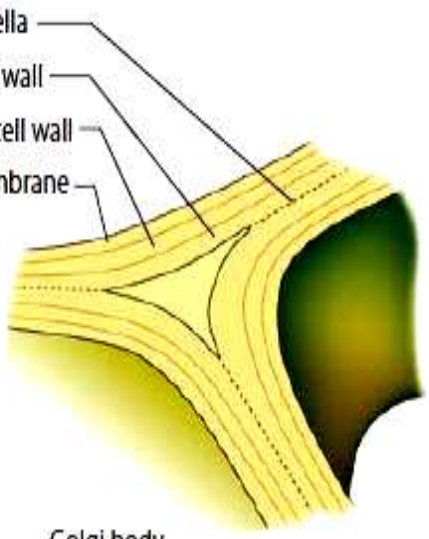
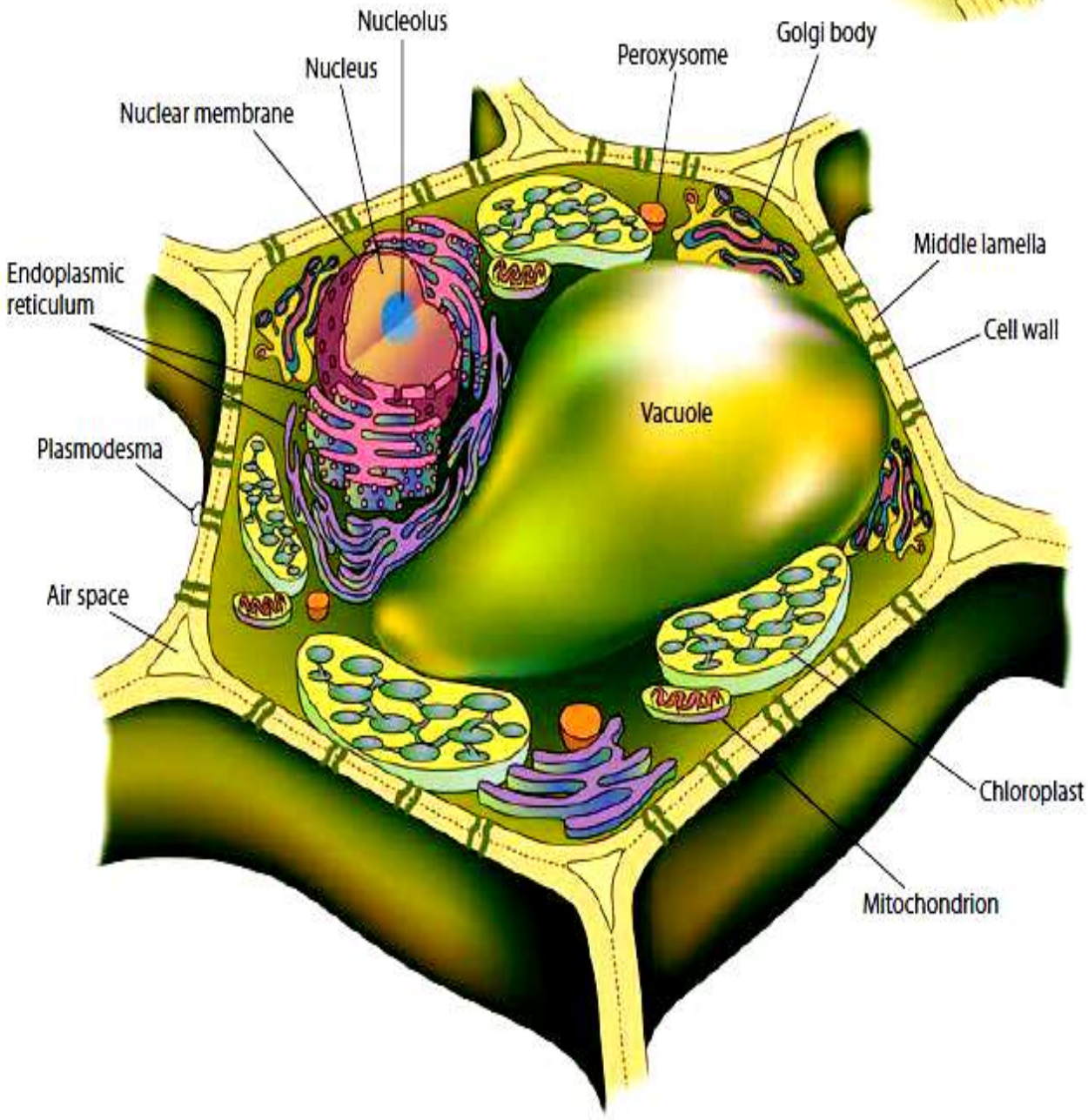
علم فسيولوجيا النبات

