الفصل الرابع

الچينات وتخصُّص الخلايا

ـ هل كل خلايانا متشابهة ، أم مختلفة ؟ . .

لا شك أنَّ لكلٍّ منها وظيفتها . .

وهو ما يُسمَّى «التخصُّص الخَلَوى» . .

وهو يتحدَّد طِبْقًا للمعلومات الوراثية المحمولة على «الجينات» .

ويلتقى أحمد بوالده لكى يستكملا حديثهما عن الخلايا الحية . .

ويبدأ الأب الحديث قائلاً:

اليوم سنتحدث يا أحمد عن موضوع مهم جدًا، وأعتقد أنه سيثير اهتمامك، إنه «تكشُّف الخلايا».

أحمد:

«تكشُّف الخلايا» !

الأب:

لا تنزعجْ هكذا يا عزيزى، فالأمر أبسط مما تتصوَّر، فتكشُّف يعنى: تخصُّص وتميُّز بصفات محدَّدة ووظائف معيَّنة؛ لذلك فنحن حينما نتحدث عن تكشُّف الخلايا، نشير بذلك إلى التخصُّص الذى يطرأ على كل خلية لتؤدى وظائف محدَّدة، ولأضربْ لك أمثلة على ذلك: فخلايا كرات الدم الحمراء تتخصَّص فى حمل الأكسجين إلى جميع خلايا الجسم. .

هل تذكر ذلك «المركَّب» الذى يحمل الأكسجين ؟

أحمد:

نعم أذكره يا والدى . . إنه «الهيموجلوبين».

الأب:

تمامًا يا أحمد، وهذا المركَّب عندما يتحد مع الأكسجين يتحوَّل

إلى مركَّب آخر يُعرف «بالهيموجلوبين المؤكسج» أو «أكسى هيموجلوبين»، وكذلك توجد خلايا كرات الدم البيضاء والتى تتخصَّص فى التهام الميكروبات التى تغزو الجسم لكى تفتك به وتصيبه بالأمراض، حيث تقوم هذه الخلايا المناعية بإبطال سُمِّية تلك المواد التى تفرزها هذه الميكروبات فى خلايا الكائن الحى لكى تدمِّره.

كذلك نجد أن هناك خلايا توجد فى القناة الهضمية والتى تتخصَّص فى إفراز العديد من «الإنزيمات» التى تعمل على هضم المواد الغذائية التى نتناولها. وهذه «الإنـزيمات» تُعرف ـ يا أحمد ـ «بالإنزيمات الهاضمة»، ولكل إنزيم منها مادة غذائية معينة يهضمها ويحوِّلها إلى صورة بسيطة يمكن لجسم الكائن الحى أن يستفيد منها، كما توجد نوعية أخرى من الخلايا الموجودة بالقناة الهضمية وهى متخصِّصة فى امتصاص الغذاء المهضوم حتى تصل مكوِّناته إلى خلايا الجسم المختلفة عن طريق الدم.

وهكذا يا أحمد فإن جسم الكائن الحى يتكوَّن من أعضاء عديدة، لكل عضو منها وظيفة محدَّدة خلقه الله من أجلها، وكل عضو يتكوَّن من نسيج محدَّد، والذى تكوِّنه خلايا مخصَّصة لهذا العضو لكى يقوم بوظائفه التى خُلق من أجلها؛ ولذلك فإن الجسم يحتوى على العديد من الخلايا، والتى يتخصَّص كلٌّ منها لأداء وظيفة محدَّدة ودور مهم فى حياة الكائن الحى وفى الحفاظ على بقائه على سطح الأرض.

ولكن السؤال المهم الآن يا أحمد: ما هو السر وراء تخصُّص كل هذه الخلايا فى أداء وظائفها ؟

أحمد:

إنها قدرة الله وعظمته يا أبى.

الأب:

نعم يا عزيزى، وقدرة الله تتمثل فى ذلك السر الذى وضعه فى خلية كل كائن حى والذى يحفظ حياته ووظائفه، لذلك فإن السر وراء تخصُّص الخلايا فى أداء وظائفها يرجع إلى تحكُّم المادة الوراثية المحمولة فى«جينات» الكائن الحى.

