المدرسة العليا للأساتذة آسيا جبار قسنطينة
قسم العلوم الطبيعية

الدكتور بوحوحو مولود

فصل 2:
الوراثة المندلية
وراثة الكائنات ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n)

أولا: الهجونة الأحادية

أ- السيادة التامة (Dominance)

ب - التحورات المندلية:

-1- السيادة التعادلية (Codominance) ؛

-2- العوامل الوراثية المميتة (محذوف)؛

-3- الوراثة المتأثرة بالجنس؛

-4- العوامل الأليلية المتعددة.

ثانيا: الهجونة الثنائية

أ- قانون التوزيع الحر لمندل

ب- نسب الهجن الثنائية المحورة (محذوف)؛

ثالثا: الهجونة الثلاثية

أولا: الهجونة الأحادية

أولا: الهجونة الأحادية

أـ السيادة التامة (Dominance)

ب ـ التحورات المندلية:

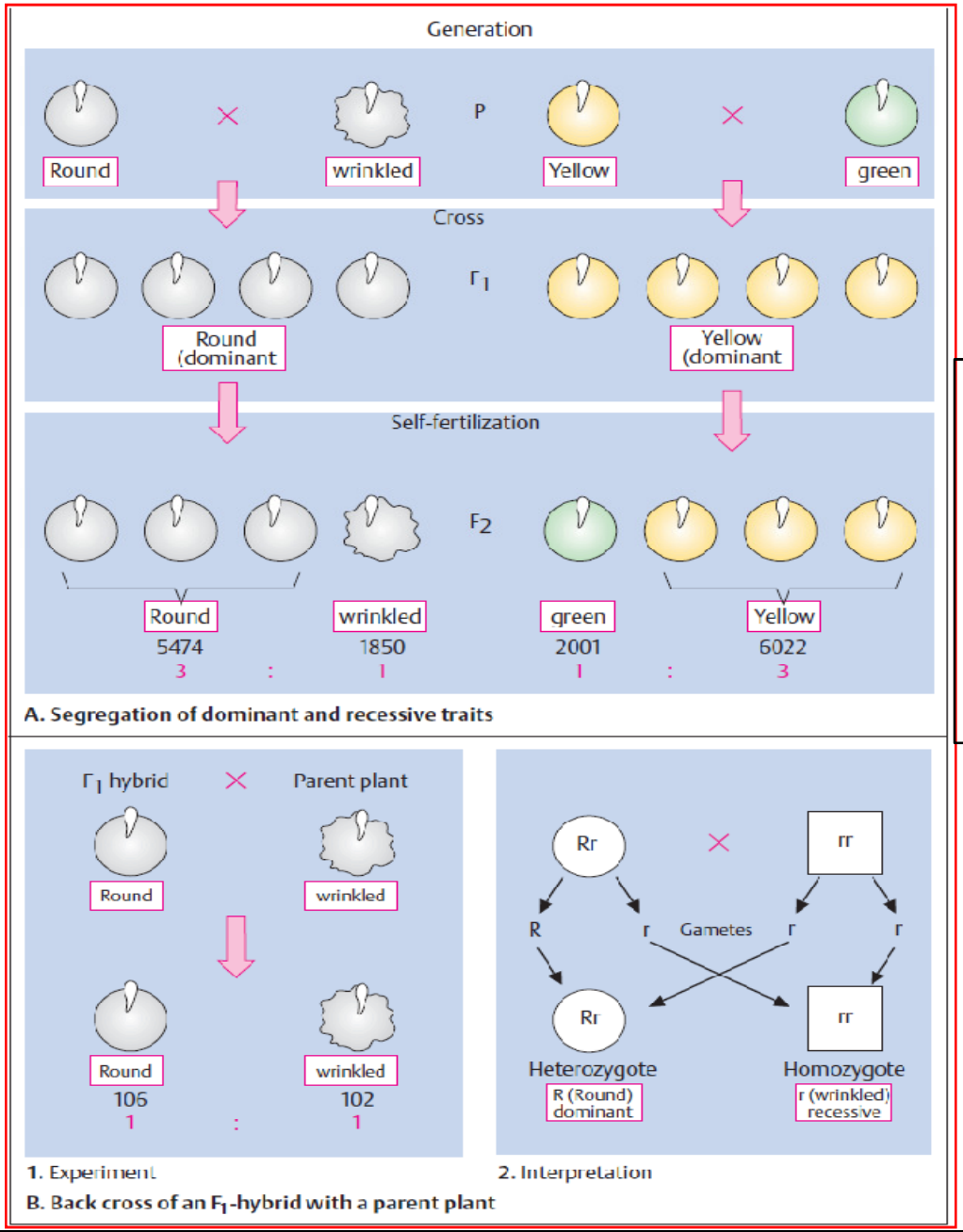
1ـ السيادة التعادلية (Codominance) ؛

2ـ العوامل الوراثية المميتة؛ (محذوف)؛

3ـ الوراثة المتأثرة بالجنس؛

4ـ العوامل الأليلية المتعددة.

