## المحاضرة الاولى

## علم الوراثة

هو احد الفروع الاساسية لعلوم الحياة الذي يختص بدراسة التوارث والتغاير بين الاجيال المتعاقبة من الاحياء، حيث يهتم بدراسة التشابه والاختلاف بين الابناء والاباء والاقارب كما يهتم بدراسة وحدات التوارث (الجينات) وكيفية انتقالها من جيل الى الجيل الذي يليه وتأثيرها في صفات الكائنات الحية. كما اقترح كل من Rabcock و Clausen التعريف التالي (وهو العلم الذي يبحث عن اسباب كل من وراثة الصفات Heredity والاختلافات Variations بين الافراد التي تربطها صلة قرابة أي التي من عائلة واحدة ويوضح ايضا العلاقة الموجودة بين الاجيال المتعاقبة.

معظم الناس يربطون علم الوراثة Genetics بانتقال الصفات او ملامح الفرد من جيل الى آخر، كون وراثة الصفات هي وجه علم الوراثة التي أثارت انتباه البشر منذ الازل. لقد كان الاعتقاد السائد فيما مضى، ان الدم هو العامل الأساسي في الوراثة كقولهم (من نفس الدم او قولهم على دمهم) ولكن عرف بعد ذلك ان الجنين لا ينشأ من دم الابوين، وانما ينشأ عن طريق اندماج خليتين هما البويضة من ألام والنطفة من الاب.

لقد اخذ هذا العلم بعداً اكثر شمولية فهو يهتم بكل عملية حيوية تجري داخل جسم الكائن الحي، فالاحياء تشترك بمظاهر يتخذها الدارسون أساسا لتميز المادة الحية عن غير الحية منها القدرة على التكاثر، التغذية، النمو، الحركة، الاستجابة لتغيرات الظروف والمحيط الخارجي والقيام بالافعال الحيوية ، والواقع ان هذه الفعاليات الفسلجية تخضع لسيطرة وتنظيم وراثي محكم. نعم ان الحياة تلازم التكاثر والتكاثر شكل من أشكال الحياة يتحقق بانتقال الملامح العامة والتنظيم الحيوي المستمر من السلف الى الخلف أي (يكون الأبناء مشابهين للاباء) أي تبديل متواصل لنسخة قديمة بنسخة جديدة من الأفراد.

ان توقف القدرة على ظهور افراد جديدة يؤدي الى انقراض تلك المجموعات من الاحياء. ان تقيم قدرة الاحياء على التكاثر هي (انجاب المماثل فقط) لكن ليس دائما هي ان الابناء يطابقون والديهم في كل الصفات. فابناء نفس الوالدين يتميزون فيما بينهم بصفات ما (حتى التوأم المتماثلة) فردية. التي من الممكن ان تورث لانسالهم القادمة.

فالوراثة ليست توالد بسيط او استنساخ آلي لصفات وخصائص ثابتة غير قابلة للتغيير، وانما دائما يرافقها تغاير (Variations) رغم الحفاظ على صفات معينة عامة وتتغير صفات اخرى، اذن التكاثر لاينطوي على استنساخ وحسب، وانما يختص بنشوء جديد، وهذا ما دعوناه بالتغاير، أي ظهور جديد في الابناء مغاير لما عند والديهم.

ما هو جوهر التكاثر؟ بحيث يضمن هذه السرمدية في الانواع، أي ان الانسان ينجب انسان والفأر فأرا وهكذا باقي الاحياء.

ماهي الخطوات التي تجعل ملامح الابناء في كثير من التفاصيل الدقيقة تشبه احد الابوين او كلاهما؟ لماذا تمر بعض هذه الصفات بثبات من جيل الى آخر؟ بينما تبدو صفات اخرى وكانها مفقودة؟ ولكي تظهر لابد من مرور بضعة اجيال خالية منها حتى تبرز في النهاية بنفس مواصفاتها بالضبط، وكانها طيلة هذا الزمن وهذا التتابع من الاجيال محفوظة في مجمدة بدون تغيير. مثل هذه الاسئلة استحوذت على كامل انتباه العلماء لقرون عديدة قبل ان يكتشف امرها.

ان العلوم في نمو وتطور مستمرين فهي غير خاضعة للتحديد والتأطير وخاصة علم الوراثة والتغاير، ولم يدخل هذا العلم الحقبة التجريبية الا عند التعرف على ابحاث مندل .

ومنذ ذلك الوقت طفر هذا العلم طفرات واسعة في مجالات البحوث والتقدم، حيث استطاع موركان Morgan ومساعدوه من ان يحولوا مفهوم مندل الافتراضي عن عوامل الصفات الى حقيقة واقعة حيث تم استبدال كلمة عامل Factor بكلمة جين (موروثة) Gene كشيء معين واقع على الكروموسات والذي يمثل صفة من صفات الكائن الحي. وقد انبثقت عن ذلك نظرية تدعى نظرية الجينات Gene Theory والتي تنص على (ان عوامل الصفات هي اجسام معينة تدعى الجينات وهي موجودة على الكروموسات بترتيب طولي Linear وفردي single وان لكل جين موقع خاص Locus على الكروموسومات وله طبيعة خاصة وان أي تغير في موقعه او في طبيعته تؤدي الى تغير الصفات التي يمثلها هذا الجين، لقد جلبت هذه النظرية انتباه البايولوجيين والكيمياويين والفزياويين فدرست الكروموسومات والجينات للتعرف على كيفية سيطرتها على التفاعلات الكيميائية داخل الخلية وبالنتيجة كيفية سيطرتها على تكوين صفات الكائن الحي وهذا ادى الى انبثاق علمي الوراثة الخلوية Cytogenetics والوراثة الكيميائية الحياتية Biochemical Genetics ومن خلال هذين العلمين قطع علم الوراثة شوطا واسعا في التعرف على التركيب الكيميائي والتركيب الفيزيائي لمادة الكروموسومات والجينات. وقد كان النموذج الذي اقترحه العالمان واتسن Watson وكريك Crick عن ترتيب وتركيب جزيئة الـ DNA تاثير كبير في تقدم هذا العلم.

وان علم الوراثة الان يتطور بشكل عاصف وكانه سلسلة ثورات متصاعدة تفرز معطيات علمية ذات طبيعة نوعية لا تساعد على فهم كفة الحياة فقط وانما تضع في يده ممكنات توجهها بما يخدم اغراضه. ان الاكتشافات الوراثية مهدت الطريق الى تفطن وتبصر جديدين في قضايا اساسية كأصل الحياة وبناء المادة الحية وعملية الارتقاء والنشوء وقد اثمرت فرائد عملية شملت متطلبات الانسان ابتداءاً من توفير الدواء له وتربية وتحسين الانتاج النباتي والحيواني وانتخاب وتخليق الاجود حتى لامست الانسان ذاته لتحميه من الامراض والتدهور.

## فروع علم الوراثة

1- الوراثة السكانية population genetics
يهتم بدراسة التغيرات في التكرارات الجينية للعشائر المندلية الى قانون هاردي-واينبرك 1908.

2- وراثة السلوك Behavior genetics
يهتم بدراسة اثر التركيب الوراثي على السلوك وماتلعبه الاختلافات الوراثية من دور في تعيين الاختلافات السلوكية في العشيرة.

3- الوراثة الكيميائية الحياتية Biochemical genetics
يهتم بدراسة وتغيير طبيعة المسارات الايضية عن طريق حصول ضروب Varieties للكائنات الحية التي لا تستطيع تصنيع مكون ايضي معين لذلك فأنها تحتاج المكون لغرض اداء فعاليات مختلفة.

4- الوراثة المناعية Lmmuno genetics
يهتم بدراسة عوامل الجينات التي تنتج اجساما مضادة معينة مع العلاقة بين الاجسام المضادة والانتيجينات (المستضدات) في انسجة الجسم. حيث لاحظ العلماء بان هناك جين مسؤول عن وجود انتجين معين او عدم وجوده كالانتيجينات في الدم.

5- الهندسة الوراثية Engineering genetics
اتجاه حديث في علم الوراثة يهتم هذا الفرع بادخال جينات غريبة الى كائن حي حيث تصبح امكانية الحياة والتحكم بالصفات اكثر فعالية من عملية الانتخاب الوراثي من خلال اختيار كائنات حية ذات مواصفات معينة وتكثيرها للاستفادة منها في الغذاء الدواء وفي التربية وتحسين الانتاج النباتي والحيواني وستكون هندسة الجينات مصدر مهم لخير الانسان من خلال انتاج الانسولين مثلا

6- الوراثة الخلوية Cytogenetics
يهتم بدراسة التركيب الوراثي والتغيرات الحاصلة في كروموسومات الخلايا بعد تعريضها لعوامل مؤثرة بيئية وكيمياوية.

7- الوراثة السايتوبلازمية Cytoplasimic inheritance
يهتم بدراسة الوحدات الوراثية الموجودة في سايتوبلازم الخلايا.

**علاقة علم الوراثة بالعلوم الاخرى:**

من جانب اخر ونظرا لتعدد الفروع والمجالات العلمية وتشعب الاختصاصات فقد تمت بينها علاقات متطورة ودقيقة بحيث اضحى العلم الواحد لايستطيع ان يؤدي مهامه وبكفاءة عالية بمعزل عن العلوم والتقنيات الاخرى ومن اهم العلوم المرتبطة بعلم الوراثة وذات العلاقة المباشرة.
علاقته بعلم الخلية Cytology
حيث تعد نظرية الكروموسومات Chromosome Theory الاساس في دراسة الوراثة، والتنظيم الخطي للمادة الوراثية مما يجعل علم الوراثة والخلية يلتقيان سوية ويلدان فرعا هو علم الوراثة الخلوي Cytogenetics
وبما ان الظاهرة الاساسية لعملية الوراثة هي تكاثر الكائنات الحية والتي اساسها الانقسام الخلوي فقبل حوالي قرن وربع اعلن فرشو Vircho بان الخلايا لا تاتي الا من خلايا سابقة لها في التكوين وبهذا فان الخلية الوراثية يلتقيان مع بعضهما، كما اعلن الباحث ولسون Wilson بما ان الوراثة تتضمن استمرار المحتوى الوراثي للخلايا ممثلة بتضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات) وتوزيعها بصورة متساوية بين خليتين، اذن فالرابطة الاساسية بين الاجيال المتلاحقة هي البيضة المخصبة (Zygote) او البيضة والنطفة (Egg and Sperm) ان نشوء هذه الخلايا يسبقه سلسلة من الانقسامات اهمها هو الانقسام الخيطي الجسمي (Somatic mitosis) والانقسام الاختزالي 'eiosis.

