فسلجة النبات النظري Plant physiology/ المرحلة الرابعة

د. شذى محمد حمزة

المحاضرة الاولى :

ما هو علم فسيولوجيا النبات : هو فرع من علوم النبات يعنى بدراسة وظائف الأعضاء المختلفة للنبات وشرح طرق قيام تلك الأعضاء بوظائفها .ويتضمن كيفية قيام النباتات بإنتاج الغذاء واستغلاله، وكيفية مساعدة الخلايا المتنوعة للنباتات في نموها وتكاثرها وكيفية استجابة نبات ما إلى العالم الخارجي. وتأخذ النباتات مواداً من الأرض ومن الهواء وتحولها إلى غذاء. يستخدم هذا الغذاء في إنتاج الطاقة المستخدمة في نمو النباتات وكذلك في إنتاج المواد اللازمة لبناء جسم النبات النامي.

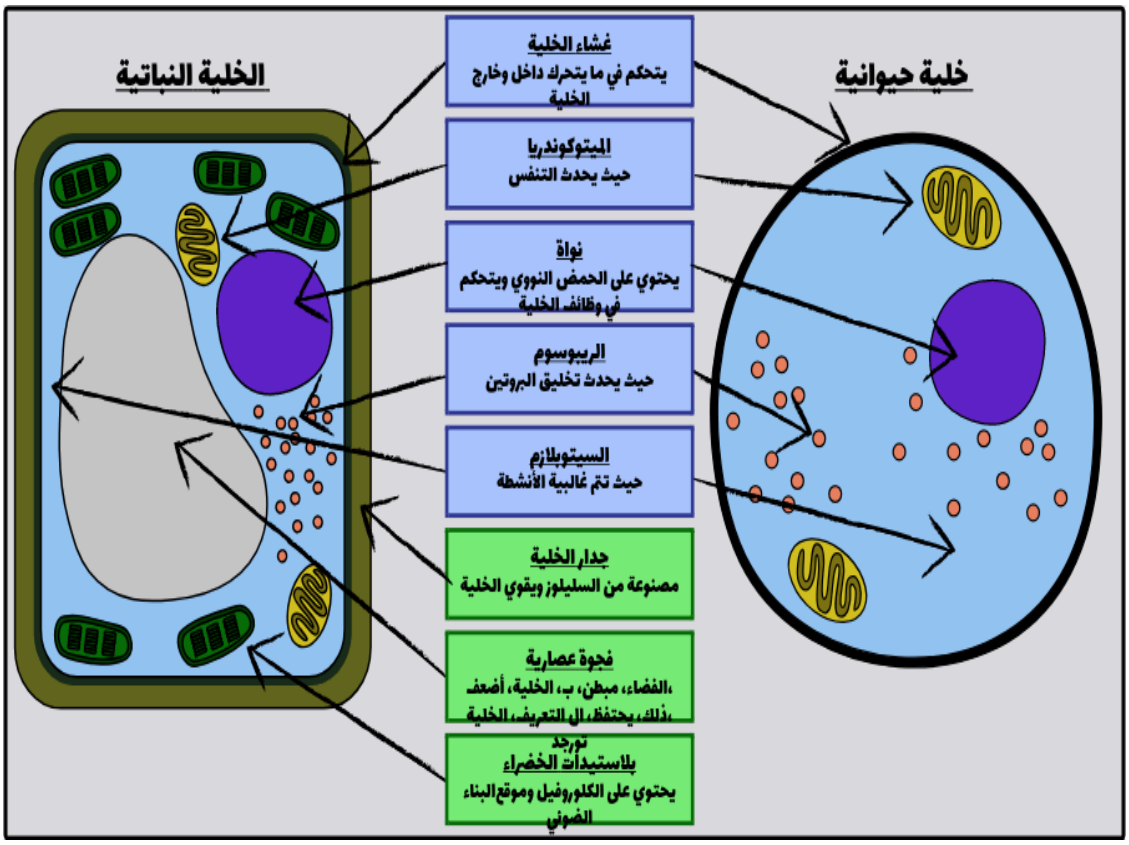
يتضمن مجال فيسيولوجيا النبات دراسة جميع العمليات الداخلية في النبات، ويرتبط حدوث تلك العمليات الكيميائية والفيزيائية في النبات ببقائه على قيد الحياة. أصغر المقاييس هي التفاعلات الجزيئية التي تحدث في عملية التمثيل الضوئي والانتشار الداخلي للماء والعناصر والمغذيات. أكبر تلك المقاييس هي العمليات التي تتحكم بالنمو والتغيرات الفصلية والسكون والتكاثر في النبات. تتضمن أهم فروع علم فيسيولوجيا النبات الكيمياء النباتية (أي دراسة الكيمياء الحيوية للنباتات) وعلم أمراض النبات (أي دراسة الأمراض التي تصيب النباتات). يمكن تقسيم مجال فيسيولوجيا النبات على اعتباره تخصصًا إلى العديد من مجالات البحث الرئيسية.

