مبادئ الانتخاب والتحسين الوراثي النباتي

(الجزء العملي)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم

مبادئ الانتخاب والتحسين الوراثي النباتي

(الجزء العملي)

الدكتور
غسان عياش
أستاذ في قسم علم الحياة النباتية

الدكتور
محمد سليمان
أستاذ في قسم علم الحياة النباتية

مديرة الأعمال
في قسم علم الحياة النباتية
مها جابر

مشرفة على الأعمال
في قسم علم الحياة النباتية
ندى الحافي

جامعة دمشق

١٤٢٩-١٤٣٠ هـ

٢٠٠٨-٢٠٠٩ م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	١٣
مفردات المنهاج	١٥
القسم الأول (أسس الاحتمالات)	١٧
مقدمة	١٩
أولاً- التوضيح النظري	٢٠
١- الاحتمال والمصادفة	٢٠
٢- أعجوبة – ندرة حدوث الاحتمالات في الطبيعة	٢٢
ثانياً- التجارب العملية	٢٢
١- التجربة الأولى (عملية سحب لون واحد)	٢٣
٢- التجربة الثانية (عملية سحب لونين معاً)	٢٥
٣- التجربة الثالثة (عملية سحب ثلاثة ألوان)	٢٩
٤- التجربة الرابعة (عملية سحب لحالة الارتباط والعبور)	٣٣
القسم الثاني (دراسات مندلية متقدمة – آليات التهجين وتحديد يقينية السيطرة في الجيل الثاني)	٤١
أولاً- آلية التهجين للأبحاث الوراثية	٤٣
١- التوضيح النظري	٤٣
٢- الجانب العملي	٤٣
أ- تحضير العوازل	٤٣
ب- التهجين	٤٤

١- تهجين القمح ٤٥
٢- تهجين البازلاء ٤٧
ثانياً- التهجين وتحديد يقينية السيطرة ٤٨
١- التوضيح النظري ٤٨
٢- الجانب العملي ٤٩
أ- الهجونة الأحادية (العمل الإحصائي) ٤٩
ب- الهجونة الأحادية (تحديد يقينية السيطرة) ٥٠
١- توضيح هيكلية جدول بلوكينسكي ٥٠
٢- مناقشة مثال الهجونة الأحادية ٥٢
جـ- الهجونة الثنائية (العمل الإحصائي) ٥٢
د- الهجونة الثنائية (تحديد يقينية السيطرة) ٥٤
هـ- تحديد مواقع النسب المختلفة في جدول (بلوكينسكي ربطاً مع الاحتمالات) ٥٤
المطلوب ٥٨
القسم الثالث (الوراثة وعرانيس الذرة – الخرائط الوراثية والسيتولوجية) ٥٩
مقدمة ٦١
أولاً – التوضيح النظري ٦٢
١- الجهاز الإعاشي والتكاثري في الذرة ٦٢
٢- التصنيف ٦٤
٣- الطفرات في الذرة ٦٤
٤- المحطات البحثية العالمية ٦٧
٥- المورثات القافزة في الذرة ٧٢

ثانياً – الجانب العملي ٧٣
١– توصيف كاتالوغ بذور الذرة ٧٣
٢– تشكل ألوان حبات الذرة ربطاً مع المورثات ٨٢
٣– السلالات المطلوبة لإعطاء نتائج التهجين ٨٣
٤– المطلوب ٨٤
القسم الرابع (طفرات الانقسام المنصف مورثات منع اقتران الصبغيات المتماثلة) ٨٧
أولاً– الجانب النظري ٨٩
١– لمحة عن الانقسام المنصف ٨٩
٢– مورثة التشافع ٩٣
٣– أنماط التشافع Sy ٩٣
٣– أنماط حالات الاقتران في الطبيعة ٩٥
ثانياً– الجانب العملي ٩٦
١– دراسات حول طفرات الانقسام المنصف في الجودار ٩٦
٢– نتائج سيتولوجية لتأثير الطفرة الجزيئية Sy_2 في الجودار ٩٩
٣– نتائج دراسات المجهر الإلكتروني ١٠٤
٤– دراسات اخرى حول الطفرات الطوعية للإنقسام المنصف ١٠٧
ثالثاً– خطوات العمل ١١١
١– متطلبات التجربة ١١١
٢– المطلوب عمله ١١١
٣– المسألة البحثية ١١٣
٤– توضيح حول الكيازمات ١١٤
٥– طريقة إحصاء الصبغيات في خلايا MI ١١٥

القسم الخامس (التعدد الصبغي والتحليل الجنومي للقمح والجودار وهجائنهما) ١١٧

أولاً- التعدد الصبغي ١١٩

١- التوضيح النظري ١١٩

أ- مقدمة ١١٩

ب- الحصول على النباتات المتعددة الصبغيات ١٢٠

جـ- التعدد الصبغي الذاتي ١٢١

د- التعدد الصبغي الخلطي ١٢٢

٢- الجانب العملي ١٢٤

أ- طرائق الحصول على المتعددات ١٢٤

ب- التعرف على النباتات المتعددة بالطرائق الخلوية ١٢٦

جـ- المطلوب

ثانياً- التحليل الجنومي للقمح والجودار وهجائنهما ١٢٨

١- التوضيح النظري ١٢٩

أ- مقدمة ١٢٩

ب- مفهوم الجنوم ١٢٩

٢- الجانب العملي ١٢٩

أ- جنومات القمح والجودار ١٣١

ب- نتائج تهجين القمح الجودار ١٣٦

جـ- المطلوب ١٣٧

القسم السادس (التشافع بين الصبغيات غير المتماثلة والمورثة Ph_1، التحليل الجنومي بين الهجائن الخلطية) ١٤١

أولاً- التوضيح النظري ١٤٣

١- مقدمة ١٤٣
٢- الصبغيات المتماثلة وغير أو شبه المتماثلة في القمح الطري ١٤٤
٣- المورثة Ph_1 ١٤٤
ثانياً- الجانب العملي ١٥٠
١- أسماء النباتات الداخلة في التهجين وجنوماتها ١٥٠
٢- متطلبات التجربة ١٥٠
أ- لوحة تمثل التهجين الخلطي بصرف النظر عن وجود أو غياب المورثة Ph_1 ١٥٠
ب- لوحة تمثل التهجين الخلطي بوجود أو غياب المورثة Ph_1 ١٥٤
٣- المطلوب ١٥٦
القسم السابع (تحديد زمن الدارة الانقسامية بطريقة الكولشيسين) ١٥٧
أولاً- التوضيح النظري ١٥٩
١- أطوار الانقسام الخيطي في ساحة المجهر ١٥٩
٢- الأسباب المفترضة لحدوث الانقسام ١٦١
٣- طريقة تحديد زمن أطوار الانقسام الخيطي ١٦٤
أ- تصنيع المحضرات اللازمة ١٦٥
ب- تحديد قرينة الانقسام في التجربة الشاهدة ١٦٦
جـ- تحديد النسبة المئوية للطور الاستوائي في التجربة المعالجة بالكولشيسين ١٦٧
د- استخراج زمن مجمل الانقسام وزمن كل من أطواره الأربعة ١٦٩
هـ- حساب زمن الطور البيني ورسم مخطط زمن الدارة الانقسامية ١٧١

ثانياً- الجانب العملي ١٧٢
١- متطلبات التجربة ١٧٢
٢- المطلوب عمله ١٧٣
٣- الجداول المطلوبة ١٧٤
القسم الثامن (دراسات حول حبات الطلع) ١٧٧
أولاً- الجانب النظري ١٧٩
١- مقدمة ١٧٩
٢- مورفولوجية وأشكال حبات الطلع ١٧٩
٣- قياسات حبات الطلع ١٨٠
٤- غلاف حبة الطلع وملحقاته ١٨٢
٥-حب الطلع عند النباتات ثنائية الصيغة الصبغية ورباعيتها ١٨٥
ثانياً- الجانب العملي ١٨٦
١- تجهيز حبات الطلع ودراستها ١٨٦
٢- طريقة دراسة حبات طلع النباتات الثنائية والرباعية (أو المتعددة) ١٨٧
٣- عينات مختارة من كتاب " النباتات العسلية وحبات طلعها " ١٩١
٤- المطلوب ١٩٦
القسم التاسع (القوانين المتعلقة بالصفات الكمية (المتكيفة) وارتباط الصفات) ١٩٩
أولاً- الصفات الكمية ٢٠١
١- التوضيح النظري ٢٠١
مقدمة ٢٠١
٢- الجانب العملي ٢٠٢

أ- حساب القوانين المتعلقة بالصفات الكمية في مثال أطوال سنابل القمح (متواصلة) ٢٠٢
١- قانون الانحراف المعياري ٢٠٢
٢- قانون معامل الاختلاف ٢٠٥
٣- قانون اختلاف معدل الانحراف بين متوسطين حسابين ٢٠٨
٤- حساب الانحراف المعياري للصفات المتضادة ٢٠٩
ب- مقاييس المتوسطات ٢١٠
جـ- أمثلة محلولة حول مقاييس المتوسطات ٢١٠
د- المطلوب من الصفات الكمية ٢١٣
ثانياً- تلازم أو ارتباط الصفات ٢١٤
١- التوضيح النظري ٢١٤
مقدمة ٢١٤
٢- الجانب العملي ٢١٤
أ- حساب معامل الارتباط بين صفتي طول سنابل القمح وعدد البذور فيها ٢١٦
ب- معامل الانحدار الخطي ٢٣٠
جـ- المطلوب ٢٣١
القسم العاشر (الصنويات المتعددة في النبات، التعدد الشكلي، والتعدد الشكلي الوراثي) ٢٣٥
مقدمة ٢٣٧
أولاً- التوضيح النظري ٢٣٨
١- وراثة البقع (v) في البرسيم الأبيض ٢٣٨
٢- وراثة الرسوم الحمراء (R) في البرسيم الأبيض ٢٤٣

ثانياً- الجانب العملي ٢٤٥
١- جمع وتحضير العينات ٢٤٥
٢- دراسة النماذج الطازجة ٢٤٦
٣- المطلوب ٢٤٦
القسم الحادي عشر (التقانة الحيوية) ٢٤٩
مقدمة ٢٥١
أولاً- التوضيح النظري ٢٥٣
١- الكروماتين الصبغي ٢٥٣
٢- أهم التقانات الحيوية المستعملة في البداية لدراسة الصبغيات ٢٥٤
أ- التصوير الشعاعي الذاتي ٢٥٤
ب- اظهار مناطق الهيتروكروماتين بالتبريد ٢٥٧
جـ- تعصيب الصبغيات ٢٥٩
٣- أهم التقانات الحيوية الحديثة المستخدمة في دراسة الصبغيات ٢٦٩
أ- التهجين في الموقع وتقانة FISH ٢٦٩
ب- تضخيم (إكثار) الـ DNA وتقانة PCR ٢٧٠
جـ- تقانة التهجين الجنومي GISH ٢٧٢
د- استخدام الحاسوب الكومبيوتري في التقانات الحيوية ٢٧٣
ثانياً- الجانب العملي ٢٧٧
١- تجهيز محضرات التبريد ٢٧٧
٢- الحصول على العصابات الصبغية بجيمزا ٢٧٧
٣- المطلوب ٢٨٢
المصطلحات العلمية وترجمتها ٢٨٥
المراجع ٢٩١

المقدمـــــة

نقدم لطلابنا الأعزاء في سنتهم الأخيرة هذا الانجاز الهام ثمرة لجهد طويل وبحث وتقصي دقيقين ليكون هذا الكتاب عوناً ومرجعاً لهم للإحاطـــة بالجوانب العملية لهذا المقرر لا سيما وإننا أحوج ما نكون للتسلح بهذا النوع من العلوم ونحن في عالم يتوقف فيه كل تطور على امتلاك المعرفة العلمية وخاصةً العلوم التطبيقية منها، والتي تمس حاجاتنا وحياتنا بشكل مباشر.

وتأتي أهمية التحسين الوراثي للنباتات كمنهج علمي لزيادة وجـــودة وتمييز الإنتاج بالقوة والتفوق من حيث الكم والكيف وذلـــك للتغلـــب علـــى تحديات الطلب المتزايد للغذاء العالمي..

إن ذلك يتطلب المعرفة في كل ما حولنا بدءاً بأنفسنا وتحديـــد حاجاتنـــا ورغباتنا وإلى معرفة مكونات البيئة التي نعيش فيهـــا وأن نحتـــرم ونقـــدر التوازن الطبيعي والتنوع الحيوي فيها، كما أننا أحوج إلـــى ثقافـــة علميـــة وعملية تجعلنا قادرين أن نحقق سيطرة الإنتاج الإيجابي المتفوق والخـــالي من الضرر، ويقوم ذلك على توليف علمي دقيق لانتخاب الأفضليات والتي هي انعكاساً وترجمةً لنوعية التراكيب والأنماط الوراثية المتحكم بمـــسارات تطورها وذلك من خلال منهج التحسين والتربية المتبعين لذلك والأهم مـــن ذلك أن نكون قادرين على احترام أنفسنا وتنمية مستويات الخير والعطـــاء والجمال فينا.

يضم هذا الكتاب أحد عشرة قسماً موزعاً على أربعـــة محـــاور وهـــي بإيجاز:

- محور التجارب المرتبطة بالمندلية وتتضمن: أسس الاحتمالات الوراثية، دراسات مندلية وتحديد يقينية السيطرة، الخرائط الوراثية والسيتولوجية في الذرة.
- محور الطفرات والجينومات والهجائن ويتضمن: طفرات الاقتران الصبغي المتماثل في الانقسام المنصف، طفرات تشافع الصبغيات غير المتماثلة في الانقسام المنصف، التعدد الصبغي والتحليل الجينومي بين الهجائن الخلطية، الصنويات المتعددة.
- محور الإحصاء الوراثي ويتضمن: التبدلات المتكيفة وتلازم الصفات، تحديد زمن الدارة الانقسامية.
- محور يتضمن دراسات خاصة حول حب الطلع ومبادئ التقانة الحيوية.

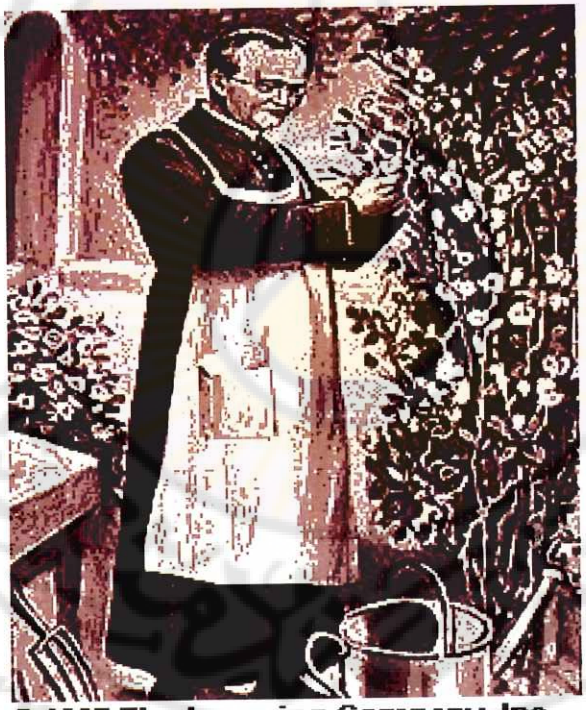
لقد قمنا بإغناء الكثير من التجارب بمجموعة من الصور الملونة القيمة، كونها أكثر إمتاعاً، وأدق تعبيراً عن المدلول العلمي الصحيح، وكلنا أمل بأن تصل المعلومة الحقيقة إلى الطالب أو القارئ بشكلها الأمثل .

إن هذا الكتاب بما يحتويه من معلومات هامة في الجوانب العملية والبحثية يحاكي بالأهمية ويكمل بالفائدة ويلبي ما ينشده كتابنا النظري المرادف حيث يكونان معاً ذخيرة معرفية هامة نقدمها لطلابنا في منهجٍ علمي ومعرفي هام آملين الفائدة منه في حياتهم العلمية والمهنية، والله من وراء القصد.

المؤلفون

مقدمة :

قد وضع مندل استنتاجات تجاربه على قوانين الاحتمالات الرياضـــية؛ التي مكنته من تقدير نسب الفرص الممكنة، وكانت تلك إحدى مميزات مندل في العمل (شكل ١-١). وللاحتمالات علاقة مع الوراثة والقوانين المندلية . كما أن لها تطبيقات في وراثة الإنـــسان (الأمـــراض الوراثيـــة ، الـــولادات ، زواج الأقارب ...إلخ). وكما هو معلوم فإن العديد من الأمراض الوراثية تنتقل مـــن الآباء وفق احتمالات متوقعة ، وهذه تزداد حينما توجد درجات مـــن القرابـــة تزداد طرداً مع شدتها .



شكل ١ – ١
مندل وقد أنجز تجاربه على نبات البازلاء ، مستخدما قوانين الاحتمالات الرياضية.

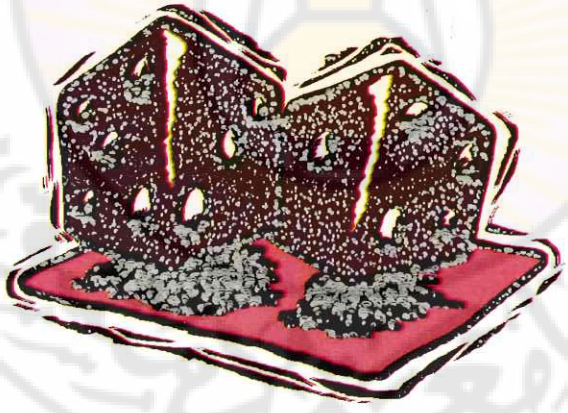
أولاً _ التوضيح النظري :

١- الاحتمال والمصادفة Chance and probability :

الاحتمال : هو التنبؤ عن نسبة وقوع حدث احتمالي ممكن من خلال دراسة عدد كبير من التجارب العشوائية، والتجربة العشوائية : هي التي يعلم مسبقاً جميع نتائجها، ولكننا لا نستطيع أن نحدد بالضبط أياً منها سيتحقق ، ولذلك لا ينطبق الاحتمال إلا على نتائج العدد الكبير من التجارب العشوائية .

إن عملية قذف العملة المعدنية تشكل المعنى البسيط للمصادفة أو الاحتمال ، وهكذا يكون احتمال ظهور وجه العملة (٥٠%) واحتمال ظهور ظهر العملة (٥٠%) أيضاً (وذلك لدى دوران العملة واستقرارها) (شكل ١-٢)، وبذلك يساوي مجموع الاحتمالين (١) . إن احتمال حدوث المصادفة يتناسب عكساً مع عدد الإمكانات المتكافئة المتوفرة، أي: كلما زادت هذه الإمكانات قل حظ المصادفة من الاحتمال : فمثلاً الاحتمال النظري للحصول على الرقم (٦) من أول رمية لحجر النرد هو ١/٦ بالمقابل يمكن رمي حجر النرد (٢٠) مرة دون احتمال الحصول على الرقم (٦) (شكل ١-٣)، ومع ذلك تنطلق قوانين الاحتمال من مبدأ أنه إذا رميت الحجر عدداً كبيراً من المرات؛ فإنك تحصل على عدد رميات متساوية الأرقام، وذلك من ١-٦ .

شكل ١ – ٢ المعنى البسيط للاحتمال ممثلا برمي قطعة النقود ، حيث أن احتمال استقرار وجه القطعة يساوي احتمال استقرارظهرها.



شكل ١ – ٣ إن احتمال ظهور الرقم (٦) لدى رمي قطعة النرد المالكة لستة وجوه، ومن أول رمية هو: ٦/١

٢- أعجوبة _ ندرة حدوث الاحتمالات في الطبيعة :

قم بترقيم (١٠) قطع معدنية من (١-١٠) ، ضعها في وعاء، وحاول أن تخرجها الواحدة تلو الأخرى مرتبة دون أي تأخير أو تقديم . هل تعلم ما النتيجة ؟

إن احتمال خروج الرقم (١) بدوره مثلاً هو (١/ ١٠) ، ولكي تخرج باقي الأرقام مرتبة كل بدوره يكون الاحتمال :

١/١٠× ١/١٠ × ١/١٠ × ١/١٠ × ١/١٠ × ١/١٠ × ١/١٠ × ١/١٠ كم تساوي برأيك ؟؟؟!!!

١/١٠ مليارات، أي: لا يجوز الخطأ في هذه التجربة سوى مرة واحدة من ١٠ مليار مرة !!!

إذا كان هذا الرقم الهائل هو الاحتمال بالنسبة لعشرة أرقام مرتبة، فما بالك باحتمال ملايين الأرقام ؟ لا بل ملايين الحوادث الطبيعية والحيوية مثل البروتينات مع الحموض الأمينية، والـ DNA مع النيكليوتيدات، وغيرها كثير.

ثانياً – التجارب العملية (يحقق كل تجربة سبع مجموعات طلابية):

سنقوم بتحقيق تجارب الاحتمالات على عمليات سحب حبات الخرز (المسبحة) ربطاً مع ألوانها، بدلاً من رمي قطع النقود، أو حجارة النرد .

١) **التجربة الأولى (عملية سحب لون واحد) :**

تأخذ كل مجموعة طلابية كيساً يضم حبات مسبحة من لونين مختلفين، وبعدد متساو (٢٥ بني و ٢٥ أبيض) وهما يمثلان الوجه والظهر في العملة ، ثم يتبع طلاب كل مجموعة الخطوات التالية :

أ- يسحب كل طالب من الكيس حبة واحدة بعد أن يخلطها ودون أن يراها ، ثم يعيدها إلى الكيس بعد أن يسجل لونها (هذه العملية تعادل قذف عملة واحدة بهدف ظهور أحد وجهيها).

ب-تستمر عملية السحب حتى الوصول إلى الرقم (٥٠) سحبة.

ت-تسجل كل مجموعة جدولاً خاصاً بها يوضع فيه عدد ومجموع لوني الحبات ، ثم توضع جميع الأعداد في مكانها المناسب من الجدول الأول؛ الذي يمثل جدول الفئة الذي يضم ٣٥٠ حبة (٣٥٠ = ٧ ×٥٠).

ث-تنقل نتائج مجموعات الفئة إلى الجدول الثاني الذي يستخرج منه قانون المطابقة χ^2 .

ج- تسجل جميع النتائج على الكمبيوتر، وعلى الدفتر؛ لإصدار النتائج النهائية .

نموذج الجدول الأول

يتم ملء الأعداد المطلقة من الألوان الحاصلة لدى مجموعات الفئة :

المجموعات الطلابية	بني	أبيض	مجموع
١			٥٠
٢			٥٠
٣			٥٠
٤			٥٠
٥			٥٠
٦			٥٠
٧			٥٠
مجموع			٣٥٠

نموذج الجدول الثاني

يتم ملء النتائج الحاصلة أعلى من الجدول الأول لحساب قيمة χ^2 :

المعطيات	بني	أبيض	مجموع
العدد الحقلي			٣٥٠
العدد المتوقع نظرياً Q حسب النسبة ١:١			٣٥٠
الانحراف D			
D2			
$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{Q}$			

بعد ذلك تتم مناقشة نتائج الجدول الثاني كما يأتي :

بفرض أن قيمة χ^2 في الجدول الثاني هي ١,٨٣٩ وبالرجوع إلى جدول فيشر عند درجة حرية واحدة (١) (ń=n-1 =2-1=1) ، نجد أن هذه القيمة تقع بين الرقمين ٠,٤٥٥ – ٢,٧٠٦ أي: بين الاحتمالين ٠,٥ – ٠,١ وهذا يشير إلى قبول الاحتمال، أي أن احتمال سحب اللون البني يعادل احتمال سحب اللون الأبيض بنسبة واحدة ٥٠% لكل منهما (١:١) .

تنتهي التجربة الأولى بمناقشتها على اللوح مع الجميع .

اعلم: أن هذه العملية تعادل ولادة الأطفال (ذكور) و (إناث) في مجتمع العائلات، والتي يجب أن تكون (٥٠%:٥٠%) لكل منهما .

وظيفة : يطلب من كل طالب أن يسجل عدد الذكور والإناث لدى خمس عائلات بشرط أن يكون لكل منهما طفل واحد ، ثم يسجل جدولاً مشتركاً لكل فئة ، وجدولاً آخر لجميع طلاب الصف، ويتم الإحصاء، وكتابة تقرير مشترك.

تذكر : هذه الحالة تشبه نموذج خلية أم مولدة للأعراس (2n) فيها شفع مورثي بالحالة غير المتماثلة (Aa) تدخل بالانقسام المنصف، فتعطي احتمالياً نموذجين من الأعراس هما (A) و (a) بنسبة ٥٠% لكل منهما .

٢- التجربة الثانية (عملية سحب لونين معاً) :

تحقق كل مجموعة طلابية هذه التجربة على الحبات نفسها الموجودة في الكيس السابق، وذلك كما يأتي :

أ- يقوم كل طالب من المجموعة بسحب حبتين دفعة واحدة من الكيس دون أن يراهما ، ثم يسجل لونهما، ويعيدها إلى الكيس (هذه العملية تعادل قذف قطعتي نقد دفعة واحدة معاً).

ب- تستمر عملية السحب حتى الوصول إلى (٥٠) سحبة .

ت- تسجل كل مجموعة جدولاً خاصاً بها، يوضع فيه عدد ومجموع ألـــوان الحبات، وهي (بني- بني ، بني - أبيض، أبيض - أبيض) ثم توضع جميع الأعداد في مكانها المناسب من الجدول الثالث؛ الذي يمثل جدول الفئة التي تضم ٣٥٠ حبة (٥٠×٧=٣٥٠) .

ث- تنقل نتائج مجموعات الفئة إلى الجدول الرابع؛ الذي يستخرج منه قانون المطابقة χ^2 .

ج- تسجل جميع النتائج على الكمبيوتر، وعلى الدفتر .

نموذج الجدول الثالث

يتم ملء الأعداد المطلقة من الألوان الحاصلة لدى مجموعات الفئة :

المجموعات	بني- بني	بني -أبيض	أبيض-أبيض	مجموع
١				٥٠
٢				٥٠
٣				٥٠
٤				٥٠
٥				٥٠
٦				٥٠
٧				٥٠
مجموع				٣٥٠

نموذج الجدول الرابع

يتم ملئ النتائج الحاصلة من الجدول الثالث لحساب قيمة χ^2 :

المعطيات	بني- بني	بني - أبيض	أبيض- أبيض	مجموع
العدد الحقلي				٣٥٠
العدد المتوقع نظرياً Q حسب النسبة ١:٢:١				٣٥٠
الانحراف D				
D2				
$\chi^2 = \sum \frac{d_2}{Q}$				

نموذج الجدول الخامس

يتم ملء الأعداد المطلقة في كل حقل من الحقول التسعة في الجدول :

المعطيات	بيج بيج بيج	أبيض أبيض أبيض	مونس مونس مونس	بيج بيج أبيض	بيج بيج مونس	أبيض أبيض بيج	أبيض أبيض مونس	مونس مونس بيج	مونس مونس أبيض	مونس أبيض بيج	المجموع
رموز أنماط الأعراس الثمانية	ABD			ABd	AbD	aBD	abD	aBd	Abd	abd	٨ أعراس
العدد المشاهد											

ملاحظات على الجدول :١- تذكر أن النمط المورثي للجيل الأول في الهجونة الثلاثية من الشكل AaBbDd وهكذا سيعطي (٨) أعراس بنسب متساوية، وقد تم تسجيلها في هذا الجدول . ٢- لقد افترضنا أن تشابه الألوان مجتمعة تعادل صيغة العروس السائد بالمورثات ABD .٣- لقد افترضنا أن تشابه لونين واختلاف لون تعادل الصيغ العروسية (سائدان ومتنحي) . ٤-لقد افترضنا أن اختلاف الألوان الثلاثية يعادل الصيغة العروسية المتنحية بالمورثات الثلاث .

نموذج الجدول السادس :

يتم ملء الأعداد المطلقة في كل حقل من الحقول التسعة في الجدول :

المعطيات	بيج بيج بيج	أبيض أبيض أبيض	مونس مونس مونس	بيج بيج أبيض	بيج بيج مونس	أبيض أبيض بيج	أبيض أبيض مونس	مونس مونس بيج	مونس مونس أبيض	مونس أبيض بيج	المجموع
العدد الحقلي المشاهد											٣٥٠
العدد المتوقع نظرياً حسب النسبة Q											٣٥٠
الانحراف D											
D2											
$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{Q}$											

بعد ذلك تتم مناقشة الجدول السادس كما يأتي : بفرض أن قيمة X^2 في الجدول السادس هي ٨٦,٢٣٨ وبالرجوع إلى جدول فيشر عند درجة حرية (٧) (ń=n-1=8-1=7)

نجد أن هذه القيمة تقع بين الرقمين 2.833-6.346 أي: بين الاحتمالين 0.9-0.5 وهذا يشير إلى قبول الاحتمال، أي: أن سحب احتمالات ثلاثة ألوان يعادل النسبة (١:١:١:١:١:١:١:١:١) .

تنتهي التجربة الثالثة بمناقشتها على اللوح مع الجميع .

اعلم: أن هذه العملية تعادل ولادة الأطفال ذكوراً وإناثاً بمعدل ثلاثة في الأسرة الواحدة، وبما يتوافق مع الجدول السابع، وذلك حسب النسبة (١:١:١:١:١:١:١:١) لكل منها .

وظيفة: على كل طالب أن يسجل عدد الذكور والإناث لدى خمس عائلات؛ بشرط أن يكون لكل منها ثلاثة أطفال، وترتب حسب الجدول السابع ، ثم يتم تسجيل جدول مشترك لكل فئة ، وجدول آخر لجميع طلاب المقرر، ويتم الإحصاء وكتابة تقرير مشترك .

تذكر: هذه الحالة تشبه نموذج تشكل الأعراس المذكرة الثمانية من صيغة الجيل الأول في الهجونة الثلاثية AaBbDd وإذا تلاقت الأعراس المذكرة مع مثيلتها من الأعراس المؤنثة، فهذا سيتوافق مع النسبة الاحتمالية للهجونة الثلاثية (١:٣:٣:٣:٩:٩:٩:٢٧).

نموذج الجدول السابع :

جدول يوضح احتمالات وجود ثلاثية أطفال عند كل أسرة، من حيث تسلسل الذكور والإناث مع الأنماط المورثية الموافقة لكل احتمال :

نماذج الأسر	الولد الأول	الولد الثاني	الولد الثالث	النمط الوراثي
١	ذكر	ذكر	ذكر	ABD
٢	أنثى	أنثى	أنثى	abd
٣	ذكر	ذكر	أنثى	ABd
٤	أنثى	أنثى	ذكر	abD
٥	ذكر	أنثى	ذكر	AbD
٦	أنثى	ذكر	أنثى	aBd
٧	أنثى	ذكر	ذكر	aBD
٨	ذكر	أنثى	أنثى	Abd

ملاحظة مهمة: للذكر الحرف الكبير، وللأنثى الحرف الصغير .

٤- التجربة الرابعة (عملية سحب خاصة بحالة الارتباط والعبور) :

تأخذ كل مجموعة طلابية كيساً يضم حبات مسبحة من أربعة ألوان مختلفة، وبعدد /٦٠/ حبة، موزعة على النحو الآتي :

(٢٥أسود + ٥ بيج+ ٥ شفاف+٢٥ زهري) ، ثم يتبع طلاب كل مجموعة الخطوات الآتية :

أ- يسحب كل طالب من الكيس حبة واحدة بعد أن يخلطها ودون أن يراها ، ثم يعيدها إلى الكيس بعد أن يسجل لونها .

ب- تستمر عملية السحب حتى الوصول إلى الرقم (٥٠) سحبة .

ت- تسجل كل مجموعة جدولاً خاصاً بها يوضع فيه عدد ومجموع ألـــوان الحبات ، ثم توضع جميع الأعداد في مكانها المناسب من الجـــدول الثـــامن الذي يمثل جدول الفئة الذي يضم ٣٥٠ احتمالاً (٥٠×٧=٣٥٠).

ث- تنقل نتائج مجموعات الفئة إلى الجدول التاسع الذي يستخرج منه قانون المطابقة χ^2.

ج- تسجل جميع النتائج على الكمبيوتر، وعلى الدفتر .

نموذج الجدول الثامن

يتم ملء فراغات الجدول بما يناسبها من الأعداد المطلقة الحاصـــلة لـــدى مجموعات الفئة :

المجموعات	أسود	بيج	شفاف	زهري	مجموع
١					٥٠
٢					٥٠
٣					٥٠
٤					٥٠
٥					٥٠
٦					٥٠
٧					٥٠
مجموع					٣٥٠

نموذج الجدول التاسع

يتم ملء فراغات الجدول بما يتوافق مع نتائج الجدول الثامن لحساب قيمة χ^2 .

المعطيات	أسود	بيج	شفاف	زهري	مجموع
العدد الحقلي					٣٥٠
العدد المتوقع نظرياً حسب النسبة Q					٣٥٠
الانحرافD					
D2					
$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{Q}$					

بعد ذلك تتم مناقشة الجدول التاسع كما يأتي :

بفرض أن قيمة χ^2 في الجدول التاسع هي ٢,١١٢وبالرجوع إلى جدول فيشر عند درجة حرية (٣) (**ń=n-1=4-1=3**) .نجد أن هذه القيمة تقع بين الرقمين ٠,٥٨٤-٢,٣٦٦ أي: بين الاحتمالين ٠,٩-٠,٥ وهذا يشير إلى قبول الاحتمال، أي:أن احتمال سحب أسود ، بيج، شفاف ، زهري يعادل وجود نسبتين أبويتين كبيرتين ونسبتين عبوريتين صغيرتين .

تنتهي التجربة الرابعة بمناقشتها على اللوح مع الجميع .

اعلم : أن هذه العملية تعادل ارتباط وعبور بين المورثتين A,B .

وافترض أن : المورثتين المرتبطتين (AB) تمثلان اللون الأسود .

والمورثتين المتنحيتين المقابلتين a b تمثلان اللون الزهري.

من ذلك يمثل : النموذج العبوري (Ab) اللـــون الـــشفاف ، والنمـــوذج العبوري (aB) اللون البيج ، ويجب أن تتوافق نسبة النتائج مـــع النـــسبة : (٤٠% : ١٠% : ١٠% : ٤٠%)

جدول /١٠/

نموذج احتمالات وجود الذكور والإناث عند الأسر المدروسة من قبل الطلاب " يطلب تسجيل تقرير عن كل حالة من الحالات الثلاث لكل طالبين على حدة (مع نتائج إحصائية) "

الفئة	المجموعة الطلابية وعدد العائلات	حالات أولاد الأسر	حالات الذكور والإناث	
			♂	♀
الثانية	١ ( )	ولد واحد		
	٢ ( )			
	٣ ( )			
	٤ ( )			
	٥ ( )			
	٦ ( )			
	٧ ( )			
	مجموع			

الفئة	المجموعة الطلابية وعدد العائلات	حالات أولاد الأسر	حالات الذكور والإناث	
			♂	♀
الأولى	١ ( )	ولد واحد		
	٢ ( )			
	٣ ( )			
	٤ ( )			
	٥ ( )			
	٦ ( )			
	٧ ( )			
	مجموع			

المجموعة الطلابية وعدد العائلات	حالات أولاد الأسر	حالات الذكور والإناث			القفلة	المجموعة الطلابية وعدد العائلات	حالات أولاد الأسر	حالات الذكور والإناث		
		♂♂	♀♀	♂♀				♂♂	♀♀	♂♀
١ ( )					الأولى	١ ( )	ولدان			
٢ ( )						٢ ( )				
٣ ( )						٣ ( )				
٤ ( )						٤ ( )				
٥ ( )						٥ ( )				
٦ ( )						٦ ( )				
٧ ( )						٧ ( )				
مجموع						مجموع				

المجموعات الطلابية	الفئة الثانية (حالة أسر ثلاثة أولاد)								الفئة الأولى (حالة أسر ثلاثة أولاد)							
	$O_2 O_2 O_2$	$O_1 O_1 O_1$	$O_2 O_2 O_1$	$O_2 O_1 O_2$	$O_1 O_2 O_2$	$O_2 O_1 O_1$	$O_1 O_2 O_1$	$O_1 O_1 O_2$	$O_2 O_2 O_2$	$O_1 O_1 O_1$	$O_2 O_2 O_1$	$O_2 O_1 O_2$	$O_1 O_2 O_2$	$O_2 O_1 O_1$	$O_1 O_2 O_1$	$O_1 O_1 O_2$
١																
٢																
٣																
٤																
٥																
٦																
٧																
مجموع																

أسدية، وهو نبات ذاتي الإلقاح . يحصل نضج المآبر في الأزهار بعد نضج المدقة؛ ولذلك يمكن نزع الأسدية، وإجراء عملية التأبير في وقت واحد أثناء ظهور السنابل في المناطق السهلية ، وبعد مرور (٣-٥) أيام من ظهور السنابل في مناطق الغابات .

ولتهيئة السنبلة للإلقاح نقصّ السفاة (الحسكات) من قواعدها باستخدام مقص حاد، ثم نقصّ من (٣-٤) سنيبلات غير ناضجة من أعلى وأسفل السنبلة ، وفي كل سنيبلة باقية تُترك زهرتان ناضجتان وقابلتان للإلقاح، وتُنزع الأزهار الباقية باستخدام الملقط، وهكذا يبقى في السنبلة الواحدة من /١٦-٢٠/ زهرة جيدة .

لإجراء عملية نزع الأسدية تمسك الزهرة بالإصبعين الإبهام والوسطى من أصابع اليد اليسرى ، ثم تضغط بسبابة اليد نفسها على نهايات الحراشف الزهرية؛ التي سرعان ما تتبعثر مشكلة فتحة، أو شقاً واضحاً . بعد ذلك يتم إدخال الملقط، وقطع الأسدية الثلاث، مع عدم الإضرار بالميسم ، ومن الأفضل إجراء عملية الإخصاء بدءاً من السنيبلات السفلى للسنبلة وباتجاه الأعلى، وما أن يتم الانتهاء من الصف الأول حتى يتم البدء بالصف الثاني بالطريقة ذاتها . وأخيراً وبعد التأكد من عدم بقاء أي أثر للأسدية في السنبلة تُغطى بالعازل المناسب قياس /١٠×٤/ سم، وتترك للخطوة التالية، وهي التأبير .

إن أفضل الأوقات لتأبير القمح يبدأ من الساعة /٧-١٠/ صباحاً نظراً لشدة الإزهرار في هذا الوقت . ويتم التأبير عادة بعد مرور /١-٣/ أيام بعد عملية الإخصاء .

ولابد قبل جمع حب الطلع من مسح الأيدي والملاقط بالكحول ، بعد ذلك يُجمع حب الطلع الناضج وغير المتفجر من السنابل بوساطة الملقط، ويوضع في أوعية زجاجية (تتميز هذه الحالات باللون الأصفر، أو الأصفر المخضر أو المحمر) أما إذا كانت حبات الطلع شديدة النضج؛ فيتم اللجوء إلى جمعها بإجراء شق في مآبر أزهار قليلة النضج، والحصول على حب الطلع المناسب، والقادر على التلقيح . أما طريقة التأبير فتتحقق برفع العازل عن السنبلة المنزوعة الأسدية، ووضع مئبر من كل زهرة من الأزهار، أو نثر حب الطلع من على المياسم باستخدام الملقط، ويجري التأبير بطريقة الإخصاء نفسها من الأسفل إلى الأعلى بالنسبة لكل صف من صفوف السنيبلات . وأخيراً وبعد الانتهاء من عملية التأبير يتم وضع العازل من جديد إلى حين النضج، وتشكل البذور الهجينة .

٢. تهجين البازلاء :

إن نباتات الفصيلة الفولية Fabaceae ذاتية الإلقاح وأزهار البازلاء أو الفول وغيرها خنثوية، تملك الواحدة منها مدقة، وحولها عشر أسدية، ويجب إخصاء الأزهار في مرحلة البراعم قبل التفتح، وقبل أن تتكون الأوراق التويجية . وكما هو معلوم فإن (مندل) قدم جميع قوانينه بتهجين هذا النبات .

ولتهيئة الأزهار العنقودية للتهجين تُنزع الأزهار المتفتحة وغير الجيدة، ويترك بحدود /١-٢/ زهرة في العنقود الواحد . ولإخصاء الأزهار يُثنى الجناحان نحو الخارج، ويُشق الزورق على طوله بمشرط حاد، ثم تنزع الأسدية العشر ، وتُعاد الزهرة إلى وضعها الطبيعي، ثم تغطى بعازل مناسب . يتم تأبير الأزهار بعد الإخصاء بـ /١-٢/ يوماً ليحقق نمو المدقة ، تنثر حبات الطلع التي جمعت مسبقاً من الأزهار الناضجة فوق المياسم باستخدام الملقط؛ بعد نزع العازل منها، كما ويمكن وضع مآبر كاملة ومقطوعة طولياً فوق الميسم ، ثم يعاد العازل إلى حين النضج، وتشكل البذور الهجينة .

ثانياً _ التهجين وتحديد يقينية سيطرة الجيل الثاني :

١_ التوضيح النظري :

بعد إجراء عملية التهجين يمكن متابعة نتائج الهجونتين الأحادية والثنائية، ومتابعة دراسة النتائج الإحصائية لبذور الجيلين الأول والثاني الناتجين. بعد ذلك يجب تحديد يقينية سيطرة بذور الجيل الثاني العائدة للاحتمال المناسب ، وبتحديدها نكون قد حددنا قوة الإنتاج .

٢_ الجانب العملي :

أ_ الهجونة الأحادية (العمل الإحصائي) :

يعطى لكل مجموعة طلابية عينة من البذور المفترض أنها عائدة للجيل الثاني ، ويتم كشف النسبة المجهولة العائدة لها بطريقة حساب قيمة (X^2) وإثبات المطابقة من خلال جدول فيشر، وبعد ذلك نعمد إلى تحديد يقينية السيطرة . وفيما يأتي مثال لون بذور الذرة البيضاء والحمراء التي تمثل الجيل الثاني حسب النسبة (٣:١) :

المعطيات	أحمر	أبيض	مجموع
العدد الحقلي	١٨٩	٦١	٢٥٠
العدد المتوقع نظرياً حسب النسبة ٣:١ Q	٢٥٠ × ٣ / ٤ = ١٨٨	٢٥٠× ١ / ٤ = ٦٢	٢٥٠
الانحراف d	+١	−١	صفر
d 2	١	١	/
$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{Q}$	٠,٠٠٥	٠,٠١٦	٠,٠٢١

في هذا المثال المتعلق بالهجونة الأحادية ، ومن المناقشة الإحصائية مع جدول (فيشر) يبدو أن المعطيات الحقلية تتوافق مع المعطيات النظرية حسب النسبة (٣:١) .

ب_ الهجونة الأحادية (تحديد يقينية السيطرة) :

يتم تحديد هذه الظاهرة من جدول خاص يعرف باسم جدول بلوكينسكي، والمقصود بمجموعة السيطرة هي الصيغة العامة التي نصادفها في الجيل الثاني (A-B-) بالنسبة لوجود شفعين من الصفات، أو الصيغة (A-) بالنسبة للشفع الواحد، وذلك في جميع حالات التهجين .

أما جدول بلوكينسكي فيوضح الحدود المحتملة للعدد المطلق العائد للنماذج المسيطرة في أجيال الأنسال بوجود أجزاء من الاحتمالات (p) . فإذا كان العدد المطلق المدروس لمجموعة السيطرة خارج هذه الحدود ، فإن الفرضية الوراثية المقترحة حول الاحتمال المعني غير صحيحة .

١. توضيح هيكلية جدول بلوكينسكي :

يتوضع إلى اليسار من هذا الجدول عمود الأرقام من /٣٠-٢٠٠٠/ حيث يمثل كل رقم المجموع الكلي لعينات أفراد الجيل الثاني (n) في كل جدول من جداول حساب قيمة X2 . ويمثل الجزء العلوي اليساري؛ الذي يشمل حقلين حالة وجود شفع واحد من المورثات، في حين يمثل الجزء العلوي اليميني أربعة حقول هي حالات وجود شفعين من المورثات . إن جميع الأرقام الممثلة في الحقول الستة تعبر عن الحدود المحتملة والمقبولة للعدد المطلق العائد للنماذج المسيطرة في أجيال الأنسال . فمثلاً على يسار العدد الكلي /٣٠/ نجد الحدود التالية التي تتوافق مع الاحتمالات الستة (P) والتي تتوضع بشكل أفقي : من /١٥-٢٨/، من /٨-٢٢/، من /٩-٢٤/، من /١-١٢/، من /٠-٧/، من /٢-١٥/. وهكذا بالنسبة لجميع أرقام الجدول.

جدول بلوكينسكي لتحديد يقينية السيطرة ضمن التوقع النظري للاحتمال المناسب

عدد النسل المدروس (n)	هجونة أحادية (شفع واحد)		هجونة ثنائية (شفعان)			
	Aa×aa	Aa×aa	AaBb × AaBb			aabb×AaBb
	3:1	1:1	9:7	3:13	1:15	1:3
	P = 0.75	P = 0.50	P=5625	P=1875	P = 0.0625	P= 0.25
	3/4=0.75	1/2=0.50	9/16=0.5625	3/16=0.1875	1/16=0.0625	1/4=0.25
30	15 28	8 22	9 24	1 12	0 7	2 15
35	19 32	10 25	12 27	2 14	0 8	3 16
40	22 36	12 28	14 30	2 15	0 8	4 18
45	25 40	14 31	16 34	3 16	0 9	5 20
50	29 45	16 34	19 37	3 18	0 9	5 21
55	32 49	18 37	21 40	4 19	0 10	6 23
60	35 53	20 40	24 44	4 20	0 10	7 25
65	39 57	22 43	26 47	5 22	0 11	8 26
70	42 61	24 46	28 50	6 23	1 11	9 28
75	46 65	26 49	31 53	7 24	1 12	10 29
80	49 69	28 52	33 56	7 25	1 12	11 31
85	53 73	31 54	36 59	8 26	1 13	12 32
90	56 77	33 57	38 63	8 28	1 13	13 34
95	59 81	35 60	41 66	9 29	1 13	14 36
100	63 85	37 63	43 69	10 30	2 14	15 37
110	70 93	41 69	48 75	11 32	2 15	17 40
120	77 101	46 74	53 81	12 35	2 16	19 43
130	84 109	50 80	58 88	14 37	2 17	21 46
140	91 117	55 85	63 94	15 39	3 18	23 49
150	98 125	59 91	68100	17 41	3 19	25 52
160	105 133	64 97	74 106	18 44	4 19	27 55
170	112 141	68 102	79 112	20 46	4 20	29 58
180	119 149	73 107	84 118	21 48	4 21	31 61
190	126 157	77 113	89 124	23 51	5 22	33 64
200	133 165	82 118	94 130	24 53	5 23	35 67
220	148 181	91 129	105 142	27 57	6 24	39 72
240	162 196	100 140	115 154	30 62	7 26	44 78
260	176 212	109 151	125 167	34 66	8 28	48 84
280	190 228	118 162	136 179	37 71	9 29	52 89
300	205 244	128 173	141 191	40 75	9 31	56 95
320	219 256	137 183	157 203	43 79	10 33	61 101
340	234 275	146 194	168 215	46 83	11 34	65 106
360	248 290	156 201	178 227	49 88	12 36	70 112
380	263 306	165 215	188 239	53 92	13 37	74 118
400	277 322	174 226	199 250	56 96	14 39	79 123
500	350 399	221 279	253 310	72 117	19 47	102 151
600	422 476	268 333	306 369	89 138	23 54	124 178
700	495 554	316 384	360 428	106 159	29 65	146 206
800	568 631	364 437	413 486	122 179	34 69	170 238
900	641 708	411 489	468 544	139 200	3977	193 259
1000	714 785	459 541	522 603	157 220	4484	216 286
1500	1082 1167	700 799	795 894	243 321	71120	333 420
2000	1450 1550	9421 058	1068 1182	330 420	98156	450 550

٢. **مناقشة مثال الهجونة الأحادية :**

بالرجوع إلى مثال الهجونة الأحادية نجد أن العدد الكلي لبذور الذرة في جدول حساب قيمة X^2 يساوي /٢٥٠/ بذرة . وتنحصر قوة السيطرة في البذور الحمراء (A- = ٤/٣) التي تخضع للنسبة (١:٣) في الجيل الثاني، وبذلك يقع احتمال مجموع السيطرة عند الرقم P=0.75 أي (٣ ÷ ٤=٠,٧٥) وذلك في جدول بلوكينسكي – بالرجوع إلى هذا الجدول نجد أن الرقم /٢٥٠/ يقع بين الرقمين (٢٤٠-٢٦٠) ، وبالتالي فإن التوقع النظري للبذور الحمراء (A-) البالغ عددها /١٨٨/ يحقق يقينية السيطرة؛ لأنه واقع بين الرقمين ١٦٢-١٩٦ (بالنسبة للرقم ٢٤٠) أو بين الرقمين ١٧٦-٢١٢(بالنسبة للرقم ٢٦٠) وذلك عند الاحتمال P=0.75.

جـ_ الهجونة الثنائية (العمل الاحصائي) :

يعطى كل مجموعة طلابية عينة من البذور المفترض أنها عائدة للجيل الثاني، ويتم كشف النسبة المجهولة العائدة لها بطريقة حساب قيمة X^2 وإثبات المطابقة من خلال جدول فيشر ، وبعد ذلك نعمد إلى تحديد يقينية السيطرة . وفيما يأتي مثال لون بذور الذرة وحجمها؛ التي تمثل الجيل الثاني حسب النسبة (١:٣:٣:٩).

المعطيات	أحمر كبير	أحمر صغير	أبيض كبير	أبيض صغير	المجموع
العدد الحقلي	٥١٣	١٧٥	١٦٨	٥٤	٩١٠
العدد المتوقع نظرياً حسب النسبة ١:٣:٣:٩ Q	(٩× ٩١٠)/ ١٦= ٥١٢	(٣× ٩١٠)/ ١٦= ١٧١	(٣× ٩١٠)/ ١٦= ١٧٠	(١× ٩١٠)/ ١٦= ٥٧	٩١٠
الانحراف d	+١	+٤	-٢	-٣	صفر
d^2	١	١٦	٤	٩	/
$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{Q}$	٠,٠٠٢	٠,٠٩٣	٠,٠٢٣	٠,١٥٨	٠,٢٧٦

في هذا المثال المتعلق بالهجونة الثنائية ، ومن المناقشة الإحصائية مع جدول (فيشر) يبدو أن المعطيات الحقلية تتوافق مع المعطيات النظرية حسب النسبة (١:٣:٣:٩) .

د_ الهجونة الثنائية (تحديد يقينية السيطرة) :

في مثال الهجونة الثنائية نجد من الجدول أن العدد المطلق لمجموع البذور هو /٩١٠/ بذرة، وتنحصر قوة السيطرة في البذور الحمراء الكبيرة (A-B-) التي تخضع للنسبة (١:٣:٣:٩) في الجيل الثاني ، وبذلك يقع احتمال $\frac{9}{16}$ مجموعة السيطرة عند الرقم P=0.5625 أي (٩ ÷ ١٦ = ٠,٥٦٢٥). وبالرجوع إلى القيمة الموجودة في جدول بلوكينسكي نجد أن الرقم /٩١٠/ يقع بين الرقمين /٩٠٠/ و/١٠٠٠/ وهو أقرب إلى الرقم /٩٠٠/ ، وبالتالي فإن التوقع النظري للبذور الحمراء الكبيرة(A-B-) البالغ عددها /٥١٢/ يقع بين الرقمين /٤٦٨-٥٤٤/ وبذلك فهو يحقق يقينية السيطرة؛ لأنه واقع بينهما فعلاً، وذلك عند الاحتمال P=0.5625 .

هـ- تحديد مواقع النسب المختلفة في جدول بلوكينسكي ربطاً مع قيم الاحتمالات P :

تخضع جميع النسب التي تبدأ بالرقم /٩/ في حالة الشفعين إلى قوة السيطرة (A-B-) وبالتالي يكون احتمال اليقينية الناتجة عن التهجين (AaBb ×AaBb) ممثلاً بالرقم /P=0.5625/ الناتج عن حاصل قسمة /٩ ÷ ١٦/ وبذلك تؤخذ حدود الأرقام المسيطرة من الحقل الموافقة لها في جدول بلوكينسكي . يبلغ عدد النسب الواقعة في هذا المجال خمساً، وهي :

(١:٣:٣:٩) (هـ.ثنائية) ١:٣:٣:٩ ، ٤:٣:٩، ١:٦:٩ ، ٧:٩ (أثر متنام، أو تفوق متنحّ، أو تفوق متنحّ مضاعف) تخضع جميع النسب التي تبدأ بالرقم /٣/ في حالة الشفع الواحد إلى قوة السيطرة (A-) الناتجة عن التهجين (Aa ×Aa) وبالتالي يكون احتمال اليقينية ممثلاً بالرقم (p=0.75) الناتج عن

حاصل قسمة / ٣ ÷ ٤/ . هذه النسب هي /١:٣/ هجونة أحادية و/١:٣) أثر متعدد للمورثة الواحدة (الحقل الأخير من جدول بلوكينسكي) .

تخضع النسبة (١:٣:١٢) إلى السيطرة الشكلية للرقم /١٢/ الذي يكون لكل منهما صيغة عامة مختلفة عن الآخر، أي (A-bb(3)+A-B-(9) ونمط شكلي واحد، لأن A >B وهكذا يكون احتمال اليقينية ممثلاً بالرقم P=0.75 الناتج عن حاصل قسمة (١٢ ÷ ١٦) ، وهي تمثل حالة استثنائية كونها تخضع لشفعين من المورثات، وليس لشفع واحد .

تخضع النسبة (٣:١٣) إلى السيطرة الشكلية للرقم /٣/ حامل الصيغة العامة C-ii لأن باقي الصيغ تكون عديمة اللون؛ بسبب وجود المورثة القامعة I في الشكل (C-I) وهكذا يكون احتمال يقينية السيطرة P=0.1875 الناتج من حاصل قسمة (٣ ÷ ١٦) .

تخضع النسبة (١:١٥) وكذلك النسبة (١:٤:٦:٤:١) إلى السيطرة الشكلية والمورثية للصيغة ($A_1A_1A_2A_2$) لأن باقي الصيغ تمثل التدرج في إظهار الصفة، وهكذا يكون احتمال السيطرة P=0.0625 الناتج عن حاصل قسمة (١ ÷ ١٦) .