PLANT PHYSIOLOGY





DR. MAHMOOD AL SHAHEEN

2019 – 2020

المصدر :- كتاب علم فسيولوجيا النبات تأليف : د. فيصل عبد القادر السكري 1982

المحاضرة ألسادسة

ب - الامتصاص الفعال Active absorption:

هذه العملية من العمليات الفسيولوجية المهمة التي تجري في أغشية الخلايا النباتية مثل غشاء البلازما وغشاء الفجوة Tonoplast وتعد الفجوة المحل المهم الذي تتجمع فيه الايونات المختلفة السالبة والموجبة وبكميات متكافئة كهربائيا . وقد أطلق على هذا النوع من النقل ألايوني بالنقل او الامتصاص الفعّال Active absorption وتمتاز هذه العملية بعدة خصائص :-

1- تتطلب صرف طاقة حيوية لدفع الايونات الى داخل الخلية ولهذا تعتمد على توفر الاوكسجين فضلا عن إنها حساسة للمواد المثبطة (السامة) كما وتتأثر بارتفاع او انخفاض درجة الحرارة وتقل في الظلام .

2- التخصص في امتصاص بعض الايونات بكمية اكثر من سواها .

3- تمتاز بتجميع الايونات في الخلية اكثر مما في خارجها ، أي عدم الوصول الى حالة التوازن الديناميكي بين داخل الخلية وخارجها .

4- تحدث في الجزء الداخلي من الخلية Inner space كالأغشية الخلوية والسايتوبلازم والفجوة

5- غالبا ما يطلق على عملية الامتصاص الفعال **بفرضية الحامل Carrier Hypothesis** أي فرضية المركب الحامل والتي تفترض بان الايونات او الجزيئات المنقولة بمساعدة الطاقة تتحد مع المركب الحامل الذي هو احد مكونات غشاء الخلية وتكوين مركب معقد يمر عبر الغشاء الخلوي الى داخل الخلية ومن ثم يتحلل المركب ليترك الايونات او الجزيئات داخل الخلايا وإعادة المركب الحامل الى هيئته الأولى الى خارج الغشاء وتزويده بالطاقة الحيوية لكي يكون جاهزا للدور مرة أخرى .

$$\text{Carrier} + \text{ATP} \xrightarrow{\text{Kinase}} \text{Carrier} - \text{P} + \text{ADP}$$

$$\text{Carrier} - \text{P} + \text{Ion} \longrightarrow \text{Carrier} - \text{p} - \text{ion}$$

$$\text{Carrier} - \text{P} - \text{Ion} \longrightarrow \text{Carrier} + \text{Ion} + H_3Po_4$$