	طول الساق	لون الزهرة	لون البذرة	شكل البذرة	لون القرن	شكل القرن	موقع الأزهار
الصفة السائدة	طويل	أرجواني	أصفر	ممتلئ	أخضر	ممتلئ	محوري
الصفة المتنحية	قصير	أبيض	أخضر	مجعد	أصفر	مجعد	قمي



قانون نقاوة الجاميطات

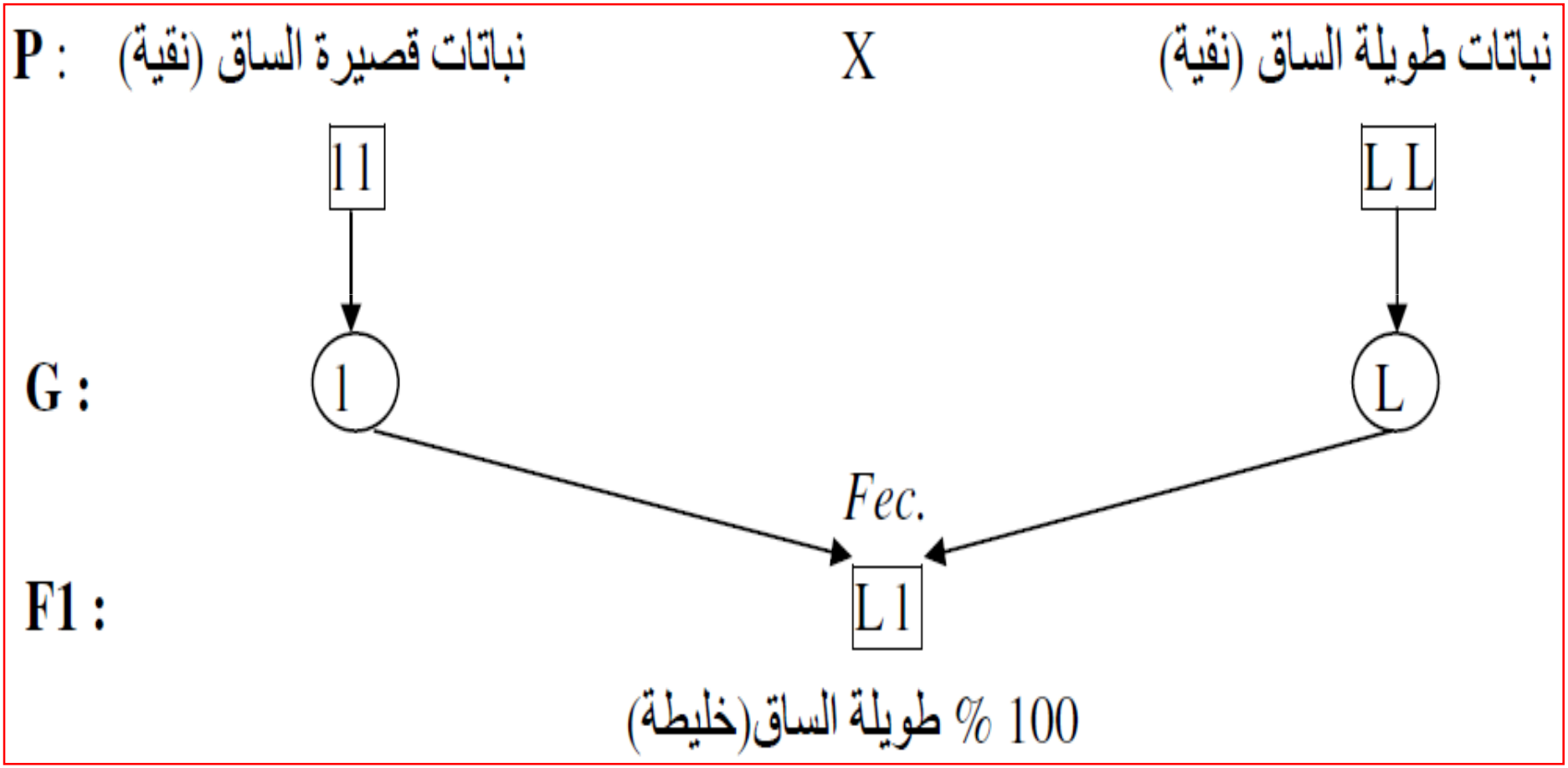
:(Pureté des gamètes)

وينص على أن الجاميطة (الخلية التناسلية) لا تحمل إلا أليلا واحدا من أليلي الجين A, a (نتيجة الانقسام الميوزي).

