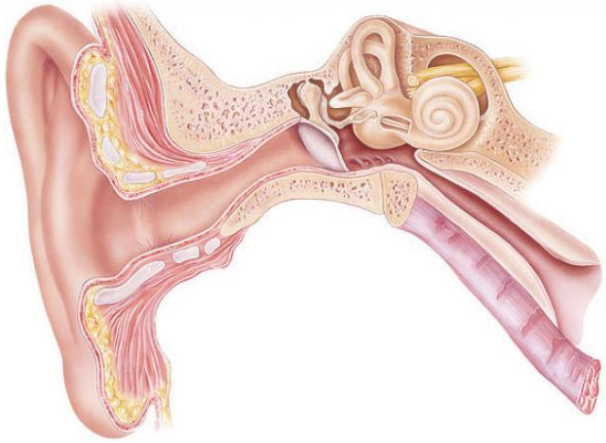


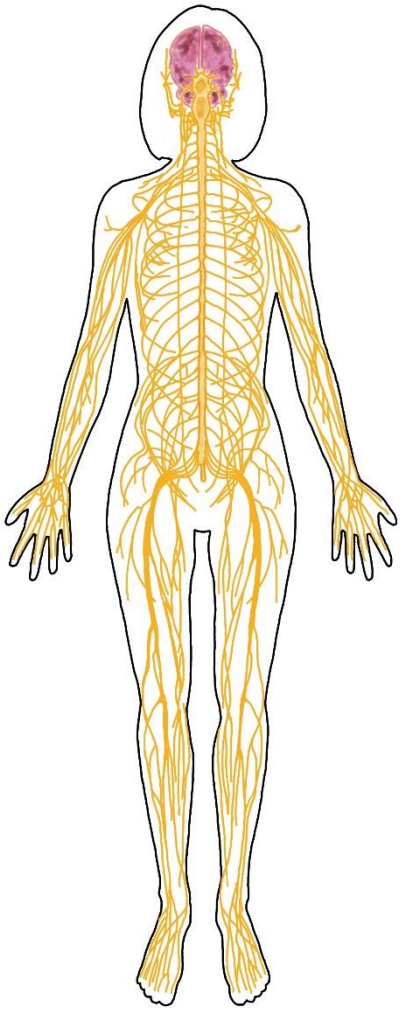


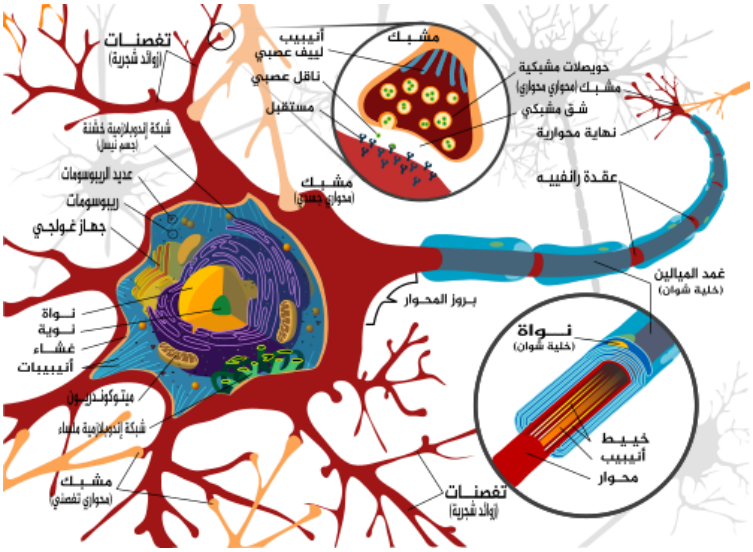
إعداد الأستاذ : حسام عياش

الفصل الأول

الإحساس و الاستجابة والتنظيم في جسم الإنسان







الإحساس و الاستجابة و التنظيم في الإنسان

- يتآزر الجهاز العصبي و جهاز الغدد الصماء لضمان عمل الأجهزة الآخرى **علل:** فيعملان معاً لضبط العمليات الحيوية في الجسم ، و ضبط الاتزان الداخلي للجسم .
- **الدور الرئيسي للجهاز العصبي** >> **إحساس الجسم** بالمنبهات مثل (الحرارة ، الضوء ،الضوضاء) **و الاستجابة لها**

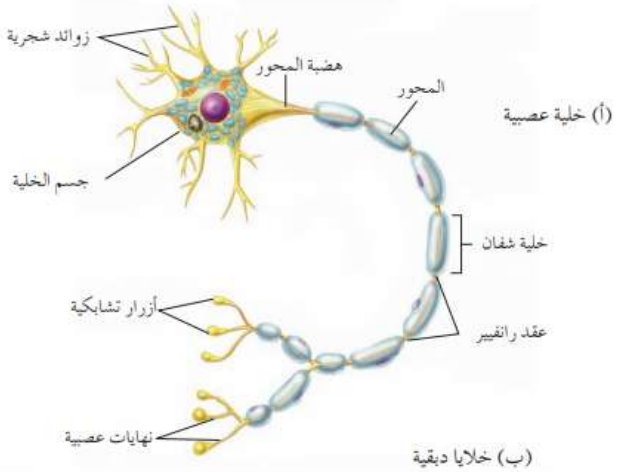
- **النسيج العصبي** : هو المُكون الأساسي لأجزاء الجهاز العصبي و يحتوي نوعين من الخلايا (**العصبونات** ، **الخلايا الدبقية** وهي خلايا داعمة) ، بحيث يتلائم تركيب الجهاز العصبي مع وظيفته .

- مكونات الخلية العصبية (العصبون) :

أ-**الأجزاء الرئيسية** : **جسم الخلية** ، **زوائد شجرية** ، **محور** ، **نهايات عصبية** تنتهي بأجزاء منتفخة تسمى **ازرار تشابكية** ، **هضبةالمحور.**

* **هضبة المحور** : هي نقطة اتصال جسم الخلية بالمحور .

ب- الأجزاء الثانوية : **غمد ملييني** (يحيط بمحور العصبون) ، **خلايا شفان** (تُكون الغمد المللييني) ، **عقد رانـفييير** (توجد بين خلايا شفان)



الشكل (٢-١): خلايا النسيج العصبي.

وجه المقارنة	خلية عصبية (عصبون)	خلية دبقية
العدد	أقل عدد	أكثر عدداً
الحجم	أكبر	أصغر
الوظيفة	نقل المعلومات على شكل سيالات عصبية	دعم العصبونات ، حمايتها تزويدها بالغذاء

- **السيال العصبي :** إشارات **كهروكيميائية** لنقل المعلومات بين أجزاء الجسم والدماغ و الحبل الشوكي و بين العصبونات نفسها .

** **تكون السيال العصبي** : ينشأ **السيال العصبي (جهد الفعل)** عند تعرض العصبون لمنبه ما مناسب ويسهم تركيب غشاء العصبون في تكوين السيال العصبي إذ توجد قنوات متخصصة فيه تسمى قنوات الأيونات .

- **أنواع قنوات الأيونات في غشاء العصبون من حيث طبيعة العمل :**

أ- قنوات تحتاج لمنظم لفتحها و اغلاقها . مثل :

- قنوات حساسة لنواقل كيميائية - قنوات حساسة لفرق لجهد الكهربائي

ب- قنوات لا تحتاج منظم لفتحها و اغلاقها (تفتح وتغلق تلقائياً) مثل :

- قنوات تسرب أيونات الصوديوم Na^+ - قنوات تسرب أيونات البوتاسيوم K^+

* **حالة العصبون قبل وصول منبه مناسب (مرحلة الراحة) :**

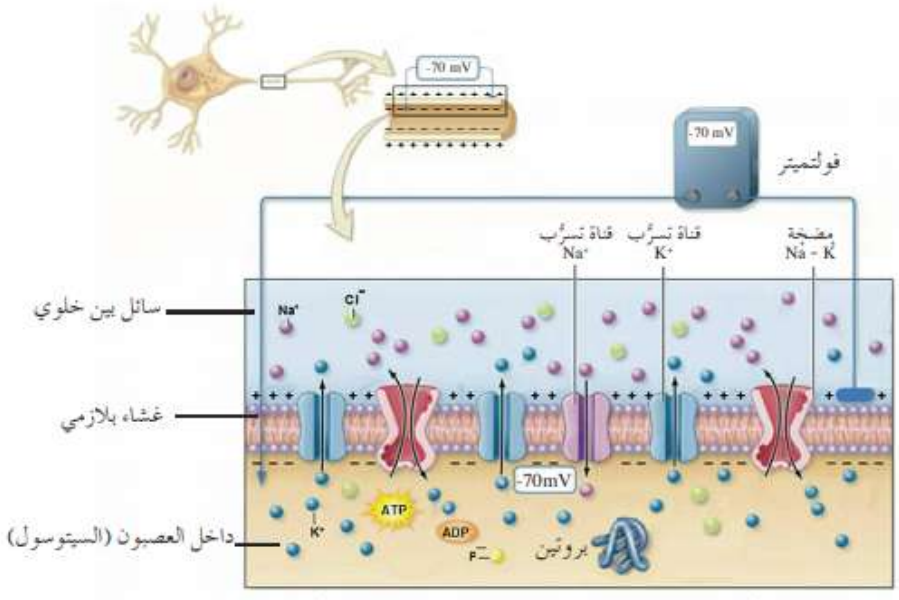
تتركز أيونات الصوديوم Na^+ خارج العصبون (سائل بين خلوي) ، و تتركز أيونات البوتاسيوم K^+ داخل العصبون سيتوسول (سائل داخل الخلايا) و ينشأ في هذه المرحلة جهد الراحة بمقدار **-70** ملي فولت في معظم الخلايا الحيوانية .

يقاس فرق الجهد بجهاز فولتميتر حساس وتكون وحدة قياسه بالمللي فولت .

* **جهد الراحة** : فرق جهد غشاء العصبون **عندما لا يكون معرض لمنبه مناسب** و قيمته (-70 m.v) بحيث تتركز الشحنات الموجبة على السطح الخارجي للغشاء والشحنات السالبة على السطح الداخلي(السيتوسول)

- **لماذا يقاس فرق الجهد بإشارة سالبة ؟**

هذا يدل على أن الداخل سالب **مقارنه** بالخارج و يزداد فرق الجهد بزيادة الفرق بين الشحنات داخل العصبون و خارجه



الشكل (٢-٢): العصبون من الداخل والخارج في أثناء مرحلة الراحة.

- **علل** : ما سبب تكون جهد الراحة (العوامل التي تكون جهد الراحة) (لماذا يكون فرق الجهد في مرحلة الراحة سالباً)
(ما سبب اختلاف تركيز الشحنات بين داخل العصبون و خارجه)

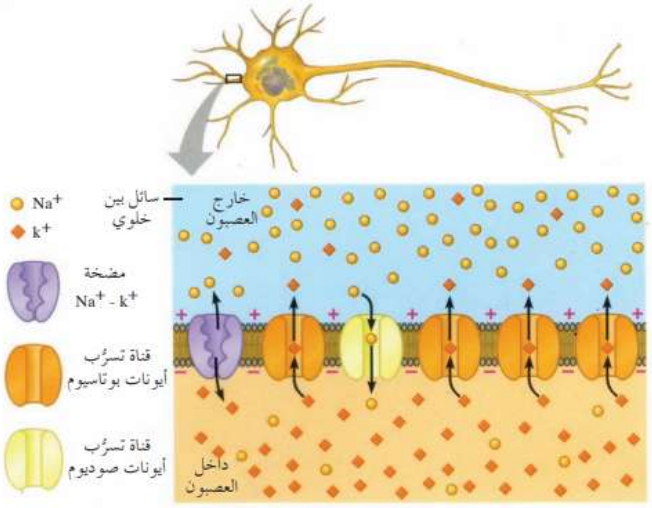
اختلاف تركيز الشحنات بحيث تركيز الشحنات الموجبة في الخارج مرتفع والشحنات السالبة في الداخل مرتفع بسبب :

1- احتواء غشاء العصبون على قنوات تسرب ايونات البوتاسيوم K^+ إلى خارج العصبون بعدد اكبر من عدد قنوات تسرب أيونات الصوديوم Na^+ للداخل ، مما يسمح بنفاذ ايونات البوتاسيوم للخارج أكثر من نفاذ أيونات الصوديوم للداخل ، فإن الشحنات الموجبة تتراكم خارج العصبون .

2- عدم قدرة الأيونات السالبة المرتبطة بـ بروتينات كبيرة الحجم على النفاذ للخارج .

3- مضخة صوديوم – بوتاسيوم في غشاء العصبون تضخ $3Na^+$ (ثلاث أيونات صوديوم) للخارج مقابل $2K^+$ (أيوني بوتاسيوم) للداخل بعملية **النقل النشط** التي تحتاج إلى طاقة (ATP) .

*** ملاحظة** : كل عملية ضخ لمضخة الصوديوم يتراكم شحنة موجبة خارج العصبون .



الشكل (٢–٣): بعض العوامل التي تساهم في تكوين جهد الراحة.

- **متى يتغير جهد الراحة ؟**

عند وصول منبه مناسب يحدث تغيراً سريعاً في نفاذية غشاء العصبون مما يؤدي إلى وصول مقدار فرق الجهد إلى مستوى معين و هو (55 m.v -) **مستوى العتبة** ، أما إذا لم يحدث المنبه تغيراً في جهد الغشاء ليصل إلى مستوى العتبة يبقى العصبون في مرحلة الراحة .

* **مستوى العتبة** : مقدار فرق الجهد لغشاء العصبون الذي ينشأ نتيجة وصول منبه ليتكون بعده جهد الفعل و تبلغ قيمته **(- 55 ملي فولت)**

ملاحظة : بعض المنبهات لا تستطيع ان تُوصل جهد الغشاء الى مستوى العتبة فيبقى العصبون في مرحلة الراحة .

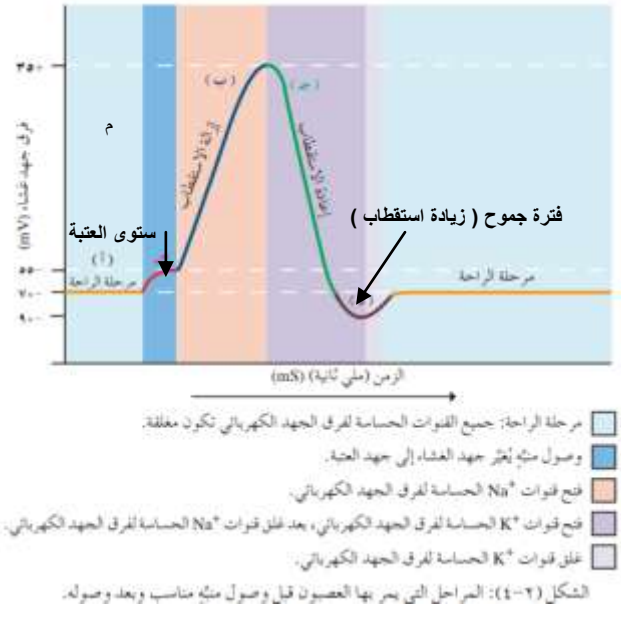
- حالة العصبون بعد وصول منبه مناسب :

1- **إزالة الاستقطاب** :
مرحلة يتم فيها **فتح قنوات أيونات الصوديوم** الحساسة لفرق الجهد ؛ نتيجة تعرض العصبون لمنبه يصل بجهد الغشاء الى مستوى العتبة أو يزيد عنها .فتندفع أيونات الصوديوم من السائل بين خلوي إلى داخل العصبون فتتراكم الشحنات الموجبة داخل العصبون .

ملاحظة : يستمر دخول أيونات الصوديوم Na^+ إلى الداخل ليصل فرق الجهد إلى (+ 35) ملي فولت مدة قصيرة وعند وصول فرق الجهد إلى +35 ملي فولت و هذا التغير في فرق الجهد يؤدي إلى أن تغلق قنوات ايونات الصوديوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي .

2- **إعادة الاستقطاب** :
يتم فيها فتح قنوات أيونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد فتتدفق أيونات البوتاسيوم K^+ إلى خارج العصبون ليعود فرق الجهد إلى (70 M.V -) .
***ملاحظة** : يؤدي تدفق المزيد من ايونات البوتاسيوم K^+ إلى خارج العصبون؛ نتيجة استمرار فتح قنوات أيونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي ' فيحدث زيادة استقطاب يصل أحياناً إلى (90 M.V -) وتسمى أيضاً بفترة الجموح بحيث لا يستجيب العصبون فيها لأي منبه .(وهذا تعريف زيادة الاستقطاب)

* **فترة الجموح** : يؤدي تدفق المزيد من ايونات البوتاسيوم K^+ إلى خارج العصبون؛ نتيجة استمرار فتح قنوات أيونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي ' فيحدث زيادة استقطاب يصل أحياناً إلى (90 M.V -) وعند وصول فرق الجهد إلى (90 -) ملي فولت تغلق قنوات أيونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد فتصبح هي و قنوات أيونات الصوديوم مغلقة و لكي يعود العصبون الى مرحلة الراحة تعمل مضخة (صوديوم– بوتاسيوم) لتتركز أيونات الصوديوم في الخارج و أيونات البوتاسيوم في الداخل فيعود الغشاء إلى جهد الراحة (70 -) ملي فولت .
علل : عدم استجابة العصبون لمنبه بعد جهد الفعل (مباشرة) أو بعد إعادة الاستقطاب (في فترة الجموح) .
الجواب : (فترة الجموح + تعريفها كاملاً)
* **ملاحظة** : تسهم قنوات تسرب أيونات الصوديوم وقنوات أيونات البوتاسيوم على إعادة تكوين جهد الراحة .



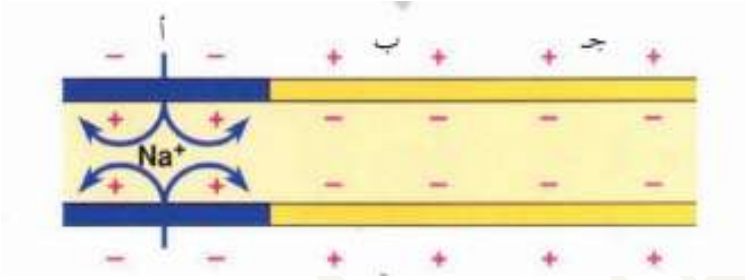
الشكل (٢-٤): المراحل التي يمر بها العصبون قبل وصول منبّه مناسب وبعد وصوله.

- **انتقال السيال العصبي** :

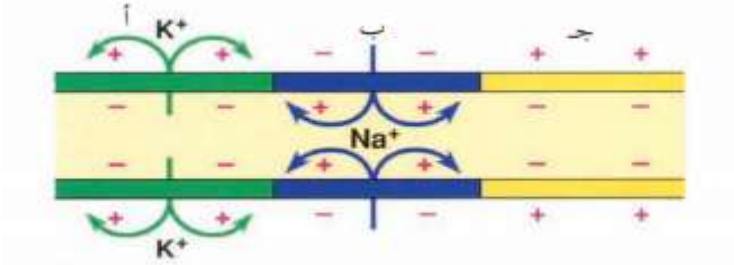
أ- **انتقال السيال العصبي على طول المحور** :

يؤدي حدوث جهد فعل في منطقة ما على غشاء العصبون إلى نشوء جهد الفعل في المنطقة المجاورة و هكذا ينتقل جهد الفعل على طول **المحور الغير المحاط بغمد مليني** . كما يلي :

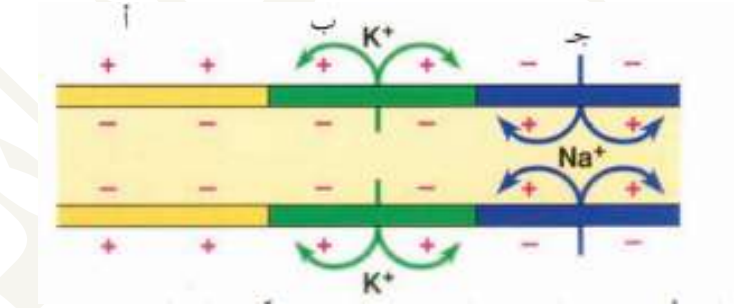
1- **نشوء جهد فعل في منطقة ما أ عند دخول ايونات الصوديوم Na^+ بكميات كبيرة إلى داخل العصبون مسبباً إزالة استقطاب .**



2- **حدوث إعادة استقطاب في المنطقة الأولى أ و إزالة استقطاب في المنطقة المجاورة ب ونشوء جهد فعل فيها .**



3- **عودة المنطقة الأولى أ بعد فترة الجموح إلى مرحلة الراحة ، و تصبح المنطقة المجاورة ب في إعادة استقطاب ثم تؤثر على المنطقة المجاورة ج ليحدث فيها إزالة استقطاب و هكذا .**



4- **يتكرر حدوث ما سبق على طول محور العصبون .**

ملاحظة : جهد الفعل يتضمن مراحل إزالة استقطاب و إعادة استقطاب **(سيال عصبي)**

** **في حال وجود غمد ملليني ينتقل السيال العصبي بالنقل الوثبي من عقدة رانفيير إلى عقدة أخرى مجاورة على طول المحور ، ولذلك يكون انتقاله أسرع من الخلايا الغير محاطة بغمد ملليني .**

- **تختلف سرعة انتقال السيال العصبي من خلية إلى أخرى بحيث تزداد سرعة السيال (تعتمد سرعة السيال) على :**

أ- وجود الغمد الملليني :

تزداد سرعة السيال العصبي بوجود الغمد الملليني أكثر من عدم وجوده .

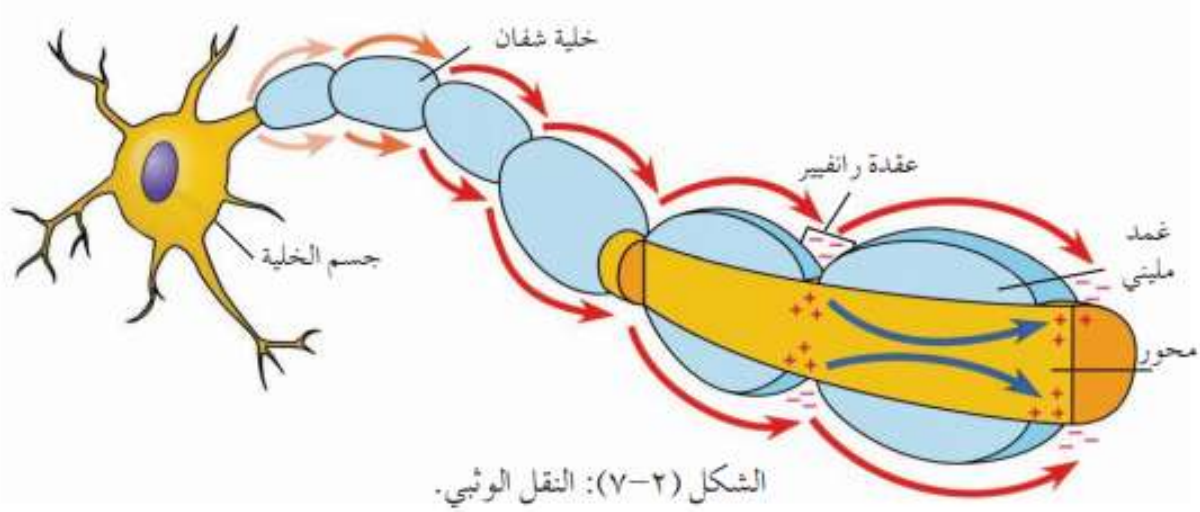
ب- سمك الغمد الملليني :

كلما زاد سمك الغمد الملليني زادت سرعة السيال العصبي .

ج- قطر محور العصبون :

تزداد سرعة انتقال العصبي بزيادة قطر المحور العصبي .

* **النقل الوثبي** : طريقة انتقال السيال العصبي في العصبون المحاط بغمد ملليني من عقدة رانفيير إلى عقدة أخرى مجاورة على طول المحور ولذلك يكون اسرع .



الشكل (٢-٧): النقل الوثبي.

ب- انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي :

عند وصول السيال العصبي إلى النهايات العصبية يتواصل العصبون مع خلية اخرى مثل (عصبون آخر أو غدة أو خلية عضلية)

* **التشابك العصبي** :موقع اتصال عصبونين متجاورين (عصبون بعصبون يليه)

- **مكونات التشابك العصبي :**

1- عصبون قبل تشابكي : عصبون يحمل السيال العصبي نحو التشابك العصبي ،و يحتوي الأزرار التشابكية فيه على حويصلات تشابكية بداخلها مواد كيميائية تسمى نواقل عصبية مثل (**أستيل كولين ، نورادرينالين**)
و يحتوي غشاء العصبون على قنوات ايونات الكالسيوم الحساسة لفرق الجهد .

2- عصبون بعد تشابكي : عصبون يحمل السيال العصبي بعيداً عن التشابك العصبي و يحتوي غشاءه البلازمي على مستقبلات خاصة بالنواقل العصبية .

3- الشق التشابكي : منطقة تفصل غشاء عصبون قبل تشابكي عن غشاء عصبون بعد تشابكي .