ملاحظة : في النسبة (١:١٥) يقسم العدد النظري الذي يمثل الصفة المتدرجة السيطرة على /١٥/ ويؤخذ الناتج على أنه على (١/١٦).

تخضع النسبة (١:١) إلى السيطرة (Aa) لأنها جاءت من الهجونة التحليلية (aa×Aa) العائدة للشفع الواحد، وبالتالي يكون احتمال السيطرة من الشكل p=0.50 الناتج من حاصل قسمة (١ ÷ ٢=٠,٥) .

تخضع النسبة (١:١:١:١) إلى السيطرة (AaBb) لأنها جاءت من الهجونة التحليلية (aabb×AabB) العائدة للشفعين، وبالتالي يكون احتمال السيطرة من شكل p=0.25 الناتج من حاصل قسمة (١ ÷ ٤=٠,٢٥) .

تخضع النسبة (١:٢:١) إلى سيطرة AA على باقي الصيغ (aa,2Aa) في السيطرة الجزئية، وبالتالي يكون احتمال السيطرة من الشكل p=0.25 الناتج من حاصل قسمة (١ ÷ ٤=٠,٢٥). وهذه تمثل حالة شاذة؛ لأنها تخضع لشفع واحد، وليس لشفعين من المورثات .

تخضع النسبة (١:٣:٢:٦:١:٣) إلى تجمع السيطرة عند الرقم /٣/ الذي يمثل الصيغة (A-BB) وليست الصيغة (A-bb) لأنها لاتمثل تجمع السيطرة لكلا المورثتين . وبالتالي يكون احتمال السيطرة من الشكل P=0.875 الناتج عن حاصل قسمة (٣ ÷ ١٦).

أما النسبة العبورية الناتجة عن التهجين التحليلي للمورثتين المرتبطتين (AaBb ×aabb) والتي تكون من الشكل (٤٢%، ٨% ، ٨%، ٤٢%) مثلاً تؤخذ أرقامها الحقلية غالباً من الاحتمال (p=0.25) الناتج عن قسمة (١ ÷ ٤=٠,٢٥) لأن الأفراد الأبوية مسيطرة أو متنحية تكون مسيطرة على الأفراد العبورية بالعدد المطلق، والجدول الآتي يوضح تفسير هذه الحالات الستة عشرة.

" معالجة النسب ربطاً مع جدول بلوكينسكي "

تسلسل	النسبة المتوقعة	الاحتمال المتوقع	السبب
١	١:٣:٣:٩ هـ ثنائية	٩ ÷ ١٦ =٠,٥٦٢٥= P	لأن السيطرة في الرقم /٩/ يعود إلى الصيغة العامة (A-B-)
٢	١:٣:٣:٩		
٣	٤:٣:٩ أثر		
٤	١:٦:٩ متنام		
٥	٧:٩		
٦	١:٣ هـ أحادية	٣ ÷ ٤=٠,٧٥ = P	لأن السيطرة في الرقم /٣/يعود إلى (A-)
٧	١:٣ أثر متعدد		
٨	١:٣:١٢ تفوق	١٢ ÷ ١٦ =٠,٧٥=P	السيطرة في الشكل الواحد هي: ٩(A-B-)+٣(A-bb)=١٢
٩	٣:١٣ تفوق	٣ ÷ ١٦ =٠,١٨٧٥=P	لأن (C-ii) ملونة والباقي أبيض.
١٠	١:٣:٢:٦:١:٣ لا رجحان ورجحان	٣ ÷ ١٦=٠,١٨٧٥=P	لأن(A-BB) هي الأكثر سيطرة من الصيغ الأخرى
١١	١:١٥ تراكم	١ ÷ ١٦ =٠,٠٦٢٥ =P	لأن السيطرة في ($A_1A1A_2A_2$)
١٢	١:٤:٦:٤:١ تراكم توزع	١ ÷ ١٦ =٠,٠٦٢٥=P	لأن السيطرة في($A_1A1A_2A_2$) (يقسم العدد النظري على ١٥/وهو ١/١٦)
١٣	١:١ تحليلية شفع واحد	١ ÷ ٢ =٠,٥=P	لأن السيطرة AaAa×aa
١٤	١:١:١:١ تحليلية شفعين	١ ÷ ٤ =٠,٢٥ =P	لأن السيطرة في AABB
١٥	١:٢:١ لا رجحان شفع	١ ÷ ٤=٠,٢٥=P	لأن السيطرة في $\bar{A}\bar{A}$
١٦	١:٤:٢:٤:٢ عبور	١ ÷ ٤ =٠,٢٥=P	لأن السيطرة في AB أو a b (الأبوية أكثر من العبورية)

المطلوب :

١- قيام الطلاب بإجراء عملية تهجين سنابل القمح وأزهار الفول ، أو أحد نباتات الفصيلة الفراشية في المختبر للتعرف على الطريقة .

٢- كشف المجهول المقدم لكل مجموعة طلابية ، من حيث اقتراح نسبة موافقة، وتحقيق دراسة إحصائية له .

٣- تحقيق يقينية قوة السيطرة في الجيل الثاني ، ثم تحديد موقع النسبة المفترضة في جدول بلوكينسكي ربطاً مع الاحتمال p المناسب ، علماً بأن جميع المجاهيل مطابقة، وموافقة لإحدى النسب المعروفة والمدروسة لدى الدراسات المندلية، أو التعديلات التي جاءت بعدها .

٤- ابحث في المراجع أو الأنترنت عن أهمية يقينية السيطرة Dominance certainty في تحسين الإنتاج النباتي، وسجل تقريراً حول ذلك .

* * *

القسم الثالث

الوراثة و(عرانيس) الذرة – الخرائط الوراثية والسيتولوجية

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة :

الذرة : نبات مزروع، مرتفع، ذو ساق قاس وأوراق عريضة وحبد المسكن، تجتمع السنيبلات المذكرة في شرابه، تتوضع في قمة الساق، وتتوضع إلى الأسفل السنابل (العرانيس) المؤنثة على الفروع الجانبية، والتي تحاط بقنابات كبيرة . الميسم خيطي الشكل ومتطاول كثيراً . يوصف دقيق الذرة بأنه مفيد جداً، ويستخرج منه زيت المازولا، ويدخل في صناعات أخرى .

قدَمْت الذرة الصفراء من العالم الجديد إلى العالم القديم في عام ١٤٠٠م، وتعد الولايات المتحدة والصين والاتحاد الأوربي والبرازيل والمكسيك المنتجين الأكبر في العالم من محصول الذرة العالمي .

تنتج الولايات المتحدة والصين ٦٠% من المحصول، حيث تستخدم الولايات المتحدة ٦٠% من محصول الذرة الصفراء في العلف الحيواني، و ٢٠% منه يصدر، والمحصول الباقي يستعمل للغذاء والصناعة . حيث تعرف في أمريكا أكثر من ١٠٠٠ مادة في الأسواق المركزية تستخدم الذرة .

استعملت الذرة بشكل رئيس في الصناعة الدوائية كمادة بادئة لتصنيع فيتامين C والبنسلين ، واستعمل عصير الذرة (سكر فواكه عالٍ) في صناعة مشروب لا كحولي . وصنع من الذرة أيضاً مواد كيميائية وبلاستيك قابل للتفسخ ، وورق ومنسوجات وأطعمة خفيفة للأكل . كما استخدمت الذرة في صناعة الطلاء والمتفجرات، وبشكل أساس في صناعة الزيوت .

من هنا يحتاج العالم (وخاصة الدول النامية) إلى إيجاد أفضل الوسائل لتحسين محصول الذرة، سواء باستعمال الطرائق التقليدية (التهجين) أو الطرائق الحديثة (الهندسة الوراثية) .

يُعد نبات الذرة متميزاً عن غيره من محاصيل الحبوب؛ لأن غلته الحبوبية كبيرة نسبة إلى المحاصيل الحبوبية الأخرى (شكل ٣-١) ، ويعتقد أنه نشأ من عشب بري قديم من المكسيك، وغواتيمالا .

شكل ٣ – ١ إنتاج ضخم من (عرانيس) الذرة ، حيث الغلة الحبوبية الكبيرة جدا .

أولاً – التوضيح النظري :

١- الجهاز الاعاشي والتكاثري في الذرة :

إن نبات الذرة أحادي المسكن منفصل الجنس خلافاً للمحاصيل الأخرى؛ لأن أعضاء التذكير (الشرابة tassel) وأعضاء التأنيث (العرنوس ear) تتوضعان على نبات واحد، والإلقاح تصالبي ، وتحمل الأشفاع الصبغية العشرة

للذرة 2n=20 جميع المورثات المنظمة للجنس بشكل متوازن وكامل في النبات الطبيعي؛ لذلك تتشكل حين النضج حبات الطلع في أعلى النبات داخل الشرابة ، وتتشكل البويضات في العرانيس المنتشرة في أباط الأوراق (شكل ٣-٢) .

شكل ٣ – ٢ إلى اليمين : زراعة الذرة . إلى اليسار: أعلى نبات الذرة وفي قمته الشرابات المذكرة، اسفل (العرانيس) المؤنثة في آباط الأوراق (نبات أحادى المسكن منفصل الجنس).

إن أوراق الذرة الكبيرة تساعدها على القيام بالتركيب الضوئي بنسبة أعلى من جميع محاصيل الحبوب ، مما يكسبها أهمية غذائية خاصة في حباتها الكبيرة ، إضافة إلى سهولة فصلها من (العرنوس).

تحتوي بذور الذرة على ١٩غ كاربوهيدرات سكاكر ٣,٢ غ – ألياف للحمية ٢,٧غ ، دسم – ١,٢غ، بروتين ٣,٢غ، فيتامينات (A, B_1, B_3, B_9, C)، – شوارد معدنية مختلفة، مغنيزيوم ٣٧مغ، يوتاسيوم ٢٧٠مغ .

يشكل الجزء السفلي من الساق مجموعة قوية من الجذور الاعتراضية؛ التي تنشأ عن الساق، وتشكل جذوراً دعامية تثبت النبات الرفيع المتطاول (شكل ٣-٣) .

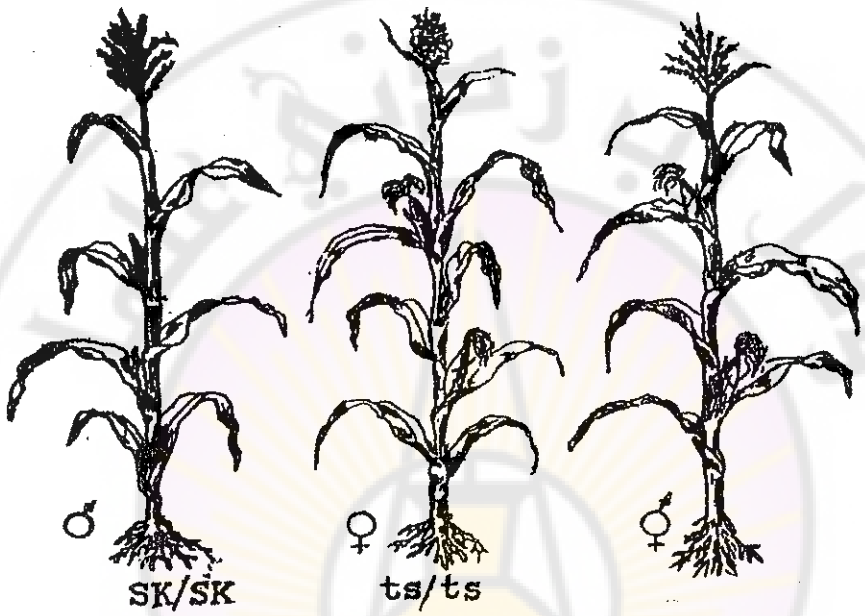
٢- التصنيف Classification:

المملكة : النباتية	Kingdom ; Plantae
الشعبة : الماغنولية	Division ; Magnaliophyta
الرتبة : النجيليات	Order ; Poales
الفصيلة : الكلئية	Family ; Poaceae
الجنس : ذرة	Genus ; Zea
النوع : مايسية	Species ; mays

٣- الطفرات في الذرة :

من دراسة الطفرات الطوعية Spontaneous mutation في نبات الذرة تبين وجود مجموعة كبيرة من المورثات الطافرة؛ التي تسبب العقم

المذكر أو المؤنث في النبات، بحيث تحوله إلى نبات مذكر أو مؤنث، وبـــالآتي ينحول من نبات أحادي المسكن إلى ثنائي المسكن (شكل ٣-٣).



شكل (٣-٣) ظهور الطفرات الطوعية في نبات الذرة:

إلى اليمين: نبات ذرة طبيعي أحادي المسكن منفصل الجنس.

في الوسط: نبات ذرة مؤنث بفضل المورثة الطافرة ts_{ts} المانعة لتشكل حب الطلع.

إلى اليسار: نبات ذرة مذكر بفضل المورثة الطافرة sksk المانعة لتشكل (العرانيس).

فالمورثة المسؤولة عن تشكل حبات الطلع، والتي تكون من الشكل ts^{+} تتحول إلى طافرة من الشكل ts ts والتي تمنع تشكل حبات الطلع، وتؤدي بالمقابل إلى تشكل بذور عقيمة، أو شرابة بذرية Tassel seed ولها عدة صنويات، تحول النبات من أحادي المسكن إلى ثنائي المسكن المؤنث فقط (شكل ٣-٤).

شكل ٣ – ٤ تشكل البذور المبعثرة بدلا من حبات الطلع في الشرابة المذكرة لنبات ذرة طافر بمورثة الشرابة البذرية tsts .

أما المورثة المسؤولة عن تشكل البويضات في (العرانيس) SK^+ فتتحول طافرة إلى الشكل sksk وهي تمنع تشكل الشعيرات، وتؤدي إلى منع تشكل (العرنوس) الطبيعي الشعيري، وتعطي (عرانيس) لا شعيرية Silkless (الشعيرات هي التي تساعد على نضج البويضات وتلقيحها) وبذلك يتحول النبات من أحادي المسكن إلى ثنائي المسكن المذكر فقط (شكل ٣–٥).

شكل ٣ – ٥

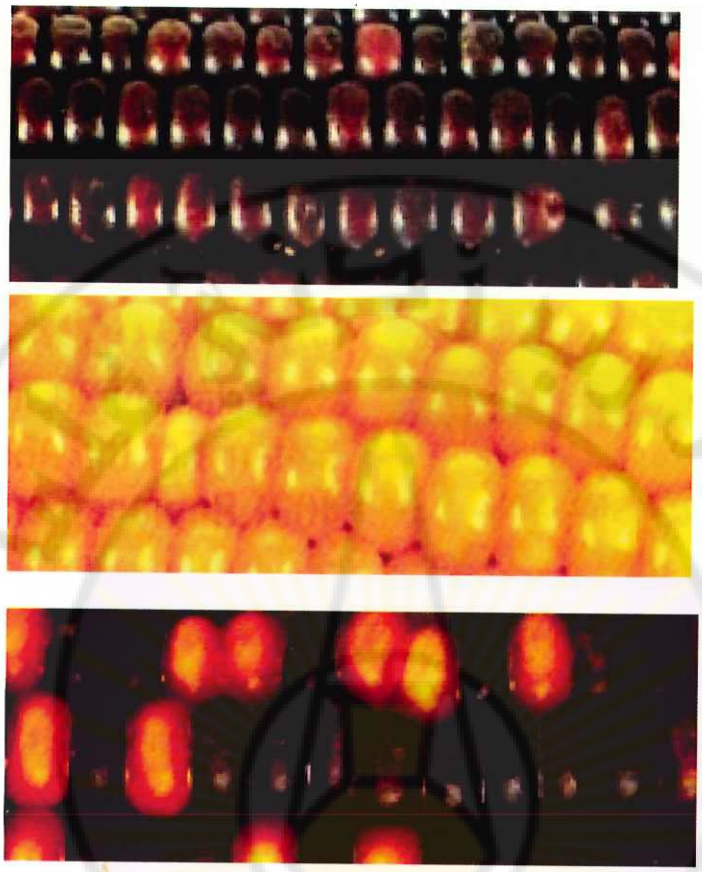
تشكل (عرانيس) بدون بذور لنبات ذرة طافر بمورثة منع تشكل الشعيرات sksk بين البويضات اللازمة لعملية الإلقاح.

٤- المحطات البحثية العالمية :

توجد في الكثير من دول العالم مراكز بحثية تعمل على إنتاج الحبوب والمزروعات المتنوعة؛ بهدف تأمين الغذاء، ومتطلبات الصناعة ، إضافة إلى الأهداف البحثية والتدريسية (مندلية وغيرها) .

من هذه المراكز نجد شركة " التجهيزات البيولوجية في كارولينا – أمريكا "Carolina Biological Supply Company(CBSC) ، ومن إنتاج هذه الشركة (عرانيس) الذرة (النبات بشكل عام) لأهداف تدريسية . ومن أهم إنتاج هذه الشركة من العرانيس نجد ما يلي:

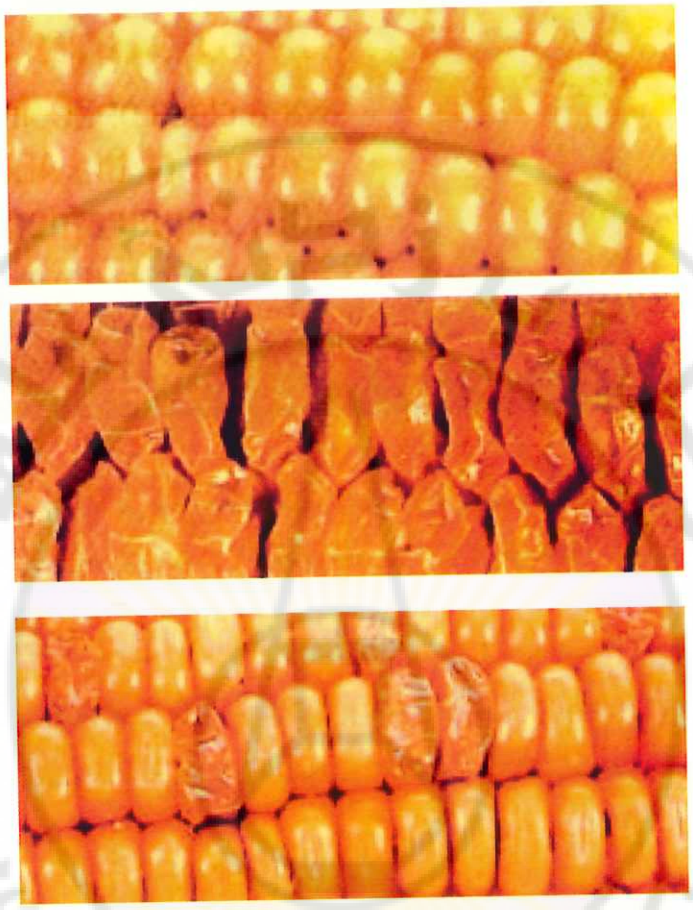
أ- عرانيس توضح الهجونة الأحادية بالنسبة لصفة لون البذور، وتضم: عرنوساً أبوياً صافياً أرجواني لون البذور ، وعرنوساً أبوياً صافياً أصفر لون البذور (نشوي) ، وعرنوساً يمثل الجيل الثاني، ويحمل انفصالاً بنسبة /٣/ أرجواني :/١/ أصفر (شكل ٣-٦).



شكل ٣ – ٦

الهجونة الأحادية في لون البذور : في الأعلى (عرنوس) أبوي ارجواني . في الوسط (عرنوس) أبوي اصفر . في الأسفل (عرنوس) الجيل الثاني بنسبة ٣ ارجواني : ١ أصفر.

ب–عرانيس توضح الهجونة الأحادية بالنسبة لصفة الأملس والمجعد، وتضم : عرنوساً أبوياً أصفر البذور نشوياً أملس ، وعرنوساً أبوياً صافياً مجعداً سكرياً ، وعرنوساً يمثل الجيل الثاني، ويحمل انفصالاً بنسبة /٣/ أملس :/١/ مجعد (شكل ٣–٧).

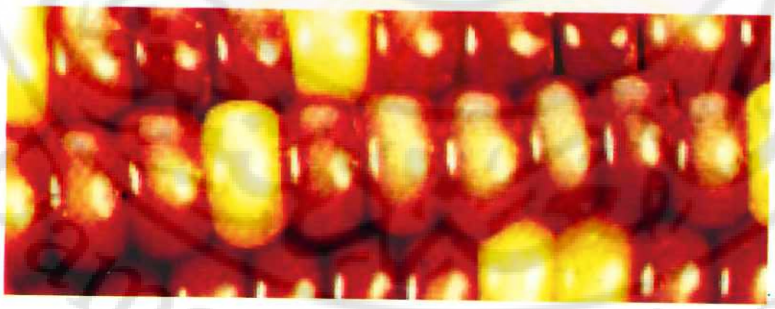


شكل ٣ – ٧ الهجونة الأحادية في شكل البذور : في الأعلى (عرنوس) أبوي أملس . في الوسط (عرنوس) أبوي مجعد . في الأسفل (عرنوس) الجيل الثاني بنسبة ٣ أملس : ١ مجعد.

ج- عرانيس توضح الهجونة الثنائية بالنسبة لصفة اللون والشكل، وتضم: عرنوساً يمثل الجيل الثاني، ويحمل انفصالاً بنسبة : /٩/ أملس أرجواني :/٣/ أملس أصفر :/٣/ مجعد أرجواني /٤/:/١/ أصفر مجعد (شكل ٣-٨) .

شكل ٣ – ٨ الهجونة الثنائية في شكل ولون البذور : في الأعلى صورة (لعرنوس) يمثل الجيل الثاني بنسبة (٩ ارجواني أملس : ٣ أصفر أملس : ٣ ارجواني مجعد : ١ أصفر مجعد) .

د- عرانيس توضح ظاهرة الأثر المتنام (أو تفوقاً متنحياً مضاعفاً) تمثل الجيل الثاني حسب النسبة /٩/أحمر البذور :/٧/ أبيض البذور شكل (٣-٩) .



شكل ٣ – ٩ (عرنوس) يمثل الجيل الثاني بنسبة (٩ أحمر : ٧ أصفر) ، وهو الذي يمثل ظاهرة الأثر المتنام ، أو الحجب المتنحي المضاعف.

هـ- عرانيس الجيل الثاني، وعرانيس أبوية تمثل ألواناً وانفصالاً رائعاً للبذور شكل (٣-١٠) .

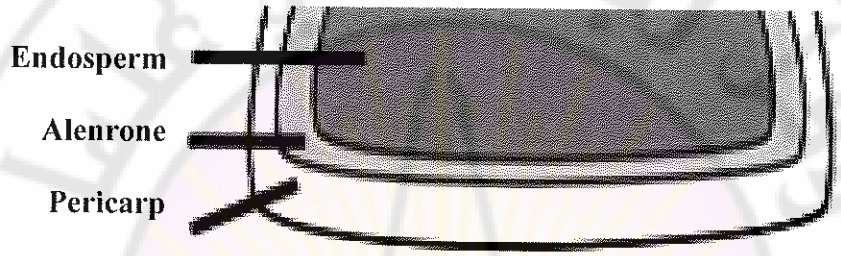
شكل ٣ - ١٠(عرانيس) عائدة للجيل الثاني من منتجات شركة كارولينا لتحقيق أهداف بحثية متنوعة.

ومن المحطات العالمية والعلمية نجد محطة إكثار وإنتاج النباتات المعروفة بالرمز VIR في لينينغراد " سابقاً " سانت بترسبورغ " حالياً " في روسيا، ومن إنتاجها حبوب الذرة .

وتشير الحروف VIR إلى " معهد فافيلوف لتربية النبات لعموم الاتحاد السوفيتي والصداقة الدولية " . ويصدر هذا المعهد إنتاجه من البذور والحبوب العلمية إلى معظم المراكز البحثية والتدريسية في العالم .

٥- المورثات القافزة في الذرة :

إذا أجرينا مقطعاً افتراضياً لبذرة الذرة نجد أنها تتكون من الطبقات الآتية : الغلاف الخارجي Pericarp، والطبقة الألورونية Aleurone وطبقة السويداء Albumen(3n)، وتتشكل ألوان البذور عادة في طبقة الألورون (شكل ٣-١١) .



شكل ٣ – ١١ مخطط لمقطع في جزء من بذرة الذرة يوضح الغلاف الخارجي وطبقة الألورون وطبقة السويداء (3n).

إن المورثات التي تتحرك من موقع لآخر على الصبغي في الطبقة الملونة الألورونية Pigmented aleurone العائدة للذرة، تسمى بالمورثات القافزة Transposon genes ، وقد يمنع موقع مورثة قافزة Transposone إنتاج الصبغة في بعض الخلايا .

وعلى ما يبدو فإن المورثة القافزة تنتقل إلى مكان مجاور لمورثة إنتاج الصبغة الأرجوانية، فتصبح الخلايا غير قادرة على إنتاجها ، وهذا يؤدي إلى تشكل الشرائط، أو البقع البيضاء بدلاً من اللون الأرجواني للحبات الأصلية .

إن مدة بقاء المورثة القافزة Transposon في هذا الموقع " المطفـأ " يؤثر على درجة التبقع .وقد يحصل " إطفاء " الاصطباغ لمدة طويلة ، فالحبوب ستكون بالكامل غير ملونة، أو تشكل لطخات، أو نقاط، أو خطوط، أو شـرائط شاذة (شكل ٣-١٢).

شكل ٣ – ١٢ صور توضح أشكال (لعرانيس) تتمثل بـذورها بوجـود أشـرطة حمـراء (في الأعلى) أو أشرطة بيضاء (في الأسفل) ، ناجمة عن تأثير المورثات القافزة.

ثانياً – الجانب العملي :

١. **توصيف كاتالوغ بذور الذرة :** يعد هذا " الكاتالوغ " من إنجازات معهد VIR الخاص بالمحاصيل العالمية لنبات الذرة Zea mays العائد لمحطة إكثار

البذور في لينينغراد، وهو من وضع الدكتوره " بادولسكايا " بإشراف البرفسور " شمارايف " عام ١٩٨٤م. ويهدف هذا التوصيف إلى التعود على التعامل مع مثل هذه النشرات العلمية الدولية التي قد يحتاجها الباحث في عمله .

يمكن تقسيم الكاتالوغ إلى خمسة أجزاء، وهي :

١- من الصفحة ٩-٥٩ يضم توصيفاً لجميع المورثات المحمولة على صبغيات الذرة، مع تحديد مواقعها، وذكر الاسم اللاتيني لكل مورثة، وهي مرتبة أبجدياً، ومن المورثات التي تهمنا في هذه الدراسة نجد :

المورثة A_1: Anthocyanin(1) : مورثة اللون الأنتوسياني للنبات، والألورون، وقشرة البذرة تحث على تشكل الأنتوسيانين في الأوراق، وخيوط العرنوس ، والحراشف السنبلية ، والمآبر، والألورون، وذلك بوجود المورثات المتتامة تتوضع على الصبغي الثالث من الموقع ١٢٧ (127-3) ولها ثمانية صنويات .

المورثة a1: Anthocyaninlees(1) : وهي الصنوية المتنحية للمورثة A_1 وتعطي في الأنماط المورثية الموافقة لوناً أخضر، وألورون دون لون .

المورثة A_2: Anthocynine(2): مورثة متممة للمورثة الغالبة (A_1) في تشكل اللون الأنتوسياني للنبات، والألورون تتوضع على الصبغي الخامس الموقع ٣٥ (35-5) .

المورثة a_2: Anthocyaninlees(2) : الصنوي المتنحي للمورثة A_2.

المورثة C_1 Colored aleurone(1) : ألورون ملون، تعطي في الأنماط المورثية الموافقة لوناً أنتوسيانياً أو أحمر. الصنوي المتنحي c_1 يعطي ألورن غير ملون. تتوضع على الصبغي التاسع في الموقع ٢٦ (26-9) .

المورثة C –I Domnant colorless : ألورون غير ملون لوجود القامع I. تتوضع على الصبغي نفسه C_1 (26 -9) .

المورثة redaleurone pr : ألورون أحمر. بوجـود المورثـات الأخـرى اللازمة إلى لون الألورون تتوضع على الصبغي الخـامس فـي الموقـع ٦٦ (66 -5) .

المورثة R_1 Colored aleurone and plant : نبات وألورون ملـون . تملك سلسلة من الصنويات (٨) منها ممثلة في مجموعتنا، تتوضع على الصبغي العاشر في الموقع ٦١ (61 -10) .

المورثـة r-r colorless aleurone - colored anther : هـي الصنوي المنتمي للمورثة R_1 تشكل ألورون غير ملون، ومئبر ملون بوجـود المورثة A_1 .

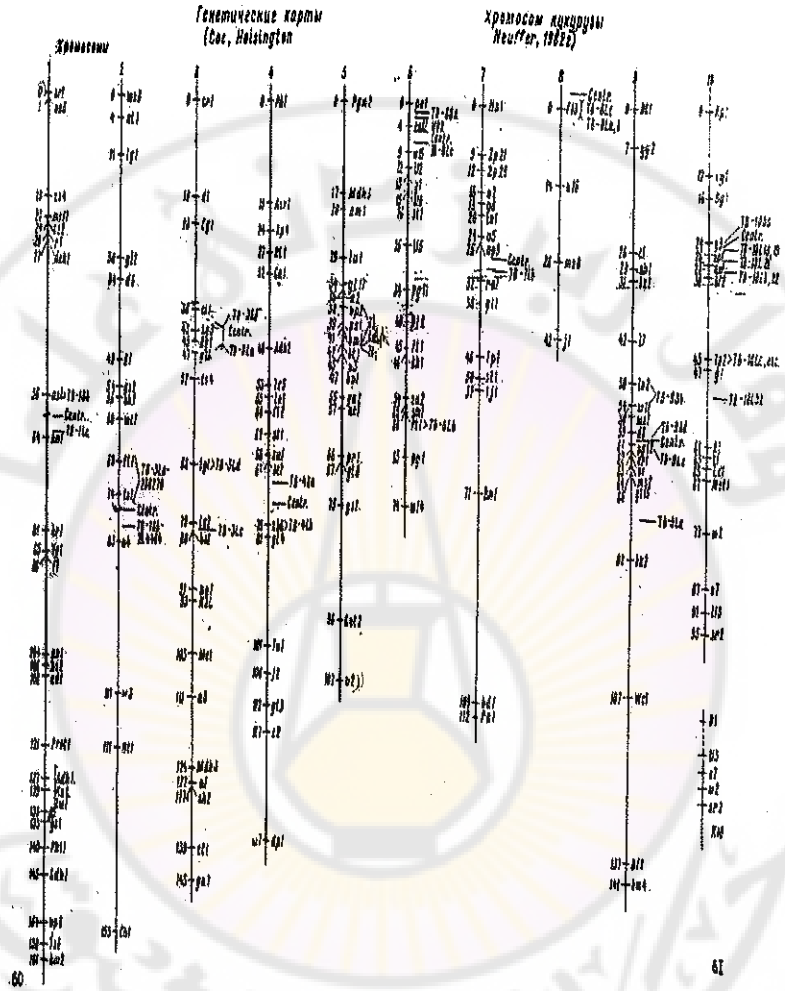
المورثة Sh_1 Shrunken endosperm : إيندسبيرم مجعد، حيث يتجعد الإيندوسبيرم في مرحلة نضج البذور ، فيؤثر على سطحها وجانبها . تتوضع على الصبغي التاسع في الموقع ٢٩ (29-9) .

المورثة Su_1 Sugary endosperm : إيندوسبيرم سكري . الإيندوسبيرم لامع ، مجعد ، فيه يتجمع الكثير من متعددات السكاكر المنحلة في الماء، وبالتالي ينخفض بحدة محتوى النشاء . تتوضع على الصبغي الرابع في الموقع ٦٦ (66-4) .

المورثة WX Waxy endosperm : إيندسبيرم شمعي . البذور تحتوي على النشاء المكون من الأميلوبكتين فقط ، في ذاك الوقت عند البذور العادية ٧٢ – ٧٥ % تحتوي على أميلوبكتين و ٢٥–٢٨ % تحتوي على أميلوز . النشاء الشمعي يتلون بمحلول اليود باللون الأحمر البني في ذاك الوقت النشاء للذرة العادية يتلون باللون الأزرق . تتوضع على الصبغي التاسع في الموقع ٥٦ (56 – 9) .

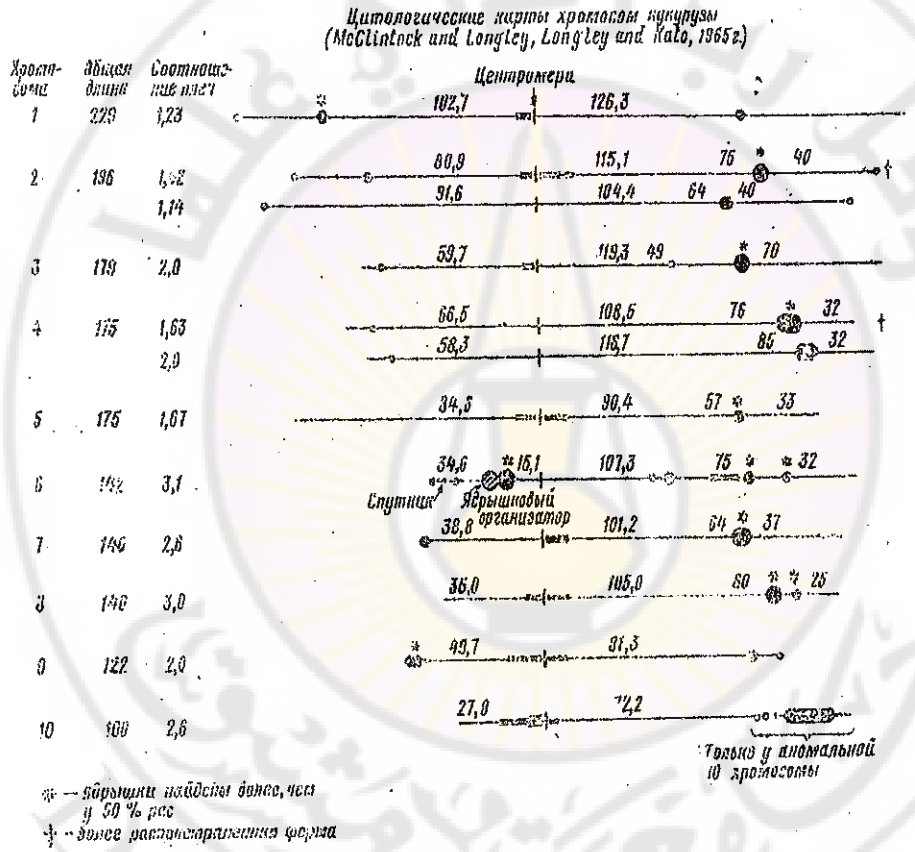
المورثة Yellow endosperm Y : إيندوسبيرم أصفر . تراقب تركيب أشباه الكاروتينات (كاروتينوتيدات) في الإيندوسبيرم . والإيندوسبيرم الذي يكون من الأنماط المورثية yyy ، yyg أو ygg صفراء مع شدة مختلفة للون. أما الإيندوسبيرم yyy فهو أبيض . تتوضع على الصبغي السادس في الموقع ١٣ (6-13) .

٢_ لقد وضعت الخارطة الوراثية Genetical map : في الصفحتين (٦٠-٦١) من الكاتلوغ ، حيث أوجدها هويسينفتون Hoisington ونيوفر Neuffer عام ١٩٨٢ م ، وهي تمثل الصبغيات الإفرادية العشرة للذرة (2n= 20) . لقد تم توضيح مكان الجزيء المركزي لكل صبغي، ووضعت عليه المورثات مع أسمائها، وذلك على كل من ذراعيه الطويل والقصير، والمواقع Locus المورثية ممثلة بأرقام موضوعة على اليسار من كل صبغي (شكل ٣-١٣) .



وفي الصفحة (٦٢) من الكاتالوغ ، وضعت الخريطة السيتولوجية Cytological map وهي التي أوجدتها الباحثة الشهيرة ماك كلينتوك Me Clintok ولونغلي Longley عام ١٩٦٥ ، وهي تمثل خريطة الصبغيات

الإفرادية العشرة للذرة، حيث وضعت فيها الأذرع الطويلة إلى يمين الجزيئات المركزية والأذرع القصيرة إلى يسارها، كما تم تحديد الطول الكلي (La) والنسبة الذراعية L/S لكل صبغي (شكل ٣-١٤).



شكل ٣ – ١٤ الخريطة السيتولوجية لصبغيات الذرة (شرح الخريطة في النص)

٣- تضم الصفحات من (٦٣-٧٤) مواضيع بحثية حول دراسة أهم التفاعلات المورثية Gene interaction بين المورثات (تهم الباحثين) .

٤- تشكل الصفحات من (٧٥-٢٥٥) الهيكل الرئيس في الكاتالوغ والأكبر حجماً ، حيث تم فيها شرح لسلالات الذرة البحثية المتوافرة في محطة VIR والبالغ عددها (٧٨٦) سلالة . لقد أعطي لكل سلالة الحرف (C) وبجانبه رقمها . وقد تم اختيار تسع سلالات فقط مرتبطة بشكل رئيس بلون البذور وبشكلها (مجعدة ملساء) وهذه السلالات التسعة هي محور دراستنا في التجربة الحالية.

٥- تضم الصفحات من (٢٥٦- ٢٧٩) مشيراً تصنيفياً للمورثات ربطاً مع بلد المنشأ، ومع السلالات المذكورة (شكل ٣-١٥).

ния. Самоопыление растений (3) дает только нормальные стения. При самоопылении растений (2) I/4 растений – , Если возможно, опылить растения (I) и (3) пыльцой стений (2). В первом случае появится около I/2 растений w2, во втором только нормальные.

119

Генотип a1 pr wx C R. Семена с неокрашенным эпроном, восковидным эндоспермом.

Размножать путем переопыления растений в пре; з- делянки.

120

Генотип A1 A2 C R Pr su1 y gl1 wx.
ена морщинистые с синим алейроном, неокрашенным вощным эндоспермом.

При посеве ожидаются растения:

A2 C R Pr su1 y gl1 wx. Листья проростков без вос- ого налета.

Размножать путем переопыления растений в преде- делянки.

121

Генотип $\frac{A2\ Rt1\ Ga2}{a2\ bv1\ ga2}$ pr; A1 C R.

ена с окрашенным (красным) алейроном, гладкие. Благо- я наличию гаметофитного гена Ga2, который конт- трует селективность оплодотворения (пыльца с ga2 тически не функционирует при конкуренции с пыльцой, не- ей Ga2, на пестиках, содержащих доминантные аллели ето-

شكل ٣ – ١٥ نموذج من صفحات الكاتالوغ للجزء الخاص بسلالات الذرة المطلوبة للدراسة

Генотип	Происхождение	№ по каталогу ЕЗП
0-я хромосома		
wd-Ring 0-1 Sb1 wx; A1 A2 R	США	0-174
wd-Ring 0-1 sb1 wx; A1 A2 R	"	0-175
yg2 0 sb1 bz1 wx; A1 A2 R	"	0-176
yg2 0 sb1 wx gl15; y	"	0-178
0 sb1 wx R-D9	"	0-179
0 sb1 bz1 wx; A1 A2 P	"	0-180
0 sb1 wx gl15; A1 A2 R	"	0-181
0 sb1 wx; y A1 A2 R	"	0-182
0 sb1 wx; A1 A2 R	"	0-183
0 wx; A1 A2 R-g Pr B Fl	"	0-184
0-I Da wx; A1 A2 R Pr y + Ao	"	0-185
0-I wx; A1 A2 R Pr B pl P-WR	"	0-186
0-I wx; A1 A2 R-g Pr B Fl P-WR	"	0-187
0-I wx; A1 A2 R Pr B Fl Og P-WR	"	0-188
0-I wx; A1 A2 R Pr B pl y P-W	"	0-189
sb1 wx pg12; pg11	"	0-190
wx 17	"	0-191
wx-s	"	0-192
d3; A1 A2 C R	"	0-193
wx d3	"	0-194
wx Bf1	"	0-195
wx bk2	"	0-196
gl15 lm4	"	0-197
16	СССР	0-536
wx	США	0-562
Oh43 wx v1	"	0-652
0 sb1 wx v1; A1 A2 R	"	0-653
yg2 0-1 sb1 bz1 wx; A1 A2 R	"	0-654
0 sb1 ms2; A1 A2 R	"	0-655
sb1 wx pg12 gl15; y pg11	"	0-656
0 wx; A1 A2 R Pr	"	0-657
0 wx; A1 A2 R-r Pr B Fl		

شكل ٣ – ١٦ نموذج من المشير التصنيفي للسلالات المسجلة في الكاتالوغ .

٢ – تشكل ألوان حبات الذرة ربطاً مع المورثات :

ترتبط ألوان حبات الذرة في السلالات التسعة؛ التي سيعتمد الطلاب على دراستها، مع تجمع مورثات اللون الواردة في توصيف الكاتالوغ أعلاه . ولكي نتمكن من متابعة ألوان حبات الذرة في تجربتنا ، ومن ثم متابعة نتائج التهجين بين السلالات المعطاة، فقد قسمت الحبات مع مورثاتها الى سبع مجموعات، وهي :

١. **A1A2CRPr** حبات ملونة ارجوانية . (انتوسيانية)

٢. **A1A2CRpr** حبات ملونة حمراء .

٣. **a1A2CRPr** حبات غير ملونة (صفراء مع – Y ، بيضاء مع yyy).

٤. **A1a2CRPr** حبات غير ملونة (صفراء مع – Y ، بيضاء مع yyy).

٥. **A1A2c RPr** حبات غير ملونة (صفراء مع – Y ، بيضاء مع yyy).

٦. **A1A2CrPr** حبات غير ملونة (صفراء مع – Y ، بيضاء مع yyy).

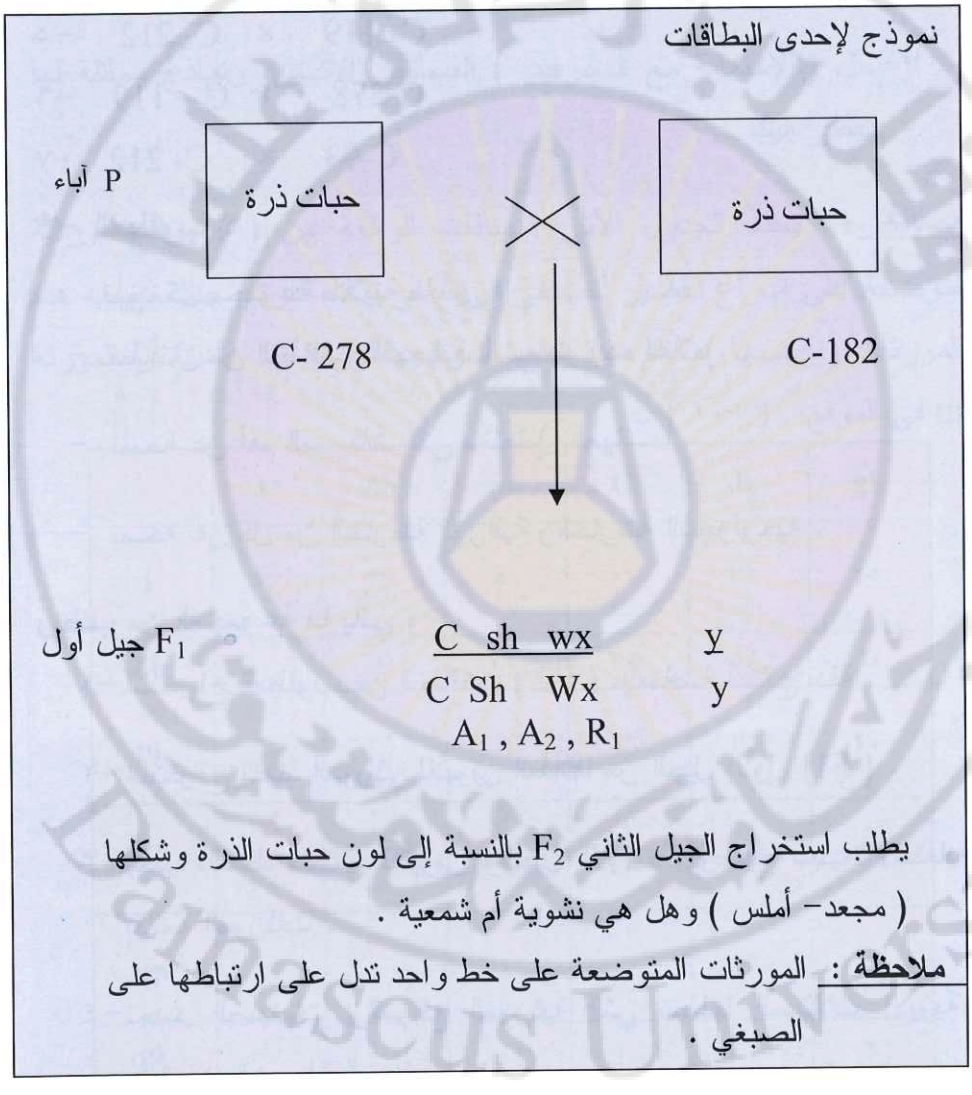
٧. **CiA1A2RPr** حبات غير ملونة (لوجود مورثة القمع Ci) .

من هذه المجموعات نجد أن شرط اللون، وانعدام اللون يخضع لتفاعل أربع مورثات حصراً، وهي (A_1، A_2 ، C ، R) ، ووجود أي مورثة منها بالحالة المتنحية يعني حبات غير ملونة، إما صفراء مع المورثة المسيطرة Y أو بيضاء مع المورثة المتنحية y) أما المورثة الخامسة المسيطرة (Pr) فوجودها يعطي اللون الأنتوسياني (شديد) ، والمتنحية فيها اللون الأحمر .

٣- السلالات المطلوبة لإعطاء نتائج التهجين :

تأخذ كل مجموعة طلابية بطاقتين، وقد وضع في كل منها بذور لسلالتين من السلالات التسعة الأبوية الصافية ، حيث تم تحديد رقمهما (من الكاتالوغ) كما تم توصيف نتائج الجيل الأول (F_1) ويطلب على ضوء الشرح السابق: تحديد نتائج الجيل الثاني، وذلك كما يأتي :

نموذج لإحدى البطاقات



يطلب استخراج الجيل الثاني F_2 بالنسبة إلى لون حبات الذرة وشكلها (مجعد- أملس) وهل هي نشوية أم شمعية .

ملاحظة : المورثات المتوضعة على خط واحد تدل على ارتباطها على الصبغي .

مسأله ٢ : الجدول الآتي يحدد المسافات الواقعة بين (٨) مواقع مورثية ،حدد خريطة هذه المورثات ، ثم حدد المواقع المورثية لها إذا علمت أن المورثة (n) في الموقع (١٧) :

	H	G	S	O	n	A	R	B
H	×	٢٢	٣٣	٥٤	٢٥	٤	١٣	٥٨
G		×	٥٥	٧٦	٣	١٨	٣٥	٨٠
S			×	٢١	٥٨	٣٧	٢٠	٢٥
O				×	٧٩	٥٨	٤١	٤
n					×	٢١	٣٨	٨٣
A						×	١٧	٦٢
R							×	٤٥
B								×

Damascus University

القسم الرابع

طفرات الانقسام المنصف مورثات منع اقتران الصبغات المتماثلة

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

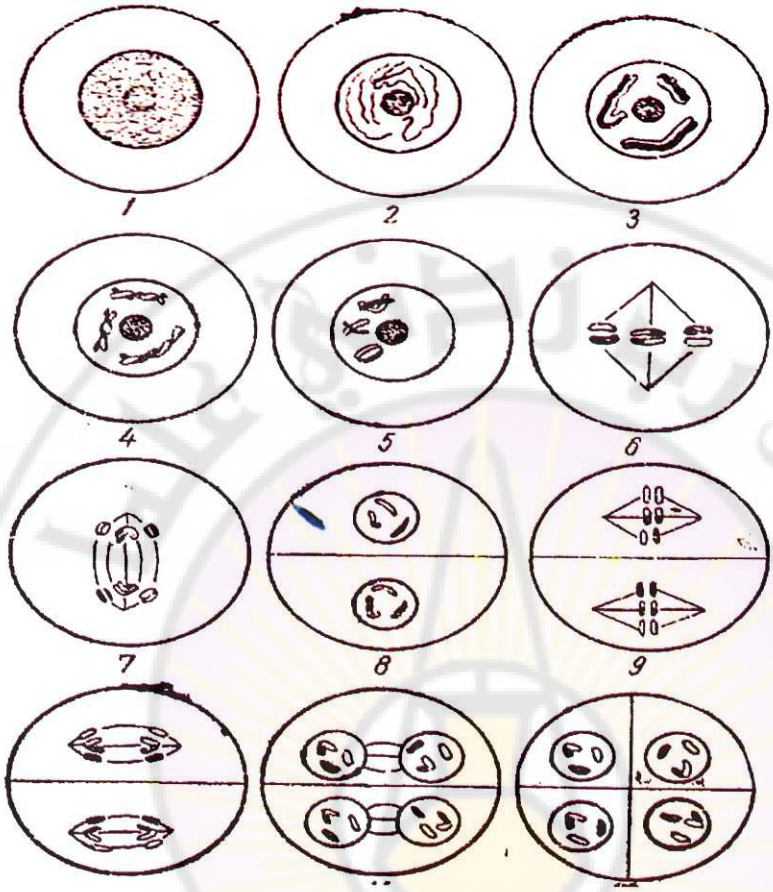
أولاً – الجانب النظري :

١-لمحة عن الانقسام المنصف:

في البداية لا بد من التذكير بالانقسام المنصف ، مكان حدوثه ، نواتجه ، وخصائص تشافع الصبغيات فيه.

يمثل الانقسام المنصف نمطاً خاصاً من الانقسامات؛ لأنه يحصل في الخلايا المولدة للأبواغ الدقيقة والمولدة للأبواغ الكبيرة . وتتشكل بنهايته الأبواغ التي تعطي حب الطلع (النبات العروسي المذكر) و الأكياس الجنينية (النبات العروسي المؤنث)، و يلاحظ أن عدد الصبغيات ينقص في الخلايا العروسية الى النصف ليعود مضاعفاً بعد الإلقاح .

وينتهي الانقسام المنصف بنهاية انقسامين متتاليين : الأول اختزالي تتشكل في نهايته خليتان، في كل منهما نصف العدد الصبغي الأصلي ، و الثاني خيطي تتوزع فيه الصبغيات بصورة متساوية ، ويضم كل انقسام بدوره أربعة أطوار (شكل ٤-١).



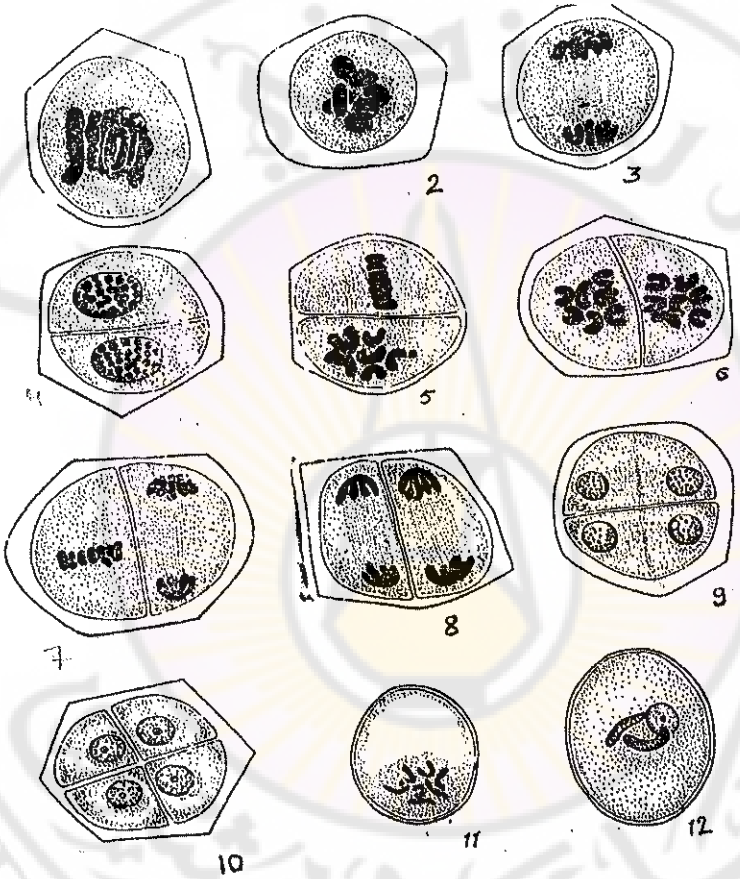
مخطط يوضح الانقسام المنصف في النباتات مغلفات البذور

(حسب أتابيكوفي)

١- خلية أم مولـدة ، ٢- خيـوط رفيعـة ، ٣- تـزاوج ، ٤- ثخـن ، ٥- تشتت، ٦- ثانٍ I، ٧- صعود I ، ٨- بين انقسامين ، ٩- ثانٍ II، ١٠- صعود II ، ١١- نهائي I I ، ١٢- تشكل رباعيات الأبواغ.

و يوضح المخطط الآتي أطوار الانقسامين I وII و مراحـــل الطـــور الأول من الانقسام I الذي يحصل فيه تشافع الصبغيات المتماثلة:

وتلاحظ الخلايا الأم و الخلايا المنقسمة الأخرى بالمجهر كرويـــة المظهـــر تقريباً،وهذا ما يميزها عن الخلايا المرستيمية التي تعـــاني مـــن الانقـــسام الخيطي (شكل ٤-٢).



a)- أطوار الانقسام المنصف في نبات الجودار الثنائي الـصيغة الـصبغية (مـن أحاديات الفلقة- النمط المتتابع) :

١ ، ٢ – ثانٍ I (لاحظ انعدام النوية و غشاء النـواة) ، ٣ – الـصعود I ، ٤ – نهائي I وأول II ، ٥ – ٦ – ثـانٍ II ، ٧ – تـالٍ II و صـعود II ، ٨ – الصعود II، ٩ – نهائي II، ١٠ – رباعية ، ١١ – الانقسام الأول في حبة الطلع ، ١٢ – حبة طلع بثلاث نوى (نطفتان وإعاشية).

تعد مرحلة التزاوج Zegotene العائدة للطور الأول Pr.I من المراحل المهمة فيما يخص موضوع جلستنا ، حيث فيها يحصل تشافع الصبغيات المتماثلة Homologous chromosome في الحالة الطبيعية ، و عدم تشافعهما في الحالة الطافرة، وهنا تكمن المشكلة .