والطاقم الوراثى الموجود داخل الخلية الجنينية الأولية والتى نتجت عن اتحاد المادة الوراثية الموجودة فى المشيج الذكرى مع المادة الوراثية الموجودة فى المشيج الأنثوى، نجده يتميز بقدرته على تكوين جميع أنواع الخلايا الموجودة بأنسجة الجسم المختلفة، والتى تكوِّن تلك الأعضاء المختلفة، فهذا الطاقم الوراثى لهذه الخلية الأولية فى المرحلة الجنينية يستطيع التحكم فى توجيه جميع وظائف الخلايا، لذلك فلو قمنا بتجزئة هذه الخلية الجنينية إلى أجزاء عديدة وزرعنا كل جزء فى رحم مستقل... تُرى ماذا سيحدث ؟

(أحمد يبدو عليه التفكير .. ولكنه يصمت لأنه لم يعرف الإجابة)..

الأب:

حسنًا يا أحمد، سنجد كل جزء قد نما ليعطى جنينًا كاملاً، كما لو زرعت كل الخلية الجنينية داخل الرحم، وهذا يرجع إلى أن كل جزء من هذه الخلية الجنينية يحتوى على ذلك الطاقم الوراثى الذى يحمل كل المعلومات اللازمة لتكوين الخلايا المختلفة فى تخصصاتها.

ونجد أن ذلك الطاقم الوراثى يحمل الجينات الكثيرة والتى يقوم كل جين منها بالتحكم فى أداء وظيفة معينة، لذلك فإن كل خلية ستؤدى وظيفة معينة سوف تحمل الجين المسئول عن تلك الوظيفة، أما باقى الجينات المكوِّنة للطاقم الوراثى الموجود فى هذه الخلية فسوف تتعرَّض لحالة سكون دائم وهو ما يُعرف «بالكُمُون الوراثى» يا أحمد، ولإخراج هذه الجينات من حالة «الكُمُون الوراثى» التى تعرَّضت لها لابد من ظروف معينة لذلك، وهى تتمثل فى إجراء تفريغ غذائى للخلية وهو ما يشبه عملية التجويع الغذائى للخلية وفقدها للغذاء مما يُجبرها على تنشيط كل هذه الجينات الكامنة لكى تجد حلاً لتلك المشكلة التى تواجه الخلية، وهذا ما اعتمد عليه الدكتور «آيان ويلموت» فى تجربته الشهيرة لاستنساخ النعجة «دولّلى».. هل تذكرها يا عزيزى ؟

أحمد:

نعم يا والدى، أتذكَّرها بالتأكيد.

الأب:

فكرة هذه التجربة كانت هى إجبار تلك الخلية الجسمية المأخوذة من ضرع الأم على الارتداد إلى الحالة الجنينية الأولى من خلال إجراء عملية التجويع الغذائى لها، فيستعيد الطاقم الوراثى نشاطه كاملاً وتقوم كل الجينات بوظائفها كما كانت فى الحالة الجنينية الأولى وتنمو لتكوين فرد كامل يشبه الأم تمامًا.

وهكذا ـ كما ترى يا عزيزى ـ فإن الطاقم الوراثى هو المتحكِّم الأساسى فى عملية تخصُّص وتـميُّز الخلايا المختلفة بالكائن الحى، ولكن هذا التحكُّم يعتمد على العديد من «العوامل المساعدة».

أحمد:

وما هى هذه العوامل ؟

الأب:

إنها عوامل عديدة يا أحمد فمنها: الأداء الوظيفى للجين فى الطاقم الوراثى، فأنت تعرف أن كل «جين» مسئول عن صفة معينة، فالجين الذى يُشفِّر لجعل كرات الدم الحمراء تتميز بقدرتها على حمل الأكسجين يختلف عن ذلك الجين الذى يُشفِّر لجعل كرات الدم البيضاء تلتهم الميكروبات التى تغزو الكائن الحى لتدميره، وهذا ما يُعرف «بوظيفة الجين» المحدَّدة له.

ولكى يتمكَّن الجين من إظهار تأثيره فى تخصُّص الخلايا الحية لابد من تحديد موقع كل جين فى الطاقم الوراثى حتى يعمل الجين بكفاءة عالية فى أداء وظيفته التى خُلق من أجلها.