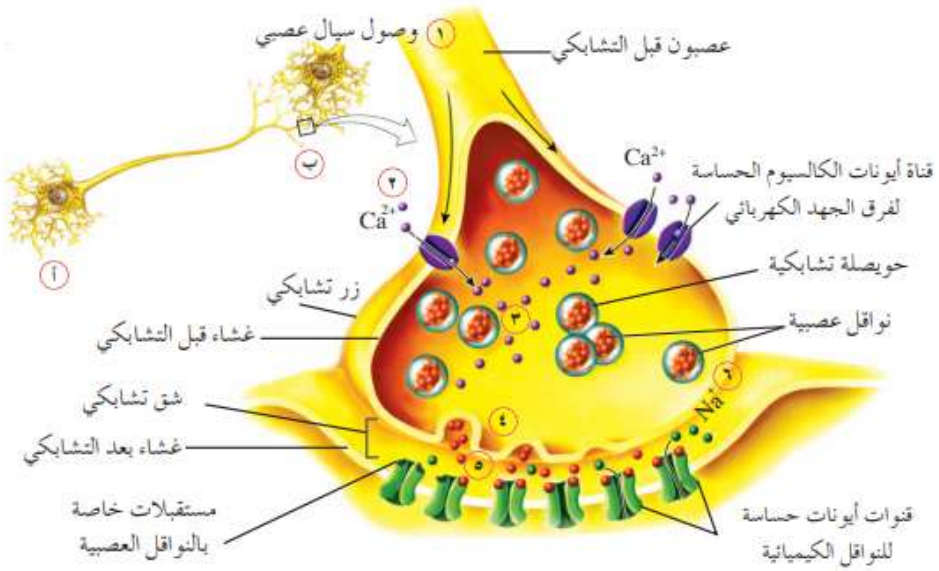
*** آلية انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي :**

أ- وصول السيال العصبي إلى الزر التشابكي يؤدي إلى فتح قنوات أيونات الكالسيوم الحساسة لفرق الجهد الموجودة على الغشاء قبل التشابكي ودخولها من السائل بين خلوي إلى داخل الزر التشابكي .
ب- ترتبط أيونات الكالسيوم بالحويصلات التشابكية فتندفع هذه الحويصلات نحو غشاء قبل تشابكي و تندمج فيه ، فيتحرر الناقل العصبي نحو الشق التشابكي .
ج- يرتبط الناقل العصبي بالمستقبل الخاص الموجود على قنوات حساسة للنواقل الكيميائية توجد في غشاء العصبون بعد التشابكي مسببة دخول أيونات الصوديوم الموجبة إلى داخل العصبون بعد التشابكي محدثة إزالة استقطاب و انتقال جهد الفعل في غشاء هذا العصبون .

د- لمنع استمرار تنبيه العصبون بعد التشابكي : علل تحدث احدى العمليتين الآتيتين :-

1- تحطم الناقل العصبي في الشق التشابكي بواسطة انزيمات معينة و انتشار نواتج التحطيم عبر غشاء قبل التشابكي في الزر التشابكي لإعادة بناء ناقل عصبي جديد .
2- عودة الناقل العصبي إلى الزر التشابكي .

- **الناقل العصبي :** مادة كيميائية تنقل السيال العصبي من عصبون لآخر يليه و تفرز من الأزرار التشابكية الموجودة في نهاية العصبون قبل التشابكي ترتبط بمستقبلات خاصة مسببة دخول أيونات صوديوم موجبة إلى داخل العصبون بعد تشابكي مسببة إزالة الاستقطاب .



الشكل (٢-٨): انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي.

وجه المقارنة	جهد الراحة الاستقطاب	إزالة الاستقطاب	إعادة الاستقطاب	زيادة الاستقطاب	فترة الجموح
مقدار فرق الجهد	-70m.v	(35+ - 55-) m.v	(70- - 35+) m.v	(90- - 70-) m.v	(90- - 70-) m.v
قنوات ايونات الصوديوم حساسة لفرق الجهد	مغلقة	مفتوحة	مغلقة	مغلقة	مغلقة
قنوات ايونات البوتاسيوم حساسة لفرق الجهد	مغلقة	مغلقة	مفتوحة	مفتوحة	مفتوحة حتى يصل فرق الجهد 90- m.v فتغلق
مضخة صوديوم بوتاسيوم	تعمل حتى يصل فرق الجهد -70m.v	لا تعمل	لا تعمل	لا تعمل	تعمل حتى يصل فرق الجهد -70m.v

***(هذه الصفحة محذوفة كاملاً)**

الجهاز العصبي الذاتي : هو جزء من الجهاز العصبي الطرفي ينظم عمل أجهزة الجسم اللاإرادية للمحافظة على الاتزان الداخلي للجسم و يرتبط بتحت المهاد في الدماغ . و ينقسم إلى جهازين متضادين هما :

أ- **جهاز عصبي ودي** ب- **جهاز عصبي شبه ودي**

* **آلية عمل الجهاز العصبي الذاتي : (كيف يتلائم تركيب الجهاز العصبي الذاتي مع وظيفته)** :

1- نقل الإحساس و المعلومات من مستقبلات حسية لا إرادية إلى الجهاز العصبي المركزي عن طريق عصبونات حسية حشوية واردة .

2- ربط المعلومات الواردة (المنبهات) و تكاملها إصدار استجابة لها عن طريق عصبونات صادرة .

3- إصدار استجابة لهذه المنبهات وحدوث ردود فعل منعكسة تنقل السيالات العصبية الصادرة من الجهاز العصبي المركزي بواسطة عصبونين هما عصبون قبل عقدي و عصبون بعد عقدي إلى الأعضاء لا إرادية

مثل (عضلة القلب ، عضلات ملساء لا إرادية في " القناة الهضمية ، أوعية دموية ، كلية ، رئة ") .

وجه المقارنة	جهاز عصبي ودي	جهاز عصبي شبه ودي
وقت العمل	التعرض للخطر ، ضغوط نفسية وبيئية (حالات الطوارئ) (الكر و الفر)	حالة الجسم الطبيعية و إعادة الجسم إلى وضعه الطبيعي بعد تجاوز الحالة الطارئة .
استهلاك الطاقة	يحتاج قدر كبير من الطاقة	يحتاج قدر أقل من الطاقة
العصبونات الصادرة من	من الحبل الشوكي	الدماغ + الحبل الشوكي
المثانة	يثبط تفريغ المثانة	يحفز تفريغ المثانة
فتحة البؤبؤ	يوسع	يضيق
الشعيبات الهوائية	يوسع	يضيق
معدل ضربات القلب	يزيد	يقلل
نشاط المعدة و الأمعاء	يثبط	يحفز
نشاط البنكرياس	يقلل	يحفز
عمل الحوصلة الصفراوية	يثبط عمل الحوصلة الصفراوية يحفز تحويل جلايكوجين إلى جلوكوز	يحفز عمل الحوصلة الصفراوية و يثبط تحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز
إفراز اللعاب من الغدد اللعابية	تثبيط الإفراز	تحفيز الإفراز
الغدة الكظرية	يحفز إفرازها للأدرينالين و نورادرينالين	ـــــ
الجهاز التناسلي	ينظم بعض عمليات الجهاز التناسلي في مراحل معينة	

(هذا الجدول محذوف)

وجه المقارنة	مخدرات منبهه	مخدرات مهدئة	مخدرات مهلوسة
التأثير	1- تزيد الإحساس بالتنبه و النشاط الزائفين . 2- ضعف التركيز يؤثر سلباً على الذاكرة. 3- تدمير الجهاز العصبي . 4- حدوث موت مفاجئ .	1- تبطئ انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي . 2- الإحساس بالخمول و عدم القدرة على الحركة و التنقل . 3- تقليل ممارسة الأعمال اليومية . 4- الإدمان من أول جرعة .	1- تحفيز مراكز البصر و السمع في الدماغ . 2- سماع أصوات وهمية و رؤية أشكال غير موجودة في البيئة الخارجية . 3- فقد الإدراك للمسافة و الحجوم و الزمن .
مثال	كوكائين ، أمفيتامينات	هيروين	حشيش ، ماريغوانا

- **المستقبلات الحسية :**

هناك ملايين العصبونات تعرف بالمستقبلات الحسية وتتنبه بواسطة منبهات خاصة فيزيائية وكيميائية **تستقبل المنبه** وتحوله إلى سيال عصبي .

- **أنواع المستقبلات الحسية :**

1- مستقبلات مستجيبة لمنبهات فيزيائية (ضوء ، صوت)

2- مستقبلات مستجيبة لمنبهات كيميائية (الروائح المختلفة)

1- المستقبلات المستجيبة للمنبهات الفيزيائية :

أ- **مستقبلات الضوء :** لمستقبلات الضوء في العين دور مهم في عملية الابصار بحيث يعد الضوء منبهاً لها تتركب العين في الإنسان من ثلاث طبقات :

1- **الطبقة الخارجية (الصُلبة) :** ترتبط بعضلات هيكلية لتحريك العين ، أما الجزء الأمامي منها يكون مُحدباً و شفافاً يسمى القرنية .

2- **الطبقة الوسطى (المشيمية) :** لونها داكن لتركز صبغة الميلانين فيها ، و غزارة الأوعية الدموية فيها و تُكوَن في الجزء الأمامي من العين تركيبين هما :

أ- الجسم الهدبي : يُسهم في تغير شكل العدسة .

ب- القزحية : تمتاز بتنوع لونها باختلاف الأفراد ، و يتوسطها البؤبؤ و الذي يتحكم في كمية الأشعة الضوئية الداخلة للعين بتضيقه و توسيعه .

* **العدسة :** تقع خلف البؤبؤ و هي شفافة ويقع خلفها تجويف مملوء بمادة شفافة شبه جيلاتينية **(السائل الزجاجي)** و الذي يحافظ على حجم العين ثابت وهكذا يتلائم تركيب السائل الزجاجي مع وظيفته .

3- **الطبقة الداخلية (الشبكية) :** تحتوي نوعان من **المستقبلات الضوئية (العصي و المخاريط)** بالإضافة إلى خلايا أخرى تنظم عملها الدقيق .

وجه المقارنة	العصي	المخاريط
نوع الصبغة	رودوبسين	فوتوبسين
الاستجابة للضوء	الاستجابة للإضاءة الخافتة فهي اكثر حساسية للضوء	الاستجابة للإضاءة الشديدة فهي اقل حساسية للضوء
الوظيفة	رؤية بالأبيض و الأسود/ ليلاً فقط	رؤية جميع الألوان
الموقع	في الشبكية عدا البقعة المركزية	في الشبكية و تتركز في البقعة المركزية

كيف يتلائم تركيب العصي أو المخاريط مع وظيفتها :

كتابة تركيب وخصائص كل واحدة مع وظيفتها من الجدول السابق(وهو نفسها تعريفها)

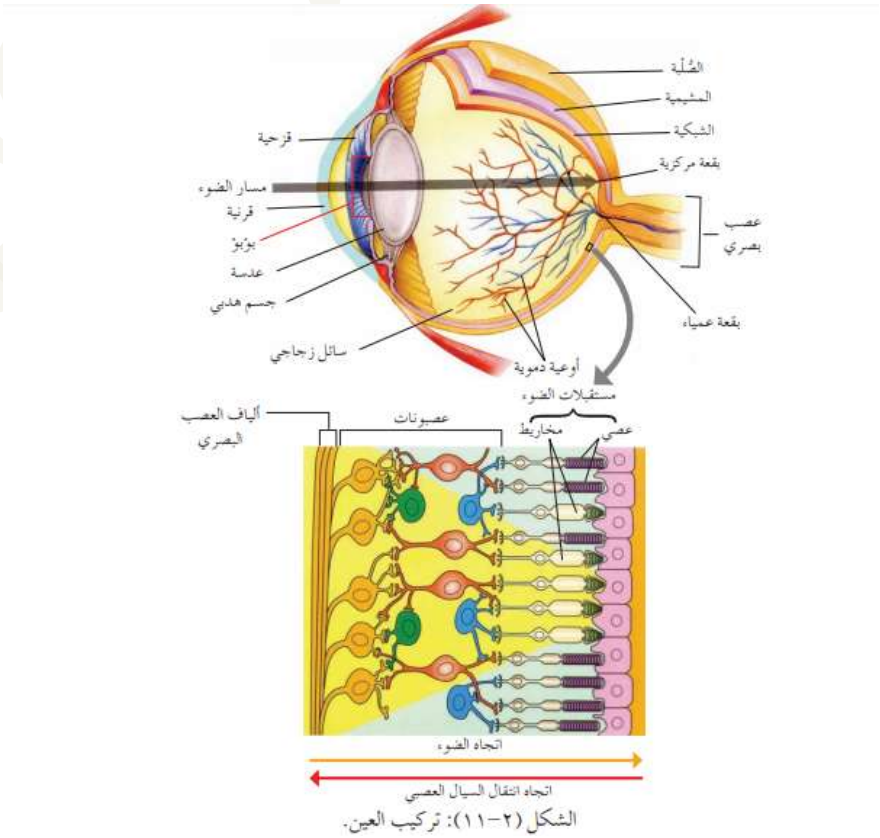
علل : قدرة الإنسان على تمييز ورؤية الألوان جميعها .
لوجود المخاريط في شبكية العين والتي تستجيب للاضاءة الشديدة وهي ثلاث أنواع (مخاريط حساسة للضوء الأزرق ، مخاريط حساسة للضوء الأخضر ، مخاريط حساسة للضوء الأحمر) و بسبب التداخل في أطوال الأمواج التي تمتصها هذه الأنواع يتيح لنا رؤية جميع الألوان .

علل : عدم قدرة الإنسان على تميز الألوان ليلاً .
لأن المخاريط هي من تميز الألوان ولا تستجيب إلا للإضاءة الشديدة (نهاراً) .

**** آلية الإبصار :**

1- انعكاس الضوء عن الأشياء و دخولها إلى العين .
2- تصل الأشعة المنعكسة إلى العصي و المخاريط فيتغير شكل جزيئات الصبغة الموجودة فيها .
3- يحدث جهد فعل في العصي و المخاريط ينتقل بواسطة العصب البصري إلى الدماغ لإدراك الصورة .

- **البقعة العمياء** : هي نقطة خروج العصب البصري من العين إلى مراكز الإبصار في الدماغ و سميت بذلك لعدم وجود مستقبلات حسية ضوئية فيها (وقوع الضوء عليها لا يُكون جهد فعل)



الشكل (٢-١١): تركيب العين.

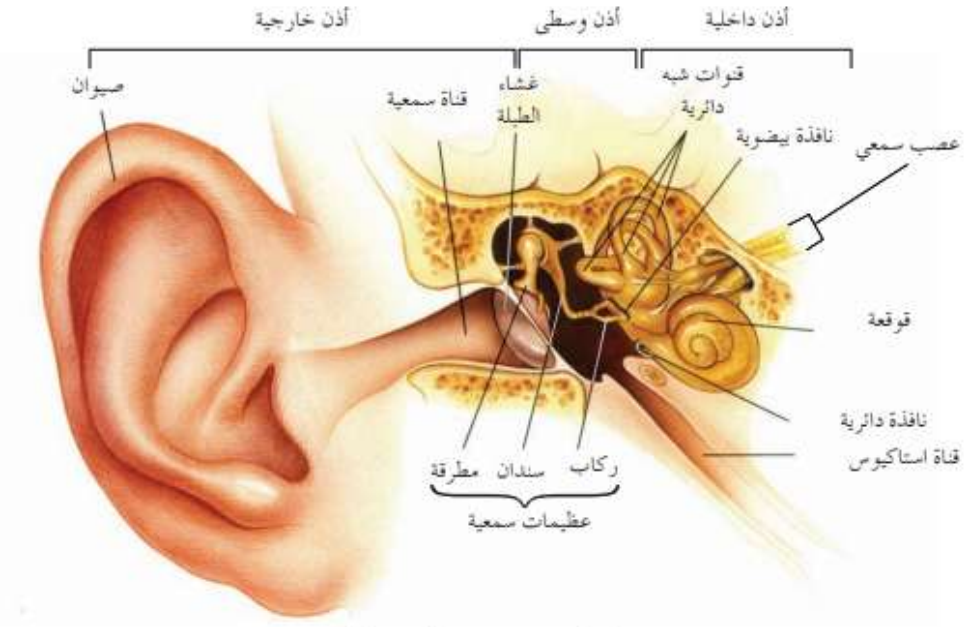
ب- **مستقبلات الصوت** : ينشأ الصوت من اهتزازات الاجسام .
تحتوي الأذن على مستقبلات حسية تلتقط الاهتزازات و تحولها إلى جهد فعل .

* **تقسم الأذن إلى ثلاث أجزاء هي :**

أ- الأذن الخارجية : و تتكون من :
- **الصيوان** : تجميع أمواج الصوت .
- **القناة السمعية** : تحتوي على غدداً تفرز مادة شمعية لحماية الأذن من المواد الغريبة التي تدخلها مثل الغبار .
- **غشاء الطبلة** : نهاية القناة السمعية .

ب- الأذن الوسطى : وهي تجويف صغير مملوء بالهواء يفصلها عن الأذن الخارجية غشاء الطبلة و عن الأذن الداخلية حاجز عظمي رقيق يحتوي فتحتيين مغطاتين بأغشية رقيقة (نافذة بيضوية و نافذة دائرية) ، و تحتوي الأذن الوسطى على ثلاث عظيمات الأصغر في الجسم (مطرقة ، فالسندان ، فالركاب).
- تتصل المطرقة بغشاء الطبلة كما تتصل الركاب بالنافذة البيضوية .
* كما تحتوي الأذن الوسطى على فتحة متصلة بقناة تسمى (قناة استاكيوس) تصل بين الجدار الأمامي للأذن الوسطى من جهة مع أعلى البلعوم من جهة أخرى و بسبب هذا الإتصال يكون ضغط الهواء داخل الأذن الوسطى متساوي مع ضغط الهواء الجوي وهكذا يتلائم تركيب قناة استاكيوس مع وظيفتها

ج- الأذن الداخلية : تحتوي سلسلة معقدة من القنوات تسمى **التَيه** و يشمل **(الدهليز ، القنوات شبه الدائرية ، القوقعة)**
** تحتوي القوقعة (تركيب عظمي حلزوني) على ثلاث قنوات هي (قناة قوقعية ، قناة دهليزيه ، قناة طبلية) تمتلئ تجاويفها بسائل الليمف و تقع القناة القوقعية بين القناة الدهليزية إلى الأعلى منها و القناة الطبلية إلى الأسفل منها و تحتوي على عضو كورتي الذي يستقر على غشاء قاعدي يفصل بينه وبين القناة الطبلية .
- **عضو كورتي :** يتكون من خلايا داعمة وخلايا شعرية (مستقبلات الصوت) ترتكز على غشاء قاعدي يفصل بينه وبين القناة الطبلية ، و للخلايا الشعرية أهداب على أطرافها الحرة و تلامس أهدابها من الأعلى الغشاء السقفي .



الشكل (٢-١٢): أجزاء الأذن.

- آلية السمع :

1- يجمع الصيوان أمواج الصوت و يمررها إلى القناة السمعية مسبباً اهتزاز غشاء الطبلة و يعتمد سرعة اهتزاز غشاء الطبلة على تردد الموجات الصوتية التي تصله .

2- تنتقل الاهتزازات من غشاء الطبلة إلى العظيمات الثلاث المطرقة فالسندان فالركاب ثم إلى غشاء النافذة البيضوية ليهتز .

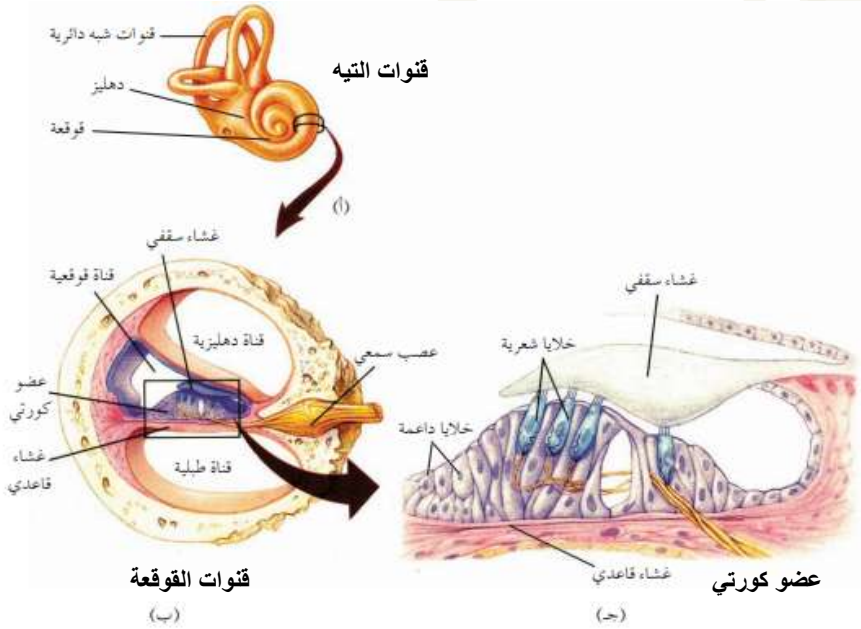
***ملاحظة :** تعمل العظيمات الثلاث و مساحة السطح الصغير لغشاء النافذة البيضوية على تضخيم الاهتزازات الناتجة أمواج الصوت (20) مرة من اهتزاز غشاء الطبلة .

3- تسبب الاهتزازات إلى حدوث موجات ضغط في سائل الليمف الذي يملأ قنوات القوقعة مسبباً اهتزاز منطقة معينة من الغشاء القاعدي حسب مقدار تردد الصوت .

4- تتحرك الخلايا الشعرية المستقرة على الغشاء القاعدي و تحريك أهدابها الملامسة للغشاء السقفي .

5- تنثني الأهداب و حدوث جهد فعل ينتقل عبر العصب السمعي إلى الدماغ لإدراك الصوت .

6- بعد أن تحدث موجات الصوت الأثر المطلوب يتم التخلص من الضغط الزائد في سائل الليمف باهتزاز غشاء النافذة الدائرية المرن .



الشكل (٢-١٣): تركيب الأذن الداخلية.

وجه المقارنة	غشاء النافذة البيضوية	غشاء النافذة الدائرية
موقع الاتصال	الحاجز العظمي بين الأذن الوسطى و الداخلية تتصل بعظمة الركاب	الحاجز العظمي بين الأذن الوسطى و الداخلية تتصل مع القوقعة
الوظيفة	تضخيم أمواج الصوت و إدخالها إلى سائل الليمف داخل القوقعة	التخلص من موجات الضغط الزائدة في السائل الليمفي باهتزاز غشائها المرن وهذا مصير أمواج الصوت بعد إحداثها جهد فعل .

علل : عدم انفجار القوقعة .

لوجود غشاء مرن يسمى غشاء النافذة الدائرية يعمل على **التخلص من الضغط الزائد** باهتزاز غشائها المرن .

2- المستقبلات المستجيبة لمنبهات الكيميائية :

يستطيع الإنسان تمييز نحو 10000 رائحة مختلفة (وذلك لاحتواء الأنف على **مستقبلات خاصة** يتناسب شكلها مع شكل المادة المراد شمها لهذه الروائح توجد في المنطقة الطلائية الأنفية) والتي تقع أعلى التجويف الأنفي .

** **تتألف المنطقة الطلائية الأنفية من عدة أنواع من الخلايا :**

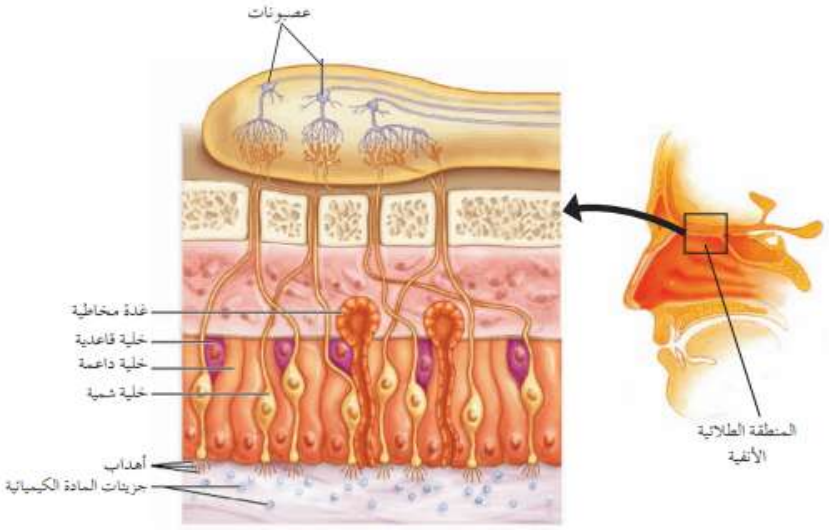
أ- خلايا شميه : عصبونات حسية تنتهي بعدد من الأهداب تقع عليها مستقبلات المواد التي تنبهها (المتطايرة) .

ب- خلايا داعمة : خلايا طلائية عمادية تُسند الخلايا الشميه و توجد بينها .

ج- خلايا قاعدية : تقع بين قواعد الخلايا الداعمة ويعتقد انها تعمل على تجديد الخلايا الشميه .

د- غدد مخاطية : تفرز مخاط و الذي يعد وسط مذيب للمواد التي يجري استنشاقها .

هـ- غدد و خلايا تفرز محلول مائي : يعمل المحلول المائي على إزالة المادة الكيمائية المنبهة بعد انتهاء عملية الشم لتستطيع المستقبلات الارتباط بمادة جديدة .



الشكل (٢-١٤): المنطقة الطلائية الأنفية.