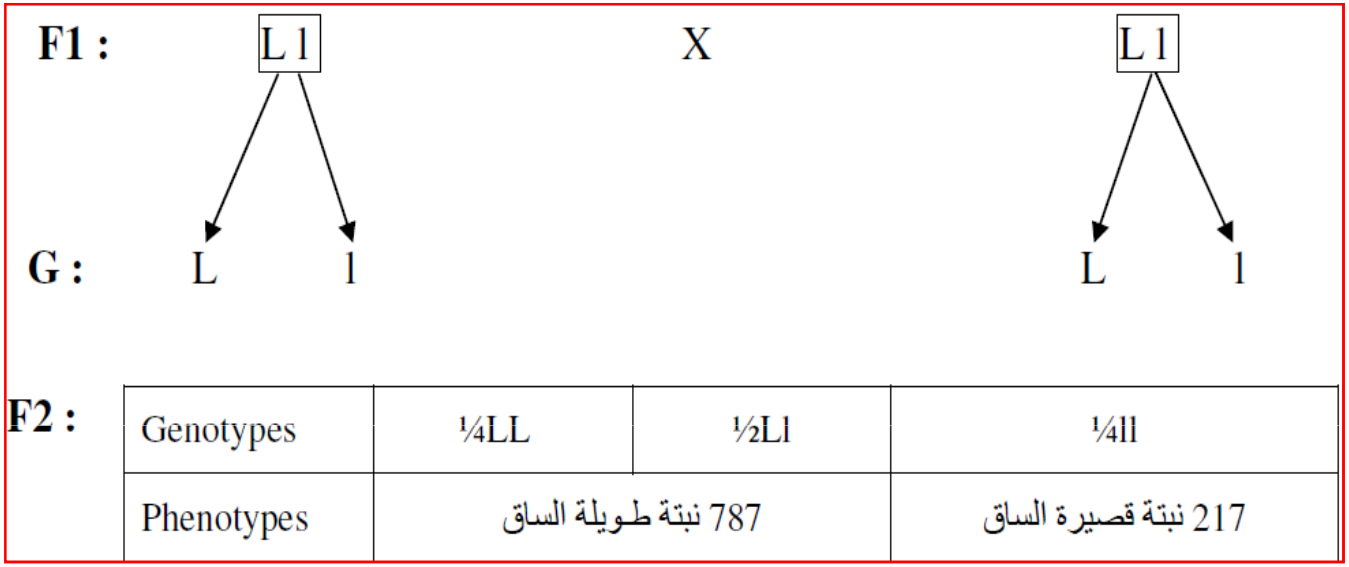
صفات الآباء		صفات الجيل الأول	الجيل الثاني	
			الأعداد والصفات	النسب
الأزهار	حمراء ˟ بيضاء	حمراء	705 حمراء : 224 بيضاء	1 : 3.15
	إبطية ˟ قمية	إبطية	651 إبطية : 207 قمية	1 :3.14
السوق	طويلة ˟ قصيرة	طويلة	785 طويلة : 277 قصيرة	1 : 2.84
القرون	منتفخة ˟ محززة	منتفخة	882 منتفخة : 299محززة	1 : 2.96
	خضراء ˟ صفراء	خضراء	428 خضراء : 152 صفراء	1 : 2.82
البذور	ملساء ˟ مجعدة	ملساء	5474 ملساء : 1850 مجعدة	1 : 2.96
	صفراء ˟ خضراء	صفراء	6022 صفراء : 2001 خضراء	1 : 3.01

الجدول (1) نتائج تجارب مندل على نبات البازلاء

ـ دراسة صفة طول الساق في البازلاء



وبإجراء التلقيح الذاتي (Auto fécondation):



F2 :				
	Genotypes	¼LL	½Ll	¼ll
	Phenotypes	787 نبتة طويلة الساق		217 نبتة قصيرة الساق

Punnett square table

		♀	
		L	l
♂	L	LL	Ll
	l	Ll	ll

وبذلك استخلص مندل **قانون الإنعزال** الذي ينص على:

"إذا اختلف فردان في زوج واحد من العوامل الوراثية أو الأليلية، فإنه ينتج عن تزاوجهما جيلا يحمل الصفة السائدة، وبتركه **للتلقيح الذاتي** تظهر صفتي الأبوين في **الجيل الثاني** بنسبة **3 سائد إلى 1 متنحي**".

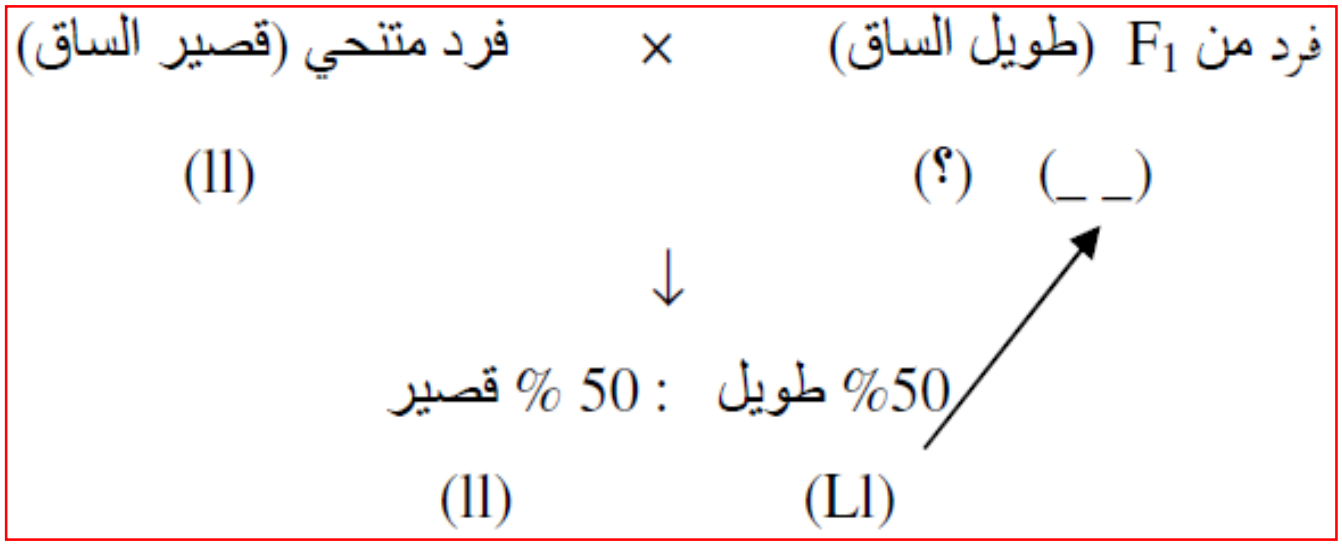
ملاحظات:

1- عند تلقيح أحد أفراد F_1 مع أحد الأبوين يسمى هذا التهجين بالتلقيح الرجعي **(Backcross)**.