تتضمن فيسيولوجيا النبات دراسة العمليات الحيوية والكيميائية التي تحدث ضمن الخلية النباتية الواحدة. تمتلك الخلية النباتية العديد من الخصائص التي تميزها عن الخلية الحيوانية، ويؤدي ذلك إلى وجود فروق كبيرة بين النباتات والحيوانات من ناحية السلوك والاستجابة. على سبيل المثال، تمتلك الخلية النباتية جدارًا خلويًا يحدد شكل الخلية النباتية وبذلك يحد من مرونتها وقدرة النباتات على الحركة. تحوي الخلايا النباتية أيضًا مركب الكلوروفيل، وهو مركب كيميائي يتفاعل مع الضوء بطريقة تسمح للنبات بتصنيع مغذياته الخاصة بدلًا من استهلاك كائنات حية أخرى مثلما تفعل الحيوانات.

تركيب الخلية النباتية :

الخلايا النباتية الحية تتشابه فتركيب الخلية الحية يتميز بوجود جدار خلوي يحيط بمساحة داخلية تحتوي علي البروتوبلازم والذي يتكون من سيتوبلازم ونواة ويطلق علي تلك المكونات البروتوبلازمية داخل الغشاء البلازمى Plasmalemma اسم البروتوبلاست وعادة ما يقوم

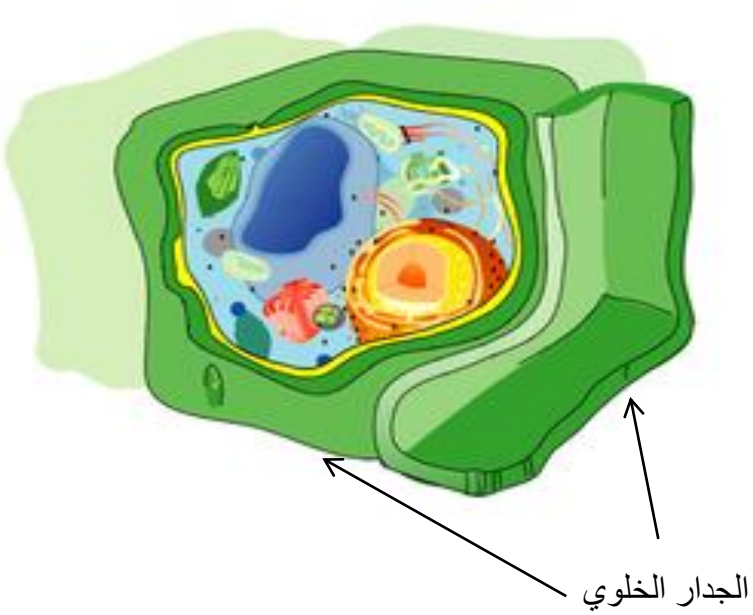
العلماء بفصل البروتوبلاست عن الجدر الخلوية واستعماله في الدراسات الفسيولوجية والبيوكيماوية. تحاط النواة بغشاء معقد يعرف بالغلاف النووي . Nuclear envelope ويوجد داخل السيتوبلازم العضيات السيتوبلازمية مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات والريبوزومات وتراكيب غشائية تعرف بالشبكة الاندوبلازمية وجهاز جولجي الذي يجاور في العادة النواة.ويتميز البروتوبلازم بطبيعته الغروية علي الرغم من وجود كثير من المواد الذائبة فية وترجع هذه الطبيعة الغروية للبروتوبلازم لوجود البروتينات حيث تتيح البروتينات سطوح للادمصاص Adsorption والحركة الكيماوية ومن ثم التفاعلات اللازمة للحياة وعلي هذا يعتبر النظام الغروي أساس لمظاهر المادة الحية.



