كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : تنامي نباتي

المحاضرة : الاولى/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة طرطوس /كلية العلوم/ قسم علم الحياة

مقرر بيولوجيا التنامي النباتي

إعداد د. ريم ابراهيم

قسم علم الحياة

كلية العلوم

العام الدراسي 2025-2026

مقرر بيولوجيا التنامي النباتي / الفصل الأول
الأسس الخلوية والجزيئية للتنامي النباتي

المقدمة:

محاور المحاضرة: يغطي هذا العرض ثلاثة محاور علمية أساسية في بيولوجيا التنامي النباتي، تُشكّل معاً الإطار النظري لفهم كيف تبني النباتات أجسامها وتتكيف مع بيئتها.

المحور الأول: النمو والتخلق" الفرق بين زيادة الكتلة الحيوية وتمايز الأشكال والأنسجة"

المحور الثاني: اللدونة التنموية " كيف يستجيب النبات للمؤثرات البيئية بتغيير نمط نموه"

المحور الثالث: بنية المرستيمات " مرستيم القمة الساقية والجذرية: المناطق الوظيفية والطبقات الخلوية"

النمو (Growth) والتخلق (Morphogenesis)

يُعدّ التمييز بين مفهومَي النمو والتخلق من الأسس الجوهرية في علم التنامي النباتي. فرغم ارتباطهما الوثيق، إلا أن كلاً منهما يصف ظاهرة مستقلة.

النمو (Growth)

- **زيادة لا رجعة فيها في الكتلة الحيوية أو الحجم، وتشمل:**
- **انقسام الخلايا (Cell Division)**
- **توسع الخلايا (Cell Expansion)**
- **تراكم المادة الجافة**

التخلق (Morphogenesis)

- **العملية التي يكتسب فيها النبات شكله وبنيته التنظيمية، وتشمل:**
- **تمايز الخلايا (Cell Differentiation)**
- **تنظيم الأنماط المكانية (Pattern Formation)**
- **تكوين الأعضاء (Organogenesis)**

مراحل التنامي الخلوي

تمر الخلية النباتية بثلاث مراحل متتالية ومترابطة تُشكّل معاً عملية التنامي الكاملة، من الانقسام الأول حتى الوصول إلى الوظيفة النهائية المتخصصة.

- **التمايز الخلوي**

- التمدد الخلوي
- الانقسام الخلوي

يُعدّ التتابع الدقيق لهذه المراحل الثلاث ضرورياً لبناء الأنسجة والأعضاء النباتية بشكل سليم. أي خلل في أحد هذه المراحل قد يؤدي إلى تشوهات تنموية ملحوظة.

اللدونة التنموية (Developmental Plasticity)

اللدونة التنموية هي قدرة النبات ذي التركيب الوراثي الثابت على إنتاج نماذج خلوية (Phenotypes) مختلفة استجابةً لتغيرات بيئية متباينة. هذه الخاصية تمنح النباتات مرونة استثنائية للبقاء في ظروف متعددة.

على سبيل المثال:

- درجة الحرارة تؤثر على موعد الإزهار وطول العقل النباتية وسُمك الأوراق
- الضوء: يُغيّر شكل الورقة وزاوية ميلها وكثافة الكلوروبلاست
- الماء يُحدد عمق الجذور ونسبة سطح الورقة إلى حجمها

يبدأ تكون الفرد البالغ مهما بلغت درجة تعقيده من خلية واحدة هي الخلية الأم وينتج التشكل النباتي من تأثيرات البنى البيولوجية في مختلف المستويات الجزيئية والخلوية.

تستطيع تلك الخلية (البيضة الملقحة) تركيب مختلف أنماط الجزيئات انطلاقا من نشاط وراثي أي نشاط الحموض الريبية النووية مما يؤدي إلى تنشيط العمليات الحيوية المختلفة وتكوين ببتيدات متعددة قد تركب بروتين بنائي أو وظيفي، كما يتم تنشيط استقلاب بروتينات وسكريات متعددة أو ستيرولات ودسم وغيرها من المواد.

