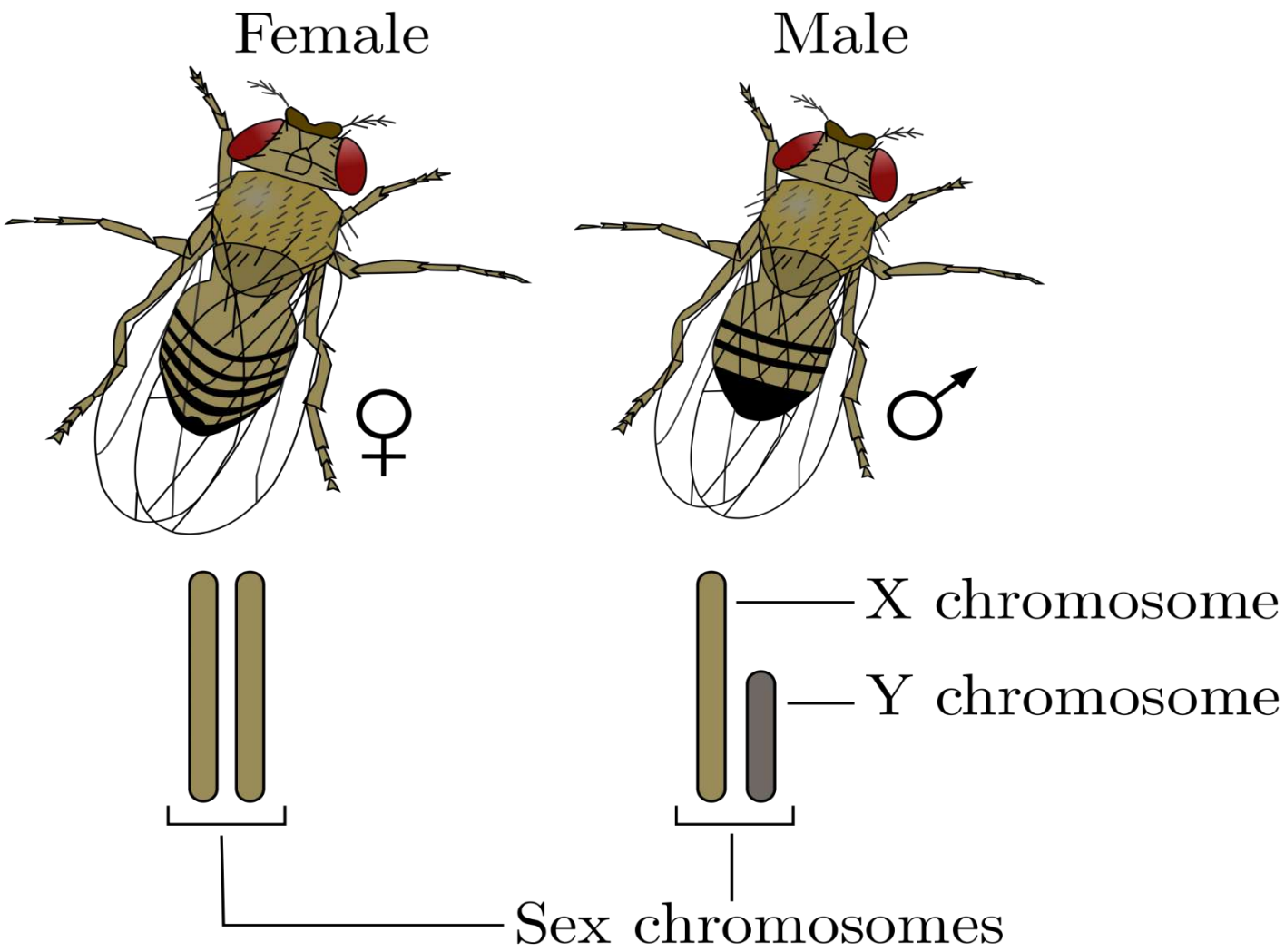
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

# علم الوراثة التطبيقي




أعداد

م.د. حيدر مظهر عباس

أ.م.د. معن حسن الياسين

| مفردات الجزء العملي | | |
|---|---|---|
| ت | اسم التجربة | الصفحة |
| 1. | مقدمة عامة عن مختبر علم الوراثة وحشرة الدروسوفيلا | |
| 2. | التمييز بين الذكور والاناث وبعض المصطلحات والرموز المستخدمة في الوراثة | |
| 3. | دراسة النسخ المظهرية. | |
| 4. | قانون مندل الأول (تجارب تطبيقية). | |
| 5. | قانون مندل الأول (التضريب الاختباري). | |
| 6. | قانون مندل الثاني (تجارب تطبيقية). | |
| 7. | قانون مندل الثاني (التضريب الاختباري). | |
| 8. | نتائج قانون مندل الثاني وإعطاء تمارين خارجية. | |
| 9. | الامتحان الفصلي الأول | |
| 10. | دراسة الوراثة المرتبطة بالجنس مع الأمثلة والتطبيق | |
| 11. | الوراثة البشرية مع الأمثلة | |
| 12. | الارتباط والعبور -تطبيق -تجارب. | |
| 13. | تكملة الارتباط والعبور مع الأمثلة. | |
| 14. | الامتحان الفصلي الثاني | |

# مقدمة عامة عن مختبر الوراثة

1-1: طريقة كتابة التقارير العلمية:

من المهم جداً للكاتب والقارئ ان يكون التقرير منظماً بصورة دقيقة وان أكثر البحوث العلمية تتبع الطريقة الاتية التي يمكن للطالب ان يعتاد عليها:

اولا: المقدمة Introduction: تتكون من جمل قصيرة لتعريف المشكلة الرئيسة والغرض من التجربة والفرضية.

ثانيا: المواد وطرائق العمل Materials and methods:

ثالثا: النتائج Results

رابعا: المناقشة Discussion الربط بين النتائج والفرضية المراد شرحها.

خامسا: الخلاصة Summary وتتضمن نبذة مختصرة لكل ما تقدم.

سادسا: المصادر References

1-2:حشرة الدروسوفيلا ***Drosophila melanogaster***

تعرف أيضاً باسم ذبابة الفاكهة أو ذبابة الخل يرجع استخدامها في الأبحاث الوراثية إلى العالم مورجان (1909 م). تنتمي الى عائلة Drosophilideae رتبة Diptra صنف الحشرات Insecta موطنها الأصلي جنوب شرق اسيا ورغم انتشارها في كل انحاء العالم الا انها تتأثر بدرجة الحرارة اذ تفقد قدرتها على التكاثر عند 31 م ويمكنها التكيف للتغيرات المناخية، ويمكن الحصول على 40 جيل في السنة. يوجد المئات من أنواع ذبابة الفاكهة ولا يدرس منها سوى أربع أنواع هي:

| النوع | عدد الأزواج الكروموسومية |
|---|---|
| *D. Simulans* | n = 4 |
| *D. subobscura* | n = 5 |
| *D.pseudoobscura* | n = 5 |
| *D. melanogaster* | n = 4 |

لذا كان التركيز عليها في الدراسات الوراثية لأنها تمتلك العديد من الصفات والخصائص التي تجعلها صالحة لمثل هذه الدراسات وأهم تلك الصفات:

1. صغر حجمها يساعد على سهولة تربيتها.
2. قلة تكاليف تربيتها وتغذيتها على أوساط صناعية.
3. فترة الجيل الواحد قصيرة (بيضة-يرقة-عذراء-حشرة كاملة) تستغرق حوالي 10-11 يوم في درجة حرارة 25 م، وبذلك يمكن إجراء تجارب عديدة في فترة وجيزة.
4. الحصول على نسل وفير من زوج من الذباب ويعتمد ذلك على درجة الحرارة.
5. سهولة التحكم في الظروف البيئية من حرارة والتغذية وغيرها.
6. تظهر صفات وراثية عديدة.

7. صغر عدد كروموسوماتها.
8. وجود الكروموسومات العملاقة في الغدد اللعابية ليرقات هذه الحشرة.

وقد عرفت الدروسوفيلا وراثيا بالطراز البري wild- type ويمكن الحصول على سلالات طافرة mutant strains في الدروسوفيلا. وقد عرفت اعداد كبيرة من الطفرات الذاتية في هذه الحشرة، فضلا عن إمكانية احداث طفرات Induced mutations أخرى بواسطة الاشعاع Radiation، لذا فقد أصبحت هذه الذبابة مجال بحث للتهجين الوراثي. وسوف نتناول في دراستنا الحالية نوع *D. melanogaster* ويمكن الحصول على معلومات حول الدروسوفيلا من الموقع: **Drosophila information service- DIS-**

صفات الحشرة البرية **Wild type**)) الطبيعية:

1. لون الجسم رمادي أو بني فاتح.
2. الأجنحة مستقيمة طويلة تمتد إلى مؤخرة البطن وتتجاوزها.
3. العيون حمراء اللون أو قرمزية.

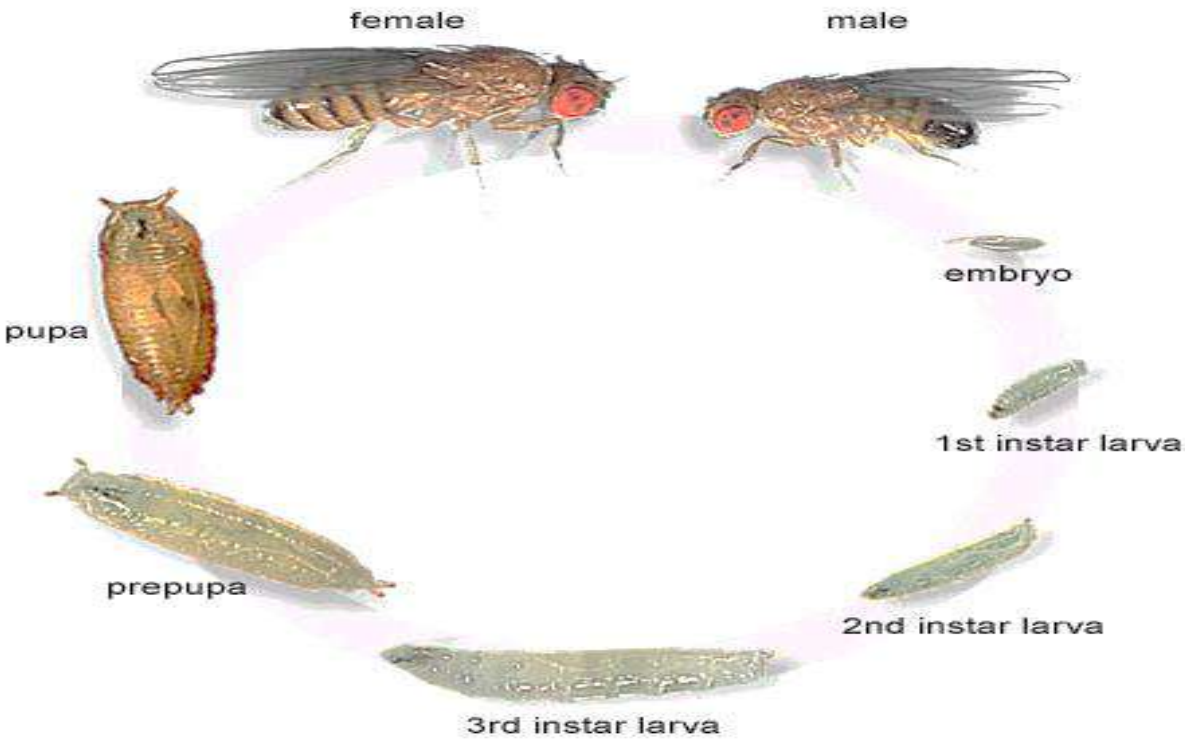
طريقة جمع ذبابة الدروسوفيلا من الطبيعة: -يتم جمع الحشرة بواسطة مصائد تحتوي على فاكهة متخمرة توضع في مكان مظلم دافئ.

دورة حياة الدروسوفيلا: تضع الاناث بيوض مخصبة ذات شكل كمثري تكون لها نهاية امامية عريضة ونهاية خلفية مستدقة يبرز منها سوطين يساعدان في حركتها على الوسط بعد التلقيح بفترة قصيرة او تبقى الأدوار الأولى من نمو اليرقة داخل جسم الانثى، وعندما تفقس البيوض تخرج اليرقات الصغيرة .first instars larvae

يبلغ طول اليرقات الناضجة 5 ملم او أكثر. تتحول بعدها خادرات تحاط بشرانق تتحول بداخلها الى حشرة كاملة بعد إتمام جميع أدوار النمو.

جدول يبين العمر الزمني لادوار حياة حشرة ذبابة الفاكهة عند درجة حرارة 25 مْ.

| الدور | بالإيام | بالساعات |
|---|---|---|
| وضع البيض | **0** | **0** |
| الجنين | **0-1** | **0- 22** |
| فقس البيض (الدور اليرقي الاول **first instars**) | **1** | **22** |
| الانسلاخ الاول **second instars** | **2** | **47** |
| الانسلاخ الثاني **third instars** | **3** | **70** |
| تكوين الشرنقة | **5** | **118** |
| الانسلاخ قبل تكوين الخادرة **Fourth instars (pre purple molt**) | **5** | **122** |
| ظهور الرأس والجناحين والارجل | **5 1/2** | **130** |
| اصطباغ العيون داخل الشرنقة | **7** | **167** |
| خروج الحشرة البالغة من الشرنقة بأجنحة مجعدة مطوية | **9** | **214** |
| نشر الاجنحة الى الحجم الاعتيادي في الحشرة البالغة | **9** | **215** |




شكل (1) دورة حياة ذبابة الفاكهة.

لاحظ وارسم ما يلي

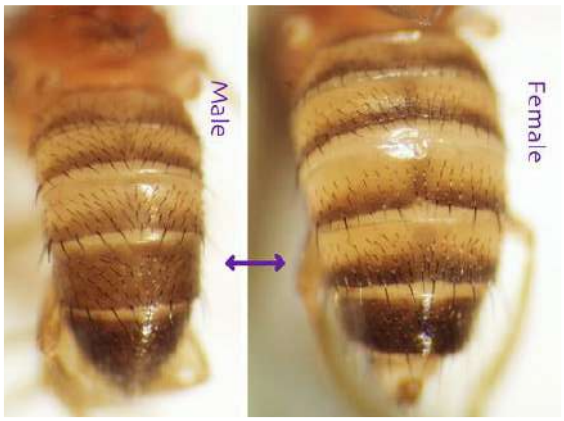
| | | |
|---|---|---|
| | **Early instars larva** | **Ovum** |
| حشرة كاملة | **Third instars larva** | **Initiation of cocoon** |
| | **Colored eyes cocoon** | |

## التمييز بين الذكور والاناث Differentiation between male and female

من أهم النقاط الواجب ملاحظتها في التجارب الوراثية على حشرة الدروسوفيلا هي التمييز بين الذكور والإناث حتى يمكن إجراء التلقيحات وتكون النسبة الجنسية 1:1 عند درجة حرارة 25 م.

