كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثالثة**

المادة : تنامي نباتي

المحاضرة : **السابعة/نظري/**

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2025

١١

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

آ ـ تشكل الزهرة :

يتوقف الإزهار في النباتات وبخاصة مغلفات البذور على جملة من العوامل منها عوامل داخلية (كالهرمونات) وأخرى عوامل خارجية (كدرجات الحرارة والنوبة الضوئية) . فعندما يصبح النبات قادراً على الإزهار وإذا ما توافرت بعض الشروط المسبقة كالتربيع وتحريض النوبة الضوئية ، فإن بعض البراعم الإعاشية تتحول إلى براعم زهرية ويكون هذا التحول مصحوباً بتبدلات مرفولوجية وتحولات كيميائية ـ حيوية ينجم عنها تبدل عميق في الوظيفة والأداء .

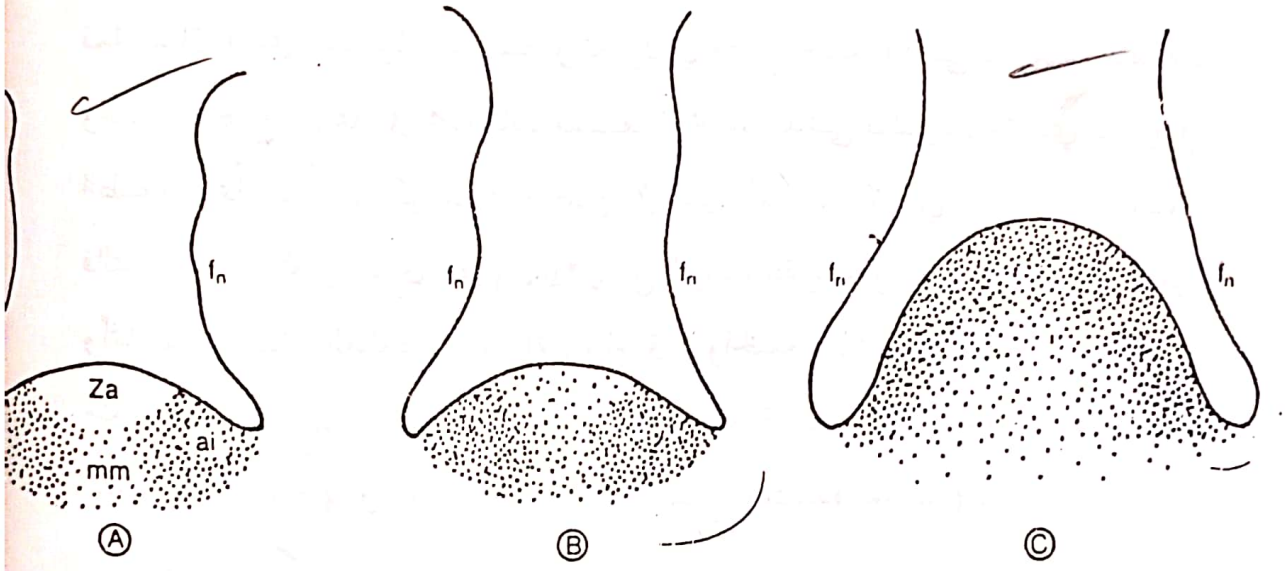
١ ـ المرحلة الإنتقالية (أو نهاية المرحلة الإعاشية) :

ما أن تنهي القمة نشاطها الإعاشي بتشكل البداءة الورقية الأخيرة حتى يطرأ عليها جملة من التبدلات الشكلية منها والبنيوية . فتصبح أكبر حجماً وأكثر بروزاً وأشد تحدباً . وهذا مايشير إلى بداية تشكل كرسي الزهرة . كما يتسع النشاط التقسمي ليشكل خلايا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أي شيء بخص الرسم مهو مطلوب،

القمة بما فيها خلايا المرستيم المترقب التي بقيت حتى هذه اللحظة متوقفة في الطور G2 من الدارة الخلوية . فتتضخم النوى ويزداد عدد الخنيدرات كمايتسع سطح الجمل الغشائية وتتحزأ الفجوات وينشط اصطناع الحموض الريبية النووية ، فهذه التبدلات البنيوية تشير إلى تنشيط عمليات الاستقلاب . وهذا مايؤدي إلى انطماس البنية المنطقية الذي يعد من أهم مميزات المرحلة الإنتقالية أو الطور ماقبل الزهري (الشكل ٨٤) .



الشكل (٨٤) - يمثل الإنتقال من الحالة الإعاشية إلى الحالة الزهرية في مغلفات البذور :

A - قمة إعاشية (ai = الحلقة الأصلية ، mm = المرستيم المخي ، Za = مرستيم مترقب)

B - مرحلة إنتقالية لقد اجتاح الإنقسام الخلوي المنطقة القمية .

C - مرحلة قبل زهرية وفيها انطمست البنية المنطقية نتيجة لشدة الانقسامات الخلوية وغزارتها في سائر المرستيم. مما أدى إلى زيادة الكتلة المريستيمية وتضخمها .

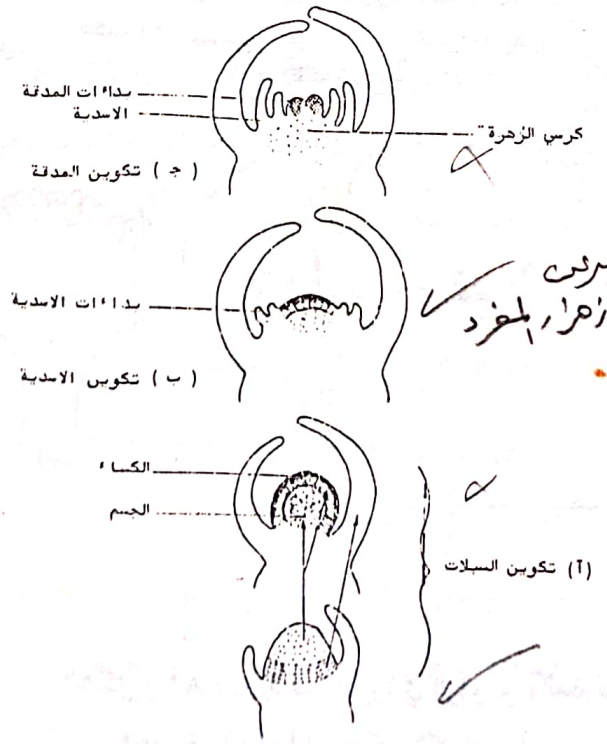
ثم تتمايز في هذه القمة منطقتان خلويتان :الأولى سطحية وتدعى بالكساء وهي غطاء من الخلايا المريستيمية النشيطة الذي يغلف كامل المرستيم . وينشأ هذا الكساء عن نشاط كل من الحلقة الأصلية والمرستيم المترقب القديمين . كما يدعى هذا الكساء بالمرستيم مولد الأبواغ Meristème sporogène الذي سيشكل القطع الزهرية . أما الثانية فهي منطقة داخلية تقع على امتداد مخ الساق وتُعرف بالجسم الذي سيشكل البرنشيم المخي لكرسي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الزهـرة ولذلـك تعـرف بالمريستيم المولـد لكرســي الزهــرة Merèstème sèceptaculaire الشكل (٨٥ ، آ) .

٢ ـ مراحل تشكل الزهرة :

يبدأ تشكل الزهرة مع بروز السبلات في قاعدة المرستيم الزهري .وتتشـكل السـبلات من الحلقة الأصلية في مرحلة مبكرة جـداً أو تتصـف السـبلات بنموهـا السـريع ممـا يجعلهـا تغلف القمة في مرحلة مبكرة جداً وذلك قبل أن تتشكل أية قطعة أخرى من القطع الزهرية (الشكل ٨٥ ـ آ) . وتظهر فيما بعد البتلات فـوق السـبلات مباشـرة وبالتنـاوب معهـا . ويستهلك تشكل البتلات كل ماتبقى من الحلقة الأصلية . وهكذا تنفذ خلايا هذه الأخـيرة مع تشكل الحلقة الثانية من قطع الكم . ولايبقى لتشكل القطع الخصبة مـن أسـدية وأخبيـة إلا الجزء القمي من الكساء الذي كان قد نشأ عن نشاط المرستيم المترقب . فتظهر الأسـدية أولاً وفيما بعد الأخبية . وهكذا يكون تشكل القطع الزهرية قـد اسـتهلك خلايـا المرسـتيم بكاملها مما يجعل استمرار النمـو مستحيلاً . ولذلـك يكـون التشـكل الجنيـني في المرسـتيم الزهري محدوداً ، بينما يكون المرستيم الإعاشي غير محدود (الشكل ٨٥ ، ب و حـ) .



الشكل (٨٥) ـ مراحل تشكل الزهرة (حسب د . حداد ١٩٨٢) .