ان الملاحظات التي دونت عن الخلايا الجرثومية (الجنسية) من قبل العديد من الباحثين منهم فان بيندين Van Beneden وفلمنك Flemming وستراسبوكر Strasburgere وبوفن Boven اعطت دعما للنظرية التي وضعت من قبل وايزمن 1883 Wissmanم (ان انتقال الصفات الوراثية من جيل الى اخر يتم من خلال استمرارية الموروثات (الجينات) والموجودة بالانتاج الجنسية &Sperm Ovum ليس من الخلايا الجسمية.
لقد شوهدت عملية الاخصاب في النبات من قبل الباحثين هارتوك Hertwig وفولFol وستراسبوكر Strasburger في اواخر السبعينات من القرن التاسع عشر مما ادى الى وضع نظرية النواة (النظرية الكروموسومية) والتي تؤكد على ان نواة الخلية هي حاملة للقواعد الولادية وان مادة الكروماتين هي المادة المكونة لها الكروموسومات والمتخذة نظاما طوليا والتي دعمت من قبل ورزمان Wersman بقوله (ان الوحدات الوراثية (الجينات Genes) والمتخذة موقعها على طول الكروموسومات وبترتب منتظم)، كل ذلك يعود فضله الاكبر الى رائد وواضع قوانين علم الوراثة العالم مندل 1822-1884 Gregor Mendel والتي ظلت هذه القوانين مجهولة الى ان اعيد اكتشافها من قبل.

**علاقة علم الوراثة بعلم التصنيف Taxonomy**

فتحليل الهيئة الكروموسومية Karyotype analysis والتي تشمل دراسة اعداد واشكال الكروموسومات وسلوكها اثناء الانقسام باستعمال تقنيات التحزم Banding techniques والتي اهمها C, G والتي فتحت باب لدراسة العلاقات المباشرة الجنينية ومعرفة صلة واصل النباتات والحيوانات والقرابة كان تكون من نفس الجنس او العائلة.

علاقته بعلم الاحصاء الحياتي Biometery Biosatistic
الذي يهتم بتنظيم وتطبيق الطرق الاحصائية والاستعانة بها لتحليل وتفسير ومناقشة البيانات والنتائج وعمل استنساخ نهائي لها.

العلاقة بعلم الاجنة Embryology ان نشوء الجنين ونموه يعتمد اساسا على تنظيم ونمو الفرد. ان التكاثر الجنسي Sexual Reproduction يتضمن مساهمة الجنسين الانثوي Female بالبيضة Egg والذكري Male بالنطفة Sperm وهذه الانتاج نتجت بعد عملية الانقسام الاختزالي Meiosis في الخلايا المولدة لها والتي شطرت عدد الكروموسومات الى النصف Haploid مقارنة بالخلايا الجسمية التي تحمل العدد الكامل من الكروموسومات ((Diploid وعند اتحاد البيضة بالنطفة بعد عملية الاخصاب Fertilization لتكوين البيضة المخصبة Zygote ترجع المجموعة الكروموسومية بهيئة ثنائية ((Diploid والتي تعاني انقسامات اعتيادية متتالية لتكوين الفرد الجديد.

علاقته بالبيئة Ecology
حيث ان تأثير كبير على بعض الصفات الوراثية لان استجابة الكائن الحي للعوامل البيئية لابد ان تتوقف على تركيبه الوراثي.

علاقته بعلم الاجتماع وبالقانون والحقوق
حيث تحل بعض المشاكل عن طريق الوراثة.

علاقته بعلم النفس Psychology

الذي يعتمد على تفسير بعض الظواهر السلوكية في الوراثة وعلاقتها بتفسير نظريات التطور حيث هناك دلائل وراثية تتعلق بالتطور امكن معرفتها من خلال التجارب والبحوث على الـ DNA.

**الاحياء المستخدمة في علم الوراثة**

من الاحياء المستخدمة في الدراسات الوراثية الفأر Mouse وذبابة الفاكهة Fruit fly والعفن الاحمر للخبز Red pread Mold والذرة Corn والبكتريا Bacteria والرواشح Viruses في حين ان التجارب الاولى التي اجراها الانسان اقتصرت على بعض النباتات كالحنطة والرز والنخيل وبعض الحيوانات كالابقار والأغنام والخيول لأهميتها الاقتصادية.

وقبل الولوج في الاعتبارات الواجب مراعاتها لانتخاب الكائن الحي المناسب للدراسات الوراثية لابد ان نشير الى الاسباب التي دعت مندل لاختيار نبات البزاليا لإجراء تجاربه والاسباب التي دعت موركان لاختيار ذبابة الفاكهة حيث اختار مندل نبات البزاليا لعدة اسباب منها:-

أ- دورة حياته القصيرة حيث ينمو النبات وينضج خلال موسم نمو واحد.
ب- وجود سلالات عديدة من نبات البزاليا مختلفة في صفاتها وتنتج افراداً مشابهة لها.
ج- ازهارها خنثية حيث يمكن ان يحدث فيها التلقيح الذاتي.

اما موركان وتلامذته فقد اختاروا ذبابة الفاكهة لاجراء تجاربهم للأسباب التالية:
أ- قصر دورة الحياة حيث تبلغ تسعة ايام في درجة حرارة الغرفة. وهذا يسمح بدراسة العديد من الاجيال وبوقت قصير نسبيا.
ب-سهولة تربية الحشرة في الظروف المختبيرية.
ج- قدرة الحشرة على وضع عدد كبير من البيض حيث يصل الى 500 بيضة.
د- سهولة دراسة الازواج الاربعة للكروموسومات الموجودة في نوى خلايا الغدد اللعابية في يرقات الحشرة.
و- سهولة احداث الطفرات والتغايرات الوراثية فيها.

## المحاضرة الثانية

## الوراثة المندليةMendelion genetics

يعد كريكور مندل Gregor Mendel واضع حجر الاساس لعلم الوراثة وهو اول من توصل الى نتائج ذات اهمية في هذا العلم .ولد عام 1822 في اقليم زراعي بتشيكوسلوفاكيا وتوفي عام , 1884 اذ دخل الكنيسة (الدير )صبياً فقيراً ,اهتم منذ صباه بدراسة علم الحياة وعلم الرياضيات ,التحق عام 1851 في جامعة فينا لدراسة التاريخ الطبيعي ,ثم عاد في عام 1854 ليعمل مدرسا للعلوم الطبيعية في مدينة بورن. Burnn اجرى مندل تجاربه في زراعة نبات البازلاء بين عام 1856 وعام 1863 اذ وضع العديد من قواعد الوراثة والتي يشار اليها الان على انها قوانين الوراثة لمندل . بدأ سنة 1857 بتنفيذ تجاربه على نبات البزاليا *Pisum sativum*وبسلة الحدائق . Garden-pea فجمع اصنافا "من البزاليا التجارية وذلك لدراسة الاختلافات فيها ,وبعد سبع سنوات من التجارب قدم نتائجه والتغيرات التي توصل اليها قانونيه الشهيرين في كيفية توارث الصفات وفي عام 1865 القى مندل محاضرتين عن استنتاجاته في اجتماع لجمعية التاريخ الطبيعي في Burnn بعدها نشر نتائج دراسته في مجلة له في العام التالي تحتعنوان تجارب على هجن النبات . ولم يكن مندل كافيا لتعزيز عمله , ومع ذلك , أشارت بعض المقالات إلى عمله في تلك الفترة الزمنية التي أساء الكثير فهمها , ويعتقد عموم ا أن مندل قد أظهر فقط ما تم بالفعل والمعروف في الوقت ذاته أن الهجائن تعود في نهاية المطاف إلى شكلها الأصلي , وتم التغاضي إلى حد كبير عن أهمية التباين وآثارها التطويرية , وعلاوة على ذلك لم ينظر إلى نتائج مندل بأنها قابلة للتطبيق بشكل عام , حتى من قبل مندل نفسه الذي يظن أنه لا ينطبق إلا على بعض الأنواع أو أنواع من الصفات ولكنه اخيراً ثبت انه يكون ذو تطبيق عام وهو من المبادئ الأساسية لعلم الأحياء. الا ان احد اً لم يهتم بنتائجه المهمة لانشغال العلماء حين ذاك بآراء دارون في التطور والنشوء. وبقيت طي النسيان اكثر من 34 عاما الى ان اعيد اكتشافها عام 1900 من قبل ثلاثة علماء كلا على انفراد وهم كارل كورنز( Karl Correns المانيا )و دي فرايز( De Vries هولندا )و فون تشيرماك ( Von Tschermakالنمسا ,)ووجد كل منهم تقرير مندل اثناء مراجعته للمصادر المتعلقة بعمله وأشاروا الى التقرير في بحوثهم التي نشروها عام. 1900

## تجارب مندل

اطلع مندل على تجارب تهجين النباتات التي قام بها الباحثون الذين سبقوه في تربية النباتات واستفاد من نتائجهم حيث لجأ منذ البداية على تثبيت الصفة الوراثية المدروسة، وذلك بالتأكيد على نقاوة الصفة من خلال السماح للنباتات بان تلقح نفسها بنفسها لعدة اجيال )جميع الأفراد مشابهة لأببوين(

وبذلك يمكن الحصول على سلالة نقية. واختار مندل البازلاء لتجاربه بسبب وفرة العديد من الأصناف الخاصة المتميزة ، ولأن ذريتها يمكن انتاجها بسرعة وسهولة ، حيث أن نباتات البازلاء المخصبة كانت تتميز بخصائص طول القامة على نحو سلس مع التجاعيد تلك التي تحتوي على بذور خضراء مع تلك التي تحتوي على بذور صفراء وما إلى ذلك. ويمكن اجمال الاسباب التي دعت مندل لاختيار نبات البازلاء Pisum sativum في تجاربه بالاتي:

1 تعدد الصفات المظهرية لهذا النبات. -

2 سهولة اجراء عملية زراعته. -

3 قصر دورة الحياة، فالبزاليا نبات حولي يكتمل نموه في اقل من عام. -

4 نظام الزهرة يضمن التلقيح الذاتي حيث تحتوي على اعضاء التذكير والتأنيث. -

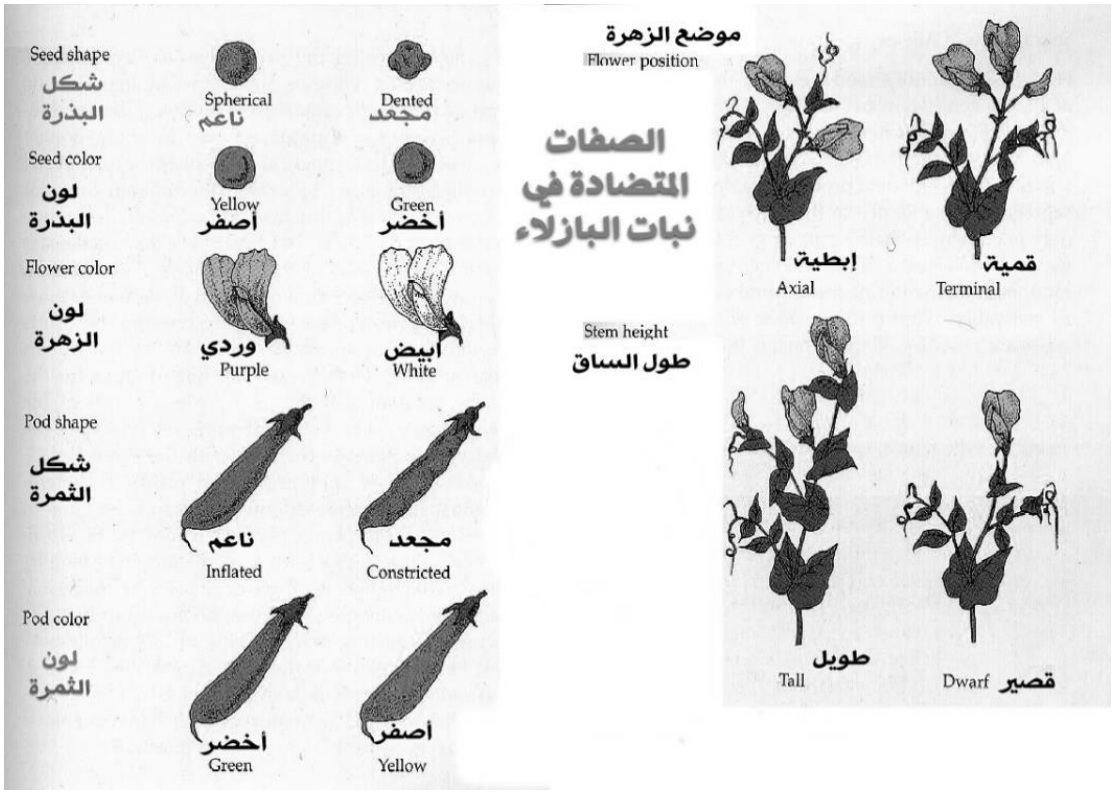
5 سهولة اجراء عملية التلقيح الصناعي عند التهجين حيث يمكن بسهولة ازالة الاسدية من الزهرة قبل - نضوج حبيبات اللقاح وتلقيحها بحبيبات لقاح من نبات اخر.