ويتميز كل من الذكر والأنثى بالنقاط التالية:

1. الأنثى أكبر حجماً من الذكر.
2. تتميز مؤخرة بطن الذكر بالاستدارة بينما تكون مؤخرة بطن الأنثى مدببة لظهور آلة وضع البيض.
3. تظهر بطن الأنثى كبيرة لامتلائها بالبيض وخاصة بعد تغذيتها وتلقيحها.
4. تندمج الحلقات الأربع الأخيرة في مؤخرة بطن الذكر مكونة حلقة واحدة سوداء اللون حول البطن إلى الأعلى والأسفل. بينما لا يحدث ذلك في الأنثى التي تتميز بوجود ستة خطوط سوداء عريضة على السطح العلوي للبطن. وقد لا تفيد هذه الصفة عند صغر سن الحشرة أو عند وجود طفرات حيث يكون في بعض الطفرات لون الحشرة باهتاً (ذكر أو أنثى) وأفضل طريقة لتمييز هي فحص نهاية البطن لكلا الجنسين حيث يشاهد آلة السفاد في الذكر إذ تظهر في مؤخرة البطن عدة صفائح كيتينية سوداء اللون ولا تظهر في الأنثى إلا آلة وضع البيض ويمكن تمييز ذلك بقلب الحشرة على ظهرها.
5. يوجد على زوج الارجل الاول للذكر عند منطقة الرسغ الاعلى تركيب داكن يعرف باسم المشط الجنسي.



## التعامل مع ذبابة الفاكهة في المختبر

تحضير الوسط الغذائي (1): يوضح الجدول أدناه مكونات الوسط الغذائي:

| المادة | الكمية | القياس |
|---|---|---|
| أگار agar | 1.5 | غم |
| نشأ starch | 10 | غم |
| دبس | 5 | مل |
| خميرة خبز | 1.5 | غم |
| ماء مقطر | 120 | مل |
| مضاد فطري (بروبيونك اسيد) | 0.2 | غم |

1. يذاب النشأ في 90 ملل من الماء البارد مع المزج ويوضع على جهاز المازج المغناطيسي الدوار Magnetic Stirrers(أو أي مصدر حرارة آخر) ثم يضاف الاكار حتى يذوب تماماً.
2. بعد ذلك يضاف الدبس ومحلول الخميرة (1.5 غم خميرة مذاب في 20 ملل ماء مقطر) ويترك للغليان لمدة 15 دقيقة، ويترك ليبرد قليلاً ثم يضاف إليه المضاد الفطري (مذاب في 5 ملل).
3. يصب في قناني التربية بارتفاع 2.5 سم وتحفظ القناني بوضع مائل ثم تغمس ورقة ترشيح مزدوجة بعرض 2.5 سم وتترك مسافة 2.5 أسفل عنق القنينة لتهيئة أرضية جافة تناسب دخول اليرقات في طور العذراء ثم توضع سدادات قطنية في فوهة القنينة. يتم بعدها التعقيم باستخدام المؤصدة، ثم تترك القناني لتبرد وتوضع في الثلاجة لحين استعملها في تربية الحشرات ويراعى قبل نقل الحشرات إلى قناني التربية وضع كمية صغيرة من محلول الخميرة (قطرة من المحلول 1 غم/100 ملل ماء مقطر) على سطح الوسط الغذائي لتساعد في تغذية اليرقات.

تحضير الوسط الغذائي (2): يوضح الجدول أدناه مكونات الوسط الغذائي:

| المادة | الكمية | القياس |
|---|---|---|
| أگار agar | 15 | غم |
| موز | 500 | مل |
| خميرة خبز | 1.5 | غم |

| | | |
|---|---|---|
| ماء مقطر | 120 | مل |
| مضاد فطري (بروبيونك اسيد) | 5 | مل |

طريقة تحضير بيئة التغذية:

1. يذاب 15 غم من الآجار في كأس يحتوي على 500 مل من الماء المغلي.
2. يضاف 500 مل من لب الموز المهروس ويستمر الغليان لمدة 5 دقائق إضافية.
3. يبرد الوسط الغذائي ويضاف إليه 5, مل حامض بروبيونيك Propionic acid .
4. يصب الوسط الغذائي في زجاجة التربية وتغمس ورقة ترشيح في الزجاجة وتغطي الزجاجة بالقطن أو الإسفنج.
5. ترش ذرات من خميرة الخبز على سطح الوسط الغذائي.
6. ينقل الذباب إلى الوسط الغذائي الجديد.

يتم خلال المختبر تحضير الوسط الغذائي لحشرة الدروسوفيلا من قبل الطلاب للتعرف بشكل عملي على خطوات العمل وبالتالي التعرف على استخدام الأجهزة.

بعض المشاكل التي تواجهنا خلال او بعد تحضير الوسط الغذائي ما تأثيرها على الوسط الغذائي والحلول الواجبة عند حدوثها:

| الحالة | التأثير | المعالجة |
|---|---|---|
| زيادة كمية الخميرة | | |
| الإصابة بالعث | | |
| الوسط الغذائي الرطب | | |
| الوسط الغذائي الجاف | | |
| الإصابة بالاعفان والبكتر | | |

## دراسة المظهر الخارجي لحشرة ذبابة الفاكهة **External feature of D. melanogaster**

الخطوة الاولى: تعلم الطرق البسيطة واستعمال الادوات المختلفة لفحص الحشرات وتخديرها.

تعد مشكلة التلوث بالفطريات مشكلة اساسية في مختبر الوراثة عند دراسة حشرة ذبابة الفاكهة. ولمنع حدوث التلوث يتوجب المحافظة على النظافة في المختبر وتحميل كل طالب مسؤولية نظافة المواد والادوات المستخدمة ودقة الطرق التقنية.

ا. المواد والاجهزة اللازمة للدراسة

1. مجهر تشريح Dissecting microscope
2. قنينة ايثر كحولي Ether bottle
3. قنينة تخدير Etherizer
4. فرشاة ناعمة Soft brush
5. طبق بتري لا عادة تخدير الحشرات
6. انبوبة ماصة (سيفون)
7. اوراق ترشيح

ب. تخدير الحشرات لغرض دراستها

1. اقلب قنينة التخدير فوق قنينة الحشرات بحيث تتطابق فوهتي القنينتين وانقل الحشرات الى قنينة التخدير بواسطة تحريك القنينتين ورجها.
2. اغلق قنينة التخدير بإحكام بسدادة قطنية تحوي على قطرات من الايثر الكحولي وارجع بسرعة سداد قنينة الحشرات الى موضعه لمنع الحشرات من الهرب.
3. تابع عملية التخدير بمراقبة الحشرات وعند اكتمال العملية اقلب القنينة على ورق الترشيح وابدأ بفحص الحشرات.
4. استعمل الفرشات الصغيرة الناعمة لنقل وعزل الحشرات مع الانتباه الى حركة الحشرات فعند حدوثها قم بإعادة الحشرة الى دورق بتري يحتوي ورق ترشيح مرطبة بقطرات من الايثر الكحولي.
5. قم بوضع بعض الحشرات على ورق الترشيح تحت المجهر التشريحي ثم لاحظ وارسم كل مما يأتي:

1- الجنس: الفروق الرئيسة بين الجنسين.

2- العيون المركبة Compound eyes: لاحظ اللون والشكل وانتظام الشعيرات Bristles

3- اللوامس Antennae: لاحظ الشكل وموزع اللواحق.

4- الشعيرات Bristles: تمثل أعضاء الإحساس ولأهميتها فإنها تتوارث بانتظام لاحظ اللون والشكل والحجم.

5- الجناح Wing: لاحظ الشكل والطول والموقع العام للعروق الطولية والعرضية Longitudinal veins and crossviens.

6- الجسم Body: لاحظ الشكل والحجم واللون الرمادي العام في الطراز البري.

| ارسم ذكر حشرة الدروسوفيلا |
| --- |
| |
| ارسم انثى حشرة الدروسوفيلا |
| |
| ارسم الجناح مع التأشير على العروق الطولية والعروق العرضية |
| |

* يمكن التعرف على خصائص الذكر والانثى بعد العزل وتسجيل الملاحظات في الجدول الدناه:

| الصفة | الملاحظة | |
|---|---|---|
| | الذكر | الانثى |
| ايهما أكبر حجم | | |
| ا هو الاختلاف في التخطيط الموجود ـ المنطقة البطنية | | |
| ما هو شكل مؤخرة البطن | | |
| هل الامشاط الجنسية موجودة | | |
| | العدد الكلي: | العدد الكلي: |

- ادناه بعض المصطللحات الرموز المهمة في علم الوراثة

**Trait:** Any characteristic that can be passed from parent to offspring
**Heredity:** The passing of traits from parent to offspring
**Genetics:** The study of heredity
**Genetic crosses:** Taking two organisms, breeding them, and then looking at their offspring
**Monohybrid cross:** Cross involving a single trait (ex: flower color)
**dihybrid cross:** Cross involving two traits (ex: flower color and plant height)
**Alleles:** Two forms of a gene (dominant and recessive)
**Dominant:** The expressed gene in a hybrid (will always be visible if present); represented by a capital letter
**Recessive:** Allele that is masked by the presence of a dominant allele (will not always be visible if present); represented by a lowercase letter
**Genotype:** An allele combination (on the homologus chromosomes) for a trait (ex: RR, Rr, or rr)
**Phenotype:** The Physical characteristic resulting from a genotype
**Homozygous:** **A** type of genotype with two of the same alleles (ex: homozygous dominant- RR or homozygous recessive- rr)
**Heterozygous:** (Syn. for 'hybrid') a type of genotype with one dominant and one recessive allele (ex: RR)

ومن الرموز الاخرى المستخدمة في الوراثة ما يلي:

- x)) رمز يدل على التزاوج.
- يستخدم الرمز ♂ للدلالة على الذكر اما الرمز فيستخدم ♀ للدلالة على الانثى وهي رموز لاتينية.
- $P_1$)) من كلمة (Parents) للدلالة على الابوين الاصلين.
- $G_1$)) من كلمة (Gametes) للدلالة على امشاج الابوين الاصليين.

$F_1$)) من كلمة (Filial) وهي كلمة لاتينية تعني ذرية, وتستعمل للدلالة على الابناء وهم افراد الجيل الأول اما ( $F_2$ $P_2$),($G_2$),) فتكون لاباء الجيل الثاني وامشاج هذه الاباء وافراد الجيل الثاني على التوالي.

## دراسة النسخ المظهرية **Study of phenocopy**

تكون حشرة ذبابة الفاكهة *D. Melanogaster* في حالتها الطبيعية ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid . تحتوي خلاياها على أربع ازواج من الكروموسومات المتماثلة. اما الذكر فتحوي خلاياه على ثلاث ازواج من الكروموسومات المتماثلة. وزوج من الكروموسومات الجنسية غير المتماثلة وهما كروموسوم X الكبير وكروموسوم Y الصغير. لخلايا ذبابة الفاكهة أربع أزواج من الكروموسومات، ثلاث منها جسمية Autosomes وزوج واحد من كروموسومات الجنس Sex chromosome، في الإناث XX ، اما في الذكور فيوجد كروموسوم X واحد وكروموسوم Y واحد.

والجين gene عبارة عن عامل وراثي مسؤول عن التعبير عن بعض السمات التي قد تكون مظهرية، سلوكية، جزيئية...الخ وتترتب الجينات بشكل خطي في مناطق تعرف بـ Loci مفردها Locus على طول الكروموسوم وان الصورة المختلفة للجين في الموضع نفسه يعرف بالأليل Allele. ولا يحتوي الكروموسوم الا على عدد قليل من الجينات.

وبما أن الدروسوفيلا ثنائية المجموعة الكروموسومية، فانها تحوي أزواج من الكروموسومات المتماثلة لذلك تحوي زوج من الأليلات على كل موقع من الكروموسومات الجسمية والكروموسومات الجنسية في الانثى. وإذا كانت هذه الليلات متماثلة تعرف هذه الأفراد بمتماثلة الزيجة Homozygote أما إذا كانت هذه الأليلات مختلفة فتعرف بـHeterozygote . وإذا كان الجين يقع على كروموسوم الجنس فالإناث تكون أما Homozygote أو Heterozygote اما في الذكور فهي تملك اليل واحد في الموقع فتعرف بـHemizygote .

وبذلك تعد الطفرة التي تحتاج زوج من الجينات الموقع locus نفسه على زوج من الكروموسومات المتماثلة طفرة متنحية Recessive mutations. اما الطفرة التي يتطلب ظهورها جين واحد فقط فتدعى طفرة متغلبة (سائدة) Dominant mutation اما الجينات الموجودة على كروموسوم X في الذكور فهي تظهر تأثيرها سواء كانت سائدة او متنحية. لماذا؟

توجد الدروسوفيلا بالطراز البري wild type غير الطافر ويرمز له بالعلامة + اما الحروف الابجدية فترمز لاسم الطفرة اذ تستخدم الحروف الكبيرة للطفرة السائدة Dominant والحروف الصغيرة للطفرة المتنحية Recessive.عندما يرمز للسلالة بالرمز y cv f فذلك يعني ان الافراد نقية Homozygote لهذه الصفات ولا تحتوي على طفرات غيرها. آما إذا كانت هجينة Heterozygote للصفات المذكورة فيكتب الرمز + مقابل كل جين y/+ cv f + + أي إنها هجينة للصفات y cv f. اما ما يعرف بالنسخة المظهرية phenocopy فهي الطرز التي تسببها عوامل بيئية والذي يكون مماثل للطراز المظهري الناتج عن طفرة جينية. فعند تنمية يرقات ذبابة الفاكهة من الطراز البري رمادي اللون تنتج افراد ذات لون جسم اصفر. وبذلك فهي نسخة مظهرية للطراز البري أي انها غير قابلة للتوارث. ويمكن تمييز النسخ المظهرية بتربية اليرقات الناتجة من تزاوج افرادها على وسط غذائي خالي من نترات الفضة فيعود اللون الرمادي الخاص بالطراز البري. وسوف يتم في هذا المختبر تنمية حشرات الدروسوفيلا على وسط غذائي حاوي على نترات الفضة لملاحظة تأثير ذلك على افراد الجيل الأول. ثم يتم التزاوج بين افراد الجيل الأول وتسجيل الملاحظات على افراد الجيل الثاني.

