مدرستي معكم
خطوة بخطوة
للنجاح والتفوق

مدرستي
الكويتية
حمل التطبيق

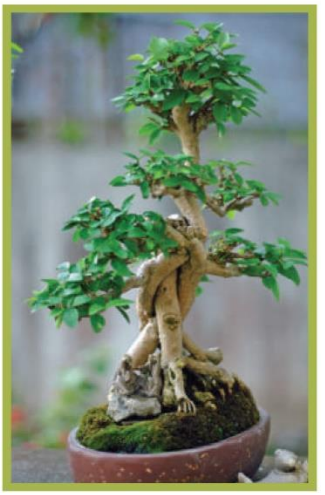
اضغط هنا

الدرس 1-4

نموّ النباتات
Plants Growth

الأهداف العامة

- يُحدِّد موقع منشأ الخلايا في النباتات .
- يُقارِن بين الأنسجة الإنشائية والأنسجة الأخرى في النباتات .
- يُقارِن بين نمطين من نموّ النباتات .
- يشرح كيف يحدث النموّ الأوّلي والنموّ الثانوي في النباتات .



(شكل 40)

في فنّ تنسيق النباتات في اليابان ، يبتكر الناس أشجارًا مصغَّرة مزروعة في أصص ويُوجِّهون نموّها إلى أشكال جميلة عن طريق ربط أطرافها بسلك وتقليمها كما هو موضَّح في الشكل (40) . وأشجار هذا الفنّ الياباني ليست من النوع الصغير ، لكنّ عمّال البساتين يستطيعون التحكّم بالحجم عبر زراعة الأشجار في أصص صغيرة قليلة العمق ، وعن طريق تهذيب الجذور والفروع المورقة الجديدة أو تقليمها بانتظام .

1. الأنسجة الإنشائية (المرستيمية): مواقع النموّ
Meristems: Sites for Growth

هل تعرف كيف ينمو الإنسان في الطول؟ كلّما زاد طول عظام معيّنة مثل عظام الفخذ والعمود الفقري ، يزداد طولنا . تنمو النباتات لتُصبِح أكثر طولًا عن طريق زيادة طول قمم الجذور والسوق أو أطرافها . وإذا نما الناس في الطول بالطريقة نفسها التي تنمو فيها النباتات ، سينمون عند أطراف أصابعهم وعند قمم رؤوسهم .

تُسمّى الأنسجة النامية للنباتات بالأنسجة الإنشائية (أو المرستيمية) Meristems .

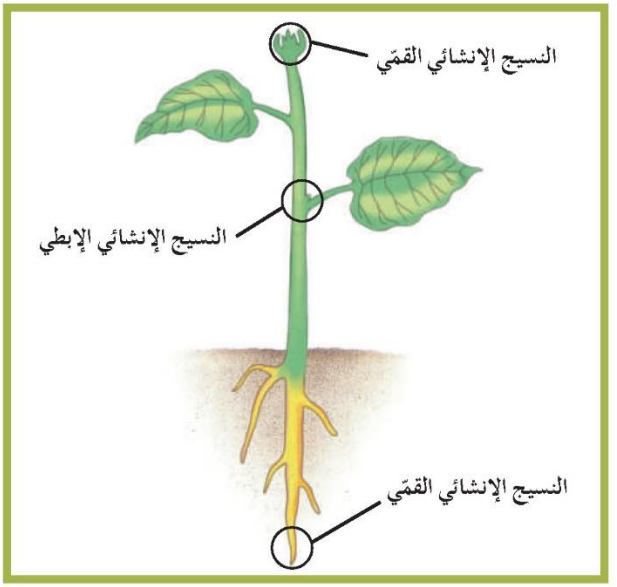
وتحتوي النباتات العشبية والخشبية أنسجة إنشائية عند أطراف السوق والفروع أو قممها، وعند أطراف الجذور أو قممها، وفي البراعم عند مواقع اتّصال الأوراق بالسوق.

بالإضافة إلى ذلك، توجَد أنسجة إنشائية في النباتات الخشبية، بين نسيج الخشب ونسيج اللحاء في الجهاز الوعائي، وبالقرب من أسطح السوق.