6 هجن هذا النبات ذات خصوبة تامة. –

## قانون مندل الاول Mendelion First Law

اختار مندل سبعة ازواج من الصفات لنبات البزاليا كما استعمل اعداداًكبيرة من العينات التجريبية، وحصل على اعداد كبيرة من افراد النسل خلافا لما سبقوه الذين استعملواعدادا قليلة من العينات، ركز في كل تجربة على صفة واحدة فقط، كما استعمل معلوماته الرياضية لتفسير نتائجه.

فقد قام مثلا بزراعة بذور البازلاء، لها الصفة النقية لطول الساق وبذور اخرى لها الصفة النقية لقصر الساق. عند تكوين الازهار قام بنشر لقاح من متك نبات طويل الساق على ميسم نبات قصير الساق. كما قام بعكس العملية أي نثر حبوب اللقاح من متك نبات قصير الى ميسم نبات طويل الساق.




وقد ضمن نجاح العملية بقطع اسدية النباتات المنقول اليها حبوب اللقاح، جمع البذور الناتجة من كل نبات ثم زرعها مرة ثانية فوجد ان جميع النباتات طويلة الساق تشبه احد الابوين فقط، ولا تبدي أي اثر لصفة الاب الاخر وهذه هي صفة الجيل الاول F1 كما ظهر لمندل ان هذه النتائج لا تعتمد على طبيعة الجنس ذكر ام انثى. ترك مندل هذه النباتات لكي تتلقح ذاتيا، وضمن ذلك بان غطى الازهار قبل نضجها بأكياس من النايلون حتى لاتصل حبوب لقاح من نباتات اخرى وبعد نضوج ثمارها جمع البذور

وزرعها مرة اخرى فوجد ان النباتات الناتجة بعضها قصير وبعضها الاخر طويل وكانت اعدادها 787 سيقانها طويلة و 277 سيقانها قصيرة وهي نسبة تقرب من 3:1 1:2,84 وهذه هي صفة الجيل الثاني. F2

كرر مندل الخطوات السابقة وعلى صفات اخرى لنبات البازلاء وهي ما حصل لجميع التزاوجات التي اختارها .وكانت النتائج ظهور صفة واحدة متماثلة لصفة احد الابوين فقط واختفاء الصفة الثانية في الجيل الاول F1 وحصل على نتائج متماثلة اطلق مندل على الصفة التي تظهر في جميع افراد الجيل الاول بالصفة السائدة( المتغلبة . Dominant trait )اما الصفة الاخرى التي لم تظهر في الجيل الاول وظهرت بنسبة % 25 تقريبا من افراد الجيل الثاني هذه صفة بقيت كامنة في افراد الجيل الاول اطلق عليها اسم الصفة المتنحية , Recessive trait ومن حسن حظ مندل انه لم يلاحظ وجود أشكال وسطية بين الصفتين التي عمل بها تضريب في افراد الجيل الاول .في حين عند تهجين الجيل الاول مع بعضها للحصول على افراد الجيل الثاني ظهر لمندل افراد تحمل صفة احد الابوين المختفية. اجرى مندل عد افراد التي حصل عليها في الجيل الثاني F2 وكرر التجربة لبقية الصفات المدروسة السبعة فوجد انها تقترب من النسبة 3: 1 3 سائدة 1 :متنحية

لقد اقترح مندل لتفسير نتائجه ان صفة طول الساق ناتجة عن مسبب سائد موجود في الوحدات التناسلية( الكميتات )اسماه العنصر السائد Dominant element او العامل السائد Dominant Factorرمز له بالحرف الكبير T اما صفة النبات ذي السيقان القصيرة ناتجة عن عامل متنحي اسماه العنصر المتنحي Recessive element او العامل المتنحي Recessive Factor ورمز له بالحرف الصغير t والتي تشير الى مبدأ وحدة الصفات Principle of unit character فيما بعد استعيض عن كلمة element او العامل factor بكلمة الجين Gene وهي كلمة اغريقية تعني عرف او عنصر ومنها جاءت تسمية العلم الذي يهتم بدراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية. Genetics افترض مندل وجود زوج من العناصر (الجينات المورثات )لكل صفة وراثية وذلك لان نباتات- الجيل الاول تحمل في ذاتها عاملا الصفة السائدة (طويل الساق )الى جانب قصر الساق ,مما يدل على وجود زوج من الاليلات( الجينات )السائدة والمتنحية في هذا النبات( نباتات الجيل الاول .)اذ لا يمكن ان تظهر الصفة السائدة اذا كانت غير حاوية اليل السيادة ,ولا يمكن ان ينتج عن تزاوجها نباتات ذات الصفة المتنحية ان لم تكن حاويةِ الاليل المتنحي .ان كل كميت يمثل جينا( اليل )واحد منها فقط .كعامل الطول وعامل القصر مثلا ,اما البيضة المخصبة Zygoteالمتكونة من اتحاد الكميت الذكري والانثوي والتي تكون الجنين ثم الفرد فإنها تحتوي زوجان (اثنين )فقط.

فاذا كان النمط التركيبي الجيني Genotype هو TT فان كل كميت يحمل اليل واحد فقط T اما اذا كان التركيب الوراثي الجيني (tt) فان كل كميت يحمل اليل واحد ايضا . (t) واذا كان النمط الجيني بتركيب هجيني Tt فان نصف الكميتات تحمل تركيب وراثي (T) والنصف الاخر بصيغة. (t)

نستنتج مما تقدم ان الأفراد التي تعود الى سلالة اصيلة التركيب الوراثي نقية تحمل نوعا واحدا من الكميتات وهي تنشأ عن اجتماع كميتات متماثلة لاليلات الصفة Alleles اثناء تكوين البيضة المخصبة Zygoteولذلك تدعى متماثلة الزيجة او الاليلات , Homozygous اما الأفراد الهجينة التي تنتج نوعين مختلفين من الكميتات ,وتنشأ في الاصل من اجتماع الكميتات المختلفة الاليلات المتقابلة فتدعى مختلفة الاليلات او الكميتات Heterozygous وينعزل الاليلان عن بعضهما كما في المثال السابق T,t عند تكوين الكميتات وهذا هو قانون مندل الاول الذي يدعى بقانون الانعزال Law of segregation او انعزال الجينات( الاليلات )والذي ينص على( : فردا أي زوج من الجينات تنعزل عن بعضها عند تكوين الكميتات الذكرية والانثوية.)

ومن الجدير بالذكر ان المصادفة هي التي تلعب دورا هاما بالنسبة الى قانون الانعزال لهذا

يمكن صياغة قانون مندل الاول بالشكل الاتي-:

(اذا تزاوج فردان يختلفان فيما بينهما بزوج من الصفات، فان افراد الجيل الاول( الهجين )تظهر

عليهما الصفة السائدة فقط .وفي الجيل الثاني تنعزل الصفات السائدة عن المتنحية بنسبة3

سائد 1 :متنحي.)

## قانون مندل الثانيMendelion Second Law

يشمل دراسة صفتين وراثيتين مختلفتين( هجين ثنائي )او اكثر أي قانون مندل في الوراثة قانون التوزيع الحر Law of Independent Assortment الذي ينص على ان( :ازواج الجينات- تستقل في انعزالها وتتوزع توزيعا حراً عند تكوين الكميتات الذكرية والانثوية )أي ان كل زوج من الصفات المختلفة يكون مستقلا في توارثه عن غيره من ازواج الصفات المختلفة .يتم الانعزال الحر للجينات في الجيل الثاني (لأبفراد الهجينة التركيب الوراثي )وهذا يتم عندما لا يكون هناك ارتباط وراثي بين العوامل الوراثية (الجينات ,)واذا لم تتواجد عوامل اخرى تحول دون الانعزال الحر.

ومن التطبيقات على هذا القانون عن طريق التلقيح لهجائن ثنائية بين فردين من نباتات البازلاء: احدهما طويل الساق احمر الازهار نقي لهاتين الصفتين , TTRR والثاني قصير الساق ابيض الازهار نقي الصفتين ttrr فعند اتباع الخطوات التي اتبعها مندل .عن طريق جمع البذور الناتجة وزرعها كانت جميع الطرز المظهرية لأفراد الجيل الاول طويلة الساق حمراء الازهار وهذا يعني ان الصفة السائدة قد ظهرت في هذا الجيل .والسبب في ذلك ان الطرز الجينية لكميتات الابوين كانت (TR) و الاخر tr وكما قلنا طويلة الساق حمراء الازهار لوجود الصفة السائدة بين كل زوج من الجينات,وعند ترك افراد الجيل الاول لكي تتلقح ذاتيا واخذت البذور الناتجة عند زراعتها مرة اخرى وجدت الطرز المظهرية بالنسب الآتية( 9 :طويلة الساق حمراء الازهار( 3 :)طويلة الساق بيضاء الازهار( 3:)قصيرة الساق حمراء الازهار( 1 :)قصيرة الساق بيضاء الازهار.) ويمكننا متابعة نتائج وراثة ثلاث صفات لنباتات البازلاء ,بتلقيح نبات طويل الساق احمر الازهار املس البذور نقي لجميع هذه الصفات والذي يكون بالتركيب الوراثي (TTRRSS) مع نبات اخر قصير الساق ابيض الازهار مجعد البذور نقي لهذه الصفات والذي يكون بالتركيب الوراثي ttrrss فأفراد الجيل الاول تحمل طرازاً مظهريا واحداً( طويل الساق حمراء الازهار ملساء البذور) بتركيب جيني TtRrSs وعند ترك افراد الجيل الاول تلقح ذاتيا فإننا نتوقع طرز جينية مختلفة لكميتات هي trs, trS, tRs, Trs, tRS, TrS, TRs, TRSوعليه سيكون هنا 64 احتمال لاتحاد هذه الكميتات وتكون النسبة المظهرية التقليدية الناتجة من التزاوج(1 : 3 : 3 : 3 : 9 : 9 : 9 : 27 ) اما النسبة المظهرية التقليدية الناتجة من التزاوج بين تركيبين وراثيين كلاهما هجين ثنائي فهي 1:3:3:9وهذه النسبة تظهر طالما ان العلاقة بين الاليلات في كل موقع هي علاقة سيادة وتنحي, ويمكن ان تتحور هذه النسبة اذا كان احد الموقعين او كلاهما به اليلات ذات سيادة غير تامة او مشتركة او به اليلات مميتة ويمكن تلخيص هذه النسب المظهرية المحورة كما في الجدول

| النسب المظهرية المتوقعة في البالغين | العلاقات الاليلية في الآباء | |
|---|---|---|
| | الموقع الثاني | الموقع الاول |
| ٣:٦:٣:١:٢:١ | سيادة تعادلية | سيادة وتنحي |
| ١:٢:١:٢:٤:٢:١:٢:١ | سيادة تعادلية | سيادة تعادلية |
| ٣:١:٦:٢ | مميت متنحي | سيادة وتنحي |
| ١:٢:١:٢:٤:٢ | مميت متنحي | سيادة تعادلية |
| ٤:٢:٢:١ | مميت متنحي | مميت متنحي |