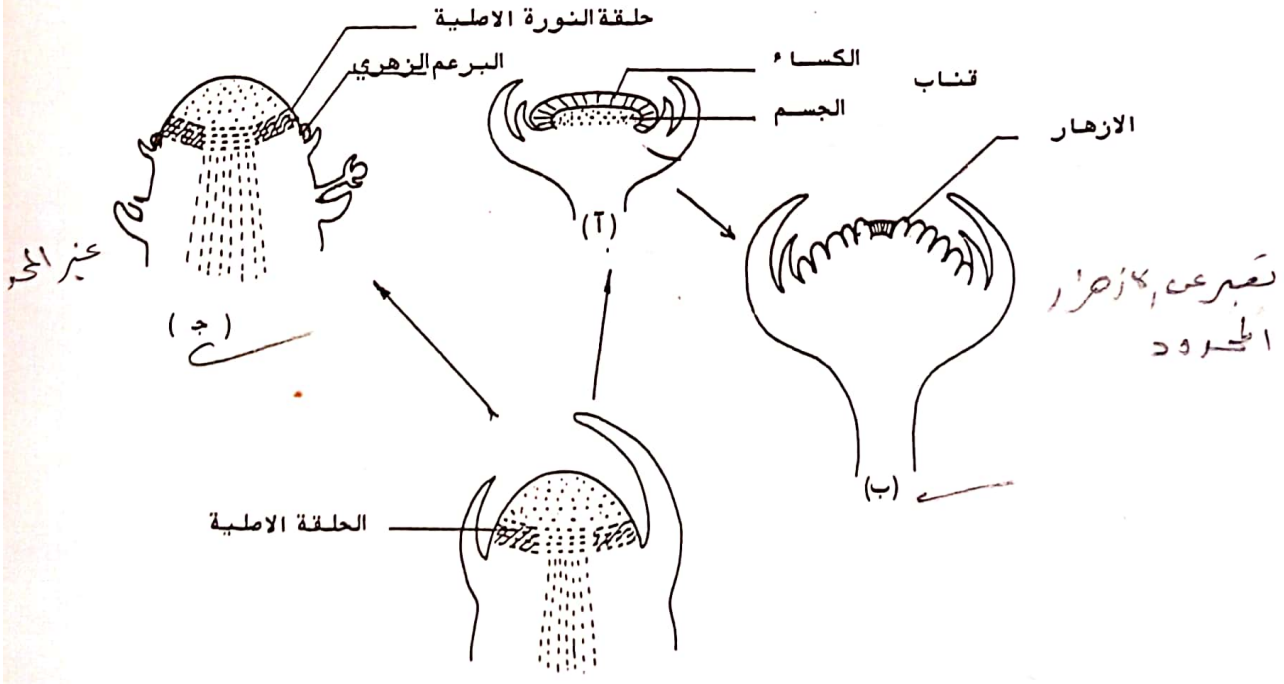
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب ـ تشكل النورة ذات النمو غير المحدود :

تنقلب الحلقة الأصلية في البرعم الإعاشي إلى حلقة أصلية نورية لدى الانتقال إلى المرحلة التكاثرية فتعطي القنابات بدلاً من الأوراق والأزهار بدلاً من البراعم الإعاشية بينما يستمر المرستيم المخي في تكوين المخ في محور النورة كما كان في الساق . أما المرستيم المترقب فيبقى ذا نشاط ضعيف أو خاملاً (الشكل ٨٦ ، جـ) .

جـ ـ تشكل النورة ذات النمو المحدود :

ماأن تتوقف الحلقة الأصلية في الفارع عن إعطاء الأوراق والقطع الورقية حتى تنقلب قمة الفارع إلى قمة نورية . فتعطي الحلقة الأصلية مجموع القنابات (أو القناب) ، أما المرستيم المترقب فيبدأ بالنشاط والإنقسام وتتميز فيه طبقات سطحية تشكل الكساء ومرستيم داخلي يشكل الجسم (الشكل ٨٦ ، آ) . وينقطع الكساء في مرحلة تالية إلى بداءات الأزهار بدءاً من الأسفل وتنتهي في الأعلى . أما الجسم فيعطي كرسي النورة . بينما يتوقف المرستيم المخي عن العمل (الشكل ٨٦ ، آ ـ ب) .



الشكل (٨٦) ـ بنية قمة النورة في الرؤويس والعنقود

أ ـ نفاذ الحلقة الأصلية وتشكل الكساء والجسم .

ب ـ تشكل الازهار على حساب الكساء .

جـ ـ استمرار البنية المنطقية في العنقود .

د ـ طبيعة الزهرة Nature de lafleure :

إن ماوصلت إليه زهرة مغلفات البذور من تعض وتخصص ، لم يكن دون أدنى شك إلا نتيجة للتطور الذي أصابها عبر الأحقاب الجيولوجية . ويتوقف قبولنا لأي تفسير عن طبيعة الزهرة ، على معرفتنا بالمراحل الأساسية لهذا التطور . ومع الأسف فإن علم المستحاثات لم يقدم حتى الآن أية معلومات تسمح بأن نقبل بهذا التفسير أو ذاك .

ويعد Payer أول من درس تنامي البداءة الزهرية دراسة معقمة ، فقد بيّن ، كماشاهدنا ، أن أوالات القطع الزهرية المختلفة تظهر تبعاً لترتيب محدد : أوالات السبلات فالبتلات فالأسدية وأخيراً الأخبية . وتتنامى كل أوالة منها في الإتجاه المحدد ونحو القطعة الزهرية النهائية . ولكن ، هذه القطع الزهرية التي تبدي اختلافاً كبيراً في الشكل وفي الوظيفة ، هل هي فعلاً متماثلة بعضها مع بعض ؟ وهل لها الطبيعة ذاتها ؟ أو هل لها الدلالة ذاتها ؟ .

وللإجابة عن هذه التساؤلات المتعلقة بطبيعة القطع الزهرية ، قُدمت التفسيرات التالية:

١ ـ فرضية التحول والتبدل Theorie de la Mètamorphose

« أو الطبيعة الورقية للقطع الزهرية Nature foliairedes piéos florales »

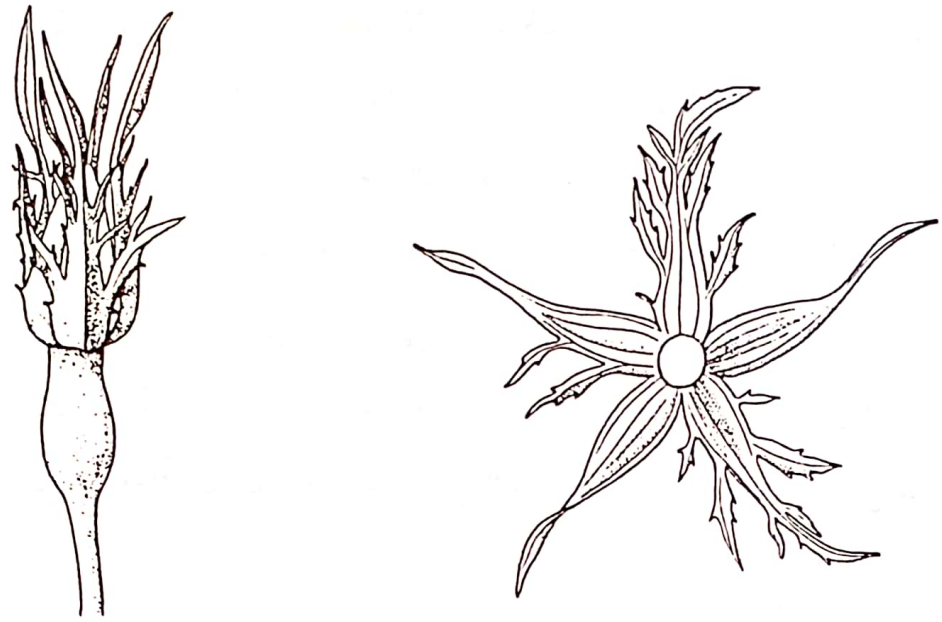
لقد صيغت هذه الفرضية عام ١٧٩٠ من قبل الشاعر والفيلسوف غوته Goethe . فالزهرة ماهي إلا فارع قصير يحمل قطعاً ورقية (السبلات والبتلات والأسدية والأخبية) التي ماهي إلا أوراق قد تحورت بغية آداء وظيفة التكاثر . وقد استندت هذه الفرضية إلى الملاحظات التالية والتي يمكن مشاهدتها في الأزهار الحالية :

١ ـ لايبدي الجهاز الوعائي في الزهرة اختلافات أساسياً عن مثيله في الساق المورقة (الفارع) . إنه ببساطة أكثر تراصاً وكثافة .

٢ ـ يوجد تشابه شديد الوضوح في كل من المظهر والبنية التشريحية بين الورقة الإعاشية من جهة وقطع الكم من سبلات وبتلات من جهة آخرى . ويمكن أن نشاهد في كأس العديد من مغلفات البذور أشكالاً انتقالية بين الأوراق والسبلات النموذجية (كما

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

في نبات الدر ونبات الغوانيا أوعود الصليب **Pivoine**) الشكل (٨٧) . كما تكون السبلات أحياناً مشابهة للبتلات **Pétaloïdes** وتكون البتلات أحياناً أخرى مشابهة للسبلات **Sepaloïdes** .



