جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار- كلية العلوم
قسم علوم الحياة

فسلجة نبات / المرحلة الثالثة

الانتشار خلال الاغشية Osmosis

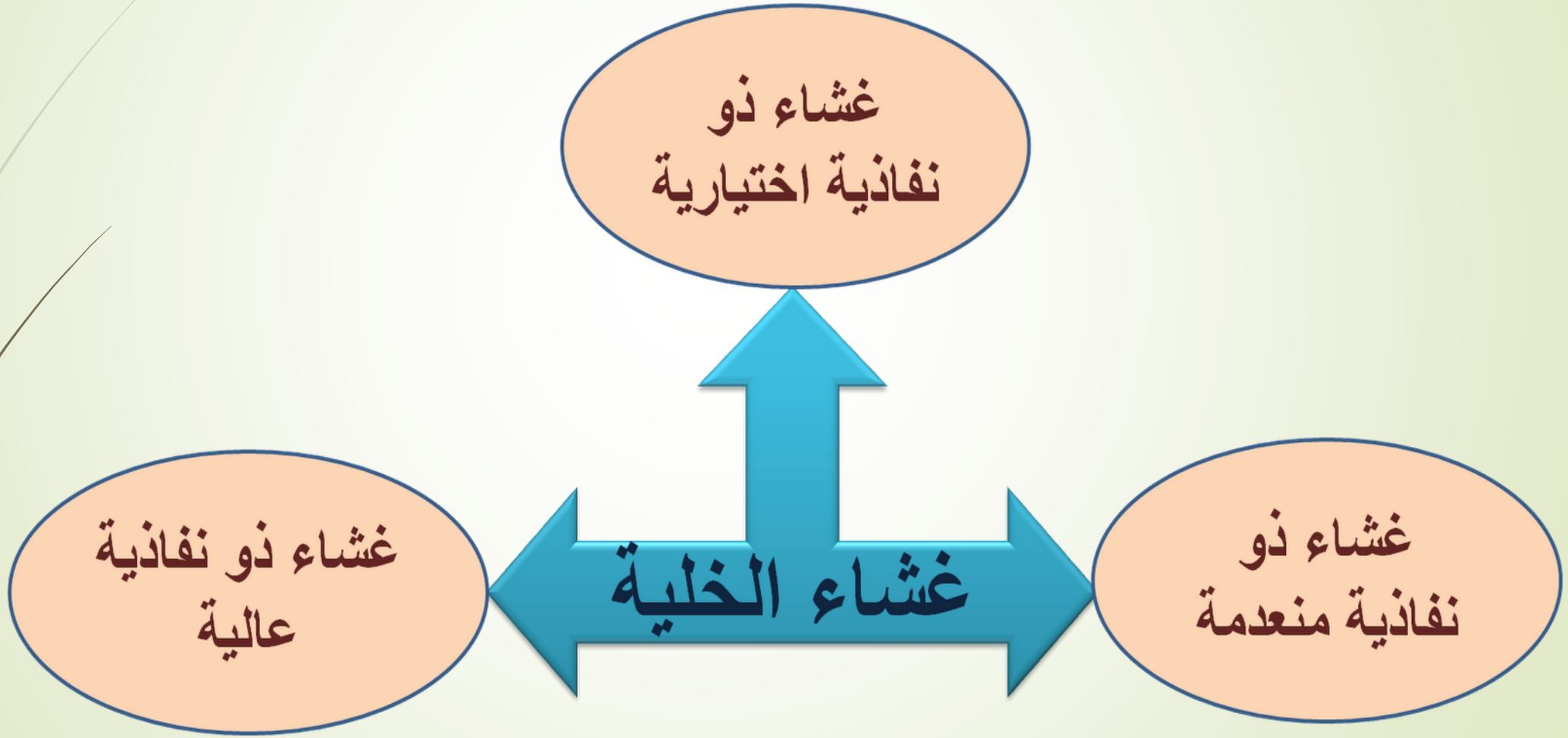
د. وجدان احمد علي

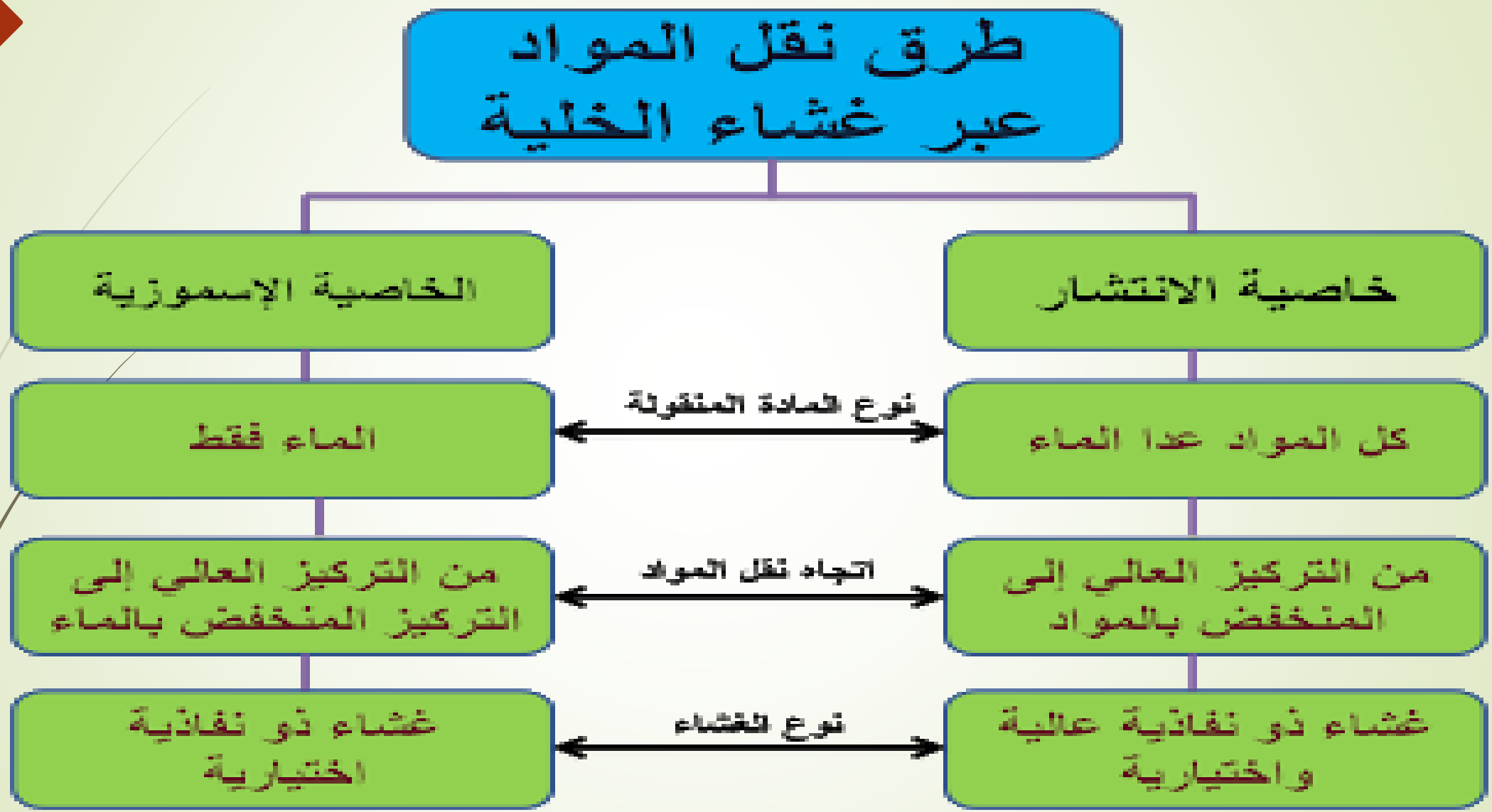
الانتشار خلال الاغشية Osmosis

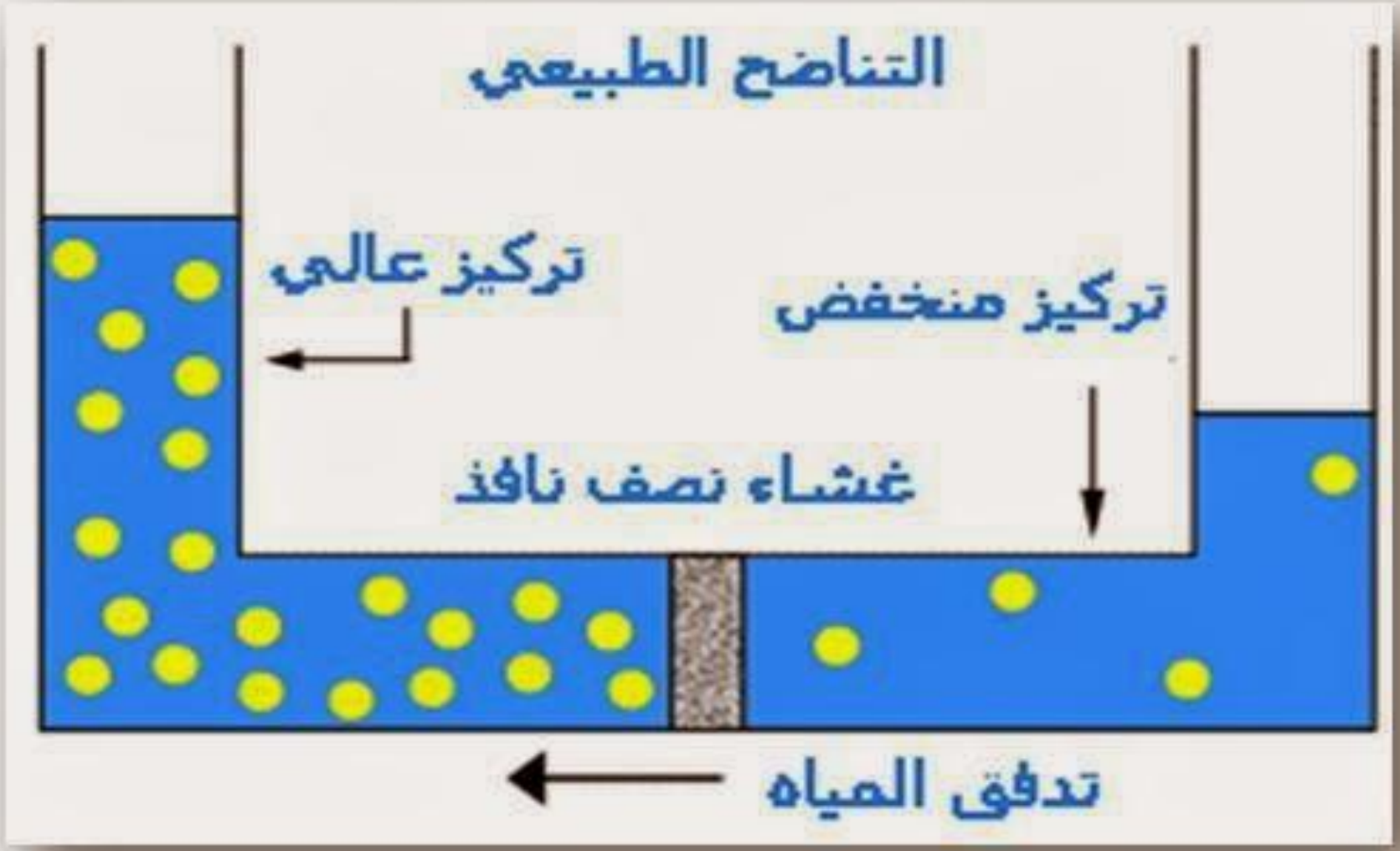
الخاصية الازموزية كما يطلق عليها أيضا مصطلح التناضح او الازموزية او التنافذ الغشائي او الانتشار الغشائي وتشمل في حركة انتقال جزيئات السائل عبر غشاء بحيث تنقل هذه الجزيئات من المنطقة الأعلى تركيزا الى الأقل تركيزا دون استهلاك لأي طاقة ودون وجود قوى دافعة ،ويوصف الغشاء الذي يسمح لمادة معينه بالمرور خلاله بانه نفاذ لهذه المادة permeable ، اما الغشاء الذي لا يسمع بمرورها فهو غير نفاذ لها impermeable وهناك أنواع أخرى من الاغشية تسمح بمرور الماء ولكنها لا تسمح بمرور المواد الذائبة وتعرف بانها متنوعة او متفاوتة او شبه نفاذ Semipermeable

