دراسة مرجعية حول تأثير الإجهاد المائي في المؤشرات الفيزيولوجية لبعض المحاصيل الحقلية

الدكتور طلال العيبان **الدكتورة هيام النومان** **الدكتورة ياسمين النومان**

أستاذ في قسم المحاصيل **أستاذ مساعد قسم المحاصيل** **قسم التربة واستصلاح الاراضي**

الحقلية جامعة الفرات **الحقلية جامعة الفرات**

الملخص

أجريت هذه الدراسة النظرية المرجعية بهدف التعرف على مفهوم وطبيعة الإجهاد المائي وأهميته لبعض المحاصيل الحقلية ومعرفة الأضرار التي يسببها الإجهاد المائي في بعض النشاطات الحيوية للمحاصيل ومدى تأثيره في بعض المؤشرات الفيزيولوجية لهذه المحاصيل (النمو، التركيب الضوئي، التنفس) والآلية التي تتبعها نباتات المحاصيل الحقلية في مقاومة الإجهاد المائي.

اعتمد في إجراء هذه الدراسة على المراجع البحثية والنظرية ونتائج الدراسات السابقة والتي تم الحصول عليها من الكتب الجامعية والمجلات البحثية في جامعات القطر ومجلة الزراعة والمياه وأبحاث الدراسات العليا ومواقع الانترنت.

أظهرت نتائج الدراسة مايلي:

- أدى الإجهاد المائي خلال مراحل النمو الأولي للنباتات إلى تراجع معدل نمو البادرات بشكل عام، كما سبب خلال مرحلة النمو الخضري تراجعاً في معدل استطالة أجزاء النبات الهوائية والأرضية.
- أدى الإجهاد المائي إلى تراجع كفاءة التمثيل الضوئي ومعدل صافي التمثيل الضوئي(NAR)، وارتفاع في شدة تنفس النبات
- اختلفت حساسية النبات للإجهاد المائي تبعاً لنوع النبات وأصنافه وشدة الجفاف وعمر النبات.
- تبين أن مرحلة الاستطالة الخلوية أكثر حساسية من مرحلة الانقسام ، كما أن حساسية المجموع الجذري للجفاف أقل من حساسية المجموع الخضري ، حساسية ظاهرة التركيب الضوئي أقل من التنفس، تقاربت حساسية الثغور مع حساسية التركيب الضوئي.

وبناءً على هذه النتائج يوصى بما يلي :

- الاستفادة من العوامل الوراثية المرتبطة بتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة، والكفاءة الإنتاجية العالية ضمن برامج التربية والتحسين الوراثي لاستنباط أصناف من المحاصيل أكثر مقاومة للجفاف.
- تقسية البذار قبل الإنبات لأن ذلك يعمل على زيادة قدرته على الاحتفاظ بالماء أثناء إجهاد الجفاف، كما يسبب هذا النوع من التقسية زيادة في مقاومة العمليات الأيضية للجفاف، وذلك عن طريق نقع البذور بالماء ثم تجفيفها أو تشربها بكلوريد الكالسيوم cacl2 لمدة 20 ساعة أوتعريضها لدرجات حرارة منخفضة .
- يجب أن تكون حساسية الجذور للجفاف أقل مقارنة مع المجموع الخضري لأن ذلك يساعدها على التعمق والبحث عن مصادر مياه جديدة لتأمين حاجة النبات لذلك اختيرت أصناف ذات جذور لها قدرة على التعمق إلى مسافات كبيرة من التربة بحثا" عن الماء لذلك تكون مقاومتها للجفاف ونقص الماء أكثر .

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، المؤشرات الفيزيولوجية ، النمو ، التمثيل الضوئي، التنفس.

- المقدمة Introduction

أظهر علم البيئة النباتية Plant ecology أن لعوامل الوسط الخارجي تأثير مباشر وغير مباشر على حياة الكائنات الحية التي تعيش فيه. والنبات كائن حي يتأثر بالظروف المحيطة به والتي هي مكونات البيئة (الحية وغير الحية التي من ضمنها عامل الماء). حيث يحصل على مواده الأساسية اللازمة لبناء غذائه (ماء، عناصر معدنية، ضوء، غازات ...) من الوسط البيئي.

يُعد الماء من العوامل المهمة المحددة لنمو وتطور المحاصيل الحقلية ، وتتناسب معدلات نمو النباتات مع كمية المياه المتاحة خلال موسم النمو. ونظراً لأهمية الماء ودوره الحيوي في استقلاب النبات على المستوى الخلوي والنبات الكامل وإن أي تراجع في إتاحة المياه سيؤثر سلباً في نموه وتطوره ابتداءً من النمو إلى الإنتاج.

هناك العديد من المحاصيل(الشتوية والصيفية) التي تزرع في منطقة حوض الأبيض المتوسط معرضة في كثير من السنيين إلى انحباس مطري وقلة في المياه الجوفية لذلك فإن قلة معدل الهطول المطري وتذبذبه في مثل هذه البيئات تجعل ظاهرة نمو وإنتاجية هذه المحاصيل ضعيفة مما يؤثر هذا على المنتجات الغذائية والصناعية.

نُفذت العديد من البحوث لدراسة أثر تقص الماء (الإجهاد المائي) في نمو وتطور وإنتاجية المحاصيل الحقلية على المستوى العالمي بدءاً من طور النمو الأولي للنبات وحتى تأثير الجفاف على إنتاجية هذه المحاصيل(جودي وآخرون،1985).

- الدراسة المرجعية *Literature review*

يتعرض العامل البيئي المائي إلى تغيرات نسبية (كبيرة أو صغيرة) يومية وموسمية قد تكون غير مناسبة لحياة النبات فيتسبب عنها إجهاداً *Stress* للنبات يدعى بالإجهاد المائي *Water stress* الذي يقسم إلى:

- إجهاد الجفاف *Drought stress* ناتج عن نقص الماء في التربة.

- إجهاد الغمر *Flooding stress* سببه زيادة كبيرة في ماء التربة.

يعاني ثلث اليابسة تقريباً من نقص الرطوبة (الهطول350-500 ملم/السنة). ونصف هذه المساحة يُعتبر جافاً لأن معدل سقوط الأمطار فيها يقل عن (250ملم/سنة)، بينما بلغ التبخر(1000ملم/سنة)، إضافة إلى ذلك هناك مناطق هطولها المطري يقارب (300ملم/سنة) ولكنها غير مستقرة فتتعرض بصورة متكررة إلى فترات انقطاع أو انحباس في الهطول المطري الذي يتسبب عنه جفاف التربة وهذا بدوره يبدي تأثيراً واضحاً على نمو نباتاتها. وبذلك نجد أن الجفاف يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالعامل المائي الذي يُعد أصل حياة الكائنات الحية ومنها نباتات المحاصيل **لأن الماء يعتبر:**

أ- المكون الأساسي للمادة الحية (الخلية ومكتنفاتها).

ب- وسط لكل النشاطات الحيوية التي يقوم فيها النبات (التمثيل الضوئي، التنفس، النتح، النمو نقل المواد الغذائية الصاعدة والهابطة ...).

ت- هو مهم جدا" لحياة جميع النباتات ويمثل نسبة كبيرة جدا" من الوزن الرطب للنبات تصل إلى 90% في النباتات العشبية وإلى أكثر من(50%) في النباتات الخشبية.

ث- لدوره الفيزيولوجي الهام في المقدرة التأقلمية للنباتات.

