علم فسلجة النبات Plant physiology

هو العلم الذي يدرس طبيعة النباتات و كيفية قيامها بوظائفها الحيوية المختلفة من تنفس و امتصاص و تعاملها مع الوسط المحيط بها للحصول على غذائها و جميع مقومات بقائها . كما انه احد فروع علم النيات الذي يهتم بدراسة الفعاليات الحيوية المختلفة للنبات و ترابطها مع بعضها البعض اضافة الى علاقتها مع المحيط الخارجي للنبات .

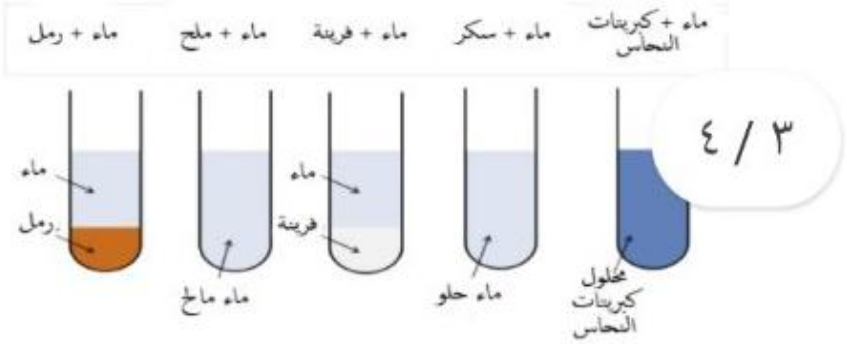
ان علم فسلجة النبات يكون مرتبط بعلاقة وثيقة مع العلوم الاخرى مثل تشريح النبات Plant anatomy و وراثة النبات Plant Genetics و تصنيف النبات Plant Taxonomy .

كما ان علم فسلجة النبات يدرس التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل النبات و التي من خلالها يتم معرفة وظائف اعضاء النبات و دورها في عمليات النمو و تكوين الازهار و الثمار و البذور .

المحاليل و طرق تحضيرها

المحلول Solution

هو مزيج متجانس من مادتين او اكثر مرتبطة مع بعضها فيزيائيا او كيميائيا و تسمى المواد النقية الموجودة في المحلول بمكوناته . فعند اذابة كمية من السكر في الماء او اضافة الكحول الى الماء فانه يتكون مزيج متجانس يعرف بالمحلول ، و يتكون المحلول من مذيب و مذاب حيث يطلق على المادة الموجودة بكمية اكبر بالمذيب Solvant و المادة الموجودة بكمية اقل بالمذاب Solute مثل اذابة كمية صغيرة من الكحول في كمية كبيرة من الماء فانه يطلق على الكحول بالمذاب و الماء بالمذيب .



خصائص المحاليل

هناك انواع من المادة الممتزجة تبدو متجانسة بالعين المجردة و لكن عند فحصها بالمجهر الخارق Ultramicroscope يتبين بوضوح عدم تجانسها و مثل هذه المواد تدعى بالمحاليل الغروية مثال عليها الحليب ، و قذ يكون المحلول غازا او سائلا او صلبا . و تكون نسب المواد بعضها الى بعض غير محددة بخلاف المواد التي تكون فيها نسب المواد الى بعضها محددة تماما و لهذا لا يمكن ان يعد اي مركب نقي محلولا .

تحضير المحاليل

في معظم المختبرات تحضر المحاليل بشكل محاليل خزن مركزة مكونة من كواشف و مواد عديدة موجودة بكميات كبيرة و متنوعة . فعند اخذ حجم محدد من محلول الخزن بتركيز دقيق و اضافته الى مادة مخففة مثل الماء في هذه الحالة يكون تركيز المادة قد خفف داخل محلول الخزن و يمكن ان يعرف التركيز بانه النسبة بين كمية المذيب و المذاب في المحلول . كما يمكن ان يعرف بانه نسبة مقدار معين من المادة الى حجم محدد كما في المعادلة الاتية

$$\text{Concentration} = \frac{Amount}{Volume}$$

عند تحضير اي محلول يجب مراعات الشروط الاتية :-

1 – استخدام كواشف عالية النقاوة

2 – استخدام ماء مقطر عالي النقاوة

3 – تعقيم المحلول بالطريقة المناسبة (الترشيح)

4 – ضبط قيمة الحامضية pH باستخدام محاليل قياسية محضرة بطريقة دقيقة

5 – تعليم الحاويات باسم المحلول و تركيزه بخط واضح

تحضير المحاليل

1 – يتم وزن المادة الصلبة بالميزان الحساس و من ثم توضع المادة الصلبة في الدورق الحجمي المناسب .

2 – يضاف اليها قليلا من الماء المقطر .

3 – يرج الدورق الحجمي جيدا حتى تذوب المادة الصلبة جزئيا .

4- يكمل اضافة الماء المقطر حتى الوصول الى الحلقة العيارية الموجودة على عنق الدورق باستخدام القطارة .

5 – يغلق الدورق الحجمي باحكام ثم يرج الدورق جيدا حتى اكمال ذوبان المادة الصلبة .

انواع المحاليل Type of Solutions

تختلف المحاليل في طبيعة ذوبانها اذ يوجد حد معين من كمية المادة التي تذوب في مذيب معين . و ان اذابة مادة في مذيب معين عند درجة حرارة محددة هي اقصى كمية من المذاب يمكن ان تذوب في كمية محددة من المذيب لكي ينتج نظام ثابت .

تصنف المحاليل على اساس : -

1- نسبة المادة المذابة للمذيب
2- حجم دقائق المادة المذابة
3- طبيعة المذيب و المادة المذابة
4- درجة توصيلها للتيار الكهربائي

و يعبر عن تركيز المحلول بعدة طرق منها (المولارية ، المولالية ، العيارية ، النسبة المئوية)

*** تصنيف المحاليل بناءا على نسبة المادة المذابة للمذيب**

1 – المحاليل المخففة و المحاليل المركزة Dilute and concentration solutions

يوصف المجلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب بالمحلول المخفف Dilute solution بينما يعرف المحلول الذي يحتوي على كمية اكبر من المذاب بالمحلول المركز Concentration solution . و بصورة عامة يعرف المحلول المخفف بانه ذلك المحلول الذي يمكنه اذابة المزيد من المذاب عند درجة حرارة معينة .

