الفصل الثالث

الچينات وانقسام الخلايا

obeikandl.com

هذه الخلية الوحيدة لا تعيش وحيدة طوال عمرها . .

بل تنقسم . . وتنقسم ؛ من أجل أن تعطى خلايا عديدة وعديدة . .

ويتحكَّم فى ذلك كله «الچينات» .

obeikandl.com

obeikandl.com

ويلتقى أحمد بوالده . . .

أحمد:

لقد التقيت أمس بأصدقائى فى المكتبة ـ يا والدى ـ وأمضيت معهم وقتًا ممتعًا.

الأب:

حقًا يا أحمد . . إن هذا شىء يسعدنى كثيرًا، ولعلَّك قابلت صديقك «عمر» الذى أتى معك إلى هنا ذات مرة.

أحمد:

لا يا والدى . . أنا لم أقابل عمر فى المكتبة.

الأب:

لماذا يا أحمد ؟

أحمد:

لأنه قد سافر منذ فترة، بعد زيارته لنا، وسوف يرجع بإذن الله قريبًا.

الأب:

حسنًا يا عزيزى، لكن عن أىِّ شىء تحدثت مع أصدقائك فى المكتبة ؟

أحمد:

لقد تحدثت معهم عن الخلية يا أبى، ولقد سعدوا كثيرًا بحديثى معهم وشكرونى على ذلك.

الأب:

إنه عمل طيب يا أحمد، ويدل على نُبْلِ أخلاقك وحبك لأصدقائك، وهذا ليس جديدًا عليك يا عزيزى؛ فأنت دائمًا متطلع للعلم وباحث عن الجديد، ولذلك فأنت لا تبخل - بأى معلومة تعرفها وتفهمها - على أىِّ إنسان يريدها.

أحمد:

شكرًا لك يا والدى الحبيب، ولكنى أطمح إلى أن تزيد معلوماتى عن تلك «الخلية» التى أحبها وأحب كل جديد يتعلق بها.. لقد قرأت الكتاب الذى أعطيتنى إيَّاه، ولكننى أريد أن أعرف المزيد.

الأب:

حسنًا يا أحمد، فسوف أحدثك اليوم عن انقسام الخلية بشىء من الاستفاضة.

أحمد:

وأنا مستعد للاستماع إليك يا والدى العزيز.

الأب:

أنت تعرف أن «الخلية» الحية تنقسم لكى تنمو، وتكبر.. ولكى يحافظ الكائن الحى على استمرار بقائه على سطح الأرض فهو يحتاج أنْ ينمو، وكذلك يتكاثر ليحافظ على نوعه، وهذا يكون من خلال انقسام الخلايا، وذلك عن طريق

نوعين من الانقسامات: أحدهما يخصُّ تلك الخلايا التى تتكوَّن منها غالبية الأنسجة الحية فى جسم الكائن الحى والتى تُعرف «بالخلايا الجسمية»، والنوع الآخر من الانقسامات يخصُّ تلك الخلايا المسئولة عن التكاثر وهى «الأمشاج» المذكَّرة والمؤنَّثة.

والانقسام الخاص بالخلايا الجسمية يُعرف «بالانقسام الميتوزى»، ويتم هذا الانقسام تحت تحكُّم كامل من المادة الوراثية، ولابد للخلية الناتجة عن هذا الانقسام أن تحتوى على نفس المادة الوراثية الموجودة فى الخلية الأم من حيث الكمية والعدد.

فلو تخيَّلنا يا أحمد أن هناك خلية بالنسيج العضلى تريد أن تنقسم ليزيد عددها ويكبر النسيج العضلى لكى تنمو أجسام الكائنات الحية؛ فلابد من تَضَاعُف المادة الوراثية التى بداخل هذه الخلية، ولكى تنقسم هذه الخلية تدخل فى مراحل قبل ذلك الانقسام الميتوزى: أولها مرحلة ما قبل التناسخ، ويتم فيها تجهيز كل الاحتياجات اللازمة لانقسام المادة الوراثية (DNA) الموجودة داخل الخلية العضلية التى تريد الانقسام، وهذه الاحتياجات بهدف إمكانية مضاعفة هذه المادة الوراثية حتى ترث الخلايا الناتجة عن الانقسام نفس المادة الوراثية الموجودة فى الخلية الأصلية.

