

## القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية

يتميز كل كائن حي بمجموعة من الصفات تمكنه من الانتماء الى نوعه و تميزه عن الانواع الاخرى . وهاته الصفات سواء كانت نوعية ( اللون, الشكل , القد ) أو كمية ( عدد, كتلة ) فهي وراثية و تنتقل من جيل لآخر عبر التوالد الجنسي .  
- كيف تنتقل الصفات الجنسية ؟  
- ما هي القوانين الإحصائية التي تتحكم في انتقال الصفات الوراثية عبر الاجيال ؟

### I - انتقال زوج من الحليلات

يسمى تزاوج سلالتين تختلفان بصفة واحدة : **الهجونة الأحادية Le monohybridisme**  
**1- السيادة التامة**

#### أ- معطيات تجريبية

تم تزاوج سلالتين نقيتين من الذرة تختلفان في لون البذرة : واحدة تنتج بذور صفراء وأخرى تنتج بذور سوداء وبعد الإخصاب المتبادل تم الحصول عند الأثمار على بذور كلها سوداء و تشكل الجيل الأول الذي يرمز له F1 . بعد زرع بذور هذا الجيل F1 وعند الأزهار تم تلقيح متبادل و عند الأثمار تم الحصول على بذور الجيل الثاني F2 تتوزع احصائيا من 75% بذور سوداء و 25% بذور صفراء .  
فسر هاته النتائج

- أن افراد الجيل الأول F1 لهم لون أسود فنقول أنهم متجانسون و لهم مظهر خارجي **un phenotype** يشبه الأب ذي اللون الأسود . ان اللون الأصفر الذي لم يظهر في الجيل F1 ظهر من جديد في F2 مما يبين أن اللونين يتواجدان معا عند افراد F1 لكن اللون الأسود حجب اللون الأصفر لذا نقول ان الصفة لون اسود صفة سائدة و نرمز لها N بينما الصفة لون أصفر صفة متنحية و نرمز لها j . يدعى افراد الجيل F1 المنحدرون من سلالتين نقيتين بالهجناء و يكون نمطهم الوراثي هو كالتالي N//j فنقول بأنهم مختلفوا الأقران . تنتقل المورثات المسؤولة عن الصفات الوراثية بواسطة الأمشاج التي تعتبر هي الروابط الوحيدة بين الأجيال . فظهور افراد بلون أصفر من جديد في الجيل F2 يبين أنهم ينحدرون من مشيجين ذكري و أنثوي يحملان المورثة j فنمطهم الوراثي هو j//j فنقول بأنهم متشابهوا الأقران و ينتج كل هجين من F1 نوعين من الأمشاج : مشيج N/ و مشيج j/ و يحدث افتراق الحليلين أثناء الأقسام الأختزالي عند تشكل الأمشاج .

اعتمادا على ما سبق :

- أنجز جدولا للتفسير الصبغي لهاته النتائج
- أنجز شبكة تزاوج الأبوين و تزاوج أفراد F1 استنتج خلاصة

شبكة تزاوج الأبوين

N/	j/
N//j	j//j

إذن نحصل على F1 [N] 100 %

j//j [j] x N//N [N]	المظهر الخارجي و النمط الوراثي للأبوين
j/ x N/	أمشاج الأبوين
N//j	إخصاب ← بيضة F1
N//j x N//j	تزاوج أفراد F1 فيما بينهم
N/ . j/ x N/ . j/	أمشاج أفراد الجيل F1
N//N N//j j//N j//j	إخصاب ← النمط الوراثي و المظهر
[N] [N] [N] [j]	الخارجي لفراد الجيل الثاني F2

شبكة تزاوج أفراد F1

j/	Nj	j/
N//j	N//N	N/
j//j	N//j	j/

إذن نحصل في الجيل F2  
 75 % [N] 3/4  
 25 % [j] 1/4

خلاصة

- عندما يكون الآباء من سلالتين نقيتين يكون أفراد الجيل الأول F1 متجانسين ( 100% ) وهذا ما يسمى بقانون تجانس الهجناء أي القانون الأول لماتديل **Premiere Loi de Mendel**
- إن المشيج يحمل حليلا واحدا لذا نقول أنه نقي إنه قانون نقاوة الأمشاج أي القانون الثاني لماتديل **2 Loi de Mendel la loi de la purete des gamettes**

## ب - التزاوج الاختباري

في حالة سيادة حليل على حليل آخر يتطلب تحديد النمط الوراثي للفرد الذي يبدي مظهرا خارجيا سائدا وقتنا طويلا و يمكن اللجوء الى استعمال تزاوج يدعى تزاوج اختباري **test-cross** .

التزاوج الاختباري يتم بين فرد له مظهر خارجي سائد و نمطه الوراثي غير معروف مع فرد له مظهر خارجي متنحي و بالتالي متشابه الأقران . فالفرد ذي المظهر المتنحي ينتج نوع واحد من الأمشاج و بما أن هاته الأمشاج تحمل الحليل المتنحي فإن المظهر الخارجي للخلف يكون رهينا بالحليل الذي تحمله أمشاج الفرد الهجين .

