كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : وراثة نباتية

المحاضرة : الخامسة/نظري/د. ياسمين

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

وراثة ثنائية لطلبة علم الحياة
المحاضرة الخامسة

الفصل السابع

الوراثة المرتبطة بالجنس

Sex linked inheritance

تتشكل الأعراس المذكرة والمؤنثة، المتميزة عن بعضها بعضاً، والتي تنتجها الآباء عند النباتات التي تتكاثر جنسياً، في أعضاء مختلفة (أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث. تجتمع الأعضاء المذكرة والمؤنثة في نفس الزهرة، في معظم النباتات، وندعوها بالنباتات الخنثوية Hermaphrodite، كما هو الحال في نبات البازلاء، وإما أن توجد الأزهار المذكرة بشكل مستقل عن الأزهار المؤنثة على نفس النبات، تدعى مثل هذه النباتات بوحيدة المسكن Monoccious ، كما هو الحال في الذرة الصفراء. ومن جهة أخرى، فإن بعض أنواع النباتات، ومعظم الحيوانات الراقية تتضمن أفراداً مذكرة، وأخرى مؤنثة، كل منها منفصل عن الآخر، تسمى مثل هذه النباتات بثنائية المسكن Dioecious، كما في الفستق الحلبي *Pistacia vera*، والقرنفل البري *Melanderium* ، ونبات الهليون *Asparagus officinalis*.

لقد بقي توريث الجنس مجهول الأسباب لفترة طويلة من الزمن، وعند اكتشاف قانوني مندل، وظهور النظرية الصبغية في الوراثة، وتقدم البحث العلمي، اتجهت الدراسات علمياً لفهم الآلية التي يتم بها توريث الجنس. ولقد أشار مندل إلى أن توريث الجنس يتبع نفس المبادئ التي تخضع لها الخصائص الوراثية الأخرى.

يعتبر العالم الألماني Hanking، عام 1891، أول من حدد الصبغيات الجنسية، عندما لاحظ هجرت صبغي خاص غير منقسم إلى أحد قطبي الخلية، خلال تشكل النطاف في حشرات معينة، دون أن تمتلكه الأعراس الأخرى، وبذلك تمتلك بعض الأعراس هذا الصبغي وسماه الصبغي X.

لقد بين العالم Mc Clung ، عام 1900، وجود ترافق ما بين الخصائص الجنسية والصبغي الخاص، عندما لاحظ، وجود صبغي شديد القابلية للتلون عند تشكل النطاف المذكرة في بعض الحشرات، ويدخل في تركيب نصف الأعراس المتشكلة، فسماه الصبغي الإضافي X . افترض هذا العالم بناءاً على ملاحظاته، وعلى نسبة الأعراس المذكرة إلى المؤنثة، أنّ الآلية الصبغية لتحديد الجنس يجب أن توفر المتطلبات الآتية:

1. توفر عنصر جنسي متوضع على أحد الصبغيات، يسلك سلوكاً طبيعياً بالانقسامات الخلوية المؤدية إلى تشكل الأعراس.
2. يجب أن يوجد هذا العنصر في نصف الأعراس المتشكلة، وهو المسؤول عن وجود حالة الذكورة أو الأنوثة، وتوزعه بين الأبناء سيؤكد النسبة الجنسية 1 مذكر : 1 مؤنث

لهذا يمكن تمييز نمطين من الصبغيات عند حقيقيات النوى وهي:

1. الصبغيات الجنسية: وهي صبغيات غير متماثلة عند الجنسين المذكر والمؤنث.
2. الصبغيات الجسمية: وهذه الصبغيات توجد عند الجنسين المذكر والمؤنث بصورة متماثلة.

