كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : فزيولوجيا نباتية

المحاضرة: الاولى /نظري/د.صباح

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

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

جامعة طرطوس

كلية العلوم

قسم علم الحياة

أساسيات فسيولوجيا نباتية

المحاضرة الأولى

د.صباح صقر

٢٠٢٢-٢٠٢٣

مدخل إلى علم فسيولوجيا النبات

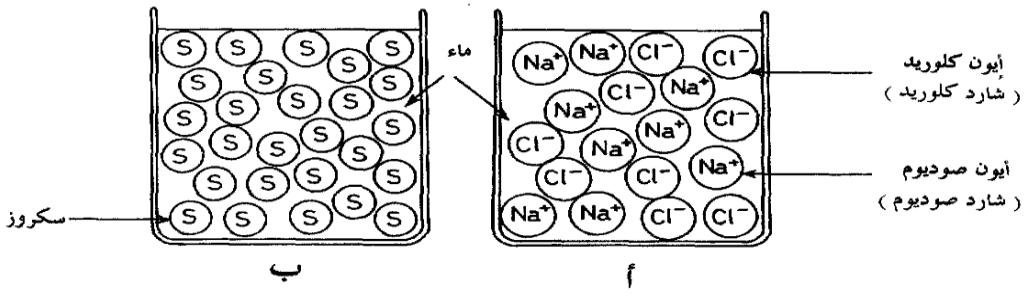
علم فسيولوجيا النبات هو أحد فروع علم النبات يهتم بدراسة تأدية النبات لوظائفه الحيوية ويشمل ذلك عمليات النمو والتكاثر والتمثيل الغذائي . يساهم علم فسيولوجيا النبات مع العلوم الاخرى وخاصة علم الوراثة وعلم البيئة في دراسة سبب تفوق بعض الأصناف الزراعية على غيرها، وقد برزت أهميته في فهم كثير من الظواهر البيئية وتأثيراتها على نمو وإنتاجية النبات حيث تعاني كثير من البلدان من ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها أو قلة الامطار أو زيادة الملوحة ما أدى إلى البحث عن الأصناف ذات المقاومة العالية للظروف البيئية القاسية والامراض وفي مقدمة الجهود في هذا المجال هو نتائج التهجين الوراثي واستعمال تقنيات الهندسة الوراثية وإعادة تنظيم الجينات ويبرز دور علم فسيولوجيا النبات في فحص والتأكد من نتائج ما يقوم به علماء الوراثة . وقد تطور علم الفسيولوجيا قي الآونة الاخيرة حيث تم الكشف عن آلية النقل عبر الاغشية كما تم الكشف عن آلية عمل الهرمونات والأنزيمات وآلية حدوث التركيب الضوئي وغيره من العمليات الحيوية داخل النبات.

المحاليل والنظام الغروي

يبرز اهتمام علم الفسيولوجيا بالمحاليل لأن النظام الحي هو مزيج معقد تجري بداخله الأنشطة والفعاليات التي لما كانت حدثت لولا الوسط المائي الذي يضم العضيات والمكونات الخلوية المختلفة .

يعرف المحلول أنه مزيج من مادتين أو أكثر أو وسطين أو أكثر بنسب مختلفة وهما الوسط المنتشر (المذاب) ووسط الانتشار (المذيب)، وهناك أربعة أنواع من المحاليل حسب حالة المادة المنتشرة وحجمها و وسط الانتشار وهي :

١- المحاليل الحقيقية : في هذا النوع من المحاليل يذوب الوسط المنتشر في وسط الانتشار بشكل متجانس بحيث لا يمكن رؤية الدقائق المنتشرة بأية وسيلة للرؤية ومن أمثلتها محلول الملح أو السكر في الماء هنا تكون المواد الذائبة أيونات أو جزيئات في المحلول، ويكون قطرها أقل من ١ نانومتر(نانومتر = ١/$١٠^{٦}$ مم)



أ- محلول كلوريد الصوديوم في الماء وهو مادة متأينة

ب- محلول السكروز في الماء و هو مادة غير متأينة

٢- الأنظمة الغروية : في هذا النوع من المحاليل تتجزأ المادة إلى دقائق و تجمعات جزيئية بحيث تبقى منتشرة ولا تترسب إلى حين حيث يعتمد ذلك على مدى ثبات النظام الغروي ويمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني ومن أمثلتها محلول الجيلاتين والنشا في الماء، يتراوح قطر الدقيقة الغروية من ١-١٠٠٠ نانومتر .