2- أما إذا **لقحت أفراد F_1 مع فرد متنحي الصفة (II)**، فإن النواتج تمكننا من معرفة مدى نقاوة هذا الفرد (المجهول التركيب الوراثي).

ولذلك سمي **بالتلقيح الاختباري (اختبار النقاوة) (Test Cross)**.

مثال: بأخذ فرد من F_1 **مجهول التركيب الوراثي** :



ب- التحورات المندلية (Autres rapports alléliques):

أوضحت الأبحاث التي تلت أعمال مندل أن هناك تهجينات تحيد نتائجها عن القوانين التي وضعها.

•السيادة التعادلية (الوسطية) السيادة غير التامة (Codominance):

وفيها :

ـ يظهر في الجيل F_1 صفة وسط بين صفتي الأبوين،

ـ كما يمكن تمييز 3 مجاميع مظهرية في F_2 :

شبيهة الأب (1) : شبيهة الجيل F_1 : شبيهة الأب (2)

بنسبة: **1 : 2 : 1** على الترتيب،

وهي تختلف عن نسبة المجاميع المظهرية في F_2 الخاصة بحالة السيادة التامة:

(**3 سائد : 1 متنحي**)

مثالها: نبات فم الذئب(Gueule de loup) *Antirrhinum majus*

P : نباتات ذات أزهار بيضاء (نقية) X نباتات ذات أزهار حمراء (نقية)

$C^B\ C^B$ $C^R\ C^R$

G : C^B C^R

Fec.

F1 : $C^B\ C^R$

100 % أزهار وردية (خليطة)

F1 x F1

	C^B	C^R
C^B	C^BC^B	C^BC^R
C^R	C^BC^R	C^RC^R

F_2 :

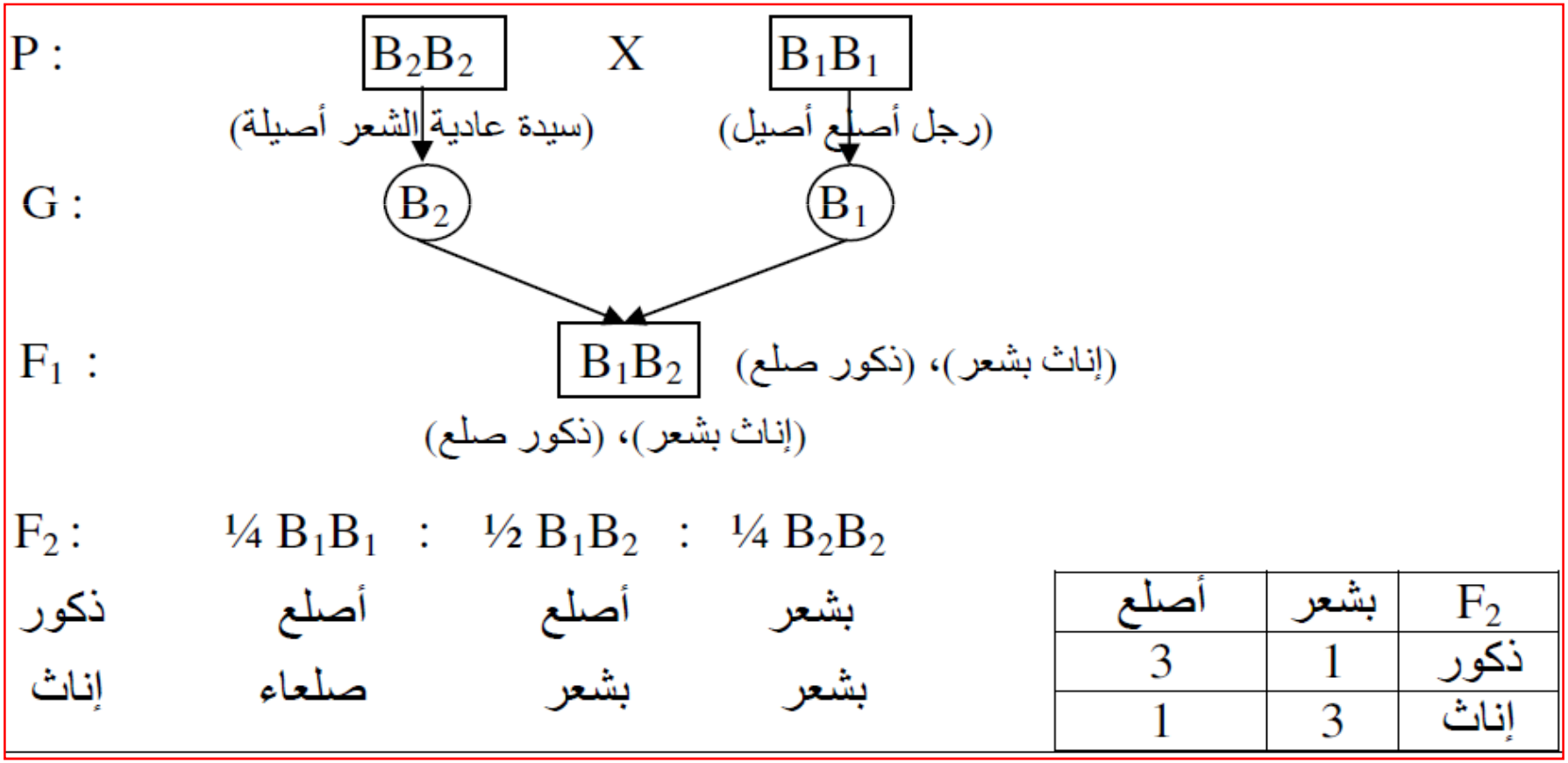
Genotypes: ¼ C^BC^B : ½ C^BC^R : ¼ C^RC^R