جدار الخلية Cell Wall:

تحتاج الكائنات الحية الي دعامات ميكانيكية لكي يكون لها شكلها المحدد ففي عالم الحيوان أعطى الله الصلابة لتلك الكائنات عن طريق الجهاز العظمى آما فى النباتات ونتيجة عدم احتوائها على مثل ذلك الجهاز وإنها اقل رقيا من الحيوان فالتدعيم لا يكفى أن يكون من خلال ضغط الامتلاء المائى داخل الخلايا والذى يساعد بالطبع على التدعيم الميكانيكى لذلك يعتمد النبات فى التدعيم بشكل أساسي فى بناء الجدار الخلوي الصلب السليولوزى ولا يقتصر دور الجدار فى

التدعيم فقط بل يتعداه للقيام بوظائف أخرى فالجدار يشترك في امتصاص وانتقال الماء والمعادن وفي الإفراز وفي بعض النشاط الأنزيمي . كما يعتقد علماء أمراض النبات أن الجدر الخلوية ومكوناتها تلعب دورا هاما في مقاومة المرض بإعاقة اختراق الطفيليات. ويقوم البروتوبلاست الحي بإنتاج وتعضيد الجدار الخلوي . وبالطبع فهناك خلايا لا يدوم فيها البروتوبلاست طويلا (مثل تلك المتخصصة في وظائف التوصيل والتدعيم مثل الخشب). وينتج البروتوبلاست مكونات الجدار الخلوي ويرسبها ملاصقة للسطح الخارجي للغشاء البلازمي . والمركب الرئيسي للجدار هو السيليلوز وتشكل المواد البكتينية والهيميسيليلوز واللجنين والسوبرين والبروتينات مواد الترسيب التى تشكل الجدر الثانوية المانحة لصلابة الجدر الخلوية. ثم تأتى الصفيحة الوسطي والتي تلصق الخلايا مع بعضها وتتكون من حمض البكتيك واملاح غير ذائبة لحمض البكتيك مثل بكتات الكالسيوم والمغنسيوم وكميات ضئيلة من البروتوبكتينات وترجع صلابة الصفيحة الوسطي في المراحل المتأخرة من تكوين الجدار الخلوي لوجود أملاح الكالسيوم والمغنسيوم لحمض البكتيك وكذلك عديدات التسكر المتضخمة مثل السيليلوز وفي بعض الاحيان اللجنين.



. العلاقات المائية المرتبطة بالخلايا النباتية : Water Relations

اهمية الماء للنبات : Importenace of water for plant : يشكل الماء نسبة كبيرة من وزن النبات وتختلف نسبة الماء من نسيج الى اخر ومن نبات الى اخر الا انه بشكل عام يشكل نسبة ٨٠-٩٠% من وزن النبات الناضج ويقل في البذور ليصل الى ٥-١٢% . يفقد النبات كميات كبيرة من الماء يوميا بعملية النتح وكمية الماء المفقودة تختلف حسب الظروف البيئية

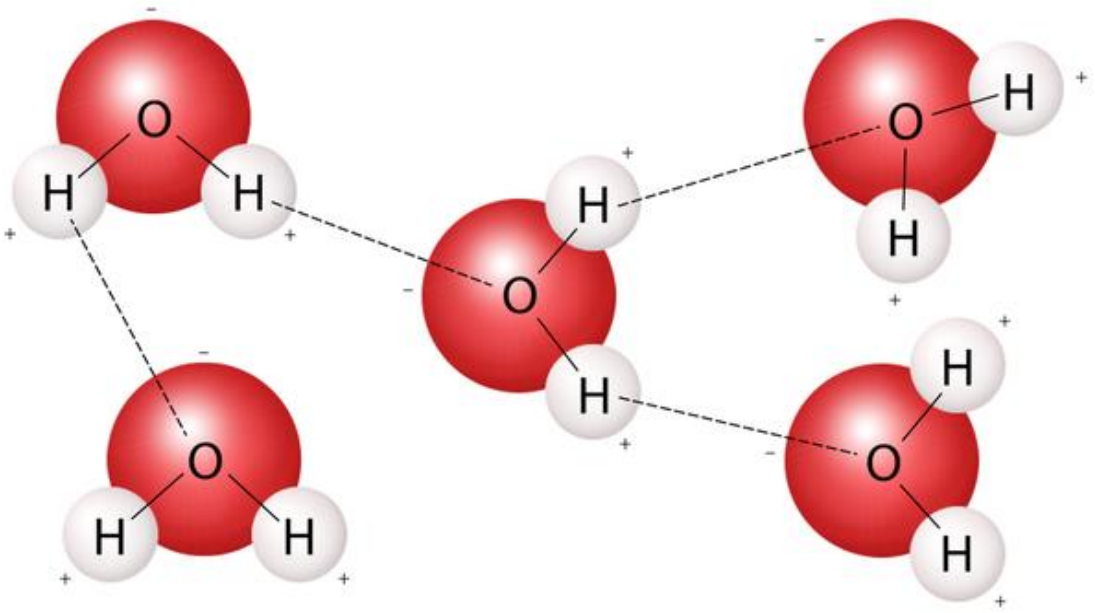
المحيطة بالنبات . والنبات يحتاج الى الماء اثناء تطوره من البذرة وحتى تمام النمو وفي جميع مراحل نموه ، ويمكن تلخيص اهمية الماء في حياة النبات :

