جامعة الانبار
كلية العلوم
قسم علوم الحياة

الوراثة العامة

Genetics

مقدمة عن علم الوراثة

Introduction to Genetics

م. د. رأفت حمدي الحديثي
قسم التقنيات الاحيائية

علم الوراثة Genetics

المقدمة

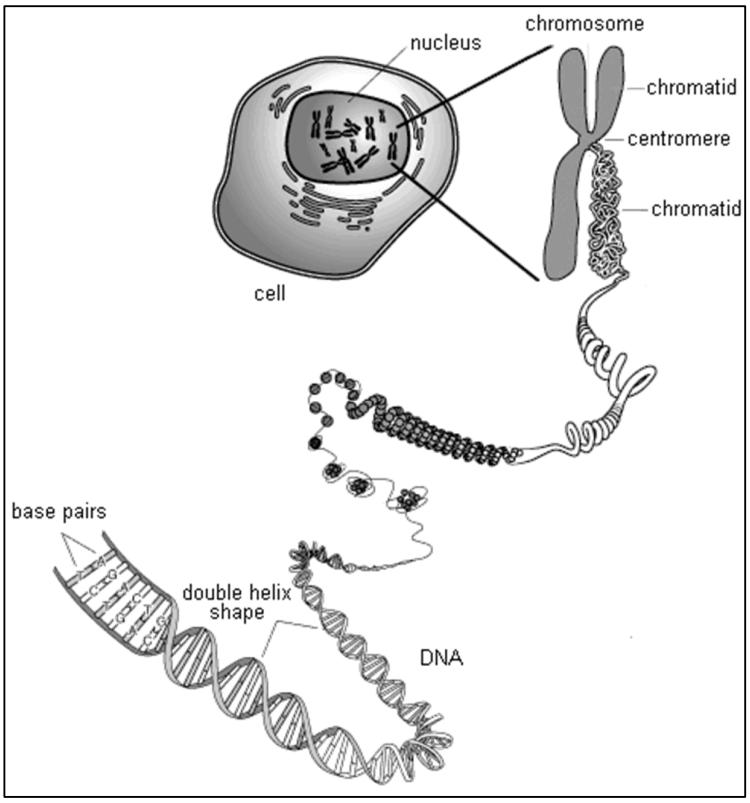
علم الوراثة Genetics هو العلم الذي يتناول دارسة كيفية انتقال الصفات من الآباء الى الأبناء. عملية انتقال الصفات من الإباء الى الأبناء تدعى الوراثة heredity , لذا **Genetics is the study of heredity**. و يتضمن علم الوراثة دارسة المكونات الوراثية والصفات الوراثية لكائن حي او جنس من الاجناس أو مجموعة كائنات حية، بالإضافة الى الاليات التي تؤثر على هذه الصفات.

يمت علم الوراثة بصله قوية مع الطب وكل أقسام علوم الحياة وعلم الانسان(Anthropology) والكيمياء الحيوية (Biochemistry) و علم الفسلجة (Physiology) و علم النفس (Psychology) و علم البيئة (Ecology)، بالإضافة الى علوم أخرى. كما ان لعلم الوراثة بجزئيه النظري والتجريبي تطبيقات مباشرة في أليات الامراض الوراثية والسيطرة عليها بالإضافة الى التطبيقات الزراعية له و تعد معرفة اساسيات علم الوراثة وتطبيقاته جزء مهم من التعليم الطبي.

يحتوي الجسم البشري على أكثر من ثلاثين ترليون خلية (3×10^{13})، كل خلية من هذه الخلايا تحتوي برنامج يحتوي المعلومات الضرورية للحياة (ما عدا كريات الدم الحمراء). تنتقل هذه المعلومات من خلية الى اخرى خلال الانقسام الخيطي و من الآباء الى الابناء من خلال خلايا متخصصة هي الخلايا الجرثومية (Germ cells)، البويضات Oocytes و الحيامن Spermatozoa.

