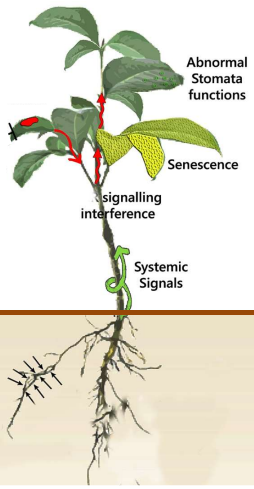
فسلجة مقاومة الشد البيئي في النبات
Physiology of stress tolerance in plants

Drought الجفاف

Plants are exposed to multiple biotic and abiotic stresses

Reduce relative Humidity
انخفاض الرطوبة النسبية



water deficiency
قلة رطوبة التربة

DROUGHT
الجفاف

Adapted from Kissoudis *et al.*, 2014

الجفاف Water or Drought stress

ماهي اسباب الجفاف ؟؟

أولاً

ارتفاع درجات الحرارة + قلة كية الامطار المتساقطة

↓

انخفاظ الماء الجاهز في التربة عن الحد الملائم لنمو المحاصيل

(قلة الجهد المائي لمحلول التربة)

ثانيا

زيادة النتح والتبخر

+

قلة عملية الامتصاص

ثالثا: انخفاض درجة حرارة التربة أو انجماد التربة مما يسبب قلة دخول الماء وعدم كفايتة في سد احتياج النبات

رابعا: سوء تهوية الجذور وقلة قابليتها على امتصاص الماء والعناصر الغذائية

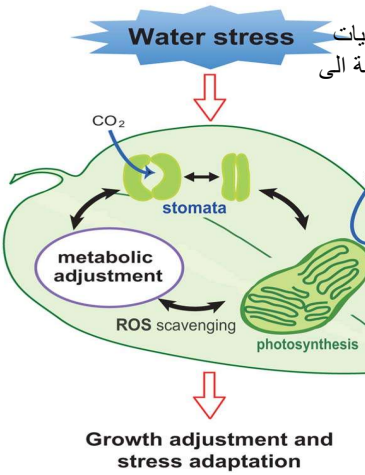
خامسا : ارتفاع نسبة ملوحة التربة

س/ متى يتاثر النبات بالجفاف؟؟؟

يحدث الجفاف عندما تكون كمية الماء الممتصة من الجذر اقل من كمية الماء المفقودة عن طريق عملية التبخر والنتح

اذن تحتاج النباتات الى نظام جذري وخظري فعال لمقاومة الجفاف.
كيف يكون هذا النظام؟؟؟؟

الاحساس بالجفاف Sensing Drying Environments



بمجرد احساس النبات بجفاف الهواء المحيط حتى وان كانت هناك كميات كافية من الماء في التربة يقوم النبات بغلق الثغور والذي يؤدي بالنتيجة الى حدوث اكبر أرباك للفعاليات الحيوية في النبات.

ماهوالهرمون المسؤول عن عملية فتح وغلق الثغور؟

1- abscisic aldehyde oxidase(ABA)

2- اضافة الى اربعة انزيمات موجودة في الورقة

ان موقع المستلم للاحساس بالجفاف موجود في الخلايا الحارسة

سرعة عملية الامتصاص والنتح تعتمد على الظروف البيئية المحيطة بالنبات (المجموع الخضري الجذري)،
صفات النبات (تركيب الاوراق وتوزيعها، عدد الثغور، تحورات الورقة)، وطور ومرحلة نمو النبات

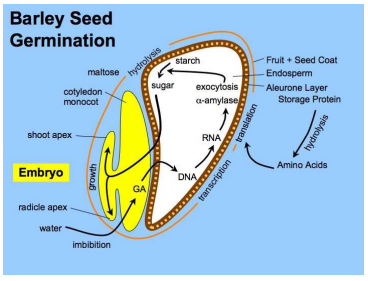
تاثير الشد المائي على بعض العمليات الفسلجية في النبات

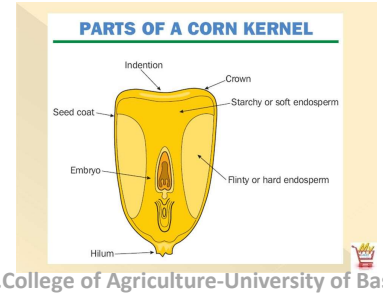
اولا- أنبات البذور Seed Germination :

