**مقدمة في علم الوراثة**

يعتبر علم الوراثة من العلوم الحديثة وقد نمى وتطور بسرعة كبيرة خلال السنين القليلة الماضية وأمتدت فروعة الى جميع حقول علوم الحياة تقريبا ، أتاح التخصص المتنوع في الوراثة أحتلال مركزاً فريداً في الوقت الحاضر ضمن علوم الحياة حيث يرتبط مع حقول المعرفة المختلفة ..

بدأ التعريف بالوراثة من الملاحظات البسيطة بين الاحياء المختلفة من حيث أن الكائن الحي يولد كائناً حياً مشابهاً فالقطة تولد قطة والبقرة كذلك وبمرور الزمن حل محل هذه الملاحظات البسيطة العديد من الأسئلة المعقدة مثل:

- ما هو مصدر هذا التشابه العجيب بين الأجيال ؟
- ما هي العوامل التي تؤدي الى التشابه أو الأختلاف بي الأجيال ؟
- ما هي الأشياء التي تتوارث والتي لا تتوارث ؟
- ما هي العوامل الوراثية التي يمتلكها أفراد النوع الواحد وأي العوامل التي تختلف فيها ؟
- لماذا وكيف تنشأ الانواع الجديدة ؟
- كيف نسيطر على الوراثة ؟

أن العامل المشترك بين جميع هذه الاسئلة هو المواد وكيفية التوارث

علم الوراثة هو العلم الذي يبحث عن أجابة لهذه الاسئلة ويمكن تعريفه " بأنه العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمواد الحياتية التي تنتقل بين أجيال الكائنات الحية" وبصورة أدق يتناول علم الوراثة الدراسات حول ماهية المادة الموروثة، كيفية أنتقالها بين الاجيال المتعاقبة، تأثير هذه المادة على الكائن الحي وأجياله. وأذا اطلقنا على هذه المواد الموروثة بالمادة الوراثة genetic material يمكننا تحديد حقول الدراسة التالية:

1- ما هي المادة الوراثية وأين توجد ؟
2- كيف تكونت هذه المادة الوراثية وكيفية انتقالها الى الجيل التالي لتأمين استمراريتها وكيفيه تغييرها ؟
3- كيف نتنظم المادة الوراثية وكيف تعمل من حيث الترجمة المادية للصفات بدأ من المادة الوراثية ؟
4- ماذا يحدث للمادة الوراثية بين مجاميع الأحياء وبمرور الوقت ؟

أن الاساس الموحد في الوراثة هو أمكانية دراسة المادة الوراثية تحت مستويات مختلفة من وجودها. بدأ علم الوراثة الحديث عندما اكتشف العالم الراهب Gregor mendel من دراساته على البزاليا قوانين التوارث المسماة بأسمة وأعتقد بتحكم وحدات بدائية بالصفات المتوارثة وأن هذه الوحدات تنتقل بين الأجيال بنظام متجانس، ويمكن أن تدعى مثل هذه الوحدات بالوحدة الوراثية أو الجين والتي يجب أن يتوفر فيها شرطين أساسين هما:

1- أنها تتوارث بين الاجيال بصورة أن لكل جين نسخة حقيقية من هذه الوحدة الطبيعية
2- تجهز حاملها بمعلومات عن التركيب والوظيفة وغيرها من الفعاليات الحيوية.

تعاقبت النظريات التي تفسر أنتقال المادة الوراثية وسلوكية أنتقال الصفات بين الأحياء كان الأكثر قبولاً من بينها هي نظرية وايزمن Weisman أو نظرية الأصول الوراثية والتي تفترض أن الكائن المتعدد الخلايا يعطي شكلين من الأنسجة وهي:

1- الخلايا الجسمية Stomatoplasm
2- الخلايا الجنسية Germplasm

يشتمل النسيج الأول على أنسجة ضرورية لفعالية الأعضاء ولكنها تفتقد القدرة على التكاثر الجنسي، لذا فأن التغيير الحاصل في الخلايا الجسمية لا يمرر الى الأبناء ومن ناحية أخرى خصصت الخلايا الجنسية لأغراض التكاثر وأن أية تغير حدث فيها يؤدي الى حدوث تغير في الوراثة وبالأستناد الى هذا المفهوم هناك أستمرارية للأصل الوراثي بين جميع الأجيال التي تتوارث التماثل البايولوجي.

في أوائل القرن العشرين لوحظت أغلب المظاهر المورفولوجية للخلية تحت المجهر الضوئي كذلك المظاهر العامة للأنقسام الخلوي المتوزي Mitosis (أي أنقسام الخلايا الجسمية) والانقسام الميوزي Meiosis (أي أنقسام الخلايا الجنسية أو تكوين الكاميتات).

