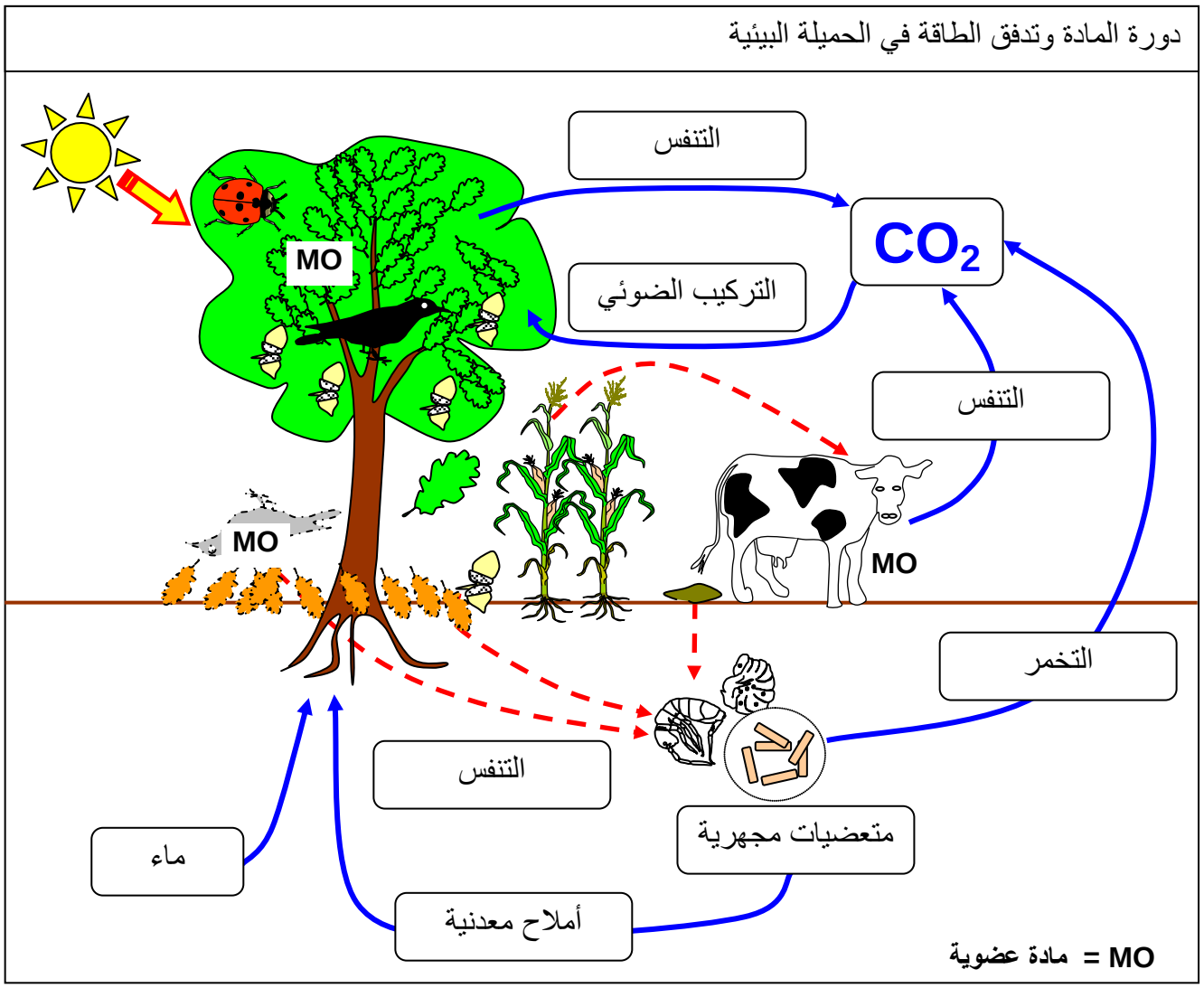
الوحدة الثانية:

إنتاج المادة العضوية و تدفق الطاقة

مقدمة

تحتل النباتات الخضراء المستوى الأول داخل السلاسل الغذائية، وتسمى كائنات منتجة لأنها قادرة على تركيب المادة العضوية انطلاقا من المادة المعدنية (ماء، أملاح معدنية وثنائي أكسيد الكربون)، وباستعمال الطاقة الضوئية. تسمى هذه العملية بالتركيب الضوئي (La photosynthèse). فنقول أن النباتات ذاتية التغذية autotrophe عكس الحيوانات العاجزة عن تركيب مادتها العضوية انطلاقا من مادة معدنية، والتي تعتمد في اقتياتها على النباتات، إما بطريقة مباشرة (حيوانات عاشبة)، أو بطريقة غير مباشرة (حيوانات لاحمة) فنقول أنها غير ذاتية التغذية Hétérotrophe.



1) ما هي الآليات المسئولة عن امتصاص الماء والأملاح المعدنية من طرف النباتات اليخضورية؟
2) كيف تركب النباتات اليخضورية مادتها العضوية؟

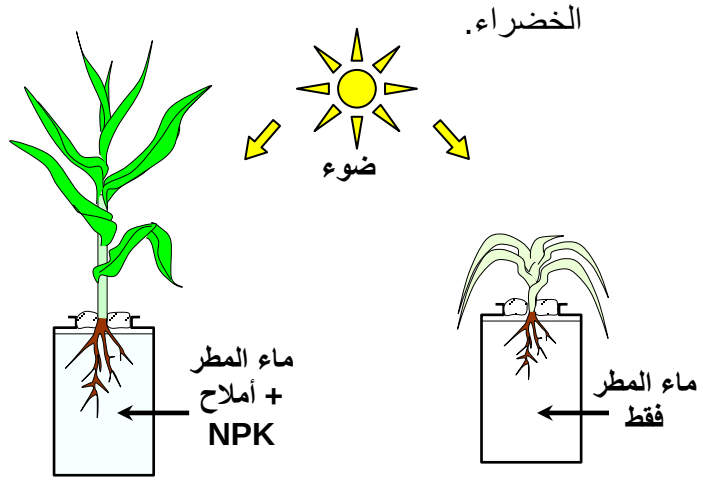
الفصل الأول

آليات امتصاص الماء والأملاح المعدنية عند النباتات اليخضورية

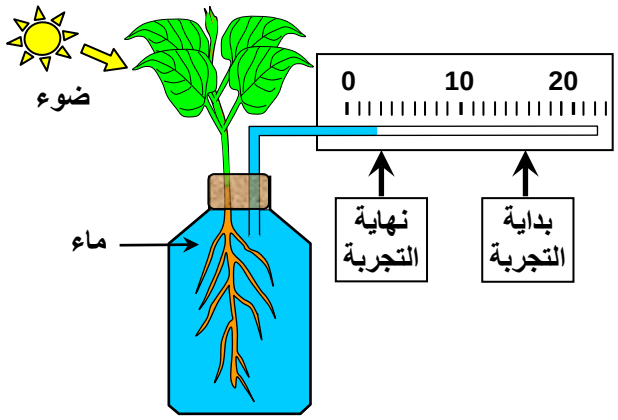
مقدمة: أنظر الوثيقة 1. انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة أبرز أهمية الماء والأملاح المعدنية بالنسبة للنباتات الخضراء.

الوثيقة 1: أهمية الماء والأملاح المعدنية بالنسبة للنباتات اليخضورية.