الشكل (٨٧) - يمثل الكأس في الورديات : A - في برعم زهري لم يتفتح بعد . B - كأس عزلت عن الزهرة ويُنظر إليها من وجهه السفلي .

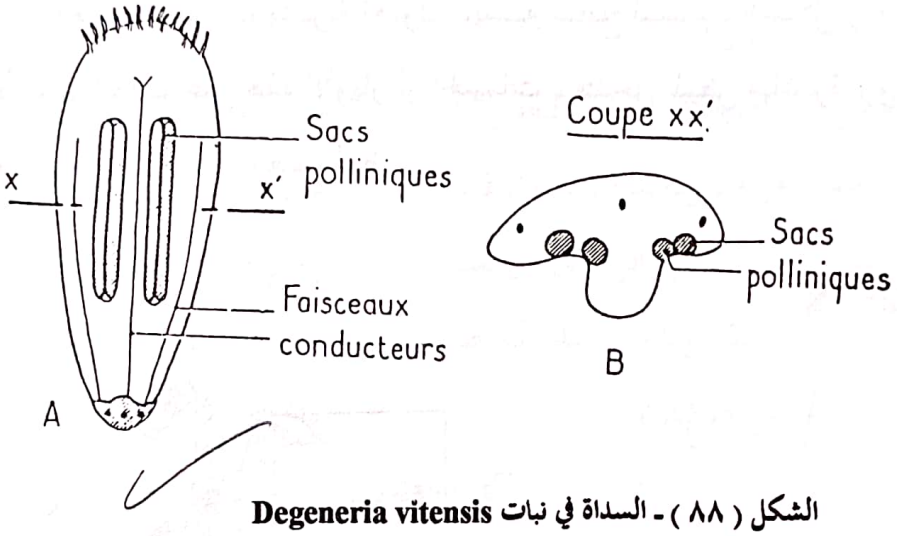
٣ - تبدي بعض أزهار مغلفات البذور الحالية ولكن الأكثر بدائية ، على الرغم من الاختلاف الشكلي الكبير بين الورقة الإعاشية من جهة والأسدية والأخبية من جهة أخرى، أسدية وأخبية ورقية الشكل . ففي الجنس **Degeneria** مثلاً ، تكون السداة مجردة من كل من الخيط والمئبر ، فهي صفيحة ورقية لها ثلاثة أضلاع من الحزم الناقلة ، وتحمل على وجهها البطني (نحو داخل الزهرة) اربعة أكياس طلعية (الشكل ٨٨) . وتذكرنا هذه السداة بالأوراق البوغية في التريديات .

إن وجود الخيط والمئبر في السداة ، ماهو إلا نتيجة للتطور الذي انطلق من أشكال بسيطة مشابهة لسداة الـ **Degeneria** .

إن أكثر مايعزز الطبيعة الورقية للسداة ، هو مانشاهده في زهرة النيلوفر من أشكال

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

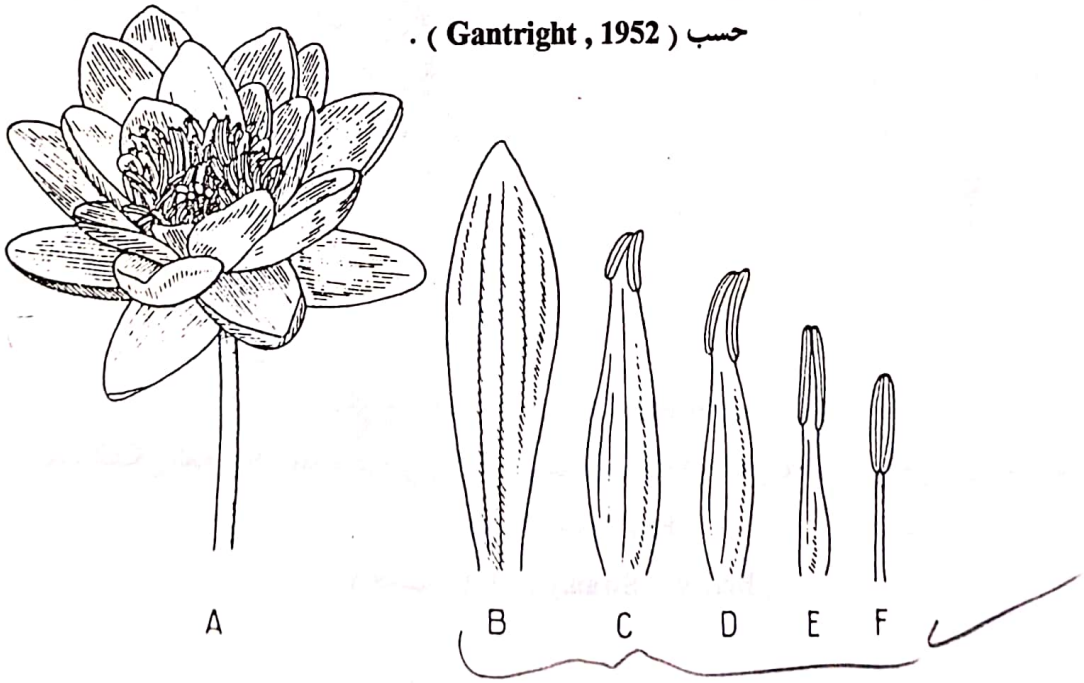
انتقالية بين البتلات والأسدية ، حيث نرى بـدءاً مـن الخـارج نحـو داخـل الزهـرة : بتـلات نموذجية الشكل ، ثم أوراق مسطحة شبيهة بالبتلات ولكنها تحمـل مئـبراً تقريبـاً ، فأسـدية ذات خيـوط عريضـة أو بتليـة الشـكل ، وأخـيراً أسـدية نموذجيـة المظهـر والبنيـة ، الشكل (٨٩).



الشكل (٨٨) ـ السداة في نبات **Degeneria vitensis**

A ـ الشكل العام ، **B** ـ مقطع عرضي في المستوى **X´X** . لاحظ الأكياس الطلعية **Sacspolliniques**) .

حسب (**Gantright , 1952**) .



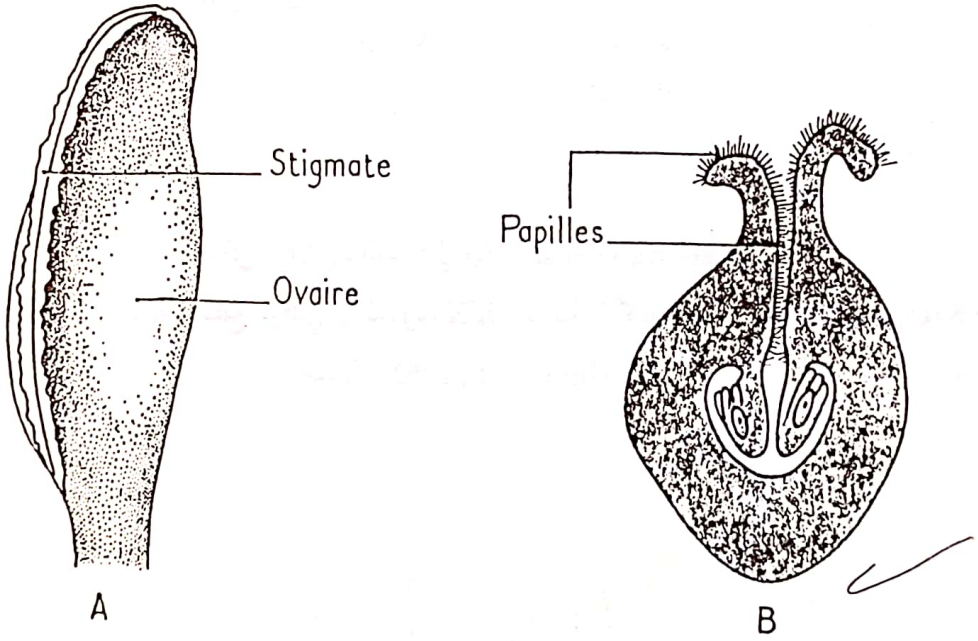
الشكل (٨٩) ـ زهرة النيلوفر الأبيض **Nymphea alba**

A ـ الشكل العام للزهرة ، **B** ـ بتلة ، **E , D , C** ـ أشكال انتقالية بين البتلة والسداة ، **F** ـ سداة .

(حسب : **Troll , 1957**) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أما الخباء **Carpelle** ، فيُنظر إليه كورقة التفت على ذاتها ، ثم التحمت حوافها ، فتكون البويضة **Ovule** عندئذ عبارة عن سن الورقة أوالفص من حافتها . إن البنية التشريحية لجدار الخباء تشبه تماماً البنية التشريحية للورقة . كما يُلاحظ : أن الخباء في الجنس **Degeneria** والأجناس القريبة منه مثل الجنس **Drimys** له مظهر خاص جداً ، فهو مجرد من القلم والميسم ، والمبيض غير مغلوق ورقة منثية على وجهها البطني ولكن حوافها لم تلتحم وإنما مغطاة بحليمات بشرية تكون مايشبه سطح الميسم ، الشكل (٩٠) . وتتنامى الأنابيب الطلعية على هذه الأوبار أو الحليمات ، فتدخل المبيض مباشرة . وبعد الإلقاح ، تلتحم حواف الخباء وينغلق المبيض .