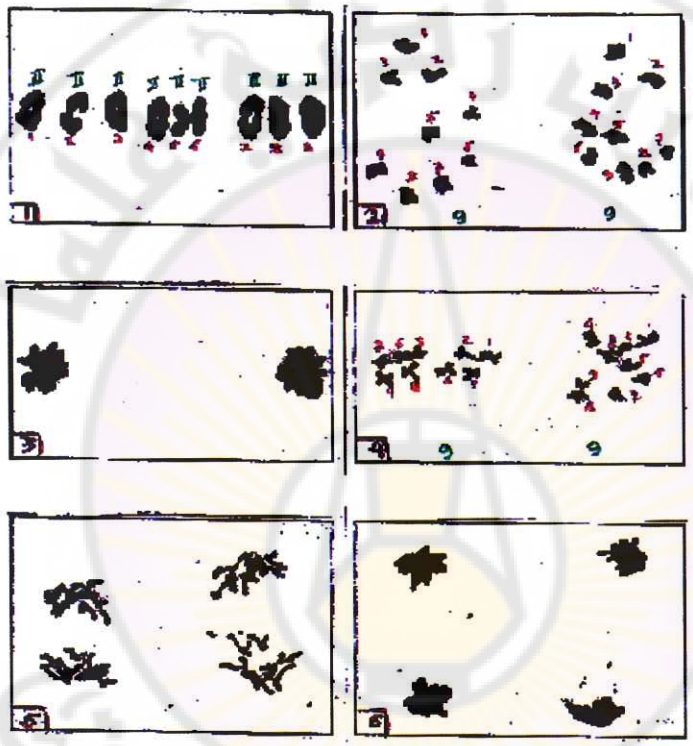
أما مرحلة التشتتDiakinesis فهي المرحلة النهائية من مراحل الطور الاول pr. I وفيها تتشكل الثنائيات الصبغية Bivalents في حالة النمط البري غير الطافر و كذالك الحال في الطور الثاني من النقسام الاول mexaphuse حيث تتوضع الاشفاع الصبغية على اللوحة الاستوائية .

إن هذه المراحل و الاطوار (تزاوج ، تشتت و ثاني ، اضافة الى مرحلة الثخن pachytene) تشكل اهمية خاصة لفهم موضوع طفرات الانقسام المنصف.

٢- مورثة التشافع sy

يحصل الانقسام المنصف Meiosis عند النباتات غير الطافرة بشكل طبيعي، وهكذا يتم الاقتران أو التشافع Synapsis بين الصبغيات المتماثلة (صبغيات البابا و الماما) نتيجة للاقتران الذي يحصل في مرحلة التشتت Diakinesis أو في الطور الثاني من الانقسام الأول(M.I) حيث تتشكل أشفاع صبغية Bivalents(II) يعادل عددها نصف العدد الصبغي 2n للكائن الحي (شكل ٤-٣) ، وتلاحظ الأشفاع الصبغية المقترنة بأحد شكلين : عصوية (مفتوحة) Rod أو حلقية (مغلقة) Ring. وقد تحصل في الطبيعة طوعياً حالات مختلفة من منع الاقتران بين أشفاع صبغية متماثلة ، حيث تشكل انحرافات تعرف بطفرات الانقسام المنصف الطوعية Spontanus mutation.

إن ظاهرة الاقتران الصبغي هي صفة من صفات الكائن الحي تقع تحت إشراف مورثي ، و قد أعطي للمورثة الطبيعيـــة الرمـــز المـــسيطر Sy ، وعندما تصبح طافرة يعطى لها الرمز sy (الحرف من اقتران Synapsis).



شكل (٤-٣) الانقسام المنصف الطبيعي في نبات ما عدد صبغياته 2n = 2x = 18

١. Metaphase ، لاحظ وجود (٩) أشفاع صبغية.

٢. Anaphase I، لاحظ وجود (٩) صبغيات مضاعفة في كل قطب.

٣. Telophase I لاحظ وجود كتلتين في كل قطب.

٤. Metaphase II ، لاحظ وجود (٩) صبغيات منفرجة في كل قطب.

٥. Anaphase II نهاية الطور الثالث II.

٦. Telophase II ، نهاية الطور الرابع II.

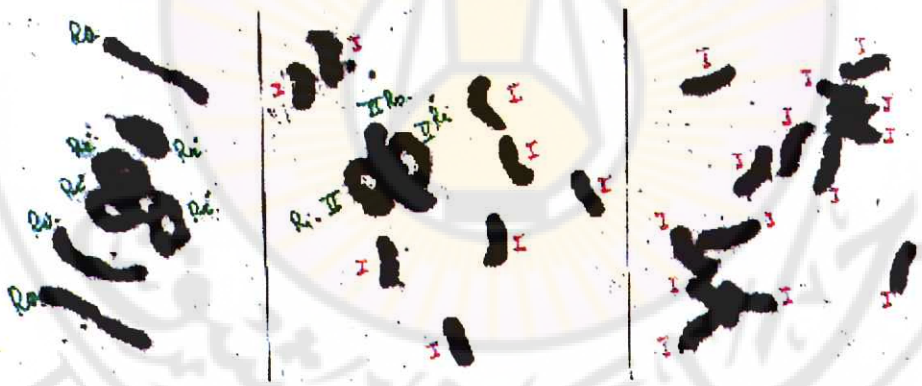
٣- أنماط حالات الاقتران في الطبيعة

بناء على ما سبق نجد ثلاث حالات تخص سير الانقسام المنصف، و طفرات التشافع الصبغي في مثال نبات الجودار (2n=14) وهي :

١. حصول الإقتران Synapsis الكامل بين جميع الصبغيات المتماثلة ، وهو الذي يمثل النمط البري (انعدام الطفرات) .

٢. منع الاقتران كلياً بين جميع الاشفاع الصبغية الأبوية المتماثلة Asynaptic mutation حيث تلاحظ صبغيات إفرادية فقط Univalents (I) وهي حالة الطفور الكلي.

٣. حصول اقتران بين بعض الأشفاع الصبغية و عدم حصوله بين أشفاع صبغية أخرى في الخلية نفسها، وهذه هي حالة الاقتران الجزئي Desynaptic mutation (شكل ٤-٤)



شكل ٤ – ٤ أنماط الاقتران بين الأشفاع الصبغية في الجودار (2n = 14)

إلى اليمين : ١٤ فرد صبغي (اونيفالنت) (Asynaptic mutant) .

في الوسط : ٨ افراديات صبغية + شفع صبغي مفتوح + شفعان صبغيان مغلقان (Desynaptic muyant).

إلى اليسار : ٣ أشفاع صبغية عصوية + ٤ أشفاع صبغية مغلقة ، وضع طبيعي (Ndrmale)

٤. وقد نجد حالات أخرى من الطفرات، و هي الترابطات الصبغية Association وتتحقق بفضل تجاذب النهايات الصبغية، أو التلوميرات Telomeres شكل (٤-٥).

شكل ٤ – ٥ نموذج من الترابطات الصبغية : لاحظ وجود رباعيه صبغية وسداسيه صبغية في نبات الجودار.

ثانيا – الجانب العملي:

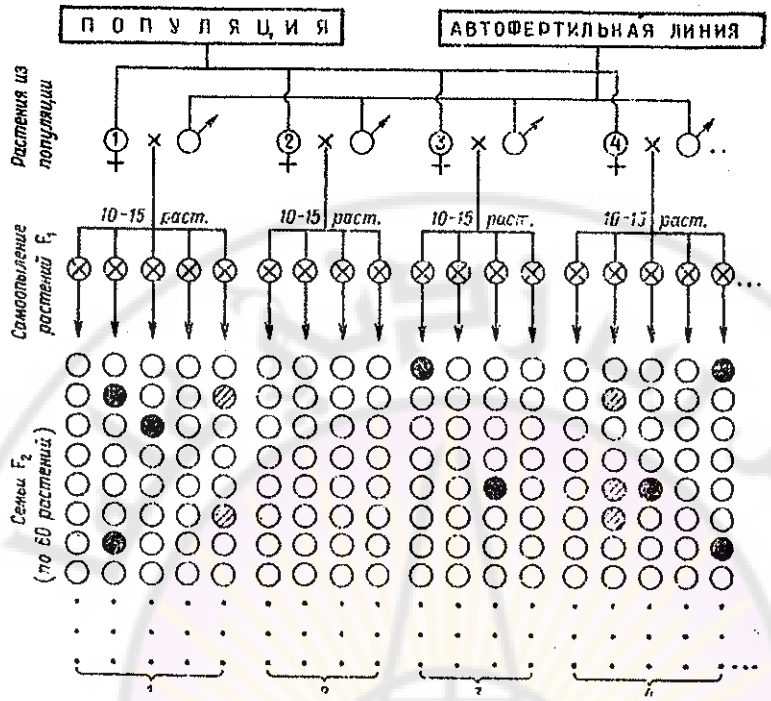
نستعرض فيما يأتي الأبحاث التي تم إجراؤها على نبات الجودار في مجال الطفرات الطوعية، و بتأثير مورثات منع الاقتران بفعل المورثة sy .

١ – دراسات حول طفرات الانقسام المنصف في الجودار (2n=14):

يعد نبات الجودار Secale cereale من النباتات المهمة اقتصادياً ، حيث تجري عليه الكثير من الدراسات الوراثية المتنوعة، و من هذه الدراسات متابعة حقلية وسيتولوجية لطفرات الانقسام المنصف؛ التي تلاحظ في الخلايا الأم لمولدات حبات الطلع .

إن المورثة الطافرة sy الملاحظة في نبات الجودار، و المدروسة في مرحلة التشتت، أو في M.I تضم (١٤) صنوي Allele ، و كل منها يحمل الرقم من (١) وحتى (١٣) و هي : (sy١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩،١٠، 9a، ١١، ١٢، ١٣).

هذه الطفرات تلاحظ في حقل الجودار؛ الذي يتميز بوجود تربية داخلية Inbreeding أو تهجين ذاتي Self – fertilation ، حيث تتزايد بشدة في المحصول عبر الأجيال (شكل ٤-٦) .



شكل (٤-٦) تمثيل لمساكب في حقل مزروع فيه نبات الجودار ، حيث يحصل التهجين الذاتي. لاحظ ظهور طفرات sy من نماذج متنوعة في الجيل الثاني:

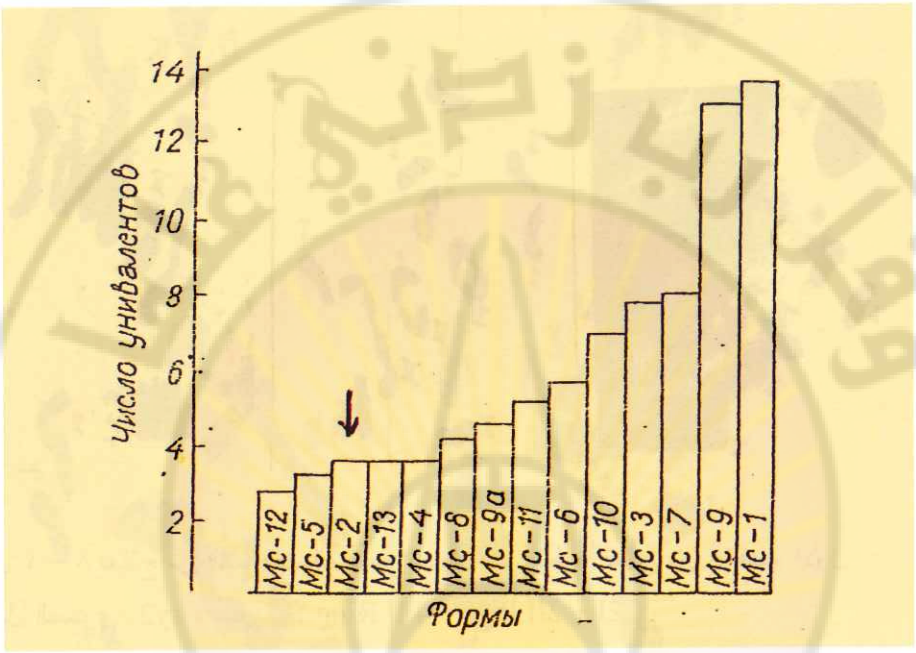
في الأعلى: نباتات مذكرة ومؤنثة من الجماعة.

في الوسط: نباتات الجيل الأول.

في الأسفل: نباتات الجيل الثاني (بحدود ٦٠نبات).

تتفاوت طفرات sy الـ ١٤ بشدة تأثيرها على نبات الجودار، و ذلك حسب وسطي عدد الصبغيات Univalents(I) على الخلية ، وهكذا كلما زاد وسطي عدد الصبغيات الإفرادية على الخلية الواحدة؛ زادت شدة الطفور، وكان أثر المورثة أشد ، و بالعكس كلما قل الوسطي قل اثر المورثة و كانت شدة الطفور أقل.

إن أكثر الصنويات شدة على الطفور هما الصنويان sy1 و sy 9 حيث يبلغ عدد الإفراديات الصبغية بوجودهما نحو ١٤ أونيفالنت (I ١٤) وبـــذلك لا يحصل التشافع بين المتماثلات مطلقاً شكل (٤-٧).



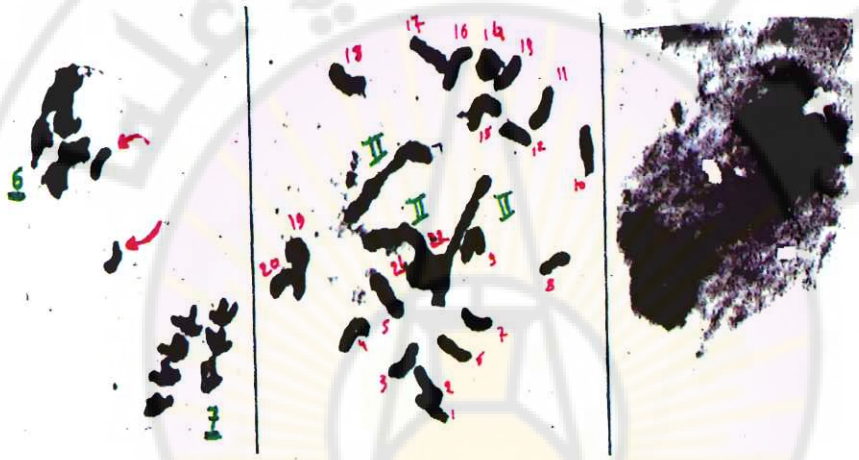
العدد الوسطي للأحاديات الصبغية Univalents على محـــور العينـــات الملاحـــظ بوجـــود صنويات مختلفة من طفرة (MC)sy في نبات الجودار (على محور السينات).

إن sy2 المشار إليها بالسهم تمثل تجربتنا

٢-نتائج سيتولوجيه لتأثير الطفرة الجزئية sy2 في الجودار:

لقد تم تصنيع محضرات الانقسام المنصف، و ذلك من سنابل مثبتة و مأخوذة من حقل التأبير الذاتي لنبات الجودار، وهي تحمل مورثة منع التشافع الجزئي بين الصبغيات المتماثلة في الطور الاستوائيM I .

إن تأثير الصنوي الطافر sy2 لا يقتصر فقط على الطـــور الاســـتوائي M I وإنما يمتد تأثيره على أطوار الهجرة AI ، TI شكل (٤-١٠) وكـــذالك علـــى الانقسام II من المنصف وخاصة الأطوار prII ، M II ، A II ، T II وكذلك الرباعيات Tetrads وحب الطلع (شكل ٤-١١).

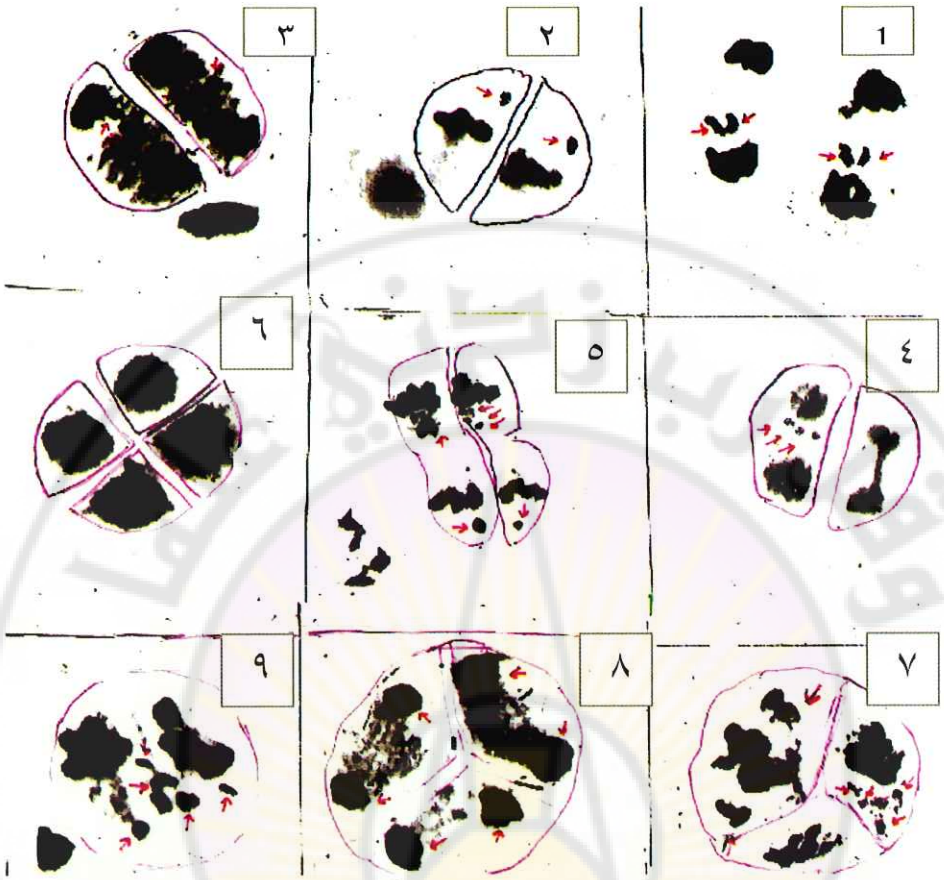


شكل ٤ – ١٠ نماذج من تأثير المورثة sy2 على باقي أطوار الانقسام المنصف الأول في الجودار:

١ – جسر صبغي يلاحظ في الطور الثالث من المنصف AI .

٢ – تضاعف العدد الصبغي في الطور الثاني من المنصف MI .

٣ – انشطار أحد الصبغيات (الأسهم) في الطور الثالث من المنصف ، وهذه حالة شاذة لا تحصل في الانقسام الطبيعي .



شكل ٤ – ١١ نماذج من تأثير المورثة sy2 على أطوار الانقسام المنصف الثاني في الجودار: ١ – رابع II(لاحظ وجود كسرات أو صبغيات متخلفة في وسط الخليتين المنقسمتين، الأسهم). ٢ – ثاني II (لاحظ وجود كسرتين – الأسهم) .

٣ – رابع II (كسرتان في خلية وثلاث كسرات في الخلية الثانية).

٤ – رابع II (جسر في خلية وثلاث كسرات في خلية ثانية).

٥ – ثالث متأخر II (أربع كسرات في خلية وكسرتان في خلية ثانية).

٦ – رباعية Tetrad طبيعية ، ستعطي أربع حبات طلع خصبة.

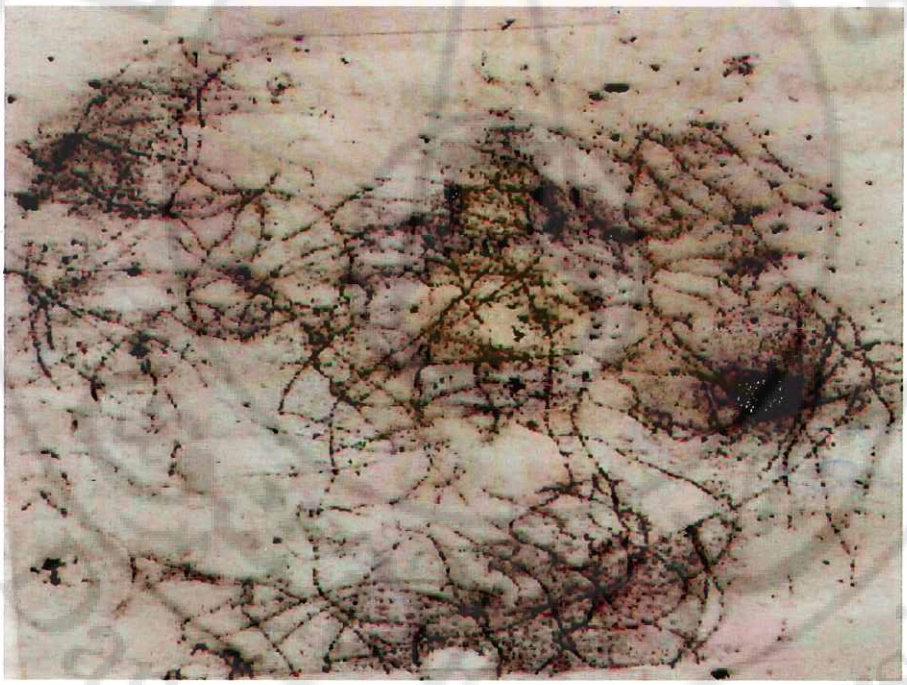
٧ – ثلاثية Triad غير متجانسة وتحمل تشوهات مختلفة، ستعطي حبات طلع عقيمة (حاول تفسيرها).

٨ – ثلاثية شاذة ، كل جزء منها مكون من نواتين ، وبذلك ستعطي ست حبات طلع عقيمة.

٩ – ثاني II يحمل تشوهات متنوعة (صبغيات متخلفة ، ونوى صغيرة كثيرة) .

٣- نتائج دراسات المجهر الالكتروني:

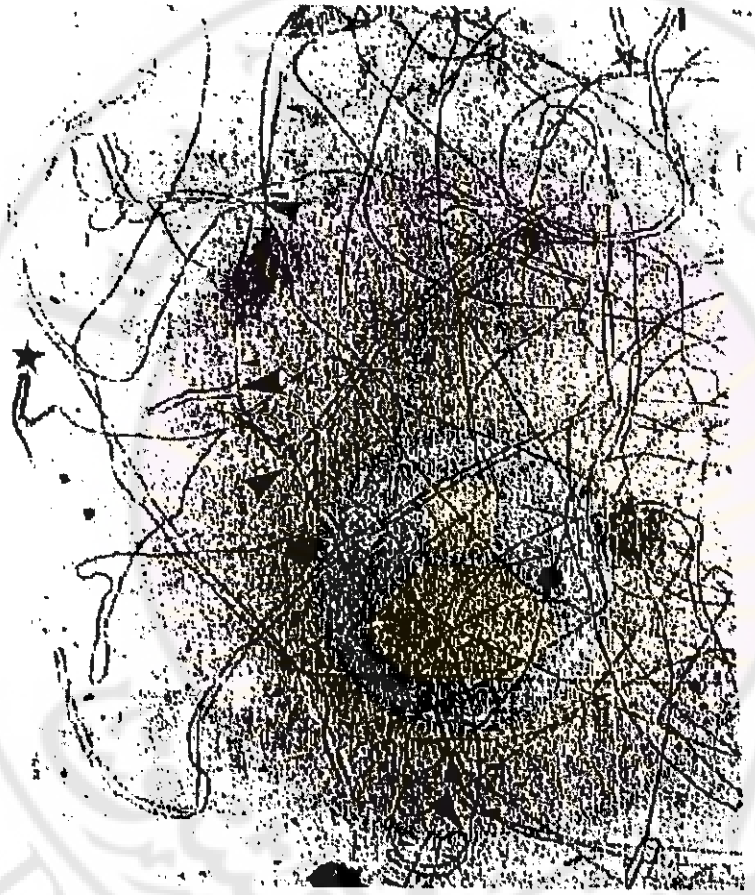
لقد أشارت الدراسات بالمجهر الألكتروني لطفرات sy 9 المانعة كلياً للاقتران في مرحلة الثخن pachytene من الطور الأول للانقسام المنصف في نبات الجودار الى وجود خيوط غير متشافعة مطلقاً؛ مما يشير إلى وجود ١٤ فرداً صبغياً (شكل ٤-١٢) وبدراسات المجهر الألكتروني لمرحلة التزاوج في الجودار غير الطافر تبين وجود كومبلكس التشافع (synaptonemal complex sc) و النوية، و وجود (٧) أشفاع صبغية (شكل ٤-١٣).



شكل ٤ – ١٢ صورة بالمجهر الإلكتروني لمرحلة الثخن Pachiten توضح الصبغيات الانفرادية (اونيفالنت) لنبات الجودار بوجود المورثة الطافرة sy9 المانعة كليا للتشافع الصبغي (لاحظ النوية والخيوط الانفرادية البالغ عددها ١٤ صبغي).

شكل ٤ – ١٣ صورة بالمجهر الإلكتروني لمرحلة التزاوج zygoten توضح الصبغيات المتشافعة لنبات الجودار بوجود مورثة النمط البري غير الطافرة SY المسؤولة عن التشافع الصبغي، لاحظ النوية (2N = 14)

أشارت دراسات ثالثة بالمجهر الألكتروني لصبغيات في مرحلة التـــزاوج فـــي الجودار الطافر جزئياً (sy10) إلى وجود خيوط صبغية مفردة (I) وخيـــوط صبغية متشافعة (II) بآن واحد، و في الخلية الواحدة (شكل ٤-١٤).



شكل ٤ – ١٤ صورة بالمجهر الإلكتروني لمرحلة التزاوج Zygoten لنبات الجودار بوجود المورثة الطافرة sy10 ، المانعة جزئيا للتشافع الصبغي (لاحظ وجود صبغيات متشافعة ، مضاعفة ، وصبغيات غير متشافعة ، مفردة).

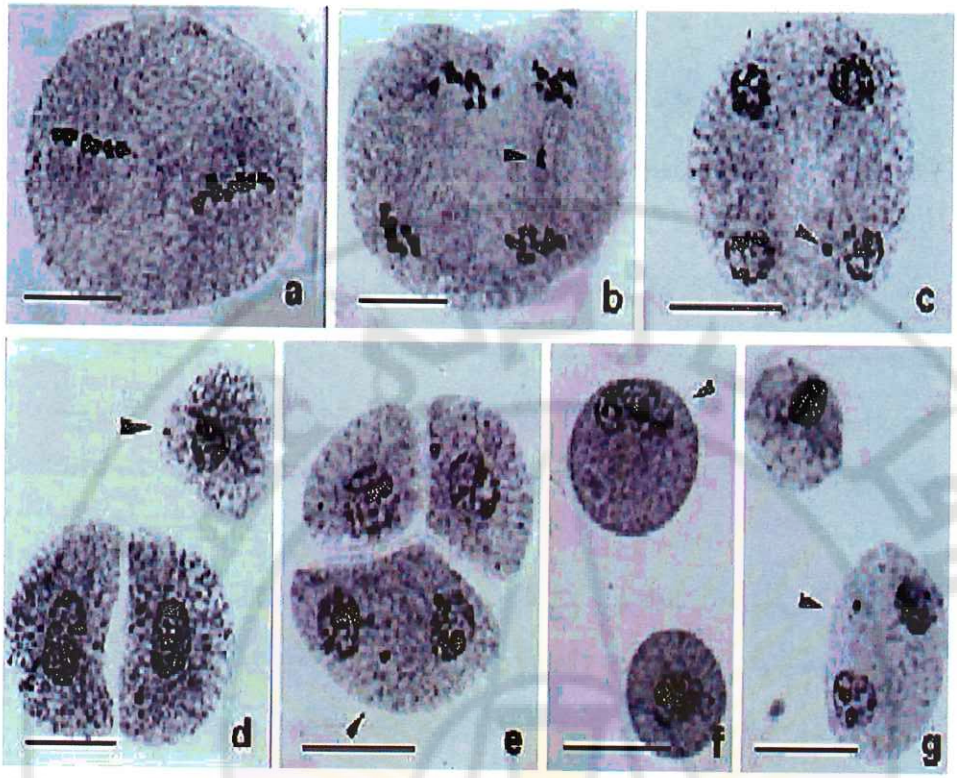
٤-دراسات اخرى حول الطفرات الطوعية للانقسام المنصف:

لوحظت في الآونة الأخيرة الكثير من الأبحاث التي تتناول تشوهات الانقسام المنصف لأسباب متنوعة منها مثلاً :

١- سلوك الصبغيات لانواع مختلفة من فول الصويا البرازيلية ، حيث تم نشر بحث عام ٢٠٠٠ جرى فيه تحليل سيتولوجي لـ ١٥ نوعاً من منطقتين متميزتين بتكيف بيئي متفاوت في البرازيل . لقد ثبتت البراعم الزهرية الفتية، و صنعت المحضرات بالهرس بعد تلوينها بالكار من الخلي، ثم درست التشوهات شكل (٤-١٥).

٢- تكون الأبواغ الدقيقة في مولدات حب الطلع عند أحد أجناس البقوليات العلفية رباعية الصيغة الصبغية، ونشر البحث عام ٢٠٠٦ في البرازيل . أشارت الدراسات السيتولوجية إلى وجود ثنائيات ، ثلاثيات ، رباعيات الصبغيات لدى دراسة ١٠٠ خلية M I ، اضافة الى تشوهات اخرى.

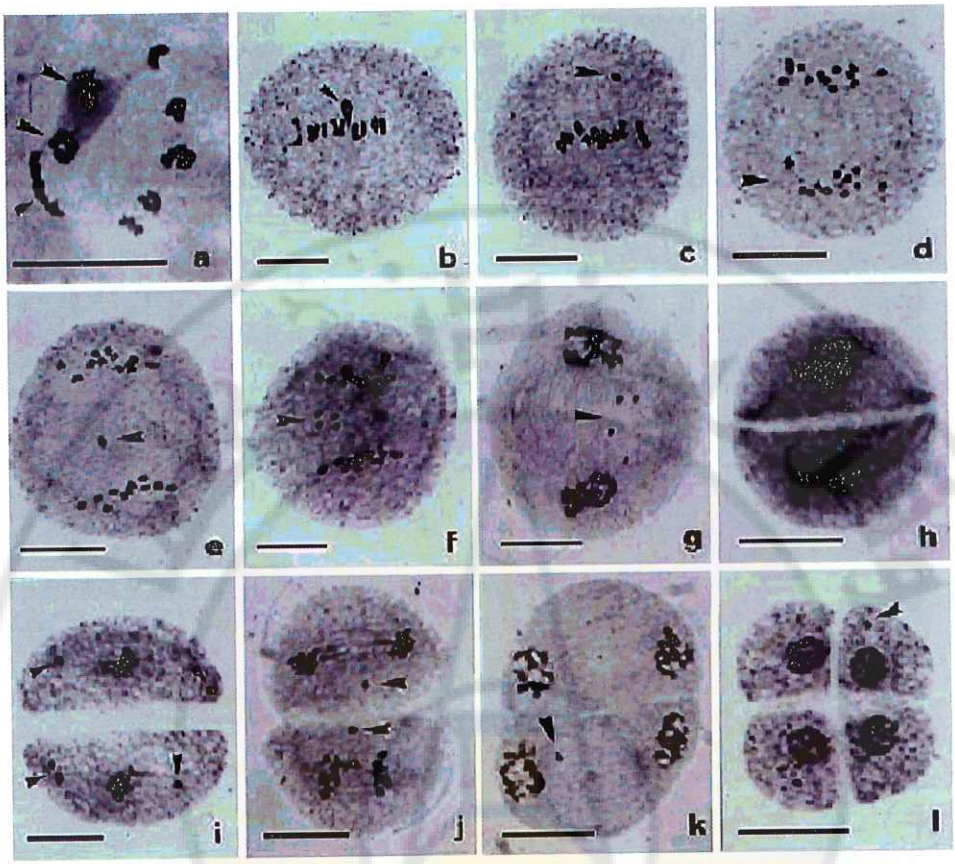
٣- دراسات مختلفة حول التشوهات في النباتات متعددة الصيغة الصبغية (شكل ٤-١٦).



شكل ٤ – ١٥ تشوهات الانقسام المنصف في البراعم الفتية لنبات فول الصويا بسبب وجود تكيف بيئي لمنطقتين مختلفتين بيئيا .

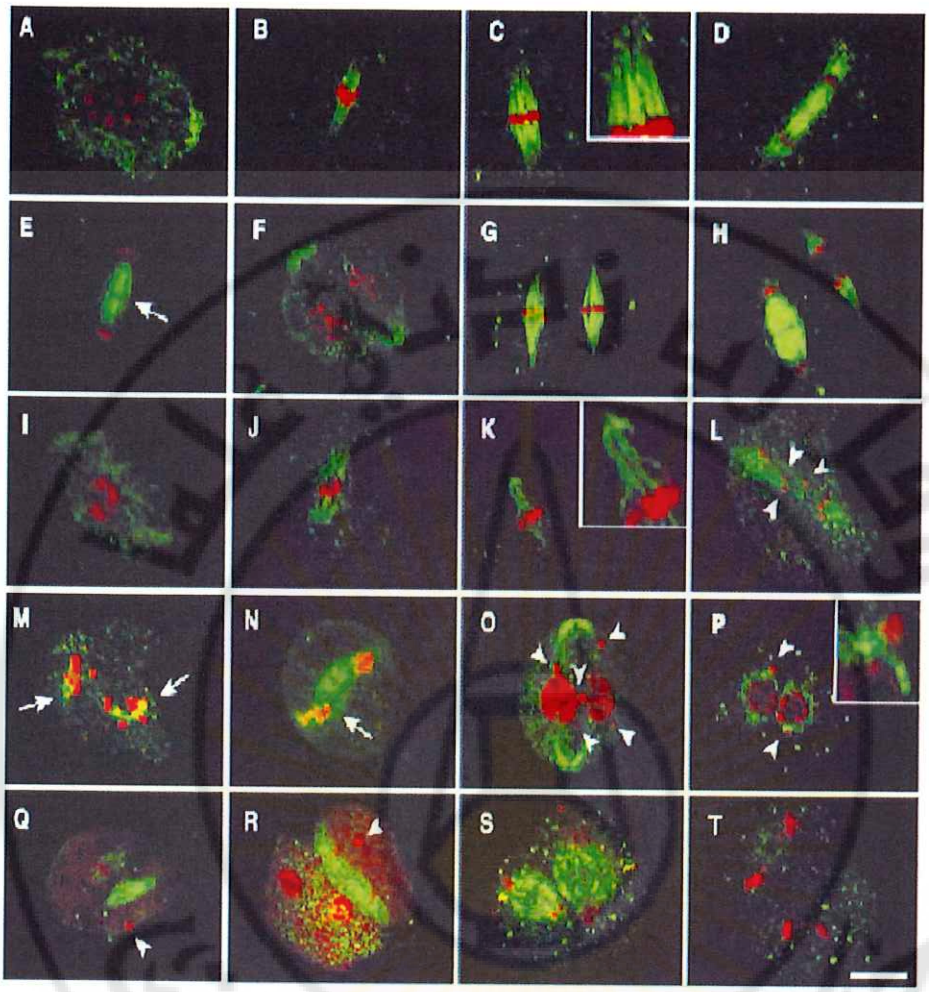
حاول تفسير أنماط التشوهات الصبغية الملاحظة وخاصة : منع تشكل الانقسام الخلوي Cytokinesis في الأطوار الثاني والثالث والرابع من الانقسام المنصف الثاني II ، تشكل نوى ثنائية Dyads وثلاثية Triads، تشكل نوى صغيرة ووجود صبغيات متقاعسة .... إلخ

Damascus University



شكل ٤ – ١٦ نتائج غير نظامية لدى تشكل الأبواغ الدقيقة بسبب تعدد الصيغة الصبغية Polyploidy في بعض النباتات ، انطلاقا من مرحلة التشتت (a) وصولا إلى الرباعيات Tetrads (l) .

كما استعملت تقانات التلوين الحديثة لمراقبة الطفرات الطوعية بفضل مورثة منع الاقتران الصبغي (sy) و صنوياتها حيث يبدو المغزل باللون الأخضر و الصبغيات باللون الأحمر (شكل ٤-١٧).



شكل ٤ – ١٧ استعمال تقانة التلوين لدراسة التشوهات الصبغية الناجمة عن الطفرات الطوعية بوجود المورثة الطافرة sy وصنوياتها . لقد تم تلوين الصبغيات بالأحمر والمغزل بالأخضر .

(تابع التشوهات الصبغية حسب الأسهم المشار إليها في الشكل) .

إن جميع هذه الأبحاث تدل بشكل واضح على أن آلية الانقسام الخيطـــي أو المنصف، و خاصة موضوع اقتران الصبغيات المتماثلـــة، تخـــضع أولاً و

آخراً إلى التأثير المورثي، حيث يؤدي طفورها إلـــى عرقلـــة التـــشافع، و التسبب في عقم حبات الطلع، و بالتالي انحطاط في الإنتاج النباتي.

ثالثاً- خطوات العمل :

١- متطلبات التجربة:

كل مجموعة طلابية تحصل على:

1- بطاقتين تضم (٦) صور فوتوغرافية تابعة لـــبعض أطـــوار الانقـــسام المنصف في نبات الجودار بوجود مورثة منع التشافع، أو الاقتران الجزئي sy2 .

2- لوحة تضم مسألة بحثية، فيها مجموعة طلبات، الهدف منها التعود على تحقيق بحث مماثل على نباتات أخرى.

3- لوحة تضم خطاً بيانياً يوضح علاقة الاونيفالنتات (I) مع طوافر sy.

4- لوحة توضح صوراً بالمجهر الألكتروني .

5- جداول إحصائية لعدد الكيازمات في مرحلة التشتت .

6- جداول إحصائية لعدد خلايا M I بما فيها II (مفتوحة ومغلفة) و(I).

٢- المطلوب عمله:

- كل طالب يرسم مخططاً لكل صورة من الصور الست ، ثـــم يتعـــاون أفراد المجموعة على كتابة الصيغة الصبغية لكل منها .
- التعرف على صور المجهر الألكتروني، ومناقشتها، ورسمها .
- كل مجموعة تسجل على اللوح حصتها من الجدول الخاص بوسطي عدد I \ I الصبغيات الإفرادية وهي للمورثة الطافرة sy ، وعدد خلايا M I،

وعلى طلاب الفئة استخراج رقم الصنوي العائد لها بالاستعانة مع الخط البياني (انظر الملاحظة أدناه).

- كل مجموعة تستخرج المطلوب من الأسئلة العشرة، وتناقش المشرفين، بعد ذلك تسجل الإجابات على الدفتر .
- كل مجموعة تفسر صوراً مجهولة تقدم من قبل المشرفين، و تكتب صيغتها على الدفتر.
- كل مجموعة طلابية تحسب وسطي عدد الكيازمات على الخلية بشكل يتناسب مع الجداول المقدمة لها .

ملاحظة:

إن جدول وسطي عدد الأونيفالنتات المسجل على اللوح هو من الشكل الآتي:

المجموعة الطلابية	عدد I	عدد خلايا M I
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		
المجموع		

و بعد تعبئة الجدول يستخرج وسطي عدد I للفئة من تقسيم مجموع I على مجموع الخلايا، ويقارن مع الخط البياني، ويحدد الصنوي المناسب من الطفرة sy وتسجل النتائج على الدفتر

٣- المسألة البحثية:

في نبات الجودار secale cereal (2n=14) تم إحصاء التشكيلات الصبغية المختلفة في M I من الانقسام المنصف بوجود مورثة منع الاقتران الجزئي sy2 فوجدنا ما يلي:

أنماط التشكيلات الصبغية		العدد
II	Bivalents	165 منها (95) مفتوح و (70) مغلق
I	Univalents	314
III	Trivalent	14
IV	Tetravalents	5 Association
V	Pentavalents	2 الترابطات
VI	Hexavalents	2

المطلوب:

١ – احسب مجموع الصبغيات الموجودة في الحالات غير المترابطة.

٢ – احسب مجموع الصبغيات الموجودة في الحالات المترابطة.

٣ – ما هو عدد الصبغيات في الدراسة الكاملة.

٤ – احسب عدد خلايا M I المدروسة.

٥ – احسب النسبة المئوية لكل من II و I . ناقش النتيجة.

٦ – احسب النسبة المئوية لكل من II المغلقة و II المفتوحة و ناقش النتيجة.

٧ – احسب النسبة المئوية للتشكيلات الحاملة للترابطات الصبغية.

٨ – بفرض أن الترابطات الصبغية لم تلاحظ إلا إفرادية في كل خلية موجودة فيها (لا يتكرر الترابط في الخلية الواحدة) ما هي النسبة المئوية للخلايا الحاملة لها؟

٩ – احسب وسطي عدد I على الخلية الواحدة . ماهي الطفرة المناسبة من sy؟

١٠ – ما هي النسبة المئوية لترابطات III من مجموع التشكيلات الصبغية، والنسبة المئوية من مجموع الترابطات الصبغية ؟

١١ – احسب وسطي عدد الكيازمات على الخلية (انظر التوضيح في الفقرة الرابعة).

٤ – توضيح حول الكيازمات:

تظهر الكيازمات Chiasmata أو التشابكات الصبغية في مرحلة التشتت Diakinesis من الطور الأول pr.I من الانقسام المنصف، وهي عبارة عن تقاطعات تحصل بين الخيطين الداخليين من كل صبغي ، وقد تحصل بين الخيوط الأخرى. وقد تنقطع الصبغيات في مرحلة التشابك، و قد تزحف نحو الأطراف حتى تتلاشى.

ولحساب وسطي عدد الكيازمات على الخلية يجب أولاً أن نعرف عددها على الشفع الصبغي الواحد ، ولهذا الأمر نجد الجدول التالي:

عدد الكيازمات في الشفع الصبغي	صفر	١	٢	٣	٤
شكل الكيازمات	//	X			

وإذا أردنا إحصاء عدد الكيازمات في خلايا التشتت تحت المجهر ، فإننا نسجل جداول بسيطة خاصة بساحات الرؤية للشريحة الواحدة، كما في النموذج الآتي بالنسبة لنبات الجودار:

1	1	0	1	3	4	2
2	1	2	1	0	1	0
3	3	2	0	2	2	1
4	0	3	1	1	1	2
5	1	1	2	0	1	1
6	0	0	1	0	0	1
7	0	1	0	1	1	0

إلخ .....

يمثل العمود اليساري أرقام الأشفاع الصبغية المتسلسلة لنبات الجودار (7 II) ، ويمثل كل عمود من الأعمدة الستة المسجلة أعلاه خلية تشتت واحدة، وقد سجل فيه عدد الكيازمات في هذه الخلية.

٥- طريقة إحصاء الصبغيات في خلايا M I:

إذا أردنا إحصاء عدد الأشفاع الصبغية Bivalents (II) وعدد الإفراديات الصبغية Univalents (I) في خلايا الطور الثاني M I في نبات الجودار (2n= 14) تحت المجهر ، فإننا نسجل جداول بسيطة خاصة بساحات الرؤية للشريحة الواحدة، كما في النموذج الآتي:

2	1	0	0	3	3	0	1	6
3	2	4	0	1	4	2	1	0
4	8	6	14	6	0	10	10	2

إلخ .....

إن كل عمود يمثل خلية واحدة من خلايا M I ، و يمثل الرقم العلوي من كل عمود ثنائية صبغية مفتوحة (Rod II) و الرقم الأوسط ثنائية صبغية مغلقة (Ring II) و يمثل الرقم السفلي من كل عمود فردية صبغية (I) و لدى حساب الصبغيات في كل عمود يجب أن يكون العدد (2n = 14) في الجودار. فمثلاً العمود الأيسر هو خلية M I واحدة صيغتها: (2 II Rod + 3 II Ring + 4 I = 14) .

وهكذا يمكن إحصاء عدد الثنائيات II المفتوحة، و عدد الثنائيات II المغلقة، وعدد الأحاديات (I) في جميع الخلايا (عددها تسع في الجدول السابق) ومن ثم متابعة الدراسة حسب المطلوب.

* * *

القسم الخامس

التعدد الصبغي Polyploidy والتحليل الجنومي للقمح والجوادر وهجائنهما

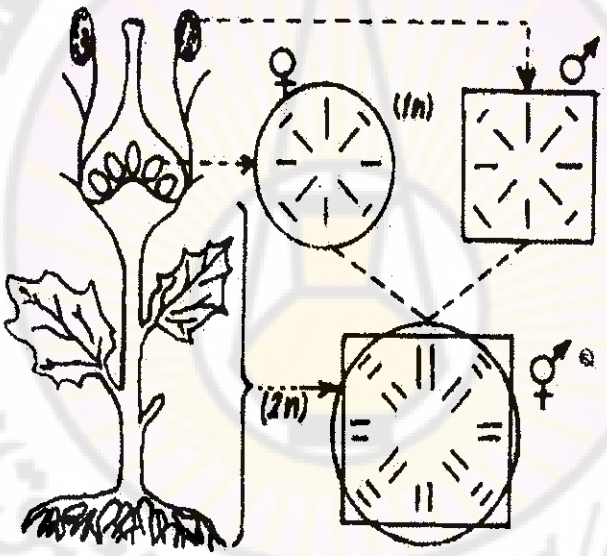
وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أولاً – التعدد الصبغي :

١ – التوضيح النظري :

أ–مقدمة :

يتميز كل كائن حي بوجود عدد صبغي ثابت، يسمى العدد المضاعف ، ويرمز له بالرمز (2n) ، ويأتي من تشافع الصبغيات الواردة من الأعـراس المؤنثة مع الصبغيات الواردة من الأعراس المذكرة (شكل ٥–١) .



شكل (٥–١) : مخطط يوضح الحالة الفردية والثنائية في حلقة حياة النبات، الأعراس الفردية (n=12) في الخلية المؤنثة وفي المذكرة، حيث تتشكل نتيجة للانقسام المنصف. واندماج الأعراس أثناء الإلقاح يؤدي إلى ظهور البيضة الملقحة التي تضم العدد الصبغي الثنائي (2n=24).

وعلى ما يبدو فإن هذا الثبات يبقى نسبياً، لأن العدد الصبغي غالباً ما يتنوع، أو يتبدل في كثير من الأنواع النباتية ، ولكل حالة أسبابها ونتائجها أثناء انعدام الانفصال. ويمكننا تقسيم الطفرات الناجمة عن التغيرات العددية للصبغيات (إذا اعتبرنا أن هذه التغيرات من الطفرات) إلى أربع زمر رئيسة، وهي : التعدد الصبغي الذاتي، والتعدد الصبغي الخلطي ، والتعدد الصبغي الوتري أو غير الزوجي ، والتعدد الصبغي غير المتجانس .

ب- الحصول على النباتات المتعددة الصبغيات :

للحصول على النباتات المضاعفة تعرض الخلايا المنقسمة في البداية إلى درجات الحرارة المنخفضة أو المرتفعة، وإلى بعض المواد المخدرة، وهذه العوامل قد تعرقل الانقسام الطبيعي ، وتؤدي إلى خلايا متعددة النوى. بالآتي متعددة الصبغيات . وفي عام 1937 أوجد كل من نوبل Nebel وبلكسلي Blakeslee طريقة جديدة وناجحة للحصول على المضاعفات الصبغية تعتمد على مادة الكولشيسين Colchicine . ويؤثر هذا القلويد Alkaloid السام بشكل خاص على السيتوبلاسما ، وعلى خيوط المغزل، معرقلاً بذلك هجرة الصبغيات إلى قطبي الخلية المنقسمة دون أن يؤثر على آلية تناسخها.

وتجدر الإشارة إلى أن تثبيط هجرة الصبغيات ، يمكن أن يتحقق في الخلايا الجنسية والجسمية على حد سواء . فإذا حدث التضاعف خلال انقسام البيضة الملقحة Zygote (التي تعد أول خلية جسمية وتحمل 2n من الصبغيات) فإن الخلايا الناتجة عنها ستبدو مضاعفة العدد الصبغي، أي (4n) وهذا ما يسمى بالتضاعف الزيغوتي .

ونجد الأمر نفسه لدى تضاعف الخلايا المرستيمية الموجودة في الجذر مثلاً وهذا مايسمى بالتضاعف الميتوزي . أما إذا تعرقلت هجرة الصبغيات في الخلايا المولدة للأعراس، فإننا نحصل على أعراس غير منصفة، ونكون أمام التضاعف الميتوزي .

جـ - التعدد الصبغي الذاتي Autopolyploidy :

يتحقق هذا النوع من التعدد بتزايد المجموع المورثي Genome للنوع النباتي الواحد بشكل ذاتي . وهكذا فإن النباتات ذاتية التعدد الصبغي تضم مجموعاً مورثياً واحداً يتكرر عدة مرات . وقد وصف دو فريز De – Vreis لأول مرة نبات الأنوثيرا Oenothera Iamarchiana gigas الموجود في الطبيعة، وأطلق عليه اسم النبات العملاق، لأنه يحوي (28) صبغياً بالمقارنة مع النبات العادي الذي يضم (14) صبغياً.

وبشكل عام تؤدي زيادة العدد الصبغي إلى زيادة في حجوم النوى، وبالآتي حجوم الخلايا . وقد تزداد حجوم الأجزاء النباتية كالأزهار، والأوراق، والثمار .

إن سلوك الصبغيات في النباتات ذاتية التعدد الصبغي خلال الانقسام المنصف ، يبدو شديد التنوع، وهكذا بدلاً من أن تتوضع الصبغيات المتقابلة في أشفاع ثنائية التكافؤ Bivalents نجد أنها تتوضع في ثلاثيات، أو رباعيات، أو سداسيات، أو أكثر (متعدد التكافؤ Polyvalents) . وعلى ما يبدو فإن تشكل الصبغيات المتعددة التكافؤ يرتبط بأطوالها ، وبشكل آخر كلما زادت أطوال الصبغيات المتشافعة فإن عدد الكيازمات Chiasmata يزداد، وبالآتي ترتفع إمكانية ظهور المتعددات . وبالعكس كلما كانت الصبغيات قصيرة ينقص عدد الكيازمات، وترتفع إمكانية ظهور الأشفاع ثنائية التكافؤ بدلاً من المتعددة .

د- التعدد الصبغي الخلطي Allopolyploidy :

لقد تمكن وينغ Winge عام 1917 من وضع أسس نظريته، التي تتحدث عن تشكل هجائن بين نوعية في الطبيعة، وذلك بعد دمج صبغيات هذه الأنواع بطريقة منتظمة تجعلها قابلة للحياة . فمثلاً بتهجين النوع (A) الذي يحتوي على (14) صبغياً مع النوع (B) الذي يضم العدد نفسه من الصبغيات، فإن البيضة الملقحة ستحتوي على (14) صبغياً أيضاً : (7) صبغيات من A و (7) من B ، وقد تحدث وينغ عن عقم هذه الهجائن، وعن إمكانية تحويلها إلى هجائن خصبة . وبشكل عام فإن النباتات " خلطية " التعدد الصبغي تتشكل نتيجة لتضاعف الصبغيات في الخلايا الجسمية للهجائن العقيمة، التي تحصل بين الأنواع المختلفة لجنس واحد، أو حتى بين الأجناس المختلفة . والمعروف أن السبب الرئيس في عقم هذه الهجائن يكمن في عدم تشافع الصبغيات، مما يؤدي إلى ظهور نسبة مرتفعة من الأعراس الفاقدة لتوازنها الورثي .

من أهم أمثلة التعدد الخلطي نجد :

* القمح السداسي :

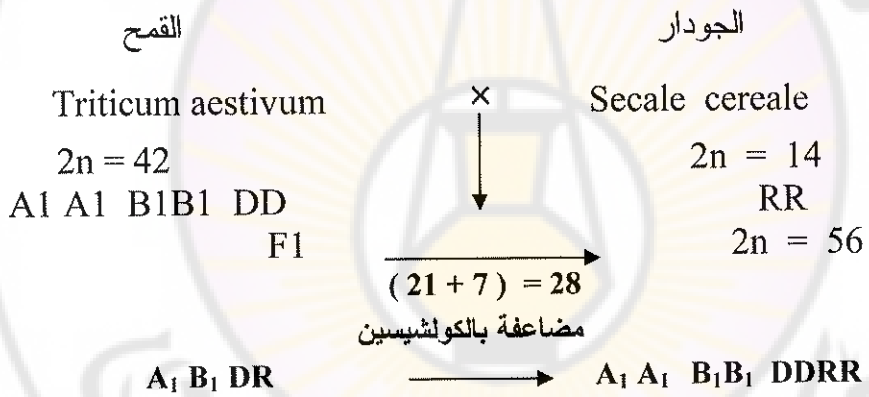
يؤكد بعض العلماء أن القمح السداسي، أو قمح الخبز (الطري) Triticum aestivum الذي يضم (42) صبغياً يتميز بوجود ثلاث مجموعات صبغية، وهي A , B , D . وعلى ما يبدو فإن الصبغيات السبعة العائدة لكل مجموعة لا تتشافع مع صبغيات المجموعة الأخرى ، لكن الدراسات الدقيقة أشارت إلى وجود نوعين من التشافع : الأول تشافع ذاتي Autosyndosis يتحقق بين صبغيات المجموعة الواحدة (A مع A ، B مع

B ، D مع D). والثاني تشافع غير ذاتي (خلطي) Allosyndosis كـأن يتشافع قسم من صبغيات A مع قسم من صبغيات B مثلاً، وهكذا .....

*** القمح الجوداري :**

من أشهر النباتات التي أمكن الحصول على متعدداتها الخلطية نجد القمح الجوداري الرباعي Triticale الذي يتشكل من تهجين القمح (T. 42) Triticum مع الجودار Secale (S. 14) وفق المخطط الآتي :

علماً أن X = 7



وقد أمكن الاستفادة من التعدد الصبغي المستحدث بشكل واسع ، فمثلاً تم إدخال صفة المقاومة ، وكثير من الصفات المرغوبة في بعض نباتات المحاصيل الاقتصادية.

٢- الجانب العملي :

أ- طرائق الحصول على المتعددات :

للحصول على المتعددات الصبغية تستعمل محاليل الكولشيسين بالتراكيز من (٠,١- ٠,٢٥ %) حيث تعالج البذور، أو النهايات الفتية للفروع التي توجد في حالات انقسامية نشيطة، ويجب تجنب سقوط محلول الكولشيسين على الجذور، لأن ذلك يوهن (يضعف) النبات . وفيما يلي نوضح الخطوات الواجب اتباعها للحصول على بعض النباتات المضاعفة (في نبات الحنطة السوداء) :

تزرع البذور في علب بتري على ورق ترشيح مبلل بالماء، وتترك حتى يصل طول جذورها إلى (٤-٦ سم) توضع العلب مع بذورها المنتشة في علب أخرى أكبر قطراً منها، حيث يصب فيها محلول الكولشيسين بتركيز ٠,٠٥ % بهذا الشكل تنحني المستنبتات حتى توجد الفلقات ومنطقة النمو في محلول الكولشيسين الموجود في العلبة الخارجية الأكبر قطراً . وبعد مرور (١٢- ٢٤) ساعة ترفع المستنبتات المعالجة، وتغسل بالماء، وتزرع في التربة .