أحمد:

وما هى هذه الاحتياجات؟

الأب:

هى عبارة عن «الإنزيمات» الضرورية ؛ لتضاعف (DNA) وتكوين «النيوكليوتيدات» الجديدة، ثم تدخل «الخلية» فى مرحلة

أخرى تُعرف «بمرحلة التناسخ»، والتى يحدث بها تضاعف المادة الوراثية، فيقوم كل خيط من شريط «الدَّنا الوراثى» بتكوين الخيط المكمل له؛ ومن ثم يتضاعف «الدَّنا الوراثى»..

وأعتقد أننى قد أشرت إلى هذا الموضوع ـ فى مرة سابقة ـ يا أحمد.. فهل تذكر ذلك ؟

أحمد:

أنا لا أذكر ذلك يا والدى.. فمعذرةً.

الأب:

حسنًا يا عزيزى، سأوضِّح الأمر لك مرة أخرى، فشريط «الدَّنا الوراثى» يلتفُّ حول نفسه التفافات عديدة، ولكى تنفكَّ هذه الالتفافات يحتاج لإنزيم يُعرف «بإنزيم فَكّ الالتفاف».

ثم بعد ذلك لابد من تكسير الروابط الموجودة بين القواعد النيتروجينية التى يحملها ذلك «الشريط الوراثى» وذلك من خلال «إنزيم فَكّ الحَلْزَنَة»، بعدها يصبح شريط «الدَّنا الوراثى» فى صورة خيطين منفصلين عن بعضهما البعض فيقوم كل خيط بإيجاد مكمِّله والذى يشبه الطرف الآخر المنفصل عنه، وذلك من خلال مساعدة إنزيم يُعرف «بإنزيم البَلْمَرَة» حيث يقوم هذا الإنزيم بقراءة القواعد النيتروجينية الموجودة على الخيط الوراثى، ثم يحضر ما يرتبط بهذه القواعد النيتروجينية، فيقوم بتكميل هذه القواعد، ثم الربط بينها بواسطة إنزيم يُعرف «بإنزيم الرَّبْط» لنحصل فى النهاية على شريطين متماثلين من «الدَّنا الوراثى».. هل فهمت يا أحمد ؟

أحمد:

نعم يا والدى. . فهمت.

الأب:

ثم تدخل «الخلية» بعد ذلك فى مرحلة تُعرف «بمرحلة ما بعد التناسخ»، أى: مرحلة ما بعد تضاعف المادة الوراثية، حيث يتم فى هذه المرحلة انقسام الجسمين الموجودين بالقرب من النواة واسمهما «السنتريولان»، ويتجه كل جسم منهما ناحية أحد قطبى الخلية، كما يتم إفراز إنزيم معين يسمى «إنزيم الكيناز الـمُفَسْفَر الهستونى» (Histone - phospho - Kinase).

ثم بعد تلك المراحل السابقة تبدأ «الخلية» بالدخول فى مراحل الانقسام المباشر، وذلك بمساعدة «إنزيم الكيناز المفسفر الهستونى» بالإضافة إلى وجود المادة الوراثية فى صورة مصفَّفة وبكمية كبيرة تجعل الكروموسومات مكثَّفة ومكدَّسة فى صورة تلك الشبكة الكروماتينية التى تكبر وتتكثف.

لذلك فإن الكروموسومات تقلِّل من تكدسها بالخلية عن طريق ظهورها فى صورة خيوط كروموسومية يمكن عَدُّها، وتكون منفصلة عن بعضها وواضحة المعالم، وهذه المرحلة تُعرف «بالمرحلة التمهيدية من الانقسام المباشر»، والتى تليها مرحلة أخرى تُعرف بمرحلة «الاصطفاف الكروموسومى الخَلَوى».

أحمد:

الاصطفاف الكروموسومى الخَلَوى !

الأب:

نعم يا أحمد، ففى هذه المرحلة تقوم الكروموسومات المنفصلة

بالاصطفاف فى وسط الخلية فى صورة خط واحد، يكون على طول المستوى المنصِّف للخلية، وهذا من خلال مجموعة من الخيوط تمسك بهذه الكروموسومات، وهى «الخيوط المغزلية» والتى تعرفها يا أحمد.

أحمد:

نعم، يا والدى.. فهى خيوط تشبه (الأَسْتِك) تمتدُّ من السنتريولين.