يجب ان تنتقل هذه المعلومات الوراثية بأمانة تامة من جيل الى اخر، بالإضافة الى ذلك فيجب ان تكون لها قابلية التأقلم على التغيرات البيئية طويلة الامد. ان الأخطاء قد تحدث خلال صيانة ونقل المعلومات الوراثية على الرغم من وجود نظام معقد للتحري عن هذه الاخطاء وتصحيحها و ينتج عن هذه الأخطاء ما يدعى الطفرات الوراثية mutations. تتم معظم العمليات الحيوية في الكائنات الحية بواسطة البروتينات. يتكون البروتين من سلسلة من الاحماض الامينية تترتب بتسلسل خطي (متعدد الببتيد polypeptide) ومن ثم يتخذ البروتين شكل ثلاثي الابعاد أو قد ترتبط مع متعدد ببتيد أخر وهذا يؤدي الى تحديد تخصص ووظيفة هذا البروتين. تشكل المعلومات الوراثية المخططات الاساسية لبناء البروتينات في الخلايا الحية. لا تنتج الخلايا كل انواع البروتينات بل تنتج مجموعة محددة تبعا لنوع الخلية والوقت المناسب لإنتاج البروتين. تشفر المعلومات الوراثية الخاصة بتصنيع البروتينات في وحدات خاصة تدعى **مورثات أو جينات (Genes)**.

الجينات Genes



الجينات هي الوحدة الاساسية للوراثة وهي تتمثل بتسلسل في قطعة DNA قد تشفر لتصنيع بروتين و قسم منها لا يشفر لبروتين.

تشكل القواعد النيتروجينية الـ DNA و يوجد اربع قواعد نايتروجينية بال DNA، هي الادينين Adenine والكوانين Guanine و الثايمين Thymine والسايتوسين Cytosine يرمز لها ب A G T C على التوالي.

تشفر الاحماض الامينية العشرين التي تشكل الكائن الحي بواسطة شفرة من ثلاث قواعد نايتروجينية تشكل الشفرة الجينية Genetic code أو Triple codon.

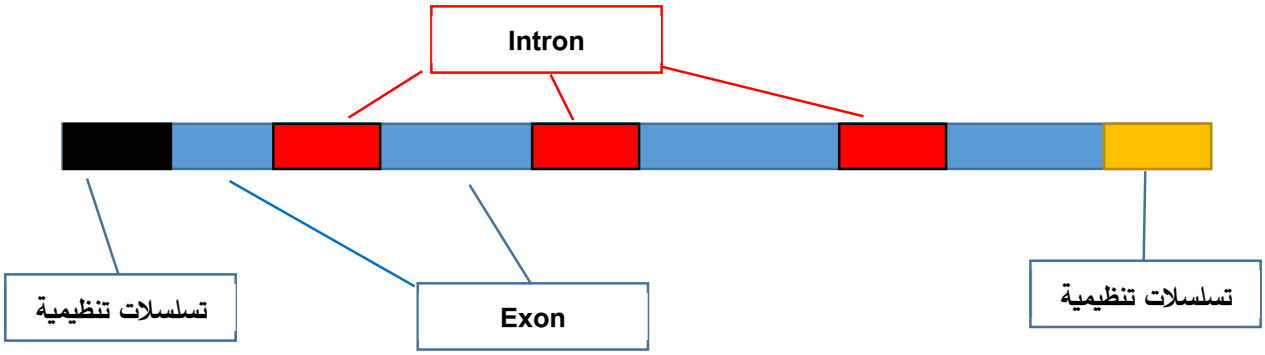
تختلف اعداد الجينات في الكائنات الحية بشكل عام تبعا لمدى تعقيد الكائن، و تتراوح بين حوالي 5000 جين بالبكتيريا الى 6241 في الخمائر و 13601 في حشرة ذبابة الفاكهة. بينما يبلغ عددها 22000 جين يشفر لبروتين في الانسان. مما يثير الدهشة ان عدد الجينات اللازمة لدعم الحياة خلوية مستقلة هو عدد منخفض نسبيا، حوالي 250–400 في الكائنات بدائية النواة.