**تمرين تطبيقي :** في سلالة من الفئران تعتبر الصفة لون الفرو ( رمادي ) سائدة و الصفة لون ( ابيض ) متنحية . يعطي تزاوج بين فأر رمادي مع فأر ابيض جيل أول F1 مكون من فئران كلها رمادية . و يعطي تزاوج بين فئران من الجيل الأول F1 جيلا ثانيا F2 مكون من فئران تتوزع احصائيا كما يلي : 75% فئران رمادية و 25% فئران بيضاء .

الانماط الوراثية الممكنة للفئران الرمادية من الجيل F2 هي **G//G** أو **G//b** .

لتحديد النمط الوراثي لفأر من الجيل F2 نزاوجه مع فأر ابيض لأن نمطه الوراثي يكون متشابه الأقران **b//b** و هذا التزاوج هو تزاوج اختباري . و اذا كان الفأر الأبيض هو الأب الحقيقي نتكلم عن تزاوج راجع و هكذا سوف نحصل على نتيجتين **حالة اولى :** فأر ابيض x فأر رمادي

اذا اعطى هذا التزاوج فئران كلها رمادية فالفأر الرمادي لم ينتج الا نوع واحد من الأمشاج فهو اذن متشابه الأقران و نمطه الوراثي **G//G**

<b>G</b>	
<b>G</b> <b>b</b>	<b>[ G ]</b> 100%

**حالة ثانية** فأر ابيض x فأر رمادي

اذا اعطى هذا التزاوج فئران 50% رمادية و 50% فئران بيضاء فالفأر الرمادي أنتج نوعين من الأمشاج فهو اذن مختلف الأقران و نمطه الوراثي هو **G//b** أي هجين .

<b>b</b>	<b>G</b>	
<b>b</b> <b>b</b>	<b>[ b ]</b> 50%	<b>[ G ]</b> <b>G</b> <b>b</b> 50%

### خلاصة

إذا أعطى تزاوج اختباري جيلا متجانسا فالفرد المراد اختبار نمطه الوراثي متشابه الأقران . أما إذا كان الجيل المحصل عليه غير متجانس ( 50% + 50% ) فالفرد المراد اختبار نمطه الوراثي مختلف الأقران أي هجين .

## 2- تساوي السيادة او السيادة المشتركة

### أ - معطيات تجريبية

تزاوج سلالتين من نبات شب الليل **la belle de nuit** احدهما لها ازهار حمراء و اخرى لها ازهار بيضاء فنحصل على جيل أول F1 مكون احصائيا من 100% نباتات بازهار وردية . تزاوج بين افراد F1 فنحصل على جيل F2 مكون احصائيا من 25% أزهار بيضاء و 25% نباتات بازهار حمراء و 50% نباتات بازهار وردية .

a - حلل النتائج المحصل عليها بعد التزاوج الاول .

b - ماذا تستنتج بخصوص الحليلين المسؤولين عن لون الزهرة عند هذا النبات ؟

c- انجز شبكة التزاوج الاول و شبكة التزاوج الثاني .

a - الجيل الأول F1 ( جيل الهجاء ) متجانس و له لون وردي و لا يشبه أي أحد من الأبوين . فهم يتوفرون على مظهر خارجي

مختلف عن آباءهم. هذا المظهر الخارجي [ لون وردي ] هو لون وسط بين الأحمر و الأبيض .

b - نستنتج إذن غياب السيادة أو السيادة المشتركة بين الصفتين المتعارضتين . هذا يعني أن الحليلين يبرزان في نفس الوقت .

c - الأنماط الوراثية للأبوين R/R x B/B

شبكة التزاوج الثاني

$\frac{B}{B}$	$\frac{R}{R}$	
$\frac{R}{B}$	$\frac{R}{B}$	$\frac{R}{B}$
$\frac{B}{B}$	$\frac{R}{B}$	$\frac{B}{B}$

شبكة التزاوج الأول

$\frac{R}{B}$	$\frac{R}{B}$	$\frac{R}{B}$
$\frac{R}{B}$	[ ROSE ]	$\frac{B}{B}$
$\frac{B}{B}$	100%	

يتم الحصول على 100% أزهار وردية

المظاهر الخارجية	الأنماط الوراثية
[ B ] 1/4	$\frac{B}{B}$
[ R ] 1/4	$\frac{R}{B}$
[ Rose ] 2/4	$\frac{R}{B}$

خلاصة :

عندما يظهر أفراد الجيل الثاني F2 بعد تزاوج أفراد الجيل F1 المنحدرين من سلالتين نقيتين بنسب  $2/4 + 1/4 + 1/4$  يبرز الحليلان في نفس الوقت لذا نقول أنهما متساويا السيادة أي هناك تساوي السيادة أو السيادة المشتركة .