## بعض المصطلحات العلمية

**1الطرز الظاهريPhenotype -**

**الطراز الظاهري هو أي صفة واضحة وقابلة للتقدير وموجودة في أي كائن .وقد تكون هذه الصفة واضحة للعين ,مثل لون الزهرة او قوام الشعر ,او قد تحتاج الى اختبارات خاصة لاظهارها فمثلاً لتعيين فصائل الدم يستعمل الاختبار السيرولوجي .فالطراز الظاهري هو محصلة نواتج الجين المعبر عنها في بيئة معينة.**

**2الطراز الوراثيGenotype -**

**تشكل كل الجينات التي يحتويها أي فرد تركيبة الوراثي الذي يتضمن اليلات لموقع واحد:**

**أ التركيب الاصيل- :**

**ينتج من اتحاد كاميتين يحملان اليلات متطابقة لتركيب وراثي اصيل والفرد الاصيل ينتج نوعا واحدا من الكاميتات.**

**ب النسيلة النقية- :**

**مجموعة الأفراد التي لها اساس وراثي مماثل كما يرمز لها ايضا ب( سلالة او صنف او قطيع.) وعادة ما ينتج الاخصاب الذاتي او التزاوج لأجيال عديدة بين افراد شديدة القرابة( التربية الداخلية) عشيرة اصيلة في معظم المواقع تقريبا كما ان التزاوج بين الأفراد الاصيلة التابعة لنسيلة نقية ينتج فقط نسلا اصيلا مثل الاباء .وعلى ذلك فإننا نقول ان النسيلة النقية صادقة التوالد.**

**ج التركيب الخليط( الهجين- : )**

**وهو التركيب الذي ينتج من اتحاد الكاميتات التي تحمل اليلات مختلفة كما تنتج عنه انواعا مختلفة من الكاميتات.**

**3الاليل السائد والمتنحيDominant and Recessive Allel -**

**ان لكل عامل من عوامل الصفات صورتان تحتلان نفس الموقع على كروموسومين متماثلين ويسمى كل فرد من هذه الصور اليل ويسمى الاليل سائدا اذا امكنه التعبير عن نفسه مظهريا في الحالة الخليطة ,كما في الحالة النقية اما الاليل الذي لا يظهر تعبيره المظهري الا في تركيب وراثي اصيل يسمى الاليل متنحيا.**

4السيادةDominance -

هي قدرة احد الاليلات على اخفاء وجود الاليل الاخر لنفس الجين( الموروثة )في الحالة الخليطة Heterozygousوبذلك يظهر في الفرد المختلف العوامل الصفة التي يظهرها العامل السائد تماما كما في الفرد المتماثل العوامل السائدة أي ان قوة الاليل السائد في الفرد المختلف العوامل مساوية لقوة الاليلين السائدين ,ولا يظهر أي تأثير للاليل المتنحي في الفرد الخليط ,والسيادة وقد تكون:

أ .سيادة تامةComplete dominance -

وهي الحالة التي يكون فيها الفرد المختلف العوامل والفرد المتماثل العوامل السائدة متساوية في اظهار الصفة فنحصل في الجيل الثاني على النسبة 3 سائد 1 :متنحي في حالة زوج واحد من العوامل. اما في حالة زوجين من العوامل فتكون النسبة. 1:3:3:9

ب. سيادة غير تامةIncomplete dominance -

وهي الحالة التي يكون فيها اختلاف الفرد المختلف العوامل عن الفرد المتماثل العوامل من درجة بسيطة جدا الى درجة واضحة جدا وفيها تتحور النسبة المندلية من 1:3 الى النسبة 1:2:1 بسبب اختلاف التركيب الوراثي( مختلف العوامل الخليط )عن التركيب الوراثي متماثل العوامل السائدة في الشكل الظاهري.

ج .فوق السيادةOver dominance -

وهي الحالة التي فيها يسبب الفرد المختلف العوامل تعبيراً زائداً عن الصفة مقارنة بالأفراد المتماثلة العوامل السائدة او المتنحية .فمثلاً في ذبابة الفاكهة يسبب متباين الزيجة( الفرد الخليط )بالنسبة للون العين Ww زيادة في كميات الصفات التآلفية عن متماثل الزيجة ww او. WW

د .السيادة المشتركة( انعدام السيادةCo-dominance - )

وهي الحالة التي يظهر فيها الشكل الظاهري للفرد الخليط تأثير كلا الاليلين وليست هناك أي علاقة سيادة بين الاليلين اذ يكون الشكل الظاهري للفرد الخليط حاويا للمنتج الجيني لكلا الاليلين .فمثلاً في الانسان يكون الاليل $I^A$ لمجموعة الدم A سائداً مشتركا مع الاليل $I^B$ لمجموعة الدم B وعليه يكون الفرد الخليط بينهما هو. $I^AI^B$

كلية التربية الاساسية / الحريشة
قسم الرياضيات - المرحلة الرابعة - احياء

د. خالد دفيك أحمد

## الاحتمال Probability

أن المعنى القاموسي لكلمة احتمال هو الممكن Likely ولو اردنا معنى لكلمة ممكن لوجدنا كلمة (محتمل) أي اننا نجد انفسنا ندور في حلقة تعود إلى نفس نقطة البداية. ولو خطونا خطوة لتفسير الكلمة لوجدنا كلمة صدفةChance التي تستعمل في العربية بنفس معناها الانكليزي وانطلاقا من ذلك يمكن تعريف كلمة الاحتمالات Probability بالتعبير التالي (مقدار امكانية حادث او حدوث معين) اما مقاييسها فهي مقاييس افتراضية تحدد بقيمة قدرها تساوي صفر في احدىنهاية وبواحد في النهاية الاخرى فالنهاية العليا التي تساوي (واحد) تمثل (الاكيد المطلق) على حدوث حادث (كل فرد يموت في يوم من الايام مثلا) ومعنى هذا بان(P =1)

حيث يمثل P كلمة الاحتمال اما الطرف الاسفل من مقياس الاحتمالات والذي يساوي صفرا فانه يمثل (المحال) فمثلا (من المحال أن انجح في عبور الاطلس دون وسيلة صناعية لان الفشل سيكون مؤكدا او بمعنى اخر يكون النجاح مستحيلا) ويرمز لذلك O=P)(صفر).

ولو كانت جميع امور الحياة واضحة هكذا من ناحية كينونتها فلسنا نحتاج إلى علم الاحصاء ولبلغت سرعة التقدم في البحث العلمي درجة لاتطاق مما يفقد الانسان متعة البحث والعمل.

والذي يوفر للانسان تعقيدات معينة (مشاكل علمية) تحتاج لبحث وتمحيص ودون جواب واضح من نوع الاحتمالات فقد جعل الله الحياة فيها تعقيدات معينة أي لايمكن وجود جواب واضح من نوع الاحتمال يساوي (واحدا) او يساوي (صفرا) مما يوجب استعمال الاحصاء لتفسير الظواهر.

### 1- الاحتمالات المتوقعة Apriori probability

تشمل هذه الانواع من الاحتمالات الحوادث التي يمكن تحديد قيمتها من معرفتها لطبيعة حدوثها. فمثلا لو اني رميت قطعة معدنية (عمله) من فئة معينة (خمسة فلوس مثلا) فاحتمال أن ترينا العملة وجهها المرسوم مساويا إلى (P=1/2) ويمكننا أن ننظر للموضوع من وجه النظر التالية فهناك احتمالات فقط تظهرهما قطعة العملة هذه عند رميها فاما أن تسقط على الوجه المكتوب او المرسوم وكلاهما متوقع الحدوث بنفس المقدار ومساويا (1/2).

فنحن متاكدين بان قطعة النقود سترينا اما وجهها المكتوب او المرسوم أي احتمال ظهور الكتابة والرسم =1 أي (P=1) وان هذا الاحتمال الكلي جاء من مجموع احتمال النتيجتين أي (P=1/2) للوجه المرسوم و(1/2) للوجه المكتوب وبنفس الطريقة هناك ستة احتمالات عندما نرمي زهرا أي احتمال ظهور أي رقم من الارقام الستة مساويا إلى الواحد (P=1) وبتقسيم الاحتمالات الكلية على الست الاحتمالات المتوقعة (أي اوجه الزهر) يكون احتمال ظهور رقم معين من الارقام الستة مساويا للسدس أي ($p=\frac{1}{6}$).

### الاحتمالات الرقمية Empirical probability

عند توسعنا بالامثلة السابقة فمثلا عند رمي الزهر (اذ رميناه ستمائة مرة)

فاننا نتوقع كل وجه من الوجوه الستة سيظهر (100) مرة أن كلمة نتوقع تعني بان كل وجه يحتمل في أن يظهر (100) مرة ولكن ذلك لن يحدث اطلاقا ولو حدث لكان ذلك صدفة ادت للنتيجة أي سنغري النتيجة للصدفة اما اذا يبتعد الرقم عن 100 كثيرا فنقول أن الزهر مزورا (أي شك في الزهر) ولو قرب من 100 بصورة ملحوظة فاننا سنشك بان الزهر مزورا ايضا ومن ذلك فاننا نستخلص طريقة اخرى لقياس الاحتمالات.

$$\text{الاحتمال} = \frac{\text{عدد مرات حدوث الحادث المعين}}{\text{عدد المحاولات}}$$

مثال/ لو أن جراحا اجرى عملية معينة على (200) مريض ومات منهم (16) فاننا نتمكن أن نحدد مقدار احتمالات الموت بهذه العملية ولهذا الجراح $p=\frac{16}{200}=0.08$ يستعمل هذا النوع من مقاييس الاحتمالات في اوجه علمية متعددة.