2 – المحاليل غير المشبعة و المشبعة و فوق المشبعة

- **المحلول غير المشبع Unsaturated solution**

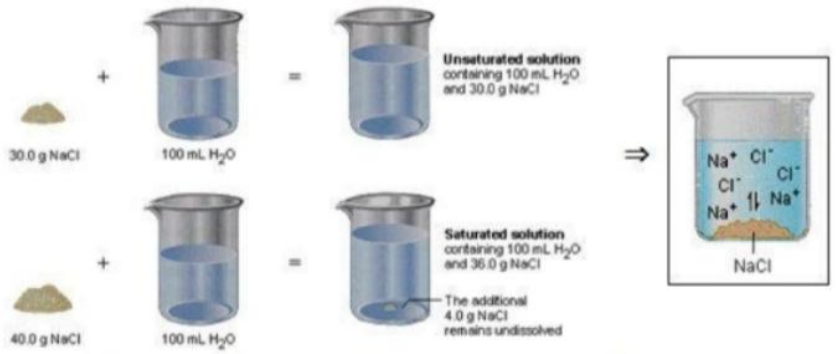
و هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب اقل من الكمية اللازمة للتشبع او هو المحلول الذي يستطيع اذابة كميات اضافية من المادة المذابة مثال عليها عند اذابة 5 غم من ملح كلوريد الصوديوم في كوب من الماء بعد تمام الذوبان ثم نضيف ايضا 3 غم من الملح نجد انها ذابت ايضا . عندها نقول ان هذا المحلول غير مشبع .

- **المحلول المشبع Saturated solution**

هو اقصى كمية من المذاب يمكن ان تذوب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة معينة ، او هو المحلول المتجانس الذي يحتوي على اكبر كمية من المادة المذابة عند درجة حرارة و ضغط معينين و عند اضافة كمية اخرى من المادة المذابة نجد انها تترسب في اسفل الوعاء ، عندها نقول ان المحلول مشبع و يمثل حالة توازن و يصل المحلول الى حالة التشبع عندما يكون معدل ذوبان المادة الصلبة يساوي معدل ترسيب المادة الذائبة اي سرعة الترسيب تساوي سرعة الذوبان .

- **المحلول فوق المشبع Over saturated solution**

هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة اكبر من الكمية اللازمة لتشبع المحلول ضمن الشروط النظامية من درجة حرارة و ضغط بحيث تبقى المادة المذابة دون ان تذوب في المحلول .



***تصنيف المحاليل بالنسبة الى حجم الذرات او الجزيئات للمادة المذابة**

1- المحلول الحقيقي True solution

هي محاليل متجانسة تتكون من مادتين او اكثر و تكون الذرات او الجزيئات او الايونات منحلة بشكل كامل و ينتج عن ذلك محلول له نفس التركيب و الخصائص و يتميز المحلول الحقيقي بانه متجانس لا يمكن تمييز دقائق المذاب بالعين المجردة او بالمجهر و لا يمكن فصل مكوناته بالترشيح مثلا . مثال على هذا المحلول هو السكر في الماء و الملح في الماء .

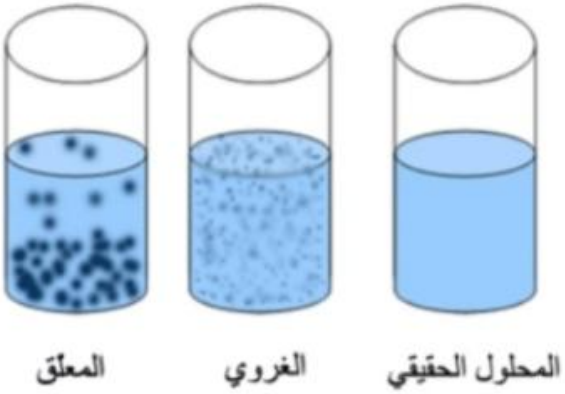
2 – المحلول المعلق و المستحلب Suspensions and Emulsion Solution

و هي محاليل غير متجانسة تتجزأ فيها دقائق المادة المذابة الى دقائق لا تذوب في المذيب بل تنتشر فيه حجم هذه الدقائق يزيد عن 0.1 مايكرون يمكن تمييز دقائق المذاب بالعين المجردة و يمكن فصل مكوناته بالترشيح مثلا لان حبيباتها كبيرة نسبيا و يمكن رؤيتها فإذا كانت دقائق المادة المذابة صلبة يتكون لدينا ما يسمى بالمحلول المعلق Suspensions مثل معلق الطباشير في الماء عندما يرج جيدا سوف نحصل على معلق الطباشير في الماء و لكن اذا ترك المحلول ساكنا فان دقائق المادة الصلبة المعلقة تتجمع بمرور الوقت في قاع الاناء تحت تاثير الجاذبية

الارضية ، اما اذا كانت المادة المذابة سائلة سوف يتكون محلول يسمى بالمستحلب Emulsion مثل مستحلب قطرات الزيت في الماء .

3 – المحلول الغروي Colloidal solution

في هذا النوع من المحاليل تكون فيها الدقائق او الاجزاء حجما معينا يتراوح بين 0.001 – 0.1 مايكرون و تكون هذه الدقائق او الاجزاء على شكل وحدات ضخمة كجزيئات البروتينات او على شكل مجاميع او كتل من الجزيئات و يمكن مشاهدة الدقائق بواسطة مجهر خاص يدعى Ultramicroscope . تتكون المحاليل الغروية من انظمة ذات طورين هما الطور المستمر Continuous phase او ما يسمى بالطور المنتشر و الطور الاخر هو الطور غير المستمر Discontinuous phase او وسط الانتشار و تتميز دقائق المادة الغروية (الطور المنتشر) بحملها للشحنات الكهربائية المتشابهة كما تتسم بمساحة سطحية كبيرة ، كما تتميز الغرويات بانها لا تستقر تبعا للجاذبية الارضية حيث تبقى موزعة في وسط الانتشار . تصنف الغرويات حسب مادة الانتشار و وسط الانتشار كما في نشر غاز في سائل مثل المشروبات الغازية او صلب في سائل مثل النشأ في الماء .