تجدر الإشارة إلى أن النباتات لا تحتاج فقط إلى المعدل العام للهطول وإنما لتوزعه المناسب حسب مراحل النمو *Growth Stages* بغية تفادي فترات الجفاف المؤقتة (انحباس الأمطار الخريفية والشتوية) والطويلة (الصيف) على أطوار النمو-وخاصة المراحل الحرجة *Critical Stages* بدءاً من الإنبات وحتى النضج *Maturiby*. لهذا يعتبر انحباس الأمطار من العوامل البيئية الرئيسية التي تؤثر على نمو وتطور نباتات المحاصيل وخاصةً التي تزرع بعلاً وعلى وجه الخصوص في تلك المناطق غير مستقرة الهطول المطري.

ظاهرة الجفاف *Drought phenomenon*

ظاهرة بيئية طبيعية وتعتبر من أكثر الظروف البيئية المجهدة التي تتعرض لها المحاصيل. وتنشأ عن غياب طويل للهطول المطري يرافقه (غالباً) هواء ساخن بسبب ارتفاع في درجة الحرارة حيث تقود هذه الحالة إلى انخفاض مخزون الرطوبة الإنتاجية (نقص في كمية الماء القابل للامتصاص من قبل الجذور) للترب الزراعية الذي يتولد عنه خلل في نمو وتطور النباتات وفي النهاية موتها، أي اقتران غير ملائم للنباتات مع الظروف البيئية التي عندها لا يمكن تأمين احتياجات النباتات من الماء اللازم لنشاطاتها الحيوية. وتتفاقم النتائج السلبية لهذه الظاهرة على النباتات عندما تتداخل معها عوامل بيئية غير ملائمة أخرى مثل (الحرارة المتطرفة، ارتفاع نسبة الأملاح في التربة، ... الخ) (Acevedo et al , 1971).

يدخل في مفهوم هذه الظاهرة مصطلحان:

1- الجفاف الجوي *Atmospheric Drought*:

ناتج عن الكتل الهوائية الساخنة الجافة في الجو(ليس بنقص الرطوبة في التربة) التي تتسبب انخفاض الرطوبة النسبية في الجو مما يشجع ذلك على زيادة معدلات النتح *Transpiration*، إلا أنه يمتلك تأثيراً كبيراً على نمو وتطور النبات.

2- الجفاف الأرضي *Soil Drought*:

يظهر بسبب استنفاذ شديد في المخزون المائي للتربة الزراعية الضروري والصالح للامتصاص (المتاح)، ويعود فقدانه من التربة إلى التبخر والنتح نتيجة الحرارة المرتفعة وشدة الرياح، مما يؤدي إلى تجفيف المنطقة النشطة لانتشار الجذور وبالتالي سيعاني النبات من نقص الماء وصعوبة دخوله وانتقاله من الجذر إلى باقي الأجزاء النباتية، وسيكون فقدان الماء بالتبخر أكبر من امتصاصه عندئذ تنخفض درجة التشبع المائي للأنسجة والوظائف الحيوية مما يؤدي ذلك إلى ضعف وتثبيط النمو والتطور النباتي، ولهذا السبب حظيت مسألة مقاومة النباتات وتحملها للإجهاد الجفافي باهتمام كبير من قبل الباحثين والمهتمين بعلم فيزيولوجيا النبات لأهميتها النظرية والتطبيقية.

اختلال التوازن المائي وتأثيره على النباتات:

تجري داخل النباتات وظيفتين مترابطتين هما:امتصاص الماء وفقد الماء *Water loss* هذا التخالف يظهر عند المجموعات النباتية بطرق متباينة حيث يلاحظ تعويض مستمر للتبخر والنتح عند نباتات المناطق الرطبة ، بينما في أنسجة نباتات المناطق المعتدلة وشبه الجافة والجافة يحدث عدم توافق بين التزويد بالماء وصرفه لذلك سيطرة

الأخيرة يمكنها أن تكون السبب الأساس في نقص الماء *Water Decrease*. وإن لم يتحسن الإمداد المائي سيزداد العجز المائي شيئاً فشيئاً فتظهر على النباتات علامات الذبول *Wilting* وهي:

1 - الذبول المؤقت

إن الرطوبة الجوية المنخفضة وارتفاع الحرارة تزيد من فقدان الماء بالنتح من الخلايا (رغم توفر الماء في التربة). عندئذ تفقد خلايا الأوراق خاصية الامتلاء في النهار بينما في الليل يعود النبات إلى حالته الطبيعية وفي الصباح يقع في حالة امتلاء.

للذبول المؤقت نتائج سلبية، منها تفقد الخلايا حالة الامتلاء (مؤقتاً)، وتنغلق المسامات الورقية، ويبطء جريان الظاهرة الفوتوتمثيلية، الأمر الذي يقود إلى انخفاض في تراكم المادة الحية الجافة. وأكثر من ذلك تصرف كمية نسبية منها عن طريق التنفس. إلا أنه يتسم بالعكوسية وتستطيع النباتات تحمل هذا النوع من الذبول ويمكن معالجته بتزويد التربة بالماء.

2 - الذبول المستديم *Permanent Wilting*:

يعود سببه عدم توافر الماء الكافي في التربة والقابل للامتصاص (المتاح) وبالتالي شدة النتح المنخفضة تستطيع أن تسبب عوز الماء وذبول دائم. كما أن الأوراق الفتية في هذه الظروف تجذب الماء من السيقان والجذور عند ذلك تجف الأعضاء النباتية نتيجة لفعل الذبول المستديم. وهو ذبول غير رجعي.

لقد اهتم عدد من الباحثين في جميع أنحاء العالم بدراسة تأثير الجفاف على نمو النبات وتطوره. وكذلك اهتموا استجابة العمليات الفسيولوجية والأيضية للنقص في المحتوى المائي في أنسجة النبات. واعتمدت دراسة تأثير الجفاف على النبات على الأمور التالية:

- تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة نسبية منخفضة.
- تعريض الجذور إلى جهد مائي منخفض. وذلك بالتحكم في كمية ماء الري أو في عدد مرات الري.

تشير نتائج العديد من الأبحاث إلى أن إجهاد الجفاف يؤثر على نمو النبات وتطوره، ويؤثر على جميع العمليات الفسيولوجية والأيضية التي يقوم بها النبات. ويتحدد مستوى(درجة) تأثير الجفاف على النبات على العوامل التالية:

- شدة الجفاف وقت حدوثه.
- طول فترة تعرض النبات للجفاف.
- العمليات الفسيولوجية الحساسة للجفاف.
- مرحلة النمو.

ويرى العالم Hsiao (1973) أن جفاف النبات يحدث عندما يفقد النبات (50%) أو أكثر من محتواه المائي، وبناء على ذلك فإن الإجهاد المجفف (الإجهاد المسبب للجفاف النبات) هو العامل القادر على فقد (50%) أو أكثر من المحتوى المائي للنبات.

يتراوح معامل الجفاف في المناطق شبه الجافة (-20، -40) وشبه رطب(0 و -40) والجاف(-40).

قسم العالم ميجر Meigr المناطق التي يكون فيها معامل الجفاف(-40) وأقل إلى مناطق جافة ومتطرفة الجفاف، وحدد المناطق المتطرفة الجفاف بالمناطق التي لم تسجل فيها أمطار على الإطلاق لمدة 12 أشهر متتالية على الأقل. والوحدات المستخدمة هي وحدات الضغط(البار، الضغط الجوي، الباسكال).