** **آلية الشم :**

1- ترتبط المادة الكيمائية المتطايرة الذائبة في المخاط بالمستقبلات البروتينية الخاصة المناسبة لشكلها الموجودة على أهداب الخلايا الشمية .

2- حدوث سلسلة من التفاعلات مما يسبب حدوث جهد فعل في الخلايا الشمية .

3- ينتقل جهد الفعل عبر العصب الشمي إلى مراكز الشم في الدماغ لتميز الرائحة هناك .

- **سؤال :** ما المستقبل لكل من الآتية (حدد بدقة مستقبل كل من الآتية) :

1- الضوء ⟵ العصي و المخاريط / شبكية العين

2- الإضاءة الشديدة (تميز جميع الألوان) ⟵ المخاريط شبكية العين

3- الإضاءة الخافتة (أبيض و أسود) ⟵ العصي شبكية العين

4- الصوت ⟵ خلايا شعرية عضو كورتي في القناة القوقعية داخل القوقعة

5- مواد كيمائية متطايرة ⟵ مستقبلات على أهداب الخلايا الشمية في المنطقة الطلائية الأنفية .

- العضلات الهيكلية :

- العضلات ثلاث أنواع :

1- عضلات قلبية 2- عضلات ملساء 3- عضلات هيكلية

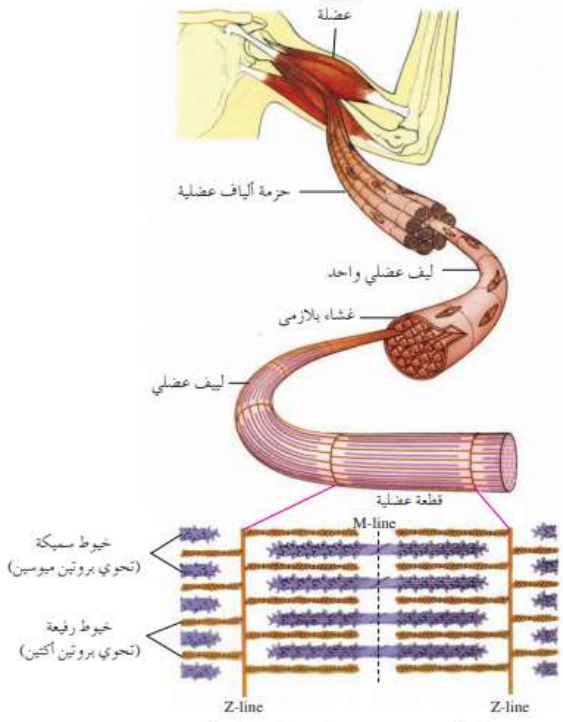
- تقوم العضلات الهيكلية بعدة وظائف منها : أ- تغيير تعابير الوجه ، ب - تركيز البصر في شيء محدد مما يحتاج تناسق و دقة.

- **تركيب العضلة الهيكلية :**

تتكون العضلة الهيكلية من حزم من ألياف عضلية وهي (خلايا عضلية متعددة النوى) .

- يحتوي كل ليف عضلي (خلية عضلية) على عدد من الليفات العضلية .

- يتكون **الليف العضلي** من نوعين من الخيوط البروتينية (خيوط سميكة تحتوي بروتين الميوسين لها رؤوس الميوسين، خيوط رفيعة تحتوي بروتين أكتين)



الشكل (٢-١٥): تركيب العضلة الهيكلية.

علل : تظهر العضلة الهيكلية مخططة .

لوجود نوعان من الخيوط البروتينية خيوط الأكتين الرفيعة و خيوط الميوسين السميكة تترتب على نحو متداخل .

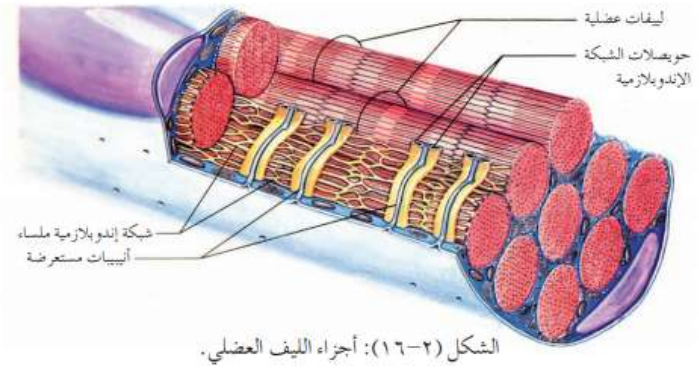
* **القطعة العضلية** : جزء من ليف عضلي واقع بين خطي Z و يحتوي خيوط بروتينية أكتين رفيعة و ميوسين سميكة .

وجه المقارنة	Z-line	M-line
الموقع	تركيب عند طرف القطعة العضلة يحتوي بروتين تثبت فيه نهاية خيوط الأكتين .	تركيب في منتصف القطعة العضلية يحتوي بروتين تثبت فيه خيوط الميوسين في مواقعها .
الوظيفة	تثبيت خيوط الأكتين	تثبيت خيوط الميوسين

- **آلية انقباض العضلة الهيكلية :**

1- وصول سيال عصبي من محور عصبون حركي إلى الليف العضلي و نشوء **جهد فعل** ينتشر على طول غشاء الليف العضلي .

2- يمر **جهد الفعل** عبر **انغمادات غشائية** عرضية في الغشاء البلازمي تقع على طرفي خيوط الميوسين تسمى **(أنيبيبات مستعرضة)** وتمتد بين الليفات العضلية و تكون محاطة بالشبكة الاندوبلازمية الملساء التي تخزن أيونات الكالسيوم Ca^{+2} .



الشكل (٢-١٦): أجزاء الليف العضلي.

3- و مرور جهد الفعل من هذه الأنيبيبات يؤدي إلى **خروج أيونات الكالسيوم** من مخازنها و انتشارها بين الليفات العضلية في السيتوسول .

4- ترتبط أيونات الكالسيوم Ca^{+2} بمستقبلات خاصة على خيوط الأكتين فتتكشف مواقع ارتبط رؤوس الميوسين بخيوط الأكتين.

5- ترتبط رؤوس الميوسين بمواقع خاصة على خيوط الأكتين مكونه **جسور عرضية** .

6- انثناء الجسور العرضية يؤدي إلى حركة خيوط الأكتين الرفيعة باتجاه وسط القطعة العضلية **فتنزلق** خيوط الأكتين بين خيوط الميوسين مسببة قصر القطعة العضلية و انقباض العضلة .

7- هذا الانزلاق لا يكون كافي لذلك لا بد من **تكرار خطوات الانزلاق** لإحداث الانقباض المطلوب وهذا يتطلب تكوين جسور عرضية جديدة مما يحتاج طاقة (ATP) لأن تكوين الجسور وانثناءها يحتاج طاقة لإحداث الانقباض المطلوب.

ملاحظة : **رؤوس الميوسين** هي المكان الأساسي لاستهلاك ATP **علل** لان **تكوين الجسور العرضية وفكها** يحتاج **ATP** .

علل : استهلاك طاقة ATP أثناء انقباض العضلة أو الية انقباض العضلة حسب **(فرضية الخيوط المنزلقة) .**

الانزلاق بين خيوط الأكتين و خيوط الميوسين لا يكون كافي لإحداث انقباض **فيجب تكرار الخطوات السابقة (الانزلاق)** لإحداث الانقباض المطلوب و هذا يلزم طاقة ATP من أجل تكون جسور عرضية جديدة كما يلي :

1- ارتباط رؤوس الميوسين منخفضة الطاقة بـ ATP لتنشيطها .

2- امتلاك رؤوس ميوسين طاقة من تحلل ATP .

3- تكون جسور عرضية و ذلك لارتباط رؤوس الميوسين بمواقع خاصة على الأكتين .

4- انثناء الجسور العرضية مسببة حركة خيوط الأكتين الرفيعة نحو وسط القطعة العضلية .

5- ارتباط ATP لفك الجسر العرضي .

- **الليف العضلي :** هي وحدة مؤلفة لليف عضلي ،يتكون من نوعين من الخيوط البروتينية سميكة تحتوي بروتين ميوسين و رفيعة تحتوي بروتين الأكتين .

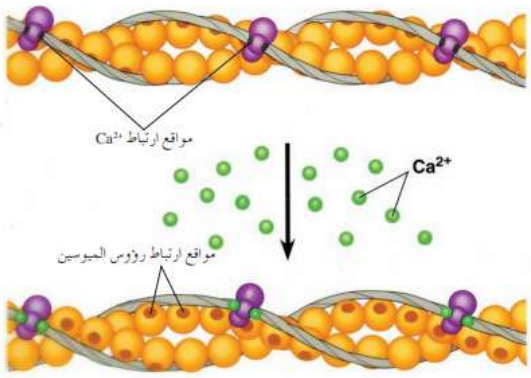
- ماذا يحدث بعد توقف تنبيه العضلة الهيكلية من الجهاز العصبي :

عودة أيونات الكالسيوم Ca^{+2} إلى مخازنها في الشبكة الاندوبلازمية الملساء بعملية **النقل النشط** تحتاج ATP فتصبح أماكن ارتباط رؤوس ميوسين بالأكتين **غير متكشفة** فلن تتكون جسور عرضية جديدة فيحدث **الانبساط** .

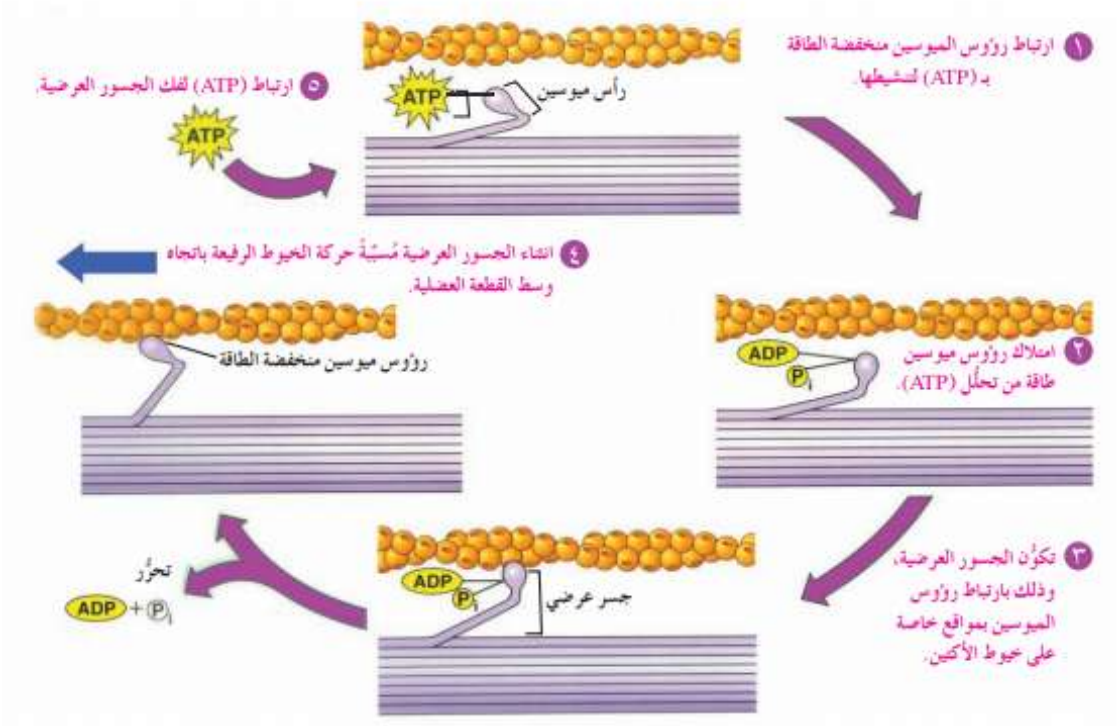
- اذا طلب خطوات استهلاك (ATP) طاقة نكتب الخمس خطوات السابقة + عودة Ca^{+2} الى مخازنها بنقل نشط .

*** كيف يتلاءم تركيب القطعة العضلية مع وظيفتها :**

احتوائها **خيوط بروتينية رفيعة الأكتين** و خيوط بروتينية **سميكة الميوسين** و يوجد مواقع ارتباط أيونات الكالسيوم بخيوط الأكتين لتكشف مواقع ارتباط رؤوس الميوسين بالأكتين مكونه جسور عرضية تنثني هذه الجسور نحو الوسط مسببه **انزلاق خيوط الأكتين بين الميوسين** و قصر القطعة العضلية و انقباض العضلة .



الشكل (٢-١٧): ارتباط الكالسيوم بمستقبلاته على خيوط الأكتين.

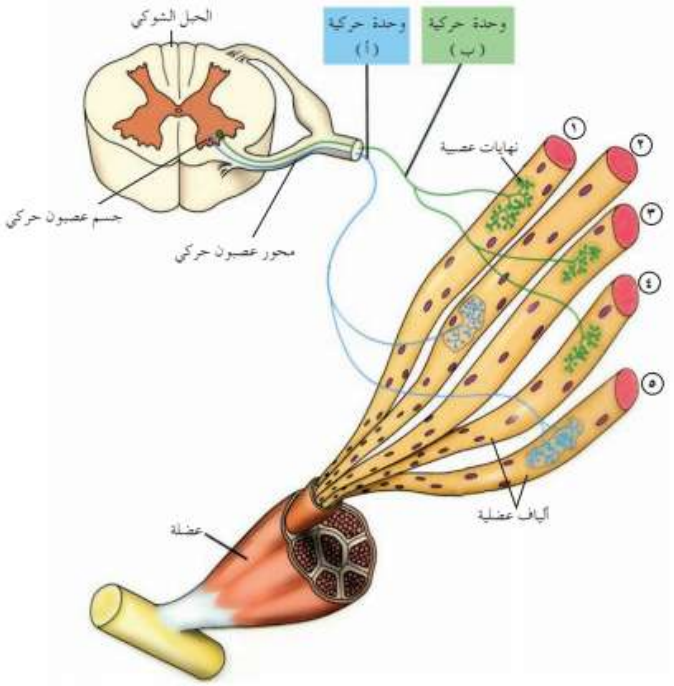


الشكل (٢-١٨): آلية انقباض العضلة الهيكلية تبعًا لنظرية الخيوط المنزلقة.

الوحدة الحركية : **(هذه الصفحة محذوفة كاملاً)**
هي اتصال محور عصبي حركي بعدد من الألياف العضلية يؤدي إلى اختلاف مقدار قوة انقباض العضلة .

علل : انقباض العضلة متدرج .
لأن زيادة انقباض العضلة يزداد بزيادة عدد الوحدات الحركية العاملة في وقت معين فكلما زادت عدد الوحدات الحركية العاملة يزداد قوة انقباض العضلة .

ملاحظة : يعتمد عدد الألياف العضلية في الوحدة الحركية على دقة العمل المنجز في حركة العضلة فكلما زادت دقة حركة العضلة مثل العضلات المحركة للعين تقل عدد الألياف العضلية المتصلة بالعصبون الحركي في الوحدة الحركية .



الشكل (٢-١٩): وحدتان حركيتان، ومُكوِّناتهما.

- التنظيم الهرموني :

- **الهرمونات** : مواد كيميائية تُفرزها غدد و خلايا خاصة تعمل هذه الهرمونات **على تنظيم أنشطة** الجسم المختلفة و يشترك الجهاز العصبي مع الهرمونات في تنظيم هذه الأنشطة .

- **الخلايا الهدف** : خلايا محددة تحمل على غشائها أو داخلها **مستقبلات خاصة** للارتباط بهرمون معين بحيث يعمل هذا الارتباط إلى حدوث **تغيرات** داخل هذه الخلايا .

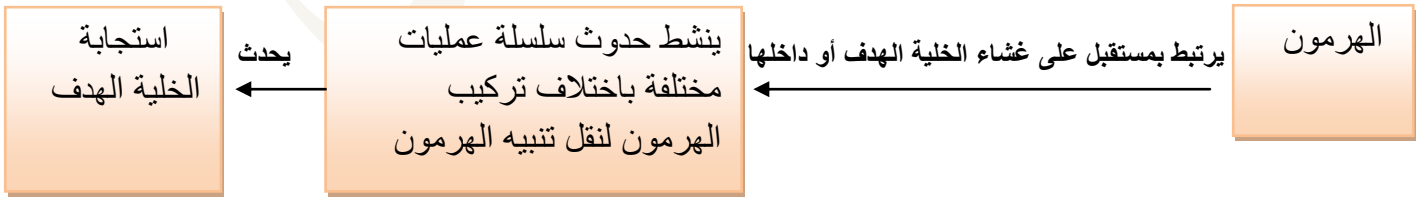
**** مقارنة بين التنظيم الهرموني و التنظيم العصبي :**

وجه المقارنة	التنظيم العصبي	التنظيم الهرموني
السرعة	أسرع / لأن إفراز النواقل العصبية يعتمد على انتقال السيال العصبي في المحورالعصبي و الذي يتم بسرعة كبيرة	أبطأ / لأنها تنتقل بواسطة تيار الدم
واسطة النقل	خلايا عصبية	تيار الدم
مدة التأثير	أقصر مدة تأثير / و ذلك بسبب حدوث عمليتان تثبطان استمرار تنبيه النواقل العصبية .	أطول مدة تأثير / لعدم وجود آليات تثبط عمل الهرمونات .

- تصنيف الهرمونات من حيث التركيب الكيميائي :

أ- هرمونات ستيرويدية
ب- هرمونات ببتيدية
ج- هرمونات سكرية بروتينية
د- هرمونات مشتقة من حموض أمينية

- **آلية عمل الهرمونات عامة** : تشترك الهرمونات في الية عمل عامة وهي



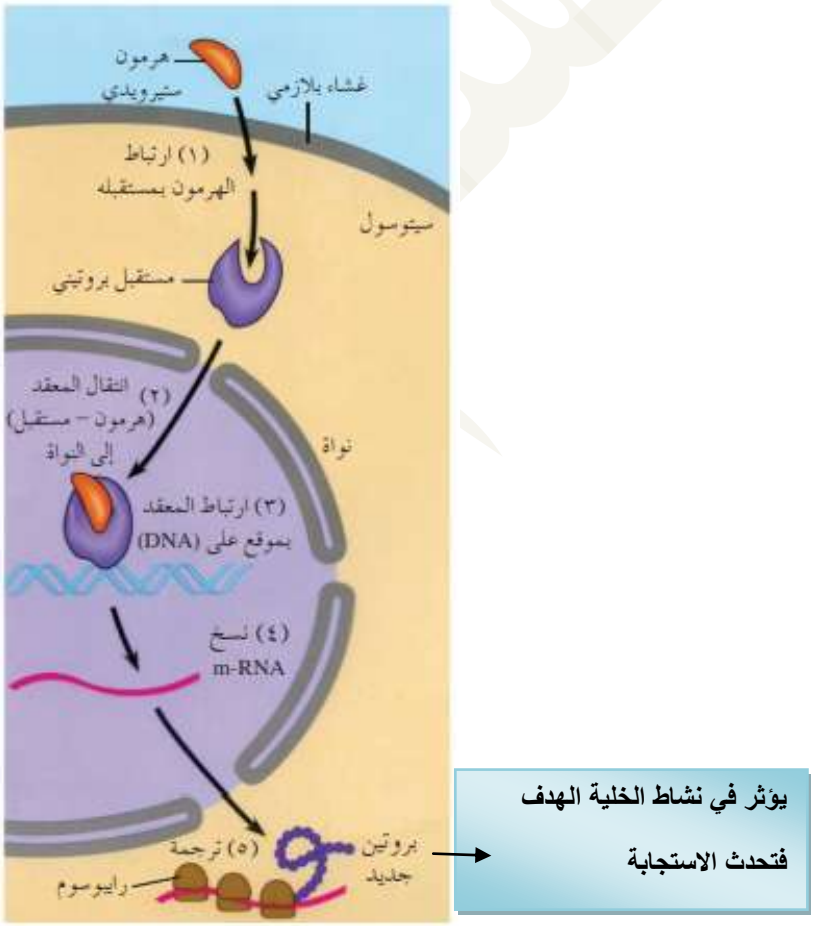
- **آلية عمل الهرمونات الستيرويدية :** كيف يُحدث الهرمون الستيرويدي استجابة في الخلية الهدف
(مثل هرمون **الدوستيرون ، تيستوستيرون**)

1- يدخل هذا الهرمون إلى داخل الخلية الهدف بسهولة ؛ لأنه **يذوب في الليبيدات** فيستطيع عبور الغشاء البلازمي .

2- يرتبط الهرمون **بمستقبل** بروتيني داخل **السيتوسول** فيتكون مركب **معقد** (هرمون ـ مستقبل) يدخل إلى **النواة** من الثقوب في الغلاف النووي .

3- يرتبط المركب المقعد بأحد مواقع جزيء DNA منبهاً لتكوين **m.RNA** .

4- ترجمة m.RNA لبناء بروتين جديد في سيتوسول الخلية يؤثر في **نشاط الخلية** فتحدث الاستجابة للهرمون .



الشكل (٢-٢١): آلية عمل الهرمونات الستيرويدية.

**** علاقة تحت المهاد بالغدة النخامية (وظائف تحت المهاد) : (هذه الصفحة كاملة محذوفة)**

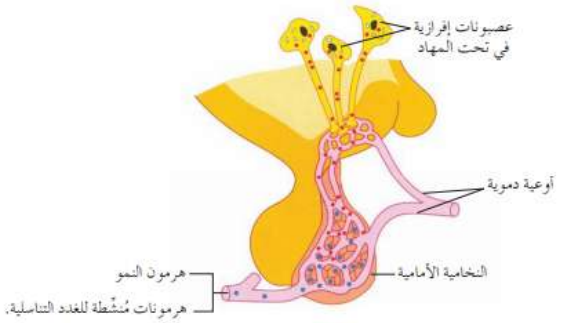
أ- تتحكم تحت المهاد (منطقة صغيرة في الدماغ) في إفراز الهرمونات .

ب- تنظم الأنشطة و الوظائف المختلفة المرتبطة بالأعضاء اللاإرادية و الجهاز العصبي الذاتي .

ج- تنظيم بعض العوامل في الجسم مثل (درجة الحرارة ، الشعور بالجوع)

**** علاقة تحت المهاد بالنخامية الأمامية :**

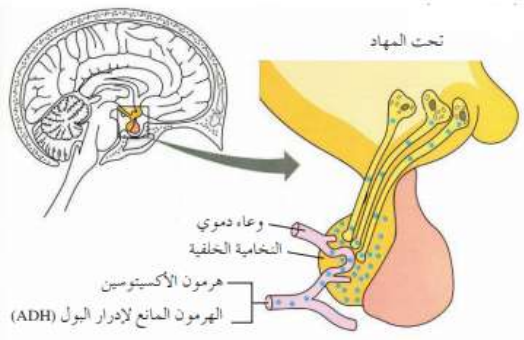
تفرز العصبونات الإفرازية في تحت المهاد هرمونات تنظيم إفراز هرمونات النخامية الأمامية ، مثل : (هرمون النمو ، هرمون منشط للغدد التناسلية)



الشكل (٢– ٢٢): علاقة تحت المهاد بالغدة النخامية الأمامية.

**** علاقة تحت المهاد بالنخامية الخلفية :**

النخامية الخلفية هي منطقة امتداد لعصبونات تحت المهاد و تخزن في نهاية العصبونات الموجودة في النخامية الخلفية هرموني (أوكسيتوسين ، مانع لإدرار البول ADH)



الشكل (٢–٢٣): علاقة تحت المهاد بالغدة النخامية الخلفية.

وجه المقارنة	هرمونات النخامية الأمامية	هرمونات النخامية الخلفية
مكان البناء	في النخامية الأمامية	عصبونات إفرازية تحت المهاد
مكان الإفراز	من النخامية الأمامية	من النهايات العصبية في النخامية الخلفية
تنظيم الإفراز	هرمونات من العصبونات الإفرازية تنظم إفرازها	محاور العصبونات الإفرازية
مثال	هرمون النمو هرمون منشط للغدد التناسلية	أوكسيتوسين مانع لإدرار البول

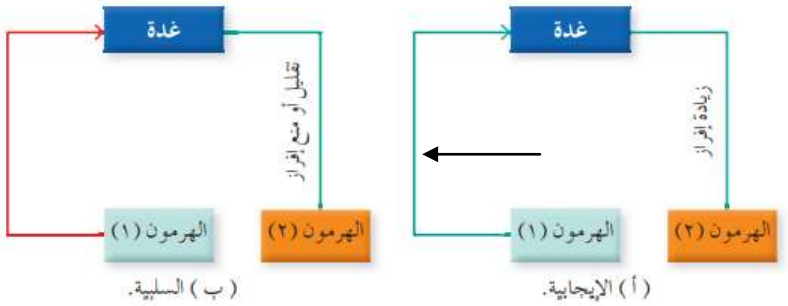
التغذية الراجعة : **(محذوف كاملا)**

تكمن أهميتها في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم مثل (درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، تركيز الهرمونات ضمن معدلاتها الطبيعية)

- تصنف التغذية الراجعة إلى نوعين :

أ- تغذية راجعة إيجابية : تؤدي زيادة مستوى أحد الهرمونات إلى زيادة إفراز هرمون آخر .

ب- تغذية راجعة سلبية : تؤدي زيادة مستوى أحد الهرمونات إلى تقليل إفراز هرمون آخر أو منع إفرازه .



الشكل (٢- ٢٤): التغذية الراجعة.