الأب:

تمامًا يا أحمد.. ويدخل فى تركيب هذه الخيوط أيونات عنصر الكالسيوم (ca^{++}).

ثم تدخل «الخلية» فى مرحلة ثالثة من الانقسام المباشر وهى مرحلة (انقسام الكروموسومات إلى نصفين) من خلال انقسام النقطة الموصِّلة بين كل كروماتيدين وهى «السنترومير».

ثم تقوم خيوط المغزل بشدِّ هذه «الكروماتيدات» عن بعضها البعض فى اتجاه أحد قطبى الخلية، ويقوم كل «كروماتيد» بنَسْخ نفسه ليكوِّن كروموسومًا جديدًا مثل ذلك «الكروموسوم» الذى نشأ منه، وهذه المرحلة تُعرف «بالمرحلة الانفصالية من الانقسام المباشر».

وعند استقرار هذه الكروموسومات عند قُطْب الخلية يتكوَّن لها «غِشَاء نَوَوِى» وتختفى خيوط المغزل تمامًا.

ونلاحظ ـ يا أحمد ـ أن كل ما سبق من مراحل فى الانقسام المباشر كانت على مستوى «النواة» وخاصة بكل محتويات النواة؛ لذلك يُعرف هذا الجزء من الانقسام المباشر «بالانقسام

النَّوَوى»، ويأتى بعده جزء آخر من الانقسام يُعرف «بالانقسام الخَلَوى» والذى يحدث على مستوى المكوِّنات الأخرى فى الخلية حيث يتكوَّن اختناق فى جدار الخلية والمحيط بها من الخارج والذى يزداد شيئًا فشيئًا حتى يفصل الخلية إلى خليتين جديدتين بكل منهما نفس الكمية من العضيَّات السيتوبلازمية بالإضافة إلى المادة الوراثية.

أحمد:

وهل يحدث ذلك الانقسام بنفس الصورة فى كل الكائنات الحية ؟

الأب:

تقريبًا يا أحمد، ولكننا نجد أن «الانقسام الخَلَوى» من ذلك الانقسام المباشر قد يختلف شيئًا ما فى الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية، فنجد ذلك الانقسام يحدث فى الخلية النباتية من خلال تكوين «صفيحة خلوية» فى وسط الخلية تعمل على فصل الخلية إلى خليتين، أما فى الخلية الحيوانية فهو يحدث من خلال ذلك «الاختناق الخَلَوى» الذى تحدثنا عنه يا أحمد.

وهكذا ترى يا عزيزى أن «الانقسام المباشر» الذى تقوم به «الخلية العضلية» مثلاً لكى تزيد فى العدد وتنمو، يتم تحت سيطرة كاملة من «الطاقم الوراثى» ومن «الجينات» الموجودة فى الخلية، فنجد أن المادة الوراثية هى المسئولة عن تضاعف نفسها منذ بداية مراحل ذلك الانقسام المباشر، ويتم ذلك بناءً على وجود بعض «الجينات» المتخصِّصة فى انقسام المادة الوراثية بنفسها، ولولا وجود هذه «الجينات» لا تحدث عملية النسخ

ومضاعفة المادة الوراثية، كما أن الخلية لا تدخل فى مراحل «الانقسام المباشر» إلا من خلال تحفيز ذلك الإنزيم المعروف «بالكيناز المفسفر الهستونى»، وهذا الإنزيم يتكوَّن نتيجة لتوجيه من المادة الوراثية وبتحكُّم من بعض «الجينات»، كما تتحكَّم الجينات فى عملية انفصال «الكروموسومات» وتكوين الغشاء النووى الجديد الذى سيحيط بها، كما أن الانقسام الخَلَوى يتم تحت سيطرة وتحكُّم العديد من «الجينات».

أحمد:

يا لَهُ من تحكُّم رائع ونظام بديع يا والدى !!

الأب:

نعم يا أحمد.. وهو يتم فى صورة دقيقة وبنظام رائع، والآن سأحدثك عن النوع الآخر من الانقسامات التى تحدث بخلية الكائن الحى، وخاصة «الخلايا الجنسية»، والتى تتخصَّص فى إنتاج «الأمشاج التناسلية».