يرى (Bradford and Hsiao, 1982) أن المصطلحات التي تعبر عن حالة ماء النبات (درجة شدة إجهاد الجفاف) هي: جهد الماء، الذبول الظاهر، المحتوى المائي، المحتوى المائي النسبي. وفيما يلي نوضح كل مصطلح على حدى:

1- جهد الماء *Water potential*:

جهد الماء يستخدم للتعبير عن حالة طاقة حركة الماء في أي نظام من الأنظمة ويشمل الجهد المائي لأي نظام جميع العوامل المؤثرة على مقدرة الماء على أداء عمله والتي تسمى بمكونات جهد الماء وهي:

- الجهد الأسموزي *Osmotic potential*. - جهد الضغط *Pressure potential*.

2 - المحتوى المائي *Water content*:

المحتوى المائي = (الوزن الرطب – الوزن الجاف / الوزن الرطب) × 100

3- الذبول الظاهر :

ويعتمد على ضغط الامتلاء وعلى خواص الجدار الخلوي. ومن المفترض أن الذبول الظاهر يحدث عندما يصل ضغط امتلاء خلايا الأوراق إلى صفر بار، ولكثير من نباتات المحاصيل في الحقل، والتي لم يسبق أن تعرضت لإجهاد جفاف يحدث فيها الذبول عند جهد مائي يتراوح بين(– 13و-16 بار)، وعند محتوى مائي نسبي(0،75 إلى 0،85) ويلاحظ أن الأنواع القادرة على تعديل الأسموزية يحدث فيها الذبول عند جهد اسموزي أقل من ذلك.

4- المحتوى المائي النسبي *Relative water content*:

عرفه (Hsio , 1973) بأنه المحتوى المائي (كنسبة مئوية) للأنسجة النباتية مقارنة بمحتواها المائي عند الامتلاء التام ، ويقاس المحتوى المائي النسبي(*RWC*) من المعادلة التالية:

المحتوى المائي النسبي = (الوزن الرطب – الوزن الجاف/ وزن التشبع – الوزن الجاف) × 100

تقسيم شدة الجفاف(مستوى شدة الجفاف):

قسم (Hsio, 1973) شدة الجفاف إلى ثلاثة أقسام هي:

1- **إجهاد خفيف *mild stress* :** وهو ينقص جهد ماء خلايا النبات بعدد قليل من البارات أو نقص المحتوى المائي النسبي بما يتراوح بين (8% و10%) مقارنة مع النباتات المرورية جيداً.

2- **إجهاد متوسط *Moderate stress*:** نقص في جهد ماء النبات بعدة بارات، ولكن لا يصل النقص إلى(12 أو15 بار) أو نقص المحتوى المائي النسبي لأكثر من (10%) ولكن لا يصل إلى(20%).

3 - إجهاد حاد *Severe stress*: ينقص جهد ماء النبات إلى أكثر من 15 باراً أو نقص المحتوى المائي النسبي لأكثر من(20%).

تصنيف النباتات حسب علاقتها مع الرطوبة:

تقسم جميع النباتات بالعلاقة مع الماء إلى ثلاث مجموعات بيئية (Westgate and Boyer, 1989) :

1- النباتات المائية Hydrophytes :

تنمو هذه النباتات بالقرب من المصادر المائية وتكون مغمورة كلياً أو جزئياً في الماء. وتتميز بشدة نتحية عالية وهي من نوع Cuticular transpiration حيث يتم فيها فقد مباشر للماء على شكل بخار من خلايا البشرة عبر القشيرة ، وتتميز بقدرتها على أن تخسر كميات عالية من الرطوبة في الفترة النهارية بكمية تتجاوز(4-5) مرات الكتلة الورقية، كما أنها تمتلك خلايا خاصة متوضعة في حواف الأوراق تعمل على طرح الماء الفائض، ويستطيع أبسط عوز مائي أن يسبب ذبول حقيقي لنباتات هذه المجموعة، وينتمي إليها جنس Glyceria الذي يحوي (40) نوعاً، وهو نوع عشبي يستخدم كعلف ، ويضاف إلى هذه المجموعة الرز.

2- النباتات الوسطية Mesophytes :

نباتات هذه المجموعة البيئية تنمو وتتطور في ظروف مائية وسطية، ولا تمتلك تكيفاً واضحاً على الإجهاد الجفافي (نقص الماء، التطرف في الماء) إلا أنه باستطاعتها التأقلم مع الظروف المائية غير الملائمة وذلك عن طريق أساليب التأقلم المتعددة وعلى الأخص التأقلم الفيزيولوجي. وهي أغلب المحاصيل الاقتصادية المزروعة.

3- النباتات الجفافية Xerophytes :

عبارة عن نباتات المناطق الجافة التي تتمتع بقدرتها العالية على التأقلم خلال مراحل Ontogenesis مع الانقطاع في الإمداد المائي. ولا تعتبر نباتات هذه المجموعة متماثلة بشكل مطلق في خصائصها، حيث نجد أن البعض منها يتصف بشدة نتح منخفضة، بينما البعض الآخر يمتلك مقدرة عالية على الشدة النتحية. ويعود تحمل ومقاومة نباتات هذه المجموعة لظروف التوتر الرطوبي الشديد إلى عوامل فيزيولوجية متنوعة.

تأقلم Mesophytes النباتات مع الجفاف:

وجد أن عوز الماء يسبب خللاً واضحاً في جريان النشاطات الحيوية مقارنة بالظروف الاعتيادية، الأمر الذي يكشف عن ظهور حالتين غير ملائمتين:

الأولى - ارتفاع في تركيز العصير الخلوي والقوة الماصة التي بها تتعلق الاستجابة الدفاعية للنباتات.

الثانية - تزداد عمليات الانشطار البيوكيميائي وينخفض مستوى الوظائف التصنيعية مما يؤدي إلى اختلالاً فيزيولوجياً مجهداً ينعكس على مستوى نمو وتطور الأعضاء النباتية. و بفضل أبحاث أجراها نخبة كبيرة من العلماء مثل Zalensky و Henckl و Maksimov وغيرهم عُرف مصطلح مقاومة النباتات للجفاف بأنه: مؤشر مركب Complex الذي يرتبط بعدد من الخصائص الفيزيولوجية التي تؤدي إلى استقرار وثبات السيتوبلازم (الحفاظ على خصائص بنية الجدر والأغلفة المائية المحاطة بالبروتينات وثبات الجمل الأنزيمية) وهذا ما أكده الباحث Sisakian مبيناً أن الأصناف النباتية المقاومة للجفاف تتمتع بقدرة ومستوى عال على دعم النشاط التصنيعي للأنزيمات حتى في الظروف المختلفة للذبول القاسي. بينما في عام 1904 استطاع الفيزيولوجي الروسي Zalensly أن يوضح أن المؤشرات المورفو- تشريحية هي بدورها أيضاً تمتلك أيضاً أهمية كبيرة في مجال أقلمة نباتات Mesophytes على الإجهاد الرطوبي (Bance , 1977).

أهمية الروابط البيوكيميائية في مقاومة الجفاف:

ا - منع جفاف الخلايا والأنسجة النباتية الناتج عن فعل عوز الماء.

ب - ضمان عدم تسمم Detoxication الأنسجة النباتية بنواتج الانشطار المتسببة.

ج - تدعم تثبيط تخرب البنية السيتوبلازمية الخلوية الذي يجري تحت أثر التوتر المائي.

طرق تحمل النباتات للجفاف:

-هناك النباتات تقاوم الجفاف بالتجنب وتتميز بارتفاع جهد الماء في خلاياها عندما تتعرض إلى إجهاد نقص الماء. ويتم ذلك عن طريق تحورات مورفولوجية وتشريحية تساعد على زيادة مقدرة النبات على امتصاص الماء من التربة الجافة وعلى انخفاض معدل النتح.