تتشكل تلك المواد نتيجة سلسلة من التفاعلات الاستقلابية التي تحتاج في كل مرحلة من مراحلها إلى الأنزيمات (بروتينات وظيفية).

تخضع الخلية في هذا النشاط المنظم إلى ضبط ذاتي بإشراف وراثي وهذا ما نسميه عمل الخلية وفق آلية مبرمجة.

تتأثر عمليات التشكل النباتي بالوسط المحيط حيث تستجيب لها بتبدلات نوعية في نشاطها و يتم تنشيط المورثات المسؤولة عن عمليات الاصطناع الحيوي كاستجابة لعدد من المؤثرات الداخلية والخارجية، وبذلك نجد أن بناء الشكل النهائي للنبات يقع تحت إشراف عوامل وراثية محددة وتحت تأثير الوسط المحيط التي يمكن أن تؤدي إلى تعديل أو تبديل هذا الشكل، ونذكر من هذه العوامل المؤثرة:

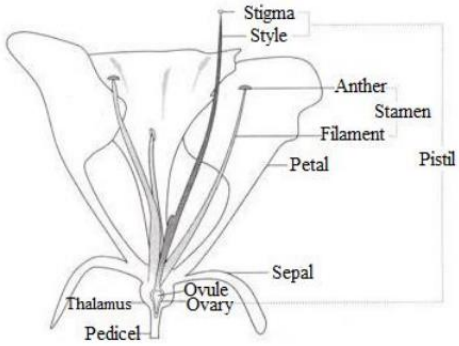
-مواد النمو المنشطة ومثبطات النمو

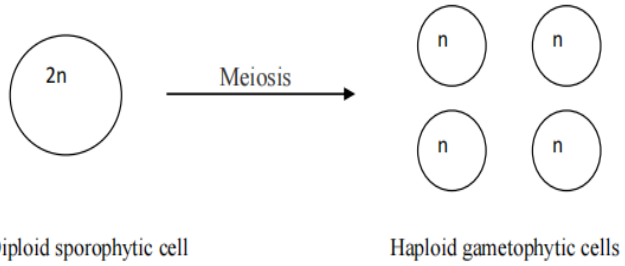
-التأثيرات المتبادلة بين الخلايا والنسج والأعضاء

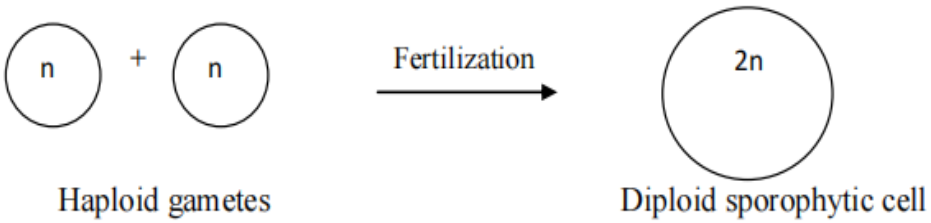
-الإمكانات الكلية للخلية والتمايز والعودة عن التمايز والتجديد.

إذا تحدثنا بشيء من التخصص عن التشكل عند النباتات الراقية بذلك نجد أنه يقصد بمصطلح التشكل النباتي المراحل التي تلي مرحلة الإلقاح وتبدأ من البيضة الملقحة وصولا إلى الجنين المكتمل داخل البذرة في النباتات البذرية أو البوغ المنتش في النباتات اللابذرية.

وقبل ذلك تبدا عمليات الانقسام وتكون الأعراس ومن ثم الإلقاح لتكوين الخلية الاولى التي يبدأ منها تشكل ونمو النباتات.