نهاية الفصل الأول

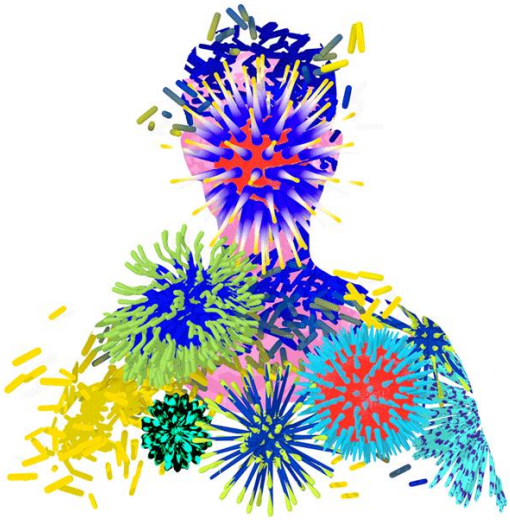
الإحساس والاستجابة

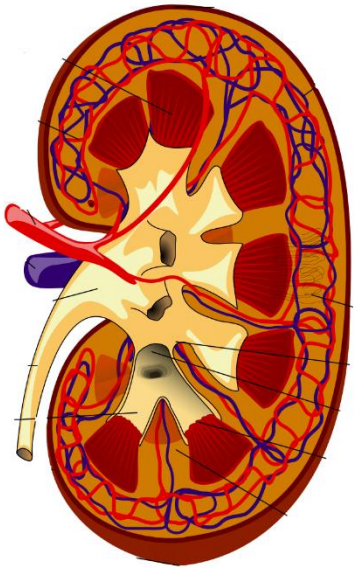
الأستاذ

حسام عياش

الفصل الثاني

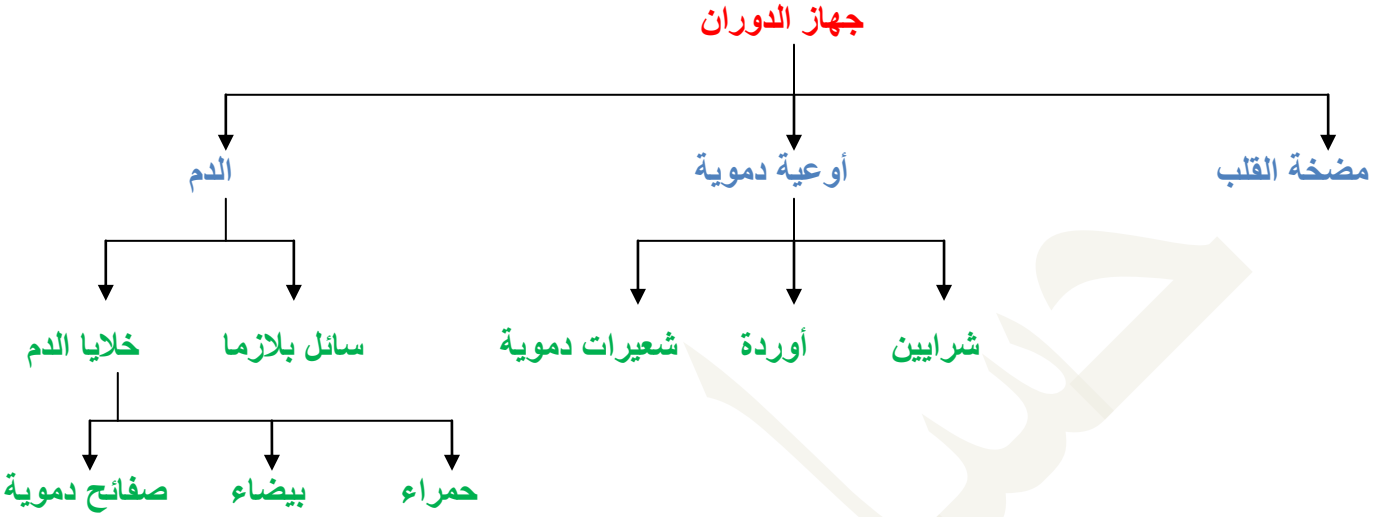
نقل الغازات و آلية عمل الكلية و الاستجابة المناعية





نقل الغازات و آلية عمل الكلية و الاستجابة المناعية

مقدمة : جهاز الدوران يتكون من :



- تحتاج الخلايا و الأنسجة إلى الأكسجين و الغذاء لإتمام العمليات الحيوية و إلى التخلص من الفضلات و ثاني أكسيد الكربون الناتجة من هذه العمليات و طرحها خارج الجسم ويعمل جهاز الدوران على نقل هذه المواد من والى الخلايا .

- **تبادل الغازات :** يتعاون جهاز الدوران و الجهاز التنفسي لكي يتم تبادل غاز الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون بين الحويصلات الهوائية و الدم في الرئتين من جهة ، و بين خلايا الجسم و الشعيرات الدموية المحيطة بها من جهة أخرى .

1) نقل الأكسجين :

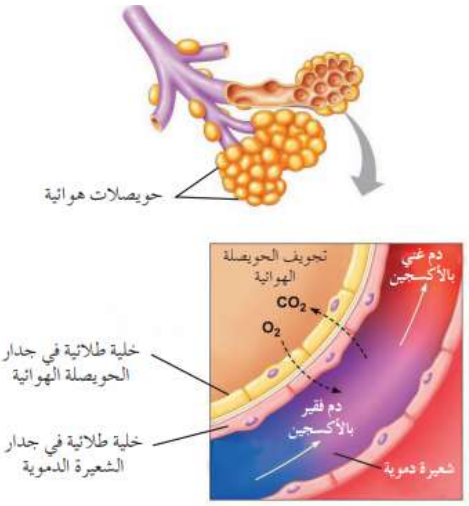
ينقل **الشريان الرئوي** الدم فقير O_2 إلى الرئتين و يوصله إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية و ينقل O_2 عبر جدران الحويصلة الهوائية فجدران الشعيرات الدموية وصولاً إلى البلازما . و بالمقابل ينتقل CO_2 من الدم إلى الحويصلة الهوائية عبر جدران الشعيرات الدموية فجدران الحويصلة الهوائية **ليخرج بالزفير** .

ملاحظة : توجد الحويصلات الهوائية في الرئة .

سؤال : ما العوامل التي تزيد من كفاءة عملية تبادل الغازات بين الحويصلة الهوائية و الدم ؟
(كيف يتلاءم تركيب الحويصلة الهوائية مع وظيفتها)

وتزيد هذه العوامل من كفاءة تبادل الغازات

1- الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة رقيقة الجدران (خلية طلائية واحدة) .
2- مساحة السطح الواسعة للحويصلة الهوائية .
3- جدران الحويصلة الهوائية الرقيقة (طبقة واحدة من الخلايا الطلائية) .
4- وجود كمية كبيرة من الدم في الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية .



الشكل (٢-٢٦): تبادل الغازات في الرئتين.

- **نقل الأكسجين في الدم** (من الحويصلة الهوائية ⟵ أنسجة الجسم) ، **ينقل O_2 بطريقتين** :

1- 2% من O_2 ينتقل ذائب في بلازما الدم و هذه الكمية قليلة لا تكفي لخلايا الجسم ؛ و ذلك **لأن ذائبية** O_2 في الماء قليلة.

2- 98% من O_2 ينتقل عبر خلايا الدم الحمراء المحتوية على جزيء الهيموغلوبين بحيث يرتبط O_2 مع الهيموغلوبين مكوناً مركب **أوكسيهيموغلوبين** .

- على ماذا يعتمد ارتباط أو تشبع أو تحرر O_2 من الهيموغلوبين :

الضغط الجزئي لغاز O_2 و الذي يبين مدى تركيزه ، لأن الضغط الجزئي لغاز معين **يتناسب طردياً** مع تركيزه بحيث تنقل المادة من المنطقة عالية التركيز (مرتفعة الضغط الجزئي) إلى المنطقة الأقل تركيز (منخفضة الضغط الجزئي) **بالانتشار** .

- **ملاحظة :** كل غاز من خليط الغازات يسهم في الضغط الكلي و الذي يعرف بالضغط الجزئي للغاز .

- **تركيب الهيموغلوبين :**

1- 4 سلاسل عديد الببتيد ⟵ **سلسلتان الفاغلوبين** ، **سلسلتان بيتاغلوبين**

2- كل سلسلة ترتبط بمجموعة عضوية تسمى الهيم (4 مجموعات هيم)

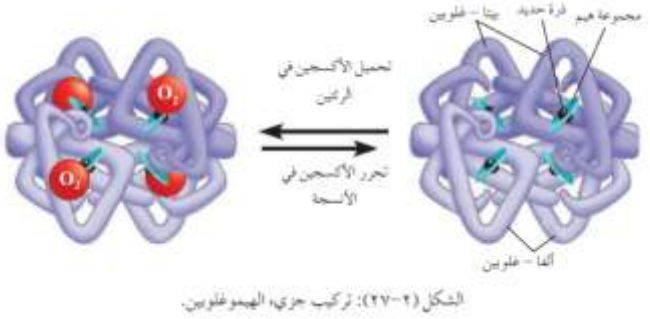
3- 4 ذرات حديد ، كل مجموعة هيم تحتوي ذرة حديد .

علل : الطريقة الأكثر فاعلية لنقل الأوكسجين في الدم عن طريق خلايا الدم الحمراء :-
1- لان ذائبية ال O_2 في الماء منخفضة .
2- معظم O_2 يرتبط مع ذرات الحديد الأربعة في الهيموغلوبين داخل خلية الدم الحمراء مكوناً أوكسيهيموغلوبين .

- نقل O_2 في خلايا الدم الحمراء (عبر الهيموغلوبين) :

ينقل معظم O_2 في الدم 98% مرتبطاً مع ذرات الحديد في الهيموغلوبين ارتباط ضعيف داخل الخلية الحمراء مكوناً أوكسيهيموغلوبين بحيث يرتبط جزيء هيموغلوبين عند الإشباع بأربع جزيئات O_2 و بالتالي يحمل الهيموغلوبين أربع جزيئات من O_2. **لان كل ذرة حديد ترتبط بجزيء واحد اوكسجين** بحيث يتكون الهيموغلوبين من أربع ذرات حديد .
و عند الوصول إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنسجة حيث يكون الضغط الجزئي لغاز O_2 في الخلايا منخفض **يتحرر O_2 نتيجة تفكك الأوكسيهيموغلوبين** لتستفيد الخلايا من O_2 بحيث يستهلك O_2 في عملية التنفس الخلوي و ينتج منها CO_2 و نظراً لسميته في الخلايا فلا بد من التخلص منه .

$$Hb + 4O_2 \underset{\text{تحرير O2 في الأنسجة}}{\overset{\text{تحميل O2 في الرئتين}}{\rightleftharpoons}} Hb(O_2)_4$$



الشكل (٢-٢٧): تركيب جزيء الهيموغلوبين.

(هيموغلوبين) (أوكسيهيموغلوبين)

*** العوامل التي تساعد على تحرر الأكسجين من مركب الأوكسيهيموغلوبين :**

1- الضغط الجزئي للأكسجين PO_2 : يتحرر O_2 من الدم إلى الأنسجة عندما يكون ضغطه الجزئي في الأنسجة قليل .

2- (درجه الحموضة PH و تركيز CO_2) : يزداد تحرر O_2 عندما تقل درجة الحموضة (PH)

و يزداد تركيز CO_2 بما يسمى تأثير بور .

3- درجة الحرارة : يزداد تحرر O_2 عندما ترتفع درجة الحرارة في الأنسجة (الجسم) إلى حد معين أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية و بعض الحالات المرضية مثل الالتهابات .

---

2) نقل ثاني أكسيد الكربون : في الدم

ينتقل CO_2 من الأنسجة (خلايا الجسم) التي يكون فيها الضغط الجزئي PCO_2 عالي الى الشعيرات الدموية المحيطة بها و التي يكون فيها الضغط الجزئي PCO_2 قليل .

**** طرق (أشكال) نقل CO_2 في الدم (من الأنسجة إلى الحويصلة الهوائية) :**

أ- 7% CO_2 ذائب في البلازما . وهي نسبة قليلة

ب- 23% على شكل كاربامينوهيموغلوبين (CO_2 + هيموغلوبين) و الذي يتفكك عند وصوله إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية بشكل سريع .

ج- 70% على شكل أيونات كربونات هيدروجينية (HCO_3^-) . كما توضح المعادلة الآتية :

$$\underset{\text{ثاني أكسيد الكربون}}{CO_2} + \underset{\text{ماء}}{H_2O} \underset{\text{انزيم كربونيك انهيدريز}}{\rightleftharpoons} \underset{\text{حمض كربونيك}}{H_2CO_3} \rightleftharpoons \underset{\text{ايونات كربونات هيدروجينية}}{HCO_3^-} + \underset{\text{ايون الهيدروجين}}{H^+}$$

- بم يرتبط CO_2 داخل الخلية الدم الحمراء و ماذا ينتج عن كل عملية ارتباط :

1- 23% مع Hb ⟵ كاربامينوهيموغلوبين

2- 70% مع H_2O ⟵ حمض كربونيك

ملاحظة : كلما قلت درجة الحموضة (PH) (الرقم الهيدروجيني عن 7 يكون الوسط أكثر حموضة) .

** آلية انتقال CO2 على شكل أيونات كربونات هيدروجينية (الخطوات) (من انسجة الجسم الى الدم) :

1- يتحد70% من CO2 مع الماء داخل خلية الدم الحمراء مكوناً حمض كربونيك بمساعدة انزيم كربونيك انهيدريز .

2- يتفكك حمض كربونيك داخل الخلية الحمراء إلى أيونات كربونات هيدروجينية السالبة و ايونات هيدروجينية H^+ موجبة .

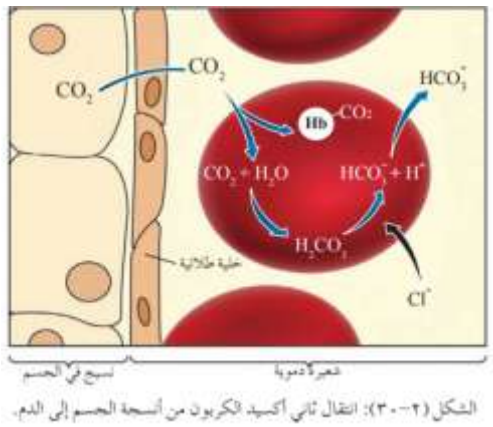
3- تغادر أيونات كربونات هيدروجينية إلى البلازما بالانتشار فيحدث نتيجة ذلك خلل في التوازن الكهربائي على جانبي الغشاء البلازمي لخلية الدم الحمراء .

4- يتم إعادة التوازن الكهربائي بدخول أيونات الكلور السالبة (CL^-) الموجودة بكميات كبيرة في البلازما إلى داخل خلية الدم الحمراء تسمى هذه العملية **(إزاحة أيونات الكلور)** .

اتجاه نقل ايونات الكلور وايونات كربونات هيدروجينية عند نقل CO2 من الانسجة الى الدم

1- CL^- من البلازما الى خلية الدم الحمراء

2- HCO_3^- من خلية الدم الحمراء الى بلازما الدم



الشكل (٢-٣٠): انتقال ثاني أكسيد الكربون من أنسجة الجسم إلى الدم.

** آلية تحويل أيونات كربونات هيدروجينية إلى ثاني أكسيد الكربون (من الشعيرات الدموية الى الحويصلة الهوائية)

1- عند وصول الدم إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية تنتقل أيونات الكربونات الهيدروجينية إلى داخل خلايا الدم الحمراء بالانتشار .

2- ترتبط جزيئات أيونات كربونات هيدروجينية بأيون الهيدروجين H^+ مكونه حمض كربونيك و الذي يتفكك إلى ماء و ثاني أكسيد الكربون .

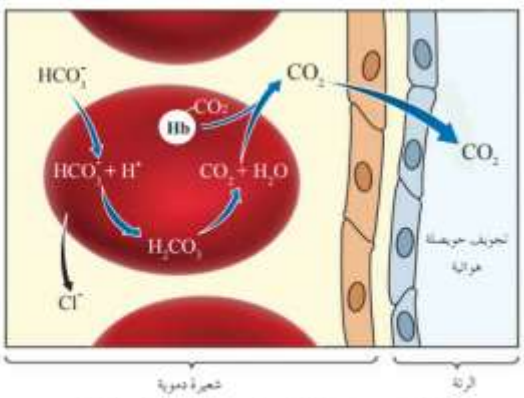
3- ينتقل CO_2 من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم و يتفكك كاربامينوهيموغلوبين إلى CO_2 و هيموغلوبين بحيث تتجمع جزيئات CO_2 في البلازما .بحيث تنتقل جزيئات CO_2 كاملة إلى الحويصلة الهوائية تغادر الجسم بعملية الزفير .

4- تخرج أيونات الكلور من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم لإعادة التوازن الكهربائي على جانبي الغشاء البلازمي لخلية الدم الحمراء .

اتجاه نقل ايونات الكلور وايونات كربونات هيدروجينية عند نقل CO2 من الدم الى الحويصلة الهوائية

1- CL^- من خلية الدم الحمراء الى البلازما

2- HCO_3^- من البلازما الى خلية الدم الحمراء



الشكل (٢-٣١): انتقال ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الرئتين.

- دور الكلية في تكوين البول :

- وظائف الكلية :

1- عضو يسهم في عمل الجهاز البولي **(الإخراجي)** المسؤول عن طرح الفضلات النيتروجينية و المواد غير العضوية الزائدة عن حاجة الجسم **(البول)** .

2- المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم **مثل (اتزان الماء و الأملاح)** وتسهم الهرمونات في ذلك .

3- ضبط درجة الحموضة للدم .

4- ضبط ضغط الدم و حجمه .

- ملاحظة : مكونات البول (**1-** ماء **2-** مواد غير عضوية زائدة **3-** فضلات نيتروجينية مثل اليوريا)

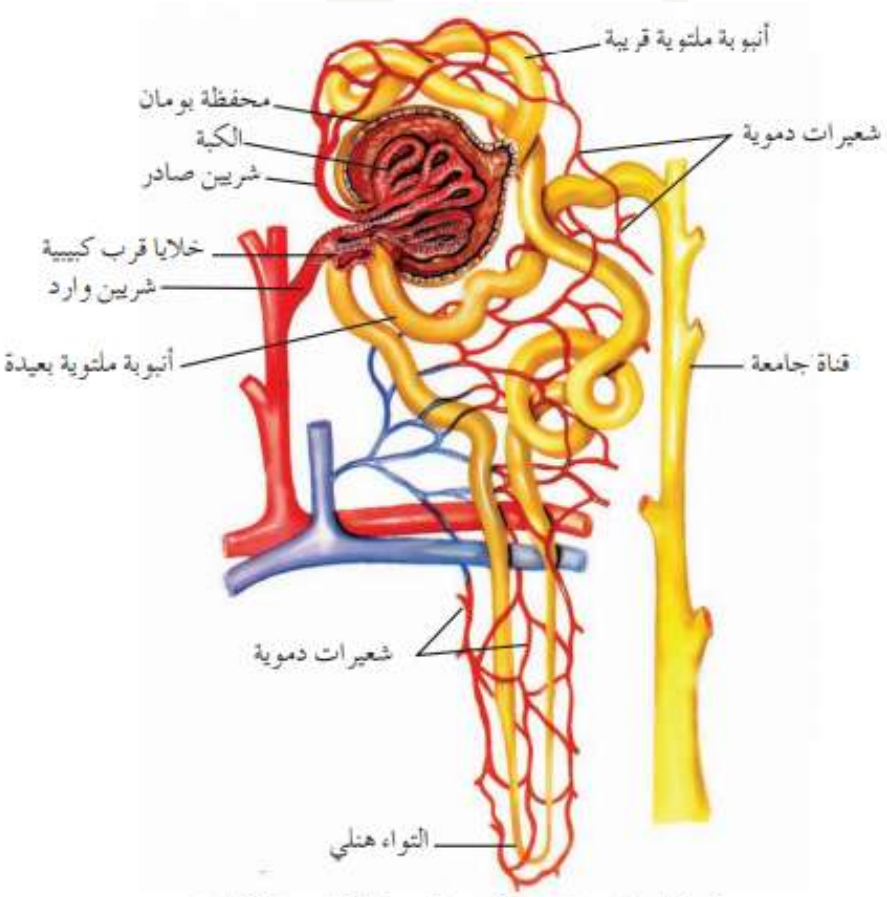
يرشح الدم في الكلية مرات كثيرة في اليوم وينتج نحو **(1,5) لتر** يومياً من البول

* الوحدة الأنبوبية الكلوية هي الوحدة الأساسية المكونة للكلية ، و تحتوي الكلية على (1,3) مليون وحدة أنبوبية كلوية و تتكون الوحدة الأنبوبية الكلوية من :

1- الحويصلة الكلوية و تتكون **من الكبة** (شبكة من شعيرات دموية عالية النفاذية في الحويصلة الكلوية) بالإضافة إلى **محفظة بومان .**

2- شرين وارد للكبة و شرين صادر من الكبة .

3- أنبوبة ملتوية قريبة . **4-** أنبوبة ملتوية بعيدة . **5-** التواء هنلي . **6-** قناة جامعة .



الشكل (٢-٣٢): تركيب الوحدة الأنبوبية الكلوية.

- عمليات تكوين البول (خطوات تخليص الدم من الفضلات) آلية عمل الوحدة الأنبوبية الكلوية :

1- الارتشاح : يحدث الارتشاح في الكبة بفاعلية **بسبب النفاذية العالية للشعيرات الدموية فيها** ومنها ينتقل الراشح إلى محفظ بومان بحيث ترشح المواد صغيرة الحجم مثل أيونات (Na^+ ، Cl^- ، K^+) و جزيئات جلوكوز و الحموض الأمينية ، الفضلات النيتروجينية الذائبة في البلازما من الدم الذي يدخل الكبة عبر الشرين الوارد و الذي يتجه نحو تجويف محفظة بومان .
أما المواد ذات الحجم الجزيئي الكبير مثل (بروتينات البلازما و خلايا الدم الحمراء) فلا ترتشح و ينتقل ما تبقى من الدم في الشرين الصادر إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب الملتوية .

*** ملاحظة :** يتم ضبط معدل عملية الإرتشاح **بواسطة الجهاز العصبي الذاتي** بحيث تتحكم **الأعصاب الودية** في **العضلات الملساء** المكونة للشرين الوارد و كما تسهم الهرمونات في هذه العملية .

2- إعادة الامتصاص :
بسبب احتواء الراشح على مواد لا يمكن الاستغناء عنها مثل (الجلوكوز ، حموض أمينية ، ماء ، أيونات [Na^+ ، Cl^- ، k^+]) لذا يعاد امتصاص 99 % من السائل الراشح وما يحويه من مواد مفيدة الموجود في تجاويف أجزاء الوحدة الأنبوية الكلوية جميعها (أنبوبة ملتوية قريبة و بعيدة و التواء هنلي و قناة جامعة) ما عدا الكبة

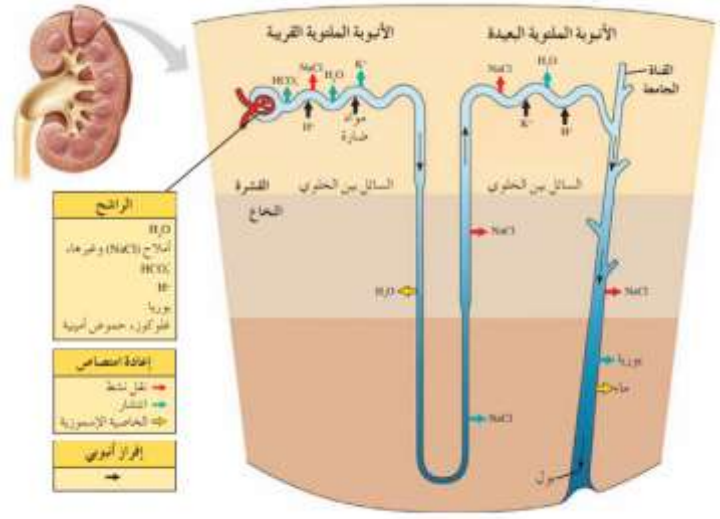
وتتم عملية إعادة الامتصاص إما **بالانتشار أو النقل النشط** للمواد إلى السائل بين خلوي ثم إلى الشعيرات الدموية المحيطة بأجزاء الوحدة الأنبوبية الكلوية أما **الماء فيعاد امتصاصه بالخاصية الأسموزية** .

علل : تعد عملية إعادة الامتصاص مهمة جداً : بسبب احتواء الراشح **على مواد لا يمكن الاستغناء** عنها ولولاها لأضطر الإنسان لشرب كمية كبيرة من الماء وتناول كمية كبيرة من الايونات و الحموض الأمينية والجلوكوز لتعويض ما يفقده بالاتشاح و إلا فإن خلايا الجسم ستجف ويفقد المواد الضرورية و يموت الإنسان .

3- الإفراز الأنبوبي :
يتم نقل **المواد السامة** و **الضارة** و **نواتج أيض العقاقير** و **أيونات هيدروجينية زائدة** (H^+) و ذلك لخطورتها إذا بقيت في الجسم من الشعيرات الدموية المحيطة بأجزاء الوحدة الأنبوبية الكلوية إلى تجويف كل من الأنبوبة الملتوية القريبة و القناة الجامعة و الأنبوبة الملتوية البعيدة و يتم الإفراز الأنبوبي إما **بالانتشار أو النقل النشط** .