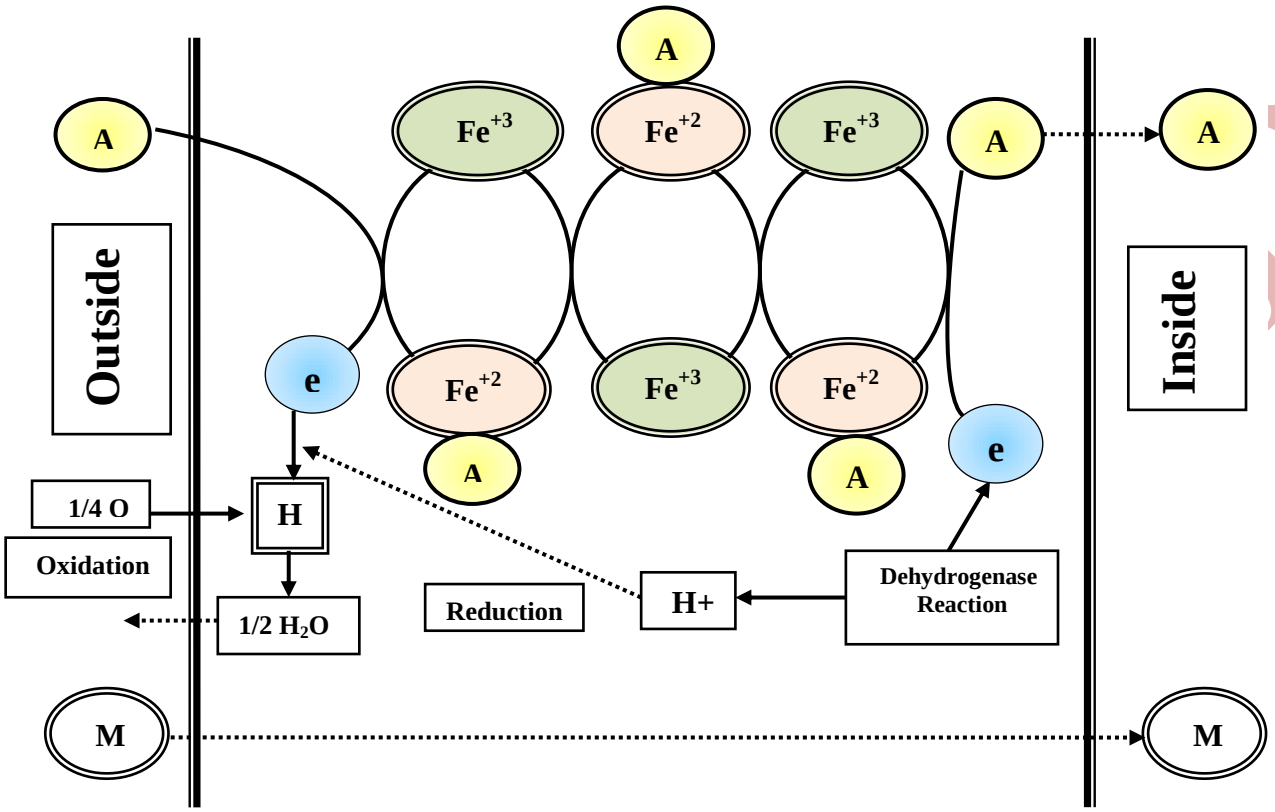
نظرية لندكارد Lundegardh theory :

وضعت هذه النظرية لتفسير كيفية قيام السايتوكروم بعملية النقل الفعال للايونات السالبة بالفرضية المسماة مضخة السايتوكروم **Cytochrome pump** .

تنص العلاقة او النظرية على وجود علاقة بين امتصاص الايونات السالبة وعملية التنفس ، إذ لوحظ ان معدل الامتصاص وكذلك معدل التنفس يزداد عند نقل النبات من الماء العذب الى محلول ملحي وسميت هذه الظاهرة **بالتنفس الملحي Salt respiration** ، افترض لندكارد بان حامل الايونات السالبة هو السايتوكروم وان امتصاص الايونات السالبة لا يعتمد على امتصاص الايونات الموجبة ، كما انه يوجد فرق في تركيز الاوكسجين بين خارج وداخل غشاء الخلية مما يسهل عملية الأكسدة خارج الغشاء والاختزال داخل الغشاء .

السايتوكروم Cytochrome : هو مركب بروتيني يشترك في التركيب الضوئي والتنفس والامتصاص النشط ، يحتوي على مجموعة البورفرين porphyrine التي يوجد في وسطها الحديد Fe وترتبط بها سلسلة ذات وزن ذري كبير ، تعمل السايتوكرومات على إدخال الايونات السالبة الى داخل الخلية .