الأنظمة الغروية Colloidal systems

ان البروتوبلازم في الخلايا الحية يمتاز بوجود كميات كبيرة من الاسطح الفعالة التي تجري عليها معظم التفاعلات الكيميائية في الخلية و بذلك يمكن القول ان مكونات البروتوبلازم تكون نظاما غرويا . إضافة الى ذلك فان محلول التربة الذي يمتص منه النبات هو محلول غروي له اسطح فعالة تتبادل من خلالها الايونات مع الجذور . و في هذا النظام من المحاليل الغروية تتجزأ المادة المنتشرة الى دقائق او حبيبات غاية في الصغر يتراوح قطرها بين 0.001 – 0.1 مايكرون و تبقى هذه الدقائق منتشرة خلال وسط الانتشار و لا تترسب من تلقاء نفسها كما تمتاز

بامتلاكها مساحة سطحية واسعة إضافة الى ان دقائق المحلول الغروي لا تتكون من ذرات او ايونات و لكن تتكون من جزيئات متجمعة على شكل وحدات مثل البروتينات .

تتكون الأنظمة الغروية من طورين او وسطين هما :-

1- الطور المستمر continuous phase او ما يسمى الطور المنتشر dispersion phaseو هو يمثل الدقائق المنتشرة او المواد المذابة .
2- الطور غير المستمر discontinuous phase او وسط الانتشار dispersion medium و هو يمثل المذيب

تقسم الغرويات حسب

1- حالة وسط الانتشار و الطور المنتشر الى :

أ – الغرويات الصلبة solid colloids او Gel عبارة عن نظام غروي يكون وسط الانتشار فيه صلب و الطور المنتشر (المذاب) سائل مثل غروي الجيلاتين Gelation

ب – الغرويات السائلة Liquid colloids او Sol عبارة عن نظام غروي يكون فيه وسط الانتشار سائل و الطور المنتشر صلب مثل غروي الطين

2- درجة تجاذب الدقائق الغروية مع وسط الانتشار

أ – غرويات كارهة لوسط الانتشار Lyophobi colloids

في هذا النوع من الغرويات لا يوجد تجاذب بين جزيئات المذاب و المذيب فاذا كان وسط الانتشار ماء فانها تسمى غرويات كارهة للماء Hydrophobic colloids و من امثلة هذا النوع غرويات المركبات ذات الطبيعة اللاعضوية مثل غروي هيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ فعند إضافة كلوريد الحديديك الى الماء فانه يتاين و يكون محلول غروي احمر اللون هو هيدروكسيد الحديديك و يتم التفاعل كما يلي : -

$FeCl3 \rightarrow Fe + 3 + 3CL-$

$Fe + 3 + 3CL + 3H_2O \rightarrow Fe\ (OH)3 + 3H+ + 3CL-$

ب – غرويات محبة لوسط الانتشار Lyophillic colloids

في هذا النوع من الغرويات توجد قابلية تجاذب بين جزيئات المذاب و المذيب حيث تحيط كل دقيقة نفسها بغلاف من جزيئات وسط الانتشار فاذا كان وسط الانتشار ماء فانها تسمى غرويات محبة للماء Hydrophillic colloids و من امثلة هذا النوع من الغرويات الجيلاتين او زلال البيض كما تمتاز بان لدقائقها القدرة على التشرب بالماء بدرجة كبيرة لما تتصف به من خاصية اجتذاب الماء و احاطتة نفسها بغشاء يزداد سمكه بزيادة كمية الماء المتشرب .

خصائص الأنظمة الغروية

1- ظاهرة تندال Tyndall phenomenon

هي ظاهرة ضوئية تتميز بها الأنظمة الغروية عن غيرها من المحاليل الحقيقية فعند مرور شعاع ضوئي في المحلول الغروي سيلاحظ الناظر الى المحلول من جهة جانبية او عمودية على اتجاه الاشعة الضوئية مسار الاشعة الضوئية بالمحلول الغروي بسبب إعاقة و تبعثر الاشعة و انعكاسها من قبل تلك الدقائق .

2- الحركة البراونية Brawanian movment

هي حركة و اهتزاز الدقائق بصورة تذبذبية و عشوائية في جميع الاتجاهات و سميت بالحركة البراونية نسبة الى مكتشفها Robert Brown عام 1928 و سببها اصطدام الدقائق الغروية بجزيئات وسط الانتشار و تلاحظ تحت المجهر بشكل دقائق كثيرة الحركة و الاهتزاز في جميع الاتجاهات بسبب زيادة الطاقة الحركية لجزيئات المذيب و المذاب .

3- الشحنات الكهربائية للدقائق الغروية Electrical charges

تحمل الدقائق الغروية شحنات كهربائية موزعة على سطحها الكلي و في بعض الغرويات تكون الدقائق المنتشرة مشحونة بشحنة سالبة مثل غروي الجيلاتين و البروتوبلازم الخلوي و بعضها مشحونة بشحنة موجبة مثل هيدروكسيد الحديديك الا ان دقائق الغروي الواحد تحمل كلها شحنة من نفس النوع اما سالبة او موجبة ، ان شحنة الدقائق الغروية تنشأ نتيجة الادمصاص Adsorption لنوع معين من الايونات على سطح الدقيقة الغروية او نتيجة لتاين الجزيئات التي تتكون منها الدقيقة الغروية ، ان المحلول الغروي في مجموعة يكون متعادل كهربائيا و في حالة اتزان و استقرار على الرغم من الشحنات التي تحملها دقائقه لان كل شحنة تحملها الدقائق الغروية تقابلها شحنة مضادة مساوية لها في وسط الانتشار فاذا كانت شحنة الدقائق الغروية المنتشرة سالبة الشحنة فان وسط الانتشار يكون موجب الشحنة و العكس صحيح و بهذا تحاط كل دقيقة غروية بغلاف من الايونات المضادة لها في الشحنة و يعرف هذا النظام بالطبقة الكهربائية المزدوجة .

4- الادمصاص (التجمع السطحي) Adsorption

و هي عملية تجمع (تمركز) دقائق مادة ما على سطح دقائق مادة أخرى او هي قابلية الايونات او الجزيئات على الالتصاق على الاسطح الفعالة للاجسام الصلبة و السائلة . ان المحاليل الغروية تتميز باحتوائها مساحة سطحية واسعة تسمح بحدوث ظاهرة الادمصاص .