ملاحظة : يسهم الإفراز الأنبوبي في **تنظيم درجة حموضة الجسم** و ذلك بالتخلص من أيونات الهيدروجينية الزائدة في الدم و طرحها خارج الجسم واعادة امتصاص أيونات كربونات هيدروجينية ($HCO3^-$) إلى الدم .
بما يسمى **بالتوازن الحمضي القاعدي** .

ملاحظة :
مكونات الراشح : **1-** ماء **2-** أيونات (صوديوم ، كلور ، بوتاسيوم)
3- جزيئات الجلوكوز **4-** فضلات نيتروجينية ذائبة **5-** حموض أمينية



الشكل (٢-٣٣): إعادة امتصاص بعض المواد في الوحدة الأنبوبية الكلوية.

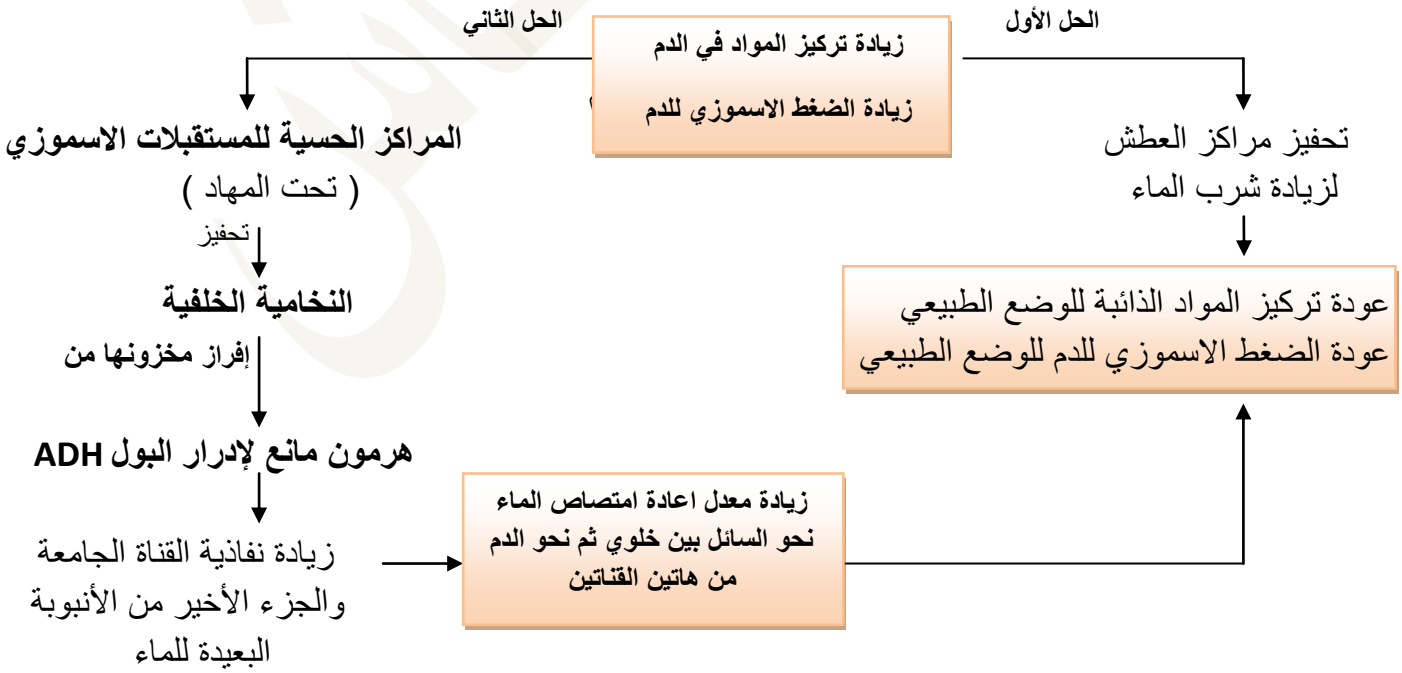
علل : يعد الإفراز الأنبوبي من العمليات المهمة في الجسم .

لأنه يتم بواسطته التخلص من المواد السامة و نواتج أيض العقاقير و التي تكون خطرة على الجسم كما يسهم في **التوازن الحمضي القاعدي** و ذلك بطرح أيونات الهيدروجينية الزائدة واعادة امتصاص أيونات الكربونات الهيدروجينية فينظم درج حموضة الجسم .

**** دور الهرمونات في ضبط عمل الكلية (تنظيم عمل الكلية) :**

أ- هرمون مانع لإدرار البول (ADH) : هرمون تفرزه النخامية الخلفية عند ارتفاع الضغط الأسموزي للدم ويعمل على زيادة اعادة امتصاص الماء من القناة الجامعة والجزء الأخير من الانبوبة الملتوية البعيدة فيعود تركيز المواد المذابة للوضع الطبيعي .

تسهم الكلية و تحت المهاد و النخامية الخلفية على المحافظة على اتزان الماء و ضبط الضغط الاسموزي للدم عن طريق هرمون مانع لإدرار البول .



ملاحظة : زيادة افراز هرمون ADH يزيد من حجم الدم ويقلل حجم البول .

نقص افراز هرمون ADH يقلل من حجم الدم ويزيد حجم البول .

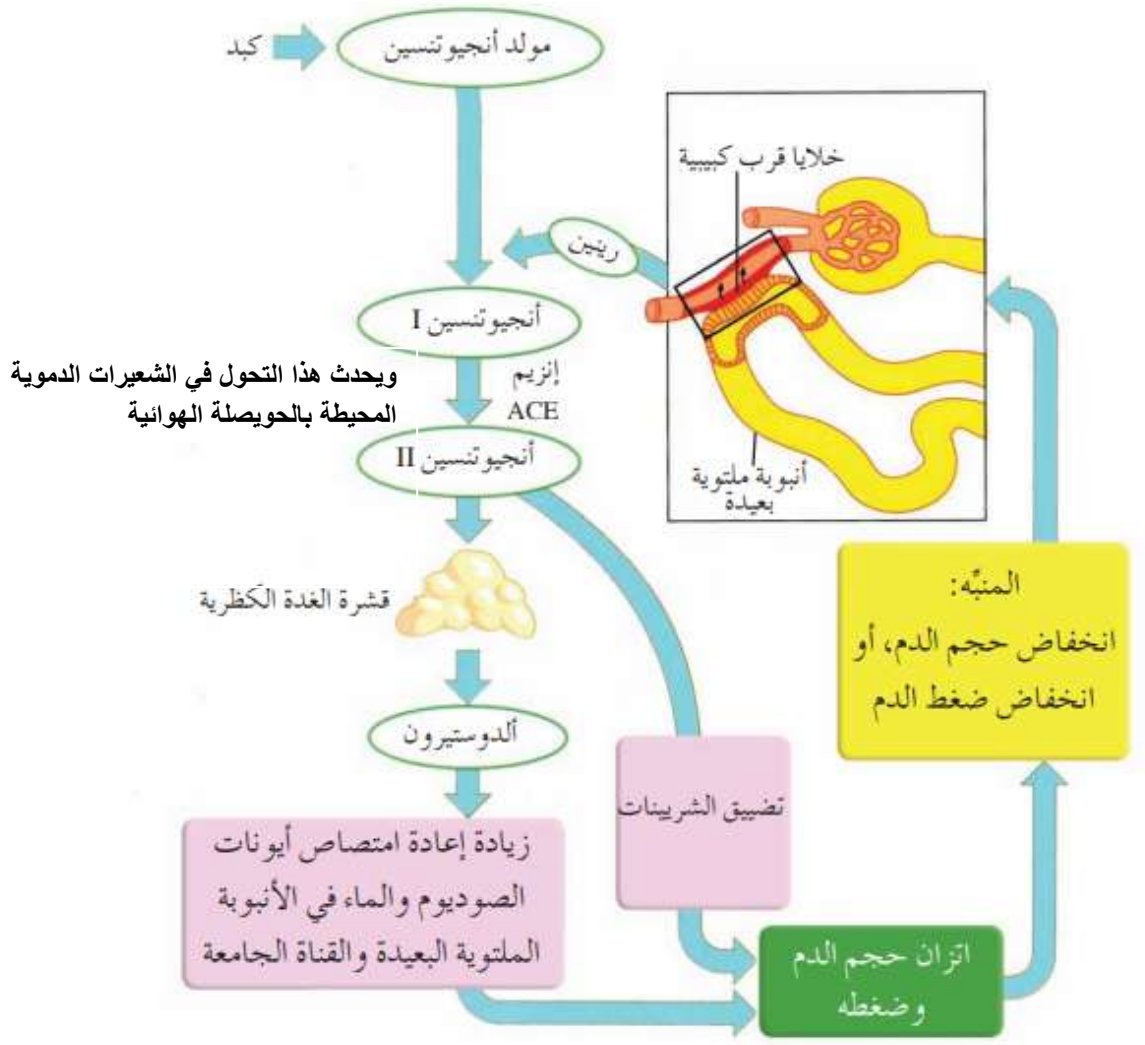
ب- نظام رنين – انجوتنسين – الدوستيرون :

تسهم هذه المواد في تنظيم عمل في الكلية .

- عندما تقل كمية الدم الواردة للكبة نتيجة انخفاض ضغط الدم فينخفض ضغط الدم في الشريين الوارد .
- تفرز الخلايا قرب كبيبية الموجودة في جدار الشريين الوارد **انزيم رنين** و الذي يحول مولد انجيوتنسين المصنع في **الكبد** والذي ينتقل الى بلازما الدم إلى انجيوتنسين I .
- يتحول انجيوتنسين I بواسطة **انزيم محول انجيوتنسين (ACE)** الذي تفرزه الخلايا الطلائية المبطنة للحويصلة الهوائية إلى انجيوتنسين II ويحدث هذا التحول في الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية .
- **يعمل انجيوتنسين II : 1-** على تضيق الشرينات فيرتفع ضغط الدم .

2- تحفيز إفراز هرمون الدوستيرون من قشرة الغدة الكظرية .

- يعمل الدوستيرون على زيادة إعادة امتصاص أيونات Na^+ فيرتفع مستواها في الدم .
- يؤدي ذلك إلى انتقال الماء **بالخاصية الاسموزية** من الأنبوبة الملتوية البعيدة و القناة الجامعة إلى السائل بين خلوي ثم نحو الدم **فيزداد حجم الدم و ضغط الدم** .



الشكل (٢–٣٤): آلية عمل رينين– أنجيوتنسين – ألدوستيرون.

ج- العامل الأذيني المدر للصوديوم (ANF) :

يتم إفراز هذا الهرمون **عند زيادة حجم الدم و ضغطه** تفرز خلايا متخصصة في الأذينان (ANF) الذي **يثبط** إفراز رنين ثم **تثبيط** إفراز الدوستيرون مما **يثبط** إعادة امتصاص أيونات Na^+ و الماء **فيقل حجم الدم و ضغطه**

و يعودان للمستوى الطبيعي اذاً يعمل هذا الهرمون (ANF) بصورة مضادة لهرمون الدوستيرون .

وجه المقارنة	ADH مانع لإدرار البول	الدوستيرون	ANF عامل أذيني مدر للصوديوم
الجزء المفرز (مكان الإفراز)	النخامية الخلفية	قشرة الغدة الكظرية	خلايا متخصصة في الأذينان القلب
سبب الإفراز	زيادة تركيز المواد في الدم (ارتفاع الضغط الاسموزي للدم)	انجيوتسين II عند انخفاض حجم الدم و ضغط الدم	عند ارتفاع حجم الدم و ضغط الدم
الوظيفة و الخلايا الهدف	يحث القناة الجامعة و الجزء الأخير من الأنبوبة الملتوية البعيدة على زيادة نفاذيتها للماء و زيادة إعادة امتصاص الماء نحو الدم فتزيد حجم الدم و يعود الضغط الاسموزي للدم (تركيز المواد المذابة في الدم) للوضع الطبيعي .	زيادة إعادة امتصاص أيونات الصوديوم و الماء من الأنبوبة الملتوية البعيدة و القناة الجامعة إلى الدم فيزداد حجم الدم و ضغط الدم .	يثبط خلايا قرب كبيبية في جدار الشرين الوارد عن إفراز انزيم الرنين فيثبط إفراز الدوستيرون فيثبط إعادة امتصاص Na^+ و الماء فيقل حجم الدم و ضغط الدم .

سؤال : ما تأثير زيادة افراز هرمون ANF في حجم البول :-

يعمل هذا الهرمون على **زيادة حجم البول** لأنه يثبط اعادة امتصاص ايونات الصوديوم والماء فيزيدهما في البول .

الاستجابة المناعية :

* أماكن وجود الكائنات الدقيقة التي قد تسبب أمراض للجسم الهواء ، الماء ، الغذاء .

- جهاز المناعة :

يتكون من مجموعة من **الحواجز الفيزيائية و الكيميائية و خلايا الدم البيضاء** قادرة على ابتلاع مسببات المرض و تحليلها ومنع تكاثرها و يقوم جهاز المناعة بصورة عامة بالوظائف الآتية :

أ- حماية الجسم من مسببات الأمراض و مقاومتها .

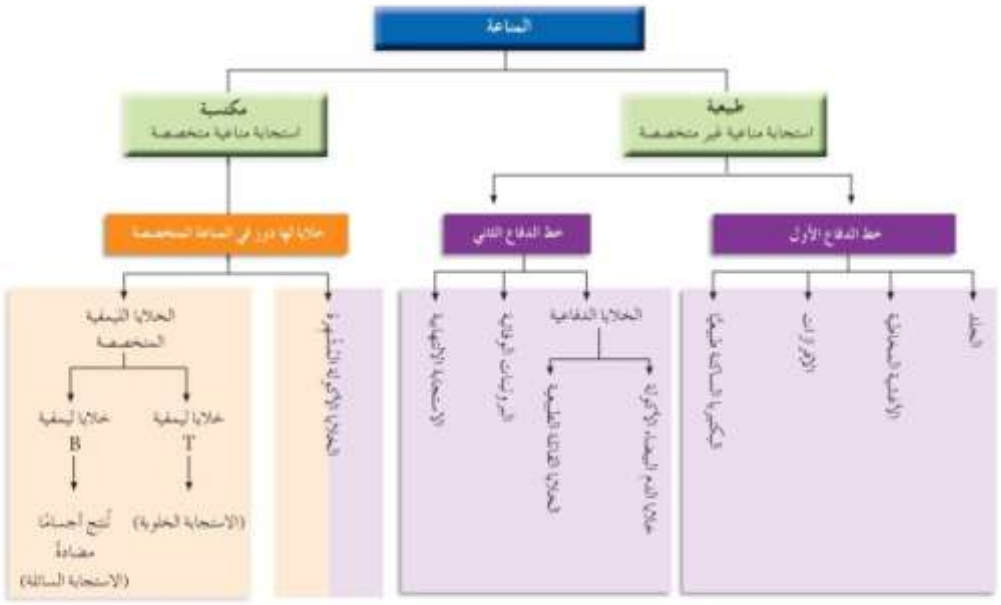
ب- القضاء على مسببات الأمراض .

ج- القضاء على الخلايا السرطانية و الخلايا المصابة بالفيروسات .

أنواع المناعة

مناعة طبيعية
استجابة مناعية غير متخصصة

مناعة مكتسبة
استجابة مناعية متخصصة



الشكل (٢-٣٥): أنواع المناعة.

*** المناعة الطبيعية (غير متخصصة) :**

هي مناعة فطرية تكون في الإنسان منذ ولادته ، تعمل على **منع دخول** مسببات المرض للجسم و **القضاء عليها** عند دخولها و **التخلص من الخلايا المصابة بها** و سميت بغير متخصصة ؛ لأنها **لا تستهدف نوع محدد من مسببات الأمراض** بل تتصدى للأجسام الغريبة جميعها و تشمل :

أ- خط الدفاع الأول :

1- حاجز الجلد : يُعد الجلد السليم حاجز فيزيائي يمنع دخول مسببات الأمراض ، و يسبب العرق المُفرز من الجلد انخفاض درجة الحموضة الجلد موفراً رقم هيدروجيني منخفض ؛ مما يقلل نمو البكتيريا على الجلد .

2- الأغشية المخاطية : يمنع المخاط المُفرز من الأغشية المخاطية للقناة التنفسية و الهضمية و الجهاز البولي و التناسلي بحيث يمنع المخاط مسببات الأمراض من دخول الجسم .

3- الإفرازات : تمثل **الدموع** و **اللعاب** حاجز يمنع وصول مسبب المرض إلى داخل الجسم و ذلك بسبب احتوائها على **انزيمات تحلل** الأجسام الغريبة فضلاً عن **حمض الهيدروكلوريك** الموجود في المعدة يقتل مسببات المرض الموجودة في الطعام .

4- البكتيريا الساكنة طبيعياً في الجسم : هي بكتيريا نافعة تعيش على سطح الجلد أو القناة الهضمية تقوم بالقضاء على البكتيريا الضارة بثلاث طرق :

أ- إنتاج مواد تقتل البكتيريا الضارة مباشرة .

ب- إفراز مواد تغير درجة حموضة الوسط ليصبح غير ملائم لعيش بكتيريا الضارة .

ج- استنفاذ لمواد الغذائية المتوافرة فتمنع حصول البكتيريا الضارة على غذائها مما يسبب موتها

- عند اختراق خط الدفاع الأول مثل الإصابة بجرح تتصدى مكونات خط الدفاع الثاني لها .

المناعة الفطرية : هي مناعة تتكون في جسم الانسان منذ الولادة ولا تكون متخصصة لمسبب مرض معين بل تتصدى لجميع مسببات الامراض (الاجسام الغريبة)

ب - خط الدفاع الثاني :

يتكون من **خلايا مناعية غير متخصصة** و **بروتينات وقائية** مثل (البروتينات المتممة والانترفيرونات) **والاستجابة الالتهابية** فتقوم الخلايا المناعية بعملية البلعمة و تعمل البروتينات المتممة في إتمام عمل خلايا المناعة إذ تسبب تحلل مسببات الأمراض فتسهل بلعمتها .

و يتكون هذا الخط من :

أ- الخلايا الدفاعية :

الخلايا الدفاعية

خلايا دم بيضاء أكولة

خلايا متعادلة (لا تعيش طويلاً)
توجد في الدم و الكبد و الطحال و الرئتين و اللوزتين وهي خلايا نهمة في ابتلاع مسببات الأمراض البكتيرية .

خلايا أكولة كبيرة
خلايا وحيدة النواة وهي وهي حرة تتجول من نسيج لآخر أو مستقرة في أعضاء مثل الطحال ، الكبد .

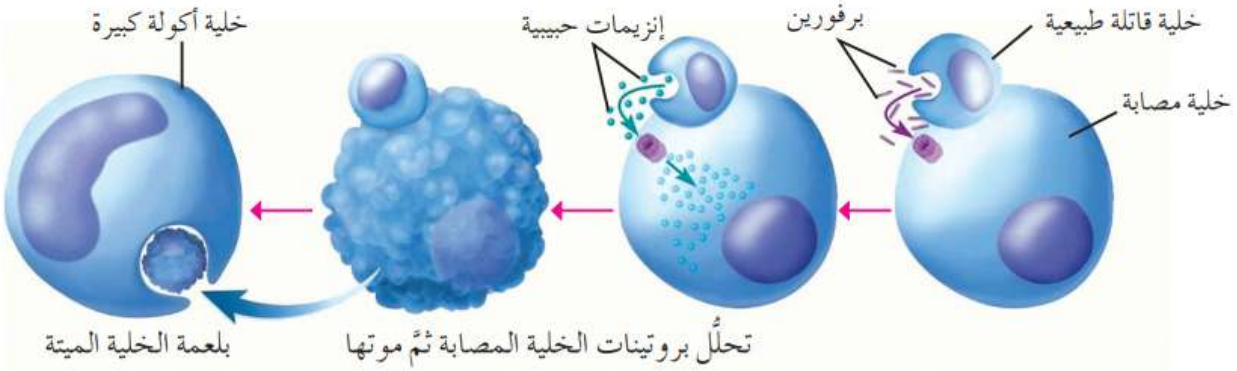
خلايا قاتلة طبيعية (غير متخصصة)
هي خلايا ليمفية توجد في الطحال ، العقد الليمفية ، و نخاع العظم ، الدم . تميز الخلايا المصابة بالفيروسات و الخلايا السرطانية و تقتلها .

- آلية عمل الخلايا القاتلة الطبيعية :

1- تفرز هذه الخلايا مادة برفورين محدثة ثقوب في غشاء الخلية المصابة .

2- ثم تفرز هذه الخلايا أنزيمات حبيبية تدخل من الثقوب لتحلل بروتينات الخلية المصابة مسببة موتها .

3- تعمل الخلايا الأكولة الكبيرة على ابتلاع الخلية الميتة بعملية البلعمة .



الشكل (٢-٣٦): آلية عمل الخلايا القاتلة الطبيعية.

ب- البروتينات الوقائية :

و تشمل :

1- البروتينات المتممة : إتمام عمل خلايا المناعية فتسبب تحلل مسبب المرض و تسهيل بلعمته .

2- الإنترفيرونات : هي بروتينات تفرزها الخلايا المصابة بالفيروسات فترتبط هذه البروتينات بالخلايا المجاورة و تحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروسات تمنع تضاعف اعداد الفيروسات المهاجمة لها .

ج- الاستجابة الالتهابية :

هي مجموعة من المواد الكيميائية التي تفرزها مسببات المرض و خلايا الجسم المصابة تعمل على جذب الخلايا الأكولة لمنطقة الإصابة و تزيد تدفق الدم نحوها و زيادة نفاذية الشعيرات الدموية في منطقة الإصابة و بالتالي زيادة عدد خلايا الدم البيضاء في منطقة الإصابة و لهذه الاستجابة أعراض منها :

1- الاحمرار : بسبب توسع الشعيرات الدموية .

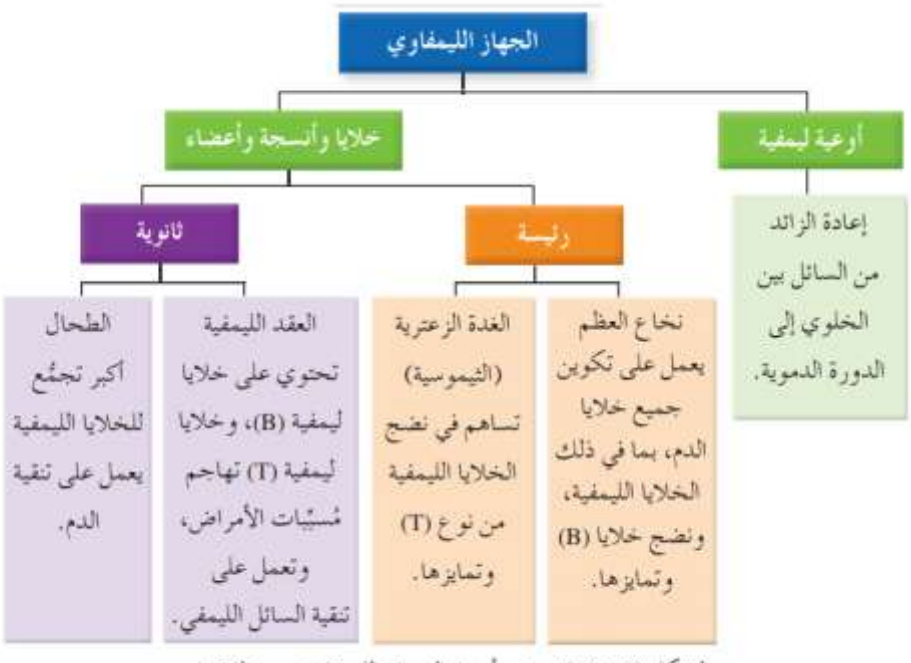
2- الانتفاخ : بسبب خروج البلازما من الدم .

3- الإحساس بالألم بسبب تهيج النهايات العصبية .

4- ارتفاع درجة حرارة النسيج المصاب .

**** المناعة المكتسبة المتخصصة :**

عندما يتجاوز مسبب المرض خط الدفاع الثاني تحدث الاستجابة المناعية المكتسبة و تعتمد هذه الاستجابة على الجهاز الليمفاوي .



الشكل (٢-٣٧): بعض أجزاء الجهاز الليمفاوي، ووظائفها.