الاغشية الخلوية تمتاز بانها ذات نفاذية اختيارية او انتقالية فهي تعرف Selectively Permeable حيث تسمح لمرور بعض المواد دون الأخرى رغم تشابها في الحجم والشحنة .

حركة الماء عبر الاغشية




طرق نقل المواد
عبر غشاء الخلية
خاصية الانتشار
الخاصية الإسموزية
كل المواد عدا الماء
الماء فقط
نوع المادة المنقولة
من التركيز العالي إلى
المنخفض بالمواد
من التركيز العالي إلى
التركيز المنخفض بالماء
اتجاه نقل المواد
غشاء ذو نفاذية عالية
واختيارية
غشاء ذو نفاذية
اختيارية
نوع الغشاء


التناضح الطبيعي
تركيز عالي
تركيز منخفض
غشاء نصف نافذ
تدفق المياه

الخاصية الازموية والانتشار في النبات

تكمن أهمية الخاصية الازموزية والضغط الازموزي في النبات بإحدى اهم العمليات التي تجري لضمان ديمومة الحياة للنبتة والتي تبدا رحلة الحفاظ على حياتها ابتداءا من جذورها وايصاله الى باقي انحاء النبات ومن المعروف كيميائيا ان الضغط الازموي للتربة اقل من الضغط الازموزي للجذر لذا وفق هذه الخاصية ينتقل الماء من التربة (المحلول الأقل ضغطا ازموزيا) الى الجذر (المحلول الأعلى ضغطا ازموزيا) وليس العكس فلو حدث الكلس لجفت معظم النباتات .

.

الجهد الكيميائي او الطاقة الكيميائية Chemical potential

الجهد الكيميائي لأي مادة تحت أي ظروف هو عبارة عن الطاقة الحرة في وزن جزيئي غرامي من المادة chemical potential = Free energy per mole اذن هو مقياس للطاقة التي بواسطتها يمكن للمادة ان تتفاعل او تتحرك .

الجهد الكيمائي للماء يطلق عليه الجهد المائي Water potential ويرمز له وفي تناولنا لعلاقة النبات بالماء فنحن نعبر عن الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في حالته القياسية تحت الظروف المثلى أي عندما يكون الماء بصورته النقية وتحت ظروف ثابتة من ضغط والحرارة كما في المعادلة التالية :

$E-E_0 = R\ T \ln N$

E = طاقة الماء في المحلول

E0= طاقة الماء عندما يكون نقي

ln= اللوغارتم الطبيعي

ثابت الغاز المثالي =R

درجة الحرارة المطلقة =T

نسبة جزيئات الماء =N

$$\text{Mole fraction} = \frac{\text{عدد جزيئات الماء}}{\text{عدد جزيئات الماء + عدد جزيئات المذيب}}$$

أي الكسر المولي mole fraction

يمكننا القول ان الماء النقي له جهد يساوي صفر ، في النظم الحيوية فان N اقل من الصفر مما يجعل ln N تكون سالبة وبالتالي فان الجهد المائي يعبر عنه بالكميات السالبة .

يمكننا التعبير عن كل من الجهود المائية والكيميائية بوحدات الطاقة مثل الجول والايرك الا انه من المناسب جدا عندما تتناول النظم الحيوية نعبر عن الجهد المائي بوحدات الضغط وهي ضغط جوي او بار او ميكاباسكال .

