



المحاضرات النظرية

Chap.1

الغذاء والإنسان

تتلخص مشكلة قلة الغذاء في العالم بزيادة السكان بحسب متوالية هندسية geometric progression فيما بتزايد إنتاج الغذاء بحسب متوالية حسابية arithmetic progression , وبذا تبقى الهوة (gap) كبيرة بين السكان وزيادة الغذاء و يولد كل يوم أكثر من ربع مليون نسمة من الأفواه الجائعة التي تحتاج الغذاء ، وتزداد الصين وحدها سنويا بما يقارب مجموع سكان العراق.

هنالك مشكلتان في التغذية في العالم:

- 1- Under nutrition وهي نقص التغذية حيث لا يجد العديد من سكان العالم ما يأكلون قبل أو بعد ما يذهبون إلى النوم.
- 2- Malnutrition وهي سوء التغذية، أي قد يتوفر بعض الغذاء للإنسان ولكن لا يتوفر الآخر وبذا يعاني هذا الشخص من نقص في البروتين الحيواني أو المعادن أو الفيتامينات. يشكل ٥٠% من سكان العالم معاناة المشكلتين المذكورتين.

يغطي الفقر قارات أكثر من أخرى خصوصا أفريقيا و اسيا بالمقارنة مع أوروبا وأميركا وغيرها ، كما انه في أغنى دولة بالعالم وهي الولايات المتحدة يوجد أكثر من ٣٥ مليون منسمة يعانون من الفقر .

عناصر الحياة

هنالك خمسة مكونات أساسية لإنتاج الغذاء على هذا الكوكب هي الماء والهواء والطاقة والكلور فيل والمعادن . يتصدر الماء المرتبة الأولى وهو المشكلة الأولى اليوم في العالم الذي يعاني من أزمات حادة في العديد من دول العالم وهو أكثر مركب يدخل في تركيب ونمو الكائنات الحية حيث يتراوح في وجوده فيها بنسبة ٥-١٥ % في البذور وحوالي ٧٠-٩٠ % في النباتات والحيوانات المختلفة ، وفي بعض أنواع الأسماك نسبته ٩٩ % ، كما في اسماك jelly fish . ينشق الماء داخل النبات إلى O و H وبوجود CO₂ في الهواء مع الكلور فيل في النبات تنتج النباتات الطاقة المتمثلة اغلبها في CHO حيث تحوي النباتات معدل ٩٠-٩٥ % منها على أساس الوزن الجاف . والباقي ٥-١٠ % معادن.

ينتج الغذاء على اليابسة وفي البحار والمحيطات ، وإذا اعتاد الانسان ان ينتج الطاقة من اليابسة الا ان معدل ما تنتجه وحدة واحدة من مساحة لبحار والمحيطات يمكن ان تنتج طاقة بقدر ما تنتجه نفس المساحة من اليابسة.

حاجة الانسان للغذاء والمشكلة القائمة

يحتاج الرجل الاعتيادي البالغ ٣٥٠٠ سعرة يوميا (سعرة كبيرة Ca) والتي يعبر عنها كذلك (Kc) ، فيما تحتاج المرأة معدل ٢٥٠٠ سعرة يوميا وتحتاج المرأة الحامل والرجل الرياضي ما بين ٤٠٠٠-٤٥٠٠ سعرة يوميا لو اعتبرنا معدل وزن الانسان في العالم ٥٠ كغم وان هذا الانسان يستهلك شهريا بقدر وزنه من الطعام لوجدنا انه يحتاج معدل ٦,٠ طن غذاء سنويا ، واذا علمنا ان سكان اليوم هو اكثر من ٦ بليون نسمة لاصبحت حاجة البشرية من الطعام سنويا بمعدل ٣,٦ بليون طن في الاقل ، فيما يكون مجموع الغذاء المنتج عالميا هو بحدود ٤ بليون طن ، فاذا طرح منه معدل ٢٥% ضائعات فانه سيكون لدينا عجز غذائي بما لا يقل عن ٠,٦ بليون طن بادنى تقدير. فضلا عن ذلك العجز في مجموع انتاج الغذاء ، فهناك سوء في التوزيع حيث تجد ان الدول المتقدمة تنتج ويزداد انتاجها سنويا اكثر مما تنتج او يزداد انتاج الغذاء في الدول النامية . في ادناه قيم لمجموع السعرات الحرارية التي يتناولها الفرد في بعض القارات والدول:

القارة	السعرات اليومية	نباتي	حيواني
اسيا	٢٣٢٦	٢١٢٦	٢٠٠
اوربا	٣٤٧٧	٢٣٤١	١١٣٦
افريقيا	٢٦١٧	٢١٨٣	٣٤٥
اميركا الشمالية والوسطى	٣٢٩٢	٢٢٦١	١٠٣٠
اميركا الجنوبية	٢٥٨٨	٢١٠٠	٤٨٨

الدول	السعرات اليومية	نباتي	حيواني
العراق	٢٦٤٣	٢٤٣٧	٢٠٦
مصر	٢٩٥٠	٢٧٦١	١٨٩
اميركا	٣٦٥٢	٢٣٢٢	١٣٣١
الدانمارك	٣٥٠٢	١٩٥٠	١٥٥٢
انكلترا	٣٣١٥	٢٠٨٨	١٢٢٧
الهند	١٩٩٨	١٩٠٩	٨٩
الصين	٢٤٧٢	٢٢١٨	٢٥٤
البرازيل	٢٥١٧	٢١١٣	٤٠٤

بشكل عام يقسم واقع التغذية في العالم إلى مجموعتين ، الأولى تضم الولايات المتحدة ونيوزيلندا واوربا واستراليا بمعدل سعرات ٣٣٠٠ يوميا وبنسبة سعرات من مصدر حيواني قد تصل ٥٠% من مجموع السعرات والمجموعة الثانية في افريقيا واسيا وبعض دول امريكا اللاتينية مشكلتها في مجموع السعرات ٢٤٠٠ سعرة يوميا مع نسبة سعرات من مصدر حيواني ١٠-١٥% فقط من مجموع السعرات. وبذا فهم يعانون من مشكلتين : الاولى قلة مجموع السعرات والثانية قلة السعرات ذات المصدر الحيواني الاساسية لتوفير الاحماض الامينية والفيتامينات والمعادن المختلفة. يقدر ماينتج في العالم سنويا (من دون الضائعات) معدل ١,٩ بليون طن حبوب وبقول و١,٣ بليون طن فاكهة وخضر و٠,٨ بليون طن لحوم حيوانية واسماك وحليب وبيض وعسل بتقدر نسبة الغذاء البحري في العالم اليوم بحدود ١٠% من مجموع الغذاء فيما تشكل الحبوب معدل ٧٣% من السعرات. وبذا فان نسبة ٩٥% من الارض الزراعية مخصصة لانتاج المحاصيل الحقلية .

هنالك عوامل إنتاجية طبيعية متوفرة بطبيعتها في بيئة معينة مثل جودة التربة ووفرة مياه الأمطار أو الأنهار وقلّة ملوحتها وقلّة الأوبئة واعتدال المناخ وغير ذلك مما يجعل الإنتاجية Productivity في وحدة المساحة مرتفعة بالمقارنة مع منطقة أخرى فيها برودة شديدة أو حرارة مرتفعة أو ملوحة وقلّة المياه الجيدة وغير ذلك حيث تكون إنتاجية الأرض متدنية ، وهنا لابد من ابتكار وسائل ترفع إنتاجية الأرض، وبذا لابد من صرف تكاليف إضافية. يوضح الجدول التالي معدل الإنتاجية أو النمو (غم/م² /يوم) لبعض المحاصيل في بعض الدول:

المحصول	المعدل العالمي	الدولة	معدل الإنتاجية
الحنطة	٢,٣	هولندا	٨,٣
الذرة الصفراء	٢,٥	اميركا	٥,٦
الرز	٢,٧	اليابان	٨,٠
البطاطا	٢,٦	هولندا	٥,٦
قصب السكر	٤,٤	اميركا	٩,٤
بنجر السكر	٤,٣	هولندا	٨,٢
Algae	—	اليابان (طوكيو)	١٢,٤

أما العوامل الطبيعية لإنتاجية الأرض فهي كما أسلفنا مهمة جدا لتسهيل رفع الإنتاجية ، وان الأرض العربية (في الوطن العربي) تعد من بين الأراضي القليلة الإنتاجية إلا انه يمكن تحسينها بالإدارة الجيدة . يوضح الجدول التالي بعضا من تلك التقديرات:

الدولة	الطوبوغرافيا	كفاية التربة	كفاية الحرارة	كفاية الإمتار	توزيع الإمتار	استقرار الجو	حالة السوق	مجموع النقاط
بريطانيا	٣	٣	٣	٤	٣	٤	٤	٢٤
روسيا	٤	٣	٢	٢	٣	٢	٢	١٨
اليابان	١	٢	٣	٤	٣	٣	٣	١٩
شمال الهند	٣	٣	٤	٢	٣	٢	٣	٢٠
الصين	٣	٣	٣	٢	٣	٢	٢	١٨
سوريا	٢	٢	٣	١	١	١	١	١١
السودان	٣	٢	٣	٢	٢	١	٢	١٥
استراليا	٢	٣	٣	٢	٢	٢	٢	١٦
الصحارى	١	١	٣	١	١	٢	٠	٩

ضوء الشمس

الشمس هي مصدر الطاقة للإحياء ، وبدونها لن توجد حياة على هذا الكوكب يقدر ما يصل إلى سطح الأرض من أصل طاقة الشمس ما يعادل (2×10^{-9}) فقط. ويقدر بعض الباحثين أن طاقة الشمس الساقطة على مساحة ٣,٧٥ كم^٢ خلال يوم واحد تعادل قنبلة هيروشيما غير أن سعة المساحة وطول الفترة خلال النهار وعوامل أخرى لا تجعل الأشعة ضارة لا بل أساسية لوجود الحياة للإنسان والحيوان والنبات. يستخدم من ضوء الشمس وعملية التمثيل الكربوني نسبة ١-٢ % فقط من الضوء الساقط على الأرض.. تحجب الغيوم وبخار الماء والغبار والهواء المحيط بكوكب الأرض حوالي ٤٧ % من الإشعاع الساقط عليها فان معدل ٢ % فقط يدخل في التمثيل الكربوني ، وان أعلى مقدرة لأفضل نبات على الاستفادة من ضوء الشمس لا تزيد عن ٦ %

من تلك الطاقة الساقط على الأرض ، علما ان كل مليون سعرة من ضوء الشمس تستخدم لانتاج سعرة واحدة فقط من الغذاء.

يمكن القول ان حوالي ١\٢ نصف ضوء الشمس هو مرئي والنصف الآخر غير مرئي (عبارة عن حرارة)، وان الطول الموجي للضوء المرئي هو ٣٨٠- ٧٥٠ نانومتر (١٠^{-٩}) من المتر. تترتب الألوان من الأقصر إلى الأطول بحسب الآتي : البنفسجي والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر (VBG\YOR). تقع الأشعة الكونية cosmic rays وأشعة x إلى يسار الضوء المرئي، فيما تقع الأشعة تحت الحمراء والراديوية إلى اليمين من الضوء المرئي لأنها أطول بكثير من الضوء المرئي ١٠٠٠٠- ١٠٠٠٠٠٠ نانومتر .

ان الضوء الساقط على الأرض يختلف في كفاءته للمحصول باختلاف زاوية السقوط وطول الموجة (PAR= Photosynthesis Action Radiation) وشدة الإضاءة وفترتها.

قياسات الضوء

- ١- كثافة انسياب الفوتونات PFD (Photon flux density) تمثل هذه القيمة قراءة PAR وهي من الضوء المرئي الفعال للتمثيل الكربوني.
- ٢- الإشعاع الشمسي solar irradiation يشمل الإشعاع الشمس المرئي visible وغير المرئي invisible وبذا فان الإشعاع قسمان : ضوء Light ونور illumination والأول فيه حرارة والثاني فيه إنارة فقط، وأفضل مثال للنور هو نور القمر حيث ليس فيه طاقة حرارية. أن معدل الإشعاع له عدة وحدات منها الواط watt ويعد ضوء الشمس الكامل full sunlight معادلا ١٠٠٠ واط عند مستوى سطح البحر، وبذا فان طاقة الشمس داخل الظلة النباتية هي اقل من هذه القيمة وما يصل إلى سطح الأرض داخل الحقل اقل منها بكثير.
- ٣- نور الشمس solar illumination وهذا هو الضوء المرئي (دون الطاقة الحرارية) ويعبر عنه بوحدات مختلفة منها Lux و Klux، ونور الشمس الكامل يعادل ١٠٠ كيلو لوكس. أن أشهر وحدة قياس قديمة للطاقة هي السعرة (سعرة\سم^٢ دقيقة) ويعد نور الشمس الكامل عند مستوى سطح البحر معادلا لمقدار ١,٩٣ س\سم^٢ د والمسمى الثابت الشمس solar constant . أما الوحدات الحديثة المستخدمة في هذا المجال اليوم فهي المايكرواينشاتين (١\سم^٢ microenstain\سم²) وتكتب كذلك $\mu.s^{-1}.cm^{-2}$. يختلف الثابت الشمسي باختلاف الموقع عن غلاف الأرض، فهو مثلا كمعدل على سطح الأرض بين ١,٢- ١,٣ س\سم^٢ د فيما يصل في الفضاء الخارجي المحيط بالأرض إلى ٣,٣ س\سم^٢ د ويهبط إلى حوالي ٠,٨ س\سم^٢ د، داخل الظلة النباتية في اشد أشهر السنة حرارة (آب).

وحدات الضوء

واط واحد\م^٢ = ٣,٤ مايكرواينشاتين\تا\م^٢

سعرة\سم^٢ د = ٦٩٨ واط\م^٢

Mole = ٣٠ غم مادة جافة نباتية (CH₂O)

المايكرومول $\mu m = ١٠$ مايكرواينشاتين\تا\سم^٢

السعرة = ٨,٦٤ مايكرواينشاتين

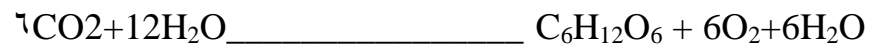
إذا اعتبرنا معدل فترة الإشعاع في اليوم ١٢ ساعة بمعدل أشعاع ٠,٨ سعرة\سم^٢ د فان مجموع الطاقة لذلك اليوم ٥٦٧ سعرة\سم^٢ د\يوم ويعادل ما مجموعه ٤٩٧٧ مايكرواينشاتين

اسم^٢ايوم وهو رقم كبير كمعدل لليوم ، ونظرا لكون الإشعاع صباحا ومساء ضعيفا جدا فان معدل الإشعاع الفعلي من الرقم المذكور هو ٢١٩٠ كحد أقصى ، علما أن معدل الإشعاع اليومي يحسب على اساس ٢٠٠٠ مايكرواينشاتين اسم^٢ايوم. لقد تم تسجيل الإشعاع في بغداد في الساعة السابعة صباحا والواحدة ظهرا والسادسة مساء فكانت ٢٠٠ و٩٨٠ و١٠٠ مايكرواينشاتين في شهر شباط ، فيما كانت في اذار لنفس الساعات ٨٠٠ و٢٠٠٠ و٥٠ مايكرواينشاتين بالتتابع يشكل معدل الإشعاع اليومي ٧٥% من الإشعاع الأقصى ، ايلوكان معدل الإشعاع الأقصى ٢٠٠٠ في الساعة الثانية ظهرا لكان معدل الإشعاع لذلك اليوم هو ١٥٠٠ مايكرواينشاتين فقط . يستخدم تعبير quantum لقياس طاقة PAR ووحداته مايكرواينشاتين ، بينما يستخدم تعبير Irradiation لقياس الإشعاع ووحداته الواط ويستخدم للنور photometer بوحدات لوكس.

Chap.2 د.بنان حسن هادي

الإنتاجية وحسابات التمثيل الكربوني

إذا كانت عملية التطور evolution هي أهم عملية حدثت على الأرض في عالم الإحياء ، فان التمثيل الكربوني photosynthesis هي أهم عملية تجري اليوم لإبقاء الحياة مستمرة لتلك الأحياء . ان الطاقة الحرارية والغذاء والكساء والإيواء والدواء كلها معتمدة على تلك العملية التي تتم بحسب المعادلة التالية :



بالاستناد إلى نواتج هذه العملية الأساسية للحياة تتشكل حلقات الغذاء food webs ، حيث تعيش الكائنات النباتية الصغيرة في البحار والمحيطات عليها ، فيما تعيش على الأخيرة الكائنات الحيوانية الدقيقة والأخيرة تتغذى عليها حيوانات اصغر وهكذا حتى تصل إلى الإنسان .

ان طاقة البترول التي تحت الأرض هي كذلك ناتجة من كائنات حية ذات علاقة بالتمثيل الكربوني التي خلفت ورائها عبر الزمن البترول والفحم الحجري وغيره والتي تحركت ولازالت تتحرك نحوها جيوش الغزو الاستعماري لتلك الدول المالكة لها ، وبذا فان الملابس البولستر ومواد البلاستيك المختلفة (اللدائن) وما يسمى بالنايلون وغيرها عديد من ألبسة وأثاث و مواد كهربائية منزلية كلها دخلت فيها منتجات زراعية بصورة غير مباشرة .

يزود الهكتار الواحد من الأرض المزروعة معدل ٦ طن أوكسجين الجو يكفي لتنفس ١٢ شخص لسنة كاملة . ويستهلك في نفس الوقت معدل ٧ طن CO₂ فيخلص الجو والانسان منها .

تدخل في تلطيف الجو و دورة الماء في الطبيعة على كوكب الارض . تحدث عملية التمثيل الكربوني داخل خلية النبات التي تحوي المادة الخضراء (الكلوروفيل) على سطوح اجسام الكلوروبلاست حيث تتحد ١٢ جزيئة ماء مع ست جزيئات ثنائي اوكسيد الكربون لتعطي جزويئة واحدة من السكر وست و جزيئات من الاوكسجين و الماء وذلك بوجود ضوء الشمس و المغنيسيوم .

يحتوي ضوء الشمس المرئي الالوان البنفسجي والاخضر و الاصفر و البرتقالي والاحمر ، ويمتص النبات منها الازرق و الاحمر فيما تعكس الكلورو بلاست اللون الاخضر تحوي المادة الجافة في النباتات ٩٠_٩٥ % CH_2O والباقي عناصر (Ash) فيما تحوي الكربو هيدرات CH_2O معدل ٤٤ % من كل من الكربون و الاوسجين و ٦ % هيدروجين والباقي عناصر .

ان هدف العملية الزراعية هو الحصول على اكبر قدر من المادة الجافة (TDM) في وحدة المساحة وعلى اكبر نسبة تحويل من هذه المادة إلى الجزء الاقتصادي (البذور) عادة وبما يسمى دليل الحصاد (Harvest index).

مثال حسابي

اذا كان مجموع الاشعاع الشمسي في حقل الذرة ال صفراء هو ٥٠٠ سعرة /سم^٢ /يوم وبمعدل تنفس النباتات هو ٣٣%، من مجموع الطاقة المصنعة، فاذا كانت نسبة العناصر في المادة الجافة هي ٨ %، فكم مجموع TDM (طن/هكتار) التي يمكن ان ينتجها الهكتار من ذلك المحصول في فترة ١٠٠ يوم اذا علمت ان معدل استفادة نباتات ذلك الحقل ٨١,٦٧ من طاقة الشمس الساقطة عليها؟

الحل:

مجموع الطاقة = ٨,٦٤ × ٥٠٠ = ٤٣٢٠ مايكرواينشاتين /سم^٢ /يوم (فيما لو امتصت كل الضوء)

$$٤٣٢٠ \times ٠,٨١٦٧ = ٣٥٢٨ \text{ مايكرواينشاتين / سم}^٢ \text{ /يوم}$$

وحيث ان كل مايكرومول = ١٠ مايكرواينشاتين فان مقدار الطاقة التي أنتجها النبات = ٣٥٣ مايكرومول / سم^٢ /يوم فان مقدار الطاقة التي انتجها النبات = ٣٥٣ مايكرومول / سم^٢ /يوم

وحيث ان التنفس قد هدم ٣٣% من تلك الطاقة فان ما بقي منها = ٣٥٣ × ٠,٦٧ = ٢٣٧ مايكرومول / سم^٢ /يوم

ولأجل تحويل مايكرومول / سم^٢ /يوم إلى مول / سم^٢ /يوم

$$\text{نقول } \frac{237}{1000000} \times ١٠٠٠٠٠ \text{ سم}^٢ = ٢,٣٧ \text{ مول / م}^٢ \text{ /يوم}$$

ولأن كل مول = ٣٠ غم CH_2O

اذن ٢,٣٧ × ٣٠ = ٧١,١ غم مادة جافة CH_2O /م^٢ /يوم

ولما كان هناك ٨% عناصر في المادة الجافة

$$\text{أذن يكون مجموعها } ٧١,١ \times \frac{100}{92} = ٧٧,٣ \text{ غم مادة جافة /م}^٢ \text{ /يوم}$$

$$\frac{77g \times 10000m^2 \times 100days}{1000g \times 1000kg} = \text{اذن مقدار ماينتجه الهكتار الواحد خلال موسم النمو المحصول}$$

$$= 77 \text{ طن|هكتار حاصل المجموع الكلي للمادة الجافة من الذرة الصفراء (القش + الحبوب)}$$

وإذا أردنا تحويل هذا الرقم (77 طن مادة جافة |هكتار) إلى الحاصل الكلي الأخضر نضرب

$$\frac{dw1}{dw2} \times \text{طن} 77 \text{ الحاصل}$$

$$Dw1 = \text{الوزن الجاف في الحالة الأولى (وهو 100% لأنه مادة جافة)}$$

$$Dw2 = \text{الوزن الجاف في الحالة الثانية للمادة الخضراء على افتراض ان فيها معدل 70% ماء}$$

اذن يبقى فيها 30 جزء TDM

$$\text{الحاصل الأخضر} = 77 \text{ طن} \times \frac{100}{30} = 256,7 \text{ طن|هكتار من المادة الخضراء الكلية في ذلك}$$

الحقل برطوبة 70%.