1- متصاص الماء
2- التنفس الخلوي للبذور
3- نمو جنين البذرة
4- مرحلة تكون الجذور

1- تكون نسبة انبات بذور المحاصيل الحقلية ملائمة عندما يكون الجهد المائي لمهد البذور من 0 الى - 0.5 بار

2- تقل نسبة الانبات وسرعة الانبات وسرعة استطالة البادرات كلما زاد الشد المائي ويتوقف انبات البذور عند او عند اقل من -15 بار باستثناء الاصناف المتاقلمة لضروف الجفاف





يتسرب الماء الى داخل البذرة من خلال فتحة النقير

زيادة الشد المائي يؤدي الى التقليل من نسبة انبات البذور

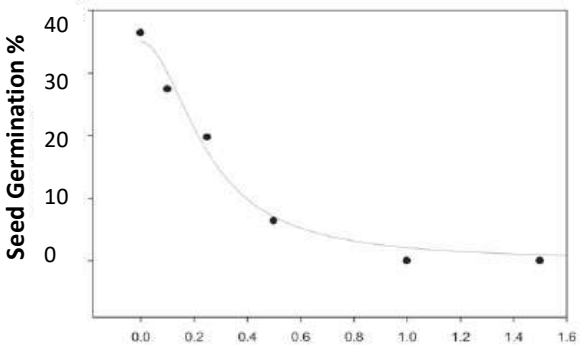


Figure 5. Effect of drought stress on the germination of dormant *Capsella bursa-pastoris* seeds. The line represents the functional three-parameter logistic model—$G(\%) = G_{max}/[1 + (x/x50)^{G_{rate}}]$—fitted to the data.

طرق التقليل من تاثير الجفاف في الحقل عند زراعة البذور:

1- تغطية الحقل بعد زراعة البذور استعمال بقايا النباتات او بعض المواد المصنعة مثل حبيبات الاسبست او البلاستك. هذة المواد تقلل التبخر من سطح التربة.

2- زيادة عمق البذار بحيث لايؤثر عكسيا على انبات البذور. العمق المناسب يعتمد على حجم البذور ونوع المحصول ونسجة التربة.

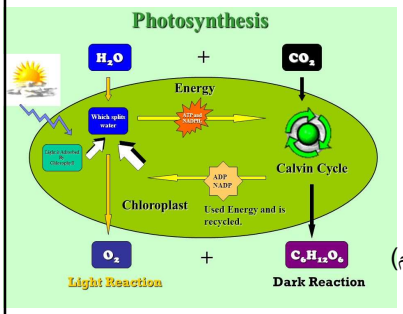
3- زيادة سطح التماس بين البذرة والتربة من خلال دقة اجراء العمليات الزراعية ودك التربة بخفة بعد الزراعة.

4- نقع البذور قبل الزراعة

5- تغطية البذور بمواد ذات قابلية جيدة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها لفترة طويلة. وبالتالي يمكن للبذور ان تاخذ الماء من هذة المواد بصورة مستمرة.

تاثير الشد المائي على بعض العمليات الفسلجية في النبات

ثانيا عملية البناء الضوئي Photosynthesis



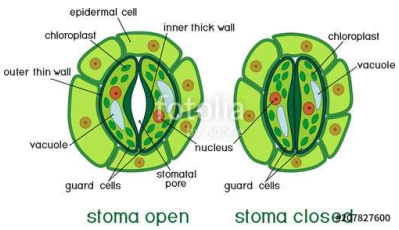
تتكون عملية البناء الضوئي من اربعة عمليات رئيسية متداخلة:

1- دخول ثاني اوكسيد الكربون الى الكلوروبلاست

2- تكون طاقة كيمياوية ضرورية لاختزال ثاني اوكسيد الكربون وذلك من خلال استغلال طاقة الشمس (تفاعل الضوء)

3- تثبيت ثاني اوكسيد الكربون باستعمال الطاقة المتكونة (تفاعل الضلام)

4- انتقال المواد المتكونة من الكلوروبلاست.