ويمكن الحصول على النباتات البوليبلوئيدية بطرائق أخرى . وهكذا توضع سدادة من القطن مبللة بمحلول الكولشيسين على المستنبتات الفتية ، والبراعم ، والفروع الجانبية نشيطة النمو . ولهذه الغاية يتم إبعاد الأوراق الفتية باستخدام ملقط بكل حذر، ثم توضع سدادة القطن المبللة بين هذه الأوراق نحو العمق، حيث تكون موجودة بالقرب من قمة النمو مباشرة ، ويفضل وضع سدادة القطن مساءً كما ينبغي أن تكون موجودة بحالة رطبة طيلة الوقت، لذلك تبلل سدادة القطن يومياً بمحلول الكولشيسين، وخلال (٢-٥) يوم ينزع القطن، وتغسل

نهايات النبات (القمم) بالماء ، في هذه الحالة يتوقف نمو الفروع المعالجة بهذه الطريقة، وتبدأ بالتخن بشدة، وتظهر عليها أوراق ثخينة لحمية ، وخلال ٢-٤ يوماً يستأنف نمو هذه الفروع .

لقد لوحظ أن استعمال الكولشيسين يؤدي إلى موت أجزاء كثيرة من النبات، ولذلك يجب أخذ عينات كثيرة من البذور والمستنبتات للتمكن من الحصول على القليل من الحالات الناجحة .

يمكن الحصول على المتعددات الصبغية أيضاً باستعمال الأسينافتين Acenaphtine هذه المادة تؤثر بشكل أقل، ولاتحدث تثبيطاً كبيراً للفروع المعالجة بها كما في الكولشيسين . إن الأسينافتين قليل الذوبان في الماء، ولذلك تتم المعالجة وفق الطريقة التالية :

١) تغطى البذور بورق ترشيح مرطب، حيث يرش عليها من الأعلى بودرة الأسنافتين . تحفظ البذور بهذه الطريقة لمدة (٢-٤) يوماً ثم تغسل بالماء .

٢) المستنبتات الفتية النامية في أصص، وفي البيت الزجاجي يغطى بكأس كيميائي، وقد طلي من داخله بمادة اللانولين، ونثر عليها من (٢-٤) غ أسينافتين، ولمدة يوم واحد .

وللحصول على الجودار الرباعي يمكن استعمال طريقة استنبات البذور في محلول الكولشيسين، وذلك كما يلي :

أ- تزرع بذور الجودار في علب بتري على ورق ترشيح مرطب لمدة (٢-٣) يوماً.

ب- تغمس المستنبتات بمحلول الكولشيسين تركيز ٠,١ % - ٠,٢٥ % عندما يصل طول الكوليوبتيل إلى ٢-٤ مم . ولهذه الغاية نصب محلول الكولشيسين في علبة بتري نظيفة، تملك قطراً أقل من قطر ورقة الترشيح المزروع عليها البذور بـ (١-٢) سم . بعد ذلك تقلب ورقة الترشيح حاملة المستنبتات، بحيث تصبح النهايات النباتية (القمم) مغموسة في محلول الكولشيسين، بينما تكون الجذور مثبتة بشدة على ورقة الترشيح كيلا لاتصاب المستنبتات بالجفاف .

ج- بعد مرور ثلاث ساعات تستخرج المستنبتات من محلول الكولشيسين، وتغسل بالماء المقطر، وتزرع في أصيص، وتوضع في البيت الزجاجي.

د- بعد مرور(٣٠) يوماً تعزل النباتات الرباعية، وهي تتميز عن غيرها بالأوراق الثخينة اللحمية وبفروعها غير المستقيمة والمنحنية .

ح- يتم إحصاء العدد الصبغي في نهايات الأوراق والتحقق من درجة البلوئيدية (التعدد الصبغي) على محضرات هرس، أو محضرات ثابتة بالطرائق المعروفة.

ب - التعرف على النباتات المتعددة بالطرائق الخلوية :

بالإضافة إلى الصفات المورفولوجية العديدة التي تميز النباتات المتعددة الصبغة الصبغية ، فإنها تتميز ببعض الصفات الخلوية التي نكتفي بتعدادها فيما يلي :

أ- حجوم الخلايا السمية العائدة لمسامات البشرة السفلية، بالإضافة إلى عدد المسامات بالنسبة لوحدة السطح الورقي .

ب- حجوم النوى في خلايا البشرة .

ت-عدد الصانعات الخضراء Chloroplasts الموجودة في الخلايا السمية .

ث-أقطار حب الطلع وأشكالها بالإضافة إلى عدد الحبات الموجودة في مساحة معلومة.

ج- العدد الصبغي في الخلايا الجسمية للجذور، أو للأوراق الفتية .

ح- الانقسام المنصف Meiosis الشاذ أحياناً في بعض النباتات المتعددة والحديثة التشكل الأمر، الذي يؤدي إلى نشوء نوى صغيرة، وبالتالي ارتفاع نسبة العقم في حب الطلع.

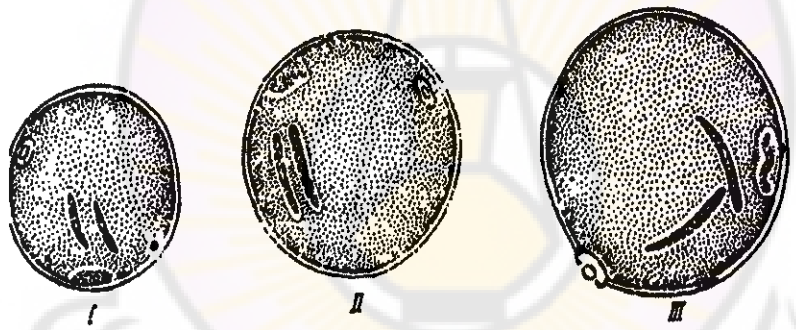
وعلى ما يبدو فإن طريقة تحديد العدد الصبغي تعد من أدق الطرائق الخلوية وأكثرها قبولاً في مجال كشف النباتات مورفولوجياً . ولتحديد هذا العدد نلجأ إلى صنع المحضرات المناسبة من الجذور، أو الأوراق الفتية، وذلك بالطرائق المذكورة سابقاً ، ولإجراء مقارنة بين نتائج الدراسات الجارية على النباتات الثنائية مع نتائج الدراسات الجارية على النباتات المتعددة، لابد من اختيار النسج، أو الخلايا من منطقة واحدة، لأن تبديل المنطقة المدروسة من النبات قد يؤدي إلى تبديل كبير في حجوم وقياسات الخلايا، وبالتالي تنعدم الدقة في تفسير النتائج .

ومن السهل إجراء الدراسات وفق المعطيات السابقة لنبات القمح، الذي يضم أنواعاً متعددة الصيغة الصبغية بشكل طبيعي ، والذي يضم ثلاث مجموعات من القمح يختلف بعضها عن بعض من حيث العدد الصبغي، ومن الناحية المورفولوجية كما شاهدنا أعلاه.

تحملها، وذلك حسب الباحث وينكلر Winkler (ويرى البعض أن الجنوم هو مجموع الصبغيات الثنائية مع كامل مورثاتها المحمولة عليها) .

ويجب أن نعلم أن وجود التشافع بين الصبغيات في الانقسام المنصف للخلايا المولدة للأعراس في الإفراد يعني: وجود القرابة بين الجنومات ، وعدم وجود التشافع يعني: انعدام القرابة فيما بينها .

من الصعب عملياً معرفة آلية التشافع بشكل مفصل بين الصبغيات ، والتحليل الجنومي يعتمد بالدرجة الأولى على درجة انطباق الصبغيات Synapsis في الطور MI من الانقسام المنصف للخلايا الأم المولدة لحب الطلع (PMC) Pollen Mother Cell .



شكل (٥-٢): حب طلع القمح:

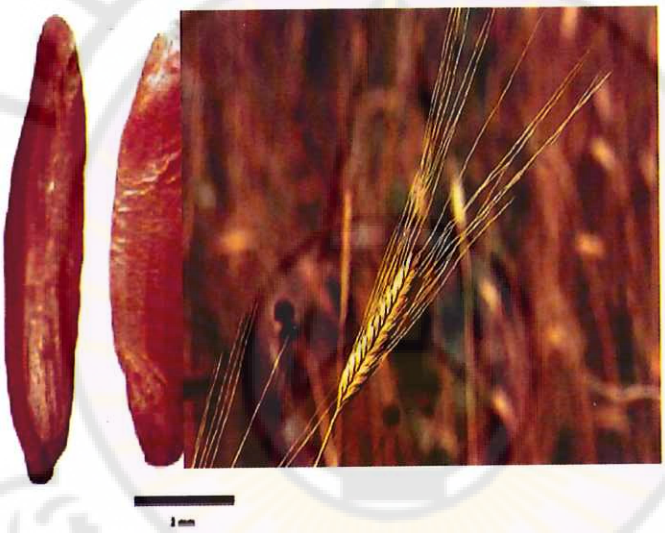
1- Triticum monococcum (2n=14).
2- T. timopheevi (2n=28).
3- T. vulgare (2n=42).

حسب بتروفسكي – بارانوفي.

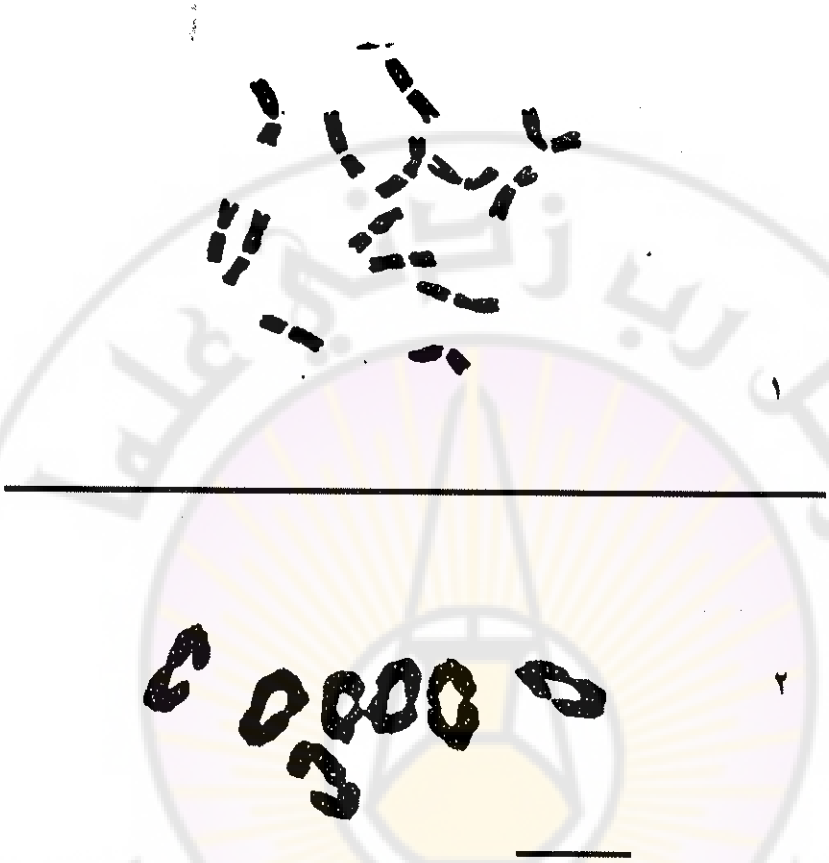
٢. الجانب العملي :

أ- **جنومات القمح والجودار:** نميز من القمح ثلاثة أنواع، وهم :

- القمح وحيد البذرة Triticum monococcum يملك جنوم واحد، وهو (AA) (شكل ٥-٣)، أما العدد الصبغي عنده فيكون (2n = 2x = 14) (شكل ٥-٤).



شكل ٥ – ٣ القمح وحيد البذرة، إلى اليمين: شكل السنبلة، إلى اليسار: شكل البذور من وجوه مختلفة.



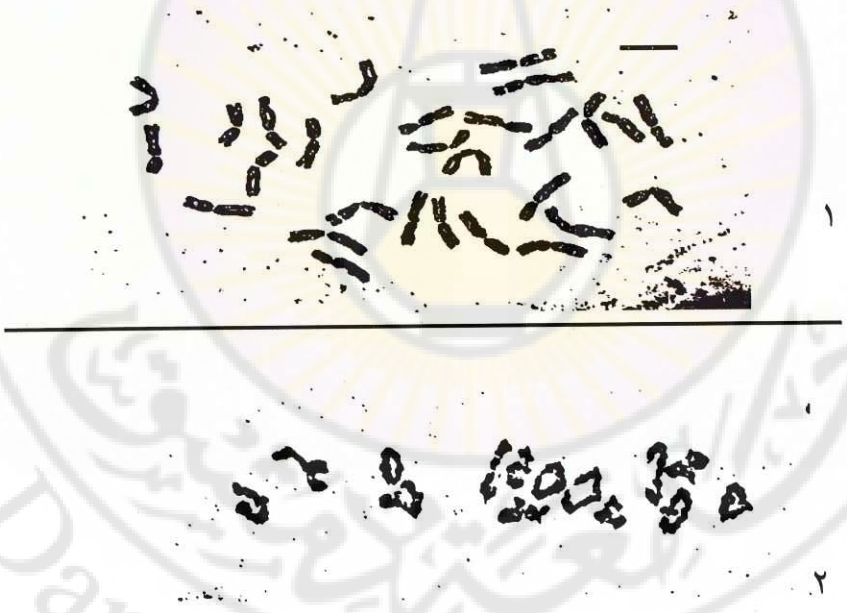
شكل ٥ – ٤ صبغيات القمح وحيد البذرة :

١ – الكاريوتيب (العدد الصبغي) في الطور الثاني والبالغ ١٤ صبغيا .

٢ – مرحلة التشتت ، حيث يلاحظ ٧ أشفاع (بيفالنتات) صبغية.

– القمح الصلب، أو قمح المعكرونة T.durum يملك جنومين وهما AABB (شكل ٥–٥) أما العدد الصبغي عنده فيكون من الشكل ($2n = 4x = 28$) (شكل ٥–٦).

شكل ٥ – ٥ القمح الصلب، إلى اليمين: شكل السنبلة، إلى اليسار: شكل البذور من وجوه مختلفة.

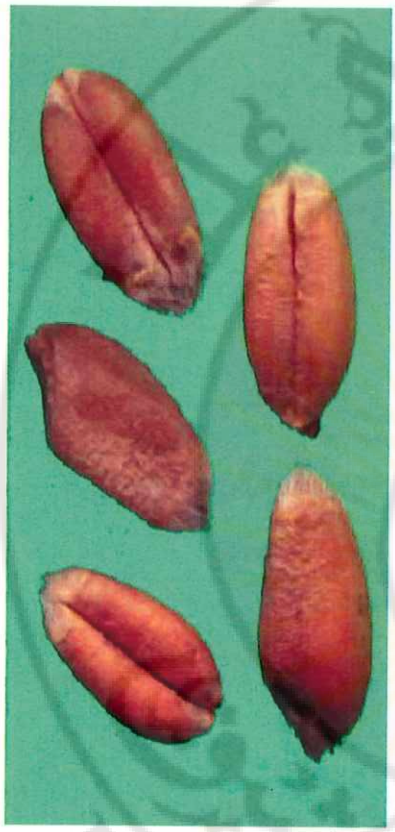


شكل ٥ – ٦ صبغيات القمح الصلب :

١ – الكاريوتيب (العدد الصبغي) في الطور الثاني والبالغ ٢٨ صبغيا .

٢ – مرحلة التشتت ، حيث يلاحظ ١٤ شفع (بيفالنت) صبغي.

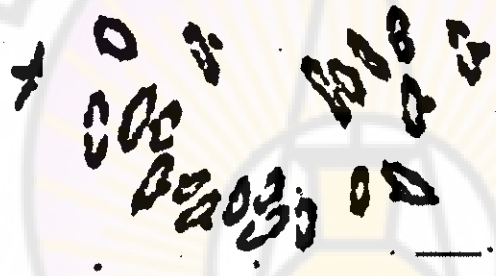
- القمح الطري، أو قمح الخبز T.aestivum يملك ثلاثة جنومات، وهم AABBDD (شكل ٥-٧)، أما العدد الصبغي عنده فيكون من الشكل ($2n = 6x = 42$) (شكل ٥-٨).



شكل ٥ – ٧ القمح الطري ، إلى اليمين: شكل السنابل، إلى اليسار: شكل البذور من وجوه مختلفة

Damascus University

١



٢

شكل ٥ – ٨ صبغيات القمح الطري (قمح الخبز) :

١ – الكاريوتيب (العدد الصبغي) في الطور الثاني والبالغ ٤٢ صبغيا .

٢ – مرحلة التشتت ، حيث يلاحظ ٢١ شفع (بيفالنت) صبغي.

ملاحظة : الجنوم (A) للقمح نوع T. monococcum .

الجنوم (B) للدوسر نوع Aegilops squorosa .

الجنوم (B) للدوسر نوع Aegilops speltoides .

أما فيما يخص نبات الجودار Secale cereale فنجد نوعين، هما :

- الجودار الثنائي (2n= 2x = 14) ويملك الجنوم RR
- الجودار الرباعي (2n = 4x = 28) ويملك الجنوم RRRR وهو ناجم عن التضاعف الذاتي للجودار الثنائي (شكل ٥-٩).

شكل ٥ – ٩ سنابل وحبات الجودار ، اليمين : النبات الثنائي (2n) ، اليسار: حبات النبات الرباعي (4n).

١-نتائج تهجين القمح والجودار :

لقد حقق العلماء في جميع أقطار العالم تهجينات متنوعة بين القمح والجودار بهدف الحصول على القمح الجوداري Triticale الذي يتمتع بصفات غذائية ممتازة تجمع بين القمح والجودار معاً .

من نماذج القمح الجوداري المنتجة والمدروسة جيداً نجد :

١- Triticale 2n=42 جنومه AABBRR وينتج من تهجين بين القمح الصلب مع الجودار الثنائي .

٢- Triticale 2n=56 جنومه AABBDDRR وينتج من تهجين القمح الطري والجودار الثنائي (شكل ٥-١٠). و الشكل (٥-١١) يوضح سنابل كل من القمح والجودار والقمح الجوداري. أما الشكل (٥-١٢) فيوضح حبوب كل من هذه النباتات الثلاثة.

ج_ المطلوب :

تحصل كل مجموعة على ثلاث لوحات : الأولى تضم ست نماذج من حبات القمح والجودار وهجائنها ، والثانية تضم تهجيناً بين نمطين من الجودار، والثالثة تضم تهجيناً للقمح والجودار، وعلى المجموعة تحقيق ما يأتي :

١- دراسة اللوحة الأولى والتعرف على نباتاتها وجنوماتها، وطرائق الحصول عليها بالاستعانة بالألوان والحجوم مع الرسم .

٢-دراسة اللوحة الثانية والإجابة على الأسئلة المطروحة والمناقشة مع المشرفين .

٣-التعرف على اللوحة الثالثة، والإجابة على الأسئلة بالكامل .

٤-دراسة الصور الملونة، والتعرف على الحبوب والنباتات وعلى الصبغيات والتشافع الصبغي كونها نباتات خصبة .

٥-محاولة الحصول على سنابل أقماح ثنائية ورباعية (صلب) وسداسية (طري) من الحقول، وتجفيفها، وحفظها مع الحبوب العائدة لها .

شكل ٥ – ١٠ النبات الهجيين " القمح الجوداري " كما يشاهد في الحقل .

شكل ٥ – ١١إلى اليمين: سنابل الجودار، إلى اليسار: سنابل القمح ،في الوسط: القمح الجوداري.

شكل ٥ – ١٢حبات كل من الجودار (يمين) والقمح (يسار) والقمح الجوداري (وسط وأسفل)

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

القسم السادس

التشافع بين الصبغيات غير المتماثلة والمورثة Ph_1 التحليل الجنومي بين الهجائن الخلطية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أولاً_ التوضيح النظري :

١ _ المقدمة :

إن علاقات القرابة ضمن النواع الواحد، أو بين الأنواع المختلفة مهم جداً بالنسبة لباحث الصبغيات، ولمربي النبات وللباحث في الوراثة الجزيئية والتطور ...إلخ، ويسهم التحليل الجنومي في كشف علاقات القرابة لدى النباتات المتعددة الصيغة الصبغية polyploids ، ويعطينا معلومات مهمة عن تشافع الصبغيات العائدة للجنومات المختلفة، وبالتالي نقل المورثات بين الأنواع .

تشكل درجة تشافع الصبغيات وظهور التقاطعات الصبغية (الكيازمات) Chiasmata مؤشراً جيداً على درجة القرابة، وخاصة بين جنومات الفصيلة الكلئية Triticeae (Poaceae) مثل القمح ، وبعض الأعشاب القريبة منه ، والجودار .....

لقد تعرفنا سابقاً على المورثة الطافرة (SY) وصنوياتها العديدة التي تعمل على منع التشافع المتماثل بين الصبغيات المتماثلة، أو الأبوية Homologous chromosome.

كما تعرفنا على التحليل الجنومي؛ الذي يتحقق بين أنواع القمح الثلاثة (وحيد البذرة والصلب الثنائي والطري السداسي) ، وكذلك بين القمح والجودار .

وفيما يأتي سنتعرف على مبدأ التشافع، أو عدم التشافع الهوميولوجي (شبه المتماثل) من خلال الهجونة الخلطية Alloploidy بين الأجناس التابعة للنجيليات .

٢_ الصبغيات المتماثلة وغير- أو شبه- المتماثلة في القمح الطري:

علمنا أن نبات القمح الخبز الطري أو السداسي يضم ثلاث جنومات، وهي A,B,D (X = 7) ولكل جنوم سبعة صبغيات، أي :

للجنوم A الصبغيات : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7

وهكذا يكون كل صبغي من (A) هومولوغ (متماثل) مع رفيقه.

وللجنوم B الصبغيات : B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7

B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7

وهكذا يكون كل صبغي من (B) هومولوغ (متماثل) مع رفيقه .

وللجنوم D الصبغيات : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7

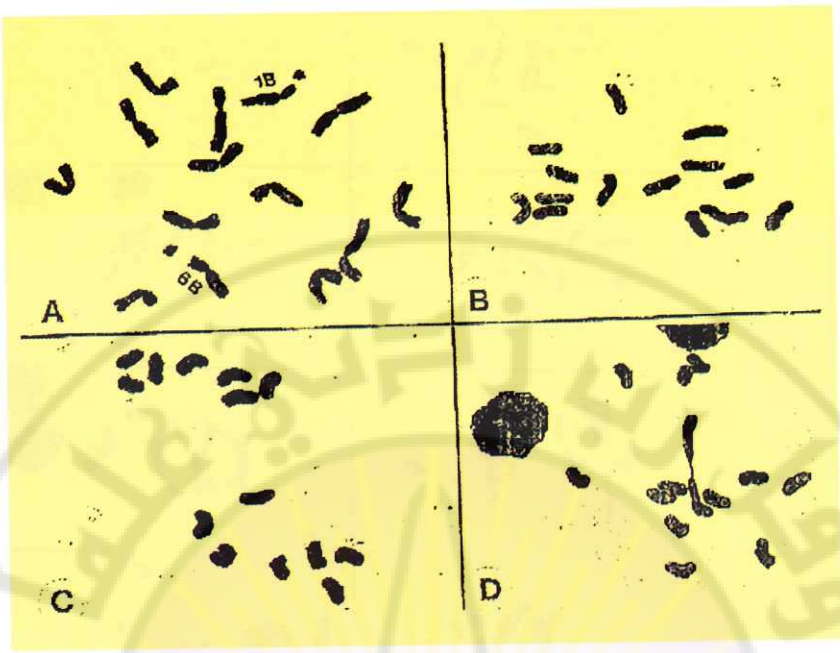
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7

وهكذا يكون كل صبغي من (D) هومولوغ (متماثل) مع رفيقه .

فإذا علمنا التماثل (هومولوغ) ، فما هو عدم أو شبه التماثل (هوميولوغ) ؟؟ يكمن الجواب بأنه إذا تشافع أحد صبغيات الجنوم (A) مع الصبغي نفسه من الجنوم (B) مثلاً : 1A مع 1B أو مع 1D وما شابه ذلك نقول عن هذا التشافع بأنه شبه متماثل، أو هوميولوجي .

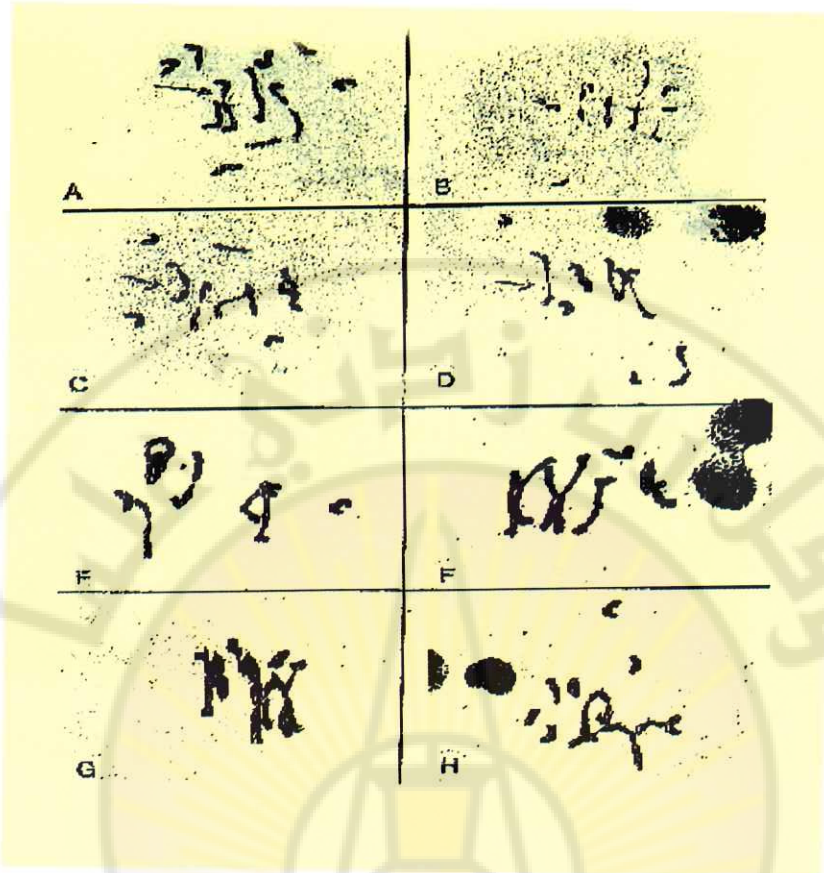
٣_ المورثة Ph_1:

تتحقق مثل هذه الدراسة سواء بوجود، أو بانعدام مورثة منع التشافع الصبغي Ph_1 أو ما يسمى Pairing Homeologous chromosom . وهكذا بوجودها ينعدم التشافع بين الصبغيات شبه المتماثلة (شكل ٦-١) وبانعدامها يحصل هذا التشافع (شكل ٦-٢).



شكل ٦ – ١ صبغيات القمح الصلب الاحادي (AB = 14) **<u>بوجود المورثة Ph1</u>** :

A – ١٤ صبغي جسمي . لاحظ الصبغيين B1 و B6 (من الجنوم B) ، وكل منهما يحمل التابع.B– الطور الثاني من الانقسام المنصف الأول MI . لاحظ وجود صبغي ١٤ صبغي فردي (اونيفالنت) لانعدام التشافع كليا ، بسبب وجود المورثة Ph1 التي تمنع التشافع بين الصبغيات شبه المتماثلة (هميولوغية). C – الطور الثالث من الانقسام المنصف الأول MI . لاحظ وجود هجرة متساوية إلى القطبين D – الطور الثاني من الانقسام المنصف الأول MI . لاحظ وجود شفع صبغي (بيفالنت) و١٢ صبغي فردي (اونيفالنت).

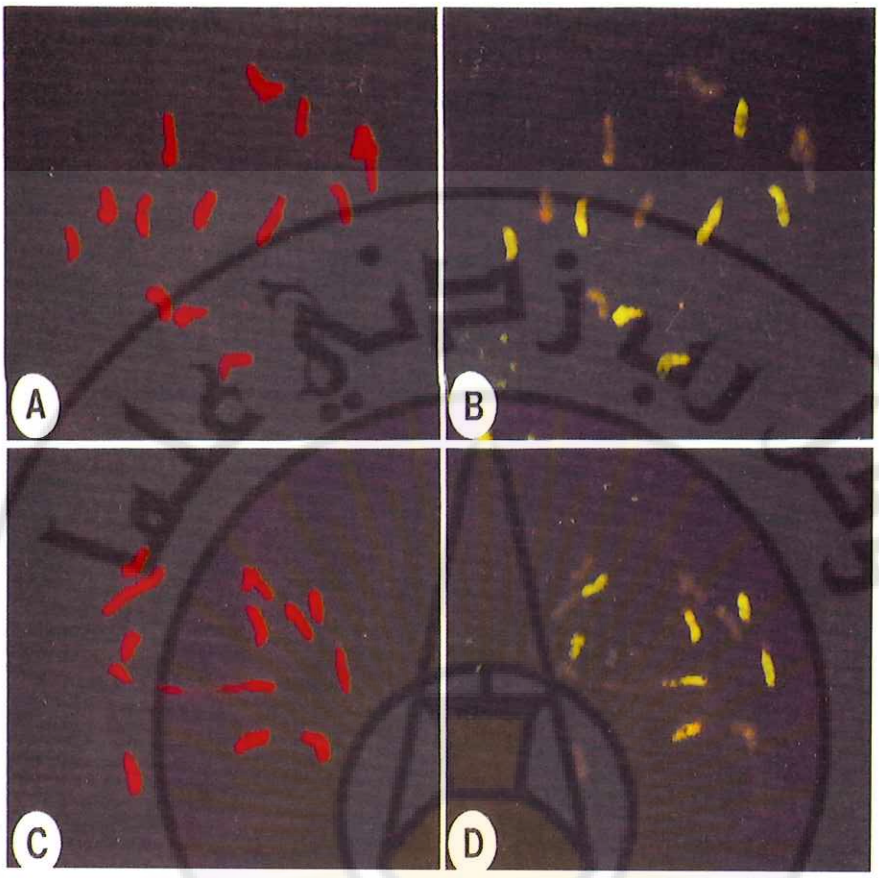


شكل ٦ – ٢ صبغيات القمح الصلب الاحادي (AB = 14) **بانعدام المورثة Ph1** :
لاحظ كثرة وجود الثنائيات الصبغية (بيفالنتات) على حساب الصبغيات الافرادية في الصور الثمان الموجودة . سجل الصيغة الصبغية لكل صورة ، موضحا عدد الثنائيات المفتوحة والمغلقة ، وعدد الاوليفالنتات ، بحيث يكون العدد الصبغي الكامل لكل صورة (١٤ صبغيا).

ويمكن توضيح التشافع وانعدامه بين الصبغيات الهوميولوغية العائـدة لجنوم القمح (A) وجنوم الدوسر Aegilops speltoides (B) باستعمال تقانة التلوين GISH (Genome in situ hybridization) (شكل ٦-٣).

أين تقع المورثة Ph_1 ؟

توجد هذه المورثة على الذراع الطويل من الصبغي الخامس للجنوم (B) أي (B5) . وبوجودها تمنع التشافع الهوميولوغي . واعلم أنه ليس لهذه المورثة طفرة كما هو الحال بالنسبة للمورثة sy فهي تعمل إما بوجودها، أو فقدانها من الصبغي الخامس للجنوم (B) ، خلافاً للمورثة sy التي تكون بشكلين نمط بري (تحقق التشافع المتماثل) ونمط طافر (تمنع التشافع غير المتماثل) .



شكل (٦-٣): تحليل تشافع الصبغيات بتقانة GISH في MI للقمح الصلب الأحادي (AB) بوجود المورثة Ph_1:

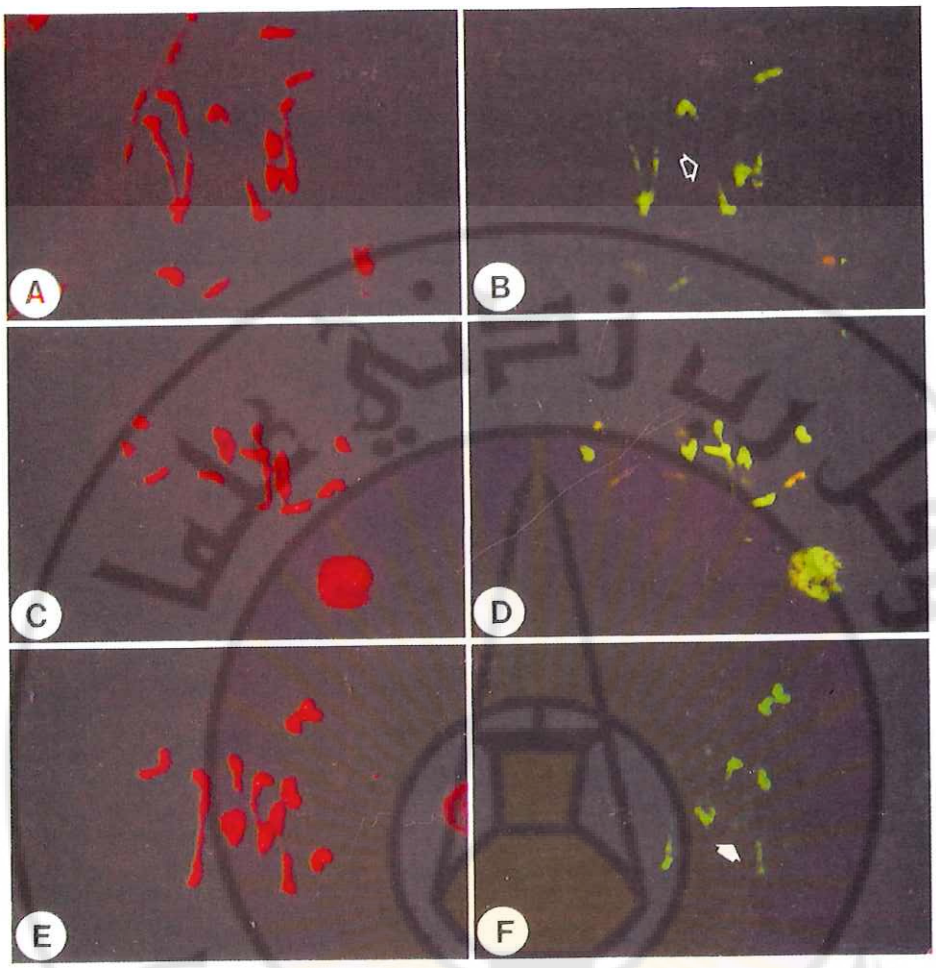
A_ خلية تحتوي (١٤) أونيفالينت (سبعة للجنوم A + سبعة للجنوم B) وهي ملونة بالأحمر فقط.

B_ الخلية السابقة نفسها حيث تم تلوين DNA جنوم القمح (A) بالأخضر وجنوم الايجلبس A . speltoides بالرمادي.

C_ خلية بوجود المورثة Ph_1 يلاحظ فيها بيفالنت واحد مفتوح و(١٢) أونيفالنت ملونة بالأحمر.

D_ الخلية السابقة نفسها حيث تم التلوين بالأخضر (الجنوم A) والرمادي (الجنوم (B)).

لاحظ أن البيفالنت يمثل تشافع هوميولوغي بين صبغي من A مع ذات الصبغي من B.



شكل (٦-٤): تحليل تشافع الصبغيات بتقانة GISH في الطور MI وبانعدام المورثة Ph_1 عند نبات القمح الصلب الأحادي.

- لاحظ كثرة البيفالنتات على حساب الاونيفالنتات في جميع الصور.
- لاحظ أن الصور (A, C, E) ملونة بالأحمر.
- لاحظ أن الصور (B, D, F) قد تم تلوينها بحيث أن DNA الجنوم (A) أخذ اللون الأخضر، و DNA الجنوم (B) أخذ اللون الرمادي.
- لاحظ أن التشافع شبه متماثلة (هوميولوغي) بين صبغيات من الجنوم A ومثيلتها من الجنوم B.

ثانياً _ الجانب العملي :

١_ أسماء النباتات الداخلة في التهجين، وجنوماتها :

١. قمح الخبز Triticum aestivum

2n = 6X = 42 والجنوم هو (**AABBDD**)

٢. عشبة Lophopyrum (Agropyrum) elongatum

2n 2X =14 والجنوم هو **(EE)**

٣. عشبة Thinopyrum bessarabicum

2n = 2X =14 أو 2n = 4X =28 والجنوم **(JJ)**

٤. عشبة Aegilops variabilis

2n = 4X = 28 والجنوم **(SSVV)**

٥. عشبة Thinopyrum curvifolium

2n = 4X = 28 والجنوم **($J_1J_1J_2J_2$)**

٦. القمح الصلب Triticum durum

2n = 4X =28 والجنوم **(AABB)**

٢_ متطلبات التجربة :

تأخذ كل مجموعة طلابية لوحتان تتضمن ست حالات وشريحة لاستخراج المطلوب من المجهر وهي.

أ_ لوحة تمثل التهجين الخلطي بصرف النظر عن وجود، أو غياب المورثة Ph_1 : تتضمن هذه اللوحة :

١. تهجين خلطي متوازن بين :

(JJ) Thi. Bess . × (EE) Loph. Elon . فيتشكل نبات رمزه

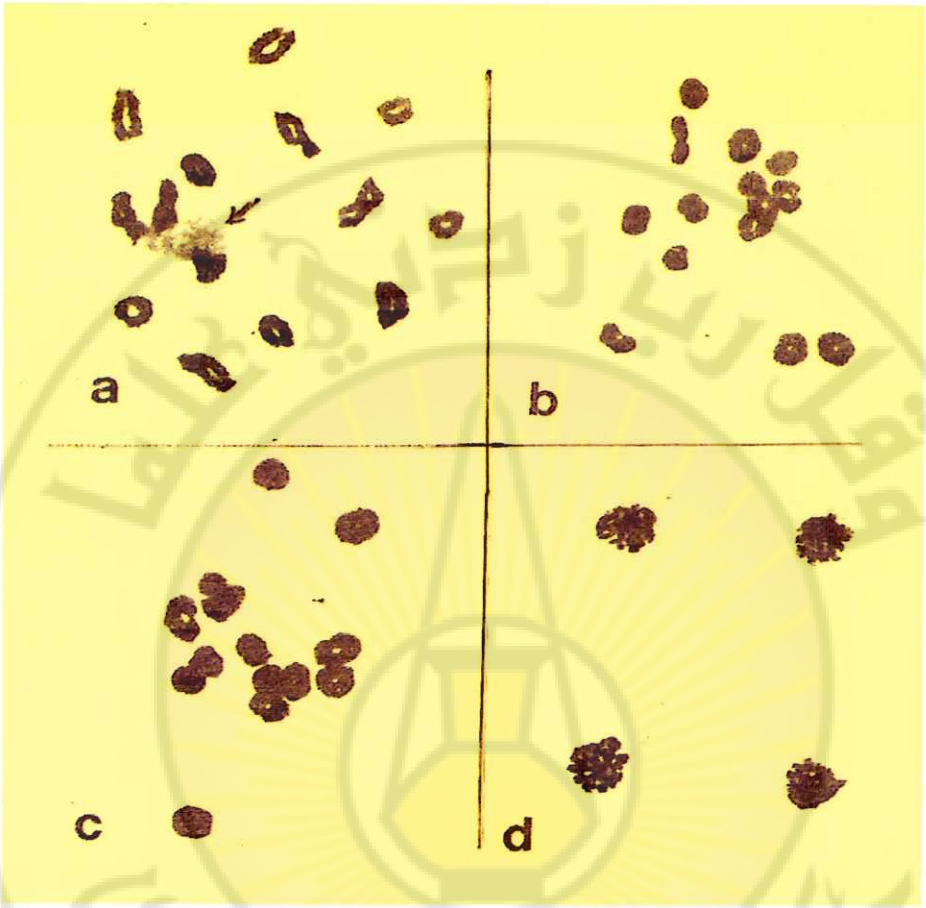
14 EJ = (7J) + (7E) عقيم وبالتضاعف يتحول إلى نبات خصب EEJJ(28) شكل (٦-٥).

٢. تهجين خلطي غير متوازن بين :

T.aes. (AABBD) × Aegilops variabilis (SSVV) فيتشكل نبات رمزه (14 ABD) + (7SV) = 35 ABDSV عقيم غير متوازن رمزه (شكل ٦-٦).

٣. تهجين خلطي غير متوازن جزئياً بين :

Loph. Elon (EE) × Thino . Bessa. (JJJJ) فيتشكل نبات رمزه (7 E) + (14 JJ) = 21 خصب جزئياً لتشافع صبغيات (JJ) شكل (٦-٧).



شكل(٦-٥)

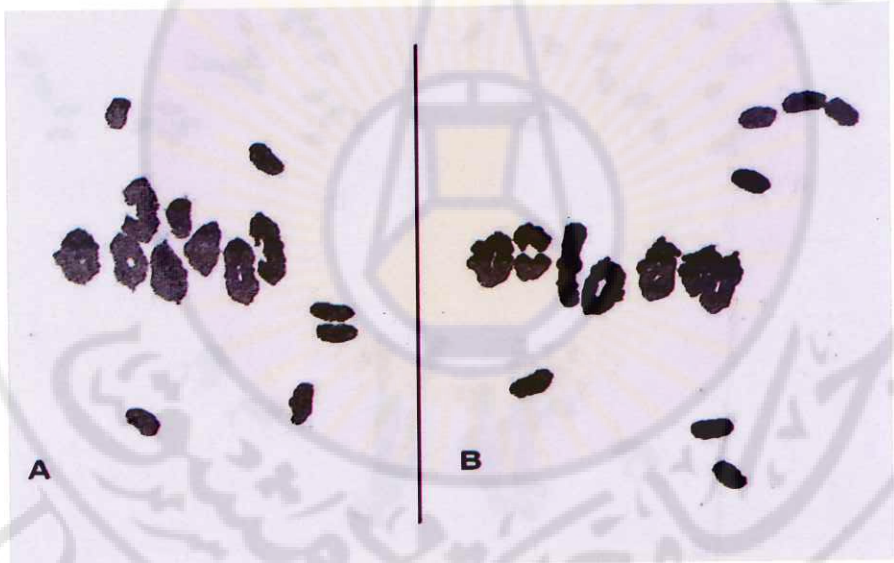
هجين خلطي متوازن بين . Loph. el (E E) و . Thin . bess (J J) في حالة التضاعف:

a- مرحلة التشتت (النوية عند السهم) . b- الطور الثاني MI.

c- الطور الثاني MI . d- الطور الرابع TI . سجل الصيغ الصبغية للحالات الأربع.

شكل (٦-٦)

هجين خلطي غير متوازن بين T. aes (AABBDD) و .Aeg . va (ssvv) في حالة عدم التضاعف: لاحظ وجود (٣٣) فرد صبغي + شفع صبغي واحد. فسر ذلك.



شكل (٦-٧)

هجين خلطي غير متوازن جزئياً بين Loph . el (EE) و Thi . bess الرباعي (JJJJ) في حالة عدم التضاعف. ادرس الحالتين (a) و (b) موضحاً الصيغة الصبغية للناتج مع التفسير (لاحظ وجود (٢١) صبغي في كل حالة).

ب_ لوحة تمثل التهجين الخلطي بوجود، أو غياب المورثة Ph_1 :

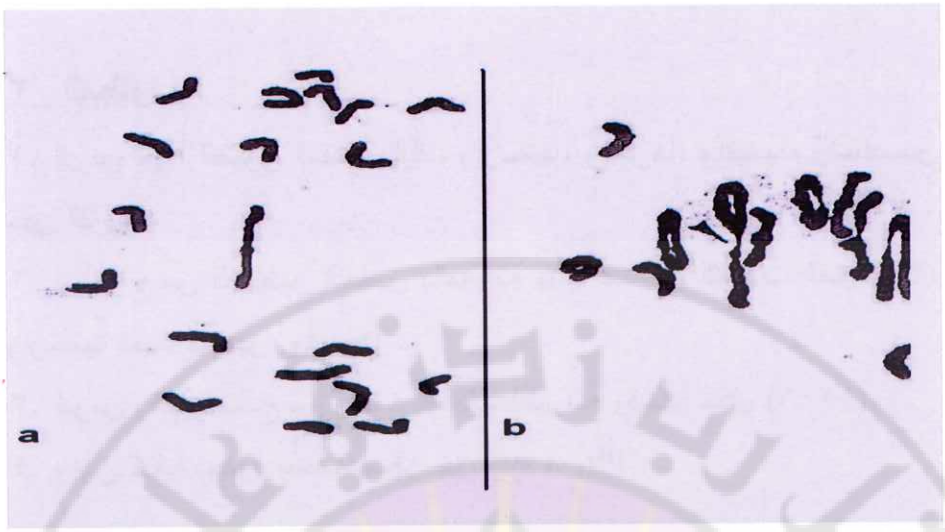
تتضمن هذه اللوحة :

١. تهجين القمح الصلب مع .Tino. Bessa (JJ + AABB) فنحصل على الهجين (ABJ = 21) شكل (٦-٨) .

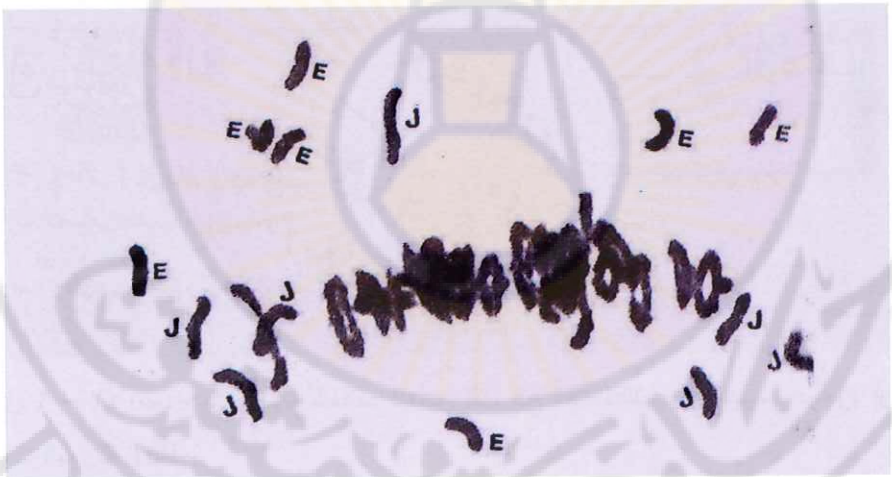
٢. القمح الطري الأحادي (ABD) (شكل ٦-٩) .

٣. تهجين القمح الطري حامل الجنوم (E) مع القمح الطري حامل الجنوم J (شكل ٦-١٠) .

شكل ٦-٨ التهجين بين القمح الصلب T.durum (AABB) و .Thi . bess (JJ) في حالة عدم التضاعف وذلك بوجود المورثة ph_1 (الحالتين (a) و(b)) وبانعدام المورثة ph_1 (الحالة c). اكتب المعادلة الصبغية لكل حالة. لاحظ وجود (٢١) صبغي في كل حالة.



شكل ٦-٩: صبغيات القمح الطري (قمح الخبز) .T.aes (AABBDD) الأحادي (بوجود ٢١ صبغي) وذلك في حالتي وجود المورثة ph_1 (الحالة a) وانعدام المورثة ph_1 (الحالة b). اكتب الصيغة الصبغية لهاتين الحالتين.



شكل ٦-١٠: التهجين بين القمح الطري الهجين (AABBDDJJ) مع القمح الطري الهجين (AABBDDEE) للحصول على هجين خلطي ثماني صيغة صبغية يضم (٥٦) صبغياً. وضح نتيجة التهجين وطريقة الحصول على الآباء من الأقماح الطرية.

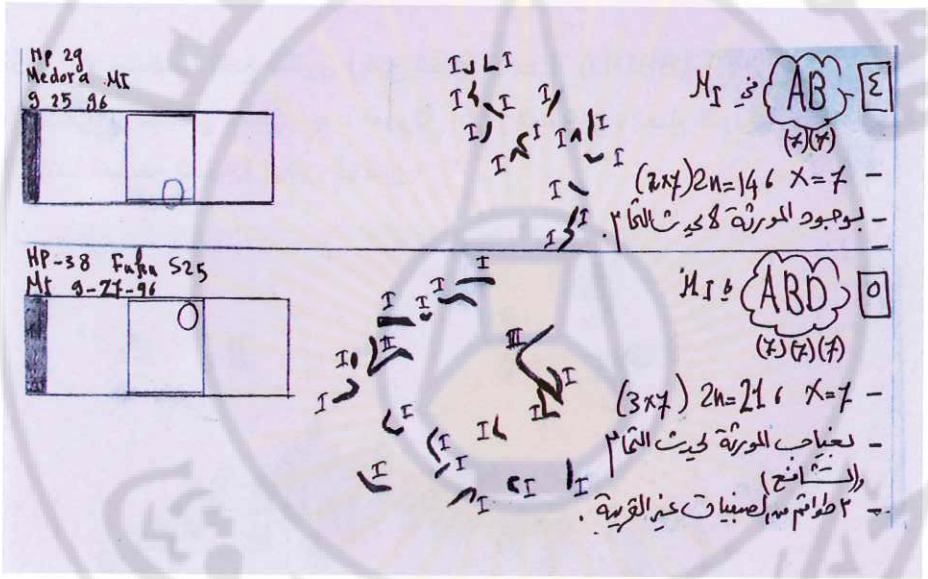
٣_ المطلوب :

١. ادرس جيداً الصور المقدمة إليك، وارسمها، وفسرها، وافهمها، واستفسر حين اللزوم .

٢. استخرج من المحضر الخاص بالمورثة Ph_1 عدد من الحالات المتنوعة، وارسمها تحت المجهر، وفسرها .

٣. ادرس بعض نماذج من رسوم الطلاب للشرائح وقيمّها شكل (٦-١٢).

٤. وازن كتابة بحدود بضعة أسطر بين sy_2 و Ph_1 .



شكل ٦ – ١٢ نموذج من رسوم الطلاب لبعض الشرائح العائدة للتهجين الجنومي بوجود أو غياب المورثة Ph1 .

* * *

القسم السابع
تحديد زمن الدارة الانقسامية بطريقة الكولشيسن

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أولاً – التوضيح النظري :

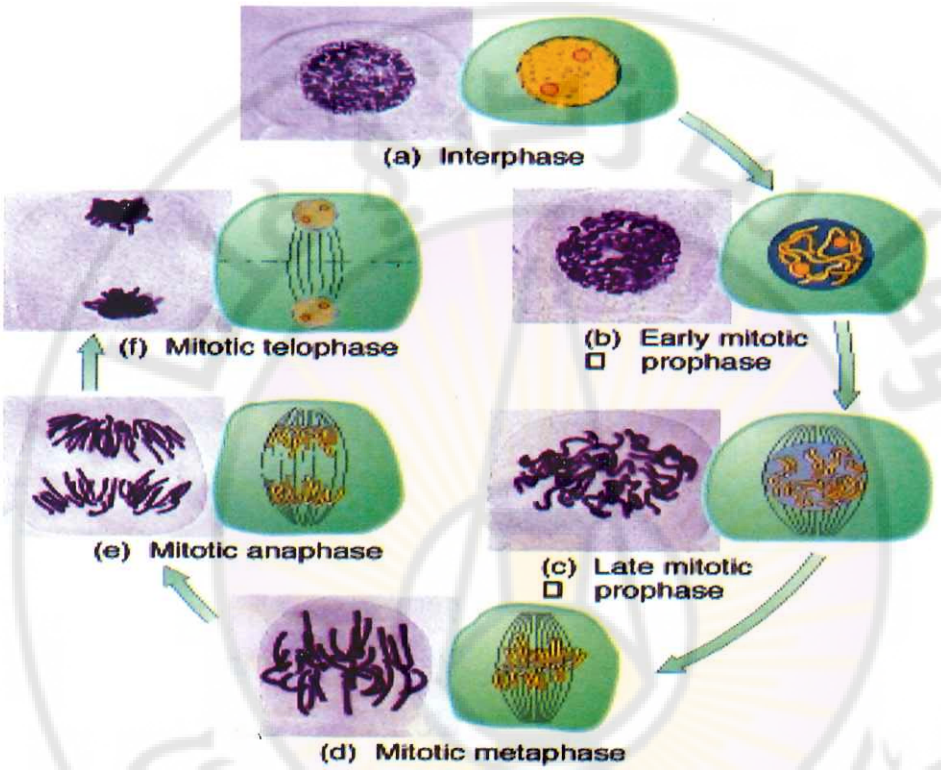
١. أطوار الانقسام الخيطي في ساحة المجهر :

يحصل الانقسام الخيطي في المناطق المرستيمية (وخاصة نهايات الجذر) وقمم السوق والفروع وأطراف الأوراق الفتية وينتمي إلى إحدى الآليات البيولوجية الهامة لارتباطه الوثيق بنقل المعلومات الوراثية ، ولهذا السبب يحوز على اهتمام علماء الخلية الوراثيين والباحثين في مجال الانتخاب والتحسين الوراثي . ويمثل الانقسام الخيطي النمط المعقد الذي يصيب الخلايا الجسمية بالدرجة الأولى، ويلعب هذا الانقسام من وجهة النظر الوراثية دوراً مهماً، لأنه يوفر التوزيع الدقيق والعادل للمورثات إلى الخليتين البنتين الناتجتين عن الانقسام . ويمكن تمييز أربعة أطوار بالإضافة إلى الطور البيني، الذي يمثل المرحلة الواقعة بين انقسامين متتاليين وإننا لن ندخل في تفاصيل هذه الأطوار، وإنما سنتحدث عن كيفية تمييزها مجهرياً بشكل دقيق (شكل ٧-١).

يضم الطور البيني Interphase القسم الأكبر من الخلايا المدروسة، التي تبدو نواها تحت المجهر الضوئي شديدة الاصطباغ كروية الشكل تقريباً، وتتوضع بداخلها نويات لا تتعشق الأصبغة مطلقاً . ومن السهل التعرف على خلايا الطور البيني مجهرياً، لأنه يضم جميع الخلايا التي لا تظهر فيها الخيوط الصبغية ، علماً بأن المجهر الألكتروني يؤكد وجودها في هذا الطور، لا بل وبشكلها المضاعف في مرحلة تركيب الـ DNA (المرحلة S) .