Phenotypes: بيضاء : وردية : حمراء

النسبة : 1 : 2 : 1

3- الوراثة المتأثرة بالجنس:

هي التي تكون محكومة **بمورثات يعتمد تأثيرها على جنس الفرد الحامل**، ويرجع ذلك غالبا إلى الاختلاف في البيئة الداخلية الناتجة عن **الهرمونات الجنسية**. وأشهر الأمثلة عليها هو الجين الخاص بالصلع في الإنسان، حيث وعند حدوث الزواج الموالي:



F_2	بشعر	أصلع
ذكور	1	3
إناث	3	1

4ـ العوامل الأليلية المتعددة (Multi-allèles ou Allèles multiples) :

في النظم الوراثية العادية يقتصر عدد الأليلات بها على **زوج واحد**، يقابل أحدهما الآخر على الكروموسومين القرينين.

ـ بتأثير الطفرات فإن الجين أو الموقع الجيني الواحد قد يأخذ صورا أليلية متعددة،

وكل فرد من العشيرة لا يحتوي إلا على أليلين فقط من الأليلات المتعددة.

الرموز في حالة الأليلات المتعددة:

يستخدم عادة حرف كبير لتمييز الأليل الذي يسود على بقية الأليلات، و الحرف الصغير يميز الأليل المتنحي بالنسبة لكل الأليلات، بينما الأليلات الأخرى والتي لها درجات متفاوتة من السيادة بين طرفي السلسلة يرمز لها عادة بالحرف الصغير مرفوع إلى أس بحرف آخر مناسب .

مثال1: نظام مجموعة الدم ABO في الإنسان:

يمكن الرمز إلى سلسلة علاقات السيادة كالتالي: $I^A = I^B > i$. ونحتاج إلى اثنين من مضادات المصل (مضاد A ومضاد B) لتحديد 4 أنماط مظهرية :

الأنماط المظهرية (Phenotypes)	التفاعل مع		التراكيب الوراثية
مجاميع الدم	مضاد B	مضاد A	Genotypes
A	−	+	$I^A I^A , I^A i$
B	+	−	$I^B I^B , I^B i$
AB	+	+	$I^A I^B$
O	−	−	ii

مثال 2: لون عيون حشرة الدروسوفيلا: *Drosophila melanogaster*

و فيه نجد أن كل أليل في السلسلة ماعدا w ينتج قدرا من صبغة لون العين،
و يقل هذا القدر المنتج بتتبع الأليلات من أعلى السلسلة إلى أدناها.

الأليل	w	w^{i}	w^{p}	w^{t}	w^{bf}	w^{h}	w^{a}	w^{ch}	w^{e}	w^{bl}	w^{co}	W^{+} أو W
اللون	أبيض	عاجي	لؤلؤي	أصفر	ذهبي	عسلي	مشمشي	كريزي	أيوسيني	دموي	أحمر قرنفلي	بري (أحمر)

Plate I. *Some eye colors in* Drosophila melanogaster. *(After E. M. Wallace, in* An Introduction to Genetics *by Sturtevant and Beadle, Saunders, 1938.)*