- ونباتات تقاوم الجفاف بالتحمل حيث ينخفض جهد الماء في خلاياها عند تعرضها لإجهاد جفاف، وتتميز هذه النباتات بمقدرة البروتوبلازم في خلاياها على تحمل درجة كبيرة من التجفيف دون أن تظهر عليها أضرار الجفاف (Bance , 1977).

الأساليب المستخدمة في مقاومة الجفاف :

أولاً- تقسية البذور Seed hardening:

وهناك عدة طرق تستخدم لتقسية النبات ضد الجفاف هي:

1 - منع الري عن النبات: هذا المنع يؤدي إلى ذبول مؤقت (Tumanov, 1927) يساعد على تحمل النباتات للجفاف.

2 - تجفيف البذور بعد التشرب: تسبب زيادة في نمو النبات وزيادة تشرب البذور بالماء عند الإنبات، وتسبب زيادة في سرعة الإنبات.

3 - نقع البذور : في محلول CaCl2 تركيزه (25% لمدة 20ساعة) . ويرى (Levitt,1980) أن التعرض لدرجة حرارة منخفضة تسبب تقسية ضد البرد ويمكن أن تسبب تقسية ضد الجفاف، وأحياناً تكون أفضل من المعاملة بالجفاف. وهذه الطريقة تكسب النباتات الناتجة الخصائص التالية:

- ترتفع ألفة غرويات الخلايا للماء.

- يزداد محتوى الماء المرتبط في الخلايا.

- يرتفع الجهد الأسموزي في الخلايا.

- تتنشط شدة العمليات الاستقلابية.

- تتعدل خصائص الأنزيمات أثناء تجفيف البذور فتصبح أقل حساسية لعوز الماء، الأمر الذي يزيد من نشاط الشدة الأنزيمية. تكتسب النباتات المقساة بنية مورفو- تشريحية مميزة الجفافية.

4 - استخدام الأسمدة المعدنية : تبين إن استخدام الأسمدة البوتاسية والفوسفورية يعمل على رفع مستوى تحمل النباتات للجفاف عكس تأثير الأسمدة الآزوتية، وقد يؤدي إلى ارتفاع في قيم التحمل إذا احتوت هذه الأسمدة على العناصر الصغرى مثل الزنك والنحاس.

5- عمليات تربوية و فيزيولوجية: إن لعمليات تربية النبات دورٌ مهمٌ في استنباط أصناف مقاومة للإجهاد الجفافي أما عن طريق التربية الكلاسيكية أو باستخدام الأساليب المختلفة للتقنية الحيوية Biotechnology وهذه الطريقة تعمل على :

ا _ إنتاج أصناف مبكرة النضج التي تتعرض لفترات جفاف قصيرة.

ب- التحكم في الاتزان المائي من خلال رفع كفاءة الامتصاص المائي بالجذور وتخفيض معدل استهلاك:

ج- تطوير المجموع الجذري أفقياً وعمودياً.

د- تجنب الفقد الشديد للماء من خلال استنباط أصناف تتمتع بمؤشرات البنية الجفافية.

هـ- رفع محتوى الماء المرتبط من خلال التصنيع الذاتي للروابط الأليفة للماء(البرولين، البروتينات، الأحماض العضوية الأخرى، المركبات السكرية ... الخ) (Henckel, 1964).

3- أهداف البحث *Objectives*

تهدف هذه الدراسة النظرية إلى أخذ فكرة عن تأثير الإجهاد المائي على بعض المحاصيل الحقلية من خلال أبحاث ونتائج الدراسات المرجعية. ويتلخص الهدف في النقاط التالية:

1) دراسة طبيعة تأثير الإجهاد المائي على النباتات.
2) معرفة الأضرار التي يسببها إجهاد الجفاف.
3) تأثير الجفاف في بعض النشاطات الحيوية للمحاصيل(النمو، التركيب الضوئي، التنفس).
4) آلية مقاومة النباتات للإجهاد الجفافي.

4- مواد وطرائق البحث *Materials and methods*

اعتمدت مادة البحث على الدراسة المرجعية والتي بدورها اعتمدت على المراجع البحثية والنظرية والدراسات السابقة والتي تم الحصول عليها من الكتب الجامعية ومجلات أبحاث جامعات القطر ومجلة الزراعة وأبحاث الدراسات العليا ومواقع الانترنت الجامعية في سوريا والوطن العربي والعالم . كما اعتمدت مادة البحث على الزيارات الميدانية لمراكز الأبحاث للاطلاع على أهم الأبحاث التي توصلوا إليها حول موضوع البحث وهو تأثير الإجهاد المائي في المؤشرات الفيزيولوجية لبعض المحاصيل الحقلية .

6- النتائج والمناقشة *Results and discussion*:

أولا"- تأثير الجفاف على المحتوى المائي:

وجد إن الجفاف يخفض جهد ماء التربة وتزداد مقاومتها لحركة الماء وهذا يقود إلى نقص جهد ماء النبات ومكوناته (الجهد الأسموزي وضغط الامتلاء) جدول(1)، إلا أن معدل انخفاض هذه المكونات يعتمد على مقدرة النبات على تعديل الأسموزية بزيادة تركيز وتراكم المواد المذابة في الخلية. ففي نبات فول الصويا نجد أنه غير قادر على تعديل الأسموزية تحت تأثير الجفاف، كما ينخفض جهد ماء النبات إلى الجهد الأسموزي ثم ينخفضان معاً وفي الوقت نفسه ليصل ضغط الامتلاء إلى الصفر. ويعود انخفاض الجهد الأسموزي في النبات إلى زيادة تركيز المواد في الخلية نظراً لنقص المحتوى المائي. بينما في نبات الذرة الصفراء والذرة السورغمية *Sorghum* فقد وجد أنها ذات قدرة على تعديل الأسموزية وذلك بخفض الجهد الأسموزي وجهد

الماء، إلا أن ضغط الامتلاء يبقى مرتفعاً. ويعود سبب النقص في الجهد الأسموزي إلى تراكم المواد الذائبة في الخلية عن طريق تعديل الأسموزية لذلك يرتفع أو يبقى ضغط الامتلاء مرتفع إلى مستوى يلائم النمو وانفتاح الثغور(أحد آليات المقاومة). وتم التوصل إلى نفس النتيجة عند دراسة نوعين من الفاصولياء (مقاوم وغير مقاوم للجفاف) حيث وجد أن القدرة على تعديل الأسموزية لها أهمية حيوية للنبات كي تتم المحافظة على ضغط امتلاء الخلايا .ومن المركبات المستخدمة في تعديل الأسموزية الأحماض الأمينية وعدد من السكريات المختزلة. هناك العديد من الأمثلة على نقص جهد الماء والمحتوى المائي في النبات عند توقف الري (الذرة و الفاصولياء وفول الصويا وغيرها من المحاصيل) حسب أبحاث كل من (Westgate and Boyer,1985) و(Parson and Howe,1984) و(Westgate and Boyer,1985).