مثال آخر:

أنتج حقل معدل 6200 كغم|هكتار حبوب ذرة صفراء برطوبة قياسية 10% مع 6270 كغم

|هكتار مادة جافة من السيقان والأوراق و 4480 كغم|هكتار مادة جافة من الجنور، فإذا كانت

نسبة المادة اللاعضوية في المادة الجافة 10% ومعدل التنفس 25% ومعدل الإشعاع 500

سعره|سم²|يوم خلال موسم النمو (100 يوم)، فكم كفاءة المحصول في التمثيل الكربوني؟

نحسب أولا المادة الجافة الفعلية في الحبوب بالاتي:

$$\text{وزن الحبوب الجافة} = 6200 \times \frac{85}{100} = 5270 \text{ كغم|هكتار حبوب جافة (بدون رطوبة)}$$

$$\text{مجموع TDM الكلي} = 5270 + 6270 + 4480 = 16020 \text{ كغم|هكتار مجموع TDM}$$

(مع العناصر)

$$\text{اذن مجموع TDM من دون العناصر} = 16020 \times 0,9 = 14418 \text{ كغم|هكتار TDM بدون}$$

عناصر

ولما كان معدل التنفس 25%

$$\text{اذن } 14418 \times \frac{100}{75} = 19224 \text{ كغم|هكتار مجموع TDM (قبل التنفس)}$$

نظرا لكون كل كغم واحد سكر يحتاج 3760 كيلو سعره لتصنيعها

$$\text{إذن كمية الطاقة الموجودة في المادة الجافة المنتجة} = 19224 \times 3760 = 72282240$$

كيلو سعره

ولما كان معدل الإشعاع هو 500 سعره|سم²|يوم

$$\text{اذن مجموع السرعات الساقطة على م}^2 = 10000 \times 500 = 5000000 \text{ سعره}$$

وما يسقط على الهكتار الواحد منها $5000000 \times 10000 = 50$ بليون سعرة

$$\text{اذن كفاءة التمثيل لذلك المحصول} = \frac{72282240}{5000000000} \times 100 = 1,4\% \text{ فقط}$$

أن كفاءة المحصول في التمثيل الكربوني بالاستفادة من طاقة الشمس تختلف باختلاف الصنف والنوع ومعدل الإشعاع وموسم النمو، وبذا فإن نفس المحصول (الذرة الصفراء) الذي ينمو على خط الاستواء سيكون أقل كفاءة في التمثيل حيث يعيش حوالي 300 يوم، ولكن انتاجه يمكن ان يكون اعلى من غيره في مناطق اخرى من العالم، لأن ارتفاع كفاءة التمثيل وحدها ليس بدليل قاطع على زيادة الانتاجية بسبب وجود عوامل اخرى مؤثرة في العملية الحيوية . لقد وجد مثلا كفاءة التمثيل التمثيل في الرز في اليابان هي بين 2-2,5%. وكذلك الحنطة في الدانيمارك و 2,4 لقصب السكر في ولاية هوايي الامريكية و 3,5% للذرة الصفراء في كاليفورنيا و 6% لعدة محاصيل في هولندا . بشكل عام يصعب الحصول على معدل تمثيل اكثر من 6% في معظم ظروف الانتاج السائدة في العالم للمحاصيل المختلفة. توضح المعادلتان التاليتان على العلاقة بين الجزء الاقتصادي المقصود للمحصول وعلاقته بموسم النمو ودليل الحصاد:

$$TDM = NAR \times (\text{duration growth season}) \text{days}$$

$$NAR = \text{net assimilation rate } g/m^2/d$$

$$TDM \times HI = \text{grain yield}$$

$$HI = \text{Harvest index}$$

$$CGR = \frac{TDM}{DTM}$$

$$CGR = \text{Crop growth rate } (g/m^2/d)$$

$$TDM = \text{total dry matter}$$

$$DTM = \text{Days to maturity}$$

بعض العوامل المرتبطة بزيادة الإنتاجية

يمكن الإشارة إلى بعض العوامل المؤثرة في زيادة انتاجية المحصول في وحدة المساحة

١- المساحة الورقية للنبات

٢- نوع ونسبة الكلورفيل في البلاستيدات وعدده في الخلية

٣- ارتفاع النبات وعلاقته بطريقة توزيع الاوراق

٤- نسبة التنفس في النبات

٥- طبيعة دليل الحصاد في الصنف

٦- نشاط وحجم المجموع الجذري للنبات

٧- ثبات تداخل العمليات الايضية لنبات صنف مع عوامل النمو والتي يعبر عنها

بتداخل الوراثة \times البيئة $G \times E$ interaction والتي عبر عنها

الباحث Billing باسم Holocoentic concept والتي تدخل فيها عوامل

الحرارة والرطوبة والجاذبية الارضية والرياح والكائنات الحيوانية والاشعاع

وزاوية السقوط ونسجة التربة وكيمياء التربة وخواصها الفيزيائية والكيميائية

المختلفة ونوع وكمية ماء الري وتوزيعه....الخ.

لقد ازداد معدل الانتاجية للحنطة في السنوات الاخيرة بمعدل ٥٠-٧٠% والذرة الصفراء ١٠٠% ومحاصيل اخرى قد تصل إلى ١٥٠% او اكثر وذلك بفضل تحسين عاملين رئيسيين هما طبيعة التركيب الوراثي وتحسين عمليات خدمة التربة والمحصول، علما ان الاخيرة دورها (كنسبة مئوية) اكبر بكثير من تأثير الصنف في زيادة الحاصل إلا اننا نحتاج لتحسين الصنف وراثيا عندما تتوقف استجابة الصنف المزروع لمدخلات النمو المضافة من تسميد وري وكثافة نباتية ومسافات زراعة ومكافحة وغيرها. يمكن القول انه قد يمكن زيادة حاصل محصول بالتربية لغاية ٥٠-١٠٠% ولكن يمكن رفع زيادة حاصل المحصول بنسبة ٥٠٠-١٠٠٠% في عدة حالات لاسيما في دول العالم الثالث وذلك لدى ضمان تطبيق عمليات خدمة التربة والمحصول بصورة جيدة. لقد انتجت عدة دول أرقاما قياسية في انتاجية بعض المحاصيل .

Yield potential يمثل المقدرة القصوى للتركيب الوراثي على الانتاجية تحت ظروف جيدة (شبه مثلى) فأنتجت الحنطة ١٥ طن\هكتار في انكلترا والذرة الصفراء ٢٠-٢٤ طن\هكتار في اميركا والشلب ١٣ طن\هكتار في الهند والصويا ٧,٤ طن\هكتار وقصب السكر ٢٥٠ طن\هكتار والبنجر ١٤٠ طن\هكتار والبطاطا ١٢٦ طن\هكتار في اميركا. من الجدير بالذكر ان الحنطة في العراق القديم كانت تنتج معدل ٢ طن\هكتار بحدود ٢٤٠٠ ق.م و١,٢ طن في ٢١٠٠ ق.م و١ طن\هكتار في ١٧٠٠ ق.م ولازال معدل العراق بهذا المستوى إلى اليوم. اي نحن نعمل في العلوم الزراعية بما يعادل ما قبل الميلاد. بشكل عام نحن ننتج من معدل المحاصيل المختلفة بما يعادل $\frac{1}{10}$ من المقدرة الانتاجية القصوى Yield potential.

بشكل عام ينمو نبات المحصول مع الزمن بمنحنى يسمى sigmoid curve الذي يشبه الحرف s ولكن بعض الحالات قد يكون هذا المنحنى مستقيما اذا لم توضع المدة الزمنية وعوامل النمو بصورة دقيقة. ان حاصل بذور المحصول ترتبط بمكونات الحاصل الوراثية المظهرية genetic –morphologic yield component وترتبط الأخيرة بمكونات الحاصل الوراثية الفسلجية genetic physiological yield components تشمل الأولى عدد الرؤوس للنبات وعدد البذور للرأس ووزن الحبة التي لو أعطيت الرموز z,x,y وحاصل البذور w فان : $w=z.x.y$

أما مكونات الحاصل الوراثية الفسلجية فتمثل مجموع المادة الجافة TDM وايام موسم النمو DTM ومعدل نمو المحصول CGR ودليل الحصاد HI الذي يستخرج من قسمة حاصل البذور على TDM معبر عنه بنسبة مئوية .

ان مربى النبات عندما يعمل على تحسين صنف معين لابد ان ينظر إلى حجم التغيرات في تحت مكونات الحاصل او مكونات الحاصل لانه كلما كان تغاير الصفة كبيرا كانت عملية الانتخاب فعالة اكثر في زيادة تلك الصفة من جهة اخرى فان من المعلوم ان زيادة البعد الاصغر لمكونات الحاصل يعطي فعلا احسن في التحسين ، فمثلا نجد ان زيادة عرائيص النبات الواحد في الذرة الصفراء من 1 إلى 1,5 هي افضل من زيادة عدد حبوب العرنوص 400_500 (مع ثبات المكونات الاخرى) و يمكن تجربة ذلك بمعادلة عددية بسيطة لمعرفة مقدار الزيادة في الحاصل .

هذا ومن المعلوم ان وزن البذرة لمعظم المحاصيل هو من اكثر المكونات ثباتا من جيل لآخر ، الا اذا وجدت تغيرات في الصنف نتيجة وجود خلط وراثي ، وان تلك البذور تعطي نباتاتها نفس مكونات الحاصل الاخرى .

يمكن ربط حاصل المحصول او احد مكوناته مع عوامل النمو الاخرى بمعادلة الانحدار :

$$\boxed{\ddot{y}} = \bar{Y} + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

وبذا سوف نستخرج معدل الزيادة في الصفة المدروسة (المتغير التابع) بتغيير وحدة واحدة من المتغير المستقل (مثل التسميد او عمق الري او موسم النموالخ).

تطبع الصنف للبيئة

تعد ظاهرة التطبع adaptation لبيئة معينة من العوامل الأساسية لاستقرار الإنتاج وما يسمى بالزراعة المستقرة sustainable agric. تختلف أصناف وأنواع المحاصيل بشدة في خاصيتها على التطبع وهي صفة وراثية تتداخل مع عوامل البيئة (GXE). لقد عرف ان الصويا من المحاصيل الضيقة التطبع Narrow adaptation فيما تكون الحنطة والشعير من المحاصيل الواسعة التطبع wide adaptation، بتعبير اخر لقد ادخلنا بضعة من اصناف الصويا للعراق فقد لا تتجح في الحصول على صنف واحد ذي انتاجية جيدة في العراق ولكن يمكن الحصول على ذلك لاحد اصناف الحنطة المدخلة للسبب الذي ذكرنا يمتاز الصنف المتطبع لبيئة معينة adapted بانه مستقر الحاصل نسبيا ، فيما يكون الصنف القابل للتطبع adaptable ذا انتاجية اعلى في بيئة معينة خاصة specific adaptation لكن قد يعطي حاصلًا ضعيفا جدا في بيئة اخرى . تمتاز الاصناف المحلية في العالم بانها متطبعة بتلك البيئة وبذا فان انتاجيتها منخفضة، بينما الاصناف المحسنة تكون انتاجيتها اعلى بكثير من الاولى وذلك انتجت وطورت لتستجيب لعوامل النمو المتاحة (كثافة نباتية، تسميد عالي، ري متكرر.....الخ. وهي اهم صفة للاصناف والهجن المحسنة.

حساب الوحدات الحرارية

يمكن اعتماد المقياس المئوي Celsius او الفهرنهايتي لحساب الوحدات الحرارية الا ان النظام المترى العالمي يعتمد المقياس المئوي ومنذ عشرات السنين .

لكل محصول جرجة حرارة صغرى للنمو تسمى base temp. او threshold value وهي اصغر درجة حرارة يمكن ان يحدث بها النمو او الانبات لذلك المحصول. لناخذ المثال التالي لمعرفة كيفية حساب تلك الوحدات

مثال : اذا كانت درجة الحرارة الصغرى لنمو الذرة الصفراء هي ١٢ م° وكانت الدرجة العظمى هي ٤٥ م° في تلك البيئة والصغرى ٢٥ م° ونضج ذلك المحصول خلال اربعة اشهر ، فكم مجموع الوحدات الحرارية التي اخذها للوصول للنضج؟

الحل:

$$\text{نستخرج معدل حرارة النمو} = \frac{25+45}{2} = 35 \text{ م}^\circ$$

$$35 - 12 = 23 \text{ م}^\circ \text{ درجة الحرارة اليومية التي كان النبات يستفيد منها}$$

٢٣ × ١٢٠ يوم = ٢٧٦٠ وحدة حرارية يستهلك المحصول خلال موسم النمو تحت تلك الظروف كي ينضج.

يطلق على الوحدات الحرارية heat units بتعبير (Growing degree day)GDD

واذا وردت درجات الحرارة بالمقياس الفهرنهايتي

فان

$$\text{م}^\circ = (F - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$F = 32 + \left(\frac{9}{5} \times \text{م}^\circ\right)$$

طبيعة النمو growth habit

ان طبيعة النمو لبعض المحاصيل لها علاقة مباشرة بموسم النمو ، فمثلا هناك محاصيل محدودة النمو determinate growth واخرى indeterminate growth ، فلولى ينتهي النبات بنورة زهرية ويتوقف النمو مثل الحنطة والشعير والذرة بنوعيهما وغيرها ، أما الثانية غير المحدودة النمو فمنها بعض اصناف فول الصويا والقطن والبقلاء والبازليا حيث يوقف نمو الشتوية الحرارة العالية والصيفية منها تتوقف بالبرودة المنخفضة ، وخلاف ذلك يمكن ان تستمر بالنمو واعطاء الحاصل، يمكن للقطن مثلا عند خط الاستواء ان ينمو لعدة سنوات بحيث يصبح شجرة يستظل بظلها وذلك لعدم انخفاض درجات الحرارة إلى الحد الذي يوقف نمو النبات .

ورقة العلم والحاصل

تعد ورقة العلم flag leaf في الحبوبيات من الأجزاء الفعالة في التمثيل الكاربوني وزيادة الحاصل خصوصا عند وفرة العناصر والماء ولا سيما النايتروجين ، وذلك تكون هذه الورقة هي اخر ورقة يحدث فيها الهرم senescence وانها المعرضة افضل للاشعاع فيما تكون الاوراق السفلى قد دخلت طور الهرم واصبحت طفيلية parasitic تحتاج الغذاء من النبات بدلا من تزويده به.تشارك ورقة العلم والسفا والسنبلة في الحنطة والشعير في زيادة الحاصل كمعدل ما بين ٤٠-٥٠ % وربما في بعض الحالات اعلى من ذلك .من جهة اخرى فان اطالة فترة امتلاء الحبة مرتبطة ايجابيا بزيادة الحاصل وهي غالبا في اصناف الحنطة بين ٨-١٢

اسبوعا وفي الرز والذرة الصفراء بين ٥-٨ اسابيع فقط. لقد وجد ان اطالة فترة امتلاء الحبة في بعض اصناف الذرة الصفراء يوم واحد قد اسهم بزيادة الحاصل بنسبة ٣% في حاصل الحبوب.

Chap.3 د. بنان حسن هادي

بعض عوامل الانتاجية

نتطرق في هذا الموضوع إلى بعض عمليات خدمة المحصول او التربة وعلاقتها بعوامل النمو والصنف وانعكاس ذلك في الانتاجية :

١- المساحة الورقية : تشمل المساحة الورقية سطحها الفعال للنبات وزاوية الورقة على النبات وطريقة توزيع الأوراق على الساق وهندسة الورقة (leaf architecture) ان ذلك كله يرتبط بالظلة النباتية (canopy structure) للنباتات ذلك المحصول فيتأثر مقدار الضوء المعترض من قبل الأجزاء الخضراء للنبات. لا يمكن القول أن المساحة الورقية ترتبط ايجابيا بزيادة حاصل البذور أو الثمار لكنها ترتبط ايجابيا دائما بزيادة المادة الجافة. بشكل عام ترتبط المساحة الورقية ايجابيا مع الحاصل البذري من بدء التزهير حتى النضج الا انه ليس بالضرورة أن يكون ايجابيا من البزوغ حتى النضج. ان شكل الورقة المفصص كما في القطن هو افضل لاعتراض الضوء بالمقارنة مع ورقة زهرة الشمس مثلا ، كما ان زاوية الورقة التي تجعلها بزواوية حادة مع الساق كما في بعض اصناف الذرة الصفراء والبيضاء هي افضل من الزواوية القائمة على الساق. كلما زادت المسافة بين ورقة واخرى على الساق افضل من ترتيبها الواحدة فوق الاخرى. مهما يكن من امر فان المساحة الورقية للنبات واجزائه الخضراء الاخرى تبقى هي المصدر

الاساسي لتصنيع الغذاء للنبات. يطلق على نسبة المساحة الورقية للنباتات مقسومة على مساحة الارض التي تحتلها بدليل المساحة الورقية (LAI=(Leaf area index) وله حد معين امثل لكل محصول كما ان مدة بقاء الاوراق فعالة (Leaf area duration) LAD= وهي اساسية لزيادة الانتاجية ،وبذا يمكن القول بشكل عام ان الاصناف المتأخرة النضج تعطي حاصلًا اعلى من المبكرة لهذا السبب. اذا اخذنا L طول الورقة و w عرض الورقة الاقصى فان المعادلة الخاصة لقياس المساحة الورقية للذرة الصفراء والبيضاء والنجيليات تكون :

$$LAP=0.75 \times L \cdot W \quad (1) \text{ الحنطة والشعير}$$

$$LAP=0.65 \times \sum Wi \quad (2) \text{ زهرة الشمس}$$

$$LAP = (AC)^2 \times 1.33 \quad (3) \text{ القطن}$$

$$LAP=0.4 \times L^2 \quad (4) \text{ التبغ}$$

وتوجد عدة معادلات لحساب المساحة الورقية لنباتات محاصيل اخرى وهذا يمكننا استخراج المساحة الورقية للذرة الصفراء بقياس طول الورقة الواقعة تحت ورقة العرنوص :

$$LAP=0.75 \times L^2$$

وبذا يمكن استخراج المساحة الورقية للنبات بقياس ورقة واحدة فقط ولبعد واحد فقط بدلا من قياس الطول والعرض الأقصى لكافة الأوراق كما في المعادلات السابقة.

٢- موعد الزراعة

يؤثر موعد الزراعة في الانتاجية بشكل فعال جدا لذا لا بد من زراعة كل محصول في اي منطقة جغرافية بحسب موعد الزراعة الذي تحدده الابحاث الخاصة بتلك الاصناف . ان الاصناف اذا اختلفت في موسم نموها في منطقة معينة فان موعد زراعتها لا بد ان يدرس من جديد.

٣- الكثافة النباتية : يستخدم تعبير كمية البذار rate of seeding للمحاصيل الصغيرة الحجم في نباتاتها مثل الحنطة والشعير والدخن والجت والبرسيم وغيرها حيث نقول ان كمية البذار هي كذا كغم\هكتار ،فيما يستخدم تعبير الكثافة النباتية population density للنباتات الكبيرة الحجم التي تزرع في خطوط على مسافات وتسمى row crops مثل الذرة الصفراء والبيضاء والسكرية وزهرة الشمس والقطن وامثالها . اذن في الحالة الثانية سوف نستخدم تعبير نبات \هكتار او بذرة \هكتار بحسب مسافات الزراعة . ان افضل حالة انتاجية للكثافة النباتية هي عندما نزرع النباتات على مسافات متساوية بين الخطوط والنباتات والمسامة (equidistant) حيث تتمتع النباتات كلها بنفس المقدرة على اعتراض الضوء وكذلك امتصاص الماء والعناصر الذائبة فيه.

٤- التسميد: بشكل عام تحتاج كافة المحاصيل إلى العناصر الرئيسية NPK ولكن مقدار احتياج غير البقولية من الاسمدة النيتروجينية يختلف عن البقولية لان الاخيرة تثبت النترودجين الجوي بوجود العقد البكتيرية (Bacterial nodules) . هناك العناصر الثانوية مثل الزنك والكالسيوم والحديد وغيرها ،كما ان هناك العناصر النادرة مثل الموليبدنوم الذي قد يكفي النبات منه معدل (2-1\2) جزء بالمليون فقط.

٥- الري: ان نوعية ماء الري (خلوه من الملاح والعناصر الضارة) وكميته (عمق الري) والمدة بين رية واخرى يجب ان تحدد بكل محصول لتحديد الاحتياج المائي (water consumptive use= wcu) ومنه يمكن استخراج كفاءة الاستهلاك المائي water

use efficiency وذلك بقسمة كمية الماء المستخدم للري (م³) على حاصل البذور (طن\هكتار) فنحصل على عدد الأمتار المكعبة اللازم استخدامها لإنتاج طن واحد من البذور أو من المادة الجافة الكلية.

٦- هندسة شكل النبات plant architecture

تختلف النباتات في ارتفاعها وعدد أفرعها وأوراقها ومساحتها الورقية وطبيعة تسنن وتفاصيل أوراقها وعمق وانتشار مجموعها الجذري وغير ذلك من الصفات التشريحية والمظهرية والوظيفية . لما استأنس الإنسان النباتات عرف أن أصناف نباتات العلف هي الورقية السريعة النمو بعد القطع ، وان النباتات البذرية إذا كانت أحادية الساق طويلة السلايميات متباعدة الأوراق وأوراقها شبيهة قائمة إلى الأعلى أي بزوايا حادة على الساق فهي أفضل لإنتاج البذور ، وان نباتات الحنطة والشعير وأمثالها من الحبوبيات الصغيرة كلما كانت قصيرة الساق كانت أفضل لإعطاء حاصل البذور أعلى لأنها تتحمل التسميد النتروجيني العالي دون مشكلة في الاضطجاع ، كما ان اصناف القطن الجيدة الحاصل من القطن الزهر seed cotton عن المتوسطة الارتفاع ذات الاوراق العميقة التقصص التي تشبه اوراق الباميا وهناك اصناف اخرى تفصصها اعمق تسمى super okra وإلى غير ذلك من الصفات التي كلها تؤدي إلى ظلة نباتية canopy_architecture

تستقبل اكبر قدر من الضوء فتعطي افضل حاصل من الجزء الاقتصادي المطلوب.ان كل تلك المواصفات تجعل نباتات الصنف تتحمل كثافة نباتية اكثر والتي تعد افضل صفة للصنف المستجيب لمدخلات النمو ليعطي افضل حاصل . لقد كانت اصناف الذرة مثلا تزرع بكثافة نباتية بين ٤٠ - ٥٠ الف نبات \هكتار واليوم تزرع اصناف وهجن هذا المحصول بكثافة نباتية ٧٠-٨٠ الف نبات \هكتار. كلما ازدادت الكثافة النباتية يقل الحاصل النبات الواحد ، وهي نتيجة طبيعة المنافسة ، فيما يزداد حاصل وحدة المساحة نتيجة زيادة عدد النباتات بنسبة اعلى من السابق . من جهة اخرى فان الاصناف ذات السيقان العالية هي المناسبة اكثر لدى زراعتها في تربة قليلة الماء او تحت معدل الامطار المحدودة حيث يختزل ساق النبات إلى ارتفاع اقل لكن يعطي حاصل افضل من الاصناف القصيرة الساق التي سوف يختزل ارتفاعها مرة اخرى فيقل مجموع TDM الناتج في وحدة المساحة فتعطي حاصل اقل .