### 3- المورثة المميّنة

في سلالة من الفئران السوداء يعطي التزاوج فيما بينها دائما فئران سوداء . بينما في سلالة من الفئران الصفراء يعطي التزاوج فيما بينها النسب الاحصائية التالية :  $2/3$  من الفئران صفراء و  $1/3$  من الفئران سوداء . فسر هاته النتائج .

بما أن تزاوج الفئران السوداء فيما بينها اعطى فئران سوداء هذا يدل على أن الفئران السوداء تنتمي لسلالة نقية (n/n)

و بما أن تزاوج الفئران الصفراء اعطى  $2/3$  فئران و  $1/3$  فئران سوداء فهذا يدل على أن الفئران الصفراء هجينة أي مختلفة

الأقتران والصفة لون أصفر سائدة و نرّمز لها J بينما الصفة لون أسود متنحية و نرّمز لها n لذا فالنمط الوراثي للفأر الصفراء

هو J/n و ينتج نوعين من الأمشاج امشاج تحتوي

على الحليل J و أمشاج تحتوي على الحليل n .

شبكة تزاوج الفئران الصفراء

$\frac{n}{n}$	$\frac{J}{n}$	
$\frac{J}{n}$	$\frac{J}{n}$	$\frac{J}{n}$
$\frac{n}{n}$	$\frac{J}{n}$	$\frac{n}{n}$

بما أن الفئران الصفراء تعطي دائما فئران صفراء

و فئران سوداء فيمكن القول بأنها تكون دائما هجينة

و لذا فالفئران ذات النمط الوراثي J/J لا توجد

و بالتالي فالصفة لون أصفر مميّنة Letal في الحالة تشابه الأقران . فالمضغاة ذات النمط الوراثي J/J تموت

### 4 - المورثة المرتبطة بالجنس

أ - النتائج الاحصائية لبعض التزاوجات

ننجز تزاوجات بين سلالتين من ذبابة الخل la drosophile تختلفان في لون العيون . سلالة متوحشة ذات عيون حمراء R و سلالة طافرة ذات عيون بيضاء b .

- التزاوج الاول : انثى ذات عيون حمراء مع ذكر ذي عيون بيضاء فتم الحصول على جيل F1 مكون من ذبابات بعيون حمراء (ذكور و اناث) .

- التزاوج الثاني : انثى ذات عيون بيضاء مع ذكر ذي عيون حمراء فتم الحصول

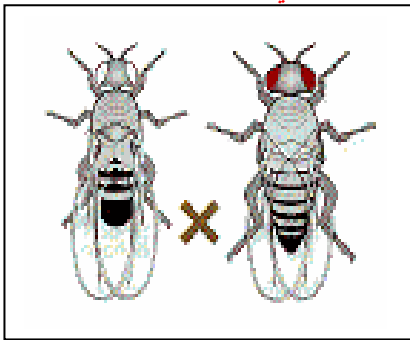
على جيل F'1 مكون من 50% اناث بعيون حمراء و 50% ذكور بعيون بيضاء

ب - تساؤلات

a- قارن نتائج التزاوجين

b - هل يمكن تطبيق القانون الاول لماندل ؟

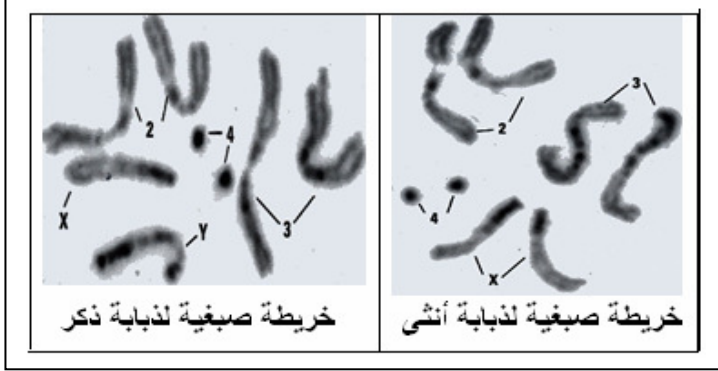
c- فسر النتائج المحصل عليها



a- نلاحظ في التزاوج الثاني أن الذكور يرثون لون أهمهم و الإناث يرثن لون أبيهم لذا فالمورثة المسؤولة عن لون العيون لا توجد على الصبغيات الإجنسية و لا يمكن تفسير نتائج التزاوج الثاني إلا بافتراض أن المورثة المسؤولة عن لون العيون توجد على الصبغيات الجنسية .

b – انطلاقا من نتائج التزاوج الثاني و رغم كون الأبوين من سلالتين نقيتين لا يمكن تطبيق القانون الأول لماتديل

c - لو كانت المورثة المسؤولة عن لون العيون محمولة على الصبغي الجنسي Y لكان الذكور و حدهم يتوفرون على عيون ملونة و بما أن ذلك غير صحيح فإن المورثة المعنية محمولة على الصبغي الجنسي X



