التصحر

ظاهرة "التصحر" هى تحول مساحات واسعة خصبة وعالية الإنتاج إلي مساحات فقيرة بالحياة النباتية والحيوانية وهذا راجع إما لتعامل الإنسان غير الجيد معها أو للتغيرات المناخية . فإن حالة الوهن والضعف التى تشكو منها البيئة تكون إما بسبب ما يفعله الإنسان بها أو لما تخضع له من تأثير العوامل الطبيعية .هناك اختلاف بين الأرض والتربة، فالتربة هى بالطبقة السطحية الرقيقة من الأرض الصالحة لنمو النباتات والتى تتوغل جذورها بداخلها لكى تحصل علي المواد الغذائية اللآزمة لنموها من خلالها. والتربة هى الأساس الذي تقوم عليه الزراعة والحياة الحيوانية، وتتشكل التربة خلال عمليات طويلة علي مدار كبير من الزمن لنقل ملايين من السنين حيث تتأثر بعوامل عديدة مثل: المناخ – الحرارة – الرطوبة – الرياح إلي جانب تعامل الإنسان معها من الناحية الزراعية من رى وصرف وتسميد وإصلاح وغيرها من المعاملات الزراعية الأخرى

تعريف التصحر :

يعتبر التصحر مشكلة عالمية تعانى منها العديد من البلدان في كافة أنحاء العالم. ويعرف علي أنه تناقص في قدرة الإنتاج البيولوجى للأرض أو تدهور خصوبة الأراضي المنتجة بالمعدل الذي يكسبها ظروف تشبه الأحوال المناخية الصحراوية. لذلك فإن التصحر يؤدى إلي انخفاض إنتاج الحياة النباتية، ولقد بلغ مجموع المساحات المتصحرة في العالم حوالى 46 مليون كيلومتر مربع يخص الوطن العربى منها حوالى 13 مليون كيلومتر مربع أى حوالى 28 % من جملة المناطق المتصحرة في العالم .

ونجد أن العوامل التى تساهم في ظاهرة التصحر هى التغيرات المناخية :

1- ارتفاع درجة الحرارة وقلة الأمطار أو ندرتها تساعد علي سرعة التبخر وتراكم الأملاح في الأراضي المزروعة .

2- كما أن السيول تجرف التربة وتقتلع المحاصيل مما يهدد خصوبة التربة .

3- زحف الكثبان الرملية التى تغطى الحرث والزرع بفعل الرياح.

4- ارتفاع منسوب المياه الجوفية .

5- الزراعة التى تعتمد علي الأمطار .

6- الاعتمادعلي مياه الآبار في الرى، وهذه المياه الجوفية تزداد درجة ملوحتها بمرور الوقت مما يرفع درجة ملوحة التربة وتصحرها .

7- الرياح تؤدى إلي سرعة جفاف النباتات وذبولها الدائم خاصة إذا استمرت لفترة طويلة. هذا بالإضافة إلي أنها تمزق النباتات وتقتلعها وخاصة ذات الجذور الضحلة مما يؤدى إلي إزالة الغطاء النباتى .

وهذا يقودنا إلي أن نركز أكثر علي عاملى الرياح والأمطار الغزيرة أو السيول لما تسببه من انجراف التربة حيث يجرفان سنوياً آلاف الأطنان من جزيئات التربة التى تحتوى علي المواد العضوية والنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت وغيرها من العناصر الأخرى حيث ما تفقده التربة أكثر مما تنتجه مصانع الأسمدة .

ويعتبر انجراف التربة من أخطر العوامل التى تهدد الحياة النباتية والحيوانية في مختلف بقاع العالم، والذي يزيد من خطورته أن عمليات تكون التربة بطيئة جداً فقد يستغرق تكون طبقة من التربة سمكها 18 سم ما بين 1400 – 7000 سنة، وتقدر كمية الأرضى الزراعية التى تدهورت في العالم في المائة سنة الأخيرة بفعل الانجراف بأكثر من 23 % من الأراضي الزراعية .

وبالرغم من أن انجراف التربة ظاهرة طبيعية منذ الأزل إلا أنه ازداد بشكل ملحوظ بزيادة النشاطات البشرية ونتيجة لمعاملات غير واعية مثل :

1- إزالة الغطاء النباتى الطبيعى .

2- الرعى الجائر خاصة في الفترة الجافة .

3- المعاملات الزراعية غير الواعية مثل حرث التربة في أوقات الجفاف غير المناسبة مما يؤدى إلي تفكك الطبقة السطحية من التربة ويجعلها عرضة للانجراف .

*وينقسم الانجراف إلي نوعين هما:

1- الانجراف الريحى .

2- الانجراف المائى .

1- الانجراف الريحى :

يحدث الانجراف الريحى الذي ينتج عنه الغبار والعواصف الترابية في أى وقت وحسب شدة رياح. ويكون تأثيره شديد في المناطق التى تدهور فيها الغطاء النباتى خاصة عندما تكون سرعة الريح من 15 – 20 متر/ ثانية فأكثر .

3- الانجراف المائى :

والانجراف المائى ينتج من جريان المياه السطحية أو نتيجة اصطدام قطرات المطر بالتربة.

ويزداد تأثير الانجراف المائي كلما كانت الأمطار غزيرة مما لا تتمكن معه التربة من إمتصاص مياه الأمطار فتتشكل نتيجة ذلك السيول الجارفة .

*وسائل الحد من انجراف التربة وتصحرها :

وخصوصآ ذلك في المناطق الجافة وشبه الجافة، المحافظة علي الموارد الطبيعية وتنميتها. ومن أهم هذه الوسائل :

1- المسح البيئى للوقوف علي الأسباب التى تؤدى إلي تدهور النظم البيئية .