الشكل (٩٠) ـ الخباء في نبات Drimys piperita

A ـ الشكل العام ، B ـ مقطع عرضي (لاحظ الميسم Stigmate والمبيض Ovaire والحليمات التي تكسو سطح الميسم Papilles)

(حسب : Bailey et Swamy , 1951) .

وتكون الأخبية في بعض الحوذنيات **Ranales** الأكثر تطوراً مثل الجنس **Aquilegia** ، مغلقة تماماً عند النضج والبلوغ ، بيما تبقى مفتوحة خلال مراحل تشكلها في البرعم الزهري ،

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

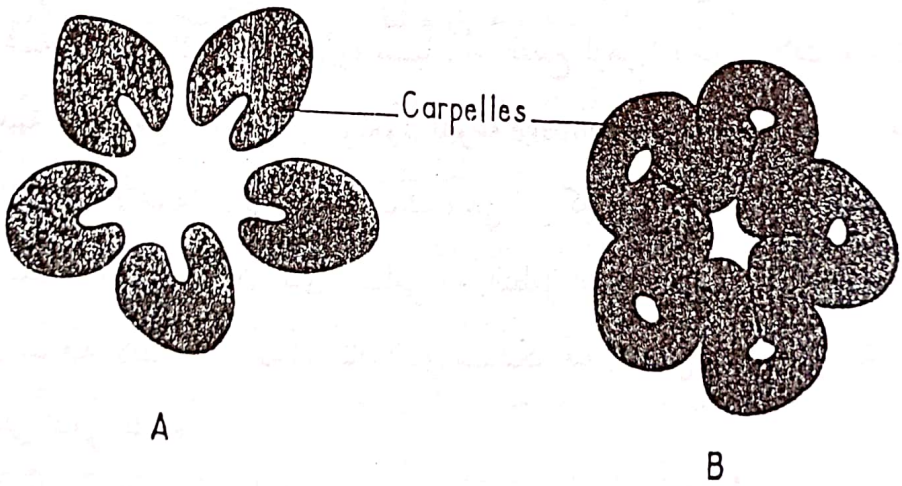
وتبدأ حوافها بالإقتراب من بعضها لتلتحم قبل تفتح الزهرة الشكل (٩١) .

إن تعضي الخباء في الزهرة المتفتحة للجنس **Degeneria** (الأقل تطوراً) يُصادف أيضاً في زهرة الجنس **Aquilegia** (الأكثر تطوراً) . ولكن خلال حادثات التشكل الزهري ولمدة مؤقتة فقط .

وباختصار : إن الملاحظات الحديثة على الحودانيات تعزز التفسير الذي يعد كل من الأسدية والأخبية أوراقاً متحورة .

٤ ـ إن التشكل غير الطبيعي (الشاذ) لبعض الأزهار ، يُدعم أيضاً فرضية التحور والتبدل فبعض البراعم الزهرية ، وبعد أن تكون قد شكلت بعض الحلقات من القطع الزهرية ، تتوقف فجأة عن نشاطها الزهري ، وتستعيد نشاطها الإعاشي السابق لتبدأ بتكوين ساق مورقة جديدة . ويدعى هذا النمط من الأزهار بالأزهار الورقية ، **Fleurs prolifères** ، الشكل ((٩٢) .

ويُدل هذا الانقلاب أو التحول **Réversion** من المرستيم الزهري إلى مرستيم إعاشي ، على عدم وجود فرق جذري بين طبيعة هذين النمطين في المرستيم .



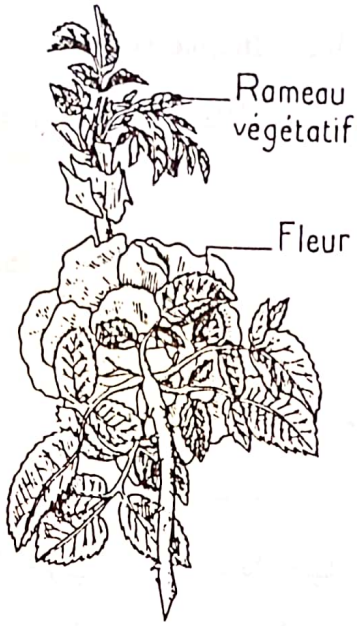
الشكل (٩١) ـ الأخبية في نبات Aquilegia truncata (مقاطع عرضية) :

A ـ أخبية فتية مازال مفتوحة .

B ـ أخبية بالغة ملتحمة ومغلقة .

(حسب : Tepfer , 1953) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٩٢) ـ الزهرة الورقية Fleur prolifère في الورديات

(حسب : Troll , 1975) .

يمكن أن يأتي تعارض .

٥ ـ والزهـرة بالنسـبة للعـالم **Emberger** (**1950**) ، هـي مجمـوع مـن الأغصـان أو الأوراق المدغمة في قمة ساق رئيسة قصيرة نسبياً . أما القطع الزهرية ، من سبلات وبتلات وأسدية وأخبية ، فهي من أصل ساقي . وتكون المبوغة **Sproage** محمولـة علـى بعـض هـذه الأوراق (الاسدية والأخبية) . فالزهرة ، عندئذ ، هي قبل كل شيء المكان الذي سيتم فيه الانقسام المنصف . فتصبح المكان الذي سيتنامى فيه بالتطفل النبات العروسي الانثوي ، ثـم المكان الذي يتم فيه الإلقاح ، وأخيراً المكان الذي ستتشكل فيه بالتطفل أيضـاً الأجنـة الـتي ستحرض على تنامي الثمرة .

إن هذا المفهوم للزهرة الذي يأخذ في الحسبان كل البنى المشاهدة فعلياً هو دون شك، بعيد جداً عن مفهوم العالم **Plantefol** الـذي يسـتند بـالأصل إلى نظـم تـوزع الأوراق علـى السـاق **Phyllotaxie** ، كمـا يعتمـد علـى أبحـاث العـالم **Buvat** الخلويـة منهـا والتكوينيـة **Ontogénique et Cytologique** .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢ ـ فرضية : الطبيعة غير الورقية للقطع الزهرية الخصبة أو الطبيعة الخاصة للقطع الخصبة في الزهرة أو مايعرف بتفسير Plantefol و Buvat :

لقد شاهدنا كيف توصل **Plantefol** إلى مفهوم الحلقة الأصلية التي هي منطقة مولدة للأوراق ، وفسر انتظام الأوراق على الساق تبعاً للوالب ورقية متعددة ، ينشأ كل منها عن نشاط مركز مولد .

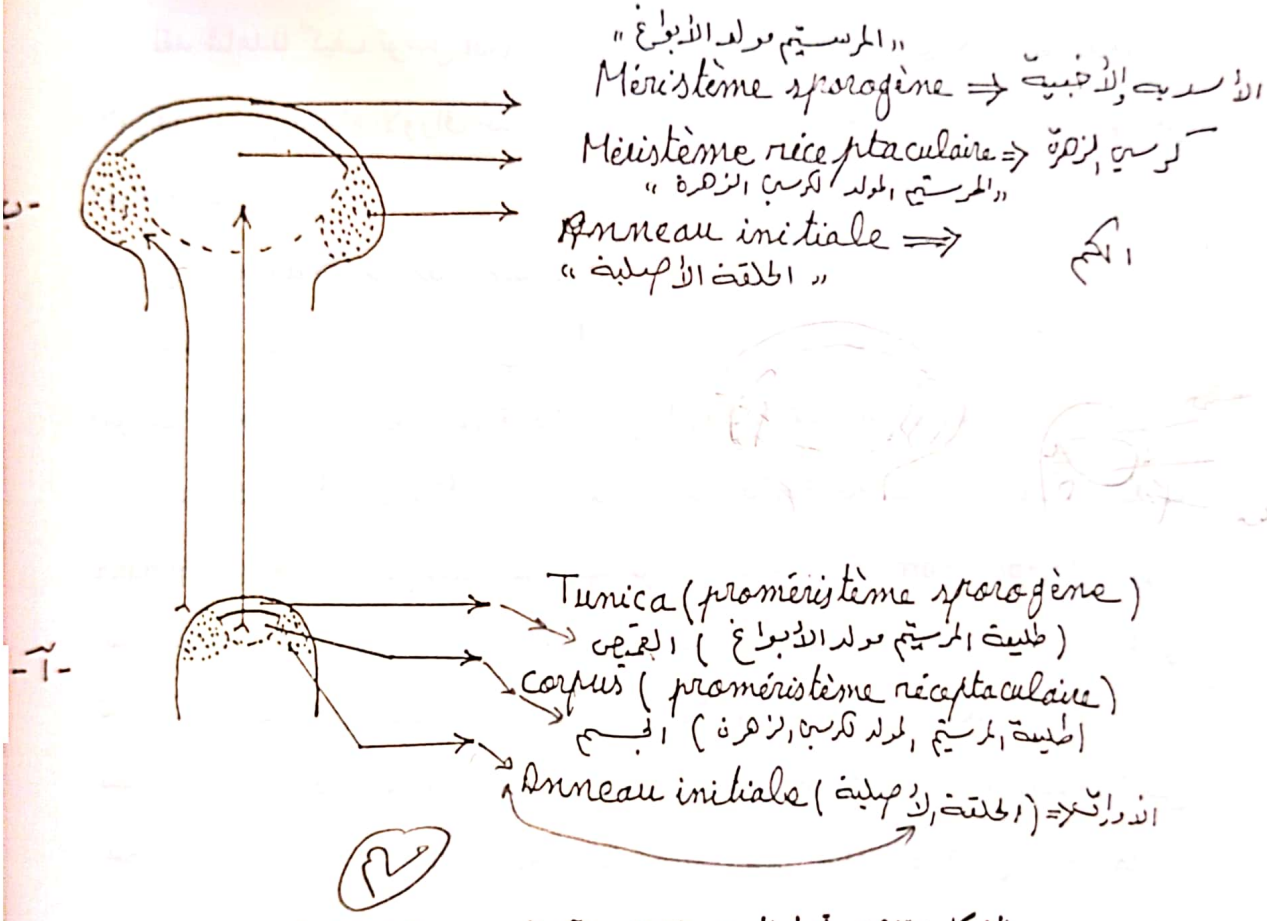
ويستنتج انطلاقاً من هذه المعطيات :

