

**المحاضرة السادسة في الوراثة الحيوانية**

**طلاب المستوى الثاني**

**برنامج الاتصال الحيواني و الدواجن**

**إعداد**

**أ.د. جلال احمد رزق الشربيني**

**أستاذ ورئيس قسم الوراثة - كلية الزراعة - جامعة سوهاج**

# القوى التي تغير من التكرار الجيني

## Forces Which Changes Gene Frequency

١- الهجره Migration

٢- الطفره Mutation

٣- الأشخاب Selection

٤- صغر حجم العشيرة وانعدام التزاوج العشوائي

Small Population Size and Random Mating

Inhibition

## ١- الهجره Migration

تعتبر الهجره احد المصادر التي تؤدى الى ظهور اليلات جديده في المجتمع اذ قد تتسرب بعض الافراد في المجتمع المجاور مهاجرا الى المجتمع تحت الدراسه حامله لجينات لها تكرار جيني مختلف تماما عن تكرار نفس الجينات في هذا المجتمع مما يتسبب عنه تغير التكرار الجيني الاساسي.

فاذا كان:

$p$  = التكرار الجيني لأليل ما في العشيرة.

$p_i$  = التكرار الجيني لنفس الأليل في الأفراد المهاجرة .

$i$  = نسبة الأفراد المهاجرة.

$1-i$  = نسبة الأفراد في العشيرة.

$p^-$  = التكرار الجيني في العشيرة بعد الهجرة .

$\Delta p$  = معدل التغير في التكرار الجيني.

فإن:

$$\bar{p} = ip_i + (1-i)p = ip_i + p - ip$$

$$\Delta p = \bar{p} - p = ip_i + p - ip - p$$

$$= ip_i - ip$$

$$= i(p_i - p)$$

وباستمرار الهجرة جيل بعد جيل تصل العشيرة إلى حالة من التوازن الوراثي تصبح بعدها معدل التغير مساوياً للصغر وبالتالي فإن التكرار الجيني للعشيرة يكون مساوياً للتكرار الجيني للأفراد المهاجرة إليه كما يلى :

$$\Delta p = i(p_i - p) = 0.0$$

$$\therefore i(p_i - p) = 0.0$$

$$p_i = p$$

## مثال :

إذا كان التكرار الجيني للأليل R هو 0.6 في العشيرة (أ) وكان تكرار نفس الأليل في العشيرة (ب) هو 0.1 وبعد هجرة بعض أفراد العشيرة (أ) في العشيرة (ب) أصبح تكرار هذا الأليل 0.4 فما هي نسبة الأفراد المهاجرة ؟

الحل :

$$p = 0.1$$

$$p^i = 0.6$$

$$p^- = 0.4$$

$$\Delta p = p^- - p = 0.4 - 0.1 = 0.3$$

$$\Delta p = i (p^i - p)$$

$$0.3 = i (0.6 - 0.1)$$

$$0.3 = i (0.5)$$

$$i = 0.3/0.5 \times 100 = 60 \%$$

## مثال :

عشيره معينه كان التكرار الجيني لاليل ما في المجتمع قبل الهجره ٠٠٥ و بعد الهجره ٠٧٧ والتكرار الجيني بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي ٠٢٥ . احسب نسبة الافراد المهاجره.

## ٢- الطفرة Mutation

تعتبر الطفره شئ نادر الحدوث واذا حدثت فان ذلك يكون فجائيا وبطريقه عشوائيه لا يمكن توقعها او معرف اتجاهاتها ولان الطفره تسبب تغير في تركيب الجين فانها بالإضافة لقدرها على التوارث والانتقال من جيل الى جيل فانها تؤدى الى احداث تغيرات وراثيه في المجتمع وهذا بدوره بؤدي الى تغير التكرار الجيني فيختل تبعا لذلك التوازن الوراثي في المجتمع.

في معظم الحالات تكون الطفره ذات تاثير متنحى ضار وغالبا ما تكون ذات اثر مميت مما يترب عليه ضياعها وفقدتها في المجتمع وان كانت الطفرات احد اسباب الهامه التي تحافظ على التنوع وتخليق جينات جديدة تسبب وجود التباين الوراثي الذي هو في حد ذاته الاداء الذي يعتمد عليها الانتخاب للحصول على طرز وسلالات جديدة.

وفي بعض الحالات قد تكون الطفره طفره عكسيه او مرتبه بمعنى انه اذا حدثت طفره لتغيير الاليل A ليصير a فان الطفره العكسيه هي الطفره التي تغير الاليل a ليصبح A.

ويُنْتَج عن حدوث مثل هذا النوع من الطفرات نوع من التوازن الوراثي.

ولكن إذا كانت الطفرة تحدث دائمًا للتغيير الأليل  $A$  دون حدوث أي طفور عكسي فان ذلك يؤدى في النهاية إلى زيادة تكرار الأليل  $a$  في كل جيل وبعد عدد كاف من الأجيال يحل الأليل  $a$  محل الأليل  $A$  تماماً ويمكن أن نرى ذلك كما يلى:

### حدوث الطفرة في اتجاه واحد :

- إذا كان التكرار الجيني الأصلي للأليل  $A = p_0$ .