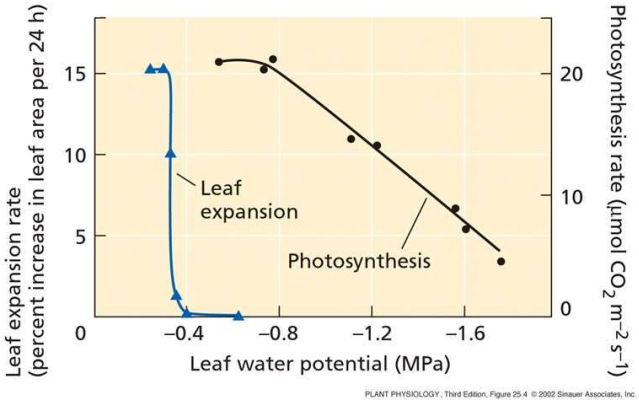


تاثير الجفاف على عملية البناء الضوئي يكون من خلال:

1- غلق الثغور زيادة مقاومة طبقة الخلايا الاسفنجية (الميزوفيل).
2- تقليل مساحة الورقة.
3- التاثير في نشاط الكلوروبلاست.
4- حاجة عملية البناء الضوئي الى الكترون يهبه اليها الماء.

Effects of drought on photosynthesis are generally minor

1- early effect: mostly via stomatal closure
2- late effect: metabolic breakdown



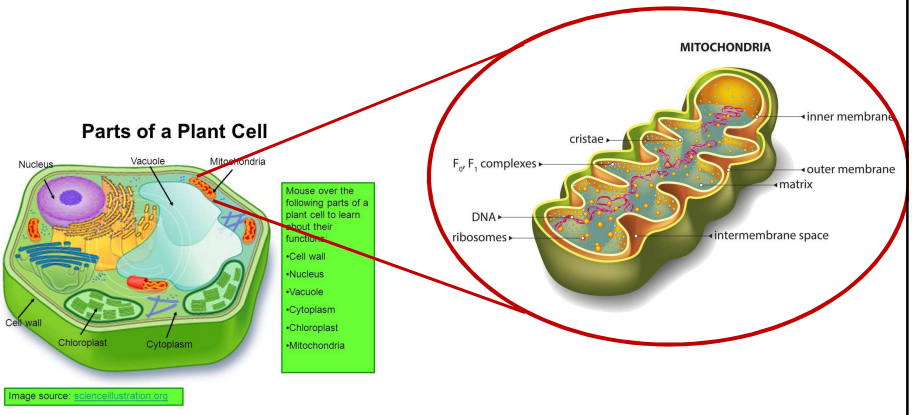
بزيادة الشد المائي في الورقة يقل اتساع ومساحة الورقه وتنخفظ نسبة البناء الضوئي

Plant physiology. Third Edition Figure 25.4 (2002)

تاثير الشد المائي على بعض العمليات الفسلجية في النبات

ثانيا عملية التنفس Respiration

يؤثرالشد المائي في فعالية الانزيمات المسيطرة على عملية التنفس ويؤثر على التراكيب الداخلية للمايتوكوندريا ويختلف تاثير الشد على عملية التنفس من نبات الى اخر باختلاف حالة النبات من حيث توفر الغذاء المخزون عند تعرضة للشد (يقل الجهد المائي).



STRESS RESISTANCE MECHANISM

تجنب Avoidance:

تمتاز هذة النباتات بان لها القابلية على المحافظة على الضغط الانتفاخي من خلال **نمو المجموع الجذري عميقا في التربة** ومن خلال التحكم العالي بفتح وغلق الثغور وعملية النتح بالاضافة الى تقليل الماء المفقود من خلال الانسجة

مقاومة Tolerance:

هذة النباتات لها القابلية لمواجهة نقص الماء في التربة مع التقليل من طاقة ماء الانسجة تتم عملية مقاومة الجفاف وهو الحفاظ على ضغط الانتفاخي للخلايا من خلال **تنظيم الجهد الازموزي وزيادة مرونة الخلية وتقليل حجم الخلية.**

الهروب Escape:

يمكن تعريف هذة النباتات بان لها القابلية على **اكمال دورة حياتها قبل نفاذ الماء المتوفر من التربة** وقبل قدوم الموسم الجاف

الصفات المورفوفسيولوجيه الخاصة لنباتات المناطق الجافة
Morphophysiological mechanisms for drought stress in plants