طريقة تحضير الكروموسومات متعددة الخيوط**Polytene chromosomes** للغدد اللعابية في ذبابة الفاكهة

1. ترفع يرقات الطور الثالث الكبيرة من الوسط الزرعي.
2. حضر شريحة زجاجية نظيفة وضع قطرة من المحلول الملحي المتعادل.
3. توضع اليرقة فوق قطرة المحلول الملحي المتعادل normal saline (كلوريد الكالسيوم اللامائي 0.02 غم وكلوريد الصوديوم 0.7 غم ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى 100 ملل). وتنقل الشريحة الى مجهر تشريح.
4. تغرس ابرة التشريح في رأس اليرقة خلف أجزاء الفم السوداء وتغرس الابرة الثانية بوسط الجسم، وبالضغط وتحريك الابرتين بعيدا عن بعضهما تنفصل الغدد اللعابية وتتدلى (وتكون متطاولة ذات تجمعات نسيجة شفافة) ولابد من تمييزها عن الأجسام الدهنية اللماعة).
5. تزال الانسجة الزائدة بعيداً عن الغدد بالإبرة وحرك الغدد إلى منطقة تفتقر للمحلول الملحي.
6. تغطى الشريحة بقطرة من الاسيتواوريسين AcetoOricen لمدة خمس دقائق، وتسخن الشريحة بلطف على مصباح كحولي لتسريع التصبيغ.
7. يتم وضع غطاء الشريحة ويضغط بنهاية قلم الرصاص على غطاء الشريحة مع التحريك الموضعي، لغرض سحق الخلايا والأنوية وتحرير الكروموسومات.
8. تفحص الكروموسومات تحت المجهر لتمييز الحزم.

بعض الطفرات في حشرة الدروسوفيلا **Some mutations in *D. melanogaster***

اولاً: طفرات جينية على كرموسوم الجنس (1):

1. العين العامودية **Bar eye** ويرمز لها **B** وموضعها **(1-0.75)**: تأخذ العين شكل عمود ضيق في الذكور والاناث النقية اما الاناث الهجينة (B/+) فتأخذ شكل كلوي ويعزى ذلك الى تضاعف جزء صغير من كرموسوم الجنس x ويمكن تميزها في كروموسومات الغدة اللعابية.
2. فقدان العروض العرضية في الجناح **cross vein less**ويرمز لها **cv** وموضعها **(1-13.7)**: تؤدي الى فقدان كل او معظم اجزاء العرقان الوسطيان.
3. الشعيرات المنخية او المنشقة **fobded Bristles** ويرمز لها بالرمز **f** وموضعها **(1-56.70)**:تكون الشعيرات قصيرة ومنحنية او منشقة عند القمة.
4. العين البيضاء **white eye** ويرمز لها **w** موضعها **(1-15.0)**: العيون المركبة بيضاء والعيون البسيطة Ocelli واقنية مالبيجي والمناسل الذكرية تكون عديمة اللون.
5. لون الجسم اصفر اللون **yellow** ويرمز لها **y** وموضعها **(1-00.0)**: الجسم اصفر اللون.

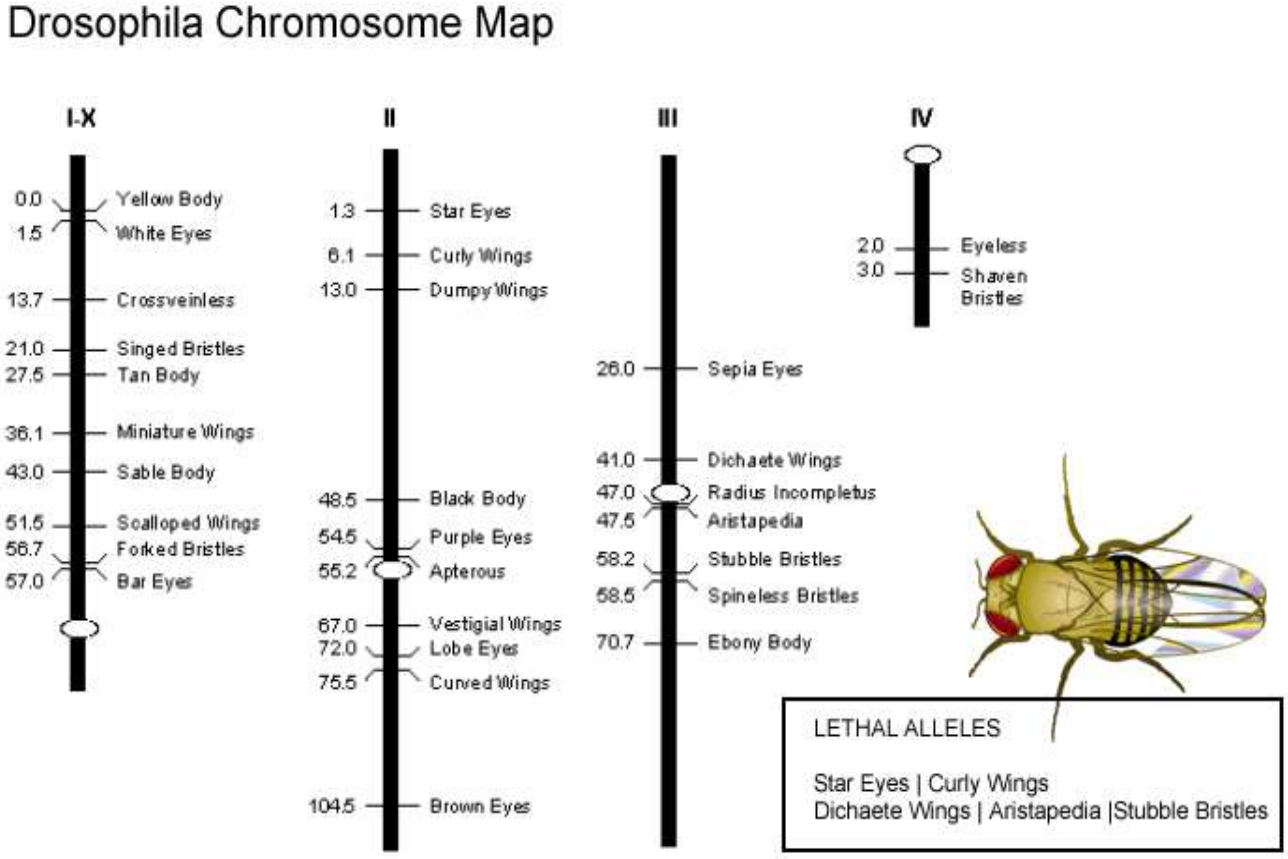
ثانياً: طفرات جينية على الكرموسوم الثاني:

1. **Bristl** ويرمز لها بالرمز **B1** وموضعها **(2- .54.8)**: تكون الشعيرات قصيرة ومتثخنة وتموت الحشرة النقية.
2. عيون بنية **Brown eye** ويرمز لها بالرمز **bw** وموضعها **(2-14.5)**: لون العين بني يميل الى الارجواني بتقدم العمر وباتحاده مع st و v يكون لون العين ابيض.
3. اجنحة منحنية **curly** ويرمز لها **cu** وموضعها **(2-1)** :يكون الجناح شديد الانحاء الى الاعلى والامام وتموت الحشرة النقية.
4. العين فصية **Lobe** ويرمز لها **L** وموضعها **(2-72.0)**: يتقلص حجم العين.

5. أجنحة مختزلة **vestigial** ويرمز لها بالرمز **vg** وموضعها **:(67.0-2)** الجناح يكون مختزل.

ثالثاً: طفرات على الكروموسوم الثالث:

1. لون الجسم اسود **ebony** ويرمز له **e** وموضعها .**(70.7-3)**
2. **aristapodia** ويرمز لها ar وموضعها **(58.5-3)**: قرون الاستشعار واللواحق تتحول الى زوائد مفصلية.
3. عيون قرمزية **scarlet** ويرمز لها **st** وموضعها **(44.0-3)**: لون العين برتقالي براق.




## *Drosophila melanogaster* Phenotypes

Wild Male Wild Female

## Eye Colour

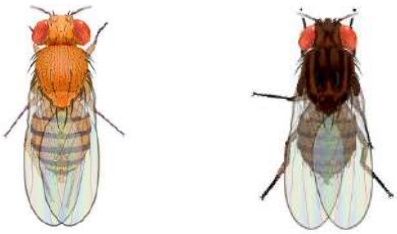
Wild Plum Purple Sepia Vermilion White

## Eye Shape

Lobe Bar Wild

## Body Color

Wild Ebony Yellow



## Antennae

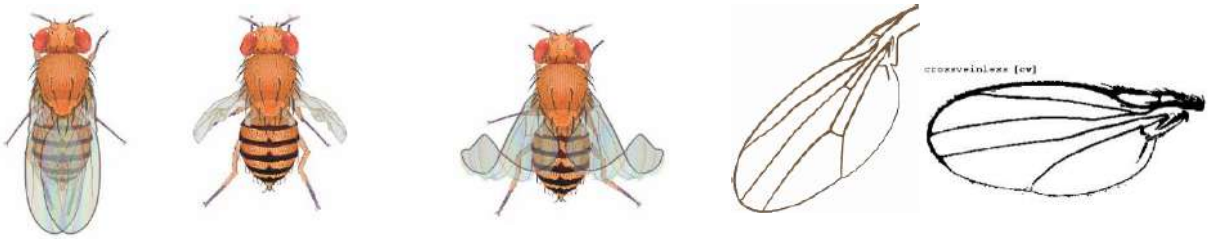
wild Aristapedia

## Wing Size

## Wing Shape

## Wing Veins

Wild Vestigial curly wild cross veinless



* يمكن تحديد نوع الطفرة بعد تخدير الحشرات وعزلها حسب طبيعة الطفرة الى قناني تربية جديدة من اجل اجراء التجارب اللاحقة. سجل الملاحظات في الجدول ادناه.

| الطفرة | الجنس | العدد |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

اولاً: عمل التزاوجات الناجحة لغرض الدراسة المختبرية للقوانين الوراثية

تتضمن طريقة العمل الخطوات التالية:

1. تحضر قناني تحوي اوساط غذائية كاملة.
2. تعزل الاناث العذارى من السلالة المطلوبة.
3. قم بتخدير ذكور من السلالة المطلوبة وانقلها الى القناني التي تحوي الاناث (يجب ان تكون الاناث عذارى) ثم تترك في المزرعة لمدة 5- 7 ايام.
4. يتم خلال هذه المدة التزاوج ووضع البيض بعد ضهور اليرقات تطرد الحشرات (الاباء) وتعاد الى الحاضنة.
5. بعد مرور 10 ايام تقريباً تخرج الحشرات من شرانقها وهي تمثل الجيل الاول.
6. تفحص الحشرات وتتم دراستها خلال مدة لا تقل عن يومين من بدء خروج الحشرات ولا تزيد عن 8 ايام.
7. لغرض الحصول على الجيل الثاني تنقل بعض الذكور والاناث من الجيل الاول الى مزرعة جديدة وتترك في الحاضنة لمدة 5- 7 ايام بعدها تطرد الاباء وتعاد الى الحاضنة ثم يتم دراسة الحشرات بعد خروجها من طور الشرنقة كما في الخطوة (5).

عزل الاناث العذارى **Isolation of virgin females**

يتم عزل الاناث العذارى بجمع الحشرات التي لا يزيد عمرها عن 8 ساعات وذلك بفحصها تحت المجهر وعزل الاناث عن الذكور في اوساط غذائية جديدة.

## قانون مندل الاول (مبدأ الانعزال) **Principle of segregation**

(تتوزع ازواج العوامل الوراثية (الجينات) عن بعضها عند تكوين الأمشاج ثم تعود لتزدوج بعملية الاخصاب عند تكوين الفرد الجديد). ويرمز عادة لكل صفة بزوج من الاحرف يكون الكبير للدلالة على الصفة السائدة والحرف الصغير للدلالة على الصفة المتنحية مثلاً **RR Rr rr** والذي يكون اما سائد او متنحي نقي او هجين. اما الامشاج الحاملة للصفة فيرمز لها **®** او اي حرف اخر حسب اسم الصفة التي يرمز لها.

ولتوضيح نتائج التزاوجات يستخدم مربع بونيت Punett square نسبة للعالم R.C. Punett (1906) .

- تطبيق قانون مندل الأول على حشرة الدروسوفيلا: سيحاول كل طالب اجراء عدد من محاولات التضريب او التزاوج mating لتوضيح قانون الانعزال، وذلك بإجراء عدد من التزاوجات المقترحة في الجدول ادناه او تزاوجات أخرى حسب أنواع الطفرات المتوفرة في المختبر.

| جيل الإباء ($P_1$) | | |
|---|---|---|
| الانثى ♀ | | الذكر ♂ |
| لون العين بني داكن x (se | | النمط البري (لون العين حمراء) |
| اجنحة قصيرة (x | dp) | النمط البري ( اجنحة طويلة) |
| اجنحة اثرية (x | vg) | النمط البري ( اجنحة طويلة ) |
| لون الجسم اسود (x | e) | النمط البري (لون الجسم رمادي بني) |

اعزل ذكر مخدر من أحد السلالات وانثى عذراء مخدرة من سلالة أخرى وضع قطرات من محلول الخميرة المعلق الى الوسط الغذائي قبل نقل الحشرات وبعد مرور سبع او ثمانية أيام اخرج الإباء من القنينة. وسيبدأ أبناء الجيل الأول بالظهور بعد حوالي 10 أيام من التزاوج. وبعد ظهور اعداد من افراد الجيل الأول $F_1$ , خدر الاناث وسجل الأنماط المظهرية Phenotypes في جدول التضريبات.

تزاوج احادي الهجين **Monohybrid cross**

للحصول على الجيل الثاني $F_2$ حاول اختبار ثلاث ذكور وثلاث اناث من الجيل الأول وضعهم في قنينة جديدة حاوية على الوسط الغذائي باستعمال طريقة التزاوج المذكورة سابقاً في التزاوج الأول، وليس من الضروري ان تكون اناث الجيل الأول عذارى لأغراض هذا التزاوج. لماذا؟ بعد مرور سبعة الى ثمانية أيام اخرج حشرات الجيل الأول من القنينة وبعد اليوم الرابع عشر من التزاوج خدر افراد الجيل الثاني $F_2$ ثم اعزل الذكور عن الاناث وسجل الأنماط المظهرية في جدول التضريبات. ومن هذه النتائج حدد نسبة الأنماط المظهرية التي حصلت عليها. ماهي الصفة السائدة التي حصلت عليها؟

الانثى (x ..... ($P_1$ الذكر (1P).....