One bar = 0.987 atm

Mega pascal = mpa

1 mpa 10 bar = 9.87 atm

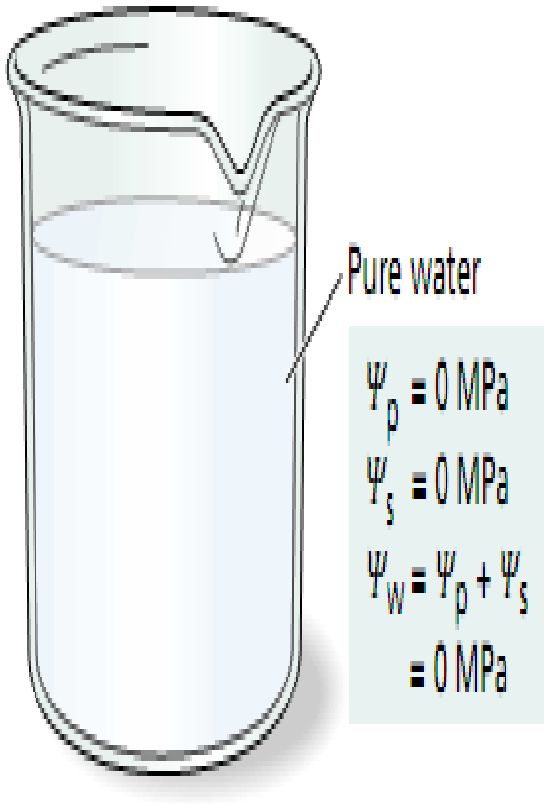
1 bar = 0.1 mpa

العلاقة بين الكميات الازموزية Relation ship of osmotic quantity

لتوضيح العلاقة بين الجهد المائي والجهد الازموزي وضغط الامتلاء . اذا كان المحلول B له جهد مائي يساوي -٣٠ بار وجهد الازموزي يساوي -٣٠ بار فان الضغط الامتلاء يساوي صفرا لان المحلول موضوع داخل غشاء غير مرن والذي يسمح بنفاذ الماء فقط وبسبب عدم وجود ضغط امتلاء فان الجهد المائي بساوي الجهد الازموزي

اما اذا غمس في محلول A ذي جهد ازموزي يساوي -١٠ بار ضغط الامتلاء للمحلول يساوي صفر (المحلول نقي) وبالتالي فان الجهد المائي والجهد الازموزي متساويان فان الجهد المائي للمحلول A اقل سالبية من الجهد المائي للمحلول B فان التدرج في الطاقة ينشا من المحلول Aالى المحلول B