١- ان الماء مكوّن أساسيّ لا بد منه في أهمّ عمليّات النبات الحيوّية وهي عمليّة التمثيل الضوئيّ، كما أنّه يدخل في عمليّة النتح.
٢- إن بورتو بلازم الخلية لا يتكوّن أو يوجد دون الماء.
٣- النباتات تعتمد في غذائها على الأملاح والمعادن المتواجدة في التربة المحيطة بها؛ لكن النباتات لا تستطيع الحصول على هذه المواد دون الماء الذي ينقل الأملاح والمعادن من التربة إلى النباتات، فالماء هو الوسط الناقل للغذاء.
٤- إن زيادة ونقصان الضغط في النباتات لا يحصل بسهولة بفضل المياه التي تعمل على حفظ الضغط بما يناسب النبتة، كما ان الماء يحافظ على انتفاخ الخلية ويساعدها في اعطاء الشكل العام للخلية .
٥- إن عمليّة غلق وفتح ثغور أوراق النباتات تحدث بشكل طبيعيّ ومنظّم بفضل الماء. إن درجات الحرارة المرتفعة لا تناسب النباتات وهنا يأتي دور الماء في تلطيف وحفظ الحرارة داخل أجزاء النباتات.
٦- إن أيّ عمليّات حيوية وكيميائيّة تحدث غالباً في الوسط الناقل في النبات وهو الماء.
٧- إن أيّ عملية تكاثر أو نموّ لا يمكن أن تحدث دون وسط مائيّ في النبات.
٨- إنّ معظم الثمار تتكوّن بشكل كبير من الماء ونقصان الماء سيعني ثمار جافّة غير صالحة للإستخدام البشريّ.
٩- للماء دور فعال في تمرير الأشعة المرئيّة وفوق البنفسجيّة للنباتات؛ لإتمام عمليّة البناء الضوئيّ، والحصول على ما تحتاجه من ضوء.
١٠- يساعد الماء عملية نقل المواد الايضية داخل النبات مثل الكربوهيدرات والهرمونات .

خواص الماء الفيزيائية والكيميائية :

الماء هو مركب كيميائي يتكون من الاوكسجين والهيدروجين لذا يطلق عليه اول اوكسيد الهيدروجين ، وبالرغم من بساطته لايمكن التغاضي عن اهمية الماء الكبيرة للحياة فهو يغطي اكثر من ٧٠% من سطح الارض ويشكل اكثر من ٦٠% من اجساد النباتات .

ويجد الماء على سطح الارض بثلاث حالات وهي الصلبة والسائلة والغازية وتعتمد حالته على درجة الحرارة ، كما توجد فيه خصائص تميزه عن غيره من المركبات.