### التفسير الصبغي في التزاوج الأول

المظهر الخارجى لأبوين : [R] ♀ x [b] ♂  
 النمط الوراثي لأبوين : RXXR ♀ x bXY ♂  
 أمشاج الأبوين : R X ♀ x b X, Y ♂

شبكة تزاوج الأبوين

	Y	bX	
50% إناث عيون حمراء	RXY	RX Xb	50% ذكور عيون حمراء
		RX	

### التفسير الصبغي في التزاوج الثاني

المظهر الخارجى لأبوين : [b] ♀ x [R] ♂  
 النمط الوراثي لأبوين : bXXb ♀ x RXY ♂  
 أمشاج الأبوين : b X ♀ x R X, Y ♂

	Y	RX	
50% ذكور عيون بيضاء	bXY	RX Xb	50% إناث عيون حمراء
		bX	

**خلاصة :**  
 إن انتقال الصفات المرتبطة بالصبغيات الجنسية يشكل استثناء للقانون الأول لماتديل .

## II - انتقال زوجين من الحليلات

يسمى انتقال زوجين من الحليلات الهجونة الثنائية Le dihybridisme

### 1- حالة مورثتين مستقلتين

#### أ – تزاوج سلالتين نقيتين

تزاوج سلالتين نقيتين من نبات الجلبانة تختلفان في شكل و لون البذرة . احدهما تتوفر على بذور ملساء (L) و صفراء (J) و الاخرى تتوفر على بذور متجعدة (R) Rugueuse و خضراء (V) . بعد الاثمار نحصل على سنقات بها بذور كلها ملساء و صفراء . بعد زرع بذور الجيل F1 و ترك البذور تتلحق تلقائيا و بعد الاثمار تم الحصول على جيل ثاني F2 يتكون من 509 بذرة تتوزع كما يلي:  
 285 بذرة ملساء و صفراء 95 بذرة متجعدة و صفراء 97 بذرة ملساء و خضراء 32 بذرة متجعدة و خضراء

اسئلة a – ماذا تستنتج من خلال نتائج التزاوج الاول ؟  
 b - حلل نتائج F2 .

- c - احسب نسب المظاهر الخارجية في F1 .  
d - اقترح فرضية تفسر بهااته النتائج .  
e - فسرهااته النتائج .  
f - استنتج خلاصة .

### أجوبة

a - افراد الجيل الأول F1 متجانسون و لهم شكل أملس و لون أصفر و هذا يبين أن هاتين الصفتين سائدتان و نرسم لهما L و J بينما الصفتان شكل متجدد و لون أخضر صفتين متنحيتين و نرسم لهما r و v .

b - في الجيل الثاني F2 نلاحظ 4 مظاهر خارجية مظهران ابويان [ L .J ] و [ n . v ] و مظهران جديدا التركيب [ r.J ] و [ L.v ]

c - حساب نسب المظاهر الخارجية في F2 العدد الاجمالي للبذور : 509 = 32 + 97 + 95 + 285

$$\frac{1}{16} \leftarrow \frac{32}{509} [r,v] \quad \frac{3}{16} \leftarrow \frac{95}{509} [r,J] \quad \frac{3}{16} \leftarrow \frac{97}{509} [L,v] \quad \frac{9}{16} \leftarrow \frac{285}{509} [L,J]$$

d- لتفسير نتائج F2 نفترض الأفتراق المستقل للزوجين من التحليلات عند تشكل امشاج أفراد F1 و نقول أن المورثتين مستقلتان أي أنهما محمولتان على صبغيين مختلفين فالمورثة المسؤولة عن لون البذرة محمولة على صبغي و المورثة المسؤولة عن شكل البذرة محمولة على صبغي آخر .

e تفسير النتائج المظهر الخارجي للأبوين [ L . J ]

$$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$$

النمط الوراثي للأبوين

$$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v} + \frac{r}{r} \quad \frac{J}{v} + \frac{L}{r} \quad \frac{v}{v} + \frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$$

أمشاج الأبوين

خلال تشكل امشاج افراد F1 و اثناء المرحلة الانفصالية I يمكن للتحليل L أن يجتمع مع التحليل J او التحليل v و كذلك التحليل r أن يجتمع مع التحليل J أو التحليل r مما يعطي 4 تركيبات متساوية الاحتمال و بالتالي تكون 4 اصناف من الأمشاج و هذا ما يسمى

بالأفتراق المستقل للتحليلات أمشاج افراد F1  $\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v} + \frac{r}{r} \quad \frac{J}{v} + \frac{L}{r} \quad \frac{v}{v} + \frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$

$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$	
$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$
$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$
$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$
$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \quad \frac{J}{v}$	$\frac{r}{r} \quad \frac{v}{v}$