تاريخ تزاوج الإباء تاريخ فصل الإباء

النمط المظهري لإناث الجيل الأول.....

النمط المظهري لذكور الجيل الأول.....

انثى الجيل الأول..... x ذكر الجيل الأول.....

| تاريخ زواج الجيل الأول | تاريخ فصل الجيل الأول | تاريخ فحص الجيل الأول |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |

| ذكور الجيل الثاني | | اناث الجيل الثاني | |
|---|---|---|---|
| الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد | الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| المجموع = | | المجموع = | |

| | الذكر | الانثى |
|---|---|---|
| النمط الوراثي للآباء | ..... | ..... |
| النمط الوراثي للجيل الأول | ..... | ..... |
| النمط الوراثي للجيل الثاني | ..... | ..... |

مثال (1) ضرب نبات بزاليا طويل الساق مع نبات قصير الساق فكانت جميع النباتات الناتجة طويلة الساق.

- ما الطرز الوراثية للأبوين والافراد الناتجة؟

- اذ تركت نباتات الجيل الاول للتلقيح الذاتي، فماهي الطرز الوراثية والمظهرية للنباتات الناتجة؟ (علماً ان صفة الطول سائدة على صفة القصر).

- ما هي النتائج المتوقعة عند تضريب افراد الجيل الاول مع الاب قصير الساق؟

| | نبات بزاليا طويل الساق نقي | x | نبات بزاليا قصير الساق نقي | |
|---|---|---|---|---|
| P | Tt | x | Tt | |
| G | T | | t | |
| $F_1$ | | Tt | | |
| | | 100 % افراد هجينة | | |
| $P_2$ | Tt | x | Tt | |
| $G_2$ | T | t | T | t |
| $F_2$ | TT | Tt | Tt | tt |
| | | (%75) سائد بنسبة 1: 3 | | متنحي (25 %) |

* مظهرياً 3\ 4 طويلة و\ 1 4 قصيرة
* وراثياً \ 1 4 طويلة نقية سائدة, \ 1 4 قصيرة نقية متنحية, \ 2 4 طويلة هجينة.

الأسئلة:.....

(1): كيف يمكن الحصول على نباتات بزاليا بنسبة 1: 1 اي 50% طويلة و50% قصيرة؟

## التضريب الاختياري :Test cross

هو تزاوج يجري بين فردين أحدهما يحمل الصفة المتنحية والاخر يحمل الصفة السائدة المجهولة النقاوة والهدف منه التأكد من نقاوة الصفة المجهولة.

الاسئلة: ..... (1) إذا

لقحت انثى خنزير غينيا سوداء اللون تلقيحا اختباريا وانتجت نسلاً مؤلفا من فردين في كل بن من ثلاث بطون، وكانوا جميعاً ذوي لون اسود، فما هو التركيب الوراثي لهذه الانثى؟

(2): نبات بزاليا احمر الازهار مجهول النقاوة كيف يمكن معرفة نقاوته؟ (إذا علمت ان صفة اللون الاحمر ذات سيادة تامة على اللون الابيض).

التضريب الرجعي **back cross**: هو تضريب أحد افراد الجيل الاول بأحد الابوين او كلاهما ويستعمل للتأكد من صفات الجيل الابوي السائد.

## قانون مندل الثاني: مبدأ التوزيع الحر **Independent assortment**

اذ اختلف فردان في زوجين من الصفات النقية المتضادة فعند تكوين امشاج الجيل الاول لهما ينعزل عاملا كل زوج من الصفات بصورة مستقلة عن انعزال عاملي الزوج الاخر وتظهر صفة كل زوج في الجيل الثاني بنسبة (3) سائد الى (1) متنحي.

مثال: في حشرة الدروسوفيلا يقع الجين المسؤول عن لون الجسم الأسود e)) على الكروموسوم الثالث، اما الجين المسؤول عن الاجنحة الاثرية، (vg) فيقع على الكروموسوم الثاني. ويجب عمل تضريبات متبادلة من هذه الأصول وكما يلي:

$(vg^+ vg^+ : ee)$ انثى سوداء الجسم $(vg\ vg : e^+e^+$ x) ذكر اثري الجناح

ملاحظة: يجب استخدام الاناث العذارى. لماذا؟

بعد ثمانية أيام يتم التخلص من الإباء. وبعد ظهور أبناء الجيل الأول تسجل اعدادها وتحدد الصفات التي ظهرت وتسجل النتائج في جدول التضريبات. ماذا تتوقع ان يكون النمط المظهري والوراثي للجيل الأول.

الانثى (x ..... $P_1$) الذكر (1P).....

تاريخ تزاوج الإباء تاريخ فصل الإباء

النمط المظهري لإناث الجيل الأول.....

النمط المظهري لذكور الجيل الأول.....

انثى الجيل الأول..... x ذكر الجيل الأول.....

| تاريخ زواج الجيل الأول | تاريخ فصل الجيل الأول | تاريخ فحص الجيل الأول |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |

| ذكور الجيل الثاني | | اناث الجيل الثاني | |
|---|---|---|---|
| الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد | الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| المجموع = | | المجموع = | |

الذكر الانثى

النمط الوراثي للآباء ..... .....

النمط الوراثي للجيل الأول ..... .....

النمط الوراثي للجيل الثاني ..... .....

تضريب ثنائي الهجين Dihybrid cross

نعمل تزاوج لذكور واناث الجيل الأول في قنينة جديدة وبعد مرور ثمانية أيام تطرد افراد الجيل الأول وعند ظهور افراد الجيل الثاني نسجل اعدادها وصفاتها المدروسة ونسبها في جدول التضريبات.

الانثى (x ..... $P_1$) الذكر (1P).....

تاريخ تزاوج الإباء تاريخ فصل الإباء

النمط المظهري لإناث الجيل الأول.....

النمط المظهري لذكور الجيل الأول.....

انثى الجيل الأول..... x ذكر الجيل الأول.....

تاريخ زواج الجيل الأول تاريخ فصل الجيل الأول تاريخ فحص الجيل الأول

..... ..... .....

| ذكور الجيل الثاني | | اناث الجيل الثاني | |
|---|---|---|---|
| الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد | الأنماط المظهرية للجيل الثاني | العدد |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| المجموع = | | المجموع = | |

| | الذكر | الانثى |
|---|---|---|
| النمط الوراثي للآباء | ..... | ..... |
| النمط الوراثي للجيل الأول | ..... | ..... |
| النمط الوراثي للجيل الثاني | ..... | ..... |

ما هي طرز الافراد الناتجة عن تزاوج افراد الجيل الاول في اعلاه مع افراد حاملة للصفتين المتنحية؟ ما هي النسب التي تظهر بها تلك الطرز؟

الانعزال في الذرة Segregation in corn

مثال2: يأخذ كل طالب بذور الجيل الثاني من الذرة المأخوذة من كوز الذرة ear of corn الموضح في الشكل ادناه. حدد الأنماط المظهرية الأربعة واحسب عدد البذور الممثلة لكل مظهري ثم سجلها. استعمل المناسبة التي تمثل كل نمط مظهري تم التعبير عنه.

شكل يوضح: عرنوص والذي يمثل **dihybrid cross** حيث ان النسبة هي 1 :3 :3 :9 تعكس وجود الجينات على مختلف الكروموسومات.

الطريقة:

1. قسم الحبوب في كل كوز إلى أربع مجموعات مظهرية (بيضاء، صفراء، حمراء، بنفسجية).
2. ضع دبوساً أو نقطة حبر على حبة في مؤخر الكوز ثم أبدأ حساب الحبوب متجهاً إلى أعلى بطول الصف، ثم متنقلاً من أعلى إلى أسفل في الصف التالي وهكذا حتى تصل إلى نقطة البداية الحبة المعلمة.
3. أحصر عدد الحبوب من كل لون على حدة.
4. سجل عدد الحبوب لكل فئة كالآتي:

الشكل المظهري العدد المشاهد العدد المتوقع الانحراف المجموع الكلى

التمرين:

1. اختر رموزا مناسبة لكتابة التركيب الوراثي لكل زوج من الجينات المحددة لصفة اللون.
2. أي الصفات تعتمد على الجينات السائدة وأيها تعتمد على الجينات المنتجة؟
3. استخدام رموز الجينات التي اخترتها لكتابة التركيب الوراثي والشكل المظهري. للآباء والجيل الأول والجيل الثاني

| الاليل | النمط المظهري |
|---|---|
| ..... | ..... |
| ..... | ..... |
| ..... | ..... |

ماهي الصفات المتنحية؟

ماهي الصفات السائدة؟

حدد النمط المظهري والوراثي للإباء الأصليين متماثلي الزيجات.

مثال: تم تضريب نبات بزاليا ازهاره حمر إبطيه الموقع وآخر ازهاره بيض نهائية الموقع، فأنتجا نباتات كلها ذات ازهار حمر إبطيه الموقع، وكانت نتيجة التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الاول كما يأتي: -

$\frac{9}{16}$ ازهار حمر ابطية الموقع $\frac{3}{16}$ ازهار حمر نهائية الموقع

$\frac{3}{16}$ ازهار بيض ابطية الموقع $\frac{1}{16}$ ازهار بيض نهائية الموقع

ما هي الطرز المظهرية للأبوين وافراد الجيلين الاول والثاني؟ علما ان عاملا صفتي الازهار الحمر الابطية الموقع سائدان على عاملي صفتي الازهار البيض النهائية الموقع. اما الرموزR و A

انواع السيادة:

السيادة التامة **Complete Dominance:** عندما يكون لاحد الاليلين في الموضع الجيني Locus القدرة على اخفاء تأثير الاليل الثاني (المتنحي) فيظهر كل من التركيب الوراثي النقي والمتباين (الهجين) طرازا مظهريا واحدا في افراد الجيل الثاني بنسبة 1:3.

سؤال: لقحت مجموعة من خنازير غينيا السوداء ذات الطابع الوراثي المتشابه، بغضها ببعض وانتجت نسلا مؤلفا من 29 فرداً اسود اللون و9 افراد بيضاء اللون، ماهي الطرز الوراثية المتوقعة للآباء؟

السيادة غير التامة **Incomplete**: عندما يكون للتركيب الوراثي المتباين في الموضع الجيني طرازا مظهريا وسطا بين الطراز السائد والطراز المتنحي اي ان الفرد متباين الزيجة لا يشبه اي من الابوين بل يكون وسطا بينهما. ومن الامثلة على ذلك تهجين نبات حنك السبع ذي ازهار حمر مع نبات ذي ازهار بيض تكون افر اد الجيل الاول ذات ازهار وردية اما نتائج الجيل الثاني فتكون بالنسب1:2:1 احمر: وردي: ابيض على التوالي وبها تتطابق نسب الطرز المظهرية مع نسب الطرز الوراثية.

السيادة المشتركة **: Co dominance** وفيها يكون لكل اليل تأثيره الكامل في الفرد الهجين . فمثلا تكون السيادة مشتركة بين الاليلات المكونة لصنف الدم AB، كما ان تزاوج افراد من مجموعة AB مع بعضهم سينتج نسب وراثية ومظهرية $I^AI^A$ و $I^AI^B$ و $I^BI^B$ وتكون بالنسب 1:2:1 على التوالي.

| طرز مظهرية | طرز وراثية |
|---|---|
| A | $I^Ai,\ I^AI^A$ |
| B | $I^Bi\ ,\ I^BI^B$ |
| AB | $I^AI^B$ |
| O | $ii$ |

سؤال: قد يكون شكل جذور الفجل متطاولا ( $S^L\ S^L$ ) او كروياً ( $S^R\ S^R$ ) او بيضوياً ( $S^L\ S^R$ ) فاذا ما اجري تلقيح بين نبات متطاول الجذور واخر بيضاوي الجذور، ثم سمح لنباتات الجيل الأول ان تلقح بعضها البعض عشوائياً، ماهي نسبة الطرز الوراثية المتوقعة في الجيل الثاني؟

السيادة الفوقية **: Overdominance** لاحظ العلماء عند تضريب ذباب الفاكهة احمر العين مع ابيض العين فأن عيون الذباب الناتج تكون متألقة حمراء مما يجعل قدرتها على الرؤية افضل وقدرتها على البقاء افضل من الافراد البوية.

وراثة الصفات المرتبطة بالجنس **:Sex Linked Characteristics** ترتبط بعض الصفات الوراثية بالكروموسومات الجنسية، مما يؤدي الى انتقال الصفة الوراثية مع تنقل كروموسوم الجنس مثل مرض نزف الدم الوراثي.

الجينات المميتة **Lethal genes**: هي الجينات التي تتسبب في موت الكائن الحي قبل الولادة او قبل وصوله فترة البلوغ الجنسي. ويمكن ان تكون سائدة مميتة وهذه يتعذر دراستها اذ انها تتسبب في موت كل الافراد الحاملة لها بالتراكيب الوراثية النقية والهجينة او متنحية مميتة وبها تتحور النسبة المندلية من 1:2:1 الى 2:1.

ومن الامثلة على الجينات السائدة ذات التأثير المميت المتنحي جين اللون الاصفر في الفئران او جين الارجل القصيرة في الطيور اذ تعاني الافراد الحاملة للتركيب الوراثي النقي من تشوهات شديدة تتسبب في موتها المصابة اما الافراد الهجينة فانها تكون غير قادرة على المشي لذا فان الطيور الزاحفة الهجينة تعيش وتتكاثر اما الطيور الزاحفة النقية فانها تموت في عمر مبكر. ويلاحظ هنا تغيير النسب المندلية اذ فتكون 2: 1 بدلا من 3: 1.

$C_1C_2$ x $C_1C_2$

زاحف هجين زاحف هجين

$C_1C_1$ + $2\ C_1C_2$ + $C_2C_2$

1 اعتيادي 2زاحف هجين 1 زاحف نقي (يموت)

اما الجينات المتنحية المميتة مثل الجين المسبب لمرض الخلايا المنجلية اذ غالبا ما يموت الفرد النقي الحامل للتركيب الجيني ss وبذلك لا يمكن الحصول على افراد حية نقية للجين المسبب للمرض.

اما الجينات شبه المميتة فهي الجينات التي تتسبب في موت أكثر من 50% من افراد الذرية قبل الوصول الى مرحلة النضج الجنسي.

سؤال: اذكر مثال على الجينات المميتة في النباتات؟

الاليلات المتعددة: **Multiple Alleles**: تحدث الاليلات المتعددة عند وجود أكثر من صورتين لجين معين على موضع جيني معين في زوج من الكروموسومات المتماثلة والتي تسيطر على صفة واحدة فقط. وذلك يسبب تغيير في النمط الوراثي واحياناً في المظهري للكائن الحي. يستخدم الحرف الكبير او حرف صغير يحمل اشارة موجبة للدلالة على الاليل ذو الصفة السائدة الاصلية (+A, a) و(-a, a) للصفة المتنحية.