١- الخواص الفيزيائية :

يتميز الماء انه سائل في معظم درجات الحرارة التي تكون في حياة للكائنات ويتميز ان درجة انجماده صفر ودرجة غليانه ١٠٠ درجة مئوية ووزنه الجزيئي قليل وبالرغم من ذلك فان درجة ذوبانه وغليانه اعلى من وزنه الجزيئي بسبب قوى الترابط بين جزيئاته باصرة هيدروجينية والتي تحتاج الى طاقة كبيرة لكي تكسر . كما ان للماء كثافة تصل الى اعلى تقدير عند درجة ٤ درجة مئوية ، كما ويعتبر الماء شفاف قابل لنفاذ الموجات الضوئية وتعتبر صفة مفيدة للنباتات الارضية بحيث تساعدها على نفاذ الضوء الى داخل النسيج النباتي يتمتّع الماء بقطبية (بالإنجليزية: Polarity) عالية، نتيجةً للروابط التساهمية التي تربط ما بين ذرتي الهيدروجين مع ذرة الأكسجين، حيث تتمتّع ذرة الأكسجين بكهروسلبية عالية تسمح لها بجذب الإلكترونات المشترِكة معها في تلك الروابط التساهمية، فتتكوّن القطبية على إثر تجمّع الإلكترونات لوقتٍ أطول حول نواة ذرة الأكسجين المشحونة بشحنة جزئية سالبة ووقتاً أقل حول نواتي ذرات الهيدروجين المشحونة بشحنة جزئية موجبة في

جزيء الماء؛ وذلك لاحتوائهما على بروتونات إضافية غير متعادلة. يُشير ما سبق إلى أنّ الأكسجين قادر على جذب إلكترونات بعض المواد الأخرى نحوه في جزيء الماء أكثر من الهيدروجين، ويُطلق على المواد التي تنجذب للماء وتتفاعل معه بالمواد المحبّة للماء (بالإنجليزية: Hydrophilic)؛ كالسكّريات، أمّا المواد التي لا تتفاعل مع الماء فتُعرف بالمواد الكارهة أو الطاردة للماء (بالإنجليزية: Hydrophobic)؛ كالزيوت والدهون.

ومن الصفات المهمة الاخرى للماء :

١- التعادل الحمضي: حيث يعتبر الماء متعادلاً كيميائيّاً، بحيث تكون درجة حموضته أو قاعديّته تساوي ٧ (pH =7).

٢- الذوبان: يعتبر الماء احسن وأفضل مادة مذيبة، بسبب احتوائه على أيونات حرّة، كما أنه قطبيّ، حيث يمكن إذابة العديد من الأملاح والمواد فيه.

٣- الحرارة النوعيّة، وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع جرام واحد من أي مادّة، بمقدار درجة مئويّة واحدة، وللماء قدرة عالية على امتصاص أكبر قدر من الحرارة من النظام المحيط به قبل أن يسخن.

٤- شذوذ الماء: وهي إحدى الخصائص التي ينفرد بها الماء، حيث يتمدد الجليد خلال فترة التجمّد، ليزداد حجمه وتقل كثافته، وبالتالي سيطفو على سطح الماء، حيث تشكل هذه الظاهرة الطبيعيّة شكلاً من الحماية للكائنات البحريّة، وخاصةً في فصل الشتاء، عندما تكون درجة الحرارة منخفضة، يتمدد الجليد وتقل كثافته ليطفو على سطح الماء، ليشكل عازلاً بين الغلاف الجويّ البارد، والحياة في البحار والأنهار والمحيطات.

٥- التوتر السطحيّ: قيمة التوتر السطحي للماء عاليةً جداً بسبب وجود قوى التجاذب الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء، حيث ترفع هذه الخاصية الماء بنفسه إلى الأوعية الشعريّة داخل الأشجار، ليصل الغذاء إلى جميع أجزاء الشجرة بغض النظر عن ارتفاعها، كما أنها تحرك الماء إلى أعلى، في الشقوق الترابيّة، والمسامات والفراغات الصخريّة، حتى تتساوى قوة التوتر السطحي مع قوة الجاذبيّة الأرضية، وبالتالي تحصل جذور النباتات على الماء في المناطق الجافة بشكل سهل.

٦- الخاصية الإسموزيّة: حيث ينتقل الماء من الوسط الملحيّ الأقل تركيزاً إلى الوسط الملحيّ عالي التركيز، وتتمثل هذه الخاصية في النباتات إذ ينتقل الماء من التربة إلى الجذور، حيث تتركز نسبة الأملاح.

٧- الغليان: تصل درجة غليان الماء ١٠٠ درجة مئويّة.

٨- التوصيل الكهربائي: الماء موصل سيئ للكهرباء، ولكن باعتباره مادةً مذيبةً، يصبح موصلاً جيداً للكهرباء، عند إذابة الأملاح فيه.