وجه المقارنة	خلايا B	خلايا T
مكان التكوين مكان البناء	نخاع العظم	نخاع العظم
مكان التمايز و النضج	نخاع العظم	الغدة الزعترية (الثيموسية)
الأنواع	خلايا B ذاكرة خلايا B بلازمية	خلايا T مساعدة خلايا T قاتلة خلايا T ذاكرة

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

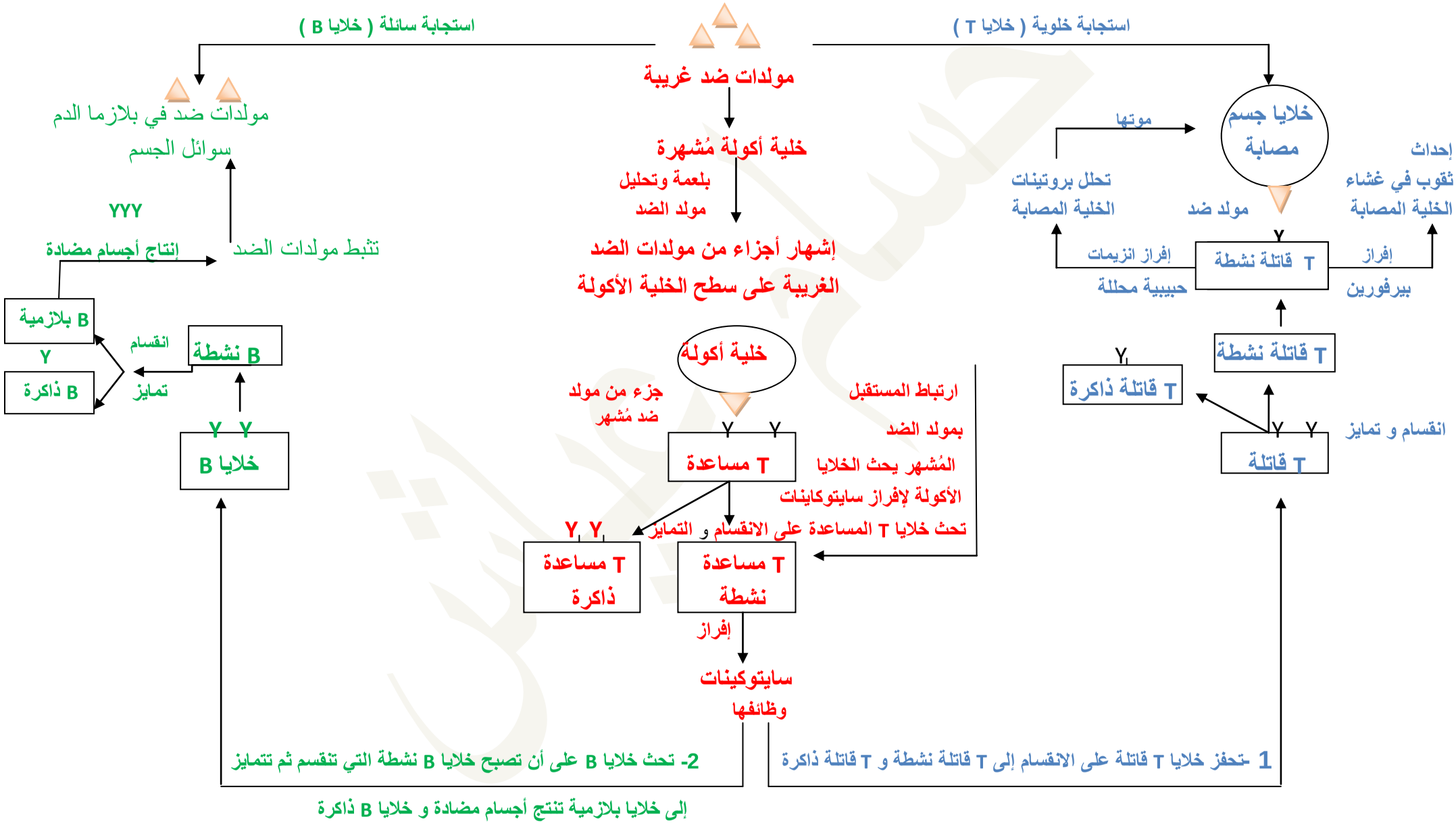
أ- مولدات ضد ذاتية (بروتينات سكرية ذاتية) :

مجموعة من البروتينات ترتبط بمواد سكرية توجد على السطح الخارجي لخلايا جسم الإنسان .

ب- مولدات ضد غريبة :

أي مادة غريبة تحفز الجهاز المناعي لإحداث استجابة مناعية خاصة عند دخولها للجسم .

آلية عمل جهاز المناعة المتخصص



قبل صفحة (15)

* خلايا لها دور في المناعة المتخصصة :

أ- خلايا أكولة مُشهرة : هي خلايا أكولة كبيرة تشهر مولد الضد الغريب على سطحها .

تتبع خطوات عمل هذه الخلايا :

1- بلعمة مولد ضد غريب .

2- اتحاد الجسم الحال مع الجسم المُبلعم .

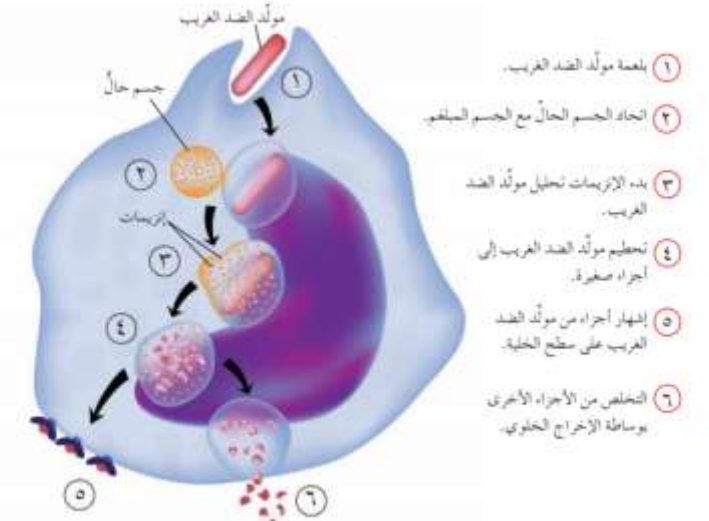
3- تحليل مولد الضد بواسطة انزيمات محللة .

4- تحطيم مولد الضد لأجزاء صغيرة .

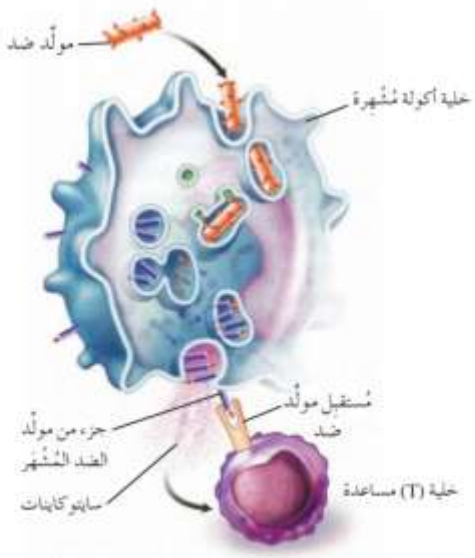
5- إشهار أجزاء من مولد الضد على سطح الخلية الأكولة .

6- التخلص من الأجزاء الأخرى بواسطة الإخراج الخلوي .

7- ارتباط جزء من مولد الضد المشهر على سطح الخلية الأكولة بالمستقبل الخاص الموجود على خلايا T المساعدة و هذا الارتباط منشط لعمل خلايا T المساعدة .



الشكل (٢-٣٨): آلية عمل الخلايا الأكولة المُشهرة.



الشكل (٢-٣٩): ارتباط خلية (T) المساعدة بمولّد الضد المُشهر.

ب- الخلايا T المساعدة : هي خلايا ليمفية تساعد على إتمام عمل الخلايا المناعية الأخرى . كما يلي :

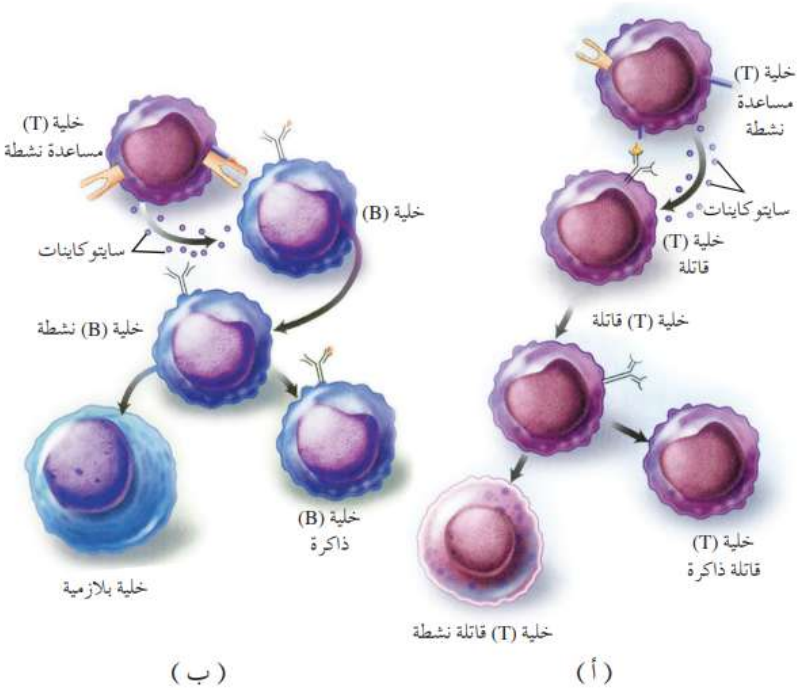
1- ارتباط مستقبل مولد الضد الخاص الموجود على خلايا T المساعدة بمولد الضد المشهر على سطح الخلايا الأكولة يحفز الخلايا الاكولة على إفراز سايتوكاينات .

2- تعمل السايتوكاينات على انقسام خلايا T مساعدة و تمايزها إلى خلايا T مساعدة نشطة + خلايا T مساعدة ذاكرة .

3- تفرز خلايا T مساعدة النشطة سايتوكاينات تعمل على :

أ- تنشيط خلايا T قاتلة على الانقسام لتكوين T قاتلة نشطة + T قاتلة ذاكرة .

ب- تنشيط خلايا B لتصبح نشطة و تتمايز لإنتاج خلايا **B ذاكرة** بالإضافة إلى **خلايا بلازمية** تنتج أجسام مضادة تعمل على تثبيط مولد الضد الغريب .



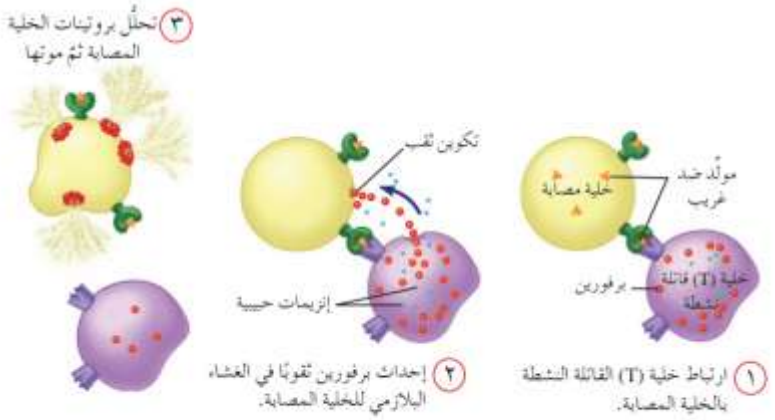
الشكل (٢-٤٠): آلية عمل خلايا (T) المساعدة.

ج- خلايا T قاتلة : هي خلايا ليمفية تهاجم الخلايا المصابة ، كما يلي : **(الاستجابة الخلوية)**

1- تتعرف خلايا T قاتلة النشطة مولد الضد المشهر على سطح الخلايا المصابة بالمرض و ترتبط به .

2- تفرز خلايا T قاتلة نتيجة هذا الارتباط مواد كيميائية تسمى بيرفورن يحدث ثقوب في الغشاء البلازمي للخلية المصابة .

3- تسمح هذه الثقوب بدخول انزيمات حبيبية محللة تفرزها خلايا T قاتلة تحلل بروتينات الخلية المصابة من ثم موتها .



الشكل (٢-٤١): آلية عمل خلايا (T) القاتلة.

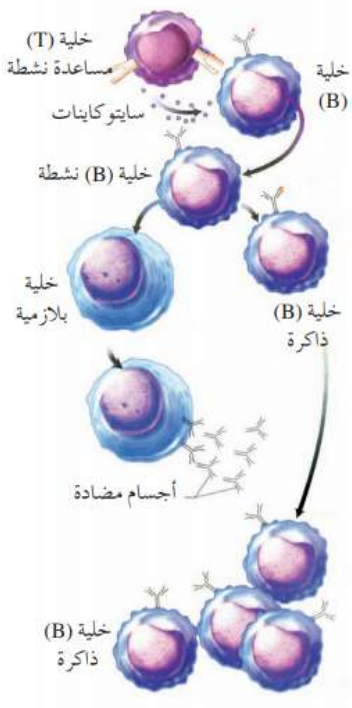
د- خلايا B : هي خلايا ليمفية تساهم بفاعلية بالاستجابة المناعية وتتكامل مع خلايا مناعية اخرى **(الاستجابة السائلة)**

1- تعمل السايتوكاينات المُفرزة من خلايا T المساعدة النشطة على تنشيط عمل خلايا B لتصبح نشطة .

2- تبدأ B النشطة بالانقسام لتكوين أعداد كبيرة من خلايا النوع نفسه .

3- ثم تتمايز خلايا B النشطة إلى خلايا بلازمية تنتج أجسام مضادة بالإضافة الى خلايا B ذاكرة .

الجسم المضاد :
بروتين تنتجه الخلايا البلازمية استجابة لوجود مولد ضد غريب بغرض تثبيط هذا المولد .



الشكل (٢-٤٢): آلية عمل خلايا (B).

- آلية عمل الأجسام المضادة : (محذوفة هذه الصفحة كاملة)

يعمل ارتباط الجسم المضاد بمولد الضد الخاص به على تثبيط مولدات الضد الذي تسبب في إنتاجه ، بالطرق الآتية :

1- تحلل الخلية المسببة للمرض عن طريق تنشيط البروتينات المتممة كما يلي :

- ارتباط الأجسام المضادة بالغشاء البلازمي للخلية المسببة للمرض (مولد الضد)
- يعمل هذا الارتباط على تنشيط البروتينات المتممة ثم إحداث ثقوب في الغشاء البلازمي للخلية المسببة للمرض .
- دخول السوائل لهذه الخلية المسببة للمرض و تحلل الخلية المسببة للمرض .

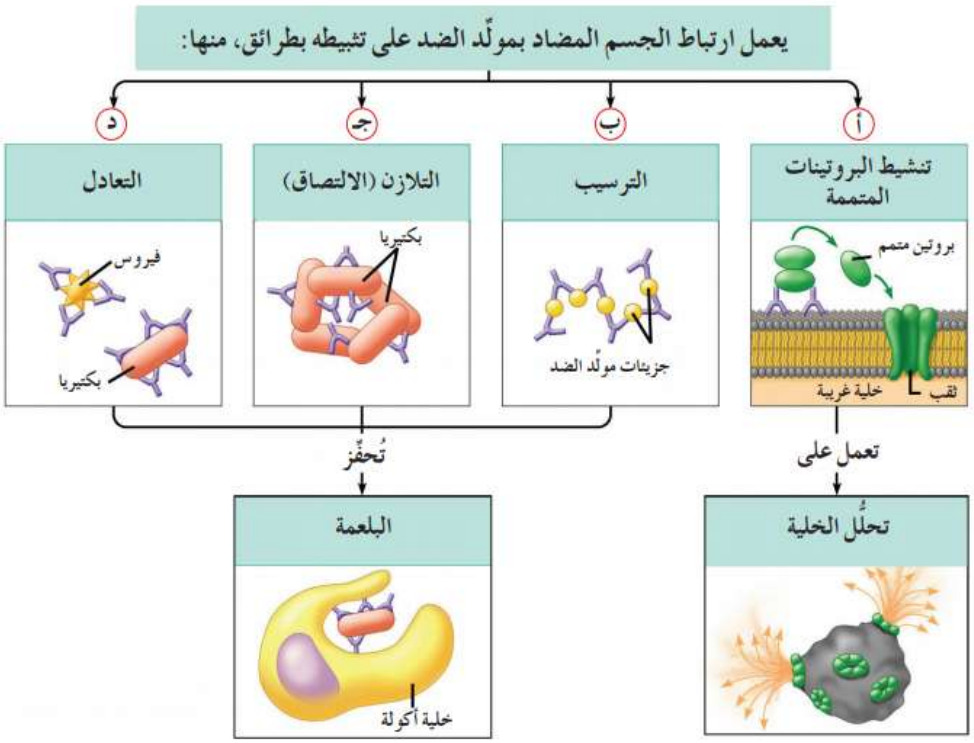
2- بلعمة مولدات الضد ، عن طريق :

أ- ارتباط الأجسام المضادة بمولدات الضد مسببة ترسيبها فتنشط الخلايا الأكولة و حدوث البلعمة .

ب- ارتباط الأجسام المضادة بمولدات الضد مسببة التصاق مولدات الضد مع بعضها البعض (تلازنها) فتنشط الخلايا الأكولة و حدوث عملية البلعمة .

ج- ارتباط الأجسام المضادة بمسبب المرض (مولد الضد) مانعاً إياه من الارتباط بخلايا الجسم و إلحاق الضرر بها و تنشيط الخلايا الأكولة و حدوث البلعمة .

آلية عمل الأجسام المضادة (طرق تثبيط مولدات الضد)



الشكل (٢-٤٣): آلية عمل الأجسام المضادة.

علل : تمتاز الاستجابة المناعية المكتسبة (المتخصصة) بأنها مُوجهَه .

لأنها **قادرة فقط** على تمييز مولد الضد الغريب الذي يسبب الاستجابة و تكوين خلايا ذاكرة قادرة على تمييز مولد الضد إذا **دخل نفسه** مرة أخرى للجسم و التعامل معه بسرعة أكبر من تعامله في المرة الأولى .

علل : الاستجابة المناعية الثانية (الثانوية) أسرع من الاستجابة المناعية الأولى (الأولية).

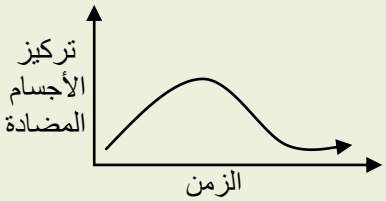
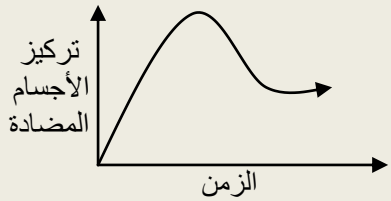
بسبب وجود **خلايا ذاكرة تحمل** مستقبل مولد الضد الخاص **بمولد الضد نفسه** عند دخوله مرة أخرى للجسم لتتعامل معه **بسرعة أكبر و إنتاج أجسام مضادة بتركيز أعلى** من المرة الأولى و تثبيط مولدات الضد نفسها بوقت زمني أقل .

- قارن بين استجابة سائلة و الاستجابة الخلوية من حيث :

وجه المقارنة	استجابة سائلة	استجابة خلوية
الخلايا المسؤولة عنها	خلايا B الليمفية بمساعدة خلايا T	خلايا T الليمفية و تحديداً T القاتلة
آلية العمل	إنتاج الخلايا البلازمية أجسام مضادة تثبط مولدات الضد	إفراز خلايا T قاتلة برفورين يحدث ثقوب في غشاء الخلية المصابة وافراز انزيمات خاصة محللة تحلل بروتينات الخلية و تؤدي لموت الخلايا المصابة بالمرض .

ملاحظة : الخلايا القاتلة الطبيعية غير متخصصة بينما خلايا T القاتلة خلايا متخصصة لمسبب مرض معين .

- قارن بين الاستجابة المناعية الأولية و الاستجابة المناعية الثانوية من حيث :

وجه المقارنة	استجابة مناعية أولية (أولى)	استجابة مناعية ثانوية (ثانية)
نوع مولد الضد	دخول مولد ضد غريب للمرة الأولى للجسم	دخول مولد ضد غريب للمرة الثانية للجسم
مخطط بياني		
تركيز الأجسام المضادة	أقل من الاستجابة الثانوية	أعلى من الاستجابة الأولية
بدء إنتاج أجسام مضادة	تستغرق وقت أطول(ابطأ)	تستغرق وقت أسرع (أقل) لوجود خلايا B ذاكرة و T ذاكرة تحمل نفس مستقبل مولد الضد تميز مولد الضد بسرعةاكبر

- بعض الاختلالات الجهاز المناعي :

أ- متلازمة نقص المناعة المكتسبة (AIDS) :

من الأمراض التي تسبب فشل الجهاز المناعي ، إذ يصيب فيروس نقص المناعة المكتسبة البشري (HIV) الذي يسبب مرض الايدز الخلايا الليمفية T المساعدة فيتكاثر داخلها منتجة فيروسات (HIV) جديدة وكثيرة تصيب خلايا T مساعدة أخرى ومع مرور الزمن يصبح عدد خلايا **T المساعدة قليلة جداً** مما يؤدي إلى **انخفاض قدرة** الشخص المصاب على مقاومة الأمراض و بالتالي سيتوقف عمل خلايا T قاتلة و يتوقف عمل خلايا Bالنشطة ؛ لأن خلايا Tمساعدة هي من تنشط هذه الخلايا على العمل عن طريق السايتوكاينات وبالتالي لن تعمل خلايا T المساعدة .

ب- تفاعل الحساسية :

يعد تفاعل الحساسية اختلالاً مناعياً لأن جهاز المناعة يهاجم مواد غير ضارة تدخل الجسم و تُعرف هذه المواد باسم المواد المسببة للحساسية مثل **(حبوب اللقاح ، أبواغ الفطريات ، بعض الأغذية)**

**** آلية حدوث تفاعل الحساسية : مثل (الحساسية الأنفية)**

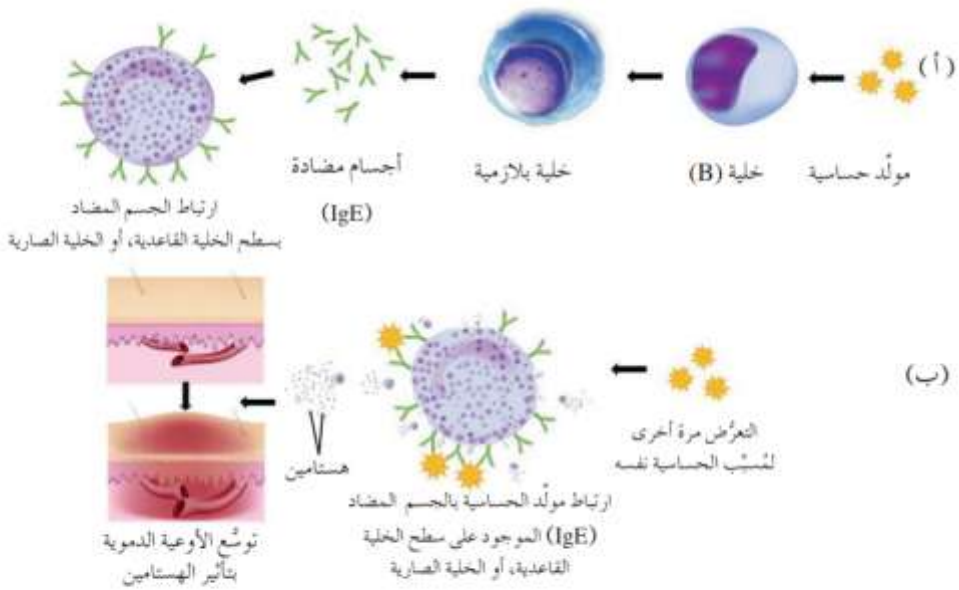
1- التعرض لمولد الحساسية الذي يرتبط بالخلايا الليمفية B محفزاً أياها للانقسام لتكوين خلايا بلازمية تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة من نوع (IgE) .

2- يرتبط الجسم المضاد IgE بالمستقبلات خاصة على سطح الخلايا الصارية و القاعدية الموجودة بالأنسجة .

3- عند التعرض مرة أخرى لمولد الحساسية نفسه يرتبط مولد الحساسية بالجسم المضاد (IgE) الموجود على سطح الخلايا الصارية و الخلايا القاعدية .

4- هذا الارتباط يحفز الحبيبات الموجودة داخل الخلايا الصارية و القاعدية على إفراز مادة الهستامين .

5- تعمل مادة **الهستامين** على **أ- توسع الأوعية الدموية ب- لتصبح أكثر نفاذية للسوائل ج- ظهور بعض الأعراض مثل (الاحمرار ، الانتفاخ ، زيادة إفراز المخاط)** .



الشكل (٢-٤٥): تفاعل الحساسية: (أ) عند التعرُّض لمُسبِّب الحساسية أول مرة.
(ب) عند التعرُّض لمُسبِّب الحساسية نفسه مرة أخرى.

**** آلية معالجة حالات الحساسية :**

استخدام **أدوية مضادات الهستامين** و التي تعمل على :

1- إبطاء وصول الهستامين للخلايا الهدف مثل (الخلايا المفرزة للمخاط أو خلايا الأوعية الدموية)

2- منعه من الوصول إلى هذه الخلايا .

الرفض المناعي :

يستطيع جهاز المناعة تميز مولدات الضد الذاتية عن مولدات الضد الغير ذاتية (الغريبة) و بذا يتخلص من الأجسام الغريبة التي تدخل للجسم و في بعض الحالات يحتاج الإنسان لزراعة عضو أو دم من أشخاص متبرعين .

علل : يجب إجراء فحوص لكل من المستقبل و المتبرع قبل زراعة العضو أو (نقل الدم) .

و ذلك للتأكد من أنهما **متوافقان مناعياً** و ذلك **لتجنب حدوث الرفض المناعي** في جسم المستقبل للعضو أو الدم المنقول إذ أن حدوث الرفض المناعي يعرض المستقبل لخطر شديد قد يؤدي إلى الوفاة ، مثل عملية نقل الدم الخاطئة .

**** نظام (ABO) :**

فصيلة الدم	مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء	الأجسام المضادة في بلازما الدم	يستقبل من	يتبرع لِـ
A	A	anti – B	A , O	AB , A
B	B	anti –A	O , B	AB , B
AB	A , B	———	O , AB , B , A	AB
O	———	anti A , B	O	B , A , AB , O

- يهتم الأطباء عند نقل الدم بِـ :

1- مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء عند المتبرع .

2- جسم مضاد في بلازما دم المستقبل .

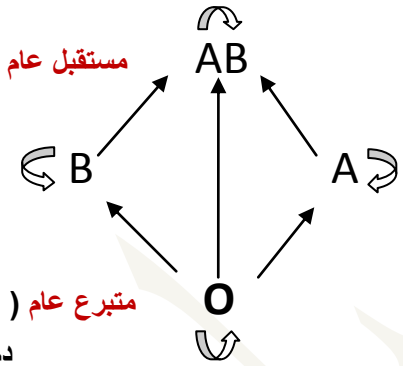
اذا تشابها **(نقل دم خاطيء)** فيحدث الرفض المناعي **(تحلل خلايا الدم الحمراء ، ارتفاع درجة الحرارة ، ارتعاش ، فشل كلوي ، وفاة)**

واذا لم يتشابها **(نقل دم صحيح)** فلا يحدث الرفض المناعي .

- الرفض المناعي عند نقل الدم :

عندما يتنقل الدم من متبرع غير متوافق مناعياً مع فصلية دم المستقبل فإن **الأجسام المضادة** الموجودة في بلازما دم المستقبل ترتبط **بمولدات الضد** الموجودة على سطح خلايا الدم الحمراء **المنقولة إليه** ، مسببة **تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة** ، ثم **ارتفاع درجة حرارة الجسم** المستقبل و حدوث **ارتعاش** في جسمه و **فشل كلوي** و قد تودي بحياة المستقبل إذا كانت كمية الدم المنقولة كبيرة .

لاحظ المخطط المجاور :



مستقبل عام (لأنه لا يحتوي أجسام مضادة فلا يحدث رفض مناعي في دم المستقبل)

متبرع عام (لأنه لا يحمل مولدات ضد فلن يحدث رفض مناعي في دم المستقبل)

- التوافق المناعي حسب نظام العامل الرايزيسي (Rh) :

**** يقسم الناس إلى قسمين في هذا النظام إلى :**

1- موجبي العامل الرايزيسي (Rh^+) : وجود مولد ضد (D) على سطح خلايا الدم الحمراء لديهم .

2- سالبي العامل الرايزيسي (Rh^-) : عدم وجود مولد ضد (D) على سطح خلايا الدم الحمراء لديهم .

ملاحظة : يعبر عن عدم وجود مولد ضد (D) على سطح خلايا الدم الحمراء بالرمز (d) .

- قواعد نقل العامل الرايزيسي :

1- الموجب يعطي موجب فقط و يأخذ من الموجب و السالب .

2- السالب يعطي سالب و موجب و يأخذ من السالب فقط .

علل : عدم قدرة شخص فصيلة دمه موجبة التبرع لشخص فصيلة دمه سالبة .

بسبب دخول خلايا الدم الحمراء لدى المتبرع و التي تحمل على سطحها **مولد ضد (D)** إلى جسم مستقبل سالب عامل الرايزيسي فيكون **المستقبل أجسام مضادة (Anti – D)** ترتبط مع مولد ضد (D) على سطح خلايا الدم الحمراء المنقولة **مؤدية لحدوث الرفض المناعي** المذكور سابقاً **وتحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة وارتفاع درجة الحرارة وارتعاش وفشل كلوي و قد تحدث وفاة للمستقبل .**

- حدد فصيلة دم المتبرع المناسب و المستقبل المناسب لكل فصيلة من الآتية :

1- A^+ يتبرع لـِ ← A^+, AB^+ / و يستقبل من ← A^+, A^-, O^+, O^- .

2- A^- يتبرع لـِ ← A^- / و يستقبل من ← AB^-, AB^+, A^+, A^- .

3- B^+ يتبرع لـِ ← B^+ / و يستقبل من ← AB^+, B^+ .

4- B^- يتبرع لـِ ← B^+, B^-, AB^+, AB^- / و يستقبل من ← B^-, O^- .

5- AB^- يتبرع لـِ ← AB^+, AB^- / و يستقبل من ← A^-, B^-, O^-, AB^- .

6- AB^+ يتبرع لـِ ← AB^+ فقط / و يستقبل من جميع الفصائل الموجبة و السالبة .

7- O^+ يتبرع لـِ ← O^+, A^+, B^+, AB^+ / و يستقبل من ← O^+, O^- .

8- O^- يتبرع لجميع فصائل الموجبة و السالبة / و يستقبل من ← O^- فقط .

فصيلة الدم	عدد أنواع مولدات الضد على سطح خلايا الدم الحمراء	عدد انواع الاجسام المضادة التي يكونها في بلازما الدم
A+	2	1
A-	1	2
B+	2	1
B-	1	2
AB+	3	صفر
AB-	2	1
O+	1	2
O-	صفر	3

" نهاية الفصل الثاني "

تبادل الغازات وتنقية الدم

الأستاذ

حسام عياش

الفصل الثالث

التكاثر عند الإنسان

التكاثر عند الإنسان

- يحافظ الإنسان على نوعه عن طريق التكاثر الجنسي .

- التكاثر الجنسي : اتحاد الجاميت الذكري (1ن) مع الجاميت الأنثوي (1ن) لتكوين بويضة مخصبة (2ن) تنقسم عدة انقسامات متساوية و تنمو هذه الخلايا و تتمايز لتصبح فرداً جديداً .

- تكوين الجاميتات :

أولاً : تكوين الحيوانات المنوية :

تبدأ هذه العملية في الأنيبيبات المنوية في الخصية عند البلوغ ولا تتوقف عند الشخص الطبيعي ولكنها قد تتباطأ مع تقدم العمر ، و تمر هذه العملية بمرحلتين :

أ- مرحلة تضاعف الخلايا التناسلية و نموها :

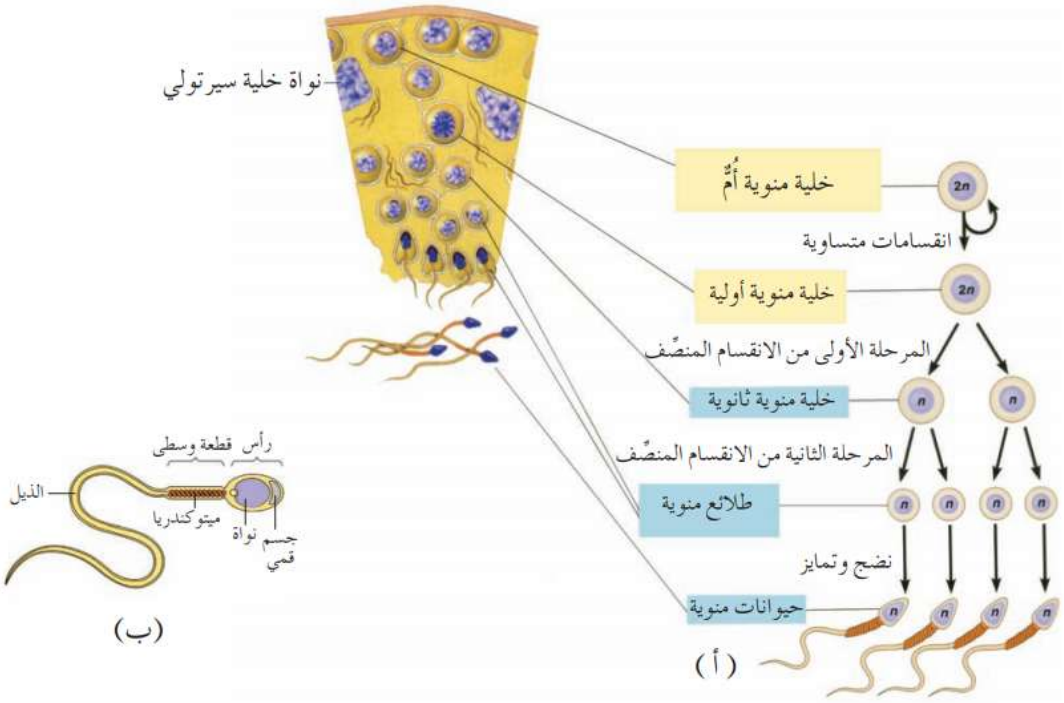
1- تنقسم الخلية المنوية الأم الموجودة في **الأنيبيبات المنوية / الخصية** انقسامات متساوية متتالية ؛ لتكوين مخزون كبير منها و يبقى عدد كبير من هذه الخلايا بوصفها مصدراً لخلايا جنسية جديدة بحيث تستمر في الانقسام المتساوي .
2- تنتقل أعداد من الخلايا الناتجة من الانقسام إلى تجويف الأنيبيبات المنوية لتدخل مرحلة نمو و تمايز يزداد حجمها لتصبح خلايا منوية أولية (2ن) .

ب- مرحلة النضج و التمايز :

1- تدخل الخلية المنوية الأولية المرحلة الأولى منصف لينتج خليتان منويتان ثانويتان (1ن) .
2- تدخل الخلية المنوية الثانوية المرحلة الثانية منصف لينتج من الخليتان 4 طلائع منوية .
3- لتصبح الطلائع المنوية قادرة على الاخصاب تمر بعملية **نضج و تمايز** اذ يحفز الهرمون المنشط للجسم الأصفر الذكري (Male L.H) المفرز من النخامية الأمامية الخلايا لايدج الموجودة بين الأنيبيبات المنوية لإفراز هرمون تيستوستيرون .
4- يعمل تيستوستيرون على تحويل الطلائع الى الشكل النهائي لحيوانات المنوية بعد مرورها بالنضج و التمايز .
5- أيضاً تعمل خلايا سيرتولي (خلايا مستطيلة) تزود الطلائع بالغذاء اللازم أثناء التمايز كما تُساهم إفرازاتها في دفع الحيوانات المنوية نحو البربخ .
6- تستغرق مدة تكوين الحيوان المنوي **(64 – 73) يوم .**

سؤال : ما هي الإفرازات التي تساعد على بقاء الحيوانات المنوية نشطة و حية ؟

1- إفراز الحوصلتين المنويتين : يحتوي إفرازها على **الفركتوز** والذي يزود الحيوانات المنوية بالطاقة اللازمة لحركتها .
2- إفرازات غدة البروستات : تسهيل **حركة** الحيوانات المنوية .
3- إفرازات غدتا كوبر : معادلة **الحموضة** الناتجة عن بقايا البول في الإحليل ، لذا تسهم في بقاء الحيوانات المنوية حية لأنها تعيش في وسط قاعدي .



الشكل (٢-٤٨): أ – مراحل تكوين الحيوانات المنوية. ب – تركيب الحيوان المنوي.

علل : تكوين الحيوانات المنوية متتابعة و مستمرة منذ البلوغ .

بسبب انقسام الخلايا المنوية الأم عدة انقسامات متساوية و بقاء عديد من الخلايا الناتجة في مخزون هذه الخلايا الجذعية بوصفها مصدراً لخلايا جنسية جديدة ، واستمرارها بالانقسام المتساوي.

وظائف خلايا سيرتولي:-

1- تزويد الطلائع المنوية بالغذاء اللازم اثناء تمايزها الى حيوانات منوية .

2- تسهم افرازاتها في دفع الحيوانات المنوية نحو البربخ .

ملاحظات :

- عدد الحيوانات المنوية الناتجة من خلية منوية اولية 4 اما الناتجة من خلية منوية ثانوية 2

- خلية أم أو خلية أولية أو خلية جسمية أو بويضة مخصبة جميعها تحتوي 2ن أما غير ذلك فتحتوي 1ن .

- إذا كان السؤال عن عدد الكروموسومات عند الإنسان فتكون الإجابة 46 بدل 2ن أو 23 بدل 1ن .

- إذا كان السؤال عن عدد المجموعة الكروموسومية فتكون الإجابة 2ن أو 1 ن .

- إذا حدد في السؤال عدد الكروموسومات فيجب الإجابة بالعدد المحدد .

مثال : إذا كان عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية في نوع من الحيوانات 32 كروموسوم ،
فإن عدد الكروموسومات في كل خلية من الآتية :

1- خلية منوية أم 32 كروموسوم
2- خلية منوية ثانوية 16 كروموسوم
3- بويضة مخصبة 32 كروموسوم
4- طليعة منوية 16 كروموسوم

- تكوين البويضات :

يحدث تكوين البويضات في المبيض و تنشأ من خلايا تناسلية أولية (خلايا جذعية غير متمايزة) و تبدأ عملية تكوينها منذ المراحل الجنينية الأولى للأنثى .

تمر العملية بمرحلتين هما :

أ- مرحلة تضاعف الخلايا التناسلية و نموها :

1- تنقسم الخلايا التناسلية الأولية عدة انقسامات متساوية لينتج خلايا بيضية أم (2ن) و يزداد عددها بالانقسام المتساوي .

2- تنمو بعض الخلايا الأم و يزداد حجمها و تتحول إلى خلايا بيضية أولية أثناء المراحل الجنينية .

3- تدخل الخلية البيضية الأولية المرحلة الأولى من الانقسام المنصف و تتوقف عند الطور التمهيدي الأول و تبقى الخلية البيضية الأولية في مرحلة كمون داخل المبيض طيلة فترة الطفولة .

ب- مرحلة النضج :

1- يكمل عدد قليل من الخلايا البيضية الأولية المرحلة الأولى من المنصف عند البلوغ بتحفيز من الهرمونات الأنثوية فينتج خليتان إحداهما كبيرة تسمى خلية بيضية ثانوية (1ن) و الأخرى صغيرة تسمى جسم قطبي أول (1ن) و الذي ينقسم لجسمين قطبيين .

2- تتوقف الخلية البيضية الثانوية في الطور الاستوائي الثاني من المرحلة الثانية من الانقسام المنصف .

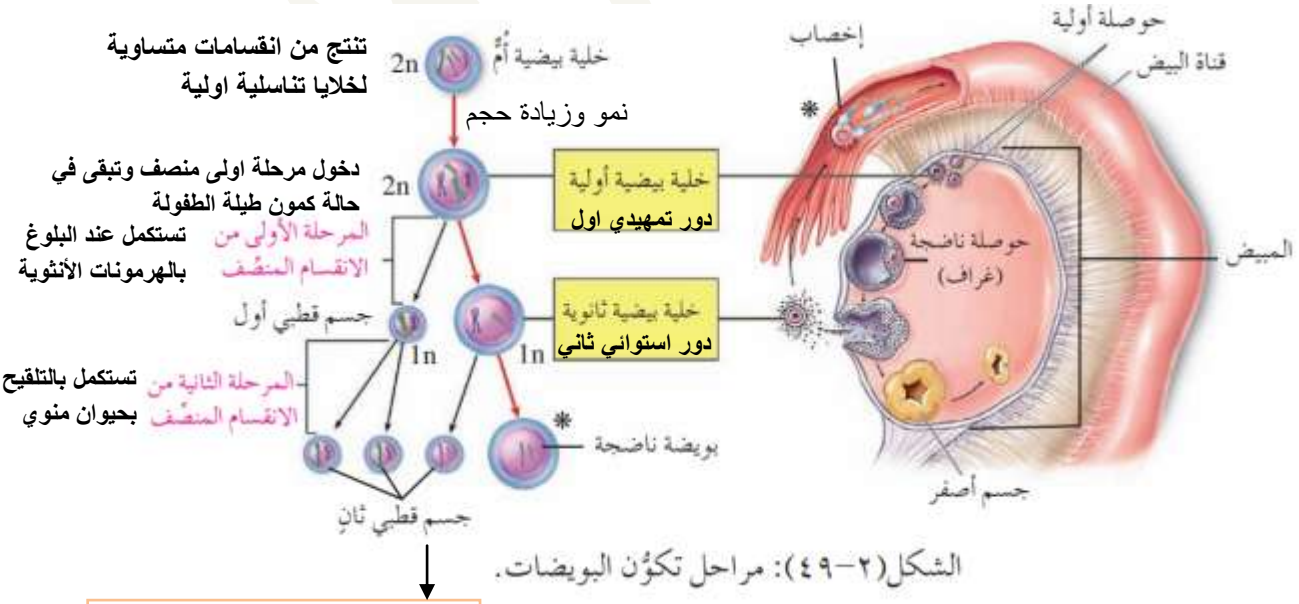
3- بعد حدوث الإباضة ووصول الخلية البيضية الثانوية إلى قناة البيض ، يحدث لها ما يلي :

أ- إذا لم يتم تلقيحها بحيوان منوي فإنها **تتحلل** .

ب- إذا جرى تلقيحها بحيوان منوي وخلال عملية الاخصاب هذا يحفزها على **إكمال المرحلة الثانية** من الانقسام المنصف لإنتاج خليتان واحدة كبيرة بويضة ناضجة (1ن) و الأخرى صغيرة جسم قطبي ثاني (1ن)

- ملاحظة : مصير الأجسام القطبي الثلاثة :

تضمحل و تتحلل و ذلك بسبب قلة كمية السيتوبلازم وما يحويه من مواد غذائية في هذه الخلايا .



الشكل(٢-٤٩): مراحل تكوُّن البويضات.

- مقارنة بين تكوين حيوانات منوية و بويضات :

وجه المقارنة	تكوين الحيوانات المنوية	تكوين البويضات
عدد الجاميتات الناتجة من كل خلية أولية	4	1
الموقع	الأنيبيبات المنوية في الخصية	حويصلات المبيض
بدء تكوين و مدته	بعد البلوغ (64 – 73) يوم قصيرة	المراحل الجنينية طويلة سنوات في فترة كمون
الإنتاج	بعد البلوغ	بعد البلوغ
الوصول إلى النضج	هرمون التيستوستيرون بتحفيز من هرمون L.H الذكري و خلايا سيرتولي تقدم لها الغذاء اللازم للنضج	الهرمونات الأنثوية لاستكمال المرحلة الأولى ثم التلقيح بحيوان منوي لاستكمال المرحلة الثانية منصف
الحركة و الحجم	تتحرك ذات حجم صغير	ثابتة ذات حجم كبير
من أين تنشأ	خلايا منوية أم	خلايا تناسلية أولية

- التغيرات الدورية في نشاط الجهاز التناسلي الأنثوي :

تحدث تغيرات شهرية منتظمة في الرحم و البيض يتم خلالها تكوين بويضات و تجهيز الرحم للحمل و تكون هذه التغيرات دورية طيلة **فترة الخصوبة** الممتدة من سن البلوغ حتى سن الخمسين تقريباً و تكون غالباً منتظمة كل (28 – 30) يوم ، و تقسم إلى دورتين :

أ- دورة مبيض

ب- دورة الرحم

- دورة المبيض :

تشمل 3 أطوار و هي :

1- طور الحوصلة :

أ- يعمل الهرمون المنشط للحوصلة الأنثوي **(FSH)** المُفرز من النخامية الأمامية على تحفيز المبيض فتنمو بعض الحوصلات الأولية و ينمو كل شهر (20) حوصلة أولية . و لكن حوصلة واحدة فقط تنضج (أسرعها نمواً) كل شهر واحدة من أحد المبيضين .

ب- تفرز الحوصلة أثناء نضجها هرمون استروجين والذي يرتفع مستواه ببطء ويعمل مستواه المنخفض في هذه المرحلة على **تثبيط إفراز هرمون (FSH)** و ذلك لمنع الإفراط في تحفيز المبيضان و نضج أكثر من حوصلة بحيث أن المبيضان يتناوبان على إنتاج خلية بيضية ثانوية شهرياً .

2- طور الإباضة :

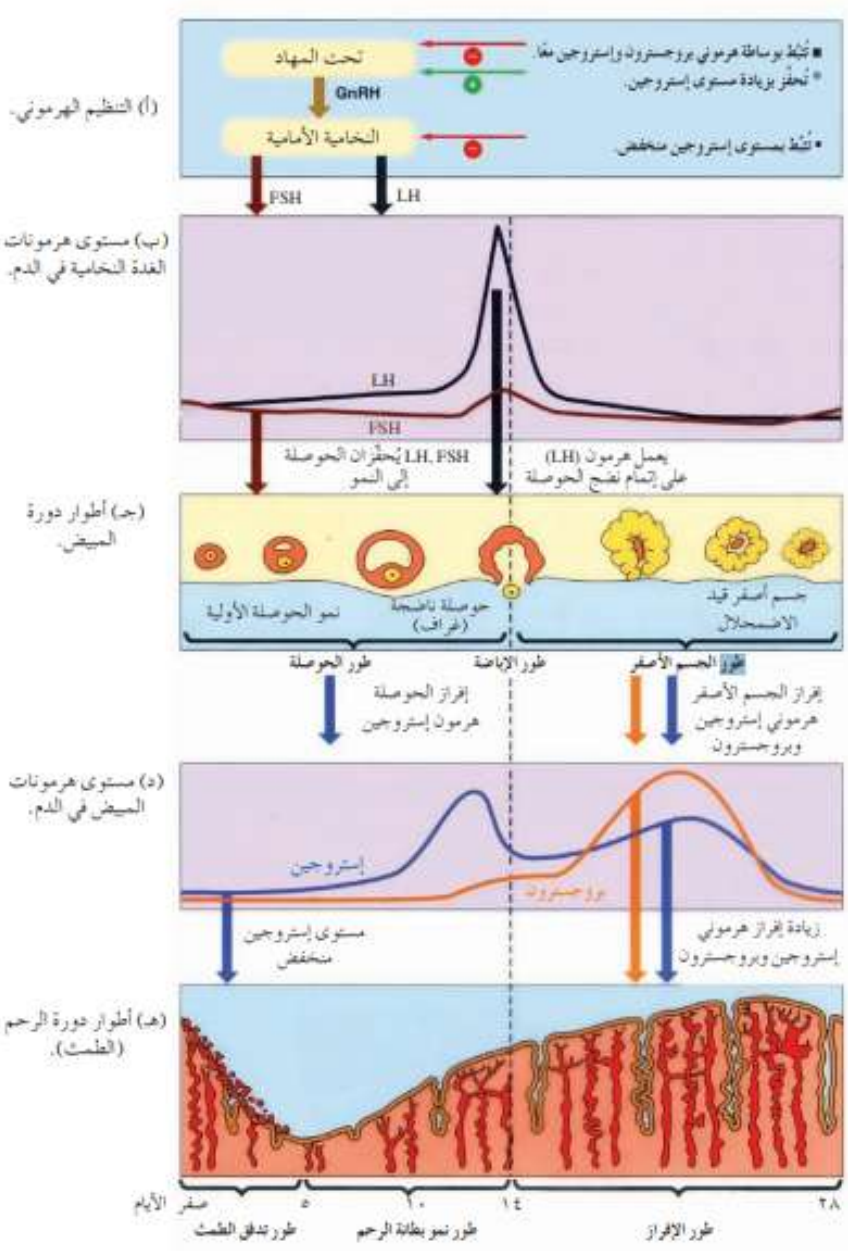
أ- يستمر مستوى هرمون استروجين في الدم بالارتفاع فيحفز غدة تحت المهاد على إفراز هرمونات محفزة لإفراز هرمونات الغدد التناسلية (GnRH) فيزيد إفراز هرمون منشط للجسم الأصفر الأنثوي (L.H) من النخامية الأمامية و الذي يعمل على **إتمام نضج الحوصلة** و تسمى عندئذٍ حوصلة غراف .

ب- أعلى مستوى هرموني (FSH) و (LH) يكون قبيل الإباضة و التي تحدث يوم الرابع عشرتقريباً من الدورة و تنطلق خلية بيضية ثانوية باتجاه قناة البيض .

3- طور الجسم الأصفر :

أ- بعد الإباضة مباشرة و خروج الخلية البيضية الثانوية تتحول الأجزاء المتبقية من الحوصلة إلى جسم الأصفر و الذي يفرز كميات كبيرة من هرمون بروجسترون و كميات قليلة من الأستروجين و هذان الهرمونان يثبطان إفراز هرمون منشط للحوصلة (FSH) لذلك لا تنضج حوصلة جديدة ما دام الجسم الأصفر نشطاً .

ب- إذا لم يحدث إخصاب يقل إفراز الهرمون المنشط للجسم الأصفر فيبدأ الجسم الأصفر بالضمور .



الشكل (٢-٥٠): التغيرات الدورية في نشاط الجهاز التناسلي الأنثوي.

- دورة الرحم :

سلسلة من التغيرات الدورية في بطانة الرحم استجابة للتغيرات الدورية لهرموني أستروجين وبروجسترون المفرزان من المبيض .

1- طور تدفق الطمث :

تستمر مدة تتراوح بين **(5 -7) أيام من بداية الدورة** .

أ- يؤدي **اضمحلال** الجسم الأصفر عند عدم حدوث حمل إلى **انخفاض** مستوى هرموني استروجين و بروجسترون في الدم .

ب- يحدث **اضطراب** في بطانة الرحم الداخلية يؤدي إلى **موتها** تدريجياً و **انقباض** الأوعية الدموية الحلزونية .

ج- **تقل كمية الدم** الواصلة لبطانة الرحم و **يحتقن فيها الدم** ثم **تنفصل** مناطق من الطبقة الوظيفية (الداخلية) على صورة قطع و **يتبع ذلك نزف** .

د- **ثم تقذف** الغدد محتوياتها من مخاط و انزيمات **دافعة** بطانة الرحم للخارج **فيحدث الطمث** .

2- طور نمو بطانة الرحم :

أ- يستمر مدة تتراوح **(7 – 9) أيام بعد انقطاع الدم** في طور الطمث من دورة الرحم المنتظمة .

ب- تحدث زيادة في إفراز هرمون استروجين فيزيد سمك الطبقة الداخلية للرحم وما تحويه من أوعية دموية و غدد تمهيداً لاستقبال الجنين و انزراعه في حال حدوث حمل .

3- طور الإفراز :

أ- يستمر هذا الطور من **بعد الإباضة مباشرة حتى نهاية دورة الرحم** .

ب- إذ يعمل الجسم الأصفر على زيادة إفراز استروجين و بروجسترون و يعملان على زيادة سمك بطانة الرحم و يحفزان غدد الرحم إلى إفراز **مواد مخاطية غنية بالجلايكوجين** للمحافظة على بطانة الرحم و توفير بيئة مناسبة لنمو الجنين .

*** قارن بين كل من الهرمونات الآتية :**

وجه المقارنة	هرمون منشط للحوصلة FSH	هرمون منشط للجسم الأصفر L.H	هرمون استروجين	هرمون بروجسترون
مكان الإفراز الجزء المفرز	نخامية أمامية	نخامية أمامية	الحوصلة الأولية أثناء نضجها (الناضجة)	الجسم الأصفر
سبب الإفراز	انخفاض مستوى هرموني استروجين وبروجسترون	زيادة نسبه هرمون استروجين في الدم	نضج الحوصلة و الجسم الأصفر	نشاط الجسم الأصفر
الوظيفة	تحفيز المبيض على بدء نمو حوصلات أولية جديدة	إتمام نضج الحوصلة وتكون حوصلة غراف و حدوث إباضة .	1. يعمل مستواه المنخفض على تثبيط إفراز هرمون FSH 2. مستواه المرتفع يعمل لإفراز كميات من الهرمون المحفز إلى إفراز هرمونات الغدد التناسلية (GnRh) و زيادة افراز هرمون منشط للجسم الأصفر L.H الأنثوي 3. يعمل هرمون استروجين على زيادة سمك بطانة الرحم بما تحويه من أوعية دموية و غدد تمهيداً لاستقبال الجنين .	يعمل هرمون بروجسترون مع الأستروجين على : 1. زيادة سمك بطانة الرحم . 2. تحفيز غدد الرحم على إفراز مواد مخاطية غنية بالجلايكوجين للمحافظة على بطانة الرحم وتوفير بيئة ملائمة لنمو الجنين 3. يثبطان هذان الهرمونان إفراز هرمون منشط للحوصلة FSH .

علل : عدم نضج حوصلة جديدة ما دام الجسم الأصفر نشطاً .
لأن الجسم الأصفر يفرز هرموني بروجسترون و كميات قليلة من هرمون استروجين مما يثبطان إفراز هرمون منشط للحوصلة FSH فلن تنضج حوصلة جديدة .

علل : عدم احتواء المبيض على بويضات ناضجة.
لأن البويضة الناضجة تنتج من استكمال المرحلة الثانية منصف للخلية البيضية الثانوية و التي تتم عند التلقيح بحيوان منوي و هذا التلقيح يتم خارج المبيض في أعلى قناة البيض .

- ما التغيرات التي تطرأ على المبيض و الرحم في كل حالة من الآتية :

* المبيض :

أ- حالة عدم حدوث إخصاب :

يضمحل الجسم الأصفر تقل نسبة هرموني استروجين و بروجسترون فيبدأ المبيض في أعداد حويصلات أولية جديدة لبدء النمو بفعل الهرمون المنشط للحوصلة الأنثوي (F.SH) من النخامية الأمامية .

ب- في حالة حدوث إخصاب :

يبقى الجسم الأصفر نشطاً و يفرز هرموني استروجين و بروجسترون مما يثبط إفراز هرمون منشط للحوصلةFSH و لا تنضج حوصلة جديدة .

* الرحم :

أ- في حال عدم حدوث إخصاب :

يضمحل الجسم الأصفر فينخفض مستوى هرموني استروجين و بروجسترون و يحدث اضطراب في بطانة الرحم و موتها ثم انقباض الأوعية الدموية الحلزونية و تقل كمية الدم الواصلة إلى بطانة الرحم و احتقان الدم فيها و انفصال مناطق من الطبقة الداخلية على صورة قطع و حدوث نزف ، و تُقذف الغدد محتوياتها من مخاط و انزيمات دافعة البطانة للخارج **(و حدوث الطمث) .**

ب- في حال حدوث إخصاب :

يبقى الجسم الأصفر نشطاً و يعمل على إفراز هرموني استروجين و بروجسترون مما يزيد سمك بطانة الرحم مما يحويه من غدد و أوعية دموية و تحفيز غدد الرحم على إفراز مواد مخاطية غنية بالجلايكوجين طيلة فترة الحمل **(عدم حدوث طمث)** .

- ما تأثير هرمون استروجين و بروجسترون في :

أ- المبيض (طور الجسم الأصفر) :

يمنع هرمون استروجين و بروجسترون إفراز هرمون منشط للحوصلةFSH و لا تنضج حوصلة جديدة ما دام الجسم الأصفر نشطاً .

ب- الرحم :

- طور نمو بطانة الرحم : زيادة استروجين تعمل على زيادة سمك بطانة الرحم الداخلية .
- طور الإفراز : يعملان هذان الهرمونان على زيادة سمك بطانة الرحم و يحفز غددها على إفراز مخاط غني بالجلايكوجين .
- طور تدفق الطمث : انخفاض مستوى الهرمونان يؤدي إلى اضطراب ببطانة الرحم و موتها تدريجياً و انفصالها .

ملاحظة هامة :

- يتم **تثبيط** تحت المهاد والنخامية الامامية بزيادة مستوى هرموني استروجين و بروجسترون
- يتم **تحفيز** تحت المهاد بزيادة مستوى هرمون استروجين
- يتم **تثبيط** النخامية الأمامية بمستوى هرمون استروجين منخفض .

- الإخصاب : (هذه الصفحة محذوفة كاملاً)

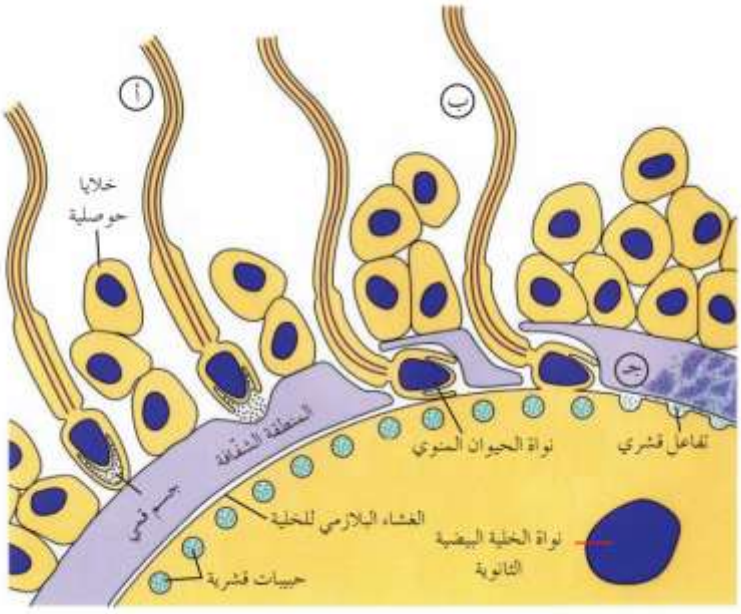
*** مكونات الخلية البيضية الثانوية :**

1- تحاط الخلية البيضية الثانوية من الخارج بطبقة من الخلايا الحوصلية تليها من الداخل المنطقة الشفافة

2- يفصل سائل بين خلوي المنطقة الشفافة عن الغشاء البلازمي للخلية البيضية الثانوية .

3- يحتوي السيتوبلازم تحت الغشاء البلازمي على حبيبات قشرية .

- الإخصاب : يحدث اندماج نواة البويضة الناضجة مع نواة الحيوان المنوي خلال 24 ساعة من عملية الإباضة و تتكون البويضة المخصبة (2ن) و تحدث العملية في أعلى قناة البيض .



الشكل (٢-٥١): عملية الإخصاب.

- خطوات الإخصاب :

1- <u>مرحلة الاختراق :</u>

أ- وصول أعداد كبيرة من الحيوانات المنوية إلى طبقة الخلايا الحوصلية المحيطة بالخلية البيضية الثانوية يتحطم الجسم القمي لكل حيوان منوي و تحرر محتوياته من انزيمات هاضمة للبروتينات ثاقباً المنطقة الشفافة و يمر حيوان منوي واحد من بينها .

ب- وصول الحيوان المنوي إلى المنطقة الشفافة فيتحد الجزء الأمامي من الغشاء البلازمي للحيوان المنوي مع مستقبلات بروتينية توجد في المنطقة الشفافة مانعاً دخول حيوان منوي آخر **(وهذا سبب تحرر انزيمات الجسم القمي)** .

ج- يؤدي دخول حيوان منوي في الخلية البيضية الثانوية إلى اندفاع أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية البيضية الثانوية و إزالة حالة استقطاب غشائها .

د- فح قنوات أيونات الكالسيوم و دخولها إلى داخل الخلية البيضية الثانوية و حدوث التفاعل القشري .

هـ- يعمل التفاعل القشري على اندفاع الحبيبات القشرية في السائل بين خلوي بين المنطقة الشفافة و الغشاء البلازمي للخلية البيضية الثانوية و حدوث امتصاص الحبيبات القشرية للماء و انتفاخها .

و- يؤدي انتفاخ الحبيبات القشرية إلى دفع الحيوانات المنوية العالقة بغشاء الخلية البيضية الثانوية بعيداً و تغير طبيعة موقع ارتباط الحيوان المنوي بالخلية البيضية الثانوية مما يمنع دخول حيوان منوي آخر .

*هذه الصفحة محذوفة كاملا

2- مرحلة استكمال الانقسام المنصف :

يحفز اختراق نواة الحيوان المنوي سيتوبلازم الخلية البيضية الثانوية على إكمال الانقسام المنصف وتكوين جسم قطبي ثاني و بويضة ناضجة .

3- مرحلة الاندماج :

تتجه نواة البويضة الناضجة و نواة الحيوان المنوي إلى وسط البويضة و تندمج النواتان معاً لتكوين بويضة مخصبة (2ن) (زايجوت)

- تكوين الجنين : (محذوف كاملاً)

تقسم إلى عملية الحمل إلى ثلاث مراحل كل مرحلة 3 أشهر تقريباً :

أ- المرحلة الأولى (الثلاث أشهر الأولى) :

- يحدث في الأسبوع الأول انقسامات متساوية للبويضة المخصبة في قناة البيض و تصبح خلال3 أيام توتة تتكون من 16 خلية و تكون محاطة بالمنطقة الشفافة .
- يحدث في اليوم الخامس تتحول التوتة إلى كبسولة بلاستولية (**هي كرة مجوفة مملوءة بسائل تتجمع في أحد قطبيها مجموعة من الخلايا تسمى كتلة خلوية داخلية و هي خلايا جذعية أولية تتشكل منها أعضاء الجنين المختلفة).**
- **الإنزراع :** تبدأ عملية انزراع الكبسولة البلاستولية في اليوم السابع أو الثامن بعد **الإخصاب** و تنتهي في اليوم العاشر، كما يلي :

أ- تلتصق الكبسولة ببطانة الرحم و تفرز انزيمات هاضمة تذيب جزء من الطبقة الداخلية للرحم .

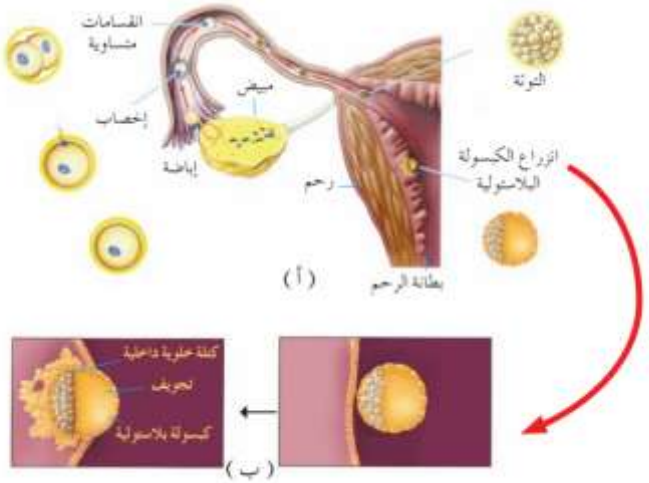
ب- تحل مكان الجزء المهضوم تدريجياً حتى **تندمل** داخل البطانة .

ج- في الأسبوع الثاني و الثالث يتكون القرص الجنيني من الكتلة الخلوية الداخلية ،

و يتمايز لثلاث طبقات **(خارجية ، وسطى ، داخلية)** تتكون من أعضاء الجسم المختلفة و يكون الجنين في هذه المرحلة أكثر عرضه للإجهاض .

ب- المرحلة الثانية (الشهر 4 ، 5 ، 6) :

يستمر الجنين بالنمو و يصبح قادر على تحريك أطرافه عشوائياً و تشعر الأم بحركة الطفل في الرحم .



الشكل (٢-٥٢): المراحل الأولى لتكوّن الجنين.

ج- المرحلة الثالثة (الثلاثة أشهر الأخيرة) : (محذوف)

يزداد حجم الجنين و لكن الأجنة الذين يولدون في بداية هذه المرحلة يواجهون مشكلة في المحافظة على حياتهم لأن أعضائهم مثل الرئتين تكون غير مكتملة النمو للعمل جيداً و في نهاية المرحلة ينقلب وضع الجنين ليصبح الرأس للأسفل .

*** تغذية الجنين : (محذوف)**

يتم تبادل المواد بين دم الأم و دم الجنين عن طريق تركيب يوجد في الجزء العلوي للرحم يسمى المشيمة و التي تقوم بعدة وظائف للجنين منها :

1- (التغذية ، المناعة ، التنفس ، التخلص من الفضلات ، الحماية)

2- تثبيت الحمل و ذلك بإفراز هرموني استروجين و بروجسترون اللذان يساعدان على استمرار الحمل

- تنظيم النسل : مطلوب

أهمية تنظيم النسل (تباعد الأحمال و تنظيمها) :

تخفيف أعباء الحمل على الأم و حفاظاً على صحتها و صحة المواليد ، بحيث ينالون حقهم في الرضاعة الطبيعية و الرعاية الضرورية صحياً واجتماعياً و نفسياً ، و لهذا توجد وسائل متعددة لتنظم النسل .

- وسائل تنظيم النسل :

1- الوسائل الطبيعية : مثل الرضاعة الطبيعية ولا تؤثر على الأم و لا تسبب مضاعفات جانبية اذ تعمل مرحلة الإرضاع على منع الحمل غالباً .

2- الوسائل الميكانيكية : وهي وسائل متنوعة ومنها

أ- العازل الذكري ، الواقي الأنثوي و اللذان **يمنعان** وصول الحيوانات المنوية إلى الخلية البيضية الثانوية .

ب- اللولب : يتكون من مواد خاملة غير قابلة للتفاعل يتم زرعه داخل الرحم و **يمنع انزراع الكبسولة البلاستولية** (الجنين) ببطانة الرحم .

3- وسائل هرمونية : وهي وسائل لها اشكال وتراكيب عدة تمنع الحمل وذلك عن طريق

أ- منع حدوث الاباضة بتثبيط إفراز الهرمون المنشط للحوصلات المبيض FSH فلن تنضج خلية بيضية ثانوية .

ب- تعمل هذه الوسائل على زيادة لزوجة المادة المخاطية في عنق الرحم مما يعوّق دخول الحيوانات المنوية .

- من الأمثلة على الوسائل الهرمونية :

1- حبوب منع الحمل :

- حبوب منع الحمل المركبة تحتوي هرموني (استروجين + بروجسترون)
- حبوب منع الحمل المصغرة تحتوي هرمون (بروجسترون)

تمنع الحمل بفاعلية فائقة في حال تم استخدامها بانتظام .

2- حُقن منع الحمل :

تحتوي الحُقن على مادة بروجسترون و تعطى بإشراف الطبيب و تستمر فاعليتها **(3) أشهر** .

3- الكبسولة الصغيرة التي تُزرع تحت الجلد :

تحتوي هرمون بروجسترون و تستمر **فاعليتها 5 سنوات** .

4- لصقات منع الحمل :

تحتوي على بروجسترون و استروجين و تُفرز اللصقات كل يوم جرعة محددة من الهرمونين

و تدوم كل لصقة **مدة 7 أيام تقريباً**

- بعض التعريفات المهمة :

1- الإباضة : إتمام نضج حوصلة غراف و انطلاق الخلية البيضية الثانوية إلى قناة البيض و تحدث في منتصف دورة المبيض يوم (14) تقريباً .

2- حوصلة غراف : تتكون عند إتمام نضج الحوصلة الأولية و الذي يتم بواسطة الهرمون المنشط للجسم الأصفر الأنثوي (L.H) و حدوث إباضة.

3- التلقيح : إفراز الحيوان المنوي الإنزيمات الهاضمة من الجسم القمي و اختراقه للمنطقة الشفافة و لغشاء الخلية البيضية الثانوية و تحفيزها على استكمال المرحلة الثانية من الانقسام المنصف .

4- الجسم الأصفر : هو الأجزاء المتبقية من الحوصلة بعد حدوث الإباضة و خروج الخلية البيضية الثانوية من الحوصلة الناضجة بحيث يفرز الجسم الأصفر كميات كبيرة من هرمون البروجسترون و كميات قليلة من هرمون استروجين .

- تقنيات في عمليات الإخصاب و الحمل :

أصبح في الأردن الكثير من المراكز و وحدات الإخصاب و التي تستخدم أحدث التقنيات في مجال علاج العقم و مشكلات حدوث الحمل و استمراره و من أبرزها :

1- التقنية التقليدية للإخصاب الخارجي :

أ- تعمل على تنشيط المبيض لإنتاج عدد كافي من الخلايا البيضية الثانوية الملتقطة والتقاطها باستخدام منظار خاص و الحيوانات المنوية و تقييمها لتجنب إنجاب أفراد مصابين باختلال وراثي .

ب- توضع الحيوانات المنوية مع الخلايا البيضية الثانوية في أطباق خاصة داخل حاضنة مدة (24 - 72) ساعة و هي المدة الأزمة لحدوث الإخصاب وتكوين الأجنة .

ج- إعادة الأجنة للرحم في اليوم الثاني أو الثالث من سحب الخلايا البيضية الثانوية .

**** متى تستخدم هذه التقنية : اسباب استخدامها :**

أ- انسداد قناتي البيض أو تلفهما .

ب- الضعف المتوسط للحيوانات المنوية .

ج- عدم الحمل غير معروف السبب .

2- الحقن المجهري للبويضات :

حقن رأس حيوان منوي واحد فقط أو إحدى الطلائع المنوية داخل خلية بيضية ثانوية خارج الجسم بواسطة إبرة مجهرية خاصة متصلة بمجهرقوة تكبيره عالية خارج الجسم ثم إعادة الأجنة الناتجة من الحقن إلى الرحم .

** متى تستخدم هذه التقنية : اسباب استخدامها

عند وجود **ضعف شديد** في الحيوانات المنوية .

3- استخلاص الحيوانات المنوية من الخصية أو البربخ :

تستخدم عند عدم وجود حيوانات منوية في السائل المنوي بحيث يتم سحب الحيوانات المنوية من الخصية أو البربخ بواسطة إبرة رفيعة ثم حقنها مجهرياً في الخلية البيضية الثانوية, و تستخدم بسبب انسداد الوعاء الناقل للحيوانات المنوية نتيجة الالتهابات .

4- التشخيص الوراثي للأجنة :

تستخدم لفحص الأجنة و التعرف إذا كانت حاملة لمرض وراثي و يلجأ لها **لتشخيص أسباب حدوث إجهاض متكرر** بسبب وجود طفرات وراثية في الأجنة .

- متى نلجأ للحقن المجهري للبويضات : 1- وجود ضعف شديد في الحيوانات المنوية .

2- عدم وجود حيوانات منوية في السائل المنوي واستخلاصها من الخصية بسبب انسداد الوعاء الناقل نتيجة الالتهابات.

" نهاية الفصل الثالث التكاثر "

" نهاية الوحدة الثانية "

مع أمنياتي للجميع بالتوفيق ,,

الأستاذ حسام عياش ..

بسم الله الرحمن الرحيم

اتمنى أن أكون قد وفقت في عمل هذه الدوسية لجميع طلاب المملكة الأردنية الهاشمية الحبيبة راجياً من الله التوفيق والسداد لي ولطلابي الأعزاء باختلاف مواقعهم وأوّد أن الفت نظر جميع الطلبة بضرورة فهم المادة أولاً ثم حفظها ثانياً لضمان الحصول على العلامة الكاملة ، وهذه الدوسية تحتوي جميع مكونات الكتاب المدرسي كاملة دون نقصان وللطلاب الذين يودون حضور الحصص معي مراجعة منصة جو أكاديمي التعليمية أو التواصل معي في المراكز المذكورة في مقدمة هذه الدوسية ، والله من وراء القصد .

معلمكم المحب حسام عياش ...

للتواصل :-

Facbook (Husam Ayyash)

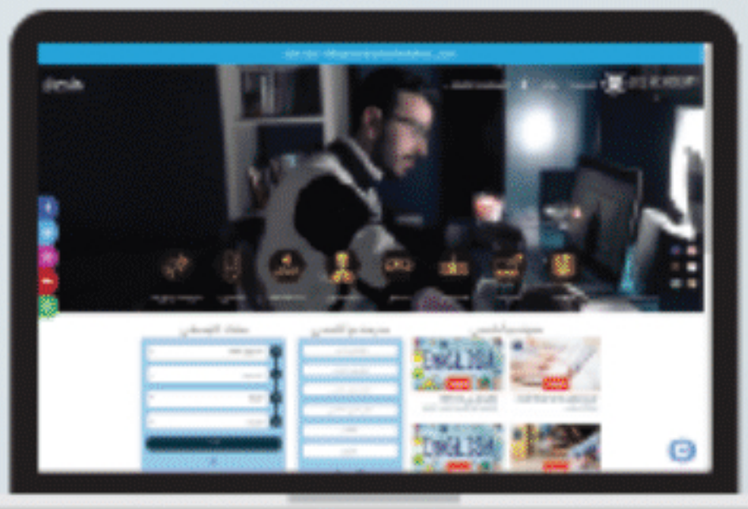
My page (حسام عياش أحياء)

JO ACADEMY.com

تعبان

طالب توجيهي

وقتي من ذهب



محتاج تقوية بكثير دروس

من الساعة ٧ وانا مدووش بالدراسة

مركز

مدرسة

ادرس اون لاين مع الأستاذ حسام عياش على جواكاديمي
كل مادة الأحياء من خلال بطاقة

لتحصل على البطاقة المجانية لدورة تأسيس الأستاذ حسام عياش وبعض اهم الحصص
اذهب الى الصفحة التالية

06 55 04 888 | 079 800 6679 | www.joacademy.com

Jo Academy-Tawjihi توجيهي

أشهر أساتذة المملكة

دورات تفاعلية ومسجلة

أسئلة سنوات سابقة مع الحل

دوسيات وملخصات

أخبار التوجيهي أول بأول

الموسوعة

قبول وخصومات بالجامعات الخاصة

مكتبة الكترونية لجميع الصفوف

شبكة تواصل بين المعلم والطالب

منظار

معلّم.تك
Muallem.Tech

تطبيق جوأكاديمي على الهاتف

طريقة التسجيل

١. تأكد من توفر جهاز حاسوب مع سماعات
٢. ادخل على موقع www.joacademy.com
٣. اذا لم يكن لديك حساب، قم بعملية التسجيل على "مستخدم جديد" من الصفحة الرئيسية
٤. قم بتسجيل الدخول في الموقع واختيار "الدورات" من الصفحة الرئيسية ثم النقر على دورة الأستاذ حسام عباش
٥. قم بادخال الرقم السري المكون من 14 خانة الموجود على ظهر البطاقة
٦. النقر "استمرار" لإتمام عملية التسجيل
٧. النقر على "دوراتي" ثم الدورة التي قمت بالتسجيل بها واختيار الحصة المراد مشاهدتها

الشروط والاحكام

١. الشركة لا تتحمل اي مسؤولية نتيجة اي اعطال ناتجة من مزودي خدمة الانترنت أو جهاز الحاسوب الشخصي
٢. تستعمل البطاقة لمرة واحدة ولا يجوز استبدال او اعادة بيع هذه البطاقة
٣. ينصح ألا تقل سرعة الاتصال بشبكة الإنترنت عن 3Mbps
٤. هذه البطاقة صالحة للاشتراك في الدورات من نفس فئة البطاقة
٥. في حالة تفعيل البطاقة بأي وقت من الفصل تعتبر منتهية الصلاحية بانتهاء الفصل الدراسي

* البطاقه صالحه فقط للفصل الذي تم تفعيل البطاقة فيه

khal0574dkk0s4

جو اكاديمي Jo Academy

www.joacademy.com

06 55 04 888 | 079 800 6679