**علم الوراثة**

علم الوراثة أو الوِرَاثِيَّات(بالإنجليزية: Genetics) هو العلم الذي يدرس المورثات (الجينات) والوراثة وما ينتج عنه من تنوع الكائنات الحية.وكانت مبادئ توريث الصفات مستخدمة منذ تاريخ بعيد لتحسين المحصول الزراعي وتحسين النسل الحيواني عن طريق تزويج حيوانات من سلالة ذات صفات جيدة – كمثال عن ذلك الحصان العربي الأصيل حيث كان العرب يزاوجون الحصان والفرس الأقوياء ليحصلوا على نسل قوي واستمروا بذلك عبر السنين -.

ولكن علم الوراثة الحديث الذي حاول فهم آلية توريث الصفات ابتدأ بالعالم غريفور مندل Gregor Mendel في منتصف القرن التاسع عشر، حيث قام مندل بمراقبة الصفات الموروثة للكائنات الحية وكيفية انتقالها من الآباء إلى الأبناء، ولكنه لم يكتشف آلية هذا الانتقال التي تتم عن طريق وحدات مميزة في توريث الصفات وهي المورثات (الجينات) Genes، وهي تمثل مناطق معينة من شريط الـDNA، هذا الشريط هو عبارة عن تتالي وحدات جزيئية تدعي النيكليوتيدات Nucleotides، ترتيب وتسلسل هذه النيكليوتيدات يمثل المعلومات الوراثية لصفات الكائن الحي.

لاحظ مندل أن الكائنات الحية ترث الصفات بطريقة مميزة (قابلة للعد) "وحدات الوراثة ". هذا المصطلح والذي لا يزال مستخدما حتى وقتنا الحاضر يُعد تعريفا مبهما نوعا ما للجينات (المورثات). التعريف العملي الأكثر حداثة للجينات هي أنها الجزء (أو التسلسل) من الحمض النووي الذي يرمز لوظيفة خلوية معينة معروفة. هذا الجزء من الحمض النووي هو متغير أي انه يمكن ان يكون صغيرا أو كبيراً، وقد يحتوي على القليل او الكثير من الأقسام الفرعية. كلمة (مورث) "جين" تشير إلى الاجزاء من الحامض النووي المطلوبة من أجل عملية خلوية واحدة أو وظيفة واحدة، أكثر من كونها تشير إلى عنصر مادي واحد. المصطلح الذي يستخدم غالبا (ولكن ليس دائما صحيحا) هو "جين واحد، بروتين واحد" ويعني أن كل جين معين يرمز إلى نوع معين من البروتين في الخلية. تشبيه اخر هو أن الجينات هي مثل "الجمل" والنيوكليوتيدات مثل "الأحرف". يمكن وضع سلسلة من النيوكليوتيدات معا دون ان تشكل جينا (المنطقة الغير رمزية في الحمض النووي)، تماما كوضع مجموعة من الأحرف بشكل عشوائي دون أن تشكل جملة مفيدة ، ومع ذلك فجميع الجمل يجب ان تحتوي على حروف، كما يجب أن تحتوي جميع الجينات على نيوكليوتيدات.

يتواجد الـDNA بشكل طبيعي على هيئة سلسلة مزدوجة، كل نيكلوتيد من السلسلة الأولى يقابله ويتممه نيكليوتيد من السلسلة الثانية. فكل سلسلة مفردة تقوم بعمل قالب للسلسلة الأخرى، وهذه هي آلية انتساخ الـDNA وانتقال المورثات.

تترجم الخلية ترتيب النيكليوتيدات في المورثة إلى سلسلة من الأحماض الأمينية amino acids وهذه السلسلة تؤلف بروتين معين- ترتيب الأحماض الأمينية في البروتين تتوافق مع ترتيب النيكليوتيدات في المورثة، والعلاقة بين ترتيب النيكلوتيدات وترتيب الأحماض الأمينية تدعى الشيفرة الوراثية genetic code.