٩- صفة الشد السطحي للماء لها اهمية حيث انها تفسر قوى التماسك والتلاصق التي تحدث في النبات . يمكن تفسير الشد السطحي بانه الخاصية التي تجعل سطح السائل بانه غشاء مشدود فتظهر الطبقة السطحية للسائل كانها ورقة مرنه تقف عليها بعض المواد الخفيفة مثل ابرة او قطعة معدنية صغيرة او حشرة ،

حشرة تقف على سطح الماء الذي يظهر كانه غشاء خفيف(توضح الشد السطحي للماء).

ويمكن فهم الشد السطحي انه جزيئة داخل السائل تتعرض لقوى متساوية من قبل الجزيئات المحيطة بها من جميع الاتجاهات بينما الجزيئات التي على السطح تتعرض الى قوى جذب باتجاه السائل تعرف بقوى التماسك . ويعتمد الشد السطحي لاي سائل على عاملين هما نوع السائل ودرجة الحرارة فاذا كان السائل في حالة غليان ينعدم الشد السطحي حيث ان الشد السطحي يقل بارتفاع درجات الحرارة .

وتوضح ظاهرة الشد السطحي تفسيرا كثير من الظواهر منها ان قطرات السائل تاخذ الشكل الكروي بسبب الشد السطحي للسائل.

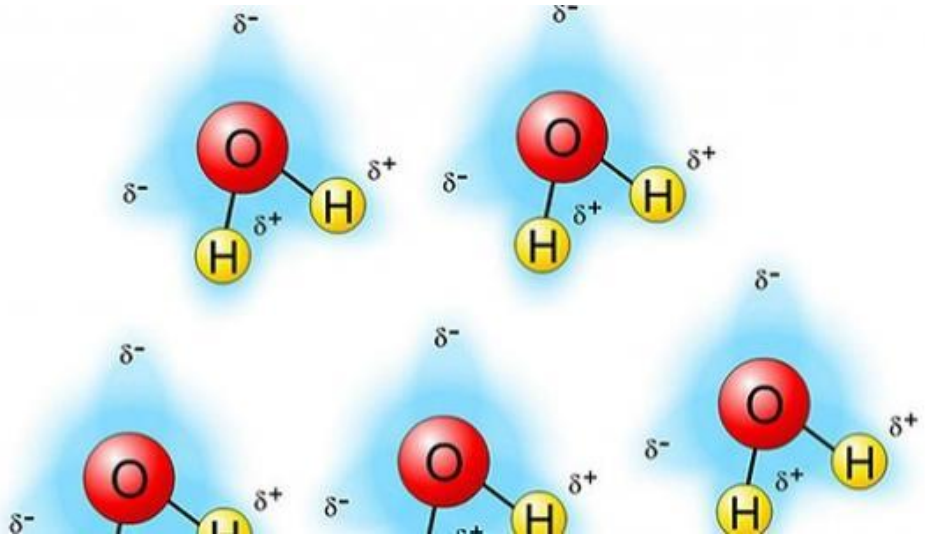
ترتبط جُزيئات الماء مع بعضها البعض بشكلٍ جيد؛ نتيجة امتلاك الماء خاصية تُعرف بخاصية التماسك (Cohesion)، وتُشير هذه الخاصية إلى قدرة جُزيئات المادة الواحدة على الانجذاب لبعضها البعض، حيث تحدث نتيجةً للقطبية العالية لجزيئات الماء التي تسمح لها بتكوين الروابط الهيدروجينية. يُمكن تفسير خاصية التماسك من خلال تجربة بملء كأس من الماء إلى أقصى حدٍّ ممكن قبل انسكابه، ومُلاحظة تجمّع سطح الماء على شكل قبة فوق حافة الكأس، حيث يُفسّر شكل القبة الناتج على السطح شدّة تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض، ومن الجدير بالذكر أنّ قوى التماسك مسؤولة عن ظاهرة التوتر السطحي (Surface Tension) التي تحدث للماء، وهي ظاهرة تُوضّح ميل سطح السائل إلى مقاومة أيّ إجهاد أو توتّر يتعرّض له. يحدث نوع آخر من التجاذب بين جُزيئات الماء وجُزيئات المواد الأخرى خاصةً إن كانت تحمل شحنات موجبة أو سالبة تحت ظروف معينة؛ وذلك لأنّ الماء يتميّز بخاصية أخرى تُعرف باسم خاصية التلاصق (Adhesion)، والتي تحدث بين نوعين مُختلفين من الجزيئات، كما تُعدّ هذه الخاصية مسؤولة عمّا يُعرف بالخاصية الشعرية (Capillary Action) التي تُمكّن الماء من الارتفاع إلى أعلى، أيّ عكس الجاذبية الأرضية. يُلاحظ الترابط بين قوى التماسك والتلاصق في العديد من الظواهر الموجودة في الطبيعة، ومثال ذلك آلية حصول النبات على الغذاء والمعادن من خلال سحب الماء من جذور النباتات إلى الأوراق.