شكل أ: الكشف عن أهمية الأملاح المعدنية للنباتات الخضراء.



شكل ب: قياس امتصاص الماء من طرف نبات.



تحتاج النباتات اليخضورية في نموها إلى الماء والأملاح المعدنية التي تأخذها من الوسط الذي تعيش فيه.

- **فكيف تتمكن النباتات اليخضورية من امتصاص الماء والأملاح المعدنية؟**
- **وما هي البنيات الخلوية المسؤولة عن امتصاص هذه المواد؟**

I – الكشف عن تبادلات الماء عند النباتات اليخضورية.

① ملاحظات بالعين المجردة

أ – مناولة: أنظر الوثيقة 2

الوثيقة 2: الكشف عن تأثير نسبة تركيز المحلول على قطع البطاطس.

① تقطيع سبع قطع من درنة البطاطس متقايسة الأبعاد (طولها 5cm وقاعدتها مربعة ضلعها $1cm^2$).
② تحضير سبعة أنابيب اختبار، الأول نضع فيه 12ml من الماء والأنابيب الأخرى من رقم 2 إلى رقم 7 نضع فيها بالتدريج 12ml من محاليل السكروز مختلفة التركيز كما هو مبين في الجدول أسفله.

رقم الأنبوب	1	2	3	4	5	6	7
تركيز السكروز ب M	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1
طول القطع في البداية ب mm	50	50	50	50	50	50	50
طول القطع بعد ساعة ب mm	53.8	52.9	51.8	48.9	48.1	47.8	47
الفرق بين الطول البدائي والطول النهائي	3.8	2.9	1.8	-1.1	-1.9	-2.2	-3

③ نضع في كل أنبوب قطعة من البطاطس مع التحقق من أنها مغمورة كليا.
④ بعد مرور ساعة نقوم بقياس طول كل قطعة من قطع البطاطس ثم ندونها في الجدول أعلاه.

ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذه المناولة؟ وما هي الفرضية الممكن إعطائها لتفسير التغيرات الملاحظة؟

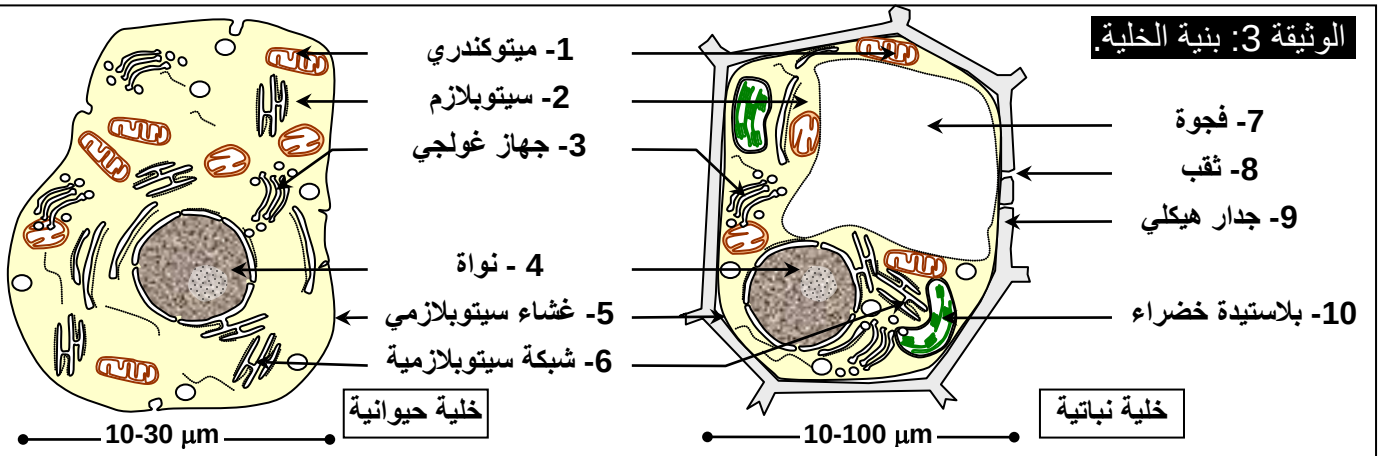
ب – تحليل واستنتاج:

- نلاحظ أن طول قطع البطاطس يتناقص مع تزايد تركيز المحلول.
- نستنتج من هذه الملاحظة أن اختلاف نسبة تركيز المحلول يسبب تغيرات في طول قطع البطاطس.
- لتفسير التغيرات الملاحظة يمكن افتراض دخول بعض المواد إلى قطع البطاطس فيؤدي ذلك إلى الزيادة في طولها، أو خروج بعض المواد من قطع البطاطس فيؤدي ذلك إلى نقصان في طولها. وبما أن الأنبوب 1 يحتوي على الماء فقط، فيمكن إرجاع الزيادة في طول القطع إلى دخول الماء.
- بما أن قطع البطاطس هي عبارة عن نسيج يتكون من خلايا، فتبادلات الماء تتم إذن على مستوى هذه الخلايا.

② ملاحظات مجهرية

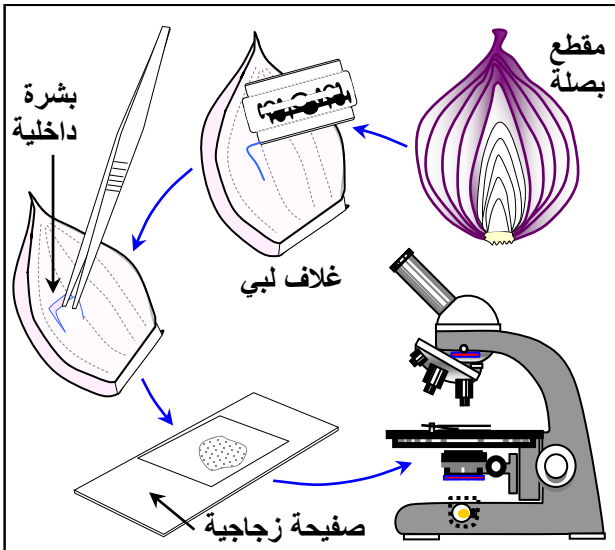
أ – تذكير ببنية الخلية: أنظر الوثيقة 3

الوثيقة 3: بنية الخلية.



ب – التحضير المجهري لبشرة البصل: أنظر الوثيقة 4، مناولة 1.

الوثيقة 4: التحضير المجهري لبشرة البصل.



★ مناولة 1: يتشكل البصل من عدد من الأغلفة اللبية متراكمة بعضها على بعض ومحيطة ببرعم مركزي.

① ننزع البشرة الداخلية للغلاف اللبي للبصل من جهته الداخلية المقعرة بواسطة ملقط، ثم نقطعها إلى عدة قطع صغيرة.

② نضع فوق صفيحة زجاجية قطرة ماء أو قطرة محلول بتركيز معين، نغمر كل قطعة صغيرة في القطرة مع الحرص على تمديد القطعة جيدا.

③ نغطي التحضير بصفيحة زجاجية مع الحرص على طرد الفقاعات الهوائية وذلك بوضع الصفيحة بطريقة مائلة.

④ نضع التحضير فوق لويحة المجهر ونلاحظ بالتكبير الضعيف ثم المتوسط، فالتكبير القوي.

