



## كلية الزراعة

### قسم المحاصيل الحقلية

د. زياد عبد الجبار عبد الحميد

# المحاضرة الثانية عشر

## وراثة العشائر وعلاقتها بنباتات خلطية التلقيح Population Genetics

**العشيرة ( المجتمع ) Population** : عبارة عن مجموعة من النباتات التي تعيش في مكان معين وتتشترك في خواص معينة وتتزاوج عشوائياً. ويصطلح عليها أحياناً **بالمجتمع**.

أن العشيرة بالمعنى الوراثي لا تعني مجرد افراد فقط بل هي مجموعة افراد متزاوجة فيما بينها فوراثة العشيرة لاتتعلق بالتركيب الوراثي للأفراد فقط ، بل بعملية انتقال الجينات من الجيل الحالي الى الجيل التالي ، ويحدث تفكك للتراكيب الوراثية للأباء خلال عملية الانتقال الى مكوناتها الاولية ، وتتكون نخبة من التراكيب الوراثية الجديدة للأبناء ، ومن ثم الجينات الموجودة تبقى مستمرة عبر الاجيال . في حين ان التراكيب الوراثية التي تحمل هذه الجينات تفتقر للأستمرارية .

يمكن وصف التكوين الوراثي لأي عشيرة من حيث الجينات التي تحملها بسلسلة تكررات الجينات فيها ، وذلك بتحديد الألائل المختلفة لكل موقع وراثي. فإذا كان  $A_1$  أليلاً في الموقع  $A$  فإن تكرار  $A_1$  هو نسبته الى مجموع الألائل المنعزلة في هذا الموقع، ويعد مجموع تكررات الألائل في أي موقع وراثي هو 1 أو 100% .

## Gene Frequency التكرار الجيني

هو النسبة المئوية للجين الى جميع الجينات الموجودة في نفس الموقع الجيني لصفة معينة بالنسبة للمجتمع المراد دراسته او هو نسبه جين معين الى مجموع جينات تلك الصفة في مجتمع معين . التكرار الجيني له علاقه وثيقه بالانتخاب حيث يؤدي الانتخاب لصفه مرغوبه الى زيادة التكرار الجيني لتلك الصفة.

ومعنى التكرار الجيني لجين معين أو أليل في موقع جيني وليكن الجين  $A_1$  مثلاً أنه النسبة المئوية لكل الجينات التي من نوع  $A_1$  والموجودة في هذا الموقع الجيني في كل الافراد المكونة للعشيرة أو

## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

العينة تحت الدراسة ، وقد يحتوي الموقع الجيني عادة على أليلين كأن يكونا  $A_1$  ,  $A_2$  أو  $A$  ,  $a$  مثلاً ( وذلك على حسب درجة السيادة بين الأليلين) . أو قد يحتوي الموقع الجيني على أكثر من أليل مثل  $A_1$  ,  $A_2$  ,  $A_3$  وذلك كما في حالة الأليلات المتعددة ويعطي رمز للنسبة المئوية أو لتكرار كل جين كأن يأخذ التكرار الجيني للجين  $A$  أو  $A_1$  الرمز  $p$  والتكرار الجيني للأليل  $A_2$  أو  $a$  الرمز  $q$

أن فهم الأساس الوراثي للنباتات خلطية التلقيح يتطلب دراسة الجينات في المجتمعات ، ويعد قانون هاردي -واينبرك وسيلة لتحقيق هذا الهدف.

### قانون هاردي – واينبرك Hardy-Weinberg وأتزان العشيرة

لقد بدأت دراسة علم وراثية العشائر على أساس قاعدة وضعها كا من هاردي Hardy بأنكثرا و واينبرك Weinberg بالمانيا كل على حده عام 1908 .

لقد أوضح هاردي- واينبرك Hardy-Weinberg قانونهما الذي نص في مجتمع كبير يتم التزاوج بين افراده عشوائيا فان التكرار النسبي للجينات يبقى ثابتا من جيل الى اخر اذا لم يحصل فيه هجره من والى المجتمع او يحصل تطاير وراثي او طفرة وراثيه او انحراف في الانقسام الاختزالي. وان حالة النبات بالنسبة للزوج من العوائل الوراثية يطلق عليها توازن يصل اليها المجتمع بعد جيل واحد من الزواج العشوائي .