2- تثبيت الكثبان الرملية ويشمل:

أ- إقامة الحواجز الأمامية والدفاعية كخطوط أولى أمام تقدم الرمال .

ب- إقامة مصدات الرياح الصغيرة .

ج- تغطية الكثبان الرملية بالآتى:

-المواد النباتية الميتة .

-المشتقات النفطية والمواد الكيميائية أو المطاطية .

-تشجير الكثبان الرملية بنباتات مناسبة لوسط الكثبان الرملية .

3- الحفاظ علي المراعى الطبيعية وتطوير الغطاء النباتى الطبيعى .

4- وقف التوسع في الزراعة المطرية علي حساب المراعى الطبيعية .

5- استغلال مياه السيول في الزراعة .

6- وقف قطع الأشجار والشجيرات لاستخدامها كمصدر للطاقة .

7- ضبط الزراعة المروية وإعادة النظر في وسائل الرى والصرف الحالية .

8- الزراعة الجافة: حيث يتم استزراع النباتات التى تحتاج لمياه قليلة وتمتاز بشدة مقاومتها للجفاف .

9- تحسين بنية التربة بإضافة المادة العضوية إليها وحرثها مع النباتات التى تعيش فيها .

10 - القضاء علي ميل الأرض بإنشاء المصاطب (المدرجات)

11- حراثة الأراضي في أول فصل الأمطار .

12- إنشاء البرك والبحيرات في الأخاديد لوقف جريان المياه .

14- إقامة السدود للتقليل من قوة السيول .

15- الحفاظ علي الغطاء النباتي والابتعاد عن الرعي الجائر .

16- إحاطة الحقول والأراضى المعرضة للانجراف بالمصدات من الأشجار والشجيرات.

المقصود بحصاد المياه؟

الهطل المطري بعد حصاده طبيعياً في منخفضات بمنطقة مطروح، شمالي مصر، حيث يستخدم لدعم أشجار التين والزيتون.

يعتمد حصاد المياه على مبدأ حرمان جزء من الأرض من نصيبها من مياه الأمطار التي عادة ماتكون ضئيلة الكميّة وغير إنتاجية، وإضافتها إلى حصّة أجزاء أخرى من الأرض، الأمر الذي يقرّب كمية المياه المتوافرة للمنطقة الأخيرة من الكمية التي يتطلبها المحصول وبذلك .تسمح هذه العملية بإنتاج زراعي اقتصادي فعلى سبيل المثال، لايمكن لأرض تبلغ مساحتها أربعة هكتارات تقع في منطقة قاحلة تحظى بـ 150 مم من الهطل المطري السنوي أن تنتج محصولاً اقتصادياً. وإذا ماتمت إضافة نصيب نصف هذه المساحة والتي تحظى بهطل مطري يبلغ 150 مم إلى نصف المساحة الأخرى، فإن هذه الأخيرة ستحظى بكمية مياه يبلغ مجملها 300مم. هذه الكميّة قد تكون كافية لدعم محاصيل مقاومة للجفاف. علاوة على ذلك، إذا ما أسهمت ثلاثة هكتارات بكميّة أمطارها لدعم الهكتار المتبقي، فإن هذا الربع سيحظى بكميّة من المياه يبلغ مجملها 600 مم، أي حصّة هذا الربع 150 مم من مياه الأمطار مضاف إليها حصص الهكتارات الثلاثة الأخرى (450 مم). وإذا ما تم توزيع هذه الكميّة بصورة جيدة، فإنها ستكون كافية لدعم طائفة واسعة من المحاصيل. وفي واقع الأمر، لايمكن سوى تحويل جزء من هذه المياه بسهولة وبتكاليف منخفضة. إن عملية تجميع مياه الأمطار هذه يطلق عليها اسم حصاد المياه، وهي ".عملية تعرف بأنها "عملية تركيز الهطل بوساطة الجريان والتخزين، لاستخدامه على نحو مفيد

لقد قام نظام "الجسور" المحلي في تونس، والذي يستخدم الجدران الحجرية، بتزويد أشجار التين والزيتون بكمية كافية من المياه في بيئة شديدة الجفاف لمئات السنين.

قد تتم عملية حصاد المياه بصورة طبيعية أو بتدخل العنصر البشري. ويمكن مشاهدة الحصاد الطبيعي للمياه في أعقاب عواصف شديدة، إذ تتدفق المياه إلى المناطق المنخفضة مشكلة مساحات يستثمرها الزرّاع في الزراعة.

أما بالنسبة لحصاد المياه بوساطة التدخل البشري فيشمل تحريض الجريان، ومن ثمّ يصار إلى جمعه أو توجيهه، أو كليهما معاً، من أجل استعماله في منطقة مستهدفة. وإضافة إلى استخدام حصاد المياه لأغراض زراعية، يمكن تطويره لتزويد الإنسان والحيوان بمياه الشرب، إلى جانب استخدامه لأغراض منزلية وبيئية.