ووظيفة الأنسجة الإنشائية هي إنتاج خلايا جديدة بواسطة الانقسام الميتوزي. وكما هو شائع في الانقسام الميتوزي، فإنّ الخلايا الجديدة التي تمّ إنتاجها تكون متشابهة في بادئ الأمر. ومن جهة أخرى، تتخصّص الخلايا في نهاية الأمر أو تتمايز لتُكوّن واحدًا من ثلاثة أنواع من الأنسجة التي تُكوّن النباتات، وهي النسيج الوعائي أو البشرة (النسيج الجلدي) أو النسيج الأساسي.

تُسمّى الأنسجة النامية عند قمم الجذور والسوق أو أطرافها الأنسجة الإنشائية القمّية (أو الأنسجة المرستيمية القمّية) Apical Meristems، وهي تُسبِّب نموّ أطراف السوق والجذور أو قممها في الطول. وبسبب نشاط الأنسجة الإنشائية القمّية، تصبح النباتات أكثر طولًا، وتصبح جذورها أكثر عمقًا إلى داخل التربة.

تتكوّن الأنسجة الإنشائية البرعمية الإبطية Axillary Meristems في البراعم التي تظهر في مواضع اتّصال الأوراق في السوق، والتي تُسمّى آباط الأوراق. وتُسبِّب هذه الأنسجة نموّ الفروع الجانبية على السوق في الشكل (41).



(شكل 41)
الأنسجة الإنشائية هي مناطق النموّ السريع، مثل تلك الموجودة في قمم الجذور والسوق أو أطرافها.

تُسمّى الأنسجة الإنشائية التي تقع في سوق النباتات الخشبية وجذورها بشكل موازٍ لمحيط العضو بالأنسجة المرستيمية الجانبية Lateral Meristems، وهي المسؤولة عن نموّ النباتات في العرض (ازدياد قطر الساق والجذور).

2. النموّ الأوّلي أو الابتدائي Primary Growth

يوجَد نمطان من النموّ في النباتات البذرية. ففي أحد نوعي النموّ، تنمو جميع النباتات لتصبح أكثر طولًا وأكثر عمقًا داخل التربة. وفي النوع الآخر، تنمو النباتات الخشبية لتُصبِح أكثر عرضًا. **وتُسمّى العملية الأولى أي استطالة السوق والجذور بالنموّ الأوّلي أو الابتدائي Primary Growth، حيث تنمو سوق النباتات لتُصبح أكثر طولًا، وتنمو جذورها لتُصبِح أكثر عمقًا.** ويحدث هذا النموّ في جميع النباتات.

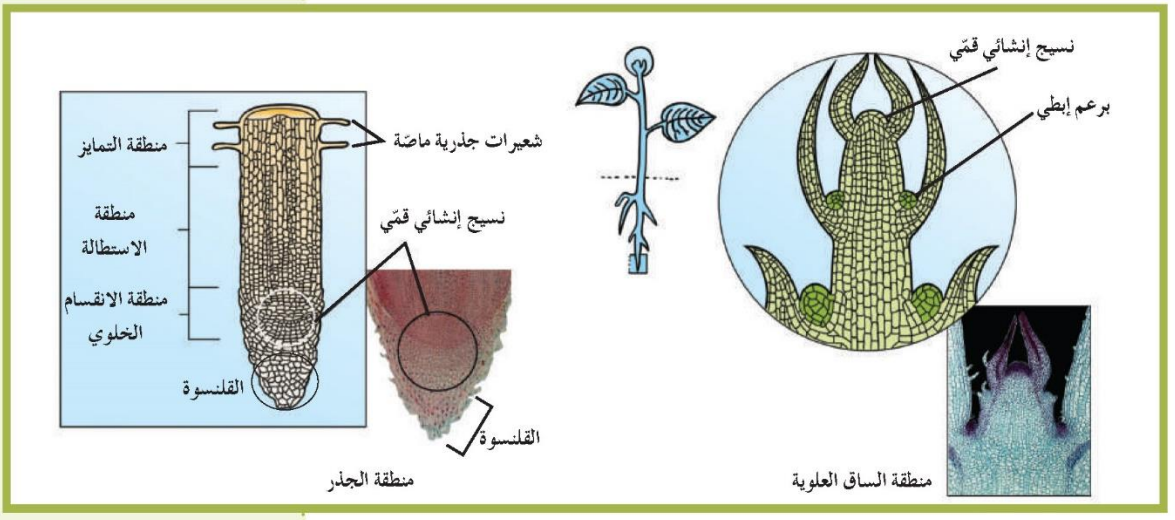
تُعرَف الساق الأولى التي تبزغ من أيّ بذرة بالساق الابتدائية أو الأوّلية، وهي تُكوِّن السوق والأوراق. وللسوق الابتدائية نوعان من الأنسجة الإنشائية: الأنسجة الإنشائية القمّية والأنسجة البرعمية الإبطية الموضَّحة في الشكل (42). فالأنسجة الإنشائية التي توجَد في قمم جميع السوق تُكوِّن الساق والأوراق، أمّا البراعم الإبطية الموجودة عند قاعدة كلّ ورقة، فيُمكِن أن تُكوِّن فرعًا أو زهرة. ولأنّ البراعم الإبطية يُمكِن أن تكوّن فروعًا جانبية من الساق، فإنّها تُسمّى أيضًا البراعم الجانبية Lateral Buds. في معظم النباتات، تبقى البراعم الإبطية غير نشطة بفعل هرمونات الأكسين التي تُفرَز في الأنسجة الإنشائية عند قمّة الساق. وإذا أُتلِفت هذه القمّة أو أُزيلت، سيتوقّف إنتاج هذا الهرمون، وستبدأ البراعم الإبطية بالنموّ. وقد تكون قد رأيت كيف يستغلّ عمّال البساتين فائدة هذه الطريقة، فلكي يجعلوا النباتات تنمو بصورة كثيفة، يقومون بتقليم (قصّ) قمم الفروع. وتُستخدَم هذه التقنيّة أيضًا لعمل الأسوار، فقطع قمم السوق يُزيل التثبيط الهرموني، لكي تبدأ البراعم الإبطية في النموّ إلى الأفرع الجانبية.