٢- الخواص الكيميائية للماء :

تتركب جزيئة الماء من ذرة اوكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين من نواة موجبة الشحنة يحيط بها الكترون سالب الشحنة اما ذرة الاوكسجين فلها نواة يحيط بها ثمانية الكترونات ستة منها في الغلاف الخارجي واثنان في الغلاف الداخلي .

ذرة الهيدروجين لها القابلية على ضم الكترون وذر الاوكسجين فيها مجال لضم الكترونين في غلافها الخارجي فتظهر قابلية جذب الذرتين لبعضهما البعض ونتيجة لذلك ارتبطت هذه الذرات لبعضها البعض في اصرة تساهمية covalent bond وكونت جزيئة الماء ويعتبر هذا النوع من الجزيئات غير متعادلة اذ تميل جزيئة الماء لتكون قطب موجب من جهتي ذرتي الهيدروجين وقطب سالب من جهة ذرة الاوكسجين ولذا تعتبر جزيئة الماء قطبية او ثنائية القطب dipoles وسبب قطبيتها يعود الى عدم انتظام توزيع الالكترونات حيث تدور حول نواة الهيدروجين

وتتداخل الى جهة ذرة الاوكسجين ولان جزيئة الماء قطبية فان ترتيبها حول القطب السالب يختلف عن ترتيبها حول القطب الموجب ولهذه الخاصية اهمية في ذوبان الايونات.وتلعب قطبية الماء دورا هاما لجميع الكائنات الحية لان جزيئات الماء تكون سلسلة مترابطة من الجزيئات فالقطب الموجب لجزيئة الماء ينجذب بقوة الى القطب السالب لجزيئة ماء اخرى وهذا مايسمى بالاصرة الهيدروجينية hydrogen bond .



خاصية الاذابة في الماء :

تذوب في الماء العديد من المواد اكثر من ذوبانها في اي سائل اخر وهذه الخاصية تعود الى قابلية جزيئات الماء في احاطة الجزيئات المشحونة وفصلها عن بعضها البعض فتتكون حول الأيونات طبقة من الماء تمنع انجذابها الى بعضها البعض ، وفي هذا الغلاف تتشكل جزيئات الماء بحيث تنجذب الجهة السالبة من جزيئات الماء نحو الايونات الموجبة cations وتنجذب الجهة الموجبة لجزيئات الماء نحو الايونات السالبةanion فتكون ايونات المواد محاطة بسياج منن جزيئات الماء فيصعب على هذه الايونات الالتحام والترسب .

المواد الغير متاينة فالعديد منها يذوب بالماء وتعزى قابلية الاذابة لهذه المواد هو تحطم الاصرة الهيدروجينية لبعض جزيئات الماء وتشكل غلافا متماسكا بشدة حول المواد المذابة وتمنعها من الترسب.

انواع المحاليل :

١- المحلول الحقيقي Ture Solution

هو المحلول الذي تتجزأ المادة المذابة فيه الى ايونات او جزيئات صغيرة لا يزيد قطرها عن ٠.٠٠١ مايكرون . فعند اذابة كمية من السكروز في قدح من الماء المقطر فأن وحدات السكروز تنتشر على هيئة جزيئات صغيرة جداً، اما في حالة اذابة كمية من مادة كلوريد الصوديوم في قدح ماء مقطر فأن المادة المذابة تتجزأ الى ايونات صغيرة جداً. وان دقائق المحاليل الحقيقية لا يمكن رؤيتها في بالمجهر ولا بأي وسيلة أخرى نتيجة لصغر حجمها كما انها محاليل ثابتة أي لا تترسب دقائقها بمرور الزمن.