تقنيات تقليدية

لقد ارتبط اتخاذ الناس المناطق الجافة موئلاً وزراعتهم للمحاصيل فيها بعملية حصاد المياه. وقد ساعدت جداول المياه الموسمية (الوادي)، والمياه التي يتم جمعها في قرار الأودية والخزانات في دعم مصادر الرزق عند سكان المناطق القاحلة وشبه القاحلة منذ آلاف السنين، وكانت سبباً لفتح الطريق أمام نمو المدن وتطورها. ولاشك في أن ملايين الهكتارات في المناطق الجافة من العالم قد كانت في يوم ما أرضاً مزروعة تعتمد على حصاد المياه، غير أن هذه الممارسة قد أخذت طريقها إلى التضاؤل على نحو مضطرد نتيجةً لأسباب متعددة. ولا يرقى الشك إلى أهمية منطقة غربي آسيا وشمالي إفريقيا في تطوير التقنيات القديمة لحصاد المياه. ففي جنوبي الأردن، يُعتقد أن المنشآت الأولى لحصاد المياه قد تم عملها منذ مايربو على 9000 سنة خلت. ويظهر بالدليل القاطع أن التقنيات البسيطة لحصاد المياه يعود استخدامها في جنوبي وادي الرافدين إلى عام 4500 قبل الميلاد .وقد تعود الزراعة التي تعتمد على الجريان في صحراء النجف (Negev)إلى القرن العاشر قبل الميلاد. وفي اليمن ثمّة نظام يعود تاريخه إلى العام 1000 قبل الميلاد على الأقل كان يقوم بتحويل مياه الجريان لري مساحة 20,000 هكتار، تعطي محاصيل من المحتمل أنها قد أطعمت زهاء 300,000 نسمة. وفي جنوبي تهامة، باليمن، تستخدم الزراعة التي تعتمد على مياه الجريان بشكل تقليدي لإنتاج الذرة الرفيعة وقد كانت تستخدم تقنيات حصاد المياه على نطاق واسع في شمالي إفريقيا حتى في عصور ماقبل الرومان. وكشف خبراء الآثار أن الثروة التي حققتها "مخازن القمح التابعة للامبراطورية الرومانية" كانت تعتمد على الزراعة المروية بمياه الجريان. أما في المغرب، فلاتزال طائفة واسعة من تقنيات حصاد المياه تستخدم في المنطقة المقابلة لجبال أطلس. وفي تونس، فإن لنظم حصاد المياه المعروفة باسم المسقاة(*meskat*) ، والجسور(*jesour*) ، والمغود(*mgoud*)، التي تستخدم المنحدرات والجدران، تاريخاً تقليدياً طويلاً وهي لاتزال إلى اليوم موضع الاستخدام. وفي

مصر، فإن الساحل الشمالي الغربي ومناطق شمالي سيناء تتمتع بتاريخ تقليدي طويل في استخدام الخزانات (cisterns) ومياه الجريان في قرار الوادي من أجل الزراعة .

فوائد حصاد المياه

ثم فوائد عديدة لحصاد المياه على الصعيد العملي ولاسيما في الظروف التالية :

–في البيئات الجافة، حيث يجعل الهطل المطري المتدني والتوزيع السيء له من الزراعة أمراً مستحيلاً. وإذا اعتبرنا أن عوامل الإنتاج الأخرى من قبيل التربة والمحاصيل هي عوامل مواتية، فإن حصاد المياه يجعل من الزراعة أمراً ممكناً رغم الافتقار إلى موارد مائية أخرى .

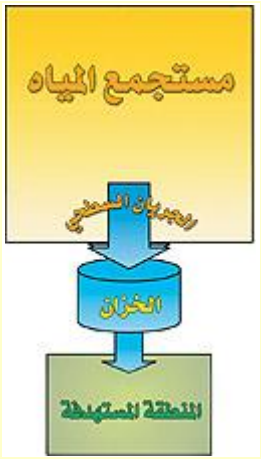
1– في المناطق البعلية، حيث يمكن إنتاج المحاصيل، إلا أنها تتسم بتدني غلاّتها مع خطر كبير يهدد بالإخفاق. وهنا يمكن أن تقدم نظم حصاد المياه كميّة كافية من المياه لتكميل الهطل المطري، وبذلك تزيد من الإنتاج وتعمل على استقراره

2– في مناطق لاتكفي فيها المياه للاستخدام البشري وإنتاج الحيوانات. إذ يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد المياه .

3– في مناطق قاحلة تعاني من التصحّر، تتضاءل فيها إمكانية الإنتاج على نحو متواصل نتيجة الافتقار إلى الإدارة الملائمة. وإن عملية تزويد هذه الأراضي بالمياه من خلال حصادها يمكن أن تحسن من الغطاء النباتي وتساعد في لجم التدهور البيئي .

إن الفوائد المدرجة أعلاه تؤدي بدورها إلى مكاسب أخرى غير ملموسة وغير مباشرة على الصعيدالاجتماعي–الاقتصادي. وتشمل هذه المكاسب استقرار المجتمعات الريفية؛ والتخفيف من هجرة الريفيين إلى المدن؛ استخدام المهارات المحلية وتحسينها؛ وتحسين المستويات المعيشية لملايين من الفقراء الذين يعيشون في مناطق يضربها الجفاف.

مكونات نظم حصاد المياه:



:تعتبر المكونات الرئيسة لنظم حصاد المياه كما يلي

:منطقة المستجمع المائي وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج ذلك الجزء. ويمكن أن تكون منطقة الجمع صغيرة لاتتجاوز بضعة حدود أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة. ويمكن أن تكون أرضاً زراعية، أو صخرية، أو هامشية، أو حتى سطح منزل أو طريقاً معبدة.

:مرفق التخزين وهو المكان الذي تحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتى استخدامها. يكون التخزين في خزانات أرضية أو تحت الأرض مثل الخزانات، أو في التربة ذاتها ويمكن أن كرطوبة تربة، أو في مكامن المياه الجوفية.

:المنطقة المستهدفة وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي جرى حصادها. ففي الإنتاج الزراعي، يتمثل الهدف في النبات أو الحيوان، بينما في الاستخدام المنزلي، فإن احتياجات الإنسان أو المشروع هي الهدف.