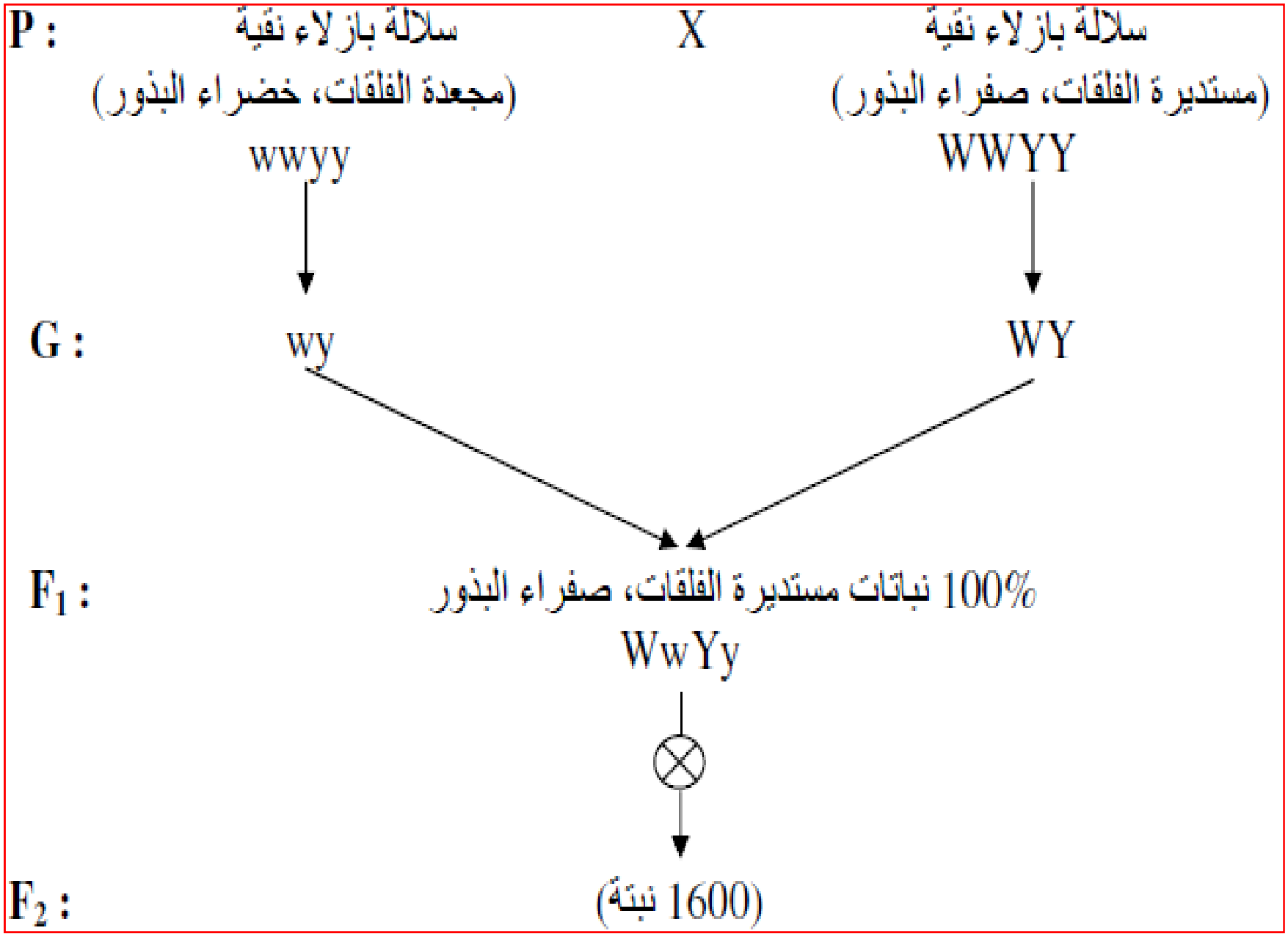
ثانيا: الهجونة الثنائية

ثانيا: الهجونة الثنائية
أ- قانون التوزيع الحر لمندل
ب- نسب الهجن الثنائية المحورة (محذوف)؛
ثالثا: الهجونة الثلاثية

أ- قانون التوزيع الحر لمندل:

و ينص على أن توزيع كل زوج من الأليلات يجري بشكل مستقل عن الأخر.
فعند تزاوج فردان يختلفان في زوج من الصفات (جينان) ينتج جيلا يحمل الصفة السائدة لكل منهما. و بتلقيحه ذاتيا تنعزل كل صفة مستقلة عن الأخرى في F_2 بنسبة **3 سائد : 1 متنحي**. أي أن أزواج الجينان المستقلان يتوزعان توزيعا حرا على الجاميطات المنتجة لـ F_2 .

و مثال ذلك **دراسة لون الفلقات و شكل البذور** في نبات البازلاء.

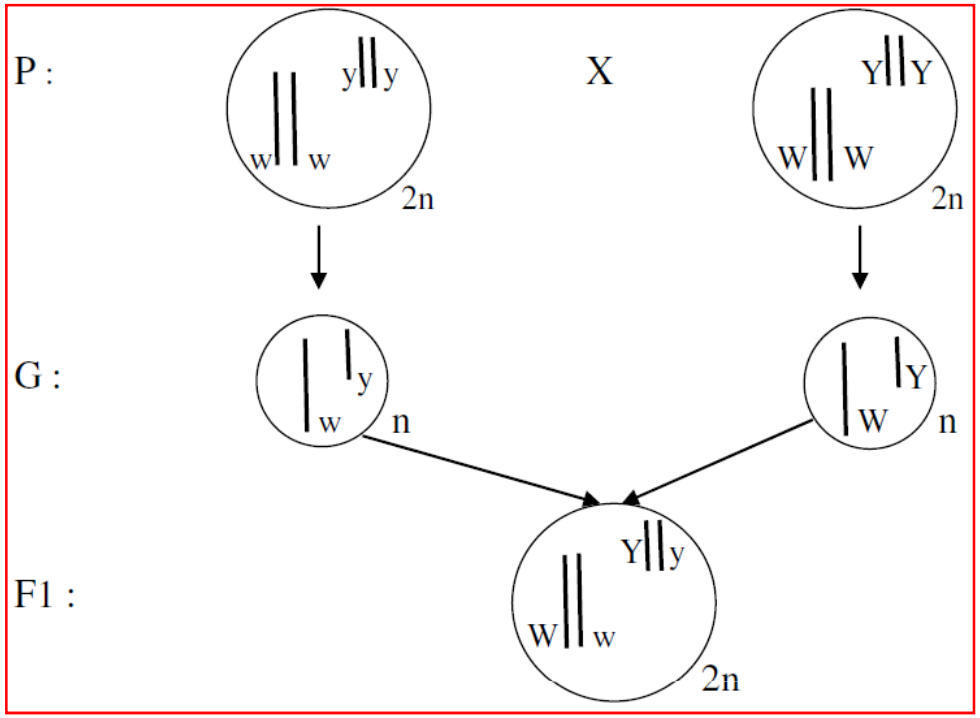

P :
سلالة باز لاء نقية
(مجعدة الفلقات، خضراء البذور)
wwyy
X
سلالة باز لاء نقية
(مستديرة الفلقات، صفراء البذور)
WWYY
G :
wy
WY
F1 :
100% نباتات مستديرة الفلقات، صفراء البذور
WwYy
F2 :
(1600 نبتة)

و الفرد F_1 ينتج عددا من أنواع الجاميطات $2^n = 2^2 = 4$، حيث n هو **عدد الجينات الموجودة في الصورة الهجينة** (جين الشكل بأليليه السائدW و المتنحيw ، وجين اللون بأليليه السائد Y والمتنحي y).