عند انقسام الخلايا الأم المولدة للأعراس المؤنثة، وللأعراس المذكرة، نجد أن الأعراس المؤنثة تكون ذات طراز واحد، في حين الأعراس المذكرة ذات طرازين، وذلك كما يأتي:

خلية أم مولدة للأعراس المؤنثة (2A + XX) ← (A + X) بويضات

خلية أم مولدة للأعراس المؤنثة (2A + XY) ← (A + X) + (A + Y) نطاف

وهكذا تكون النسبة الجنسية (Sex ratio) متساوية (أي نسبة الذكور إلى الإناث) في جميع أنظمة تحديد الجنس؛ وذلك بسبب إنتاج، الجنس المتغاير الأعراس، طرازين من الأعراس، بنسبة 1/2 : 1/2 ، والجنس المتماثل الأعراس ينتج طرازاً واحدة بنسبة

1/1. ويعطي الالقاح والاخصاب بحسب التقاء أفراداً مؤنثة وأخرى مذكرة، بنسبة 1:1، وذلك كما يأتي:

♂ / ♀	(A + X)	(A + Y)
(A + X)	2A + XX	2A + XY
	فرد مذكر	فرد مؤنث

وعلى إعتبار أن الصبغيات الجنسية متباينة عند الجنسين (ذكور وإناث)، فالمورثات المحمولة على كل منها متباينة أيضاً، وإنّ هذا التباين يجعل من المورثات المحمولة على الصبغيات الجنسية تنتقل بشكل مختلف عن المورثات المحمولة على الصبغيات الجسمية.

أولا – الصفات المرتبطة بالجنس Sex linked traits: هي صفات تكون المورثات المسؤولة عنها موجودة على الصبغيات الجنسية. ويتأثر توزع المورثات المحمولة على الصبغيات الجنسية بتوزع الصبغيات X و Y في أثناء الانقسام المنصف. وتوجد ثلاث مناطق مختلفة لوجود المورثات على الصبغيين X و Y وهي:

1. المورثات المستقرة على جزء من الصبغي X التي لا يوجد لها مقابل على الصبغي Y، وتدعى بالمورثات المرتبطة بالجنس أو بالصبغي X. نذكر من الأمثلة النموذجية لوراثة الصفات المرتبطة بالجنس: شكل العيون عند ذبابة الخل.
2. المورثات المستقرة على جزء من الصبغي Y الذي لايوجد له مقابل على الصبغي X، وتدعى بالمورثات المرتبطة بالصبغي Y. مثال عنها نمو الشعر بغزارة على الأذن.

3. المورثات المستقرة على الجزأين المتقابلين من الصبغيين X و Y، وتدعى بالمورثات المرتبطة بالجنس جزئياً، مثال صفة عمى الألوان الكلي عند الإنسان.

ثانياً- أنماط تحديد الجنس:

بعد أن تبين وجود الصبغيات الجنسية، **تم** تمييز أربعة أنظمة أساسية لتحديد الجنس وهي:

1. النظام (XX-XY): تملك الإناث زوجاً من الصبغيات الجنسية المتشابهة XX، فتعطي نوعاً واحدة من الأعراس التي تحوي الصبغي X، لذلك تكون متماثلة الأعراس Homogametic، في حين تملك الذكور زوجاً من الصبغيات غير المتشابهة XY، وتعطي نوعين من الأعراس المختلفة Heterogametic، إحداها تملك الصبغي X ، والأخرى تملك الصبغي Y، ويلاحظ هذا النمط عند الإنسان والثدييات الأخرى، وكذلك عند ذبابة الخل، وعند بعض الأنواع النباتية الثنائية المسكن.
2. النظام (XX-XO): تملك الإناث زوجاً من الصبغيات الجنسية المتشابهة XX ، فتعطي نوعاً واحدة من الأعراس التي تحوي الصبغي X، أما الذكور فتملك صبغياً X واحدة فقط، وتعطي نوعين من الأعراس المختلفة، أحدهما يملك الصبغي X ، والآخر خالٍ منه. يوجد هذا النمط عند بعض الحشرات.
3. النظام (ZZ-ZW): تملك الذكور زوجاً من الصبغيات الجنسية المتشابهة XX ، وتعطي نمطاً من الأعراس التي تحوي الصبغي X، على حين تملك الإناث زوجاً من الصبغيات الجنسية المختلفة XY، وتعطي نوعين من الأعراس، يحوي النمط الأول الصبغي X، ويحوي النمط الثاني الصبغي Y، وتكون الأنثى مسؤولة عن تحديد الجنس. يلاحظ ذلك عند الطيور وبعض الأسماك.
4. النظام (ZZ-ZO): تملك الإناث صبغياً X واحدة فقط وتنتج نوعين من الأعراس المختلفة، أحدهما يحوي الصبغي X والثاني خالٍ منه. أما الذكر