ومن الامثلة على الاليلات المتعددة فصائل الدم في الانسان $I^A = I^B \rangle\ i$

ولون الفراء في الارانب له سلسلة سيادة يرمز لها $C \rangle\ c^{ch} \rangle\ c^h$ ›c

| الطرز المظهرية | التراكيب الوراثية |
|---|---|
| اللون (رمادي) | ,Cc ,C $c^h$ CC, C $c^{ch}$ |
| شنشيلا (فضي) | $c^{ch}\ c^{ch}$ |
| فضي فاتح | $c^{ch}c^h$ , $c^{ch}c$ |
| همالايا | $c^hc^h, c^hc$ |
| البينو (ابهق) | Cc |

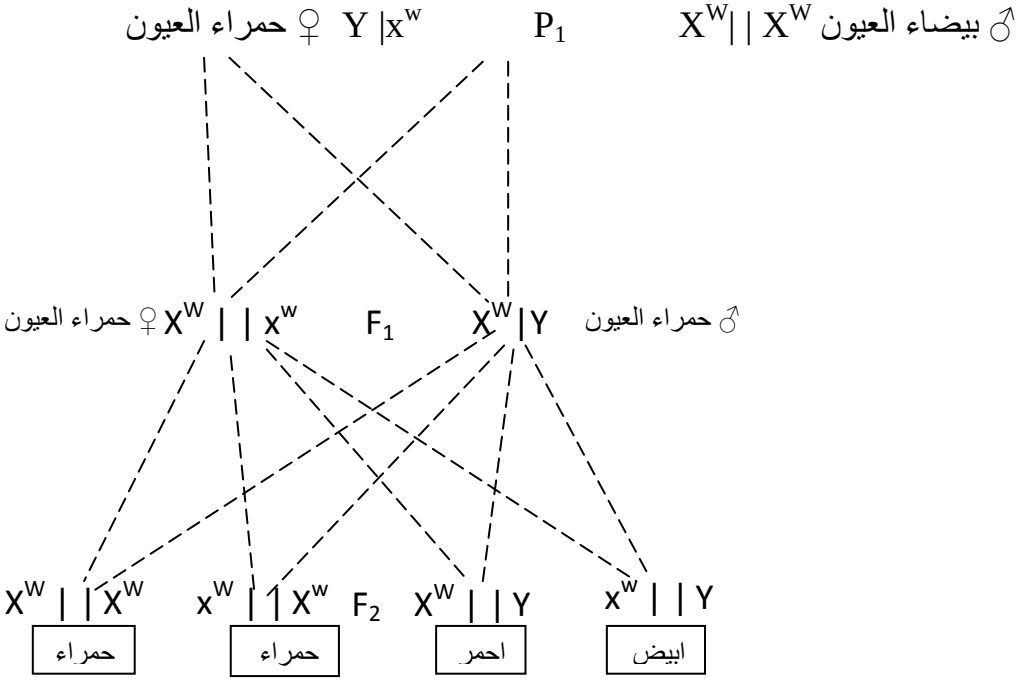
## الوراثة المرتبطة بالجنس **Sex – Linked Inheritance**

تعيين الجنس بكروموسوم الجنس:
1- نظام XX -- Xy (مثال.....)
2- نظام XX -- XO (مثال.....)
3- نظام ZZ -- ZW (مثال.....)

وراثة الصفات المرتبطة بالجنس
الارتباط بالجنس في ذبابة الفاكهة **Sex Linkage In Drosophila**

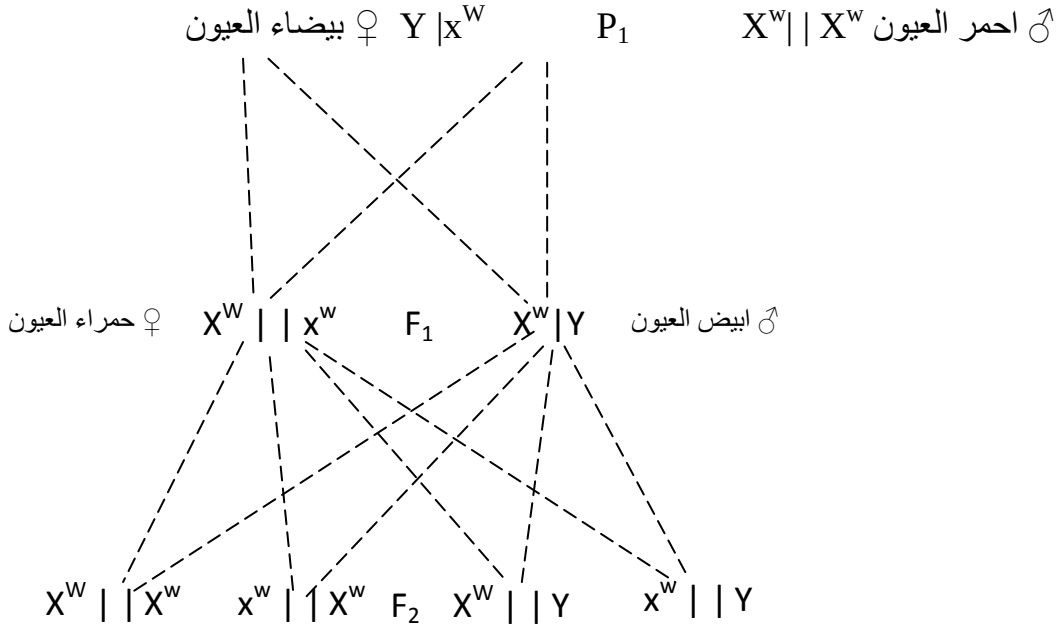
لاحظ موركان Morgan عام 1910م، أثناء قيامه بتجارب تربية ذبابة الفاكهة من النمط البري ذو العيون الحمراء، ذبابة واحدة ذات عيون بيضاء تمكن الحصول منها على سلالة نقية ذات عيون بيضاء. ظهرت العيون البيضاء بواسطة الطفرة Mutation. ولدراسة هذا النمط الظاهري الجديد، ضرّب موركان إناث ذات عيون حمراء مع ذكور ذات عيون بيضاء ولاحظ بأن جميع ذبابات الجيل الأول ($F_1$) ذات عيون حمراء. وعلى ذبابات الجيل الثاني ($F_2$) لاحظ بأن حوالي ثلاثة أرباعها ذات عيون حمراء وحوالي ربعها ذات عيون بيضاء. تظهر هذه النتائج لهذا الحد بأنها مشابهة إلى نتائج تضريبات أحادية الهجين التي فُسرت على أساس انعزال زوج واحد من الجينات. ولكن عند تصنيف ذبابات الجيل الثاني ($F_2$) إلى الجنس ولون العيون، وجد موركان بأن كل الإناث حملت عيون حمراء بينما نصف الذكور حمل عيونا حمراء

والنصف الآخر حمل عيونا بيضاء، أي أن العيون البيضاء وهي الصفة المتنحية كانت مقتصرة على الذكور فقط في الجيل الثاني، وهذه النتيجة تختلف عن نتيجة تضريبات أحادية الهجين السابقة والتي تظهر الصفة المتنحية في كل من الإناث والذكور بنسبة متساوية. كذلك أجري موركان تضريباً معاكساً Reciprocal cross وذلك بتضريب إناث ذات عيون بيضاء، مع ذكور ذات عيون حمراء ولاحظ على ذبابات الجيل الأول ($F_1$) بأن الإناث ذات عيون حمراء وأما الذكور ذات عيون بيضاء، ومن ذبابات الجيل الثاني ($F_2$) إلى الجنس ولون العيون وجد موركان أن نصف الإناث ونصف الذكور ذات عيون بيضاء بينما النصف الآخر من الإناث والذكور ذات عيون حمراء. وهذه النتائج في الجيل الأول والجيل الثاني تختلف آيضا عن نتائج تضريب أحادي الهجين. ولتفسير نتائج هذه التضريبات التي تضمنت دراسة وراثة صفة لون العين في ذبابة الفاكهة أفترض موركان بأن جين لون العين يقع على كروموسوم x وأن كروموسوم Y لا يحمل أليل لهذا الجين. ولتوضيح هذه الفرضية يرمز لجين العين الحمراء السائد بـ W ولجين العين البيضاء المتنحي ب w ويمثل كروموسوم x بخط مستقيم ويمثل كروموسوم Y بخط نهايته معقوفة. ثم نتابع نتائج التضريب الأول في $F_1$ وفي $F_2$، وكذلك نتابع نتائج التضريب الثاني (المتبادل) في $F_1$ وفي $F_2$ كما موضحة في الشكل. نلاحظ أن النتائج الفرضية مطابقة للنتائج التجريبية لكلا التضريبين.




شكل يوضح وراثة لون العيون المرتبطة بالجنس في الدروسوفلا. الآباء: الإناث حمراء العيون والذكور بيضاء العيون.

التضريب العكسي



شكل يوضح وراثة لون العيون المرتبطة بالجنس في الدروسوفلا. الآباء: الإناث بيضاء العيون والذكور حمر العيون.

تتبع الصفات المرتبطة بالجنس مثل العين البيضاء في التضريبين اعلاه نمط التوارث المتقاطع Criss cross pattern of inheritance اذ ينقل الذكر صفته المرتبطة بالجنس إلى أحفاده (الذكور) بواسطة بناته وليس بواسطة أبناءه وعلىه فأن الصفة المرتبطة بالجنس تظهر التناوب أو التقاطع من جنس إلى آخر أثناء مرورها من جيل إلى آخر. ويتبع كروموسوم X وراثة الطراز المتقاطع أيضا حيث تحصل البنات فقط على كروموسوم X من الآباء بينما تحصل البنات والابناء على كروموسوم X من الأمهات. وبعد اكتشاف وراثة جين لون العين البيضاء ، تم اكتشاف حوالي 140 جين في ذبابة الفاكهة من نوع *Drosophila melanogaster* التي تتبع طريقة وراثة مشابهة لوراثة جين لون العين وهذا يدل على أن هذه الجينات تقع على كروموسوم X .

الارتباط بالجنس في الإنسان **Sex linkage in human**

يحدث الارتباط بالجنس في الإنسان مثل ما يحدث في ذبابة الفاكهة وحيوانات كثيرة. ومن هذه الصفات الشائعة في الإنسان هي عمى اللون وبأخص للأخضر والأحمر Red-green color blindness وكل الحقائق المعروفة عن وراثة هذه الصفة يمكن تفسيرها بافتراض وجود جين متنحي يقع على كروموسوم X مسؤولاً عن عمى اللون ، وأن كروموسوم Y لا يحمل أليلاً لهذا الجين .، ويحمل الذكور كروموسوم X واحد أما الإناث فأنها تحمل كروموسومين X الذي يؤدي إلى عدم ظهور عمى اللون في الإناث متباينة الزيجة. وبناء على هذه الحقائق يمكن توقع أنجاب ذكور مصابين بعمى الالوان من أم مصابة بغض النظر عن صفة زوجها ، وعندما يكون الاب سليما فستكون بناته غير مصابة، الا انهن ورثن الجين المتنحي من الأم الممصابة لذا فكل منهن تعد حاملة لجين عمى الالوان ، وعند تزاوج الاناث الحاملة من ذكور سليمة، سينجبن اناث طبيعية وحوالي نصف الذكور سليمة اما النصف الآخر من الذكور فتكون مصابة بعمى الالوان. يمكن الحصول على بنت مصابة من زواج رجل مصاب بانثى (حاملة) متباينة الزيجة أو (مصابة) متماثلة الزيجة لجين عمى الالوان.

وصفة أخرى مرتبطة بالجنس في الإنسان هي مرض الناعور أو النزف الوراثي Hemophilia والمقتصر على الرجال تقريبا والناتج من جين متنحي مرتبط بالجنس أيضاً.

الارتباط بكروموسوم **Y** في الإنسان **Y Chromosome Linkage in human**

أشارت بعض دراسات السلالات في الإنسان بوجود جينات متميزة على جزء من كروموسوم Y ، وهذا الجزء لا يوجد له جزء مماثل في كروموسوم X . يتوقع بأن هذه الجينات تسيطر على الوراثة الذكورية Holandric inheritance اذ إنها تنتقل بصورة خاصة الى الابناء الذكور من اباءهم الذكر (أي من الأب إلى الابن مباشرة) ومثالها الأذن المُشعرة Hairy pinna حيث يكون نمو الشعر على الحافة الخارجية من الأذن.

السيادة المتأثرة بالجنس **Sex-Influenced Dominance**

قد تختلف سيادة الأليلات بحالة متباين الزيجة في الجنسين، ويطلق على هذه الظاهرة السيادة المتأثرة بالجنس، وبذا تكون الصفات المعنية صفات متأثرة بالجنس. وتتأثر النواتج الجينية في الافراد متباييني الزيجة في الجنسين بهرمونات الجنس، فمثلاً تسلك الجينات الأوتوسومية المسؤولة عن القرون في بعض سلالات الأغنام بصورة مختلفة بوجود هرمونات الجنس الذكرية والأنثوية. ففي سلالة أغنام دروسيت Dorset توجد القرون في كلا الجنسين ويكون جين القرون بحالة متماثلة الزيجة $h^+ h^+$. وفي سلالة السفولك Suffolk يكون كلا الجنسين بدون قرون ويكون النمط الوراثي h h . وفي $F_1$الناتج من تضريب هاتين السلالتين ، تكون الذكور ذات قرون والإناث عديمة القرون. بما أن الجنسين متشابهان وراثياً $h^+ h$ ، فعليه يسلك الجين $h^+$ كسائد في الذكور ومتنحي في الإناث. وفي الجيل الثاني $F_2$ يتم الحصول على ذكورً بنسبة ثلاثة ذات

قرون إلى واحد بدون قرون، بينما كانت الإناث بنسبة ثلاثة بدون قرون إلى واحد ذات قرون. وينتج التضريب المتبادل نفس النتائج في $F_1$ وفي $F_2$ مما يدل على أن هذه الصفة ليست مرتبطة بالجنس.

وتوجد بعض الصفات بالإنسان كالصلع ونمط معين من الناصية البيضاء وعدم وجود أسنان الرباعيات العلوية ونمط خاص من التوسع في مفاصل الأصابع التي تتبع نفس الحالة الوراثية.