وأنت تعلم يا أحمد أن هذه الخلايا تختلف فى مادتها الوراثية عن الخلايا الجسمية الأخرى، فهى تتميز بوجود نصف كمية المادة الوراثية الموجودة فى الخلية الجسمية، حيث يتم التقاء المشيج المذكر والمشيج المؤنث فى عملية الإخصاب، فتجتمع ـ بذلك ـ كل المادة الوراثية فى صورتها الموجودة فى الخلية الجسمية.

ويتم إنتاج تلك «الأمشاج التناسلية» من خلال عمليات الانقسام غير المباشر لبعض الخلايا المولِّدة لهذه الأمشاج، والانقسام غير المباشر يمر بمرحلتين: إحداهما وهى المرحلة الأولى يا أحمد

والتى يحدث فيها دخول الخلية المولدة للأمشاج فى طور مضاعفة للمادة الوراثية الموجودة فيها، ومِنْ ثَمَّ تتكثَّف «الكروموسومات» ولذلك تنفكُّ حَلْزَنَة هذه «الكروموسومات» لتصبح فى صورة خيوط منفردة يمكن عَدُّها بسهولة.

وهذا ما سبق أن عرفته - يا عزيزى الصغير - فى إحدى مراحل الانقسام المباشر الذى يحدث بالخلايا الجسمية، ولكنْ يحدث هنا شىء آخر وهو أن «الكروموسومات» يحدث لكل زوج منها تزاوج معين على طول «الكروموسوم» من خلال «جهاز الاقتران».

أحمد:

وما هو «جهاز الاقتران» يا والدى ؟

الأب:

هو صورة من التزاوج بين زوج «الكروموسوم» حيث إن «الكروموسوم» يتكوَّن من خيطين من «الكروماتيد» يتصلان ببعضهما عن طريق نقطة «السنترومير» فإذا حدث أن ارتبط كروموسومان معًا سيكون عندنا أربعة خيوط من «الكروماتيد».

ثم يختفى بعد ذلك جهاز الاقتران وتتحرك مناطق التصالب للأطراف الكروموسومية، وبالتالى يقل عددها، وبزيادة ذلك التحرك لتلك المناطق المتصالبة سيحدث تشتُّت للكروموسومات الثنائية.

وتتكوَّن بعد ذلك خيوط المغزل المعروفة، حيث تعمل على ترتيب «الكروموسومات» فى وسط الخلية، ثم يحدث بعد ذلك انفصال هذه «الكروموسومات» تجاه أحد قطبى الخلية من

خلال شد خيوط المغزل، وتُحاط بعد ذلك كل مجموعة كروموسومية بغشاء نووى، ثم يَعْقُبُ ذلك «الانقسام النووى» انقسام آخر. . فهل تذكره يا أحمد ؟

أحمد:

تقصد يا والدى «الانقسام الخَلَوى» ؟

الأب:

تمامًا يا عزيزى، وذلك لكى تنقسم الخلية إلى خليتين جديدتين بكل منهما نفس المادة الوراثية للخلية الأصلية، بالإضافة إلى نفس العضيَّات السيتوبلازمية.

ثم تدخل الخلية الجديدة الناتجة عن الانقسام السابق فى المرحلة الثانية من الانقسام غير المباشر، وهذه المرحلة يكون الهدف منها يا أحمد هو تنصيف كمية المادة الوراثية لكى تحمل الخلايا التناسلية نصف العدد الذى تحمله الخلايا الجسمية من المادة الوراثية، ولذلك تمر الخلية أولاً بمرحلة تمهيدية والتى يحدث فيها فَكّ للكروموسومات المتكدِّسة داخل النواة، ثم يحدث اصطفاف لهذه الكروموسومات فى صورة منفردة وليست زوجية.

ثم تبدأ عملية الفصل لهذه الكروموسومات من خلال قوى الشد الناتجة عن خيوط المغزل ناحية أحد قطبى الخلية، ثم يتم فى نهاية هذه المرحلة إحاطة كل مجموعة كروموسومية بغشاء نووى ليحدث بذلك «الانقسام النووى» ثم يليه «الانقسام الخلوى» المعروف لنحصل على أربع خلايا مشيجية تحتوى كل واحدة منها على نصف كمية المادة الوراثية الموجودة فى الخلية الجسمية.