أهمية الادمصاص للنبات

1 – ان مكونات الخلية الخلية النباتية المنتشرة في البروتوبلازم تكون مجزأة الى وحدات لها ابعاد الدقيقة الغروية و تتجمع اعتمادا على ظاهرة الادمصاص

2 – يوجد الكثير من الاسطح الفاصلة داخل الخلية النباتية كتلك التي توجد بين السايتوبلازم و الجدار الخلوي و بين السايتوبلازم و النواة و بين السايتوبلازم و الفجوة العصارية حيث انه عند هذا السطح يحدث تركيز للمواد الغذائية

3 – تستخدم الانزيمات الادمصاص في جميع مواد التفاعل على سطحها حيث تبدأ عملية تحويل هذه المواد الى مواد جديدة بسيطة او معقدة

4 – ان الادمصاص صفة مميزة للاسطح الفعالة فقد ثبت ان الايونات (المغذيات) المدمصة على اسطح الجذور بإمكانها ان تدخل الى داخل النبات بصورة حرة دون الحاجة الى صرف طاقة

اما الأهمية الصناعية للادمصاص فهي تستخدم في قصر الألوان عند مزج المحلول المراد قصر الألوان منه بمسحوق الفحم ، اذ تتجمع الألوان على اسطح حبيبات الفحم و يصبح المحلول عديم اللون .

5- الترسيب Precipitation

لكي تترسب الدقائق الغروية يجب إزالة العائق الذي يمنع الدقائق من التجمع و الترسيب بشكل تلقائي و هناك عدة طرق تختلف باختلاف نوع الغروي

1 – ترسيب الغرويات الكارهة لوسط الانتشار

لا تترسب دقائق المحاليل الغروية الكارهة لوسط الانتشار بمرور الوقت بفعل الجاذبية الأرضية بل تبقى الدقائق منتشرة في المحلول دون ان تترسب و يعود ذلك الى وجود قوة التنافر الدائمة بين الدقائق مما يجعلها في حالة تباعد دائم نتيجة الشحنات الكهربائية المتشابهة التي تحملها هذه الدقائق و يمكن ترسيب الدقائق الغروية الكارهة لوسط الانتشار بإضافة مادة متأينة تحمل شحنة كهربائية مغايرة لشحنة دقائق المحلول الغروي حيث تعمل على معادلة شحنة هذه الدقائق و بالتالي تبدأ هذه الدقائق بالتجمع و التكتل على شكل وحدات كبيرة تبدا في الهبوط الى القاع بتاثير الجاذبية الأرضية مثل ترسيب الطين في دلتا الأنهار

2 – ترسيب الغرويات المحبة لوسط الانتشار

ان الغرويات المحبة لوسط الانتشار تكون اكثر ثباتا من الغرويات الكارهة لوسط الانتشار و ذلك بسبب قوة التجاذب بين الدقائق الغروية و جزيئات وسط الانتشار و احاطة الدقائق الغروية باغلفة من جزيئات وسط الانتشار و يمكن ترسيب الدقائق الغروية المحبة لوسط الانتشار عن طريق : -

1- إزالة اغلفة جزيئات وسط الانتشار المغلفة للدقائق الغروية
2- معادلة الشحنات الكهربائية للدقائق الغروية و ذلك بإضافة كميات كبيرة من الاملاح مثل ملح كبريتات الامونيوم التي تعمل على نزع الغلاف المائي (لوسط الانتشار) و معادلة الشحنات الكهربائية في نفس الوقت مما يجعل الدقائق الغروية تتقارب و تتجمع فيما بينها و تترسب

6 – ظاهرة الفصل الغشائي Dialysis

تستعمل ميزة الاختلاف في حجم اقطار دقائق الطور المنتشر في المحاليل الغروية لفصلها عن المحاليل الحقيقية فيما لو وجدت في مزيج واحد حيث ان المحاليل الغروية لا تنفذ دقائقها الغروية خلال الاغشية شبه المنفذة مثل اغشية السيلوفان و غيرها بينما المحاليل الحقيقية يمكن لدقائقها النفاذ من خلال هذه

الانتشار Diffusion

هي حركة الدقائق من المناطق ذات الطاقة الحركية العالية الى المناطق ذات الطاقة الحركية الواطئة أي بمعنى من المنطقة ذات التركيز العالي الى المنطقة ذات التركيز الواطئ كما يعرف أيضا بانه محاولة توزيع دقائق المادة في الحيز الموجود فيه توزيعا منتظما بفعل طاقتها الحركية و تعرف القوى المسببة لانتشار الدقائق بالطاقة الحركية .

و الانتشار صفة من صفات المادة الناشئة عن الطاقة الحركية لدقائق تلك المادة و هو ينطبق على المادة المذابة في المحلول و على المذيب في نفس الوقت كما ان المواد تنتشر بصورة مستقلة بعضها عن البعض الاخر بفعل الطاقة الحركية لكل منها .

تتاثر سرعة الانتشار بعدة عوامل منها :-

كثافة المادة المنتشرة و درجة الحرارة و تدرج الطاقة الحركية و غيرها من العوامل .

أهمية الانتشار للنبات

1 – حصول النبات على المواد الأولية من المحيط او الانتقال داخله عن طريق عملية الانتشار

2 – انتقال المواد و المغذيات و الايونات من منطقة الجذر الى بقية أجزاء النبات بطريقة الانتشار

3 – طرح المواد الفائضة عن حاجة النبات الى المحيط الخارجي بطريقة الانتشار كما في عملية فقدان الماء من الجزء الخضري بعملية النتح

انتشار الغازات Diffusion of gases

يعتمد انتشار الغازات على العديد من العوامل منها :-

1- الكثافة النسبية : و هي النسبة بين وزن حجم معين من الغاز الى وزن نفس الحجم من الهيدروجين و هذه النسبة عكسية بين معدل انتشار الغاز و بين الجذر التربيعي للكثافة النسبية لهذا الغاز
2- درجة الحرارة : كلما زادت درجة الحرارة زاد معدل و سرعة الانتشار بسبب زيادة الطاقة الحركية للجزيئات
3- تركيز وسط الانتشار : اذا كان وسط الانتشار عالي تقل حركة جزيئات الغاز و بالتالي يقل معدل الانتشار

انتشار المواد الصلبة Diffusion of solids

يعتمد انتشار المواد الصلبة على عدة عوامل منها

1- قابلية المادة الصلبة على الذوبان في وسط الانتشار فكلما كانت قابلية المادة للذوبان في الوسط الموجود فيه (المذيب) كبيرة كان معدل انتشارها عالي و بالعكس .
2- حجم و كتلة دقائق المواد الصلبة فقد وجد انه كلما قلت كتلة الدقائق الصلبة و صغر حجمها زادت سرعة انتشارها و بالعكس

انتشار السوائل Diffusion of liquids

في المحاليل تنتشر جزيئات المادة المذابة انتشارا مستقلا عن جزيئات المذيب كما ان معدل انتشار الدقائق في المحلول يتاثر بعدة عوامل منها حجم و كتلة دقائق المادة المنتشرة و قابلية المادة المنتشرة للذوبان في وسط الانتشار و تركيز دقائق المادة المنتشرة و درجة الحرارة و غيرها من العوامل .