Drough الجفاف

الجفاف ظاهرة طبيعية معقدة تحدث في معظم مناطق الكرة الارضية، له علاقة مع الاقليم المناخي وحالة التوازن المحلية بين الطاقة والماء. وهو اهم المشاكل التي تعاني منها اغلب المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم ومنها العراق . بدأت التحذيرات العالمية بشان الجفاف منذ عام 1980.

وهناك نوع آخر من الجفاف هو الجفاف الفسيولوجي Physiological Drought ينتج فيها نقص ماء النبات الناتج عن برودة التربة أو ارتفاع الضغط الاسموزي للمحلول او حدوث الغرق وقلة امتصاص الأوكسجين اللازم للتنفس والامتصاص فيقل بذلك امتصاص الماء رغم توفرة فى التربة حيث يعانى النبات الجفاف لعدم قدرته على امتصاصه.

عرف الجفاف من قبل Tucker and Choudhury على انه فترة طقس جاف بشكل غير اعتيادي، تحدث تغيرات في حالة الغطاء النباتي.

وذكر .Mccarthy et al بان تكرار وشدة الجفاف قد زادت وان هناك جفاف كبير يتجه فوق اجزاء كثيرة من العالم وخاصة التي تعاني من تزايد في ازمة شحة الماء .

اشار .Erian et al بان الجفاف في المنطقة العربية يشكل31% من اجمال المساحة الكلية وللفترة (2000-2010) وتعد المناطق الجافة هي الاكثر تعرضا ،اذ يختلف اشكال الجفاف من منطقة الى اخرى وهذا الاختلاف يقود الى عدم وجود تعريف عالمي موحد للجفاف ، لكن يوجد مفهوم عام باعتبارة ظاهرة طبيعية مناخية تشكل احد انواع التصحر ، تتمثل في اختلال واضح في فروقات التوازن المائي على مدار السنة ومقدار هذا الفرق هو الذي يحدد درجة الجفاف . لذا يعتبر مفهوم نسبي ،فهناك ثلاث انواع من الجفاف هي :

1- الجفاف المناخي : وهو ناتج عن تراجع في كمية الهطول بكافة انواعه .

2- الجفاف الزراعي : وقد عرف الجفاف الزراعي من قبل Mishra & Singh بانه يمثل الفترة التي يهبط فيها محتوى التربة الرطوبي الى الحد الذي يتبعه فشل المحصول وبالتالي يؤدي الى انخفاض الانتاج الزراعي اضافة الى امكانية حدوثة بسبب عدم الاستخدام الامثل للتقانات الحديثة للري اضافة الى انه يحدث نتيجة لظروف التربة الخاصة .

3- الجفاف الهيدرولوجي : ناتج عن خلل في الاحتياط المائي وقلة الجريان السطحي وغور المياه الجوفية .

ويصنف الجفاف كما بينها ثورنثويت الى الانواع التالية:

1- جفاف دائم : وهو النوع الذي تمثله الصحراء

2- جفاف موسمي: اعتمادا على موسم سقوط المطر

3- جفاف طارئ: عدم انتظام سقوط الامطار وتقلبها في المناطق الرطبة وشبه الرطبة.

4- جفاف غير منظور: تقل في هذا النوع من الجفاف (الرطوبة الجوية او رطوبة التربة) بحيث تؤدي الى موت النبات او قلة كثافته .

الخسائر التي تحصل بسبب الجفاف هناك الكثير من الخسائر الهائلة التي ممكن أن تحدث بسبب الجفاف منها : 1- انتهاء صلاحيّة الأرض : بمعنى أنّ الأرض تصبح غير صالحة للزراعة ويجب إحيائها من جديد.

2- هجرة السكّان : من المعروف من أحد أسباب الهجرة هي القحط الذي حدثَ للمنطقة لقلّة الماء.

ان حالة الجفاف تعتمد على (مدته ، شدته ، التوسع المكاني ، والحالات الاجتماعية – الاقتصادية المحلية). استطاع الكثير من الباحثين الاعتماد على مؤشرات الجفاف المناخية مثل مؤشر شدة الجفاف لبالمر Palmer drought severity index (PDSI)(Palmer.1965)و دليل الهطول القياسي لـ (McKee et al.,1993) في بيان حالة الجفاف الا انها ذات كلفة عالية لكون محطات الانواء الجوية تغطي مساحات كبيرة وعادة تكون مشتتة وغير كافية إذا تعرض النبات الى إجهاد مائي فإن ذلك سيؤثر على إنتاجيته وعلى وظائفه الفسيولوجية ويمكن ملاحظة هذه التغيرات الحاصلة في الخصائص الانعكاسية المقاسة من خلال الاستفادة من تقانة الاستشعار عن بعد فضلاً عن ذلك فانه يمكن اكتشاف الإجهاد المائي في النبات قبل تعرضه للجفاف في وقت مبكر باستخدام تقانة الاستشعار عن بعد. لذا فقد استخدمت (NASA.1999) بعض من مؤشرات الاستشعار عن بعد كاداة مفيدة للمقاييس الكبيرة للكشف عن الجفاف للدلالة على محتوى الرطوبة في السنتمترات العليا للتربة. اذ طورت العديد من المؤشرات والادلة واستخدمت لتحديد وكشف الجفاف عمليا.