وبالتأكيد تحدث كل هذه المراحل من الانقسام غير المباشر تحت تحكُّم وراثى تام حيث تتحكَّم جينات معينة فى توجيه المادة الوراثية للتضاعف، ثم حدوث التزاوج وتكوين جهاز الاقتران إلى آخر مراحل هذا الانقسام، كما أن دورة «الانقسام الخَلَوى» تختلف من خلية لأخرى، حيث إن لكل طاقم وراثى زمنًا يختلف عن الآخر فى «الانقسام الخَلَوى»؛ لذلك فلن تسير الخلايا كلها بنفس معدل «الانقسام الخَلَوى» فى كل الكائنات الحية.

ويحاول العلماء الاستفادة من دراسة الأطقم الوراثية الموجِّهة للانقسام الخَلَوى وذلك من خلال استنساخ جيناتها، ثم تطعيمها داخل جينوم الخلايا التى بدأت أطقمها الوراثية تقل كفاءتها أو قاربت على الدخول فى أطوار الشيخوخة والكِبَر، وبذلك يمكن الحفاظ على حيوية الخلية ومنع دخولها فى طور الشيخوخة.

أحمد:

وما هى «الشيخوخة» يا والدى ؟

الأب:

تحدث الشيخوخة ـ يا أحمد ـ فى الخلايا بسبب تَراكُم العديد من الأجسام التالفة بالخلية، مما يؤدى إلى التأثير فى تكوين الجزيئات البيولوجية بالخلية، وبخاصة الأطقم الوراثية؛ مما يؤدى إلى نقص فى المعدل الانقسامى لهذه الخلية، وهذا يسرع من تقدم الخلية فى العمر وكبرها ودخولها فى الشيخوخة والعجز، ويمكن تأخير هذه المرحلة النهائية لحياة الخلية وذلك

من خلال إدخال طاقم وراثى جديد محل الطاقم الوراثى الأصلى للخلية، يعمل على انقسامها بصورة طبيعية؛ حتى لا تعجز وتتوقف عن الانقسام، أو من الممكن إدخال منشِّطات جينية تم استنساخها، وهى تعمل على تنشيط الأطقم الوراثية المتكاسلة حتى تنتظم دورة «الانقسام الخَلَوى» مرة أخرى.

كما أنه من الممكن أن نُجبر «الخلية العَصَبِيَّة» على الانقسام حيث إنه من المعروف أن كل خلايا الجسم تدخل فى دورات انقسام ما عدا الخلايا العصبية.

أحمد:

لماذا ؟

الأب:

ذلك لعدم وجود «الطاقم الوراثى» الموجِّه لتلك العملية الانقسامية، ربما لنقص فى الجينات المسئولة عن ذلك، أو نتيجة لوجود جينات أخرى مضادة تعمل على منع الطاقم الوراثى من التعبير عن نفسه.

ويمكن من خلال علاج الطاقم الوراثى لهذه الخلايا أن تدخل فى الانقسام كباقى الخلايا الجسمية، وذلك إما عن طريق استنساخ «الجينات» المسئولة عن الانقسام الخَلَوى وإدخالها فى «جينوم» الخلايا العصبية، أو إزالة الجينات المثبِّطة لعمل الطاقم الوراثى المسئول عن انقسام الخلايا العصبية.

ويفكر العلماء فى الاستفادة من تقنية الانقسام الخَلَوى فى إنتاج ثمار كبيرة الحجم، أو نباتات ذات أطوال مديدة، وذلك من خلال الانقسام الخَلَوى المتكرر، ليزيد طول بعض النباتات، أو

إحداث تثبيط فى الانقسام الموجَّه للطول وتنشيطه فى الاتجاه العرضى مما يتيح لنا إنتاج نباتات ذات أطوال قصيرة مع الزيادة فى حجمها، وهذا سيكون مجدياً فى نباتات الفاكهة، حيث إن قِصَر هذه النباتات سيمكّننا بسهولة من قطف ثمارها.

والعلم كل يوم فيه جديد يا أحمد، والعلماء يحاولون تطبيق كل التقنيات الجديدة من أجل خير وسعادة البشرية.

أحمد:

لقد سعدتُ كثيرًا بالحوار معك اليوم يا والدى.. فشكرًا لك.

الأب:

إلى اللقاء ـ فى مرة أخرى ـ يا أحمد.

○ ○ ○

obeikandl.com