قانون التوزيع الحُر

نَص القانون:- ينفصل أليلا الصفة الواحدة أحدهما عن الآخر بصورة مستقلة عن انفصال أليلات الصفات الأخرى عند تكوين الجاميتات بعملية الانقسام المنصف.

تجربة مندل : (دراسة صفتين معا)

أ- أجرى تلقيح خلطي بين نبات بازيلاء أصفر و أملس البذور متماثل الأليلات للصفتين مع آخر أخضر و مجعد البذور فكانت جميع أفراد الجيل الأول صفراء و ملساء البذور.

ب- ترك نباتات الجيل الأول تتلقح ذاتيًا ، فنتجت نباتات الجيل الثاني بالصفات والنسب الآتية :

(9) صفراء و ملساء البذور : (3) صفراء و مجعدة البذور

(3) خضراء و ملساء البذور : (1) خضراء و مجعدة البذور

لنُعبّر عن تجربة مندل بمخطط وراثي :-

نرمز إلى أليل البذور الصفراء (Y) و الخضراء (y) ، و أليل البذور الملساء (R) والمجعدة (r):

الطّراز الشكلي للأبوين :

الطراز الجيني للأبوين :-

الطّراز الجيني للجاميتات :

الطّراز الجيني لأفراد الجيل الأول :

الطّراز الشكلي لأفراد الجيل الأول :

الطّراز الشكلي لآباء الجيل الثاني : أصفر و أملس البذور × أصفر و أملس البذور

الطّراز الجيني لآباء الجيل الثاني : YyRr × YyRr

الطّراز الجيني للجاميتات : (YR , Yr , yR , yr) × (YR , Yr , yR , yr)

الطّرز الجينية لأفراد الجيل الثاني :

الجاميتات	YR	Yr	yR	yr
YR				
Yr				
yR				
yr				

إملأ المربع ثم أجب عما يلي :

1) ما نسبة الطرز الشكلية للصفتين معًا ؟

( ) صفراء و ملساء :( ) صفراء و مجعّدة :( ) خضراء و ملساء :( ) خضراء و مجعدة

2) ما احتمال الحصول على نبات :-

أ) أملس البذور من بين كافة النباتات الناتجة ؟ _____

ب) طرازه الجيني Yyrr ؟ _____

ج) أصفر أملس غير نقي للصفتين ؟ _____

د) طرازه الجيني YYRr ؟ _____

3) إذا كان العدد الكلي للنباتات 800 ، ما عدد النباتات التي تحمل الطراز الجيني yyRr ؟

ملاحظة : لإيجاد النسب والاحتمالات بطريقة سريعة ، نفصل كل صفة على حِدة ثم نقوم بعملية الضرب للصفتين :

صفراء و ملساء × صفراء و ملساء

YyRr × YyRr

لون البذور	شكل البذور
الطرز الجينية : Yy × Yy	Rr × Rr
الجاميتات : (Y , y) (Y , y)	(R , r) (R , r)
F2 : YY , Yy , Yy , yy	RR , Rr , Rr , rr
1 أخضر : 3 أصفر	1مجعد : 3 أملس

أضرب الصفتين معا :-

أصفر أملس : ¾ × ¾ =

أصفر مجعد:

أخضر أملس:

أخضر مجعد :

باستخدام طريقة الفصل ، ما احتمال الحصول على نبات :

1- أصفرأملس غير نقي للصفتين ؟

2- طرازه الجيني Yyrr ؟

3- طرازه الجيني YYrr ؟

4- طرازه الجيني yyRr ؟

ملاحظة : عدد أنواع الجاميتات لأي طراز جيني في الصفات المندلية هو $(2)^{n}$ حيث n عدد أزواج الأليلات غير النقية (المتخالفة) .

أمثلة تتعلق بقانون التوزيع الحر

مثال 1 : ما أنواع الجاميتات التي تنتجها الطرز الجينية الآتية ؟

1- **aaBb** ؟ عدد الأنواع $(2)^{1}=2$: ab , aB

2- **RrGG** ؟

3- **AaDd** ؟

4- **Aa bb Rr** ؟

5- **Aa Rr Tt** ؟

ملاحظة:- عند إعطاء طراز شكلي لأحد الأبوين في أي سؤال، يجب الاستفادة من هذه المعلومة، لأن الصفة المتنحية تكون نقية والصفة السائدة قد تكون نقية او غير نقية.