استخدم مؤشر Normalized Differences Vegetation Indexالاوسع استخداما لتقييم حالات الجفاف كون التغايرات في قيم NDVIناتجة من الطقس والمكونات البيئية . وقد استخدم مؤشر Normalized Difference Water Index (NDWI) للكشف عن الجفاف. واقترحWang & Qu,2007 دليل الجفاف Normalized multi-band drought index (NMDI)متعدد الحزم المعدل للكشف عن الجفاف

وطبقت مؤخرا بعض الادلة وبشكل واسع من اجل الكشف عن الجفاف الزراعي بالاعتماد على العلاقة بين دليل حرارة سطح الارض Land Surface Temperature) LST)ودليل.NDVI

يمكن تقسيم انواع ودرجات المقاومة للجفاف الي ما ياتي :-

1- بعض النباتات لا تتحمل الجفاف وتتأثر بسرعة او تموت بمجرد نقص الماء وذلك لأنها سريعة الجفاف مثل نباتات الظل .

2- نباتات كالصبار وغيرها من النباتات العصارية تختزن كميات كبيرة من الماء وفى نفس الوقت يفقد منها الماء ببطء لصغر سطحها الى حجمها وسمك الكيوتين وقلة الثغور فتكون مقاومتها للجفاف عالية.

3- نباتات تتحمل الجفاف لان بروتوبلازم خلاياها يمكن تجفيفه بدون حدوث ضرر مستديم مثل الحزازيات وبعض النباتات البذرية .

4- نباتات ذات مقدرة معتدلة او محدودة لمقاومة الجفاف مصحوبة بميزات تركيبية تقلل من سرعة فقد الماء حيث تزيد الماء الممتص وبذلك تؤجل حدوث نقص حرج فى الماء الداخلي وتضم هذه المجموعة معظم المحاصيل .

يظهر أن تركيب النباتات يتأثر بظروف التوازن المائي أثناء نموها اكثر من تأثيرها بأي عامل آخر للبيئة وتتميز النباتات النامية تحت ظروف غير ملائمة للتوازن المائي بالخصائص آلاتية:

مظاهر تركيبية

أ . اختزال حجم المجموع الخضري .

ب . زيادة حجم المجموع الجذري .

ج – صغر حجم خلايا الأوراق وصغر مساحة النصل وصغر حجم الثغور وزيادة عدد الشعيرات في وحدة المساحة .

د . سمك الأدمة وجدر الخلايا وزيادة كمية الليبيدات على الأسطح .

هـ – تكون جيد للنسيج العمادى وضعف تكوين النسيج الإسفنجي .

و – صغر المسافات البينية.

ز – صغر نسيج الخشب وزيادة نسبة الأنسجة الملجننة.

مظاهر وظيفية

1- معدل سريع للنتح لوحدة المساحة رغم قلة النتح .
2- معدل سريع للبناء الضوئي بالنسبة لوحدة المساحة .
3- نسبة قليلة للنشا : السكر
4- ضغط أسمو زي مرتفع
5- لزوجة منخفضة البروتوبلازم
6- ارتفاع نفاذية البروتوبلازم
7- زيادة نسبة الماء الموجودة بوحدة الوزن الجافة للأنسجة
8- أزهار واثمار مبكر

تحسين التوازن المائي للنباتات المنزرعة

من الممكن تحسين التوازن المائي للنباتات المنزرعة بالطرق آلاتية

1-زيادة الماء بالري وتقليل معدل البخر بإضافة القش او الملش بالبولى اثيلين وعمل مصدات الرياح او تقليل مساحة الأوراق بالتقليم أو إضافة مادة دهنية شمعية لتقليل النتح.

2-زيادة مقاومة النباتات للجفاف بتربية سلالات مقاومة للجفاف وزيادة المدة الزمنية بين فترات الري لتكوين الجذور العميقة الباحثة عن الماء فينتج عن تلك المعاملات فى البروتوبلازم تزيد من مقاومته للجفاف.

مقاومة الجفاف resistance Drought :

من الأهمية بمكان دراسة مدي مقاومة الأنواع المختلفة بل والأصناف المختلفة من النباتات المنزرعة وخاصة عند الزراعة في المناطق الجافة او التي تتعرض من فترة إلى أخرى لظروف الجفاف حيث يتوقف علي مدي مقاومة الصنف المنزرع للجفاف مدي نجاح زراعته في هذه المناطق والتي يطلق عليها مناطق جافة Arid Zonesاو مناطق نصف جافة Semiarid Zonesوإصطلاح مقاومة الجفاف يمكن أن تطلق للإشارة إلى المعاني المختلفة والتي يتعرض لها النبات لفترات من نقص الماء او إلى الإجهاد المائى Water Stress في البيئة المحيطة به.

بصفة أساسية فان النباتات المقاومة للجفاف هي النباتات التي تكون قادرة علي الحياة أي البقاء حية أما لان البروتوبلازم فيها قادرة علي احتمال انتزاع الماء منه Dehydration دون حدوث ضرر دائم له او لان له تركيب خاص او أن من صفاته الفسيولوجية تجنب او تحتمل ذلك المستوي المميت من نقص الماء او فقده Water Stress .

وقد أشار Parker . 1968 الى العوامل المختلفة التي تعمل علي مقاومة النبات للجفاف ومنها:-

أ- تحمل البروتوبلازم للتجفيف :-Desiccation Tolerance
كما هو الحال في الكثير من الطحالب والاشنات وحتى بعض النباتات البذرية فان البروتوبلازم فيها يمكنه أن يظل حيا عند نزع الماء منه Dehydration ويمكن أن نلاحظ ذلك بسهولة في الكثير من الأعشاب والشجيرات التي تنمو في المناطق الجافة . ويلاحظ انه بالنسبة لهذه النباتات أن الصفات الخاصة بمقاومة النبات تحتل المكانة الأولى ، تعتبر اكثر أهمية من كمية المحصول . ومن أمثلة النباتات ويعتبر من احسن الأمثلة في هذا الشأن الزيتون . حيث يمكنه أن ينمو حيث يكون الجفاف علي اشده ولا تناسب البيئة أي نوع آخر من الأشجار . وقد وجد أن من صفاته أن أوراقه تقاوم نزع الماء منها بشدة ، كما أن أوراقه مغطاة بطبقة سميكة من الكبوتين وكذلك مغطاة بطبقة من الزغب كما انها جلدية وصغيرة . ويعتبر هذا النبات من اقدر النباتات علي المعيشة في ظروف الجفاف