قانون الاحتمال

لقد وضعت القوانين التالية لتسهيل حساب درجة الاحتمال عند وقوع حادثين او اكثر بدلا من ايجادهما عن طريق تعريف الاحتما الذي يكون من الصعوبة في مثل هذه الحالات حساب عدد الحالات المواتية والممكنة

1- قانون الجمع

لو فرضنا بان كل من (B,A) يعادل مجموع احتمال حدوث كل منهما على انفراد أي :-

$$P(A \text{ or } B) = P(A) + P(B)$$

ولتوضيح ذلك فان الجملة التي تقول:

(دعنا نلعب بقطعة النقود فان استقرت على وجهها المكتوب فاني افوز وان استقرت على وجهها المرسوم فانت تخسر) أن ذلك يوضح قانون الجمع فلحساب امكانية الفوز (صدفة اواحتمال) يتوجب جميع الاحتمالات التي اكون فائزا فيها ففي الحالة الاولى سافوز أن استقرت قطعة النقود على الرسم وبذلك (P=1/2) وسافوز ايضا أن استقرت على الكتابة حيث أن(P=1/2) ومن جمع كلا الاحتمالين يكون نصيبي في الفوز مساويا إلى (P=1/2+1/2=1) وهذا يعني الفوز المؤكد وبذلك فان احتمالات التي يحدث فيها الحادث بكل الطرق وهذا على افتراض بان حدوث الحادث بطريقة معية يعذر حدوثه بطريقة اخرى في نفس الوقت أي حوادث متنافية mutually exchssive كما ذكرنا سابقا.

مثال/ لنفرض بان وضيفة شاغرة قد اعلنت وتقدم لشغلها (10) اشخاص من لواء البصرة و (8) من بغداد و(2) من العمارة و(5) من السليمانية وبذلك يكون مجموع المتقدمين 25 شخصا.

نظرا لعدم حصول قناعة لدى لجنة المقابلة على منحها لشخص معين تقرر وضع اسمائهم في كيس وسحب ورقة واحدة ليفوز صاحبها بالوضيفة وعلى هذا الاساس يكون احتمال فوز

احد البصريين بها ( $p=\frac{10}{25}$

احد البغداديين بها ( $p=\frac{8}{25}$

احد العمارين بها ( $p=\frac{2}{25}$

شخص من السليمانية ( $p=\frac{5}{25}$

وبذلك فان احتمال فوز احد المتقدمين:-

$$p=\frac{10}{25}+\frac{8}{25}+\frac{2}{25}+\frac{5}{25}=\frac{25}{25}=1$$

وان يفوز بها شخص من الجنوب $p=\frac{10}{25}+\frac{2}{25}$ ($=\frac{12}{25}$)

وان يفوز بها شخص من الشمال ($p=$) $\frac{5}{25}$

وان يفوز بها شخص من الوسط ($p=$) $\frac{8}{25}$

وان يفوز بها شخص عراقي $1\frac{12}{25} = \frac{5}{25} = \frac{25}{25} = \frac{8}{25} + 1$

قانون الضرب:-

يستعمل هذا القانون عندما يكون لدينا حوادث متعددة في وقت واحد ( Simultaneous events) حيث تضرب احتمالات حدوث كل حادث مع الاخر لاستحصال الاحتمال الكلي.

مثال/ لغرض ادخال الفرحة في نفوس بناتنا واخواتنا ممكن أن نردد على مسامع أي منهن بانها (واحدة من البليون) فلو اردنا توفر الصفات التالية في امراة مثلا:-

طول يزيد عن 185سم شعر اشقر عيون زرقاء واخيرا معرفة جيدة جدا في الاحصاء فلو افترضنا بان احتمال أن نجد:-

| | |
|---|---|
| امراة اطول من 185سم | =100/1 |
| شعر اشقر | =100/1 |
| بعيون زرقاء | =1000/1 |
| جيدة جدا بالاحصاء | =10000/1 |

وبذلك يكون احتمال توفر كل هذه الصفات في امراة واحدة

$$= \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{1000} \times \frac{1}{100000} = \text{واحدة في البليون}$$

ويستعمل قانون الضرب ايضا عندما يكون لدينا حوادث متعاقبة او يكون حدوثها بالتعاقب وحتى فيما اذا كان حدوث بعضها يعتمد على البعض الاخر

Successive event

مثال/ اذا كان لدينا ثماني كرات خمس منها حمراء وثلاثة زرقاء وموضوعة في كيس فلو سحبنا كرتين بطريقة عشوائية فما هو احتمال P أن تكون احدى الكرتين حمراء والاخرى زرقاء.

أن اول كرة تسحب قد تكون حمراء او زرقاء ولذلك فان احتمال كونها حمراء ($p = \frac{5}{8}$) بذلك يتبقى في الكيس اربعة حمراء وثلاثة زرقاء ويكون احتمال أن تظهر الثانية الزرقاء مساويا إلى ($p = \frac{3}{7}$)

وعلى هذا فان ظهور كرة حمراء تعقبها زرقاء مساويا إلى (باستعمال قانون الضرب) ($p = \frac{5}{8} \times \frac{3}{7} = \frac{15}{56}$) لأنها حوادث متعاقبة.

وبنفس الطريقة يكون احتمال الاولى زرقاء مساويا إلى ($\frac{3}{8}$) والثانية حمراء ($\frac{5}{7}$) ويكون احتمال الترتيب الثاني الكلي مساويا إلى ($\frac{3}{8} \times \frac{5}{7} = \frac{15}{56}$) وبما أن كلا الترتيبين. أي الاولى حمراء تعقبها زرقاء ثم الزرقاء تعقبها حمراء هما حوادث متنافية Mutually exclusive لذلك نستعمل قانون الإضافة لاستحصال الاحتمال الكلي

$$p = \frac{15}{56} + \frac{15}{56} = \frac{30}{56} = 0{,}535$$

أن هذين القانونين اساسين في الاحصاء.

ربما اعلى ما تقدم فان نسب الطرز الوراثية والطرز المظهرية في الجيل الثاني تمثل النسب المحتملة او المتوقعة لتلك الطرز حيث أن النسب التي يمكن الحصول عليها فعلا من تزاوج ما قد تكون مختلفة عن النسب المحتملة فمثلا فعند اجراء تزاوج بين تباين احدهما احمر الازهار نقي (RR) والاخر ابيض الازهار نقي (rr) فان جميع نباتات الجيل الاول كانت

تحمل ازهارا هجينة (Rr) وعند ترك هذه النباتات للتلقيح الذاتي لانتاج الجيل الثاني فان النسب المتوقعة كانت 3نباتات حمر الازهار إلى 1 نبات ابيض الازهار أي 75% احمر الازهار إلى 25% ابيض الازهار).

ولكن الذي حدث حقيقة في الحقل أن النسب كانت بالضبط 75.9% احمر الازهار و 24.1% ابيض الازهار. ولفهم سبب هذا الاختلاف الحاصل بين النسب الحادثة فعلا يجب أن لايغيب عن بالسا احتمالات حدوث تلقيح تام لجميع الانتاج بفرض متساوية. وعند حصول انعزال عوامل افراد الجيل الاولى (Rr) فان كلا الابوين ينتجان نوعين مختلفين من الامشاج هما:( r) و (R) فماذا نتوقع بالنسبة لافراد الجيل الثاني؟ وماالنسب المتوقعة لتوزيع اللونين فيه؟

ولتوضيح هذه الحالة تاخذ قطعتين نقود مختلفتين احدهما تمثل النسيج الانثوي حيث يكون الوجه مقابلا للصفة الساندة (R) والوجه الثاني للصفة المتنحية (r) والاخرى تمثل النسيج الذكري حيث يكون الوجه الاول مقابلا للصفة الساندة R والوجه الثاني مقابلا للصفة المتنحية r ايضا وعند قذف القطعتين سويا في الهواء وستوطهما على الارض نكون امام ثلاث احتمالات هي:-

أ- يكون الوجهان الاولان RR مع بعضهما إلى الاعلى وهذا يقابل ظهور ازهار حمر نقية بنسبة 25%.

ب- يكون الوجهان الثانيان rr مع بعضهما إلى الاعلى وهذا يقابل ظهور ازهار بيض نقية بنسبة 25%.

ج- يكون الوجه الاول للقطعة الاولى مع الوجه الثاني للقطعة الثانية أي Rr والوجه الثاني للقطعة الاولى مع الوجه الاول للقطعة الثانية أي Rr ايضا إلى الاعلى وهذا يقابل ظهور ازهار حمر هجينة بنسبة 50% وبحساب النسب الناتجة نتوصل إلى القولبان الصفتين توزعتا في الجيل الثاني بنسبة 75% حمر ازهار إلى 25% بيض الازهار.

وكما هو موضح بالمثال الاتي:

مثال/ لقح نبات البزاليا احمر الازهار باخر ابيض الازهار فكانت نباتات الجيل الاول كلها حمر الازهار ولو لقح نبات من الجيل الاول باخر احمر الازهار فما هي الطرز المظهرية والوراثية للافراد الناتجة من هذه التزاوجات؟

الحل/

بما أن نباتات الجيل الاول الناتجة من تضريب نباتين احدهما احمر والاخر ابيض الازهار كلها حمر الازهار لذا فان صفة اللون سائدة ونقية حسب قانون مندل الاول.

- رمز لعامل صفة اللون الساند الاحمر بالحرف R من Red ولعامل اللون المتنحي الابيض بالحرف r.

- اذن الطراز الوراثي للنباتات احمر الازهار النقي هو RR اما الطراز الوراثي للنباتات ابيض الازهار فهو rr وفيما ياتي توضيح ذلك.

نبات بزاليا احمر الازهار (نقي) × نبات بزاليا ابيض الازهار (نقي)

P1 RR rr

↓ ↓

G1 R r

اخصاب

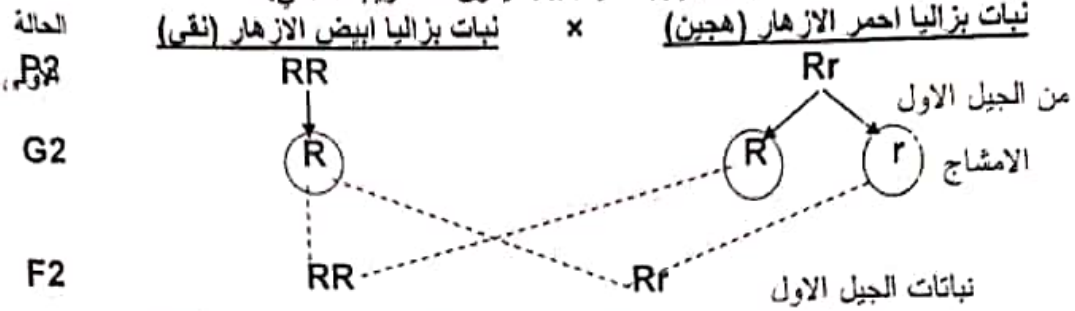
نباتات الجيل الاول Rr ←

100% نباتات حمر الازهار (هجينة)F1

٤

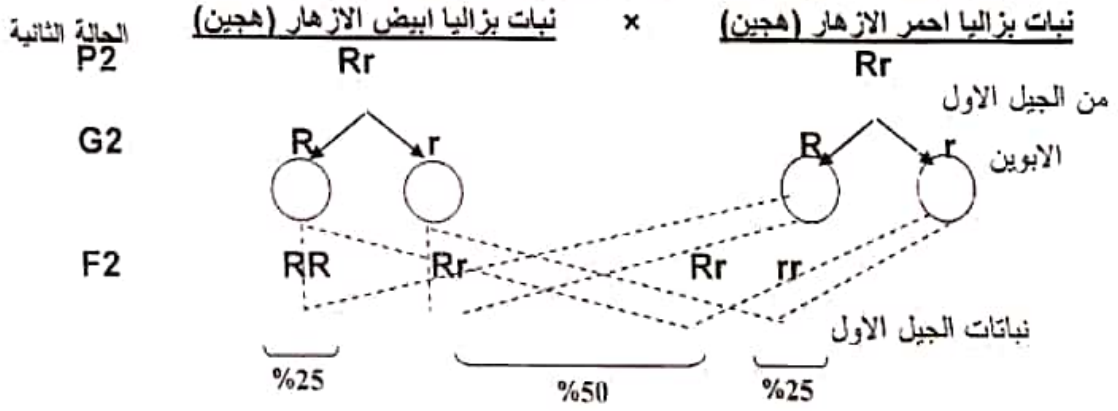
وعند تلقيح نباتات الجيل الاول Rr باخر احمر الازهار مجهول النقاوة يكون امامنا احتمالان هما:-