DR.MAHMOOD



الرمز Fe^{+2} يشير الى الحديدوز أو حديد ثنائي التكافؤ ، أما الـ Fe^{+3} فهو الحديديك وهو مركب الحديد ثلاثي التكافؤ

الحامل Carrier– عبارة عن مركب بروتيني وذلك لعدة اسباب :-

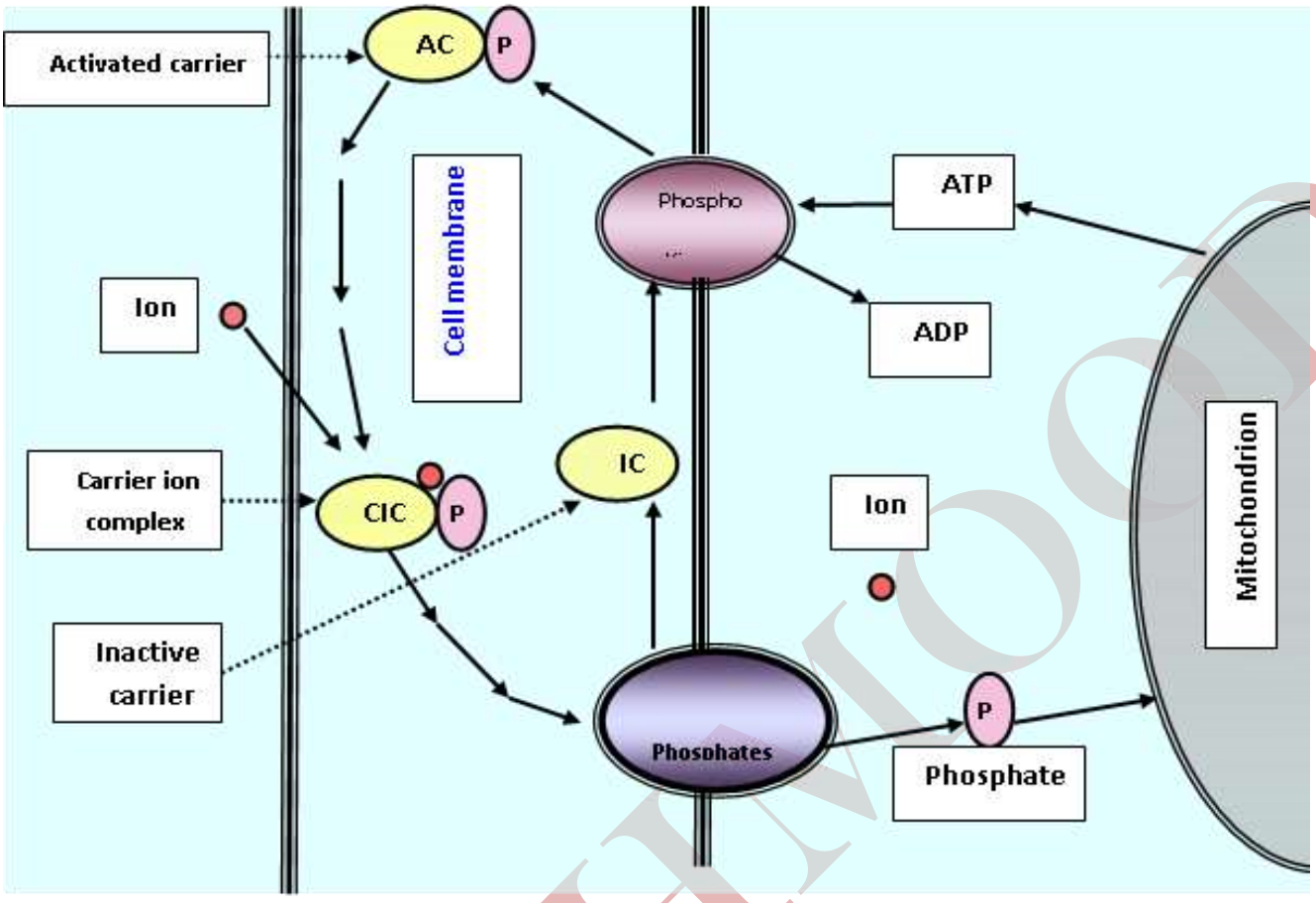
1- لوحظ ان قابلية الخلية على تجميع الايونات يعتمد على قابليتها في تصنيع البروتينات .