٣- المعلقات : في هذا النوع من المحاليل تكون الدقائق المنتشرة كبيرة حيث تترسب بعد برهة من الزمن ومن أمثلتها خليط الرمل والماء ويكون قطر الدقائق العالقة هنا أكبر من ١٠٠٠نانومتر .

٤- المستحلبات : هي مخاليط سائلة في أوساط سائلة وتكون مكوناتها غير ممتزجة مثل خليط الزيت في الماء ويكون قطر قطرات السائل المنتشر أكبر من ١٠٠٠ نانومتر تميل القطرات إلى الاندماج مكونة قطرة كبيرة فتشكل طبقة منفصلة عن وسط الانتشار وتكون المستحلبات غير ثابتة اذا كانت بتراكيز عالية الا أنه يمكن إضافة عامل استحلاب فتصبح ثابتة وذلك وفق أحد الاليتين :

أ- إنقاص الشد السطحي للسوائل فينخفض ميل قطرات السائل المنتشر للتجمع .

ب – تشكل طبقة واقية أو غشاء حول القطرات فيصعب تجمعها مع بعضا البعض ويعد الحليب مستحلب شائع مؤلف من قطرات دهنية منتشرة في الماء مع الكازئين كعامل استحلاب .

يتم الاعتماد على حجم الدقائق المنتشرة في تقسيم المحاليل وفيما يلي جدولا يوضح الفرق بين المحاليل المختلفة

محلول حقيقي	نظام غروي	المعلقات والمستحلبات
الدقائق المذابة بحالة أيونية أو جزيئية	الدقائق المنتشرة بحالة تجمعات جزيئية والدقيقة الغروية عبارة عن مئات أو آلاف من الجزيئات	الدقائق كبيرة أو قطرات غير ممتزجة
لا يمكن رؤيتها بالمجهر	يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني	يمكن رؤيتها بسهولة بالمجهر الضوئي
قطر الدقائق أقل من ١ نانومتر	قطر الدقائق ١-١٠٠٠ نانومتر	قطرها أكبر من ١٠٠٠ نانومتر
تنفذ الدقائق خلال ورق الترشيح أو الاغشية شبه المنفذة	لا تنفذ عبر ورق الترشيح وانتشارها بطيء خلال الاغشية شبه المنفذة	لا تنفذ الدقائق خلال أي نوع من المرشحات
لا تتميز الدقائق بظاهرة الحركة البراونية وحركة تندال	تتميز الدقائق الغروية بظاهرة الحركة البراونية وحركة تندال	لا تتميز الدقائق والقطرات بظاهرة الحركة البراونية وحركة تندال

النظام الغروي

تساعد دراسة المحاليل والأنظمة الغروية في فهم طبيعة وخصائص الوسط الحي في الخلية حيث أن البروتوبلازم ذو طبيعة غروية، ولذلك فإن دراسة هذا النظام يعد مدخلا مهما لدراسة خصائص البروتوبلازم. ومن المعروف أن عددا كبيرا من التفاعلات الحيوية تجري في أن واحد في الخلية الصغيرة الحجم، وذلك لأن الخصائص الغروية التي يتميز بها البروتوبلازم تجعله ذو أسطح كبيرة وفعالة ، حيث أن قطر الدقيقة الغروية يتراوح بين ١-١٠٠٠ نانومتر، وهذا ما يجعل المساحة السطحية الداخلية للخلية كبيرة جدا من أجل تسهيل حدوث أعداد كبيرة من التفاعلات الحيوية في الوقت ذاته ، ويمكن أن نميز في الطبيعة حالات غروية متباينة يختلف فيها الوسط المنتشر ووسط الانتشار كما هو مبين في الجدول التالي :

المثال	الوسط المنتشر	وسط الانتشار
مسحوق الفحم	غاز	صلب
المشروبات الغازية	غاز	سائل
مستحلب الحليب	سائل(حبيبات الدهن)	سائل
الجيلاتين	سائل	صلب
السايتوبلاسم	صلب	سائل

يمكن تقسيم الوسط الغروي حسب علاقة الدقائق الغروية بوسط الانتشار إلى نوعين:

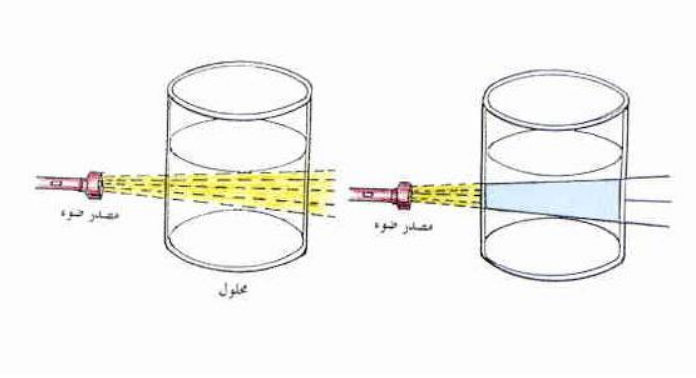
١- نظام غروي محب لوسط الانتشار : يتميز هذا النظام بوجود نوع من التجاذب بين الوسط المنتشر ووسط الانتشار وتحاط الدقائق الغروية بأغشية سائلة إضافة أنها مشحونة بشحنات سالبة أو موجبة، واذا كان وسط الانتشار هو الماء يسمى النظام الغروي نظام غروي محب للماء، وأفضل مثال عن هذا النظام هو محلول النشا أو الجيلاتين في الماء،ومن ميزات هذا الوسط تحوله إلى الشكل الهلامي (كثيراللزوجة) في درجات الحرارة المنخفضة وتسمى هذه العملية Gelation حيث تشكل الدقائق الغروية مع بعضها خيوط وسلاسل متشابكة، ويشغل الطور السائل المسافات البينية . إضافة إلى أن قسما منه يشكل طبقات حول الدقائق الغروية ،أما عند التسخين فإن الماء يتحرر من المسافات البينية والطبقات المحيطة بالدقائق الغروية ويتحول المحلول إلى حالة السيولة وتدعى هذه العملية Solation. إن تغير النظام الغروي من sol إلى Gel وبالعكس من الظواهر التي يمكن ملاحظتها كثيرا مثل تغير الجيلاتين المصنع من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتبريد حيث يصبح النظام متماسكا وبالعكس حيث يؤدي رفع درجة الحرارة إلى عودة الجيلاتين إلى الحالة السائلة وتسمى هذه الظاهرة ظاهرة انعكاس الاطوار، ويمكن استعمال ظروف غير درجة الحرارة في انعكاس الاطوار ، الا أن الأنظمة الغروية الحية يمكن أن تتغير خصائصها الفيزيائية والكيميائية بتغير درجة الحرارة ومثال ذلك أن تعرض البيض لدرجة حرارة عالية تجعل البروتين متغير الخصائص ولا يعود إلى حالته الطبيعية بالتبريد ، ومن الجدير بالذكر أن تشكل الاقدام الكاذبة في الاميبا يعود إلى تغير الجل(Gel) إلى حالة سائلة (sol) في البروتوبلازم وذلك بتكسير خيوط الاكتين وبعد تشكل القدم الكاذبة تعود حالة السول (sol) إلى جل(Gel) ثانية ....وهكذا .

٢- نظام غروي كاره لوسط الانتشار : في هذا النظام يكون الطوران غير متجاذبان بل ويدفع أحدهما الآخر أي لا توجد ألفة بين الوسط المنتشر و وسط الانتشار ومن أمثلة هذا النظام هيدروكسيد الحديديك الناتج من غلي كلوريد الحديديك والماء

$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{غلي}} Fe(OH)_3 + 3HCl$$

خصائص النظام الغروي : هناك مجموعة من الخصائص تتميز بها الدقائق الغروية وهي كما يلي:

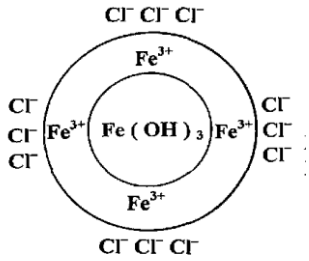
- ١ – ظاهرة تندال: هي ظاهرة ضوئية تمتاز بها الدقائق الغروية وسميت باسم مكتشفها جون تندال حيث عندما يمر شعاع ضوئي في نظام غروي فأنه يلاحظ مسار الأشعة الضوئية عندما ينظر إلى هذا المحلول من الجهة الجانبية أو عموديا على اتجاه الأشعة الضوئية ، ويلاحظ النظام الغروي بشكل غائم أو ضبابي بسبب تشتت الضوء بواسطة الدقائق الغروية ويمكن رؤية مسار الضوء كأنه مخروط ذو لون أزرق باهت ويتغير اللون بناء على حجم الحبيبات وتختفي هذه الظاهرة اذا تشابه معاملا الانكسار للدقائق المنتشرة ودقائق وسط الانتشار.