الأحماض الأمينة التي تؤلف البروتين تحدد شكله الثلاثي الذي يحدد وظيفة البروتين ودوره، فتختلف بذلك البروتينات عن بعضها البعض لتلعب أدواراً مختلفة في الخلية، فالبروتينات تلعب تقريباً كافة الوظائف داخل الخلية.

فتغير واحد في الـDNA لجينة(مورثة) معينة يؤدي إلى تغير في الأحماض الأمينية لأحد البروتينات مما يغير شكله فتتغير وظيفته ودوره وقد يكون هذا التغير ممرض أو مميت للخلية وللكائن الحي بشكل عام- مثال مرض فقر الدم المنجلي Sickle Cell Anemia ناتج عن تغير لنيكلوتيد واحد مما يغير أحد الأحماض الأمينية مما يغير البروتين فيتغير دوره فتتشكل كرات دم غير قادرة على نقل الأوكسجين بشكل طبيعي فيتنج عنه مرض فقر الدم المنجلي-. وعلى الرغم من أن الوراثة تلعب دوراً في شكل وتصرفات الكائن الحي، لكن ما يمر به الكائن الحي من تجارب في حياته يلعب دورا كبيراً في ذلك- مثال الجينات مسؤولة عن تحديد طول الشخص ولكن التغذية والظروف التي مر بها هذا الشخص في طفولته تؤثر وتلعب دوراً كبيراً أيضاً.

بدأ علم الوراثة على يد العالم المشهور مندل بدراسة انتقال الصفات الوراثية من الآباء للأبناء ونسب توزعها بين افراد الأجيال المختلفة. تعرف هذه الدراسات الآن بعلم الوراثة الكلاسيكي. لكن التقنيات الحديثة سمحت لعلماء الوراثة حاليا باستقصاء آلية عمل الجينات ومعرفة التسلسل الدقيق للحموض الأمينية ضمن دنا ورنا المادة الوراثية ليقوموا بعد ذلك بربط هذا التسلسل بالمورثات، وقد سمح هذا بإتمام واحد من أضخم مشاريع القرن العشرين : وهو مشروع الجينوم البشري.

المعلومات الوراثية بشكل عام تكون محمولة ضمن الصبغيات الموجودة في نواة الخلايا وتحوي ضمنها الدنا الحامل الأساسي للمورثات.

تقوم الجينات بتشفير المعلومات الضرورية لاصطناع سلاسل الأحماض الأمينية التي ستدخل في تركيب البروتينات المختلفة، هذه البروتينات ستلعب بدورها دورا كبيرا في تحديد النمط الظاهري النهائي للمتعضية. عادة في الأحياء ثنائية الصيغة أحد النسخ الجينية (الحليل) المسيطرة سوف تطغى بصفاتها على صفات الجينة المتقهقرة (الضعيفة).

انتشر في الوراثيات الكلاسيكية مبدأ يقول (لكل مورثة واحدة، بروتين واحد) بمعنى ان كل مورثة تحمل معلومات لبناء بروتين وأحد فقط، لكن هذه العبارة يشكك بها كثيرا هذه الأيام وتعتبر إحدى الأخطاء التبسيطية التي وقع بها علم الوراثة الكلاسيكي.

من المؤكد الآن أنه يمكن لنفس المورثة أن تنتج عدة بروتينات ويتحكم بهذا الأمر طريقة ترجمة (تحويل) الشفرة الوراثية وتنظيم هذه العملية المعقدة.

تقوم المورثات بتحديد مظهر الكاثنات الحية الخارجي إلى حد كبير، وهناك احتمال يطرحه البعض فكلتحكمها بالسلوك البشري لكن هذه القضية ما زالت قيد نقاش عميق وتختلف وجهة النظر حسب التوجهات العلمية للباحثين.

الأطباء المتدربين أيضا على علم الوراثة يقومون بتشخيص الأمراض الوراثية عند المرضى بكفاءة. يتم تدريس ذلك للأطباء في مناهج إقامة أو اختصاص.