2- تقليل أو تثبيط تصنيع البروتينات يقلل من امتصاص الايونات .

3- ان البروتينات تدخل في تركيب أغشية الخلايا ولها القابلية على الاتحاد مع الايونات .

آلية عمل ATP في الأغشية :-

ان الحامل الأيوني ينشط أولا وان عملية التنشيط تحتاج الى طاقة ATP التي يحصل عليها من عملية التنفس ، يعتقد ان وجود إنزيمات ATPase يعمل على تحلل ATP . هذه الطاقة تستعمل لتنشيط الحامل (فسفرة الحامل) او عملية التنشيط هي عملية تغيير في تركيب الحامل المنشط الذي ربما يكون معقد مع الايون عند سطح الغلاف الخارجي ويطلق عليه (معقد الحامل الايون) **Carrier-ion complex** هذا المعقد ينشطر عند سطح الغشاء الداخلي ربما بواسطة إنزيم Phosphatase فيصبح الحامل ضعيف فينطلق الايون الى السايتوبلازم او الفجوة ويعود الحامل فينشط ثانية . ان للمركب الحامل واحدا او اكثر من المواقع الفعالة للارتباط بالايونات ، هذا الحامل يمكن ان يتحرك مع الايون خلال غشاء الخلية من جهة لأخرى او ان الايون يتحول من موقع الى آخر على نفس الحامل ثم ينطلق نحو الداخل .



شكل يوضح آلية الامتصاص تبعا لفرضية الحامل او مضخة السايتوكروم التي تفترض وجود مركب حامل ينشطه ألـ ATP

دورATP في نقل ايون الهيدروجين:-

ان الايون الموجب Phosphoryl Cation الناتج من تحلل ATP يكون غير ثابت حيث يتفاعل مع الماء مكونا حامض الفوسفوريك وايونات الهيدروجين :

$$\{O=P(OH)_2\}^+ + H^+OH^- \longrightarrow \underset{(H_3PO_4)}{O=P(OH)_3} + H^+$$

ان ايونات الهيدروجين H^+ تتحرر خارج الخلية فتسبب فرقا في PH اما ايون **ADP-** السالب فيذهب الى داخل الخلية مسببا زيادة الشحنة الكهربائية السالبة داخل الخلية وبذلك يسبب جذب الايونات الموجبة الى داخل الخلية . اما امتصاص الايونات السالبة فيعتقد بان ADP- سوف يتفاعل مع الماء مكونا ايون الهيدروكسيل ثم تزداد ايونات OH في السايتوبلازم وتتبادل مع الايونات السالبة بعملية التبادل الأيوني .

نقل الأملاح SALT TRANSPORT

*** نقل الأملاح في نسيج الخشب Xylem transport :-**

ان الأملاح (المغذيات) المتجمعة في القنوات الخشبية للجذور تنتقل عاليا في مجرى سحب النتح في الأنسجة الخشبية للساق ، ومن الأدلة على ذلك تجربة إزالة اللحاء (التحليق) فتبين ما يلي:

1- حركة النقل الى الاعلى لا تتوقف .

2- وجود أملاح كثيرة في انسجة الخشب (تحليل العصارة الخشبية مباشرة) .

3- ازدياد معدل امتصاص المغذيات بازدياد معدل النتح .