الانقسام الميتوزي يبقى عدد الكروموسومات في كل خلية بنتية مشابهاً للعدد الموجود في الخلايا الأبوية، أما في الانقسام الميوزي فأن الكاميت يحتوي على نصف عدد الكروموسومات الأبوية بالضبط والذي يتحد مع الكاميت من الجنس المقابل لأنتاج فرد له عدد كامل من الكروموسومات والذي هو نفس العدد الموجود في الخلايا الجسمية .

- **<u>فروع علم الوراثة:</u>**

لا يخفى على الدارس لعلم الوراثة بأنه من العلوم البايولوجية الحديثة ظهرت بداياته عند أكتشاف قوانين مندل في بداية قرن العشرين ثم وضعت دعائم العلم وأكتشفت قوانينه وأثبتت الحقائق العلمية المتعلقة بها مكونة ما يعرف بعلم الوراثة التقليدية وفي النصف الثاني من القرن العشرين شهد علم الوراثة تقدماً كبيراً لم يشهده غيره من العلوم مكوناً ما يعرف بالوراثة الحديثة تشعب بعدها علم الوراثة وتفرع حتى أصبح كل فرع من فروعه علماً مستقلاً بذاته والتي من أهمها:

1- الوراثة الخلوية Cytogenetics
2- الوراثة العشائرية Population genetics
3- الوراثة الكمية Quantitative genetics
4- الوراثة التكوينية Development genetics
5- وراثة الطفرات وأستحداثها Mutagenesis
6- الوراثة الجزيئية Molecular genetics
7- الهندسة الوراثية Engineering genetics

بالأضافة الى فروع أخرى كثيرة ولا شك أن هناك تداخلاً بين هذه الفروع كما أنه من المختصين في الدراسات الوراثية من يمكنه الألمام بكل هذه الفروع والاتجاهات ويعتمد علم الوراثة على أجراء التجارب وتحليل النتائج وأستنباط القوانين لذا فهو يحتاج الألمام الجيد بعلوم أخرى كعلم الكيمياء والمورفولوجيا والتشريح والأجنة كذلك يحتاج بشكل كبير الى علم البيئة والأحصاء وتصميم التجارب

**صفات بعض الاحياء المفيدة في التجارب الوراثية:**

**1- التباين.**

يجب أن يتميز الكائن الحي المنتخب في عدد من الصفات المختلفة أذ لا يمكننا ان نتعلم شيئاً عن وراثة أرتفاع النبات لو كانت جميع النباتات للنوع الواحد متشابهة الأرتفاع ، وبصورة عامة كلما كان عدد الصفات الواضحة كبيراً كلما كانت الفائدة أكثر من أستعمال النوع للدراسة الوراثية.

**2- القدرة على تكوين أتحادات جديدة.**

تسهل عملية التحليل الوراثي في النوع أذا أمكن الحصول على أتحادات جديدة لصفات الأبوين في فرد واحد تسمح هذه الاتحادات الجديدة في مقارنة ظهور الصفة بشكل مختلف من خلال العديد من الأجيال. في الكثير من الأحياء تحدث مثل هذه الأتحادات الجديدة كنتيجة للتكاثر الجنسي والذي يتضمن أتحاد أثنين من الخلايا الجنسية من أبوين مختلفين لتكوين البيضة المخصبة (Zygote) والتي هي من صفات الحيوانات والنباتات العليا

**3- التزاوج المنتظم.**

تكون الدراسة المنظمة للكائن الحي أسهل بكثير فيما أذا أستطعنا السيطرة على عملية التزاوج من خلال أنتخاب السلالات الأبوية لهدف معين والأحتفاظ بسجلات دقيقة عن النسل لعدة أجيال.

**4- قصر دورة الحياة.**

تسهل المعرفة الوراثية أذا كان الكائن المنتخب ذو حياة قصيرة بين الأجيال. فذبابة الفاكهة الدروسوفيلا Drosophila استعملت بصورة واسعة في الأبحاث الوراثية أذت تعطي 5 – 6 أجيال في الموسم الواحد، أما البكتريا والفايروس فلها دورة حياة قصيرة جداً (20 دقيقة).

**5- عدد كبير من الأبناء.**

تتسارع الدراسات الوراثية كثيراً أذا أمتاز الكائن المنتخب بأنتاج عدد كبير من الأبناء للتزاوج الواحد، فالابقار التي تعطي عجلاً واحداً في موسم التزاوج الواحد لا تعطي معلومات كافية بالمقارنة مع عدد الأبناء الذي يصل المئات في بعض النباتات مثل الذرة الصفراء.