حسابات الكثافة النباتية:

لو أريد زراعة احد أصناف القطن بكثافة ١٠٠ ألف نبات \هكتار على مسافة زراعة بين نبات وآخر ٢٠ سم ، فكم هي المسافة التي يجب ان تعبر عليها البادرة لزراعة هذا المحصول في خطوط؟

لا بد من استخراج عدد النباتات في المتر المربع بحسب الكثافة النباتية وكما يلي

$$\frac{100000Plant \ h}{10000 m^2} = 10 p \ m^2$$

ثم لا بد ان نستخرج المساحة التي يحتلها لما يزرع بمعدل ١٠ نبات \الكل متر مربع

$$10000 cm^2 = 10000 \text{ سم}^2 \text{ المساحة التي يحتلها النبات الواحد} \\ 10 plants$$

ولما كانت المسافة بين نبات وآخر هي ٢٠ سم فان المسافة بين خط واخر التي يجب ان تعبر

$$\text{عليها البادرة} = \frac{1000 cm^2}{20 cm} = ٥٠ \text{ سم المسافة بين الخطوط} .$$

مثال اخر:

اريدت زراعة زهرة الشمس بكثافة نباتية ٧٠ الف نبات |هكتار ونسبة البزوغ في بذور الصنف ٩٠% ووزن ١٠٠ بذرة هو ٧ غم ، كم كمية البذار (كغم|هكتار) التي يجب الزراعة بها لهذا المحصول؟

$$\text{كمية البذار (كغم |هكتار)} = \frac{\text{plant population} \times \text{seed weight}}{1000 \text{ gm} \times \text{emergence\%}}$$

$$= \frac{70000 \times 0.07}{1000 \text{ gm} \times 0.9} = 5,44 \text{ كغم |هكتار}$$

هذا اريد الاحتياط للمحافظة على الكثافة النباتية من ضرر طيور او ملوحة او عدم استواء للارض فيمكن اضافة اية نسبة إلى تلك الكمية وبحسب ما يقدرها المختص في تلك المنطقة . من جهة اخرى فاننا نحتاج احيانا إلى معرفة عدد البذور المطلوب زراعتها في الهكتار لان هناك عاملين اساسيين يؤثران في عدد البذور في كل كغم واحد منها وهما وزن البذرة وكثافتها الظاهرية ، يحوي الكغم الواحد من اصناف الذرة الصفراء المستخدمة في العراق ٤٠٠٠-٥٠٠٠ بذرة وفول الصويا بحدود ٨-١٠ الاف بذرة وزهرة الشمس الزيتية بحدود ١٢ الف بذرة ، واذقلنا الكثافة الظاهرية لبذور الحنطة هي ٠,٧٥ فان ذلك يعني ان اللتر الواحد من بذورها يزن ٧٥٠ غم ،فيما تكون الكثافة الظاهرية لبذور زهرة الشمس بحدود ٠,٣٥ (غم|سم^٣) ، اي ان اللتر الواحد منها يزن بحدود ٣٥٠ غم فقط وهكذا.

أسباب اختلاف كثافة الزراعة:

- ١- لاختلاف وزن البذرة ،فمثلا وزن البذرة للباقلاء يصل بل يتجاوز احيانا ٢٠٠٠ ملغم بينما تزد حبة الذرة الصفراء معدل ٢٥٠ ملغم فقط وزهرة الشمس اقل من ذلك بكثير.....وهكذا.
- ٢- اختلاف حجم النبات وارتفاعه وتفرعاته ومساحته الورقية.
- ٣- مقدرة النبات على اعطاء اشطاء tillers فمثلا الحنطة تعطي مجموعة كبيرة من الاشطاء فيما لاتعطي زهرة الشمس او الذرة الصفراء عموما اشطاء تذكر.
- ٤- مقدرة النبات على المنافسة :هنالك نباتات تتحمل المنافسة فتعطي حاصلا جيدا في الكثافات العالية ،بينما نجد نباتات المحاصيل اخرى لاتعطي حاصلا اذا اشتدت المنافسة فيما بينها . يمكن مثلا زراعة فول الصويا والباقلاء والقطن وفستق الحقل ببذرتين او ثلاث بذرات وتعطي النباتات حاصلا جيدا ولكن يصعب على نباتات الذرة الصفراء ان تعطي حاصل حبوب اذا زرع نباتان في الجورة الواحدة ، وهذه صفة وراثية ضمن النوع الواحد ، علما ان هناك نوعان من المنافسة ،هما المنافسة بين النباتات interplant

intraplant competition والمنافسة بين اجزاء النبات الواحد
 competition وكلاهما مهم لاعطاء حاصل جيد.

دليل الحصاد :harvest index

على الرغم من دليل الحصاد للصنف والنوع هو صفة وراثية لكنها تتأثر بعوامل النمو واهمها المنافسة بين النباتات (الكثافة النباتية العالية). يمثل دليل الحصاد (HI) النسبة المئوية لحاصل البذور من مجموع المادة الجافة الكلية التي ينتجها النبات او وحدة المساحة . هناك تعبير اخر هو معكوس دليل الحصاد ويسمى معامل التضخيم Coefficient of multiplication ويمثل ناتج قسمة TDM على حاصل البذور وبذا يكون الرقم الناتج غالبا اعلى من واحد ،بينما في دليل الحصاد هو دائما كسر من واحد . هنالك تعبير اخر لمقياس الانتاجية (Productivity score) وهو يمثل مجموع (TDM+HI+Seed yield). يوضح الشكل التالي سلوك دليل الحصاد والمادة الجافة والبذور بزيادة مدخلات النمو .

بعض معايير الانتاجية لبعض المحاصيل

المحصول	بذور طن\هكتار	TDM	HI%	Productivity score
الشعير	٤,٧	٩,٥	٤٩,٥	٦٣,٧
الحنطة	٤,٣	١١,٠	٣٩,١	٥٤,٤
الرز	٥,٤	١٨,٢	٢٩,٧	٥٣,٣
الذرة الصفراء	٧,٧	١٨,٠	٤٢,٨	٦٨,٥
زهرة الشمس	١,٩	٥,٠	٣٨,٠	٤٤,٩
فول الصويا	٣,٠	٨,٥	٣٥,٣	٤٦,٨

تثبيت النتروجين وعلاقته بالانتاجية

يثبت النتروجين الجوي بايولوجيا عن طريق التعايش symbiosis بين بكتريا rhizobia في العقد البكتيرية لجذور البقوليات والنبات نفسه . يجهز النبات الغذاء للهزم للبكتريا والاخيرة تقوم بتثبيت N_2 الجوي وتحول إلى صورة اخرى قابلة للاستفادة من قبل النبات بعد تحلل تلك العقد من قبل بالنسبة للمحصول اللاحق فيما يستفيد منه النبات البقولي من داخل العقد (Bacterial nodules) . تعد هذه العملية الثانية المهمة بعد عملية التمثيل الكربوني في حياة النبات يوجد في الهواء معدل ٧٨% منه N_2 ويقدر ما يثبت منه سنويا من قبل البقوليات ما يعادل ٤-٥ مرات بقدر الاسمدة النايتروجينية المستخدمة في العالم ويقدر ما يستهلك العالم من N_2 بمقدار ٦٠ بليون طن سنويا وحوالي نصف هذه الكمية من كل P_2O_5 و K_2O . لأجل انتاج ١٠٠ كغم من النايتروجين نحتاج ٨٢ لترا من الوقود السائل . وهي كمية كبيرة بالمقارنة مع انتاج الاسمدة الاخرى مثل الفوسفات وكلوريد اوكبريتات البوتاسيوم . يثبت الهكتار الواحد المزروع بالجت سنويا معدل 150-300 كغم N_2 والبرسيم ١٠٠-٢٠٠

كغم وفول الصويا ٦٠-٩٠ كغم وفسق الحقل ٥٠-٩٠ كغم وتؤثر عوامل النمو من حرارة وماء و صنف وضرب الرايزوبيا المتوفر في كمية ال N_2 المثبتة . عادة لكل محصول بقولي نوع معين من الرايزوبيا يختص به ولكن هناك مجموعة من النباتات البقولية قد تشترك في نفس المجموعة من الرايزوبيا في تثبيت النايتروجين وتسمى Cross-inoculation . ان بكتريا الرايزوبيا الفعالة في فول الصويا هي Bradyrhizobium japonicum فيما يوجد نوع اخر عليها غير فعال لكنه يعمل وهو Rhizobium fredii ، فيما يختص بجذور الجت والبرسيم الحلو والحلبة النوع R. meliloti والبرسيم الاعتيادي R. trifolii والبزلبا والمهرطمان R. leguminosorum وهكذا . يباع اللقاح البكتيري inoculum على ثلاثة اشكال هي السائل والمسحوق والحبيبي . يعد أنشطها السائل وهو يستخدم محليا في الدولة التي تنتجها حيث تلوث البذور بنسبة معينة وتترك قليلا كي تنشف ثم تزرع وتغطي وتروى مباشرة لأن الجفاف واشعة الشمس الحارة تقتل نسبة كبيرة من البكتريا . يستخدم احيانا الصمغ مع المحلول كي يمسك اللقاح على البذور ، ويمكن ان يحمل السائل على مادة عضوية peat (الدرين) الذي يسهل استخدامه حيث يمكن رؤيته بالعين المجردة افضل . كما يمكن ان يضاف السكر اليه كي يشجع نمو البكتريا وليساعد كذلك في مسك المحلول على البذور . أما النوع الثالث الحبيبي فيمكن اضافته مع البذور في خط الزراعة . يمكن ان يضاف معدل ٢٠-٤٠ كغم N هكتار للحقول التي تزرع بالبقوليات وبعدها لا يضاف هذا السماد طالما توجد عقد بكتيرية فعالة في تلك البقوليات ، بخلاف ذلك لا بد من اضافة N لارض المحصول كما هو الحال لفول الصويا في العراق حيث تزرع بدون لقاح لعدم توفره ، او لفشله لما يستخدم بسبب ارتفاع PH للتربة والحرارة العالية وارتفاع EC ووجود انواع من الرايزوبيا تفتك بها تسمى هذه الحالة antagonism . يبدأ هجوم البكتريا على جذور النباتات بعد حوالي اسبوعين من البزوغ وتصل ذروتها عند اكتمال التزهير وبعدها تبدأ العقد بالتحلل . تحتاج الرايزوبيا لنموها إلى ثلاثة عناصر هي الحديد والكوبلت والمولبيديوم . تتركز اهمية الكوبلت في تخليق فيتامين B_{12} الاساسي للهيموكلوبين Leghaemoglobin الموجود داخل العقدة البكتيرية الذي يمكن مشاهدته بالضغط بين الابهام والسبابة على العقد البكتيرية فيخرج عصير وردي اللون يدل على فعالية البكتريا ، واذا كان العصير اخضر اللون او مصفر فذلك يدل على ضعف البكتريا في تثبيت N_2 . نحتاج إلى استخدام اللقاح البكتيري لدى زراعة المحصول اول مرة في الارض ، وقلما تحتاج إلى اضافته في السنوات اللاحقة بسبب ازدياد اعداد الرايزوبيا في التربة مع تكرار زراعة نفس المحصول فيها . هنالك ضروب Races من الرايزوبيا لكل نوع تختلف في كفاءتها في تثبيت N_2 بحسب صنف المحصول والبيئة المزروع فيها . لقد وجد ان فول الصويا انتجت معدل حاصل ٢,٣ طن\هكتار لما

استخدم معها اللقاح الحبيبي فيما انتجت ٢ طن\هكتار فقط لما زرعت بدون لقاح. هنالك بكتريا مستوطنة endogenous rhizobia في كل بيئة تزرع بقولا معينا وبدا ان وجدت فلا داعي لاستخدام اللقاح كما هو الحال في العراق لدى زراعة الجت والبرسيم والماش والبقلاء ، ولكن لدى زراعة الصويا وفسق الحقل لابد من إضافة اللقاح . لقد وجد في العراق انه لدى زراعة ارض باللوبيا لموسمين او ثلاث فان زراعة الصويا بعدها بدون لقاح تكون جيدة الحاصل حيث يشترك هذا الضرب من الرايزوبيا على كلي المحصولين . بشكل عام يمكن القول أن الحد الأدنى للعقد البكتيرية الفعالة المطلوب وجودها على جذر النبات الواحد هو بحدود ١٠-١٥ عقدة كحد أدنى ، وكلما زاد العدد كلما زاد معه حاصل النبات ، اذا كان النشاط البكتيري جيدا فان كل سم^٣ من التربة يمكن ان يحوي لغاية عشرة آلاف خلية رايزوبيا ، وبدا فقد جرب في العراق نقل تربة مزروعة سابقا باللوبيا ووضع جزء من هذه التربة في خط الزراعة لفول الصويا فأحدثت إصابة بكتيرية جيدة وناجحة . يستهلك المحصول غير البقولي المزروع بعد البقولي حوالي نصف كمية N₂ الموجودة في التربة ويبقى النصف الآخر إلى الموسم اللاحق.

الأنظمة البيئية والإنتاجية

هنالك ثلاثة عناصر أساسية لضمان إنتاجية عالية في وحدة المساحة وهي المكننة والأصول الوراثية الجيدة والكيمياويات . تستخدم الأولى لتحضير الأرض بصورة جيدة وخدمة المحصول ، فيما تتميز الأصول الوراثية المحسنة باستفادتها القصوى من عوامل النمو لتعطي حاصلًا أعلى . أن الكيمياويات فتشمل الأسمدة ومواد المكافحة للأوبئة المختلفة . تعد عمليات خدمة التربة والمحصول من بين أهم العمليات الفاعلة لزيادة الإنتاجية لدى وفرة بيئة مناسبة للنمو . أن ذلك لا يمكن انجازه إلا بوفرة معدات الزراعة المتطورة تقوم بتلك العمليات . يقدر ما يعمل من الأيدي في الزراعة في العالم بحدود ٤٤% و ٥٠% في كل من مصر والجزائر و ٦٠% في الهند و ٥% في هولندا و ٢% فقط في الولايات المتحدة . يقدر تضاعف انتاجية الحنطة في U.K بريطانيا خلال القرون السبعة الماضية بحدود سبعة اضعاف . حيث ازدادت من نصف طن\هكتار لغاية ٣,٥ ، وتضاعف حاصل الذرة الصفراء في USA عدة مرات ومن معدل طن واحد \هكتار لغاية ٨ طن\هكتار كمعدل فيما انتجت عدة مزارع جيدة معدل ٢٠- ٢٤ طن\هكتار من حبوب هذا المحصول . كانت الزراعة في بداية استيطان الانسان وسيلة للعيش وهواية الا انها اليوم اصبحت تجارة agribusiness فتأسست شركات ومعاهد علمية تصنع الابداع وتبيعه للعالم فتستمر الحياة وتتقدم الشعوب ، كون الزراعة ، وبالذات المحاصيل الحقلية هي العلم الوحيد المنتج الحقيقي للطاقة التي تتغذى عليها الشعوب ، وكل علم اخر لابد ان يرتبط بالزراعة وعلومها المختلفة من قريب او بعيد . يبقى النظام البيئي (natural ecosystem) ثابتا تقريبا طالما تثبت عوامله وهي:

- ١- طاقة الشمس : وهي المصدر الاساسي للطاقة على كوكب الارض وتستفيد النباتات منها بمعدل ١-٢% فقط للتمثيل الكربوني والباقي لتسخين الارض والبيئة .
 - ٢- العناصر المعدنية وغير المعدنية ودورها في الطبيعة .
 - ٣- مرونة النظام البيئي ، فقد تتغير بعض الانواع النباتية او الحيوانية في بيئة معينة لكن يحل محلها انواع اخرى فتستمر وتائر النمو والحياة . أما النظام البيئي الزراعي -agro ecosystem فهو مختلف تمامًا عن النظام البيئي الطبيعي بسبب تدخل الانسان المباشر فيه درجة كبيرة . يتصف النظام البيئي الزراعي بميزات هي:
- ١- انه لا يحمي نفسه لان نواتج عملية التمثيل الكربوني تحصد ويأخذها الإنسان والحيوان.
 - ٢- انه يخضع لتحكم الإنسان وحالة السوق والعرض والطلب وذلك كله يؤثر مباشرة في حجم الإنتاج ومعدل الإنتاجية بحسب تحكم السوق فيه . هنالك حالة واحدة يقترب فيها

النظام البيئي الزراعي من النظام البيئي الطبيعي لدى اعتماد ما يسمى بالزراعة العضوية (organic farming) حيث فيه :

- ١- مخلفات النباتات والحيوان تقلب في الأرض فتعود المادة العضوية إلى التربة .
- ٢- استبعاد استخدام الأسمدة الكيماوية وكيماويات مكافحة مختلفة.
- ٣- اعتماد مبدأ التعاقب المحصولي crop sequence للاستفادة من خواص نباتات كل نوع من المحاصيل.

تتعرض الترب التي نسبة عالية من المواد العضوية قد تصل ٥٠% إلى الانجراف عند شدة الأمطار ، فيما تكون معدل المادة العضوية المتحللة في الترب العراقية أو دول الوطن العربي بين ٠,٥ - ١,٥% وذلك لشدة ارتفاع درجة الحرارة وعدم قلب المواد النباتية فيها ، بينما حالة الترب الأولى تكون في المناطق الباردة مثل دول أوروبا وأميركا.

مشاكل الآفات في الزراعة المتخصصة:

- ١- استخدام أصناف محاصيل غير مقاومة للآفات السائدة في تلك المنطقة .
- ٢- إبادة بعض الأعداء الطبيعية نتيجة استخدام الكيماويات بما يسبب اضطراب توازن النظام البيئي الزراعي .
- ٣- زيادة ضروب بعض الآفات من حشرات وفطريات مقاومة للمبيدات .
- ٤- قلة التغيرات الوراثية بين أصناف النوع المزروعة .
- ٥- عدم استخدام الحراثة العميقة لقلب مخلفات النبات والمساعدة في تحللها وتحسين تهوية التربة وتمعدن العناصر وبقاء بعض اليرقات في الحقل.
- ٦- زراعة بعض الأصناف أو الأنواع غير المخصصة أو المناسبة لتلك البيئة .

المادة العضوية في التربة وإنتاجية الأرض

ان المادة العضوية الحديثة في التربة هي أفضل من القديمة المتحللة . أن علاقة الكربون إلى النيتروجين C\N ratio مهمة في التربة لعلاقتها بنمو المحصول . تقدر نسبة الكربون إلى النيتروجين في المادة الجافة للذرة الصفراء بحدود ٣٣:١ حيث تحوي TDM معدل ٤٠% كربون و ١,٢ نيتروجين ، علما ان تحلل المادة بحاجة ماسة إلى وفرة N في التربة وذلك لحاجة الأحياء الدقيقة إليه من جهة والمادة المتحللة من جهة اخرى . لقد وجد في العراق أن الذرة الصفراء لما سمدت بمعدل ٤٠٠ كغم N \ هكتار و ٢٠٠ P و ١٠٠ K أعطت معدل حاصل حبوب في الربيع ٨,٧٥ وفي الخريف ١١,٥ طن \ هكتار ، فضلا عن ذلك فانه توجد مؤشرات علمية ان استخدام عناصر NPK مع اخرى ثانوية عند التزهير تضاف للنباتات في هذه المرحلة على شكل Foliar application يزيد من حاصل المحصول وذلك بتأخير الهرم للاوراق وخلايا النبات فيزداد الحاصل . تؤدي الزراعة الكثيفة والتي تقلب نباتاتها في الترب والجو معتدل إلى وجود مادة عضوية بنسبة ٢-٣% وهي ممتازة جدا للإنتاج حيث تعمل المادة العضوية المتحللة على مسك الماء وجزيئات العناصر فيستفيد النبات منها افضل ، فضلا عن تحسين تهوية التربة وسهولة انتشار المجموع الجذري وزيادة مساحته السطحية فزيادة حجم الامتصاص يمكن القول انه من الصعب زيادة نسبة المادة العضوية المتحللة في الطبقة السطحية من التربة (لعمق ١٠ سم) لاكثر من ٨% باستثناء اراضي الغابات . ان رفع نسبة المادة العضوية في الترب عملية بطيئة بسبب استهلاك الكربون من قبل الأحياء الدقيقة . لوأخذنا مساحة هكتار واحد من الارض الزراعية لعمق ١٧ سم مثلا وفيها مادة عضوية بنسبة ٥% فان وزن هذه المادة العضوية في عمق التربة المذكور للهكتار الواحد سيكون بحدود ١١٠ طن ، اي ان ما يعادل حاصل حبوب الذرة الصفراء لعشر سنوات . يقدر ما يتحول من المواد النباتية إلى مادة عضوية في الترب

بحدود ٨-١٨% بحسب العوامل المحيطة بالتربة ونوع المحصول. لو افترضنا ان معدل التحول هو ١٣% وان هذه الارض تزرع بالذرة الصفراء سنويا وتنتج مادة جافة بمجموع ١٥ طن وان دليل الحصاد فيها ٥٠% ، فاننا نحتاج إلى مائة عام كي تصل نسبة المادة العضوية إلى ٥%. عليه فان ترك بقايا النباتات في التربة وقلبها جيدا وازافة اليوريا اليها قبل قلبها تعد اساسية لتحسين ورفع نسبة المادة العضوية في الترب الزراعية على المدى البعيد خصوصا في الترب المتوسطة إلى الثقيلة التي هي بامس الحاجة إلى المادة العضوية لما تلعبه فيها من تحسين خواصها الفيزيائية والحيوية . تعد الحشائش الصغيرة مثل الحنطة والشعير والدخن من بين افضل النباتات التي تؤثر في زيادة نسبة المادة العضوية وكذلك المخاليط العلفية من الشعير والبرسيم التي يجب ان تقلب في التربة قبل التزهير مع اضافة اليوريا ثم قلبها وريها ، ويعاد النضج بعد حرارتها مرة اخرى.