1- أن يكون النبات المجهول الهوية نقيا RR فيكون التضريب كالاتي:-




50% نباتات حمر الازهار (هجينة) 50% نباتات حمر الازهار (نقية)

2- أن يكون النبات المجهول النقاوة هجينا Rr فيكون التضريب كالاتي:




نباتات بيض الازهار نباتات حمر الازهار (هجينة) نباتات حمر الازهار (نقية)

# المحاضرة الرابعة

## الـ DNA هو المادة الوراثية

عند تتبع تاريخ تطور علم الوراثة يلاحظ ان التركيز كان منصبا في البداية على مسائل التوارث وانماط وراثة صفات معينة من الاباء الى الأبناء كلون الازهار ولون العيون وقد افترض ان الجينات قد احدثت هذه الصفات بطريقة ما وانها (أي الجينات) مرتبة بشكل خطي ومفرد على طول الكروموسوم كما عرفت الخرائط الوراثية لتحديد توالي ترتيب الجينات على الكروموسوم ثم اعطى الاهتمام لمعرفة كيفية عمل الجينات واستخدمت الاحياء المجهرية لاغراض هذه التجارب خصوصا البكتريا وفايروساتها. وتم الافتراض ان عمل اغلب الجينات هو تعيين تكوين البروتينات، كما درست الطبيعة الكيمياوية للجين بعد ان تم التاكد من وجود اغلب الجينات ضمن الحامض النووي ولهذا ففي الوقت الحاضر يعرف بان الحامض النووي الـDNA هو الحامل للمعلومات الوراثية (في بعض الفايروسات يؤدي الـRNA نفس الوظيفة) ولذلك فاذا ما اردنا ان نشير الى الجينات او علم الوراثة فانه تكفي الاشارة الى الحامض النووي الـDNA.

## صفات المادة الوراثية

1- ان تحمل المادة الوراثية معلومات وظيفية كافية لتحديد الخصائص المظهرية والتركيبية للكائن الحي.
2- يجب ان تكون المادة الوراثية مستقرة وان تنقل بصورة امينة من خلية الى اخرى ومن جيل الى اخر.
3- لها القدرة على التضاعف بشكل دقيق وتنقسم على نحو متساوي بحيث كل خلية ناتجة من الانقسام تستلم تشكيلة كاملة متطابقة مع تشكيلة الخلية ألام.
4- يجب ان تكون المادة الوراثية قادرة على اظهار ذاتها بحيث ينتج عنها جزيئات مهمة

## التجارب التي تثبت ان الـ DNAوالـRNA هو المادة الوراثية

## Experiments Indicating DNA and RNA As Genetic Material

ولم يقم واتسون وكريك باختبار الحامض النووي الـDNA لانموذجهما ببساطة من دون اساس فقد نشر بحث في سنة 1874م من قبل F. Mlescher وفيه وصف للاحماض النووية وعند حلول سنة 1953م كان واضحا باعتبار البروتينات والتي كانت تعتبر المادة الوراثية ولفترة طويلة مرشحا ضعيفا لهذا الغرض ولاسباب عديدة. وفي سنة 1938م المح. شونها يمر R. shoenheimer لثبوت الحامض النووي في الخلية بدرجة غير اعتيادية Unusually stable مقارنة بالتغير السريع للبروتينات كما وجد ميرسكي A. Mirsky وريس H.Ris في سنة 1949 كون جميع خلايا الكائن الحي تحتوي على كميات متساوية من الحامض النووي الـ DNA بينما تحتوي الاشكال المختلفة من الخلايا على كميات وانواع مختلفة من البروتينات. وقد كان لهذا الثبوت والاستقرار في صالح اعتبار الحامض النووي الـ DNA هو مادة وراثية.

وفضلا عن ذلك فقد اشارت العديد من التجارب ان بامكان الحامض النووي الـDNA فقط ان ينقل المعلومات الوراثية من جيل الى جيل الذي يليه.

وفيما يلي وصف لهذه التجارب

## 1-تجارب التحول

اثبتت تجارب التحول وبصورة لاتقبل الشك ان الـDNA هي المادة الحاملة للمعلومات الوراثية.وكانت تجربة كرفت على البكتريا ***Diplococcus pneumoniae*** المسببة لمرض ذات الرئة والموضحة ادناه هي الاولى في هذه السلسلة من التجارب يوجد نمطان مختلفان من خلايا ***Diplococcus pneumoniae*** تكون خلايا النمط الاول محاطة بمحفظة تعطي المستعمرات النامية مظهرا ناعما وتسمى الخلايا الناعمة **Smooth cell (s)** ويكون هذا النمط مرضيا بسبب وجود المحفظة. اما خلايا النمط الثاني فيطلق عليها الخلايا الخشنة **Rough cell (R)** لانها تكون مستعمرات خشنة المظهر بسبب فقدانها للمحفظة وبهذا فهي غير مرضية لوحظ ان حقن الفئران بالخلايا الناعمة يؤدي الى موتها بعد فترة نتيجة تكاثر هذه الخلايا، الا ان قتل الخلايا الناعمة بالحرارة قبل الحقن سيفقدها التأثير على الفئران. كما لاتظهر الخلايا الخشنة الحية أي تأثير مؤذي على الفئران لانها غير مرضية.

تتلخص تجربة جرفث بحقن عدد من الفئران بخليط مكون من عدد قليل من خلايا D. pneumoniae الخشنة الحية **(IIR)** التي نشات أساسا باعتبارها طفرة من السلالة الناعمة **(IIS)** المقتولة بالحرارة ومما اثار الدهشة هو ظهور اعراض المرض الذي تسببه الخلايا الناعمة الحية على عدد من الفئران المحقونة وقد عزلت اعدادا كبيرة من الخلايا الناعمة **(IIS)** من نماذج الدم المأخوذة من الفئران المريضة مما يشير ان الخلايا الناعمة الحية لا يمكن أن تكون ناشئة عن طفرة عكسية في الخلايا الخشنة المحقونة في الفئران لأنها لو كانت كذلك لأصبحت الخلايا الناعمة ناتجة من نوع **(IIS)** وليس **(IIIS)** وكان الاستنتاج المنطقي الوحيد لتفسير هذه الظاهرة هو ان الخلايا الناعمة الميتة من السلالة **(IIIS)** قد حولت الخلايا الخشنة الحية إلى خلايا ناعمة مرضية من نوع **(IIIS)** خلال تواجد هما معا في الفأر.

استغلى في تجارب لاحقة اجراها باحثون اخرون عن الفئران حيث لوحظ امكانية الحصول على خلايا حية ناعمة مرضية نتيجة خلط خلايا ناعمة مقتولة بالحرارة مع خلايا خشنة في انبوب اختبار ووجد في تجارب اخرى أن اضافة مستخلص الخلايا الناعمة المقتولة بالحرارة يكون فعالا في تحويل الخلايا الخشنة الحية إلى خلايا ناعمة.

تركز البحث بعد هذه السلسلة من التجارب حول طبيعة المادة الموجودة في مستخلص الخلايا الناعمة والمسؤولة عن عملية التحول التي اطلق عليها آنذاك اسم مبدأ التحول **Transforming principle** لقد اكتشف فيما بعد وعلى اثر سلسلة من التجارب أن مبدأ التحول هو الـ DNA. وكانت تجربة ايفري وماكلوريد ومكارتي في عام **1944**م من اولى التجارب التي اثبتت ذلك حيث اضافوا جزيئات الـDNA محضرة بصورة نقية من الخلايا الناعمة من نوع IIIS إلى خشنة في انبوبة اختبار ونتج عن هذه الاضافة الحصول على بعض الخلايا الحية الناعمة من نوع IIIS تاكد دور الDNA في عملية التحول بصورة لاتقبل الشك بعد تنقية انزيم نيوكليير الـDNA **deoxyri bonuclease (DNA ase)** الذي يعمل على تحطم جزيئات الـDNA فقد وجد أن معاملة DNA بهذا الانزيم قبل اضافتها للخلايا الخشنة ابطل نهائيا عملية التحول في حين أن معاملة الـDNA بانزيم التربسين **Trypsin** (الذي يحطم البروتينات) وبنفس الطريقة لم يكن له أي تأثير على عملية التحول مما ادى استبعاد احتمالية وجود ملوثات بروتينية مع الـ DNA المحضرة يمكن أن تكون قد قامت بدور في عملية التحول.

## 2- تجارب هيرشي- شاس Hershey- chase Experiments

نشر في سنة **1952** هيرشي Hershey وشاس Chase تجارب اشارت إلى أن الحامض النووي الـDNA مادة وراثية بطريقة اكثر مباشرة. وقد اهتمت تجاربها بفجاج البكتريا $T_2$ Bacteriophage وهو فايروس يتكاثر داخل بكتريا القولون

*Escherichia coli* فقط تركيب فايروس . يتالف الفايروس من راس سداسي hexagonal يحتوي على الحامض النووي الـDNA وذيل Tail والياف الذيل tail fibers وقد تضمنت الخطوة الاولى اصابة بكتريا القالون بالفاج $T_2$ والمعروفة في ذلك الوقت عن طريق التصاق Adsoption الفاج بالغلاف الخارجي لخلية العائل بواسطة الياف الذيل بحيث تدخل مادة الفاج إلى داخل البكتريا بطريقة ما ثم تتضاعف على حساب البكتريا حتى تنفجر البكتريا وتنحل (lysed) محررة حوالي المائة من نسل الفاج الجديد.