**المندلية و علم الوراثة الكلاسيكية**

بدأ علم الوراثة الحديث مع غريغور يوهان مندل، و هو راهب أوغاستيني تشيكي-ألماني و عالم درس طبيعة الوراثة في النباتات. في دراسته بعنوان "تجارب حول تهجين النباتات" التي قدمها إلى جمعية أبحاث الطبيعة في برون في سنة 1865م؛تتبع مندل الأنماط الوراثية في صفات نبات البازلاء و وصفها رياضيًا و بالرغم من أنه لا يمكن ملاحظة هذه الأنماط الوراثية إلا لدى فصائل قليلة، إلا أن تجارب مندل اقترحت بأن الوراثة جزيئية، و هي غير مكتسبة، و أنه من الممكن تفسير السمات الوراثية في العديدمن الأنماط من خلال بعض الأسس البسيطة و النسب. لم يحظ عمل مندل بأهمية واسعة النطاق حتى تسعينات القرن التاسع عشر، و ذلك بعد وفاته عندما بحث علماء آخرون في مسائل مشابهة مما أدى إلى إعادة اكتشاف أبحاثه. ويليام باتسون، أحد مؤيدي أعمال مندل، كان من صاغ مصطلح علمالوراثة في سنة 1905م .( و هي كلمة مُشتقة من أصل يوناني و تعني "البداية" و قد تم استخدامها أول مرة في علم الأحياء في سنة 1860م) . روَّج باتسون مصطلح علم الوراثة في خطابه الافتتاحي للمؤتمر الدولي الثالث في تهجين النباتات بلندن سنة 1906م . بعد إعادة اكتشاف أعمال مندل، حاول العلماء تحديد الجزيئات المسؤولة في الخلية عن الوراثة. في سنة 1911م، ناقش توماس هَنت مورغن مسألة وجود الجينات على الكروموسومات، بناءً على ملاحظاته لطفرات العين البيضاء ذات العلاقة بالجنس فيذبابة الفواكه (sex linked white eye mutation in fruit flies). و في سنة1913م، استخدم تلميذه آلفرد سترتيفانت ظاهرة الترابط الجيني لإظهار أن الجينات مصفوفة بشكل خطي على الكروموسومات.

تم تأسيس علم الوراثة الجينية الحقيقية والتي تؤدي إلى الوراثة الجزيئي بناء على علم الوراثة الكلاسيكي لكنه يرتكز أكثر على بنية و وظيفة المورثات على المستوى الجزيئي. مع أن تواجد الجينات على الكروموسومات كان أمراً معروفاً إلا أن الكروموسومات تتكون من البروتينات و الأحماض النووية DNA معاً ; لذا لم يعلم العلماء أياً منهما المسؤول عن الوراثة . و قد اكتشف فريدريك غريفيث في عام 1928 م ظاهرة التحويل ( انظر " تجربة غريفيث " ) : أي إمكانية نقل البكتيريا الميتة للمادة الوراثية حتى تتحول إلى بكتيريا أخرى لا تزال حية . و بعد ستة عشر عاماً - في 1944 م - حدد أوسوالد ثيودور أفري و كولن ماكلويد و ماكلن مكارتي الجزيئية المسؤولة عن التحويل بأنها الحمض النووي DNA[12] . و كان قد تم التأكد من دور نواة الخلية كمستودع للمعلومات الوراثية في الكائنات الحية حقيقية النوى من قبل هامرلنغ في سنة 1943 م من خلال عمله على الطحلب وحيد الخلية " االحقّاء " ( جنس من الطحالب الخضراء ) . كما أكدت تجربة هيرشي – تشيز التي أُجريت في عام 1952 م أن DNA الحمض النووي - و ليس البروتين - هو المادة الوراثية للفيروسات التي تصيب البكتيريا ، مما قدم المزيد من الأدلة التي تُثبت أن الحمض النووي هو الجزيئية المسؤولة عن الوراثة .