1- تحورات الاوراق

هناك بعض الصفات التي تتميز بها اوراق النباتات المناطق الجافة ومن هذة الصفات

أ-صغر المساحة الورقية وكما تتساقط الكثير من اوراق النباتات عند حصول الجفاف كما هو الحال في وتقل كمية التبخر الى 85%

(drought condition)

ب- تتاقلم اوراق بعض النباتات للجفاف وتقليل النتح من خلال طي اوراقها وبهذا يمكن ان تهبط من سرعة النتح بمقدار 40-60% فقدد لوحظت هذة الضاهرة في صنف الحنطة المحلي صابربيك

ج-من التكييفات الاخرى وجود الزغب او الشعر على الاوراق واحيانا على السيقان. ان هذا الزغب او الشعر حي مملوء بالسايتوبلازم وبالتالي سوف يزيد من سطح التبخر وبالتالي يزيد من خفظ درجة حرارة الاوراق وعكس ضوء الشمس.

Morphophysiological mechanisms for drought stress in plants
الصفات المورفوفسيولوجيه الخاصة لنباتات المناطق الجافة

د- لاشك ان غلق الثغور يؤدي الى تقليل النتح بنسبة كبيرة. تختلف الاصناف في سرعة الغلق والوقت الذي تغلق الازم لغلق الثغور.

و- تختلف سطح الورقة وسمك طبقة الكيوتكل والتركيب الكيمياوي. اوراق نباتات المناطق الجافة تكون ذات كيوتكل سميك جيد التكوين وسطح لماع لعكس نسبة اكبر من اشعة الشمس.

ك- كثافة الاوعية الناقلة:تمتاز اوراق هذة النباتات بزيادة كثافة وبروز العرروق الوسطية. وزيادة العروق الوسطية تقلل من المسافة التي يقطعا الماء من الانسجة الناقله الى الثغور وبالتالي تقل المقاومة التي تبديها الخلايا تجاة حركة الماء

2- تحورات الساق

تمتاز سيقان نباتات المناطق الجافة بقابليتها على خزن المياة. جزء من هذة المياة في يخزن في الاوعية الناقلة وهو في حالة حركة مستمرة. والجزء الاخر في الخلايا الاخرى. تختلف كمية الماء المخزون من نبات الى اخر. بعض النباتات تمتلك نسيجا فلينيا وبذلك تكون كمية الماء المخزون اكبر.

Morphophysiological mechanisms for drought stress in plants
الصفات المورفوفسيولوجيه الخاصة لنباتات المناطق الجافة

3- تحورات الجذر

أ- تقوم جذور بعض النباتات الصحراوية بخزن الماء. بعض انواع الجذور تمتاز بقابليتها على زيادة تعمقها وامتدادها وتوسعها في التربة. تمتاز جذور بعض المحاصيل بسرعة نموها خلال مرحلة الانبات فيتكون مجموع جذري كبير قبل حلول موسم الجفاف.

ب- كلما كانت نسبة الجذور الى المجموع الخضري مرتفعة فان هذا يعني قابلية امتصاص عالية
ان كبر حجم المجموع الخضري تعني زيادة فقدان الماء. بينما كبر حجم المجموع الجذري تعني زيادة كمية الماء الممتص.
ان نسبة الجذور الى المجموع الخضري غير ثابتة وتعتمد على ضروف التربة والمناخ ونوع المحصول.

ج- قدرة عالي على امتصاص الماء: تتناسب حركة الماء من التربة الى الاوراق طرديا على فرق الجهد وتتناسب عكسيا مع المقاومة. لو اعتبرنا ان المقاومة ثابتة فان سرعة انتقال الماء من التربة الى الاوراق سوف تعتمد على فرق الجهد. هذا يعني كلما زاد فرق الجهد كلما زادت قابلية النبات على امتصاص الماء من تربة اكثر جفافا.

ان الجهد المائي في الاوراق يعتمد على الجهد الامزموزي للخلايا مطروحا منة الضغط الانتفاخي. الجهد الازموزي ليس كمية ثابتة فهو يتغير تبعا لتركيز المواد وكمية الماء في الخلايا. ان الجهد الازموزي لهذة النباتات منخفض فهو اكثر سلبية من النباتات الاخرى ونتيجة لذلك فان القوى المحركة للماء الى اعلى تكون عالية.