شبكة تزواج أفراد F1

النسب		النتائج المحصل عليها ( نتائج نظرية )	
المظاهر الخارجية	الأنماط الوراثية	المظاهر الخارجية	الأنماط الوراثية
9/16	1/16 2/16 2/16 4/16	[ L.J ]	L//L J//J L//L J//v L//r J//J L//r J//v
3/16	2/16 1/16	[ L.v ]	L//r v//v L//L v//v
3/16	1/16 2/16	[ r.J ]	r//r J//J r//r J//v
1/16	1/16	[ r.v ]	r//r v//v

مقارنة النتائج المحصل عليها تجريبيا بالنتائج النظرية ( المقترحة بناء على افتراض )

العدد الكلي للبذور  $509 = 32 + 97 + 95 + 285$

النسب  $285 [L, J] \leftarrow 9/16 = 285/509$

$97 [L, v] \leftarrow 3/16 = 97/509$

$95 [r, J] \leftarrow 3/16 = 95/509$

$32 [r, v] \leftarrow 1/16 = 32/509$

نلاحظ ان النتائج التطبيقية ( التجريبية) تطابق النتائج النظرية مما يؤكد صحة الفرضية المقترحة سابقا و التي تفترض استقلالية أزواج الحيلات .

### خلاصة

عندما يظهر أفراد الجيل الثاني F2 بعد تزاوج هجاء ينحدرون من سلالتين نقبتين بالنسب الاحصائية التالية:  
 $1/16 + 3/16 + 3/16 + 9/16$  نقول ان المورثتين مستقلتان اي محمولتان على صيغتين مختلفين و بالتالي تحقق القانون الثالث لماندل وهو قانون استقلالية أزواج الحيلات ( نلاحظ عند انتقال صفتين أو أكثر فان افتراق الحيلات يتم بصفة مستقلة ) .

### ب - التزاوج الاختباري

التزاوج الاختباري هو تزاوج بين فرد هجين مع فرد له مظهر خارجي متحي .

النمط الوراثي للفرد الهجين  $\frac{L}{r} \frac{J}{v}$  الأمشاج  $\frac{r}{r} \frac{v}{v} + \frac{r}{r} \frac{J}{v} + \frac{L}{r} \frac{v}{v} + \frac{L}{r} \frac{J}{v}$

النمط الوراثي للفرد المختير  $\frac{r}{r} \frac{v}{v}$  الأمشاج  $\frac{r}{r} \frac{v}{v}$

$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$	
$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$	$\frac{r}{r} \frac{J}{v}$	$\frac{L}{r} \frac{v}{v}$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$	$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$
[ r , v ]	[ r , J ]	[ L , v ]	[ L , J ]	المظاهر الخارجية
1/4	1/4	1/4	1/4	النسب

شبكة التزاوج

يعطي التزاوج الاختباري 4 مظاهر خارجية بنسب متساوية  $1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4$  .

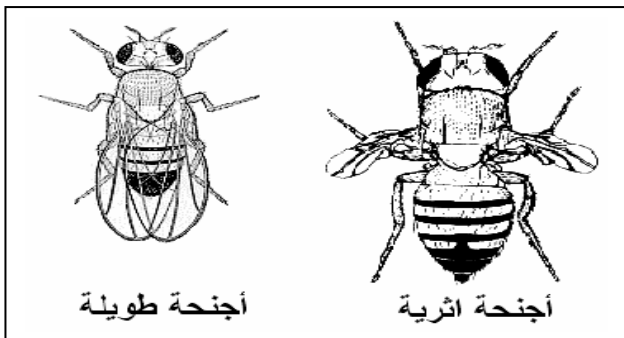
### خلاصة

في حالة هجونة ثنائية اذا أعطى تزاوج اختباري النسب الاحصائية  $1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4$  فان المورثتين مستقلتان أي محمولتان على صيغتين مختلفان مع سيادة تامة .

## 2- حالة مورثتين مرتبطتين

### أ - نتائج بعض التزاوجات

تم تزاوج بين سلالتين من ذبابة الخل تختلفان في صفتين هما طول الاجنحة و لون الجسم . السلالة المتوحشة تتوفر على جسم رمادي و أجنحة طويلة بينما السلالة الطافرة تتوفر على جسم اسود و اجنحة اثرية . اعطى هذا التزاوج جيلا اوليا F1 مكون من ذبابات بجسم رمادي و اجنحة طويلة . بعد ذلك تم تزاوج بين ذبابات من الجيل F1 فتم الحصول على جيل ثاني F2 يتكون احصائيا من :



1980 ذبابة بجسم رمادي و اجنحة طويلة و 650 ذبابة بجسم اسود و اجنحة اثرية .

a - ماذا تنتج من خلال نتائج التزاوج الاول؟

b - احسب نسب المظاهر الخارجية المحصل عليها في F2

c - ما هي الملاحظات التي يمكن ابدالها من خلال نتائج F2 ؟

d - اقترح فرضية تفسر بها هاته النتائج ( النسب و المظاهر) .

e - استنتج خلاصة .