**6- سهولة أدارة الكائن الحي من الناحية العملية.**

من الناحية العملية يجب أن يتصف النوع المستخدم في التجارب بقلة تكاليف تربيته وأدامته.

- **<u>الأستخدامات العملية في الوراثة:</u>**

للوراثة تأريخ مثير تطورت وقد أستغرق علم الوراثة وقتاً قصيراً ليتطور بالقياس الى العلوم الأخرى ففي جزء من القرن كان المجتمع العلمي لا يعرف شيئاً عن الميكانية الوراثية أما ألان نستطيع وبدقة كبيرة تركيب موديل جزيئي للجين ، ولكن بالأضافة لهذه التطورات في علم الوراثة فأن هناك أستخدامات عملية مهمة منها:

1- تحسين المحاصيل الغذائية والحيوانات الأليفة.

أن تأريخ تحسين المحاصيل الغذائية والحيوانية بواسطة الأنتخاب والتربية معروف بصورة جيدة فالزيادة في غلة المحاصيل كالذرة والرز والتحسين في الطعم والحجم كما في أنتاج أصناف الفاكهة والخضروات العديمة البذور والتقدم في أنتاج اللحوم والأبقار والطيور كلها ذات فائدة كبيرة للبشرية تحققت من الانتفاع العملي للوراثة. من الامثلة على ذلك ما قام به العالم نورمان بورلوك بعمله الناجح الذي استغرق أكثر من ربع قرن في تربية الحنطة ذات الحاصل العالي والساق الصلب في الحنطة المكسيكية ففي هذه الحنطة تم دمج الجينات من أصول أمريكية ويابانية وأسترالية وكولومبية لتحسين الحاصل والاقلمة الواسعة للفترات الضوئية والأقلمة المناخية ، فهي تنمو الأن بدرجة ناجحة في أنحاء العالم المختلفة مثل المكسيك، تركيا، أفغانستان، باكستان، الهند والعراق ففي فترة خمس سنوات أرتفع حاصل الحنطة من 12 الى 21 مليون طن وبمعدل يزيد عن معدل زيادة السكان في الهند مما انقذ هذا البلد من المجاعة.

كذلك للوراثة أستخداماتها العديدة في حقل الطب فقد عرف الأن الاسس الوراثية للعديد من الامراض كالهيموفيليا وبعض أشكال السكري والانيميا وبعض أشكال الصمم والعمى وغيرها من الأمراض والتي يعد التعرف على طبيعة توارثها أمر مهم في التعرف على ظروف حدوثها في المستقبل في عائلة معينة أذ يمكن أتخاذ اجراءات لمنع وقوعها.

أيضاً للوراثة أستخداماتها في حقل الاستشارات الوراثية ، وللأستخدام الشرعي في حل مشاكل الابوة فيما يخص الاطفال غير الشرعين عن طريق تحاليل الدم الوراثية.

- **طبيعة المادة الوراثية**

يطرح عادة أسئلة عديدة عن طبيعة المادة الوراثية منها:

ماهي المادة الوراثية؟، كيف تعمل لانتاج المظهر الخارجي للكائن الحي؟، وماهي حقيقة الجين؟ وماهو الشكل الجزيئي له؟، متى يتغير الجين وينتج تأثيراً مختلفاً وكيف تتم عملية السيطرة على الجينات؟، هل جميع الجينات واقعة في الكروموسومات أو أن السايتوبلازم يلعب دوراً معينا في التوريث؟

هناك ثلاث طرق للتعرف على المادة الوراثية وماهيتها وجميعها تعتمد على الكائنات المجهرية مثل البكتريا والفايرس وذلك لسهولة أدارة هذه الكائنات والسيطرة عليها والوصول الى أجابة عن جميع التسائلات مقارنة بالكائنات الاخرى المعقدة ولقد وجد أن المعلومات المتحصل عليها من دراسات الكائنات البسيطة تنطبق على النباتات الأكثر تطوراً والطرق الثلاث هي التحول البكتيري Bacterial transformation ، النقل المحدود للمادة الوراثية Transduction و التزاوج البكتيري Conjugation

- **التركيب الكيميائي للأحماض النووية:**
  - **البناء التركيبي للولب المزدوج للمادة الوراثية (DNA)**

أوضح واطسن وكريك عام 1953 م البناء الحلزوني المزدوج للحامض النووي DNA ، تتشابه الأحماض النووية مع البروتينات لكونها مركبات بوليميرية تتكون من جزيئة طويلة جداً وذات وزن جزيئي عالي.