وبالنسبة **للطور الأول Prophase** يمكن تمييزها أشكال مختلفة تتوافق مع درجة تلولب الصبغي . وهكذا يزداد ثخن الصبغيات بزيادة تلولبها . وتبدو النواة في المراحل الأولى مماثلة تقريباً بشكلها الخارجي لنواة الطور البيني، إنما يلاحظ بدء تشكل خيوط صبغية رفيعة جداً، وملتفة على بعضها بشكل

((كبة الخيطان)) أما في المراحل المتقدمة التي تقترب منها الخلية من الطور الثاني، فتبدو الخيوط الصبغية أكثر وضوحاً بسبب زيادة التلولب .



شكل ٧ – ١ أطوار الانقسام الخيطي (الأول ، الثاني، الثالث، الرابع) مع الطور البيني في النسيج النباتي: يمثل اللون الأخضر والأصفر الجانب النظري ، ويمثل اللون البنفسجي الأطوار كما تشاهد في المجهر.

والمعروف أنه لا يمكن إحصاء عدد الصبغيات في هذا الطور لتـــشابك الخيوط، وتداخلها مع بعضها بعض.

وفي **الطور الاستوائي Metaphase** تبدو الصبغيات ثخينة مداخلة ومتوضعة بشكل خطي في مركز الخلية إذا كان المنظر من الجانب . أما إذا كان المنظر قطبياً فإن الصبغيات تملأ جوف الخلية، ويمكن في هذه الحالة إحصاء العدد الصبغي بشكل تقريبي .

أما **طور الهجرة Anaphase** فإنه يبدو منذ انشطار الجزيئات المركزية، وتدافع الصبغيات (التي أصبحت صبغيات كاملة) . ويمكن تمييزه مجهرياً بهيئة هرمين متقابلين بقاعدتهما من الصبغيات والتي تشبه خيوط المغزل . ولا يلبثان أن يتباعدا في أواخره نظراً لانسحاب الصبغيات إلى القطبين .

وأخيراً يمكن تمييز **الطور النهائي Telophase** تحت المجهر بوجود كتلتين شديدتي الاصطباغ في قطبي الخلية، وقد يلاحظ بداية ظهور حاجز في وسطها . أما الطور الرابع المتأخر فيتوضح بوجود خليتين لكل منهما نواة كاملة مستديرة، إلا أنها أصغر حجماً من نواة الخلية الأم . ويفضل بالنسبة للدراسات الإحصائية ألا يحسب الطور النهائي المتأخر من أطوار الانقسام حرصاً على صحة النتائج، نظراً لدخول خلاياه في الطور البيني .

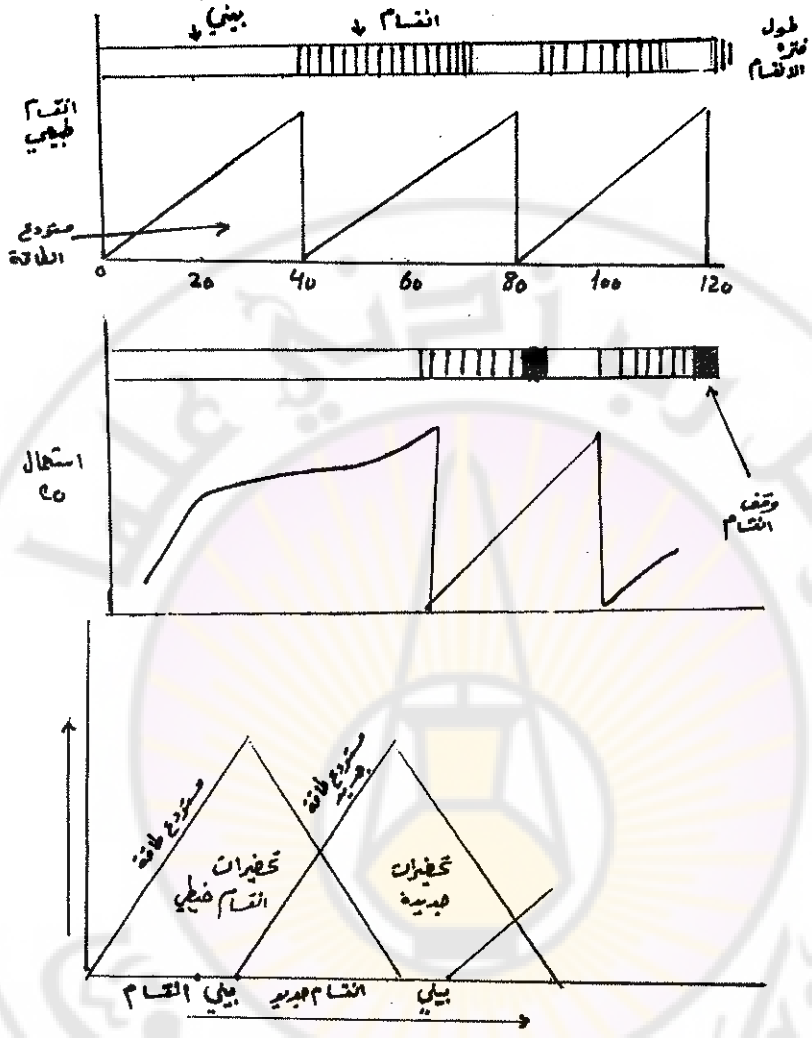
٢_ الأسباب المفترضة لحدوث الانقسام :

إن الأسباب المباشرة التي تحث الخلايا على الانقسام غير واضحة تماماً .

ومن المرجح أن هذه الظواهر الحيوية تنحصر في عرقلة العلاقة النووية السيتوبلاسمية . وهكذا تتناقص هذه العلاقة بزيادة حجم السيتوبلاسما في الخلية المستعدة للانقسام وبذلك تصبح النواة بعيدة عن حالة تنظيم العمليات

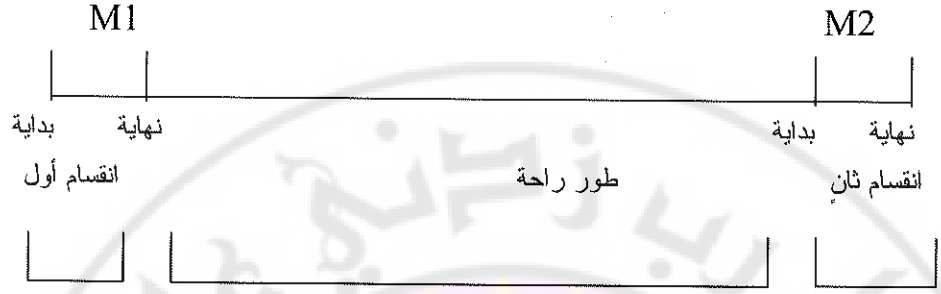
الخلوية الأمر، الذي يؤدي إلى إعطاء دفعة، أو(صدمة) للشروع بالانقسام . لقد تبين أن الخلية المرستيمية الموجودة في الطور البيني تضم (مستودعاً) للطاقة، يمتلئ تدريجياً أثناء هذا الطور الطويل نسبياً ، ثم يبدأ بإفراغ طاقته أثناء الانقسام الخيطي القصير نسبياً ، وهكذا تستمر عملية الإملاء والإفراغ، ويسير الانقسام الخيطي بشكل طبيعي ومتواتر ما لم تقع الخلايا تحت فعل مؤثرات مختلفة . ويشبه البعض بدء الانقسام بعد ملء مستودع الطاقة في الخلية المنقسمة بانطلاق الرصاصة من البندقية المجهزة تجهيزاً كاملاً بمجرد الضغط على الزناد .

ويرتبط الاستمرار الزمني لأطوار الانقسام الخلوي (الميتوز) بالدرجة الأولى بإحداث خلل على مستودع الطاقة . وهكذا إذا جرت عملية تعطيل هذا المستودع بمؤثر ما (سام مثل الكولشيسن) خلال الطور الأول prophase أي: بعد نقطة اللارجوع، فإن ملء المستودع يحتاج إلى فترة تعويض تظهر كامتداد في فترة الطور البيني الذي يليه، وذلك وفق المخطط الآتي : (شكل ٢-٧).



شكل ٧-٢ مخطط يوضح مستودع الطاقة في الانقسام الطبيعي (أعلى)
وغير طبيعي بوجود المؤثرات عليه (في الأسفل)

وهكذا يسمى الفاصل الزمني بين نهاية انقسام خلوي أول، ونهاية انقسام خلوي ثان بالدارة، أو الحلقة الانقسامية، كما في المخطط الآتي :



يتأثر الانقسام الخيطي وزمن حصوله بعوامل كثيرة، بعضها ذو علاقة بالنسيج الذي يحصل فيه ، وبعضها بالوظيفة التي يؤديها النسيج، أو بالعوامل الخارجية المؤثرة على الخلايا المنقسمة مثل، الحرارة، والبرودة، والضوء، والرطوبة ...إلخ . وبشكل عام لوحظ أن زمن الميتوز يتراوح من /٣٠/ دقيقة إلى /٣/ ساعة ، والطور البيني هو الأطول زمناً، ويعادل (١٠-٢٥) مرة أكثر من الانقسام الخيطي .

٣_ طريقة تحديد زمن أطوار الانقسام الخيطي :

لتحديد الاستمرار الزمني للأطوار الأربعة للانقسام الخيطي mitosis في الخلايا المثبتة، نلجأ إلى طرق عديدة من أشهرها :

- طريقة تعريض الجذور للأشعة، التي تعرقل سير الانقسامات، وتوقفها بعد مرور فترة زمنية محددة.
- طريقة المعالجة بالكولشسين الذي يوقف الانقسامات في الطور الاستوائي metaphase

- طريقة حساب الزمن النسبي، أي: يتناسب زمن كل طور مع مقدار النسبة المئوية لوجوده.

ولتحديد زمن الأطوار بطريقة المعالجة بالكولشيسين نحقق الخطوات الآتية :

أ- تصنيع المحضرات اللازمة :

يزرع البصل أو الفول أو غيره ليعطي جذوراً، بحيث يكون لدينا نحو ١٠٠ جذر ، ثم تثبت بكارنوا (٣ أجزاء كحول ٩٥% و/١/ جزء من حمض الخل) وتحفظ بالكحول ٧٠% من $\frac{1}{2}$ سا : إلى ١٢ ساعة . وهذه هي محضرات التجربة الشاهدة .

أما محضرات التجربة المعالجة فيستخدم فيها الكولشيسين بهدف إعـــاقـــة الانقسام، كونه يقطع خيوط المغزل، ويوقف الانقسامات عند الطور الاستوائي .

عندما تنمو جذور البصل (أو الجذور النباتية الأخرى) تغمس بالكوليشسين تركيز (٠,٠١-٠,٢) % ، ثم تثبت وفقاً لما يأتي :

- تثبت ١٠جذور بعد ساعة من المعالجة بالكوليشسين .
- تثبت ١٠جذور بعد ساعتين من المعالجة بالكوليشسين .
- تثبت ١٠جذور بعد ٣ ساعات من المعالجة بالكوليشسين .
- تثبت ١٠جذور بعد ٤ ساعات من المعالجة بالكوليشسين .

طريقة التثبيت : تقص الجذور الموضوعة في فترات مختلفة في مـــــادة الكوليشسين، ثم توضع في محلول كارنوا لمدة ١٠ ساعات، وتوضع بعد غسلها بالماء في الكحول ٧٠% لحين الدراسة .

بعد ذلك تلون وتصنع منها محضرات هرس بحدود ١٠ محضرات من كل نموذج، أي ٤٠ شريحة للمعالجة، ونحو ٢٠ شريحة للشاهد، ويكتب على كل شريحة المعلومات المناسبة.

ب_ تحديد قرينة الانقسام Mitotic index في التجربة الشاهدة :

يتم تحديد قرينة M.I في المحضرات السابقة (غير المعالجة) بإحصاء عدد خلايا الطور البيني، وعدد الأطوار المنقسمة . ويجب أن تتمتع هـــــذه المحضرات بمواصفات جيدة من حيث توفر الانقسامات، وتلوينهـــا الجـــيد، وعدم توضع الخلايا فوق بعضها بعض. ولتسهيل العمل في تحديد M.I نلجأ إلى كتابة جدول مشابه للنموذج الآتي :

نموذج لجدول يوضح طريقة حساب قرينة الانقسام M.I في التجربة الشاهدة

أطوار الدارة الانقسامية	العدد المطلق للخلايا	العدد الوسطي للخلايا من/١٠٠/ خلية	قرينة الانقسام % MI
الطور البيني			
الطور الأول			
الطور التالي			
طور الهجرة			
الطور النهائي			
المجموع			

فإذا فرضنا أننا ندرس الانقسام في نهايات جذور الفول Vicia faba ، وكانت قرينة الانقسام في التجربة الشاهدة تساوي ١٢,٦٤% (لدى حسابها من الجدول السابق) فإنه يجب حساب قيمة الارتياب من العلاقة : $m = \pm\sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$

حيث :

P_ مقدار قرينة الانقسام .

n _ العدد الكلي للخلايا المدروسة (فرضاً ٥٤١٣ خلية) وهكذا نجد في مثالنا:

$$m = \pm\sqrt{\frac{12.64(100-12.64)}{5413}} = \pm 0.45$$

وبالنتيجة فإن قرينة الانقسام في خلايا نهايات جذور الفول بالشروط غير التجريبية (الشاهدة) تساوي ١٢,٦ ± ٠,٤٥ وتجدر الإشارة إلى أنه كلما كان عدد الخلايا المدروسة أكبر كان الخطأ أقل، وكانت النتائج أكثر صحة .

ج_ تحديد النسبة المئوية للطور الاستوائي في التجربة المعالجة بالكولشيسين:

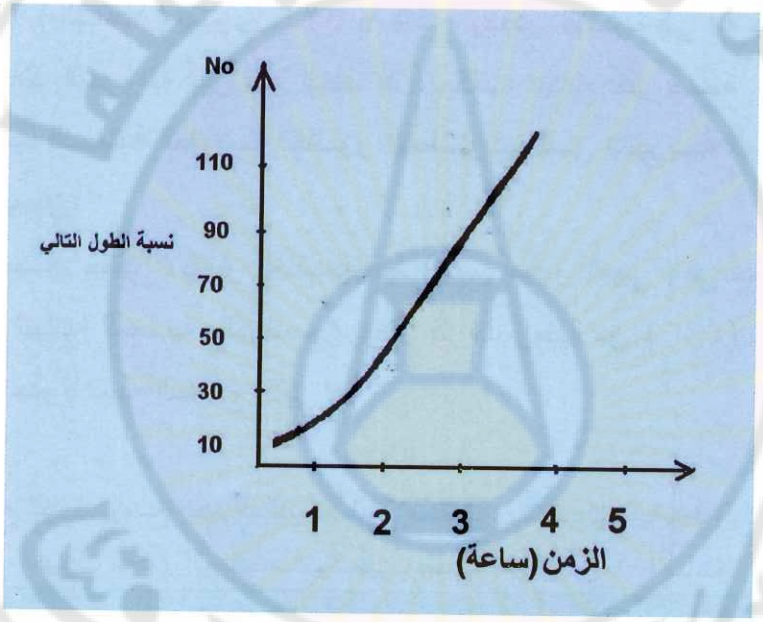
نقوم بإحصاء خلايا الأطوار المنقسمة فقط (دون الطور البيني) في محضرات الجذور النباتية المعالجة بالكولشسين خلال فترات زمنية من (١-٤) ساعة، ونسجل جدولاً يشبه النموذج الآتي :

نموذج لجدول يوضح العدد المطلق للأطوار المنقسمة، والنسب المئوية للطور التالي في نهايات الجذور المعالجة بالكولشسين ربطاً مع الزمن من ١-٤ ساعة

ساعة بعد المعالجة بالكولشسين	العدد المطلق لأطوار الانقسام الخيطي (دون راحة)				النسبة المئوية لخلايا الطور الاستوائي
	Pr..	met	Aan.	Tel.	مجموع
١					
٢					
٣					
٤					

بعد ذلك نرسم الخط البياني المناسب، بحيث نضع على محور السينات الزمن (١-٤ ساعة)، وعلى محور العينات النسبة المئوية للطور الاستوائي (شكل ٧-٣).

فإذا أشار الخط البياني إلى تزايد خلايا هذا الطور، فإننا نستطيع استخراج قرينة الانقسام للجذور المعالجة بالكولشيسين من الساعة /٣/ أو /٤/ بعد المعالجة .



(شكل ٧-٣) – تزايد خلايا الطور الثاني Metaphase بزيادة زمن المعالجة بالكولشيسين

د_ تحديد قرينة الانقسام M.I في التجربة المعالجة بالكولشيسين :

بعد أن تم إثبات تزايد نسبة الطور الاستوائي على حساب باقي أطوار الانقسام، فهذا يشير إلى عرقلة الكولشيسين للانقسامات، وإيقافها عند هذا الطور . ولذلك نلجأ إلى حساب قرينة الانقسام في الجذور المعالجة بالكولشيسين لمدة /٣/

ساعة تمهيداً لتطبيق العلاقة الرياضية المناسبة . وللوصول إلى هـذا الهـدف نسجل الجدول الآتي:

جدول (نموذج لجدول يوضح طريقة حساب قرينة الانقسام M.I فـي التجربـة المعالجـة بالكولشيسين)

أطوار الدارة الانقسامية	العدد المطلق للخلايا	العدد الوسطي للخلايا من/١٠٠/ خلية	قرينة الانقسام Imts (%)
الطور البيني			
الطور الأول			
الطور التالي			
طور الهجرة			
الطور النهائي			
المجموع			

فإذا فرضنا أن قرينة الانقسام في نهايات جذور الفول المعالجـة بالكولشيـسين لمدة /٣/ ساعة هي ١٦,٨٥% وهي أكثر من مثيلتها في التجربة الشاهدة التي كانت (١٢,٦٤%) وهذا يعود إلى كثرة خلايا الطورين الأول والثاني ، فإننا نحسب قيمة الارتياب من العلاقة ذاتها بفرض أن n= 5602 فنجد :

$$m = \pm\sqrt{\frac{p(100-p)}{n}} = \pm\sqrt{\frac{16.85(100-16.85)}{5602}} = \pm 0.50$$

هـ_ استخراج زمن مجمل الانقسام، وزمن كل من أطواره الأربعة :

بعد أن تم حساب قيمة قرينة الانقسام لدى كل من نهايات الجذور في التجربة الشاهدة، وقيمتها في التجربة المعالجة بالكولشيسين . يمكن حساب زمن الانقسام من علاقة ديوستين Dustin ١٩٥٩ الآتية :

$$Tm = \frac{\text{Im}}{\text{Im}\,ts}.t$$

حيث :

Tm– الاستمرار الزمني للانقسام الخيطي Mitosis

Im – قرينة الانقسام Mitotic Index في التجربة الشاهدة .

Imts – قرينة الانقسام بعد تأثير الكولشيسين .

t – زمن معالجة الجذور بالكولشيسن (بالدقائق) .

ومنه : $Tm = \frac{\text{Im}}{\text{Im}\,ts}.t = \frac{12.64}{16.85}.180 = 135$

وبذلك فإن مدة الانقسام الزمني تعادل حوالي ساعتين و /٢٥/ دقيقة في نهايات جذور الفول .

ومن التجربة الشاهدة حيث افترضنا أن قرينة الانقسام تساوي ١٢,٦٤ % وبفرض أنها موزعة على النحو الآتي : الطور الأول ٦,٦٨% ، والطور الثاني ٢,٢٩%، طور الهجرة ١,٥٧% ، الطور النهائي ٢,١٠% فإننا نستطيع تحديد زمن كل طور على حدة، وذلك كما يأتي :

كل ١٢,٦٤ خلية توافق ١٣٥ دقيقة .

١ خلية س ومنه س= ١٠,٦٨ دقيقة

وعليه : استمرار الطور الأول ٦,٦٨ × ١٠,٦٨ = ٧١,٣ دقيقة

استمرار الطور الثاني ٢,٢٩ × ١٠,٦٨ = ٢٤,٤ دقيقة

استمرار طور الصعود ١,٥٧ × ١٠,٦٨ = ١٦,٨ دقيقة

استمرار الطور النهائي ٢,١٠ × ١٠,٦٨ = ٢٢,٥ دقيقة

المجموع ١٣٥ دقيقة

و_ حساب زمن الطور البيني، ورسم مخطط زمن الدارة الانقسامية :

لحساب الاستمرار الزمني للطور البيني Interphase نلجأ إلى العلاقة التالية :

$$Ti = \frac{Ni}{Nm} \cdot Tm$$ حيث :

Ti_ الاستمرار الزمني للطور البيني .

Ni_ النسبة المئوية للخلايا غير المنقسمة في التجربة الشاهدة .

Nm_ النسبة المئوية للخلايا المنقسمة في التجربة الشاهدة .

Tm_ الاستمرار الزمني للانقسام (بالدقائق) .

وهكذا نجد في مثالنا المفترض السابق :

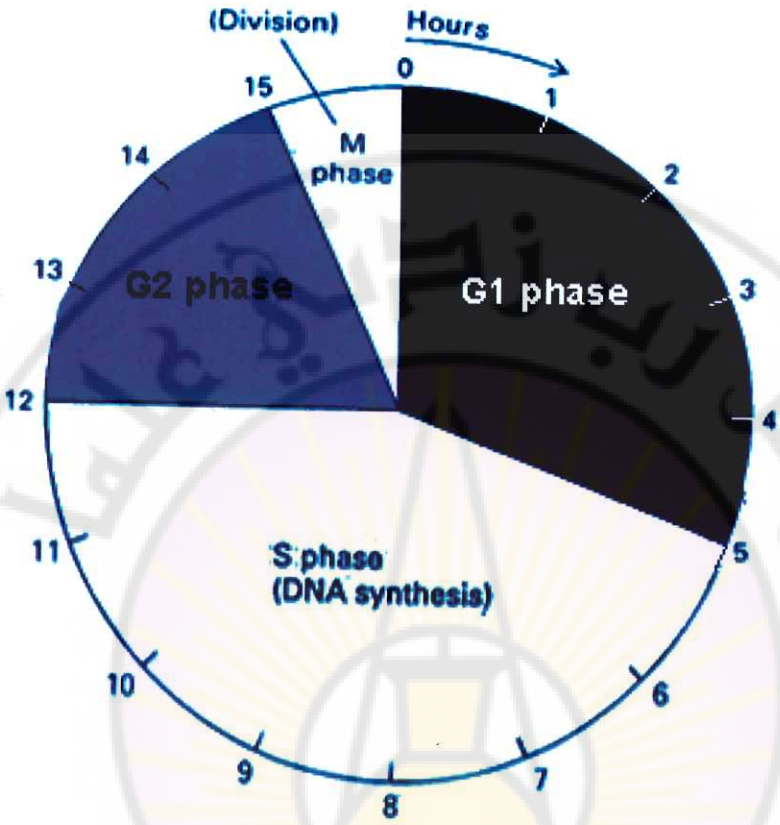
$$Ti = \frac{100 - 12.64}{12.64} \times 135 = 933$$

وبالتالي فالاستمرار الزمني لأطوار الدارة الانقسامية المفترضة بكاملها:

T= Ti + Tm = 933 + 135 = 1068 دقيقة

أي: ما يعادل (١٧) ساعة و(٨) دقيقة .

ولتحديد المراحل الثلاث للطور البيني وهي G_1، S، G_2 نلجأ إلى طريقة التسجيل الشعاعي الذاتي Autoradiography التي تعتمد على استعمال التيمين الموسوم بالتريتيوم، ثم نطبق علاقة كواستلر Quastler ١٩٥٥ (شكل ٧-٤).



شكل ٧ – ٤ مخطط يوضح الدارة الانقسامية Mitotic cycle :

لاحظ الانقسام الخيطي (M) الذي يضم أربعة أطوار ، أما الطور البيني (Interphase) فيضم ثلاثة مراحل وهي: G1 ، S ، G2 . تشير الأرقام إلى زمن الدارة مقدرا بالساعة.

ثانياً – الجانب العملي :

١ –متطلبات التجربة :

– شرائح هرس جاهزة تمثل أطواراً انقسامية لجذور غير معالجة (شاهده) الفول، أو البصل، أو غيرها من النباتات.

- شرائح هرس جاهزة تمثل أطواراً انقسامية لجذور معالجة بالكولشيسين لمدة: ساعة ، ساعتين ، ثلاث ساعات ، أربع ساعات.
- صور تمثل أطوار الانقسام الخيطي للمساعدة في تمييز الأطوار تحت المجهر

ملاحظة : توزع هذه الشرائح و الصور على مجموعات الطلاب بتنسيق مدروس.

٢-المطلوب عمله :

أ- تقوم كل مجموعة طلابية بالتعرف على الأطوار الانقسامية تحت المجهر بالاستعانة بالصور ، ثم تحصى الخلايا المطلوب إحصاؤها (منقسمة أو غير منقسمة أو كليهما) وتسجل الجداول الخاصة بالمجموعة على دفاتر طلابها.

ب- تقوم كل مجموعة طلابية بتسجيل الجداول المتحصل عليها في مكانها المناسب في الجداول المشتركة للفئة .

ت- تقوم الفئة برسم الخط البياني؛ الذي يشير إلى تزايد الطور الاستوائي للجذور المعالجة بالكولشيسين ربطاً مع زمن المعالجة (من ١- ٤ ساعة).

ث- تقوم الفئة بحساب الاستمرار الزمني للانقسام، ولكل طور من أطواره الأربعة، وتناقش النتيجة .

ج- يسجل كل طالب من الفئة جميع الجداول و المعطيات الواردة في الجلسة.

ح- يرسم كل طالب الدارة الانقسامية، ويضع على كل طور في الرسمة الرقم الذي يشير إلى زمن استمراره (بالدقائق).

٣- الجداول المطلوبة :

كي نصل إلى الجداول الواردة في التوضيح النظري، والخاصة بتحديد قرينة الانقسام عند كل من التجربة الشاهدة ، و التجربة المعالجة بالكولشيسين؛ فإننا نسجل نماذج الجداول المطلوب تعبئتها أثناء الجلسة، وهي :

نموذج لجدول التجربة الشاهدة لأطوار الانقسام مع الطور البيني

رقم مجموعات الطلاب	عدد الطلاب	عدد مساحات الرؤية	طور الراحة	عدد الخلايا في الأطوار المنقسمة				مجموع الخلايا المدروسة
				pr	M.	A.	T.	مجموع
المجموع								
النسبة المئوية لكل طور								%١٠٠
قرينة الانقسام M.I.								

نموذج لجدول التجربة المعالجة بالكولشيسين لمدة (٣) ساعات مع الطور البيني

رقم مجموعات الطلاب	عدد الطلاب	عدد مساحات الرؤية	طور الراحة	عدد الخلايا في الأطوار المنقسمة				مجموع الخلايا المدروسة
				pr	M.	A.	T.	مجموع
المجموع								
النسبة المئوية لكل طور								%١٠٠
قرينة الانقسام M.I.								

نموذج لجدول إحصاء النسبة المئوية لخلايا الطور الاستوائي خلال (٤) ساعات من المعالجة بالكولشيسين.

عدد الساعات بعد المعالجة	أطوار الانقسام الخيطي دون طور الراحة					النسبة المئوية للطور الاستوائي
	pro	Met	Ana	Tel	مجموع	
١						
٢						
٣						
٤						

ملاحظة: ويتم المحضرات على المجموعات الطلابية لملء هذا الجدول بالتنسيق مع المشرفين

جامعة دمشق Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

القسم الثامن
دراسات حول حبات الطلع

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أولاً – الجانب النظري:

١-مقدمة :

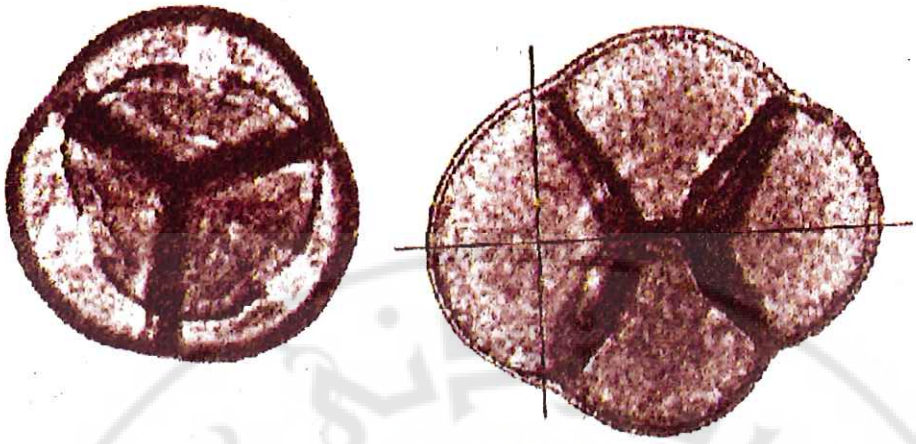
تشكل دراسة حب الطلع عند النباتات أهمية كبيرة على جميع المستويات : الوراثية و الزراعية و البحثية و المستحاثية ، و لحب الطلع في النباتات العسلية (التي يزورها النحل لإنتاج العسل) أهمية خاصة في إنتاج العسل ، و في العلاج الطبي ، و في الغذاء و الصحة العامة و غيرها .

كما إن دراسة مورفولوجية و قياسات حبات الطلع سواء كانت مأخوذة من نباتات حية، أو من العسل أو من المعشبات، أو من المستحاثات، تشكل أهمية كبيرة في مجال الإنتاج النباتي.

٢-مورفولوجية و أشكال حبات الطلع:

تتصف حبات طلع مغلفات البذور بقياسات صغيرة ، و أشكال مختلفة ، و غلاف متعدد الطبقات يحمل ثقوبا و اثلاما . أما الحبات في النباتات ريحية التأبير فهي صغيرة، جافة، كثيرة الثقوب، كثيرة العدد. وفي النباتات حشرية التأبير إما أن تكون ضخمة (٢٥٠ مكرو متر)، أو ناعمة جداً (٥ مكرو متر)، لزجة، مزودة برسومات و ثقوب كثيرة.

للحبة محور قطبي عمودي يقسمها إلى نصفي كرتين ، و محور استوائي يتعامد مع المحور القطبي (شكل٨-١) ، و يتساوى طول المحورين في الحبات الكروية، و إذا كان المحور القطبي اقصر من الاستوائي فتكون الحبة إهليلجية أو مفلطحة الشكل. و غالبا ما يكون المحور القطبي في ثنائيات الفلقة أطول من المحور الاستوائي أو مساويا له ، و بذلك ترتبط أشكال حبات الطلع مع نسبة هذين المحورين (شكل ٨-٢).



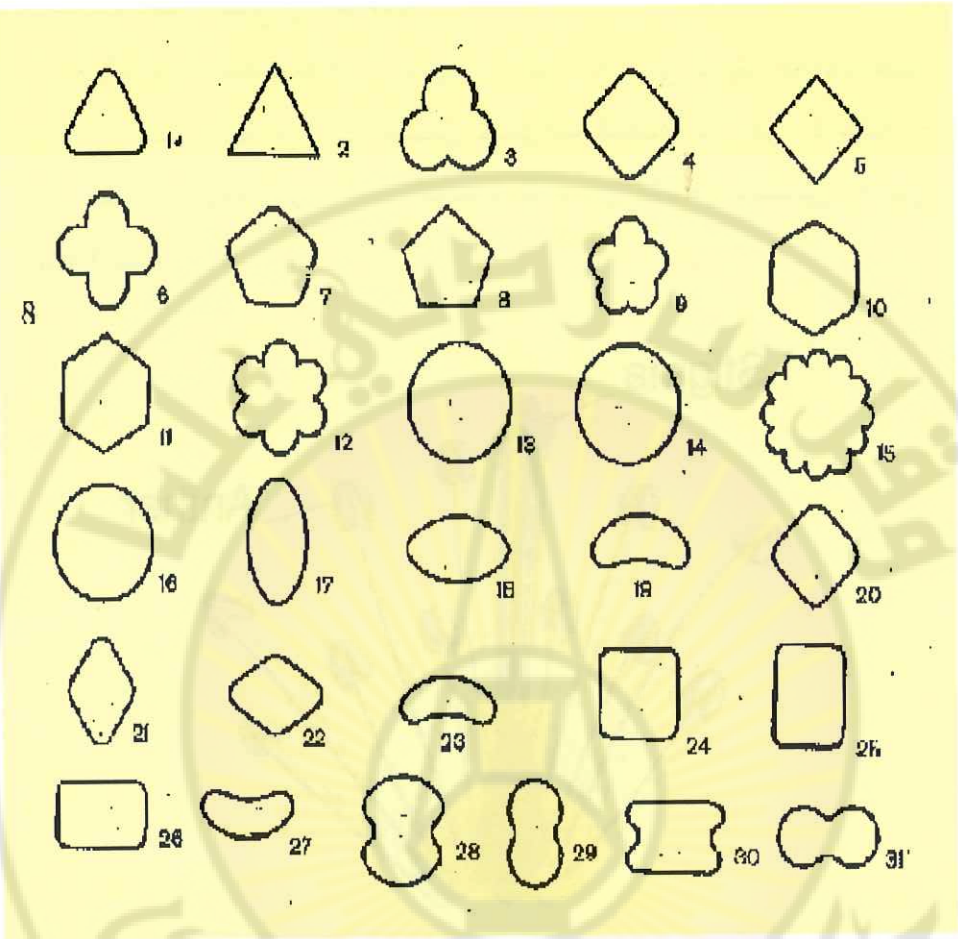
شكل ٨ – ١ (١) المحور الاستوائي يتعامد مع المحور القطبي لإحدى حبات الطلع في الرباعية . (٢) رباعية حبة الطلع من منظر علوي.

٣- قياسات حبات الطلع:

توضع حبات الطلع حسب قياسات أقطارها في (٦)مجموعات و لا تدخل النتوءات (الأشواك) والتزيينات في قياس حبة الطلع وهي :

وصف الحبة	قياس الحبة (ميكرو متر)
ناعمة جدا	حتى 10 m .m
ناعمة	من 10 – 25 m . m
متوسطة	من 25 – 50 m . m
ضخمة	من 50 – 100 m . m
ضخمة جدا	من 100 – 200 m . m
عملاقة	أكثر من 200 m . m

و يوضح (الشكل ٨-٣) أعضاء التكاثر في الزهرة المذكرة و التي تعطي حبات الطلع و المدقة التي يسقط عليها حب الطلع بهدف الإلقاح.



شكل ٨-٢ أشكال حبات الطلع ربطاً مع محوريها:

من ١ – ١٥ حبات طلع قطبية . من ١٦ – ٣١ حبات طلع استوائية .

١- ٤-٧ -١٠ مدورة الزوايا ، ٢- ٥- ٨-١١ زواياها حادة

٣- ٦ – ٩- ١٢- ١٥ عنفيه أو مجدافيه ، ١٣- ١٤- ١٦ كروية

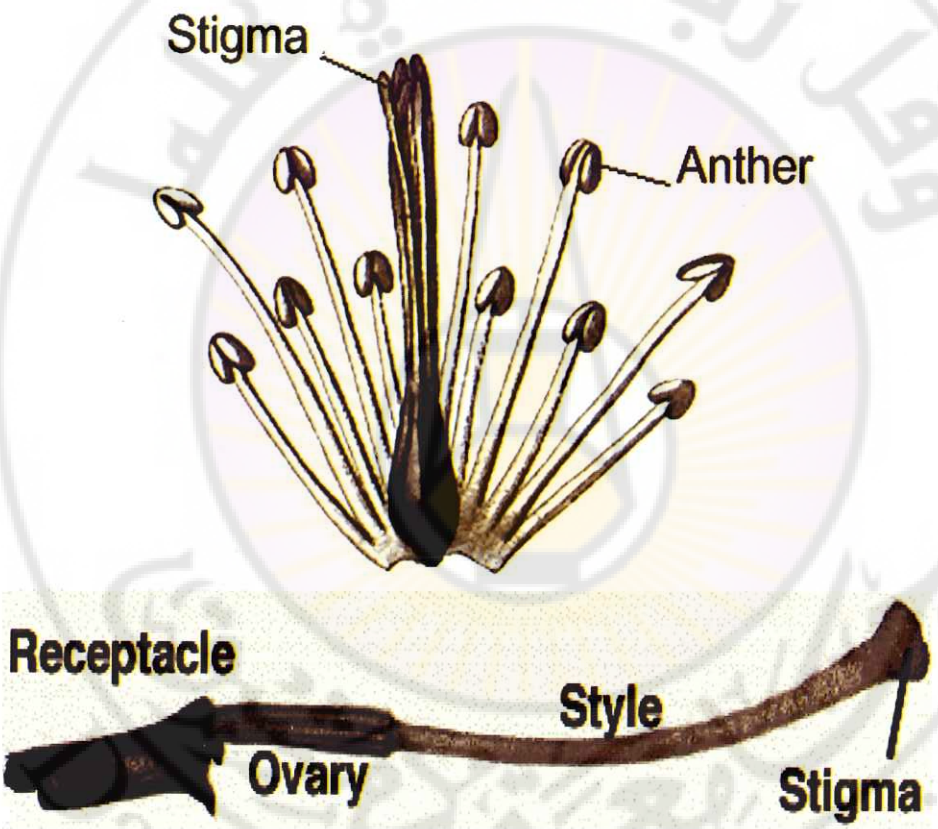
١٧- ١٨ اهليلجية ، ١٩ مفلطحة ، ٢٠-٢١ -٢٢ معينة الشكل

٢٣-٢٧ عدسية مقعرة محدبة ، ٢٤- ٢٥-٢٦ قائمة الزوايا

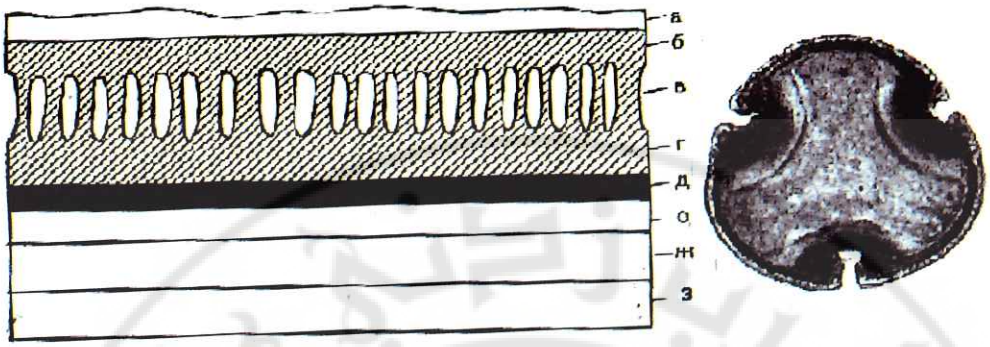
٢٨-٣٠ قائمة الزوايا مضغوطة ، ٢٩ – ٣١ اهليلجية مضغوطة

٤- غلاف حبة الطلع و ملحقاته:

تحاط حبة الطلع بغلافين رئيسيين : الأول خارجي سميك exine يضم أحياناً ثلاث تحت طبقات ، ثابت متحمل للتأثيرات المختلفة من حرارة عالية و عوامل كيميائية و يحمل تزيينات و ثقوب و أثلام . و الثاني داخلي رقيق Intine (شكل ٨-٤).



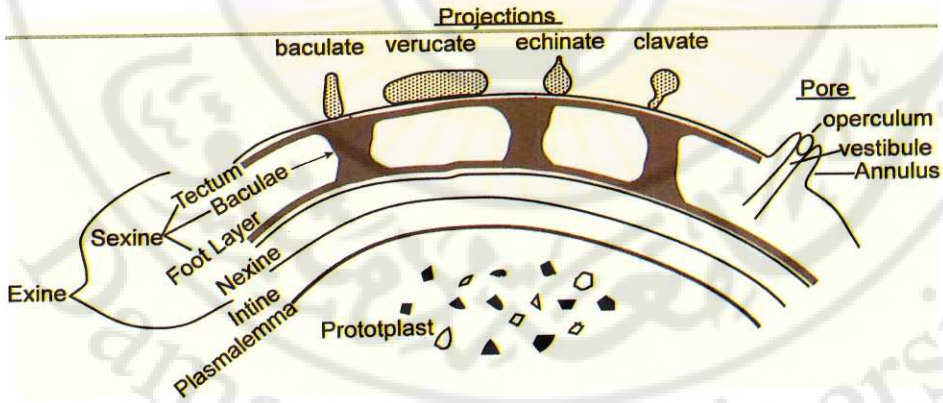
شكل ٨ – ٣ في الأعلى أعضاء التكاثر في الزهرة الخنثوية . في الأسفل مكونات عضو التأنيث في الزهرة السابقة.



شكل ٨ – ٤ حبة طلع، وإلى يسارها مخطط لبنية غلافها حيث يلاحظ : الغلاف الخـارجي الثخـين (Exine) المكون من ثلاث طبقات خارجية ومتوسطة وداخلية ، والغلاف الداخلي الرقيق (Intine) .

الثقوب و الأثلام و التزيينات :

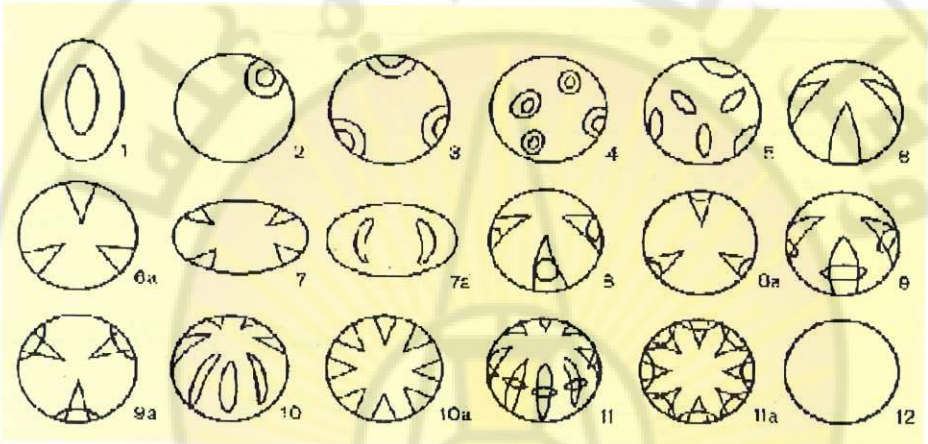
هي تشكيلات متنوعة تتوضع بأشكال مختلفة على الغـلاف الخـارجي لحبة الطلع (شكل ٨–٥).



شكل ٨ – ٥ مسقط لمقطع في جزء من حبة الطلع . يلاحظ الغلاف الخلوي ببنيته المكونـه من غلافين ، والذي يحيط بالغشاء السيتوبلاسمي والبروتوبلاست ، وتتشكل على سطحه التزيينات والثقوب .

الثقب: جزء رقيق أو متقوب على سطح الحبة له دور في خـــروج الأنبـــوب الطلعي . و للثقوب أشكال متنوعة ، تختلف بتوضعها و عددها و قياساتها.

الثلم: هو جزء متطاول من الغلاف الخارجي للحبة يتوضع بشكل عمودي ، و غالبا يغطى بطبقة مرنة رقيقة تشكل الغـــشاء الثلمـــي ولـــه نمـــاذج متنوعـــة (شكل ٨-٦).



شكل ٨ – ٦ نماذج الثقوب والاثلام في غلاف حبة الطلع :

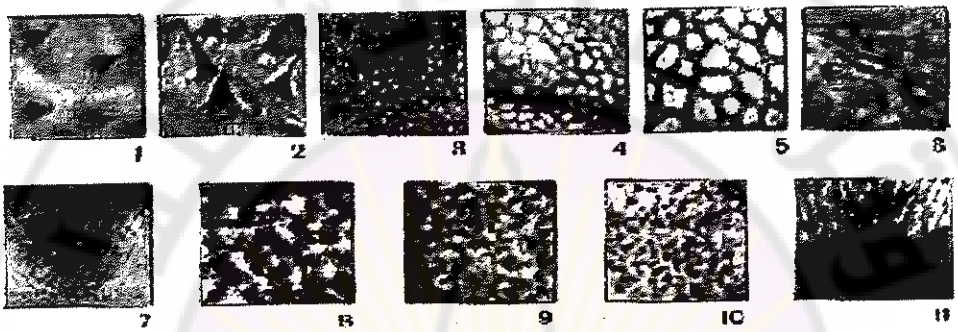
1- ثلم واحد. ٢- ثقب واحد. ٣ – ثلاث ثقوب. ٤- متعـــدد الثقـــوب. ٥-متعـــدد الاثـــلام. ٦- ثلاثي الاثلام. ٧- اربعة اثلام.٨ – ثلاثة اثلام ثقبية.١٠-متعدد الاثـــلام .١١- متعـــدد الأثلام الثقبية ١٢-بدون شيء.

التزيينات :هي أشكال زخرفية جميلة تظهر على السطح الخارجي عند بعـــض حبات الطلع، وخاصة تلك التي تنتقل بالحشرات بينما تنعدم عند الحبات التـــي تنتقل بالرياح.

قد تمتلك التزيينات غطاء أو فوق غطاء و لذلك يبدو محيط الحبة إمـــا أملساً أو مزيناً. و نميز من الرسومات أشكال شبكية داخلية ، مبقعة ، حبيبيـــة

.... و غيرها (شكل ٨-٧). وقد نصادف حبات طلع مشوهة يصعب تحديد النوع التي تنتمي إليه ، و هذا يقود إلى تبدل القياسات و الرسوم و الثقوب.

وقد تؤثر العوامل المختلفة على دراسة الحبات مثل : التبريد و التهجين و متابعة الحبات غير الناضجة التي تستخرج قسراً من المآبر و غيرها .



شكل ٨ – ٧ نماذج من التزيينات والرسومات والنتوءات (الأشواك) على أغلفة حلات الطلع.

٥- حب الطلع عند النباتات ثنائية الصيغة الصبغية و رباعياتها:

يلاحظ عند النباتات رباعية الصيغة الصبغية عرقلة في سير الانقسام المنصف أثناء تشكل حب الطلع و تتمثل هذه العرقلة في انعدام كلي أو جزئي لتشافع الصبغيات المتماثلة الذي يلاحظ بشكل جيد عند النباتات ثنائية الصيغة الصبغية Diploid على هيئة ثنائيات Bivalents وهكذا إما أن نشاهد رباعيات أو ثلاثيات و بالتالي فان الهجرة ستكون غير متعادلة و إمكان تشكل الأعراس الخصبة قليل .

إن حب الطلع المتشكل بصورة طبيعية عند النباتات رباعية الصيغة الصبغية Tetraploid يحمل حجوما ضخمة بالمقارنة مع حب الطلع الثنائي و

من الممكن تحقيق هذه الدراسة بكل سهولة بإجراء قياسات مناسبة تحت المجهر و تشير النتائج إلى انه كلما زاد العدد الصبغي عند النباتات (زيادة البوليبلوئيدية) زادت حجوم الخلايا و بخاصة حب الطلع و لابد من الإشارة إلى أن ظهور حب الطلع الخصب عند النباتات ثلاثية الصيغة الصبغية (3n) اقل احتمالا بكثير من ظهوره عند النباتات الرباعية (4n) نظراً لاستبعاد تشافع الصبغيات في هذه الحالة و هذا هو سبب عقم النباتات الثلاثية الصيغة الصبغية.

ثانياً – الجانب العملي :

١-تجهيز حبات الطلع و دراستها:

تؤخذ الحبات من مآبر النباتات الطازجة و تدرس بعد تجفيفها بالكحول ٧٠ % وتلون بالفوكسين المخفف و تثبت (إن أردنا) بالبلسم أو بالجلاتين الغليسريني (١٠ غ جيلاتين + ١٠ مل ماء ٢٤ ساعة + ١٠ غ غليسرين ثم تسخن في حمام مائي نصف ساعة).

قد يتم تحضير حبات الطلع من المعشبة ، و ذلك بان توضع من ٢ –٣ نقطة كحول ٩٦ % على المآبر الموضوعة فوق الشريحة ثم تسخن وتحطم المآبر بإبرة و يضاف من ٢ – ٣ نقطة كحول ملون بالفوكسين .

و قد تجهز محضرات حب الطلع من العسل و ذلك بوضع ١٠ غ عسل فوق ٢٠ مل ماء مقطر بارد ، و الكل يوضع في حمام مائي حتى الذوبان الكامل للعسل ثم يُثفل من ١٠ – ٢٠ دقيقة بسرعة ٣٠٠٠ دورة \ دقيقة و تُدرس الحبات الملونة.

توصف حبات الطلع مورفولوجيا بالتكبير ١٣٥٠ مرة و تدرس متغيراتها بالكبير ٤٠٠ مرة و تصور بالعدسة الغاطسة بالتكبير ١٠٠٠ مرة ماعدا حبات الطلع الكبيرة و يتم التصوير وفق إسقاطين : قطبي (A) و استوائي أو جانبي

(B) ، و قد لا تمتلك بعض الحبات قطبا كونها كروية كثيرة السطوح أو كثيرة التجاعيد و يرمز لها (C) .

٢- طريقة دراسة حبات طلع النباتات الثنائية و الرباعية (أوالمتعددة):

لدراسة حب الطلع لابد من تحديد قياسه و شكله و تمييز حب الطلع العقيم من الخصب و بعد ذلك نستطيع أن نقدر الفارق التعددي (البوليبلوئيدي) للأنواع المدروسة ، و يمكن تحقيق العمل على نبات البندورة ، الفريز ، الجودار ، وغيرها من النباتات التي تتوفر فيها الأعداد الصبغية المختلفة.

و لدراسة حب طلع الجودار secal cereale مثلا (ثنائي و رباعي الصيغة نتبع الخطوات التالية :

١. يؤخذ باستخدام الملقط من سنبلة الجودار الرباعي (4n) ثلاثة مآبر ناضجة .
٢. توضع هذه المآبر على الصفيحة المجهرية و تنثر منها حبات الطلع.
٣. توضع قطرة من محلول الكار من الخلي ثم تغطى بالساترة.
٤. تعاد العمليات السابقة على سنابل الجودار الثنائي.
٥. يُحصى عدد حب الطلع الخصب عند كل من المحضرين و تُجرى مقارنة نسيبه.
٦. يُجري قياس أقطار حب الطلع عند محضرات كلا النوعين (بالميكرونات) وتُجرى مقارنة نسيبه.
٧. يسجل جدولا مناسبا كما يأتي :

درجة التعدد الصبغي	عدد الأنابيب الطلعية في اربعة حقول رؤية (ساحة مجهرية)			وسطي قطر حبات الطلع (ميكرو متر)
	المجموع	منها عقيمة		
		عدد	%	
ثنائي الصيغة الصبغية2n	١٩١	٧	٣,٦	١٤,٣
رباعي الصيغة الصبغية 4n	١٥٤	٥٨	٣٧,٦	١٨,١

ملاحظة: يمكن تحديد عقم و خصوبة حبات الطلع بطريقة الكارمن الخلي (ملونة خصبة ، غير ملونة عقيمة)

وهكذا إذا حصلنا على أرقام مماثلة للجدول السابق : أي أن نسبة العقم و متوسط قطر حب الطلع مرتفعة عند أحد النوعين بالمقارنة مع النوع الآخر نحكم و لا شك بان النوع المرتفع يمثل تعدداً صبغياً واضحاً.

وفي بعض الحالات و عندما تكون حبوب الطلع للنبات المدروس متطاولة يفضل حساب نسبة متوسط طول حب الطلع إلى متوسط عرضها ، فمثلا إذا كان حاصل جمع طول (٢٥) حبة طلع لنبات ثنائي الصيغة (١٣٠٠) ميكرومتر و حاصل جمع عرضها (٨٦٠) ميكرومتر تكون نسبة متوسط الطول إلى متوسط العرض :

١٣٠٠ ÷ ٢٥ =٥٢ ، ٨٦٠ ÷ ٢٥ =٣٤,٤

أي ٥٢ ÷ ٣٤,٤ = ١,٥١

وإذا كان حاصل جمع طول (٢٥) حبة طلع لنبات رباعي الصيغة (١٤٨٠) ميكرومتر و حاصل جمع عرضها (١٠١٠) ميكرومتر تكون النسبة :

٥٩,٢ ÷ ٤٠,٤ = ١,٤

إن هذه النسبة تعطي مقياسا آخر لمقارنة النباتات الرباعية مع الثنائية.

كما يمكن الاعتماد على **طريقة شارداكوف** في تقدير إخصاب و عقم حبات طلع كل من النباتات الثنائية (2n) و الرباعية (4n) كونها أكثر دقة ، و فيما يأتي توضيح لهذه الطريقة:

تعتمد طريقة شارداكوف على وجود أنزيمة البيروكسيداز pyroxidase في حب الطلع القادر على الإنتاش ، وهذه الأنزيمة ضرورية لتسيير مجموعة من التفاعلات التركيبية أثناء الإنتاش. ولتحديد وجود البيروكسيداز في الحبات لا بد من تحضير المحاليل الآتية بشكل مسبق ووضعها في أوعية مغلفة بورق اسود.

محلول I

يذاب مقدار ٠,٢٠ غ من مسحوق البنزيدين الأساسي basic benzidine في ١٠٠ سم^3 كحول إيتيلي تركيز ٥٠% .

محلول II

يذاب مقدار ٠,١٥ غ من مسحوق ألفا – نافتول α-naphtol في ١٠٠ سم^3 كحول إيتيلي تركيزه ٥٠%.

محلول III

يذاب ٠,٢٥ من كربونات الصوديوم في ١٠٠ سم^3 ماء مقطر .

محلول IV

يتكون من محلول الماء الأوكسجيني (H_2O_2) بتركيز ٣% .

و يمكن تحضير المحاليل الثلاثة الأولى مسبقا بحيث يحفظ كل منها على حدة في الظلام لمدة طويلة نسبيا . و قبل إجراء التجربة تمزج المحاليل الثلاثة الأولى بمقادير متساوية في وعاء واحد ثم يحضر المحلول الرابع المكون من الماء الأوكسجيني .

طريقة العمل :

تحدد القدرة الإنتاشية لحب الطلع بطريقة شارداكوف كما يأتي :

ينثر فوق الصفيحة الزجاجية حب الطلع من مآبر ناضجة و يضاف إليه قطرة من مزيج المحاليل الثلاثة الأولى وقطرة أخرى من المحلول الرابع (المحضر قبل التجربة مباشرة) ثم يحرك مزيج حب الطلع و السوائل بواسطة قضيب زجاجي و يغطى بالسانرة .