اجوبة

- a - نلاحظ ان الجيل F1 متجانس لذا فالابوين من سلالتين نقيتين و بالتالي تحقق القانون الأول لماندل .  
يتوفر افراد الجيل الأول F1 على صفتي الأب المتوحش فهاتان الصفتان ساندتان :  
- الصفة جسم رمادي G سائدة على الصفة جسم اسود n .  
- الصفة اجنحة طويلة L سائدة على الصفة اجنحة أثرية v .

b- حساب نسب المظاهر الخارجية في F2 : العدد الكلي لافراد F2 = 1980 + 650 = 2630

$\frac{1980}{2630} = \frac{3}{4}$	←	نسبة [G, L]
$\frac{650}{2630} = \frac{1}{4}$	←	نسبة [n, v]

c - نلاحظ ان هاته النتائج تطابق نتيجة الهجونة الأحادية مع سيادة تامة

d - لتفسير هاته النتائج نفترض أن مورثات كل أب تبقى مجتمعة أي محمولتان على نفس الصبغي

$\frac{n v}{n v} [n v]$	x	$\frac{G L}{G L} [G L]$	المظهر الخارجي و النمط الوراثي للأبوين	تفسير النتائج	
$\frac{n v}{n v}$	x	$\frac{G L}{G L}$	أمشاج الأبوين		
$\frac{G L}{n v}$			النمط الوراثي لأفرد F1		
$\frac{n v}{n v}$ و $\frac{G L}{G L}$	♂	x	$\frac{n v}{n v}$ و $\frac{G L}{G L}$	♀	أمشاج أفراد F1

النتائج الإحصائية		شبكة تزاوج أفراد F1		
المظاهر الخارجية	الأنماط الوراثية	$\frac{n v}{n v}$	$\frac{G L}{G L}$	
$\frac{3}{4} [G L]$	$\frac{1}{4} \frac{G L}{G L}$	$\frac{n v}{G L}$	$\frac{G L}{G L}$	$\frac{G L}{n v}$
	$\frac{2}{4} \frac{n v}{G L}$	$\frac{n v}{n v}$	$\frac{G L}{n v}$	$\frac{n v}{n v}$
$\frac{1}{4} [n v]$	$\frac{1}{4} \frac{n v}{n v}$			

نلاحظ أن النسب المحصل عليها تطابق نسب النتائج التطبيقية و بالتالي فالافتراض صحيح أي أن المورثتين مرتبطتان .

#### خلاصة

عندما تكون نتائج الهجونة الثنائية مماثلة لنتائج الهجونة الأحادية بنسب  $3/4 + 1/4$  نستنتج أن المورثتين مرتبطتان أي محمولتان على نفس الصبغي .

#### أ- التزاوج الاختباري

نزواج بين ذكر هجين ينتمي للجيل الأول F1 مع انثى ثنائية التنحي فنحصل على ذبابات كلها ذات الصفتين المتوحشتين .

النمط الوراثي للابوين في هذا التزاوج :

شبكة التزاوج

النمط الوراثي للذكر  $\frac{G L}{n v}$  ، النمط الوراثي للأنثى  $\frac{n v}{n v}$

$\frac{n v}{n v}$	$\frac{G L}{n v}$	
$\frac{n v}{n v}$	$\frac{G L}{n v}$	$\frac{n v}{n v}$

شبكة التزاوج

نفسر هاته النتائج ( المظاهر و نسبها) بكون الفرد الهجين لم يعطي الانوع صنفين من الأمشاج و بالتالي فإن المورثتين المسؤولتين عن لون الجسم و شكل الأجنحة تبقى مجتمعة و هذا ما يسمى ارتباط المورثات Le linkage

#### خلاصة

في حالة هجونة ثنائية إذا أعطى تزاوج اختباري النسب  $1/2 + 1/2$  نستنتج أن المورثتين مرتبطتان أي محمولتان على نفس الصبغي .

### 3 - أهمية العبور الصبغي في تنوع الاجيال

#### أ- معطيات تجريبية

تم انجاز اختباري بين ذبابة خل ذكر ثنائي التنحي (جسم اسود و اجنحة اثرية) بذبابة هجينة (جسم رمادي و اجنحة طويلة) فتم الحصول على جيل اول F1 يتكون من

ذبابات بجسم رمادي و اجنحة طويلة	41.5%	
ذبابة بجسم اسود و اجنحة اثرية	41.5%	
ذبابة بجسم رمادي و اجنحة اثرية	8.5%	
ذبابة بجسم اسود و اجنحة طويلة	8.5%	

- a - حلل نتائج هذا التزاوج  
 b - اكتب النمط الوراثي للاباء  
 c - اكتب النمط الوراثي لافراد F1  
 d - اقترح فرضية تفسر بها هاته النتائج  
 e - فسر هاته النتائج  
 f استنتج خلاصة