★ مناولة 2: نستعمل 5 محاليل ذات تراكيز مختلفة من السكروز: 0 mole/l، و0.1 mole/l، و0.5 mole/l، و0.6 mole/l، و0.7 mole/l، و0.9 mole/l. ثم نوزعها على زجاجات ساعتية.

① نحضر قطعا من البشرة الداخلية لغلاف لحمي للبصل.

② نضع القطع في محاليل السكروز مع إضافة 1ml من محلول أحمر المتعادل، ونتركها لمدة 15 دقيقة.

③ نلاحظ بالمجهر الضوئي القطع بين صفيحة وصفيحة داخل قطرة من نفس المحلول الذي أخذت منه.

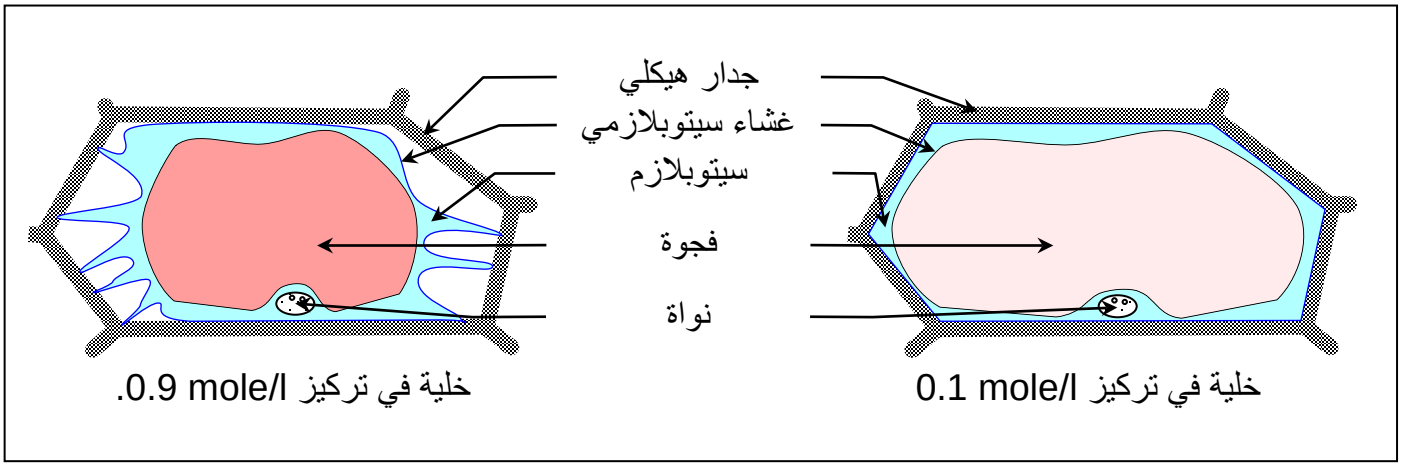
لاحظ بالمجهر الضوئي حالة الخلايا في مختلف التراكيز. وأجب عن الأسئلة التالية.

1) أرسم حالة الخلايا النباتية في التركيزين التاليين: 0.1 mole/l، و0.9 mole/l.
2) أعط تفسيرا لحالة الخلايا في كل من التركيزين السابقين.
3) على شكل جدول أعط حالة الخلايا في كل تركيز.

ج – الملاحظة المجهرية: أنظر الوثيقة 4، مناولة 2.

تبين الملاحظة المجهرية وجود عناصر على شكل مستطيلات هي عبارة عن خلايا محاطة بإطار هو الجدار الهيكلي الذي يسمى كذلك الغشاء السيليلوزي Membrane squelettique ou cellulosique. (أنظر الوثيقة 5)

1) أنظر الرسم.



2) تبين الملاحظة المجهرية أن شكل الخلايا يتغير حسب تركيز الوسط:

⇦ في محلول السكروز ذي التركيز 0,1 mole/l : تحتوي الخلايا على فجوات ذات حجم كبير، تضغط على الغشاء السيتوبلازمي الذي يلتصق بالجدار السيليلوزي، فنقول أن الخلية ممتلئة: إنها حالة الامتلاء Turgescence. ويمكن تفسير ازدياد حجم الفجوة (امتلاء الخلية) بدخول الماء إلى الخلية.

⇦ في محلول السكروز ذي التركيز 0,9 mole/l : تحتوي الخلايا على فجوات ذات حجم صغير، و تظهر عدة انفلاعات للغشاء السيتوبلازمي عن الجدار السيليلوزي، فنقول أن الخلية مبلزمة:إنها حالة البلزمة Plasmolyse. ويمكن تفسير نقصان حجم الفجوة (بلزمة الخلية) بخروج الماء إلى الوسط الخارجي.

3) حالة الخلايا في كل التراكيز:

تركيز السكروز	0	0,1	0,5	0,6	0,7	0,9
حالة الخلايا	ممتلئة	ممتلئة	ممتلئة	بداية البلزمة	مبلزمة	مبلزمة

II – نموذج فيزيائي لتفسير تبادلات الماء بين الخلية ومحيطها

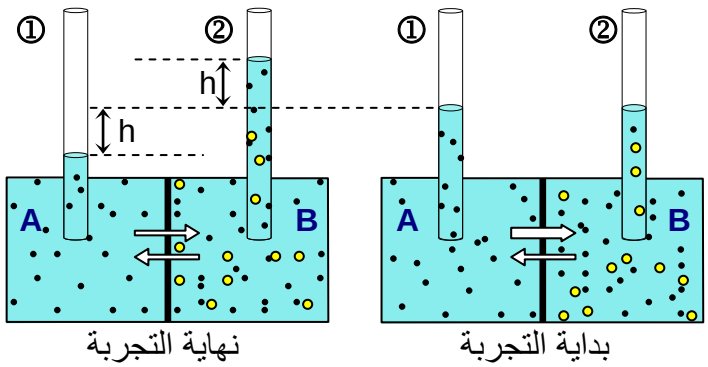
① مفهوم التنافذ عند الخلايا النباتية

أ – تجربة Dutrochet: أنظر الوثيقة 5

الوثيقة 5: تجربة Henri Dutrochet.

نعزل وسطين A وB لهما نفس الحجم بواسطة غشاء نصف نفوذ (نفوذ للماء فقط) بحيث يختلف A عن B من حيث تركيز المحلول. نضع في الوسط A الماء المقطر، أما الوسط B فيحتوي على محلول السكروز. (أنظر الرسم أمامه)

ماذا تستنتج من تحليل معطيات هذه التجربة؟



ب – تحليل واستنتاج:

★ نلاحظ أن مستوى الماء قد انخفض بالنسبة للوسط A وارتفع بالنسبة للوسط B. وتفسر هذه الملاحظة بتدفق الماء من الوسط A الأقل تركيزا (ناقص التوتر Hypotonique) إلى الوسط B الأكثر تركيزا (مفرط التوتر Hypertonique). وتسمى هذه الظاهرة بالأوسموز (Osmose) = التنافذ.

★ تفسر ظاهرة التنافذ بكون المحلول الأكثر تركيزا يحدث ضغطا يسمى الضغط التنافذي Pression Osmotique، تتناسب قيمته مع تركيز المحلول ويتأثر بدرجة حرارة الوسط. وتضمن هذه الظاهرة تنافذ جزيئة الماء وتجانس الوسطين وبالتالي تساوي التوتر بين الوسطين.