ـ إن السبلات والبتلات ، التي تنشأ كما الأوراق من الحلقة الأصلية وتقع على امتداد اللوالب الورقية ، من طبيعة الأوراق ذاتها . ولذلك يمكن عدها أوراقاً تماماً .

ـ وتكون الأسدية والأخبية ، بالمقابل ، من طبيعة خاصة ، أو أعضاء أصلية **Organes Originaux** ليس فقط بخصائصها المولدة للابواغ **Organes sporogène** ، وإنما أيضاً بمنشئها الأصلي الذي يختلف كلياً عن منشأ الأوراق . في الحقيقة ، ما أن ينتهي تشكل البتلات ، حتى يتوقف نشاط الحلقة الأصلية التي كانت قد توسعت كثيراً . بينما تستأنف خلايا المنطقة القمية (المرستيم المترقب حسب **Buvat**) نشاطها بعد فترة من الهجوع والترقب امتدت طوال النشاط الإعاشي للمرستيم . فهذه المنطقة التي لم يكن لها أي دور (حسب **Plantefol** بالطبع) خلال النشاط الإعاشي تصبح المكان الأساسي لتشكل القطع الخصبة في الزهرة . في حين يبرز الجسم من فوق الحلقة الأصلية قليلاً ليشكل كرسي الزهرة . أما القميص فيعطي القطع المولدة للأبواغ (الأسدية والأخبية) ، الشكل (٩٣).

أما الأبحاث الخلوية للعالم **Buvat** على نبات **Myosurus minimus** ، فقد أظهرت أن خلايا المرستيم المترقب التي بقيت خاملة طوال المرحلة الإعاشية ، تستأنف نشاطها التقسمي بشدة لدى التحول إلى مرستيم زهري ، مما يؤدي إلى تشكل تحدب من الخلايا المرستيمية على شكل قبة صغيرة تكون الخلايا متماثلة تماماً بخاصة من حيث النشاط التقسمي . بينما يتنامى الجهاز الفجوي في تشكل السبلات وحتى جزء من البتلات (الشكل ٩٤ ـ ب) . بينما تتشكل كل القطع الزهرية الأخرى (الجزء المتبقي من البتلات والأسدية والأخبية) . وهكذا ، يتم في نهاية المطاف استهلاك كل الخلايا المرستيمية . فتحول المرستيم الإعاشي ذات النمو المحدود إلى عضو محدود النمو (الزهرة) .

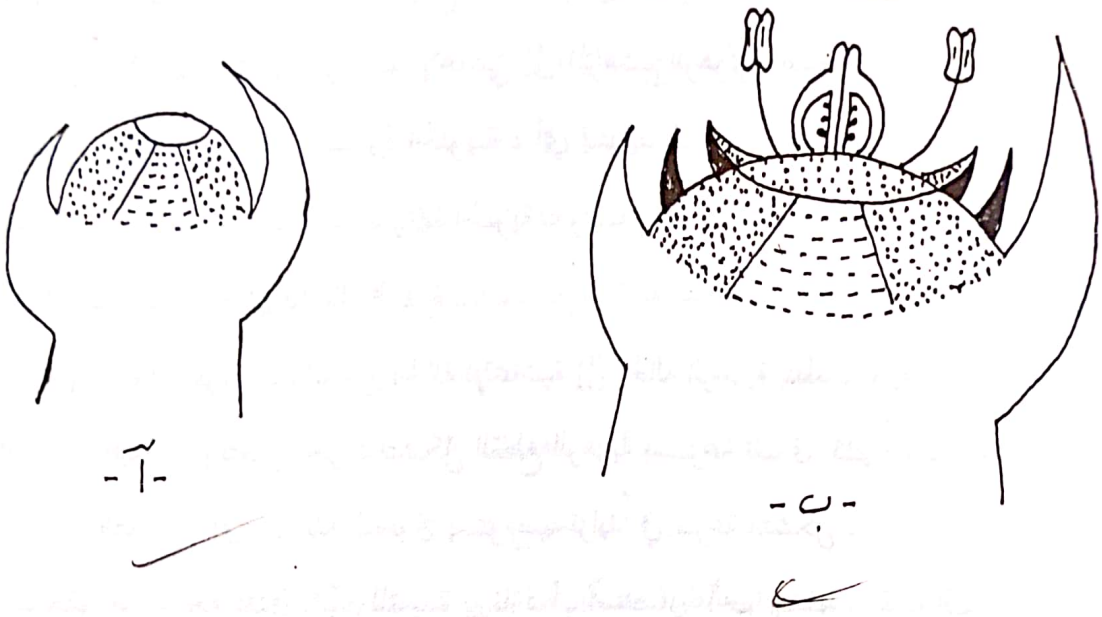
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٩٣) ـ تحول المرستيم الإعاشي (آ) إلى مرستيم زهري (ب)

(حسب Plantefol , 1948) .

وهكذا نرى أن تشكل الزهرة يتطلب مشاركة بالتعاقب لنوعين مختلفين من المرستيم : الحلقة الأصلية التي تعطي قطع الكم والمرستيم المترقب الذي يعطي القطع الخصبة . وحسب هذه المعطيات لايمكن عد كل من الأسدية والأخبية أوراقاً متحورة ، لأنها تنشأ عن منطقة مرستيمية تختلف عن المنطقة التي تنشأ عنها الأوراق اختلافاً جذرياً . لذلك فهي أعضاء أصيلة لاعلاقة لها بالأوراق . وإن ما نشاهده في الطبيعة في بعض النباتات من أشكال انتقالية بين البتلات والأسدية إنما هو نتيجة لتشكل هذه البتلات من المنطقة الفاصلة بين الحلقة الأصلية والمرستيم المترقب ، حيث يكون المنشأ مزدوجاً : جزءاً من المرستيم الأول والجزء الآخر من المرستيم الثاني .وهذا مايفسر شكلها الانتقالي بين البتلات والأسدية .



الشكل (٩٤) - رسم تخطيطي يمثل تحول المرستيم الإعاشي (آ) إلى مرستيم زهري (ب) ، في نبات Myosurus minimus .

(حسب Buvat) .

٣ - تفسير العالم Neville :

يأخذ نيفيل المعطيات السابقة في البداية ، ولكنه يستخدم مصطلحات أخرى في وصفها ، فيصل انطلاقاً من هذه المعطيات ذاتها إلى صياغة تفسير أكثر ترابطاً وتماسكاً وأوسع شمولية على الأرجح .

إن تحول البرعم الإعاشي إلى زهرة يتطلب توافر جملة من الشروط الداخلية منها والخارجية . فعندئذ ، تعمل مجموعة أخرى وحديدة من المورثات على برمجة تشكل القطع الزهرية المتتالية . ويكون هذا التحول العميق في وظائف المرستيم ونشاطه مصحوباً بتبدل في تواتر تشكل الأعضاء ونظمها .

وفي عام ١٩٧٨ ، بينت السيدة Bernard تلميذة Neville على نبات البازيلياء أن سرعة النشاط الوظيفي للمرستيم الإعاشي ، في الشروط الطبيعية ، أضعف من سرعة النشاط الوظيفي للمرستيم الزهري على نحو شديد الوضوح والدلالة . فبينما يستغرق تشكل الورقة ٦٣ ساعة ، فإن القطع الزهرية كلها (٢١ قطعة :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٥ س + ٥ ب + ٥ + ٥ سد + ١ خ) تتشكل في غضون ٤٨ ساعة فقط .