ان مجموع المعلومات الوراثية للكائن الحي يدعى Genome (و يشمل الـ DNA الموجود في النواة و البلاستيدات و المايتوكوندريا في الكائنات حقيقة النواة). وبالمثل مجموع البروتينات في الكائن الحي يسمى **Proteome** والعلوم التي تدرس هذه المواضيع تسمى Genomics و Proteomics، على التوالي.

تقع الجينات على الكروموسومات، و التي هي تراكيب معقدة توجد في نواة الخلية تتكون من DNA وبروتينات خاصة. تأتي الكروموسومات بشكل ازواج، أحدهما يشتق من الاب والثاني من الام.

يملك الانسان 23 زوجا من الكروموسومات، تسمى من 1–22 بالإضافة الى كروموسوم X وكروموسوم Y عند الرجل أو كروموسومي X عند المرأة. تترتب الجينات بشكل خطي على طول الكروموسوم، ولكل جين موقع محدد على الكروموسوم يدعى **Gene locus**.

تترتب الجينات في الكائنات المتقدمة في تسلسلات مشفرة Coding sequence تدعى Exons و تسلسلات غير مشفرة Non–coding sequence تدعى **Introns**. تختلف الجينات من حيث الحجم وعدد وحجم الـ exons , بالإضافة الى التسلسلات التنظيمية (Regulatory sequences). تحدد التسلسلات التنظيمية حالة الفعالية الجينية التي تدعى التعبير الجيني (Gene expression). معظم الجينات في الخلايا المتمايزة والمتخصصة تكون غير فعالة. ان 90% من الـ DNA للكائنات المتقدمة لا يحمل معلومات مشفرة للبروتينات.



شكل مبسط لتركيب الجين في حقيقية النواة

تاريخ علم الوراثة

ان فضول الانسان لمعرفة كيفية انتقال الصفات الوراثية هي قديمة قدم الانسانية نفسها. فمنذ أقدم العصور لاحظ الانسان ان الابناء يشبهون ابائهم واجدادهم وبعض أقاربهم. لاحظ ارسطو في عام 300 قبل الميلاد ان الصفات المميزة للشعر و الاظافر وحتى طريقة المشي من الممكن ان تورث من الاباء وتظهر في الابناء. يبدو ان طبيعة الوراثة كانت من المسلمات ألطبيعية ولكن العوامل والقوانين التي تتحكم في وراثة الصفات كانت غير مفهومة. كانت هناك العديد من التفسيرات المشتقة من الاعتقادات السائدة آنذاك مثل السحر والالهة والاعتقادات الخرافية الاخرى.

في ذلك الوقت، كانت النظرية الاكثر قبولا لدى المجتمعات بان الوراثة هي عملية خلط، لان الابناء يظهرون تخافيف مختلفة لصفات الاباء. كان مفهوم الخلط متلائما مع التفكير السائد في الازمنة القديمة وهو يفسر لماذا بعض الابناء يشبهون ابائهم والبعض الاخر لا يشبهونهم. تشبه هذه الافكار نظرية الصفات المكتسبة للعالم لامارك بعد 22 قرنا.

Johann Gregor Mendel

في عام 1864 قام يوهان غريغور مندل بإجراء تضريبات تجريبية في نبات البازلاء و استنادا الى نتائج تضريباته، استنتج مندل ان الوراثة تستند الى عوامل مفردة تكون مستقلة عن بعضها البعض و تنتقل العوامل من جيل الى اخر بنمط متوقع، ويكون كل عامل مسؤولا عن صفة معينة ممكن ملاحظتها على النبات. سمى الصفة التي يمكن مشاهدتها بالنمط المظهري Phenotype. أما المعلومات الوراثية التي تحدد هذه الصفة سماها Genotype. لم تلقى اعمال مندل اي اهتمام حتى بداية القرن العشرين.

ادخل مصطلح Gene للدلالة على العوامل التي تنقل الصفات الوراثية عام 1909 من قبل العالم البايولوجي الدنماركي Wilhelm Johannsen و بدئا من العام 1901، استخدمت الوراثة المندلية في تحليل انماط توارث الصفات في النباتات والحيوانات وحتى الانسان.