ولإزالة الفقاعات الهوائية المتشكلة تُرفع الستارة عدة مرات و يحرك المزيج بقضيب زجاجي في كل مرة . تدرس المحضرات بعد مرور ٣ – ٤ دقائق بالمجهر و يلاحظ بان حب الطلع الذي يحتوي على أنزيمة البيروكسيداز يتلون بالأحمر أما إذا كانت كمية الأنزيمة قليلة فان الحبة تأخذ اللون الوردي و أخيرا إذا انعدم البيروكسيداز من حب الطلع فيكون اللون اصفر فاتح أو عديم اللون و يوصف بأنه غير قادر على الإنتاش . وهكذا من محسنات هذه الطريقة إمكانية تحديد كمية البيروكسيداز الموجودة في كل حبة وذلك انطلاقا من تدرج الألوان الذي يبدأ بالأحمر و ينتهي بالأصفر الفاتح.

وفي نهاية الدراسة يُحصى عددا من حب الطلع الملون و غير الملون من مناطق مختلفة من المحضر ثم يسجل جدولا كما في المثال التالي :

مثال تطبيقي لتحديد القدرة الانتاشية لحب طلع القمح

العدد المطلق لحب الطلع				القدرة الانتاشية %
منه :			المجموع	
احمر اللون	وردي اللون	اصفر اللون		
٢٢٦	٢٠	١٠	٢٥٦	%٨٨

٣-عينات مختارة من كتاب " النباتات العسلية و حبات طلعها ":

لقد تم تأليف هذا الكتاب من قبل بورميستروف و نيكيتينا و نشر في موسكو عام ١٩٩٠ ويتضمن المعلومات الأساسية عن حبات الطلع من حيث الشكل و القياس و الغلاف و غيرها .

يضم الكتاب (١٧٤) نوعاً نباتياً عسلياً. وقد تم وضع صورة ملونة مستقلة لكل نوع نباتي في الصفحة اليسرى و تحتها شكلان لحبة طلعه: الأول قطبي A و الثاني استوائي B .

أما في الصفحة اليمنى فقد وضعت معلومات عن وصف النبات، و موعد ازهراره، و مواضيع أخرى عن شكل، وقياس، وثقوب، و تزينات حبات طلعه (شكل ٨-٩).

وفيما يأتي نموذج لنبات البازلاء Pisum sativum و حبات طلعه على الصفحة اليسرى وتوصيف للنبات على الصفحة اليمنى (شكل ٨-١٠). (لاحظ الثلم و الثقوب الموجودة على حبة الطلع)

كما نورد نموذجين الأول في نبات النعناع يمثل حبات طلع عديدة الأثلام ، و الثاني في نبات عباد الشمس يمثل حبات طلع تحمل ثقوبا و تزيينات بشكل أشواك على سطحها (شكل ٨-١١)، إضافة إلى مجموعة صور ملونة لنباتات أخرى (شكل ٨-١٢) و (شكل ٨-١٣).

شكل ٨ – ٩ صورة لكتاب " النباتات العسلية وحبات طلعها "

Damascus University

Горох
посевной
Pisum sativum L.

42

Цветет летом. Опыляется пчелами, собирающими нектар и пыльцу.

Возделывается повсеместно, кроме районов Крайнего Севера и Средней Азии.

Пыльцевые зерна трехбороздно-сферовые; экваториальной формы. Длина полярной оси 47—50 мкм, экваториальный диаметр 30,6—35 мкм. В очертании с экватора продолговато-эллиптические. Борозды линейные 2—2,5 мкм, короткие, с полярными краями, постепенно суживающимися в апокольпиальном поле. Поры округлые, 5,5—8 мкм в диаметре, или овальные, экваториально-вытянутые, поперечный d 8,5 мкм; длиной до 10,5 мкм. Мембрана борозд и пор зернистая. Толщина экзины 1—1,2 мкм. Скульптура текстильчатая, ячейки которой неправильно очертаны; наименьший диаметр ячеек 0,5 мкм, наибольший 2 мкм. Пыльца светло-зеленого цвета.

شكل ٨ – ١٠ صفحتان لجنس واحد من كتاب " النباتات العسلية وحبات طلعها" . إلى اليسار: صورة نبات البازلاء وتحتها شكل لحب طلعه. إلى اليمين: وصف النبات ، حياته ، وقياسات وتوصيف حب طلعه.

شكل ٨ – ١١ اليمين : نبات النعنع Mentha longifolia وشكل حبات طلعه (لاحظ تعدد الاثلام) . اليسار : نبات عباد الشمس Helianhus annus وشكل حبات طلعه(لاحظ الثقوب والأشواك على سطحها).

شكل ٨ – ١٢ اليمين : نبات الفول Vicia faba(لاحظ الاثلام وبداخلها الثقوب).

الوسط : نبات السيا Alcea rosea (لاحظ الأشواك من خلال مقطع الحبة).

اليسار : بيات القرع Cucurbita pepo (لاحظ الثقوب من الجانب وعلى المنظر المجسم).

شكل ٨ – ١٣ نماذج من حبات طلع ملونة بتقانات متنوعة ملاحظة بالمجهر الماسح.

المطلوب :

١- جهز شرائح تضم حب طلع نبات (2n) و نبات (4n) و أخر (6n) مثل القمح الثنائي و الرباعي و السداسي ، ثم ادرس فيه نسبة العقم و الإخصاب بطريقة الكارمن الخلي و قارن بين النماذج المذكورة (أو بين 2n و4n).

٢- أعد التجربة السابقة باستعمال طريقة شارداكوف.

٣- قم بقياس أقطار حبات طلع النباتات (2n) و النباتات (4n) لأحد الأجناس ذات الصفوف المتعددة الصيغ الصبغية و استخرج متوسط القطر لكل منها و سجل جدولاً مقارناً.

٤- قم بقياس أطوال حبات طلع و عرضها عائدة لنبات (2n) وقياس أطوال حبات طلع و عرضها عائدة لنبات (4n) ثم استخرج نسبة القياس بين هذين النوعين لمقارنة النباتات الثنائية مع الرباعية(استعن بالنص).

٥- استخرج من الأزهار المتوفرة في المخبر (والعائدة لفصائل نباتية مختلفة) حبات طلع ، ضعها على السانرة ، لونها بالكارمن الخلي.

٦- ادرس الشرائح العائدة للفقرة السابقة تحت المجهر و حدد وجود الثقوب، الأثلام ، التزينات و ارسم نماذج منها.

٧- قم بقياس عينات من حبات الطلع التي جهزتها بنفسك و سجل وسطي القياس لكل منها ثم حدد من جدول القياسات وصف هذه الحبات حسب حجمها.

٨- أكتب تقريرا من المرجعيات و الانترنيت حول أسباب عقم حب الطلع و دورها في تحسين الوراثي النباتي.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

القسم التاسع

القوانين المتعلقة بالصفات الكمية

(المتكيفة) وارتباط الصفات

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

أولاً _ الصفات الكمية :

١-التوضيح النظري :

مقدمة :

كما هو معلوم فإن التبدلات الوراثية - التي تخضع لتأثير الوسط الخارجي- تسمى بالتبدلات المتكيفة، وهي غالباً ما تكون صفات كمية، أو تراكمية، ومثالها : طول الأوراق ، عرض الأوراق ، طول سنابل القمح ، عدد السنيبلات في السنبلة الواحدة ، عدد البذور في السنابل ، عدد أسنان الورقة ...إلخ.

وكما هو معلوم فإننا نجد نمطين من التبدلات المتكيفة، وهما :

- **متواصلة:** تقاس ولا تحصى، وتعطى بأرقام عشرية، وتمثل بخط بياني بطريقة الأعمدة .
- **متقطعة:** تحصى ولا تقاس، وتعطى بأرقام صحيحة ، وتمثل بخط بياني بطريقة النقاط .

من القوانين التي تُدرس في هذا المجال نجد :

- **المتوسط الحسابي:** ويعطى بالعلاقة : $\overline{X} = \frac{\sum fXv}{n}$ (متواصلة) أو بالعلاقة $\overline{X} = \frac{\sum fX}{n}$ (متقطعة).
- **الانحراف المعياري:** ويعطى بالعلاقة : $\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum f(x_1 - x)^2}{n-1}}$ (متواصلة).

أو بالعلاقة $\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum f(x - x)^2}{n}}$ (متقطعة) .

- **معامل الاختلاف** أو التبدل يعطى بالعلاقة : $C_V = \frac{\sigma}{x} \times 100$

- **معدل الانحراف** بين متوسطين حسابيين ويعطى بالعلاقة : $td = \frac{d}{sd}$

٢_ الجانب العملي :

أ- حساب القوانين المتعلقة بالصفات الكمية (المتكيفة) في مثال أطوال سنابل القمح (متواصلة) :

١- قانون الانحراف المعياري :

بفرض أنه تم قياس طول (١٠٠) سنبلة في القمح ، وكانت أقصر سنبلة (^{X}min.) تساوي /٧/ سم، وأطول سنبلة (^{X}max.) تساوي (١١,٢) سم .

ولحساب الانحراف المعياري للمتوسط الحسابي البالغ ($\bar{X}$=9) يفضل كتابة جدول كالآتي :

X_v	F	الانحراف عن X $(X_v - x)$	مربع الانحراف $(X_v - x)^2$	$F (X_v - x)^2$
١١,٠	١	٢+	٤	٤
١٠,٣	٧	١,٣+	١,٦٩	١١,٨٣
٩,٧	١٧	٠,٧+	٠,٤٩	٨,٣٣
٩,١	٣٩	٠,١+	٠,٠١	٠,٣٩
٨,٥	٢٣	٠,٥-	٠,٢٥	٥,٧٥
٧,٩	١٠	١,١-	١,٢١	١٢,١٠
٧,٣	٣	١,٧-	٢,٨٩	٨,٦٧
				٥١,٠٧

حيث أن: X_v = درجة التغير لكل مجموعة ، f = التكرار (المصادفة).

وبتطبيق قانون الانحراف المعياري (σ) نجد $\sigma = \sqrt{\frac{51.07}{99}} = 0.72$

أي: أن الانحراف المعياري في سنابل القمح هو (٠,٧٢) سم .

مناقشة :

من المعروف أن أي صفة في تغيرها ستنحرف عملياً عن المتوسط الحسابي بشكل لا يزيد على ($\pm 3\sigma$) وبذلك فالقيمة السداسية لسيغما من (-3σ) وحتى ($+3\sigma$) هي مدى تفاوت وتغير الصفة . وهكذا في مثالنا يكون المتوسط الحسابي لطول سنابل القمح هو (٩) والانحراف المعياري هو (σ =٠,٧٢) وبذلك تكون الحدود القصوى الدنيا التي يمكن أن تتراوح بينها هذه الصفة هي $\overline{X}=3\sigma$.

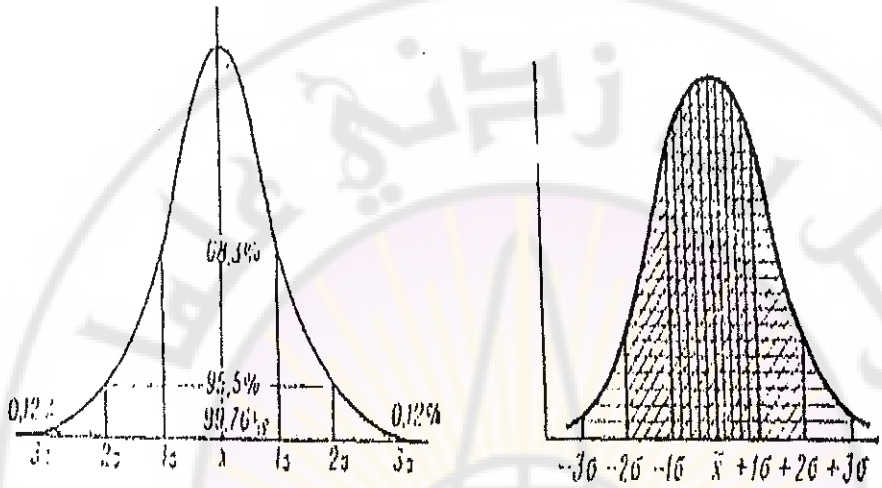
إن قيمة $3\sigma = 3 \times 0.72=2.16$ cm وبذلك يكون $\overline{X}= 3\sigma$ تساوي : ٩+٢,١٦=١١,١٦ سم، وهو الحد الأقصى لتراوح طول السنابل في مثالنا و $\overline{X}$ -3 تساوي ٩-٢,١٦= ٦,٨٤سم، وهو الحد الأدنى لتراوح طول السنابل في مثالنا .

فإذا لاحظنا مثلاً في اختيارنا من أصل (١٠٠) سنبلة سنابل ذات أطوال أقل من الحد الأدنى مثل (٥) سم ، أو أكثر من الحد الأعلى مثل (١٣) سم، فإن هذا يدل على وجود نباتات تنتمي إلى صنف آخر من القمح، أو أن هذه النباتات توجد في شروط أخرى غير الشروط العائدة لنباتاتنا .

وبشكل عام يخضع تراوح الصفات في مجمل العينات لآلية إحصائية تميز عدة ظواهر صدفية ، وأول من عرف هذه الآلية هو غاوس؛ ولذلك عرف هذا التوزع باسم (توزيع غاوس) أو التوزع الطبيعي للصفات (شكل) .

وهكذا تتوزع أكثر النباتات عند القيمة الوسطية $\overline{X}$ بحالاتها الأعظمية ، ويقل ظهور النباتات تدريجياً على جانبي الطول (أو الصفة الوسطية) وبذلك تتوزع الاحتمالات بشكل متناظر على طرفي المتوسط الحسابي $\overline{X}$ وبما أن درجة تراوح الصفة مرتبطة بالانحراف المعياري (σ) فإن تقييم كل احتمال

(σ) في هذا الخط لايتم بقيم مطلقة، وإنما بأجزاء من (السيغما) وهذا ما يعبر عنه بقانون معدل الانحراف (t) .



شكل (٩-١) التوزع الطبيعي للصفات (توزيغ غاوس)

يمين: الانحرافات عن المتوسط الحسابي X يتم بحـــدود 6 , 26 , 36 بالإشـــارة الموجبـــة (إلى اليمين)

والسالبة (إلى اليسار) حسب قاعدة $\pm 3\sigma$ (أي ٦ سيغمات) .

يسار: قيم الاحتمالات الخاصة بكل انحراف يأتي على اليمين أو اليسار (راجع النص)

$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ حيث x_i تعني الاحتمال لكل قياس على حدة ، وبذلك فـــإن كـــل احتمال يتميز بقيمة محدودة .

من الشكل السابق نجد أنه في حدود $x \pm 2\sigma$ توافق ٩٥,٥% و $x \pm 3\sigma$ توافق ٩٩,٧٦% أما القيمة الباقية (٠,١٢ + ٠,١٢) = ٠,٢٤% فهي نادرة في العينات، وفي الحقل، ومن الصعب الحصول عليها .

بالعودة إلى الجدول السابق يمكن تحديد قيم معدل الانحراف (t) لكل مجموعة من المجموعات السبع؛ بحيث يعبر $t=\frac{x_1-\bar{x}}{\sigma}$ عن x_1 في القانون x_v أي: متوسط كل مجموعة . ومن حساب هذه القيم نستطيع بيان (عدد السيغمات) التي تنحرف بها مراكز المجموعات عن المتوسط الحسابي، وبالتالي مناقشة النتائج والجدول الآتي يوضح قيمة t في مثالنا المدروس على أطوال سنابل القمح:

حساب قيم الانحراف لكل مجموعة من المجموعات المتغيرة

X_v	١٧	١٠,٣	٩,٧	٩,١	٨,٥	٧,٩	٧,٣
t	٢,٧٧	١,٨٠	٠,٩٧	٠,١٣٨	٠,٦٩	١,٥٢-	٢,٣٦-

وهكذا نجد أن أرقام معدل الانحراف (التي تمثل الانحراف بأجزاء من السيغما) عن المتوسط الحسابي ضمن $\pm 3\sigma$ تأخذ الإشارتين (+ ، -) ربطاً مع الخط البياني الذي يقسمه $\bar{x}$ إلى يمين ويسار . ويمكن لكل دارس أن يحدد موقع قيمة (t) لأي احتمال x على الخط البياني الناتج عن عمله، والتأكد من صحة هذا الرقم، أو ابتعاده عن الحقيقة .

٢_قانون معامل الاختلاف :

من القوانين الإحصائية المهمة نجد معامل الاختلاف Cofficient of variation (cv) الذي يحدد بالنسبة المئوية، ويُعطى بالقانون $Cv=\frac{\sigma}{\bar{x}}\times 100$ ، وفي مثالنا مع أطوال سنابل القمح نجد : $\frac{0.72}{9}\times 100=8\%$.

هذا الرقم يشهد على التبدل القليل لصفة طول السنابل ربطاً مع شـــروط الوسط الخارجي ، وبذلك فإن هذه في مثالنا أكثر ارتباطاً بالوراثة منها بتبدلات الوسط .

وعلى ما يبدو فإن التبدل يكون قليلاً إذا كانت قيمة معامل التبدل أقل من ١٠% ويكون متوسطاً إذا كانت قيمة معامل التبدل محصورة بـــين (١٠%-٢٠%) في حين يكون التبدل كبيراً إذا زادت القيمة عن ٢٠% .

بما أن الدراسة الإحصائية لا تتناول جميع النباتـــات الموجـــودة فـــي الطبيعة، وإنما تخص عينات مختارة منها بشكل عشوائي ، فإنه لا بد من تحديد الخطأ (الارتياب) لكل من المعطيات المذكورة سابقاً، وهكذا يحـــسب خطـــأ المتوسط الحسابي (SX) من العلاقة :

$S\overline{X} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ومنـــــه:ســـــم $S\overline{X} = \frac{0.72}{\sqrt{100}} = \pm 0.072$ فالمتوســـــط الحـــــسابي $\overline{X} = 9 \pm 0.072$.

كما يمكن حساب خطأ الانحراف المعياري $S\sigma$ ، وخطأ معامل التبدل S_{cv} كما في الجدول الآتي:

" علاقة بعض الصفات الكمية المدروسة لمختلف المشيرات الإحصائية في القمح الشتوي (صنف باروفسكي)

الصفة المدروسة	المشيرات الإحصائية				
	$\bar{x}$	σ	cv%	$s\bar{x}$	$\bar{x} \pm s\bar{x}$
عدد السنيبلات في السنبلة الرئيسية	١٩,٤	١,٣٤	٦,٩	٠,١٣	١٩,٤ ± ٠,١٣
عدد البذور في السنبلة الرئيسية	٤١,٠	٨,٠٠	١٩,٥	٠,٨٠	٤١ ± ٠,٨٠
وزن البذور للنبات الواحد	٣,٢	١,٤٠	٤٣,٨	٠,١٤	٣,٢ ± ٠,١٤

يشير هذا الجدول إلى أن معامل التبدل يبدو كبيراً بالنسبة لوزن البذور يليه عدد البذور، ويكون أقل ما يمكن بالنسبة لعدد السنيبلات ، وهذا يدل على أن صفة عدد السنيبلات خاضعة بشدة للمورثات، ولا يؤثر فيها الوسط إلا بشكل قليل، وذلك عكس صفة وزن البذور؛ التي تخضع إلى عوامل البيئة بشكل كبير.

٣_قانون اختلاف معدل الانحراف بين متوسطين حسابيين :

في كثير من الأبحاث نجد أنه من المهم إجراء مقارنة بين متوسطين حسابيين لصنفيين، أو لاحتمالين من التجربة، وتحديد درجة يقينية الاختلاف بين المعطيات أو يقينية الاختلاف بين متوسطين حسابيين، ويرمز لها بـ (td) وتحدد بالعلاقة : $td = \frac{d}{sd}$

حيث d هي الاختلاف بين متوسطين حسابيين (ويحدد بالعلاقة $d=x_1-x_2$)

Sd خطأ المتوسط للاختلاف، ويحدد بالعلاقة : $sd = \sqrt{s\bar{x}_1^{\,2} + s\bar{x}_2^{\,2}}$

حيث sx_1 خطأ المتوسط الحسابي للأول.

Sx_2 خطأ المتوسط الحسابي للثاني.

في مثالنا القمح صنف باروفيسكي (الجدول السابق)

$S^2\bar{x}_1=0.02$, $S\bar{x}=0.13$, $x_1=19.4$

وفي صنف آخر من القمح، وهو ميرونوفسكي (٨٠٨) كانت :

$S^2\bar{x}_1=0.04$, $S\bar{x}_2=0.21$, $x_1=17.4$

وبناء على ذلك نجد :

$d = 19.4 - 17.4 = 2$, $sd = \sqrt{0.020 + 0.04} = 0.24$

ومنه : $td = 2/0.24=8.3$

وتشير الدراسات الإحصائية في هذا المجال إلى أن الاختلاف بين صنفين يكون غير يقيني إذا كانت td أقل من (١,٩٦)، ويكون يقينياً بين ١,٩٦- ٢,٥٨ ،ويكون عالي اليقينية إذا كانت قيمة td أكثر من ٢,٥٨.

وفي تجربتنا كانت td=8.3 وهذا يدل على وجود درجة عالية جداً من اليقينية بين المتوسطين الحسابيين بعدد سنيبلات السنبلة الرئيسية في القمح الشتوي للصنفين باروفيسكي وميرونوفسكي (٨٠٨)، وبالتالي فإن الأصناف

المذكورة تختلف عن بعضها بعضٍ بشكل حقيقي بالنسبة لصفة عدد السنيبلات في السنبلة الواحدة.

ويتم تطبيق القوانين المذكورة على أطوال سنابل القمح (كصفة متواصلة) بالطريقة نفسها على الصفات المتقطعة (كعدد سنيبلات القمح مثلاً)، ويمكن الاختلاف بشكل بسيط في صيغة القانون.

٤_حساب الانحراف المعياري للصفات المتضادة :

يحسب الانحراف من العلاقة : $\sigma = \sqrt{n.p.Q}$

حيث : P = حصة الأفراد التي تملك الصفة المرغوبة من أصل المجموع.

Q= حصة الأفراد التي لا تملك الصفة المرغوبة من أصل المجموع.

n = عدد أفراد المجموعة.

مثال توضيحي :

المطلوب تحديد مقدار الانحراف المعياري بدلالة وجود أقماح من نمط مرغوب، ولتكن سنابل ستة صفوف من البذور.

وهكذا بالتربية بطريقة التهجين حصلنا من (١٠٠٠) نبات على (٦٥٠) نبات يحمل الصفة المرغوبة (ستة صفوف) و (٣٥٠) نبات يحمل الصفة غير المرغوبة (صفان) ومنه :

$Q = 350/1000 = 0.35$ $\quad$ $P = 650/1000 = 0.65$

وللتحقق من صحة الحساب نستعمل العلاقة :

$$P + Q = 1$$

وفي مثالنا نجد : ٠,٦٥+٠,٣٥=١

وهكذا نحسب الانحراف المعياري حسب الشكل :

$$\sigma = \sqrt{P.Q} = \sqrt{0.65 \times 0.35} = \sqrt{0.2275} = 0.476$$

أو ٤٧,٦% .

ومنه : $\sigma = \sqrt{n.P.Q} = \sqrt{1000 \times 0.65 \times 0.35} = \sqrt{227.5} = 10$

وبذلك ستكون قيمة الانحراف المعياري بين هاتين الصفتين المتضادتين معادلة لـ (١٥) نبات.

ب- مقاييس المتوسطات $\bar{x}$ (Arithmetic mean) :

أوجد الإحصائيون ثلاثة أنواع من المقاييس الغائدة للمتوسطات، وهي :

- **المتوسط الحسابي :** هو المتوسط الذي يعد من أكثر المقاييس استخداماً، و يمثل جميع القيم المقاسة (البيانات) مقسوماً على عددها؛ و لذلك يُعطي بالعلامة $\bar{X}\frac{\sum X}{n}$
- **المتوسط الحسابي الموزون (Xw) Weighted mean :** وهو مقدار متوسط كمية مأخوذة من مكان ورائي ربطاً مع معيار آخر، مثل طول الورقة مع عرضها ، وزن الإنسان مع عمره ، علامات الطلاب مع عدد ساعات المقرر .....إلخ .
- **الوسيط (me) median :** هو العدد الأوسط لمجموعة الأعداد المرتبة تنازلياً أو تصاعدياً (و العدد إفرادي أو مزدوج) و هذا العدد يقسم البيانات إلى مجموعتين متساويتين بعد الترتيب .
- **المنوال (mo) Mode :** هي القيمة التي تتكرر أكثر من غيرها ضمن مجموعة من البيانات ، أو القيمة الأكثر شيوعاً ، وقد لايكون للقيم أي منوال ، وقد يوجد لبعض القيم أكثر من منوال؛ ولذلك تسمى القيم ذات المنوال الواحد Unimodal ، و القيم التي لها منوالان Bimodal .

ج- أمثلة محلولة حول مقاييس المتوسطات :

ما هو المتوسط الحسابي لأطوال عرانيس الذرة العشرة وفق الجدول الآتي:

١- **المتوسط الحسابي البسيط** : هو الذي لا يحمل تكراراً في البيانات، مثال :

رقم العرنوس	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الطول (سم)	١٠	١٢	٨	٦	١٣	٩	٧	١٤	١٥	٥

الحل: $\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$

$$\frac{\text{مجموع طول العرانيس غير المكررة}}{\text{عددها}} = \frac{٥٣}{١٠} = ٥,٣\text{سم}$$

٢- **المتوسط الحسابي الذي يحمل بيانات متكررة** مثال :

بفرض وجود (٣٠) طالباً، و قد تكررت بعض علاماتهم في أحد المقررات الدراسية وفق الجدول الآتي.

ما المتوسط الحسابي للعلامة :

عدد الطلاب	٥	٧	١٠	٦	٢	٣٠طالباً
مقدار العلامة المكررة	٣	٥	٨	٩	١٠	درجة

الحل : لحساب المتوسط الحسابي نضرب كل علامة مكررة بعدد الطلاب المكررة عندهم، و نقسم المجموع على عدد الطلاب، أي :

$$\frac{(10\times2)+(9\times6)+(8\times10)+(5\times7)+(3\times5)}{30}=\frac{204}{30}=6.8 \text{ درجة}$$

٣_المتوسط الحسابي الموزون:

ماهو (xw) لعلامات طالب تقدم إلى أربعة مقررات، ربطاً مع عـدد ساعات كل مقرر، وذلك حسب الجدول الآتي :

علامات المقررات	٦٢	٧٣	٨٥	٧٦
عدد ساعات كل مقرر	٣	٢	٤	٣

الحل :

$$\frac{(3\times76)+(4\times85)+(2\times73)+(3\times62)}{12}=\frac{900}{12}=75 \text{ درجة}$$

٤_الوسيط في حال البيانات إفرادية :

مثال : أوجد الوسيط لأوزان (١١) ثمرة من ثمار البطيخ (كغ) وذلك للأرقام الآتية : ٩،٨،١٤،١٥،١٦،٧،١٠،١٣،٦،١١،١٢ كغ.

الحل : نرتب الأوزان تصاعدياً:

٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦

فيكون الوسيط ممثلاً بالثمرة ذات الوزن (١١كغ).

٥_الوسيط في حال البيانات مزدوجة :

مثال : أوجد الوسيط لدرجات عشرة طلاب في أحد المقررات الجامعية وذلـك حسب الجدول الآتي :

الطالب	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الدرجة	٨٢	٦٩	٧٧	٥٨	٧٥	٩٠	٦١	٩٣	٨٥	٦٠

الحل :

نرتب أرقام العلامات تصاعدياً، فنجد :

٥٨ ، ٦٠، ٦١ ، ٦٩ ، ٧٥ ، ٧٧ ، ٨٢ ، ٨٥ ،٩٠، ٩٣

إن الطالب رقم (٥) علامته/٧٥/ والطالب رقم (٦) علامته/٧٧/ وبالتالي يكون الوسيط :

(٧٥+٧٧) ÷ ٢= ١٥٢ ÷ ٢=٧٦ درجة

٦_ أمثلة عن المنوال :

- أرقام لها منوال واحد : ١١،١٨،١٢، ١٠، ٩، ٩، ٩، ٧، ٢٥، ٢٢
- أرقام ليس لها منوال : ١٦، ١٥، ١٠، ٤، ٥، ٣، ٢، ٦
- أرقام لها منوالان : ٩، ٧، ٧، ٧، ٥، ٥، ٤، ٤، ٤، ٣، ٢

د- المطلوب من الصفات الكمية :

ستقدم إلى كل مجموعة طلابية عدد من المعطيات والأرقام، وستعرض حولها مجموعة من الأسئلة، وبالتالي تعمد المجموعة على الإجابة عليها، وهي:

١- ناقش الأسئلة الخاصة بالانحراف المعياري ربطاً مع منحني غاوس وقاعدة $\overline{X} \pm 3\sigma$

٢- استخرج قيمة C_V وناقش اختلاف معدل الانحراف بين متوسطين حسابيين، واستخرج قيمة الانحراف المعياري للصفات المتضادة على ضوء الأسئلة المطروحة.

٣- استخرج قيم مقاييس المتوسطات المقدمة إليك.

٤- اطرح (على مستوى المجموعة الطلابية) بعض الأمثلة التي تراها مناسبة، وتمس الانتخاب والتحسين الوراثي النباتي، ولها علاقة بمواضيع الصفات الكمية المتكيفة مع شروط الوسط، وسجلها، وأجب عليها ضمن تقرير خاص.

ثانياً – تلازم أو ارتباط الصفات Correlation :

١- التوضيح النظري :

آ- مقدمة :

يلاحظ في كثير من الحالات أن المورثة الواحدة قد تشرف على إظهار أكثر من صفة، و هكذا بفقدان مورثة من نبات ما مسؤولة عن ثلاث صفات فلن تظهر أي صفة من هذه الصفات في النبات المذكور، و هذا يشير إلى ارتباط بين الصفات الثلاث .

و من أمثلة الارتباط التام التي تحدث عنها مندل و غيره من الباحثين، تلك التي تتعلق بالارتباط الكامل بين المورثات، وهكذا فقد لاحظ مندل في تجاربه على نبات البازلاء أن النباتات التي تحمل الأزهار البيضاء تعطي بذوراً قشورها بيضاء أيضاً والنباتات التي تتميز بأزهارها الحمراء تعطي بذوراً قشورها رمادية اللون .

ولدراسة ارتباط الصفات فائدة كبرى في مجالات الانتخاب، و تحسين الأنواع، حيث يؤدي إلى انتخاب غير مباشر للصفات المرتبطة، و التي تستعمل

في التنبؤ عن بعض الأصناف المبشرة بفوائد اقتصادية . فمثلاً إذا وجد ارتباط بين صفتين من الصفات الكمية؛ فإنه يمكن تثبيت إحدى هاتين الصفتين بشكل أصيل، و استنتاج الصفة الأخرى بشكل عرضي، و في ذلك توفير كبير للجهد و الوقت، فمثلاً يمكننا ربط بعض الصفات الفيزيولوجية الظاهرة، أي: أن الصفات الأخيرة هي الصفات الأصيلة، و على سبيل المثال وجود ارتباط بين اللون الأصفر لذبابة الخل و قدرتها التناسلية العالية ، و بذلك فإن صفة اللون هي صفة شكلية ظاهرة يمكن لها أن تدرس بالارتباط مع لون الذبابة، بالإضافة إلى ذلك فإننا نستطيع إزالة بعض الأخطاء الشائعة بين المزارعين بدراستنا للارتباط بين الصفات المختلفة فقد شاع الاعتقاد قديماً بين مزارعي أوربة و أمريكة أن الشكل الذي يميز بعض الأبقار يشير إلى أنها مدرة للحليب، أو غير ذلك، و قد ذهب بعضهم لأكثر من ذلك حيثما وضع جداول خاصة تربط (بطريقة غير علمية) بين شكل الأبقار و قدرتها على إعطاء الحليب، و لكن الباحث الأمريكي جاون Gouen الذي يعمل في مجال تربية الحيوان درس الارتباط بين صفتي الشكل و إدرار الحليب عند أكثر من ١٦٨٠ بقرة، و لاحظ بأن الارتباط ضعيف جداً و يكاد يكون معدوماً، و هذا يشير إلى أن الأمور يجب أن تسير على منهج علمي، و بعيداً عن التكهنات العشوائية.

نميز من الارتباط نمطين الأول موجب (مسيرة الصفتين باتجاه واحد) و هذا يعني أن زيادة الصفة الأولى تؤدي إلى زيادة الصفة الثانية، وتناقص الصفة الأولى يؤدي إلى تناقص الصفة الثانية، و الثاني ارتباط سالب (مسيرة الصفتين باتجاهين متعاكسين) أي: إذا زادت الصفة الأولى نقصت الصفة الثانية، و بالعكس .

قد يكون الارتباط بالنمط الشكلي Phenotypic correlation (طول وعرض الورقة ،طول وعدد الأسنان في الورقة،طول وعدد السنيبلات في

السنبلة،وزن البذور وعددها في النباتات ...إلخ) أو الارتباط بالنمط المـــورثي Genotypic correlation و هو الذي يشير إلى تبدلات الـــصفات الثانويـــة أثناء انتخاب الصفات الأولية، و هذا ما يمكن من ملاحظته مثلاً في الدجاج: إن الترابط بين أوزان الآباء مثلاً خلال بضعة أسابيع (وهذه صفات أولية تخـــضع للارتباط المورفولوجي) قد يؤدي إلى تبدلات ما على صفة إعطاء البيض عند الأبناء (وهذه صفات ثانوية تخضع للارتباط المورثي).

من المشيرات (الدلائل) الأساسية للتعرف على الارتباط، وقياس مدى التلازم فيما بينها؛ نجد معامل الارتبـــاط (r) Coefficient of correltion (ومنه المورفولوجي والمـــورثي) وكـــذلك معامـــل الانحـــدار، أو التراجـــع Coefficient of regression وسندرس فيما يأتي بالتفصيل طريقة حـــساب معامل الارتباط المورفولوجي، ثم نتعرف بشيء من الإيجـــاز علـــى معامـــل الانحدار.

أ- حساب معامل الارتباط بين صفتي طول سنابل القمح وعدد البذور فيها :

للحصول على قيمة معامل الارتباط نلجأ إلى الخطوات الآتية :

١. نأخذ بشكل اختياري (١٠٠) نبات قمح، ونقيس في كل نبات طول السنبلة، ونحصي عدد بذورها نعطي إحدى الصفتين (ولتكن طول السنبلة مـــثلاً) الرقم /١/ ونعطي الصفة الثانية (وهي عدد البذور) رقم /٢/ ويتم قيـــاس الأطوال بالميليمتر، وليس بالسنتيمتر .

٢. نسجل في جدول مناسب نتائج قياس طول السنابل وعدد البذور لكل نبـــات (من ١-١٠٠) بحيث يتلازم العدد مع القياس لكل سنبلة علـــى حـــدة (لا داعي للقيام بترتيب تنازلي أو تصاعدي للأرقام المحصاة، أو المقاسة).

ملاحظة : يقوم الطلاب بتسجيل جدول المعطيات حسب العينة المعطاة، وذلـــك على التقرير مباشرة.

٣. نسجل قيمتي الحد الأقصى X_{max} والحد الأدنى X_{min} لكل من الصفة (١) والصفة (٢) ثم نحسب مدى تبدل كل صفة على حدة. وهكذا في مثالنا على القمح نجد ما يلي :

بالنسبة لطول السنابل $X1_{max} = 112$ ، $X1_{min} = 70$ mm وبذلك يكون مدى التبدل $Lim1 = 112-70=42$

بالنسبة لعدد بذور السنابل $X2_{max} = 47$ ، $X2_{min} = 26$

وبذلك يكون مدى التبدل $Lim2 = 47-26 =21$

ملاحظة : لحساب مدى التبدل يمكن أن نلجأ إلى طرح واحد من الحد الأدنى، ثم نطرح الناتج من الحد الأقصى، مثلاً :

$X2_{max} = 10$ ، $X2_{min} =5$

مدى التبدل $Lim = 10-5 =5$ أو $Lim = 10-4 =6$

ويرى بعضهم أن مدى التبدل /٦/ في المثال هو أقرب للصحة من مدى التبدل /٥/ لأنه يعبر عن الفاصل الحقيقي بين الرقمين ٥ و١٠ .

٤. نقوم بتقسيم مدى تبدل كل صفة إلى مجموعات وفق الأسس الآتية :

- يجب أن يكون عدد المجموعات كبيراً من (٦-١٠) مجموعة كي نحصل بالنتيجة على شبكة ترابطية تضم أكبر عدد من المربعات بداخلها.
- يفضل أن يتساوى عدد مجموعات الصفة الأولى ما أمكن ذلك مع عدد مجموعات الصفة الثانية (بحدود ± ١-٢ مجموعة).
- كي نحقق الفقرة السابقة يجب أن تكون قيمة الفاصلة في الصفة الأولى (i_1) غير قيمتها في الصفة الثانية (i_2) إلا إذا تساوت قيمة مدى التبدل لكلتا الصفتين .

• يجب أن تغطي المجموعات جميع القياسات والإحصاءات انطلاقاً من أصغر رقم وحتى أكبر رقم (احتمال مأخوذ من الطبيعة في التجربة المدروسة). ويمكن التسامح بحدود (١) مم فقط (± ٠,١ سم) بالنسبة للقياس وعدد واحد بالنسبة للإحصاء، وبالعودة إلى مثالنا نجد ما يلي :

- إن مدى تبدل الصفة الأولى Lim1 =42 وبذلك من الأفضل اقتراح تشكيل (٧) مجموعات، وهكذا ستكون الفاصلة $i_1 = 6$ أي ٦×٧=٤٢ وستكون حدود المجموعات السبع لطول السنابل هي ٧٠-٧٥ ، ٧٦-٨١ ، ٨٢-٨٧ ، ٨٨-٩٣ ، ٩٤-٩٩ ، ١٠٠-١٠٥ ، ١٠٦-١١٢ .

نلاحظ أن المجموعة الأخيرة تضم سبعة أرقام (احتمالات) وليس كما في باقي المجموعات وهذه هي حدود القبول المعبر عنها بـ (± 0.1).

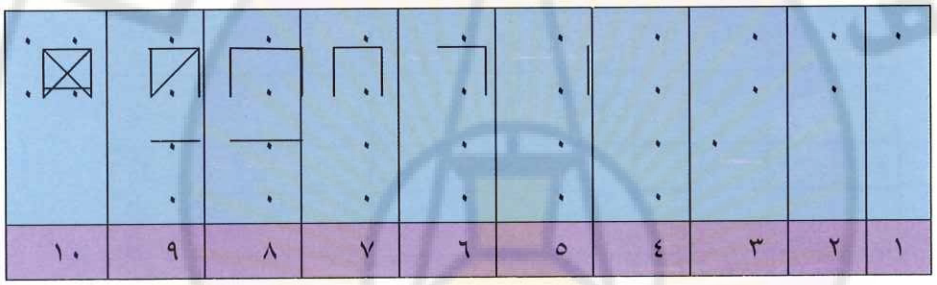
- إن مدى تبدل الصفة الثانية Lim2=21. وبذلك من الأفضل اقتراح تشكيل سبع مجموعات (كي تتناسب مع الصفة الأولى) وهكذا ستكون قيمة الفاصلة i_2=3 أي ٣×٧=٢١ وستكون المجموعات السبع لعدد بذور سنابل القمح هي : ٢٦-٢٨ ، ٢٩-٣١ ، ٣٢-٣٤ ، ٣٥-٣٧ ، ٣٨-٤٠ ، ٤١ – ٤٣ ، ٤٤-٤٧.

ونلاحظ أن المجوعة الأخيرة تضم أربعة أرقام (احتمالات) وليس ثلاثة، كما هو ملاحظ في الفقرة السابقة.

٥. نرسم مخطط الشبكة الارتباطية التي تبدو كمربع كبير يمثل ضلعه الأفقي من الأعلى حدود المجموعات السبع للصفة الثانية؛ التي وضعت بترتيب تزايدي

من اليمين إلى اليسار، ويمثل ضلعه العمودي إلى اليمين حـــدود المجموعـــات السبع للصفة الأولى؛ التي وضعت بترتيب تزايدي من الأعلى إلـــى الأســـفل، وهكذا بتقاطع خطوط هذين الضلعين بتشكل ٤٩(٧×٧) مربع صـــغير داخـــل المربع الكبير، وهي بمجملها تشكل الشبكة الارتباطية كما في الجدول الآتي.

٦. نضع داخل المربعات الصغيرة في الشبكة الارتباطية نتائج الإحصاء العائدة لصفتي الطول والعدد ربطاً مع المجموعات السبع، ومع تكرار أو مصادفة (f) كل احتمال في مكانه المناسب، وذلك بطريقة الترميز بالنقاط (والـــشخطات) التي اعتمدناها في دراسة التبدلات المتواصلة والمتقطعة، أي :



Damascus University

حدود الشبكة الارتباطية مع الجدولين الملحقين بها لتسهيل العمليات الحسابية

عدد بذور السنبلة A2 = 36 .

f_1a_2	f_1a_1	al $(x-\beta_{1})$	fl	٤٤-٤٧ ٤٥	٤١-٤٣ ٤٢	٣٨-٤٠ ٣٩	٣٥-٣٧ ٣٦	٣٢-٣٤ ٣٣	٢٩-٣١ ٣٠	٢٦-٢٨ ٢٧	صفة X_2^2 صفة X_1^1
٩٧٢	٥٤-	١٨-	٣						١ ٠	٢ ٠٠	٧٥-٧٠ ٧٣
١٤٤٠	١٢٠-	١٢-	١٠				٠٠ ٥	٠ ١	١ ١ ٧		٨١-٧٦ ٧٩
٨٠٨	١٣٨-	٦-	٢٣			٠ ٠٠ ٢	٩	١٠	٠ ١		٨٧-٨٢ ٨٥
صفر	صفر	صفر	٣٩		٠٠ ٥	١٢	١٥	٦			٩٣-٨٨ ٩١
٦١٢	١٠٢	٦	١٧		٠ ٠٠ ٣	١	١٠	٠ ٠٠ ٧			٩٩-٩٤ ٩٧
١٠٠٨	٨٤	١٢	٧		٠٠ ٥	٠ ١	٠٠ ٤	٠			١٠٥-١٠٠ ١٠٣
٣٢٤	١٨	١٨	١	١							١١٢-١٠٦ ١٠٩
٥١٨٤	١٠٨-		١٠٠	١	٧	١٨	٤٠	٢٣	٩	٢	f2
				٩	٦	٣	صفر	٣-	٦-	٩-	A2 $(x-\beta_{2})$
			٣٦-	٩	٤٢	٥٤	صفر	٦٩-	٥٤-	١٨-	f_2a_2
			١١٨٨	٨١	٢٥٢	١٦٢	صفر	٢٠٧	٣٢٤	١٦٢	f_2a_2

ملاحظات حول تسجيل الجدول :

١- المتوسط الفرضي للطول في الصفة الأولى (A1=91) والمتوسط الفرضي لعدد البذور في السنبلة (A2=36) وكل منهما مأخوذة من تقاطع التصالب عند أعلى تكرار، وهو $f_{max}=15$.

٢- لحساب أرقام (f1) و (f2) تجمع الأرقام الموجودة في حقل كل منهما .

٣- تستخرج قيم a1 , a2 بأخذ كل رقم من أرقام متوسطات المجموعات، وطرحه من المتوسط الفرضي العائد له A2 أو A1.

٤- لاستخراج قيمة f1a1 , f2a2 تقوم بإجراء حاصل ضرب عادي بين القيمتين f, a إما للصفة الأولى (١) أو للصفة الثانية (٢) ولكن تستخرج قيمة $f_2a_2^2$ و $f_1a_1^2$ بتربيع قيمة a ثم ضربها بقيمة f .

٥- إن قيمة $(\sum fa1.a2)$ تعني أن كل مصادفة موجودة في المربع الصغير يجب أن تضرب بما يوافقها من a2, a1 ثم يؤخذ المجموع النهائي للقيم بكاملها.

فمثلاً نضع في المربع الصغير الأول على يمين الشبكة الارتباطية كل سنبلة طولها من ٧٠-٧٥ مم، وتضم من ٢٦-٢٨ بذرة، وهكذا وجدنا (٢) سنبلة من (١٠٠) مدروسة تحقق هذين الشرطين؛ لذلك وضعنا في هذا المربع نقطتين، أي: الرقم (٢)، ولتحقيق هذا الهدف :

نبدأ بالسنبلة الأولى من جدول القياسات الأولى، ونحدد إحداثياتها بالنسبة لعدد البذور والطول، ثم نضع نقطة (٠) في المربع الصغير المناسب بعد ذلك نفعل الشيء ذاته مع السنبلة الثانية فالثالثة فالرابعة ...إلخ حتى آخر سنبلة، وفي النهاية يتم توزيع جميع السنابل الـ (١٠٠) داخل المربعات الصغيرة، فنحصل على أرقام صغيرة أو متجمعة بشكل أو آخر، تعطي انطباعاً أولياً على

وجود أو انعدام الارتباط، وعلى شدته وجهته كما سنرى فيما بعد، وبمتابعة الأرقام الموجودة داخل مربعات المربع الكبير نجد أن كل رقم يمثل عدد السنابل الحاملة لمجموعتي الصفتين (١) و (٢) بآن واحد.

فمثلاً من الشكل نجد أن الرقم (٧) يمثل تواتر، أو تكرار السنابل الواقعة في المجموعة الثانية لصفة الطول (متوسطها ٧٩مم) والمجموعة الثانية لصفة عدد البذور (متوسطها ٣٠بذرة) والرقم /١٣/ يمثل تواتر السنابل الواقعة في المجموعة الرابعة لصفة الطول (متوسطها ٩١) والمجموعة الخامسة لصفة عدد البذور (متوسطها ٣٩ بذرة) ... وهكذا إن أكبر تواتر نصادفه في مجمل المربعات يقع عند الرقم (١٥) وهو يمثل (fmax) وتتصف سنابله بمتوسط طول مقداره ٩١ مم ومتوسط عدد بذور مقداره ٣٦ بذرة، ولكي نتابع العمل الحسابي نقوم بحجز الرقم (١٥) بخطي تصالب من الأعلى إلى الأسفل، ومن اليمين إلى اليسار بحيث يتناول جميع المربعات التي تقع داخل هذين الخطين وتمثل خطوط الأصفار لدى حساب القيم الرياضية المناسب (انظر الجدول).

٧ ٠ نقوم بحساب قيمة معامل الارتباط (r) الذي يعطي بعلاقات (قوانين) مختلفة باختلاف

المصادر، وقد اعتمدنا منها العلاقة التالية :

$$r = \frac{\frac{\sum fa_1.a_2}{n} - \frac{\sum f_1 a_1}{n} \bullet \frac{\sum f_2 a_2}{n}}{\delta 1.\delta 2}$$

حيث : r معامل الارتباط.

$\frac{\sum f_1 a_1}{n}$ = رقم تصحيح الصفة الأولى (طول السنابل في مثالنا).

$\frac{\sum f_2.a_2}{n}$ = رقم تصحيح الصفة الثانية (عدد بذور السنبلة).

$\delta 1$ = الانحراف المعياري للصفة الأولى، وتعطى بالعلاقة:

$$\delta 1 = \sqrt{\frac{\sum f_1 a_1^{\,2}}{n} - \left(\frac{\sum f_1 a_1}{n}\right)^2}$$

$\delta 2$ = الانحراف المعياري للصفة الثانية وتعطى بالعلاقة :

$$\delta 2 = \sqrt{\frac{\sum f_2 a_2^{\,2}}{n} - \left(\frac{\sum f_2 a_2}{n}\right)^2}$$

إن مفهوم رقم التصحيح جاء من أن المتوسط الحسابي (x) يساوي المتوسط الفرضي (A) أي $\overline{X}=A$ هذا من وجهة نظر أولية، ويؤخذ المتوسط الفرضي من التصالب في الشبكة التلازمية الذي نصادفه عند أكبر تواتر (١٥ في مثالنا) ومن الجدول نجد أن المتوسط الفرضي للصفة الأولى (١) هو A1=91 والمتوسط الفرضي للصفة (٢) هو A2=36، وهما المتوسطان اللذان أتيا افتراضاً من الحقل، وليس حساباً بالقوانين.

بناء على ذلك من المستحيل أن يكون $\overline{X}=A$ لهذا السبب يضاف إلى (A) قيمة تصحيحية تجعله مساوياً $\overline{X}$ ، وقد حدد علماء الإحصاء أن هذه القيمة تستخرج من العلاقة : $\frac{\sum f_a}{n}$ وأعطى لها رقم التصحيح، أي $\overline{X} = A + \frac{\sum f_a}{n}$

للحصول على قيمة (r) نلجأ إلى دمج جدولين ملحقين بمربع الشبكة الارتباطية : الأول يضم أربعة حقول يوضع تحت الضلع السفلى للمربع، ويمثل ($f_2a_2^{\,2}$, f_2a_2 , a_2 , f_2) والثاني يوضع على يسار الضلع العمودي اليساري من المربع ويمثل ($f_1a_1^{\,2}$, f_1a_1 , a_1 , f_1).

(انظر الجدول)

٨ ٠ نقوم بحساب قيمة $\sum f.a_1.a_2$ الموجودة في قانون معامل الارتباط، وذلك كما يلي :

بما أن قيم f الموجودة داخل مربعات التصالب مهملة لأنها مضروبة بالصفر، لذلك نقسم المربع الكبير إلى أربعة مربعات بقياس وسط يشكلها خطي التصالب، ويعطى لها الأرقام الرومانية I , II , III , IV وذلك حسب الشكل الآتي :

II		I
	١٥	
IV		III

ومنه نستطيع حساب قيمة (fa1 . a2) لكل من هذه المربعات الوسط.
حيث نحصل على القيمة النهائية من حاصل جمعها مع الانتباه إلى الإشارات (− ، +) وذلك كما يأتي

حساب قيمة المربع I :

= a2×a1×f

٢(−١٨) (−٩) = ٣٢٤

١(−١٨) (−٦) = ١٠٨

٧(−١٢) (−٦) = ٥٠٤

١(−١٢) (−٦) = ٧٢

١(−٦) (−٣) = ١٨

١٠(−٦) (−٣) = ١٨٠

+١٢٠٦

حساب قيمة المربع II :

= a2×a1×f

٣(−٦) (٣) = −١٨

−١٨

حساب قيمة المربع III :

= a2×a1×f

٣(+٦) (-٣) = -١٨

-١٨

حساب قيمة المربع IV:

= a2×a1×f

١(٣) (٦) = ١٨

٣(٦) (٦) = ١٠٨

١(٣) (١٢) = ٣٦

٢(٦) (١٢) = ١٤٤

١(٩) (١٨) = ١٦٢

+٤٦٨

وبذلك تكون قيمة $\sum fa_1.a_2$ = ١٢٠٦+ ٤٦٨ – ١٨ – ١٨ = ١٦٣٨.

ثم نتابع الحسابات الآتية :

حساب رقم تصحيح الصفة الأولى $\sum \frac{f_1 a_1}{n} = \frac{108-}{100} = 1.08-$

حساب رقم تصحيح الصفة الثانية $\sum \frac{f_2 a_2}{n} = \frac{36-}{100} = 0.36-$

حساب $\sigma 1$:

$$\delta 1 = \sqrt{\frac{\sum f_1 a_1^2}{n} - \left(\frac{\sum f_1 a_1}{n}\right)^2} = \sqrt{\frac{5184}{100} - \left(\frac{1.08}{100}\right)^2} = 7.11$$

حساب $\sigma 2$:

$$\sigma 2 = \sqrt{\frac{\sum f_2 a_2^2}{n} - \left(\frac{\sum f_2 a_2}{n}\right)^2} = \sqrt{\frac{1188}{150} - \left(\frac{36-}{100}\right)^2} = 3.42$$

$$r = \frac{\frac{\sum fa_1a_2}{n} - \frac{\sum f_1a_1}{n} \cdot \frac{\sum f_2a_2}{n}}{\sigma_1 \cdot \sigma_2} =$$

ومنه تكون قيمة r :

$$r = \frac{1638 - (-1.08)(-0.36)}{7.11 \times 3.42} = 0.658$$

وهي قيمة معامل الارتباط في مثالنا ، و لما كانت السنابل المستعملة في حساب معامل الارتباط مأخوذة بشكل صدفي، فإنه يجب حساب الخطأ لهذا المعامل (كما هو بالنسبة لجميع القوانين) فإذا كانت العينات المدروسة أقل من ١٠٠ ($n<100$) فإننا نحسب الخطأ من العلاقة :

$$mr = \pm\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

أما إذا كانت العينات أكثر من ١٠٠ ($n>100$) فإننا نحسب الخطأ من العلاقة:

$$mr = \pm\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

وهكذا في مثالنا حيث ١٠٠ = n نجد أن قيمة الخطأ :

$$mr = \pm\frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1-(0.658)^2}{\sqrt{100}} = 0.05$$

وعليه فمعامل الارتباط = $r = 0.658 \pm 0.05$.

وفي مجال تقييم حقيقة معامل الارتباط نجد أنه يقع عند احتمال ٩٥ % إذا كانت قيمته أكبر بمرتين من الخطأ المرتبط به، أي ($r > 2mr$) كما يقع عند

احتمال ٩٩ % إذا كانت قيمته أكبر بثلاث مرات من الخطأ، أي (r > 3mr) .

وفي مثالنا r = 0.658 , mr = 0.05 أي (r > 3mr) وبذلك تقع قيمة الارتباط، عند الاحتمال ٩٩% .

ويوجد دليل آخر لتقييم معامل الارتباط وذلك من حساب قيمة دليل اليقين (t) من العلاقة

t = r/rm ومنه t = ٠,٦٥٨ ÷ ٠,٠٥ = ١٣,١٦ ويكفي أن تزيد قيمة (t) على الخطأ بثلاث مرات؛ كي يكون معامل الارتباط يقينياً .