جدول(1) العلاقة بين النسبة المئوية للذبول الدائم للتربة والجهد الاسموزي للنبات

النبات	% للذبول الدائم	جهد أسموزي (ض ج)	إجهاد رطوبي (ض ج)	محتوى مائي للتربة(%)
متوسط مثالي القطن	10.2-12.2	15 - 38	38	7.0

ثانيا"- تأثير الجفاف على النمو :

أجريت العديد من الأبحاث حول تأثير الجفاف على نمو العديد من النباتات وأكدت نتائج هذه الدراسات تثبيط النمو تحت تأثير إجهاد نقص الماء. إلا أن درجة التثبيط تتعلق بـالعوامل التالية:

أ- النوع والصنف النباتي.
ب- نوع العضو النباتي.
ت- مرحلة النمو والتطور
ث- مقدار انخفاض جهد الماء في كل من الوسط البيئي وأنسجة النبات.

1- الجفاف وأوراق المحاصيل:

- تأثير الجفاف على استطالة الأوراق:

بينت نتائج(Acevedo et al, 1971) أن معدل استطالة أوراق الذرة الصفراء ينقص بانخفاض جهد ماء التربة، ونمو الأوراق يثبط بمقدار(50%) عندما ينقص جهد ماء التربة مقارنة بجهد ماء نباتات الشاهد. ويتوقف نمو الأوراق عندما ينقص جهد ماء التربة إلى(- 10 بار). ولقد بينت نتائج هذه الدراسة(شكل 1 و 2) وجود علاقة خطية بين نقص استطالة الأوراق وانخفاض جهد ماء الأوراق.

كشفت نتائج دراسة (Bunce,1977) أجريت على تأثير منع الري لمدة (4 و7 أيام) على معدل استطالة الأوراق فتبين وجود نقص كبير في معدل استطالة أوراق نباتي فول الصويا ودوار الشمس، والجدير بالذكر أن معدل الاستطالة نهاراً أكثر حساسية لإجهاد الجفاف من معدل الاستطالة ليلا" ويبدو أن نمو أوراق النبات المعرضة للإجهاد يحدث معظمه ليلا" كما هو موضح في الجدول(2) ويعود بالنتيجة إلى ارتفاع جهد ماء الأوراق ليلاً عن (- 3.5 بار) مقارنة بجهد ماء الأوراق نهاراً (ينقص إلى – 3.5 بار). إلا أن تعرض النباتات إلى جفاف شديد يسبب عدم ارتفاع جهد ماء الأوراق ليلاً إلى أكثر من (- 5.3 بار).

جدول (2) تأثير إجهاد الجفاف على معدل استطالة الأوراق النامية لنباتي فول الصويا ودوار الشمس

النوع النباتي	فترة ظلام سم/ساعة	فترة ضوء سم/ساعة	المجموع سم/24ساعة
دوار الشمس (شاهد)	0.9	0.5	1.4
دوار الشمس (مجهد) /4يوم	0.9	0.15	1.05
دوار الشمس (مجهد) /7يوم	0.6	0.1	0.7
فول الصويا (شاهد)	0.91	0.26	1.22
فول الصويا (مجهد) /4يوم	0.51	0.04	0.55
فول الصويا (مجهد) /7يوم	0.31	0.03	0.34

- وفي دراسة أخرى على نبات القطن كشفت نتائج هذه الدراسة توقف نمو الأوراق عند تعرضها لجهد مائي (– 7.5 بار) (Levitt,1980) ، على الرغم من وجود أبحاث تشير لتثبيط الجفاف لنمو الأوراق وزيادة استطالة الأوراق عند تعرض النبات لإجهاد جفاف متوسط (Bunce,1977). فمثلاً تزداد مساحة الأوراق من(2،9 دسم2) إلى(3،2 دسم2) عند نقص جهد ماء أوراق نبات فول الصويا إلى (– 11 بار) وتنقص إلى (2,9 دسم2) عندما يصل جهد ماء الأوراق إلى (– 12 بار).

ثالثاً - تأثير الجفاف على مساحة الأوراق:

في دراسة حول تأثير ثلاث مستويات من الرطوبة النسبية على المساحة الورقية لنباتات القمح وقصب السكري جدول(3) وجد أن مساحة أوراق قصب السكر تنقص بانخفاض الرطوبة النسبية في حين لم تتأثر أوراق نبات القمح كثيراً بانخفاض الرطوبة%.

جدول (3) تأثير الرطوبة النسبية على مساحة الأوراق

المحصول	الرطوبة النسبية	4 أسابيع	6 أسابيع	8 أسابيع
القمح	92/95	7.6	23.7	41
	64/48	8.6	24.7	42
	44/43	7.1	17.5	41
قصب السكر	92/95	8.9	-	18.7
	64/48	7.3	-	16.3
	44/43	5.8	-	14.7

رابعاً- تأثير الجفاف على نشأة الأوراق:

تشير دراسات قام بها (Clarke and Durley,1981) إلى أن الجفاف أثر على تكوين الأوراق (نشأة الأوراق) حيث توقف تكون أوراق نبات الشعير عندما تعرض النبات إلى الجفاف ، بينما استمر نمو الأوراق الموجودة على النبات وهذا التوقف قد يعود سببه إلى توقف الانقسام في الخلايا وتمدد الخلايا المرستيمية.

2-الجفاف وجذور المحاصيل :

1- تأثير الجفاف على استطالة الجذور:

تختلف حساسية الجذور تبعاً للنوع النباتي، لوحظ تثبيط جذور القطن بجهد مائي مرتفع من (1 إلى – 3 بار) وفي الذرة الصفراء عند جهد مائي منخفض (– 40 و -50 بار) بينما القمح بجهد (– 10 بار)

(Levitt,1980) وانخفض معدل استطالة جذور نبات القمح من (2،1 ملم/ سا إلى 0,1 ملم/ سا) خلال (24 سا) من تعرض النبات إلى جهد مائي (9,6 بار) أقل من الجهد المائي لنباتات التجربة الشاهد.

2- تأثير الجفاف على قطر الجذور:

إن الجفاف يثبط النمو القطري للجذر، وبالتالي تنقص سماكة الجذر ويبدو كذلك أن قمة الجذر أقل حساسية للجفاف مقارنة بالمنطقة الأكثر بعداً عنها ويدل ذلك على توقف الاستطالة في المنطقة البعيدة عن القمة عند جهد مائي منخفض، في حين تستمر الاستطالة في المنطقة القريبة من قمة الجذر.

3- تأثير الجفاف على كثافة الجذور وتوزيعها :

تنقص كثافة جذور القطن في التربة عند جهد ماء التربة أقل من(– 1 بار) وبنفس الوقت يتغير توزيع كثافة الجذور في التربة. ففي المراحل الأولى من بداية الجفاف تكون الكثافة أكثر بقرب سطح التربة ولكن مع زيادة الجفاف تصبح كثافة الجذور أكثر عمقاً ويعود سبب هذا التوزع إلى موت الجذور القديمة القريبة من السطح ونمو جذور جديدة في المناطق البعيدة هذا ما بينه (Clarke and Durley,1981) اللذان أوضحت نتائجهم وجود علاقة بين الكثافة وجفاف التربة، فعند تأخير ري التربة لمستوى ذبولها ينتج عن ذلك جفاف الجذور في المنطقة العلوية ويصل الجفاف إلى درجة الموت ويقتصر امتصاص العناصر المعدنية على الجذور الطبقات السفلى التي تتميز بنقص عناصر التغذية مثل الآزوت وزيادة كمية الأملاح (كما في نبات قصب السكر) وفي مثل هذه الظروف يتثبط النمو تماماً ويبقى معدل النمو مثالياً عندما يعاد الري.

3- الجفاف وسوق المحاصيل

تبين حسب الدراسات التي قام بها (Wetgate and Boyer, 1985) أن ساق نبات الذرة تتوقف عن النمو عندما يصل جهدها المائي إلى (– 5 بار) أو (– 8,1 بار) شكل (3). إن نقص كمية ماء الري من (– 2,2 إلى – 8,3 بار) لنبات فول الصويا يسبب انخفاضاً كبيراً في معدل نمو السويقة الجنينية السفلى ويؤدي أيضاً إلى نقص جهد الماء في منطقة النمو .

وأكد(Duysen and Freeman,1974) وجود نقص في معدل نمو القمح (من22,3 ملم/يوم إلى2,4) تحت تأثير إجهاد جفافي ناتج عن إضافة *Polyethyline glycol* للتربة (جهده المائي -10 بار).

- الاختلاف في الحساسية بين المجموع الجذري والخضري :

إن حساسية المجموع الجذري للجفاف أقل من حساسية المجموع الخضري. فمثلاً في الذرة عندما يكون جهد ماء التربة أقل بقليل من(صفر بار) يكون معدل استطالة الجذور(3،1 ملم/سا)، بينما ينقص معدل الاستطالة إلى (2 ملم/سا) عندما يصل جهد ماء التربة إلى (– 2,5بار) . ووصل معدل الاستطالة إلى أعلى بقليل من(1 ملم/سا) عند جهد مائي(– 15 بار) في حين توقفت استطالة المجموع الخضري عند جهد مائي(– 8 بار) (Sharp et al 1988).وإن تعريض بادرات فول الصويا إلى جهد مائي منخفض أقل من(صفر) لمدة (24 سا) سبب نقصاً في طول السويقة الجنينية السفلى من(40 ملم) إلى أقل من(9 ملم) ، في حين نمو الجذور لم يتأثر بهذا الجهد المائي (Creelman et al 1990). ويرى (Westgate and Boyer,1985) أن سبب الاختلاف بين حساسية الجذر والساق للجفاف، يرجع إلى زيادة مقدرة الجذر على تراكم المواد المذابة في الخلايا وتعديل الأسموزية وهذا يتيح لها فرصة المحافظة على ارتفاع ضغط الامتلاء أثناء إجهاد الجفاف.

4- نمو الخلايا في ظروف الجفاف

كما هو معلوم أن نمو الخلايا يعتمد على ظاهرة الانقسام والاستطالة. وقد أوضحت الدراسات أن حساسية الخلايا للإجهادات البيئية عالية جداً(مقارنة بالمؤشرات الفيزيولوجية الأخرى). ففي دراسة قام بها (Levitt,1980) تبين أن تمدد أوراق القطن يتوقف عند جهد مائي(– 7,5 بار) والانقسام الخلوي يستمر عند هذا الجهد المائي. وهذا ما يؤكد على أن الاستطالة أكثر حساسية من ظاهرة الانقسام كون الأولى تجري تحت تأثير ضغط الامتلاء الذي يتأثر بنقص محتوى الماء في التربة وعلى تخليق مكونات الجدار الخلوي والذي يثبط بالجفاف كما في الشوفان(Clarke and Durely,1981).

أسباب تثبيط الجفاف للنمو:

- نقص ضغط الامتلاء
- نقص وصول الماء إلى الأنسجة النامية
- تراكم معيقات النمو: حمض الأبسيسيك والإيتيلين

ثالثاً- تأثير الجفاف على النتح وحركة الثغور

النتح هو فقد الماء من النبات على هيئة بخار. ونظراً لارتفاع ضغط بخار الماء في أنسجة النبات مقارنة بضغط بخار الماء في الوسط الخارجي ينتقل الماء على هيئة بخار من النبات عن طريق الفتحات الثغرية(نتحاً ثغرياً) أو عن طريق أسطح خلايا البشرة في الساق والأوراق(نتحاً أدمياً) ويعتبر الأخير قليلاً مقارنة بالثغري وهذا يرجع للمقاومة الكبيرة التي تظهرها الأدمة لحركة بخار الماء مقارنة بمقاومة الفتحات الثغرية .

تشير نتائج الأبحاث إلى زيادة مقاومة الأوراق لحركة الغازات عندما ينقص جهدها المائي(الشكلان4و5)، كما في فول الصويا والقمح والذرة والتبغ والسورغوم *Sorghun* (Ackerson and krieg, 1977) والقطن (Brown et al, 1978) والفول (Davies, 1976).

تعتمد استجابة مقاومة الثغور للإجهاد المائي على عمر الورقة ومرحلة تطور النبات.

- مقاومة ثغور نباتي الذرة و*Sorghum* حساسة لإجهاد الجفاف في طور النمو الخضري، ولكن في طور الإنتاج النباتي لا تتأثر المقاومة بتغير جهد ماء الورقة(Ackerson and krieg, 1977).
- تقل حساسية ثغور القطن للتغير في جهد ماء الورقة بتقدم بالعمر(Ackerson and krieg,1977).

- رابعاً- تأثير الجفاف على البناء الضوئي

يُعتبر البناء الضوئي من بين العمليات الأيضية الحساسة لإجهاد الجفاف. وتؤكد جميع الأبحاث التي أجريت على العديد من النباتات أن الجفاف يعمل على تثبيط عملية البناء الضوئي لدى النباتات (الأشكال6 و7) . وبين (Levitt, 1980) أن البناء الضوئي لا يتغير مع تغير جهد الماء من الصفر إلى ناقص عدة بارات، ولكنه يبدأ في التناقص مع نقص جهد الماء ويصل إلى الصفر عند الذبول.

وحسب نتائج(Sharkey and Seeman, 1989) وجد أن الجفاف المائي يعمل على تثبيط معدل البناء الضوئي في أوراق نبات الفاصوليا بأكثر من(50%) عند نقص جهد الماء من (– 2 بار إلى – 7 بارات) ويقترب من الصفر عندما يصل جهد ماء الأوراق إلى(–11 بارا).

بينما بينت أبحاث أخرى (Sharkey and Seeman, 1989) حيث وجد أن الإجهاد المائي أدى إلى تراجع معدل صافي التمثيل الضوئي (NAR) لدى طرز من القمح والشعير بمقدار الضعف بالمقارنة مع النباتات غير المجهدة مائياً، حيث تراجعت كفاءة التمثيل الضوئي من(0.25-35.0 إلى0.15-0.20مول H2O/م/ثانية.

وعزى الباحث هذا التراجع في معدل التمثيل الضوئي وكمية المادة الجافة المصنعة خلاله قد تراجعت مما أدى ذلك إلى تراجع في معدل انتشار غاز الفحم عبر المسامات بسبب قلة تدرج، وفي تركيز غاز الفحم بين الوسط وداخل الأوراق نتيجة تراجع معدل استهلاك وتثبيت الكربون في النباتات المجهدة مائياً مما أثر سلباً في معدل النمو النسبي والمطلق للنباتات.

خامساً- تأثير الجفاف على التنفس:

وجد (Levitt ,1980) أن تغير محتوى الماء في الأنسجة النباتية انعكس سلبياً على نشاطها التنفسي. و لاحظ أيضاً وجود ارتفاع في الشدة التنفسية لأوراق بادرات المحاصيل وذلك في المراحل الأولى من الإجهاد الجفافي (هذه الحالة هي عبارة عن استجابة قصيرة المدة الزمنية على فعل التوتر المائي)، إلا أن الاستمرار في ارتفاع الشدة التنفسية تبين أنه لا يطول حينما تعاني النباتات من العوز الرطوبي الشديد والمستمر، بل على العكس يتغير مسار هذا المؤشر ويميل نحو التناقص ولو بشكل بطيء إذا ما قورن بتغير ديناميكية العملية الفوتوتمثيلية الأكثر حساسية لهذا الظرف البيئي.

