## الفصل الخامس

# الحيوانات والنبات

obeikandl.com

obeikandl.com

كلنا يرى النباتات القائمة فى الحقول ، والتى تسعدنا بخضرتها الجميلة وأزهارها البديعة .

لكن مَنْ مِنَّا سأل نفسه عن السر وراء هذا التكوين النباتى البديع ؟ . .

ـ إنها «الجينات» .

obeikandl.com

هذا الأسبوع لم يكن أسبوعًا عاديًا فى حياة أحمد، فلقد وعده والده بنزهة إلى إحدى الحدائق بشرط حصوله على المركز الأول فى امتحان هذا الأسبوع، وبالفعل حصل أحمد على المركز الأول نتيجة لاجتهاده فى المذاكرة وحرصه على العلم، وذهب إلى والده وهو فى قمة سعادته ليبشره بخبر نجاحه وحصوله على هذا المركز المتقدم بين زملائه، ففرح والده كثيرًا وأكد أنه على وعده معه باصطحابه إلى الحديقة للنزهة واللعب يوم الجمعة، إن شاء الله.

وفى يوم الجمعة، وبعد صلاة الجمعة، استعد أحمد للذهاب مع والده إلى الحديقة، وهو فى غاية السعادة، ووصل أحمد مع والده إلى الحديقة ودخلا إليها، وبدأ أحمد ينظر فى سعادة إلى تلك الأشجار العالية والطيور التى تقف عليها وتغرِّد بأصوات جميلة، وإلى الحشائش الجميلة التى تكسو أرض الحديقة، وتحيط بتلك المجموعة المختلفة الأشكال والأحجام من الأزهار البديعة، واقترب أحمد من إحدى هذه الأزهار ليشمَّها، ثم قال: يا لها من زهرة ذات رائحة ذكية وعطر جميل يا أبى !!

**الأب (يقترب ليشمَّها هو الآخر) ويقول:**

حقًا، إنها رائحة طيبة يا أحمد..

*وجلس أحمد على الحشائش بجوار والده وأخذ ينظر فى تأمل لما حوله من أزهار ونباتات مختلفة.*

**الأب:**

أظنك تفكر فيما أفكر فيه يا أحمد.. فيما تتركَّب منه هذه الأزهار الجميلة.

**أحمد:**

بالفعل يا والدى، هذا ما يدور بذهنى، فأنا أرى هذه الأزهار الجميلة تحيط بها مجموعة من الأوراق الخضراء ويحملها ذلك العود الأخضر المغروس فى التربة.

**الأب:**

صحيح يا أحمد، فالنبات يتكون من ساق.. ذلك الذى تراه مثل العود الأخضر المغروس فى الأرض، وهو الذى يحمل تلك الأوراق الخضراء بأشكالها المختلفة، وأخيرًا الزهرة التى تختلف من نبات لآخر، ولننظرْ معًا إلى هذه الزهرة الصفراء اللون.. تُرى ممَّ تتكون يا أحمد ؟

**أحمد:**

إنى أرى مجموعة من الأوراق الخضراء الصغيرة تحيط بتلك الأوراق الصفراء التى تشكِّل الزهرة الصفراء.

**الأب:**

فعلاً يا أحمد، فالزهرة محاطة بهذه الأوراق الصغيرة الخضراء اللون، والتى يُعرف كل منها «بالسَّبَلَة» فيكون اسم هذه الأوراق «السَّبَلات» ويُعرف هذا التجمع لهذه السَّبَلات «بالكأس»،والكأس له وظيفة مهمة ألا وهى حماية الأجزاء الداخلية للزهرة من عوامل الجفاف والأمطار والرياح... إلخ.

ثم نجد هذه الأوراق الزهرية الصفراء اللون وهى ما تُعرف «بالتُّويج»، وكل ورقة تُسمَّى «البَتْلَة» وهى التى تحيط بالأجزاء الجنسية للزهرة..

**أحمد:**

أجزاء جنسية !

**الأب:**

نعم يا أحمد، فهناك أجزاء جنسية بالزهرة لكى يحدث التكاثر وتتكون الثمرة التى نأكلها ونستمتع بطعمها الحلو اللذيذ، وهذه الأجزاء الجنسية هى عضو التذكير والمعروف باسم «الطَّلْع» وهو الذى يقوم بإنتاج تلك الأمشاج المذكرة، أما عضو التأنيث فهو الذى يُعرف «بالـمَتَاع» ويقوم بإنتاج «.....»

**أحمد:**

يقوم بإنتاج «الأمشاج المؤنثة».