<u>المناقشة</u> : إذا نظرنا إلى الجدول نجد أن الأرقام التي تتوضح في الشبكة الارتباطية (التواترات) تحدد وجود خط بسماكة متوسطة؛ بحيث يسير هذا الخط من أعلى يمين المربع الكبير إلى أسفل يساره، و ربطاً مع إشارة معامل الارتباط (+) و قيمته (٠,٦٥٨) نجد أن هذه النتائج مطابقة لما هو موجود في الجدول( ) فالاتجاه المذكور يحدد أن الارتباط إيجابي، و سماكة توزع الأرقام تشير إلى ارتباط متوسط القيمة نحو ٠,٧

إن قيمة معامل الارتباط تظهر بين (+١) و (−١) ولا يجوز أن تتجاوز الرقم (١) وإن ذلك يعني أن الارتباط أكثر من التام، و هذا غير مقبول، وفي الجدول الآتي نوضح الارتباط التام و الجزئي السالب والموجب:

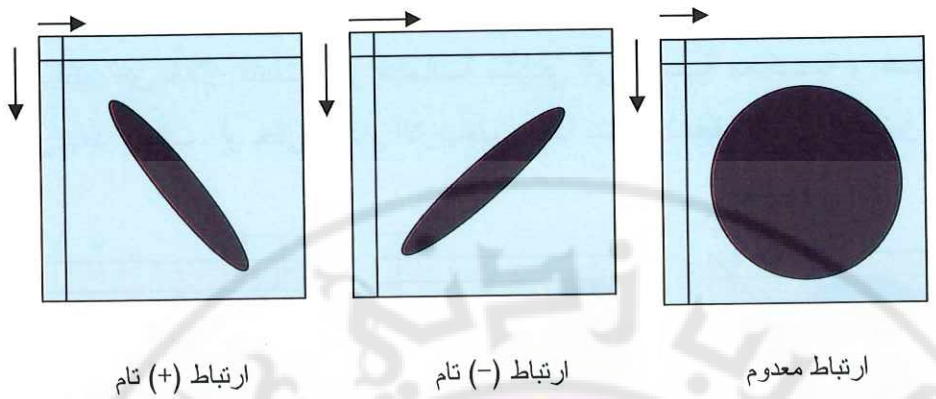
Damascus University

درجة الارتباط	ارتباط إيجابي (مباشر)	ارتباط سلبي (عكسي)
ارتباط ضعيف	من(صفر) إلى (+٠,٣٣)	من(صفر) إلى (-٠,٣٣)
ارتباط متوسط	من(+٠,٣٣) إلى (+٠,٦٦)	من(-٠,٣٣) إلى (-٠,٦٦)
ارتباط قوي	من(+٠,٦٦) إلى (+٠,٩٩)	من(-٠,٦٦) إلى (-٠,٩٩)
ارتباط تام	+١	-١

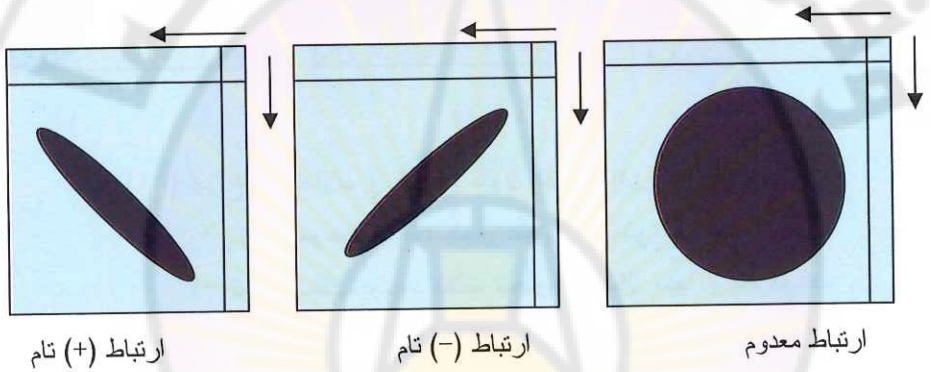
وضع الأرقام داخل الشبكة : إن اتجاه الأرقام في الشبكة الارتباطية من أعلى يمين المربع إلى أسفل يساره يعني أن الارتباط إيجابي، و الاتجاه من أعلى يسار المربع إلى أسفل يمينه يعني أن الارتباط سلبي .

هذا الأمر صحيح عندما نسجل مجموعات الصفتين بالطريقة العربية، أي: حسب طريقة الكتابة من اليمين إلى اليسار .

أما إذا جرى التسجيل من اليسار إلى اليمين- كما في المراجع الأجنبية - فإن الأمر يختلف تماماً، ويبدو معكوس النتائج شكل (٩-٢).



آ- مراجع أجنبية (كتابة من اليسار إلى اليمين)



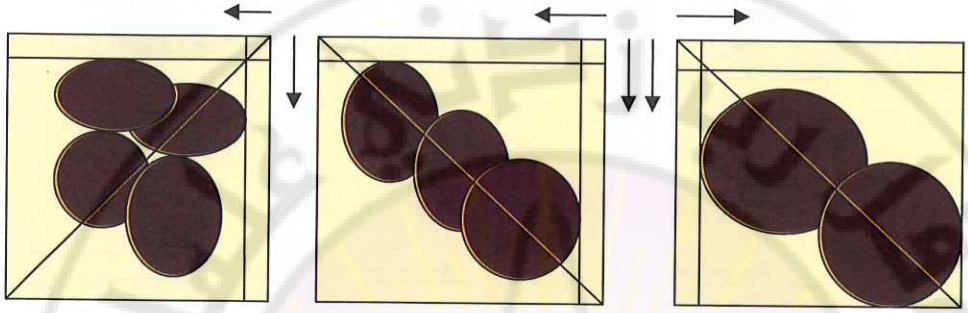
ب- مراجع عربية (كتابة من اليمين إلى اليسار)

شكل (٩-٢) مخططات توضح توزع الاحتمالات (f) في الشبكة الارتباطية

وأخيراً يجب الانتباه إلى تجانس النباتات المأخوذة لدراسة ارتباط الصفات ، وهكذا يجب أن تنتمي إلى صنف واحد ، و أن يكون بدرجة نمو واحدة أو متقاربة ، و أن توجد في أوساط متماثلة وغيرها .....

أما إذا كانت النباتات مخالفة لمثل هذه الشروط؛ فإن نتائج دراسة الارتباط ستكون مشوهة وغير صحيحة؛ لأن كل مجموعة في مثل هذه النباتات غير المتجانسة ستعطي في شبكة المربعات حقلاً ارتباطياً خاصاً بها ، و بالتالي لايمكن التعبير عن الاتجاه العام لمعامل الارتباط (سالب أم موجب)

(شكل ٩-٣) فمثلاً إذا كان الارتباط بين صفتين ما موجباً؛ فإن دراسة هاتين الصفتين من خلال النبات غير متجانسة ستؤدي إلى نتيجة معاكسة و هي الارتباط السالب، أو حتى انعدام الارتباط، و هذا تشويه لحقيقة هاتين الصفتين .



٣ ٢ ١

شكل (٥١) توزع الاحتمالات و توضع حقول الترابط لدى الأفراد الخليطة :

١- ترابط موجب بوجود مجموعتين معدومتي الترابط .

٢- ترابط سالب بوجود ثلاث مجموعات لكل منها ترابط موجب .

٣- ترابط موجب ضعيف بوجود أربع مجموعات لكل منها ترابط موجب.

ب- معامل الانحدار الخطي .....

يشير هذا المعامل (R) إلى التساؤل عن مقدار التبدل الوسطي لإحدى الصفتين لدى قبول الصفة الثانية تقديراً بالواحدة (١%) ويعطى معامل الانحدار بوجود الإنتقاءات (الاختيارات) الكثيرة من العلاقتين :

$$R\,1/2 = r\frac{\delta}{\delta}, R\,2/1 = \frac{\delta_2}{\delta_1}$$

ومن دراستنا في الفقرة السابقة لطول السنبلة (صفة ١) وعدد البذور فيها (صفة ٢) وجدنا ما يلي :

$$\sigma_1 = 7.11 \quad ، \quad \sigma_2 = 3.42 \quad ، \quad r = 0.658$$

وبالتطبيق نجد :

طول / عدد $$R_{1/2} = 0.658 \cdot \frac{7.11}{3.42} = 1.36$$

عدد/ طول $$R_{2/1} = 0.658 \cdot \frac{3.42}{7.11} = 0.31$$

هذا يعني أنه مع زيادة طول السنبلة إلى الوحدة (١%) فإن وسطي زيادة عدد البذور ستصل إلى ١,٣٦% .

وبزيادة عدد البذور إلى الوحدة ١% فإن أطوال السنابل ستتزايد إلى ٠,٣١ %.

جـ – المطلوب :

أولاً – يقوم كل طالبين بتحقيق الآتي بالنسبة لحساب معامل الارتباط :

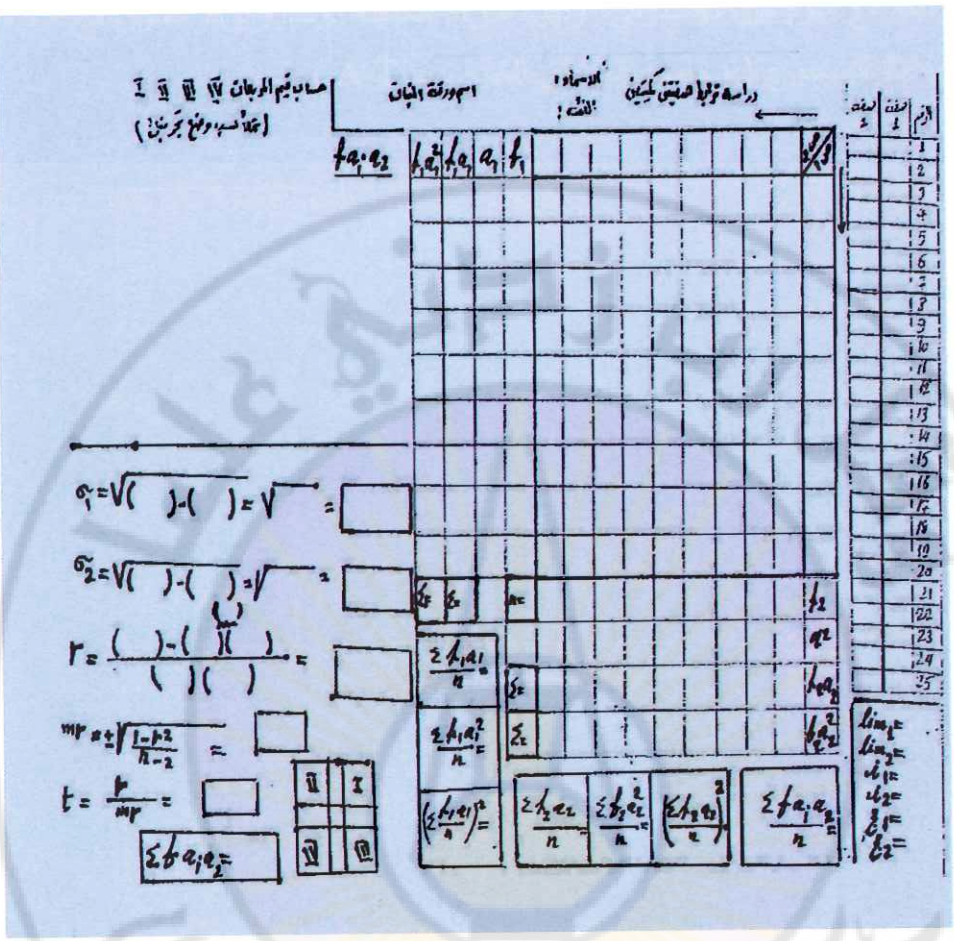
a. إجراء قياس طول أوراق النباتات المقدمة إليك و عرضها (أو أي صفتين غير الطول والعرض تعطى إليك) وتسجيل نتائج القياس في التقرير المطبوع .
b. توزيع المصادفات في المربعات الصغيرة من المربع الارتباطي، و ذلك بطريقة الرموز أولاً (نقاط و شحطات) ثم تحول إلى أرقام .
c. ملء الجدولين المرفقين بالمربع الارتباطي .
d. إجراء الحسابات الخاصة بمعامل الارتباط بالتفصيل الكامل .
e. حساب قيمة معامل الارتباط بالتفصيل الكامل .

f. مناقشة النتائج ببضعة سطور، حيث يدلي الطالبان برأيهما الخاص للتقرير الذي سيعطى كي تقدمه جاهزاً في آخر الجلسة.

ويوضح الجدول (شكل ٩-٤) نموذجاً مصغراً للتقرير الذي سيعطى للطلاب؛ كي يُقدّم جاهزاً في آخر الجلسة، لذلك يفضل الاطلاع عليه، ودراسته قبل البدء بالجلسة العملية .

ثانياً – يتم حساب معامل الانحدار على ضوء ما يعطى للطلاب من بيانات أثناء سير الجلسة، وتناقش النتائج كتابة .

ثالثاً – يعمد الطلاب إلى كتابة تقرير من المراجع، أو من الأنترنت حول أهمية عامل الارتباط و خطر عامل الانحدار بالنسبة لبعض الصفات الإنتاجية المهمة؛ لاسيما بالنسبة لبعض النباتات الاقتصادية .(يفضل معالجة العديد من الصفات الكمية بحدود العشر مثلاً) .



شكل (٩-٤) نموذج مصغر عن الجدول الذي سيقوم الطلاب بكتابه في الجلسة العملية.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

القسم العاشر

الصنويات المتعددة في النبات

التعدد الشكلي والتعدد الشكلي الوراثي

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة :

يخضع تبدل النمط الشكلي phenotype للصفات، والذي يرتبط عادة بتبدل النمط المورثي Genotype إلى وجود طفرات عديدة عائدة لمورثة واحدة تشكل ما يسمى بالصنويات المتعددة multiple alleles أو سلسلة الصنويات المتعددة Allelic series.وفي كثير من الحالات يقع الاختلاف الشكلي لصفة ما تحت إشراف من (٢-٣) صنوي عائد لمورثة واحدة، وقد لوحظت أعداد كبيرة من الصنويات المتعددة كما في نبات البندورة (٤٠صنوي) وعدد أكبر في نبات الخردل.

ونميز من التعدد الشكلي Polymorphism ثلاثة أنماط رئيسية :

- صنويات لا شكلية Amorph وهي الصنويات غير النشيطة في السلسلة الصنوية (غير وظيفية).
- صنويات Genomorph أو مورثية الشكل تحدد وظيفية، لكنها أضعف من الوظيفة الموجودة لدى صنوي النمط البري.
- صنويات Neomorph تبدي أثراً غير مرتبط في حالة عدم التماثل، وكل صنوي يحدد أثراً شكلياً خاصاً به.

فمثلاً يتحدد الغطاء الوبري عند خنزير البحر بالمورثة (C) التي تتحكم بصنع الميلانين، ولهذه المورثة أربع صنويات هي (C تحدد اللون الآغوتي، C^r تحدد اللون الأخف، C^d تحدد اللون البني، C^a تحدد اللون الأبيض – انعدام اللون).

في هذا المثال يكون الصنوي C^a حالة اللاشكلية Amorph ، والصنويات C^r و C^d يحددان حالة الشكل المورثي Genomorph .

تلاحظ ظاهرة الصنويات المتعددة للمورثة الواحدة في المجتمعات النباتية بشرط إن كل فرد مضاعف الصيغة الصبغية (2n) يحمل صنويين فقط. وفق الأمثلة المشهورة عند الإنسان نجد الزمر الدموية ABO فيها صنويات متعددة لمورثة واحدة أي (IB, IA , i) أو ألوان الحشرات.

كما نجد في النبات صنويات المورثة المشهورة (S) الأربع، وهي , S3 , S4 S1 , S2 والتي تعمل على منع الإلقاح الذاتي في الأزهار الخنثوية، وتحديد الجنس عند نبات قثاء الحمار Ecbalium elaterium .....وغيرها.

أولاً – التوضيح النظري :

من الأمثلة النباتية المشهورة في مجال التعدد الشكلي للمجتمعات النباتية الطبيعية؛ نجد ظاهرة الصنويات المتعددة في نبات البرسيم الأبيض Trifolium repens والذي يتميز بوجود رسومات بيضاء بشكل الحرف (V) أو بشكل بقع على الوريقات الثلاث لأوراق هذا النبات. ويمكن أن يلاحظ هذا النوع بكثرة في كل مكان في السهول والمروج، وبذلك يتم جمعه، وتعشيبه.

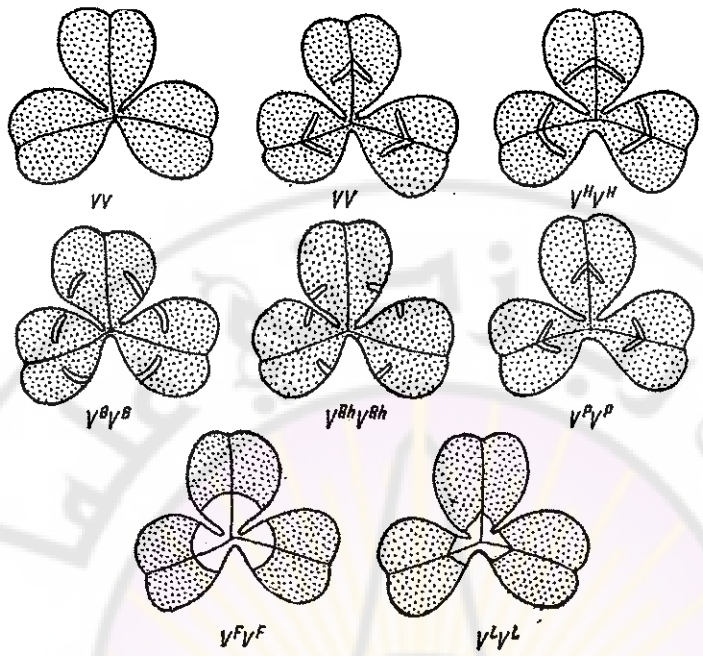
١- وراثة البقع V في البرسيم الأبيض:

تتنوع الأوراق في نبات البرسيم الأبيض Trifolium repens ربطاً مع توضع بقع بيضاء بشكل الحرف (V) أو (٨) التي تشبه شارات الرتب العسكرية Chevron على الوريقات الثلاث للورقة المركبة. وتمثل هذه البقع أو الخطوط البيضاء نموذجاً جيداً لدراسة وراثة الصنويات المتعددة في النبات، وهي تتوضع على خلفية خضراء. وتشير الدراسات النسيجية إلى أن سبب تشكل هذه البقع أو "الإشارات " البيضاء اختفاء النسيج الحباكي اليخضوري، أو قلة عدد خلاياه في المناطق الموجودة تحت هذه البقع في الورقة، بينما يكون طبيعياً في المناطق الخضراء الأخرى.

تشير الدراسات إلى وجود ثمانية نماذج في سلسلة الصنويات التي تحدد رسوم الخطوط والبقع البيضاء على أوراق نبات البرسيم الأبيض في المجتمع الطبيعي، وفي حالة التماثل فقط Homozygous، هذه النماذج تشير إلى وجود تبدل عريض وكبير تحدثه في الموقع المورثي الواحد، ويمكن متابعة هذه النماذج من الصنويات في الجدول الآتي، والشكل (١٠-١).

" الأنماط المورثية والشكلية التي تشترط ثماني طفرات للموقع المورثي (V) عند البرسيم الأبيض Trifolium repens "

الصنوي Allele	النمط المورثي Genotype	النمط الشكلي Phenotype	رمز النمط الشكلي على الرسم في الورقة
v	v v	وريقات خضراء دون أي خطوط أو بقع بيضاء	O
V	VV	شارة بيضاء متواصلة بشكل ٨ منخفضة	A
V^H	V^HV^H	شارة بيضاء متواصلة بشكل ٨ مرتفعة	A^H
V^B	V^BV^B	شارة بيضاء متواصلة بشكل ٨ منقطعة منخفضة	B
V^{Bh}	$V^{Bh}V^{Bh}$	شارة بيضاء متواصلة بشكل ٨ منقطعة مرتفعة	B^H
V^P	V^PV^P	شارة بيضاء متواصلة بشكل ٨ في الوسط	C
V^F	V^FV^F	بقعة بيضاء مثلثية الشكل كبيرة في قاعدة الورقة	D
V^L	V^LV^L	بقعة بيضاء مثلثية متطاولة في قاعدة الورقة	E



شكل (١٠-١) مخطط رسوم الخطوط والبقع البيضاء المتوضعة على أوراق نبات البرسيم Trifolium repens في حالة التماثل بالصنويات، بما يتوافق مع الجدول السابق.

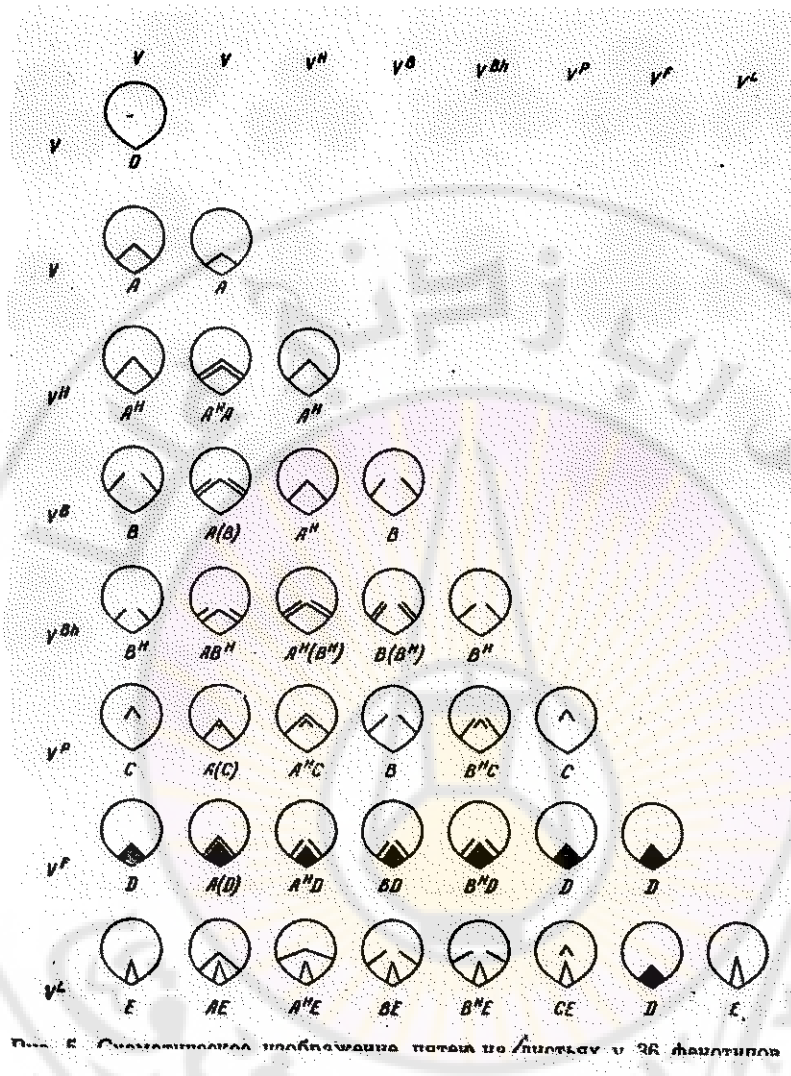
ويشير الشكل (١٠-٢) إلى صورة توضح حالات من الرسومات على الأوراق في الحالة المتماثلة وغير المتماثلة Heterozygous بالمورثة (v)، والهجينة، فمثلاً نلاحظ النمط الشكلي B^HD (نمطه المورثي الهجين $V^{Bh}\ V^F$) فهو يضم صنويين يعطيا ما يوافق بقعة مركزية عالية، وتقطعات كبيرة، وهما يظهران في النمط الشكلي دفعة واحدة على الورقة.

شكل (١٠-٢) صور فوتوغرافية توضح شكل الخطوط والبقع المتوضعة على أوراق نبـات البرسيم:

اليسار: الحالات التي تمثل النماذج الثمانية من الرسوم زالممثلة في الجدول والتي تشير إلى التماثل بالمورثة (v).

اليمين: الحالات الهجينة التي تمثل النماذج غير المتماثلة بالمورثة (v).

ويمكن تحديد جميع الاحتمالات، والبالغ عددها (٣٦) احتمالاً، للصنويات الثماني لدى تنسيقها مع بعضها بعض في الشكل (١٠-٣). وفي هذا الـشكل نجد حالات التماثل الثمانية، وحالات عدم التماثل.



شكل (١٠-٣) مخطط يوضح الاحتمالات الـ (٣٦) لدى تنسيق الصنويات الثماني مع بعضها بعضٍ في حالة التماثل وعدم التماثل.

من الشكل السابق نجد حالات طغيان نمط شكلي على آخر في الهجين، وهي حالات شاذة؛ لأنه من الثابت أن الصنويات المتعددة في البرسيم تخـــضع

لوراثة السيادة المشتركة Codominance أو المتساوية Isodominance حيث يظهر النمط الشكلي للصنوبين معاً في النمط المورثي.

كما أن توارث هذه الصنويات يتحدد بقانون مندل الأول، أي: يحصل انفصال بنسبة (٣: ١) أي (٣) مع بقعة : (١) دون بقعة، وذلك في الجيل الأول، والتهجين الاختباري للجيل الأول يعطي انفصال بنسبة (١:١)، أما الجيل الثاني فيعطي انفصالاً بنسبة (١: ٢ : ١).

ومن أمثلة الشواذ نجد النمط المورثي الهجين V^BV^H له نمط شكلي V^H فقط على الوريقات، والنمط المورثي V^BV^P له نمط شكلي V^B فقط، والنمطان المورثيان : V^FV^P و V^FV^L لهما نمط شكل واحد، وهو V^F فقط. من ذلك نجد أن الصنوي V^H يسيطر على الصنوي V^B ، والصنوي V^B يسيطر على الصنوي VP والسيطرة كاملة وليست مشتركة. ومع ذلك فإن مصطلح السيطرة في هذه الاستثناءات غير قانوني في مثال الصنويات المتعددة، وما زالت بحاجة إلى المزيد من الدراسات. وبشكل عام نجد أن التعدد الشكلي في مثال الرسومات على أوراق الترنيوليوم (وما شابهها من أمثلة) تقع تحت النمط الثالث من الأنماط الشكلية وهو Neomorph بتأثيرها بالحالة غير المتماثلة، أي: أن الصنويات لا علاقة لها بغيرها في إظهار آثارها الإفرادية على النبات.

٢- وراثة الرسوم الحمراء (R) في الرسم الأبيض :

نجد عند بعض الأوراق في نبات البرسيم الأبيض Trifolium repens وجود بقع أو إشارات حمراء اللون على الأوراق بدلاً من الإشارات البيضاء، وذلك بسبب وجود الأصبغة الأنتوسيانية في خلايا الورقة.

وقد تبين أن هذه البقع والخطوط الحمراء تقع تحت إشراف سلسلة من الصنويات المتعددة التابعة للمورثة R/r وهي مستقلة تماماً عن المورثة V/v المسؤولة عن البقع البيضاء. ونجد من صنويات المورثة R/r ستة نماذج رئيسية، وهي كما في الجدول الآتي والشكل (١٠-٤).

وكما هو الحال في المورثة (V/v) فإن المورثة (R/r) تتوارث حسب قانون مندل الأول حسب النسبة (٣: ١) في الجيل الثاني، وتعمل على مبدأ السيادة المشتركة Codoninance. وقد يبدو الصباغ في نباتات أخرى يشكل بقع مزخرفة بعيد كل البعد عن النظامية في الأشكال المدروسة.

شكل (١٠-٤) الصنويات المتعددة العائدة للمورثة R/r بأنماطها الشكلية الستة

(الشرح في النص)

ثانياً – الجانب العملي :

١- جمع وتحضير العينات :

يتم تجهيز معشبة من أوراق البرسيم بشكل مسبق من الطلاب، وذلك بجمع من (٥٠-١٠٠) ورقة نباتية أثناء انتشار في الصيف، أو أثناء الرحلات العلمية، وغير العلمية. ويجب أن يؤخذ من كل نبات ورقة واحدة (وخاصة إذا كان النبات معمراً، وذو تكاثر إعاشي واسع)، ولذلك لا بد من جمع الأوراق على مسافات لا تقل عن خمس خطوات الواحدة عن الأخرى، ومن مناطق جغرافية مختلفة.

وبعد أن تجمع الأوراق يقوم الطلاب بتحديد أنماطها الشكلية، وترتيبها، ولصقها على الورق المقوى لتشكيل سلسلة الصنويات المتعددة كل حسب مجموعته، ويفضل لصق الأوراق النباتية جيداً؛ كي تحافظ على لونها الأصلي الطبيعي.

" الأنماط المورثية والشكلية التي تشترط ست طفرات عائدة للموقع المورثي R في البرسيم الأبيض T.repeus "

الصنوي Allele	النمط المورثي Genotype	النمط الشكلي
r	r r	وريقات خضراء اللون دون أصبغة أنتوسيانية
R^{I}	$R^{I}R^{I}$	أشرطة حمراء على وريقات ميرقشر خفيفة وصغيرة
R^{Ia}	$R^{Ia}R^{Ia}$	أشرطة حمراء عديدة وصغيرة على الوريقات
R^{m}	$R^{m}R^{m}$	عصيبات الوريقات الوسطى فقط شديدة التلون قاتمة
R^{m}	$R^{m}R^{m}$	بوجود المورثة V^{B} تلاحظ أصبغة حمراء خفيفة داخل الأبيض V
R'	$R'R'$	الوريقات حمراء ممتلئة ماعدا الحافة

٢- دراسة النماذج الطازجة :

يتم توصيف عينات الأوراق الطازجة المجموعة من الحقل مقارنة مع المعشبة الجاهزة؛ التي تم توصيفها مسبقاً بالاستعانة مع المراجع والمشرفين. ويتم إحصاء التواتر النسبي لكل نمط مورثي مصادف، وحساب نسبة الصنويات بشكل تقريبي في المجتمع الموصوف، ومن ثم اقتراح جدول يحدد انتشار الصنويات في المنطقة المدروسة، ومقارنتها مع مناطق جغرافية مختلفة.

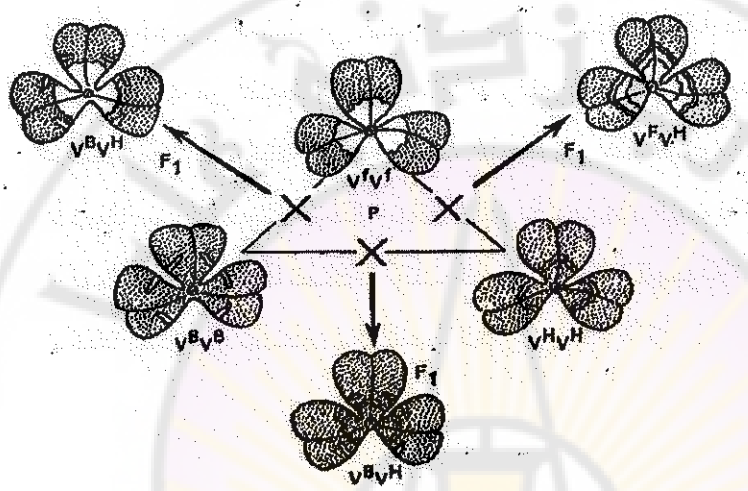
٣- المطلوب :

a. المطلوب من كل طالب أن يقوم بجمع من (٥٠- ١٠٠) ورقة نباتية من البرسيم تحمل رسومات على الوريقات، وذلك من مناطق جغرافية مختلفة من سورية (أو من خارجها)، ومن ثم يعمل على تعشيب نماذج مختلفة منها، وغير متشابهة، ويحتفظ بها لحين دراستها.

b. يقارن الطالب نتائجه (الأوراق المجموعة) مع نتائج زملائه في المجموعة الطلابية الواحدة، ومن ثم مع المجموعات الطلابية الأخرى ويحاول أن يستخرج الأنماط الشكلية، والأنماط المورثية، ويسجلها مع الرسم في الدفتر، ويقارنها مع معشبة نموذجية ليطابق نتائجه مع هذه المعشبة.

c. ابحث في المراجع وفي الأنترنت عن الصنويات المتعددة في نباتات أخرى (غير البرسيم) مثل البندورة، وألوان الأزهار، والبقع الموجودة في الثمار وغيرها من الصفات، مثل: انعدام أو وجود الأوبار، وعدد القطع الزهرية وغيرها. وسجل تقريراً مناسباً مدعماً بالصور والجداول.

d. ادرس المخطط التهجيني المتمثل باللوحة المقدمة إليك شكل (١٠-٥) وحاول أن تربط الأنماط المورثية مع الأنماط الشكلية لدى النباتات المتماثلة (الأبوية) وغير المتماثلة (الهجينة).



شكل (١٠-٥) سيطرة مشتركة Codominace ضمن الصنويات المتعددة التي تحدد رسوم البقع على أوراق البرسيم (حسب لوباشوف)

e. حل " المعضلة " الوراثية الآتية :

تم تهجين نبات متجانس الأعراس Homozygous من النمط المورثي V^HV^H مع نبات V^BV^B المطلوب :

- وضح ميزات توضع الرسومات في هجين F_1 مستعيناً باللوحة من الفقرة السابقة.
- كم نمطاً مورثياً مختلفاً موجوداً في الجيل الثاني (F_2)؟
- كم نمطاً شكلياً يمكن أن تملكه نباتات الجيل الثاني؟

- كم نمطاً شكلياً تنتج من تهجين F_1 مع نباتات مالكة للنمط المورثي V^LV^F ؟

f. حل " المعضلة " الوراثية الآتية :

في البرسيم تشترط المورثة V وجود البقع (الإشارات) البيضاء على الأوراق حسب الشكل والجدول المثبت في النص. تم تهجين نباتات مالكة للنمط المورثي V^PV^F مع النباتات من النمط المورثي VV^L ونتج (٤٣) نبات المطلوب :

- كم نمطاً مورثياً مختلفاً تمتلكه نباتات الذرية من هذه الهجونة؟
- كم نمطاً مورثياً مختلفاً تمتلكه نباتات الذرية من هذه الهجونة؟
- كم نمطاً شكلياً مختلفاً تمتلكه نباتات الذرية من هذه الهجونة؟
- كم نباتاً يمكن أن نصادفه من النمط المورثي V^PV^L ؟

القسم الحادي عشر
التقانات الحيوية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة :

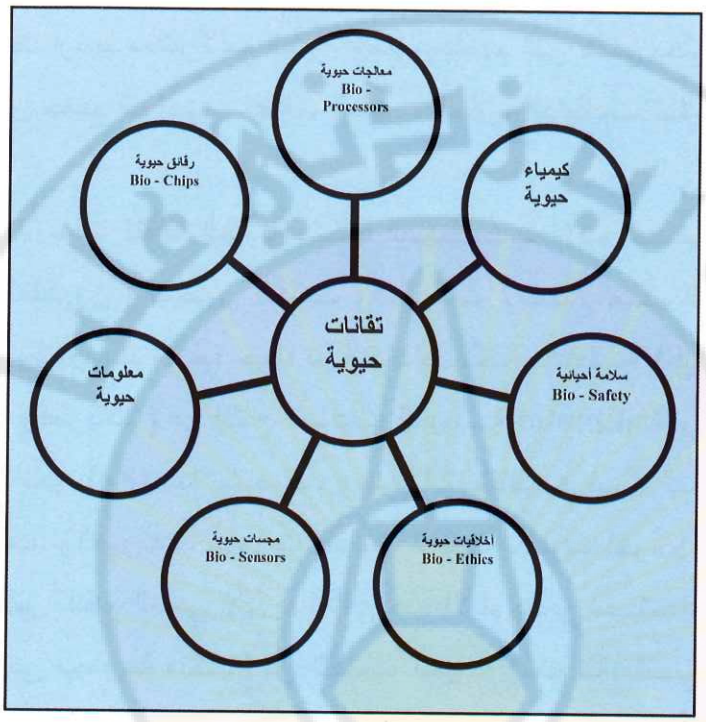
تعد التقانات الحيوية Biotechnology قديمة قدم التاريخ كونها تجمع بين الأحياء والتقانات الآلية. وقد توسع هذا العلم في السنوات الأخيرة بشكل كبير، حيث ارتبط مباشرة مع البشر، ومع معيشتهم التي هي بحاجة إلى تحسين من جميع النواحي : الغذاء، الملبس، السكن، المتطلبات الدائمة ...إلخ.

وفعلاً بدأت التقانة الحيوية بشكلها البسيط منذ آلاف السنين عندما استخدم المفكرون والباحثون النباتات والحيوانات لإنتاج هذه المتطلبات البشرية. وتسارعت الأيام، حيث تم استخدام الأحياء الدقيقة (فيروسات، وجراثيم، وفطريات) في إنتاج الصادات الحيوية Antibiotic والخمائر، وهذا منذ نحو (٧٠) سنة مضت. ومع اكتشاف جزئية الـ DNA والصبغيات، والمورثات، تطورت التقانات الحيوية بأسلوب آخر.

ويقاس التقدم العلمي لأيّ دولة في هذه الأيام بمدى استخدام طرائق جديدة تتبنى مجموعة متكاملة من التقانات الحيوية المتنوعة؛ التي نشطت بشكل مذهل في الثلاثين سنة المنصرمة، ودخلت بتسارع كبير مخابر العديد من الدول حتى غدت عملاً يومياً اعتيادياً، ومحورها الرئيس جزئية الـ DNA والمورثات، والهندسة الوراثية، والبصمة الوراثية، وكل ما تستعمله من أجهزة وتقانات حديثة متطورة.

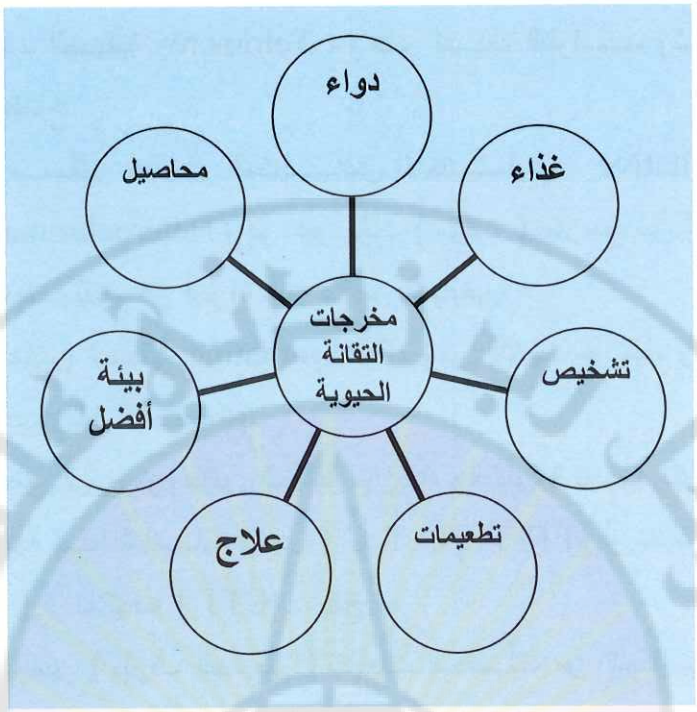
وعلى الرغم من المفاهيم المتفاوتة التي وضعت لتوضيح مصطلح " التقانة الحيوية " ربطاً مع دول إنكلترا وأوربة واليابان وأمريكا، إلا أننا نفهم اليوم بأن التقانة الحيوية تعني " الاستخدام التقني الموجه والأمثل للكائنات الحية على المستوى الخلوي والجزيئي للحصول على نواتج مفيدة للبشرية " .

تعتمد التقانة الحيوية على مجموعة نوعية من العلوم المتخصصة شكل (١١-١) وأما مخرجاتها الحياتية للبشرية فهي متنوعة. شكل (١١-٢).



شكل ١١ – ١ أهم التخصصات والتطبيقات التي تساند التقانات الحيوية

Damascus University



شكل ١١ – ٢ أهم مخرجات التقانة الحيوية

أولاً _ التوضيح النظري :

١- الكروماتين الصبغي :

بما أن التقانات الحيوية تتناول بصورة رئيسية الصبغي؛ فإننا نود التذكير بالكروماتين؛ الذي يشكل المادة الأساس الداخلة في تركيبه. ويطلق على الكروماتين اسم DNA (Dioxyribo Nucleoprotine) أي: المادة النووية منقوصة الأكسجين البروتينية. ونميز من الكروماتين ثلاثة أنماط كبيرة، وهي :

- الكروماتين غير المتجانس (المغاير) Heterochromatine وهو الثابت الخامل مورثياً، ويلاحظ في مناطق مختلفة من الصبغي، ويكثر بالقرب من الجزيء المركزي، وعلى طرفي الصبغي التي تسمى

النهايات الصبغية Telomeres ، وهو شديد التلولب، وشديدة الاصطباغ.

- الكروماتين غير المتجانس الاختباري Facultative Heterochromatine وهو غير ثابت (مؤقت) يتأرجح بين الخامل والنشيط، ويُقحم في أجزاء متنوعة من الصبغي.
- الكروماتين الحقيقي Euchromatine، وهو النشيط مورثياً، وقليل التلولب، وقليل الاصطباغ.

تتمثل مناطق الهيروكروماتين الخاملة مورثياً، والمتلولبة بوجود تكرارات لتتابعات نيكلوتيدية إما ثمانيات مثل (TTTT CC T C) أو سداسيات (TTT T CC) أو ثلاثيات (CTT) ...إلخ.

ويُمثل التلومير (طرف الصبغي) تتابعات لسداسيات من النيكلوتيدات تكون عند الإنسان، وبعض النباتات من الشكل (TTAGGG)، وهي تعمل على حماية الصبغي من التآكل، وتشبه بذلك قطعة البلاستيك التي تحمي رباط الحذاء، كما تمنع من تلاصق الصبغيات مع بعضها بعض.

٢- أهم التقانات الحيوية المستعملة في البداية لدراسة الصبغيات :

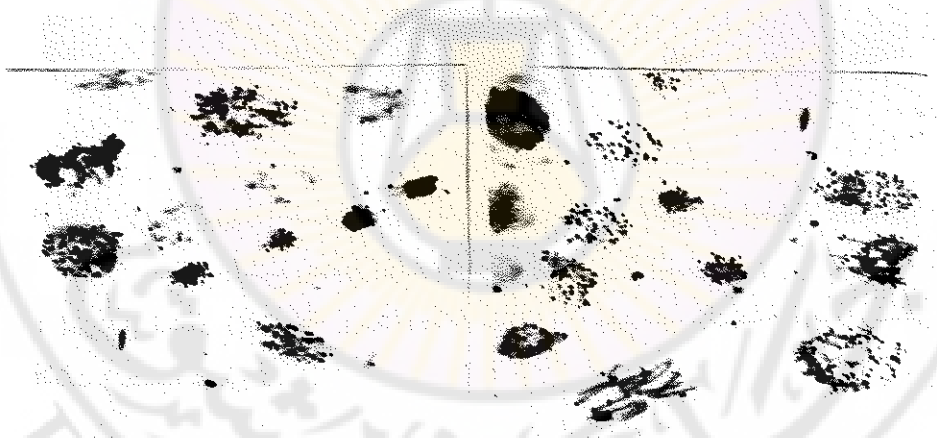
أ – التصوير الشعاعي الذاتي Autorodiography :

تعتمد هذه الطريقة على وضع المادة الحية المراد وسمها (جذور مثلاً) في محلول التيميدين المشع الموسوم بالتريتيوم (H_3 Thymidine) وتتبعه داخل النواة والصبغيات Tritium – labeled thymidine وخاصة صبغيات الطور الاستوائي، والأطوار الأخرى، والطور البيني من الانقسام الخيطي. ولدى معالجة المادة الحية بهذا المحلول، ومن ثم تصنيع محضرات مجهرية، ومعاملتها قبل تثبيتها بطرائق تقنية خاصة تظهر تحت المجهر آثار الوسم على

شكل نقاط سوداء من معدن الفضة، تترسب في مناطق نسخ الـ DNA فقط شكل (١١-٣).

ويمكن متابعة تسلسل تضاعف الصبغيات؛ الذي لا يحصل بوقت واحد، وتوجد صبغيات تُنهي تضاعفها في المراحل الأخيرة من مرحلة تركيب الـ DNA (S) مثل الصبغي الجنسي الخامل (X) عند المرأة، في حين تكون باقي الصبغيات الجسمية قد أنهت تضاعفها. وهكذا يمكن إظهار الوسم المتأخر للصبغي (X) باستخدام هذه التقانة (الوسم الاشعاعي الذاتي) وذلك بملاحظة النقاط السوداء على هذه الصبغي المتأخر بالتضاعف (شكل ١١-٤).

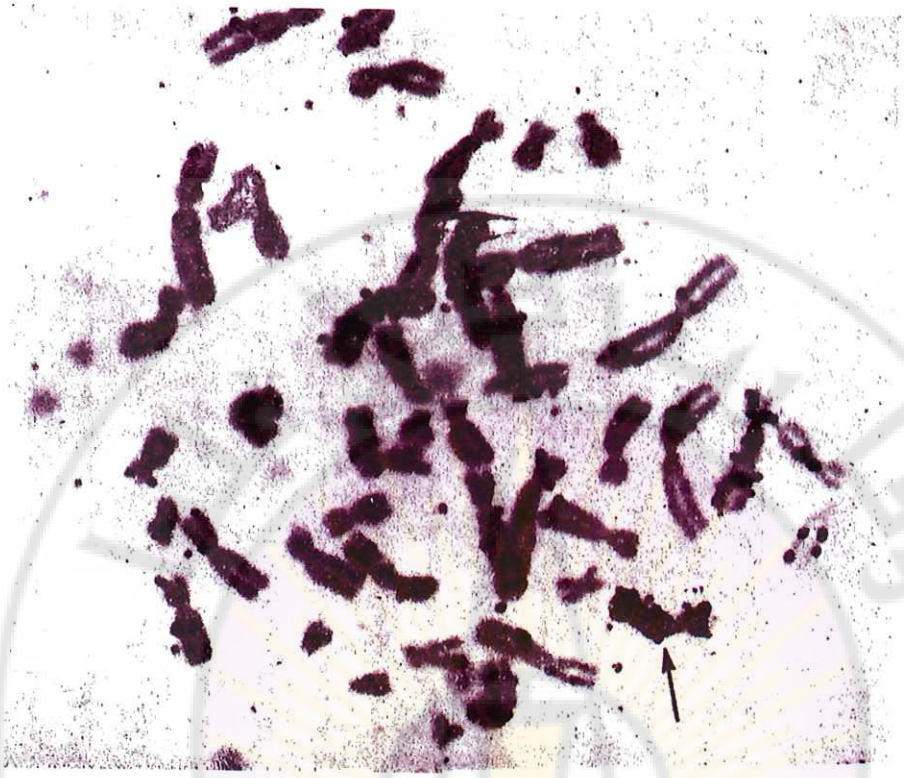
إضافة إلى ذلك تستخدم هذه التقانة في مجالات بحثية كثيرة جداً، ومنها على سبيل المثال لا الحصر استخدامها في تحديد الاستمرار الزمني لمراحل الطور البيني Interphase الثلاث، وهي G_2 , S , G_1



شكل (١١-٣) تقانة التصوير الشعاعي الذاتي:

يمين: طور استوائي قليل الوسم وطور رابع موسوم وأطوار راحة موسومة وغير موسومة (النقاط السوداء تشير إلى الوسم).

يسار: أطوار أول وثاني ورابع موسومة مع طور رابع واضح الوسم (من دراساتنا).



شكل (١١-٤) كاريوتيب (صبغيات) امرأة سليمة في الطور الثاني بعد استخدام التيميدين المشع وتطبيق تقانة التصوير الشعاعي الذاتي.

لاحظ الصبغي الخامل (X) أكثر وسماً (نقاط سوداء من حبيبات الفضة) من باقي الصبغيات (حسب عيسى).

وللتغلب على مشكلة الحفاظ على إمكانية تعقّب الكمية القليلة من المادة النووية أثناء برامج التنسيل، أو النسخ المتبعة حديثاً (لأن فقدان أي جزء منها يعني التناقص في العمل بعد كل خطوة) يتم توسيمها بواسطة جزيء نشيط إشعاعياً، وعادة يتم وسم النيكليوزيد Nucleoside ثلاثي الفوسفات (d NTP) عن

طريق H^3 أو p^{32} ، ومن ثم قياس أي جزء، أو تفاعل بوساطة مقياس إشعاعي بهدف تحديد كمية الحمض النووي الموجود.

ب- اظهار مناطق الهيتروكروماتين بالتبريد :

لقد عملنا أن المناطق الخاملة من الصبغي المتمثلة بالكروماتين غير المتجانس، شديدة التلولب، وشديدة الاصطباغ، وخاملة مورثياً.

وقد تبين أن تبريد الأعضاء النباتية التي تنشط فيها الانقسامات الخيطية (كالجذور مثلاً) وتكثر فيها الصبغيات يؤدي إلى تأثر مناطق الهيتروكروماتين بشدة دون سواها من مناطق الصبغي الأخرى. وقد ذكر الباحثون في بدايات الدراسة إلى أن التبريد الشديد والطويل (من صفر إلى خمس درجات ولمدة ٤٨ ساعة) يؤدي إلى ظاهرة " الجوع النيكليوتيدي " بسبب فقدان جزء كبير من الحموض النووية Nueleic acid من هذه المناطق؛ الأمر الذي يجعلها أقل تلولباً واصطباغاً بالملونات العادية، أو النوعية؛ مثل تفاعل فولكن لكشف الـ DNA .

لقد أظهرت الدراسات فيما بعد إلى أن أثر التبريد الشديد والطويل على مناطق الهيتروكروماتين يؤدي إلى فك تلولب هذه المناطق. وبالتالي إظهار " تتابعات " مكررات النيكليوتيدات الخاملة، والتي عرفت بالحرف (T , N , R , G , C) وغيرها. وباستعمال الملونات العادية مثل الكارمن الخلي؛ فإن هذه المناطق تبدو في طور البروفاز وفي الطور الاستوائي فاتحة، أي: أنها لا تتلون (كانت تتلون قبل التبريد)، ومن هنا يمكن الكشف مجهرياً عن مناطق الهيتروكروماتين، ومن أشهر هذه المناطق بعد التبريد تسمى عصابات G أو G/R – like شكل (١١-٥).

شكل (١١-٥) اظهار مناطق الهيتروكروماتين بالتبريد:

الأعلى: صبغيات نبات Lolium 2n = 14 تظهر G/R – like معالجة بالتبريد ٣° -٤° لمدة (٢٠) ساعة. المناطق الفاتحة هي مناطق الهيترومروماتين (الأسهم).

الأسفل: الانقسام الخيطي في بوغة صغيرة بعد انتهاء الانقسام المنصف n=5 سبقت معالجتها بالبرودة بالدرجة صفر لمدة ٤٨ ساعة. لاحظ مناطق الهيتروكروماتين الفاتحة (الأسهم).

مخبر الوراثة الخلوية في معهد النبات سانت بتربورغ.

جـ- تعصيب الصبغيات :

لقد تمكن الباحث سيبرات Seabright عام ١٩٧١ من إظهار عصابات Bands معينة ونموذجية ومحددة على طول كل صبغي من صبغيات الإنسان، وذلك باستعمال محلول التربسين Trypsin المركز بنسبة ٠,١% في محلول خاص، وبتركيز شاردي (PH=6.8).

وبدراسة هذه العصابات، وهي في الطور الاستوائي Metaphase تبين أنها واحدة على كل شفع صبغي، أي: أن الصبغيين المتقابلين في الشفع يحملان نفس العصابات من حيث العدد والنوع، ومن هنا أمكن تمييز كل شفع عن الآخر من الأشفاع الجسمية (٢٢شفع)، إضافة إلى تمييز الشفع الجنسي (XX) عند الأنثى، و (XY) عند الذكر شكل (١١-٦).

شكل ١١ – ٦ استخدام تقانة التعصيب لإظهار صبغيات الانسان .

يسار : كاريوتيب يوضح وجود العصابات على الصبغيات .

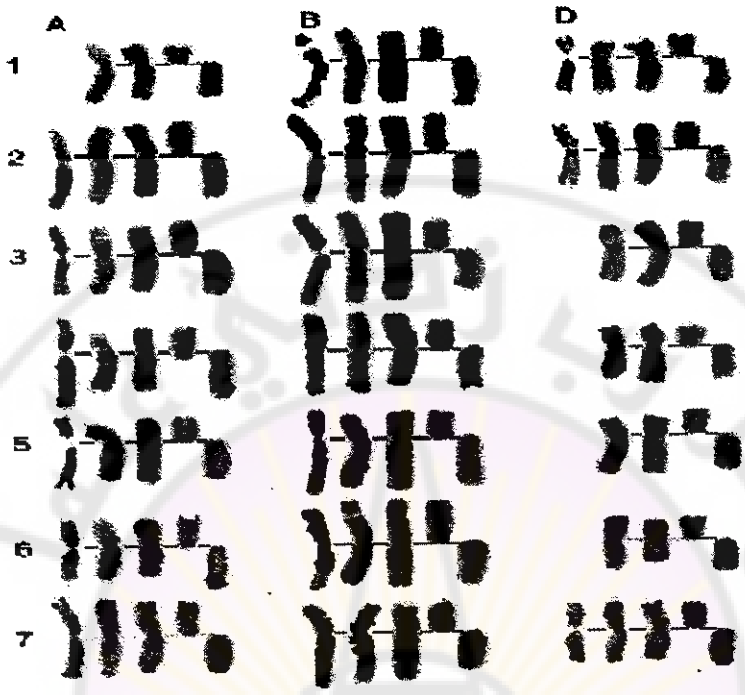
يمين : كاريوغرام يوضح الصبغيات نفسها، وقد تم ترتيبها بشكل أشفاع مستدلين بتوضع العصابات المتماثلة عند كل شفع.

لقد تمت ملاحظة أنماط متنوعة من تعصيب الصبغيات، تعتمد على تقانات متنوعة باستعمال معالجات كيميائية مختلفة، ومنها :

- عصابات س C- bands تستعمل غالباً لمناطق الجزيء المركزي.
- عصابات ر R-bands تستعمل غالباً لمناطق خارج الجزيء المركزي.
- عصابات ج G-bands تستعمل لطول الصبغي بوساطة الزيسين وجيمزا .
- عصابات ت T-bands تستعمل غالباً لتلوين مناطق النهايات الصبغية (تلوميرات).
- عصابات ن N-bands تستعمل ملون جيمزا أو نترات الفضة، وتلون بشكل خاص مناطق المنظم النويي.

ويوضح الشكلان (١١-٧) و(١١-٨) بعضاً من هذه العصابات.

لقد تم استعمال تقانة تعصيب الصبغيات لأهداف بحثية كثيرة. فمثلاً تمت دراسة صبغيات الهجين بين ضربين لنوع الفصة Medicago sativa باستعمال C- bands (شكل ١١-٩) وتمت دراسة مماثلة في هذا الجنس لنباتات رباعية الصيغة الصبغية (4n) (شكل ١١-١٠).