Thomas Morgan

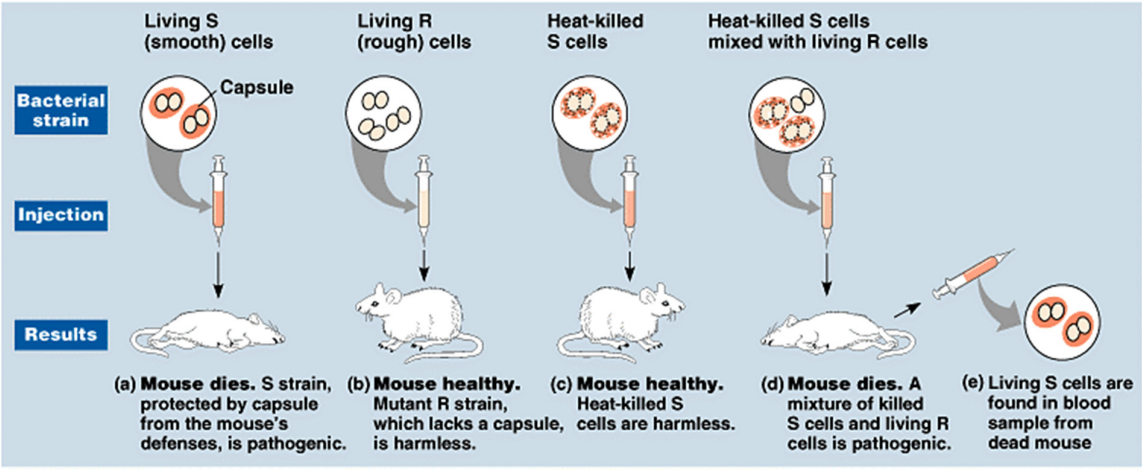
أصبح علم الوراثة في العام 1910 حقلا علميا مستقلا عندما أخضع Thomas H. Morgan ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* الى دراسات وراثية نظامية في جامعة كولومبيا في نيويورك. أظهرت الدراسات الوراثية اللاحقة على ال *Drosophila* ان الجينات تترتب على الكروموسومات برتيب تتابعي. أجمل Morgan هذه النتائج في النظرية الكروموسومية في الوراثة Chromosome theory of inheritance و ذلك في عام 1915.

أصبحت العلاقة الوثيقة بين الكيمياء الحياتية والوراثة ظاهرة عندما أثبت عمل العلماء Beadle و Tatum نظرية (جين واحد، انزيم واحد) (One gene, one enzyme) من خلال عملهم على فطر *Neurospora* في العام 1941.

ابتدأ علم وراثة الاحياء المجهرية في العام 1943، عندما اكتشف كل من Salvador E. Luria و Max Delbrück الطفرات في البكتيريا. ومن التطورات المهمة لهذا العلم في تلك الفترة هي اكتشاف اعادة الارتباط الوراثية Genetic recombination في البكتيريا و الفايروسات و البكتريوفاج.

الوراثة والـ DNA

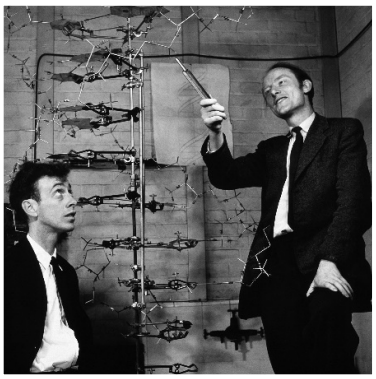
لاحظ F. Griffith في عام 1928 امكانية استحثاث تغييرات وراثية دائمة في بكتريا الالتهاب الرئوي (*Streptococcus pneumonia*) بواسطة مستخلص خالي من الخلايا مستخرج من سلالات اخرى من نفس البكتريا ذات ضراوة عالية وهو ما وضع الاساس لمبدأ التحول (Transformation principle). اكتشف كل من Avery و MacLeod و McCarty ان DNA هي الجزيئة التي تحمل المعلومات الوراثية في البكتريا وانه هو ذاته العامل المساعد على التحول، و ذلك في معهد Rockefeller في نيويورك عام 1944.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