بوجود زوج من المورثات المتماثلة في الصيغة الصبغية الثنائية (Xb / Xb ، Xa / Xa .... إلخ).

لقد وجد أن للبيئة، أثراً كبيراً في تحديد الجنس، لا سيما في النباتات، ففي بعض النباتات، وجد أن تغيير طول فترة الإضاءة والحرارة، تؤدي إلى إحداث تغيير هام في جنس النباتات؛ وذلك بسبب تأثير الضوء والحرارة على كل من الهرمونات والتفاعلات الكيميائية المختلفة، مثلاً وجد أن ظهور نسبة الأزهار المؤنثة في الخيار، والبطيخ الأصفر بنسبة كبيرة، يتوافق مع الإنتاج العالي لمادة الايثيلين.

حذف

ثالثاً-المظاهر الجنسية عند بعض النباتات:

تتحدد الصفات الجنسية المختلفة بالمورثات، فالمورثات تشرف على التمايز الجنسي بدءاً من تكون المتعضية وحتى بلوغها، كالإشراف على تشكل الأعضاء الجنسية وتمايزها، وتشكل الأعراس والهرمونات، وتبدل الصفات الجنسية.... إلخ. لقد أدت الدراسات إلى اكتشاف المورثات المبدلة للجنس، والمبدلة لظهور الصفات الجنسية الأولية. فلقد وضّح Sturtevan أن بعض إناث دبابة الخل تتحول إلى ذكور عقيمة بفضل المورثة المتنحية t (مورثة التحول)، والتي يظهر تأثيرها عند وجودها بشكل زوج متماثل tt، بحيث تكون صيغة الأنثى المتحولة إلى ذكر عقيم XX tt .

1. **تحديد الجنس عند نبات الهليون الشائع** *Asparagus-communis*:

وضع الباحث White عام 1950 فرضية حول إمكانية ظهور الصفات الجنسية وتطورها، وأشار إليها بوضوح من خلال دراسته بعض التحديدات الجنسية عند بعض النباتات ثنائية المسكن dioccious (حيث تكون الأزهار المذكرة محمولة على نباتات مستقلة عن النباتات الحاملة للأزهار المؤنثة). مثال على ذلك نبات الهليون الثنائي المسكن، الذي يميل أحياناً للتحول إلى أحادي المسكن monoccious، إذ يعطي النبات المؤنث أزهاراً تحوي أسدية بدائية، والنبات

المذكر يعطي أزهاراً تحوي مدقات بدائية، غير فعالة بشكل عام، لكن في حالات استثنائية تعطي هذه المدقات عدداً قليلاً من البذور الحيوية، الناتجة بالطبع من التلقيح الذاتي للنبات المذكر من النمط الوراثي المتخالف اللواقح S^MS^f.

تمت زراعة هذه البذور، فأعطت 155 نباتاً مذكراً و43 نباتا مؤنثاً، أي بنسبة (1:3)، ويشير ذلك إلى انفصال زوج من المورثات (هجونة أحادية)، وتمت البرهنه عليه بالتهجين بين النباتات المذكرة الناتجة في F_1 مع نباتات مؤنثة عادية، فلوحظ توزع النسل الناتج على الشكل الآتي:

3/1 النباتات المذكرة من F_1 (أي 52 نباتاً ذا نمط وراثي متماثل اللواقح S^MS^M)، لا تعطي إلا نباتات مذكرة.