(A) Pure water



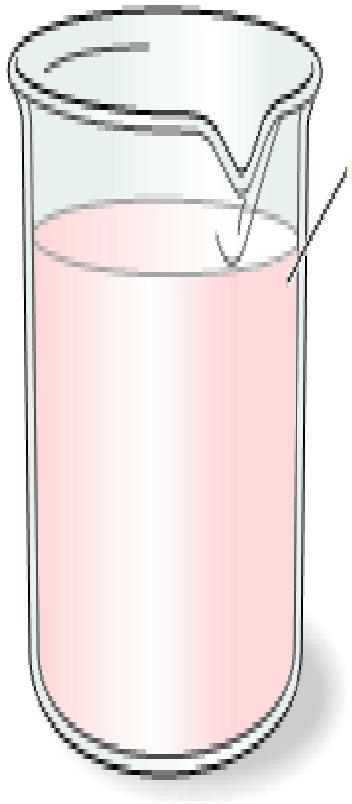
$\Psi_p = 0$ MPa

$\Psi_s = 0$ MPa

$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s$

$= 0$ MPa

(B) Solution containing 0.1 *M* sucrose



$\Psi_p = 0$ MPa

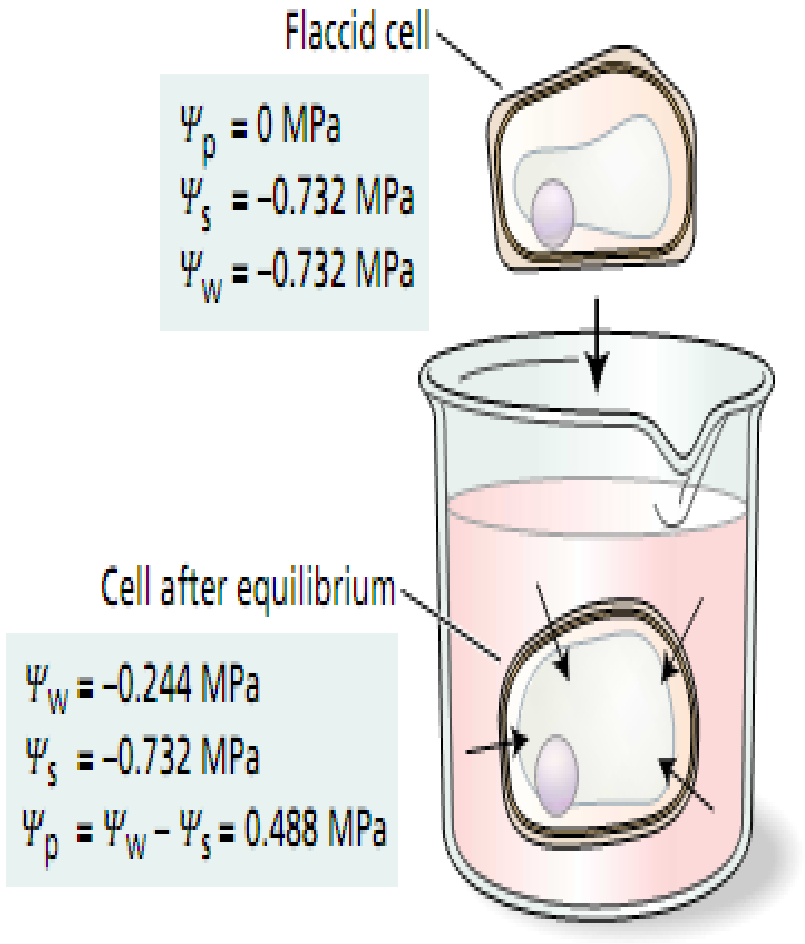
$\Psi_s = -0.244$ MPa

$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s$

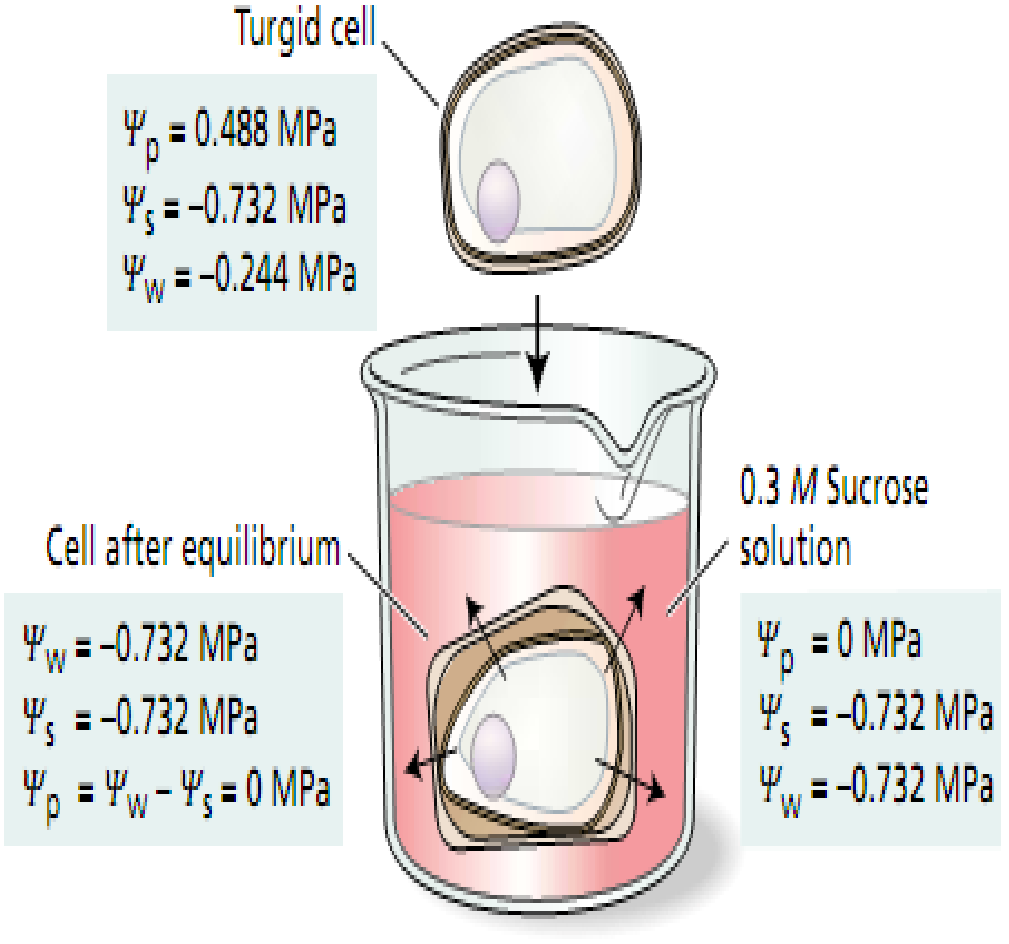
$= 0 - 0.244$ MPa

$= -0.244$ MPa

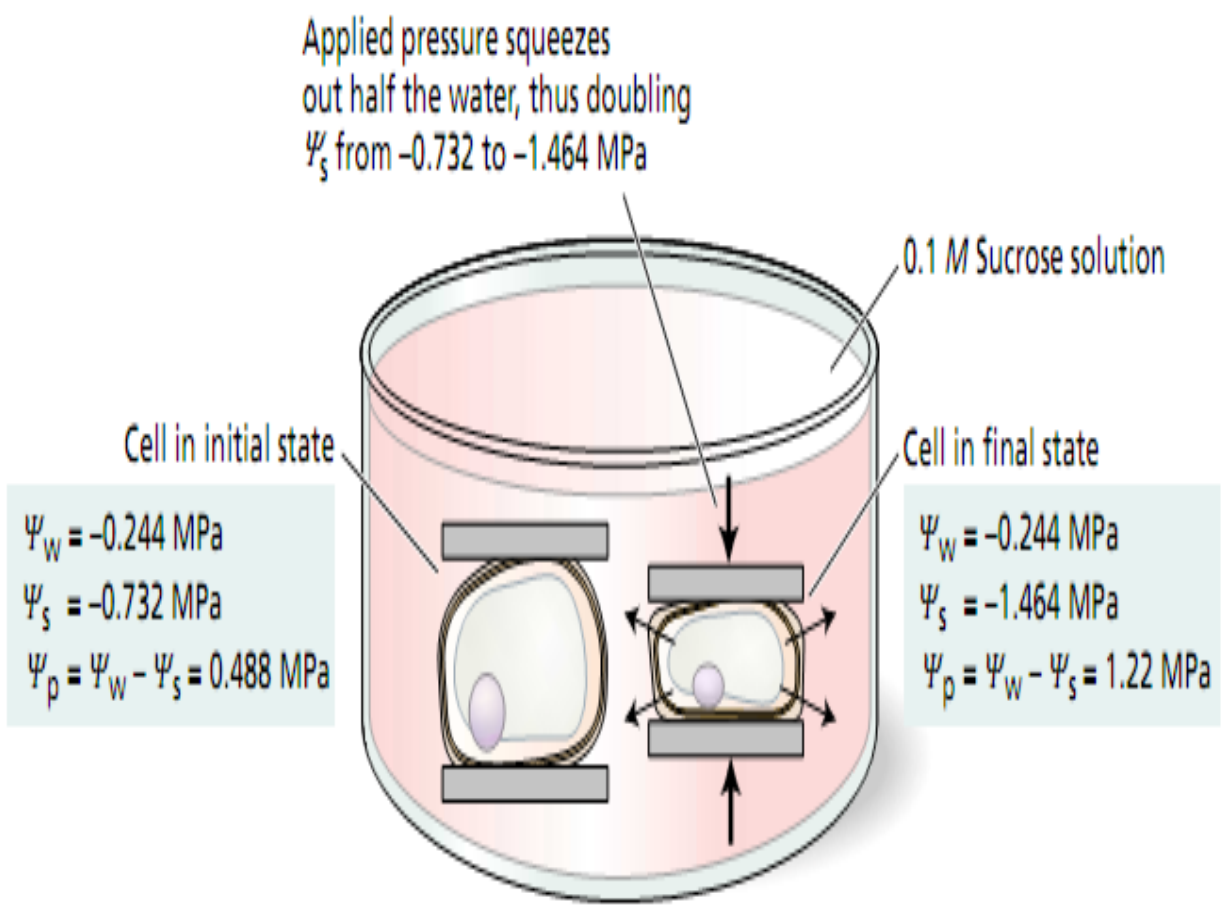
(C) Flaccid cell dropped into sucrose solution