**الأب:**

تمامًا يا أحمد، ولكن هل تعتقد أن الطلع والمتاع يوجدان فى كل الأزهار، أم أن هناك أزهارًا تحتوى على الطلع والمتاع معًا، وتوجد أزهار أخرى تحتوى على الطلع فقط، أو المتاع فقط ؟

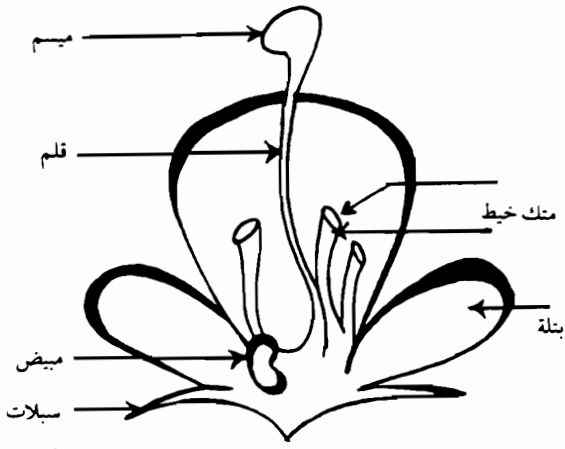
**(أحمد يبدو عليه التفكير)..**

**الأب:**

حسنًا يا صغيرى، فهناك أنواع من النباتات تكون أزهارها حاملة للمتاع والطلع معًا، وتُعرف «بالأزهار الخُنْثَى»، والبعض الآخر من الأزهار تكون حاملة للمتاع فقط، والبعض الآخر تكون حاملة للطلع فقط.

ولكن هيا بنا نتعرَّف معًا على تركيب ذلك «الطلع»، فنجده يتكون من أوراق متعددة تُعرف «بالأَسْدِية»، وكل ورقة من الأسدية مكوَّنة من خيط رفيع يحمل على قمته أربعة أكياس صغيرة تحتوى على «حبوب اللقاح» التى تُعرف «بالأمشاج المذكرة»، وهذه الأكياس الأربعة من حبوب اللقاح تُسمَّى «الـمُتُك».

أما لو نظرنا إلى تركيب «الـمَتَاع» فنجده يتكوَّن من قاعدة منتفخة تسمى «المِبْيَض»، ويحتوى المبيض على الأمشاج المؤنثة (البويضات)، ويمتد من المبيض عنق رفيع يسمى «القلم» والذى ينتهى بقرص لزج يُعرف «بالـمَيْسِم» ولكن هذه اللزوجة فى ذلك القرص موجودة لحكمة، وهى أن تلتصق بها «حبوب اللقاح» عند التكاثر.




ولكن مِمَّ تتكوَّن هذه الأوراق الموجودة بذلك النبات؟

إنها ـ بلا شك ـ تتكوَّن من مجموعة متراصَّة فى صفوف من الخلايا، وهذه الخلايا تُعرف هنا «بالخلايا النباتية»..

نعم ـ يا أحمد ـ إنها خلايا مثل تلك الخلايا التى سبق وأن تحدثت معك عنها.. أليس هذا ما يدور بذهنك؟

**أحمد:**

بلى، يا والدى.. ولكن ما الفرق ـ إذن؟..

أم أن كلاهما واحد؟

**الأب:**

للإجابة عن سؤالك هذا علينا القيام برحلة فى خيالنا إلى تلك الخلية النباتية لنتعرف على تكويناتها وهل يوجد اختلاف بينها وبين الخلية الجسمية للإنسان أم لا يوجد؟..

فأول ما يقابلنا هو ذلك «الجدار» الذى يحيط بتلك المكوِّنات الخَلَوية وهو ما يقوم بحماية هذه المكوِّنات، ويُعرف «بالجدار الخَلَوى» ويليه الغشاء البلازمى، ثم نجد ذلك السائل الذى يشبه

البحر الذى تسبح فيه مكوِّنات عديدة ومختلفة وهو «السائل السيتوبلازمى»، وهذه الأجسام التى تسبح فيه مختلفة، فهناك تلك الأجسام التى تختلف فى الحجم والشكل وهى تُعرف «بالأشكال السبحية» أو «الميتوكوندريا» وهى مكوَّنة من غشاءين كما تعلم يا أحمد، أحدهما ناعم وهو الغشاء الخارجى، أما الغشاء الداخلى ففيه التواءات تُعرف «بالأعراف».

والميتوكوندريا هى المصنع المنتج للطاقة فى الخلية النباتية أيضًا يا أحمد.. ونجد أيضًا تلك الأجسام التى تنتهى بانتفاخات تُعرف «بالحويصلات»، وهى «أجسام جولجى».. وكذلك تلك الشبكة المترامية الأطراف فى جميع السيتوبلازم، والتى سبق وأن تكلَّمت معك عنها يا أحمد فى الخلية الجسمية والتى تُعَدُّ مراكز لبناء البروتين لما تحمله من حُبيبات «الريبوسوم»، فهل تذكرتها الآن يا أحمد؟

**أحمد:**

نعم، إنها «الشبكة الإندوبلازمية».

**الأب:**

عظيم يا أحمد، وبالمثل أيضًا نجد هذين الجسمين الصغيرين ذوى اللون الداكن، وهما «السنتريولان»، وهما مسئولان عن تكوين خيوط المغزل مما يساعد على انقسام الخلية، وتوجد أيضًا «الليسوسومات» والتى تقوم بتحليل جزيئات الخلية وتهضمها مثل البروتين ومركَّبات الفوسفات، ولكن يوجد

جسم غريب لم نره من قبل فى الخلية الجسمية. . . هل تعلم ما هو يا أحمد ؟. . إنه «البلاستيدة الخضراء».