ب- تجنب الجفاف او تأخير حدوثه :-
ولذلك أهمية اقل في تحمل الجفاف ، ويوجد ذلك في معظم النباتات ألMesophytes وقد يرجع ذلك إلى بعض الصفات المورفولوجية والفسيولوجية ، والتي ينتج عنها تجنب حدوث نقص الماء Stress Water وذلك يكون بطرق كثيرة منها

ج-تعديل موسم النمو:-
وذلك كما في حالة الكثير من الحوليات التي تنمو وتزهر خلال اسابيع قليلة ، فبعد نزول الأمطار علي سطح التربة لا يلبث النبات أن ينمو ويكتمل نموه ويزهر ويكمل حياته قبل أن يحدث النقص الشديد في الماء Water Stress وبذلك أمكن للنبات أن يقاوم الجفاف ، ولكن عن طريق تجنب الفترة التي يحدث فيها الجفاف حيث أن فترة حياته قصيرة وينمو في خلال اسابيع محددة ،وكذلك لوحظ انه في بعض أعشاب البحر الأبيض انه يحدث بها سكون خلال موسم الجفاف Dry Seson وخلال ارتفاع درجات الحرارة (McWillam .1968) .

د-المجموع الجذري المنتشر :-
المجموع الجذري المنتشر من اكثر العوامل المؤثرة في حماية النباتات ضد ضرر الجفاف . فالعمق والانتشار الواسع والتفريغ الكثير للجذور ويعمل علي وقاية النبات من الجفاف لان جذوره في هذه الحالة تكون قادرة علي امتصاص الماء من طبقات التربة ولذا يتجنب النبات ضرر

الجفاف ، فمثلا يلاحظ أن النباتات ذات الجذور المتفرقة والمتنوعة والتي لا تمتد كثيرا مثل البطاطا والخس انها تعاني من نقص الماء اكثر من تلك النباتات ذات الجذور المتعمقة والكثيفة كالطماطم والتي تتمكن من امتصاص الماء اكثر من طبقات التربة المختلفة .

هـ-التحكم في معدل النتح:-

من الطرق التي يحتملها النبات لتأجيل حدوث نقص الماء في النبات Plant Water Stress حيث يتفاعل النبات مع الظروف المحيطة به لكي يعمل علي تقليل معدل النتح مثل نبات Larrea حيث يعمل التفاف أوراقه فيقلل ذلك من معدل النتح . كم ا أن الكثير من النباتات تتفاعل مع Water Stress عن طريق إغلاق ثغورها . ويبدو أن تلك المجموعة من النباتات انها اكثر تحملا . واكثر مقدرة علي المعيشة تحت ظروف الجفاف . واستجابة النباتات ألStress Water في هذه الحالة وإغلاقها لثغورها يكون بمجرد بدء حدوث النقص المائي Stress Water كما أن وجود طبقة من الكيوتين علي الأوراق والتي ينتج عنها تحكم شديد فعال في معدل النتح وبذا يمكن للنبات مقاومة أو تجنب حدوث الجفاف ، وقد وصف Tal 1966 طفرة من الطماطم Wilty tomato والتي من الضعف أن تنمو حتى ظروف الجو المشبع بالرطوبة أو تحت ظروف المراقد الزجاجية وذلك لان ثغورها لا يمكن أن تغلق علي الإطلاق . وذلك يوضح أهمية إغلاق الثغور للتقليل من معدل فقد الماء في النبات . وقد وصف Simmonds 1966 &Waggones طفرة مشابهة من البطاطا .

الإجراءات المطلوبـة لتقليل إضرار الجفاف :

يمكن توضيحهـا بالنقاط التاليــة :

1- اتباع طرق تربية وتحسين المحاصيـل لإنتاج أصناف ذات صفات تقاوم تأثير نقص الرطوبة ومن الأمثلة على ذلك إنتاج صنف الشعيـر المسمى ماريوت بحيث أصبح أكثر مقاومة للجفاف وملوحة التربة من بقية أصناف الشعير في كاليفورنيا .
2- اتقان العمليات الزراعية التي تقلل من فقدان الماء من التربة ، وتشمـل العزق السطحي ومقاومة الحشائش التي تشارك المحصول المـاء ، واستعمال المواد التي تقلل تبخر الماء من التربة وتعمل كغطاء للتربـة والمسماة التغطيـة الخضراء Mulch والتبكير في الزراعة للاستفادة من رطوبة التربة المتوفرة وزراعة مصدات الريـاح .
3- اتباع طريقة تسميد متوازنة والتقليل من النتروجين بحيث تكون كميات النتروجين والفسفور والبوتاسيوم حسب حاجة المحصول وعدم الإفراط في اضافتها إلى التربـة .