(D) Concentration of sucrose increased



(E) **Pressure applied to cell**



ويكون محصلة تدفق الماء من محلول A الى محلول B من المحلول ذي الجهد المائي الأقل سالبية ا الى المحلول ذي الجهد المائي الأكثر سالبية .

الضغط الازموزي Osmotic pressure

هو مقدار الضغط الإضافي الذي يجب تسليطة لغرض جعل الجهد المائي مساويا للجهد المائي النقي.فان الجهد الازموزي يعطي إشارة سالبة وهو يساوي الجهد المائي للمحلول تحت الضغط الجوي الاعتيادي ووحداته نفس وحدات الجهد المائي من المفضل استخدام اصطلاح الجهد الازموزي osmotic potential بدلا من الضغط الازموزي ان الجهد الازموزي هو احد الخواص الجامعة او المرتبطة colligative properties فهو يتناسب مع عدد المولات من المذاب في حجم معي ن من المذيب وبتطبيق قانون فانت هوف Vant Hoff

$$\text{الجهد الازموزي} = \frac{-nRT}{V}$$

عدد المولات المذاب = n ، حجم مولات المذاب = v

فقد وجد ان اذابة مول من السكروز عند صفر درجة مئوية له جهد ازموزي -٢٢,٤ ضغط جوي أي (-٢,٢٧ ميكاباسكال) ← مادة غير متاينة undissociated (خالية من الشحنات) . اما عند إضافة مادة متاينة فان تاثيرها يعتمد على عدد الايونات فتتاينها يتضاعف عندما تتباين المادة الى الايونين مثل كلوريد الصوديوم وثلاث اضعاف القيمة السالبة اذا تتاينت الى تلاث ايونات مثل كلوريد الصوديوم فان القيم الفعلية هي اقل بسبب قوة تجاذب الايونات بفعل قوة force Waals van der

ضغط الامتلاء Turgor pressure

هو مصطلح يشير الى الضغط الحقيقي actual pressure ينشا نتيجة الازموزية او عملية التشرب imbibition . عند وضع خلية نباتية في ماء نقي فانها تنتفخ ولكنها لا تنفجر وبسبب سالبية الجهد الازموزي لمحلول الفجوة(العصير الخلوي) فان الماء يتحرك الى نهاية الخلية وبسبب دفع الغشاء البلازمي ناحية الجدار الخلوي أي (ان الضغط هو المسؤول عن دفع الغشاء ناحية الجدار الخلوي) يسمى ضغط الامتلاء Turgor pressure فالجدار الخلوي يصبح متصلبا ويظهر ضغطا مساويا ولكنه عكسي والذي نسميه بضغط الجدار Wall pressure ونتيجه لهذا التبادل الفعلي بين هذه القوى فان الخلية النباتية تحت هذه الظروف يقال عنها انها منتفخة turgid (ممتلئة) وأول علامات نقص امتلاء خلايا الورقة والذي يعطي للأوراق مظهر الذبول .

الاتزان الحركي Dynamic Equilibrium

يستمر انتقال الماء من الخلية A الأقل سالبية الى الخلية B الأكثر سالبية الى ان تصل الى حالة الاتزان الحركي dynamic equilibrium والتي عندها تكون حركة الماء متعادلة في كلا الاتجاهين الا ان القيم الازموزية والتركيزات تكون غير متماثلة في الجانبين .

جهاز الضغط الازموزي Osmometer

حيث انه لا يتولد ضغط حقيقي مالم يكن المحلول موضوع في Osmometer

البلزمة Plasmolysis

عندما نضع خلية نباتية حية في محلول ذي جهد ازموزي مماثل لذلك الذي يوجد في العصير الخلوي أي محلول سوى الازموزية isotonic solution فان مظهر الخلية يظل كما هو من جميع الوجوه ولكن اذا كان الجهد المائي للمحلول المحيط بالخلية اقل سالبية لما هو علية في العصير الخلوي اقل تركيز hypotonic او اكثر سالبية عن ذلك العصير الخلوي hypertonic فيمكن ان نلاحظ تغيرات عديدة في تركيب الخلية .فان حجم البرتوبلازم يستمر بالانكماش في حالة فقد الماء الى خارج الخلية