### ولحساب التكرار الجيني يمكن توضيح ذلك

لو كان لدينا عينه عدد افرادها 100 نبات وجد فيها 49 نبات ذات ازهار حمراء AA و 42 نبات ذات ازهار وردية Aa و 9 نباتات بيضاء اللون aa ما هو التكرار الجيني للأليلين  $A$  .  $a$  نفرض ان  $P=A$  و  $q=a$

## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

يمكن اعطاء الرمز D لعدد الافراد السائدة و H لعدد الافراد الخليطة و R لعدد الافراد المتنحية  
اما عدد الافراد الكلية يرمز لها بالرمز N وتكون بالشكل التالي.

| المجموع | aa | Aa | AA | التركيب الوراثي |
|---------|----|----|----|-----------------|
| 100 = 9 | 9  | 42 | 49 | عدد النباتات    |
| R       | R  | H  | D  | الرمز           |

$$A = 49 \times 2 + 42 \times 1 = 140$$

مجموعة الاليات A

$$D \times 2 + H \times 1 = 2D + H$$

$$P = A = \frac{2D + H}{2N} = \frac{140(A) \text{ عدد الجينات}}{200 (2 \times 100) \text{ العدد الكلي للجينات}} = 0.7$$

$$a = 9 \times 2 + 42 \times 1 = 60$$

مجموعة الاليات a

$$2R + H \times 1 = 2R + H$$

$$q = a = \frac{2R + H}{2N} = \frac{60(a) \text{ جينات عدد}}{200 (2 \times 100) \text{ عدد الجينات}} = 0.3$$

## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

إذا مجموعة الجينات الكلية = 140 + 60 = 200 جين موجودة في المجتمع المكون من مائة نبات

$$200 = 2 \times 100 = \text{مجموعة الاليلات الكلية}$$

$$2N = 2 \times N$$

(السائد) Dominance = D

(هجين أو الخليط) Heterozygous = H

(المتنحي) Recessive = R

وبما ان مجموع  $p + q = 1$  (اي ان نسبة الجين A + نسبة الجين a = 1)

وعلى فرض يتم التزاوج بشكل عشوائي  $p = 1 - q$

فتكون تركيبة المجتمع بالتالي  $q = 1 - p$

|                    |                    |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| $a = q = 0.3$      | $A = p = 0.7$      | الأمهات<br>الآباء |
| $A a = p q = 0.21$ | $A A = p^2 = 0.49$ | $A = p = 0.7$     |
| $a a = q^2 = 0.09$ | $A a = p q = 0.21$ | $a = q = 0.3$     |

ان هذه النسب هي نفس النسب في المجتمع السابق ومن هذا يتضح ان المجتمع في حالة توازن اي

ان النسل الناتج يتكون من ثلاث تراكيب وراثية هي  $P^2 : 2Pq : q^2$

وتكون تركيبة المجتمع  $P^2 AA + 2Pq Aa + q^2 aa$  وهذا يعرف بقانون هاردي واينبرك.

## محاضرات نباتات خطية التلقيح ( دراسات عليا )

مثال : عينة عدد افرادها 100 نبات فيها 65 نبات يحمل التركيب الوراثي AA ذو ازهار حمراء و 10 نباتات Aa ذو ازهار وردية و 25 نبات ذو ازهار بيضاء aa وان التزاوج او التضريب بين افراد المجتمع يتم عشوائيا احسب التكرار الجيني لكل من الاليلين A , a

$$\text{Gene frequency (A)}P = \frac{2D + H}{2N} = \frac{2 \times 65 + 10 \times 1}{2 \times 100} = 0.7$$

$$\text{Gene frequency (a)}q = \frac{2R + H}{2N} = \frac{25 \times 2 + 10 \times 1}{2 \times 100} = 0.3$$

وبعد تزاوج نباتات هذا المجتمع عشوائيا فان النباتات ذو الازهار الحمراء تكون كاميتات تحمل العامل A والنباتات ذو الازهار البيضاء تكون الكاميتات تحمل العامل a اما النباتات ذو الازهار الوردية نصف كاميتاتها تحمل العامل a والنصف الاخر يحمل العامل A وان التزاوج يتم كالاتي .  
وبعد التزاوج العشوائي تصبح تركيبة المجتمع بالشكل التالي

|         | A أمهات               | a آباء    |
|---------|-----------------------|-----------|
|         | AA                    | Aa        |
| P = 0.7 | P <sup>2</sup> = 0.49 | Pq = 0.21 |
|         | Aa                    | aa        |
| q = 0.3 | Pq = 0.21             | q = 0.09  |
| D = 49  | H = 42                | R = 9     |

## محاضرات نباتات خلطية التفقيح ( دراسات عليا )

وهذا يخالف النسب الاصلية اي ان افراد المجتمع الاصلية لم تكن في حالة اتزان

بعض الطرق لمعرفة اتزان العشيرة .

1- نطبق المعادلة التالية

$$\frac{H}{\sqrt{D \times R}} = 2$$

اذا كان الناتج = 2 تكون العشيرة متزنة . اما اذا كان الناتج لا يساوي 2 فان العشيرة تكون غير متزنة لان المعادلة لا تساوي 2 . نطبق المعادلة على جيل الاباء:

$$\frac{H}{\sqrt{D \times R}} = \frac{10}{\sqrt{65 \times 25}} = \frac{10}{8 \times 5} = \frac{1}{4} = 0.25$$

اما اذا طبقت المعادلة على جيل الابناء:

$$\frac{H}{\sqrt{D \times R}} = \frac{42}{\sqrt{49 \times 9}} = \frac{42}{7 \times 3} = \frac{42}{21} = 2$$

2- مقارنة نسبة وجود الافراد الخليطة في جيل الاباء وجيل الابناء اي ان  $2pq = \frac{H}{N}$