٢- محاليل المعلقات والمستحلبات Suspension & Emulsion Solution

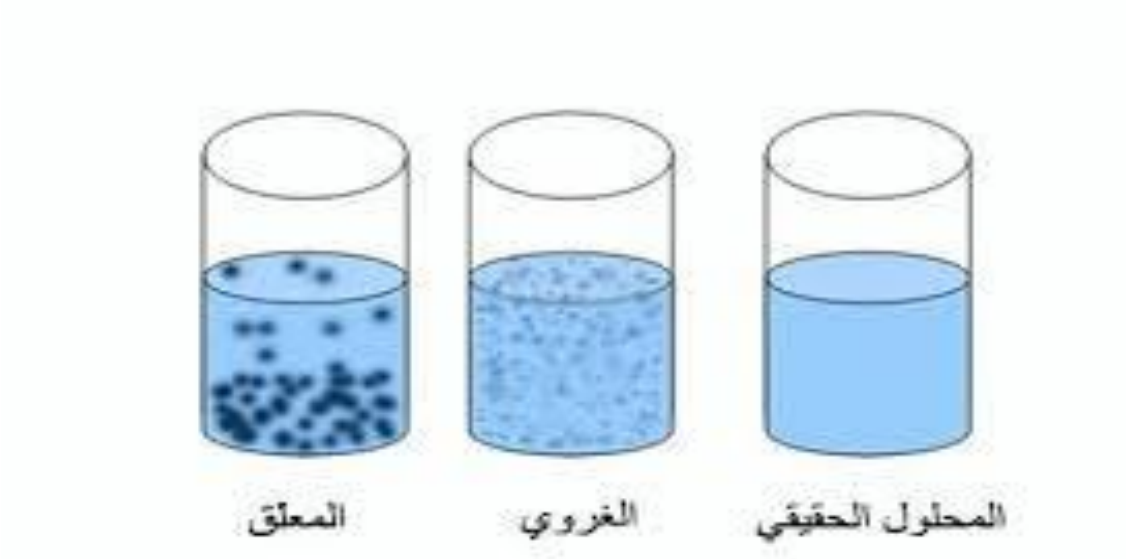
هي المحاليل التي تتجزأ دقائق المادة المذابة الى دقائق لا تذوب في المذيب بل تنتشر فيه. فأن كانت المادة المذابة المنتشرة صلبة تكون ما يسمى بالمحلول المعلق بينما اذا كانت المادة المذابة سائلة فأنها تكون المحلول المستحلب.

ان دقائق المادة المذابة في حالة المعلقات والمستحلبات يزيد قطرها عن ٠.١ مايكرون حيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة . ومن امثلة المحاليل المعلقة راسب كلوريد الفضة ومعلق الطباشير في الماء وهذا النوع من المحاليل غير ثابت حيث تترسب دقائق المذاب المنتشرة بمرور الزمن بتأثير الجاذبية الارضية. ومن امثلة المستحلبات جلط او رج محلولين غير متجانسين (غير ممتزجين) مثل الماء والزيت حيث يتكون مستحلب غير ثابت سرعان ما تنفصل مكوناته الى طبقتين منفصلتين خلال فترة قصيرة وتكون طبقة الزيت الى الاعلى لخفتها.

٣- المحاليل الغروية Colloidal Solution

تتكون المحاليل الغروية من طورين هما :-

- **طور مستمر continous phase** وهو يقابل المذيب في المحاليل الحقيقية ويعرف في المحاليل الغروية بأسم وسط الانتشار dispersion medium.
- **طور غير مستمر discontinous phase** وهو يقابل المادة المذابة في المحاليل الحقيقية اما في المحاليل الغروية فيعرف بالطور المنتشر dispersal phase نظراً لانتشار دقائقه في وسط الانتشار.



أنواع المحاليل الغروية:

١- السول sol :ويمثل انتشار المواد الصلبة في الوسط سائل ومثال على ذلك الدهانات .

٢-المستحلبات Emulsion :ويكون هذا المحلول الغروي بين سائلين غير قابلين للذوبان في بعضهما البعض فينتشر أحدهما في الآخر، ومثال على ذلك انتشار الزيت في الماء أو العكس لتكوين الكريم.

٣-الرغوة foam :ويكون هذا المحلول عبارة عن انتشار لجزيئات الغاز في وسط سائل أو صلب ومثال على ذلك الصابون.

٤-ايروسول Aerosol:انتشار جزيئات المواد الصلبة أو السائلة في وسط غازي ومثال على ذلك الضباب أو الدخان.