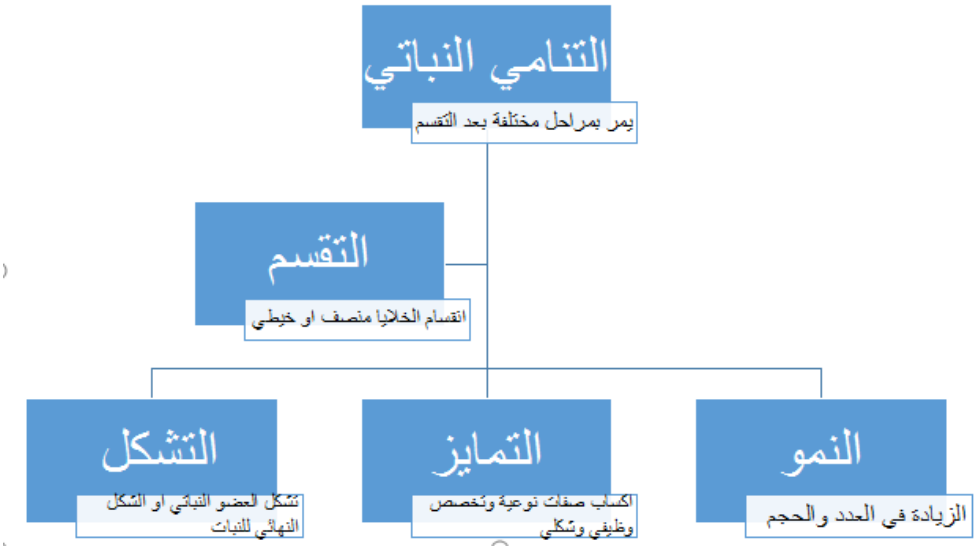


ويمر التنامي النباتي بمراحل مختلفة متداخلة مع بعضها البعض وهي:

التقسم والنمو أي تكاثر الخلايا وزيادة عددها ومن ثم أبعادها ويترافق الانقسام مع النمو.

التمايز: الذي يشمل تبدلات كيفية ينتج عنها تغير الشكل والتخصص الوظيفي ويشير التمايز إلى اكتساب صفات نوعية للخلايا التي اشتقت أساساً من أصل واحد أي تلك التي اشتقت من خلية أو مجموعة من الخلايا، ومن خلال التمايز تصبح الخلايا متخصصة في عضو معين أو نسيج ما، أي مختلفة عن بعضها البعض شكلاً ووظيفة وتتكامل مع بعضها في إتمام وظائف النبات، مثلاً خلايا الخشب أو اللحاء في ورقة النبات تشكل النسيج الوعائي وهي تختلف في الشكل والبنية عن بعضها.

ويقصد بمفهوم التشكل عموما أن يأخذ النبات أو العضو شكله، حيث أن الخلايا النباتية ثابتة في تماسكها مع بعضها البعض ومحددة بالجدار الخلوي وليست حرة الحركة ولكنها تتمايز باتجاهات محددة ومختلفة.



لفهم عملية التنامي النباتي يجب أن يتم دراسة كل من العوامل الآتية التي تضبط وتنظم عملية التنامي النباتي:

أولاً: الإمكانية الكلية للخلية والتمايز الخلوي:

تمتلك الخلية التي ينشأ منها الكائن الحي مهما بلغت درجة تعقيده كموناً كليا ما يعني أنها تمتلك من المعلومات الوراثية ما يكفي لتحديد كافة الخصائص المميزة للكائن الحي.

مثال: يمكن للبيضة الملقحة أن تتنفس وتستخدم الطاقة الناتجة عن ذلك في تركيب الهيولى والأغشية والعضيات الجديدة وثم تنقسم.

وبعد ذلك تبدأ عملية التخصص حيث يبدأ تكون الجنين النباتي و تقوم خلايا الفلقات بادخار الغذاء وتبدو ملامح النسج الميرستيمية والبارانشيمية واضحة في كل قسم من أقسام الجنين النباتي، كما تبدأ خلايا النسج الناقلة بالتكون، كذلك وتستمر عمليات التخصص والتمايز فتظهر النسج السكلیرانشیمية والخلايا اليخضورية والخلايا المفرزة وغير ذلك، وتصبح هذه الخلايا قادرة على القيام بتفاعلات كيميائية حيوية وعمليات تركيب وهدم، و تترافق بتشكل مجموعة من الأنزيمات الجديدة، التي تختلف من نسيج لآخر ومن عضو لآخر.