تعبير الجين المحدد بالجنس **Sex-limited Gene Expression**

قد يعبر جنس واحد بصورة منتظمة عن صفة خاصة، كذلك ينقل جينات إلى الذرية التي تنتج نمط ظاهري مختلف في الجنس الآخر. وتسمى هذه الحالة بتعبير الجين المحدد بالجنس التي ينتج عنها صفات محددة بالجنس. ومثال على تعبير الجين المحدد بالجنس هو إنتاج الحليب في الأبقار والثدييات الأخرى الذي يكون محدداً بالجنس المجهز بالغدد الثديية النامية والهرمونات المناسبة. وتكون بعض الثيران بطلب كبير من قبل مربي الأبقار وشركات التلقيح الصناعي لأن أمهاتهم وبناتهم تمتلك مستويات عالية جداً من انتاج الحليب. وتعد هذه الثيران ذات أهمية مثل أهمية الأبقار في مناهج انتخاب الإنتاجية العالية من الحليب.

## الوراثة البشرية

تتحدد الصفات الخاصة بكل فرد عند اتحاد الكروموسومات الذكرية والانثوية التي تحملها الأمشاج وتحمل هذه الكروموسومات الجينات التي تحدد الصفات المختلفة التي يتم التعبير عنها بواسطة الكائن الحي. وفي هذا المختبر سيقوم كل طالب بدراسة توارث عدد من الصفات المظهرية والصفات الفسلجيه وكذلك مجاميع الدم في الانسان.

اولاً: توارث بعض الصفات المظهرية:

1: طي اللسان **Tongue Rolling:** يمكن للعديد من الأشخاص طي الحافات الجانبية للسان بحيث تتقارب حافات اللسان من بعضها من طرف اللسان. ثبت المعلومات لطلاب الشعبة لمعرفة امكانية طي اللسان حسب الجدول ادناه.

| ت | الطلبة الذين يمكنهم طي اللسان | النسبة المئوية | الطلبة الذين لا يمكنهم طي اللسان | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |

ولمعرفة إذا كانت تلك الصفة متوارثة ام لا وإذا كانت متوارثة هل الجين المسؤول عنها سائد ام متنحي ولغرض معرفة ذلك حدد افراد عائلتك وسجل الملاحظات حول قابلية طي اللسان:

(+) تمثل قابلية طي اللسان

(- ) تمثل عدم قابلية طي اللسان

T)) صفة سائدة لقابلية طي اللسان

t) ) صفة عدم قابلية طي اللسان

هل يمكن معرفة النمط الوراثي (TT ; Tt : tt ) لكل فرد من افراد العائلة بالاستعانة بالمخطط ادناه:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الجد ( ) x الجدة ( ) | | | | | | الجد ( ) X الجدة ( ) | |
| | | | | | | | |
| ( ) عم | ( ) عم | ( ) عم | ( ) الاب x الام ( ) | | ( ) خال | ( ) خال | ( ) خال |
| | | | | | | | |
| ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) انت | ( ) اخ او اخت متزوجة | | ( ) x |
| | | | | | | | |
| | | | | | ( ) ابن | ( ) ابن | ( ) ابن |

ملاحظة: يمكن تسجيل البيانات للعم او العمة الخال او الخالة الأخ او الأخت حسب اختلاف الحالات.

2: فرط انبساط المفصل البعيد للأبهام: يمكن دراسة نسبة وجود هذه الحالة في طلاب الشعبة بعد تسجيل البيانات في الجدول ادناه:

| ت | الطلبة الذين يمكنهم بسط الابهام | النسبة المئوية | الطلبة الذين لا يمكنهم بسط الابهام | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |

يمكن معرفة النمط الوراثي ( TT ; Tt : tt ) لكل فرد من افراد العائلة بالاستعانة بالمخطط ادناه:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الجد ( ) x الجدة ( ) | | | | | | الجد ( ) X الجدة ( ) | |
| | | | | | | | |
| ( ) عم | ( ) عم | ( ) عم | ( ) الاب x الام ( ) | | ( ) خال | ( ) خال | ( ) خال |
| | | | | | | | |
| ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) اخ | ( ) انت | ( ) اخ او اخت متزوجة | | ( ) x |
| | | | | | | | |
| | | | | | ( ) ابن | ( ) ابن | ( ) ابن |

3:انطواء اللسان الى الخلف.

4: نقطة اذن دارون.

ثانياً: توارث صفات فسلجيه:

1. القابلية على تذوق الفنيل ثايوكاربامايد.
2. القابلية على تذوق بنزوات الصوديوم.

ثالثاً: توارث مجاميع الدم في الانسان: يوضح الجدول ادناه الطرز المظهرية والوراثية لمجاميع الدم في الانسان.

| طرز مظهرية | طرز وراثية |
|---|---|
| A | $i\ I^A$ , $I^A I^A$ |
| B | $i\ I^B$ , $I^B I^B$ |
| AB | $I^A I^B$ |
| O | $i\ i$ |

رابعاً: بعض الخصائص او الصفات الوراثية الأخرى المتوارثة:

1- الأصابع المتشابكة: عندما يقوم الأشخاص بمشابكة الأصابع مع بعضها البعض فان عدد منهم يضع الابهام الايسر على الابهام الأيمن (الصفة السائدة، الاليل F) بينما يعمل الاخرون على وضع الابهام الأيمن على الايسر (الاليل المتنحي f)
2- القزحية الملونة: عندما تكون هذه الصفة متنحية (pp) لا توجد صبغة في مقدمة العين وتظهر طبقة زرقاء في ظهر القزحية. إذا تكون العيون زرقاء. ما اذا كان هناك الليل سائد واحد في الأقل (p_ ) فان الصبغة في العين ستحجب اللون الأزرق بدرجات متفاوتة اعتماداً على بقية الجينات المنظمة لكمية هذه الصبغة التي تحجب اللون الأزرق. لذا قد يكون لون العين بني او اخضر او بندقياً او أي لون اخر.
3- شعر منتصف الاصبع:
4- الاصبع الصغير المنحني:

دراسة كروماتين الجنس في خلايا الانسان

لاحظ (Barr and Bertram، 1949) وجود جسم صغير غامق الاصطباغ قريب من الغشاء النووي او النوية في معظم الخلايا العصبية لإناث القطط، ونادرا ما يمكن مشاهدة مثل هذا التركيب في خلايا الذكور. وأثبتت الدراسات وجود هذه الظاهرة في خلايا معظم الانسجة للحيوانات المختلفة ومنها الثدييات.

يعرف هذا الجسم الذي يميز خلايا الإناث ولا يوجد في خلايا الذكور بجسم بار نسبة الى مكتشفه ويسمى ايظا كروماتين الجنس.يبلغ قطر جسم بار في انواع الخلايا ميكرون واحد باستثناء الخلايا العصبية ويكون ذو شكل محدب مستو ويكون موضعه ملاصقا للسطح الداخلي للغلاف النووي. ويكون كروماتين الجنس موجبا لصبغة الفيولجين ويصطبغ بشدة بالصبغات النووية مما يشير الى احتوائه على DNA. وتدل الدراسات على ان كروماتين الجنس ينتج عن وجود اكثر من كروموسوم جنس X واحد في نواة الخلية، لذا فان خلايا الذكر الاعتيادية في الانسان مثلا لا تحتوي على كروماتين الجنس وذلك لانها لا تمتلك سوى كروموسوم X واحد فقط ، في حين ان خلايا الانثى الاعتيادية التي تمتلك كروموسومي X فان نواتها تحتوي على جسم بار واحد. وفي حالات يكون للانثى اكثر من كروموسومين جنسيين فان النواة تحتوي على عدد من اجسام بار يساوي عدد كروموسومات الجنس ناقصا واحد ففي خلايا الاناث ثلاثية XXX مثلا، يكون في النواة اثنين من اجسام الكروماتين الجنس. كما ان الحالات غير الاعتيادية في الذكور مثل متلازمة كلينفلتر يكون للخلايا كروموسومي XX و كروموسوم Y واحد فيكون في النواة كروماتين جنسي واحد. ومن المعلوم الان ان كل خلية لا يمكن ان تحتوي على اكثر من كروموسوم جنس واحد نشط، اما كروموسومات الجنس الاخرى ان وجدت فانها تكون غير نشطة وتدعى هذه الظاهرة تثبيط كروموسوم X X chromosome inactivation.

وقد وجد Morishima et al.، 1962 باستخدام طريقة التعليم الاشعاعي Radio labeling ، ان معظم الكروموسومات استكملت تضاعفها مبكرا في الطور البيني باستثناء احد كروموسومي X الذي استمر في عملية التضاعف حتى اواخر الطور البيني، فضلا عن انه يتخذ موضعا قريبا من الغلاف النووي وهو الموضع الذي يوجد عنده كروماتين الجنس.

ويتم تحضير كروماتين الجنس في المختبر بأخذ مسحات من باطن الخد بعد ابعاد اللسان وتحمل على شريحة نظيفة، ثم تجفف المسحة بالهواء لمدة نصف دقيقة ثم تعامل الشريحة كما يأتي: -

1- تمرر الشريحة في تركيز متناقص من الكحول الاثيلي 95%، 70% و 50% لمدة دقيقتين في كل تركيز، ثم في ماء مقطر لمدة دقيقتين ايضا.
2- تمرر الشريحة في حمض الهيدروليك عيارية (5 – 6) لمدة 5 ثانية.
3- تنقل الشريحة الى ماء مقطر لمدة (10 – 15) ثانية لازالة اثار الحمض.
4- تلون الشريحة بالثيونين المائي 1% لمدة (10 – (15 دقيقة، ثم تغسل بالماء المقطر.
5- تمرر الشريحة بتركيز متزايد من الكحول الاثيلي 50%، 70%، 95% ثم 100% ولمدة نصف دقيقة لكل تركيز.
6- تنقل الشريحة الى الزيلين لمدة دقيقة واحدة، ثم توضع قطرة من بلسم كندا على الشريحة وتغطى بغطاء شريحة ويراعى تحاضي تكون فقاعات هوائية تحت الغطاء.

تكون الخلايا المحضرة بهذه الطريقة ذات سيتوبلازم عديم اللون وتكون النواة ذات لون ازرق باهت في ويظهر كروماتين الجنس تحت الغلاف النووي بلون اسود مزرق داكن.

## الارتباط والعبور Linkage and Crossing Over

تعرفنا فيما سبق على الاستثناءات التي تحدث فيها تغيرات في النسب المندلية عند دراسة موضعين جينين او اكثر، ولم يستطع مندل في حينها وضع تفسير لها.

وقد اقترح Walter Sutton في (1903) ان سلوك الجينات يمكن فهمه اذا افترض انها مرتبة بشكل خطي على الكروموسومات، كما انه افترض ان عدد الجينات يفوق كثيرا عدد الكروموسومات في معظم الكائنات الحية، وهذا يعني ان الجينات الموجودة في الكروموسوم الواحد لا يمكن ان تتوزع بشكل مستقل، أي انها تكون مرتبطة مع بعضها وبذلك فهي تنتقل بشكل وحدة ارتباطية. وقد نشر كل من Batson و Bannet في (1906) لاول مرة مقالا عن التوزيع غير المستقل في نبات بازلاء الزهور اذ اوضحا ان الجين المسؤول عن لون الازهار والجين المحدد لشكل حبوب اللقاح لا يسلكان في انعزالهما سلوكا يتطابق مع مبدأ التوزيع الحر (قانون مندل الثاني). الا ان هذين الباحثين لم يوفقا في اعطاء تفسير لنتائجهما وفقا لمبدأ الارتباط اذ اقترحا نظرية تبادلية خاطئة.

وبعد الدراسة المستفيضة للارتباط تمكن عدد من الباحثين الى حقيقة عدم وجود ارتباط مطلق، وهذا يعني ان التراكيب الجديدة تحدث بين الجينات المرتبطة بسبب حدوث العبور الوراثي. وان نسبة التركيب الجديدة تختلفا تبعا للمسافة بين الجينات المرتبطة. أي انه كلما كانت المسافة بين الجينين المرتبطين اكبر تزداد النسب المئوية للتراكيب الجديدة. وبتجميع المعلومات الخاصة بالارتباط التي تؤثر في عدد من الجينات تم التوصل الى خرائط ارتباطية للعديد من الانواع. وقد بينت هذه الخرائط العلاقة بين كل جين وآخر على اساس النسب المئوية للعبور بينهما، وقد قام الباحثون بالتوصل الى خرائط ارتباطية تفصيلية للدروسوفلا والذرة وبعض البكتريا والفيروسات.

يبين المثال الافتراضي الاتي كيفية استخدام النسب المئوية للعبور في عمل خرائط الجينات على الكروموسومات.

اجريت ثلاث تضريبات لثنائي الهجين Dihybrid (نقطتان Two points ) كما يأتي:

a b / a b X A B / A B ⟶ A B / a b $F_1$

Test cross A B / a b X a b / a b ⟶ A and B 6 % Crossing over

b c / b c X B C / B C ⟶ B C / b c $F_1$

Test cross B C / b c X b c / b c ⟶ B and C 10 % Crossing over

a c / a c X A C / A C ⟶ A C / a c $F_1$

Test cross A C / a c X a c / a c ⟶ A and C 15 % Crossing over

يمكن رسم الخريطة الجينية بالاعتماد على البيانات الناتجة عن التهجينات الثلاثة اعلاه كما يأتي:

A 6 B 10 C

15

ويمكن التوثق من ترتيب الجينات ABC والمسافات بين الجينات باستخدام تكرار التراكيب الجديدة. ويمكن توضيح التناقض بين مجموع المسافات الوسطية (6% + 10% ) والمسافة بين الجينات الطرفية (15%) من خلال تجارب اخرى. يمكن لنا وباستخدام تضريب ثلاثي الهجين Trihybrid (ثلاث نقاط Three points ) باستخدام تهجين واحد يتبع بتهجين اختباري توضيح سبب حدوث التناقض السابق.

a b c / a b c X A B C / A B C A B C / a b c $F_1$

Test cross A B C / a b c X a b c / a b c

| العدد | الطرز الوراثية | الطرز المظهرية |
|---|---|---|
| 862 | A B C | نسل يشابه الابوين |
| 828 | c a b | |
| 51 | A b c | A . B |
| 59 | a B C | نسل ناتج عن عبور مفرد بين B . C |
| 102 | A B c | نسل ناتج عن عبور مفرد بين **B** . C |
| 88 | a b C | |
| 6 | A b C | نسل ناتج عن عبور مزدوج بين **c** . B و A . B |
| 4 | a B c | |

وباستخدام بيانات التهجين الاختباري يمكننا حساب النسب المئوية للعبور بين A . B و B . C و A . C وذلك بتجميع كل الافراد العبورية بين أي جينين وتقسيم العدد على العدد الكلي للنسل وكما يأتي:

A . B 51 + 59 + 6 + 4 / 2000 = 120 / 2000 = 6 %

B . C 102 + 88 + 6 + 4 / 2000 = 200 / 2000 = 10 %

A . C 51 + 59 + 102 + 88 + 2 (6 + 4) / 2000 = 320 / 2000 = 16 %

يلاحظ من هذه الحسابات ان النسبة المئوية للعبور بين الجينات الطرفية (A , C) هي 16% والتي لا تتفق مع النسبة المئوية للتراكيب الجديدة 15% التي تم الحصول عليها من التهجين الثنائي في المثال السابق. ففي التهجين الثنائي لا يمكن تعيين الافراد الناتجة عن العبور المزدوج، اذ ان مثل هذه الافراد تكون مطابقة في الشكل المظهري للطرز الابوية في النسل لذلك تجمع معها. اما التهجين الثلاثي فانه يعطينا القدرة على تمييز وتعيين النسل الناتج عن العبور المزدوج. فعند حسابنا للنسبة المئوية للتراكيب الجديدة بين الجينين الطرفيين (A, C) من بيانات التهجين الثلاثي فان الافراد الناتجة عن العبور المزدوج يمكن مرة تقسيمها كطرز ابوية (بالنسبة ل A, C) سوف نجد ان:

النسبة المئوية للتراكيب الجديدة = 51 + 59 + 102 + 88 / 2000 = 300 / 2000 = 15%

ويمكن حساب دليل احصائي اضافي من بيانات الارتباط بين ثلاث نقاط ويدعى معامل التوافق Coefficient of Coinicidence ويحدد هذا المعامل بقسمة العدد الحقيقي للافراد الناتجة عن العبور المزدوج على العدد المتوقع للافراد الناتجة عن العبور المزدوج. ويمكن حساب العدد المتوقع للافراد الناتجة عن العبور المزدوج باستخدام قاعدة الاحتمالات لوقوع حدثين في وقت واحد اذ تكون احتمالية وقوعهما سوية مساوية لحاصل ضرب احتمالي وقوعهما بشكل منفرد.

