# 02

# الجينات
# *Genes*

**تحمل الجينات المعلومات البيولوجية من جيل (طور) إلى آخر وتشكل كل خاصية في الكائنات بداية من الأيض الداخلي حتى مظهره الخارجي. وتعرف مجموعة الجينات الكاملة بالجينوم الذي يشفر المعلومات لبناء الفرد كما يؤثر على قدرته على النمو والبقاء والتكاثر.**

ما هو الجين؟ إذا بحثت في القاموس فسوف تجد تعريفًا عامًّا مثل: إن الجين هو وحدة الوراثة التي تحدد الخصائص. لذلك عدد كبير منا يفهم هذا التعريف الذي يفسر لنا لماذا قد نقول إن الناس الجميلة تحمل «جينات جيدة»، أو إن قدراتك الرياضية بسبب «جيناتك» أو اكتشاف الباحثين أن الجين هو المسؤول عن السمات أو الأمراض.

تعتبر التغيرات الوراثية المختلفة أيضًا «جينات»، لذلك يُسمى الجين الافتراضي للذكاء «جين العبقرية» أو «جين الغباء» وذلك استنادًا على زاوية قصة إخبارية. ويقوم العلماء بنفس الشيء؛ فعلى سبيل المثال تتحكم الجينات في تطور ذبابة الفاكهة فتصبح محدبة الظهر وبلا أجنحة.

**الخط الزمني**

| 1865م | 1910م | 1941م |
|---|---|---|
| فصل وحدة الوراثة، افترضت تجارب مندل أن الجينات عبارة عن جسيمات. | أثبت عالم الأحياء والوراثة مورغان وتلامذته أن الجينات (المورثات) تُحَمَّل على الكروموسومات (الصبغيات) في موضع متمايز. | رسم مخطط للبروتين: كشفت تجارب العالمين بيدل Beadle وتاتوم Tatum عن الطفرات التي تغير الإنزيمات. |

وسُميت بهذا الاسم بعد تأثير الطفرات وليس بسبب فعل الجين بصورة طبيعية. يلقى بعض من الالتباسات عن طبيعة الجينات اللوم على حقيقة المفهوم الذي قد تغير إلى حد كبير في الـ 150 سنة الماضية.

## وحدات الوراثة

قام الإنسان منذ آلاف السنين بتلقيح النباتات والحيوانات للحصول على السمات المرغوب فيها، لكن التفسير الصحيح لكيفية توريث السمات تم اكتشافه في عام 1865. عندما بدأ علم الوراثة على يد العالم النمساوي غريغور مندل الذي درس كيف تنتقل

### الطبع مقابل التطبع

لم يعد النقاش حول الطبع مقابل التطبع موضوعًا بين علماء الأحياء. فالحوار في هذا الموضوع ممتع مما جعل أغلب الصحفيين يعرضون موضوع الطبع والتطبع أو الفطري والمكتسب باعتباره وجهات نظر متعارضة. كما سينشر خبر عن اكتشافات علمية مستخدمًا مصطلح «الجين» باعتباره شيئًا يضمر الطبيعة التي تحدد الخصائص بالكامل. وعلى الجانب الآخر، ادعى بعض العلماء الاجتماعيين وخاصة الأطباء النفسيين أن التربية هي المسؤولة عن تحديد السلوك. وغالبًا ما تكون الحقيقة في مكان ما بين هذين الاتجاهين. فلنأخذ الطاعة الإنسانية مثالًا على ذلك؛ تتحكم الجينات في قابلية زيادة الوزن من خلال التغيرات الجينية التي تحدد طاقة الأيض سواء كانت استجابة جسمك للأنشطة الرياضية (الطبع)، لكن أن يبقى جسمك رياضيًا وصحيًا يعني أنك لا تستهلك سعرات حرارية كثيرة وتمارس التمارين بانتظام (التطبع). وبهذا تعتبر سمات الكائنات وسلوكها هي نتاج لتفاعل بين جينات الكائنات والبيئة. الموروث في مقابل المكتسب.

**1944م**

الجزيء المادي: أثبت آفري وماكلويد ومكارتي أن الـDNA مادة وراثية.

**1961م**

الرمز المنسوخ: أثبت كريك Crick وزملاؤه أن الكود الجيني يستخدم متواليات ثلاثية.