**أحمد:**

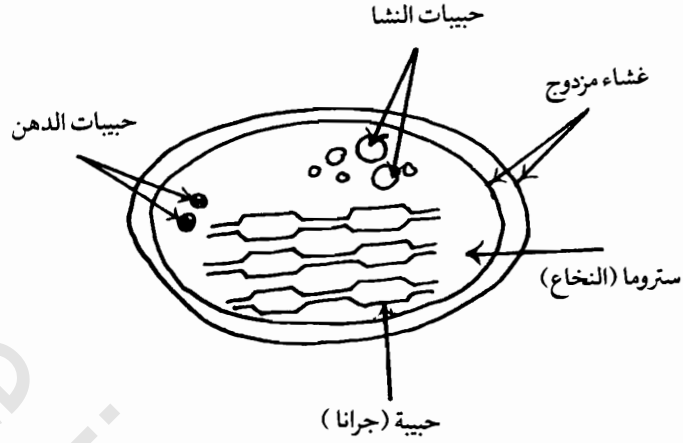
«البلاستيدة الخضراء» !. .

**الأب:**

نعم يا عزيزى، فهى من ضمن تلك المكوِّنات التى تميِّز الخلية النباتية عن الخلية الجسمية فى الإنسان، ولكن مِمَّ تتكوَّن هذه «البلاستيدة الخضراء» ؟

إنها تتكوَّن من غشاء مزدوج، يحتوى بداخله على مادة من «البروتين» عديمة اللون تُسمَّى «الستروما» أو «النخاع» والذى تنتشر به حُبيبات صغيرة تشبه الأقراص تُسمَّى «الجرانا»، والتى تنتظم معًا فى شكل عقود ممتدة داخل جسم البلاستيدة، وتتركَّب «الحُبيبة» الواحدة من ١٥ قرصًا أو أكثر متراصَّة بعضها فوق بعض، وهذه الأقراص تحمل الأصباغ (المادة الخضراء) التى تمتص الضوء وتُعرف «بالكلوروفيل» الذى يلعب دورًا مهمًا فى عملية البناء الضوئى. . وسوف أحدثك فيما بعد عن هذه العملية الحيوية.

ويوجد أيضًا حُبيبات صغيرة الحجم وبأعداد كبيرة فى ذلك النخاع وهى «حُبيبات النشا» بالإضافة إلى «حُبيبات الدهن» ولننظرْ معًا إلى هذا الشكل التوضيحى لتلك البلاستيدة الخضراء:




ولكن ألا ترى معى ذلك الجسم الصغير، الذى يُحاط من الخارج بذلك الغشاء المزدوج، والذى يكون الجانب الخارجى منه أملس والجانب الداخلى خشناً ويحمل حُبيبات الريبوسوم؟

**أحمد:**

إنها «النواة» فيما أظن يا أبى.

**الأب:**

بالفعل يا أحمد إنها «النواة» والتى كِدْنَا أن ننساها، وهى أخطر مكوِّنات الخلية كما تعلم، فهى مركز السيطرة على جميع العمليات الحيوية داخل الخلية، فهى الإدارة العليا التى تتخذ جميع القرارات التى تحكم عمل الخلية، وذلك لأنها تحمل تلك الشبكة الملتفَّة حول نفسها والمعروفة باسم «.....»

**أحمد:**

«الكروماتين».. والتى تُشبه كرة الصوف.

**الأب (يبتسم ويكمل حديثه):**

وهذه الشبكة عندما تنفكّ ستعطى خيوطًا منفردة تُعرف «بالكروموسومات» والتى تحمل الجينات التى تحمل ذلك «الدَّنا الوراثى» والذى ترجع تسميته بهذا الاسم إلى المصطلح الإنجليزى (DNA)، وكما تعلمت يا أحمد فإن «الجين» هو الوحدة الوراثية المسئولة عن حمل المعلومات الوراثية عبر الأجيال المختلفة فى الإنسان، وهو نفسه المسئول عن حفظ هذه المعلومات الوراثية فى النبات بما يحمله من الشريط الوراثى (DNA)،ولكن هل تذكر شكل هذا الدَّنا الوراثى يا أحمد ؟

**أحمد:**

نعم يا والدى، إنه ذلك الشريط المزدوج الذى يُشبه السُّلَّم، بحيث يكون هيكل هذا السُّلَّم أو جانباه هما جزيئات من السكر والفوسفات، ودرجات هذا السُّلَّم هى القواعد النيتروجينية والتى تُعرف «بالأدنين، والجوانين، والثايمين، والسيتوزين»، والتى ترتبط معًا بروابط هيدروجينية ثنائية (بين الأدنين والثايمين) وروابط هيدروجينية ثلاثية (بين الجوانين والسيتوزين).