#### اجوبة

a - نلاحظ ظهور افراد يحملون الصفات الأبوية بنسبة 83% و افراد يحملون صفات جديدة التركيب بنسبة 17%

b النمط الوراثي للأبوين : الذكر  $\frac{n}{n} \frac{v}{v}$  الأنثى  $\frac{G}{G} \frac{L}{L}$

c النمط الوراثي لافراد F1 كل فرد ورث من أبيه صبغي يحمل المورثتين n و v

بالتالي فالنمط الوراثي لافراد F1  $\frac{G}{n} \frac{L}{v}$

d لتفسير المظاهر الخارجية في F1 يجب افتراض حدوث ظاهرة العبور الصبغي أثناء الانقسام الاختزالي عند تشكل أمشاج الأنثى

e - تفسير النسب المتوقعة للمظاهر الخارجية المحصل عليها في F1 في 66% من الخلايا الأم و أثناء الانقسام الاختزالي لم يحدث عبور صبغي بينما في 34% فقط من الخلايا الأم للبيوضات حدث عبور صبغي بين أذرع الصبغين المتماثلين .

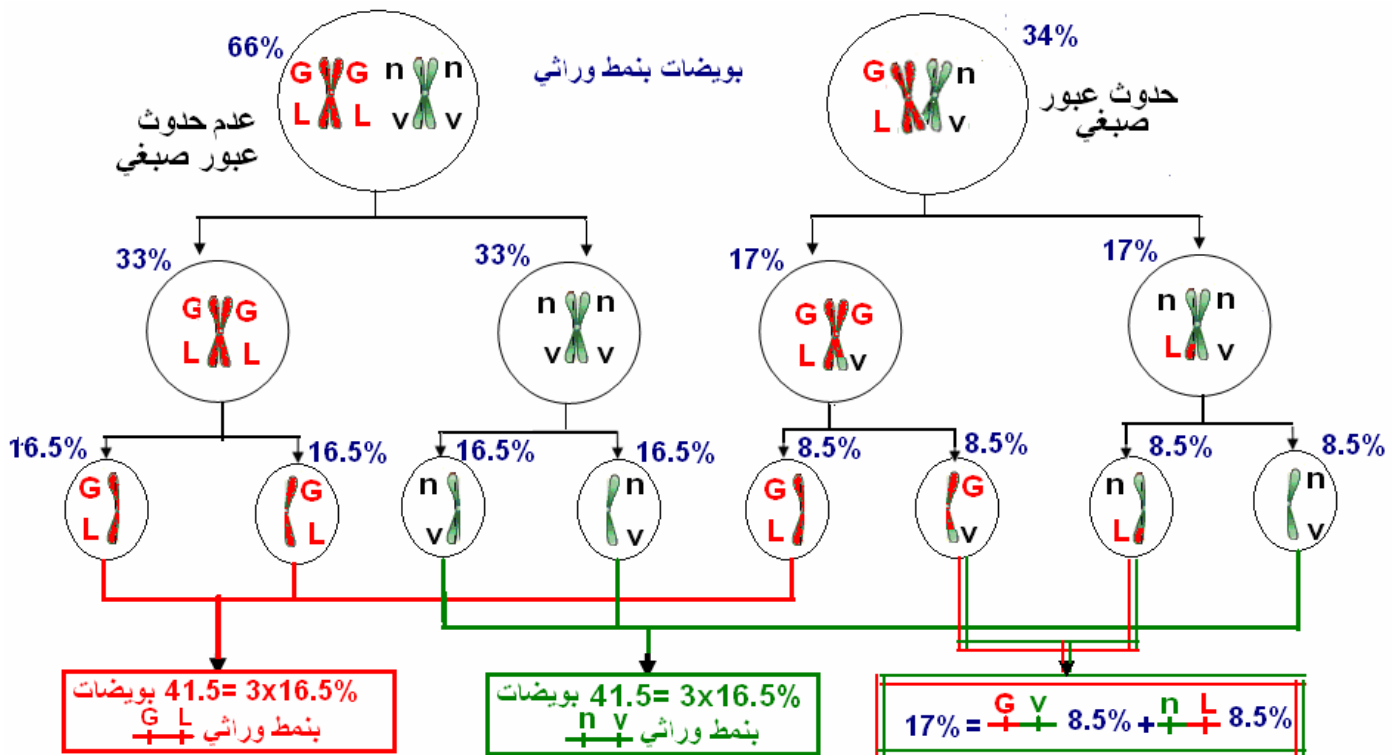
وهكذا تكون : 41.5% بويضات ذات النمط الوراثي  $\frac{G}{n} \frac{L}{v}$