- وحدثت الطفرة في الاتجاه  $A \leftarrow a$  ب معدل طفور  $= u$ .

- فإن التكرار الجيني للأليل  $A$  بعد جيل واحد بمقدار  $p_0 u$ .

- وببناء على ذلك يكون التكرار الجيني للأليل  $A$  بعد جيل واحد هو :

$$p_1 = p_0 - u p_0$$

$$= p_0 (1-u)$$

ويكون التكرار الجيني للأليل  $A$  بعد  $m$  من الأجيال هو :

$$P_m = p_0 (1-u) m$$

## حدوث الطفرة في الاتجاهين :

$A \leftarrow a$  بعدل طفور

في بعض الأحيان نجد أنه في الوقت الذي يحدث فيه طفور في الاتجاه  $U$ ، يحدث أيضاً طفور في الاتجاه  $A \leftarrow a$  بعدل طفور  $V$  فإذا كان:

$$p = \text{التكرار الجيني الأصلي للأليل } A.$$

$$q = \text{التكرار الجيني الأصلي للأليل } a.$$

$$U = \text{معدل الطفور في الاتجاه } A \leftarrow a.$$

$$V = \text{معدل الطفور في الاتجاه } A \leftarrow a.$$

بعد جيل واحد يزيد تكرار الأليل  $A$  بمقدار  $Vq$  ، كما ينقص تكرار نفس الأليل بمقدار  $Up$

وبذلك يكون معدل التغير في الأليل  $A$  ويرمز له بالرمز  $\Delta p$  كما يلى:

$$\Delta p = Vq - Up$$

وعند حالة التوازن في المجتمع تصبح قيمة  $\Delta p$  مساوية ل الصفر.

$$(0.0 = Vq - Up)$$

## مثال :

إذا كان التكرار الجيني الأصلي للأليل A هو 0.6 وكان معدل الطفور في الاتجاه a ← A هو 0.02 فما هو التكرار الجيني للأليل A بعد جيلين ؟

الحل :

$$p^0 = 0.6$$

$$U = 0.2$$

$$p^m = p^0 (1 - U)^m$$

$$p^2 = 0.6 (1-0.02)^2 = 0.6 (0.98)^2 = 0.58$$

### ٣- الانتخاب Selection

الانتخاب هو أحد القوى التي تؤدي إلى تغيير التكرار الجيني في العشيرة مما يؤدي إلى الإخلال بقانون (Hardy & Weinberg) للتوازن الوراثي في المجتمع أو العشيرة. والانتخاب عبارة عن مجموعة من المسببات أو المؤثرات التي تؤثر على قدرة الأفراد على التكاثر Reproduction والمنافسة Competition والبقاء وبالتالي تختفي التراكيب الوراثية غير القادرة على المنافسة والبقاء ويتغير التكرار الجيني لصالح التراكيب الوراثية القادرة على المنافسة والبقاء. وعندما تركت العشيرة المنافسة فيها بينما تحت الظروف الطبيعية والمؤثرات البيئية المختلفة دون تدخل الإنسان فعندئذ يكون الانتخاب طبيعياً Natural Selection أما عندما يقوم الإنسان بتوجيه الانتخاب في اتجاه أحد الأليلات دون الآخر كما في حالة . الصفات الاقتصادية فيسمى ذلك بالانتخاب الصناعي Artificial Selection

وعلى ذلك فإن الأفراد تختلف في درجة حيويتها وخصوصيتها وبالتالي تختلف في قدرتها على التكاثر وإنجاب نسل يعيش للجيل التالي. ونسبة النسل الذي يساهم به فرد من الأفراد لتكوين مجتمع الجيل التالي تسمى بدرجة الموائمة Fitness أو القيمة الانتخابية Selective value. وتحسب درجة الموائمة عن طريق حساب معامل الانتخاب Selection Coefficient يرمز له بالحرف "S" وتتراوح قيمته بين الصفر والواحد الصحيح ( $S > 1.0$ ) حيث أن قيمة الموائمة تساوى  $S = 1 - 0.0$ .

وعلى سبيل المثال : عندما يعيش جميع النسل الذي يتركه الفرد AA في الجيل التالي فيكون معامل الانتخاب = صفر ودرجة الموائمة = 1.0 . أما عندما يموت جميع النسل الذي يتركه الفرد AA فيكون معامل الانتخاب = 1.0 ودرجة الموائمة = صفر .