وهذا يتضح بصورة كبيرة فى حالة الصفات التى تحتاج لأكثر من جين حتى تتكوَّن وتظهر، وهذا يحتاج لعمل متكامل وتعاون بين تلك المجموعة من الجينات التى تتحكَّم فى هذه الصفات، ومنْ ثَمَّ فموقع كل جين فى هذه المجموعة لابد أن يكون محدَّداً وثابتًا بحيث لا يتغير؛ وذلك حتى لا يحدث اضطراب فى تكامل هذه المجموعة الجينية مما يعوق عملية ظهور الصفة التخصصية التى تميز الخلية الحية.

وأيضًا من العوامل المؤثرة فى أداء الجين لوظيفته: ما يُعرف «بمستوى الطاقة الجينية» حيث إن لكل جين مستوى من الطاقة تمكّنه من القيام بعمله والتعبير عن نفسه، فإذا حدث خلل فى مستوى هذه الطاقة بحيث قلَّت عن المستوى المحدَّد للجين فلن يستطيع الجين التعبير عن نفسه، ومِنْ ثَمَّ سيحدث خلل فى عمليات التخصُّص التي يوجِّهها الجين، كما أن عدد الجينات المسئولة عن صفة تخصُّصية معينة يؤثر فى ظهور هذه الصفة حيث يتكامل فعل كل هذه الجينات للقيام بالتخصُّص المطلوب، وعند حدوث أى نقص فى عدد هذه الجينات سوف يتوقف عمل هذه الجينات، ولن تظهر صفة التخصُّص المطلوبة.

وأيضًا من تلك العوامل المساعدة للطاقم الوراثى فى التحكُّم فى تخصُّص وتـميُّز الخلايا الحية: ذلك «التفاعل الجينى» داخل الطاقم الوراثى.

أحمد:

«التفاعل الجينى» !

الأب:

لا تندهشْ هكذا يا أحمد، فسوف أشرح لك هذا.. إن وجود الجينات فى توزيع محدَّد لها داخل الطاقم الوراثى لا يعنى الحرية الكاملة لكل جين فى التعبير عن نفسه، بمعنى أن هناك بالتأكيد علاقات تربط بين الجينات وبعضها البعض، وهذه العلاقات تُسمى «التفاعل الجينى».

أحمد:

حسنًا يا والدى.. ولكن ما هى هذه العلاقات ؟

الأب:

العلاقات بين الجينات وبعضها قد تكون «علاقة تكاملية» حيث يدخل كل جين فى تفاعل وراثى مستقل، ويمثل هذا التفاعل الوراثى لهذا الجين جزءًا من التفاعل الوراثى النهائى للجينات الموجودة والتى تُشفِّر لصفة معينة بعد ذلك، بمعنى أن كل تفاعل يكمل التفاعل الآخر حتى تظهر الصفة الوراثية المطلوبة؛ لذلك فماذا تتوقع يا أحمد عند غياب أحد «الجينات» الموجِّهة لتفاعل وراثى جزئى من تفاعل نهائى يُشفِّر لصفة وراثية محدَّدة ؟

أحمد:

لن تكتمل سلسلة التفاعلات الوراثية حيث سيحدث فَقْدٌ لأحد الأعضاء المكوِّنة لها، وهو ذلك التفاعل الناقص، ومِنْ ثَمَّ لا يحدث تكامل بين التفاعلات الوراثية الجزئية وبعضها البعض، ولن تظهر بالتالى «الصفة الوراثية».

الأب:

تمامًا يا أحمد، وهناك علاقة أخرى من تلك العلاقات التى تنشأ بين الجينات وبعضها داخل ذلك الطاقم الوراثى، وهذه العلاقة هى «العلاقة العكسية» وفيها يدخل كل جين فى تفاعل وراثى، وهذا التفاعل يمكّنه من التعبير عن نفسه، ولكن يحدث ما يوقف هذا «التعبير الوراثى»، وهو نوع من التفاعل الوراثى الذى يقوم به جين آخر، وهذا التفاعل يضاد التفاعل

السابق؛ ولذلك يُعرف «بالتفاعل الوراثى المضاد» نتيجة لوجود جين مضاد فى الطاقم الوراثى؛ مما يصيب التفاعل الوراثى الكلىّ بالخلل والاضطراب.. وبالتالى: لن تظهر «الصفة الوراثية».