41.5% بويضات ذات النمط الوراثي  $\frac{n}{n} \frac{v}{v}$

8.5% بويضات ذات النمط الوراثي  $\frac{G}{n} \frac{v}{v}$

8.5% بويضات ذات النمط الوراثي  $\frac{n}{n} \frac{L}{L}$

فنقول أن نسبة التركيب الجديد هي  $8.5\% + 8.5\% = 17\%$





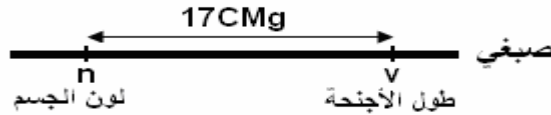
خلاصة من خلال دراسة هذا المثال نستنتج ما يلي :

- 1 ان اكتشاف ظاهرة العبور الصبغي و آلية حدوثه يبينان أن المورثات تتموضع خطيا على الصبغيات .
  - 2- ان الانقسام الاختزالي يمكن من افتراق الحليلات و توزيعها عشوائيا **Repartition alleatoire** بين الخلايا البنات ( تخليط بيصبغي ) .
  - 3- ان ظهور تركيبات وراثية جديدة يبين أن الانقسام الاختزالي يمكن من تغيير بعض الصبغيات اثناء حدوث العبور الصبغي ( تخليط ضمصبغي ) .
- هكذا فخلال الانقسام غير المباشر الذي يمكن من مضاعفة و توزيع مطابق للمادة الوراثية فإن الانقسام الاختزالي يمكن من تخليط لهاته المادة الوراثية عبر الأجيال المتتالية .

### III – مواضع المورثات على الصبغيات

#### 1 – قياس المسافة بين مورثتين

ان نسبة التركيب الجديد بين مورثتين مرتبطتين يكون دائما ثابتا مما دفع T.H. MORGAN الى افتراض ان مكان تموضع المورثة على الصبغي يكون دائما ثابتا . و يمكن استعمال التركيبات الجديدة لقياس المسافة بين المورثات . فكلما ابتعدت مورثتان الا وارتفع احتمال حدوث عبور صبغي و بالتالي ارتفعت نسبة التركيبات الجديدة . و لقياس المسافة الفاصلة بين مورثتين استعمل MORGAN وحدة تدعى وحدة مورغان unite Morgan التي تساوي 1% من التركيبات الوراثية الجديدة و التي يرمز لها 1CMg . ففي المثال السابق نجد 17% من التركيبات الجديدة بين مورثتي لون الجسم و شكل الاجنحة لذا يمكن القول ان المسافة الفاصلة بين المورثة المسؤولة عن لون الجسم و المورثة المسؤولة عن طول الاجنحة هي 17 CMg .

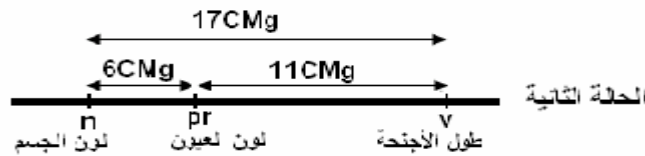


#### 2- التموضع النسبي للمورثات على صبغي

عند ذبابة الخل توجد المورثتان المتنحيتان ( جسم اسود و اجنحة اثرية ) على نفس الصبغي كما سبقت دراسته . هذا الصبغي يحمل ايضا مورثة متنحية ( عيون أرجوانية ) نشير اليها بحرف pr ( pourpre ) . فما هي المسافة بين هاته المورثات الثلاث ؟ - مكنت تزاوجات اختبارية بين اناث هجينات و ذكور لهم مظاهر خارجية متنحية من تحديد نسب التركيبات الوراثية الجديدة بين هاته المورثات الثلاث n , v , pr . - بالنسبة للمورثتين n و pr نسبة التركيبات الجديدة هي 6% و بالتالي المسافة بين المورثتين هي 6 CMg . اذن هناك حالتان ممكنتان لتموضع هاته المورثات الثلاث على الصبغي



لكن نسبة التركيبات الجديدة بين v و pr هي 11% تمكن من اختيار الحالة الأولى



### IV – خلاصة عامة

#### 1- القوانين الثلاث لماتديل

Loi d uniformite des hybrides

قانون تجانس الهجاء

أ – القانون الاول

عند تزاوج سلالتين نقيتان تختلفان بصفة او اكثر فان افراد الجيل الاول F1 يكون متجانسا . المورثات المرتبطة بالجنس تشكل استثناء لهذا القانون .

Loi de la purete des gametes

قانون نقاوة الامشاج

ب – القانون الثاني

لا يمكن تفسير النسب المئوية لمختلف المظاهر الخارجية المحصل عليها في الجيل الثاني F2 الا بافتراق العاملين الوراثيين ( الحليلين ) اثناء تشكل الامشاج . فالمشيج يحتوي على احد الحليلين المحددين للصبغيتين المتعارضتين فنقول ان المشيج نقي .

Loi d independance des couples alleliques

قانون الافتراق المستقل للحليلات

ت – القانون الثالث

يلاحظ عند انتقال صفتين او أكثر يكون افتراق ازوج الحليلات بصفة مستقلة فالمورثات المرتبطة تشكل استثناء لهذا القانون .