يتكون DNA من سلسلتين متكاملتين تلتفان حول بعضهما ليكونا حلزوناً مزدوجاً وقد أظهر تحليل الأحماض النووية أنها تتألف من ثلاث مركبات:

1- **السكر الخماسي.**

هناك شكلين من السكر الخماسي هما

+ سكر الداي اوكسي رايبوز deoxyribose وهو موجود في DNA

+ سكر الرايبوز Ribose وهو موجود في الحامض النووي RNA

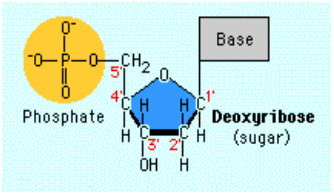
**2- قاعدة نايتروجينية.**

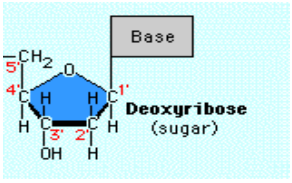
+ البيوينات Purines وأهمها الادنين والكوانين

+ البرمدينات Pyrimidines وتشمل السايتوسين والثايمين

**3- حامض الفسفوريك .**

يطلق على مجموعة المكونات الثلاثة عند أرتباطهم مع بعض أسم النيوكليوتيد Nucleotide بينما يطلق على المركب المتكون من أرتباط السكر الخماسي بالقاعدة النايتروجينية أسم النيوكليوساید Nucleoside




تشكل وحدات السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات الجزء الخارجي للحلزون في حين تبرز القواعد النتروجينية من العمود الفقري للحلزون الى الداخل وبمستوى عمودي على المحور.

تحتوي كل سلسلة على 10 نيوكليوتيدات في كل لفة وترتبط سلسلتا الحلزون مع بعضها عن طريق الأواصر الهيدروجينية المتكونة بين أزواج القواعد النتروجينية.

يزدوج الأدنين A دائماً مع الثايمين T بأصرتين هيدروجينية والكوانين G مع السايتوسين C دائماً بثلاث أواصر هيدروجينية وهذا ما يطلق عليه بالأزدواج القاعدي Base-pair (زوج قاعدة)

وجد أن التركيز المولاري للأدنين مساوي للثايمين وكذلك التركيز المولاري للكوانين مساوي للسايتوسين، أن نسبة الكوانين + السايتوسين مساوية لنسبة الأدنين والثايمين وتكون ثابتة للنوع الواحد ومختلفة من نوع لأخر.

تكون الجزيئات الغنية بـ (G + C ) أكثر مقاومة للحرارة كونها مرتبطة بـ 3 أواصر هيدروجينية مقارنة بتلك الغنية بالادنين و الثايمين (A + T) كونها مرتبطة بأصرتين فقط.

تكون جزيئة النيوكليوساید من الجزيئات الأساسية لتصنيع الـ DNA والـ RNA وتحتوي المادة الأساسية في الـ DNA على السكر الخماسي Deoxyribose بينما في الـ RNA تحتوي على السكر الخماسي الرايبوز Ribose وليس الديوكسي رايبوز وألأختلاف يكون في ذرة أوكسيجين واحدة في الموضع 2 من السكر الخماسي . قبل ان تكون النيوكليوساید جزءا من جزيئة الـ RNA أو DNA فأنه يجب ان تتحد مع مجموعة من الفوسفات لتكون النيوكليوتايد وتعرف النيوكليوتايد المرتبطة بمجموعة واحدة من الفوسفات بـ Nucleoside monophosphate وكمثال Adenine ribonucleoside monophosphate او AMP ويمكن أن تحتوي النيوكليوتايدات على أثنين أو ثلاثة مجاميع فوسفاتية أيضا مثل ADP . تكون جزيئة الـ Nucleoside triphosphate المادة الاساسية المباشرة لتصنيع ألـ DNA و الـ RNA وببساطة فأن الـ RNA أو DNA يتكون من بوليميرات طويلة من النيوكليوتايد بدعى بـ Polynucleotides وتدخل مجموعة واحدة من الفوسفات لكل نيوكليوتايد الثلاثي الفوسفات في البوليمر أن هذه المجموعة الفوسفاتية التي ترتبط بذرة الكاربون رقم 5 للسكر تصبح كيمياويا مرتبطة بذرة الكاربون 3 في النيوكليوتايد التالية وهكذا ::: لذا تتكون أرتباطات كاربونية 3-5 على طول البوليمير

المصادر:

1- أساسيات في الوراثة
د.عدنان حسن محمد العذاري – 1999 الطبعة الثالثة

2- **وراثة وتربية المحاصيل الحقلية د. حميد جلوب علي. 1988 . بغداد– العراق.**

3- المدخل الى الوراثة
ترجمة الدكتور وليد خضير المراني

4- Essential Genetics, A genomics perspective
By, Daniel L Hartl
4th edition

أ.م.د. فائز تحسين فاضل