وهناك علاقة تُعرف «بالعلاقة الحثّية» والمقصود بها يا عزيزى هو حدوث إثارة وتنشيط لجين ما حتى يقوم بوظيفته المحدَّدة له، وهذه الإثارة تحدث من خلال جينات معينة مسئولة عن تنشيط جينات أخرى حتى تبدأ فى التعبير عن نفسها، ومِنْ ثَمَّ تظهر «الصفة الوراثية».

وهكذا يا أحمد، فإن العلاقات الجينية تلعب دورًا مهمًا فى تحكُّم الطاقم الوراثى فى إظهار تخصُّص الخلايا وتميُّزها.

أحمد:

نعم يا أبى، لقد فهمت الآن.. ولكن هل توجد عوامل مساعدة أخرى لذلك الطاقم الوراثى حتى يتحكَّم فى تخصُّص الخلايا ؟

الأب:

نعم يا أحمد، فهناك «المحثَّات اللا نووية».

أحمد:

«المحثَّات اللا نووية» !

الأب:

لا داعى للتعجب يا عزيزى، فأنت ترى أن كل ما سبق من عوامل تساعد فى التحكُّم الوراثى فى عمليات التخصُّص

موجودة داخل النواة، ولم تخرج عن دائرة النواة، لذلك فهى تُعرف «بالعوامل النووية» أو «المحثَّات النووية» ومن خلال الدراسات العديدة التى أجراها العلماء فى الخلية الحية توصَّلوا إلى وجود المادة الوراثية خارج النطاق النووى، حيث توجد المادة الوراثية فى بعض «عضيَّات السيتوبلازم».

أحمد:

وما هى هذه «العضيَّات» يا أبى ؟

الأب:

إنها مثل «الميتوكوندريا» الموجودة فى سيتوبلازم كل أنواع الخلايا الحية، وكذلك فى البلاستيدات الخضراء، والتى توجد فى الخلية النباتية، ومن خلال الدراسات ـ التى قام بها العلماء لفهم الوراثة النووية، والتى نقصد بها تلك المادة الوراثية الموجودة فى شريط الدَّنا الوراثى (DNA) داخل نواة الخلية، والوراثة اللا نووية والتى تتمثل فى وجود مادة وراثية فى عضيَّات السيتوبلازم، أى: خارج النطاق النووى ـ اتضح أن هناك علاقة بين الوراثة النووية والوراثة اللا نووية من خلال وجود محثَّات فى السيتوبلازم تعمل على تنشيط وإثارة الجينات الموجودة فى الطاقم الوراثى داخل النواة للتعبير عن نفسها وإظهار الصفات الوراثية المطلوبة.

لذلك يمكننا تسمية هذه «المحثَّات» الموجودة فى السيتوبلازم وخارج نطاق النواة «بالمحثَّات اللا نووية» وهذه المحثَّات تساعد الجينات الموجودة بالطاقم الوراثى على التعبير عن نفسها وتكوين الصفات الوراثية المطلوبة، ولذلك فإن غياب هذه

المحتَّات اللا نووية سوف يُحدث خللاً فى تعبير هذه الجينات عن نفسها؛ مما يؤدى إلى حجب تلك الصفات الوراثية عن الظهور.

أحمد:

إنه تحكُّم بديع وعمل دقيق جدًا يا والدى.

الأب:

نعم يا عزيزى، فالتخصُّص الخَلَوى يمكّن الكائن الحى من التمتع بصفات عديدة ومختلفة تساعده فى التغلب على الظروف البيئية السيئة التى قد تحيط به، فنجد أن النباتات عند وجودها فى بيئة بها درجات عالية من الملوحة سيؤدى ذلك إلى زيادة الضغط الأسموزى خارج الخلية عن الضغط داخلها، ولذلك فسوف يتجه الماء من داخل الخلية إلى خارجها فيحدث الجفاف للنبات؛ ومِنْ ثَمَّ يموت النبات، ولكن توجد نوعية من النباتات يمكنها مقاومة الملوحة الزائدة بالتربة ويرجع السبب فى ذلك إلى وجود جينات معينة فى الطاقم الوراثى لخلايا هذه النوعية من النباتات والتى تعمل على تكوين العديد من المواد التى تعيد الاتزان الأسموزى للخلية من خلال رفع الضغط الأسموزى داخلها، وبالتالى لا يخرج الماء من داخل الخلية، ولا يحدث جفاف للنبات، وهكذا تتمكَّن من التكيُّف مع البيئة عالية الملوحة من خلال تخصُّص خلاياها فى تكوين تلك المواد التى تحميها من الجفاف.