إن هذا التحول من المرستيم الإعاشي إلى المرستيم الزهري مصحوب ، على المستوى الخلوي ، بتناقص في مدة الدارة الخلوية ، أي بتزايد النشاط التقسمي للخلايا ، بحيث يشمل كل الخلايا التي قصرت دارتها الخلوية . ويبدو أن هذا النشاط ضروري لتعويض الخلايا التي تستخدم في تشكل الزهرة .

إن انتقال المرستيم ذاته من الحالة الإعاشية إلى الحالة الزهرية يتطلب ، إذن ، تزايداً في الآداء الوظيفي . وبتعبير آخر : تتشكل القطع الزهرية بسرعة تفوق كثيراً سرعة تشكل الأوراق العادية . أي أن هذا التحول يستوجب تزايداً في سرعة التشكل .

وللتحقق من صحة ذلك ،تبيّن للسيدة بيرنارد أن استئصال آخر بداءة ورقية التي تكون شديدة الفتوة ، من مرستيم مازال في البدايات الأولى من تحوله إلى مرستيم زهري ، يخفف من سرعة آدائه بشكل ملحوظ ، وهذا مايجعل تناميه يتراجع إلى الحالة الإعاشية من جديد. وبتعبير آخر : يمكن أن نحرض تجريبياً عودة المرستيم الذي أبدى أول إشارة من التنامي الزهري إلى الحالة التي كان عليها قبل بدء هذا التحول (الحالة الإعاشية) وذلك عن طريق الحد من تزايد نشاطه أو تخفيف سرعته . أي أن نشاط العضو المحدود النمو (المرستيم الزهري) أكبر من نشاط العضو غير محدود النمو (المرستيم الإعاشي) في النبات ذاته .

ففي المرحلة الإعاشية يوجد نوع من التوازن بين سرعة تشكل الأعضاء الجانبية في أوراق وبراعم إعاشية وبين نشاط المرستيم المترقب الذي يحرض الحلقة الأصلية المكونة لهذه الأعضاء ويمدها بالخلايا المرستيمية البنات . ولذلك يبقى المرستيم في حالة نمو غير محدود .

أما في المرحلة التكاثرية ، فيحدث خلل في هذا التوازن نتيجة لتشكل القطع الزهرية بسرعة كبيرة جداً مما يؤدي إلى استهلاك مفرط للخلايا المرستيمية . حيث تتحول القمة إلى مايشبه المستعمرة التي يجتاحها تشكل القطع الزهرية . فيصبح المرستيم المترقب عاجزاً عن تغذية الحلقة الأصلية بغية مواجهة هذا الزحف من القطع الزهرية الآخذة بالتشكل والتي أصبحت تقترب أكثر فأكثر من منطقة المرستيم المترقب (الشكل ٩٤ ـ ب) . فتميل في نهاية المطاف إلى التشكل على حساب المرستيم المترقب بحيث يتم استهلاكه بالكامل . ولكن بعد أن يكون قد ساهم ـ أخيراً ـ في هذا التشكل مساهمة مباشرة وذلك عن طريق

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تقسم خلاياه بشكل شديد . ولذلك تتحول قمة الفارع إلى عضو محدود النمو .

وقبل أن يصل نيفيل إلى الاستنتاج العام ، يجري مقارنة بين تشكل الزهرة وتشكل الشوكة الساقية (أي ساق متحورة إلى شوكة) . فالشوكة بالأصل برعم إعاشي ذو نمو غير محدود تحول إلى شوكة محدودة النمو ، نتيجة لاستهلاك خلايا المرستيم المترقب أثناء تشكل رأس الشوكة . أي نتيجة لمساهمة المرستيم المترقب في التشكل مساهمة كبيرة . ويرى نيفيل أن ذلك ينطبق أيضاً على المركز الهاجع في الجذر والذي يمكن أن يكون مشابهاً للمرستيم المترقب في الساق . فكما شاهدنا ، لا يوجد هذا المركز إلا في الجذور الطويلة ذات النمو غير المحدود . في حين يصبح هذا المركز نشيطاً في الجذور القصيرة ويشارك في تشكل نسج الجذر أيضاً بشكل مباشر ، مما يؤدي إلى استهلاكه ونفاد كل الخلايا المرستيمية فيتحول الجذر القصير ، عندئذ ، إلى عضو محدود النمو .

ويرى نيفيل أن كلاً من الزهرة والشوكة والجذر القصير هي أعضاء ذات نمو محدود ، نشأت عن أعضاء ذات نمو غير محدود ، كانت تملك بالأصل منطقة قمية (البرعم) أو تحت قمية (الجذر) ذات نشاط تقسمي ضعيف ، والتي هي في الحقيقة ، منطقة مرستيمية أصلية . فما وجود المرستيم المترقب والمركز الهاجع إلا كمستودع من الخلايا المرستيمة الجديدة بغية المحافظة على صفة النمو غير المحدود . ولايقصد من وجودها تشكيل بنية خاصة (عضواً أكان أم نسيجاً) في لحظة ما من التنامي . وبتعبير آخر : تعد هذه المناطق أصلاً لاشتقاق كل أنواع النسج والأعضاء اشتقاقاً مباشراً أوغير مباشر .

وتؤكد كل هذه الملاحظات التي شاهدناها وجهة النظر هذه . وبالفعل ، فإن خصائص النمو غير المحدود في كل مرة تساهم فيها هذه المناطق من المرستيم في تشكل الأعضاء والنسج مساهمة مباشرة ، التي تقود إلى استهلاكها بالذات . وهذا برهان آخر على دورها الأصيل والمنشىء .

ولذلك لايعتقد نيفيل بأن الأسدية أو الأخبية قد تشكلت من مرستيم (المرستيم المترقب) مختلف عن المرستيم الذي يشكل الأوراق (الحلقة الأصلية) . ويرى ببساطة أن تشكل القطع الزهرية تبعاً لنظم متسارع يؤدي إلى نفاد المرستيم الأصلي (المرستيم المترقب) وهذا مايضع حداً لنمو العضو . ومايعزز وجهة النظر هذه ويدعمها ، هو ماشاهدناه في

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الطبيعة من إمكان انقلاب المرستيم الزهري وعودته إلى مرستيم إعاشي .

ويستنتج نيفيل ، في النهاية ، أن معطيات التكوّن والنشوء لـ Plantefol لاتتعارض مع التعريف الذي اقترحه Emberger للزهرة والمستوحى من فرضية غوته .

هـ - تشكل الثمرة :

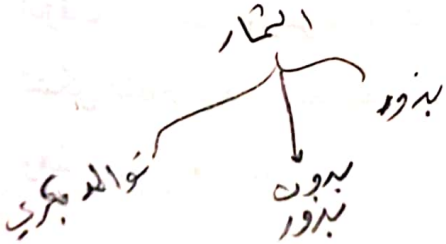
تسقط البتلات بعد تأبير الزهرة بقليل وذلك نتيجة لنشاط منطقة القطع Zone d'abscission الموجودة في قاعدة الشمراخ . بينما تبقى السبلات حتى بعد تشكل الثمرة في بعض الحالات . أما الأسدية فتذبل ثم تسقط بدورها . في حين يتنامى المبيض إلى ثمرة تحتوي عند النضج على بذرة أو عدة بذور .

وتعد هذه الطريقة في تشكل الثمرة عامة تقريباً ، مع أن أجزاء أخرى من الزهرة قد تساهم في بعض الأنواع مع عضو التأنيث في تشكل الثمرة ، وأحياناً النورة بكاملها (الفريز والتفاح في حالة كرسي الزهرة والتوت والأناناس في حالة النورة) .