وبعد ذلك حجم البروتوبلازم يستمر بالانكماش وبعدها يبدا الغشاء البلازمي بالانفصال عن الجدار الخلوي ويطلق على هذه الظاهرة انفصال البروتوبلازم عن الجدار الخلوي بالبلزمة plasmolysis كما ان الخلية النباتية توصف بانها مبلزمة plasmolyzed . بصورة عامة يمكن تقسيم البلزمة الى نوعين هما :

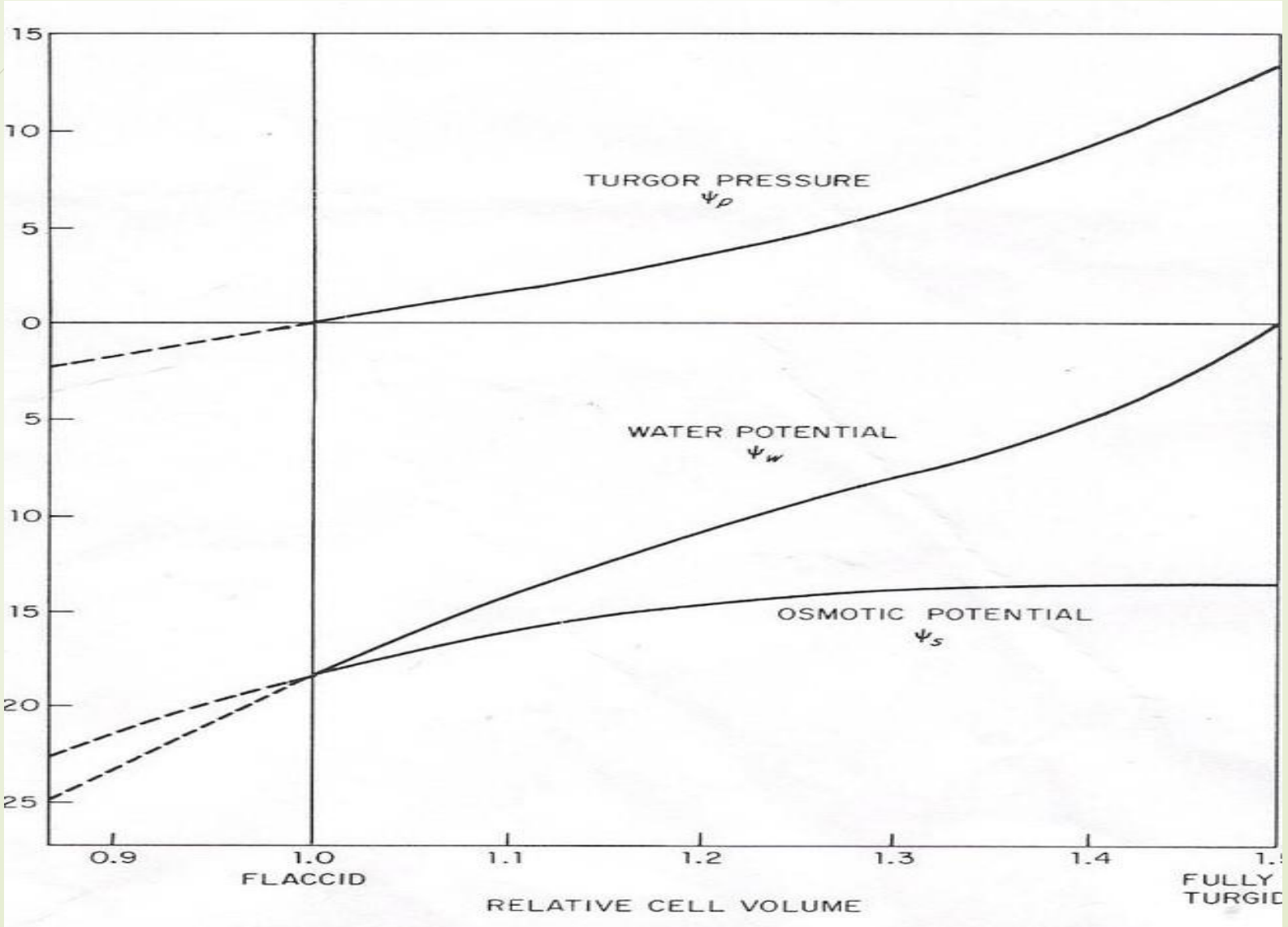
البلزمة المستديمة permanent plasmolysis

وهي تحدث عندما توضع الخلية النباتية في محلول اكثر سالبية (زائد الازموزية) لذائب لا ينفذ خلال غشاء الخلية مثل السكروز .

البلزمة المؤقتة Temporary plasmolysis

تحدث عندما توضع الخلية النباتية في محلول الازموزية Hyperosmotic لذائب درجة نفاذية الغشاء البلازمي له اقل من نفاذية الغشاء للمذيب مثل محلول مركز من Urea , glycerin عندما توضع الخلية في مثل هذا النوع من المحلول فان ظاهرة البلزمة تحدث في البداية ولكن مع بقاء الخلية لفترة في هذا المحلول تبدا الخلية النباتية بالتخلص من ظاهرة البلازمة لان محلول اليوريا والجليسيرين يدخل الخلية نقل قيمة جهدها المائي وتصبح اقل من قيمة الجهد المائي للمحلول فيدخل الماء الى الخلية ويحدث لها امتلاء فتتخلص الخلية من ظاهرة البلزمة .

Hofler Diagram مخطط هوفلر



يوضح الشكل السابق العلاقة بين الجهد المائي والجهد الازموي والضغط الانتفاخي للخلية النباتية عند وضعها في محاليل مختلفة التركيز ويطلق على هذا المخطط بمخطط هوفلر Hofler diagram نسبة الى العام الذي قام بتوضيحة لأول مرة .