تبدو ظاهرة تندال واضحة في النظام الغروي بينما لا تظهر في المحاليل

- ٢- الحركة البراونية: لاحظ روبرت براون أن الدقائق المنتشرة في الأنظمة الغروية وبعض المعلقات تتحرك حركة تذبذبية بصورة عشوائية في جميع الاتجاهات وتنجم هذه الحركة عن اصطدام الدقائق الغروية بجزيئات وسط الانتشار، تتضح هذه الحركة جليا في الغرويات الكارهة لوسط الانتشار بسبب عدم وجود أغلفة وسط الانتشار وقلة لزوجة الوسط الغروي بعكس الغرويات المحبة لوسط الانتشار، ويمكن ملاحظة الحركة البراونية باستعمال المجهر الدقيق.
- ٣- اللزوجة : اللزوجة ظاهرة فيزيائية تعرف بأنها مقاومة السائل للانسياب ، وتختلف لزوجة الغرويات حيث تكون لزوجة الغرويات الكارهة لوسط الانتشار قليلة اذا ما قورنت بالغرويات المحبة لوسط الانتشار، ويعود السبب إلى تميؤ الدقائق الغروية في النوع الأخير وقلة الماء نسبيا في الوسط مما يؤدي إلى لزوجتها وتزداد اللزوجة النسبية للغرويات المحبة لوسط الانتشار بازدياد تركيز الوسط المنتشر .
- ٤- الترشيح والانتشار خلال الأغشية : تنفذ الدقائق الغروية خلال ورق الترشيح لكنها لا تنفذ خلال المرشح الدقيق المؤلف من استرات السيللوز الخاملة احيائيا والتي يكون قطر فتحاتها أصغر من قطر الدقائق الغروية وقد استغلت هذه الخاصية لغرض فصل المواد البلورية الذائبة عن الدقائق الغروية بعملية تسمى الفصل الغشائي .

- ٥- التجمع السطحي : يعرف التجمع السطحي بأنه قابلية الايونات أو الجزيئات على التجمع على السطوح البينية للسوائل أو المواد الصلبة ويتوقف ذلك على عاملين هما: **مقدار السطح المعرض والطبيعة الكيماوية للمواد** ، يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في الصناعة حيث تستعمل في إزالة ألوان المحاليل السكرية وذلك بمزجها مع محلول الفحم الحيواني حيث تتجمع المواد الملونة سطحيا على حبيبات دقائق الفحم الغروي وكلما صغر حجم الدقائق الغروية كلما زادت المساحة السطحية وبالتالي زيادة عملية التجمع السطحي ، كما أن الدقائق الغروية تمتلك العديد من الاسطح المتفاعلة والتي تؤدي دورا مهما في الفعاليات المختلفة خصوصا اذا كان ذلك يشمل البروتوبلازم باعتباره ذو خصائص غروية .
- ٦- الخواص الكهربائية للأنظمة الغروية : تحمل الدقائق الغروية عادة شحنات كهربائية معينة موزعة على سطح الدقائق وتكون هذه الخصائص واضحة في الغرويات الكارهة لوسط الانتشار لكن النظام الغروي متعادل بسبب تعادل الشحنات الموجودة على سطح الدقائق الغروية بما يساويها من وسط الانتشار وهذا ينتج عنه طبقة كهربائية مزدوجة ويمكن توضيح ذلك فعلى سبيل المثال إن هيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)3$ محاط بشحنات موجبة Fe^{+3} لكن هذه الشحنات متعادلة بشحنات سالبة Cl^- من وسط الانتشار ، كذلك مواد السليلوز عندما تبتل بالماء تكتسب شحنات سالبة بسبب تجمع ايونات الهيدروكسيد OH^- على سطوح دقائق السليلوز.