**الأب:**

صحيح يا أحمد، فأنت ولد ذكى وماهر حقًا.. ولكى تنقسم الخلية النباتية لتعطى خليتين جديدتين تشبهان الخلية الأم لابد أن تتضاعف تلك المادة الوراثية (الدَّنا الوراثى) حتى تنقسم مع الخلية، وهذا يتم من خلال التعاون بين مجموعة من الإنزيمات ـ والتى سبق أن شرحت لك كيفية عملها.

ولكن لكى تقوم الخلية بالعمليات الحيوية المختلفة، ولكى

تستطيع النمو والتكاثر تحتاج إلى طاقة ـ والتى تمثل الوقود بالنسبة للسيارة ـ فأنت مثلاً يا أحمد لكى تستطيع الذهاب إلى المدرسة والتركيز فى الدروس تحتاج إلى طاقة تتمثل فى الغذاء الذى تتناوله فى الإفطار، كذلك النبات يحتاج إلى طاقة ليقوم بوظائفه.. ولكن من أين يأتى النبات بهذه الطاقة ؟

**أحمد:**

من الغذاء يا والدى.

**الأب:**

حسنًا يا أحمد، ولكن هل تعتقد أن النبات يتناول مثلنا طعام الإفطار أو الغداء أو العشاء، الذى تقوم والدتك بطهيه لنا فى منزلنا ؟.

**أحمد:**

لا أعتقد ذلك يا والدى، ولكن كيف يتغذى ـ إذن ـ هذا النبات ؟

**الأب:**

إنه يتغذى تغذية تختلف عن طريقتنا، فهو يصنع الغذاء بنفسه حيث إن هذا النبات الأخضر يستطيع بناء الغذاء ذى الطاقة العالية داخل خلاياه، وهذا الغذاء يتمثل فى تلك المواد المعقَّدة مثل الكربوهيدرات والبروتينات، والتى يبنيها من مواد أولية بسيطة منخفضة الطاقة، وهى ثانى أكسيد الكربون ($CO_2$) والماء والأملاح المعدنية ـ فى وجود الطاقة الضوئية ـ لإتمام تلك التفاعلات الكيميائية بين هذه المواد، ولهذا تُعرف هذه الطريقة فى التغذية «بالتغذية الذاتية».

أما تلك الطريقة التى تحصل بها الكائنات على غذائها من أجسام الكائنات الأخرى فى صورة مركَّبات غذائية عالية الطاقة من النباتات الخضراء أو من الحيوانات التى سبق أن تغذَّت على نباتات أيضًا، فهذه الطريقة تُعرف «بالتغذية غير الذاتية» أى: التى لا يعتمد فيها الكائن على نفسه فى تصنيع المواد عالية الطاقة من تلك المواد الأولية منخفضة الطاقة، بل يتناول هذه الطاقة العالية فى صورة جاهزة غير مُتعبة.

ولكى يقوم هذا النبات بالحصول على طاقته يدخل فى عملية حيوية تُعرف «بالبناء الضوئى»، وكلمة «بناء» أى: تكوين مركَّبات غذائية عالية الطاقة من مواد بسيطة أولية منخفضة الطاقة، وكلمة «ضوئى» تعنى: استخدام ضوء الشمس لإتمام هذا البناء.

ولكن السؤال الآن: كيف يحصل النبات الأخضر على هذه المواد الأولية البسيطة والتى تتمثل فى الماء وثانى أكسيد الكربون والأملاح المعدنية... هل يشتريها من البائع ؟

**أحمد (يضحك، ويتمتم):**

البائع.. أىُّ بائع هذا..!!

**الأب:**

أتضحك يا أحمد !.. نعم هناك من يعطى هذه المواد للنبات، وهى البيئة التى تحيط به وبكل كائن حى، فالتربة تمدُّه بالماء والأملاح المعدنية، وذلك عن طريق عملية «الامتصاص» التى يقوم بها «الجذر» الموجود تحت سطح التربة، وذلك بطرق معينة ومنها خاصيَّة «التشرُّب»، وهى تُشبه ما يحدث عند غَمْر

قطعة من الخشب الجاف فى الماء فإنها تتشرَّب الماء بعد فترة، ويسير التشرب إلى الجزء غير المغمور بالماء، وبالمثل يتم انتقال الماء إلى النبات من التربة.

أما عن الأملاح المعدنية والتى توجد أيضًا فى التربة، ولكنها توجد فى صورة «أيونات موجبة»، وهى جزيئات لبعض الأنواع من الأملاح مثل ($K^+$) وهو البوتاسيوم، و($Ca^{++}$) وهو الكالسيوم، وهما يحملان شحنات موجبة؛ لذلك يُعرفان «بالأيونات الموجبة»، وهناك أيضاً «أيونات سالبة» أى: جزيئات تحمل شحنات سالبة مثل ($CL^-$) الكلور، و($SO_4^-$) الكبريتات.