مثال (2) : في أحد أنواع القوارض أليل الشعر الأسود (B) سائد على الأبيض (b) ، و أليل الشعر الأملس (T) سائد على المجعد (t) ، فإذا أجري تزاوج بين فرد أسود أملس الشعر غير متماثل الأليلات للصفتين مع آخر أبيض مجعد الشعر ، المطلوب : -

1) ما الطرز الجينية للأبوين ؟
2) ما الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ؟

مثال3: عمل باحث على تلقيح نباتي بازيلاء ، وكان الطراز الجيني لأحدهما RrTt والآخر RrTT، ما احتمال إنتاج نبات طرازه الجيني RrTt ؟

مثال 4:أجري تلقيح بين نباتي بازيلاء أحدهما أرجواني الأزهار مجعد القرون، والآخر مجهول الطراز الشكلي ، فنتجت نباتات بالصفات والنسب الآتية :

75% أرجوانية الأزهار ممتلئة القرون : 25% بيضاء الأزهار ممتلئة القرون

إذا علمت أن أليل الأزهار الأرجوانية (R) سائد على أليل الأزهار البيضاء (r) ، وأليل القرون الممتلئة (D) سائد على المجعدة (d) ، المطلوب :-

1-اكتب الطراز الجيني لكل من النباتين الأبوين (للصفتين معًا) ؟
2-ما الطراز الشكلي للنبات المجهول ؟
3-اكتب الطرز الجينية لكافة النباتات الناتجة ؟
4-ما احتمال الحصول على نبات طرازه الجيني RRDD ؟

مثال (5) :أجري تلقيح بين نباتي بازيلاء فنتجت نباتات بالصفات والأعداد الآتية :
95 طويلة الساق محورية الأزهار ، 92 طويلة الساق طرفية الأزهار ،
33 قصيرة الساق محورية الأزهار ، 30 قصيرة الساق طرفية الأزهار .
إذا علمت أن أليل طول الساق (T) سائد على أليل قصر الساق (t) ، و أليل الأزهار المحورية (A) سائد على الطرفية (a) ، المطلوب :-

1- اكتب الطراز الجيني والشكلي للنباتين الأبوين (للصفتين معًا) ؟
2- أكتب الطرز الجينية لكافة النباتات الناتجة ؟
3- ما احتمال ظهور نبات طرازه الجيني Ttaa ؟

الحل

مثال (6) اجري تلقيح بين نبات بندورة طويل الساق أحمر الثمار ونبات اخر مجهول الطراز الشكلي فنتجت نباتات بالصفات والنسب التالية :

1/4 طويلة الساق حمراء الثمار: 1/4 طويلة الساق خضراء الثمار
1/4 قصيرة الساق حمراء الثمار: 1/4 قصيرة الساق خضراء الثمار

اذا كان أليل الثمار الحمراء (R) والخضراء (r) وأليل طول الساق (T) والقصر (t) ، المطلوب:-

1- اكتب الطراز الجيني للنباتين الأبوين؟
2- اكتب الطرز الجينية لكافة النباتات الناتجة؟
3- ما احتمال الحصول على نبات غير نقي للصفتين؟

الحل :

مثال(7): لتتبع وراثة صفتي طول الساق ولون القرون ، عمل باحث على تلقيح نباتي بازيلاء إذا كان أليل طول الساق (T) والقصر (t) وأليل القرون الخضراء (G) و الصفراء (g)، واستخدم الباحث مربع بانيت التالي:-

	tG		TG	♂ / ♀
	1		2	tG
ttgg	3	Ttgg		

المطلوب:-

أ- أستنتج الطراز الجيني لكل من الأبوين؟

ب- ما أحتمال ظهور الطراز الجيني (1)؟

ج-ما احتمل ظهور نبات طويل الساق أخضر القرون عند إجراء تزاوج بين النبات (1) و النبات(2) ؟

الحل:-

مثال(8): في تجربة لباحث على نبات البندورة، أجري تلقيح بين نباتين فكانت الطرز الشكلية واحتمالاتها للأفراد الناتجة كما يلي :

$\frac{3}{8}$ سيقانها بنفسجية و ثمارها مستديرة * $\frac{1}{8}$ سيقانها خضراء و ثمارها مستديرة

$\frac{1}{8}$ سيقانها خضراء و ثمارها بيضوية * $\frac{3}{8}$ سيقانها بنفسجية و ثمارها بيضوية