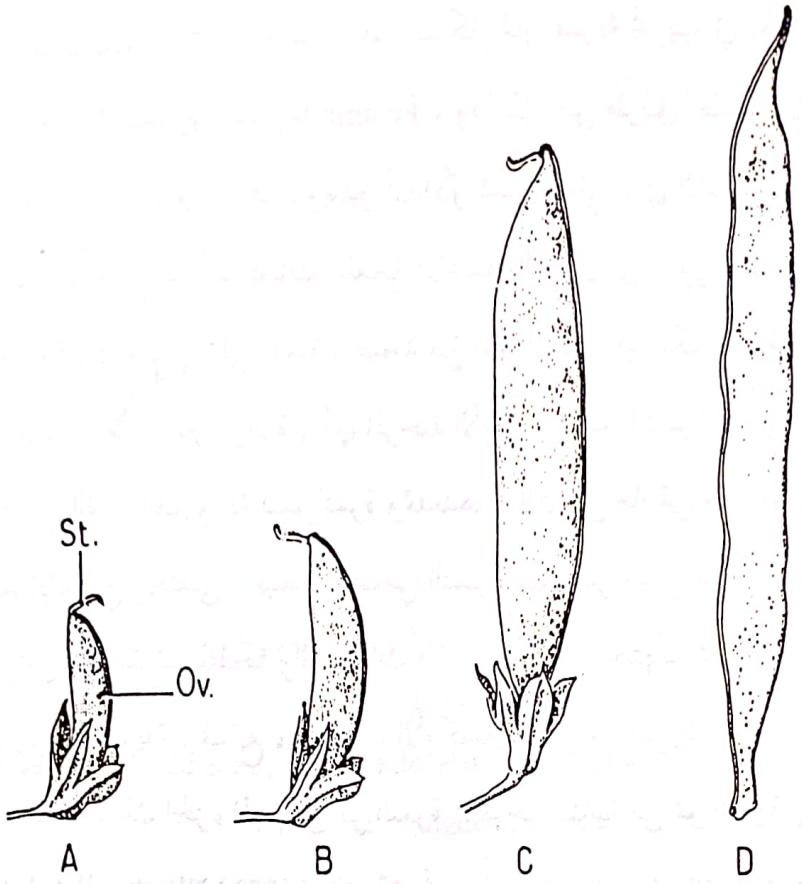
إن تحول المبيض إلى ثمرة ماهو بالحقيقة إلا نمو هذا الجزء المصحوب بتمايز نسيجي لجداره .

فنمو المبيض ، يكون عندما يتم تأبير الزهرة مستمراً تقريباً منذ تشكله في البرعم الزهري وحتى تحوله إلى ثمرة ناضجة ، الشكل (٩٥) . ويتوقف هذا النمو فجأة ، إذا لم يتم تأبير الزهرة ، وذلك بعد تفتحها بقليل . كما أن الزهرة ذاتها تسقط بعد انفصالها عن النبات عن طريق نشاط منطقة القطع المتموضعة في قاعدة الشمراخ . (الشكل ٩٦) .

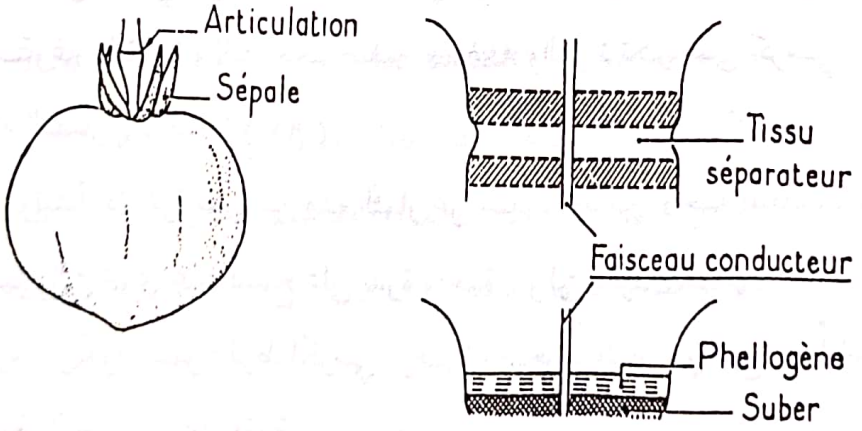
فتشكل الثمرة ، إذن ، هو إطالة أو تمديد فترة نمو المبيض بشكل أساسي . وتستوجب هذه الإطالة تأبيراً مسبقاً للزهرة . ولكن يوجد بعض الحالات الاستثنائية والنادرة جداً التي تشذ عن هذه القاعدة . فبعض النباتات تستطيع تكوين ثمارها دون تأبير أزهارها . وهذا مايعرف بالتكوين البكري أو العذري Parthenocarpie (الثمار العذرية) . وتكون الثمار الناتجة ، عندئذ ، مجردة تماماً من البذور . وهذا مادفع الإنسان إلى انتقاء بعض هذه الأنواع وزراعتها : كالموز والبرتقال عديم البذور .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٩٥) - يمثل النمو المستمر لثمرة الفاصولياء (القرن) حتى مرحلة النضج (St = الميسم ، ov = المبيض) . (حسب Troll , 1957) .



الشكل (٩٦) - منطقة القطع في ثمرة البندورة (على اليسار) . بنية هذه المنطقة (على اليمين) قبل سقوط الثمرة (في الأعلى) وبعده (في الأسفل) . لاحظ الطبقة المولدة للفلين Phellogène والفلين Suber والنسيج القاطع أو الفاصل Tissu séparateur) . (حسب : Ulrich , 1952) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ويُعزى نمو المبيض حتى مرحلة تكوين الثمرة إلى تدخل الأوكسين (AiA) فقد استطاع Gustafson (1936) الحصول على تشكل ثمار عذرية تجريبياً في بعض الأنواع غير عذرية التشكل كالبندورة والبيتونيا Petunia ، وذلك عن طريق تطبيق الأوكسين على ميسم الأزهار التي لم يتم تأبيرها . ويبدو أن الأوكسين يأتي ، في الشروط الطبيعية ، من حب الطلع أولاً ، ثم من البويضات الملقحة الآخذة بالتحول إلى بذور ثانياً . فحب الطلع ، كماهو معروف ، يحتوي على كمية واضحة من الأوكسين والتي تكون كافية لتحريض نمو المبيض وتضخمه منذ تأبير الزهرة (أي المرحلة الأولى من نمو الثمرة) ، إلا أنها لاتكون كافية لتطويل الفترة الضرورية لنموالثمرة وتمديدها ، لأن كل ماتبقى من الأنبوب الطلعي يزول بعد الإلقاح ويختفي . بيد أن تنامي الثمرة سيستمر حتى مرحلة النضج وذلك بتحريض من البويضات الملقحة والبويضات الآخذة بتكوين أجنتها عن طريق الأوكسين الذي تفرزه لمدة طويلة . فيتابع ، عندئذ ، الأوكسين المفرز من البويضات تأثير الأوكسين الطلعي ، محققاً بذلك الجزء المهم من نمو الثمرة (المرحلة الثانية من نمو الثمرة) .

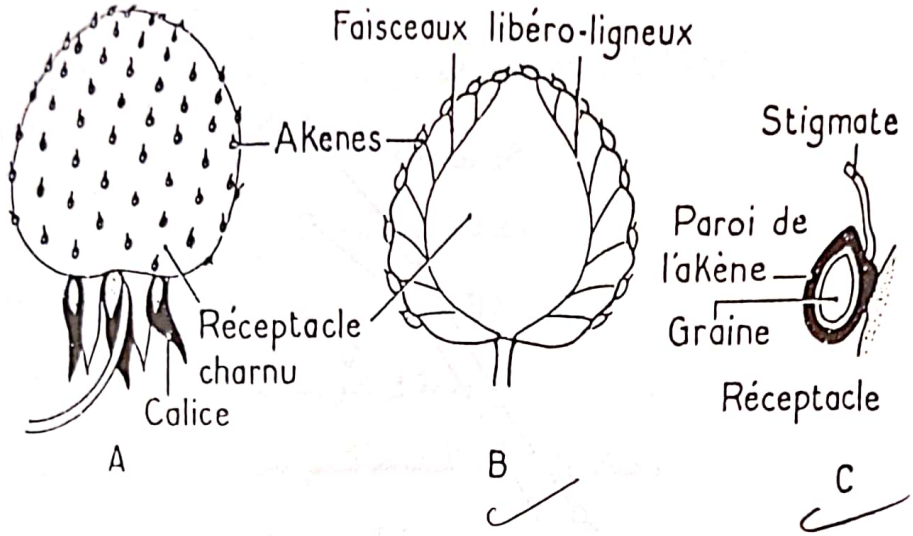
لقد استطاع Nitsch (1950) التحقق تجريبياً من دور البويضات الملقحة في تشكل ثمرة الفريز .

وتتألف ثمرة الفريز ، كما هو معروف ، من جزء شديد التنامي ، عصاري القوام ، ناتج بشكل أساسي عن نمو مفرط لكرسي الزهرة ، ومن عدد كبير من الثمار الفقيرة الجافةوغير المتفتحة وذات حجم صغير Akènes والتي ترتكز على كرسي الزهرة ذات القوام العصاري ، الشكل(٩٧) .

وتنشأ كل ثمرة فقيرة من هذه الثمار عن خباء واحد من الأخبية المتعددة والمنفصلة عن بعضها والتي تحوي عند النضج على بذرة واحدة . والتي يكوّن مجموعها عضو التأنيث في الزهرة . ويكون النمو المفرط لكرسي الزهرة مصحوباً بنمو متواضع جداً لهذه الأخبية الآخذة بالتحول إلى ثمار فقيرة .

لقد تمكن Nitsche من توضيح العلاقة الموجودة بين نمو كرسي الزهرة وتشكل الثمار الفقيرة ، ومن تحديد طبيعة هذه العلاقة :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٩٧) - ثمرة الفريز (A) ، مقطع طولي في الثمرة (B) ، مقطع طولي في الثمرة الفقيرة الجافة وغير المتفتحة (C) .