وقد تم كشف جميع هذه الجينات من خلال أبحاث العلماء واستنساخها وحفظها فى بنوك الجينات ـ والتى سيأتى الحديث

عنها فيما بعد يا أحمد ـ وذلك حتى يتم إدخال هذه الجينات فى الأطقم الوراثية للنباتات العادية والتى لا تستطيع تحمُّل الدرجات العالية من الملوحة؛ وبذلك سوف تتمكَّن من تحمُّل الملوحة الزائدة، ونتمكَّن من زراعة الأنواع التى نحتاجها من النباتات فى تلك البيئة القاسية حتى نستفيد منها أكبر استفادة. وهناك نباتات تستطيع أن تتحمل الجفاف، وهذا شىء عجيب فالماء يمثل أكثر من (٩٠٪) من وزن الخلية الحية وهو أساسى فى حدوث جميع التفاعلات الحيوية داخل الخلية، ومِنْ ثَمَّ فغياب أو نقص الماء سيعطِّل حدوث هذه التفاعلات، وفى حالة استمرار غياب الماء ستتوقف هذه العمليات الحيوية والتى تمكّن النبات من الحياة، ومِنْ ثَمَّ يموت النبات، ولذلك فوجود تلك النوعية من النباتات والتى تستطيع تحمُّل الجفاف وغياب الماء يمثل أمرًا مهمًا، ويرجع ذلك لوجود جينات مسئولة عن إكساب تلك النباتات هذه الصفة الفريدة.

أحمد:

أفهم ذلك يا والدى، ولكنى لا أفهم كيف تقاوم هذه النباتات الجفاف ؟

الأب:

إن الجينات الموجودة فى الطاقم الوراثى لهذه النباتات تمكّنها من التميُّز بصفات عديدة تساعدها على تحمُّل الجفاف وذلك من خلال العديد من التغيُّرات والتحوُّرات فى تركيب ووظائف هذه النباتات، وهى تتمثل فى قدرة هذه النباتات على تخزين الماء فى بعض أجزاء الجسم، مثل الفجوة العصارية، وأيضًا تقليل فقد الماء من خلال الحماية الخارجية للنبات، حيث

تترسَّب مادة تُعرف «باللّجنين» على جُدُر الخلا النباتية والتى تمنع تسرُّب الماء وفقده.

كما تتمتع هذه النباتات بالقدرة العالية على امتصاص الماء من خلال رفع كفاءة الامتصاص «للشعيرات الجذرية» الموجودة بالنبات حيث تمتد بعمق وتنتشر بصورة واسعة مما يسمح بوصول الماء بكمية كبيرة للنبات، كما تستطيع هذه النباتات أن تمتص بخار الماء الموجود فى الهواء المحيط بها من خلال امتداد «شعيرات» ماصَّة له من الأوراق أو الساق الموجودة بالنبات حيث تعمل هذه الشعيرات على امتصاص ما يحيط بها من بخار الماء ونقله فى صورة سائلة إلى أماكن التخزين بالنبات؛ حتى يستطيع تحمُّل الجفاف والتكيُّف مع هذه الظروف البيئية القاسية.

وهكذا كما ترى يا أحمد فإن الجينات تُعَدُّ هى المسئولة عن كل ذلك التحوُّر فى تركيب ووظائف هذه النباتات، مما يكسبها تلك الصفات التخصصية المميزة لها، لذلك فإن تخصُّص الخلايا الحية يمكِّن العديد من الكائنات الحية من التغلُّب على الظروف البيئية القاسية.

أحمد:

إن الخلية الحية ما زالت تحمل العديد من الأسرار، فهى حقًا «كهف الأسرار» !!

الأب:

ونحن - كل يوم - نحاول أن نتعرَّف على الجديد من هذه الأسرار.

أحمد:

شكرًا لك يا والدى على هذا الحديث الممتع.

الأب:

إلى لقاء آخر يا أحمد.

○ ○ ○