3/2 من النباتات المذكرة من F_1 (أي 103 نباتات ذات نمط وراثي متخالف اللواقح S^MS^f)، تعطي نباتات نصفها مذكر S^MS^f ، ونصفها مؤنث S^fS^f.

ويمكن توضيح ذلك من خلال مخططات التهجين الآتية:

$$P: \quad S^MS^f \times S^MS^f$$

$$G: (1/2\ S^M + 1/2\ S^f) \times (1/2\ S^M + 1/2\ S^f)$$

$$F_1: \quad 1/4\ S^fS^f + 1/2\ S^MS^f + 1/4\ S^MS^M$$

♀ 43 : ♂ 155

3/4 نباتات مذكرة 1/4 نباتات مؤنثة

♀ ♂

P: $S^fS^f \times S^MS^f$

G: $(S^f) \times (1/2\ S^M + 1/2\ S^f)$

F_2: $1/2\ S^fS^f + 1/2\ S^MS^f$

♀ 1/2 : ♂ 1/2

♀ ♂

P: $S^fS^f \times S^MS^M$

G: $(S^f)\ (S^M)$

F_2: S^MS^f

♂% 100

ملاحظة:

S^MS^M تحوي أزهاراً مذكرة بدون مدقات بدائية (52 نبات).

S^MS^f تحوي أزهاراً مذكرة مع مدقات بدائية (103 نباتات).

إذاً النباتات المذكرة الناتجة في الجيل الأول كانت 3/1 منها S^MS^M و3/2 S^MS^f.

تم الاستنتاج بأن المورثة السائدة S^M تحدد الجنس المذكر، على حين تكون المورثة S^f متنحية. ولذلك يتحدد النبات المذكر بأحد النمطين الوراثيين S^MS^M و S^MS^f، على حين تتحدد النباتات المؤنثة بنمط وراثي وحيد، هو S^fS^f، إذاً الجنس المذكر المتخالف اللواقح S^MS^f هو الذي يعطي أعراساً متباينة.

2. **تحديد الجنس عند نبات العلوك** *Melanderium*:

هذا النبات من الفصيلة القرنفلية Caryophylae ، وعرف سابقاً باسم الميلاندريوم *melanderium* ،أو القرنفل البري *Lychnis dioica*، وهو من أشهر النباتات الراقية التي درست فيها الصبغيات الجنسية. يتميز بوجود 22 صبغياً جسمياً Autosomes، حيث يحوي النبات المؤنث الزوج الصبغي XX، على حين يحوي النبات المذكر الزوج الصبغي XY.

لاحظ الباحث Westergard عام 1948 نتيجة الدراسات الوراثية على هذا النوع النباتي، أن الصبغي Y أطول من الصبغي X، وكلاهما أطول من أي صبغي جسمي في المجموعة الصبغية.

من خلال الموازنة بين الصبغيين X و Y (الشكل 45) أمكن تمييز المناطق الآتية على الصبغي Y:

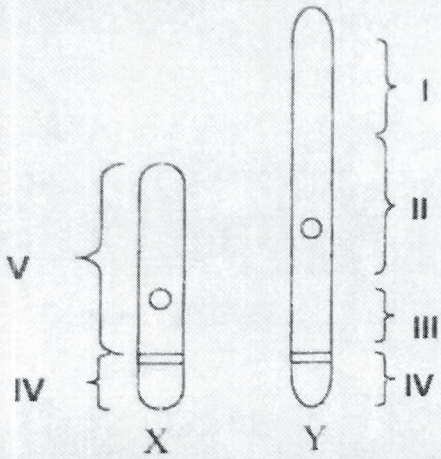
- المنطقة I: منطقة تثبيط التأنيث، في حال غيابها فإن الأفراد XY تصبح أحادية المسكن (تحوي أزهاراً خنثوية).
- المنطقة II: وهي منطقة تنشيط التذكير وفي حال غيابها فإن الأفراد XY تعتبر نباتات مؤنثة.
- المنطقة III: منطقة الخصوبة الذكرية، وعند غيابها فإن الأفراد XY تحوي أزهارها المذكرة مآبر عقيمة.

هذه المناطق الثلاث تحمل مورثات تنتقل فقط عن طريق الصبغي Y، ومثال ذلك المورثات التي تمنع تشكل البقع على الأوراق.

- المنطقة IV: منطقة متماثلة بين الصبغيين X و Y ويتم الاقتران بينهما في أثناء الانقسام المنصف، وهي تحمل مورثات تنتقل أحياناً بوساطة الصبغي X ،

وأحياناً بوساطة الصبغي Y، ويعود هذا الانتقال المتبادل إلى حدوث التصالب والعبور، وتبادل الأجزاء المورثية، مثال ذلك مورثة الأزهار الشاذة.

- كما تم تمييز منطقة رقم V على الصبغي X خاصة به، تحمل مورثات مرتبطة بالجنس، وتنتقل فقط عن طريق الصبغي X، ومثال على ذلك المورثتان المسؤولتان عن تكون الصفيحة الورقية الضيقة، واللون الأخضر المصفر للورقة.



الشكل (45): موازنة بين الصبغيين X و Y
عند نبات القرنفل البري *Lychnis dioica*

يوجد نبات العلوك أو القرنفل البري أحياناً بشكل رباعي الصيغة الصبغية، إذ يحوي 44 صبغياً جسمياً، وعدداً مختلفاً من الصبغيات الجنسية X، يراوح بين 2 و4 وبحسب دراسات Warmke عام 1946 فإن النسبة X/Y تؤدي دوراً في تحديد الجنس. فإذا كانت هذه النسبة تساوي 0.5 أو 1 أو 1.5 فالنباتات تحمل أزهاراً مذكرة فقط. أما إذا كانت النسبة تساوي 2 أو 3 فإن النباتات تحمل أزهاراً مذكرة، مع ظهور بعض الأزهار الخنثوية.

وفي حالة النبات الذي يحمل أربع مجموعات صبغية جسمية، وأربعة صبغيات جنسية X وصبغياً واحدة Y، نجد أن الأفراد تحمل أزهاراً خنثوية مع ظهور بعض الأزهار المذكرة، ويمكن تلخيص ذلك في الجدول (11).

جدول (11): يظهر العلاقة بين النسبة X/Y وتحديد الجنس

عند نبات العلوك *silene alba* (A = 11 صبغياً جسمياً أي 1n).

الصيغة الصبغية	نسبة X/Y	نمط الجنس
2 AXYY	0.5	♂
2 AXY 3 AXY 4 AXY	1	♂
4 AXXXYY	1.5	♂
2 AXXY 3 AXXY 4 AXXY 4 AXXXXYY	2	أزهار مذكرة ♂ مع أزهار خنثوية أحياناً ♀
3 AXXXY 4 AXXXY	3	أزهار مذكرة ♂ مع أزهار خنثوية أحياناً ♀
4 AXXXXY	4	أزهار خنثوية ♀ مع أزهار مذكرة أحياناً ♂

رابعاً- عدم التوافق الذاتي عند النباتات الخنثوية:

لا يتحقق التلقيح الذاتي عند بعض النباتات الخنثوية؛ بسبب وجود آليات وراثية خاصة تمنع التلقيح الذاتي، عرفت هذه الظاهرة بالعقم الذاتي أو عدم التوافق الذاتي. ويوجد ثلاثة أنماط من عدم التوافق هي:

مكتبة A to Z