كفاءة استخدام النبات للماء Water use Efficiency of

كفاءة استخدام الماء عبارة عن عدد الوحدات من الماء والتي تستخدم للحصول علي وحدة واحدة من الماء الجافة .ولكفاءة استخدام النبات للماء أهمية قصوى وخاصة عندما يكون الإمداد بالماء Water Supply قليل .وقد ذكر Sletyer 1964. أن كفاءة استخدام الماء تختلف من 200–500 للحصول علي اعلي محصول وقد يبلغ 2000 أو اكثر في المناطق الجافة ، وبصفة عامة فان المحصول العالي في المادة الجافة دليل علي كفاءة عالية في استخدام الماء وفي هذه الحالة فان إنتاج المادة الجافة يتم بسرعة اعلي من فقد النبات للماء . لذلك فان كفاءة استخدام النباتات ذات الجذور المتعمقة مع وجود تغذية كافية وتحت ظروف مثالية تكون من 200–500 وحدة من الماء تستخدم لإنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة . وزيادة كفاءة استخدام النبات للماء ترجع لكفاءة عملية البناء الضوئي والتي تتسمح بدخول كميات كبيرة من ك أ وخروج كميات كبيرة من بخار الماء خلال الثغور .وفي نبات ألـ pimeappie نجد انه ينتج كميات كبيرة من المادة الجافة كل عام بينما يحدث أقل فقد في الماء حيث أن الثغور في ألـ pimeappie تكون مغلقة معظم اليوم ويعتبر هذا من الأمثلة علي كفاءة عالية في استخدام الماء لتكوين كميات كبيرة من المادة الجافة ؛وقد يرجع ذلك أيضا إلى قدرة هذا النبات علي تمثيل حمض crassuiacean وفي هذه الحالة يكون النبات قادر علي تخزين ك كمادة عضوية خلال الليل ثم يحوله إلى كربوهيدرات خلال النهار . فيلاحظ دائما انه لزيادة كفاءة استخدام الماء فأن النبات يعمل علي زيادة المادة الجافة وليس العمل علي النقص في استخدام الماء.

وقد أشار viets ، 1966انه من الجائز أن يزيد المحصول مع تكرار عمليات الري. ولكن المحصول لكل وحدة من الماء من الجائز أن تقل في النسب العالية من الري؛ وقد لوحظ أن التسميد يزيد من كفاءة استخدام النبات للماء.

كفاءة استعمال الماء في المحاصيل water efficiency :

ويقصد به كمية الحاصل المنتج لكل وحدة من الماء تستعمل في التبخر – نتح ويمكن أن يمثل في المعادلة التالية :

كفاءة استعمال المـاء = الحـاصـــل / التبخر – النتح

وكل من بسط ومقام المعادلة أعلاه يتأثر بعمليات خدمة المحصول وكذلك بالعوامل البيئية فكميــة المحصـول أو إنتـاج المحصول يتأثـر بعملية خدمة المحصول بينما يتأثر المقـام (التبخر – نتح) بصورة رئيسية بالعوامل المناخية ورطوبــة التربـــة .

إن التسميد وعمليات خدمة المحصول تزيد كفاءة استعمال الماء ويعطى أفضل حاصل . وكقاعدة عامة يمكن القول أنه يمكن الحصول على زيادة ملحوظة في انتاج المحصول بتحسين عمليـات خدمة المحصول بدون زيادة التبخر – نتح ، وعادةً فإن التسميد الملائم للمحصول مع توفير مياه ري كافيــة تزيد من كمية الحاصل بصورة واضحة ، ويصاحب ذلك بطبيعة الحال زيادة قليلة نسبياً في مقدار التبخر – نتح ولذلك فإن التسميـد يزيد من كفاءة استعمال الماء بشكل واضـــح .

أمـا في ظروف قلة توفر الماء فإن التسميد بكميات مناسبة تتفق مع مقدار الرطوبة المتوفرة في التربة سوف يزيد من كفاءة المحصول في استعمال الماء ولكن إذا أدى التسميد إلى زيادة في استهلاك الماء في المراحل المبكرة من نمو المحصول فإنه سوف يؤدي إلى نقص في رطوبة التربة في المراحل الحرجة من حياة المحصول وبالتالي سوف يعطى نتائج عكسية تقلل من كميــة الحاصــل .

العوامل المؤثرة على كفاءة استعمـــال المـــاء :

تؤثر على كفاءة استعمال الماء عدة عوامل أهمهـا :.

1- طبيعة المحصول : توجد اختلافات واضحة في كمية الماء التي تستعملها المحاصيل المختلفة لإنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة ، فعند مقارنة محصولين مثلاً القضب والذرة الشاميــة اللذين يزرعان لغرض انتاج العلف ، يلاحظ بأن المحصول الأول يحتاج إلى ما يعادل 4-6 مـرات من الماء مما يحتاجه محصول الذرة الشامية لإنتاج كيلو جرام واحد من المادة الجافة . كما تختلف الأصناف لنفس المحصول في استهلاك الماء . ومن المحاصيل التي تعتبر اقتصادية في استعمالها للماء هـي الذرة الشامية والذرو

الرفيعة ، بينما يعتبر الشعير والقمح والحمص متوسطة الاستعمال للماء . أمـا القضب فأنه ذو كفاءة واطئة في الاستلاك المائي .

2- العوامـل المناخيـة : يؤثر الطقس على كل من البسط والمقام لمعادلة كفاءة الاستهلاك المائي التي سبق ذكرهـا . إن مقدار الإشعاع الشمسي يؤثـر على سرعة التركيب الضوئي وبالتالي على الحد الأقصى من الإنتاج ، بينما تؤثر العوامل المناخية الأخرى مثل درجة الحرارة وطول النهار والأمطار على العمليات الفسلجية الحيوية وبالتالي فإنها تحدد من كمية الإنتاج الحقيقي للمحصـول ، وعادةً يزداد التبخر – نتح طردياً مع زيادة الإشعاع الشمسي .