حراثة الأرض وتوقيت الزراعة والحصاد

ان عملية الحراثة وعزق التربة اساسية جدا لقلب الادغال ويرقات الحشرات ودفنها عميقا في التربة وتفكيك جزيئات التربة وتحسين تهويتها وزيادة المساحة السطحية فزيادة قابليتها في حفظ الماء ومسك العناصر ومعدنة العديد من العناصر المثبتة على سطوح جزيئات معادن الطين ، وبما يترتب على ذلك من تحليل للمادة العضوية وزيادة احياء التربة المجهرية والكبيرة . تشتد الحاجة إلى تهيج سطح التربة مع زيادة كثافتها الظاهرية Bulk density (BD) فالترب الرملية والخفيفة تكون حاجتها اقل إلى عمليات العزق . تختلف كذلك أعماق الحراثة باختلاف نوع المحصول فالقطن ذو الجذر الوتدي المتعمق يحتاج إلى حراثة أعمق من الحنطة ذات الجذر الليفي السطحي (١٥-١٠) سم. بينما في القطن يكون معظم الجذر بي ٢٠-٤٠ سم. كذلك فان الترب الملحية والقلوية تحتاج حراثة أعمق كي تسهل عملية غسل الاملاح فيها ، فيما لا تحتاج الترب الكلسية والجبسية سوى إلى عزق سطحي فقط لتهيئة مرقد للذرة لان غور الماء فيها في الحراثة العميقة يسبب حدوث أخاديد تغور في الأرض بعد ذوبان الأملاح الموجودة فيها من كبريتات وكاربونات وغيرها. أن أفضل نسبة رطوبة لحراثة التربة عندما تكون بحدود ٥٠% من سعتها الحقلية (FC= Field capacity) حيث يمكن بعدها تنعيمها بصورة جيدة لان الكتل سوف تتفكك بسهولة ولا تتكتل كما في الترب الجافة او تنضغط كما في الترب الرطبة تكون درجة الحرارة للتربة المغطاة ببقايا المحصول حوالي ١٠م° اقل من درجة حرارة بقايا المحصول صيفا واعلى منها بنفس الدرجة تقريبا شتاء. كذلك فان اتجاه الصطبة شرقا وغربا يختلف عنه شمالا وجنوبا لدى زراعة محصول شتوي او ربيعي . لدى زراعة البطاطا الربيعية على الجهة المقابلة للشمس على مصاطب شرق-غرب افضل من المزرعة في الجانب المعاكس ، والمزرعة بعمق ١٠ سم تنبت اسرع من المزرعة بعمق ١٥-٢٠ سم، فيما تكون المزرعة بالعمق الثاني في الزراعة الخريفية افضل من المزرعة بالعمق الاول لان درجة الحرارة في الزراعة الخريفية العميقة يكون معتدلا فلا تتأثر الدرنات سلبا بدرجة الحرارة العالية . بشكل عام تكون الكثافة الظاهرية لمعدل الترب المحروثة بين ١-١,١ غم\سم^٣ ولغير المحروثة بين ١,٢-١,٤ غم\سم^٣ تكون درجة حرارة التربة المحروثة حوالي ٢,٥ م° اعلى من حرارة التربة غير المحروثة بسبب تجمع بخار الماء بين جزيئات التربة عند عمق الزراعة (١٠ سم العليا من التربة). تتأثر إنتاجية الأرض من محصول ما كذلك بتغيير موعد الزراعة وموعد اضافة السماد وكميته ونوعية وكمية ونوعية ماء الري وتكراره.

اذا تم تبكير الزراعة فان النباتات سوف تزهر في فترة غير مناسبة من حيث درجة الحرارة فيقل الحاصل، كذلك اذا تأخر موعد الزراعة فن الحاصل يقل بسبب قصر موسم النمو فيحدث اختزال في مادة TDM الكلية للنبات فينخفض الحاصل. ان زراعة الحنطة في العراق في

تشرين الاول فمثلا هي كبيرة وقد يحدث انجماد في فترة تزهرها فتموت نسبة عالية من المبايض فيقل الحاصل، واذا تأخر الموعد عن كانون الاول فان الحاصل يقل كذلك حيث ان الموعد الامثل لزارعتها في العراق هو بين منتصف ت ٢ وك ١ . يمكن القول بشكل عام ان تأخير موعد الزراعة عن الحد الامثل للمحصول في تلك البيئة يسبب انخفاض الحاصل بنسبة ١ % عن كل يوم تأخير، ولو ان هذا الرقم يختلف باختلاف الصنف والنوع وعوامل النمو المتاحة. اذا تأخر حصاد المحصول بعد نضجه فانه يكون عرضة لهجمات الطيور والقوارض والحيوانات المختلفة فضلا عن التأثير السلبي لدرجة الحرارة والامطار التي تقلل من نوعية الحاصل ، وذلك مثل تأثير الامطار التي تقلل من نوعية الحاصل ، وذلك مثل تأثير الامطار في زيادة نسبة الاعفان في الذرة الصفراء والبيضاء وزهرة الشمس المزروعة في الخريفي ، وكذلك تنخفض نوعية القطن اذا امطرت.

اذا كانت التربة جيدة الحراثة والتنعيم فانها تعطي حاصلا جيدا اذا كانت خالية من العيوب الاخرى . ان انضغاط التربة يقلل من مقدرتها على حفظ الماء والحد من انتشار الجذور وضعف تكاثر العقد البكتيرية في البقوليات وزيادة ركود الماء بعد الري فيظهر ضرر ذلك في حاصل المحصول . تعد كثافة التربة بمعدل ١,٢ غم اسم^٢ او طن/م^٣ هي الامثل للإنتاجية العالية لمعظم المحاصيل . لقد وجد ان كثافة التربة التي تزيد عن ١,٣ طن/م^٣ تقل كثيرا من الانتاجية ، فقد وجد مثلا ان حاصل الحنطة قد انخفض بمعدل ١١٣- ١١٢ الحاصل بالمقارنة مع المزروعة في نفس التربة ولكن بكثافة اقل . من جهة اخرى لا بد من الاشارة إلى ان حراثة الارض إلى عمق اكثر من ٣٥ سم تؤدي إلى قلب التربة التحتية subsoil إلى الاعلى والتي هي غالبا فقيرة في النشاط الحيوي والفيزيائي والكيميائي ، لذا لا بد من المحافظة على حراثة عمق مناسب لذلك المحصول ، تحتاج النجيليات مثل الحنطة والشعير إلى حراثة بعمق ١٥-٢٠ سم فقط . فيما يحتاج القطن وزهرة الشمس إلى الحراثة بعمق ٢٥-٣٠ سم بحسب طبيعة المجموع الجذري وحجمه لذلك المحصول . كذلك فان الحراثة العميقة اكثر من المطلوب تساعد على فقد ماء الري بسرعة وكذلك العناصر الذائبة فيه. على العكس من ذلك ، لاينصح بحراثة التربة الرملية والخفيفة والعكسية والجبسية حيث يمكن الاكتفاء باستخدام الامشاط القرصية disc harrows التي تفكك الجزء العلوي من التربة لعمق ١٠-١٥ سم ، فيما يستخدم البعض (سيما في العديد من ترب اوربا واميركا) ما يسمى بالحراثة الدنيا minimum tillage عندما تكون التربة خفيفة وذات محتوى عال من المادة العضوية ، لان الإمطار الغزيرة تدفع بالقشرة الارضية الزراعية من مكان لآخر فتقل خصوبتها وبذا يستخدم ادنى حد من خرمشة التربة وبما يكفي خلط السماد وتغطية البذور المزروعة.

بعض الملاحظات للحفاظ على كثافة التربة

- ١- عدم اجراء الحراثة والتربة جافة او رطبة جدا وانما ذات رطوبة مناسبة للحراثة .
- ٢- منع سير الجرارات والمعدات المختلفة داخل الحقل اذا كانت التربة رطبة لان ذلك يسبب رص التربة إلى درجة كبيرة .
- ٣- ضرورة زراعة مخاليط علفية او بقوليات لاجل قلبها في التربة وهذا يصح حتى في الترب الرملية والكلسية والجبسية لاجل تحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية
- ٤- عدم تكرار الحراثة بنفس العمق كل عام يسبب تكوين ما يسمى الطبقة الصماء hard pan الضارة بطبيعة التربة والمحصول.
- ٥- عدم استخدام جرارات او معدات ذات عجلات محدودة العدد ، لان زيادة العجلات (عددها) يقلل من شدة رص التربة بسبب توزيع الثقل على العجلات بصورة افضل كلما زاد عدد العجلات بصورة افضل كلما زاد عدد العجلات .
- ٦- الاطارات العريضة افضل بكثير من الضيقة في قلة رص التربة.

التسميد:

لكل محصول كمية ونوعية سماد مثلى لزيادة حاصله، كما ان طريقة وموعد اضافة السماد له علاقة مباشرة بنمو المحصول وكمية الحاصل. تضاف في الغالب دفعة اولى من الاسمدة النايتروجينية والفسفور والبوتاسيوم قبل التتعيم، فيما تضاف دفعة ثانية وثالثة للنتروجين مرة بعد مرحلة الاستطالة للذبات والاخرى بعد التزهير، كلما تجزأت كميات النتروجين المضافة لتربة المحصول كلما كان فقدها اقل وفائدتها اكثر لكنها في نفس الوقت اكثر كلفة بسبب عمليات الاضافة. لدى استخدام مكائن الزراعة فانها مهمة لاضافة السماد على عمق ٢-٣ سم تحت موقع البذور وعلى بعد ٥-١٠ سم من خط الزراعة، لان قرب السماد من البذور يقلل من نسبة الانبات بتأثير املاح السماد من جهة وتحرر الامونيا من السماد النايتروجيني. النايتروجين سريع الذوبان بالماء وسريع التسامي إلى الجو مع ارتفاع درجات الحرارة فيما يثبت الفسفور على سطوح معادن الطين، بينما البوتاسيوم لايفقد مثل النتروجين ولايثبت مثل الفسفور. بالنسبة للمحاصيل التي تزرع في خطوط row crops مثل القطن والذرة الصفراء والبيضاء وزهرة الشمس يمكن اضافة دفعة واحدة من سماد NPK مع الزراعة ثم دفعة ثانية من اليوريا عندما يكون ارتفاع النبات ٣٠-٤٠ سم ويروى الحقل وبعد ٤-٥ ايام تجرى عملية التمريز، أما الدفعة الثالثة فتضاف عند اكتمال التزهير ويمكن نشرها بين خطوط الزراعة او توضع عند مداخل الالواح الكبيرة فيذيبها ماء الري ببطء فتدخل للحقل.

مقاومة الآفات

لاجل الحصول على انتاجية عالية من المحصول لابد من:

- ١- استخدام مبيدات الأدغال الموصى بها لذلك المحصول وبالكمية الموصى بها لذلك المحصول وبالكمية المقررة وبالوقت المناسب لذلك المحصول.
- ٢- استخدام المبيدات الحشرية والفطرية التي يحتمل ظهور امراض وبائية عليها تفاديا لنقص الحاصل.

ان من مبيدات الادغال الشائعة لادغال الذرة الصفراء والذرة البيضاء هم الاترازين الذي يضاف قبل الزراعة او قبل البزوغ، فيما يستخدم الترفلان للقطن وفول الصويا وزهرة الشمس. هنالك مبيدات جهازية (systemic) تمتصها نباتات الادغال فتموت تماماً كما هو الحال ground up و glyphosate المستخدم للقضاء على الحلفا والزمزوم والسفرندة والمديد وغيرها. فيما هناك مبيدات تعمل بالملامسة للاجزاء الخضرية فقط مثل الكرامكسون. أما من بين مبيدات الحشرات التي تصيب الذرة الصفراء والبيضاء فاهمها الديازينون المحبب او السائل الذي يقتل حفار ساق الذرة. هنالك امراض و طفيليات مثل الهالوك والحامول والديدان الثعبانية تنشط على بعض المحاصيل وهنا لابد من استخدام المبيد المناسب من جهة وتغيير التعاقب المحصولي من جهة اخرى وذلك للسيطرة الفعالة على مثل هذه الطفيليات الضارة جدا بالمحصول وكذلك الامراض.

الطاقة المصروفة لعمليات الخدمة

تقسم عمليات الخدمة في الحقل إلى قسمين :عمليات خدمة التربة soil management وعمليات خدمة المحصول crop management .تشمل الاولى الحراثة والتنعيم وتقسيم الحقل وازضافة محسنات التربة soil conditioner وغير ذلك ،فيما تشمل الثانية عمليات الري والتسميد ومكافحة الادغال والابوة الاخرى والكثافة النباتية ومواعيد الزراعة وطرائقها وغير ذلك ادى استخدام المكننة الزراعية في الزراعة إلى حدوث تغير ايجابي كبير في الانتاجية وزيادة العائدات المزرعية واختزال شديد بالايدي العاملة .يذكر انه كانت نسبة اليد العاملة في الولايات المتحدة عام ١٩٤٠ بحدود ٢٣ % ، انخفضت إلى ٢-٣ % فقط في عام ١٩٩٠ وحاليا بحدود ٢ % او اقل .ان الزراعة في مزارع محدودة تكون عائداتها محدودة وذلك للكلف العالية المستخدمة في عملية الانتاج خصوصا المعدات الزراعية من جرارات وملحقاتها ومكائن الزراعة والحصاد والدراس والتجفيف وغيرها .ان هذه المعدات لها كفاءة عالية فاذا استخدمت على مساحات صغيرة فان كفاءتها تقل فيقل بذلك العائد المزرعي.

تتميز الدول المتقدمة زراعيًا بميزات معينة في زراعتها كي تكون متطورة وذات مردود عال وهي:

- ١- تنوع المحاصيل او المنتجات الزراعية المزروعة في الحقل كل موسم وذلك انه كلما تنوعت كلما كان تصريفها افضل وتوزيع العمل المزرعي افضل بالمقارنة مع زراعة محصول واحد مثلا له موعد زراعة معين وموعد حصاد معين ، وقد يزداد انتاجه (زيادة العرض) فيقل الطلب عليه فيقل العائد المزرعي تبعا لذلك.
 - ٢- ان تكون الاسعار المنتجات الزراعية مناسبة للمستهلك والمنتج على السواء وبذا يلجأ العديد من الدول إلى دعم الاسعار للمزارعين كي يحافظوا على هذا التوازن الضروري لاستمرار العملية الانتاجية بصورة جيدة.
 - ٣- ان تكون كميات السلع الزراعية كافية لان تبقى طول اليوم في السوق كي تكون فرصة الحصول عليها من المستهلك جيدة ، وكذلك يقوم المنتج بتجهيز يومي مستمر لتلك المنتجات.
 - ٤- ان تحافظ الجهات المنتجة على نوعية البضاعة مهما كانت متوفرة ومتنوعة ، وذلك لان النوعية عامل اساسي لنجاح عمليات الانتاج .
- اذن باختصار لابد من انتاج السلع الزراعية بوفرة تناسب ذلك المجتمع وتباع بسعر مناسب وهي متنوعة وذات نوعية عالية .

بعض عمليات رفع كفاءة استخدام الطاقة١- التسميد النتروجيني:

ان للنايتروجين الدور الاكبر لزيادة انتاجية العديد من المحاصيل سيما غير البقولية . من اجل ذلك فان لكل محصول مقدرة انتاجية معينة تحت عوامل نمو معينة فمثلا قد ينتج صنف من محصول ما، ١٠ طن\هكتار ولكن لو زرع بترربة ملحية سوف يقل انتاجه .لذا لا بد من تقليل كمية السماد التي تضاف لهذا الحقل بالمقارنة مع حقل اخر لايعاني الملوحة . كذلك فان مصدر السماد وموعد اضافته وطريقة الاضافة كلها لها دور واضح في رفع كفاءة الانتاج . بشكل عام يضاف مثلا معدل ١٠٠ كغم\N\هكتار للذرة الصفراء اذا كانت انتاجية تلك الارض ٦ طن\هكتار فيما تكون الكمية ١٤٠-١٨٠ كغم\N\هكتار ، اذا كانت المزرعة ذات معدل انتاجية ٨ و ١٠ طن\هكتار بالتتابع. ان تقسيم جرع السماد افضل من اضافته دفعة ، كما ان اضافته بجوار خط الزراعة اكفاً بكثير من اضافته نثراً ، و اضافته في مرحلة النمو السريع افضل من اضافته في مرحلة مبكرة جدا او متأخرة جدا مع قرب موعد النضج، وهكذا .

٢- **يعتمد المزارع غالبا على زراعة المساحات الواسعة بمحاصيل الحقل**، فيما يزرع المساحات المحدودة بمحاصيل الخضر لان الاخيرة اكثر عائد من الاولى في وحدة المساحة ، غير اننا لو اخذنا زراعة الخضر بالزراعة المغطاة فهي اعلى انتاجية من الزراعة المكشوفة لكنها اكثر كلفة للطاقة من حيث اعداد الشتلات والتدفئة ومواد مكافحة المستمرة للحد من انتشار الاوبئة لكن الحاصل بنفس الوقت يباع بسعر مرتفع . كذلك من الضروري النظر إلى طبيعة الارض وعوامل النمو المتاحة فيما اذا كانت تصلح لانتاج الحبوب او الخضر او البطاطا او المحاصيل العلفية لصناعة الدريس او السايلاج وحساب الانتاجية والكلفة لكل حالة قبل البدء بتنفيذ المشروع . ينتج الهكتار الواحد بشكل عام بالعراق معدل ٢ طن من الحنطة و ١٠ طن من الذرة الصفراء و ٥٠ طن من البطاطا . وقد تزيد او تنقص بحسب النمو والصنف والخدمة . ةبذا يختار المزارع الحالة الانسب لتلك المزرعة وسعر الناتج

٣- **استخدام المكننة الزراعية** : من الضروري تفكيك سطح التربة لتهيئة مرقد مناسب للنبات و بزوغ البادرات وكذلك نمو وانتشار الجذور وتعمقها. ان درجة الحرارة والتنعيم المطلوب تختلف باختلاف نوع نسب معادن الطين ونوع المحصول .تحتاج التربة الثقيلة او المتوسطة إلى حرارة جيدة لتفكيكها ، فيما لاتحتاج التربة الخفيفة مثل الرملية والمزيجية إلى الحرارة انما يكفيها الامشاط القرصية فقط. وهذا له علاقة كبيرة بالكلفة . كذلك فان زراعة الحنطة تحتاج إلى تفكيك التربة بعمق ١٠-١٥ سم فقط والزيادة عنها ليست والزيادة عنها ليست بذات فائدة للانتاج لان جذر النبات هو لذلك العمق فقط، فيما تحتاج حرارة الارض لعمق ٣٠-٣٥ سم لدى الرغبة بزراعة القطن لان جذره وتدي ويتعمق في الارض اكثر وحجم النبات اكبر من حجم نبات الحنطة ويبقى في الارض لاكمال موسم النمو مدة اطول.

٤- **سرع الماكنة المستخدمة** : هنالك سرع مثلى لكل ماكنة في تربة معينة وبزيادة السرعة يزداد معدل صرف الوقود ، كما يمكن ان تحدث اضرار على الماكنة لدى السرعة العالية بوجود حجارة او قطع معدنية مدفونة في التربة . من جهة اخرى فان السرعة البطيئة كذلك غير مجدية ، وتبقى المثلى هي الافضل كذلك فان السرعة العالية سيما بوجود الرطوبة يسبب الانزلاق للعجلات فيزداد صرف الوقود دون عائد.

٥- **استخدام اكثر من آلة مع الماكنة** : لدى استخدام جرارات ذات قوة سحب عالية فليس من المنطق ربطها مع محراث اعتيادي ، وانما يفضل ربط محارث ذات عدد اعلى من الاسلحة لحرارة مساحة اوسع بحسب العرض الشغال للمحراث لاتمام العمليتين في آن واحد للاستفادة من الوقود والوقت في نفس الوقت . اذا كانت هناك ضرورة لاستخدام مبيد للادغال قبل الزراعة فيمكن ربط مضخة خلف الامشاط القرصية فتكون الكفاءة في العمل اعلى . من الضروري الاشارة إلى موعد الحرارة والتنعيم المناسب للتربة وهو

عندما تكون برطوبة مناسبة بحيث لا ينتج عنها كتل كبيرة اذا كانت جافة نسبيا فيصعب تنعيمها ولا انضغاط التربة اذا كانت رطبة .

٦- **موعد الحصاد:** لا بد من اكتمال نضج المحصول قبل حصاده ، لان وجود سيقان غير كاملة الجفاف او رؤوس بذرية غير قابلة للانفراط يجعل عملية الحصاد غير كفوءة فيحدث فقد كبير في الانفراط وبالتالي قلة كفاءة الماكنة وانخفاض نوعية الحاصل بسبب وجود نسبة عالية من الشوائب مع البذور والذي يحتاج إلى عمليتين ميكانيكية افضل لاتمام العمل. كذلك فان تأخير الحصاد عن موعد معين يؤدي إلى فقد جزء من الحاصل بسبب تعرض الحاصل للرياح وعوامل الجو سواء شدة جفاف فيزداد الانفراط او رطوبة او امطار فتزداد الاعفان . من الضروري كذلك ملاحظة موعد نضج الصنف المزروع في تلك المنطقة لان المتأخر قد يعطي حاصلا اعلى لكنه قد يسبب مشاكل اكثر كمن هو الحال لبعض هجن الذرة الصفراء لما تزرع خريفيا في العراق ، حيث تتأخر عدة مزارع في الحصاد لغاية شباط الامر الذي يضيف عملية اخرى وهي تجفيف الحاصل ، فيما كان بالامكان التضحية بطن واحد في الحاصل لصنف مبكر ينضج قبل موسم الامطار فترتفع نوعية الحاصل وتجنب عملية التجفيف الصناعي .

٧- **كمية وطريقة الري :** الماء هو احد الاسس الهامة لضمان انتاجية عالية من المحصول . لكل محصول مقنن مائي محدد في تلك المنطقة من الضروري الالتزام بها لان قلة المقنن المائي من الحد الامثل تقلل الانتاجية وزيادته لاتضمن زيادة في الحاصل . ان عملية الري تعد من بين العمليات الاكثر كلفة في الانتاج المزرعي . تختلف كلفة الري باختلاف الطريقة والمصدر . اذا كان مصدر الماء النهر والري سيجا فان كلفته اقل فيما تزداد الكلفة اذا كان بالواسطة سواء من النهر او البئر. تكلف عملية الحفر الابار مبالغ كبيرة في العمل المزرعي سيما عندما يكون بعيدا عن سطح الارض. أما طرائقه الري بالسقي او الرش او التنقيط فانها تختلف كثيرا في كمية الماء المصروفة . يزداد ماء الري المصروف بزيادة المسافة بين مصدره والحقل وكذلك ري كافة اجزاء الحقل المزروعة وغير المزروعة ، فيما يكون الري بالرش معادلا حوالي ثلث كمية الماء المصروفة بالري السطحي. أما الري بالتنقيط فهو على الرغم من قلة ما يصرف من الماء بهذه الطريقة الا ان شبكة التنقيط وكذلك شبكة الري بالرش تكلف العمل المزرعي ، فضلا عن اعمال الصيانة التي تحتاجها مثل هذه الانظمة . ان عمق الريه وعدد الريات ونوعية الماء وضمان المقنن المائي للمحصول اساسية لضمان انتاجية عالية.