ان معدل انتشار المواد العضوية السائلة مثل الايثر و الكلوروفورم و الزايلول يعتمد بصفة أساسية على مدى قابليتها على الذوبان في وسط الانتشار فكلما كان معدل ذوبان المادة العضوية و امتزاجها بالماء عالي كلما كان معدل انتشارها كبير و كلما قل امتزاجها و قابليتها للذوبان في الماء كلما قل معدل انتشارها .

تاثير الايونات على سرعة الانتشار

تنتشر الايونات بصورة مستقلة عن بعضها البعض و ان معدل انتشارها يعتمد على كتلتها و حجمها فالايون الأقل حجما و الأصغر وزنا يكون معدل انتشاره اسرع اذ انه كلما كبر حجم الايون و زادت كتلته قل معدل انتشاره فاذا تساوت الايونات في الحجم و اختلفت في الكتلة فان الايون الأقل كتلة يكون معدل انتشاره اسرع .

الاغشية الخلوية Cell membrane

او الغشاء الخلوي يسمى كذلك Ectoplast هو غشاء حيوي يفصل المكونات الخلوية بشكل فيزيائي عن باقي المكونات غير الخلوية ، كما و يساعد على نقل المواد من خلال صرف كميات كبيرة من الطاقة الكيميائية . بالإضافة الى انه يعمل كنقطة اتصال بين الجدار الخلوي و الهيكل الخلوي مما ينظم دخول الجزيئات الى الخلية و خروجها منها .

النفاذية Permeability

هي صفة من صفات الاغشية و هي تعبر عن قابلية الغشاء على امرار المواد من خلاله و تنقسم الاغشية تبعا لقابلية انفاذها للمواد الى ثلاثة اقسام :

1- **اغشية غير منفذة (غير ناضحة) Impermeable membrane**

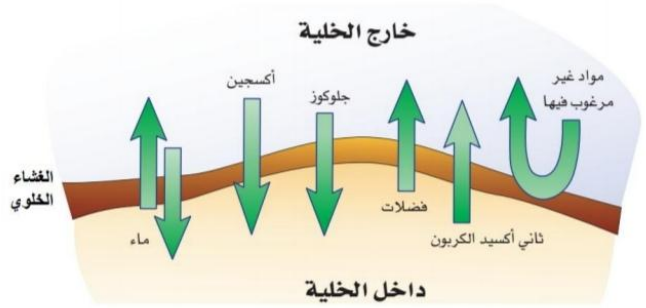
هذا النوع من الاغشية لا يسمح لاي من جزيئات المذيب او المادة المذابة بالنفاذ خلاله مثا اغشية الفلين

2- اغشية نصف منفذة (نصف ناضحة) Semi permeable membrane

هو الغشاء الذي يسمح بمرور الماء (المذيب) بسهولة بينما يتحكم في نفاذ المواد المذابة مثل الاغشية البروتوبلازمية

3- اغشية منفذة (ناضحة) Permeable membrane

و هو الغشاء الذي يسمح لجزيئات المادة الذائبة و المذيب بالنفاذ من خلاله دون أي تحكم مثل الجدران السيليلوزية للخلايا النباتية



تتاثر نفاذية الاغشية بعدة عوامل خارجية و داخلية و من أهمها :-

1 – درجة الاس الهيدروجيني pH

2 – درجة الحرارة

3 – وجود المواد الذائبة او المواد السامة او المخدرة

4 – النشاط الفسيولوجي للخلايا

5 – ظاهرة التضاد او تاثير الايونات

الازموزية Osmosis

هي عملية انتشار السوائل عبر الاغشية نصف الناضحة من المنطقة ذات التركيز العالي الى المنطقة ذات التركيز الواطئ ، كما تسمى الازموزية بالانتشار الغشائي للسوائل .

التشرب Imbibition

نوع من أنواع الانتشار مبني على التجمع السطحي لجزيئات الماء على الغشاء

أهمية الضغط الازموزي و الخاصية الازموزية للنبات

1- الضغط الازموزي او الخاصية الازموزية هي المسؤولة عن امتصاص الماء من التربة بواسطة الشعيرات الجذرية
2- تحافظ الازموزية على امتلاء الخلية و الذي له أهمية في :-

1 – تكسب النبات صلابة و خاصة في المناطق الفاقدة للأجهزة الدعامية

2 – يساعد الامتلاء الجذر على اختراق التربة

3 – يساعد الامتلاء الساق على الاحتفاظ بقوامه

4 – ان الخلايا الفاقدة للامتلاء ليست لها القدرة على التضاعف و الانقسام

3- الازموزية تعمل على توزيع الماء في داخل النبات
4- ان زيادة الضغط الازموزي او الازموزية تزيد من مقاومة النبات لدرجات الحرارة العالية و الجفاف بمعنى ان زيادة تركيز عصير الخلية من شانه ان يخفض درجات الحرارة العالية و يقلل فقد الماء بالنسبة للنبات

الضغط الامتلائي Turgor pressure

هو الضغط الذي ينشأ نتيجة لامتلاء الخلية و يكون مسؤولا عن دفع الغشاء نحو الجدار .

الجهد الازموزي Osmotic potential

هو اعلى جهد ينشأ في محلول عند فصله عن مذيبه النقي بغشاء نصف منفذ و هو يساوي عدديا قيمة الضغط الازموزي و لكن يخالفه بالإشارة

الجهد المائي Water potential

هو فرق الجهد الكيمياوي بين محلول مذيبه الماء و بين الماء النقي تحت ظروف قياسية من ضغط و درجة حرارة . حيث ينتشر الماء من محلول عالي الجهد الى محلول منخفض الجهد المائي اذا كان يفصلهما غشاء منفذ.