تختلف النباتات في استجابة تنفسها للجفاف، إذ يزداد في بعضها التنفس عند تعرضها للجفاف ويبدو أن تأثير الجفاف على معدل التنفس يعتمد على كمية الماء التي فقدها النبات كما هو موضح في الجدول (4 و5). وفي

بعضها الآخر يصل التنفس إلى الحد الأقصى عندما يفقد النبات (30%) من محتواه المائي ويستمر هذا المعدل المرتفع من التنفس إلى أن يفقد النبات ما بين (50% و60%) من الماء، ثم ينخفض معدل التنفس بنقص الماء النبات.

جدول رقم (4) تأثير نقص الماء على الشدة التنفسية لبادرات محصول الشوندر السكري

نسبة الرطوبة، %	كمية غاز CO2 المطروحة
تربة رطبة جداً، 100	0,68 ملغ
تربة متوسطة الرطوبة، 60	0,72 ملغ
تربة ضعيفة الرطوبة، 39	1,30 ملغ

جدول (5) أقصى زيادة في التنفس عند التعرض لإجهاد الجفاف

النوع النباتي	الزيادة المئوية في التنفس
Triticum vulgare	6
Phaseolus vulgaris	0

سادساً : مقاومة النبات للجفاف:

النبات كائن حي له قدرة على النمو بشكل مقبول عند تعرضه إلى فترات من الجفاف وهذا ما يسمى مصطلح مقاومة الجفاف. وقد عرف العالم (Henckel,1964) النباتات المقاومة للجفاف: بأنها النباتات التي تستطيع النمو والتطور والتكاثر بشكل طبيعي في ظروف الجفاف نظراً لاحتوائها على عدد من الصفات والخصائص التي يمكن أن تكونها أثناء تطورها وذلك نتيجة لتأثير الظروف البيئية والتربة وقد ذكر(Levitt,1980) أن مقاومة النبات لإجهاد نقص الماء تعتمد على مرحلة التطور التي يتعرض فيها النبات للإجهاد ، وأن النبات في مرحلة البادرة أكثر مقاومة للجفاف من باقي مراحل النمو الأولى فمثلا" تنقص مقاومة بادرات نبات البازلاء للجفاف مع زيادة طول البادرة .كما أن إنتاج نبات الذرة البيضاء Sorghum أقل تأثرا" لنقص ماء التربة في منتصف مراحل تطوره (Lewis et al . 1974). كما بين (Parker,1968)أن نبات الفاصولياء يحدث له أكثر نقص في الإنتاج عندما يتعرض للجفاف في مرحلة الإزهار.

بينما نجد أن الباحث (Sionit and Kiramet ,1976) وجد أن نبات عباد الشمس و فول الصويا أكثر حساسية للجفاف في مرحلة ما قبل الإزهار وأن الأنسجة الحديثة في النبات أكثر مقاومة للجفاف من الأنسجة القديمة وذلك لحصولها على الماء من الأنسجة الأقدم .

كما أوضح (Henckel,1964) أن النباتات التي تعيش في المناطق الجافة تظهر عليها تحورات مورفولوجية وتشريحية تساعدها على مقاومة الجفاف ويطلق على هذه التحورات الصفات الجفافية وهذه الصفات تتميز بدرجة أكبر في نباتات النهار الطويل مقارنة مع نباتات النهار القصير وقد ذكر (Parker,1968) بعض الصفات الجفافية من أهمها :

1- زيادة سماكة العرق الوسطي
2- زيادة عدد الثغور في كل وحدة سطحية من الورقة
3- صغر حجم الثغور
4- صغر حجم خلايا البشرة وخلايا النسيج الوسطي
5- زيادة عدد الشعيرات في وحدة المساحة مع صغر حجمها
6- زيادة سمك الجدر الخارجية لخلايا البشرة وزيادة سمك طبقة الأدمة في البشرة

لنأتي أولا لتحورات الأوراق باعتبارها أكثر الأعضاء النباتية تأثرا" بإجهاد نقص الماء وتظهر عليها أعراض النقص بشكل سريع وملاحظ حيث أن سبب جفاف أنسجة النبات وظهور أعراض الذبول على الأوراق في النبات أثناء الجفاف يعود إلى زيادة ماء النتح على الماء الممتص وبالتالي فإن النباتات التي تقاوم الجفاف

تظهر على أوراقها تحورات تساعدها على الاتزان المائي ويتم ذلك بشكل كبير عن طريق اختزال السطح الناتح.

ويمكن تلخيص أهم الصفات الجفافية للأوراق فيما يلي :

1- بعض النباتات تتساقط أوراقها أو يزداد فيها معدل التساقط عند تعرضها للإجهاد الجفافي من هذه النباتات نذكر النباتات التي تعيش في البيئات شبه الصحراوية والهدف من التساقط هو تقليل معدل النتح ومثال عليها نبات القمح .

2- بعض النباتات تقاوم الجفاف عن طريق اختزال سطح أوراقها بالالتفاف أو الانثناء كما في نبات الذرة البيضاء حيث يزداد معدل الالتفاف بازدياد الجفاف.

3- يعتقد أن وجود الأوبار على أوراق وسوق النباتات له دور كبير في انخفاض النتح حيث وجد (Parker,1968) أن معدل النتح ينخفض نتيجة إزالة الأوبار من الأوراق .

4- معظم الماء المفقود في عملية النتح يتم عن طريق الثغور في الأوراق لذلك فأن التحكم في حركة الثغور مهم جدا" في مقاومة الإجهاد الجفافي. حيث أشارت نتائج أبحاث (Parker,1968)إلى أن انغلاق الثغور (المسامات) في أوراق نباتات المحاصيل الأكثر مقاومة للجفاف يحدث بشكل أسرع من انغلاق ثغور أوراق المحاصيل الأقل مقاومة للجفاف.

- من المعروف أن الجذور هي العضو النباتي الذي يمتص الماء من التربة إلا أنها تملك ميزات تساعد النبات على مقاومة الجفاف ومنها :

1- استطالة الجذور وتعمقها إلى مسافات بعيدة في التربة كما في بعض أصناف القمح ذات الجذور العميقة لتقاوم الجفاف .

2-بعض النباتات تزداد فيها كثافة المجموع الجذري الناتج عن زيادة في تمدد الجذور نحو العمق لمقاومة الجفاف .

3-بعض النباتات لها قدرة سريعة على إنتاج ما يسمى الجذور المطرية التي يكونها النبات بعد تساقط الأمطار وخاصة في الصيف ولكن لا تلبث هذه الجذور أن تموت عندما يتوقف المطر وهذا ما ذكره (Levitt,1980)

- أما بالنسبة للساق فقد ذكر (Parker ,1968)أن سوق النباتات عند تعرضها للجفاف يحدث فيها بعض التحورات لمقاومة الجفاف منها :

1- تحورات تساعد على تخزين الماء .

2 - تحورات تساعد على منع فقد الماء يزداد فيها سماكة الأدمة والبشرة

3 - تحورات تساعد على نقص المقاومة لحركة الماء أي عدم خروج الماء من الساق إلى الوسط الخارجي عن طريق النتح . كما يجدر الإشارة أن النباتات تتفاوت فيما بينها بشكل كبير في مقدرتها على تحمل الجفاف وكذلك تتغير درجة التحمل مع تغيرات مرحلة التطور

7- الاستنتاجات *Conclusions* :

1- يؤدي الجفاف خلال مراحل النمو الأولي للنباتات إلى تراجع معدل نمو البادرات بشكل عام.