(Receptache charnu : كرسي عصاري القوام، Calic : الكأس ، Akènes : الثمار الجافة غير المتفتحة ، Stigmate : الميسم) .

هام جداً

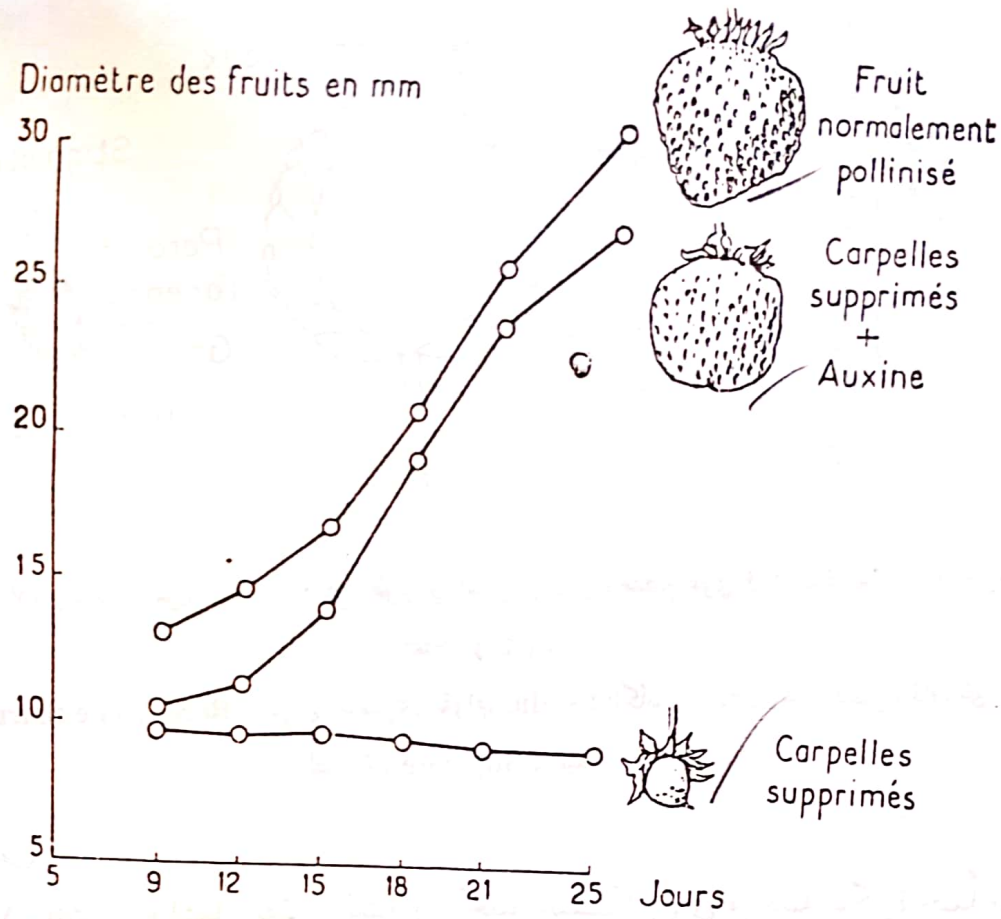
١ ـ لدى نزع الثمار الفقيرة الفتية (الآخذة بالتشكل) في مرحلة مبكرة جداً من زهرة تم تأبيرها بشكل طبيعي . فإن كرسي الزهرة يبقى على حاله من دون أن يتعرض لأي نمو ، الشكل (٩٨) .

٢ ـ لدى تأبير خباء واحد فقط من الأخبية المتعددة تأبيراً اصطناعياً ، وذلك بعد نزع كل الأسدية تجنباً لأي تأبير طبيعي . فإن هذا الخباء فقط يتحول إلى ثمرة فقيرة . كما أن جزءاً فقط من كرسي الزهرة المحيط بهذه الثمرة ينمو نمواً مفرطاً ، بينما يبقى الجزء الكبير الآخر من كرسي الزهرة متوقفاً عن النمو . وهذا مايؤدي إلى بروز تلك الثمرة فقط فوق هذا الجزء المتوقف عن النمو . الشكل (٩٩ ـ B) .

٣ ـ تجري عملية التأبير الإصطناعي لعدد من الأخبية (٣ ـ ٤ فقط) المتوضعة في أمكنة متباعدة عن بعضها . فيكون نمو كرسي الزهرة متوضعاً في مستوى الثمار الآخذة بالتشكل فقط . الشكل (٩٩ ـ C) .

٤ ـ تُنزع الأخبية كلها من كرسي الزهرة (كما في التجربة ـ ١ ت) . ويُستبدل بها

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٩٨) ـ يمثل التأثير المنشط الذي تحدثه البويضات الملقحة على نمو كرسي الزهرة لنبات الفريز . والذي يمكن استبداله بالأوكسين .

(في الأعلى ثمرة طبيعية ناتجة عن تأبير الزهرة وتلقيح البويضات ، في الوسط ثمرة عذرية ناتجة عن استبدال الأخيبة بالأوكسين ، في الأسفل عدم نمو كرسي الزهرة نتيجة لحذف الأخيبة) .

الأكسين الذي يوضع على امتداد سطح كرسي الزهرة ، فيأخذ هذا الأخير بالنمو والتمايز تماماً مثل كرسي الزهرة التي تم تأبيرها طبيعياً . ولكنه لايحمل أية ثمرة (كرسي مجرد من الثمار الفقيرة أو كرسي تحول إلى ثمرة عذراء) . الشكل (٩٨) .

واستخلص من هذه التجارب النتائج التالية :

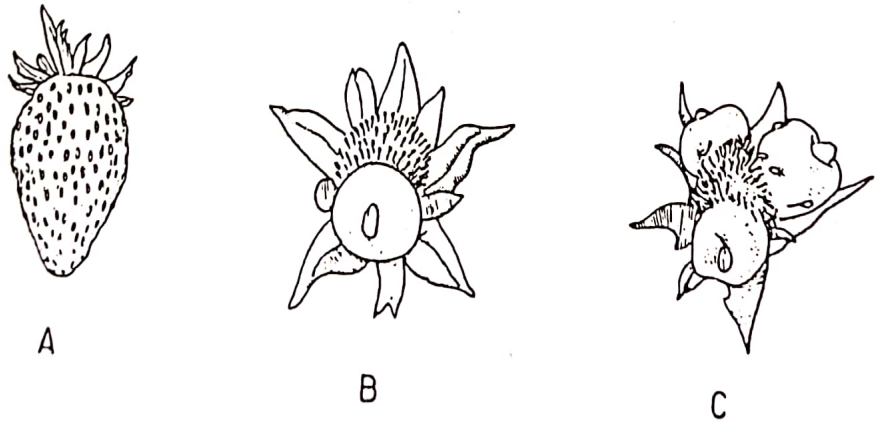
ـ تكون نمو كل نقطة من نقاط كرسي الزهرة مُحرضاً بتنامي الثمار الفقيرة . وبشكل أدق بالبويضات الملقحة والآخذة بالتحول إلى بذور . فالنمو العام لكرسي الزهرة هو

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

محصلة النمو المتموضع حول كل ثمرة من الثمار الفتية . والذي ينتج عن تحريض هذه الثمار ذاتها .

- يمكن استئصال هذه البويضات الملقحة ، واستبدال تأثيرها المنشط لنمو كرسي الزهرة والمحرض له الأُكسين . وهذا مايدعو إلى الاعتقاد بأن الأُكسين الذي تصطنعه هذه البويضات هو الذي يحرض نمو الثمرة . وقد تمّ ، بالفعل ، التحقق من صحة ذلك عن طريق استخلاص الأُكسين من البويضات الملقحة وغير الملقحة ، فتبين أن كمية الأوكسين في البويضات العذراء أقل بكثير من تلك الموجودة في البويضات الملقحة .

- يسمح الأُكسين ، بالإضافة إلى تأثيره المنشط لنمو المبيض ، بتنامي الثمرة تنامياً طبيعياً ، وذلك عن طريق إعاقته لنشاط الطبقة الفاصلة التي تكون متموضعة في قاعدة شمراخ الزهرة . وهذا مايمنع السقوط المبكر للثمار الفتية . ويمكن الاستفادة عملياً من هذه الخاصة عن طريق رش الأشجار المثمرة بمحلول يحتوي على الأكسينات الاصطناعية مثل : حمض ثنائي كلور الفينوكسي الخلي **Acide 2 - 4 dichlorophénoxyacétique** أو(2 - 4 D) فيمنع سقوط الثمار في مرحلة مبكرة أي سقوطها قبل نهاية نموها ونضجها .



الشكل (٩٩) - نمو كرسي الزهرة في الفريز والذي يكون محرضاً من البويضات الملقحة الآخذة بتكوين الأجنة والتحول إلى بذور .

A - نمو طبيعي ، B - نمو متموضع في مستوى الثمرة الفقيرة الوحيدة ، C - نمو متموضع في مستوى عدد من الثمار الفقيرة .

(حسب Nitsch , 1950)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner