علم الوراثة Genetics

الوراثة هي دراسة الصفات التي تنتقل من جيل إلى جيل ومن الآباء إلى الأبناء. ويهتم علماء الوراثة بأسباب وكيفية حدوث هذه الانتقالات، وهي أسس التباين والتشابه الموجودة في مجاميع الكائنات الحية.

علم الوراثة هو أحد فروع علوم الحياة، الذي يبحث في أسباب التشابه والتباين بين أفراد الكائنات الحية، ولعلم الوراثة أهمية كبيرة في تفهم توارث الصفات الوراثية من جيل إلى آخر بما يمكننا من التغلب على بعض الأمراض التي تصيب الكائنات الحية كما يمكننا من الاستفادة العلمية والاقتصادية في حل المشكلات الاقتصادية والصحية للكائنات الحية.

يعرف علم الوراثة أيضاً بأنه بيولوجيا التوارث، وعلماء الوراثة هم العلماء والباحثون الذين يدرسون عمليات التوارث مثل وراثة السمات والخصائص المميزة والأمراض. يأخذ علم الوراثة بعين الاعتبار التعليمات البيوكيميائية التي تنقل المعلومات من جيل إلى جيل.

كما يعرف علم الوراثة بأنه العلم الذي يدرس المورثات (الجينات) والوراثة وما ينتج عنه من تنوع الكائنات الحية.

يمت علم الوراثة بصلة قوية مع الطب وكل أقسام علوم الحياة وعلم الإنسان Anthropology والكيمياء الحياتية Biochemistry وعلم الفسلجة Physiology وعلم النفس Psychology وعلم البيئة Ecology بالإضافة إلى علوم أخرى كما أن لعلم الوراثة بجزيئيه النظري والتجريبي تطبيقات مباشرة في آليات الأمراض الوراثية والسيطرة عليها بالإضافة إلى التطبيقات الزراعية له وتعد معرفة اساسيات علم الوراثة وتطبيقاته جزءا مهما من التعليم الطبي.

لقد مكنت الخطوات الهائلة في العلوم والتكنولوجيا علماء الوراثة من إثبات أن بعض التباينات الجينية مرتبطة بالأمراض، وأن القدرة على تنويع الجينات تعمل على تحسين قدرة الأنواع على البقاء على قيد الحياة مع التغيرات في البيئة. على الرغم من أن بعض أهم التطورات في أبحاث علم الوراثة - مثل فك رموز الشفرة الوراثية، وعزل الجينات التي تسبب أو تتنبأ بالقابلية للإصابة بأمراض معينة، واستنساخ النباتات والحيوانات بنجاح - قد حدثت منذ منتصف القرن العشرين، إلا أن التاريخ دراسة علم الوراثة يمتد على مدة حوالي 150 عامًا، ومع تقدم علم الوراثة، أصبح البحث العلمي أكثر تحديدًا بشكل متزايد. أخذ علم الوراثة في الاعتبار التجمعات السكانية أولًا، ثم الأفراد، ثم تقدم لاستكشاف طبيعة الوراثة على المستوى الجزيئي.

نشأة علم الوراثة

بعض الأفكار المبكرة حول التكاثر والوراثة ونقل المعلومات من الوالدين إلى الطفل كانت النظريات الجزيئية التي طورت في اليونان القديمة خلال القرن الرابع قبل الميلاد، وتفترض هذه النظريات أن المعلومات من كل جزء من الوالدين يجب أن تُوصل لإنشاء الجزء المقابل من الجسم في النسل. على سبيل المثال، رأت النظريات أن المعلومات من قلب الوالدين ورئتيهما وأطرافهما تنتقل مباشرة من أجزاء الجسم هذه لتكوين قلب النسل ورئتيه وأطرافه.

كانت النظريات عبارة عن محاولات لشرح أوجه التشابه الملحوظة بين الآباء وأطفالهم. أحد أسباب عدم دقة هذه النظريات هو اعتمادها على الملاحظات دون مساعدة المجهر. الفحص المجهري (استخدام أو فحص المجهر) والتعرف على الخلايا والكائنات الحية الدقيقة لم يحدث إلا في نهاية القرن السابع عشر، عندما لاحظ عالم الطبيعة البريطاني روبرت هوك Robert Hooke (1635-1703) الخلايا لأول مرة من خلال المجهر.

حتى ذلك الوقت (وحتى لبعض الوقت بعد ذلك) ظلت الوراثة غير مفهومة بشكل جيد. خلال عصر النهضة (من القرن الرابع عشر إلى القرن السادس عشر تقريبًا)، اقترحت نظريات ما قبل التكوين أن جسد الوالدين يحمل خلايا تكاثرية عالية التخصص تحتوي على ذرية كاملة متشكلة مسبقًا. أصرت نظريات ما قبل التكوين على أنه عندما يتم وضع هذه الخلايا المتخصصة التي تحتوي على النسل في بيئات مناسبة، فإنها ستنمو تلقائيًا إلى كائنات حية جديدة ذات سمات مشابهة للكائن الأصلي.

لاحظ الفيلسوف اليوناني أرسطو Aristotle (384-322 قبل الميلاد)، الذي كان مراقبًا شديدًا للحياة لدرجة أنه غالبًا ما يشار إليه على أنه أبو علم الأحياء، أن الأفراد يشبهون أحيانًا أسلافهم البعيدين بشكل أوثق من آبائهم المباشرين. لقد كان

من دعاة التكوين المسبق، حيث افترض أن الوالد الذكر هو الذي يوفر الفرد المصغر، وأن الأنثى توفر البيئة الداعمة التي سينمو فيها. كما دحض فكرة النقل البسيط والمباشر لأجزاء الجسم من الوالدين إلى الأبناء من خلال ملاحظة أن الحيوانات والبشر الذين عانوا من التشويه أو فقدان أجزاء الجسم لم ينقلوا هذه الخسائر إلى ذريتهم. وبدلا من ذلك، وصف عملية أطلق عليها اسم التخلق اللاجيني، حيث يتم توليد النسل تدريجيا من كتلة غير متمايزة عن طريق إضافة أجزاء.

من بين مساهمات أرسطو العديدة في علم الأحياء، كان أهمها استنتاجه بأن الميراث ينطوي على إمكانية إنتاج خصائص معينة بدلاً من الإنتاج المطلق للخصائص نفسها. وكان هذا التفكير أقرب إلى الواقع العلمي للوراثة من أي فلسفة طرحها أسلافه. ومع ذلك، ولأن أرسطو كان يطور نظرياته قبل ظهور الفحص المجهري، فقد افترض خطأً أن الميراث ينتقل عن طريق الدم، وبغض النظر عن ذلك، فإن تأثيره الدائم واضح في اللغة والتفكير في الوراثة. على الرغم من أن الدم ليس وسيلة نقل الوراثة، إلا أن الناس ما زالوا يشيرون إلى "أقارب الدم"، و"سلالات الدم"، والنسل على أنهم منتجات "لحمهم ودمهم".

أحد أهم التطورات في دراسة العمليات الوراثية جاء في عام 1858، عندما أعلن عالما الطبيعة البريطانيان تشارلز داروين Charles Darwin (1809-1882) وألفريد راسل والاس Alfred Russel Wallace (1823-1913) نظرية الانتقاء الطبيعي announced the theory natural selection - فكرة أن أفراد المجتمع الذين يتكيفون بشكل أفضل مع بيئتهم سيكونون هم الأكثر احتمالية للبقاء على قيد الحياة ونقل سماتهم إلى الجيل التالي.

نشر داروين Darwin نظرياته في كتابه أصل الأنواع عن طريق الانتقاء الطبيعي *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (1859). ولم يُنظر إلى عمله على نحو إيجابي، خاصة من قبل الزعماء الدينيين الذين اعتقدوا أنه يدحض التفسير الكتابي لكيفية بدء الحياة على الأرض. وحتى في القرن الحادي والعشرين، فإن فكرة تطور الحياة تدريجيًا من خلال العمليات الطبيعية ليست مقبولة لدى الجميع، ولا يزال الخلاف حول نظرية الخلق والتطور مستمرًا.

نظرية الخلية Cell Theory

في عام 1665، عندما استخدم هوك Hooke المجهر الذي صممه لفحص قطعة من الفلين، رأى نمطًا مستطيلًا على شكل قرص العسل ذكّره بالخلايا، وغرف الرهبان في الأديرة. دفعت ملاحظاته العلماء إلى التكهن بأن الأنسجة الحية وغير الحية تتكون من خلايا.