	WY	Wy	wY	wy
WY	WWYY	WWYy	WwYY	WwYy
Wy	WWYy	WWyy	WwYy	Wwyy
wY	WwYY	WwYy	wwYY	wwYy
wy	WwYy	Wwyy	wwYy	wwyy

النسبة	الشكل الظاهري	النمط الوراثي	الأعداد الملاحظة
16/9	مس، ص	W_Y_	904
16/3	مس، خ	W_yy	296
16/3	مج، ص	wwY_	301
16/1	مج، خ	wwyy	99

التمثيل الكروموسومي للتهجين السابق:



و لإثبات قانون التوزيع الحر لمندل ندرس انعزال كل صفة على حدى.

شكل الفلقات		لون البذور	
مستديرة	مجعدة	صفراء	خضراء
296+904	99+301	301+904	99+296
1200	400	1205	395
3	1	3	1

و منه فالتهجين يتحكم فيه جينان بأربعة أليلات (اثنان لكل جين) **(WwYy)**.

ـ و لمعرفة مدى **نقاوة أفراد F_1** **ثنائية الهجين (هجينة الموقعين)**، نجري **التلقيح الاختباري** الموالي:

P : wwyy X WwYy

↓ ↓

G : wy WY, Wy, wY, wy

F_2 :

Génotypes	1/4 WwYy	1/4Wwyy	1/4wwYy	1/4wwyy
Phenotypes	مس،ص	مس،خ	مج،ص	مج،خ
Nbre	201	195	199	204

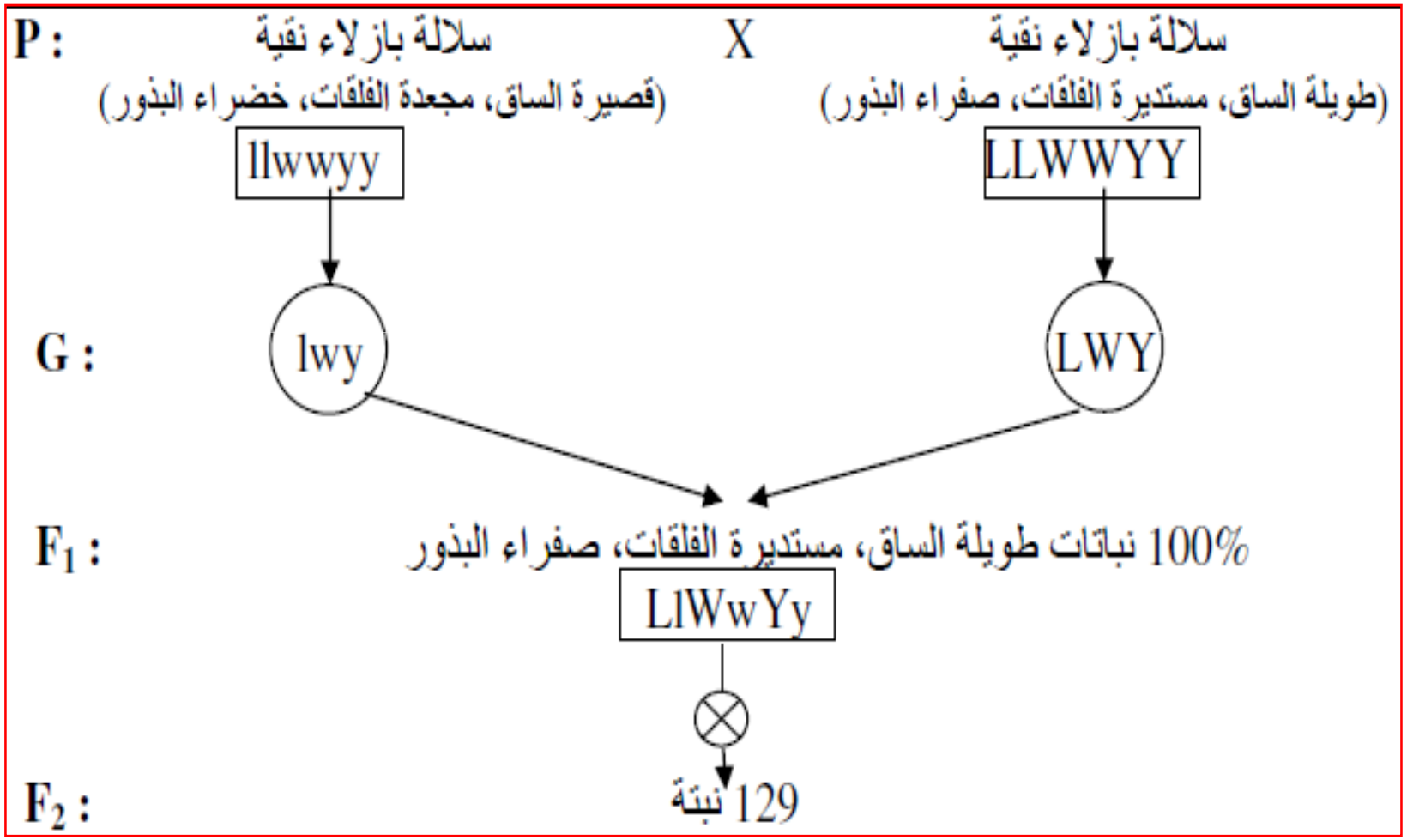
وقد كانت نتائج **التلقيح الاختباري** عند مندل كالتالي:

201 : 195 : 199 : 204 على الترتيب، وهي كنسبة: **1:1:1:1**.