2- يسبب الإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري تراجعاً في معدل استطالة أجزاء النبات الهوائية والأرضية.

3- أدى الإجهاد المائي إلى تراجع كفاءة التمثيل الضوئي ومعدل صافي التمثيل الضوئي(NAR).

4- في بداية التعرض للجفاف ترتفع شدة التنفس ومن بعد ذلك تنخفض.

5-تعتبر مرحلة الاستطالة الخلوية أكثر حساسية من مرحلة الانقسام.

6- تختلف حساسية النبات للاجهاد الجفافي تبعاً لنوع النبات وأصنافه وشدة الجفاف وعمر النبات. المشر:

7 - إن حساسية المجموع الجذري للجفاف أقل من حساسية المجموع الخضري.

8- حساسية ظاهرة التركيب الضوئي أقل من التنفس.
9- تتقارب حساسية الثغور مع حساسية التركيب الضوئي.

8-التوصيات *Recommendations* :

1 - الاستفادة من العوامل الوراثية المرتبطة بتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة، والكفاءة الإنتاجية العالية ضمن برامج التربية والتحسين الوراثي لاستنباط أصناف من المحاصيل أكثر مقاومة للجفاف.

2 - تقسية البذار قبل الإنبات لأن ذلك يعمل على زيادة قدرته على الاحتفاظ بالماء أثناء إجهاد الجفاف، كما يسبب هذا النوع من التقسية زيادة في مقاومة العمليات الأيضية للجفاف، وذلك عن طريق نقع البذور بالماء ثم تجفيفها أو تشربها بكلوريد الكالسيوم cacl2 لمدة 20 ساعة أوتعريضها لدرجات حرارة منخفضة .

3 – يجب أن تكون حساسية الجذور للجفاف أقل مقارنة مع المجموع الخضري لأن ذلك يساعدها على التعمق والبحث عن مصادر مياه جديدة لتأمين حاجة النبات لذلك اختيرت أصناف ذات جذور لها قدرة على التعمق إلى مسافات كبيرة من التربة بحثا" عن الماء لذلك تكون مقاومتها للجفاف ونقص الماء أكثر .

المراجع References:

1- جودي ،أ.س ولكنسون ، ج . س . (1985م) ترجمة البنا ، علي علي (1985 م) ، بيئة الصحاري الدافئة ، ط 2 . ذات السلاسل ، الكويت.

3-Acevedo, E,Haiso, T . C. and Henderson , D . W . (1971)."Immediate and subsequent growtl responses of maize leaves to changes in water status . " Pl .Ph . 84 : 631 – 636 .

4-Ackerson , R. C . and Kreig D. R . (1977). "Stomatal and nonstomatal regulation of water use in cotton ,corn and sorghum." Pl . Physoil. 60 :850 – 853

5-Bradford , K .J . and Hsiao , T . C .(1982) . " Physiological responses to moderate water stress" In Lange , O . L . Nobel , P . S . Osmond , C . B . and Ziegler . H . (Eds) .Physiyological plant Ecology II Water Relation and carbon assimalation Ensyclopida of plant physiology , Spring Velly Berlin , pp . 246 – 323

6-Bunce , J . A . (1977 a) . " Leaf elongation in relation to leaf water pltential in soyabcaan . "J . Exp. Bot . 28 : 156 – 161 .

7- Clarke , J . M . and Durley , R . C . (1981) . "The response of plants to drought stress."In Simpson , G . M . (Ed). Water Stress on plants . Paeger Scientiffic , pp. 89 – 139 . New York.

8-Davies , W . J .(1978) . " Some effects of abscisic acid and water stress on stomata of Vicia faba L ." J . Exp . Bot . 29 : 175 – 182 .

8-Duycen , M . E . and Freeman , T . P . (1974) . "Effestc of moderate water deficit (stress) or wheat seedling growth and plastid pigment development " . Pl . Plysiol . 31 :262 – 266 .

9-Henckel , P . A . (1964) . "Physiology of plants under drought " . Ann . Rev. Pl . Physiol .15 :363 – 386 .

10- Hsiao , T. C . (1973) . " Plant response to water stress " . Ann . Rep . Pl . Physiol . 24 : 519 -570 .

11- Levitt , J . (1980) . Response of plants to environmental stresses . Vol . 1 , chilling , freezing and high temperature stress . Asademic press , New York

12-Parker ,J . (1968) . "Drought resistance mecanisms ." In Kozlowski , T .T .(Ed) water deficits and plant growth volume I . development and control neasurment . pp . 195 -243 .Academic press , New York .

13- Parsoms , L . R . and Hoew , T . (1984) . " Effects of water stress on the water relations Of Phaseolus vulgaris and the drought resitant Phaseolus aculifolius ". Pl. Physiol . 60 : 197 – 202 .

.

14- Sharkey , T . D . and Seeman , J . R . (1989)." Mild stress effects on carbon-reduction,cycle intermediates , ribulose biphosphate carboxylase activity , and spatial homogeneity of photosyn-thesis in intact leaves ". Pl . Physiol.89 :1080 – 1085

15-Westgate , M .E . and Boyer , J . S . (1985)."Osmotic adjustment and the inhibition of leaf,root ,stem and silk growth at low water potentials in maize ". Planta 164 : 540 – 549 .

A referential study about the effects Water stress has on the physiological indicators of some field crop plants

Dr.Talal Aliban Dr. Hyam Al- Noman Dr. Yasmine Al-Noman
Collage of Agr. Al- Fourat University

Abstract

This theoretical reference study has been conducted to identify the concept and nature of Water stress and its importance to the field crop plants and recognizing the harms of water stress on some of the biological activities of the corps and how far it effects some of the physiological indicators of these crops (Growth, Photosynthesis, Breathing) and the mechanism that field crop plants use to resist the water stress. This study was based on the theoretical and research references and the results of previous studies which we have obtained from the textbooks, the scholar magazines of the Syrian Universities, Agriculture and waters magazine, High studies researches, and scientific websites.

The results of this referential study have shown that:

- The water stress caused during the first stages of plants' growth to a retrogression of the precursors' growth average in general, it also caused during the vegetative growth retrogression in the average of elongation of plant aerobic and ground parts.
- The water stress caused a retrogression in the efficiency of the photosynthesis and the average of the net photosynthesis (NAR). And an increase in the severity of plants' breathing.
- Plants sensitivity to water stress has differed according to the types and varieties of plants, the severity of dehydration and the age of plants.
- We discovered the cellular elongation stage was more sensitive than the division stage, and the sensitivity of roots to dehydration was less than the sensitivity of

leaves, the sensitivity of the photosynthesis was less than breathing, the sensitivity of bores was close to the sensitivity of the photosenthesis.

According to these results we recommend the following:

- Using of the genetic factors which are connected with enduring dehydration and heat, and using the high productive efficacy within plant raising and genetic improving programs to extract types of corps that are more resistant to dehydration.
- Hardening of seeds before germination because this leads to improving its ability to withhold water during dehydration stress, and this type of hardening causes an increase in metabolic processes resistance to dehydration by soaking seeds in water and then drying it or soaking it in calcium chloride cacl2 for 20 hours or putting it under low temperatures.
- Roots dehydration sensitivity must be less in comperasoin to the leafes because this helps it deepening and searching new water supplies to provide plants needs of water. This is why we have experimented on plant varieties its roots can get very deep in the soil to look for water. This is the cause that made it more resistant to dehydration and lack of water.

Keywords: Water stress, Physiological indicators, Growth, Photosynthesis, Breathing