٨- **الآفات المختلفة:** قد يمكن الحصول على اصناف مقاومة لبعض الحشرات والامراض ولكن لا يمكن تطوير اصناف تقاوم نباتات الادغال ، ولذا لا بد من اجراء مكافحة نباتات الادغال والتي يكون احيانا اكثر من مرة في الموسم ولاكثر من مبيد . من جهة اخرى فان استخدام البذور المصدقة الخالية من الادغال ووضع مشبكات سلكية على مداخل القنوات ومكافحة الادغال بالحرثة العميقة قبل الزراعة بعد ري الارض وتركها لمدة ٣-٤ اسابيع ثم قلبها تقلل من كثافة الادغال.

من جهة اخرى ، فان المساحات الواسعة من الارض الزراعية ووجود المبازل وماينمو بها من قصب وطفأ ونباتات اخرى تجعلها عاملا مساعدا لوجود اعداد كبيرة من الطيور والقوارض والارانب والخنازير التي تعبت بالمحصول وهذه كلها كلف لا بد من اضافتها إلى كلف المزرعة للمحافظة على الانتاج . يلجأ بعض المزارعين إلى زيادة عدد البذور المزروعة في الخط او الجورة تلافيا للنقص المتوقع عليها من ضرر الطيور ، وهذه كلفة اضافية من البذور سيما اذا كانت هجينة حيث ان سعرها يكون مرتفعا ، وقد تبقى بعض البادرات سليمة في نفس الحفرة فلا بد من اجراء عملية الخف وهي عملية اضافية إلى العمل إلى العمل كذلك . يمكن استخدام اجهزة تصويت في الحقل لطرد الطيور وهي فعالة جدا اذا

احسن استخدامها وتم تغيير مكانها كل بضعة ايام حتى لاتعتادها الطيور ،فضلا عن استخدام اكثر من نوع مختلف الصوت . كذلك فان هناك مواد سامة يمكن معاملة بذور الحنطة او الذرة بنوعيتها بها ونثرها فوق سطح التربة لقتل اعداد كبيرة من الطيور المهاجمة . أما القوارض فيمكن وضع طعوم خاصة عند فتحات تواجدها في الحقل وهي فعالة جدا في الحد من انتشارها.

٩- **ملاحظات أخرى:** يمكن الاستفادة من المخلفات الحيوانية في المزرعة بعد طمرها في خزانات معينة لانتاج غاز الميثان لاستخدام وقوده في الطبخ، ثم استخدام المواد العضوية المتحللة بعد انتهاء تحللها لتسميد ارض المزرعة سيما المخصصة لانتاج الخضر . كذلك يمكن الاستفادة من نباتات الادغال وجمعها لعملها دريس للحيوانات او ادخالها مع مواد علفية بقولية مثل الجت والبرسيم والماش وغيرها لانتاج السايلاج . أما بالنسبة لبعض الثمار التالفة مثل الطماطة فيمكن عملها معجون داخل المزرعة بدلا من رميها او اتلافها ومثل هذا كثير في المزرعة يمكن الاستفادة منها لرفع عائدات المزرعة.

Chap.6 د.بنان حسن هادي

ضائعات ما بعد الحصاد

يقصد بضائعات ما بعد الحصاد (post-harvest losses) كافة ما يفقد من الحاصل المزرعي أثناء الحصاد والخزن ولغاية الاستهلاك . اذا زادت ضائعات ما بعد الحصاد في المزرعة فان ذلك يقلل الانتاج ويزيد تكاليف المزرعة . كان اول تأكيد عالمي على ضائعات ما بعد الحصاد عام ١٩٧٤ في المؤتمر العالمي السابع للاغذية المنعقد في روما. في عام ١٩٧٥ اكدت الامم المتحدة على ضرورة خفض ضائعات الحصاد عالميا إلى ٥٠% عام ١٩٨٥ وهذا يشير إلى الرقم الكبير في الضائعات في عدة دول في العالم .

ان اية دولة تحاول وضع اسس فاعلة لزيادة انتاجها لابد ان تعمل على النقاط التالية :

- ١- زيادة المساحة المزروعة وزيادة عدد حيوانات المزرعة.
- ٢- رفع معدلات الانتاجية باعتماد الاصول المحسنة النباتية والحيوانية واعتماد وسائل الخدمة الجيدة التي تضاعف الانتاجية .
- ٣- تقليل نسبة الضائعات من الحاصلات المختلفة بثتى الوسائل الممكنة.

لاجل المقارنة في تأثير الوعي لدى المزارعين في دول العالم ننظر إلى بيانات الانتاج خلال عشر سنوات للعامين ١٩٧٥ و١٩٨٥ .

السنة	المساحة المزروعة ١٠٠٠ هكتار	انتاج الغذاء ١٠٠٠ طن	معدل الانتاجية طن/هكتار
١٩٧٥	١٤٣٤٣٢١	٣٥١٢٨١٩	٢,٤٥
١٩٨٥	١٤٧٦٧٦١	٤٣٣٧٧٨٩	٢,٩٤

بالنسبة لسكان العالم في تلك الفترة كانت حصة الفرد السنوية من الغذاء لعام ١٩٧٥ هي ٠,٨٦ طن وي طرح ٢٥% ضائعات تكون حصته السنوية ٠,٦٥ طن ، أما في عام ١٩٨٥ فقد ارتفعت حصة الفرد إلى ٠,٩ طن سنويا وي طرح ٢٥% ضائعات يبقى له ٠,٦٧ طن ، وفي كلتا الحالتين تكون حصة الفرد منخفضة . لان الحد الأدنى يجب الا يقل عن ٠,٦٦ طن صافي من الغذاء وذلك بسبب سوء التوزيع في العالم ، اي ان هنالك مئات الملايين من الناس نصيبهم اقل مما ذكر بكثير إلى الحد الذي يسبب المجاعات المستمرة في العديد من دول افريقيا واسيا . ان معدل الزيادة في انتاج الغذاء في دول العالم الثالث كانت عام ١٩٨٠ بحدود ٢,٥% والتي يجب ان تكون ما بين ٤-٤,٤% عام ٢٠٠٠ لقد اوردت بيانات في الدراسة المذكورة ان معدل السعرات اليومية للفرد الواحد في الدول الفقيرة هو بحدود ٢٠٥٠ سعرة معظمها (٧٧%) نشويات وسكريات من الحبوب ، بينما معدل الفرد اليومي في الدول المتقدمة اكثر من ٣٠٥٠ سعرة منها ٥٧% فقط من مصدر نباتي ، يقابل ذلك ١٠ غم بروتين للحالة الاولى مقابل ٥٠ غم بروتين حيواني يوميا للفرد الواحد في الحالة الثانية ، والفرق بين الحالتين كبير جدا . بشكل عام لاجل القضاء على الجوع لابد من تظافر جهود عالمية مخصصة وفاعلة لرفع معدل الانتاج إلى حوالي ٦ بليون طن او اكثر ليناسب سكان العالم اليوم ، فاذا طرحنا ٢٥% ضائعات كحد ادنى فان ٠,٧٥ طن ستكون كافية مع ضرورة ضمان التوزيع الجيد او المقبول للموارد في العالم . تكاد تكون هذه المشكلة اساسية بالدرجة الاولى تصنعها الدولة المدعية للديمقراطية وحقوق الانسان وذلك بهيمنتها المباشرة وغير المباشرة على كافة الموارد الطبيعية (سيما الطاقة) في العالم ، والصراع الذي نعيشه كله حول هذا الموضوع .

بعض عوامل تقليل الضائعات

- ١- الحصاد او الجني : ان استخدام الماكينة للحصاد او الجني يتطلب ضبط صلاحية النباتات للحصاد والدراس وضبط سرعة الماكينة واجزائها المتعلقة بسرعة المروحة في فصل الاجزاء النباتية من البذور فلا نبكر بالحصاد وبعض النباتات لازال رطبا ولانتاخر فنعرض المحصول للفقد بفعل عوامل البيئة
- ٢- الدراس: ان نسبة الرطوبة في الاجزاء البذرية هي اهم عامل في هذا الموضوع فضلا عن سرعة ملحقات معدات الدراسة في طرد الشوائب منها ، ولكل ماكينة حد امثل يجب ان تعبر عليه لضمان اقل فقد .
- ٣- تجفيف الحاصل : يمكن في بعض الاحيان استخدام مجففات كيميائية desiccants لتعجيل فقد الرطوبة من اجزاء النبات ثم الحصاد ، وهي ضرورية في الذرة الصفراء والبيضاء وزهرة الشمس والقطن في العراق ، سيما المحاصيل الثلاثة الاولى التي تزرع في الخريف . ان استخدام معدل ٠,٥% من مبيد الكرامكسون فعال جدا على هذه المحاصيل ، أما في القطن فيمكن استخدام parguat كمسقط للاوراق defoliant .
- ٤- خزن الحاصل : يضطر المزارع احيانا إلى خزن الحاصل لمدة معينة قبل دراسته سواء كان ذلك بالحقل تحت مسققات او داخل المخازن ، وفي كلتا الحالتين لابد من الانتباه إلى سمك الطبقة المخزونة من الحاصل ونسبة الرطوبة فيها وضمان التهوية و احيانا تقليب الحاصل من يوم لآخر . ان ذلك يصح كذلك على منتجات المزرعة من الالبان واللحوم المختلفة التي تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة كي تبقى سليمة من التلوث والتلف لحين تسويقها إلى المستهلك .

٥- التصنيع: تحتاج الحبوب والبذور المختلفة وثمار الخضر والفاكهة إلى عمليات تصنيع معينة قبل إرسالها إلى الأسواق . تحتاج الحنطة إلى إزالة الشوائب سيما بذور الإدغال ثم غسلها بالماء وتجفيفها بالهواء الحار ثم الطحن وبالنسبة للرز يحتاج إلى عملية التهيش *milling* التي يتم فيها إزالة القشرة الخارجية وغللاف الأليرون (الأحمر اللون) وخلال هذه العملية تنكسر نسبة من الحبوب إلى الحد الذي يؤثر في نوعية الرز الجاهز للطبخ . تصل نسبة التكرس المهيش في العراق لغاية ٤٠-٥٠ % ، بينما الرز المستورد فيه نسبة بين ٢% - ٤% فقط . إن عملية التهيش تحتاج إلى ضبط رطوبة الحبوب وسرعة الماكنة الخاصة بذلك ، كذلك فإن طول الحبة للأصناف المختلفة له علاقة بنسبة التكرس . يشيع في العديد من دول العالم إزالة جنين الحبة من الحنطة و الرز وذلك لأن الأجنة تحوي نسبة عالية من الزيت تساعد في سرعة تلف الخزين وهذه العملية هامة جداً في عملية الخزن . نجد مثلاً أن طحين الحنطة (نمرة صفر) يباع بسعر مرتفع في العراق بينما في الدول المتقدمة بسعر أرخص والسبب أن هذا النوع من الطحين يزال منه الأجنة فلا يحتاج إلى تبريد في الخزن بينما الطحين العادي غير المزال الأجنة أعلى سعر لأنه يحتاج إلى تبريد في الخزن وقيمته الغذائية أعلى بسبب احتوائه على الأجنة .

٦- حجم العبوات : يشيع في دول العلم الثالث استخدام العبوات الكبيرة للطحين و الرز وغيرها حيث توضع في أكياس سعة ٥٠ كغم وذلك بسبب طبيعة حجم العائلة التي معدل عدد أفرادها في العراق مثلاً ٧ أفراد بينما في الدول المتقدمة معدل عدد أفراد العائلة في الغلب ٣ أو أقل فتكون عبوات الطحين و الرز ٥_١٠ كغم فقط وبذا تكون نسبة التلف في هذه العبوات أقل بكثير مما يحدث في العبوات الكبيرة سواء أثناء النقل أو الخزن أو التعرض للرطوبة و القوارض أو أثناء الاستهلاك فتصبح قديمة عند بعض العوائل فتضطر إلى اتلافها كذلك الحال بنسبة للزيوت النباتية والحيوانية التي كثيراً ما تكون عرضة للتلف بسبب النقل أو سوء الخزن أو ارتفاع درجة الحرارة .

طريقة الاستهلاك : تختلف عادات الشعوب بالتغذية فلو أخذنا مثلاً الخبز و الصمون لدينا فإن نسبة الضائعات في المائدة العراقية للصلمون أكبر بكثير من الخبز يحث يستبعد عديد من الناس لب الصمون الذي يعادل أحياناً ثلث إلى نصف وزن الصمون وهذه نسبة عالية جداً على مستوى القطر كذلك فإن عادات أعداد الطعام الوفير للضيوف من لحوم و خبز و خضر قد لا يأكلوها كلها (وهو السائد) فتكون عرضة للتلوث ، فإذا لم تخزن بصورة جيدة فإنها سوف ترمى . بالنسبة للفاكهة والخضر هنالك أيضاً بعض العادات في أعدادها للاستهلاك فنجد المواطن العراقي يزيل حوالي ثلثي أوراق راس الخس حتى يأكله وذلك كله فقد ، فيما تقوم ربة البيت بإزالة نصف راس اللهانة لأعدادها للطبخ أو لعمل المخللات .

بعض مسببات الفقد أو التلف:

١. وجود أحياء دقيقة مثل البكتيريا والفطريات على المحصول مع وفرة عوامل النمو من حرارة و رطوبة عند سوء ظروف الخزن .
٢. أسباب ميكانيكية لخطأ في سرعة الماكنة أو ارتفاع أو قلة الرطوبة في البذور فتؤثر في زيادة نسبة الفقد . عادة يحسب ثلثي البذرة بذرة كاملة و أقل من ذلك يذهب بالفقد ويمكن استخدامه لأغراض صناعية أخرى .
٣. أسباب فسلجية حدثت على الحاصل في الحقل نتيجة وفرة رطوبة فحدثت نسبة انبات لبعض البذور فتؤثر في بقية البذور السليمة . كذلك فإن المنتجات الزراعية المعروضة في السوق إذا تعرضت للحرارة العالية و الجفاف تذبل و تصبح غير صالحة للتسويق و الاستهلاك .

٤. عدم ضبط عمليات التنظيف او التعقم كما هو الحال في منتجات الالبان فتتلف بسرعة قبل استهلاكها وضمن الفترة المسماة لصلاحيتها للاستهلاك، فضلا عن كون بعض اغلفة التعليب قابلة للتقرب فيكون المنتج عرضة للتلوث.
٥. ضعف وسائل التسويق تحتاج بعض الى درجة حرارة منخفضة تحفظ خلالها قبل تسويقها فاذا لم تتوفر فان نسبة عالية من المنتج يتعرض للتلف .

الفرق بين العرض والطلب . يكثر احيانا انتاج مادة زراعية اكثر مما يحتاجه السوق وذلك يحدث عندما يكون سعر بضاعة زراعية مرتفعا فيلجأ عدة مزارعين في موسم لاحق الى زراعتها طمعا في ارتفاع سعرها فتزداد في السوق فيزداد التلف وينخفض السعر .

نسبة الضائعات

من البديهي ان تختلف نسبة الضائعات باختلاف المنتج ووسائل الخزن والتسويق والاستهلاك في ادناه جدول يبين تقديرات نسبة الضائعات لبعض المحاصيل الشائعة.

المحصول	نسبة الفقد %	المحصول	نسبة الفقد %
الرز	٢٠	الدخن	١٨
الذرة الصفراء	٣٥	الذرة البيضاء	٩
الحنطة	٢٧	البقوليات	٢٥
الشعير	١٣		

لقد اشارت تقارير منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO الى ان هناك عدة دول تصل فيها نسب الفقد اعلى بكثير مما مذكور في الجدول . قدرت نسبة الضائعات في الذرة الصفراء في بعض الدول لغاية ٧٠%، بينما قدرت ضائعات الرز في بنكلادش بمعدل ٦% فقط . ان ذلك يختلف ايضا باختلاف استخدام الماكينة او اليد العاملة ، وكذلك مع حجم حيازة الارض . يكون الفقد مع اليد العاملة اقل ، ويزداد الفقد لدى استخدام مساحات واسعة للانتاج بالمقارنة مع مساحات اصغر تكون عمليات الحصاد والدراس والخزن عليها اكثر سهولة.

بعض التدابير لتقليل الضائعات

- ١- اجراء الابحاث الميدانية الخاصة بكل منتج زراعي للوقوف على معرفة سبب الفقد ثم معالجته.
- ٢- اجراء مكافحة الاوبئة المختلفة لرفع معدل الانتاجية .
- ٣- اجراء الحصاد والدراس والخزن والتعبئة تحت ظروف جيدة تضمن تقليل نسبة الفقد.
- ٤- توفير الاموال اللازمة والمعدات والفنيين والخبراء لاجراء مثل هذه الدراسات .
- ٥- وضع برنامج توعية على مستوى القطر يتبنى كافة الوسائل الناجحة.
- ٦- توجيه ربات البيوت حول كيفية اعداد الطعام لكافة المنتجات الزراعية وحفظها وخزنها تحت ظروف مناسبة.

خزن الحاصلات الزراعية

١- الحبوب : تحتاج الحبوب والمحاصيل البذرية الاخرى الى مدة خزن طويلة لانها في الغالب تنتج موسميا ، عادة مرة واحدة في العالم ، وبدا لا بد من الخزن لمدة طويلة في مخازن جيدة تضمن حفظ وسلامة تلك المنتجات سيما الحبوب لانها المصدر الاكبر للطاقة للانسان في العالم مهما اختلفت انماط التغذية . ان الرطوبة المناسبة لخزن الحبوب هي في الغالب بين ١٢-١٤ % وبالنسبة للبذور الزيتية بحدود ٨% وللبقوليات مثلها

- كذلك. اما درجة الحرارة اذا كانت لمدة عام واحد فيمكن تخزينها بدرجة حرارة الغرفة ٢٥ م . اما اذا كان الخزن لمدة اطول فلا بد من ان تكون درجة الحرارة اقل من ذلك بكثير.
- ٢- **منتجات الالبان:** لا بد ان تخزن بدرجة حرارة بين الصفر -١٠ م لمدة معينة لكل منتج منها وبحسب درجة تحملها للخزن . فمثلا الحليب المعقم يمكن ان يخزن بدرجة حرارة الغرفة لانه معقم ومحكم ، ولكن الحليب المكشوف لا يمكن ان يحفظ الا لبضعة ايام .
- ٣- **اللحوم المختلفة :** من الضروري جدا حفظها تحت درجة التجميد ١٠-٢٠ تحت الصفر وذلك لسرعة تلوثها وتلفها حيث ان التجميد يحد من تكاثر البكتريا لكن لا يقضي عليها
- ٤- **الخضر:** تحتاج الخضر والفاكهة الى درجات حرارة منخفضة لاجل تخزينها لعدة ايام او اسابيع ، وللفاكهة عدة شهور . الى توفرت درجة حرارة ٠-٤ م فان ذلك يعد مناسباً لجميع هذه المنتجات ، ومن الضروري اجراء قفحص دوري على المخزون لاحتمال وجود تلف ينتقل على بقية المواد غير المصابة.
- ٥- **المواد العلفية:** لاسف الشديد معظم دول العالم الثالث لاتهتم لهذه المواد سواء كانت حبوب مجروشة او على شكل دريس او سايلج وبذا فسوف نتطرق الى هذه الموضوع مع بعض الايضاحات لاهميته ان الثروة العلفية في قطر معين هي احدى معايير الرفاه الاقتصادي للمواطن لانه بوفرة العلف بكافة اشكاله وانواعه يشكل دعامة اساسية للثروة الحيوانية ومنتجاتها والتي هي اساسية لتغذية الانسان ونشاطه العقلي بدءاً من الطفولة و حتى بعد البلوغ. يمكن معاملة المواد العلفية المجروشة مثل معاملة خزن الحبوب مع بعض التساهل احيانا وبذا سوف نتطرق الى السايلاج بصورة اكثر تفصيلا بسبب قلة المعرفة حوله و لاهميته الكبيرة للثروة الحيوانية .

السايلج Silage:

يسمى كذلك (غمير) وهو عبارة عن نباتات نجيلية او بقولية لوحدها او مخلوطة مثل نباتات الذرة الصفراء والبيضاء والشعير والجت والبرسيم تحفظ برطوبة ٦٥ % . ان هذه النسبة من الرطوبة اساسية للحفاظ وحدوث التخمرات اللازمة . لتغيير طعم ولون ورائحة السايلاج وتحفظ قيمته الغذائية للحيوان. تبرز اهمية السايلاج في الثروة الحيوانية في الشهور التي لايتوفر فيها المرعى المناسب للحيوان فضلا عن كون رعي الحيوان للمرعى يلحق ضررا كبيرا بالنبت ويصرف طاقة لدى الذهاب والاياب من الحظيرة الى المرعى. لقد وجد مثلا ان الهكتار الواحد الذي ينتج حوالي ٦ طن من العلف الاخضر تأكل منه الحيوانات اثناء الرعي معدل ٤,٤ طن فقط. فيما وجد ان تقديم ٦,٥ طن علف اخضر للحيوان وهو في الحضيرة قد استهلك منه ٦,٣ طن ، وبذا نجد الفرق في الضائعات بين الحالتين كبيرة جدا.