يتأثر الجهد المائي بكمية المواد المذابة في الماء و الضغط المسلط عليه و درجة الحرارة .

قياس الجهد المائي بالطريقة الوزنية

تعتمد هذه الطريقة على التغيرات التي تحدث في طول و عرض او وزن الانسجة النباتية عند وضعها في محاليل ذات تراكيز مختلفة حيث تقاس اطوال و اوزان الانسجة النباتية قبل و بعد وضعها في محاليل متدرجة من التراكيز لمدة زمنية معينة ، ثم يرسم منحنى التغير في الاوزان أو الاطوال بدلالة التراكيز (حيث يوضح المنحنى التغير الحاصل في الوزن على المحور

الصادي و تركيز المحلول على المحور السيني) ، يلاحظ من هذه التجربة ان بعض الانسجة النباتية تمتص الماء و البعض الاخر تفقد جزءا من الماء و ربما لا يحدث عليها أي تغيير و يطلق على المحلول عندئذ بالمحلول المتعادل و هو يمثل حالة الاتزان . و بانشاء المنحنى المذكور يمكننا معرفة الجهد المائي للخلايا النباتية دون معرفة مكوناته .

جهد الحشوة Matric potential

هو الفقد في الطاقة الحرة للماء نتيجة ادمصاصه او ارتباطه على السطوح و بسبب ادمصاص الماء و ارتباطه على السطوح تنخفض طاقته الحرة و يقل الجهد المائي و جهد الحشوة و يكون ذا قيمة سالبة .

البلزمة Plasmolysis

هو انتقال الماء من الفجوة العصارية الى الخارج خلال الاغشية البلازمية و نتيجة لذلك فان الخلايا تنكمش عن حجمها الأصلي و أيضا ينكمش السايتوبلازم ، فاذا وضعت هذه الخلايا التي تعاني من البلزمة مرة أخرى في محلول مخفف او ماء فان الماء ينتقل خلال الاغشية البلازمية الى الفجوة العصارية و يعود الى البروتوبلازم و تعود الخلية النباتية الى شكلها الأصلي و تسمى هذه الحالة بالشفاء من البلزمة Deplasmolysis . اذا كان المحلول الخارجي الذي يحيط بالخلية يساوي تركيز عصير الخلية فهذا المحلول يسمى بالمحلول متساوي التركيز Isotonic solution اما اذا كان تركيز المحلول الخارجي اعلى من تركيز محلول الخلية فيسمى بالمحلول فوق التركيز Hypertonic solution اما اذا كان المحلول الخارجي اقل من تركيز عصير الخلية فيسمى بالمحلول تحت التركيز Hypotonic solution .

أنواع البلزمة

1- بلزمة دائمية Permanent plasmolysis

في هذا النوع من البلزمة تمر الخلية ببلزمة شديدة و يبتعد المحتوى البروتوبلازمي عن الجدار و يتخذ شكلا كرويا داخل الخلية النباتية .

2- بلزمة مؤقتة Incipient plasmolysis

هذا النوع يحدث في الخلايا التي تمر ببلزمة خفيفة حيث انها تستطيع ان تستعيد حالتها الطبيعية اذا ما وضعت في الماء او في محلول اخر ذو جهد مائي اعلى من الجهد المائي للخلية .

طرق فقد الماء من النبات

النتح Transpiration

هو عملية فقدان الماء على هيئة بخار الماء من أجزاء النبات المعرضة للهواء و عن طرق النتح يفقد معظم الماء الذي يمتصه النبات من التربة و ان قسما يسيرا منه ما لا يقل عن 10 % يستغله النبات في العمليات الحيوية و في المحافظة على امتلاء الخلية .

دور النتح في نمو و تطور النبات

1 – تخفيض درجة حرارة النبات (تبريد الورقة النباتية) ان تبخر الماء من الأوراق يعمل على خفض درجة حرارة الورقة و بالتالي يمنع جفاف الورقة الناتج من ارتفاع درجة الحرارة

2 – امتصاص العناصر المغذية من التربة و بالتالي يوفر المواد اللازمة للنبات من املاح و مواد عضوية كما يعمل على رفع العصارة النباتية الى الأعلى خلال الاوعية الخشبية .

3 – تقليل النمو الخضري و زيادة النمو التكاثري أي تكوين الازهار و الثمار و بالتالي نضج النبات .

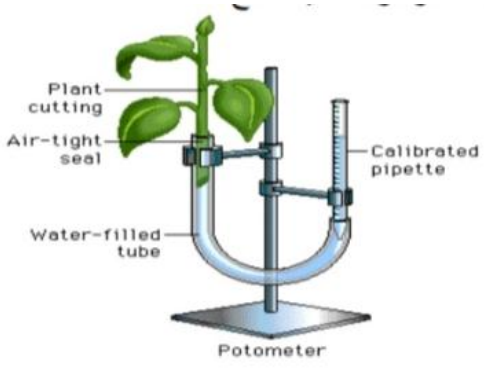
أنواع النتح

1- **النتح الثغري Stomatal transpiration** : يعد اهم أنواع النتح و يصل مجموع الماء المفقود في هذا النوع من النتح الى 95 % حيث يفقد الماء عن طريق الثغور و هو اسهل طريق لمرور بخار الماء و الغازات .
2- **النتح الادمي Cuticular transpiration** : هو فقدان الماء عبر الادمة من خلال بشرة الأوراق . و الادمة هي طبقة غير منفذة للماء تغطي السطوح الخارجية لخلايا البشرة و الماء المفقود من خلال الادمة يعتبر ضئيلا جدا اذا ما قورن بعملية النتح الثغري .
3- **النتح العديسي Lenticular transpiration** : هو عملية فقد بخار الماء عن طريق عديسات السيقان و الفروع و العديسات هي فتحات موجودة في النسيج الفليني . ان هذا النوع من النتح يعتبر اقل أهمية من النتح الثغري و الادمي الا انه يزداد أهمية في حالة سقوط الأوراق في الشتاء .