من الجدير بالذكر في هذه المرحلة أن تركيب الأنزيمات التي تنظم عملية التنامي النباتي يتم بإشراف مورثي ويختلف ذلك من عضو نباتي لآخر ومن نسيج نباتي لآخر ولكن عموما ما يحدث هو أن تنتقل الشيفرة الوراثية من النواة إلى السيتوبلاسما على شكل mRNAيصل إلى الجسيمات الريبية وهناك تبدأ عمليات الترجمة بمساعدة tRNAالذي ينقل الحموض الامينية ويرتبها في تسلسل معين وفقا للمعلومات الوراثية وباستخدام الطاقة في الخلية من ATP أو GTP ويتم تركيب بروتين نوعي يشكل أنزيما نوعيا يبدأ عمله حسب النسيج.

مثال : المورثة المسؤولة عن تركيب مادة الفلين في نسيج مثل نسيج الفللينوجين كانت موجودة في نواة البيضة الملقحة إلا أن الأنزيم اللازم لم يكن قد تم تركيبه بعد، وقد نشط تركيبه في مراحل لاحقة من التنامي النباتي.

تمتلك نواة خلية البيضة الملقحة كامل المعلومات الوراثية التي تؤدي إلى تطورها إلى نبات كامل، وعندما تبدأ بالانقسام الخيطي لتتطور وتنمو إلى نبات كامل في فهي تعطي هذه الإمكانية او القدرة الكاملة إلى الخلايا البنات الناتجة عن تكرار انقسامها الخيطي ومع ذلك نلاحظ تطور الخلايا فيما بعد لتعط خلايا متمايزة متخصصة بعضها خلية ورقية وأخرى خلية ساق وثالثة خلية جذر، او تعطي خلايا نسج مختلفة ضمن العضو الواحد خلية بارانشيمية واخرى سكليرانشيمية ..الخ).

يفسر ذلك بالقدرة الكامنة في DNA الخلية الأصل لا تتحرر بشكل عشوائي وإنما وفقاً لترتيب دقيق حيث تبقى بعض المورثات هاجعة لا تنشط إلا في مرحلة محددة من التنامي النباتي وفي مستوى معين من تشكل النسيج او العضو النباتي.

ويعود تشكل نسيج ما في العضو النباتي دون آخر إلى نشاط مورثة معينة وكبح اخرى، على سبيل المثال المورثات الهاجعة في خلايا اللحاء غير المورثات الهاجعة في نسيج الخشب، وهكذا يفسر تمايز الخلايا التي تكون متشابهه وراثياً في الأصل يكون نتيجة التباين في نشاط مورثاتها من جهة وإعادة تنشيط المورثات الهاجعة من جهة اخرى.

- ✧ تستطيع بعض أنواع الخلايا النباتية (خلايا بارانشيم، خلايا بشرة) أن تعود عن تمايزها وتكتسب صفات الخلايا الجنينية والقدرة على الانقسام مجدداً وتستعيد خصائص خلية البيضة الملقحة أو الميرستم الذي نشأت عنه بحيث يعود نشاط المورثات والانزيمات إلى الهجوع مجدداً، وتعرف هذه الحادثة بالعودة عن التمايز Dedifferentiation وهذا ما يؤكد أن الكمون الكلي للخلية لمم يختفي بل كان مقنعا بالتمايز.
- ✧ وكلما كانت الخلايا على درجة متقدمة من التمايز يصعب أن تعود إلى حالتها الجنينية مجدداً، وقد حدد الشرط الأساسي العودة الخلايا عن تمايزها بعدة تجارب أثبت فيها ضرورة عزل الخلية النباتية عن مجاوراتها لتتحرر من تأثير النسج المجاورة لها وبالتالي تعود عن تمايزها.