بعض الملاحظات لتحضير السايلاج

- ١- يعد محصولا الذرة الصفراء والبيضاء من بين افضل المحاصيل لانتاج كميات كبيرة من السايلاج وذلك بسبب انتاجيتها العالية من المادة العلفية الخضراء التي تبلغ في العراق ما بين ٨٠-١٠٠ طن\هكتار. فضلا عن نوعية هذا العلف من حيث القيمة الغذائية وقابليته على الهضم يحوي نسبة عالية من البروتين . يستحسن تكوين توليفة جيدة بين النباتات النجيلية والقولية للحصول على علف اخضر متوازن لا يضر بصحة الحيوان خصوصا ظاهرة النفاخ (bloating) . تعمل مجاميع عديدة من الخمائر والبكتريا على اتمام عملية التخمر لهذه النباتات التي يفضل ان تقطع الى اجزاء صغيرة ليكون تناولها من قبل الحيوان افضل وكذلك لاجل رصها داخل سايلو التخمر بصورة جيدة تقل فيها الفراغات التي يكون فيها الهواء ضارا بعملية التخمر اللاهوائي هنالك عدة نقاط يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار لدى تحضير السايلاج :

- ١- ان تكون هناك اعداد كبيرة من الخمائر والبكتيريا تعمل على عملية التخمر وهي عادة موجودة باعداد قليلة على الاجزاء النباتية لكنها تزداد بسرعة و باعداد كبيرة جدا تحت ظروف التخمر الجيدة .
- ٢- ضرورة وجود سكريات بنسبة كافية لتغذية البكتريا والخمائر و هي عادة موجودة في النباتات سيما الذرة بنوعها وبنسبة ١٠-١٢% .
- ٣- توفير ظروف لا هوائية للتخمر وذلك برص المواد النباتية بقوة وتغطية السايلو او الحفرة التي يتم فيها التخمر يمكن استخدام الطين لتغطية السايلاج وكذلك اغلفة النايلون بعد اكمال مستلزمات التخمر .
- ٤- ان نواتج عملية التخمر هي الكحول والاحماض المختلفة التي تعطي اللون الاصفر بعد اختفاء الكلوروفيل وكذلك النكهة المقبولة للسايلاج والطعم المستزاع من قبل الحيوان . تحتاج عملية التخمر وبحسب العوامل المحيطة الى مدة ثلاثة اسابيع فاكثر وهي تمر بالمراحل التالية :
 - أ- المرحلة الهوائية aerobic stage : تبدأ في هذه المرحلة عملية التخمر الهوائي بوجود الاوكسجين وكلما كانت المساحة السطحية واسعة لاجزاء النبات كلما كان التخمر افضل حيث يمكن ان تقطع اجزاء النبات الى قطع صغيرة بحدود سم ١ او اكثر ، و السايلاج المعد للابقار يمكن ان يختلف عن المعد للاغنى بنسبة للحجم القطع . لاتزال خلايا النبات في هذه المرحلة تتنفس فيزداد اطلاق ثاني اوكسيد الكربون ويقل الاوكسجين وكلما كانت هذه العملية سريعة كانت نوعية السايلاج افضل لان التنفس يهدم جزءا كبيرا من الطاقة الغذائية الموجودة في اجزاء النبات . ان نسبة الرطوبة القياسية للتخمر هي ٦٥% فان قلت عن ذلك فلا بد من اضافة الماء وبالعكسي اذا كانت اعلى رطوبة لا بد من ترك الحاصل للجفاف في الهواء قبل خزنه لما يكون اليوم الرابع من وضع اجزاء النبات في السايلو يكون معظم الاوكسجين قد نفذت وبدات عملية التخمر الالهوائي وتكون درجة الحرارة من ٣٠-٤٠ م .
 - ب- مرحلة حامض الخليك تبدأ هذه العملية بين درجة حرارة ١٨-٣٥ م حيث يتكون حامض الخليك في المحتوى الرطوبي للغمير .
 - ت- مرحلة حامض اللبنيك lactic acid تزداد هذه العملية مع قلة الاوكسجين وارتفاع درجة الحرارة وزيادة خروج عصير الاجزاء النباتية فتتنشط خمائر هذه الحامض .
 - ث- مرحلة انخفاض PH: ان استمرار انتاج حامض اللبنيك سوف يقلل من الاس الهائيدروجيني للعصير يمكن ان يكون PH في البداية بين ٤-٣,٤ وتستمر عملية حفظ نشاط الاحياء الدقيقة لغاية الاسبوع الثالث. تكون نسبة حامض اللبنيك مختلفة باختلاف نوع المحصول، فتكون بحدود ١,٥ في سايلاج الذرة الصفراء و ٣% في الحشائش الصغيرة و ٦% في سايلاج البراسيم المختلفة والبقوليات الاخرى المماثلة . تكون قيمة PH بحدود ٥,٦ للعصير النباتي في الايام الاولى للاجزاء المقطعة حديثا ثم تنخفض في اليوم الثاني والثالث لحد ٤ ثم تنخفض الى ٣,٦-٣,٩ للاسابيع الثلاثة الاولى، وبعدها ترتفع القيمة بعد شهرين الى ثلاثة اشهر من التخمر لتستقر بحدود ٤,٣ . اذا حدث خلل ما في نسبة الرطوبة او دخول O₂ فقد تنشط بكتريا الكلوستريديوم مع نشاط انتاج حامض البيوتيريك buteric acid وهي ظاهرة سيئة لانها تسبب رائحة وطعم غير مقبولين للحيوان ، وغالبا ما يحدث هذا بارتفاع الرطوبة الى ٧٥% فاكثر.

علاقة الرطوبة بالخرن

ذكرنا انه اذا زادت الرطوبة عن ٧٥% فان نشاطاً سلبياً سوف يحدث في تكوين حامض البيوتريك الذي يعمل على تحطيم البروتينات . اما اذا كانت الرطوبة في المواد النباتية اقل من ٦٠% مثلاً، فان التنفس الهوائي يزداد وتزداد معه الاعفان . ان ارتفاع درجة الحرارة الى ما بين ٥٠-٦٥ م يعمل على قتل بكتريا حامض الخليك وتموت بكتريا حامض البيوتريك بدرجة حرارة ٧٠ م وبكتريا حامض اللبنيك بدرجة ٧٥ م . تفضل اضافة مخفف من عصير المولاس او الدبس غير الصالح للاستهلاك البشري حيث يعمل ذلك على توفير السكر للخمائر والبكتريا ويزيد من الطاقة الغذائية والاستساغة للسايلاج.

ان انخفاض رطوبة الاجزاء النباتية في السايلاج لابد ان تصحح باضافة الماء او العصير السكري من المولاس او الدبس، غير ان موازنة الرطوبة بين الاجزاء النباتية عملية ليست سهلة لانها لاتستقبل الماء بسهولة الا اذا كانت مقطعة الى اجزاء صغيرة كما ذكرنا سابقاً . ان طنا واحدا من المواد النباتية برطوبة ٥٠% لو اضيفت له ٥٠ لتر من الماء فان رطوبته سترتفع بحدود ٢% فقط ، وبذا يمن القول **كقاعدة عامة: يضاف ٢٥ لتر من الماء لكل طن من الاجزاء النباتية لرفع نسبة الرطوبة بمعدل ١% فقط** . كما انه لا بد من رش الماء على الاجزاء النباتية على شكل رذاذ بصورة متجانسة تصل الى كافة الاجزاء النباتية .

مثال: لو كان لدينا طن من المواد النباتية برطوبة ٦٠% ويراد رفعها الى ٧٠% ، فكم هي كمية الماء المراد اضافته لبلوغ تلك النسبة ؟

الجواب: ان نسبة المادة الجافة في الحالة الاولى ٠,٤ وفي الحالة الثانية المطلوب التعديل اليها هي ٠,٣ ولاجل استخراج معامل الرطوبة نقول :

$$1,33 = \frac{0.4}{0.3} = \frac{\text{dry wt.1}}{\text{dry wt.2}}$$

$$1000 \text{ kg} \times 1.33 = 1333 \text{ kg}$$

وزن المادة العلفية بعد اضافة ٣٣٣ لتر ماء اي ان المطلوب اضافة ٣٣٣ لتر من الماء

يمكن كذلك اضافة بعض الحبوب المجروشة الى السايلاج لرفع قيمته الغذائية لقد وجد ان اعلى نسبة من المغذيات المهضومة TDN total digestible nutrient كانت في السايلاج المحضر من نباتات الذرة الصفراء . تتحول ٥٠-٦٠% من بروتينات السايلاج الى احماض امينية اساسية لتذيت الحيوان ، غير انه اذا ازداد نشاط الكلوستريديوم فان نسبة اعلى من البروتين سوف تتحلل وهي ظاهرة غير مرغوبة.

يحتوي الدريس hay على معدل ١٣% بروتين وذلك بسبب الاكسدة باشعة الشمس فيما تكون النسبة ١٥ - ١٦% بروتين لو تم تحضيره الى سايلاج هذا ويفقد السايلاج معدل ١٠% من طاقته بفعل نشاط الكائنات الدقيقة اي ان كل طن يفقد معدل ١٠٠ كغم، واذا تم احكام غلق السايلاج فان كمية الفقد تقل عن ذلك . يخزن السايلاج بشكل عام لغاية ٣-٤ شهور، ولكن اذا فقد رطوبته بعد التخمر فلا يوجد تخوف شديد من التلف . ينتج غاز وردي اللون من السايلاج رائحته تشبه رائحة الكلور هو غاز no2 وهو ضار للجهاز التنفسي . يتكون هذا الغاز من نتروجين النبات و اوكسجين ثم يتحول اخيرا الى حامض النتريك .



المناخ وتوزيع النبات Chap. 7 د. وجيهة عبد حسن

ان وجود نوع النبات vegetation في ارض معينة يدل دلالة واضحة على مقدرة تلك التربة تحت تلك الظروف على انتاج تلك الانواع النباتية . ان وفرة الماء ودرجة الحرارة ونوع التربة هي اهم ثلاثة عوامل تتحكم في توزيع النبات علما ان عامل درجة الحرارة يدخل معه عامل الضوء .

اسس توزيع النبات على سطح الارض :

١-اعتماد المعدل المطري ودرجة الحرارة :

تختلف المعادلات الخاصة بهذه العلاقة (بين معدل درجة الحرارة ومعدل سقوط المطر) بحسب موسم سقوط الامطار وكما يلي :

أ-مناطق الامطار الشتوية : اذا كان R_{cm} هو معدل سقوط الامطار و Tc^0 هو معدل درجة الحرارة في الموسم في تلك المنطقة فاننا سوف نحصل على ثلاثة انواع من النبات بحسب المعادلات الثلاثة التالية:

$$\begin{aligned} R_{cm} < Tc^0 &\rightarrow \text{desert vegetation} \\ R_{cm} \geq Tc^0 &\rightarrow \text{Grasses (stepes)} \\ R_{cm} \geq 2Tc^0 &\rightarrow \text{Forests} \end{aligned}$$

ب-مناطق الامطار على مدار السنة :

$$\begin{aligned} R_{cm} < Tc^0 + 7 &\rightarrow \text{desert vegetation} \\ R_{cm} \geq Tc^0 + 7 &\rightarrow \text{Grasses (stepes)} \\ R_{cm} \geq 2(Tc^0 + 7) &\rightarrow \text{Forests} \end{aligned}$$

ان الرقم (٧) هو ثابت يضاف الى المعدل الحراري في تلك المنطقة .

ج-مناطق الامطار الصيفية :

$$\begin{aligned} R_{cm} < Tc^0 + 14 &\rightarrow \text{desert vegetation} \\ R_{cm} \geq Tc^0 + 14 &\rightarrow \text{Grasses (stepes)} \\ R_{cm} \geq 2(Tc^0 + 14) &\rightarrow \text{Forests} \end{aligned}$$

٢-باستخراج دليل الجفاف $DI = \text{drought index}$ بقسمة معدل سقوط المطر في المنطقة (ملم) على معدل درجة الحرارة فيها + ١٠ م وكما يلي :

$$DI = \frac{R_{cm}}{T_c + 10}$$

من البديهي جداً ان تكون القيمة نسبية لدليل الجفاف وذلك بحسب سرعة الرياح في المنطقة والطبيعة الفيزيائية للتربة كأن تكون رملية او مزيجية او ثقيلة.... الخ. يمكن استخراج كفاءة المطر (او ماء الري بحسب وفرته من الأبار او العيون) وكما يلي بقسمة ماء المطر على مجموع التبخر :

$$R.E\% = \frac{\text{total rain (mm)}}{\text{total evaporated}} \times 100$$

بعد استخراج دليل الجفاف يمكن تصنيف المنطقة كما في الجدول التالي :

علاقة دليل الجفاف (DI) بالمناخ ونوع النبات في المنطقة

نوع النبات	نوع المناخ	دليل الجفاف DI
نباتات صحراوية (ذات نمو وكثافة محددين)	جاف	اقل من ٥
اعشاب صغيرة (مراعي)	شبه جاف	٥ - ١٠
حشائش طويلة (محاصيل نجيلية)	شبه رطب	١١ - ٢٠
حشائش طويلة (محاصيل) مع اشجار	رطب	٢١ - ٣٠
غابات (اشجار وشجيرات)	مبتل	اكثر من ٣٠

٣- باستخراج دليل الجفاف وعلاقته بالمطر ومعدلي الحرارة الصغرى والعظمى :

هذه الطريقة مفيدة اكثر لمناطق البحر الابيض المتوسط ، فاذا رمزنا الى دليل جفاف الجو بالرمز (WDI = weather drought index) يمكن استخراجه بالمعادلة :

$$WDI\% = \frac{R_{mm}}{(T_{max} + T_{min.})(T_{max} - T_{min.})} \times 100$$

استناداً لذلك فانه كلما كان WDI اعلى كانت كمية الماء اوفر وكان النبات افضل نمواً واكثر تنوعاً وكثافة . تعد هذه المعادلة مفضلة على سابقتها لانها اخذت بنظر الاعتبار معدلي الحرارة الادنى والاعلى (في الليل والنهار).

٤- باستخراج دليل التحسس للجفاف :

يصلح هذا الدليل كذلك لقياس درجة تحمل المحاصيل للجفاف سواء باستخدام ماء المطر او الري ، واذا رمزنا لهذا الدليل (DSI % = drought susceptibility index) فانه يمكن استخراجه بالاتي :

$$DSI\% = 1 - \frac{\text{dry plot yield}}{\text{wet plot yield}} \times 100$$

بهذا الدليل تكون القيمة الدنيا هي الافضل للمحصول او الصنف لان القيمة النسبية المطروحة من واحد تمثل نسبة حاصل المحصول في المعاملة الجافة منسوبة الى حاصله في المعاملة المكتفية الماء .

٥- باستخراج دليل الجفاف للانتاجية :

يشبه هذا الدليل الدليل السابق (DSI) الا ان المعادلة تتضمن تطويراً اخر لهذا الدليل وهو اضافة معدل انتاجية المحصول في المعاملة الجافة منسوبة الى معدل المحاصيل الاخرى او الاصناف الاخرى في نفس المعاملة الجافة وكما يلي :

$$\text{Productivity drought index (PDI\%)} = \frac{\text{dry plot yield}}{\text{wet plot yield}} \times \frac{\text{dry plot yield}}{\text{mean of dry plot yields}} \times 100$$

مثال : اذا كانت لدينا القيم في ادناه كحاصلات بعض اصناف فول الصويا (طن للهكتار) فيمكن حساب دليل التحسس للجفاف ودليل الجفاف للانتاجية كما مدون :

رقم الصنف	المعاملة الجافة	المعاملة المكتفية الماء	DSI%	PDI%
١	١,٢	١,٩	٣٧	٥٤,٢
٢	١,٦	٢,٦	٣٨,٥	٧٠,٣
٣	١,٦	٢,١	٢٤	٨٧,١
٤	١,٢	١,٥٥	٢٣	٦٦,٣٦
المعدل	١,٤	---		

تشير بيانات الجدول ان الصنف ٤ هو اقلها تحسناً للجفاف حيث كان DSI لحاصله ٢٣ % ، اي انه اقل الاصناف تأثراً بقلّة الماء غير ان حاصله لم يكن عالياً بالمقارنة مع الصنفين ٢ و ٣ ، وباعتماد PDI تكون الفرصة امامنا افضل في تشخيص الصنف الانسب تحت الظروف الجافة (او القليل الماء) . كانت قيمة PDI لهذا الصنف ٨٧,١ % وذلك بحسابها كالاتي :

$$PDI_{cv.3} = \frac{1.6}{2.1} \times \frac{1.6}{1.4} \times 100 = 87.1\%$$

$$DSI_{cv.3} = (1 - \frac{1.6}{2.1}) \times 100 = 24\%$$

من ذلك يتضح لنا ان المعيار PDI هو اكثر دقة لمعرفة انتاجية الصنف تحت الظروف الجافة بالمقارنة مع معيار DSI المحدود المعلومات .

المناطق الزراعية في العالم ومقارنتها مع الصحراوية :

١- الاستوائية Tropics

تشمل عدة مناطق شمال وجنوب خط الاستواء . معدل سقوط المطر فيها ١٥٠٠-٢٠٠٠ ملم سنوياً ، خصوبة الارض ضعيفة بسبب غزارة الامطار . الغابات هي التي تسود هذه المناطق واهم اشجارها البان والكاكاو والقهوة والمطاط والموز وجوز الهند . تشمل هذه المنطقة الكونغو في افريقيا والملايو واندونيسيا ودول حوض الامزون

ودول اخرى في امريكا الوسطى كالبرازيل وغيرها . التوسع الافقي فيها لزراعة المحاصيل محدود بسبب كثافة الاشجار وفقر خصوبة الارض .

٢- Savanna

تقع بين خطي عرض ١٥ شمالاً و ٣٠ جنوباً . تتميز بفصلين احدهما حار جاف والثاني ممطر . الامطار متباينة من ٢٠٠٠-٥٠٠ ملم . يتميز النبات بالحشائش الطويلة savanna وكذلك بعض القصيرة وفيها بعض الاجزاء الصحراوية وشبه الصحراوية فضلا عن وجود اشجار الغابات الكثيفة . التوسع الافقي لزراعة المحاصيل ممكن فيها سيما في الاراضي الصالحة للرعي (ارض الحشائش) واهم مشكلة غزارة الامطار احيانا التي تعيق الزراعة والحصاد احيانا وبحسب المنطقة .

٣- الموسمية والسفانا seasonel & savanna

تشمل هذه المنطقة اراضي الهند وباكستان وسيلان ومناطق اخرى مجاورة . تتميز المنطقة بالرياح الموسمية الممطرة والتي تسبب الفيضانات التي تشتهر بها هذه المنطقة . معدل المطر ٥٠٠- ٢٠٠٠ ملم . نظراً لوجود الجفاف في بعض المواسم فتتكون غابات موسمية من اشجار الخيزران bamboo وخشب التيك Teka . يمكن التوسع الافقي لزراعة المحاصيل في هذه المناطق بسبب موسمية الامطار ، ولأجل المساعدة في ذلك فان المنطقة تحتاج الى اقامة السدود لحبس مياه الامطار واستخدامها للزراعة وقت الحاجة ، وهي اهم عامل فيها للتوسع الافقي

٤- المنطقة المعتدلة Temperate

تغطي هذه المنطقة حوالي ٣٤٠ مليون هكتار معظمها شمالي خط الاستواء ، كما ان القسم الجنوبي يشمل استراليا والاركاوي والبرازيل وجنوب القارة الافريقية . معدل المطر ١٠٠٠- ١٢٥٠ ملم . يتميز بحسن توزيعه على مدار العام ، وبدا فان هذه المنطقة ذات انتاج جيد جداً من المحاصيل المختلفة . ان فرص التوسع الافقي والعمودي في هذه المنطقة كبير جداً ، حيث يوجد فقط في استراليا حوالي ١٠٠ مليون هكتار يمكن زراعتها بتوفير عاملين هما برجة ماء الري بالسدود وازدادة الاسمدة بسبب قلة خصوبة بعض التربة فيها .

٥- البذول الشمالي northern podzol

تضم المنطقة اكثر من ٢٢٠٠ مليون هكتار حوالي ٦٠ % منها في الاراضي الروسية والباقي في امريكا الشمالية . معدل المطر بين ٢٥٠ - ٥٠٠ ملم وهي مناطق باردة ومنجمدة في شهور معينة . التوسع الافقي فيها محدود نسبياً بسبب محدودية المعدل المطري بالمقارنة مثلاً مع المنطقة المعتدلة .

٦- المنطقة الصحراوية وشبه الصحراوية : desert semi -desert region

تشمل هذه المنطقة اوسع مساحة بالمقارنة مع المناطق الخمسة الاخرى ، فهي اكبر مساحة من مساحة كل من الاستوائية والسفانا والموسمية والسفانا مجتمعة ، والتي تقدر ٨٨٥ و ١٥٣٠ و ٤٤٧ مليون هكتار ، بالتتابع . ان مجموع المساحة التي تشملها الصحراوية وشبه الصحراوية تقدر بمجموع ٢٨٥٨ مليون هكتار . تضم هذه المنطقة الصحراء الكبرى في الولايات المتحدة والصحراء العربية ومناطق من ايران حتى تنتهي شرقاً بصحراء منغوليا فضلاً عن صحارى نيفادا واريزونا ونيو مكسيكو في امريكا وغيرها . مشكلة التوسع الافقي لزراعة المحاصيل في هذه المنطقة يقع في مشكلتين ، الاولى قلة معدل سقوط الامطار والثانية ان مجموع التبخر ($ET = evapo$ transpiration) هو اعلى من المتوفر للنبات او المخزون في التربة عند منطقة الجذر . يتراوح معدل سقوط الامطار السنوي في المناطق الصحراوية عموماً بين ١٥٠ - ٢٠٠ ملم ، وهناك مناطق فيها اقل من المعدل الادنى المذكور . يكون عادة مقد التربة في الصحارى محدود العمق وقد يكون فيها الكلس والجبس بنسب عالية وبذا يكون نبتها واطى الارتفاع وقليل التعمق وقليل في كثافة الانتشار ، كما ان المادة العضوية في هذه التربة منخفض جداً بسبب الحرارة العالية وقلة كثافة النبات . على الرغم من ذلك فان توفير الماء للتربة الصحراوية هو اهم عامل لانعاش الزراعة فيها سيما من الحشائش الشتوية كالحنطة والشعير التي تعطي حاصلًا جيداً في مقد التربة المحدود وتعطي جذورها مادة عضوية للتربة سنة بعد اخرى وبالتالي انعاش نشاط الكائنات الحية الدقيقة الضرورية للتربة والمحصول . يختلف النبات الصحراوي الطبيعي من منطقة لاخرى باختلاف الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للتربة ووفرة الماء ، وبذا فهي تختلف من الحشائش والبقوليات الصغيرة الى الشجيرات والنباتات العصيرية مثل الصبار وغيرها . ان لاجل التوسع الافقي في الزراعة الصحراوية لا بد من توفير الماء بالدرجة الاساس سواء بايصاله من الانهار او البحيرات او بعمل آبار ارتوازية Artesian wells او آبار سطحية يضخ منها الماء عند الحاجة الى الري . كذلك فان من بين ابرز المشاريع في هذا المجال هو اقامة السدود لآخذ المياه سواء كان مصدرها الانهار والبحيرات او بتجميع مياه الامطار من السدود . لقد اقامت عدة دول مشاريع ضخمة من السدود منها ما في الولايات المتحدة واستراليا ومصر والصين ودول اخرى . ان السد العالي في اسوان بمصر مثال حي على مثل هذه المشاريع لآحياء الصحراء . يروي هذا السد مساحة زراعية تزيد على ربع مليون هكتار . ان من بين مميزات الاراضي الصحراوية هي امكانية زراعة محصولين في العام الواحد (شتوي وصيفي) بالمقارنة مع المنطقة الاستوائية التي لايزرع فيها الا المحصول الصيفي ، وكذلك المناطق المنجمدة التي لا يزرع فيها الا محصول واحد شتوي في الصيف .