وتدخل هذه الأيونات الموجبة والسالبة إلى الخلايا حسب حاجة النبات لها وذلك حسب التركيز، فالأيونات تنتقل من محلول التربة حيث تركيزها منخفض إلى داخل الخلايا حيث التركيز مرتفع، وهذا يحتاج إلى طاقة لإجبار هذه الأيونات على الانتشار بهذه الطريقة التى تكون ضد التركيز، حيث من الطبيعى أن ينتقل أى شىء من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل.

ولذلك يحتاج النبات إلى طاقة لتُجبر تلك الأملاح المتأيِّنة، (أى: التى فى صورة أيونات سالبة وموجبة) على ذلك الانتشار ضد التركيز، وهذه الطاقة تنتج عن تنفس الخلايا، حيث يقوم النبات أثناء التنفس بإنتاج طاقة من تلك التفاعلات التى تحدث فى التنفس الهوائى، وهى طاقة تسبب ذلك الانتقال لهذه الأملاح اللازمة لحدوث كثير من العمليات الحيوية داخل النبات وأهمها «البناء الضوئى».

أما ثانى أكسيد الكربون فهو موجود فى الهواء الذى يحيط بالنبات.

والآن جاء الدور لنعرف معًا يا أحمد: أين تحدث عملية البناء الضوئى، والتى سبق أن تعرَّفت على المواد الأولية اللازمة لحدوثها؟.. فعملية البناء الضوئى تحتاج لصبغة معينة تقوم بامتصاص ضوء الشمس وتحويله إلى طاقة كيميائية، وهذه الصبغة هى «الكلوروفيل».. والتى سبق أن ذكرتها لك فى تركيب «البلاستيدة الخضراء».

إذن: عملية البناء الضوئى تحتاج لتلك البلاستيدات الخضراء الموجودة فى أوراق النبات، لذا فإنها تحدث بالأوراق الخضراء فى النباتات.

**أحمد:**

وكيف تتم هذه العملية الحيوية ؟

**الأب:**

إنها عملية معقَّدة يا أحمد ويلزمها مواد خام لكى تنتج لنا المواد مرتفعة الطاقة، وهذه المواد الأولية ـ كما أشرت لك من قبل ـ هى «الماء» و«ثانى أكسيد الكربون»، وهما أهم مادتين تدخلان فى عملية البناء الضوئى حيث إن الماء يتكون من ذرتين من عنصر الهيدروجين، وذرة من عنصر الأكسجين ($H_2o$).

لذلك فالماء يعدّ المصدر الوحيد لتلك النباتات الخضراء لتحصل منه على الهيدروجين (H) اللازم لاختزال ثانى أكسيد الكربون ($Co_2$).

أى أن الهيدروجين يرتبط بالأكسجين الموجود مع الكربون فى ثانى أكسيد الكربون لينفصل الكربون ويتكون الماء، وثانى أكسيد الكربون هو الصورة الوحيدة التى يمكن للنبات أن يحصل منها على الكربون.

وهناك مواد أخرى ـ كما سبق وذكرت لك ـ تقوم بالتعاون مع الماء وثانى أكسيد الكربون ليتم تفاعل البناء الضوئى، وهى «الأملاح المعدنية» مثل: النترات، والفوسفات، والكبريتات، والتى تعدّ مسئولة عن تحويل الكربوهيدرات إلى بروتينات، كما أن الفوسفور يعدّ عنصرًا مهمًا فى تكوين مركّبات تعمل على نقل الطاقة أثناء عملية البناء الضوئى، وتُعرف «بالمركّبات الناقلة للطاقة».

أما «المغنسيوم» فهو يدخل فى تركيب تلك الصبغة الموجودة فى البلاستيدات الخضراء وهى «الكلوروفيل» فهو جزىء معقّد التركيب، ويحتوى على ذرة مغنسيوم من ضمن تركيبه الأساسى، لذا فالمغنسيوم ضرورى لبناء الكلوروفيل.

وهناك عنصر أخير وهو «الحديد» المسئول عن تكوين بعض من الإنزيمات التى تساعد فى إتمام عملية البناء الضوئى. وضوء الشمس هو المصدر للطاقة الضوئية، فعند سقوط هذا الضوء على أوراق النبات والتى تحمل تلك البلاستيدات الخضراء، يمتص «الكلوروفيل» هذا الضوء ويقوم بتخزين هذه الطاقة الحركية إلى طاقة وضع كيميائية، والتى تستخدم فى شطر جزىء الماء إلى عنصرين هما: الهيدروجين والأكسجين، عن طريق تكسير الرابطة التى بينهما، ثم يتحدّ الهيدروجين الناتج

عن الماء مع إنزيم يوجد فى البلاستيدة الخضراء ويُعرف بالـ(NADP)، فيرتبط معه ارتباطًا قويًا بحيث يمنع اتحاد الأكسجين مع الهيدروجين مرة أخرى، ويتكون مركّب ($NADPH_2$)، وبذلك ينطلق الأكسجين المتحرر من الماء، وهذا الأكسجين ضرورى فى تنفس الكائنات الحية الأخرى ولازم لاستمرار الحياة على سطح الأرض، ولكن هناك جزءًا من الطاقة يظل مخزونًا فى جزىء يسمى (ATP) وهو مركّب يسمى «الأدينوسين ثلاثى الفوسفات»، والذى يتكون من مركّبين عضويين متصلين بثلاث مجموعات من الفوسفات (P) وتوجد رابطتان عاليتا الطاقة بين مجموعات الفوسفات، لذلك فمركّب (ATP) هو عملة الطاقة فى الخلية النباتية، والتفاعل السابق لامتصاص الطاقة الضوئية وتحرير الأكسجين يُعرف «بالتفاعل الضوئى».