والمعروف أن فاج $T_2$ يتكون من كميات متساوية تقريبا من الحامض النووي والبروتين. وبما أن الحامض النووي الـDNA يحتوي على الفسفور ولايحتوي على الكبريت، وان اغلب البروتينات لاتحتوي على الفسفور ولكنها (اعتياديا) تحتوي على بعض الكبريت لذلك يمكن التفريق بين المادتين باستعمال النظائر المشعة Radioactive Isotopes لكل من الفسفور والكبريت لذلك نمى هيرشي وشاس بكتريا القولون E. coli في وسط يحتوي على النظير المشع للفسفور($^{32}$p) او النظير المشع للكبريت ($^{35}$S) وبعدها سمح للفاج $T_2$ باصابة خلايا العائل المعلمة Labeled host والتكاثر داخلها. ومن ثم جمع نسل الفاج الذي ظهر بعد انحلال خلية البكتريا. ووجد أنه معلم بدرجة متساوية وبهذه الطريقة حصل هيرشي وشاس على مجموعتين من الفاج $T_2$ الاولى تحتوي على حامض نووي معلم بالفسفور المشع $^{32}$P. labeled DNA والثانية على بروتين معلم بالكبريت المشع $^{35}$S. labeled protein بعد ذلك اخذوا المعلق المحتوي على الفاج المعلم. وبعد تعريضه لرجة ازموزية Osmotic shock والتي اطلقت الفاج. وعند معالجة الفاج المعلم بالفسفور المشع ($^{32}$P) بهذه الطريقة وجد أن اغلب النشاط الاشعاعي في المحلول، اما بعد انحلال الفاج المعلم بالكبريت المشع ($^{35}$S) فان النشاط الاشعاعي وجد ضمن شكل خاص particulate from وقد كشفت دراسات المجهر الالكتروني لهذه الجزينات عن فاج يبدو فارغا ويبدو على شكل اشباح (ghosts) أي اننا نجد الجدران الخارجية للفاج في المحلول فقط. وهذا اكد أن للفاج غلاف بروتيني خارجي فقط يحيط بكتلة الحامض النووي الـDNA الداخلية ويمكن من الناحية التجريبية القيام بفصل الحامض النووي الـDNA عن البروتين.

وتم استعمال الفاج المعلم في اصابة خلايا بكتريا القولون E. coli غير المعلمة Unlabelled وقد حصل على معلومات قيمة جدا. فعندما تمت الاصابة بالفاج المعلم بالفسفور المشع $^{32}$P، وجد أن غالبية النشاط الاشعاعي داخل البكتريا العائلة. اضافة لذلك وجد بعد تحلل البكتريا، على بعض الفسفور المشع في نسل الفاج الناتج. ومن ناحية ثانية وعندما استعمل الفاج المعلم بالكبريت المشع $^{32}$S ظهرت كمية ضئيلة جدا من المادة المعلمة في بكتريا القولون العائلة او في نسل الفاج، فقد بقيت اغلب المادة المعلمة خارج البكتريا بشكل ممدص adsorbed إلى جدار الخلية البكترية. لذلك فقد وضح انفصال الحامض النووي الـDNA للفاج من الغلاف البروتيني خلال عملية الاصابة. فالحامض النووي يدخل خلية العائل، ثم يحصل تضاعف الفاج phage replication ويظهر أن عمل الغلاف البروتيني أساسا يكون في عملية الامتصاص الخارجي.

لم تقدم تجربة هيرشي وشاس في الحقيقة اثباتا واضحا على كون الحامض النووي الـDNA هو المادة الوراثية للفاج. فقد وجد أن حوالي 20% من الكبريت المشع $^{35}$S قد دخل العائل مع الحامض النووي الـDNA وعليه يمكن المجادلة بالتاكيد في قيام هذه الكمية الصغيرة بحمل معلومات وراثية وفي السنة التالية تم نشر نموذج واتسون- كريك وبدات حقبة الابحاث الموجهة لدراسة الحامض النووي الـDNA.

وتمت البرهنة على عدم امكانية اجراء تجارب نظيفة على غرار تجربة هيرشي- شاس ما دامت اصابة البكتريا بالفاج الكامل تكون جزءا من الطريقة التجريبية وذلك لان زرق كمية صغيرة من البروتين تكون عاملا ضروريا لعملية الاصابة الطبيعية بالفاج واذا امكن تجريد البكتريا من جدارها الخلوي لتكوين البروتوبلاست Protoplast فلا حاجة للفاج الكامل

Intact phage لاحداث الاصابة. وبهذا يمكن ادخال الحامض النووي النقي للفاج إلى داخل البروتوبلاست ويستمر ظهور نسل الفاج الوبائي.

ويتضح من ذلك احتواء الحامض النووي الـDNA لوحدة على جميع المعلومات الضرورية لبناء الفاج الوبائي $T_2$ (Virulent $T_2$ phage)

3- التجارب على الفايروسات التي تحتوى الحامض النووى RNA

يتكون فايروس مرض تبرقش نبات التبغ TMV (Tobacco Mosaic) من بروتين وحامض نووي.

يهاجم الفايروس أوراق نبات التبغ ويسبب لها مرض التبقع، ويمكن احداث الاصابة بحك (تخديش) اوراق التبغ ثم تعريضها لـ TMV يحدث الحك تمزق المنطقة ليمكن الفيروس أن يدخل من خلالها إلى خلية العائل، وبعد أن تدخل وحدة واحدة من TMV لخلية العائل تتكون بعد مرور فترة مئات من النسل الجديد لـ TMV يمكن فصل البروتين الفيروس عن الـ RNA الخاص به بوضع الفيروسات في خليط من الفينول (حامض الكاربونيك) والماء، اذ ينتقل لـ RNA إلى الماء في حين ينتقل البروتين إلى الفينول وبعد ذلك يمكن فصل الفينول عن الماء والتخلص من الماء والفينول للحصول على كل من البروتين و RNA بصورة نقية.

واذا عرضت اوراق التبغ (المخدشة) لبروتين الفايروس فقط (المنقى) لم يلاحظ في خلايا اوراق التبغ نسلا جديدا من الفيروس، بينما اذا عرضت اوراق التبغ (المخدشة) لـ RNA الفيروس نقي نتجت مئات من ذرية الفيروس TMV (المتكون من بروتين و RNA الفيروس).

مما يدل على أن الـ RNA المستخلص من الفيروس يحتوي على المعلومات الوراثية لبناء كلا من البروتين والـ RNA الفيروس داخل خلايا العائل

1- من اهم الفيروسات التي تحتوي على ال RNA وبروتين تلك التي تهاجم الخلايا الحيوانية مثل فايروسات شلل الاطفال والأنفلونزا والتهاب الدماغ وبعض الفايروسات التي تهاجم الخلايا البكتيرية (الفاجات Phages او bacteriophages).

2- من الفايروسات التي تحتوي على الـ DNA والبروتين الملتهمات البكتيرية وفاج T و x174 التي تصيب بكتريا القولون.

## الصفات اللامندلية

### 1- السيادة غير التامة Incomplete dominance

لاحظ مندل من تلقيح نبات بزاليا طويل الساق نقي باخر قصير الساق فكانت جميع افراد الجيل الاول طويلة الساق والسبب يعود الاليل الطول الذي كانت له المقدرة لاخفاء قصر الساق أي أن قدرة الاليل السائد بالفرد المختلط العوامل مساوية لقوة الاليلين السائدين ولا يظهر في الفرد الخليط أي تأثير لوجود الاليل المتنحي وهذه الحالة تسميها بالسيادة التامة والتي تعرف بانها حالة يكون فيها الفرد المختلف العوامل والفرد المتماثل العوامل السائدة متساويين في اظهار الصفة ولذلك لو تركنا افراد الجيل الاول للتخصيب الذاتي فان النسبة ستكون 3 سائد :1 متنحي وهذا مايسمى بالصفات المندلية قد تكون السيادة غير التامة وفي هذه تامة وفي هذه الحالة يتراوح اختلاف الفرد المختلف العوامل عن الفرد المتماثل العوامل من درجة بسيطة جدا إلى درجة واضحة جدا وتتحور النسبة المندلية 1:3 إلى النسبة 1:2:1 وذلك نتيجة اختلاف مجموعة التركيب الوراثي مختلف العوامل Aa عن مجموعة التركيب الوراثي المتماثل العوامل السائدة A A في الشكل الظاهري، فمثلا أن نبات Four oclock عند تهجين سلالة اصلية ذات ازهار حمراء R R مع سلالة اصلية بأزهار بيضاء r r كانت جميع نباتات F1 ازهارها قرنفلية R r وهي صفة متوسطة تبين الابيض والاحمر وعند ترك نباتات F1 للتلقيح الذاتي اعطت في F2 ثلاث مجاميع شكل ظاهري وهي حمراء وقرنفلية وبيضاء بنسبة 1:2:1 وعند تركها للتلقيح الذاتي في F3 نجد أن النباتات حمراء الازهار تعطي دائما ازهارا حمراء والبيضاء لاتعطي الا بيضاء اما القرنفلية فتعطي نباتات ازهارها حمراء وقرنفلية وبيضاء بنسبة 1:2:1 ويظهر بهذا تحور النسبة المندلية للشكل الظاهري في F2 من 3:1 إلى 1:2:1 يرجع لاليل R او r غير سائد على الاخر وان الفرد المختلف العوامل Rr وسط اظهار الصفة ويميز عن الابوين.

ففي الدجاج الاندلسي خير مثال على السيادة غير التامة واللون المرغوب فيه هو الازرق وعند تهجين ذكر ازرق مع عدة اناث زرقاء كانت النتيجة المتحصل عليها أن النسل اسود الريش و ازرق الريش و ابيض الريش وعند ترك الاسود يتلقح ذاتيا يعطي دائما اسود وكذلك الابيض عندما يلقح ذاتيا فانه يعطي دائما ابيض (أي اصلية التربية او متماثلة العوامل لهذه الصفة) بينما في حالة الازرق اذا لقح مع بعضه باستمرار نسل نسبة 1:2:1 وعلى ذلك يتحكم في وراثة هذه الصفة زوج واحد من العوامل وان السيادة غير التامة، ويرمز التركيب الدجاج الاسود BB وللازرق Bb والابيض bb، وحيث أن اللون الازرق يرجع لتركيب وراثي خليط ويكون وبذلك من المستحيل تكوين سلالة زرقاء اصلية من الدجاج الاندلسي.

وفي حالة زوجين من العوامل تكون نتيجة السيادة غير التامة في زوج واحد هو تحوير النسبة المندلية 1:3:3:9 بحيث يزداد عدد مجاميع الشكل الظاهري وتصبح النسبة 1:2:1:3:6:3 ففي حالة مواشي الثور تهورن فاذا لقح ثور عديم القرون HH وجلدة احمر RR مع بقرات لها قرون بيضاء الجلد hhrr كان F1 كله عديم القرون وذو لون طربي، وهذا يدل على أن انعدام وجود القرون هو صفة سائدة سيادة تامة على وجود القرون، وكذلك الحال بالنسبة للون الاحمر للجلد سائدة سيادة غير تامة على الجلد الابيض وكان نسل F2 (في حالة التلقيح العشوائي لافراد F1) بالنسب الاتية :-

| | |
|---|---|
| 3- عديم القرون احمر اللون | HHRR |
| 1- عديم القرون ظربي اللون | HHRr |
| 3- عديم القرون ابيض اللون | HHrr |
| 1- ذات القرون احمر اللون | hhRR |
| 2- ذات القرون ظربي اللون | hhRr |
| 1- ذات القرون ابيض اللون | hhrr |

وصفة الازهار الحمراء RR والاوراق العريضة BB هي من امثلة السيادة غير التامة في زوجين من العوامل في نبات حنك السبع، فنتيجة السيادة غير التامة في الصفتين تتحور النسبة المندلي العادية 1:3:3:9 وكما يزداد عدد مجاميع الشكل الظاهري ونحصل في F2 على الاتي:

| | |
|---|---|
| 1- عريضة حمراء | RRBB |
| 2- عريضة قرنفلية | RrBB |
| 2- متوسطة حمراء | RRBb |
| 4- متوسطة قرنفلية | RrBb |
| 1- عريضة بيضاء | rrBB |
| 2- متوسطة بيضاء | rrBb |
| 1- رفيع حمراء | RRbb |
| 2- رفيعة قرنفلية | Rrbb |
| 1- رفيعة بيضاء | rrbb |

وفي هذه الامثلة نجد قوانين مندل مازالت تنطبق على وراثة هذه الصفات غير أن النسب المندلية قد تحورت نتيجة اختلاف الفرد الهجين عن الفرد المتماثل في اظهار الصفة مما زاد من مجاميع الشكل المظهري في الجيل الثاني.