# الانتخاب الجاميطى Gametic Selection

في هذه الحالة يحدث الانتخاب الطبيعي أو الصناعي في الطور الجاميطى الذي يكون دائمًا أحدى المجموعة الكروموسومية (n). Haploid (n)

<b>Genotypes</b>	A	a
<b>Basic frequency</b>	p	q
<b>Fitness</b>	1	1 - s
<b>Frequency after selection</b>	p	q (1-s)

حيث  $s$  = معامل الانتخاب Selection Coefficient الذي يتراوح بين الصفر والواحد الصحيح . ويمكن حساب معدل التغير في التكرار الجيني كالتالي :

$$\Delta p = \frac{spq}{1 - sq}$$

$$\Delta q = \frac{-spq}{1 - sq}$$

## Zygotic Selection الانتخاب الزيجوتى

في هذه الحالة يحدث الانتخاب الطبيعي أو الصناعي في الطور الزيجوتى الثنائي العدد الكروموسومي ( $2n$ ) .

Genotypes	$AA$	$Aa$	$aa$
Basic frequency	$p^2$	$2pq$	$q^2$
Fitness	1	1-hs	1-s
Frequency after selection	$p^2$	$2pq(1-hs)$	$q^2(1-s)$

وتتوقف فعالية الانتخاب على :

=s معامل الانتخاب .Selection Coefficient

=h معامل درجة السيادة Degree of Dominance الذي تترواح قيمته بين الصفر والواحد الصحيح ( $0.0 < h < 1.0$ ). وتتوقف قيمة معامل درجة السيادة على نوع السيادة بين الأليلات .

\* عندما تكون السيادة بين الأليلين تامة فإن  $h = \text{Zero}$ .

\* عندما تكون السيادة بين الأليلين غائبة فإن  $h = 0.5$ .

\* عندما يسود الأليل  $a$  سيادة تامة على الأليل  $A$  فإن  $h=1$ .

\* عندما يتفوق التركيب الوراثي الخليط  $Aa$  على كل من التركيبين الأصيلين فتكون قيمة  $h$   $= 0$  أي بالسالب.

ويمكن حساب معدل التغير في التكرار الجيني كالتالي :

$$\Delta p = \frac{spq[q + h(2p - 1)]}{1 - sq(q + 2ph)}$$

$$\Delta q = \frac{-spq[q + h(2p - 1)]}{1 - sq(q + 2ph)}$$

## التوازن بين الطفرة والانتخاب :

أوضحنا فيما سبق كيف تؤثر كل من الطفرة والانتخاب على التكرار الجيني في العشيرة على اعتبار أن كل منها يعمل على تغيير التكرار الجيني مستقلاً عن الآخر. لكن تحت الظروف الطبيعية تعمل كل من الطفرة والانتخاب كقوى تغير من التكرار الجيني معاً في نفس الوقت. فمثلاً إذا كان الانتخاب موجه ضد الأليل المتنحى فإن ذلك يؤدى إلى تناقض قيمة التكرار الجيني لهذا الأليل حتى يتلاشى وعلى الرغم من ذلك فقد يظل هذا الأليل موجود في المجتمع بسبب حدوث طفرة في الأليل السائد إلى الأليل المتنحى

معدل التغير في التكرار الجيني بسبب الطفرة :

$$\Delta p = \frac{spq[q + h(2p - 1)]}{1 - sq(q + 2ph)}$$

معدل التغير في الـ

حيث أن:

$U$  هي معدل الطفور من  $(A \leftarrow a)$ ،  $V$  هي معدل الطفور من  $(A \leftarrow A)$  وحيث أن قيمة  $Vq$  صغيرة جداً يمكن إهمالها ويصبح معدل التغير في التكرار الجيني عند الاتزان كما يلى :

$$\Delta p = U_p + spq [ q + h ( 2q - 1 ) ] = 0.0$$

$$U_p = spq ( q + h ( 2p - 1 ) )$$

$$U = sq [ q + h ( 2p - 1 ) ]$$

$$\frac{U}{S} = q [ q + h ( 2p - 1 ) ]$$

$$\frac{U}{S} = q ( q ) = q^2$$

$$\sqrt{\frac{U}{S}} = q = 1 - p$$

في حالة السيادة الغير تامة  $\frac{1}{2} = h$

$$\frac{U}{S} = q [ q + h ( 2p - 1 ) ]$$

$$\frac{U}{S} = q [ q + p - \frac{1}{2} ]$$

$$\frac{U}{S} = \frac{1}{2}q = \frac{1}{2}(1 - p)$$

$$\frac{2U}{S} = (1 - p)$$

$$p = 1 - \frac{2U}{S}$$

## ٤- صغر حجم العشيرة Small Size Population

تأثير صغر حجم العشيرة غير معلوم الاتجاه وعلى ذلك لا يمكن التنبؤ بما سيكون عليه التكرار الجيني في المستقبل. وعموماً يؤدى صغر حجم العشيرة إلى تغير التكرار الجيني نتيجة لانعدام التزاوج العشوائي بين أفراد العشيرة كما أن صغر حجم العشيرة بطريقة فجائية يؤدى إلى تغير التكرار الجيني في اتجاه أحد الأليلين بطريقة عشوائية وبشكل ملحوظ وهذا ما يسمى بالتغيير الوراثي العشوائي . Random genetic drift