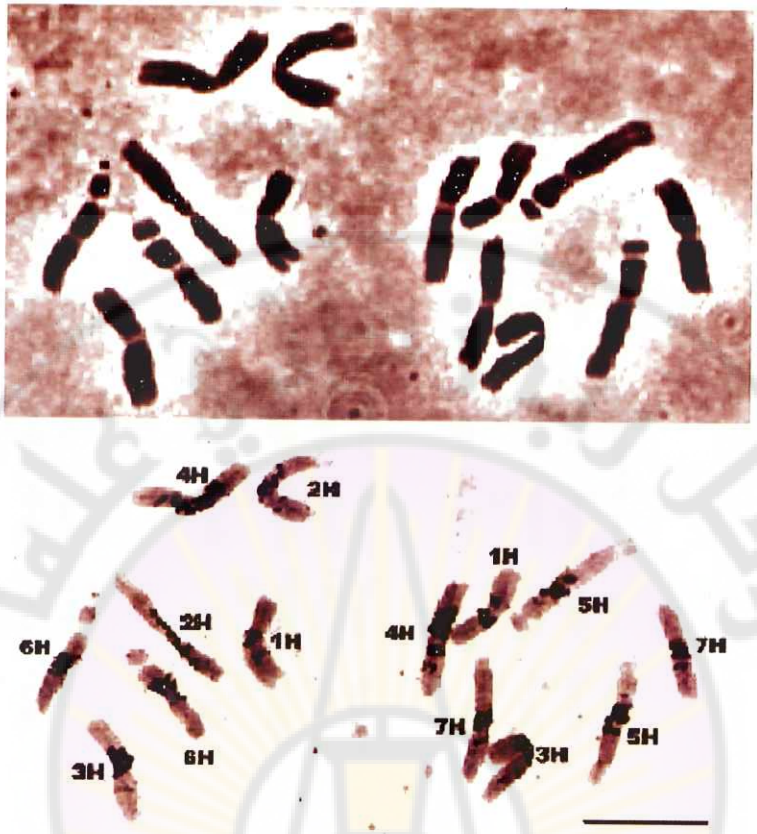
شكل ١١ – ٧ صبغيات قمح الخبز السداسي (القاسي) T. Aestivum النظامية والمتضمنة للزيوغ الصبغية :

الجنوم A معالج بتقانة band –N

الجنوم B معالج بتقانة C المعدل C – modified band .

الجنوم D معالج بتقانة band–C

Damascus University

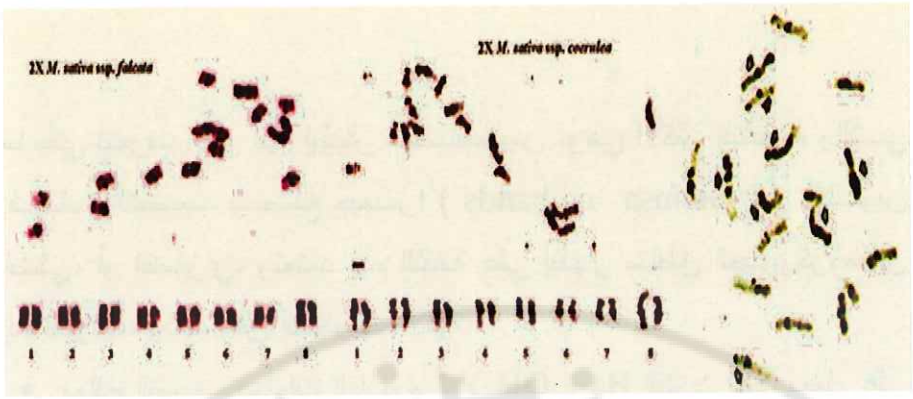


شكل ١١ – ٨ إظهار العصابات N (N-bands) عند صبغيات الشعير:

في الأعلى: الكاريوتيب 2n = 14.

في الأسفل : الصبغيات نفسها بعد عملية التعصيب.

Damascus University

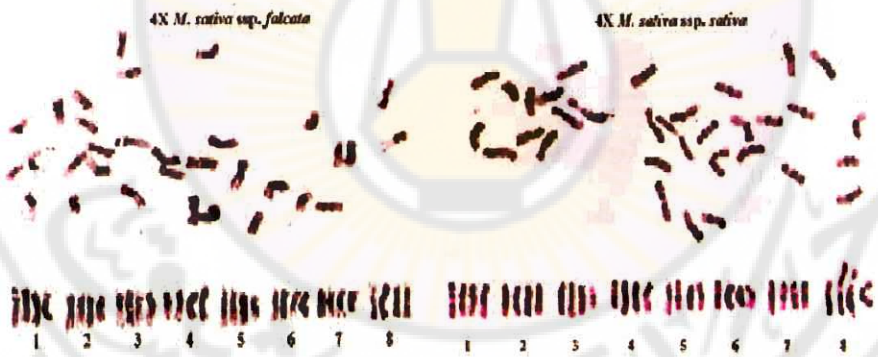


شكل ١١ – ٩ اليسار : صبغيات الفصة Medicago sativa ضرب Falcata معالجة بتقانة C- band

الوسط : صبغيات الفصة ضرب Coerulea معالجة بتقانة C-band .

اليمين : صبغيات الهجين بين الضربين معالجة بتقانة C- band (صبغيات الضرب Coerulea مشار إليها بالأسهم)

في الأعلى كاريوتيب وفي الأسفل كاريوغرام لكلا الضربين من الفصة.



شكل ١١ – ١٠ صبغيات الفصة المزروعة (4 n) معالجة بتقانة. C – band

اليمين : ضرب , Sativa اليسار ضرب. Flacata

(في الأعلى كاريوتيب معصب ، في الأسفل كاريوغرام – لاحظ التوضعات الرباعية للصبغيات)

وفيما يأتي نتعرف على آلية إظهار العصابات س ،وهي الأكثر انتشاراً، والتي تعرف باسم التعصيب بصبغ جيمزا (Giemsa c- bands) أو التلوين التفاضلي، أو التمايزي، وتعتمد هذه التقانة على إظهار مناطق الهيتروكروماتين شديدة التلولب، وذلك وفق الخطوات الآتية :

- يعالج الصبغي بماءات الباريوم Ba (OH) 2 القلوي الذي يعمل على مسخ Denaturing الـ DNA الموجود في الهيتروكروماتين.
- تعالج بمحاليل واقية Buffers بدرجات حموضة محددة، وشروط خاصة.
- تلون بمحلول جيمزا (آزور أزرق، وأيوزين أحمر).

وعلى ما يبدو أن الملون في هذه الشروط يربط أشفاع A-T في الـ DNA الممسوخ ليعطي عصابات ملونة فيها. والحرف (C) جاءت من كلمة دستوري Constitutive. ولذلك فإن مناطق الهتروكروماتين الثابت (دستوري) تتلون بشكل عصابات لدى تفاعلها مع جيمزا، في حين أنها لا تتلون بالملونات العادية لدى تبريدها (الكارمن الخلي مثلاً). لذلك أطلقنا عليها اسم عصابات G/R- like band أي: عصابات (G) عكس (R من Reverse) عصابات C.

ولكي نتمكن من تطبيق تقانة جيمزا يجب أن تلون الشرائح بالكارمن الخلي مثلاً كي نشاهد الخلايا، وتحدد جودتها، وجودة المحضرات الحاملة لها كي ينجح التفاعل، ثم نزيل اللون، ونتابع تفاعل جيمزا. أو أن نستعمل المجهر متباين الأطوار Phase contrast microscopy لملاحظة وجود الصبغيات، ومدى بعثرتها (شكل ١١-١١).

ومن الافتراضات القديمة حول سبب تلون مناطق (c) بجيمزا هي أن هذا الملون يرتبط مع البروتين الأساسي، أو أن يرتبط مع البروتين الحامضي، أو أن

يرتبط مع البروتين الهيستوني، ولكن الآراء الحديثة تؤكد ارتباط الملون مع الـ DNA الممسوخ (وخاصة المناطق الغنية بـ A-T).

شكل ١١ – ١١ صورتا ن مأخوذتان بالمجهر العادي (أعلى)، وبالمجهر متعدد أو متباين الأطوار(أسفل) لإظهار الخلايا والعضيات غير الملونة قبل استعمال تقانة التلوين بجيمزا

وعلى ما يبدو أن التلوين يحصل على مراحل. وهكذا يتلون كامل الصبغي في البداية باللون الأزرق (بوساطة الآزور)، وهذا بدوره يتفاعل مع البقية الفوسفورية للـ DNA ، ثم نظهر العصابات (C) في مناطق تكثف الهيتروكروماتين، حيث توجد الأسس الآزوتية عالية التكرار على طول الصبغي.

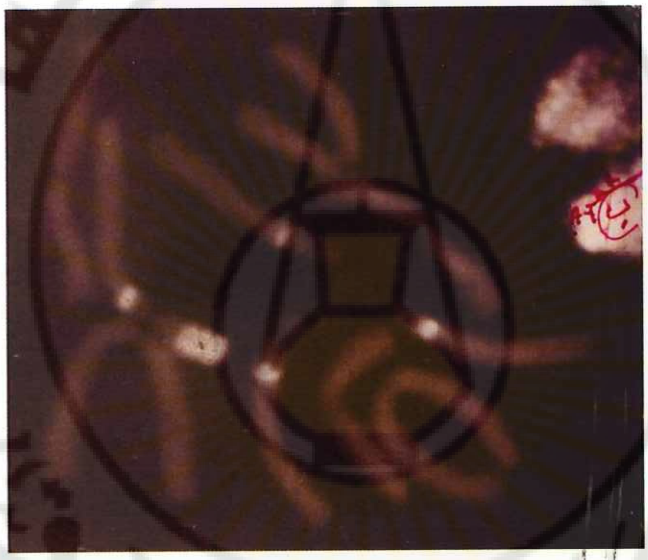
ويمكن ملاحظة خلايا الطور البيني، وهي تحمل نقاطاً سوداء لدى تفاعل جيمزا، وهذه النقاط هي مناطق الهيتروكروماتين الموجودة حول الجزيء المركزي للصبغيات، وهي نفسها التي تبدو كذلك ملونة بتفاعل فولكن ، أما صبغيات نبات الجودار وهي في المرحلة الاستوائية؛ فإن عصابات (C) لدى التلوين بجيمزا تظهر على نهايات الصبغية، أو التلوميرات (شكل ١١-١٢).

شكل ١١ – ١٢ تعصيب س في الجودار C-babding، لاحظ العصابات المتوضعة بشكل رئيس على التلوميرات ، وبشكل أقل في مناطق أخرى

د- تقانة التبريد والفلورة :

يمكن أن تتحقق عملية التبريد؛ التي تم ذكرهـا أعـلاه، حيـث يبـدأ الهيتروكروماتين بفك التلولب بنهاية العملية، ومن ثم تطبيـق تقانـة الفلـورة Fluorescence technique التي تتحقق بأحد طريقين :

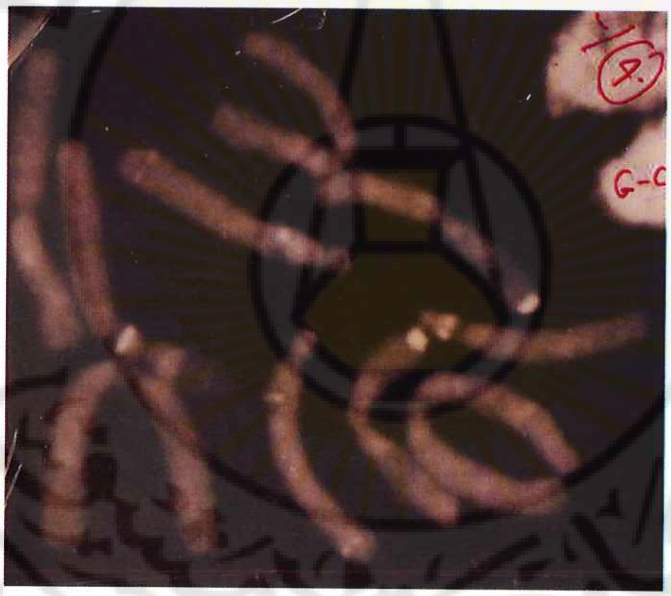
- الفلـورة بوسـاطة الفلـوروكروم Fluorochrome حـسب هـويز Herechst 33258 منطقي عصابات (C) متألقة G/R عند الروابط الفنية (A-T) (شكل ١١-١٣).



شكل (١١-١٣) معالجة صبغيات نبات Daisura (2n = 10) بالتبريد ثم بتقانة الفلورة بوساطة الفلوروكروم حسب هويتز Hoechst 33258 لإظهار التعصيب عند الأدينين – تيمين A-T-banding (المناطق البيضاء).

- الفلورة بوساطة ملون اليفومايسين Olygomycine أو كروموماسين Chromomycine (A_3) حيث تعطي عصابات متألقة عند الروابط الغنية بـ (G-C) بينما لا يلاحظ تألق الناطق (A-T). شكل (١١-١٤).

إن هذه الشرائح المفلورة، وغيرها من الشرائح التي تعامل بوسائل بيوكيميائية متنوعة تشكل ما يسمى بتقانة Immunolcalization وتدرس بوساطة مجهر مفلور خاص اسمه Immunofluorescence microscopy وهذه الأبحاث تشكل بداية لتقانات حديثة بدأت بالظهور في مخابر العالم بشدة.



شكل (١١-١٤) معالجة صبغيات نبات Daisura نفسها الموجودة في الشكل (١١-١٣) ولكن لإظهار التعصيب عند الغوانين – سيتوزين G-C- banding وذلك بوساطة الأوليفومايسين Olygomycine (المناطق البيضاء في أماكن أخرى).

٣- أهم التقانات الحيوية الحديثة المستخدمة في دراسة الصبغيات :

لقد انتشرت العديد من التقانات الحيوية في الكثير مخابر العالم، ونتعرف فيما يأتي على بعضها باختصار :

أ- التهجين في الموقع وتقانة FISH :

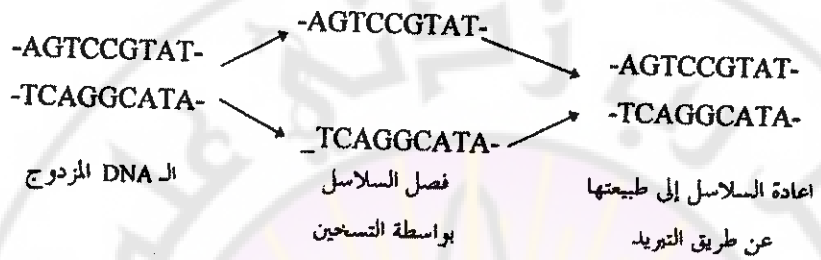
تعد طريقة التهجين في الموقع In Situ Hybridization من الطرائق الحديثة المستعملة في الهندسة الوراثية، والبيولوجيا الجزيئية بشكل عام.

وبوساطتها يمكن التعرف على وظائف خلايا محددة ضمن نسيج، أو معرفة مورثة ضمن خلايا، أو التعرف على بعض الحالات المرضية، وتشخيصها، مثل الأمراض الفيروسية، والأورام السرطانية ...إلخ.

وتتجلى هذه التقانة باستخدام قطعة من الـ DNA أو مسبر Probe بهدف تحديد الأسس الآزوتية المتممة لها على الصبغي في الطور الثاني Metaphase. وهكذا يتم وسم المسبر بمادة مشعة، ثم يحول إلى سلسلة مفردة. Single strand بالتسخين (شكل ١١-١٥) ويقحم في محضر قياسي (ستاندر) للصبغي، حيث تُفك سلاسل الـ DNA فيه، وتتكامل مع النيكليوتيدات المتممة له ضمن سلسلة DNA الصبغي،(شكل ١١-١٦)، ويتم الكشف عن هذا " التهجين " أو الالتحام بمجهر مفلور. وتستخدم حالياً مسابر غير مشعة Non isotopic سريعة تعطي النتائج خلال ١-٢ يوماً، بينما تحتاج المسابر المشعة إلى نحو شهر كامل لإعطاء نتيجة التهجين.

وتستخدم تقانة جديدة تعطي نتائج جيدة، وذلك بوساطة إزالة البروتينات من الكروماتين الصبغي؛ الأمر الذي يسمح لمسابر الـ DNA بالتهجين مباشرة مع خيوط الكروماتين المثبتة على المحضرات المجهرية، ومن ثم

تحليلها بتقانـــة Fleurescence In Situ Hybidization (F1SH) أي: التهجين في الموقع المفلور.

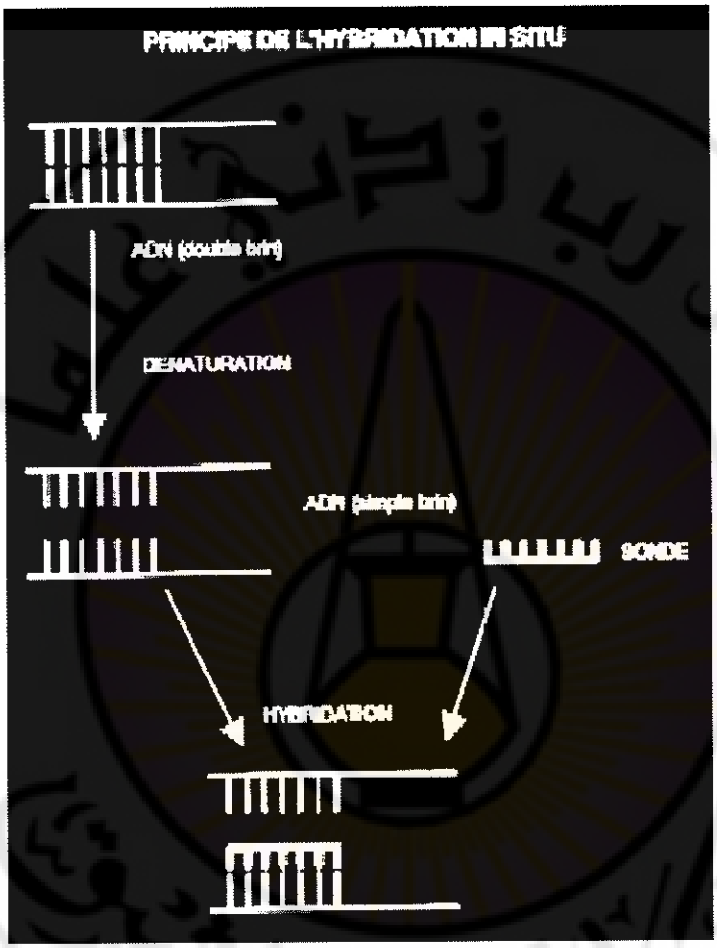


شكل (١١-١٥) توضيح فصل جزيئة الـ DNA المسبر بالتسخين تمهيداً لإجراء عملية تهجينية في الموقع.

ب- تضخيم (إكثار) الـ DNA وتقانة PCR :

تعد تقانة Polymerase Chain Reaction (PCR) التفاعل السلسلي للبوليميراز من الطرق الأساسية في علم البيولوجيا الجزيئية، وذات تـأثير كبير على الأبحاث العلمية. فهي تعمل على تضخيم وإكثار جزئي واحد من الـ DNA لا سيما في الحصول على البصمة الوراثيـة. وهكـذا لـدى الحصول على البصمة تكون قطع الـ DNA صغيرة جداً (فـي مـسرح الجريمة مثلاً) وبذلك لا تتجاوز بضع مئات من الأشـفاع النيكليوتيـدات؛ لذلك تأتي تقانة التضخيم (PCR) على تضخيمها، وتكرارها. بـشرط أن يكون فيها سلسلة واحدة على الأقل سليمة. وهذه التقانـة تـستخدم أيـضاً لأهداف بيولوجية متنوعة، مثل : تشخيص الأمراض الوراثية ، الوبائيـة،

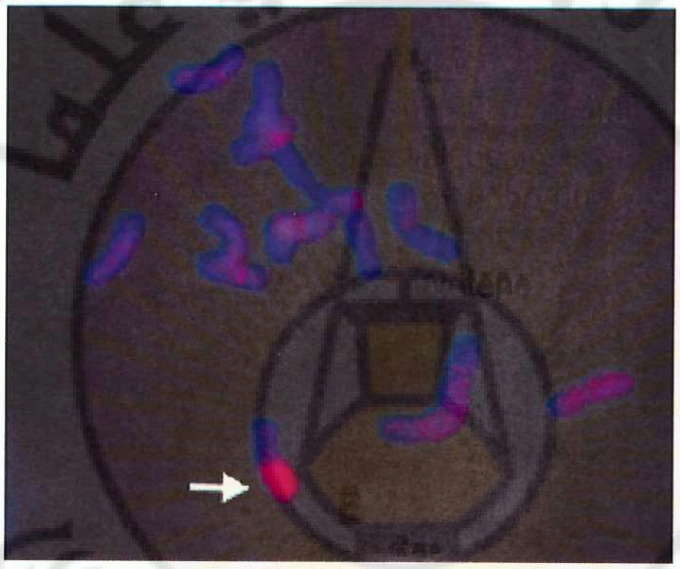
الإصابات الفيروسية، السرطان، البحوث العلمية النباتية ...إلخ. ويمكن أن تتحقق هذه التقانة بأجهزة آلية مبرمجة، أو بطرائق يدوية.



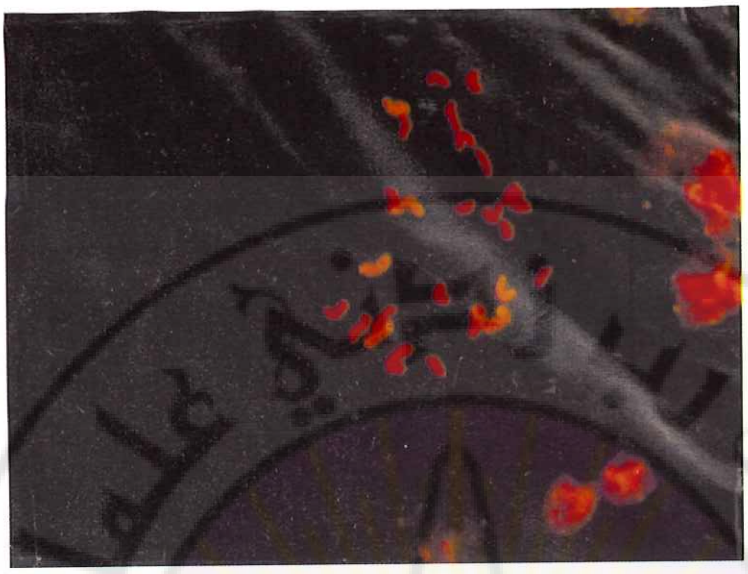
شكل ١١ – ١٦ مخطط يوضح أساس تهجين الـ DNA في الموقع

ج- تقانة التهجين الجنومي GISH :

تعتمد هذه التقانة على التهجين في الموقع لكامل الجنوم، وليس كما في تقانة FISH التي تعتمد على صبغي واحد، أو مورثة واحدة، أي: Genome In Situ Hybridization ويمكن أن تكشف حالات إدخال قطع صبغية من جنوم لآخر (شكل ١١-١٧) ،أو التهجين بين الأجناس النباتية (شكل ١١-١٨).



شكل (١١-١٧) ادخال قطع صبغية من جنوم لآخر



شكل (١١-١٨) صورة قمح وجودار

استخدام تقانة GISH في الهجين الأحادي بين القمح والجودار

AABBDD × RR ⟵ ABDR

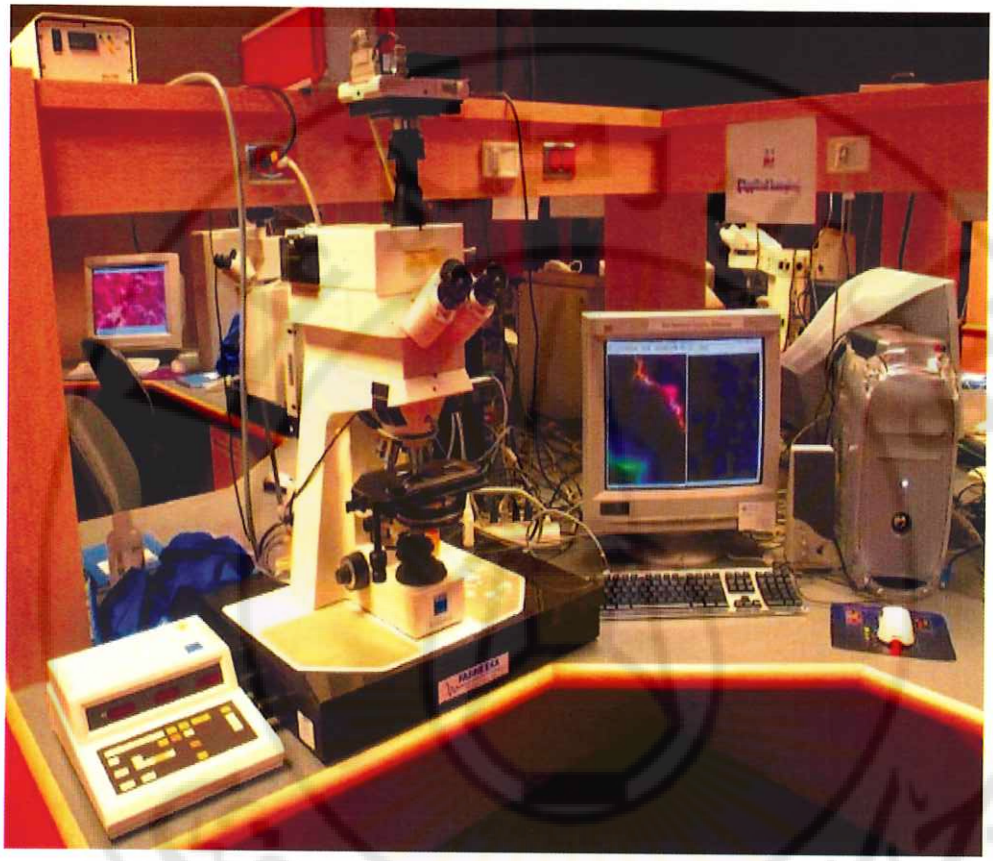
لاحظ وجود (٢١) صبغي أحمر عائد للقمح و (٧) صبغيات صفراء عائدة للجودار.

د-استخدام الحاسوب الكومبيوتري في التقانات الحيوية :

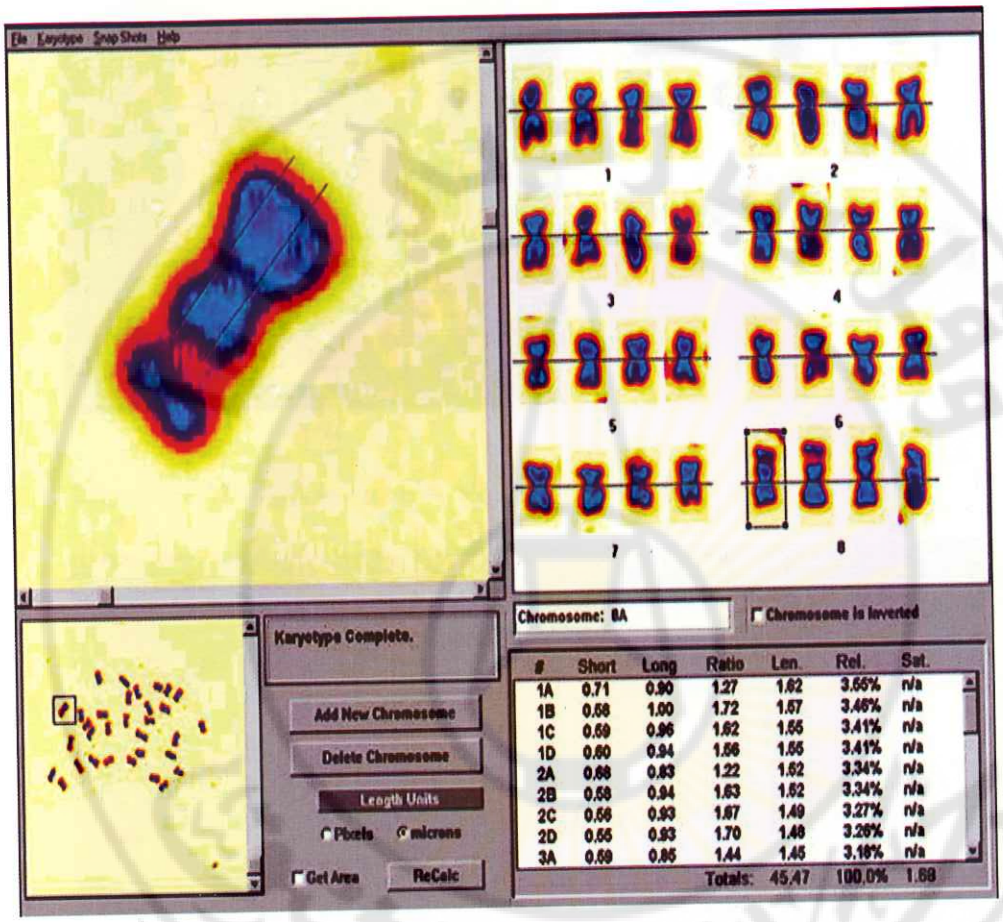
يطبق حالياً نظام كومبيوتري رئيس، متكامل، مرتبط بحواسيب عديدة للتعرف على المحضرات المعالجة بتقانة فيش، حيث يؤمن دقة عالية في تحليل الصور المجهرية للخلايا، والنسج، والصبغيات، ويحدد قياساتها وأطوالها ونسبها الزراعية (شكل ١١-١٩).

لقدتم تحقيق العديد من الدراسات التي تخدم الأبحاث العلمية بشكل كبير (شكل ١١-٢٠) و (شكل ١١-٢١).

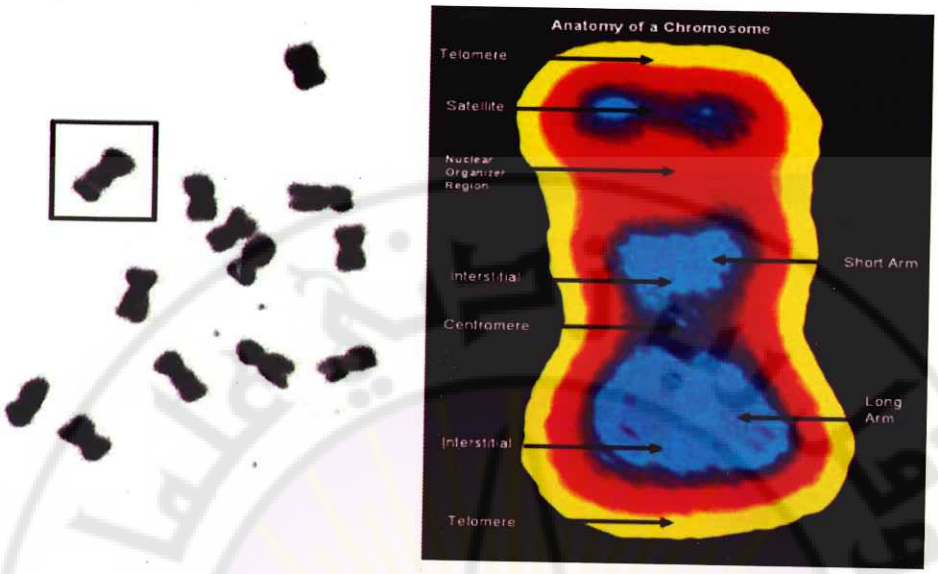
ومن الأبحاث التي تحققت بفضل هذا النظام الكومبيوتري جرت على نبات الفصة الرباعي (4n) شكل (١١-٢٢).



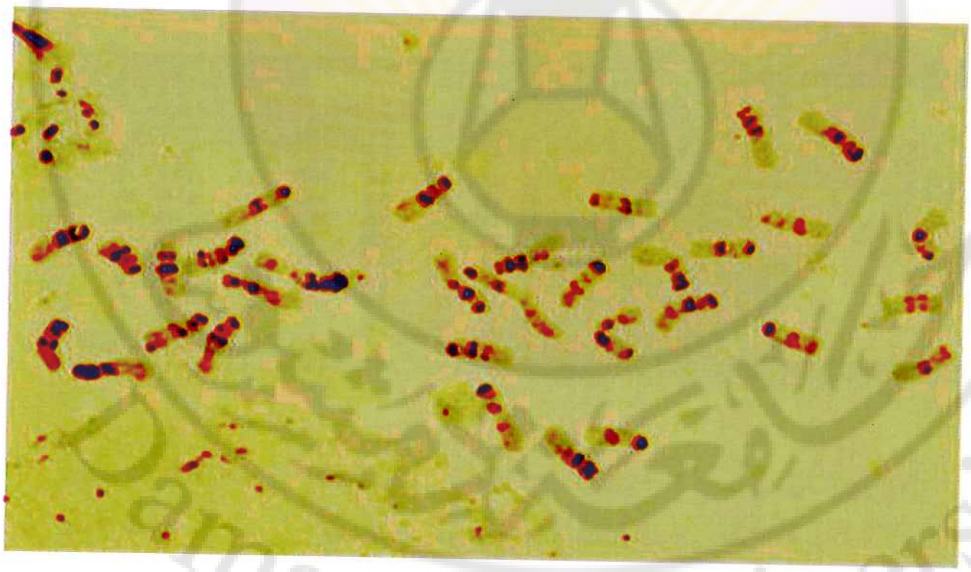
شكل ١١ – ١٩ نظام تطبيقي لكومبيوتر رئيس مرتبط بحواسيب عديدة لتقانة Fish وهو يؤمن : دقة عالية لصور مجهرية للخلايا، والنسج، والصبغيات . صور عالية الدقة لتحليل الصور الملونة . تحديد المسافات لطول الخلايا والصبغيات . التهجين الجنومي المقارن CGH..... إلخ



شكل ١١ – ٢٠ تخزين إحدى الصور للفصة في الكومبيوتر الذي يحدد قياسات وأرقام الصبغيات حسب برنامج متطور .



شكل ١١ – ٢١ صورة لصبغي واحد ملون ومكبر للفصة (تشريح الصبغي بالكومبيوتر)



شكل ١١ – ٢٢ كاريوتيب لصبغيات الفصة (4n) معاجة بالنظام الكومبيتري المتطور.

ثانياً- الجانب العملي :

١- تجهيز محضرات التبريد :

تتم هذه العملية بوضع جذور عدد من النباتات مع بذورها في علب بتري، وفي البراد بالدرجة (٢-٤ °) لمدة ٤٨ ساعة، ثم تثبيتها بمحلول المثبت (٣: ١) وحفظها في الكحول ٨٠% لحين الدراسة. يتم تصنيع محضرات هرس بعد تلوينها بكاشف شيف، أو بالملونات الصبغية المعروفة، ودراستها بالمجهر، وملاحظة مناطق الهيتروكروماتين التي تبدو قليلة التلون؛ نظراً لتأثير البرودة عليها بسبب (الجوع النيكلوتيدي).

٢- الحصول على العصابات الصبغية بجيمزا C- bandiny :

تتحقق هذه الطريقة على جميع الجذور النباتية (لدراسة صبغيات الانقسام الخيطي) أو البراعم الزهرية (لدراسة صبغيات الانقسام النصفي) لا سيما في الطور الأول (pr.I) أو الاستوائي الأول (M.I). ويمكن لتحقيق هذه التقانة اتباع الخطوات الآتية بكل دقة وأمانة :

١ً- يتم استنبات البذور (أو الحبوب في النجيليات) في علب بتري على ورق ترشيح مرطب لمدة ٣-٤ أيام (أو تجمع السنابل في مرحلة ما قبل نضج حب الطلع).

٢ً- تعالج الجذور وهي بطول ١,٥-٢,٥ سم، وتعالج بمحلول الكولشيسن تركيز ٠,٠٥% لمدة ثلاث ساعات بدرجة حرارة الغرفة. هذه المعالجة تؤدي إلى الإقلال من قرينة الانقسام Mitotic index مقارنة مع الجذور المعالجة بالماء المثلج ولكن هذه الأخيرة تعطي موفولوجية أفضل، وتعصيباً أوضح للصبغيات.

٣ً – تثبت الجذور بمثبت (٣: ١) لمدة لا تزيد عن ساعة واحدة. وتشير الدراسات إلى أنه للحصول على الطور الاستوائي Metaphase بشكل كامل، ومبعثر الصبغيات يجب حفظ الجذور في المثبت المذكور من (٢) أسبوع إلى عدة أشهر بالدرجة ٤ ° . وفيما يخص الصبغيات العائدة للانقسام المنصف meiosise تثبت المآبر (أو السنابل) في المرحلة المناسبة من الانقسام دون المعالجة الطويلة.

٤ً – تصنع محضرات هرس بحمض الخل ٤٥% وتعالج لمدة (٢-٣) دقيقة قبل هرسها بحمض كلور الماء ٤٥% بهدف تليين الجذور، وتفحص بالمجهر المتضاد الطوار لملاحظة مدى وجود الصبغيات في حالة مبعثرة وجيدة.

٥ً – تزال الساترة من المحضرات الجيدة (من الناحية العلمية) بوساطة الجليد الجاف (CO_2 المضغوط).

٦ً – تغمس الشرائح في الكحول الإتيلي ٩٩% لمدة ٢٤ ساعة (ليلة كاملة) على أن يتم التلوين في اليوم التالي.

٧ً – تجفف الشرائح بالهواء لعدة دقائق.

٨ً – تحضن الشرائح في (٠,٢) نظامي من Hcl لمدة دقيقة واحدة في حمام مائي بالدرجة (٦٠ °) ويجب المحافظة جيداً في الزمن والحرارة كونها حاسمة لإعطاء أفضل مطابقة للصبغيات.

٩ً – تغسل الشرائح بالماء المقطر.

<u>ملاحظة :</u> يجب أن تغسل الشرائح والسواتر المستعملة بالصابون وتحفظ في الكحول قبل الاستعمال بالتركيز (٩٦%) والسواتر من القياس ٢٤ × ٢٤، ويجب أن تكون الصبغيات المدروسة خارج أغلقتها.

١٠ً – تحضن الشرائح في محلول مشبع بمـاءات البـاريوم $Ba(OH)_2$ بدرجة حرارة الغرفة دون أن يمزج مع الراسـب. يـتم تحـضير هـذا المحلول بالماء المقطر قبل يوم من التجربة، ويوضع في المحم بالدرجـة ٣٧ ° ويستعمل طازجاً.

١١ً – تغسل الشرائح بشكل جيد بالماء المقطر الجـاري لإزالـة آثـار الباريوم، ولمدة (١٥) دقيقة، أو حتى زوال آثاره.

١٢ً – تحضن الشرائح لمدة نصف ساعة، وفي حمـام مـائي بالدرجـة (٦٠ °) في محلول sse × 2 (يحضر هذا المحلـول، ويحفـظ فـي البراد).

١٣ً – تغسل الشرائح بالماء المقطر مرة واحدة.

١٤ً – تغسل الشرائح في ملون جيمزا الممزوج مـع المحلـول الـواقي (بفر) الفوسفاتي (محلول سورانس) حيث ph=7.2 لمدة (١٠) دقائق. يفضل أن نبدأ بتركيز منخفض (١%) ويراقب التلـوين بـالمجهر، وإذا كان اللون ضعيفاً فتتم زيادة التركيز حتى (٥%) والحد الأفـضل لمـدة التلوين ٣٠ دقيقة.

١٥ً – تغسل الشرائح بعد إتمام تلوينها بجميزا بالماء المقطـر، وتجفـف بالهواء.

١٦ً – تحفظ الشرائح الجيدة ببلسم كندا، وذلك بعد وضعها في الكـسيلين Xylen وتغطى بساترة نظيفة، وتدرس بالمجهر.

ملاحظات : – إذا كان التلوين شديد الزرقة يجب زيادة مدة المعالجة بـ Hcl وتقليل مدة المعالجة بالباريوم.

– إذا تلونت السيتوبلاسما بالأحمر يجب تخفيض المعاملة بـ Hcl

- هذه التقانة جيدة لصبغيات الفول والبصل.

لتحضير المحاليل العائدة لإظهار عصابات (C) نلجأ إلى الآتي :

أ- تحضير محلول Hcl ٠,٢ نظامي (N 0.2)

يتم تحضير Hcl نظامي بوضع ٨٢,٥ مل Hcl كثيف (١,١٩) في حوجلة وإكماله إلى (١٠٠٠) مل بالماء المقطر. ولتحضير Hcl (٠,٢) نظامي بتمديد النظامي خمس مرات بالماء المقطر.

ب- تحضير محلول الباريوم $Ba(OH)_2$:

يتم تحضير هذا المحلول قبل يوم من بدء التجربة كي يكون طازجاً، وذلك كما يأتي:

يضاف مقدار (٦٠) غ من $Ba(OH)_2 . 8H_2O$ إلى ليتر ماء مقطر مغلي، ويوضع في المحمر بدرجة ٣٧ ٥ ويترك إلى اليوم التالي (يفضل تخفيض الأوزان، والمحافظة على النسبة). ويرى البعض أن ماءات الباريوم المائية يذاب بالماء حتى الإشباع لمدة (٣٠) دقيقة، ثم يرشح، ولا يجوز استعمال المحلول مع راسبه.

جـ- تحضير محلول ssc × 2 (2ssc)

يتم تحضير المحلول الأساسي لـ ssc × 2 كالآتي :

يضاف مقدار (٨٨,٢) غ من ثلاثي سيترا الصوديوم المائي Tri-Sodium-citrate 2- hydrate ($Na_3C_6H_5O_7 . 2H_2O$) إلى ١٧٥,٣غ من كلور الصوديوم Sodium chloride (NaCl) و /١٠٠٠/ مل ماء مقطر مرتين Distilled water (d H2O).

ولاستعمال محلول ssc × 2 مع جيمزا يتم تمديد المحلول الأساس بنسبة (١) محلول أساس : ٩ ماء مقطر مرتين، ويجب أن يكون (ph=7.4) و ١: ١ لم يكن كذلك يفضل إضافة Hcl لتصحيحها.

د- محلول الحموضة الفوسفاتي Phosphate Buffer (محلول سورانس) :

يتكون محلول سورانسن Soerensen `s buffer الأساسي من جزءين (A) و (B).

يتكون الجزء (A) من (١,٣٦"") غ من فوسفات البوتاسيوم KH_2Po_4 ويذاب في ليتر من ماء مقطر.

ويتكون الجزء (B) من (٣,٥٨) غ من فوسفات البوتاسيوم المائي Na2 HPO4 -12 H2O ويذاب في ليتر ماء مقطر.

تتم عملية الذوبان في خلاط مغناطيسي لكلا المحلولين A,B .

لتحضير المحلول النهائي يوضع المحلول (A) في الخلاط، ويُعاير الـ PH وذلك بإضافة المحلول (B) إليه تدريجياً حتى نحصل على المطلوب، وهو (PH=6.8). ويجب غسل الكاتود بالماء المقطر مرتين قبل بدء المعايرة.

هـ- تحضير ملون جيمزا :

نضيف مقدار ١,٥ مل من محلول صبغ جيمزا إلى (٤٨,٥) مل من محول الوقاية (سورانسن) فيصبح المجموع (٥٠) مل. ويجب ارتداء القفازات لدى التحضير.

ملاحظة : يأتي صبغ جيمزا عادة بشكل مسحوق، ولذلك يجب تحضير المحلول الأساس لجيمزا منه، وهو المحلول الأم ذو التركيز ٢% آزور – أيوزين. ويحضر المحلول الأساس كما يأتي :

- ٥٠ مل غليسيرين + (١) غ مسحوق جيمزا، يوضع في خلاط مغناطيسي لمدة يوم كامل.
- بعد انتهاء الخلط يوضع الناتج في البراد من ١-٢ يوم .
- بعد ذلك تعاد عملية الخلط مع إضافة الكحول الميتيلي بمقدار كمية الغليسرين النقي نفسها فيصبح المجموع (١٠٠) مل (٥٠غليسرين + ٥٠ كحول).

ويجب استعمال الكحول الميتيلي (أو الميتانول) بحذر شديد، له خطر على العينين، ورائحته واخزة، يجب إغلاق الزجاجة جيداً.

الاستعمال : لا يجوز استعمال المحلول الأساس لجيمزا إلا بعد مرور (٢-٣) أسبوع من تحضيره، وهو مركز جداً، وحين الاستعمال يمدد مع محلول الوقاية (سورانسن) كما ورد أعلاه بالتركيز ٢% أو ١% ويحفظ في البراد.

٣- المطلوب:

١- ادرس تحت المجهر مناطق الهيتروكروماتين للمحضرات التي تم تجهيزها (أو المجهزة مسبقاً) بواسطة التبريد، وحدد الهدف، والمطلوب منها وارسمها.

٢- ادرس تحت المجهر المحضرات التي تحمل مناطق الوسم (نقاط سوداء) والمجهز بطريقة التصوير الشعاعي الذاتي، وحدد الهدف منها، وادرسها، وارسمها.

٣- ادرس الصور التي تشير إلى وجود عصابات على الصبغيات في النباتات المختلفة، وحدد أنماط العصابات، وشكلها، وارسمها بعد أن تدرس الموضوع جيداً.

٤- ادرس الصور التي تشير إلى معالجة الصبغيات بالتبريد، ومن ثم بالفلورة، ووازن بين طريقتي إشباع المواقع A-T والمواقع G-C للصبغيات.

٥- ابحث في المراجع وفي الأنترنت حول التطبيقات البحثية المستعملة في مجال التصوير الشعاعي الذاتي Autordiography، ومواضيع الهيتروكروماتين المبرد، والمفلور بوساطة الأوليغومايسين، والفلوركروم.

٦- ادرس جيداً الصور الملونة العائدة لجميع حالات تقانة FISH وتقانة GISH.

٧- تعرف من خلال كتابة أهم أهداف تقانة PCR وتضخيم الـ DNA .

٨- استخرج من المراجعيات ومن الأنترنت بعض التقانات المهمة الحديثة المستخدمة

في مجال الوراثة والهندسة الوراثية، واكتب تقريرك عن ذلك.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المصطلحات العلمية وترجمتها

A

عشبة القمح	Aegilops- variabilis
عشبة القمح	Agropyrum- elongatum
سويداء	Albumen
الألورون	Aleurone
الصنوي	Allele
سلسلة الصنويات المتعددة	Allelic series
الهجونة الخلطية	Alloploidy
تعدد صبغي خلطي	Allopolyploidy
تشافع خلطي	Allosyndosis
صنويات لا شكلية	Amorph
طور الهجرة	Anaphase
انتوسيانين	Anthocyanin
صادات حيوية	Antibiotic
مقاييس المتوسطات	Arith metic mean
ترابطات صبغية	Association
طفرة منع الاقتران الكلي	Asynaptic mutation
تعدد صبغي ذاتي	Autopolyploidy
التصوير الشعاعي الذاتي	Autoradiography
تشافع ذاتي	Autosyndosis

B

عصابة	Band
التقانة الحيوية	Biotechnology
أشفاع صبغية	Bivalents
محاليل موقية	Buffers

C

كيازمات	Chiasmata

الصانعات الخضراء	Chloroplasts
كروموماسين	Chromomycine
السيادة المشتركة	Codominance
معامل الارتباط	Coefficient of correltion
معامل الانحدار	Coefficient of regression
معامل الاختلاف	Cofficient of variation
تلازم، ارتباط	Correllation
الخارطة السيتولوجية	Cytological

D

مسخ	Denaturing
طفرة الاقتران الجزئي	Desynaptic mutation
مرحلة التشتت	Diakinesis
المادة النووية منقوصة الأوكسجين	Dioxy-ribo-nucleo- protine
البروتينية	DNA
مرحلة التضاعف	Diplotene
ماء مقطر	Distilled water
الشعبة	Division
يقينية السيطرة	Dominanace certainty

E

العرنوس	Ear
قثاء الحمار	Ecbalium elaterium
الكروماتين الحقيقي	Euchromatine

F

الفصيلة الغولية	Fabaceae
	Facultative
الكروماتين غير المتجانس الاختياري	Heterochromatine
الفصيلة	Family
	Fleurescence in-stiu
التهجين في الموقع المفلور	hybridization

تقانة الفلورة	Fluorescence techique
الفلوروكروم	Fluorochrome

G

التفاعلات المورثية	Gene interaction
الخارطة الوراثية	Genetical-map
المجموع المورثي	Genome
صنويات مورثية الشكل	Genomorph
نمط وراثي	Genotype
الجنس	Genus
التهجين في الموقع لكامل الجينوم	Genome in situ hybridization
صبغة جيمبزا	Giemsa

H

الكروماتين المغاير	Heterochromatine
عدم التماثل الصنوي	Heterozygous
التشافع المتماثل	Homologous chromosome
التماثل الصنوي	Homozygous

I

التهجين في الموقع	In- situ- hybridization
تربية داخلية	Inbreeding
بين الانقسامين	Interkinesis
الطور البيني	Interphase
السيادة المتساوية	Isodominance

K

المملكة	Kingdom

L

مرحلة الخيوط الرفيعة	Leptotene
المواقع	Locus

عشبة القمح	Lophopyrum- elongatum
	M
الماغنولية	Magnaliophyta
مايسية	Mays
المتوسط الحسابي	Mean
الوسيط	Median
الفصة	Medicago sativa
الانقسام المنصف	Meiosise
الطور الاستوائي	Metaphase
الطور الاستوائي	Metaphase
الانقسام الخيطي	Mitosis
قرينة الانقسام	Mitotic index
المنوال	Mode
صنويات متعددة	Multiple alleles
طفرة	Mutation
	N
صنويات الأثر غير المرتبط	Neomorph
غير مشعة	Non isotopic
نكليوزيذ	Nucleoside
حموض نووية	Nucleic acides
	O
الأليغومايسين	Olygomycine
الرتبة	Order
	P
مرحلة الثخن	Pachytene
الغلاف الخارجي	Pericarp
مجهر متباين الأطوار	Phase contrast microscopy
نمط شكلي	Phenotype

بفرفوسفاتي	Phosphate buffre
الطبقة الملونة الألورونية النباتية	Pigmented-aleurone
	Plantae
الكلئية	Poaceae
النجيليات	Poales
تقانة التفاعل السلسلي للبوليميراز	Polymerase chain reaction
تعدد شكلي	Polymorphism
النباتات متعددة الصيغة الصبغية	Polyploides
التعدد الصبغي	Polyploidy
متعدد التكافؤ	Polyvalents
مسبر	Probe
الاحتمالات	Probobility
الطور الأول	Prophase

S

الجودار	Secale cereal
تهجين ذاتي	Self-ferilation
عرانيس لا شعيرية	Silkless
سلسلة مفردة	Single strand
كلور الصوديوم	Sodium chloride
بفرسورنس	Soerensen s buffre
النوع	Species
طوعية	Spontaneous
اقتران أو التشافع	Synapsis

T

الشرابة	Tassel
شرابة بذرية	Tasselseed
النهايات الصبغية (التلوميرات)	Tellomeres
نهايات صبغية	Telomeres
الطور النهائي	Telophase
عشبة قمح	Thinopyrum- bessarabicum

عشبة القمح	Thinopyrum- curvifolivm
تيميدين	Thymidine
المورثات القافزة	Transposongenes
البرسيم الأبيض	Trifolium repens
ثلاثي سيترا الصوديوم المائي	Tri-sodium-citrate 2 -hydrate
القمح الأحادي	Tritcum monococum
القمح الصلب	Tritcum. Durum
قمح جوداري	Triticale
الفصيلة الكلئية	Triticeae
القمح	Triticum
قمح الخبز (الطري)	Triticum aestivum
قمح الخبز (الطري)	Triticum- aestivum
القمح الصلب	Triticum durum
تريتيوم	Tritium
التربسين	Trypsin

U

المنوال الواحد	Unimodal
صبغيات مفردة	Univalents

W

المتوسط الحسابي الموزون	Weighted Mean

X

الكزبلين	Xylen

Z

الذرة	Zea
بيضة ملقحة	Zygotene
مرحلة التزاوج	Zygotene

المراجع

* المراجع العربية:

١- عياش غسان، سليمان محمد، جابر مها، الوراثة النباتية الجـزء العملـي، جامعة دمشق (٢٠٠١).

٢- المسلم عبد الباسط، السعيد وليد، بركات عبد الله، علم الوراثة النباتية الجزء العملي، جامعة حلب (٢٠٠١).

٣- عيسى محي الدين، مبادئ علم الوراثة، جامعة دمشق (١٩٧٧).

٤- معارج محمد عبد المحسن، مقدمة في الهندسة الوراثية (١٩٩٩).

٥- ترجمة النوري صلاح عبد العزيز، العـزاوي طـلال فتحـي، الموصـل (١٩٨٠).

* المراجع الأجنبية:

1- Abramova, Z.B.,Kharlinski, D,A. 1979.
Practical Genetics, Leningrad.

2- Ayash, G 1970.
The effects of colchicire and X-ray on the mitotic index and on the chromosomal aberration in vicia faba. Ph. D. Thesis, Leningrad.

3- Dertiarepa, N. I. 1979.
Labortory and field practical of Genetics, Kyeve 1979.

4- Epifanova, O.J., and Tresski. V.V. 1979.
Metods of autoradiography in the studies of cellular cyeles Moscow.

5- Nematsova, L.C. 1970.
Metaphase method of chromosomal aberration.
Moscow.

6- Paushepa Z.P.1970.
Practical plant cytology. Moscow.

7- Vatte, K, V, and Tekomirora, M. M. 1979.
Guidance to practical Genetics, Moscow.

8- Genatics and Cytoembriology of cotton, Tachkent 1979.

9- Paushera Z. P. 1980.
Practical plant cytology , Moscow.

10- Larts Evor C. H. Moxuhov M. K.
Practical in Genetics 1985 Moscow.

11- Atabekova A. I. Ostinova E. I .plant Cytology 1980 Moscow.

12- Romj Singh plant Cytogenetics, London, Tokyo, 1993.

13- Joseph Yahier Inro Techniques do cytogenetics.
Vegetables, 1992.

14- P.P.Jauhar, A.B.Almouslem et. At. Inter- and intragenomic chromosome pairing in Haploids of Durum Wheat. The Journal of Heredity. 1994 American Genetic Association.

لجنة التقويم العلمي للكتاب:

الدكتور غسان عياش	الأستاذ في قسم علم الحياة النباتية في كلية العلوم بجامعة دمشق
الدكتور محمد سليمان	الأستاذ في قسم علم الحياة النباتية في كلية العلوم بجامعة دمشق
الدكتور كمال الأشقر	الأستاذ المساعد في قسم علم الحياة النباتية في كلية العلوم بجامعة دمشق

المدقق اللغوي:

الدكتور خالد الحلبوني

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات بجامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University