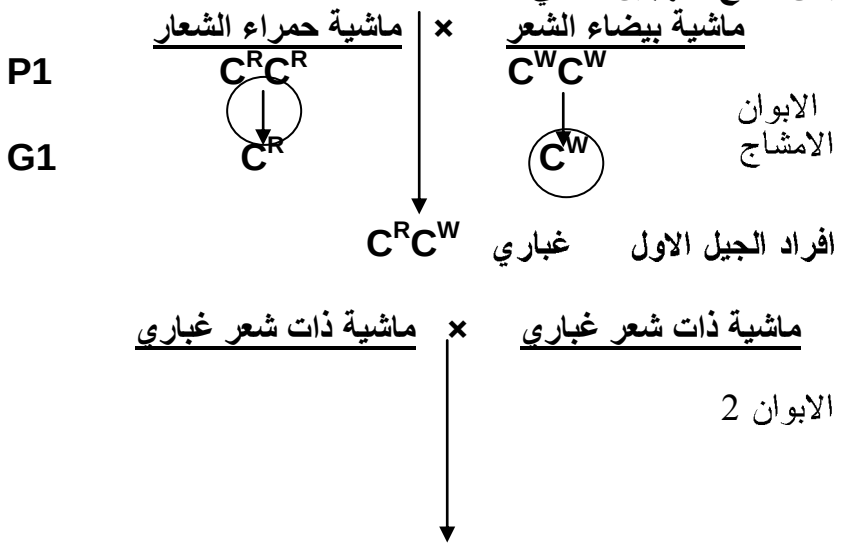
## 2- السيادة المواكبة (المشتركة)

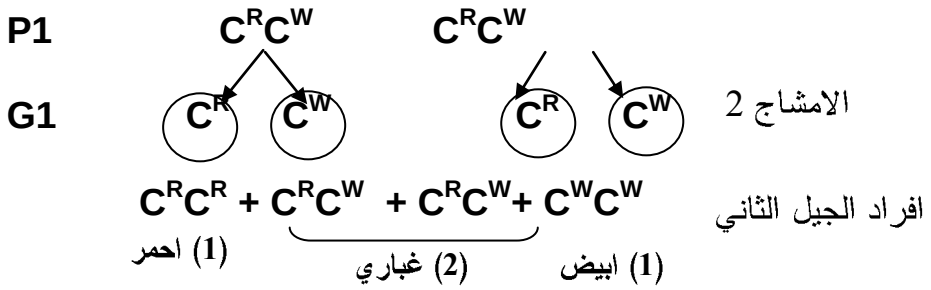
أن السيادة تكون مشتركة عندما يعبر كلا من الاليلين بصورة كاملة عن تأثيرهما في متباين الزيجة. ففي الانسان مثلا يكون الاليل $I^A$ لمجموعة الدم A سائدا مشتركا مع الاليل $I^B$ لمجموعة الدم B وعليه يعبر متباين الزيجة $I^AI^B$ عن ضفتي كل من المجموعة A والمجموعة B. وبما أن الاليلين يسيطران على نواتج بروتينية مختلفة في كريات الدم الحراء. فالتزاوجات بين فرد متماثل الزيجة $I^AI^A$ مع اخر متماثل الزيجة $I^BI^B$ ينتج ابناء متباينة الزيجة $I^AI^A$، وينتج التزاوج بين افراد متباينة الزيجة ($I^AI^B$ x $I^AI^B$) ابناء بنسبة 1 مجموعة 2:A مجموعة 1:AB مجموعة B وبذلك تكون النسبة 1:2:1 نسبة محورة عن النسبة المندلية 1:3 بسبب السيادة المشتركة.

ومن الامثلة الاخرى على انعدام السيادة (السيادة المواكبة) هو وراثة لون الشعر في بعض سلالات الماشية المعروفة بقصير القرون Short horns اذ يتحكم في لون الشعر عاملان (حليلان) احدهما يختص باللون الاحمر CR حيث C من Color و R من Red والاخر باللون الابيض cw حيث C من Color و W من White .

وعند اجراء عملية التهجين تنتج افراد لون شعرها ناتج عن خليط من شعر احمر مبيض (عنباري) ولكن بالفحص الدقيق نجد هذا اللون ناتج عن خليط من شعرات بعضها حمر وبعضها بيض.

ويمكن تلخيص نتائج التهجين كالاتي:






## 3 - الجينات المميتة Lethal genes

**تسبب هذه الجينات تحورات في النسب الوراثية العادية، والجين الوراثي المميت هو الجين الذي يسبب وجوده تأثيرا ضارا على الفرد الذي به تركيب وراثي معين خاص وقد يؤدي التأثير الضار هذا لموت الفرد بداية نموه المبكر ودائما يظهر تأثير هذه الجينات المميتة فقط في الأفراد الاصلية بالنسبة لهذه الجينات أي (المتماثلة الجينات بالنسبة للجين المميت، واما تأثيره فيختلف على الفرد مختلف الجينات فقد يكون له تأثير ظاهري واضح، وقد لايكون له أي تأثير ظاهري يذكر).**

**وهذا مثال على الجينات الظارة التي لها تأثير على الشكل الظاهري في الفرد مختلف العوامل وهو غير مميت للفرد.**

**وقد وجدت حالة في الدجاج اذ وجد في بعض الأفراد صفة تطلق عليها الدجاج الزاحف creeper ويكون منظر الدجاجة عندما تسير كانها تزحف على الارض وذلك لان عظام الأرجل والأجنحة قصيرة جدا. وعندما يهجن هذا النوع من الدجاج (أي الزاحف) مع بعضه كان النسل يحتوي على دجاج زاحف ودجاج عادي بنسبة 2:1، وعندما ترك الدجاج العادي يتلقح مع بعضه كان الناتج دائما دجاج عادي، وهذا دليل على اصالة التربية (أي التربية الأصلية) وعندما يهجن الدجاج الزاحف مع العادي يظهر أن النسل يحتوي على دجاج زاحف وعادي بنسبة 1:1 وهذا الدليل على أن الدجاج الزاحف مختلف الجينات لزوج واحد من هذه الجينات والدجاج العادي يحوي الاليلان المتنحيان.**

**ولتعليل الحصول على النسبة 1:2 بدلا من 1:3 امكن تفسيرها لهذا السبب وذلك لان الفرد متماثل الجينات السائدة CC يموت وهو في الدور الجيني أي بذلك لايمكن الحصول على دجاج زاحف متماثل الجينات وعليه فهجين هذه الصفة هو هجين مميت.**

Cc x Cc

Cc Cc CC

(1) عادي (2) زاحف (1) يموت

**وهناك بعض الحالات لايكون فيها للجين المميت أي تأثير ظاهري على الفرد مختلف الجينات، ولكن تأثيره مميت في الفرد متماثل الجينات، ففي حالة مثال فأر المنزل وجد أن التهجين بين افراد صفراء الفروة يعطي نسلا به افراد صفراء واجوتي بنسبة 1:2 والولادات الناتجة تكون اقل عددا بمقدار الربع الناتجة من تهجين فيران اجوتي مع صفراء، وسبب هذه النتائج لان الأفراد متماثلة الجينات للون الاصفر AYAY تموت قبل الولادة والافراد الصفراء الحية تكون خليط بالنسبة لهذا الجين AYa والاجوتي تكون aa أي الاليل AY مميت في الحالة الاصلية وفي الخليط فهو يحور لون الفروة ويكون لونها اصفر، وتأثير الاليل AY على لون الفروة سائد على A واما تأثيره المميت فيكون متنحي وهو مثال مهم عن تأثيرات جين معين وكون بعض التأثيرات سائدة على الاليل المضاد والاخير يكون متنحي وهي حالة شائعة.**

**ووجد في النبات أن بعض الجينات اذا وجدت بحالة اصلية لايتكون كلوروفيل ويسبب في موت النبات في بداية النمو وتكون النسبة هي 3 خضراء و : 1 بيضاء وهذه تدل على أن**

**العامل الابيض المتنحي له تأثير مميت عندما يكون بحالة اصلية وتكون النتيجة وجود عامل مميت لتحور النسب الوراثية العادية.**

**اما في الانسان ففي كريات الدم يوجد جزء مهم جدا وهو الهيموغلوبين وقد عرف أن هيموغلوبين الانسان عبارة عن بروتين وزنه الجزئي نحو 76000 وانه يتركب من جلوبين وهو عبارة من 4 سلاسل عديدات الببتيدات منها سلسلتان لـ a وسلسلتان لـ B، وهذه السلاسل يمتد بها مجاميع الـHem تحتوي على ذرات الحديد وان الاوكسجين يرتبط بذرات الحديد في الهيموغلوبين بطريقة يمكن عكسها ليسهل تبادلها بالحلية وهذا يكون ممكن نتيجة العمل المشترك لجزء البروتين وجزء Hem في جزيء الهيموغلوبين وتمكن Lngram سنة 1956 من معرفة الغرف الكيمياوية بين هيموغلوبين الاشخاص العاديين (هيموغلوبين A او $Hb_1^A$ وهيموغلوبين ثاني هيموغلوبين S او $Hb_1^S$ الذي تماثله يؤدي لاينما الخلايا المنخلية Sickle cell anemia وتؤدي إلى موت في نهاية فترة المراهقة وفيها تكون كريات الدم الحمراء غير كاملة وشكل اغلبها منجلي وهوي تعوق دورة الدم خاصة في الشعيرات الدموية ولاتستطيع حمل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون من والى الانسجة وعند الظروف العادية يكون الفرد الخليط ($Hb_1^A$ $Hb_1^S$) لايظهر عليه أي اعراض من تلك المذكورة ولايفرق عن الفرد الاصيل ($Hb_1^A$ $Hb_1^A$) وان بعض كريات الدم الحمراء في الفرد الخليط يصبح منجلية تحت تراكيزات منخفضة للاوكسجين قد تظهر على هؤلاء الأفراد اعراض الانيميا اذا ضلوا في اماكن مرتفعة ويحسن وصف العلاقة بين الاليلين كحالة Codominance ويدخل ذلك نوعين من الهيموغلوبين هما A,S وكلاهما ينتج الفرد الخليط.**