★ نستنتج مما سبق أن تغير حجم وشكل الفجوات الخلوية الملاحظ سابقا ناتج عن دخول أو خروج الماء عبر الغشاء السيتوبلازمي:

- **حالة الامتلاء:** تتوفر الفجوة على عصارة يكون تركيزها في هذه الحالة أكبر من تركيز الوسط الخارجي، إذن حسب قانون التنافذ فان الماء سيتدفق إلى داخل الفجوة وبالتالي امتلاؤها.
- **حالة البلزمة:** في هذه الحالة يصبح الوسط الخارجي أكثر تركيزا من الفجوة، فيتدفق الماء من الفجوة إلى الوسط الخارجي، وبالتالي تقلص الفجوة.

② قياس ضغط التنافذ Π أو P La pression osmotique

يعتبر الضغط التنافذي خاصية فيزيائية لأي محلول يحتوي على مواد مذابة. ويعبر عن القوة الماصة للماء بواسطة المواد المذابة وبالتالي فهو مرتبط أساسا بالتركيز المولي للمحلول (أي عدد مولات الجزيئات أو الأيونات المذابة في 1 لتر من المحلول). ويعبر عن الضغط التنافذي باستعمال الصيغة التالية:

$$\Pi = R.C.T.n$$

Π أو P = الضغط التنافذي ب atm.
R = ثابتة الغازات = 0.082
T = درجة الحرارة المطلقة °K , (°K = t°C + 273)
C = التركيز المولي للمادة المذابة في المحلول (Mol/l) = الكتلة المولية (mol/l) / التركيز (g/l)
n = معامل التفكك (يساوي 2 بالنسبة لجزيئة NaCl التي تتفكك في الماء لتعطي Na^+ و Cl^-

مثال: نذيب 700 mg من الكليكوز $C_6H_{12}O_6$ في 25ml من الماء في درجة حرارة 20°C.
علما أن M(H) = 1g/mole و M(C) = 12g/mole و M(O) = 16g/mole

1) أحسب التركيز المولي والتركيز الكتلي و C%.
2) أحسب الضغط التنافذي للمحلول.

جواب:

★ التركيز المولي: $C = n/v\ (mol/l) = C_m/M$
★ التركيز الكتلي: $Cm = m/v\ (g/l)$
★ التركيز بالنسبة المئوية: C% (%) = Cm/10 هو الكتلة المذابة في 100ml من الماء.

1) التركيز المولي: $C = n/v = m/(M.v) = 0,7 / (180.0,025) = 0,15\ mole/l$
التركيز الكتلي: $Cm=m/V=0,7/0,025 = 28g/l$
التركيز بالنسبة المئوية: $C\%=Cm/10 = 28/10 = 2.8\%$
2) الضغط التنافذي للمحلول هو Π:
$\Pi = n.R.T.C = 1.\ 0,082\ .\ (20 + 273)\ .0,15 = 3,6039\ atm$

III – الكشف عن تبادلات المواد المذابة عند الخلايا النباتية

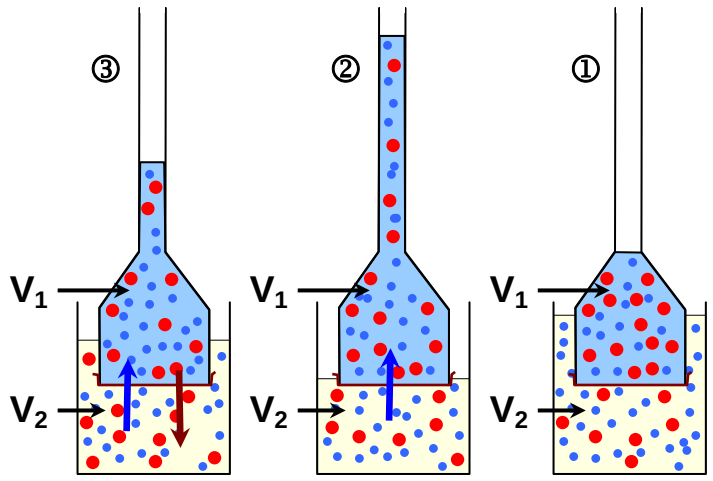
① الكشف عن ظاهرة الانتشار La diffusion

أ – تجربة: أنظر الوثيقة 6

الوثيقة 6: تجربة مقياس التنافذ.

نستعمل مقياس التنافذ كما هو مبين في الأشكال أمامه. في بداية التجربة ① يحتوي الوسط V_1 على ماء مقطر والوسط V_2 على محلول السكروز. يفصل بينهما غشاء نفوذ لجزيئات الماء والمادة المذابة. ونتتبع حالة التجربة بعد بضع دقائق (الحالة ②) وبعد بضع ساعات (الحالة ③).

اعتمادا على معلوماتك وعلى تحليل النتائج المحصل عليها، كيف يمكنك تفسير نتيجة الحالة ③؟



ب – تحليل واستنتاج:

★ بعد دقائق نلاحظ ارتفاع مستوى المحلول في الوسط V_1 وانخفاض مستوى المحلول في الوسط V_2 . وبعد ساعات ينخفض مستوى المحلول في الوسط V_1 ويرتفع في الوسط V_2.

★ إن ارتفاع مستوى المحلول في الوسط V_1 في الحالة ① هو ناتج عن تدفق الماء المقطر إلى محلول السكروز المفرط التوتر وذلك تبعا لقانون التنافذ.

★ إن انخفاض مستوى المحلول في الوسط V_1 في الحالة ③ هو ناتج عن خروج السكروز إلى الوسط V_2 عبر الغشاء النفوذ وذلك من الوسط الأكثر تركيز إلى الوسط الأقل تركيز، مما أدى إلى ارتفاع تركيز الماء المقطر وبالتالي خروج الماء من محلول السكروز (الوسط V_1) إلى الماء المقطر (الوسط V_2). وتسمى ظاهرة تسرب المواد المذابة من الوسط الأكثر تركيز إلى الوسط الأقل تركيز (حسب الدرجة التنازلية للتركيز) بظاهرة الانتشار الحر La diffusion libre.

② النفاذية الموجهة وظاهرة زوال البلزمة

أ – معطيات تجريبية: أنظر الوثيقة 7

الوثيقة 7: الكشف عن النفاذية الموجهة وظاهرة إزالة البلزمة.

لفهم بعض آليات التبادلات الخلوية، أنجزت التجارب التالية:

★ نضع خلايا نباتية في محاليل لها نفس التركيز. ثم تتم ملاحظتها مجهريا في فترات زمنية مختلفة. ويبين الجدول أسفله ظروف ونتائج هذه التجارب.

الظروف التجريبية	الكتلة المولية	نتيجة الملاحظة بالمجهر الضوئي			
		بعد مرور 5 دقائق	بعد مرور 10 دقيقة	بعد مرور 20 دقيقة	بعد مرور 30 دقيقة
كلورور الصوديوم	58.5 g/l	مبلزمة	ممتلئة	ممتلئة	ممتلئة
أسيتات الأمونيوم	97 g/l	مبلزمة	مبلزمة	ممتلئة	ممتلئة
السكروز	342 g/l	مبلزمة	مبلزمة	مبلزمة	مبلزمة

1) كيف تفسر حالة الخلايا في محلول كلورور الصوديوم بعد مرور 5 دقائق وبعد مرور 10 دقائق؟
2) كيف تفسر الاختلاف الملاحظ بين المحاليل الثلاثة؟
3) ماذا يمكن استنتاجه من هذه التجارب؟

الوثيقة 7: (تتمة)

★ نضع خلايا البشرة الداخلية للبصل الأبيض في محلول الأحمر المتعادل. تبين الملاحظة المجهرية أن فجوات الخلايا أخذت لونا أحمرا بسرعة. وعندما نقلنا هذه الخلايا إلى الماء المقطر تبين أن الفجوات احتفظت بلونها الأحمر وأن الماء المقطر لم يتغير لونه.

4) ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذه التجربة ؟

ب – تحليل واستنتاج:

1) بعد مرور 5 دقائق تظهر الخلايا مبلزمة لأن الوسط الخارجي يكون أكثر تركيزا من الوسط الداخلي، الشيء الذي يؤدي إلى خروج الماء من الخلية وبالتالي حدوث ظاهرة البلزمة.

2) نلاحظ أن الخلايا تصبح ممتلئة بعد 10 دقائق في محلول كلورور الصوديوم، وبعد 20 دقيقة في محلول أسيتات الأمونيوم، نتكلم عن ظاهرة إزالة البلزمة والتي لا تظهر في حالة محلول السكروز.
تفسر ظاهرة زوال البلزمة بكون المواد المذابة تنتشر داخل الخلية حتى يتساوى التركيز بين الوسط الداخلي والوسط الخارجي. وتختلف سرعة انتشار المواد باختلاف الكتلة المولية.
في حالة السكروز لا يتم زوال البلزمة خلال مراحل التجربة، لكون هذا الأخير لم ينتشر داخل الخلية. ويرجع ذلك إلى كتلته المولية الكبيرة.

3) نستنتج من المعطيات السابقة أن سرعة انتشار المواد المذابة بين الخلية والوسط الخارجي تختلف حسب الكتلة المولية لهذه المواد. وتسمى النفاذية التي تختلف حسب نوعية المواد بالنفاذية التفاضلية أو النفاذية الاختيارية
La perméabilité sélective = La perméabilité différentielle

4) إن تلون فجوات الخلايا بالأحمر يعني دخول الأحمر المتعادل إلى داخل الخلية. واحتفاظ الخلية بلونها الأحمر في الماء المقطر يعني عدم خروج الأحمر المتعادل من الخلية إلى الوسط الخارجي.
نستنتج من هذه المعطيات أن أحمر المتعادل يتدفق داخل الخلية ولا يتدفق نحو الوسط الخارجي فنتكلم عن النفاذية الموجهة La perméabilité orienté .

ج – خلاصة:

النفاذية الموجهة والاختيارية تدل على أنه لا يمكن اعتبار انتشار المواد المذابة بين الخلايا ووسطها مجرد ظاهرة فيزيائية تتمثل في الانتشار الحر، بل هناك آليات أخرى تتدخل في تبادل المواد المذابة عند الخلايا.

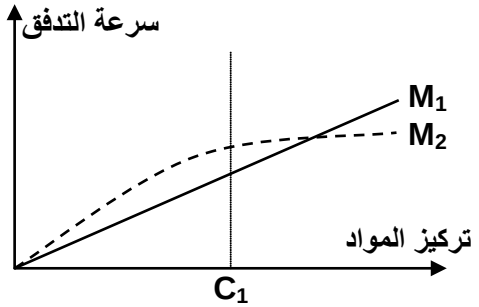
③ الكشف عن النفاذية الموجهة والنقل النشيط

أ – معطيات تجريبية: أنظر الوثيقة 8

الوثيقة 8: النفاذية الموجهة والنقل النشيط.

لتفسير آلية تدفق بعض المواد عبر الغشاء السيتوبلازمي. نقترح التجارب التالية:

★ **التجربة 1:** نضع كريات حمراء في وسط يحتوي على مادتين لهما نفس الكتلة، موسومتين بنظائر مشعة (M_2* وM_1*) ونقوم بقياس الإشعاع داخل الكريات الحمراء لكل مادة وفي تراكيز متزايدة من كل مادة.
يبين المنحنى جانبه النتائج المحصل عليها.



★ **التجربة 2:** نقوم بمقارنة تركيز بعض الايونات بين ماء البحر وفجوة طحلب بحري يسمى Valonia. ويتبين باستعمال النظائر المشعة لهذه الايونات أن هناك تبادلا مستمرا لهذه الأيونات بين الخلية والوسط الخارجي رغم بقاء التراكيز مستقرة. إذا تعرضت هذه الطحالب لسموم تكبح التنفس، يحدث توازن في تركيز هذه الأيونات بين الوسط الداخلي والخارجي.
يبين الجدول أمامه النتائج المحصل عليها.

الأيون	تركيزه في ماء البحر ب g/l	تركيزه في الفجوة ب g/l
Na^+	10.9	2.1
K^+	0.5	20.1
Cl^-	19.6	21.2

ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات التجريبية؟

ب – تحليل واستنتاج:

⇦ تحليل:

❖ في التجربة 1

- المنحنى 1: نلاحظ أنه كلما ارتفع تركيز المادة M_1* في الوسط الخارجي ترتفع سرعة تدفقها إلى داخل الخلية.
- المنحنى 2:حتى تركيز معين (C_1) نلاحظ أنه كلما ارتفع تركيز المادة M_2* في الوسط الخارجي ترتفع سرعة تدفقها إلى داخل الخلية. بعد هذا التركيز تبقى سرعة التدفق مستقرة في قيمة قصوى رغم ارتفاع التركيز الخارجي.

❖ في التجربة 2: نلاحظ أن هناك اختلاف في التراكيز، فالوسط الداخلي للخلية غني بـ K^+ ($20,1\ g.L^{-1}$) و فقير من Na^+ ($2,1g.L^{-1}$) عكس الوسط الخارجي ($10,9g.L^{-1}$ من Na^+ و $0,5\ g.L^{-1}$ من K^+).أما بالنسبة لأيون Cl^- نلاحظ أنه هناك فرق جد طفيف بين التركيز الداخلي للخلية والتركيز الخارجي.

⇦ تفسير واستنتاج:

❖ في التجربة 1

- المنحنى 1: ترتفع سرعة التدفق كلما ارتفع التركيز الخارجي وتنتقل المادة M_1* من الوسط الأكثر تركيزا نحو الوسط الأقل تركيزا، إنها ظاهرة الانتشار الحر.
- المنحنى 2: تدفق المادة M_2* في الجزء الأول من المنحنى أكبر من تدفق المادة M_1* ، يمكن تفسير هذا الفارق بتدخل بروتينات غشائية تسهل عملية نقل M_2*. و يفسر استقرار سرعة التدفق بعد التركيز C_1 رغم استمرار ارتفاع التركيز بتدخل جميع البروتينات الناقلة لـ M_2* (تشبع البروتينات الناقلة). يسمى هذا النوع من النقل حسب الدرجة التنازلية للتركيز بالانتشار المسهل Le transport facilité.

❖ في التجربة 2: إن الاختلاف الملاحظ في التراكيز لا يمكن تفسيره بظاهرة الانتشار الحر، لأن التوازن الكيميائي غير محقق. وبما أنه عند كبح التنفس أي إنتاج الطاقة من طرف الخلية تتوازن التراكيز، نستنتج أن الخلية تعمل على نقل أيونات Na^+ و K^+ عكس الدرجة التنازلية للتركيز وذلك باستعمال الطاقة. تسمى هذه العملية بالنقل النشيط (transport actif) وتتدخل فيه بروتينات غشائية تسمى مضخات بروتينية.

③ خلاصة:

تخضع تبادلات المواد المذابة عند الخلايا النباتية ل:

- ✓ ظواهر فيزيائية: كالانتشار الحر أي مرور الجزيئات المذابة من الوسط الأكثر تركيزا إلى الوسط الأقل تركيزا (حسب الدرجة التنازلية للتركيز).
- ✓ ظواهر بيولوجية: مرتبطة بحياة الخلية والتي تمكن من تسهيل انتشار بعض المواد المذابة من الوسط الأكثر تركيزا إلى الوسط الأقل تركيزا. وهي حالة الانتشار المسهل. أو من انتشارها عكس الدرجة التنازلية للتركيز وهي حالة النقل النشيط.
- ✓ كل هذه التبادلات تتم عبر الأغشية الخلوية. فما هي إذن البنيات المتدخلة في التبادلات الخلوية؟

IV – آلية امتصاص الماء والأملاح المعدنية

① البنيات المسؤولة عن امتصاص الماء والأملاح المعدنية

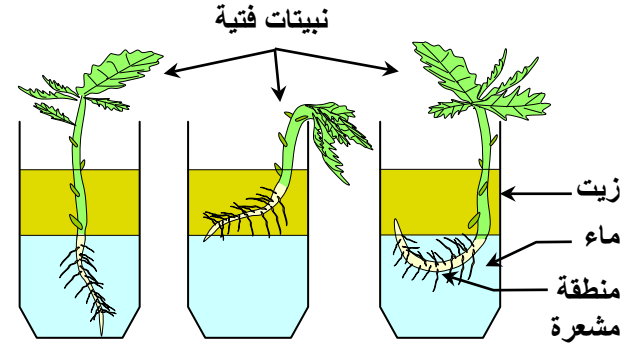
أ – الكشف عن دور زغب الامتصاص: أنظر الوثيقة 9

الوثيقة 9: الكشف عن دور زغب الامتصاص.

يشكل زغب الامتصاص Poils absorbants منطقة مشعرة في طرف الجذر. وهي أولى البنيات التي تظهر عند نبتة فتية بعد إنبات البذرة. يتراوح طول كل زغبة بين 0.7 و1 mm، وقطرها بين 12 و15 µm.

نهيئ ثلاثة كؤوس في كل منها كمية من الماء تعلوها طبقة من الزيت. نضع في كل كأس نبتة فتية ذات جذور كما هو مبين في الشكل أمامه.

ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذه التجربة؟

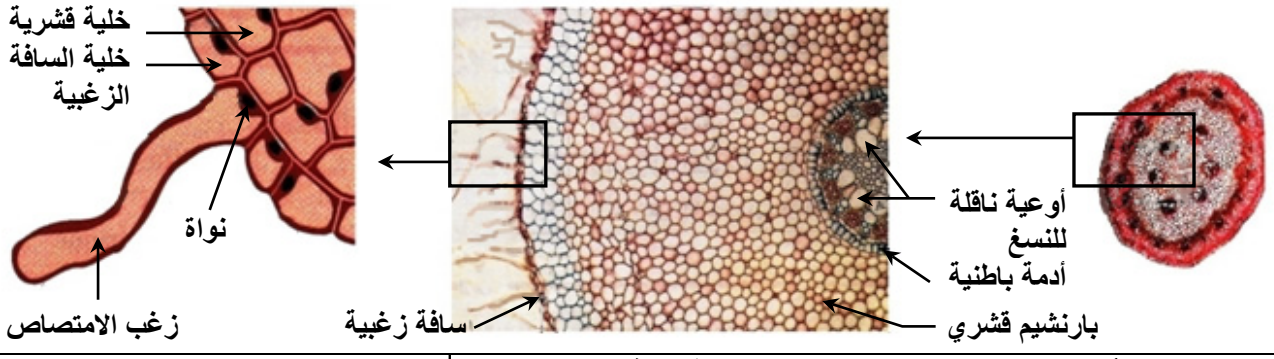


عندما يكون زغب الامتصاص داخل الماء تنمو النبتة، وعندما يكون زغب الامتصاص خارج الماء تذبل النبتة.
يتبين من هذه المعطيات أن النباتات تمتص الماء والأملاح المعدنية على مستوى زغب الامتصاص.

ب – بنية زغب الامتصاص: أنظر الوثيقة 10

الوثيقة 10: بنية زغب الامتصاص.

تعطي الوثيقة التالية ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي في جذر نبات (الشكل أ) على مستوى المنطقة المشعرة Zone Pilifère (المنطقة المكسوة بزغب الامتصاص). مع رسم تخطيطي تفسيري لهذه الملاحظة (الشكل ب).
من خلال تحليلك لمعطيات هذه الوثيقة استخرج الخاصية الأساسية التي تميز زغب الامتصاص.



شكل أ: مقطع عرضي مجهري على مستوى جذر نبتة | شكل ب: رسم تفسيري للمقطع العرضي

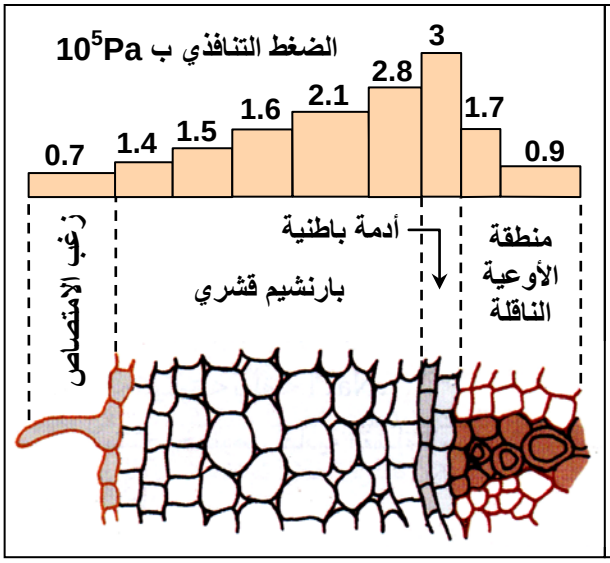
يبين المقطع العرضي للجذر على مستوى المنطقة المشعرة أن زغب الامتصاص هو عبارة عن امتداد لخلايا السافة الزغبية (Assise pilifère)، و هي خلايا مختصة ومكيفة مع وظيفة الامتصاص، نظرا لتوفرها على امتداد سيتوبلازمي يرفع مساحة اتصالها بالتربة. فكيف إذن يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية على مستوى زغب الامتصاص؟

② آلية امتصاص الماء والأملاح المعدنية أنظر الوثيقة 11

الوثيقة 11: آلية امتصاص الماء والأملاح المعدنية.

تضم فجوة زغب الامتصاص عصارة مفرطة التوتر بالنسبة للوسط الخارجي المتمثل في ماء التربة. ويبين الشكل جانبه نتائج قياس الضغط التنافذي في مختلف الخلايا المكونة للجذر على مستوى المنطقة المشعرة.

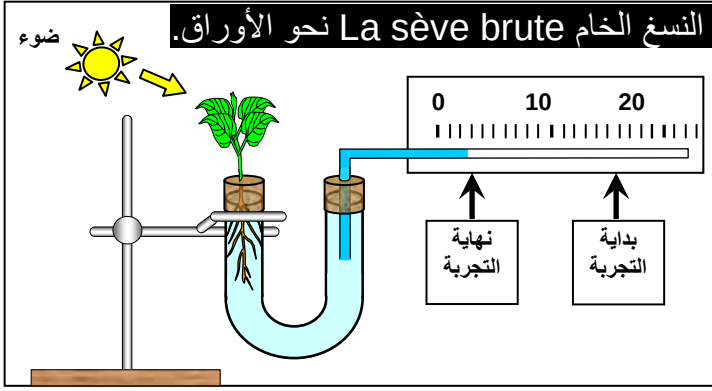
1) كيف يتغير الضغط التنافذي حينما ننتقل من زغب الامتصاص نحو منطقة الأوعية الناقلة؟
2) كيف تفسر ذلك؟
3) اعتمادا على معطيات الوثيقة وعلى معلوماتك، حدد الآليات المسؤولة عن امتصاص الماء والأملاح المعدنية.



1) بصفة عامة حينما ننتقل من زغب الامتصاص نحو منطقة الأوعية الناقلة، يرتفع الضغط التنافذي في الخلايا.
2) تحافظ الخلايا بداخلها على ضغط تنافذي مرتفع، لأنها تحافظ على تركيز مرتفع للمواد المذابة بداخلها.
3) من خلال قيمة الضغط التنافذي يتبين أن تركيز الأيونات مرتفع داخل الجذر، إذن امتصاص الأملاح المعدنية سيتم عكس المجرى الطبيعي لظاهرة الانتشار. لذا فخلايا الجذور تمتص الأيونات المعدنية بفعل ظاهرة النقل النشيط.
أما الماء فانه سيتدفق عن طريق ظاهرة الأسموز (الانتشار الحر) إلى حدود الأدمة الباطنية. ومن الأدمة الباطنية إلى منطقة الأوعية الناقلة سيتم امتصاصه عن طريق ظاهرة النقل النشيط.

③ دور النتح في صعود النسغ الخام نحو الأوراق (transpiration,sève) أنظر الوثيقة 12

الوثيقة 12: دور النتح La transpiration في صعود النسغ الخام La sève brute نحو الأوراق.



نضع نبتة فتية في طرف أنبوب على شكل U كما هو مبين في الشكل جانبه. ثم نقيس تراجع الماء الملون على طول الأنبوب الدقيق، وذلك في بداية ثم نهاية التجربة.
عندما نقتطع نصف أوراق النبتة ونعيد القياسات بنفس الطريقة، نلاحظ أن تراجع الماء الملون ينخفض.
اعتمادا على معطيات هذه التجربة فسر كيفية انتقال النسغ الخام من الجذور نحو الأوراق.

النتح هو ظاهرة تبخر الماء على مستوى الأوراق وتعويضه بالماء الممتص على مستوى الجذور. إذن يعتبر النتح هو المحرك الأساسي لصعود النسغ الخام عبر الأوعية الناقلة.
بعد امتصاص الماء والأملاح المعدنية يتشكل النسغ الخام الذي يصل إلى منطقة الأوعية الناقلة في الجذور. وتؤدي ظاهرة النتح التي تتم على مستوى الأوراق إلى تبخر الماء وجلب النسغ الخام نحو الأوراق مرورا بالساق والأغصان.

V – البنيات الخلوية المتدخلة في امتصاص الماء والأملاح المعدنية

يعبر الماء والمواد المذابة الأغشية الخلوية النباتية قبل ولوج الخلية حيث تلعب هذه الأغشية دورا أساسيا في تنظيم التبادلات بين الخلية والوسط الخارجي. فما هي بنية هذه الأغشية؟ وما تركيبها؟

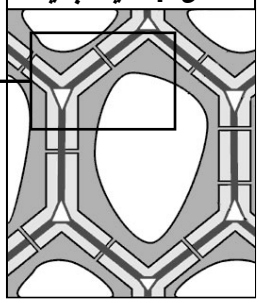
① تعرف بنية الجدار الهيكلي والغشاء السيتوبلازمي

أ – بنية الجدار الهيكلي: أنظر الوثيقة 13

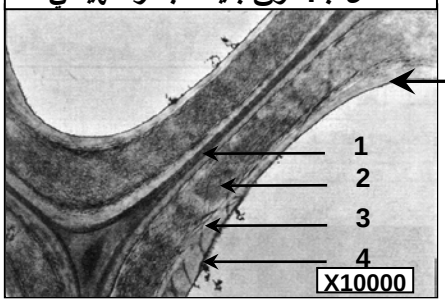
الوثيقة 13: بنية وفوق بنية الجدار الهيكلي: La paroi squelettique

خلافا للخلايا الحيوانية تتميز الخلايا النباتية بوجود جدار هيكلي سميك وصلب يحيط بها. تعطي أشكال الوثيقة أهم الخصائص البنيوية للجدار الهيكلي.
صف بنية الجدار الهيكلي وحدد الدور الذي يلعبه في استقرار شكل الخلية وفي التبادلات.

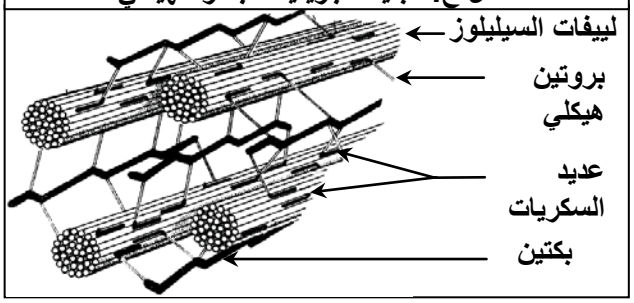
شكل أ: خلية نباتية



شكل ب: فوق بنية الجدار الهيكلي



شكل ج: البنية الجزيئية للجدار الهيكلي



★ تبين الملاحظة المجهرية للجدار الهيكلي أنه يتشكل من طبقتين من السيليلوز تتوسطها صفيحة متوسطة مكونة من البكتين وهي مركبات سكرية.

★ يشكل البكتين سمنت بيخلوي، أما السيليلوز فيتكون من ألياف تضم عدة جزيئات من الكليكوز تتجمع فيما بينها لتشكل ليف سيليلوزي لذلك ينعت الجدار الهيكلي بالغشاء البكتوسيليلوزي Membrane péctocellulosique.

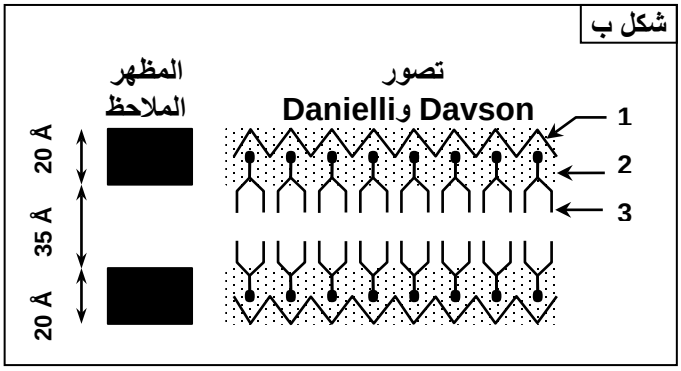
★ تتخلل الجدار الهيكلي ثقوب تسمى بلاسموديسمات Plasmodesme تصل بين سيتوبلازمات الخلايا المتجاورة والتي تسمح بانتقال الماء والأملاح المعدنية.