في عام 1838، قدم عالم النبات الألماني ماتياس جاكوب شلايدن Matthias Jakob Schleiden (1804-1881) نظريته القائلة بأن جميع النباتات تتكون من خلايا. وفي العام التالي، اقترح عالم الخلايا الألماني تيودور شوان Theodor Schwann (1810-1882) أن الحيوانات تتكون أيضًا من خلايا. وقد افترض كل من شلايدن وشوان Schleiden and Schwann أن الخلايا أُنْشِئت جميعًا باستخدام العملية نفسها. على الرغم من أن فرضيات شلايدن Schleiden حول عملية تكوين الخلية لم تكن دقيقة تمامًا، إلا أنه يُنسب إليه وشوان Schwann الفضل في تطوير نظرية الخلية، ووصفهم الخلايا بأنها الوحدات الأساسية للحياة، وأكدوا أن جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا، وهي أبسط أشكال الحياة التي يمكن أن توجد بشكل مستقل.

وقد مكّن عملهم الرائد علماء آخرين من الفهم الدقيق لكيفية حياة الخلايا، مثل عالم الأمراض الألماني رودولف فيرشو Rudolf Virchow (1821-1902)، الذي أطلق نظريات التولد الحيوي عندما افترض في عام 1858 أن الخلايا تتكاثر بنفسها.

ابن أحد المزارعين يصبح أبًا لعلم الوراثة A farmer's son becomes the father of genetics

يسمى جريجور مندل Gregor Mendel (1822-1884) بحق والد علم الوراثة، وقد أجرى تجاربه الرائدة على نبات البزاليا *Pisum sativum* في مساحة محدودة من ساحة أحد الأديرة. وباستخدام الطرق العلمية صمم مندل التجارب اللازمة، وصنف نباتات البزاليا الناتجة من التهجين، وقارن نسبها بنماذج رياضية، وصاغ تفسيراً لما وجده من اختلافات.

بين عامي 1856 و1863، أجرى مندل تجارب مصممة بعناية على ما يقرب من 30 ألف نبات بزاليا زرعها في حديقة الدير. لقد اختار أن يراقب نباتات البزاليا بشكل منهجي، لأنها تتمتع بخصائص مميزة يمكن التعرف عليها ولا يمكن الخلط بينها. كانت نباتات البزاليا أيضًا موضوعات مثالية لتجاربه بسبب أعضائها التناسلية كانت محاطة بالبتلات وعادة ما تنضج قبل أن تتفتح الزهرة. ونتيجة لذلك، خصبت النباتات ذاتيًا، ويميل كل صنف نباتي إلى أن يكون سلالة نقية. قام مندل بتربية عدة أجيال من كل نوع من النباتات للتأكد من أن نباتاته كانت سلالات نقية، وبهذه الطريقة أكد أن النباتات الطويلة تنتج دائما ذرية طويلة، والنباتات ذات البذور والأوراق الخضراء تنتج دائما ذرية ذات بذور وأوراق خضراء.

في الوقت نفسه تقريبًا، كان داروين Darwin يجري تجارب مماثلة باستخدام أنف العجل أو حلق السبع snapdragons، وكانت ملاحظاته مماثلة لتلك التي أدلى بها مندل. على الرغم من أن داروين ومندل شرحا وحدات الوراثة والاختلافات في الأنواع في أعمالهما المنشورة، إلا أن مندل هو الذي كان له الفضل لاحقًا في تطوير النظريات الرائدة في الوراثة.

عندما قدم مندل بحثه، تم تجاهله تقريبًا من قبل المجتمع العلمي، الذي كان منخرطًا في نقاش ساخن حول نظرية داروين في التطور. بعد سنوات، بعد وفاة مندل في عام 1884، أعيد النظر في ملاحظاته وافتراضاته، وأصبحت تعرف باسم قوانين مندل للوراثة.

نظرية الأصول الوراثية في التوارث Germplasm Theory of Heredity

انتجت دراسات المكونات والعمليات والوظائف الخلوية رؤى كشفت عن العلاقة بين علم الخلايا والميراث. درس عالم الأحياء الألماني أوغست وايزمان August Weismann (1834-1914) الطب والأحياء وعلم الحيوان، وكانت مساهمته في علم الوراثة عبارة عن نظرية تطورية تُعرف باسم نظرية البلازما الجرثومية للوراثة. بناءً على فكرة داروين القائلة بأن الخصائص الموروثة المحددة تنتقل من جيل إلى جيل، أكد وايزمان أن الشفرة الوراثية لكل كائن حي موجودة في خلاياه الجرثومية (الخلايا التي تنتج الحيوانات المنوية والبويضات).