ثانياً: تأثير العوامل الوراثية على التشكل النباتي:

تعد المادة الوراثية في الخلية الحية مصدر المعلومات التي ستؤدي إلى بناء جميع أجزاء الكائن الحي، وإن الكشف عن هذه المعلومات الوراثية والتعبير عنها يرتبط وبشكل وثيق بعوامل داخلية وخارجية بآن واحد، وعلى الرغم من التساوي التام بين كل خلية من خلية المتعضية بالنسبة للكمون الكلي إلا أن تعبير كل منها عن مورثتها يرتبط بالتأثير المتبادل بين المورثات، وبتبادل المعلومات بين الخلايا وبالتأثيرات القادمة من الوسط الخارجي مثلاً: تبادل الرسائل الهرمونية او تأثير نواتج الاستقلاب أو العوامل والشروط البيئية ...الخ.

ينشط في هذه الحالة التأثير على المستوى الجزيئي الذي يعد أوضح مثال على حادثات التشكل ويؤدي الاصطناع الحيوي في هذا المستوى غلى تشكيل ثلاث مجموعات DNA,RNA،بروتينات بنيوية او وظيفية.

عند بناء البروتين في الخلية على المستوى الجزيئي يجب أن يتم أولا بناء الببتيدات المتعددة التي تتكون من حموض أمينية والحموض الأمينية تترتب في سلاسل ببتيد متعددة بإشراف مورثي وبعد ذلك تبدأ تلك السلاسل بالالتفاف والانثناء لتتكون بنية فراغية محددة ثلاثية الأبعاد وتعرف بالكيمياء الحيوية باسم البنية الثانوية أو الثالثية ولا تلبث هذه الببتيدات المتعددة أن تتحد مع بعضها وبمشاركة مع جزيئات من طبيعة غير بروتينية ليتكون بذلك جزئ البروتين وهذا مايدعى بالبنية الرابعية، والتي تختلف من نسيج لآخر. وتتبدل هذه البنية وفقا لخصائص

الوسط المحيط مثل PH أو درجة الحرارة أو تركيز الشوارد، كما تتكون في مثل هذه المراحل الأشكال الانتقالية للبروتينات وفقا لطبيعة الروابط التي توجد بين الجزيئات البروتينية والمواد غير البروتينة ولهذه الأشكال دورٌ هامٌ في حادثات التشكل حيث أن وجودها في مرحلة ما قد يؤثر على التبدلات الهامة في الشكل والوظيفة للنسيج الناتج.

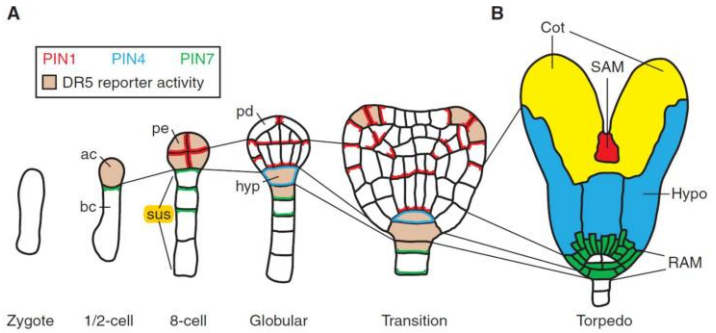
كما ينشط تاثير العوامل الوراثية ويبدو واضحاً على مستوى تشكل العضيات الخلوية، نذكر على سبيل المثال تشكل الغشاء الداخلي للجسيمات الكوندرية الذي ينتج من تجميع انزيمي متعدد، تتألف عناصره من: سلسلة كاملة من نواقل الالكترونات، و جهاز انزيمي له دور في تكوين الروابط الفوسفورية، و بروتينات بنيوية.

نذكر للتوضيح تشكل سلسلة واحدة من نواقل الالكترونات يكون دورها مؤكسدا، تتجمع مثل هذه السلسلة على بروتين مساعد وتتكون على الأقل من 30 جزيئة بروتينية، تتوضع تبعا لنظام دقيق، بحيث يتم تجميع السيتوكرومات المتنوعة مثل جزيين من السيتوكروم b وجزيء مشتمل على الحديد بالتناوب مع السيتوكروم c ويتم تجميعها على قالب بروتين مساعد وتتكون الروابط بسهولة على القالب على نحو مشابه لنمط أنزيم - ركيزه.

وأما على المستوى الخلوي فإن تأثير العوامل الوراثية على حادثات التشكل تتنوع بين الكائنات وحيدة الخلية والكائنات متعددة الخلايا، فبينما تستطيع العوامل الوراثية ضبط جميع العمليات الخلوية داخل الكائن وحيد الخلية بما يضمن استمراره في الحياة، يكون لها الدور الأهم في تمايز وتخصص الخلايا وترتيبها في نسج ومن ثم أعضاء تساعد الكائن متعدد الخلايا على القيام بجميع وظائفه.

ثالثاً- القطبية:

يحدث التنامي وفق محور يدعى بمحور الاستقطاب، ويكون هذا المحور واضحا في النباتات الراقية محور الساق والجذر، وفي الطحالب وفق محور القمة الإعاشية للساق والجذر. وفي جنين البذرة وفق محور البريعم أو القطب الورقي والجذير أو القطب الجذري.



رابعاً-التناظر:

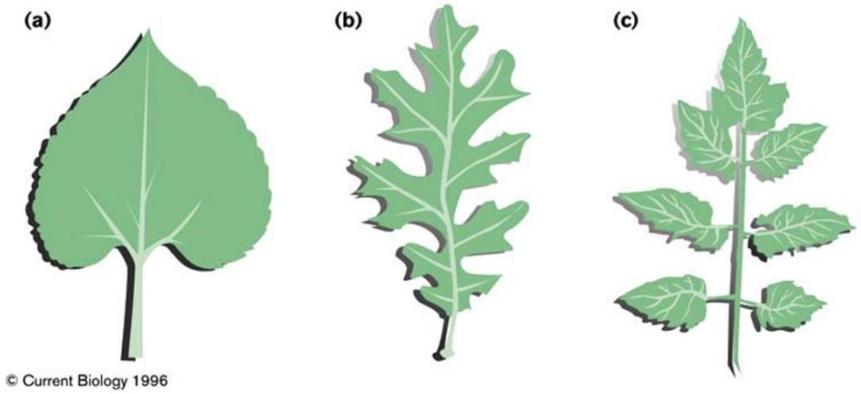
يرتبط مفهوم التناظر بمفهوم القطبية، حيث ينتج الشكل النهائي للنبات عن توزع النسج والأعضاء على نحو متناظر حول محور او عدة محاور. ويوجد للتناظر عدة أنماط:

اللاتناظر: ويتميز بوجود عدد غير متناه من محاور التناظر كما في أشنة الفولفوكس والتي لا تبدي قطبية واضحة.

التناظر الشعاعي: كما ي الجذور والسوق الرئيسية حيث تتوزع النسج والأعضاء الجانبية وفقا لعدة مستويات.

التناظر الثنائي الجانب: ويتصف بوجود مستويين فقط للتناظر ويكونان متعامدين كما في سوق الصباريات، أو في توزع الأوراق حسب لولبين منتظمين، توزعا ثنائي الخط في النجيليات أو توزع الأعضاء في عاريات البذور.

التناظر الجانبي: يتميز بوجود مستوى واحد فقط للتناظر يقسم العضو غلى قسمين متماثين،، أيمن وأيسر، إلا أن الوجه الظهري لا يماثل الوجه البطني، كما هي الحال في أغلب الأوراق.



مكتبة A to Z