التحول الوراثي في بكتريا الالتهاب الرئوي (تجربة Griffith)

Watson and Crick

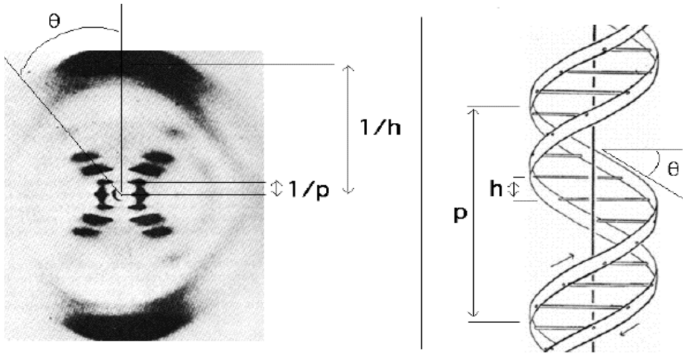


Rosalind Franklin, 1920–1958

Maurice Wilkins, 1916–2004

مع هذه الاكتشافات العلمية أصبح تركيب الـ DNA محور البحوث العلمية في البيولوجيا. تم حل هذا الموضوع على يد الامريكي James D. Watson البالغ من العمر 22 عاما آنذاك والحاصل على زمالة دراسية في بريطانيا، مع الفيزيائي الانكليزي Francis H. Crick البالغ من العمر 36 عاما في مختبر في جامعة كامبردج. في 22 نيسان عام 1953 قام هذا العالمان باقتراح تركيب ال DNA كحلزون مزدوج Double

helix وذلك في مقال قصير في مجلة Nature. يعد هذا الاكتشاف حجر الزاوية لعلم الوراثة المعاصر. اشتق تركيب ال DNA من خلال عمل كل من Maurice Wilkins و Rosalind Franklin الذي استند الى المعلومات التي وفرتها تقنية إنحراف الأشعة السينية X–Ray Diffraction.



X-Ray Diffraction of DNA

ان تركيب ال DNA كحلزون مزدوج مع وجود القواعد النايتروجينية الى الداخل قد ساعد على تفسير اثنين من المفاهيم الاساسية في آلية الوراثة، الاول هو خزن المعلومات الوراثية في نمط خطي قابل للقراءة والثاني هو تضاعف المعلومات الوراثية لضمان انتقال دقيق لهذه المعلومات من جيل الى اخر. ان تركيب ال DNA اعتبر بداية عهد جديد في علم الوراثة Genetics و علم الحياة الجزيئي Molecular Biology وقد ادى ذلك الاكتشاف مباشرة الى فهم تركيب المعلومات الوراثية.

في العام 2004، تم تحديد التسلسل الكامل للوحدات الاساسية التي تشفر للمعلومات الوراثية في الانسان من قبل منظمة دولية تضم العديد من دول العالم وذلك من خلال مشروع الجينات البشري (Human Genome Project) وهو يعد من الإنجازات المهمة في علم الحياة المعاصر. ورغم هذا التقدم الهائل في علم الوراثة فان الطريق يبقى طويلا قبل معرفة كيفية تفاعل الجزيئات الحيوية الوراثية مع بعضها في تكوين الكائنات الحية.

Bibliography

Locke, John (Univ. Of Alberta) **"Open Genetics Lectures"** textbook for an Introduction to Molecular Genetics and Heredity (BIOL207) [Book]. - [s.l.] : UAL Dataverse, 2017.

الفيصل عبد الحسين **الوراثة الجزيئية** [Book]. - [s.l.] : الاهلية للنشر والتوزيع والطباعة - لبنان, 2000.

الفيصل عبد الحسين **الوراثة العامة** [Book]. - [s.l.] : الاهلية للنشر والتوزيع والطباعة - لبنان, 1999.

شكارة مكرم ضياء **علم الوراثة** [Book]. - [s.l.] : دار المسيرة للنشر والتوزيع, 2000.