وهناك نوع آخر من التفاعلات يحدث فى عملية البناء الضوئى ولكن فى غياب الضوء، ويُعرف «بالتفاعلات اللا ضوئية» وهى تحدث أيضًا فى البلاستيدات الخضراء ولكن فى «النخاع»، حيث يتم تكوين المواد الكربوهيدراتية عن طريق اتحاد ثانى أكسيد الكربون مع الهيدروجين المرتبط بـ ($NADPH_2$) هل تذكره يا أحمد ؟

**أحمد:**

نعم يا والدى.. إنه ينتج عن التفاعل الضوئى السابق.

**الأب:**

نعم يا أحمد، ولكن اتحاد ثانى أكسيد الكربون مع الهيدروجين يحتاج إلى طاقة، وهى تلك الطاقة التى سبق أن حدثتك

عنها، والموجودة فى جزىء (ATP) عملة الطاقة فى الخلية، وبذلك سوف يختزل ثانى أكسيد الكربون ويعطى الكربون الذى يعدّ العنصر الأساسى لتكوين المواد الكربوهيدراتية، والتى تعدّ من المواد عالية الطاقة، والتى تُعتبر من العناصر الغذائية المهمة للنبات، ويمكن تحويلها إلى مواد بروتينية بواسطة بعض الأملاح المعدنية الموجودة فى النبات مثل «النترات»، مما يفيد فى نمو وتكاثر النبات.

والآن قد عرفت يا أحمد كيف يتغذَّى النبات دون أن يعتمد على غيره من الكائنات، ولكن هل تستطيع أن تعيش أنت ـ يا أحمد ـ بدون هواء ؟

**أحمد:**

لا، فكيف أتنفس يا أبى؟!.. فالهواء يوجد به الأكسجين اللازم لعملية التنفس، ولحياتى، ولحياة الكائنات الأخرى.

**الأب:**

تمامًا يا أحمد، والنبات مثلك لا يستطيع أن يعيش بدون أكسجين؛ لأنه يريد أن يتنفس مثلك، وهذا الأكسجين قد يحصل على جزء منه من خلال ذلك الأكسجين المتحرر من عملية البناء الضوئى التى تتم فى النهار، والجزء الأكبر يستمدّه النبات من الهواء المحيط به عن طريق انتشار الأكسجين إلى داخل خلايا النبات من الخارج، وكذلك يخرج ثانى أكسيد الكربون إلى خارج الخلايا، والذى يستفيد منه النبات فى النهار فى عملية البناء الضوئى، والأكسجين ينتشر داخل خلايا النبات بسهولة حيث إن أغلب أنسجة النبات تكون على اتصال مباشر

بالهواء الخارجى، ثم ينتشر هذا الأكسجين إلى الخلايا الموجودة فى العمق بسهولة.

ولكن كيف يتخلّص النبات من المواد الزائدة عن حاجته، ومن تلك النواتج المختلفة للعمليات الحيوية التى تتم فيه؟

هذا ما سنتعرف عليه الآن يا أحمد، فالنبات يستطيع أن يتخلّص من غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس فى أثناء الليل، وكذلك من غاز الأكسجين الناتج عن عملية البناء الضوئى فى أثناء النهار من خلال الانتشار، وعن طريق تلك الثغور والفتحات التى توجد بالأوراق.

أما الماء الزائد عن حاجة النبات فيتم التخلُّص منه بعملية تُعرف «بالنتح» وهى تشبه تبخُّر الماء من أىِّ قطعة نسيج مبلَّلة بالماء إذا وُضعت فى الهواء لتجفّ، لذلك فإن «النتح» هو فقد الماء الزائد عن حاجة النبات فى صورة بخار عن طريق تلك الثغور الموجودة فى النبات، وبخاصة أوراقه.

والماء يخرج معظمه فى تلك العملية السابقة، ولكن جزءًا منه يخرج من أوراق بعض النباتات عن طريق جهاز يُعرف «بالجهاز الدمعى» والذى ينتهى بفتحة تُسمَّى «الثغر المائى»، والتى تتميز بأنها دائمًا مفتوحة، ويخرج منها الماء فى صورة قطرات مائية مثل الدموع التى تسقط من العين، ولذلك تُسمَّى تلك العملية «الإدماع» لأنها تشبه نزول الدموع من العين.

ولكن ما لى أراك تنظر هكذا بتعجُّب إلى هذه الزهرة الحمراء يا أحمد ؟

أحمد:

إن هناك حشرة تقف داخل الزهرة، يبدو أنها تستمتع برائحتها الذكية.

الأب:

إنها «النحلة» يا أحمد.. وهى تقوم بامتصاص الرحيق من الأزهار لكى تحوّله إلى ذلك العسل الشهىّ الأبيض اللون.

لكن هل تعلم أن وقوف مثل هذه الحشرات على الأزهار يلعب دورًا مهمًا فى تكاثر هذه الأزهار ؟

أحمد:

كيف..؟

الأب:

لقد ذكرت لك أن الزهرة تحمل أعضاء تناسلية مذكرة، أو مؤنثة، وقد تحمل الاثنتين معًا، ولكى تنتقل «حبوب اللقاح» من «مُتُك» الزهرة ذلك العضو الذكرى إلى «مَيْسِم» الزهرة حيث يوجد «المِبْيَض» الذى يكوِّن البويضات، تحتاج إلى وسائل معينة، وقد يكون الهواء من ضمن هذه الوسائل، حيث تطير حبوب اللقاح ويحملها الهواء إلى «مَيْسِم» زهرة أخرى، وتدخل إلى «المبيض» وتلقّح «البويضة».

وكذلك الحشرات التى تجذبها الألوان الزاهية لتلك الأزهار المختلفة، وكذلك الرائحة الذكية، فإن كل هذا يجذب تلك الحشرات لكى تتغذَّى على الرحيق الذى تنتجه «غُدَدٌ» رحيقية فى النبات، ثم تلتصق «حبوب اللقاح» بجسم الحشرة وأرجلها أثناء وقوفها على الزهرة لكى تتغذَّى، وتقف الحشرة ـ بعد

ذلك ـ على «مَيْسِم» الزهرة أو أىّ زهرة أخرى، والذى يمتاز بسطحه اللزج؛ فتلتصق به «حبوب اللقاح» وتقوم بتلقيح «البويضات»، ويتكوَّن «الجنين» الذى ينقسم ليكبر ويكوِّن «الثمرة».

وبعد نضج تلك الثمرة تذبل الزهرة ثم تسقط لانتهاء مهمتها بعد تكوين الثمرة التى نأكلها نحن ونستمتع بطعمها الحلو.

**أحمد:**

حقًا.. إن هذه الأزهار جميلة ومفيدة.. فهى تسعدنا بألوانها الجميلة ورائحتها الذكية، وكذلك تُخرج لنا تلك الثمار اللذيذة، والفواكه التى نحبها، ولذلك يجب علينا الحفاظ على النباتات، ورعايتها دائمًا، وحمايتها من الأمراض والحشرات الضارّة.

**الأب:**

فعلاً يا أحمد، لابد من رعايتها وحمايتها من أجل حياتنا، ولذلك فكَّر العلماء فى مكافحة تلك الآفات التى تهاجم النباتات والتى تدمِّر المحاصيل والفواكه تدميرًا كاملاً، وتوصَّل العلماء إلى «مُبيدات» من مواد كيمياوية ولكنها تؤدى إلى خسارة فادحة للنبات نفسه، حيث تتلوَّث الثمار مما يؤدى إلى الأمراض أو الوفاة عند تناول هذه الثمار، لذلك كان لابد من محاولة التوصُّل إلى طرق أخرى آمنة للنبات ولنا.

ولقد قام العلماء بدراسات عديدة فى مجال «الهندسة الوراثية» (ذلك العلم الحديث الذى سيفيد البشرية عند استغلاله على الوجه الصحيح والمفيد) فوجدوا أن هناك أنواعًا من النباتات

تُفرز من غُدد معينة بأنسجتها مواد كيمياوية قاتلة للآفات أو فى البعض الآخر طاردة للحشرات بعيدًا عنها، فلا تُلحق بالنبات أىَّ ضرر، وهذه المواد تتكون بناء على أوامر من تلك الجينات الموجودة فى الطاقم الوراثى للنبات.

واستطاع العلماء التعرُّف على هذه الجينات، وقاموا باستنساخ نسخ عديدة منها فى المعامل، ثم أضافوها إلى جينات النباتات الأخرى لكى يمكنها تكوين تلك المواد الكيمياوية والتى تقاوم الآفات وتخلِّص النباتات من شرِّها.

ولقد فكَّر العلماء فى الاستفادة من طريقة نقل جينات معينة مرغوبة لإنتاج مادة معينة فى النبات، وذلك لإنتاج ثمار تحتوى على المواد الغذائية مجتمعة، فأنت تعرف يا صغيرى أن كل نوع من النباتات يُنتج ثمارًا تحتوى على مواد غذائية من نوع معين، قد يكون: سُكريَّات، أو بروتينات، أو دهونًا، أو فيتامينات، لكن لا توجد ثمرة تحتوى على كل هذه المواد الغذائية مجتمعة؛ لذلك فنحن نتغذَّى على أكثر من نوع من الثمار، ولا نستطيع الاعتماد على نوع واحد فى وجباتنا الغذائية لكى نحصل على غذاء متكامل من مختلف المواد الغذائية.