*** نقل الأملاح جانبيا Lateral transport: -**

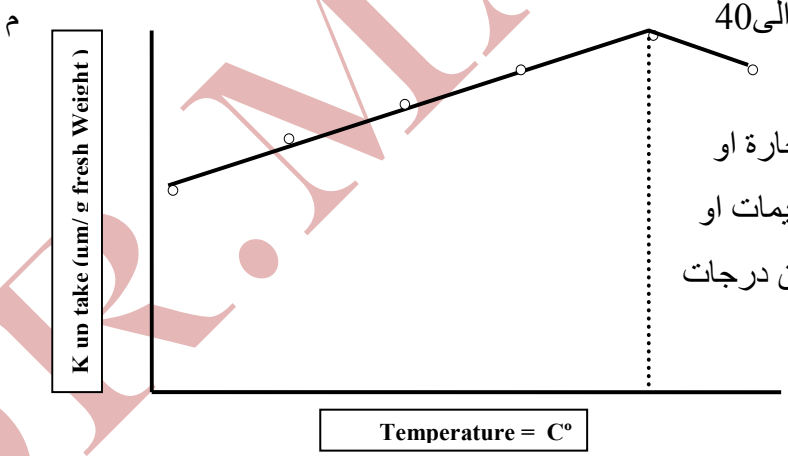
يعتقد بحدوث حركة جانبية للأملاح بين الخشب واللحاء ، وان الأنسجة الحية الفاصلة بين الخشب واللحاء كالكمبيوم هي التي تنظم كمية الأملاح المتحركة ، فمثلا اذا وجد عنصر معين بتركيز عال في اللحاء وكان هذا العنصر بحالة توازن بين اللحاء والكامبيوم فلا يتدخل الكامبيوم في نقل العنصر المغذي الى انسجة الخشب وبالعكس اذا كان تركيز العنصر في اللحاء قليلا فيحدث تجمع حيوي للعنصر وذلك بنقل العنصر حيويا وجانبيا الى اللحاء .

*** نقل الأملاح في اللحاء Salt phloem transport :-**

لقد أثبتت دراسات عديدة حدوث حركة لايونات العناصر الغذائية عن طريق اللحاء وذلك من تجارب النظائر المشعة ، كما لوحظ ان الأملاح الداخلة الى المجرى الوعائي من مصدر الورقة تتحرك الى الأسفل عن طريق اللحاء ، كذلك تبين حدوث حركة الأملاح الى الأعلى عن طريق اللحاء ، كما تبين وجود حركة ذات اتجاهين للأملاح في اللحاء ومن المرجح حدوثها في وعائين لحائيين مختلفين وليس في وعاء منخلي واحد .

العوامل المؤثرة في امتصاص الأملاح المعدنية :-

1- **درجة الحرارة Temperature**:- يزداد معدل امتصاص الأملاح المعدنية بطريقة الامتصاص الحر او النشط بازدياد درجة الحرارة من الصفر المئوي الى40 بعدها ينخفض معدل الامتصاص وهذا ما يفسر عدم استطاعة النبات النمو في بيئة حارة او باردة جدا والسبب يعود الى ان عمل الإنزيمات او الحوامل قد يتوقف في الحدود المتطرفة من درجات الحرارة .



2- تركيز ايون الهيدروجين H^+ :

أ- التنافس مع ايونات العناصر الغذائية أثناء عملية الامتصاص : عندما يكون تفاعل التربة حامضيا فان ايونات H^+ تقلل من امتصاص الايونات الموجبة بينما تزيد من امتصاص الايونات السالبة على افتراض ان ايونات H^+ ستنافس الايونات الموجبة الى المواقع الفعالة في الحامل.

ب- التأثير على توفر العناصر الغذائية للنبات :- يؤثر تفاعل التربة PH على جعل مركبات العناصر الغذائية بصورة ذائبة وبالتالي امتصاصها من قبل النبات ، أحسن PH للامتصاص هو (PH=5.5 ± 0.5)

ج- التأثير على عمل الإنزيمات والحوامل .

3- **الضوء Light : -**

أ- تأثير الضوء في فتح وغلق الثغور ، فعند فتح الثغور تزداد الحركة الكتلية للماء Mass flow بسبب سحب النتح وبالتالي يزداد امتصاص المغذيات.

ب- تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية بعملية التركيب الضوئي تسهل الامتصاص حيويا .

4- **قلة الاوكسجين Oxygen transport :** انخفاض تركيز الاوكسجين يؤدي الى قلة الفعاليات الحيوية في الجذور ومن ضمنها عملية التنفس وبالتالي قلة توفر الطاقة اللازمة لتسهيل النقل الفعال ثم قلة معدل امتصاص المغذيات .

DR.MAHMOOD