طرق قياس النتح

1 – طريقة الوزن Weight method : و تتلخص هذه الطريقة بوزن النبات المزروع في سنادين معزولة عن محيطها عدة مرات (عند بداية و نهاية فترة زمنية معينة) و يؤشر مقدار الفقد بالوزن كمؤشر لكمية الماء المفقود من النبات .

2 – طريقة البوتوميتر Potometer method : تستند على فرضية ان معدل امتصاص الماء مساوي لعملية النتح حيث يثبت باحكام أي فرع نبات مناسب في الوعاء الزجاجي الممتلئ بالماء لجهاز البوتوميتر و هذا الوعاء الزجاجي متصل به فرعان الأول انبوبة شعرية مدرجة و الثاني عبارة عن خزان ماء احتياطي مزود بصنبور زجاجي و تتلخص في ادخال فقاعة في الانبوبة الشعرية للبوتوميتر و ملاحظة تحرك الفقاعة و التي تعد مؤشرا لعملية النتح .



3 – طريقة ورق كلوريد الكوبلت Cobalt chloride method : و تتضمن تحول لون ورقة الكوبلت من اللون الأزرق الى اللون الوردي بتاثير الماء المتبخر من سطح الورقة النباتية و ان معدل التغير في اللون هو مؤشر لمعدل النتح ، هذه الطرقة لا تصلح للتقدير الكمي للنتح .

4 – طرقة جمع و وزن بخار الماء Collection and weight of water vapor : و فيه يوضع النبات داخل اناء زجاجي مغلق لجمع بخار الماء الناتج و وزنه حيث يدخل هواء معلوم الرطوبة الى النبات من خلال فتحة موجودة في الاناء الزجاجي و يمر الهواء الخارجي على اسطح النبات و المحمل ببخار النتح خلال انبوبة تحتوي على مادة ماصة للرطوبة سبق وزنها مثل كلوريد الكالسيوم اللامائي و باستمرار مرور تيار الهواء على النبات حيث يحفظ المحتوى الرطوبي للهواء المحبوس و الذي يساوي الهواء الجوي المحيط ثم يقاس المحتوى الرطوبي للهواء المار على النبات باستخدام جهاز مماثل لكن خالي من النبات و يعد مقدار الفرق بالوزن لكلوريد الكالسيوم قبل و بعد مروره خلال الجهاز الخالي من النبات هو مقياس محتوى الهواء للرطوبة و الفرق في الوزن بين كلوريد الكالسيوم الذي مر هواءه على النبات و كلوريد الكالسيوم الذي مر عليه الهواء الجوي دون وجود النبات بداخله يكون مقياسا للنتح .

5 – الطريقة الحقلية باستخدام الاليسوميتر Lysometer method : تستخدم هذه الطريقة لقياس النتح من سطح التربة و من النبات بنفس الوقت و الذي يسمى التبخر نتح Evapotranspiration أي هي مقياس للنتح الكلي و هذه الطريقة يستفاد منها في حساب الاحتياجات المائية للمحاصي المختلفة .

تجربة لتعيين عدد الثغور على سطحي الورقة باستعمال الماء الساخن

يعتمد أساس هذه التجربة على غمر الورقة النباتية بالماء الساخن مما يسبب ازدياد حجم الغازات المتجمعة في الغرف تحت الثغرية نتيجة لتعددها و بالتالي تخرج هذه الغازات من فتحات الثغور المنتشرة على سطح الورقة مكونة فقاعات غازية و يستدل على موقع الثغور من الفقاعات الغازية المتكونة بالقرب

تغذية النبات Plant nutrition

او ما يسمى التغذية المعدنية في النبات Mineral nutrition of plant و هي دراسة العناصر و المركبات الكيميائية الضرورية لنمو النبات و تمثيله الغذائي . تتوفر العناصر اما بشكل تلقائي طبيعي في التربة (دورة العناصر) او عن طريق اضافتها من قبل الانسان . يتكون الجزء الأعظم من وزن الجسم النباتي من الماء الذي تتراوح نسبته من 80 – 90 % في الأجزاء الطرية اما اذا جفف الجسم النباتي تدريجيا في درجة حرارة 103 – 105 درجة مئوية فان الماء سيتبخر و تبقى المادة الجافة فقط و التي تتكون بالأساس من عناصر الكاربون و الهيدروجين و الاوكسجين و يتكون الجزء الباقي من المادة الجافة للنبات من العناصر المعدنية و التي تشكل نسبة تتراوح 1 – 15 % من الوزن الجاف المطلق تبعا لنوع النسيج النباتي .

وجد من تحليل انسجة النباتات الطرية و الجافة و من تحليل الرماد انه يتكون من العديد من العناصر B , Co , Cl , Si , Al , N , P , K , S , Ca , Mg , Fe , Mn Cu , Mo , Zn و عناصر أخرى . C , H , O_2 ,

العناصر المعدنية الموجودة في النبات

قسمت العناصر الغذائية على أساس تاثير العنصر على نمو النبات و تركيبه و دوره في تكوين المحصول النهائي الى : -

أولا : العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات Essential elements for plant growth

و هي التي توجد في النباتات بكمية كبيرة و كمية وجودها في التربة كافية لسد حاجة النبات منها و في حالة عدم كفايتها لا بد من اضافتها الى التربة عن طريق التسميد لتعويض هذا النقص . و تعتبر العناصر ضرورية للنبات في الحالات الاتية :-

1- يسبب نقصانها عرقلة اكتمال دورة حياة النبات
2- يسبب عدم وجودها اختلال بعض العمليات الفسيولوجية (الوظيفية)
3- تشترك بشكل مباشر في عمليات ايض الطاقة و المواد العضوية المختلفة .

و قد قسمت العناصر الضرورية الى مجموعتين :-

1 – عناصر كبرى Macro elements : هي العناصر التي يحتاجها النبات بكمية 100 ppm او اكثر لغرض حدوث النمو الطبيعي و تشمل C , H , O , N , P , K , S , Ca , Mg .

2 – عناصر صغرى Micro elements : و هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة جدا تتراوح بين 1 – 100 ppm و تشمل Co , Mo Cu , Zn , B , Cl , Mn , Fe .