هيدروكسيد الحديديك

أن الشحنات الموجودة على الدقائق الغروية تأتي من التجمع السطحي للايونات الحرة من وسط الانتشار أو من تأين التجمعات الجزيئية المكونة للدقائق الغروية، إن ذلك يعني وجود نوع من التفضيل فيما يخص وجود الشحنات على الدقائق الغروية ، ويمكن إثبات وجود الشحنات الكهربائية التي تحملها الدقائق الغروية وتحديد نوعيتها عند إمرار تيار كهربائي حيث تتحرك الدقائق الغروية إلى أحد القطبين فتتحرك الدقائق الغروية الموجبة إلى القطب السالب وبالعكس تتحرك الدقائق السالبة إلى القطب الموجب وهذا ما يسمى بالفصل بالتيار الكهربائي أو الهجرة الكهربائية وتعد الحركة البراونية ووجود الطبقة الكهربائية المزدوجة من الأسباب الرئيسية لثبوت المحاليل الغروبة .

- ٧- الترسيب : يمكن ترسيب الدقائق الغروية باستخدام محاليل ملحية متأينة وكميات صغيرة من تلك المحاليل قد ترسب كمية كبيرة من الدقائق الغروية فعلى سبيل المثال أن يمكن **ترسيب الغرويات الكارهة لوسط الانتشار** عن طريق

- إضافة محلول ملحي لمعادلة الشحنات .

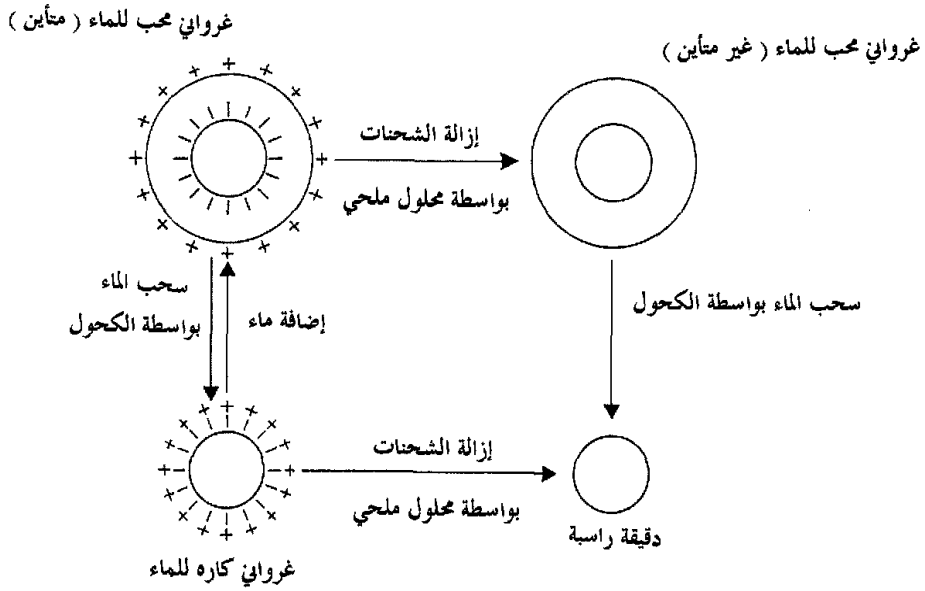
– إضافة نظام غروي آخر كاره لوسط الانتشار لاتمام الترسيب وهذا ما يسمى الترسيب المتبادل غير أنه يمكن أن يحدث العكس بإضافة غرويات محبة لوسط الانتشار إلى غرويات كارهة لوسط الانتشار حيث يصبح لاحدهم تأثير واقٍ للاخر .

يتم ترسيب **الدقائق الغروية المحبة لوسط الانتشار** بإزالة الشحنات و الطبقة المائية التي تحيط بالدقائق ، حيث يمكن :

–إضافة محلول ملحي لمعادلة الشحنات وبعد ذلك إضافة عامل مجفف مثل الكحول لإزالة الطبقة المائية

– إضافة الكحول أولاً لإزالة الطبقة المائية و إضافة محلول ملحي بعد ذلك لإزالة الشحنات .

– إضافة محلول ملحي قوي يمكن أن يزيل الطبقة المائية والشحنات في أن واحد .



ترسيب الدقائق الغروية