يستلزم النموّ الأوّلي أو الابتدائي للجذور والسوق حدوث ثلاث خطوات: الانقسام الخلوي، ثمّ الاستطالة، فالتمايز. في الخطوة الأولى، يُكوِّن الانقسام الخلوي في النسيج الإنشائي القمّي خلايا جديدة. في الخطوة الثانية، تنمو الخلايا في الطول في منطقة من الجذر تُسمّى منطقة الاستطالة، وتدفع استطالة الخلايا الجذر خلال التربة. في الخطوة الثالثة، تُصبِح الخلايا متخصّصة في منطقة التمايز، وتحدث في هذه المنطقة تغيّرات للخلايا لتُصبِح جزءًا من النسيج الوعائي (الخشب أو اللحاء)، أو النسيج الجلدي (الشعيرات الجذرية)، أو النسيج الأساسي (خلايا بارنشيمية أو دعامية).

أين تتمركز الخلايا في كلّ خطوة من الخطوات الثلاث في الجذر في الشكل (42)؟

في الأنسجة الإنشائية داخل الجذر

تُغطّي قمّة الجذر
كاملة لحماية القمّة النامية . تُشكِّل هذه الخلايا القلنسوة Rootcap ، وهي تتآكل ثمّ تنشأ باستمرار خلال استطالة الجذر عميقًا في التربة .



(شكل 42)
يظهر النموّ الأوّلي في جميع النباتات ، وفيه تنمو السوق أكثر طولًا وتنمو الجذور أكثر عمقًا .

3. النموّ الثانوي Secondary Growth

إذا راقبْتَ نموّ إحدى الأشجار على مدار فترة زمنية طويلة ، قد تُلاحِظ أنّ الشجرة تنمو في العرض كما تنمو في الطول . فأثناء **النموّ الثانوي Secondary Growth ، تنمو جذور نباتات بذرية معيّنة وسوقها وفروعها أكثر في العرض** . ويُعتبَر ازدياد عرض جذع شجرة مثالًا للنموّ الثانوي .

لا يحدث النموّ الثانوي في جميع النباتات . فمعظم النباتات العشبية يحدث فيها نموّ أوّلي فقط . وعادة ما يُلاحَظ النموّ الثانوي فقط في الكرمات والشجيرات والأشجار . وعلى سبيل المثال ، يحدث النموّ الثانوي في النباتات عارية البذور . **وتنتج عن النموّ الثانوي طبقات من نسيج خلوي ميت يُسمّى الخشب Wood .**

ويُعتبَر النموّ الثانوي تكيّفًا يُمكِّن بعض النباتات الخشبية من البقاء على قيد الحياة في بيئات معيَّنة . وكلّما ازداد عرض ساق النبتة ، أصبحت أكثر قوّة . وتسمح الساق القويّة للنبتة بأن تنمو أكثر طولًا ، وتُصبِح لديها فرصة متزايدة للحصول على الضوء ، وبسبب تنافس النباتات على الضوء ، فإنّ احتمال حصول النباتات المرتفِعة على ضوء الشمس الحيوي أكبر ، لذلك هي تتكاثر بنجاح . فالنموّ الثانوي عبارة عن التكيّف الذي يُسهِم في سيادة النباتات الخشبية في أنظمة بيئية عديدة .

1.3 الأنسجة الإنشائية الجانبية Lateral Meristems

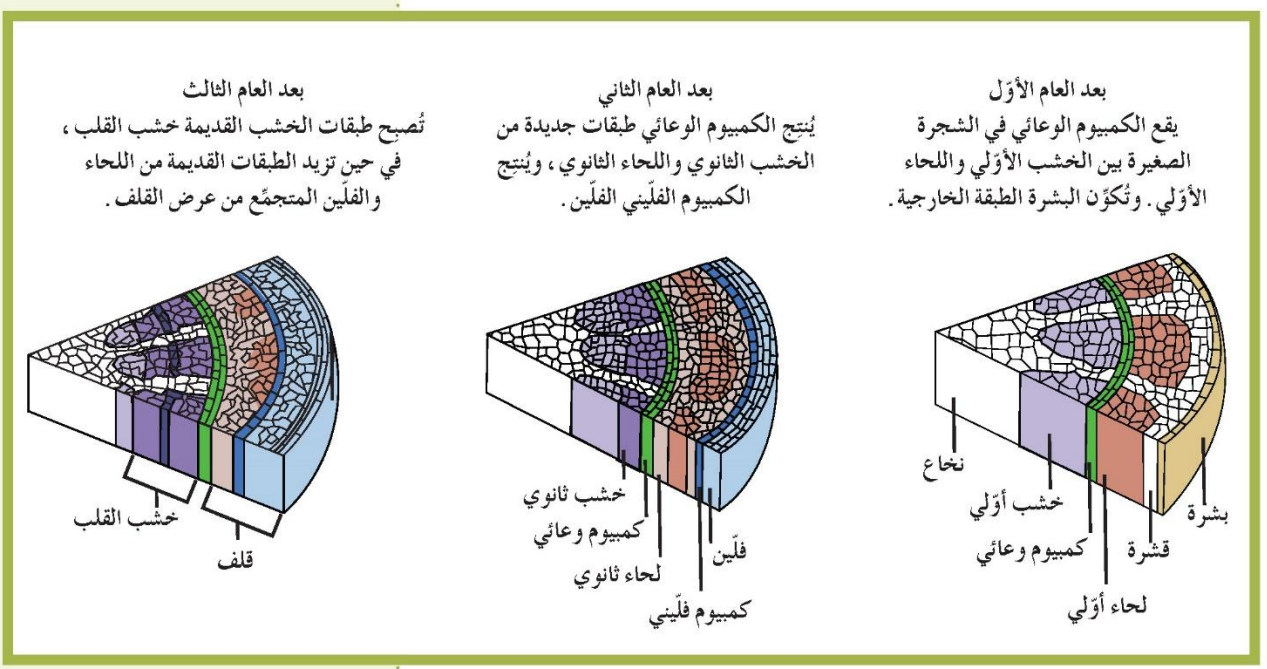
يُسبِّب حدوث النموّ الثانوي انقسامًا خلويًّا في تراكيب تُسمّى الأنسجة الإنشائية الجانبية . وبخلاف الأنسجة الإنشائية القمّية التي تتمركز عند قمم الجذور والسوق، تتمركز الأنسجة الإنشائية الجانبية ضمن جوانب الجذور والسوق وبموازاتها . وبشكل عامّ، تتّخذ الأنسجة الإنشائية الجانبية شكلًا مشابِهًا لأسطوانة جوفاء داخل الجذر أو الساق وتُسمّى نسيج الكمبيوم .

2.3 الكمبيوم Cambium

هو النسيج الإنشائي الذي يُنتِج خلايا جديدة للنموّ الجانبي في النباتات الخشبية .

يوجَد نوعان شائعان من الكمبيوم: الكمبيوم الوعائي والكمبيوم الفلّيني . يُوضِّح الشكل (43) قطاعًا مستعرضًا لجذع شجرة، يظهر فيه نوع من الكمبيوم . أيّ نوع منها يُعَدّ جزءًا من قلف الشجرة؟

تُظهِر النباتات ثنائية الفلقة نموًّا ثانويًّا في نطاق الأنسجة الإنشائية التي تُسمّى الكمبيوم الوعائي . وتتكوّن هذه الأنسجة بين الخشب الأوّلي واللحاء الأوّلي ضمن الحزم الوعائية المنفردة، كما يظهر بعد العام الأوّل .



(شكل 43)
النموّ الثانوي في النباتات ثنائية الفلقة

ثمّ تنقسم خلايا الكمبيوم الوعائي لتُنتِج طبقة جديدة من الخشب الثانوي لناحية مركز الساق، وخلايا اللحاء الثانوي للناحية الخارجية، كما يظهر بعد العام الثاني . تُشكِّل هذه الأنسجة المختلِفة كلًّا من القلف والخشب ضمن الساق الناضجة .

(أ) الكمبيوم الوعائي Vascular Cambium

يقع أحد نوعي الكمبيوم، وهو الكمبيوم الوعائي Vascular Cambium، بين الخشب واللحاء. يُنتِج الانقسام الخلوي في الكمبيوم الوعائي خشبًا جديدًا إلى الجهة الداخلية من الكمبيوم، ولحاءً جديدًا إلى الجهة الخارجية. ويحدث نموّ الخشب الجديد واللحاء الجديد في صورة دورية. ففي كلّ عام، يُنتِج الكمبيوم الوعائي خشبًا ولحاء جديدين أثناء موسم نموّ النباتات.

في بداية العام الثاني لنموّ النباتات الخشبية، يُسمّى الخشب الجديد الذي يُنتِجه الكمبيوم الوعائي بالخشب الثانوي Secondary Xylem، وهو يُعرَف عمومًا باسم الخشب. ويُسمّى اللحاء الجديد المتكوّن بواسطة الكمبيوم الوعائي كلّ عام باللحاء الثانوي Secondary Phloem، لكنّه لا يحمل اسمًا شائعًا. وكلّما نمت السوق والجذور في العرض عامًا بعد عام، ينقل الخشب الثانوي الماء، في حين ينقل اللحاء الثانوي السكّريات داخل النباتات.

(ب) الكمبيوم الفلّيني Cork Cambium

يُعرَف النوع الآخر من الكمبيوم **بالكمبيوم الفلّيني Cork Cambium، وهو النسيج الإنشائي الموجود بين اللحاء والبشرة.**

ويستبدل الانقسام الخلوي في الكمبيوم الفلّيني طبقة القشرة وطبقة البشرة أو النسيج الجلدي في النباتات بالفلّين الذي يحمي الشجرة. ويتّحد اللحاء الثانوي والكمبيوم الفلّيني والفلّين لتُكوّن القلف الذي يُحيط بجذع الشجرة. ربّما تعرف الفلّين الطبيعي، وهو المادّة المُستخدَمة في صناعة بعض أنواع لوحات الإعلانات.

وللعديد من الأشجار طبقات عديدة من الفلّين الذي يُعتبَر نسيجًا ميتًا ولا يُمكِنه التمدّد. ونتيجة لذلك، يشقّ النموّ الأفقي المستمرّ لجذوع الأشجار أو يفلق الطبقات الخارجية، ممّا يُسبِّب انشقاق طبقات الفلّين وبالتالي انشقاق القلف. وللأشجار مثل البلّوط قلف متشقّق بسبب نموّ الكمبيوم الفلّيني.

وتُربّى أشجار معيّنة ويُحافَظ عليها من أجل استخلاص الفلّين منها. فأشجار البلّوط الفلّينية في البرتغال تُنتِج حوالى 60 % من الإنتاج العالمي للفلّين الطبيعي.

ويُمكِن استخلاص الفلّين من أشجار البلّوط الفلّينية كلّ 7 إلى 10 سنوات، عندما تبلغ الأشجار 25 عامًا من العمر، ويُمكِن للأشجار التي يصل عمرها إلى 200 عام أن تظلّ تُنتِج الفلّين الصالح للاستعمال. ولا بدّ أن يُراعي جامعو الفلّين عدم إتلاف طبقة الكمبيوم الوعائي عند استخلاص الفلّين من الأشجار، فإذا أُزيلَت هذه الطبقة تموت الشجرة.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

تقليم الأشجار

يُسبِّب نموّ النباتات مشكلات أحيانًا، مثلًا عندما تنمو شجرة على خطوط القوى الكهربائية أو على أملاك الجيران. عادةً، يعتني بالأشجار في شوارع المدينة عمّال البلديّة أو مجلس الحيّ. اِتّصِل بمجلس الحيّ الذي تعيش فيه وتعرَّفْ ماذا تفعل إذا لاحظْتَ شجرة نامية على ملكية عامّة بشكل يسترعي الانتباه. من ناحية أخرى، تُعتبَر الأشجار المزروعة في الملكيّة الخاصّة مسؤوليّة مالكيها الذين يستأجرون مؤسّسة خدمية أو هيئة خاصّة لمساعدتهم في رعايتها. رتِّب لإجراء حديث مع شخص ما في إحدى الهيئات الخاصّة لتقليم الأشجار في الحيّ الذي تعيش فيه. كيف يتمّ تهذيب الأشجار أو إزالتها؟ ما التجهيزات اللازمة لذلك؟ اسأل عن بعض المواقف التي استلزمت إزالة الأشجار.

3.3 تكوُّن الخشب Formation of Wood

يتراكم النسيج الخشبي سنويًّا ليُنتِج ما نُسمّيه بالخشب Wood. تستمرّ الطبقات الخارجية الجديدة فقط من الخشب الثانوي في نقل الماء وتكون فاتحة اللون، وتُسمّى بالخشب العصاري Sap Wood.
كلّما ازداد عرض الساق الخشبية، أصبحت أنسجة الخشب القديمة والموجودة ناحية مركز الشجرة مصمتة وغير قادرة على نقل الماء. بالإضافة إلى ذلك، يُصبِح لونها داكنًا مع مرور السنين لاحتوائها على نسب متزايدة من الشوائب التي لا يُمكِن التخلّص منها.
تُسمّى هذه الطبقات القديمة من الخشب بخشب القلب Heart Wood. يحتوي خشب القلب على موادّ مثل الزيوت والأصباغ والموادّ الراتينجية والتانينات غير الموجودة في الخشب العصاري. يُظهِر الشكل (44) تراكيب الخشب. لاحِظ سلسلة الحلقات متداخِلة المركز التي تُسمّى حلقات الشجرة Tree Rings أو حلقات النموّ Growth Rings. كيف تتكوّن هذه الحلقات؟

في معظم الأقاليم المناخية المعتدلة، يكون نموّ الشجرة موسميًّا. عندما يبدأ النموّ في فصل الربيع يبدأ الكمبيوم الوعائي بالنموّ بسرعة منتِجًا خلايا واسعة من خلايا الخشب فاتحة اللون ذات جدر رقيقة. النتيجة هي تكوُّن طبقة فاتحة اللون وواسعة من الخشب تُسمّى الخشب المبكر Early Wood أو خشب الربيع Spring Wood، ويكون هذا النوع من الخشب قادرًا على نقل كمّيات كبيرة من الماء. مع استمرار موسم النموّ في الصيف، وعندما يكون الطقس أكثر جفافًا وحرارة، يُنتِج الكمبيوم الوعائي خلايا أصغر لكنّها تتميّز بوجود جدر خلايا أسمك، تُشكِّل طبقة من خلايا الخشب داكنة اللون وتستطيع نقل كمّيات من الماء أقلّ من تلك التي ينقلها الخشب المبكر. تُسمّى هذه الطبقات الخشب المتأخِّر Late Wood أو خشب الصيف Summer Wood. يحدث نموّ هذه الطبقات بمعدَّل أقلّ لأنّها تحدث في موسم الجفاف.

هذا التبادل أو التعاقب في الخشب الداكن والخشب الفاتح يُنتِج ما نُسمّيه عادة حلقات النموّ. تتألّف كلّ حلقة من نطاق من الخشب الداكن ونطاق من الخشب الفاتح، وتُناظِر كلّ حلقة سنة من النموّ، فإذا قمْتَ بعدّ الحلقات في مقطع عرضي من ساق الشجرة الخشبي، أمكنك تقدير عمر الشجرة. يُعطي أيضًا مقدار اتّساع الحلقة معلومات عن الظروف البيئية (الطقس رطب أم جافّ) التي كانت سائدة في سنة معيَّنة من النموّ. فتُشير الحلقات الواسعة إلى أنّ الطقس السائد كان ممطرًا والحرارة كانت مناسِبة، في حين تُشير الحلقات الضيّقة إلى حالة من الجفاف في الطقس. وتتكوّن حلقات النموّ أيضًا في الجذور. لماذا يُمكِنك أن تُحدِّد عمر الشجرة عن طريق عدّ حلقات النموّ فيها؟



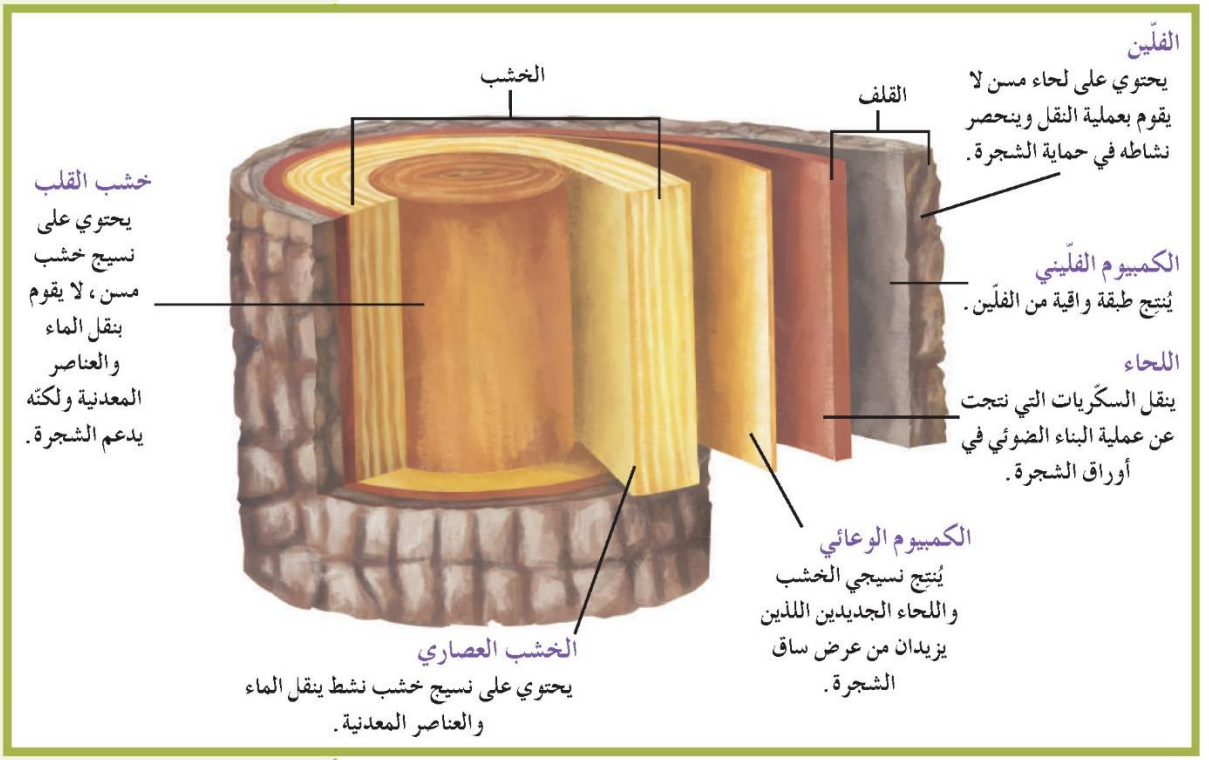
(شكل 44)
قارِن بين خشب الربيع وخشب الصيف في هذا القطاع المصبوغ. لماذا يكون خشب الربيع أكثر اتّساعًا؟

يكون النمو سريعاً خلال فصل الر بيع بسبب وجود كميات كبيرة من الماء؛ فينتج عن هذا خلايا خشب أكبر حجماً

4.3 تكوُّن القلف Formation of Bark

تُنتِج معظم الأشجار القلف الذي يتضمّن جميع الأنسجة خارج الكمبيوم الوعائي كما يُظهِر الشكل (45). ممَّ يتألّف القلف؟ كيف يتكوّن القلف؟ تخيَّلِ الشجرة عند إنتاج نسيج

الكمبيوم الوعائي والكمبيوم الفليني



(شكل 45)
يُوضّح الشكل الطبقات المختلِفة التي أنتجها نسيج الكمبيوم خلال مرحلة النموّ الثانوي في شجرة ناضجة خلال سنوات عديدة. أيّ طبقة تحتوي على خلايا إنشائية؟

سوف يزداد حجم الساق عرضًا. تذكَّرْ أنّ الكمبيوم الوعائي ينقسم باتّجاهين منتِجًا الخشب الثانوي نحو الداخل واللحاء الثانوي نحو الخارج. بتراكم الأنسجة الخشبية، يتحرّك الكمبيوم الوعائي باتّجاه الخارج مؤدّيًا إلى ازدياد عرض الساق، ومحدِثًا ضغطًا على الأنسجة الوعائية الأوّلية نحو الداخل والخارج بوجود هذا الضغط الأنسجة الموجودة نحو الخارج مثل اللحاء الأوّلي الذي بالإضافة إلى الأنسجة الأخرى كالقشرة والنسيج الجلدي أن يُؤدّي ذلك إلى فقدان الشجرة لكمّيات من الماء والغ يحدث هذا في وجود الكمبيوم الفلّيني، كيف؟ يُغلِّف الكمبيوم الفلّيني القشرة ويُنتِج طبقة سميكة من الفلّين. يتألّف الفلّين من خلايا ذات جدر سميكة تحتوي على الدهون والزيوت والشمع. هذه الموادّ غير النافذة للماء تُساعِد على منع فقدان الماء من الساق. في معظم الأحيان، تكون خلايا الفلّين الخارجية ميتة، ومع ازدياد حجم الساق في العرض، يتمزّق الفلّين القديم ويُنزَع على شكل شرائط أو رقع.

كل حلقة مكونة من حلقتين داكنة وفاتحة تمثلان خشب الربيع وخشب الصيف خلال السنة كاملة

مراجعة الدرس 1-4

1. أين تنشأ الخلايا والأنسجة الجديدة في النباتات؟
2. صِفْ نمطين شائعين من نموّ النباتات. ما نوع النباتات التي يظهر فيها كلّ نمط من أنماط النموّ؟
3. قارن بين الأنسجة الانشائية والأنسجة الاخرى من النباتات.
4. **سؤال للتفكير الناقد:** هل تتوقّع أنّ معظم النباتات أحادية الفلقة تُنتج الفلّين؟ فسِّر إجابتك.
5. **أضِف إلى معلوماتك:** كيف يُمكِّن الانقسام الميتوزي النباتات النامية من الحفاظ على الرسالة الوراثية المدوَّنة في معظم خلاياها؟

فقرة إثرائية

علم الأحياء في حياتنا اليومية

ثابت مثل الأرجوحة الشبكية

قد لا تحتاج أبدًا إلى تحريك أرجوحتك الشبكية إلى أسفل كلّما نمت الأشجار المعلّقة فيها. فالأشجار تنمو في الطول عند أطراف فروعها أو قممها، لذلك فالأرجوحة المثبَّتة بشجرتين تبقى عند الارتفاع نفسه تقريبًا طيلة فترة حياة الشجرتين

ج1: في الأنسجة الإنشائية أو المرستيمية التي تكون: قميّة - عنا قمم السوق والفروع والجذور إبطيّة عند أماكن اتصال الأوراق بالسوق؛ وجانبية - ضمن جوانب الجذور والسوق وموازية لها

ج2: النموّ الأولي أو الابتدائي، سوق أطول وجذور أعمق النموّ الثانوي، سوق وجذور أسمك

جميع النباتات الوعائية لها نمو ابتدائي، والنباتات الخشبية لها نمو ثانوي

ج3: الأنسجة الإنشائية هي أنسجة تتميّز بقدرتها على إنتاج خلايا جديدة غير متخصصة بواسطة الانقسام الميتوزي أمَا أنسجة النباتات الأخرى فهي تتكوّن من الخلايا التي انتجها النسيج الإنشائي والتي تخصصت لتشكل واحد من ثلاثة أنواع من الأنسجة التي تكوّن النباتات وهي النسيج الوعائي أو البشرة أو النسيج الأساسي

ج4: كلا، يتم إنتاج الفلين بواسطة الكمبيوم الفليني الذي لا يوجد في النباتات أحادية الفلقة

ج5: ينتج الانقسام الميتوزي خلايا بنوية متماثلة وراثياً مع الخلايا الأبوية