ففي المثال السابق كانت نسبة الافراد الخليطة في جيل الاباء  $\frac{10}{100} = 0.1$

اما جيل الابناء  $\frac{42}{100} = 0.42$



## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

ان عدم ثبات تساوي نسبة الافراد الخليطة في جيل الالاء والابناء يدل على عدم الاتزان وانه سيصل الى حالة الاتزان بعد جيل واحد من التزاوج .

$$p+q=1 \quad -3$$

ويمكن تحديد التكرار الجيني عن طريق معرفة تركيب وراثي واحد بواسطة قانون هاردي واينبرك . وفي حالة السيادة التامة تكون معادلة هاردي واينبرك كما يلي.

$$P^2 AA + 2 Pq Aa + q^2 aa$$

وهنا لا يمكن التمييز بين  $AA$  و  $Aa$  في حالة السيادة التامة من حيث المظهر الخارجي.

$$AAP^2 + Aa2Pq + aa q^2$$

ولمعرفة نسبة الافراد المتنحية في العشيرة يمكن تقدير التكرار الجيني الاليل المتنحي  $q$  عم طريق الجذر التربيعي لنسبة الافراد المتنحية في العشيرة وبذلك نحصل على  $q$  حيث ان

$$q = 1 - P \quad \text{و} \quad P + q = 1$$

**مثال /** لدراسة 100 نبات لصفة الطول وهي صفة سائدة سيادة تامة وجد ان 64 نباتات طويلة موجودة في هذا المجتمع . ما هو التكرار الجيني للاليلات المتغلبة والمتنحية ؟ وما هي نسبة الافراد الخليطة والاصيلة حيث ان المجتمع يتم فيه التزاوج بصورة عشوائية وهو في حالة اتزان.

نباتات قصيرة

نباتات طويلة

$$36 = (aa) \quad \times \quad 64 = (AA + Aa)$$

## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

$$q^2 \quad P^2 + 2Pq$$

$$0.6 = 0.36 = \sqrt{q^2} = q \text{ التكرار الجيني لـ } q$$

$$P = 1 - q = 1 - 0.6 = 0.4 = P \text{ التكرار الجيني لـ } P$$

وتكون تركيبة المجتمع حسب قانون هاردي واينبرك كما يلي ..

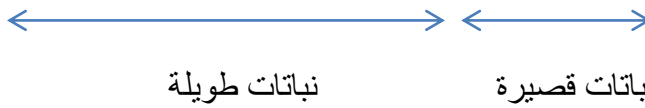
$$0.64 = (Aa) \text{ و } (AA) \text{ للتركيب}$$

$$0.16 = p^2 = (AA) \text{ للتركيب الوراثي}$$

$$0.64 - 0.16 = 0.48 = 2pq \text{ للتركيب الوراثي } (Aa)$$

$$0.36 = aa = q^2 \text{ للتركيب الوراثي}$$

$$P^2 AA (0.16) + 2Pq Aa (0.48) + q^2 aa (0.36)$$



مثال / في إحدى العشائر كانت الأفراد تختلف فيما بينهما في زوج واحد من العوامل الوراثية ولقد

وجدت التراكيب الجينية التالية وتكراراتها كما يلي:

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| $A_1A_1$ | $A_1A_2$ | $A_2A_2$ |
| 0.30     | 0.60     | 0.10     |

فأوجد التكرار الجيني لكل من  $A_1$  وأليله  $A_2$  وأثبت ان هذه العشيرة تكون في حالة اتزان بعد جيل

واحد من التزاوج العشوائي ؟

## محاضرات نباتات خلطية التلقيح ( دراسات عليا )

الحل/ يحسب التكرار الجيني في جيل الالاء

$$p ( A_1 ) = 0.30 + \frac{1}{2} ( 0.60 ) = 0.6$$

$$q ( A_2 ) = 0.10 + \frac{1}{2} ( 0.60 ) = 0.4$$

### الشروط الواجب توفرها لبقاء التكرار الجيني ثابتا في المجتمع

- 1- المجتمع كبير و التزاوج بين افراده عشوائيا.
- 2- عدم وجود هجرة من والى افراد المجتمع.
- 3- عدم حدوث طفرة تؤثر على تغيير التكرار الجيني لاحد الجينات ضد الاخر.

### المصادر

|   |   |
|---|---|
| د. حمدي جاسم حمادي<br>د.حميد ظاهر جسام                  | أساسيات تربية النبات                        |
| د. غسان عياش<br>د. محمد سلمان<br>مها جابر<br>ندى الحافي | مباديء الأنتخاب والتحسين<br>الوراثي النباتي |
| د. محمود صبوح<br>مها لطفي حديد<br>عدنان قنبر            | الوراثة الكمية                              |
| د. عادل محمد المصري                                     | وراثة وتأقلم العشائر الطبيعية               |
| د. مدحت مجيد الساهوكي                                   | محاضرات تربية النبات                        |

## محاضرات نباتات خلطية التفقيح ( دراسات عليا )