الأليل	الصفة
Y	ساق بنفسجية
y	ساق خضراء
A	ثمار مستديرة
a	ثمار بيضوية

أ- ما الطرز الجينية و الشكلية لكل من الأبوين للصفتين معاً؟

ب-ما الطرز الجينية لجاميتات كل من الأبوين؟

ج- ما احتمال ظهور نبات طرازه الجيني Yyaa ؟

مثال (9) : أجري تلقيح بين نباتين أحدهما حواف أوراقه مُسننة والآخر مجهول الطراز الشكلي، وعند جمع البذور الناتجة وزراعتها نتجت نباتات بالصفات والأعداد الآتية :

830 ذات أوراق حوافها ملساء ، 210 بيضاء الأزهار ، 620 صفراء الأزهار

إذا كان أليل الأزهار الصفراء (Y) سائدًا على أليل الأزهار البيضاء (y) ، وأليل حواف الأوراق الملساء (A) سائدًا على أليل حواف الأوراق المسننة (a) ، المطلوب :-

1- **اكتب الطراز الجيني لكل من الأبوين (للصفتين معًا) .**
2- **اكتب الطرز الجينية للنباتات الناتجة .**
3- **ما النسبة المئوية للنباتات التي تحمل الطراز الجيني YyAa ؟**
4- **ما العدد المتوقع للنباتات التي تحمل الطراز الجيني yyAA ؟**

مثال(10) :- أجري تلقيح بين نباتين أحدهما طرازه الجيني AaTtHh و الآخر AattHh فنتج 6400 نبات ،ما العدد المتوقع للنباتات الناتجة التي تحمل الطراز الجيني AATtHh ؟

أهم نسب قانون التوزيع الحر	
النسبة	الطرز الجينية للأبوين
9:3:3:1	AaBb*AaBb
3:3:1:1	Aabb*AaBb
1:1:1:1	Aabb*aaBb AaBb*aabb

وزارة٢٠٢٣ – أي الآتية تبيّن نسب ظهور الطرز الجينية aabb : Aabb : AaBb : AaBB بين الأفراد الناتجين من تزاوج فردين طرازهما الجيني AABb و aaBb؟ (**ملاحظة:** تُقرأ الخيارات من اليمين إلى اليسار)

أ) 1: 1: 1: 1 ب) 1: 2: 1: 0 ج) 0: 1: 3: 0 د) 1: 1: 1: 0

وزارة ٢٠٢٣- يبيّن الجدول الآتي نتائج تلقيح نبات بازيلاء بآخر لتتبع وراثة صفتي موقع الزهرة وشكل البذرة، إذا علمت أن أليل موقع الزهرة المحوري (H) يسود على أليل موقع الزهرة الطرفي، وأن أليل شكل البذرة الأملس (B) يسود على أليل شكل البذرة المجعّد، فما الطراز الجيني لكل من الأبوين: (1) و (2)، وما احتمال ظهور نباتات لها نفس الطراز الشكلي للنبات (س) على الترتيب؟

	hb		HB	جاميتات النبات (1) ← / جاميتات النبات (2) ↓
	(س)			hB
hhBb		Hhbb		

أ) (1): HhBb و (2): hhBb ، $\frac{3}{8}$

ب) (1): HhBb و (2): hhBb، $\frac{1}{8}$

ج) (1): hhBb و (2): hhbb، $\frac{3}{8}$

د) (1): hhBb و (2): hhbb، $\frac{1}{8}$

وزاري– في أحد أنواع الحيوانات، يسود أليل لون الفراء الرمادي (H) على أليل لون الفراء الأبيض (h)، ويسود أليل الذيل الطويل (M) على أليل الذيل القصير (m). إذا تزاوج ذكر رمادي الفراء طويل الذيل مع أنثى مجهولة الطراز الشكلي والجيني وظهر من بين الأفراد الناتجين من هذا التزاوج أفراد بيضاء الفراء طويلة الذيل بنسبة 25%، فإنّ الطرز الجينية للأبوين للصفتين معًا:

أ) HHMm ،Hhmm ب) HhMM ،hhmm

ج) HhMm ،hhmm د) HhMm ،HhMm

وزاري– أيُّ الآتية النسبة المتوقعة للطرز الشكلية للأفراد الناتجة من تلقيح نبات غير متماثل الأليلات لصفتين مندليتين بنبات أخر متنحّ لهاتين الصفتين؟

أ) 3:1 ب) 9:3:3:1 ج) 1:2:2:1 د) 1:1:1:1