ولان احتمال حدوث العبور المفرد بين A, B هو 6% وبين B, C هو 10% سيكون احتمال حدوث العبور المزدوج (0.1 x 0.06) = 0.006 وبضرب هذه النسبة في العدد الكلي للنسل 0.006 x 2000 = 12 وهو العدد المتوقع للافراد الناتجة عن العبور المزدوج. ونتيجة ذلك يكون:

معامل التوافق = 10/ 12 = 83.3%

ووجود بعض التعارض او التداخل Interference يعني ان حدوث عبور مفرد في منطقة ما (A, B) على الكروموسوم يتعارض او يتداخل مع حدوث عبور مفرد في منطقة مجاورة (B, C) والعكس صحيح، أي ان حدوث عبور مفرد في المنطقة (B, C) يتعارض او يتداخل مع حدوث عبور مفرد في المنطقة المجاورة (A,B). فاذا كان معامل التوافق مساويا الى صفر فذلك يعني وجود تعارض تام اما إذا كان معامل التوافق مساويا الى واحد صحيح فذلك يعني عدم وجود أي تعارض او تداخل.

وفي الدروسوفلا يكون معامل التوافق أكبر من صفر واقل من واحد صحيح وذلك يعني وجود بعض التعارض لكنه ليس تاما. وبذل فان اجراء تجربة على الدروسوفلا يتيح لنا عمل خريطة للجينات عندما نأخذ بالاختبار جين مع جين اخر في هجين ثلاثي.

## الوراثة الكمية **Quantitative Genetics**

كانت الصفات المندلية الكلاسيكية صفات نوعية Qualitative trails سهلة التصنيف الى مجاميع متميزة من الأنماط الظاهرية ونتجت هذه الصفات من تأثير جين واحد أو اثنين من الجينات. بالإضافة الى الصفات النوعية يوجد الكثير من الصفات المهمة في النباتات والحيوانات والإنسان يتحكم في ظهورها جينات متعددة. ويمكن ان تكون في واحد من نوعين مترية Metric يمكن قياسها والتعبير عنها بوحدات قياس المسافة أو الوزن أو الحجم وبذا تشكل اختلافات مستمرة، او مرستية Meristic مثل الصفات الحدية Threshold characteristics وفيها يمكن تمييز مجموعتين فقط مثل الاستعداد للإصابة Susceptibility بمرض معين اذ يوجد مجموعتين فقط هما مجموعة مصابة واخرى غير مصابة عندما يتجاوز وجود المسبب المرضي حد العتبة Threshold. فرغم ان الصفة تظهر في مجموعتين فقط الا ان الاساس الوراثي لها توسطه عدد من الجينات. اما بالنسبة للصفات المترية التي يتحكم بها عدد من الجينات فغالبا ما يكون فعل هذه الجينات بطريقة تراكمية Accumulative ويكون تأثير كل جين مضافا Additiveويكون للعوامل البيئية تأثيرا معنويا في

ظهور الصفة مما يقود الى تدرج الصفة وتكون هذه الصفات كمية Quantitative trails في طبيعتها وتنتج من فعل وتفاعل عدة جينات، وكذلك تتأثر هذه الصفات بعوامل البيئة المختلفة. ومن الأمثلة على الصفات الكمية هي الصفات المهمة زراعياً واقتصاديا في الكثير من النباتات والحيوانات: كإنتاج الحبوب وارتفاع النبات إنتاج الحليب والبيض. ومن الصفات الكمية في الأنسان هي القامة ووزن الجسم.

طول كوز الذرة الصفراء **Ear Length in Maize**

درس ايست East عام 1913 م وراثة طول كوز الذرة الصفراء بتضريب الصنف توم ثمب Tom Thumb قصير الكوز بمدى 5 - 8 سم ومتوسط 6.6 سم مع الصنف بلاك مكسيكان Black Mexican طويل الكوز بمدى 13- 21 سم ومتوسط 16.8 سم . كان طول كيزان الجيل الأول ($F_1$) متوسط بين الأبوين وذو مدى 9-15 سم ومتوسط 12.1 سم .

أما طول كيزان الجيل الثاني ($F_2$) فإنها بلغت مدى واسع (7-21 سم)، وكان عدد قليل منها بقدر طول كيزان الصنف القصير الكوز، وعدد قليل آخر منها بقدر طول كيزان الصنف الطويل الكوز، وعدد كبير منها متوسطة الطول بقدر طول كيزان الجيل الأول بمتوسط 12.9 سم. إن هذه النتائج من حيث الأساس مشابهة الى نتائج لون بذر الحنطة، لكن في هذه الحالة لا يمكن تصنيف الكيزان الى مجاميع متميزة بالنسبة لطول الكوز. الا إن الزيادة في الاختلاف في الجيل الثاني مقارنة بالجيل الأول يمكن تفسيرها على أساس انعزال عدد من الجينات التي تؤثر على طول الكوز بصورة تجميعية. وبذلك يكون سبب الاختلاف بين كيزان الاباء وكذلك كيزان نباتات الجيل الأول بيئيا، أما سبب الاختلاف بين كيزان الجيل الثاني فيكون بأسباب بيئية ووراثيةً (بسبب انعزال عدد من الجينات التي قدرت بأربعة أزواج وكل زوج ينتج تأثير متساوي بمقدار 2.55 سم الى الطول الأساسي من الكوز).

وتوجد أمثلة أخرى شائعة مثل لون البشرة في الإنسان وطول أوراق التويج في التبغ وحجم الأرنب التي توضح فرضية الجينات المتعددة. ويعد مفهوم الجينات المتعددة للصفات الكمية أحد الأساسيات المهمة في علم الوراثة. وترتكز وراثة الصفات الكمية على جينات كثيرة (متعددة) المنعزلة باستقلال عادةً، ولكنها تؤثر على النمط الظاهري وبطريقة تجميعية، وكل جين ينتج جزء من التأثير الكلي ولا توجد سيادة كاملة بين الأليلات وتؤثر عوامل البيئة على الناتج النهائي للصفات الكمية ويمكن التعبير عن النمط الظاهري للصفة الكمية بالمعادلة التالية:

النمط الظاهري = تأثير الجينات + تأثير البيئة + (تأثير الجينات × تأثير البيئة)

ويمكن قياس تأثير كل جزء من المعادلة إحصائياً بواسطة التباين Variance وتصبح المعادلة:

تباين لنمط الظاهري= تباين النمط الجيني + تباين البيئة + تباين (النمط الجيني × البيئة) , وبتعبير آخر :

$$\sigma^2 p = \sigma^2 G + \sigma^2 E + \sigma^2 GE$$

وعند دراسة هذه الصفات يجب فصل التأثير الوراثي عن التأثير البيئي باستعمال طرق إحصائية خاصة.

التوزيع التكراري **Frequency Distribution**

هو مجموعة من البيانات التي توضع بشكل منظم في جدول بهدف تلخيص تلك البيانات للوصول بسهولة الى اتخاذ القرار بإجراء ما والجدول هذا يشمل على عدد من الفئات المتساوية يقابل كل منها التكرار المناسب من البيانات حيث يتم حصر كل البيانات في الجدول والمعروف بجدول التوزيع التكراري.

أولاً: البيانات النوعية:

وهي البيانات التي لا يمكن التعبير عن مفرداتها بأرقام عددية مثل صفات، الحالة الاجتماعية والتقدير في الامتحان (راسب – مقبول – جيد – جيد جداً – ممتاز).

وتوضع تلك البيانات في جداول تكرارية وذلك بحصر الصفات التي لم تشملها هذه البيانات وإيجاد عدد المفردات المناظر لتلك الصفات.

مثال (1): تمثل البيانات التالية 40 طالباً من الامتحان النهائي في الصف الأول الثانوي من المدرسة

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جيد | جيد جداً | راسب | ممتاز | ممتاز | جيد | جيد |
| جيد جداً | مقبول | راسب | جيد جداً | جيد | مقبول | جيد |
| مقبول | جيد | مقبول | جيد | جيد جداً | جيد | جيد |
| ممتاز | جيد | راسب | جيد جداً | ممتاز | جيد | ممتاز |
| جيد جداً | راسب | جيد جداً | جيد | راسب | راسب | مقبول |
| جيد | جيد جداً | جيد جداً | جيد | جيد | | |

وسوف نقوم بتفريغ تلك البيانات في جدول تكراري كما يلي:

جدول التفريغ

| التقدير | العلامات | عدد الطلاب الحاصلين عليه |
|---|---|---|
| ممتاز | | 5 |
| جيد جداً | | 8 |
| جيد | | 16 |
| مقبول | | 5 |
| راسب | | 6 |
| المجموع | | 40 |

نضع علامة كلما وجدنا التقدير ثم نجمع العلامات في العمود الثالث فمثلاً عدد الطلاب الحاصلين على تقدير ممتاز هم 5.

التوزيع التكراري:

للحصول على توزيع تكراري نأخذ العمودين الأول والأخير من جدول التفريغ فيصبح لدينا الجدول التالي:

الجدول التكراري (3)

| التقدير | عدد الطلاب الحاصلين عليه |
|---|---|
| ممتاز | 5 |
| جيد جداً | 8 |
| جيد | 16 |
| مقبول | 5 |
| راسب | 6 |
| المجموع | 40 |

ثانياً: البيانات الكمية (العددية)

هي البيانات التي يمكن التعبير عن مفرداتها بقيم عددية مثل درجة الطالب في الإمتحان أو السن، أو الدخل ..... الخ. وهنا نلاحظ نوعين من البيانات

أ-المستمرة: مثل درجة الحرارة ويمكن أن تأخذ أي قيمة أي لا تحوي قفزات فمقياس يرتفع أو ينخفض ماراً بكل القيم.

ب-المتقطعة: مثل عدد أفراد الأسرة .... الخ 3 أو 4 فلا يوجد مثلاً 3.23.

مثال (2) فإذا أخذنا مجموعة البيانات الآتية للعمر (بالسنة) لثلاثين مريضاً وفقا لمراجعتهم المستشفى:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 17 | 13 | 12 | 27 | 13 |
| 18 | 22 | 27 | 18 | 22 | 20 |
| 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 |
| 27 | 22 | 23 | 20 | 21 | 12 |
| 18 | 17 | 16 | 14 | 25 | 26 |

ما الخطوات اللازمة لتكوين جدول التوزيع التكراري:

أولا: عدد الفئات - **Intervals** -

يجب ألا يكون عدد الفئات قليل فتفقد بعض البيانات أو كبيرة فتفقد صفة الاختصار وخلق فئات خالية من التكرار ولذا نهتم بمدى الاختلاف بين البيانات للوصول لعدد الفئات والذي يتراوح بين 5 ، 20 فئة ويمكن تطبيق القاعدة

عدد الفئات = $1 + 3.322$ لـو $n = 1 + 3.322 \times 1.4771 = 1 + 4.9 = 5.9 \approx 6$

ثانياً: طول الفئة (مدى الفئة) - **Interval Width** -

بقسمة المدى (الفرق بين أكبر وأصغر قيمة في البيانات) على 6 أو عدد الفئات المقترحة أي:

طول الفئة = (أكبر قيمة – أصغر قيمة) ÷ 6 = (27 – 12) ÷ 6 = 15 ÷ 6 = 2.5 نقربها إلى 3

ثالثاً حدود الفئات - **Interval Limits** -

الحد الأدنى للفئة الأولى يتمثل بأصغر قيمة في البيانات (12) والحد الأعلى للفئة الأولى يتحدد بقيمة:

الحد الأدنى + طول الفئة – 1 = 12 + 3 – 1 = 14

جدول التفريغ -توزيع التكرارات لكل فئة - **Frequency Table** نكون جدول يعرف بجدول التفريغ ويتكون من ثلاثة أعمدة للفئات والعلامات والتكرار وصفوف بعدد الفئات مع زيادة صفين يختصان بالمجموع والعنوان ومن ثم نحذف عمود العلامات للحصول على جدول التوزيع التكراري والجدولين هما:

| الفئات | العلامات | التكرار |
|---|---|---|
| 12 – 14 | //// /// | 8 |
| 15 – 17 | //// | 4 |
| 18 – 20 | ///// // | 7 |
| 21 – 23 | ///// / | 6 |
| 24 – 26 | // | 2 |
| 27 – 29 | /// | 3 |
| المجموع | | 30 |

| الفئات | التكرار |
|---|---|
| 12 – 14 | 8 |
| 15 – 17 | 4 |
| 18 – 20 | 7 |
| 21 – 23 | 6 |
| 24 – 26 | 2 |
| 27 – 29 | 3 |
| المجموع | 30 |

امثلة تطبيقية في المختبر:

1. طول كيزان الذرة الصفراء.

2. طول (او وزن) عينة عشوائية من الطلاب.

قياس البيانات

المتوسط الحسابي: يعبر عن القيمة المظهرية المتوسطة لصفة موزعة توزيعاً معتدلاً بالمتوسط الحسابي X وتقرأ اكس فتحة او X-bar وهو عبارة عن مجموع القياسات الفردية مقسما على عدد الافراد N :

$$\bar{X} = \frac{x1+x2+\cdots+xn}{N}$$

قياس الاختلافات: عند مقارنة الصفة الكمية نفسها لعشيرتين فان معرفة القيمة المظهرية المتوسطة لا يكفي لمعرفة الاختلاف بين العشيرتين لان القيمة المتوسطة قد تكون متشابهة في كلتا العشيرتين لذلك يجب معرفة الانحراف القياسي (standard division (S ولحسابه يتم طرح متوسط حساب العينة X من كل قياس فردي xi ثم يربع الانحراف ( $xi - x)^2$ ثم يتم جمع مربع الانحراف لجميع افراد العينة ويقسم على عدد الافراد ناقص واحد. ثم يتم اخذ الجذر التربيعي لهذه القيمة.

مثال: عشيرتان من القمح بلغ اطوال العيدان في أحدهما 17 و 18 و19 و20 و21 سم وفي الثانية 14و15و 16 و 17و 18 و 19و 20و 21و 22 و23 و24 فما هو معدل الانحراف القياسي لكلتا العشيرتين:

المتوسط الحسابي للعشيرة الاولى =17 + 18 + 19+ 20 +21 \ 5 = **19**

المتوسط الحسابي للعشيرة الثانية = 14+ 15 + 16+ 17+18 + 19+ 20+ 21+ 22+ 23+ 24 \ 11= **19**

| xi | xi-x | $(xi-x)^2$ |
|---|---|---|
| 17 | -2 | 4 |
| 18 | -1 | 1 |
| 19 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 1 |
| 21 | 2 | 4 |
| 95= ∑ | 0 | 10 |

$$S^2 = \frac{\sum(xi-x)2}{n-1}$$

$$= \frac{10}{4} = 2.5 \qquad S=1.58$$

يعني ذلك ان الانحراف القياسي للعشيرة الاولى هو 1.58 اما الانحراف القياسي للعشيرة الثاني فهو 3.316 وتم الحصول علية بنفس الخطوات السابقة مع تغير البيانات المدخلة الخاصة بالعشيرة الثانية.

اي ان ثلثي العشيرة الاولى تقع ضمن القيمتين 19- 1.57=17.42 و19 +1.58 =0.20 بينما ثلثي العشيرة الثانية تقع بين القيمتين19-3.316 = 15.632 و 19+ 3.316=22.316. ويمكن توضيح النتائج برسم الشكل الهستوكرامي للعشيرتين.

الاحتمال **Probability**

ومن اهم قواعد الاحتمال هي:

- قانون ضرب الاحتمالات: يطبق عندما يقع اثنين او أكثر من الاحداث المستقلة في الوقت نفسه. أي ان أحدها لا يؤثر او يتأثر بوقوع الاحداث الاخرى.

- قانون جمع الاحتمالات: يطبق عندما يقود وقوع حدث معين الى عدم وقوع الاحداث الاخرى أي ان الاحداث تنفي أحدها الاخر.

نظرية ذات الحدين **binomial Theorem**

يمكن استعمال قاعدتي الإضافة والضرب للبرهنة على الاحتمال في العينات الصغيرة ولكن هذه العمليات تزداد تعقيداً كلما زاد حجم العينة ولهذا نستخدم نظرية ذات الحدين للبرهنة على ان القيم التي نحصل عليها صحيحة فضلا عن تسهيلها ايجاد قيم الاحتمالات. تكون المعادلة بالشكل الاتي $(p+q)^n$

امثلة على كيفية فك المعادلات:

$$(p+q)^2 = p^2 + \mathbf{2pq} + q^2$$

$$(p+q)^3 = p^3 + \mathbf{3}\, p^2\mathbf{q} + \mathbf{3pq^2} + \mathbf{q^3}$$

$$(p+q)^4 = \mathbf{p^4 + 4\, p^3\, q + 6\, p^2\, q^2 + 4\, p\, q^3} + \mathbf{q^4}$$

$$(p+q)^5 = \mathbf{p^5 + 5\, p^4 q + 10\, p^3\, q^2 + 10\, p^2\, q^3 + 5\, pq^4} + \mathbf{q^5}$$

$$(p+q)^6 = \boldsymbol{p^6 + 6\,p^5\,q + 15\,p^4\,q^2 + 20\,p^3\,q^3 + 15\,p^2\,q^4 + 6p\,q^5 + q^6}$$

او يمكن استخدام القانون التالي:

$$\boldsymbol{(p+q)^n} = \frac{p^n}{o!} + \frac{np^{n-1}\,q}{1!} + \frac{n(n-1)p^{n-2}\,q^2}{2!} + \frac{n(n-1)(n-2)p^{n-3}\,q^3}{3!} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)p^{n-4}\,q^4}{4!} + .$$

عندما يراد ان يعرف حد من حدود معادلة نستخدم القانون التالي:

$$\boldsymbol{P} = \frac{n!}{x!(n-x)!}\,p^x\,q^{n-x}$$

مثال: صفة الالبينو في الانسان يتحكم بها جين متنحي (c) تزوج رجل من إمرأة وكان كل منهما طبيعي حامل للمرض ما هو احتمال:

**(1)** 4 اطفال طبيعيين **(2)** 3 اطفال مصابين **(3)** 3 اطفال سليمين و1 مصاب

**(4)** 2 طبيعي و2 مصاب (5) 1 طبيعي و3 مصاب

نفرض الشخص السليم $p$ والمريض $q$

n= 4

$$(p+q)^4 = p^4 + 4\,p^3\,q + 6\,p^2\,q^2 + 4\,p\,q^3 + q^4$$

Or

1. $\frac{p^n}{o!} =$
2. $\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)p^{n-4}\,q^4}{4!}$
3. $\frac{np^{n-1}\,q}{1!}$
4. $\frac{n(n-1)p^{n-2}\,q^2}{2!}$
5. $\frac{n(n-1)(n-2)p^{n-3}\,q^3}{3!}$

Or

$$\boldsymbol{P} = \frac{n!}{x!(n-x)!}\,p^x\,q^{n-x}$$

أكمل خطوات الحل مع التأكد من نتائج القوانين:

**1:**

**2:**

**3:**

**4:**

**5:**

سؤال: في أحد المستشفيات تم ولادة 6 أطفال كلهم سليمين ما هو احتمال:

(1) 3 اولاد و3 بنات (2) 5 اولاد وبنت واحدة (3) 4 بنات وولدان

الحل:

**1:**

**2:**

**3:**

## اختبار مربع كاي Chi_squre test ($x^2$)

يستخدم مربع كاي لاختبار صدق النتائج التي يفترض الحصول عليها من العينة وبصورة اخرى يعتمد على الفرق بين القيم المشاهدة الواقعة المتحصلة من العينة والقيم المتوقع الحصول عليها في المجتمع ومدى ذلك الفرق وقد تم تربيع (كا) للتخلص من الاشارة لذلك يسمى مربع انحراف القيم المشاهدة عن المتوقعة.

وتستخدم الصيغة الاتية لاستخراج قيمة مربع كا: $X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$

حيث: $X^2$ = مربع كا

$\sum$ = مجموع

O = القيم المشاهدة Observed values

E = القيم المتوقعة Expected values

جدول قيم مربع كاي

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | α | | | | | | |
| **v** | **0.001** | **0.005** | **0.010** | **0.025** | **0.050** | **0.100** | **0.250** | **0.500** | **0.750** | **0.900** | **0.950** | **0.975** | **0.990** | **0.995** | **0.999** |
| **1** | 10.83 | 7.88 | 6.63 | 5.02 | 3.84 | 2.71 | 1.32 | 0.45 | 0.10 | 0.02 | | | | | |
| **2** | 13.82 | 10.60 | 9.21 | 7.38 | 5.99 | 4.61 | 2.77 | 1.39 | 0.58 | 0.21 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | |
| **3** | 16.27 | 12.84 | 11.34 | 9.35 | 7.81 | 6.25 | 4.11 | 2.37 | 1.21 | 0.58 | 0.35 | 0.22 | 0.11 | 0.07 | 0.02 |
| **4** | 18.47 | 14.86 | 13.28 | 11.14 | 9.49 | 7.78 | 5.39 | 3.36 | 1.92 | 1.06 | 0.71 | 0.48 | 0.30 | 0.21 | 0.09 |
| **5** | 20.52 | 16.75 | 15.09 | 12.83 | 11.07 | 9.24 | 6.63 | 4.35 | 2.67 | 1.61 | 1.15 | 0.83 | 0.55 | 0.41 | 0.21 |
| **6** | 22.46 | 18.55 | 16.81 | 14.45 | 12.59 | 10.64 | 7.84 | 5.35 | 3.45 | 2.20 | 1.64 | 1.24 | 0.87 | 0.68 | 0.38 |
| **7** | 24.32 | 20.28 | 18.48 | 16.01 | 14.07 | 12.02 | 9.04 | 6.35 | 4.25 | 2.83 | 2.17 | 1.69 | 1.24 | 0.99 | 0.60 |
| **8** | 26.12 | 21.95 | 20.09 | 17.53 | 15.51 | 13.36 | 10.22 | 7.34 | 5.07 | 3.49 | 2.73 | 2.18 | 1.65 | 1.34 | 0.86 |
| **9** | 27.88 | 23.59 | 21.67 | 19.02 | 16.92 | 14.68 | 11.39 | 8.34 | 5.90 | 4.17 | 3.33 | 2.70 | 2.09 | 1.73 | 1.15 |
| **10** | 29.59 | 25.19 | 23.21 | 20.48 | 18.31 | 15.99 | 12.55 | 9.34 | 6.74 | 4.87 | 3.94 | 3.25 | 2.56 | 2.16 | 1.48 |
| **11** | 31.26 | 26.76 | 24.72 | 21.92 | 19.68 | 17.28 | 13.70 | 10.34 | 7.58 | 5.58 | 4.57 | 3.82 | 3.05 | 2.60 | 1.83 |
| **12** | 32.91 | 28.30 | 26.22 | 23.34 | 21.03 | 18.55 | 14.85 | 11.34 | 8.44 | 6.30 | 5.23 | 4.40 | 3.57 | 3.07 | 2.21 |
| **13** | 34.53 | 29.82 | 27.69 | 24.74 | 22.36 | 19.81 | 15.98 | 12.34 | 9.30 | 7.04 | 5.89 | 5.01 | 4.11 | 3.57 | 2.62 |
| **14** | 36.12 | 31.32 | 29.14 | 26.12 | 23.68 | 21.06 | 17.12 | 13.34 | 10.17 | 7.79 | 6.57 | 5.63 | 4.66 | 4.07 | 3.04 |
| **15** | 37.70 | 32.80 | 30.58 | 27.49 | 25.00 | 22.31 | 18.25 | 14.34 | 11.04 | 8.55 | 7.26 | 6.26 | 5.23 | 4.60 | 3.48 |

مثال: في تهجين نبات طماطم طويل الساق (T) مع نباتات قصيرة الساق (t) وكانت افراد الجيل الاول كلها طويلة الساق اما نتائج الجيل الثاني هي 94 نبات طويل الساق و36 نبات قصير الساق فهل البيانات تنطبق عليها نسبة 3:1 وباستخدام مربع كاي اوجد المتوقعات:

| | O | E | O - E | $(O-E)^2$ | $(O-E)^2 / E$ |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 Tt | 94 | 97.5 | 3.5 - | 12.25 | 0.125641 |
| 1 tt | 36 | 32.5 | 3.5 | 12.25 | 0.3769231 |
| Total | 130 | 130 | | | 0.5025641 |

$$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

$$=\frac{24.5}{130} = 0.18846$$

عدد الفئات = 2

درجة الحرية = 1 -2 = 1

من جدول مربع كاي وعند مستوى معنوية 0.05 ودرجة حرية = 1 نجد ان قيمة مربع كاي الجدولية 3.84 وبمقارنة القيمة المحسوبة نجد ان:

القيمة المحسوبة 0.503 ❮ القيمة الجدولية 3.84

اذن الفروق غير معنوية أي ان النسب المشاهدة تتطابق مع النسب المتوقعة

ملاحظة: تم الحصول على (E) من خلال ضرب نسبة التزاوج بين Tt وTt مع مجموع (O) اي 75% تضرب في 130 و25 % تضرب في 130 ($\frac{TT,Tt,Tt}{75\%}, \frac{tt}{25\%}$) .

الطريقة:

1. أغسل يديك جيداً ثم جففهما.
2. على الشريحة النظيفة أرسم بقلم الشمع 3 دوائر متباعدة وأكتب على الأولى A والثانية B والثالثة C (control).
3. ضع قطرة من مصل الدم المحتوي على مضاد لطراز A على الدائرة A. وقطرة من المضاد لطراز B على الدائرة المعلمة B.
4. أمسح على إصبعك السبابة الأيسر بالقطن المعقم المغموس في الكحول. واستخدم المفصد المعقم لتثب طرف إصبعك بسرعة (يستخدم المفصد مرة واحدة فقط) أمسح القطرة الأولى من الدم بالقطن المعقم.
5. اضغط بعناية على إصبعك لاستخراج قطرة من الدم لكل دائرة في الشريحة. تأكد من عدم لمس السيرم. استعمل عود تخليل نظيف لخلط الدم تماماً وبعناية في كل دائرة (استخدم عوداً منفصلاً لكل دائرة).
6. أترك الشريحة لمدة 3 دقائق ثم سجل ملاحظاتك.
7. أفحص الشريحة تحت المجهر مستعملاً قوة تكبير صغيرة.

التمرين:

1. حدد طراز دمك بالنسبة للانتيجينات A و B حسب التفاعلات الممكنة التالية:

اولاً: لايحدث تجلط طراز (طراز الدم O )
ثانياً: يحدث تجلط مع مضاد الدم A فقط (طراز الدم B)
ثالثاً: يحدث تجلط مع مضاد الدم A و B (طراز الدم AAB)

2. مستخدماً بيانات زملائك احسب تكرارات الاليلات التالية. على افتراض تكرارات الاليلات A و B و ,O هي P وq و r وحسب المعادلة التالية:

$$p^2 + 2pq + q^2 + 2pr + 2qr + r^2 = (p + q + r)^2$$

احسب مربع كاي لبيانات المجموعة.