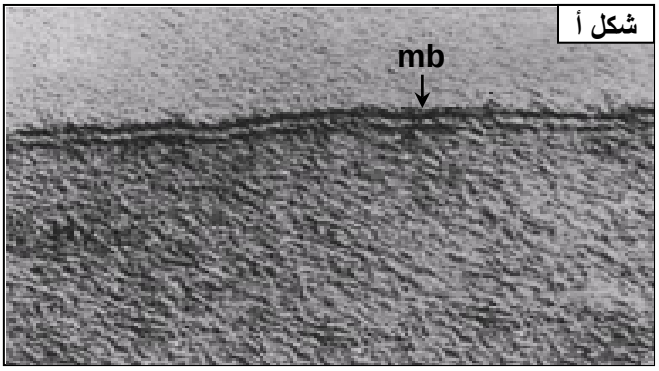
ب – بنية الغشاء السيتوبلازمي: أنظر الوثيقة 14

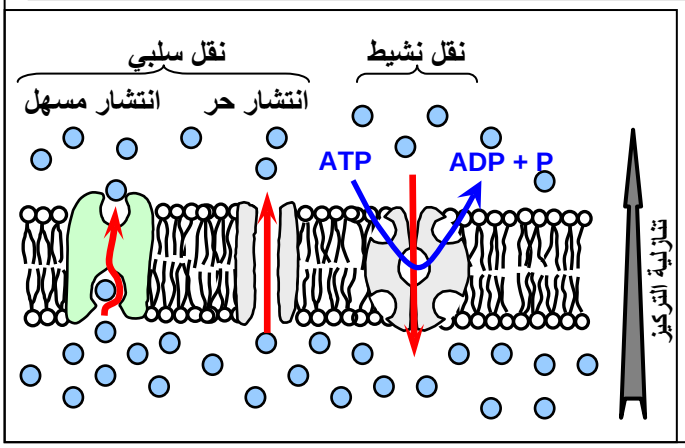
الوثيقة 14: بنية وفوق بنية الغشاء السيتوبلازمي: La Membrane cytoplasmique

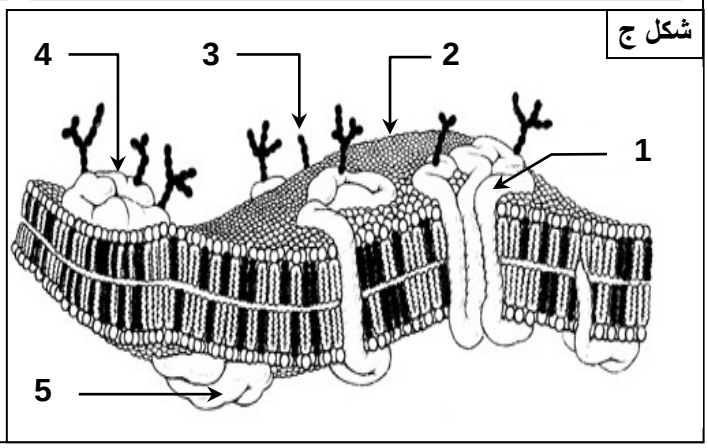
★ يعطي الشكل أ من الوثيقة ملاحظة جزئية بالمجهر الإلكتروني للغشاء السيتوبلازمي بتكبير جد قوي (x 300000) وباستعمال مثبت Tétroxyde d'osmium.
★ يعطي الشكل ب نموذج لبنية الغشاء السيتوبلازمي حسب تصور Davson و Danielli.
★ يعطي الشكل ج نموذج لبنية الغشاء السيتوبلازمي حسب تصور Singer و Nicolson.
★ يعطي الشكل د نموذج تفسيري لآليات التبادل في مستوى الغشاء السيتوبلازمي.

1) ماذا تستخلص من ملاحظة الشكل أ من الوثيقة؟
2) بعد إعطاء التسميات المقابلة للعناصر المرقمة في الشكل أ وج، قارن بين نموذج Davson و Danielli ونموذج Singer و Nicolson محددا المميزات التي تجعل من نموذج الفسيفساء السائلة بنية ملائمة للتبادلات الخلوية.
3) اعتمادا على الشكل د من الوثيقة بين كيف يسمح الغشاء السيتوبلازمي بعبور الماء والأملاح المعدنية؟









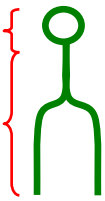
1) تظهر الملاحظة بالمجهر الالكتروني أن الغشاء السيتوبلازمي يتكون من طبقتين داكنتين مفصولتين بطبقة فاتحة.
2) الأسماء المناسبة لأرقام الشكل ب من الوثيقة:

1 = بروتينات ليفية، 2 = جزيئات تيتروكسيد الأسميوم، 3 = فوسفودهنيات

الأسماء المناسبة لأرقام الشكل ج من الوثيقة:

1 = بروتين مدمج، 2 = فوسفودهنيات، 3 = كليكودهنيات،
4 = كليكوبروتينات، 5 = بروتين سطحي

تستعمل مادة رابع أكسيد الأسميوم كمثبت للتحضيرات المجهر الالكتروني، وتتراكم حسب قابلية البنيات الخلوية لهذه المادة. وبما أن أكسيد الأسميوم يثبت على الجزيئات الدهنية فان كل طبقة داكنة تتكون أساسا من جزيئات دهنية. وهي جزيئات الفوسفودهنيات:



★ نموذج Hugh Davson وJames Danielli (1935):

إن هذا النموذج يتوافق مع الملاحظة المجهرية، إلا أنه لا يتوافق وخصائص الغشاء السيتوبلازمي إذ أن الماء لا يمكنه عبور الطبقتين الذهنيتين الكارهة للماء.

★نموذج Singer و Nicolson. (1972):

يرى هذان العالمان أن جزيئات الغشاء ليست ثابتة في وضع قار بل تتحرك بالنسبة لبعضها البعض على شكل فسيفساء سائلة Mosaïque fluide. حيث تنتظم الفوسفودهنيات على شكل طبقتين تندمج بداخلها أغلب البروتينات الغشائية.
وتتميز هذه البنية بالميوعة، مما يسمح للجزيئات بالتحرك بعضها بالنسبة لبعض.
هذا التصور يفسر مختلف الخصائص البنيوية والوظيفية للغشاء السيتوبلازمي.

3) يتكون الغشاء السيتوبلازمي من مجموعة من الجزيئات النشيطة والقادرة على انجاز تبادلات المواد على مستوى الخلية:

★ تكون بعض البروتينات قنوات مائية مؤقتة تسمح بمرور الماء والأملاح الذائبة فيه تبعا لدرجة التركيز، نتكلم عن الانتشار الحر.

★ ترتبط بعض البروتينات الناقلة ببعض الجزيئات وتعبر بها الغشاء تبعا لدرجة التركيز، نتكلم عن الانتشار المسهل.

★ تتدخل بعض البروتينات المدمجة كمضخات تحمل الجزيئات في اتجاه معاكس لدرجة التركيز مع استهلاك الطاقة على شكل ATP.