**1995م**

الكيان الجينومي الموضح: تستخدم متواليات الـDNA للتنبؤ بالجينات بما في ذلك الـRNA.

الخصائص مثل ألوان الزهور وأشكال البذور بين الأجيال (الأطوار). حققت تجارب التلقيح على نبات البازلاء مشاهدات إحصائية سمحت له بوضع قوانين الوراثة، والمبادئ التي تتضمن تلك «العناصر» التي تحدد السمات التي تفصل الجسيمات وتميز وحدات الوراثة التي تُعرف الآن بالجينات.

يتحول الجين من كائن مجرد إلى جسم مادي محسوس. وهذا ما توصل إليه عالم الوراثة الأمريكي توماس هانت مورغان Thomas Hunt Morgan في عام 1910 عندما أثبت أن تطافر ذبابة الفاكهة أدى إلى تغير لون عينيها من الأحمر إلى الأبيض. فقد أثبتت تجارب التلقيح التي قام بها مورغان أن أنماط التوارث مترابطة معًا لتصبح ذكرًا أو أنثى (تحددها الكروموسومات الجنسية المختلفة) وبهذا تعتبر الكروموسومات تركيبات مادية تحمل الجينات. استمر مورغان وتلامذته في أبحاثه ليثبت أن الجينات واقعة في مكان معين داخل الكروموسومات. وبهذا يصبح الجين جسمًا ماديًا في «موضع» متمايز.

تتكون الكروموسومات من نوعين من الجزيء: البروتينات والـDNA وهو اختصار للاسم العلمي الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين Deoxyribose Nucleic Acid. أيهما يعتبر المادة الوراثية؟ في عام 1944 أثبت الثلاثي الكندي الأمريكي أوزولد آفري Oswald Avery وكولن ماكلويد Colin MacLeod وماكلين مكارتي Maclyn McCarty أن البكتيريا غير السامة تستطيع أن تتحول في وجود الـDNA إلى سلالة قاتلة وليس في أجزاء الخلايا الأخرى. كما أثبتوا أن الـDNA جزيء يحمل الجينات. لقد افترض العلماء سابقًا أن البروتينات هي المادة الوراثية لأن لبنات البناء الكيميائية والأحماض الأمينية مختلفة أكثر من قواعد النووية nucleotide الأربع في الـDNA مما يجعلها أفضل مرشح لتشفير المعلومات البيولوجية. تغير هذا التفكير في عام 1953 بعد اكتشاف جيمس واطسون James Watson وفرنسيس كريك Francis Crick لبنية الـDNA، كما قارنا بين القواعد في الحلزون المزدوج واكتشفا طريقة نسخ المعلومات. ومن هنا أصبح الجين جزيئًا فيزيائيًا.

## متتاليات شفرة البروتين

يأخذ البروتين على عاتقه أغلب الأعمال الشاقة في الجسم بداية من تكوين خلايا الهيكل العظمي الداخلية لتكون بمثابة جزيئات إشارة بين الأنسجة. وعلاوة على ذلك، يُعد كثير من البروتينات إنزيمات تقوم بتحفيز التفاعلات الكيميائية لعملية الأيض التي تحرك الحياة. يؤثر الجين على خصائص الكائنات، لكنه يعتبر النتيجة الأساسية لكيفية تأثر النمط الجيني بأنشطة الكيمياء الحيوية داخل الخلية. على الرغم من أن النمط الظاهري ليس مرتبًا دائمًا. في عام 1941 وضع عالما الوراثة الأمريكيان جورج بيدل George Beadle وإدوارد تاتوم Edward Tatum عفن الخبز تحت الأشعة السينية (x-rays) وأثبتا أن الطفرات عند نقطة محددة تسبب تغيرات للإنزيمات في مسار أيضي. مما يؤدي إلى فرضية «جين واحد، إنزيم واحد» والتي تبلورت لاحقًا في فرضية «جين واحد، بروتين واحد». بمعنى أننا نعتبر الجينات بمثابة معلومات للقيام بوظائف جزيئية، خاصة عندما أصبح الجين مخططًا للبروتين.