قياسات الجهد المائي Water potential measurments

الجهد المائي هو مجموع جميع الكميات الازموزية وهو الأكثر شيوعا في تقدير الازموزية في النبات واسهل الكيميات الازموزية قياسا اكثر الطرق المستخدمة شيوعا لتقدير الجهد المائي لخلايا وأعضاء النبات هي :

الطريقة الحجمية Volume Method

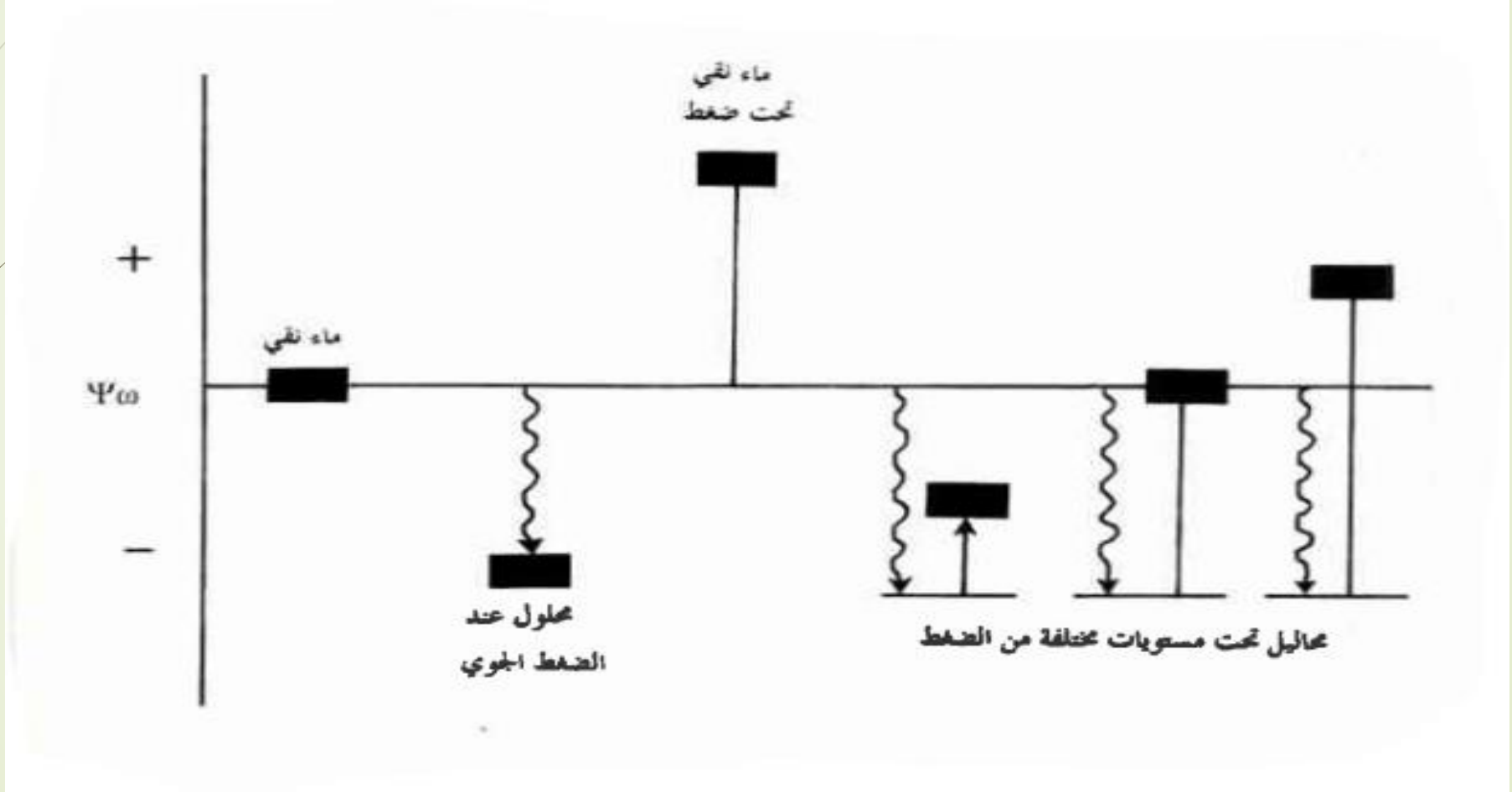
وهذه الطريقة مبينة على التغيرات التي تحدث في الاتجاه المستقيم للانسجة عند وضعها في محاليل ذات جهد ازموزي مختلف .

الطريقة الوزنية (المثقالية) (Gravimetric) weight method

وهي تشبه الطريقة الحجمية اذ تشمل على وضع النسيج النباتي السابق وزنه (اسطونات من درنات البطاطس على سبيل المثال) في سلسلة متدرجة من محاليل السكروز (له نشاط ازموزي) عند جهد اوزموزي معروف .

($\Psi s+\Psi p=\Psi W$ ، $\Psi p = 0$) . مثل الحل بالرسم ؟

مستويات الجهد المائي



المصادر

١ . د. عبد العظيم كاظم .٢٠١٦. فسلجة نبات.

٢. د. بسام طه ياسين .٢٠٠١. اساسيات فسيولوجيا النبات .

2. Salisbury Frank B. and Cleon W. Ross . 1992. Plant physiology.

3. Hopkins W. and Huner N. 2008. Introduction to plant physiology .4th Edition .

4.Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger .2002.Plant physiology. 3th Edition.