نتيجة: إذا كانت نسب نتائج التلقيح الاختباري في حالة الهجونة الثنائية هي : **1:1:1:1**، فهناك **جينان مستقلان** (أليلان لكل جين) يحكمان التهجين.

ثالثا: الهجونة الثلاثية

ليكن التهجين الموالي:



و تعطى أنواع الجاميطات المختلفة لتركيب وراثي ثلاثي الهجين **(Trihybride)** من خلال : $2^n = 2^3 = 8$

حيث : **n: عدد أزواج الأليلات المتواجدة في الصورة الهجينة**.

L	W	Y	LWY
		y	LWy
	w	Y	LyW
		y	Lwy
l	W	Y	lWY
		y	lWy
	w	Y	lwY
		y	lwy

و بذلك ستتكون أفراد F_2 من (8 x 8)= 64 وحدة نمط وراثي Genotypes.
و ستكون الأشكال المظهرية و نسبها كما يلي:

¾ L_ (طويلة)	¾ W_ (مستديرة)	¾ Y_ (صفراء)	27/64 L_W_Y_ (ط، مس، ص)	55	الأعداد
		¼ yy (خضراء)	9/64 L_W_yy (ط، مس، خ)	18	
	¼ ww (مجعدة)	¾ Y_ (صفراء)	9/64 L_wwY_ (ط، مج، ص)	19	
		¼ yy (خضراء)	3/64 L_wwyy (ط، مج، خ)	06	
¼ ll (قصيرة)	¾ W_ (مستديرة)	¾ Y_ (صفراء)	9/64 llW_Y_ (ق، مس، ص)	17	
		¼ yy (خضراء)	3/64 llW_yy (ق، مس، خ)	05	
	¼ ww (مجعدة)	¾ Y_ (صفراء)	3/64 llwwY_ (ق، مج، ص)	07	
		¼ yy (خضراء)	1/64 llwwyy (ق، مج، خ)	02	

والأعداد المحصل عليها (55، **18**، **19**، **17**، **06**، **05**، **07**، 02)
تتماشى و النسب : 1:3:3:3:9:9:9:27 = 64 = (8x8).
إذن يتحكم في التهجين ثلاث جينات مستقلة،
ـ و للتأكد ندرس انعزال كل صفة على حدى لدى أفراد F_2 :

	صفة طول الساق		صفة ملمس البذرة		صفة لون البذرة	
	طويلة الساق	قصيرة الساق	ملساء البذور	مجعدة البذور	صفراء البذور	خضراء البذور
الأعداد	55	17	55	19	55	18
	18	05	18	06	19	06
	19	07	17	07	17	05
	06	02	05	02	07	02
المجموع	98	31	95	34	98	31
النسبة	1 : 3		1 : 3		1 : 3	
النتيجة	هناك جين واحد (بأليليه) يتحكم في صفة طول الساق		هناك جين واحد (بأليليه) يتحكم في صفة ملمس البذرة		هناك جين واحد (بأليليه) يتحكم في صفة لون البذرة	
النتيجة العامة	و بذلك يكون مجموع الجينات المتحكمة في هذا التهجين هو 3 جينات مستقلة					

فصل 2: الوراثة المندلية

... من الامتحانات السابقة

ـ أكمل الفراغات المنقطة، واملأ الجداول :

ترجمة مصطلح :

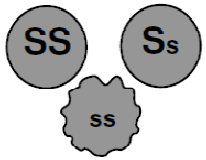
(النسل الناتج : *Offspring*).

1. Fill in the blank spaces.

Another characteristic that Mendel studied was seed shape. He found that there are 2 alleles:

Gene "S" causes smooth seeds.

Gene "s" causes wrinkled seeds.



Smooth is a)..... over wrinkled, which is b).....

Possible Genotypes & Phenotypes

c)..... = wrinkled

Ss = d).....

SS = e).....

A plant with genotype Ss was crossed with a plant with wrinkled seeds.

f) Genotypes of these plants? ..... x .....

Complete the Punnett Square by filling in the blank spaces.

wrinkled seed parent gametes

Ss parent gametes	g).....	.....
h).....	i).....	.....
.....	.....	.....

Phenotypes of Offspring — Smooth seeds : wrinkled seeds

j) percentages .....% : .....%

k) ratio ..... : .....

2. Some fruit-flies have bodies covered in hairs, some are "hairless".

hairless hairy

If you cross "pure-breeding" hairy flies with "pure-breeding" hairless flies, the offspring are 100% hairy.

a) Which characteristic is dominant? .....

b) Suggest a suitable symbol for this gene. .....

c) Which characteristic is recessive? .....

d) Suggest a suitable symbol for this gene. .....

Complete the Punnett Squares for the following crosses.

e) Hh x Hh

gametes	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Offspring Phenotypes — Hairy : hairless

ratio ..... : .....

f) Hh x HH

gametes	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Offspring Phenotypes — Hairy : hairless

percent ..... : .....