**«يبدو أنه من المرجح أن أغلب المعلومات الوراثية ـ إذا لم تكن كلها ـ في أي كائن يحملها الحمض النووي الذي عادة ما يكون الـDNA.»**

فرنسيس كريك

بعد تحليل بنية الـDNA، بدأ العلماء في حل الشفرة المتعلقة بكيفية استخدام الخلايا لمعلومات الـDNA، فقاموا بترجمة الرمز (الكود) الجيني للـDNA إلى لغة البروتينات. كان الكشف الأول في عام 1961 على يد فرنسيس كريك وزملائه حيث أثبتوا أن الجينات تستخدم كلمات من ثلاثة حروف أو روامز ثلاثية. وفي السنوات الخمس التالية أثبتوا أن كل رمز ثلاثي يقوم بعمل حمض أميني معين في سلسلة البروتين. لكن قبل أن تترجم تسلسل حروف الـDNA يجب أن تُنسخ ـ بمعنى أن تُقرأ وتُنسخ ـ إلى الـmRNA الرسول لذلك، تشفر الجينات ثلاثيات متواصلة معروفة بـ«قالب القراءة المفتوح». في عام 1971 توصل عالم الأحياء البلجيكي والتر فيرس Walter Fiers إلى هذا الاستنتاج بأن الجين الأول أصبح متتاليًا من فيروس العاثيات Bacteriophage MS2.

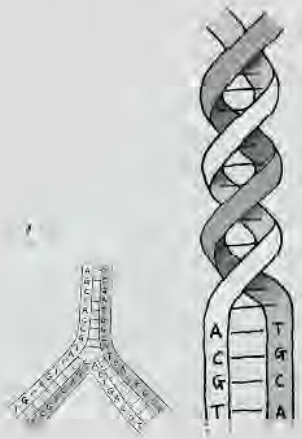
في عام 1995 نشر فريق بقيادة عالم الوراثة الأمريكي ج. كريغ فينتر J Craig Venter أول تسلسل DNA لكائن متكامل وهو (بكتيريا المستدمية النزلية Bacterium haemophilus influenzae) فقد تنبأ بموقع الجينات المحتملة عن طريق المسح الضوئي لمتتالية قالب القراءة المفتوح. ويعتبر الجينوم الآن بمثابة بيانات في الكمبيوتر ويشار للجين بالكائن الجينومي.

## المنتجات الوظيفية

مازالت رؤية البروتين المتمركز في الجين هي أكثر الطرق شيوعًا في تفسير وظائفه لكن، أيضًا يشفر الـ DNA المخططات أو الطبعة الزرقاء لصنع الـRNA. وتستخدم جزيئات الـRNA الناقل الصغيرة لفك شفرة الكود الجيني أثناء الترجمة على سبيل المثال: بينما تربط الآلة الأحماض الأمينية معًا داخل البروتين، تُبنى الريبوسومات حول الـRNA الريبوسومي. منذ ثمانينيات القرن الماضي تم اكتشاف أنواع أخرى متعددة من فك شفرة الـRNA للتحكم في جوانب النشاط الجيني.

### الحلزون المزدوج

تحمل الجينات المعلومات الحيوية المشفرة كمتتالية لقواعد النوويدات (حروف) في الـDNA. إن جمال حلزون الـDNA المزدوج ليس في بنيته اللولبية وإنما في تكامل أزواج القواعد في الخيطين. حيث يسمح ذلك لكل خيط بأن يكون قالبًا أو دعامة للخيط الآخر فيصنع منهما نموذجًا مثاليًا لحمل المعلومات الجينية.



يعتبر الجينوم في الكائنات مثل البكتيريا يتكون بالأساس من جينات تشفير البروتين، ويتكون جينوم أغلب الأنواع من الـDNA غير المشفر، حوالي 98 ٪ من جينوم الإنسان لا يشفر البروتين. فقد كشف العمر الجينومي عن أن أغلب الجينات تتكون من أجزاء عديدة متناثرة بطول الكروموسومات، وأحيانًا تتداخل معًا. يمتلئ الـDNA بالعناصر الوظيفية مثل مفاتيح التحكم الجيني التي تستطيع أن تبعد عن الجين المرتبط بها. في عام 2007 اشتغل علماء الأحياء في جامعة ييل Yale على مشروع التشفير (موسوعة عناصر الـDNA) وخرجوا بالجديد من التعريفات لبعض الألفاظ مثل الجين: هو عبارة عن رابطة تسلسل جينومي تشفر مجموعة متماسكة من المنتجات الوظيفية محتملة التداخل.

## الفكرة الرئيسة

## وحدات الوراثة تشفر وظائف الجزيئات الحيوية