وبعد هذا التقدُّم فى تطبيقات الجينات، اتجه العلماء إلى استنساخ الجينات المسئولة عن تكوين كل مادة غذائية ثم دمجها معًا فى نبات معين، ليقوم بإنتاج ثمار تحتوى على كل العناصر الغذائية، ويستطيع الإنسان أن يتناولها فقط دون الحاجة لثمار أخرى، فهى وجبة غذائية متكاملة، ولا يزال الحلم يراود

العلماء لكى تصبح حَبَّة «القمح» فى حجم ثمرة «البرتقال» أو «الكمثرى»، وتكون ثمرة «البرتقال» فى حجم ثمرة «البطيخ»، وهذا لكى نزيد حجم هذه الثمار وتكفى هذا العدد الهائل من البشر والذى يزيد يومًا بعد يوم، فلا تحدث مجاعات فى العالم أو تنتهى الحياة على سطح الأرض، والعلماء يحاولون بذل الكثير من الجهد من أجل تحقيق ذلك الهدف.

**أحمد:**

لكننى سمعت ـ يا والدى ـ عن مواد تُعطينا مذاقًا وطعمًا ورائحة ؟!

**الأب:**

نعم ـ يا أحمد ـ فهناك مواد نتناولها الآن تُعرف «بمواد المذاق والطعم والرائحة» وهذه المواد التى يصنعها الإنسان لتعطى الطعام لونًا جميلاً وطعمًا شهيًا، ولكن ثَبَتَ علميًا أنها قد تصيب الإنسان بالسرطان عند زيادتها فى الطعام.. ولذلك يحاول العلماء تطبيق تقنيات «الهندسة الوراثية» لمنع أضرار هذه المواد.

**أحمد:**

لكن ما هى علاقة الجينات بهذه المواد يا والدى..؟

**الأب:**

العلاقة هى أننا قد نستطيع أن نحصل على هذه المواد من النبات، وذلك عن طريق استنساخ «الجينات» التى تكوِّن مواد المذاق والطعم والرائحة التى يحبها الإنسان، وإدماج هذه الجينات فى نباتات معينة لإنتاج هذه المواد، ثم نستخلصها منها

وتُباع فى الأسواق فى صورة مكعَّبات يمكن استخدامها مباشرة، وقد يُستفاد من هذه الطريقة فى إضافة طعمٍ ما، أو رائحةٍ محبَّبة، إلى العديد من الثمار والنباتات التى نأكلها.

**أحمد:**

ولكن هل تُصاب النباتات بالأمراض مثلنا ؟

**الأب:**

نعم يا أحمد، إنها قد تتعرَّض لغزو العديد من «الميكروبات»، والتى تعمل على إتلاف أنسجتها وإفراز العديد من السموم والتى تُسمَّى «التوكسينات» مما يسبِّب أمراضًا بالنبات ليست وراثية، أى: لا تنتقل من الآباء إلى الأبناء عبر الأجيال.

وللقضاء على هذه الميكروبات تُستخدم «جينات» تعمل على إفراز مواد مضادة لهذه السموم، وقد يتم إدخال هذه الجينات فى «جينوم الخلية» بحيث تنشط عند تعرُّض الخلية للغزو الميكروبى، وهذا يُعرف «بالوقاية» للنبات أى: «الطب الجينى الوقائى».

وقد تُدخل الجينات فى صورة نشطة بعد غزو «الميكروب»، حيث تبدأ الجينات فورًا فى العمل على تكوين تلك المواد المضادة لسموم هذه الميكروبات مما يقضى على الميكروبات، ويحمى النباتات من شرِّها.

أما فى حالة إصابة النباتات بأمراض وراثية يمكنها الانتقال عبر الأجيال، فيتم تحديد «الجينات» المسئولة عن حدوث هذه الأمراض، ثم إدخال جينات مضادة لهذه الجينات المرضية

وذلك لوقف عملها ومنع حدوث الأمراض وفتكها بالنباتات.

وما زالت أبحاث العلماء تحاول أن تقدِّم ما يفيد الإنسان ويحافظ على حياته، وكل يوم يقدِّم العلم لنا الجديد والجديد، ونحن فى انتظار نتائج أبحاث العلماء وتجاربهم.

**أحمد:**

لقد كان حديثك مفيدًا وممتعًا يا أبى، ولقد تعلَّمتُ منه الكثير والكثير؛ فشكرًا لك يا أبى.

**الأب:**

إذن: فَلْنَعُدْ إلى بيتنا، فإنى بدأت أشعر بالجوع يا أحمد.

**أحمد:**

وأنا مثلك يا أبى، فلقد أمضينا وقتًا طويلاً فى هذه الرحلة، ولقد استمتعت بهذه الرحلة الجميلة وأتمنى أن نكرِّرها يا أبى.

**الأب:**

بإذن الله، يا أحمد.

○ ○ ○