حدد الدكتوران جيمس واطسون وفرانسيس كريك بنية الحمض النووي في عام 1953، باستخدام الأشعة السينية لعلم البلورات من عمل روزا ليندا فرانكلين وموريس ويلكنز والتي أشارت إلى أن الحمض النووي له بنية حلزونية (على شكل لولبي) . وكان لنموذجهما الحلزوني المزدوج اثنان من خيوط الحمض النووي مع النيوكليوتيدات مشيرة إلى الداخل، كل من النيوكليواتيدات التكميلية له مطابق على خيط آخر لتشكيل ما يشبه الدرجات على سلم مفتول . أظهرت هذه البنية المعلومات الوراثية الموجودة في تسلسل النيوكليويتدات في كل شريط من الحمض النووي. اقترحت البنية اأضا أسلوبا بسيطا بالنسبة للتضاعف الصبغي : إذا ما تم فصل الأشرطة يمكن إعادة بنائها من جديد وفق تسلسل الأشرطة القديمة . مع أن بُنية الDNA (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين) أظهرت كيفية عمل الوراثة، إلا أنه لم يكن معروفاً وقتها كيف يؤثر الDNA على سلوك الخلية. وفي السنين اللاحقة ، حاول العلماء أن يفهموا كيفية تحكم الDNA بعملية تصنيع البروتين. فتم اكتشاف أن الخلية تستعمل الDNA كقالب لتصنع منه مرسال الحمض الريبي النووي، وهو جزيئية ذو نوويد (نوكليوتيد) يشابه جداً الDNA. يُستعمل تسلسل النوكليوتيد لمرسال الحمض الريبي النووي لصُنع تسلسل من الأحماض الأمينية في البروتين؛ يعرف هذه التنقل بين تسلسل النوكليوتيد و تسلسل الحمض الأميني بالشفرة الجينية .

أدى الفهم الجزيئي الحديث للوراثة إلى بداية ثورة من الأبحاث ، وإحدى أهم هذه التطورات كان تسلسل إنهاء سلسلة الحمض النووي في عام 1977 من قبل فردريك سانغر. حيث تسمح هذه التكنولوجيا للعلماء بأن يقرأوا تسلسل النوويد (النوكليوتيد) في جزيئية الدي ان اي (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين). وفي عام 1983 طور كاري بانكس موليس تفاعل البوليميريز المتسلسل، مما أعطى طريقة جديدة لعزل وتضخيم جزء معين من الدي ان اي من أي خليط . وذلك من خلال الجهود المُجتمعة لمشروع الجينوم البشري، ممثلة في وزارة الطاقة، ومعاهد الصحة الوطنية الأمريكية والجهود الخاصة الموازية من قبل سيليرا جينومكس بالإضافة إلى غيرها من وسائل في تسلسل الجينوم البشري في 2003.

يضم علم الأحياء الخلوي والجزيئي العديد من فروع علم الأحياء التي ترتبط بدراسة العمليات الحيوية على مستوى الخلية وعلى المستوى الجزيئي ضمن الخلية وخارجها. يضم التقانة الحيوية، علم الوراثة، علم الأحياء التنموي وأخيرا علم الأحياء الدقيقة. علم الأحياء الخلوي يدرس الخلايا الحية من حيث فيزيولوجيتها وبنيتها وبنية عضياتها إضافة لدورة حياتها، الانقسام الخلوي وأيضا موت الخلية. أما علم الأحياء الجزيئي فيدرس العمليات الحيوية على المستوى الجزيئي مما يجعله متداخلا مع الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة.

**علم وراثة السكان**

علم وراثة السكان يدرس القوى التي تؤثر على التنوع الجيني للسكان ونشوء الأنواع (تحور، تدفق، انتخاب) بتطوير نماذج رياضية وإحصاءاتية. كما وعلم وراثة السكان فهو دراسة توزيع تواتر الصبغيات والتغيير تحت تأثير عمليات اربع عمليات تطورية رئيسية هي : الانتقاء الطبيعي، الانحراف الجيني، الطفرة، وتدفق الجينات. كما فإنه يأخذ في عين الاعتبار أيضا عوامل التقسيم كإعادة التركيب السكاني والهيكل السكاني.