التوسع الزراعي الافقي في الوطن العربي :

تقدر مساحة الوطن العربي بحدود ١٤٠٠ مليون هكتار ، يقع منها حوالي ٢٨ % في قارة اسيا و ٧٢ % في قارة افريقيا . تمتد تلك المساحة بين خطي عرض ١٠ - ٣٧ شمالاً وخطي طول ١٥ غرباً الى ٥٧ شرقاً . يتميز السطح بشكل عام بانه هضبي جبلي وتتخلل السهول والمنخفضات تلك الهضاب والجبال . اما بالنسبة للمناخ ، فيغلب عليه المناخ الصحراوي . توجد انهار في بعض اقطاره وهي انهار دائمية كما في العراق وسوريا ومصر والسودان والاردن ، فيما توجد انهار موسمية في اقطار اخرى كما في الجزائر . المناخ معتدل في الاقاليم الشمالية الى شبه استوائي في الاقاليم الجنوبية ، وتبقى البيئة الصحراوية هي الغالبة على مساحة معظم

الاقليم . تبلغ المساحة المزروعة في الوطن العربي من مجموع المساحة الزراعية العالمية حوالي ٤ % فقط ، فيما تبلغ نسبة سكانه حوالي ٥ % فقط من مجموع سكان العالم . ان ذلك يشير بكل وضوح الى قلة المساحة الزراعية المخصصة للفرد الواحد التي يجب ان تكون بحدود الهكتار لكل فرد ، فضلاً عن تدني معدل الانتاجية في الزراعة العربية ، وبذا سيبقى المواطن العربي يعاني من قلة الموارد الزراعية التي يحتاجها في حياته اليومية ما لم تتضافر جهود كبيرة للتوسع الافقي في الصحراء من جهة ورفع معدل الانتاجية في الاراضي الزراعية الاروائية من جهة اخرى . ان نسبة المساحة الزراعية في الوطن العربي لا تزيد الا قليلاً عن ٣ % من مجموع مساحته من الارض ، وبذا تبلغ حصة المواطن العربي حوالي $\frac{1}{5}$ هكتار زراعي فقط ، الامر الذي يوضح شدة الحاجة الى مزيد من الانتاج الزراعي ، فيما تقدر المساحة التي يحتلها الفرد الواحد بحدود ٧,٧ هكتار . تقدر المساحة الكلية المزروعة في الوطن العربي بحوالي ٥١ مليون هكتار ، منها حوالي ١١ مليون هكتار فقط تحت الزراعة الاروائية التي يعول عنليها بالدرجة الاساس كمصدر رئيسي للمنتجات الزراعية المختلفة . هنالك حوالي ١٧٠ مليون هكتار مستخدمة للرعي يمكن التوسع الافقي فيها بدرجة عالية بعد تهيئة مصادر المياه الازمة للرعي . يوضح الجدول التالي بعض المعلومات المتعلقة بالمساحة الزراعية في بعض اقطار الوطن العربي :

القطر	% للارض المروية	% للارض المزروعة (من مجموع المساحة)	المساحة الكلية (مليون هكتار)	حصة الفرد
العراق	٥٢	١٣	٤٤	٠,٣٨
سوريا	١٥	٢٢	١٨,٥	٠,٤٢
الاردن	٩	٤,٥	٩	٠,١٦
مصر	١٠٠	٢,٦	١٠٠	٠,٠٦
السودان	١٨	٣,٢	٢٥٠	٠,٤٢
السعودية	٢	٢	٢٥٠	---
تونس	٦	٢٤	١٦	٠,٥٥
الجزائر	٨	١,٦	٢٣٨	٠,١٨
المغرب	١٢	٧,١	٧١	٠,٢٤
ليبيا	١٥	١	١٧	٠,٤٢
اليمن	٦٠	٦	٥٣	٠,٣
الصومال	٢٣	٠,٢	٦٤	٠,١

خطوات التوسع الافقي الزراعي في الوطن العربي

- ١- اجراء مسح دقيق للموارد المائية من انهار وبحيرات ومياه جوفية وامطار وتلوج في كل قطر بحسب المنطقة او المناطق المزمع استزراعتها .
- ٢- انشاء مشاريع الري من سدود وخزانات في الصحراء كما في مصر والعراق وليبيا والسودان ، بعد التأكد من جدوى الفقرة (١) .
- ٣- اذا كانت ترب تلك الصحراء فيها ملوحة فلا بد من شق المبازل الضرورية لها للتخلص من الاملاح في التربة ولمنع التملح في البعض الآخر نتيجة الري المتكرر .
- ٤- تشريع قوانين تشجع هجرة السكان من المدينة الى الصحراء وتوفير مستلزمات حياتهم العصرية من تعليم وصحة وترفيه وغير ذلك من مواصلات وامور اخرى تتعلق بخزن وتسويق المنتجات الزراعية .
- ٥- تكثيف الابحاث على المقننات المائية لبعض المحاصيل المزمع زراعتها في الصحراء ووضع برامج تربية لانتخاب وتطوير الافضل منها في الانتاجية والتحمل لظروف الصحراء .
- ٦- تكثيف الابحاث على دراسة آلية التملح في التربة وكيفية برمجة الري وعمق الري وطريقة الري وحساباتها كلها ولكل محصول في كل منطقة .
- ٧- تكثيف الابحاث حول معرفة الحياة البرية من نباتات وحيوانات وكيفية تكاثرها وامكانات الاستفادة منها مستقبلاً لتطوير اصول جديدة بالاعتماد على بعض صفات هذه الكائنات الحية الصحراوية .

نظرة في سطح ومناخ العراق وامكانات التوسع الافقي في زراعته

تبلغ المساحة الاجمالية للعراق حوالي ٤٤ مليون هكتار . يقع العراق بين خطي عرض ٢٩ ٥ ' و ٣٧ ٢٢ ' شمالاً وخطي طول ٤٥ ٣٨ ' و ٤٥ ٤٨ ' شرقاً . يتميز سطح العراق بثلاث مناطق هي السهل الرسوبي والهضبة الصحراوية والمنطقة الجبلية . يمثل السهل الرسوبي حوالي $\frac{1}{5}$ مساحة القطر وهو اهم منطقة زراعية فيه حيث تضم هذه المنطقة حوالي ٤ ملايين هكتار تصلح للزراعة الاروائية ، كما تضم المنطقة ذاتها مساحات اخرى من المستنقعات والاهوار . معدل سقوط المطر فيها بين ٥ - ٢٠٠ ملم سنوياً (الشتاء فقط) ، وبذا فان المنطقة تعتمد على الري من الانهار (دجلة والفرات) حيث تبلغ المساحة المزروعة اروائياً بحدود ٣ ملايين هكتار فقط من بين كافة الاراضي الزراعية في العراق .

اما الهضبة الصحراوية فتحتل غربي العراق ومساحتها حوالي $\frac{3}{5}$ مساحة السطح الكلي للعراق ، ويقع فيها منخفض الثرثار . مناخ هذه المنطقة صحراوي تنتشر فيه بعض نباتات المراعي من حشائش وبقوليات وغيرها ، فضلاً عن نباتات كبيرة من شجيرات واشجار مثل الاثل والرمث والشيح . كذلك ينتشر الشوك في بعض المناطق الخصبية فيما ينتشر العاقول في المناطق الاقل خصوبة او المالحة نسبياً .

اما المنطقة الجبلية فتمثل الجزء الشمالي من العراق وتقارب مساحتها مساحة السهل الرسوبي . تبلغ المساحة الصالحة للزراعة في هذه المنطقة حوالي ٤ ملايين هكتار ولا يستغل منها الا الجزء القليل . يتراوح معدل سقوط المطر في المناطق المنخفضة من هذا الجزء بين ٢٠٠ - ٤٠٠ ملم فيما يصل لغاية ١٠٠٠ ملم او اكثر احيانا في المناطق الجبلية العالية . تنتشر اشجار مختلفة في المنطقة الجبلية من بين اهمها البلوط والجوز والصنوبر وكذلك تنتشر شجيرات الكثيرة .

يختلف لون التربة في المناطق العراقية بين الفاتح الى الكستنائي والاحمر وذلك بحسب نوع الاكاسيد المعدنية السائدة في التربة . تتراوح نسبة المادة العضوية ما بين ٠,٥ % - ٣ % بحسب كثافة الزراعة ودرجة الحرارة في المنطقة حيث تنخفض في الحارة وترتفع في الباردة . من بين اكثر الاملاح السائدة في الترب العراقية هي كلوريدات وكبريتات الصوديوم والمغنيسيوم خصوصا في الترب الرسوبية الملحية .

اما عن الميزان المائي في الزراعة العراقية فهناك نهرا دجلة والفرات وروافدهما وكذلك الآبار الارتوازية والسطحية . كانت التقديرات السابقة لتصريف نهري دجلة والفرات بمعدل ٣٤ و ٣٩ بليون متر مكعب سنويا لكل من النهريين بالتتابع ، يقدر ما يستغل للزراعة من النهر باقل من ثلث كمية التصريف ، الا ان معدلات التصريف اليوم هي اقل بكثير من السابق . لو وضعت خزانات وسدود لرفع مناسيب الماء وخزنها لامكن من زراعة ما يقارب ٥ ملايين هكتار والتي هي اساسية جداً للاكتفاء الذاتي من المنتجات الزراعية في العراق حيث ان معدل حصة الفرد من الارض الزراعية في العراق منخفض جداً .

اما الخزين المائي من المياه الجوفية في العراق ، فيقدر ان الكيلو متر المربع في المنطقة الشمالية فيه ٢٥ ألف متر مكعب من الماء ، فيما يقدر في الهضبة الصحراوية معدل ١٢ ألف متر مكعب لنفس المساحة . تتباين المياه الجوفية في نسبة الملوحة في العراق ، فهي قد تكون بمستوى يقارب ملوحة مياه النهر في بعض المناطق المجاورة للانهار ، فيما ترتفع الى حوالي ٦٠٠٠ ج.م لاسيما في آبار المنطقة الرسوبية . كانت التقديرات السابقة (من عشرات السنين) للارض الصالحة للاستثمار الزراعي بحدود ١٢ مليون هكتار (في العراق) منها ٨ ملايين في السهل الرسوبي و٤ ملايين في المنطقة الجبلية تعتمد على الزراعة الديمية والينابيع . اما تقديرات الاراضي الزراعية اليوم في العراق فهي متغايرة من من عام لآخر بدرجة كبيرة الا انها في افضل حال لا تتجاوز ٥ ملايين هكتار ، منها ٣ ملايين بالزراعة الاروائية والباقي للزراعة الديمية والينابيع . يمكن التوسع الافقي في الزراعة العراقية بتوفير الآتي :

١- اقامة مشاريع الري من سدود وخزانات وجداول لتوفير ماء الري لمختلف المناطق سواء القريبة من الانهار او الصحراوية .

٢- استصلاح الاراضي الملحية والصحراوية بعد اوصول الماء اليها ، وبالنسبة للاراضي الصحراوية لابد من حفر الآبار الارتوازية بالدرجة الاساس والسطحية في بعض المناطق بحسب بعد الماء الارضي عن السطح .

٣- شق المصارف في المناطق المتملحة او التي يخشى عليها من التملح .

٤- اجراء دراسات مكثفة حول المقننات المائية للمحاصيل المزعم زراعتها في كل منطقة واتباعها في الزراعة .

٥- اجراء دراسات حول النبت الصحراوي لاستخدامه مراعي طبيعية ووضع الاسس اللازمة لحمايته والحفاظ عليه من سنة لآخرى لان الثروة الحيوانية اساسية جداً للنمو الاقتصادي الزراعي ، وان اخص المواد العلفية هي المراعي الطبيعية والتي تحتاج الى رعاية لادامتها .

انواع عيوب الاراضي Chap. 8 د. وجيهه عبد حسن

تختلف عيوب الاراضي الصحراوية وغير الصحراوية بحيث ان كل عيب يحتاج الى علاج معين لابد من انجازه لتكون الارض بعد ذلك صالحة للزراعة . من بين تلك العيوب الآتي :

اولاً : - العيوب الطبوغرافية : وتشمل ثلاثة عيوب رئيسية هي :

أ- ارض متموجة فيها هضاب او جبال او عدم استواء .

ب- ارض حصوية او فيها حجارة مع التربة .

ج- ارض صخرية او محدودة مقد التربة .

ثانياً : - العيوب الفيزيائية : وتشمل

أ- الارض تربتها رملية .

ب- الارض تربتها طينية ثقيلة .

ج- الارض تربتها فقيرة بالعناصر .

ء- الارض تربتها غدقة ، مثل وجود عيون ماء فيها او هور او مستنقع .

ثالثاً : - العيوب الكيماوية : وتشمل

أ- الارض تربتها ملحية .

ب- الارض تربتها قلووية .

ج- الارض تربتها ملحية - قلووية .

ء- الارض تربتها كلسية .

هـ- الارض تربتها جبسية .

رابعاً : - العيوب الحيوية :

وهي ان تفتقر تربة الارض الى الاحياء الدقيقة مثل بكتريا تثبيت النايتروجين التي تصيب جذور البقوليات المختلفة ، او البكتريا الخاصة بتحول النترات واكسدة الكبريت ، او انها تفتقر الى احياء التربة الكبيرة مثل دودة الارض .

خامساً : - العيوب الموقعية :

وهي ان تقع الارض في منطقة معرضة للرياح الشديدة التي تنتقل اليها تربة من منطقة اخرى فتغطي النبت الموجود فيها ، او انها تقع في طريق السيول التي تجرف تربتها ونبتها اثناء السيول .

سادساً : - العيوب الجغرافية :

وهي الارض الواقعة في منطقة صحراوية خالية من العيوب الاخرى لكنها تفتقر الى الماء وما يترتب على ذلك من عيوب جانبية يمكن معالجتها بمجرد توفير الماء .

سابعاً : - العيوب الكسائية :

تشمل وجود نباتات غير مرغوب فيها بكثافة عالية مثل وجود الحلفا cogon grass او السفرندة Johnson grass او وجود شجيرات او اشجار عديدة تمنع الزراعة الا بعد التخلص من هذه النباتات .

برنامج الاستصلاح :

يشمل هذا البرنامج خطوات معينة لا بد من تنفيذها للتخلص من عيوب الارض ولا يمكن البدء ببرنامج الاستزراع ما لم تنجز هذه الفقرات اولاً . يشمل ذلك :

١- حصر ومسح المنطقة المراد استصلاحها وتشخيص عيوبها .

٢- وضع خرائط للمناطق المراد استصلاحها.

٣- جمع كافة المعلومات المتعلقة بعمق التربة ونسب الاملاح او الكلس و الجبس والصفات الاخرى المرتبطة بعيوب الارض . تجمع تلك البيانات عادة بعمل ما لا يقل عن ١٠-١٥ مقطع (profiles) في الارض لكل كيلو متر مربع واحد من الارض

٤- رسم مخطط الشبكة الحقلية المفصلة للارض.

٥- تحديد مصادر المياه وكمياتها ونوعيتها.

٦- اقامته المنشآت اللازمة للعمل.

اما التحاليل والاختبارات الكيماوية التي تجرى على التربة فلا بد ان تشمل :

١- تقدير الايونات الذائبة مثل الكربونات والبي كربونات والكلوريدات والكبريتات.

٢- تقدير الكتيونات الذائبة. k-na-mg-ca .

٣- تقدير pH-EC التربة .

٤- تقدير السعة الحقلية للتربة .

٥- تقدير نسبة الصوديوم المتبادل لتحديد قلوية الارض .

٦- تقدير نسبة كربونات الكالسيوم .

ملاحظات هامة اخرى:

عند عمل قنوات الري لا بد من ان تكون بانحدار يناسب قوام التربة حيث يكون الانحدار لجانب القناة في الترب الرملية بنسبة ٢ : ١ ، اي مثلاً العرض الجانبي للقناة ٢م وبطن القناة ١م والاصح هو ٢ لصلع الوتر و ١م للصلع المقابل ، وفي التربة الغرينية ٣ : ٢ والطينية ١ : ١ اما القاع فيكون بانحدار ١٥-٢٠ سم لكل كيلو متر من الساقية . ام كميات الماء اللازمة لاستصلاح التربة الملحية فيجب ان تحسب على اساس ١٢٠ متر مكعب لكل هكتار في اليوم ينخفض الى ٨٠ متر مكعب بعد الاستصلاح . اما طاقة تصريف الماء للمبازل فتكون في هذه الحالة على اساس معدل ٨٠ متر مكعب لكل هكتار في اليوم . اما بالنسبة لطاقة الماء اللازمة للري فيجب ان تحسب على اساس معدل تصريف كل متر مكعب لكل ثانية في صدر القناة يروي ١٢٠٠ هكتار شتاءً و ٤٠٠ هكتار صيفاً ، علماً ان هذه الارقام تقديرية بحسب طبيعة التربة والمناخ في العراق .

انواع المبال:

على الرغم من ان موضوعنا هو ليس عن شق المبالز وهندستها والامور المتعلقة بها بدقة ، ولكن لا بد من نبذة موجزة عن انواع المبالز لاهميتها في العمل :

١- المبالز المكشوفة :

عبارة عن شق التربة على شكل مقطع فتحته العليا ٣ متر والسفلى ٢ متر وعمق ١,٥ - ٢ متر. تبقى هذه المبالز مكشوفة حيث يتجمع فيها الماء الذي يضخ الى مناطق اخرى بعيدة عنها (الى مستنقع او جدول او نهر) . هناك شبكة من هذه المبالز الرئيسية والفرعية التي توصل الرئيسية مع بعضها والحقلية التي تكون مغطاة بحيث يمكن السير فوقها والزراعة في تربتها . هذا وعلى الرغم من ضرورة وفائدة هذه المبالز لتنفيذ برنامج اصلاح الارض فانها ذات عيوب اهمها :

أ- تشغل مساحة كبيرة من الارض .

ب- تقيد حركة المعدات الحقلية .

ج- ظهور بعض النباتات المائية فيها مثل القصب والبردي وكلفة صيانتها ، فضلا عن كونها مصدراً لتكاثر البعوض والقوارض التي تهاجم المزروعات .

٢- المبالز المغطاة :

شقوق ضيقة في الارض على اعماق مناسبة (١ - ٢ متر) توضع فيها انابيب فخارية او بلاستيكية ذات مفاصل تدفن بالحصى ويدخل الماء المبزول خلالها ليجري الى المبالز الفرعية خارج الحقل ثم تغطي هذه المبالز بالتراب ويمكن المشي والعمل والزراعة فوقها ، وبذا فهي لاتتملك عيوب المبالز المكشوفة وهي مميزاتها ، اما عيوبها فهي :

أ- ارتفاع كلفة انجازها لحاجتها الى حفر ودفن ووضع انابيب خاصة فيها .

ب- ضرورة استخدام مضخات تضخ الماء المتجمع فيها ليصل الى المناطق الخاصة به .

ج- صعوبة اصلاح الخلل فيها لدى حدوث انسداد .

٣- المبالز الصماء :

وهي عبارة عن حفرة في الارض بعمق ١,٥ - ٢ متر (تحت مستوى الماء الارضي) باية قناة او ميزل ، يسري اليها الماء بالتنافذ من الحقل وتقوم هذه الميازل بتصريف مائها عند اتصالها بالماء الارضي .

٤- الميازل العمودية (الرأسية)

وهي ثقب عمودية تعمل في الاراضي التي فيها طبقة صماء حيث تخترق هذه الثقب الطبقة الصماء الى اسفلها لتنبزل الماء تحتها . يكون قطر هذه الميازل بين ٢٠ - ٤٠ سم يوضع بداخلها انبوب بلاستيكي او فخاري كي يمنع انهيارها وانسدادها وتكون فوهة الانبوب بعمق ٣٠ - ٤٠ سم تحت سطح الارض حيث تغطي الفوهة بغطاء مثقب يوضع فوقه الحصى ثم تدفن بالتربة فينسب الماء خلال هذه الفتحات الى باطن الارض .

اصلاح عيوب الارض :

اولاً : - العيوب الطبوغرافية :

يمكن اصلاح هذا العيب بحرارة وتقسيم الارض الى مدرجات terraces وتسقى عادة اما بالري بالرش (sprinkler) او بالتنقيط . اذا كان العيب الطبوغرافي غير كبير في ارتفاع منطقة عن اخرى فيمكن اجراء التسوية واعمال رفع ودفن المواقع الواطئة ، وان يؤخذ بالحساب اضافة ٢٠% من ارتفاع الارض المدفونة زيادة حتى تستوي لاحقاً مع الارض الاخرى لدى استخدام المعدات الحقلية المختلفة . بعد دراسة الطبيعة الفيزيائية والكيميائية لتلك الارض تخصص المحاصيل المناسبة لها بحسب اهمية المحصول في السوق ودرجة نجاحه في المنطقة .

وان الري بالرش في الزراعة الصحراوية له مزايا عديدة من بينها :

١-زيادة المساحة المزروعة بسبب انعدام الجداول والسواقي .

٢-الاقتصاد بالميزان المائي بدرجة كبيرة .

٣-المحافظة على خصوبة التربة بسبب عدم الغسل الزائد .

اذا اعتمد اساس الري الواحدة بمعدل ١٠٠٠ متر مكعب في الري السطحي ، فان الري بالرش يحتاج معدل ٣٠٠ متر مكعب فقط ، اما لدى بداية الري (لان التربة جافة جداً) فان الري السطحي يحتاج معدل ٥٠ الف متر مكعب للكنتار فيما يحتاج معدل ١٥ الف متر مكعب بالري بالرش (سنوياً) .

٤-زيادة معدل كفاءة استخدام الاسمدة بسبب قلة غيض الماء الى باطن الارض .

٥-عدم رفع منسوب الماء الارضي لدى الري بالرش ، علماً ان معدل ٧٠% من ماء الري السطحي يغيض في باطن الارض .

٦-تقليل كلف استصلاح الارض بدرجة كبيرة من تسوية وقنوات وحفر وردم وغيرها .

٧-قلة الايدي العاملة اللازمة لاجراء الري .

٨-قلة انتشار الادغال، حيث ان معظم نباتات الادغال تأتي بذورها من خارج الحقل بالري السطحي . اما اهم عيوب الري بالرش فهي :

١-عدم ملائمتها للاراضي الملحية .

٢-ارتفاع كلفة منظومة الري بالرش .

٣-تحتاج الى خبرة فنية لاصلاح العطل فضلاً عن الادوات الاحتياطية .

٤-يفضل استخدام محاصيل ذات عائد عالي وسعر مرتفع في السوق .

هنالك نوعان من انظمة الري بالرش ، النوع الثابت (fixed) والمتحرك (propelled) الذي يمكن نقله من مكان لآخر . يمكن كذلك استخدام الري بالتنقيط (drip irrigation) خصوصاً اذا استخدمت الاشجار في الزراعة او الخضر ذات المردود العالي .

ثانياً : - العيوب الفيزيائية .