3- الرطوبة النسبيــة : كلما انخفضت الرطوبة النسبية للهواء كلما أدى إلى زيادة في التبخر – نتح ، فمثلاً من دراسة جرت على محصول القضب وجد أن هناك علاقة عكسية بين الاستهلاك المائي وسرعة التبخر ، حيث وجد أنه عندما كان معدل التبخر اليومي 3,98 ملـم كان الاستهلاك المائي ضعف ما هو عليه عندما كان معدل التبخر اليومي 7,65 ملـم .

4- درجة الحرارة : تؤثر درجة الحرارة على الاستهلاك المائي تأثيراً ملحوظاً في محاصيل المناخ الباردة مثل الشعير والقمح فإن الاستهلاك المائي يقل بزيادة درجة الحرارة بينما يكون العكس في محاصيـل المناخ الحــار مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والقطن حيث أن الإمتصاص يقل في درجات لحرارة المنخفضة . وتعتبر درجة 20مْ هي الدرجة التي يصبح عندها امتصاص الماء محدوداً في محاصيل المناخ الحار. وباختصــار فان العوامل المناخية مثل الرطوبة النسبية المنخفضة التي تسبب زيادة النتح بدون زيادة في انتاج المادة الجافة للنبات سوف تقلل من الاستهلاك المائي ، بينما العوامل المناخية مثـل الضوء ودرجة الحرارة والتي تؤثران عادةً على كل من الناتج والمادة الجافة فإنها أمــا تزيد أو تقلل من الاستهلاك المائي اعتماداً على أي من التأثيرين يكــون متغلباً .

المحتوى الرطوبي للتربة : بصورة عامة يزداد انتاج بعض المحاصيل عندما يكـون مستوى الرطوبة مقارباً للسعة الحقلية ، وعلى العموم فـإن الكفاءة في استعمال الماء عادةً تتحسن في المستويات المنخفضة من رطوبة التربة فقـد وجد أنه عند توفر التسميد بمستويات عالية فإن كفاءة استعمال المــاء تزداد بزيادة توفر الماء للمحصول . وعلى العكس من ذلك في المستويات المنخفضة من التسميد فإن كفاءة استعمال المــاء تقل بزيادة توفر المــاء .

التقسية :

يعتقد الكثير أن الزيادة الفجائية أو الارتفاع الفجائي والقاسي في ألWater Stress يرجع

إليه اكثر ضرر عكس الزيادة التدريجية في ألWater Stress لفترة طويلة من الزمن . والنباتات التي تتعرض لفترة أو اكثر من النقص المتوسط للماء Moderate Water Stress ويطلق عليها تقسيةHardened وهذه النباتات عادة يمكن أن تبقي حية تحت ظروف الجفاف دون حدوث ضرر عكس النباتات التي لم تتعرض للمعاملة السابقة. و أن التقسية Hardening تحدث تغيرات رئيسية في البروتوبلازم كزيادة في أل Water Binding Capacity أو الماء المرتبط بجانب زيادة لزوجته ونقص في النفاذية وقد ذكر ذلك Henckei 1964 . وقد قادت تلك الفكرة – التقسية – العلماء للمحاولة زيادة مقاومة النباتات للجفاف وذلك بمعاملة البذور قبل الزراعة . فيمكن تقع الجذور قبل الزراعة في الماء ثم تجفف هوائيا أو تنقع في محلول ملحي . وقد أشار May 1962 ان التغيرات التي تحدث في البروتوبلازم أمكن ملاحظتها في النباتات التي تعرضت للجفاف وان هذه التغيرات في الغالب ناتجة عن أل Water Stress . وقد وجد ان الزيادة في نسبة الجذور إلى الافرع، وكذلك صغر حجم الأوراق وسمك طبقة الكيوتين من الصفات التي توجد في النباتات التي عرضت إلى Water Stress ولذلك أهميتها حيث ان النباتات التي تتعرض مرة Water Stress تحمل من الصفات التي تعمل علي زيادة جيدة في الإمداد المائي لأنسجة الورقة . كما تتميز بمعدل نتح اقل لكل واحدة من سطح الورقة حيث ان الثغور تغلق عند حدوث ألStress Water ولذا ظن هذه النباتات تكون قادرة علي التحكم في فقد الماء عن تلك النباتات التي لم تتعرض لwater Stress . وكمثال لتوضيح ذلك نبات فول الصويا فانه بعد تعرضه لwater Stress يكون سطح الأوراق به نسبة اعلي من الدهون ولذلك فان معدل النتح يكون اقل وبذلك تكون هذه النباتات اكثر قدرة علي مقاومة الجفاف Levitt & Ciarck ، 1956 .

وقد ذكر Kelly et al ان نباتات ألGuagule والتي عرفت بالStress High Water يمكنها ان تسترد قوة نموها بسرعة ويمكن ان تنمو احسن من تلك النباتات التي لم تتعرض ل water Stress والتي أعطيت كميات وفيرة من المياه . وقد قدر Orchard ،1967 ان أوراق نبات ألIcale–Brassila Olerace Var. Fruticosa والتي تتفتح خلال فترة الجفاف يمكن ان تبقي حية وتتحمل اكثر ظروف الجفاف اكثر من تلك التي تفتحت بينما النبات يروي بصفة دائمة . وبالرغم من ان ألWater Stress يقلل من النمو فانه لوحظ ان النباتات التي تتعرض لmoderate Water stress في بعض الأحيان يكون نموها اكثر وبسرعة وخاصة عند إعادة ريها فأنها تنمو اكثر من تلك النباتات التي لم تتعرض ل Stress Water وربما يحدث تجمع للكربوهيدرات و المركبات النيتروجينية في ألStressed Plov فتكون بعد ذلك في متناول النبات وتعمل علي تنشيط نموه عند توفر الماء .