Element	Symbol	mg/kg	percent	Relative number of atoms
Nitrogen	N	15,000	1.5	1,000,000
Potassium	K	10,000	1.0	250,000
Calcium	Ca	5,000	0.5	125,000
Magnesium	Mg	2,000	0.2	80,000
Phosphorus	P	2,000	0.2	60,000
Sulfur	S	1,000	0.1	30,000
Chlorine	Cl	100	--	3,000
Iron	Fe	100	--	2,000
Boron	B	20	--	2,000
Manganese	Mn	50	--	1,000
Zinc	Zn	20	--	300
Copper	Cu	6	--	100
Molybdenum	Mo	0.1	--	1
Nickel	Ni	0.1	--	1

ثانيا : العناصر غير الضرورية Non-essential elements

و هي العناصر التي توجد في بعض النباتات و لكن لم يثبت ضرورتها للنبات لحد الان فقد يكون لها تاثير منشط لبعض العمليات الحيوية كالصوديوم و السيليكون و اليود و الالمنيوم و يحصل عليها النبات من الشوائب الموجودة في بيئة الجذور .

تحليل الرماد Ash analysis

تستخدم لمعرفة نوعية و كمية العناصر الغذائية في انسجة النبات و ذلك بتعريض النسيج لدرجة حرارة عالية تصل الى 600 درجة مئوية و تحويله الى رماد . و هذا الرماد يحتوي على عناصر مثل Fe , K , Ca تبقى بشكل اكاسيد في الرماد اما العناصر في المركبات العضوية مثل C , H , O_2 فتفقد بشكل CO_2 و بخار الماء و الاوكسجين . و لا يمكن تقدير النتروجين N بدقة لان بعض المركبات العضوية النتروجينية تتطاير بشكل امونيا او غاز النتروجين . و تختلف نسبة

الرماد في أعضاء النبات المختلفة فالاعضاء النباتية التي تحتوي على خلايا نشطة فسيولوجيا كالاوراق تكون غنية بالرماد كما تقل كمية الرماد في الانسجة غير الفعالة كالساق .

أهمية بعض العناصر الغذائية و اعراض نقصها على النبات

1- النتروجين او الازوت Nitrogen (N)

يعد النتروجين مهم للنبات لانه يدخل في بناء المواد البروتينية و يدخل في تركيب الكلوروفيل كما يدخل في تركيب اكثر مكونات الازهار و الثمار و يتحكم في قدرة النبات على امتصاص الفسفور و البوتاسيوم .

اما اعراض نقص النتروجين حيث يعمل على نقص حجم الأوراق و يصبح لون الأوراق اصفر شاحب بسبب نقص النتروجين .

2- الفسفور Phosphorus (P)

يدخل الفسفور في تركيب بروتين النواة و هو عنصر مهم في عملية التنفس كما له دور في عملية تحول الكاربوهيدرات داخل النبات مثل تحول النشأ الى سكر .

اما اعراض نقص الفسفور حيث يعمل على جعل الأوراق اكثر اخضرارا من اللون الطبيعي و أيضا بسبب نقص الفسفور تبقى الأوراق صغيرة و تظهر النموات الحديثة بلون ارجواني او احمر بسبب تراكم مادة الانثوسيانين كما يؤدي نقص الفسفور الى جعل الأوراق السفلى يظهر عليها اللون الارجواني .

3- البوتاسيوم Potassium (P)

يدخل عنصر البوتاسيوم في انتاج و انتقال السكريات في النبات . كما يساعد في امتصاص النتروجين من التربة و أيضا يعمل البوتاسيوم على زيادة مقاومة النبات لبعض الامراض و كذلك يقلل من عمليات النتح للنبات و بالتالي يزيد من مقاومتها للجفاف .

اما اعراض نقص البوتاسيوم فيسبب اصفرار في الأوراق عند الحواف و باتجاه الداخل كما يسبب التفاف للأوراق

4- الكالسيوم Calcium (C)

يعمل على تنشيط الانسجة المرستيمية في القمم النامية و كذلك يدخل في تركيب الجدار الخلوي .

اما اعراض نقص الكالسيوم حيث يظهر على الأوراق الحديثة بشكل احتراق في قمة الورقة و عدم انبساط نصل الورقة بشكل كامل و مع الوقت تتحول الورقة الى اللون الأسود و أيضا يؤدي نقص الكالسيوم الى ظهور الأوراق الأولية مع موت البراعم الطرفية

5- المغنيسيوم Magnesium (Mg)

يدخل في تركيب الكلوروفيل و له علاقة بتكوين الزيوت داخل انسجة النبات كما يساعد في حركة الفسفور و الكاربوهيدرات داخل النبات .

اما اعراض نقص المغنيسيوم حيث يؤدي نقصه الى تحلل الكلوروفيل و زوال اللون الأخضر فيما بين العروق مع بقاء العروق خضراء .

6- الحديد Iron (Fe)

له دور وسيط و أساسي في تكوين الكلوروفيل و لا يدخل في تركيبه كما يدخل في تركيب السايتوكريوم لذا فهو يلعب دورا أساسيا في عملية التنفس كما له دور أساسي في تحويل النتروجين الذائب في الأوراق الى بروتين . اما اعراض نقص الحديد ففي حالة النقص المتوسط له تصبح الأوراق صفراء مع وجود شبكة خضراء للعروق اما عند النقص الشديد تتحول الأوراق الطرفية الى اللون الأصفر ثم الأبيض .

7- الكبريت Sulphur (S)

يدخل في تركيب الاحماض الامينية و الهرمونات النباتية كما يدخل في تركيب الزيوت الطيارة و يساعد في تكوين الكلوروفيل .

اما اعراض نقص الكبريت حدوث اصفرار في الأوراق الحديثة و الذي يكون اكثر وضوحا على العروق عنه بين العروق و ذلك عكس ما يحدث في اعراض نقص المغنيسيوم و المنغنيز و الحديد.

8- الزنك Zink (Zn)

يلعب دورا في تشكيل الهرمونات النباتية و له دور أساسي في تكوين التربتوفان الذي يعتبر المركب الرئيسي في تكوين الاوكسينات .

اما اعراض نقص الزنك حيث يعمل على ظهور بقع صفراء بين العروق مع بقايا أجزاء حول العروق الخضراء كما يؤدي نقص الزنك الى ان الأوراق الجديدة تكون قصيرة و صغيرة و متطاولة في مجموعات وردية تخرج من مكان واحد بدلا من الفروع .