المدرسة العليا للأساتذة آسيا جبار قسنطينة
قسم العلوم الطبيعية

الدكتور بوحوحو مولود

فصل 3:
الوراثة المرتبطة بالجنس

مقدمة

1- المنظور التاريخي؛

2- أهمية الكروموسومين (X, Y)؛

3- بنية الكروموسومين (X, Y)؛

4- من عجائب الاكتشافات الخاصة بتحديد الجنس؛

5- الارتباط بالجنس عند الإنسان؛

6- أنظمة تعيين الجنس لدى الحيوانات؛

7- الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس؛

8- الصفات المتأثرة بالجنس؛

9- تحليل سلسلة النسب (سجل النسب أو شجرة العائلة Pedigree).

فصل 3: الوراثة المرتبطة بالجنس

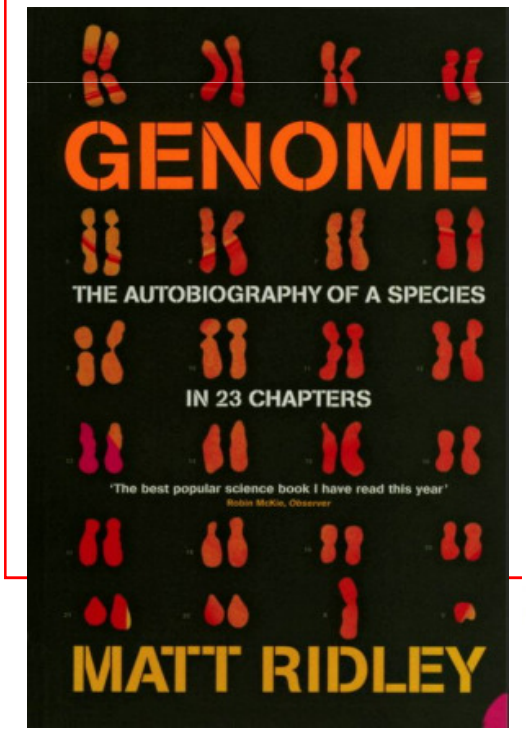
مقدمة:

ـ بقيت حقيقة **"ولادة الذكور والإناث بشكل متعادل"** مجهولة لفترة طويلة،

ـ ولم تستبعد **التفسيرات الخرافية** إلا بعد اكتشاف **مبادئ النظرية الصبغية**،

ـ الجنس في **أغلبية الكائنات الحيوانية** يتحدد بواسطة **الصبغيات الجنسية**.

"تحول أسلافنا عند نقطة ما في ماضينا، من العادة الشائعة **عند الزواحف بتحديد الجنس حسب درجة حرارة البيضة** إلى تحديده **وراثيا (كروموسوميا)**".



ـ عن كتاب ***« Genome »*** *لمؤلفه Matt RIDLEY*:

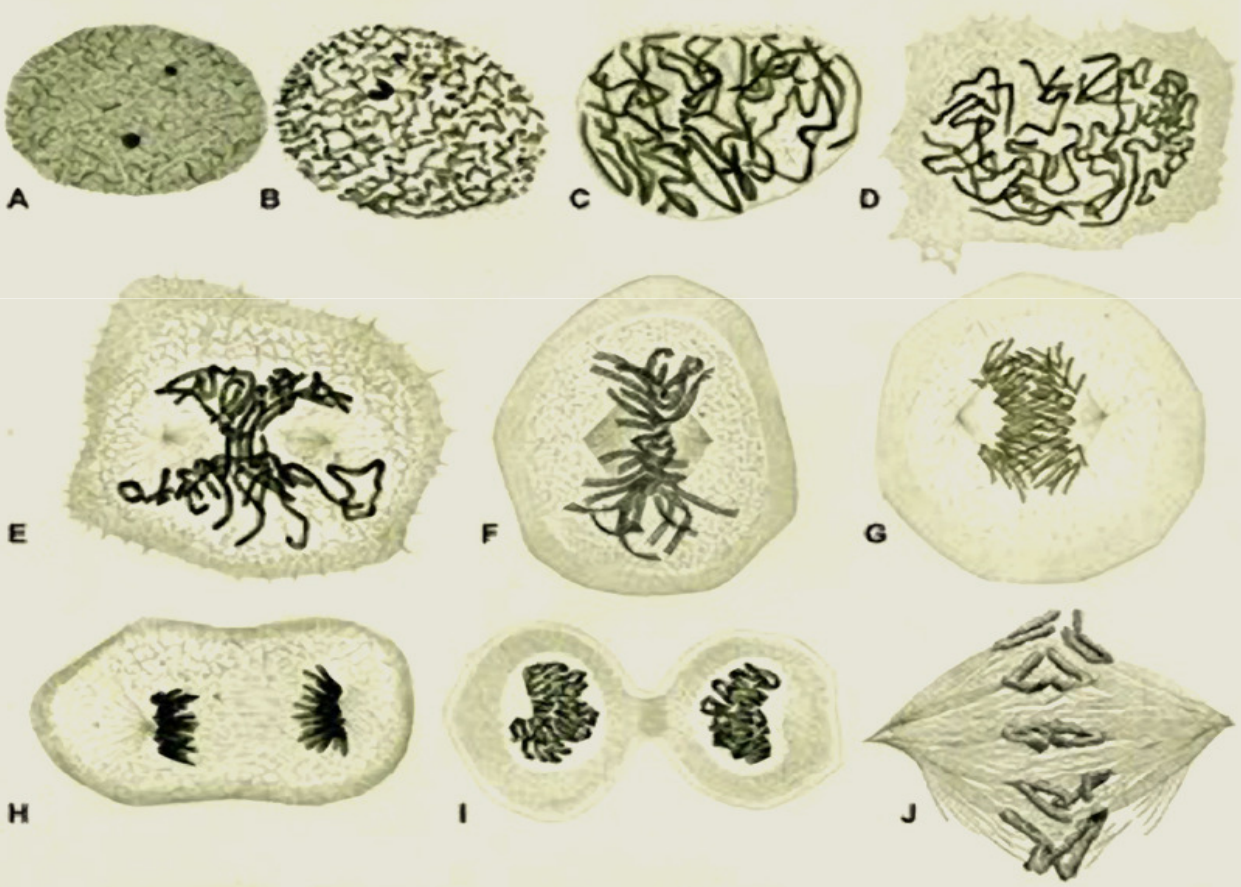
ـ كاتب عمود بصحيفة "**التايمز**"،

ـ آخِر كتبه "**تطوُّر كل شي**"

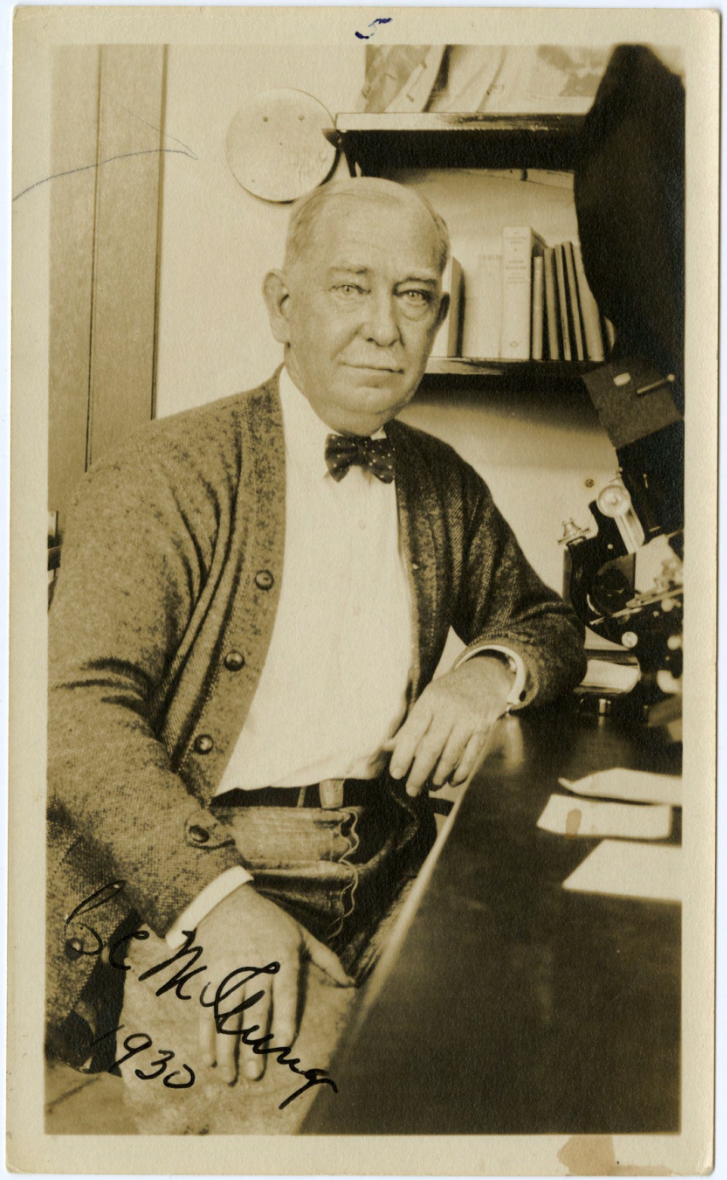
فصل 3: الوراثة المرتبطة بالجنس

1 - المنظور التاريخي:

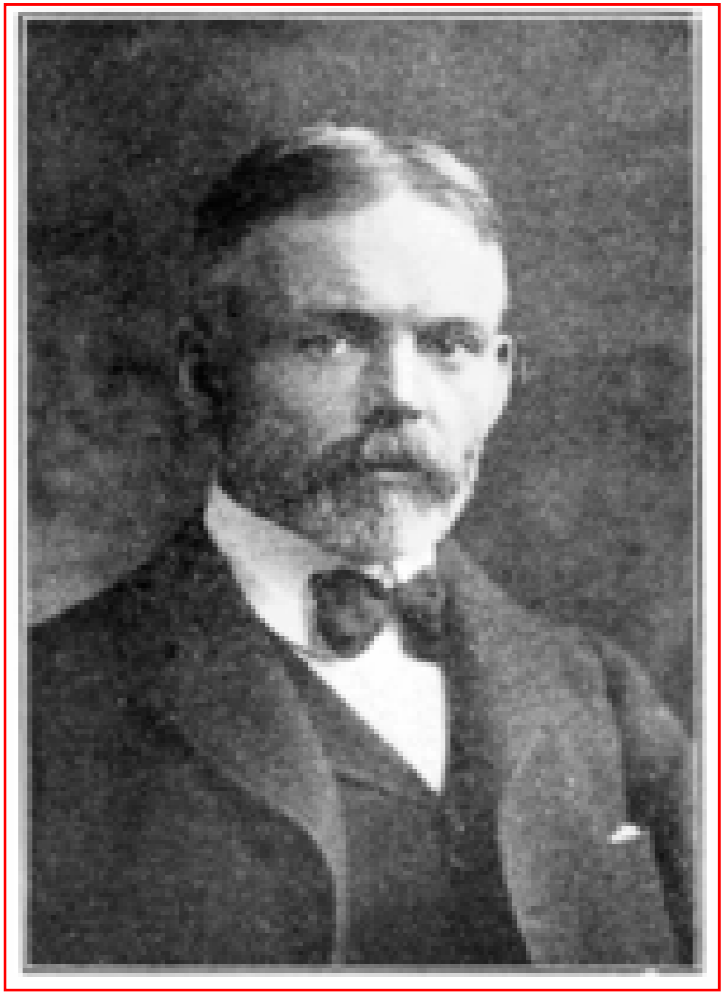
- يعتبر الألماني **Walther Flemming (1843-1905)** أول من **اكتشف ووصف سلوك الصبغيات خلال الانقسام الخيطي** وكان ذلك **سنة 1878**.



- **في بداية 1890**، وفي أعماله على الحشرات ميز **البيولوجي الألماني Hermann HENKING (1858 – 1942)** جسما يشد عن بقية الكروموسومات أطلق عليه اسم **X**.



- وفي بداية **القرن العشرين** أثبت **عالم الحيوان الأمريكي Clarence MC CLUNG(1870-1946)** أن **الجسم X الذي اكتشفه HENKING هو عبارة عن كروموسوم** ووضع له اسم ***Accessory chromosome*** (أي الكروموسوم الملحق أو الإضافي).



- في سنة **1905** **أثبت عالم الحيوان و الوراثة الأمريكي**
Edmund beecher WILSON(1856–1939) بأن نظامي **XY-XX** يحددان الجنس (إناث أو ذكور) لدى **الحشرات**، ويعتقد أن له الشرف في **تسمية الكروموسوم Y وذلك سنة 1909**.

- وبحلول عام **1914** أصبح متداولا لدى الوراثيين مصطلح **كروموسومي X وY الجنسيين**.

2- أهمية الكروموسومين X و Y:

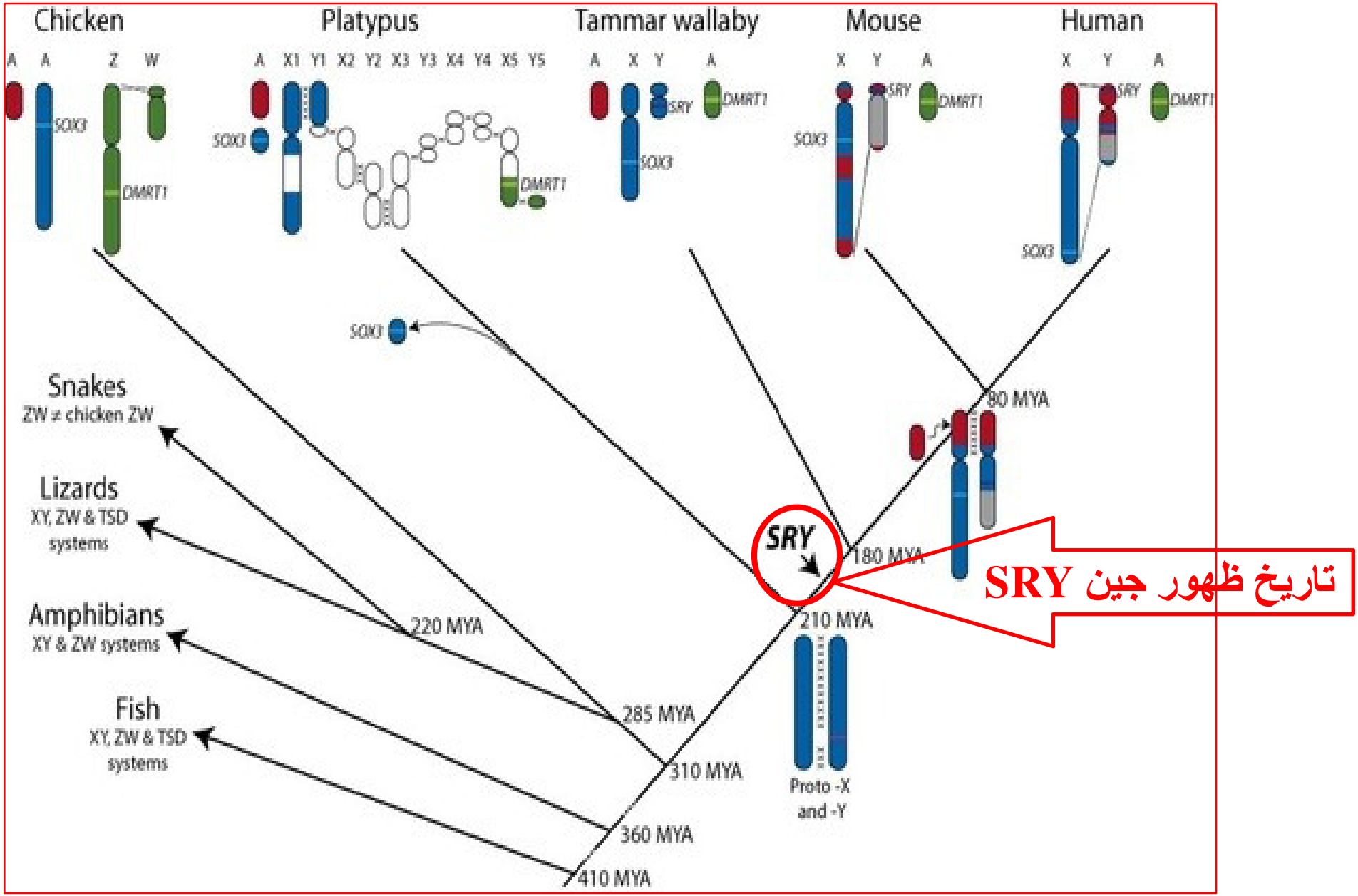
أ- الكروموسوم X:

- بطول إجمالي يفوق **154 مليون bp**.
- **في غيابه لا تبدأ البيضة المخصبة في الإنقسام.**
- والشيء المحير هو أن **الكروموسوم X يضم جين واحد فقط من بين الجينات المسؤولة عن تحديد صفات الأنوثة**، بينما **تتوضع البقية** من الجينات المسؤولة عن تلك الصفات على **الكروموسومات الأوتوسومية**.

ب- الكروموسوم Y:

- بطول إجمالي يفوق **50 مليون bp**.
- في سنة **1990** تم اكتشاف جين **SRY** (***Sex-determining Region Y***) على **ذ ق** لـ **Y**. **يشفر لـ 204 حمض أميني، لا يحتوي على مناطق Introns**، والوظيفة الأكثر أهمية لهذا الجين هي **التحكم في بداية نمو الغدد الجنسية الذكرية**، وهو بذلك يعمل مع **أحد الجينات المتوضعة على الكروموسوم الجسمي 17** لحث التعبير **لصفات الذكورة (تشكل الخصى والقضيب)**.
- جين **SRY** جين ثابت ولا توجد به طفرات نقطية، وهو على هذه الحالة منذ **200 ألف سنة**.

فصل 3: الوراثة المرتبطة بالجنس



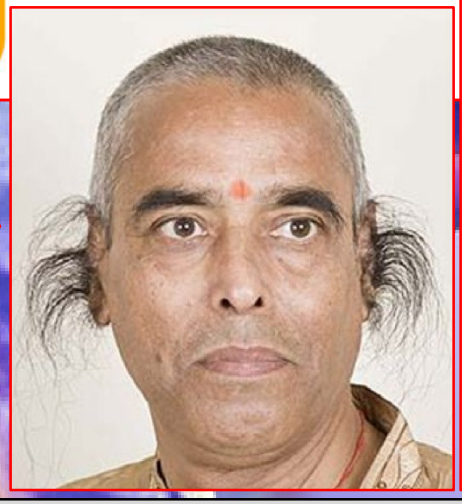
Y

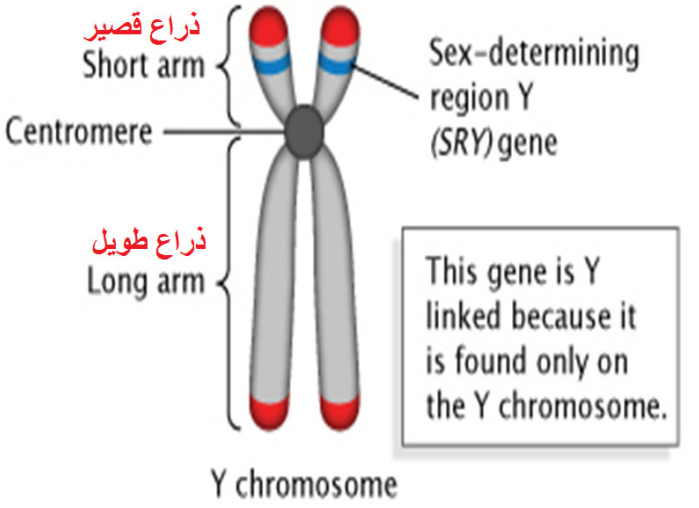
50 million base pairs

- Short stature homeo box, Y-linked
- Short stature
- Leri-weill dyschondrosteosis
- Langer mesomelic dysplasia
- Interleukin-3 receptor, Y chromosomal
- Sex-determining region Y (testis-determining)
- Gonadal dysgenesis, XY type
- Protocadherin 11, Y-linked
- Azoospermia factors
- Male infertility due to spermatogenic failure
- Growth control, Y-chromosome influenced
- Chromodomain proteins
- Retinitis pigmentosa, Y-linked

Y-linked

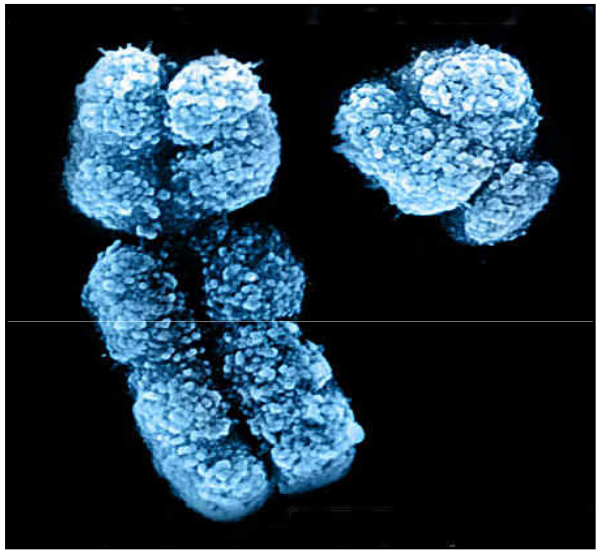
- If gene is on the Y chromosome
  - Sons will inherit it from dad
    - Hairy ears
  - Not very common
  - Females cannot get Y-linked traits





3- بنية الكروموسومين X و Y:

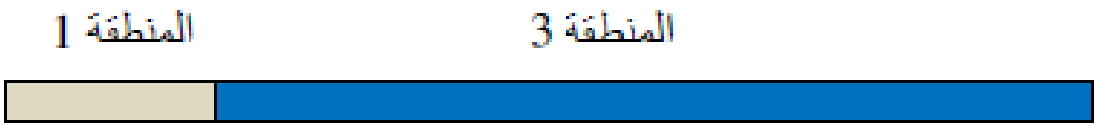
ـ **يختلف** الصبغيان **X**و**Y** عن بعضهما في **الحجم والشكل** وخواص **الاصطباغ**. ـ ولقد ثبت أيضا وجود **3 مناطق مختلفة** على الصبغيين الجنسيين XوY كما هو موضح في الشكل .



المنطقة 1: وهي قطع متناظرة تتشابه في كلا الصبغيين X وY.

المنطقة 2: هي **جزء من الصبغي Y** الذي لا نظير له على الصبغي **X**،

المنطقة 3: هي جزء من **الصبغي X لا نظير له على Y**

الكروموسوم X	
الكروموسوم Y	

4- من عجائب الاكتشافات الخاصة بتحديد الجنس:

أ- لدى السلاحف Les tortues:

- تحضين بيوض في 78-82 ف ← تفقس ذكورا.
- تحضين بيوض أعلى من 86 ف ← تفقس إناثا.

ب- لدى تمساح أمريكا Crocodile d'Amérique:

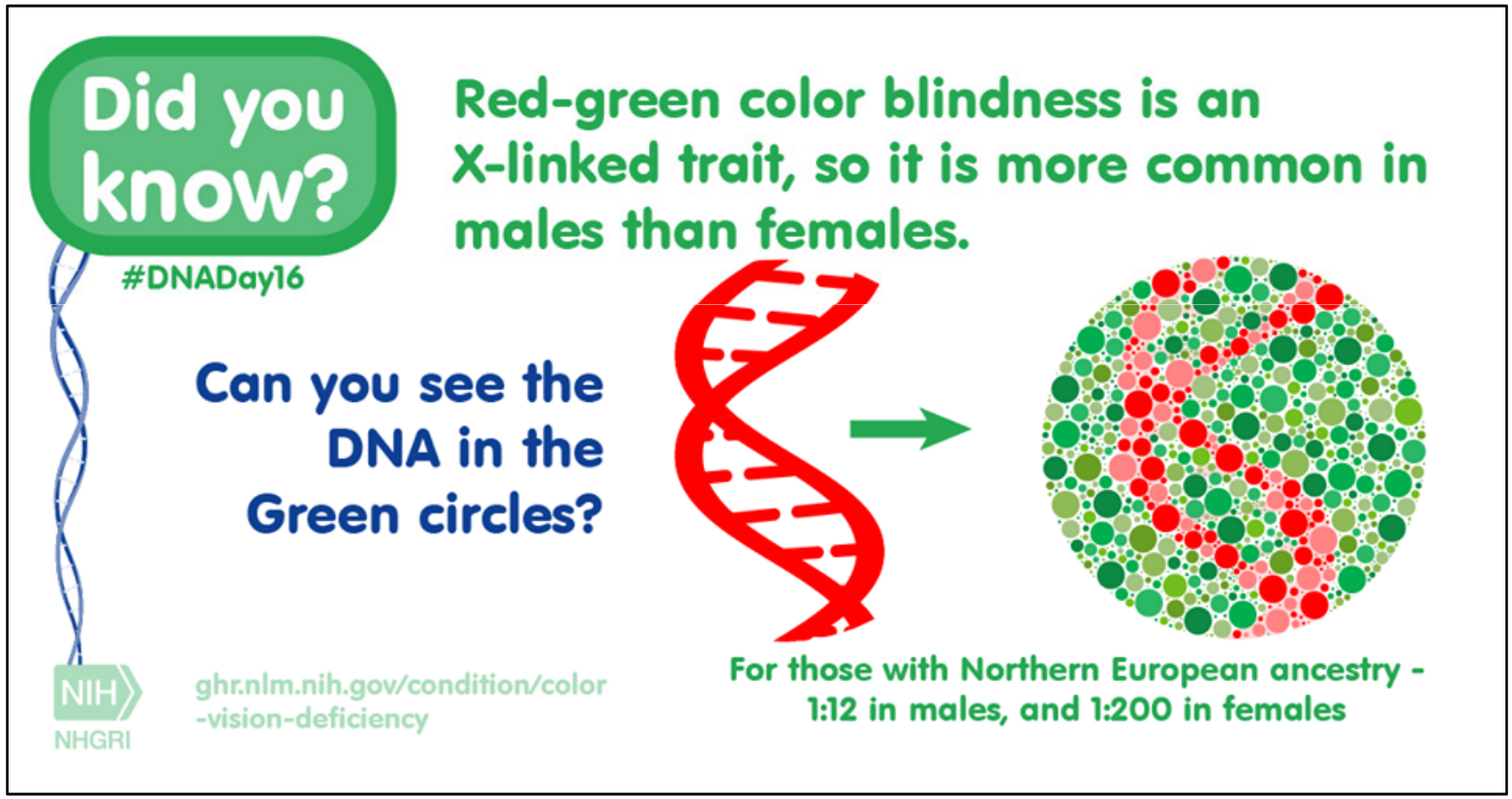
- تحضين بيوض في درجات حرارة (في حدود 91 ف) ← تفقس ذكورا.
- تحضين بيوض في درجات حرارة (84-88 ف) و (95 ف) ← تفقس إناثا.

5- الارتباط بالجنس عند الإنسان:

- يوجد ما يفوق الـ 100 حالة مرضية سببها مورثات مرتبطة بالجنس في الإنسان، وبعض هذه الحالات ذو تأثير بسيط على حياة الفرد مثل عمى الألوان (*Color blind*).
- ولكن وفي حالات كثيرة يكون تأثير هذه المورثات مهددا لحياة الإنسان مثل **مرض الهيموفيليا**، حيث يعتبر **النوعان (A, B) مرتبطان بالجنس**.

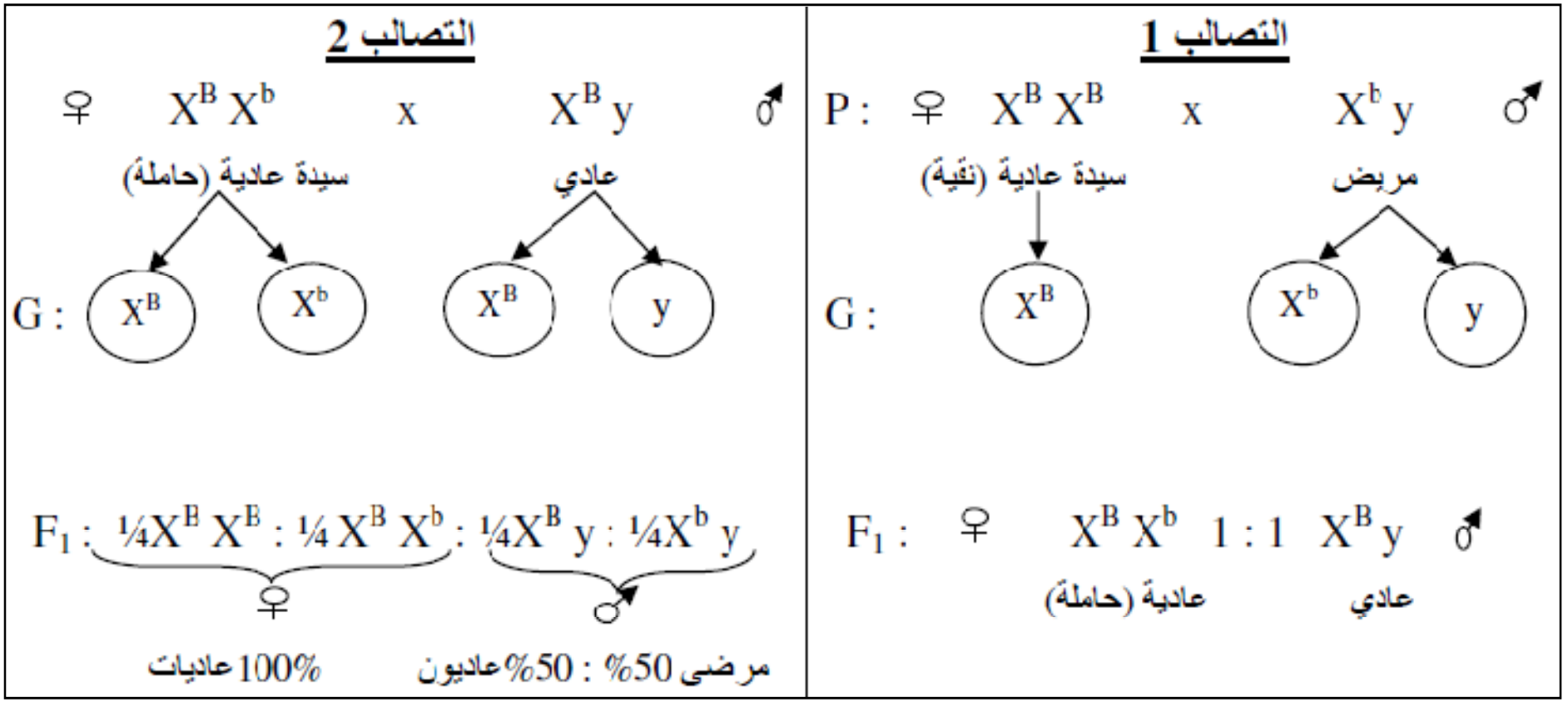
أ- دراسة حالة عمى الألوان (صفة متنحية):

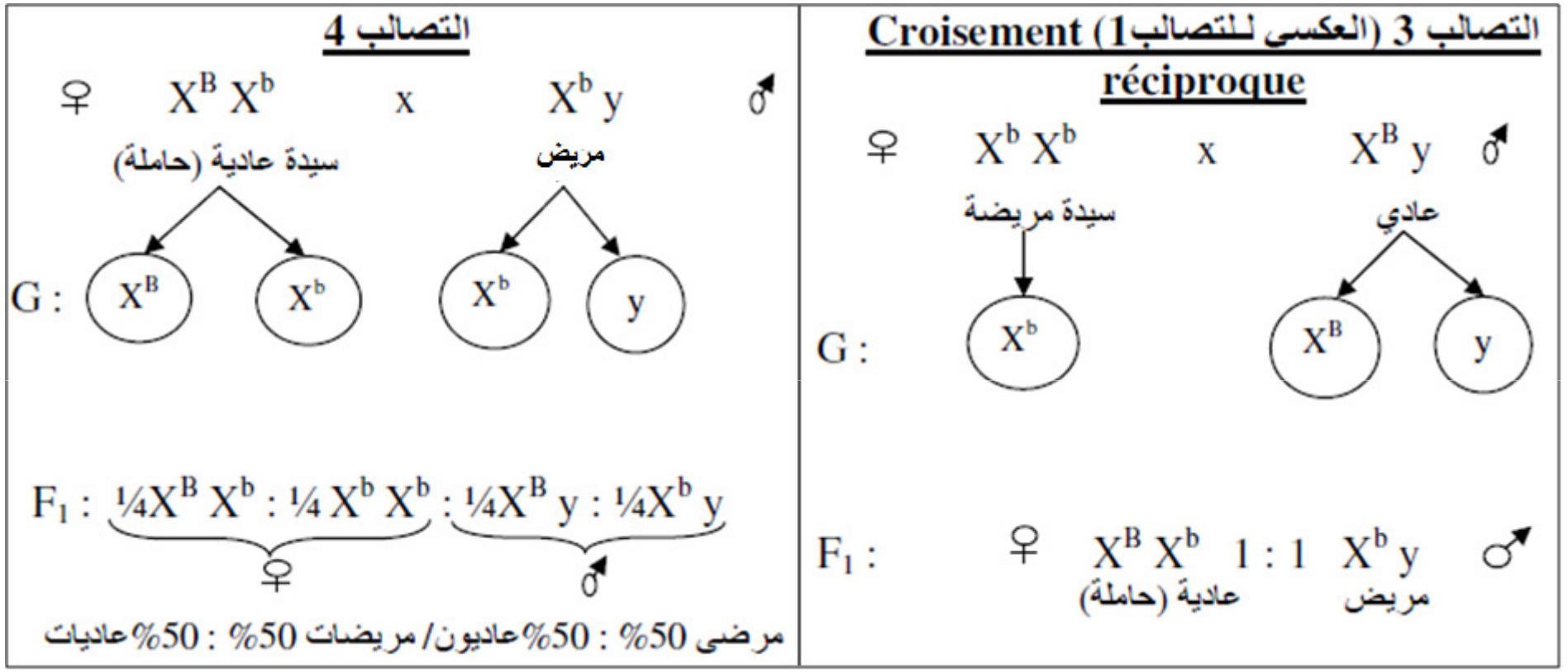
وأشهرها عدم التمييز بين **الأخضر والأحمر**، ويلاحظ هذا المرض من **5-9%** **عند الذكور** و**0.5%** **عند الإناث** (لدى الجنس القوقازي في **USA**).



اختبار الطبيب الياباني **Shinobu Ishihara** (1879-1963) للقدرة على التمييز بين اللونين الأخضر والأحمر

فصل 3: الوراثة المرتبطة بالجنس




التصالب 3 (العكسي للتصالب1) Croisement réciproque
♀ $X^b X^b$ x $X^B y$ ♂
سيدة مريضة
عادي
G :
X^b
X^B
y
F_1 : ♀ $X^B X^b$ 1 : 1 $X^b y$ ♂
عادية (حاملة)
مريض
التصالب 4
♀ $X^B X^b$ x $X^b y$ ♂
سيدة عادية (حاملة)
مريض
G :
X^B
X^b
X^b
y
F_1 : ¼$X^B X^b$: ¼ $X^b X^b$: ¼$X^B y$: ¼$X^b y$
♀
♂
مرضى 50% : 50%عاديون/ مريضات 50% : 50%عاديات

المدرسة العليا للأساتذة آسيا جبار قسنطينة
قسم العلوم الطبيعية

الدكتور بوحوحو مولود

فصل 3:
الوراثة المرتبطة بالجنس

مقدمة
1- المنظور التاريخي؛
2- أهمية الكروموسومين (X, Y)؛
3- بنية الكروموسومين (X, Y)؛
4- من عجائب الاكتشافات الخاصة بتحديد الجنس؛
5- الارتباط بالجنس عند الإنسان؛

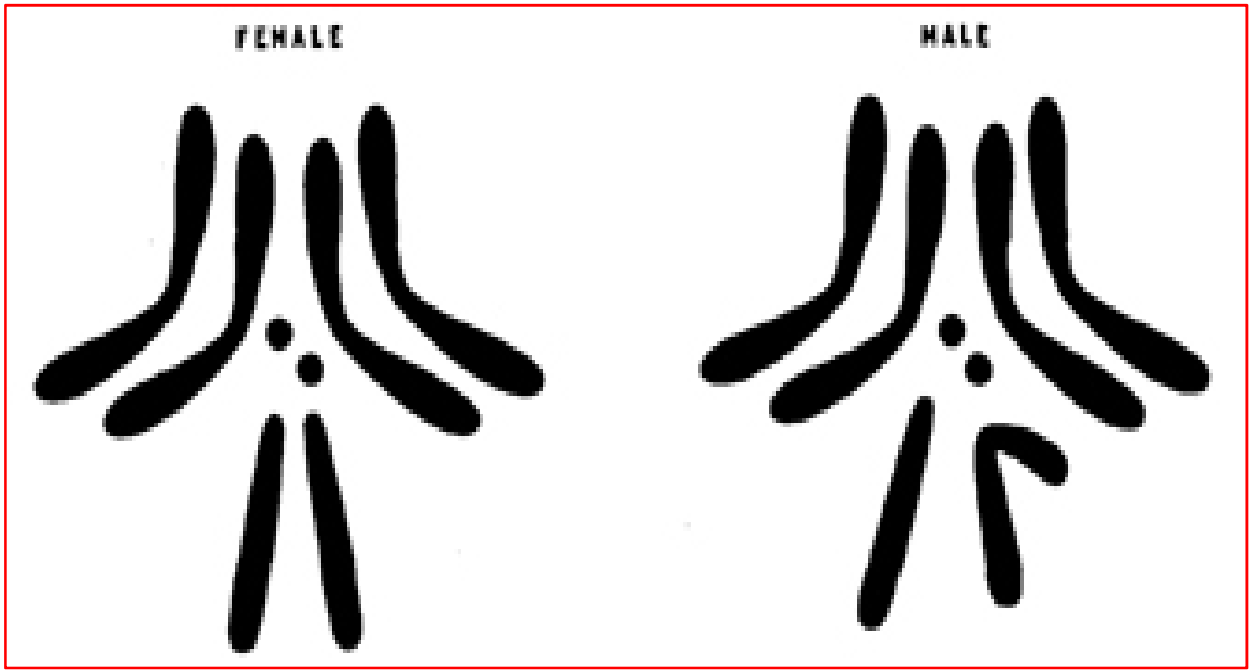
6- أنظمة تعيين الجنس لدى الحيوانات؛
7- الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس؛
8- الصفات المتأثرة بالجنس؛
9- تحليل سلسلة النسب (سجل النسب أو شجرة العائلة Pedigree).

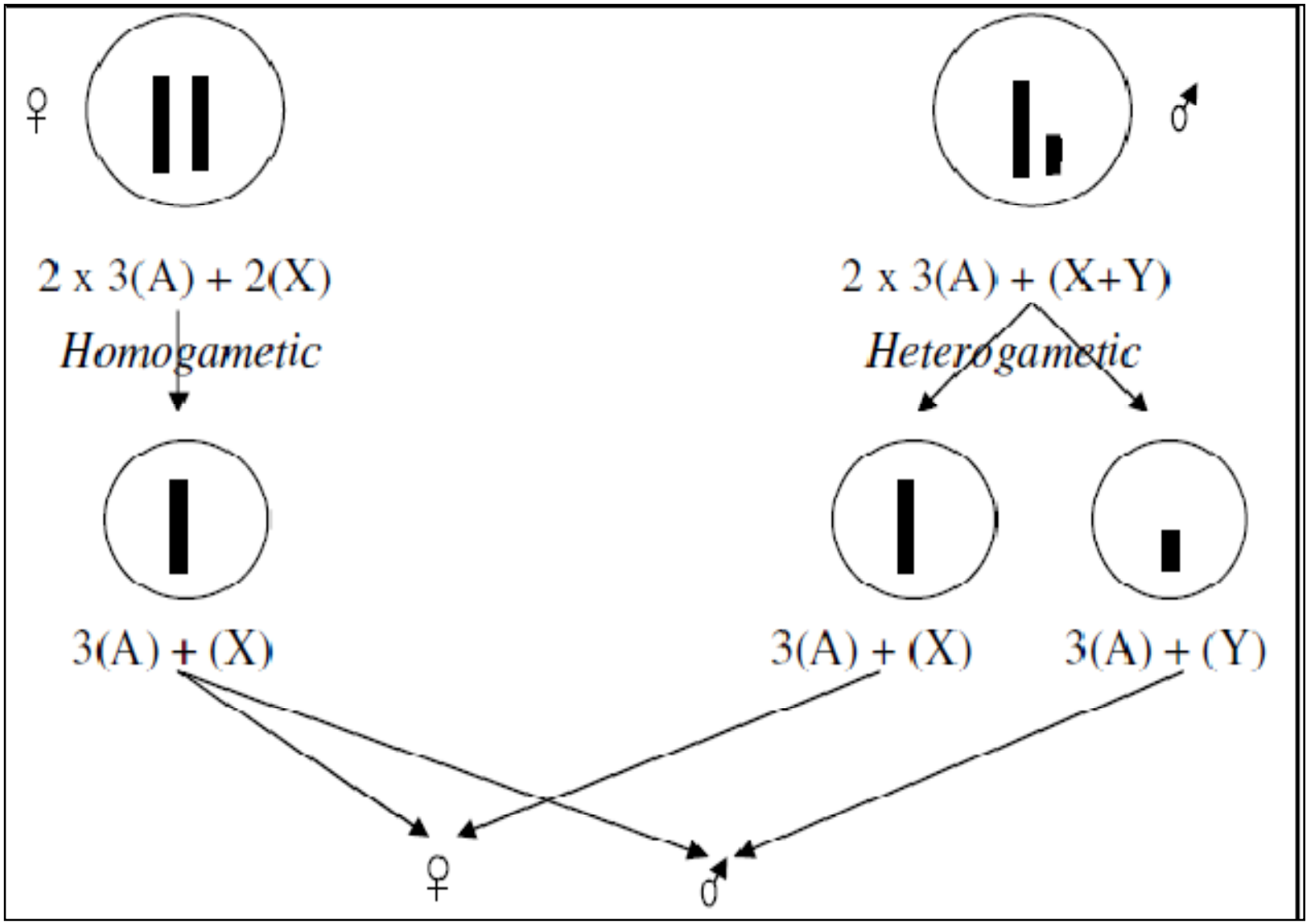
6- أنظمة تعيين الجنس لدى الحيوانات :

6-1- تعيين الجنس في حشرة الدروسوفيلا ومثيلاتها:

لاحظ علماء السيتولوجيا (علم الخلية) وعلى رأسهم العالم **T. H. Morgan** أن ذكر الدروسوفيلا تحتوي خلاياه على زوج من الكروموسومات غير متجانسة لا في الشكل ولا في الحجم، وبالتجربة أثبت أنهما **مسؤولان على تحديد الجنس** في الدروسوفيلا،

- وقد تبين أن لهذه الحشرة **4 أزواج من الكروموسومات**؛ **3 أزواج جسمية (أوتوسومية Autosomes) وزوج جنسي (Gonosomes)** .



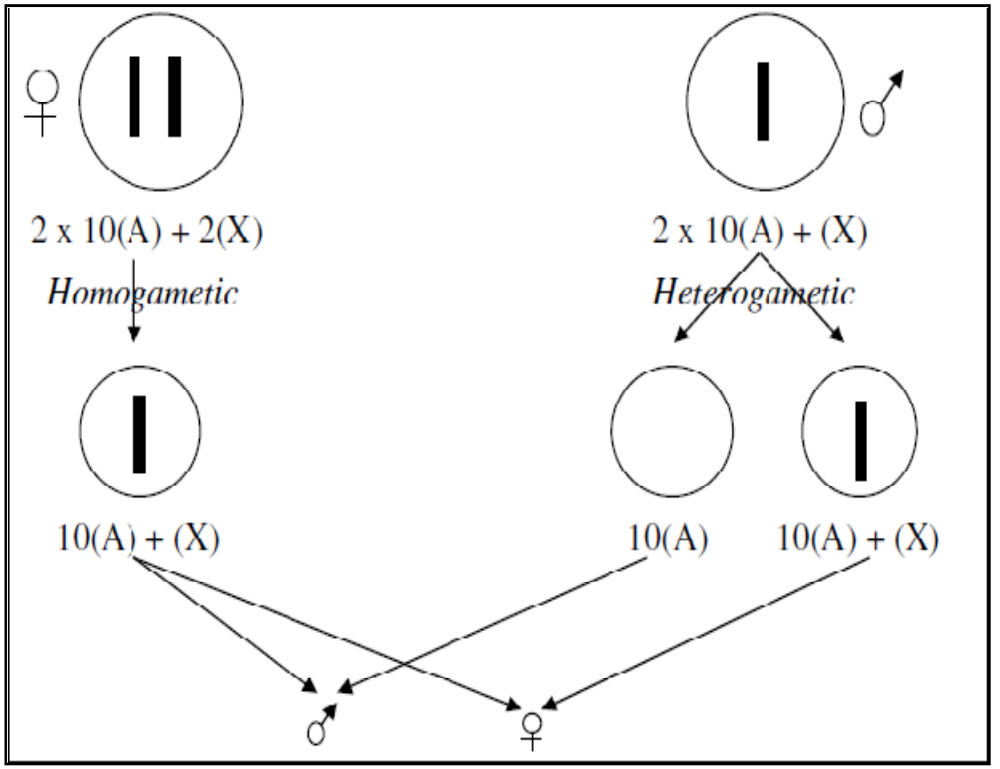


وينطبق هذا الكلام على **غالبية الكائنات والثدييات الراقية ومنها الإنسان وهو نظام XY**

2-6- تعيين الجنس في حشرة خنفساء القرع *Anasa tristis* ومثيلاتها:

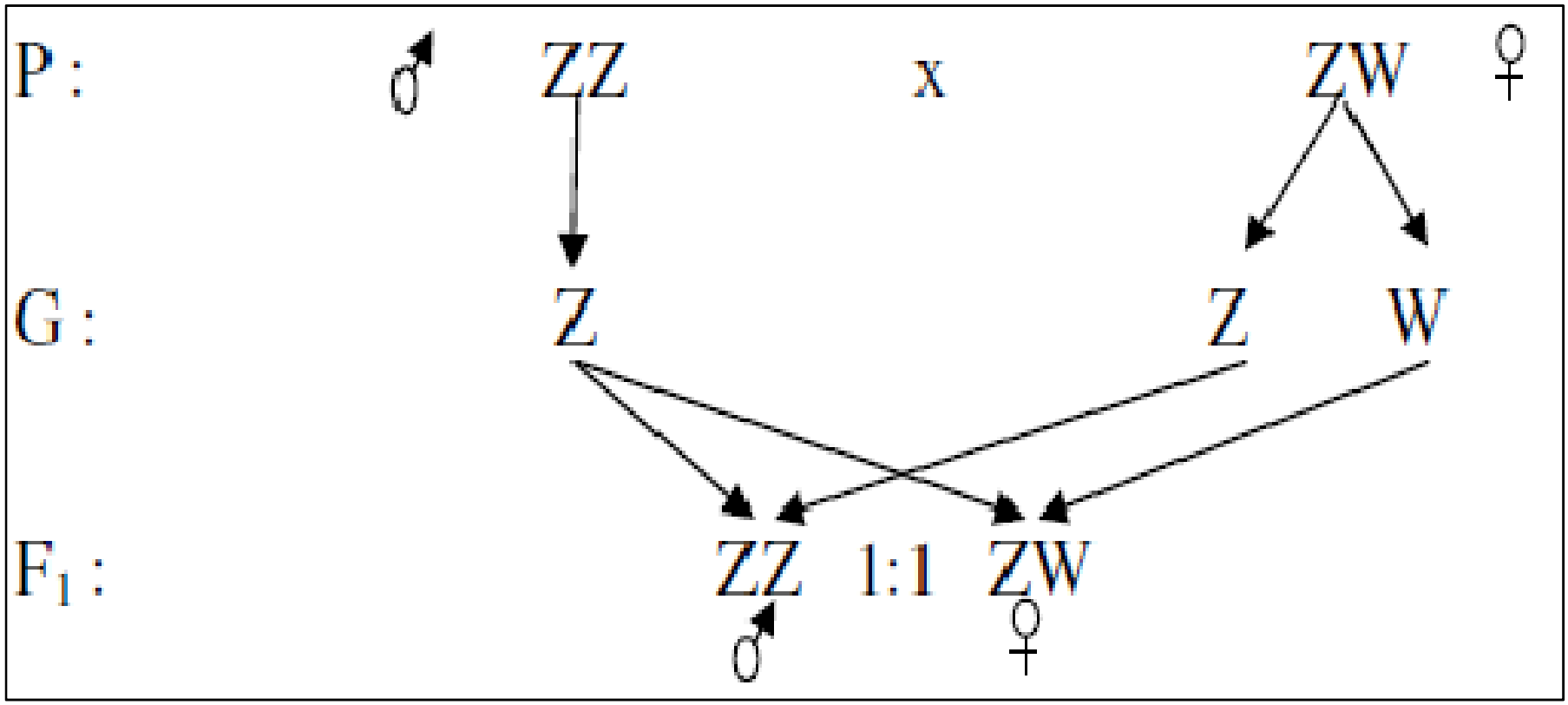
نلاحظ هنا أن عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية لهذه الحشرة يختلف في الذكور عنه في الإناث، فخلايا الإناث تحتوي على 22 كروموسوم، بينما الخلايا الجسمية للذكر فتحتوي على 21 كروموسوم، وبالتالي فخلايا الجاميطات التي تنتجها الذكور تقع في نوعين إحداهما بها 10 كروموسومات والأخرى 11.

ـ وقد أطلق على كافة أنواع الكائنات الحية لهذا النظام أنها تتبع النظام **XO**.

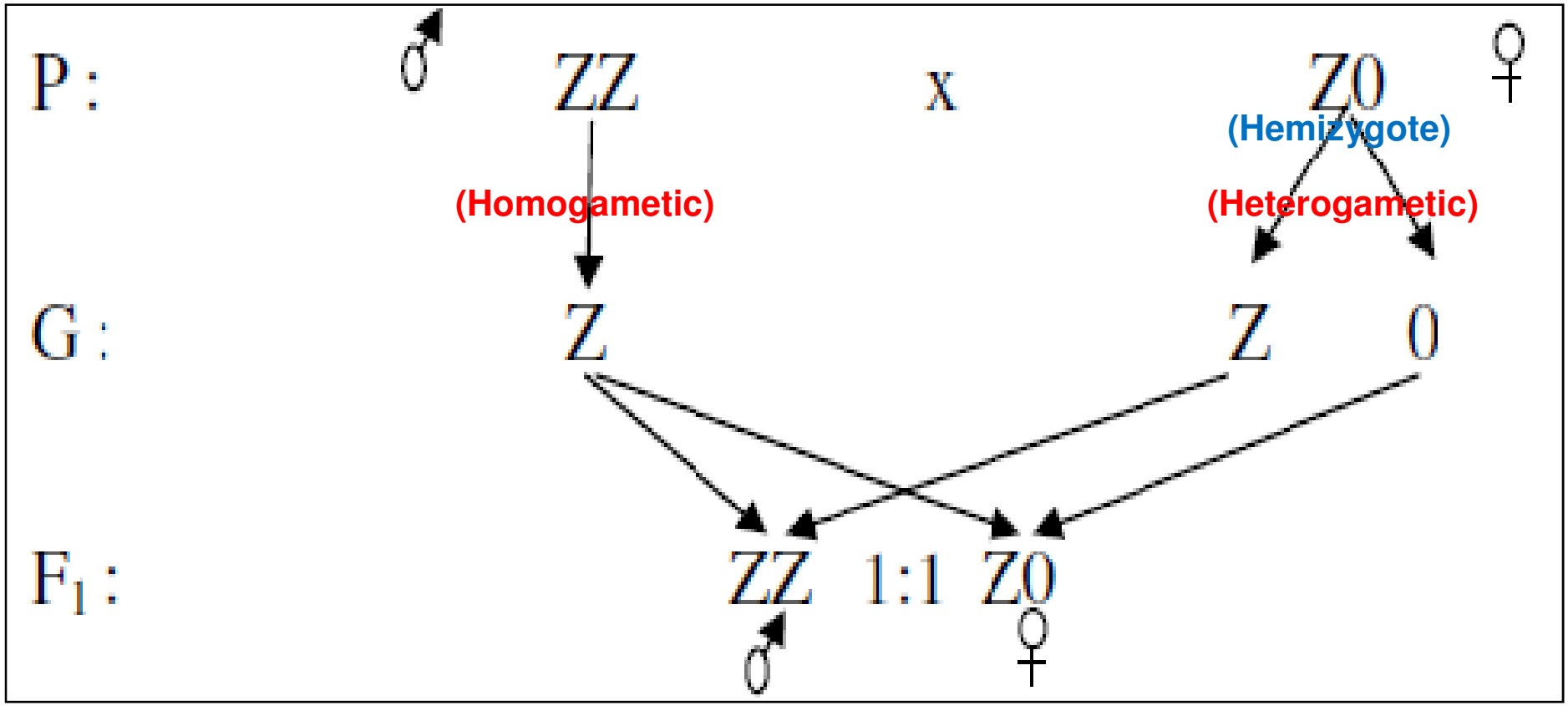


3-6- تعيين الجنس في بعض الطيور والفراشات وبعض الأسماك:

وفيها يرمز للصبغيات الجنسية بـ **ZW**، حيث تحتوي **الأنثى** في هذه الكائنات على صبغيين جنسيين غير متشابهين **ZW** ، وتكون بذلك مختلفة اللواقح (***Heterogametic***)، أما **الذكر** فتكون صبغياته الجنسية متشابهة **ZZ** وهو بذلك متماثل اللواقح (***Homogametic***).



4-6- كما سجل في **بعض الحشرات و بعض الطيور** مثل **غياب صبغي جنسي عند الأنثى**، **وسمي هذا النظام بـ ZO** .



ـ و**الجدول** الموالي يلخص ما سبق:

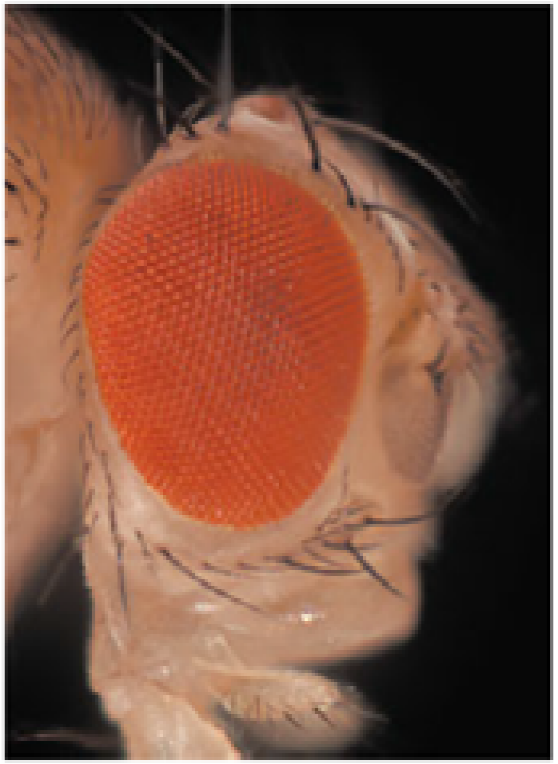
النوع	جنس الفرد غير متماثل الكروموسومات الجنسية	الجاميطات		جنس البيضة المخصبة		النظام
		خلايا منوية	بويضات	ذكر	أنثى	
ـ الإنسان ـ الثدييات ـ غالبية الكائنات الراقية ـ الدروسوفيلا ـ نباتات ثنائية المسكن	الذكر	(X) (Y)	(X)	XY	XX	XY
ـ خنفساء القرع ـ البق ـ الصراصير ـ الجراد	الذكر	(X) (O)	(X)	XO	XX	XO
ـ بعض الطيور والفراشات ـ وبعض الأسماك ـ وديدان الحرير	الأنثى	(Z)	(Z) (W)	ZZ	ZW	ZW
ـ الدجاج	الأنثى	(Z)	(Z) (O)	ZZ	ZO	ZO

7- الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس:

- هي الصفات التي تكون خاضعة **لمورثة محمولة على الصبغي الجنسي X.**
- وقد كانت **أول صفة** اكتشف أنها تتبع توزع الصبغيات الجنسية هي **اللون الأبيض للعيون** في ذبابة الخل من طرف **Morgan سنة 1910**.

Thomas Hunt Morgan

(1866-1945), Nobel 1933



ـ و **التصالبات** التالية تمثل أهم التجارب التي قام بها Morgan.

التصالب 1

♀ X^+X^+ x ♂ X^wy (Hemizygote)

♀ عيون حمراء (Homogametic) — ♂ عيون بيضاء (Heterogametic)

الأمشاج: ♀ X^+ — ♂ X^w ، y

♀ X^+X^w 1 : 1 X^+y ♂

100% عيون حمراء

التصالب 2

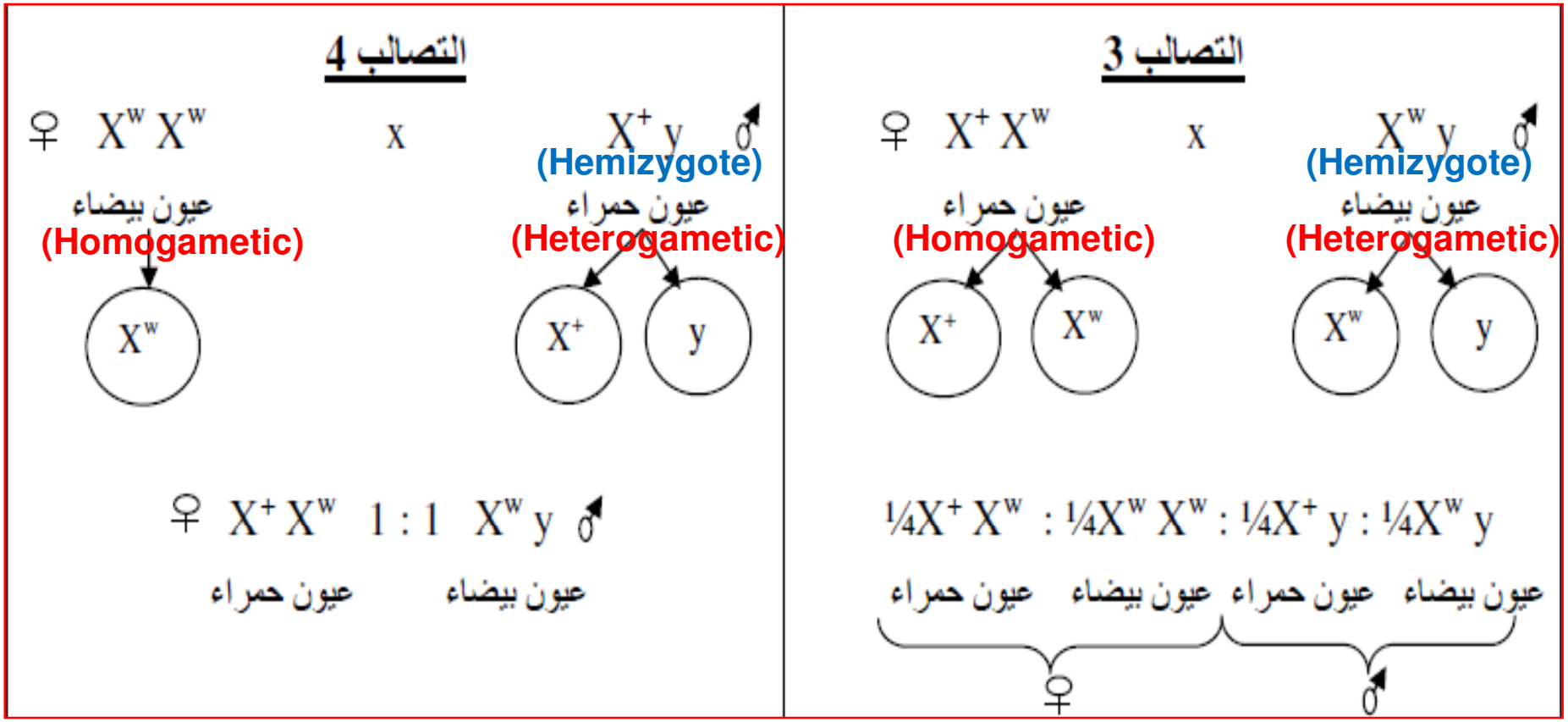
♀ X^+X^w x ♂ X^+y (Hemizygote)

♀ عيون حمراء (Homogametic) — ♂ عيون حمراء (Heterogametic)

الأمشاج: ♀ X^+ ، X^w — ♂ X^+ ، y

$\frac{1}{4}X^+X^+ : \frac{1}{4}X^+X^w : \frac{1}{4}X^+y : \frac{1}{4}X^wy$

♀ عيون حمراء — ♂ عيون حمراء عيون بيضاء

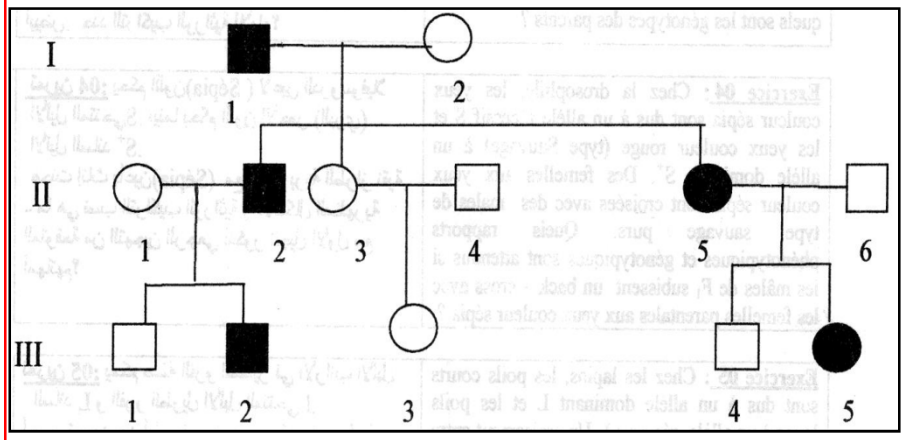


وقد فسرت تلك النتائج بتوضع المورثة المتحكمة في لون العيون بأليليها **(+: الأحمر السائد، w: الأبيض المتنحي)** على الكروموسوم **X**، فوجود الكروموسوم الحامل للأليل المتنحي w **(X^w) بالذكر** يظهر آليا هذه الصفة لديه وذلك لغياب الصبغي X الثاني، ويسمى هذا التركيب بالتركيب الوراثي النصفي (**Hemizygote**)، بينما في الأنثى يعتمد لون العيون على نوعية الأليلين المحمولين على كلا الصبغيين الجنسيين **(XX)**.

8- الصفات المتأثرة بالجنس:

تكون **محمولة على أي من الصبغيات الجسمية**، إلا أن هذه المورثات تغير من **تعبيرها الوراثي حسب جنس الفرد الذي يحملها**، فقد تكون سائدة في جنس ومتنحية في الجنس الآخر، ويرجع ذلك إلى تأثر هذا النوع من المورثات **بالبيئة الداخلية للخلايا والناتج عن هرمونات الجنس**.

9- تحليل سلسلة النسب (سجل النسب أو شجرة العائلة Pédigrée) :



- تمثل الإناث بدوائر (O) والذكور بمربعات ( )،
- يمثل **التزاوج بين فردين بخط أفقي** بينهما.
- **يتصل النسل الناتج وخط التزاوج بخط رأسي**،
- يدرج **كل جيل في صف مستقل** ويأخذ **رقما رومانيا**،
- **تأخذ أفراد كل جيل أرقاما عربية**.
- **يمكن إضافة ألوان أو أشكال داخل المربعات أو الدوائر** تعبيرا عن الأشكال المظهرية.

فصل 3: الوراثة المرتبطة بالجنس

من الامتحانات السابقة ...

تمرين 4: أكمل الجدول بما يناسب:

	Aa	X^BO	Z^+Z^N	AA	X^+X^+	Z^bO	X^wY
zygote				Homo			
gametic							Hetero
الجنس					♀		