الاكتشافات الأخرى في القرن التاسع عشر والقرن العشرين

- استطاع عالم الاحياء السويسري فردريك مسجر Friedrich Miescher في عام 1869م عزل الحامض النووي من خلايا القيح Pus cells من الضمادات المهملة أو المتروكة.
- استطاع عالم التشريح الألماني ومؤسس علم الوراثة الخلوية والتر فليمنيغ Walther Flemming وعالم الحيوان الالماني انطون شنايدر Anton Schneider وعالم النبات الالماني إدوارد ستراسبورغر Eduard Strasburger وآخرون في عام 1880م من التوصل إلى عدة حقائق منها: تضاعف الكروموسومات عند انقسام الخلية، تستلم الخلايا الناتجة عن الانقسام نفس العدد من الكروموسومات، تمتلك الكميتات نصف العدد من كروموسومات الخلية البالغة، الاخصاب يتضمن اندماج نواتي النطفة والبويضة، تمتلك البيضة المخصبة (الزيجوت) العدد الكامل من الكروموسومات.
- اعادة اكتشاف قوانين مندل من قبل ثلاثة علماء عام 1900م بصورة مستقلة وهم عالم النبات والوراثة الالماني كارل إريش كورنز Carl Erich Correns وعالم النبات الهولندي هوغو دي فريس Hugo de Vries وعالم الزراعة النمساوي إريك فون تشيرماك Erich von Tschermak وقد شكل هذا الاكتشاف البداية الحقيقية لعلم الوراثة الحديث.
- في نفس الفترة الزمنية قام عالم الوراثة الانجليزي وليام باتسون William Bateson بترجمة بحوث مندل إلى الانكليزية وأطلق كلمة Genetics على علم الوراثة.
- أثبت عالم الوراثة الاميركي Walter Sutton عام 1903م ان الكروموسومات تحمل المادة الوراثية.

توالت الدراسات إلى أن اكتشف عالم البكتريا الاميركي آزوولد إيفري Oswald Avery وعالم الوراثة الاميركي ماكلن مكارتي Maclyn McCarty عام 1944 ان اساس التحول في البكتريا هو الحمض النووي DNA والذي يمثل المادة الوراثية. وفي العام 1953 وضع عالما البيولوجيا الجزيئية الاميركي جيمس ديوي واطسن James Dewey

Watson و فرانسيس كريك Francis Crick تركيب جزيئة الحمض النووي DNA وبناء نموذج الحلزون. في العام 2003 أكتمل الكشف عن تتابع جينوم الانسان.

فروع علم الوراثة

1. علم الوراثة التقليدي (المندلي) Classical Genetics: العلم الذي يهتم بدراسة انتقال الجينات من جيل إلى جيل آخر، وكذلك كيفية تكوين الاتحادات الوراثية الجديدة للجينات.

2- علم وراثة العشائر Population Genetics: يهتم بدراسة سلوك وتوزيع الجينات في العشائر مع التركيز على التباين الوراثي وكيفية ارتباط هذا التباين ببيئة الكائن الحي.

3- علم الوراثة الخلوية Cytogenetic: يركز على دراسة الكروموسومات ووراثتها.

4. علم الوراثة الجزيئي Molecular Genetics: يهتم بدراسة تركيب ووظيفة الجينات على المستوى الجزيئي.

5. علم الوراثة البشرية Human Genetics: يهتم في الدراسات العلمية للتوارث والتباين في الانسان.

6. علم الوراثة الطبية Medical Genetics: يهتم بتطبيق اساسيات الوراثة البشرية في الطب.

7. الوراثة الكيموحيوية Biochemical Genetics: دراسة العلاقات بين الجينات والإنزيمات، وتحديداً دور الجينات في التحكم في خطوات المسارات الكيميائية الحيوية.

8. الهندسة الوراثية Genetic engineering (وتسمى أيضًا التعديل الوراثي) هي عملية تستخدم التقنيات المعملية لتغيير تركيبة الحمض النووي للكائن الحي. قد يتضمن ذلك تغيير زوج أساسي واحد (A-T أو C-G)، أو حذف منطقة من الحمض النووي أو إضافة جزء جديد من الحمض النووي.