أ - التربة الرملية :

وهي تلك التي تحوي ٨٠% رمل والباقي طين (بوغاء) وغرين . تصنف حبيبات التربة ذات قطر اقل من ٠,٠٠٢ ملم بانها بوغاء واكثر من ذلك ولغاية ٠,٠٥ ملم غرين واكثر منها ولغاية ١ ملم رملية و٢ ملم فاكثر حصى . تمتاز التربة الرملية بالتهوية الجيدة وسرعة غيض الماء فيها فقلة خصوبتها وانخفاض سعتها التبادلية وقلة العناصر . اما زراعة الارض الرملية فهي عملية صعبة اذا لم تتوفر فيها المميزات التالية :

١-حبيبات التربة صغيرة .

٢-طبقتها الترابية عميقة .

٣-عدم وجود طبقة ملحية تحتها قد تؤدي الى التملح .

٤-ان تتوفر كمية كبيرة من الميزان المائي لريها .

خطوات استصلاح الاراضي الرملية :

١-اضافة السماد الحيواني ان امكن وتسوية السطح بصورة جيدة .

٢-زراعة الارض بمخاليط علفية كالبرسيم والشعير لموسم واحد وقلبيها في التربة لزيادة المادة العضوية .

٣-اعتماد محاصيل شتوية مثل الباقلاء والحمص والعنبر وصيفية مثل الماش واللوبيبا مع توفير الرايزوبيا اللازمة لكل محصول .

٤-تطمين السواقي بالطين او انابيب بلاستيكية او غير ذلك وبما يقلل من فقد الماء .

٥-زراعة اشجار مصدات رياح لمنع حركة الرمال والحفاظ على مناخ الحقل .

محاصيل مدة الاستزراع :

اذا زرع في الموسم الشتوي الاول مخلوط علف من البرسيم والشعير وقلب في التربة ، فانه يمكن زراعة فستق الحقل صيفاً لان هذا المحصول يوجد في التربة الخفيفة ولايحتاج الى اسمدة بكميات كبيرة . يمكن في الموسم الثالث (الشتوي) زراعة الباقلاء او الحنطة ، بعد ذلك ولما تكون التربة قد تحسنت خواصها الفيزيائية والكيميائية يمكن زراعة الذرة الصفراء .

ب- التربة الطينية :

التربة الطينية هي التي تحوي ٥٠% فأكثر من البوغاء والغرين ، فان كانت النسبة بين ٥٠% - ٨٠% فهي طينية متوسطة ، وان كانت اكثر من ٨٠% فهي طينية ثقيلة . هذا ونظراً لكون قطر جزيئات التربة بحدود ٠,٠٠٢ ملم او اقل فهي ذات مساحة سطحية كبيرة لوزن معين منها ، وبذا فانها ذات سعة حقلية عالية . بناء على ذلك فان من بين عيوب التربة الطينية هو تمددها بالماء وتشققها عند الجفاف فتتقطع نسبة كبيرة من جذور النبات ، كما ان العمق الجذري يكون محدوداً لصعوبة اختراقه بسبب شدة تماسك جزيئات التربة لصغر حجمها وزيادة مساحتها السطحية .

استصلاح التربة الطينية :

ان من بين اهم عيوب التربة الطينية الآتي :

١-سوء التهوية

أ-اضافة مسحوق حجر الكلس بمعدل ١٠ - ١٢ متر مكعب للهكتار سنوياً او معدل ١٠ - ١٢ طن من المنتجات النفطية (النفط الاسود او البتيومين) ويخلط مع الطبقة العلوية من التربة بعد حرارتها . يحتاج ذلك بضعة شهور من الري والحراثة ثم تزرع الارض ، حيث ان هذه المادة ذات سمية نسبية على البادرات لذا لا بد من تركها مدة مناسبة كي تتحلل وهي ذات مفعول جيد جداً لتحسين خواص التربة الفيزيائية .

ب- اضافة الدمن الحيواني او الرمل (ايهما اقتصادي اكثر) او زراعة الارض بالمخاليط العلفية ثم قلبها عند التزهير ، وربما تكون الاخيرة هي الاقل كلفة .

٢- انخفاض درجة الحرارة :

نظراً للمحتوى العالي من الماء في التربة الثقيلة فان حرارتها تكون منخفضة بسبب الحرارة النوعية للماء الذي يأخذ الحرارة من المحيط (وهو التربة) فتتخفض حرارة الاخيرة . ان اصلاح ذلك يتم بخفض الماء الارضي لتلك الارض عن طريق شبكة الميازل . من جهة اخرى فان مناخ هذه التربة يكون اعلى بدرجة الحرارة بالمقارنة مع مع درجة حرارة التربة .

٣- التمدد والتقلص مع الماء والحرارة :

ان تحسين الصرف وزيادة الرمل او المادة العضوية يساعدان في تصحيح حال التربة من هذه الظاهرة الضارة بنمو المحصول .

٤- وجود طبقة صماء :

تتكون الطبقة الصماء تحت عمق المحراث اما بسبب عملية الترسيب التي تكونت فيها التربة في العصور القديمة او نتيجة استخدام نوع معين من المحراث يحرث بعمق معين مع مرور الآليات الحقلية المختلفة فوقها بصورة متكررة لعدة سنوات . يؤثر وجود الطبقة الصماء في قلة التهوية وعدم انتشار المجموع الجذري وانجماد الماء الذي تحت طبقة الجذر في الليالي المنجمدة فيرفع ذلك النباتات الى الاعلى (heaving) فتموت النباتات ، كذلك اذا زادت كمية ماء الري فسوف يركد الماء عند المجموع الجذري فيسبب اختناق (smothering) النباتات وموتها . تعالج الطبقة الصماء باستخدام المحراث الحفار (chisel) الذي يعمل شقاً في التربة بعمق ٥٠ سم يسري من خلاله ماء الري الى الطبقات السفلى من التربة .

ج- الارض المجهدة :

يقصد بها الارض التي انخفضت خصوبتها لواحد او اكثر من الاسباب التالية :

١- تكرار دخول الماء الى الارض وغسل العناصر .

٢- تكرار زراعة المحاصيل بدون تسميد .

٣- كشط الطبقة السطحية من التربة لاغراض التسوية .

لعلاج هذه الارض:

١-يستوجب زراعتها بالبقوليات مع التلقيح بالرايزوبيا مع اضافة الاسمدة الكيماوية بحسب نوع المحصول سيما P و K اما النايتروجين فيضاف بكمية محدودة اذا كانت الرايزوبيا تنشط .

٢- اتقان عمليات خدمة التربة والمحصول بصورة جيدة .

٣- محاولة اضافة الدمن الحيواني او السماد الاخضر .

٤- استخدام جرع عالية من NPK للمحاصيل غير البقولية .

٥- مكافحة جيدة لنباتات الادغال .

٦- العناية بشبكة الصرف .

ثالثاً :- العيوب الكيماوية

على الرغم من شيوع انتشار الملوحة في الترب الرسوبية المنخفضة بسبب قربها من الماء الارضي وضعف الصرف ، فان الملوحة تنتشر كذلك في الاراضي الصحراوية بسبب وجود مركبات ملحية في مكونات تلك التربة وعدم وجود ماء يكفي لغسلها . تضر الاملاح العالية التركيز بنمو النبات اما عن طريق تقليل امتصاص الماء الذي يحوي العناصر الضرورية للنمو او اذا كانت الملوحة عالية فانها تسبب البلازمة (plasmolysis) . اذا احتوت التربة على املاح الصوديوم بنسبة عالية فتكون قلوية ، وفي كلتا الحالتين (الملحية والقلوية) فان نمو النبات يتعطل . من الجدير الاشارة الى ان ماء الري اذا كان يحوي نسبة عالية من الاملاح (ولو نسبياً) عن الحد المسموح فانه بتكرار الري يمكن ان يضيف معدل ٠,٢ طن - ١٠ طن من الاملاح سنوياً للهكتار وبحسب طبيعة الماء وفيزياء وكيمياء تلك التربة وتكرار الري وموسم الزراعة (صيفي او شتوي) . فاذا افترضنا ان ماء الري يحوي معدل ٣٠٠ ج.م من الاملاح (وهي نسبة معتدلة) فان ري الارض بمعدل ٤٠ رية في العام بعمق ١٠ سم للرية سيضيف للهكتار الواحد معدل ١٢ طن من الاملاح سنوياً ، وبذا فانه لا بد من تحسين عملية الصرف للتخلص من تلك الاملاح . ان

من بين اهم الاملاح المسببة للقلوية هي كاربونات الصوديوم بالدرجة الاساس ، ثم كبريتات وبيكاربونات وكلوريدات الصوديوم وغيرها .

اصلاح العيوب الكيماوية :

١- اجراء عملية الغسل للتربة بعد حراستها وتكرار الري حتى انخفاض معدلات الملوحة وبوجود شبكة صرف فعالة

٢- اذا كانت الملوحة في الطبقة السطحية فقط قد تجمعت من الماء الارضي عبر سنين ترك تلك الارض فيمكن كشط تلك التربة ، لكن هذه العملية مكلفة اكثر من الاولى .

٣- يمكن نقل كميات من التربة الجيدة من مكان اخر ورفع مستوى هذه الارض عن الماء الارضي ، وهذه الطريقة سريعة وفعالة لكنها مكلفة . تحتاج في الغالب معدل عمق ٢٠ - ٣٠ سم و احيانا اكثر لدفن التربة الملحية بتربة جديدة سيما عندما يكون مصدرها قريب من تلك الارض .

٤- تقسيم الارض الى شرائح متغايرة العرض متبادلة ، كأن تكون ٢٠ م و ١٠ م ثم ٢٠ م و ١٠ م وهكذا لكافة الحقل ، ثم تكشط تربة الشريحة ذات ١٠ م عرض وتضاف فوق الشريحة ذات عرض ٢٠ م وهكذا لكافة الحقل ، ويمكن جعلها ٢٠ م مع ٥ م بحسب وفرة مقد التربة ، ثم نباشر بعملية الغسل للشرائح العريضة فيما تكون الشرائح الضيقة عبارة عن ميازل للحقل يمكن ضخ الماء منها بحسب طبيعة شبكة الصرف . ان هذه الطريقة تكفل احياء حوالي ٨٠ % من الارض بكلفة اقل بكثير من نقل تراب من مناطق اخرى .

ملاحظات اصلاح الاراضي الملحية والقلوية :

فضلاً عما ذكرناه في اصلاح العيوب الكيماوية لهذه التربة فلا بد من اخذ الملاحظات التالية بنظر الاعتبار لضمان صلاحية التربة للزراعة وعدم تكرار مشكلتها مرة اخرى ، وهي :

١-ضمان عمل شبكة الصرف لخفض منسوب الماء الارضي .

٢- اتقان عمليات الحراثة والتعديم والري في كل موسم .

٣- يمكن استخدام بعض المصلحات (soil conditioners) اذا بقيت التربة تعاني من مشكلة عدم النفاذية . بين تلك المصلحات الشائعة والمفيدة هي :

١-الجبس الزراعي : agricultural gypsum

مادة بيضاء اللون من كبريتات الكالسيوم ، معدل ذوبانها في الماء حوالي ٠,٠٢٥ ، ونقاوتها في الطبيعة قلما تزيد عن ٥٠ % ، اما المصنع منها فتصل نقاوته ٩٥ % وكلما كانت جزيئاتها انعم (اصغر) كلما كانت فاعليتها في التربة افضل واسرع . يفيد الجبس الزراعي في احلال Ca محل Na في الترب القلوية . بعدما تضاف الكمية فوق التربة المحروثة يجب قلبها وخطها بصورة جيدة تضمن تجانسها في الخلط مع جزيئات التربة ثم تروى الارض . ينصح عموماً باضافة معدل ٨ طن للهكتار مرة او مرتين في العام مع الخلط الجيد والري ، وقد تختلف الكمية بحسب نوعية المادة المستخدمة وحالة التربة من القلوية .

٢- الكبريت :

مسحوق اصفر اللون يمثل عنصر الكبريت (S₂) وهو غير قابل للذوبان في الماء . نسبة نقاوته ٥٠ - ٩٥ % بحسب طبيعة المصدر الطبيعي او التنقية الصناعية لمادته الخام . يفضل ان تكون جزيئاته دقيقة جداً كي تزداد مساحتها السطحية نسبة الى حجمها فيسهل تأكسها في التربة بوجود البكتريا المؤكسدة للكبريت (Thiobacillus) . بعد ان يتأكسد يتفاعل مع مركبات اخرى مثل كاربونات الكالسيوم فيحل محل الكاربونات فتتكون كبريتات الكالسيوم ذات الفعل الحامضي فينخفض الاس الهيدروجيني (Ph) لمحلول التربة فتصبح معظم العناصر فيها جاهزة للامتصاص من قبل جذر النبات . من الضروري عدم ري الحقل مباشرة بعد خلط الكبريت مع التربة وذلك لفسح المجال امام البكتريا لاكسدته . ان فعل الكبريت في اصلاح قلوية التربة هو افضل من فعل الجبس الزراعي

٣- المخلفات النباتية :

تشمل بقايا البنجر السكري بعد العصر وبقايا التمر والقصب السكري وغيرها . تحوي هذه المركبات مواد سكرية والياق قابلة للتحلل فتعطي احماضاً مختلفة مثل الخليك والفسفوريك واللاكتيك والكاربونيك وغيرها ، ويفضل اضافة الدمن الحيواني معها ، وبعد تحليلها تعمل في معادلة قلوية التربة .

٤- كبريتات الالومنيوم (الشب) وكبريتات الحديدوز :

اذا توفرت مثل هذه المواد باسعار مناسبة يمكن اضافتها للتربة القلوية الا انها في الغالب مرتفعة الثمن في دول العالم الثالث لعدم تطور الصناعات الكيماوية فيها ، وبذا فان المركبات الثلاثة الاولى يمكن استخدامها في العراق بسبب وفرتها في مناطق التعدين الطبيعية .

حساب كمية الكبريت والجبس :

تتحكم في كمية الكبريت والجبس المضافة للتربة نسبة الصوديوم المتبادل فيها وعمق التربة المراد اصلاحها ووفرة المادة العضوية .

مثال : لو فرضنا ان نسبة الصوديوم المتبادل (س) المقاسة بوحدات مليمكافئ غم / ١٠٠ غم تربة فان :

$$\text{كمية الكبريت (طن / ه)} = ٠,٨ \times \text{س}$$

$$\text{كمية الجبس (طن / ه)} = ٤,٢٥ \times \text{س}$$

وذلك على اصلاح عمق ٣٠ سم من التربة . استناداً لذلك فان كمية الكبريت والجبس سوف تتضاعف بمضاعفة عمق اصلاح التربة الى ٦٠ سم وتختزل الكمية الى النصف اذا اريد اصلاح التربة لعمق ١٥ سم فقط . توضح بيانات الجدول التالي الكميات المحسوبة من الكبريت والجبس بحسب عمق التربة ونسبة الصوديوم المتبادل (المراد استبداله) :

طن/هكتار كمية الجبس لعمق		طن/هكتار كمية الجبس لعمق		مليمكافىء غم/١٠٠ غممن Na المراد استبداله
٣٠ سم	١٥ سم	٣٠ سم	١٥ سم	
٠,٨	٠,٤	٤,٢٥	٢,١٥	١
٢,٤	١,٢	١٢,٧٥	٦,٥٠	٣
٤,٠	٢,٠	٢١,٥	١٠,٥	٥
٥,٦	٢,٨	٢٩,٧٥	١٥,٠٠	٧
٨,٠	٤,٨	٤٢,٥	٢١,٥٠	١٠

يفضل عادة ماء الري الحاوي على نسبة عالية من Ca : Na لغسل ملوحة التربة ، كما يجب عدم الاسراف في ماء الغسل كي لا يتضرر بناء التربة وزيادة الكلفة وامتلاء المبال بالماء . اذا تم غسل التربة الملحية بماء يحوي ملوحة اقل من ملوحة التربة فلا باس في ذلك في المراحل الاولى . اذا كان عمق التبليل او الغسل لعمق متر واحد من التربة ، فان عدد الامتار المكعبة من الماء اللازمة للري يمكن حسابها بالمعادلة التالية :

$$\frac{\text{عمق ماء الري}}{\text{عمق التبليل}} = \frac{\text{كثافة التربة}}{\text{كثافة ماء الري}} \times \text{السعة الحقلية} \times \frac{\text{Ec التربة}}{\text{Ec ماء الري}}$$

فاذا كانت كثافة التربة الظاهرية ١,٢ غم /سم^٣ واعتبرنا كثافة الماء واحداً والسعة الحقلية ٠,٤ و Ec ماء الري هو ١ دسيسمنز / م فان عمق ماء الري لازم لتلمح التربة ليصبح ليصبح فيها Ec ٤ مثلاً يحسب بالآتي :

$$\frac{\text{س}}{\text{م}} = \frac{1.2}{1} \times 0.4 \times \frac{4}{1} = 1.92$$

١,٩٢ متر عمق ماء الري الذي يجعل Ec التربة ٤

$$1.92 \times 10000 \text{ م}^2 = 19200 \text{ م}^3$$
 متر مكعب كمية الماء المطلوبة للهكتار الذي توصيله ١ دسيسمنز لا يصل التربة الى حالة التلمح Ec = ٤ .

مثال آخر : اريد ري محصول لعمق ٥٠ سم في التربة التي سعتها الحقلية ٠,٣٥ والتي كانت رطوبتها عند الري ٠,٢٥ وكثافتها ١,٢ غم / سم^٣ ، احسب عمق ماء الري لازم لا يصل التربة الى كامل سعتها الحقلية لذلك العمق وبتلك الريه .

$$\text{عمق ماء الري} = \frac{\text{كثافة التربة}}{\text{كثافة الماء}} \times \text{فرق الرطوبة} \times \text{عمق التبليل}$$

$$= \frac{1.2}{1} \times (0.25 - 0.35) \times 6 = 0.6 \text{ م او } 6 \text{ سم عمق ماء الريه .}$$

احتياجات الغسل والصرف :

تمثل احتياجات الغسل (Leaching Requirements = LR) كمية ماء الري من غير التبخر والنتج (ET) اللازمة لغسل التربة عند منطقة انتشار الجذر لمنع تجمع الاملاح فيها معبر عنها بنسبة مئوية وهي تعتمد على عاملين :

١- تركيز الاملاح في ماء الري . ٢- تركيز الاملاح الاقصى المسموح به في ماء التربة .
وبديهى ان تزداد الحاجة الى الغسل مع تقارب تركيزي الاملاح في ماء التربة وماء الري . تتجمع الاملاح اثناء الغسل تحت منطقة الجذر . يمكن استخدام ماء الري بملوحة ٤ دسيسمنز/ م (٤ مليموز/ سم) للمحاصيل الحساسة للملوحة و ٨ لغير الحساسة و ١٢ للمتحملة للملوحة وذلك كحدود قصوى لملوحة الماء .
لاجل معرفة احتياجات الغسل (LR) يمكن اعتماد المعادلة التالية :

$$\text{LR} = \frac{\text{Ec ماء الري}}{\text{Ec ماء الصرف}} = \frac{\text{عمق ماء الري}}{\text{عمق ماء الصرف}}$$

مثال: اذا كان توصيل ماء الصرف ٨ دس/ م وماء الري ٢ دس/ م فان $\text{LR} = \frac{2}{8} = 0.25$ او ٢٥% ويعني ذلك ان نسبة الماء الذي يصرف لغسل ملوحة منطقة الجذر من الاملاح تمثل ٢٥% من الماء الكلي (Ec + ماء الصرف) .

اما احتياجات الصرف (Drainage Requirements = DR) فتمثل نسبة الماء اللازمة لغسل منطقة الجذر بحيث يصرف الماء الى خارج تلك المنطقة . ان ماء الغسل هو لغسل الاملاح في منطقة الجذر حيث يبقى جزء من الماء في منطقة الجذر والباقي يجب ان يصرف خارج منطقة الجذر وهو DR. لاجل معرفة كمية عمق ماء الصرف DR يمكن اعتماد المعادلة التالية :

$$\text{عمق ماء الصرف} = \frac{\text{Ec ماء الري}}{\text{Ec ماء الصرف} - \text{Ec ماء الري}} \times \text{مجموع الماء المستهلك}$$

ان مجموع الماء المستهلك يساوي الاستهلاك الفعلي للماء (ET) + ماء الصرف .
مثال : اذا كان Ec ماء الصرف ٨ دس/ م و Ec ماء الري ٢ دس/ م وكمية الاستهلاك الفعلي (ET) هي ٧٥ سم و $\text{LR} = 0.25$ (من الماء الكلي) فان مجموع الاستهلاك الفعلي للماء = ١٠٠ سم ، ويحسب عمق ماء الصرف بالآتي :

$$\text{DR} = \frac{2}{2-8} \times 100 = 0.33$$

ان ذلك يعني ضرورة اضافة ٣٣ سم فوق الاحتياج الكلي المذكور (١٠٠ سم) ليكون عمق ماء الري الذي يدخل الحقل = ١٣٣ = ٣٣ + ١٠٠ سم لضمان غسل مقد التربة المطلوب وصرف الماء خارج منطقة الجذر .
اما لحساب كفاءة الاستهلاك المائي (بوجود محصول مزروع) فان المعادلة التالية تعتمد لحسابه:

$$\text{Water Use Efficiency} = \text{WUE} = \frac{\text{طن ماء للهكتار (او وحدة المساحة)}}{\text{طن مادة جافة / هكتار}}$$

فلو روينا محصول الحنطة بمعدل ٨ ريات في الموسم بعمق ١٠ سم لكل رية فان ماء الري الذي دخل الحقل = ٨ × ٠,١ × ١٠٠٠٠٠ م^٢ = ٨٠٠٠ م^٣ وهي ٨ آلاف طن ، فاذا كان مجموع حاصل الهكتار من التبن والحبوب هو ١٠ طن ، فان : $\frac{8000 \text{ طن ماء}}{10 \text{ طن TDM}} = ٨٠٠ م^٣$ ماء يلزم لانتاج طن واحد TDM وهذه الكمية كبيرة ، غير انه لدى دراسة المقننات المائية نجد اننا نحتاج معدل ١٢٠٠ - ١٥٠٠ لتر ماء لانتاج كغم واحد من حبوب الحنطة ، وعلى الرغم من ان الرقم الاخير هو اكبر من الاول ، الا ان كفاءة الاستهلاك = WUE هي اعلى وذلك بسبب الحساب على اساس الحبوب فقط (بدون التبن) .

استصلاح واستزراع الاراضي الكلسية والجبسية :

الترب الكلسية (calcareous soils) هي التي تحوي معدل ٥% فاكثر من كاربونات الكالسيوم (CaCO₃) ويزداد الضرر على النبات كلما ارتفعت هذه النسبة . تحوي الترب العراقية بشكل عام معدل ٢٠% - ٣٥% من كاربونات الكالسيوم . عموماً تصبح كاربونات الكالسيوم ضارة بنمو النبات اذا زادت عن معدل ٨ % . تتفقر الترب الكلسية الى المادة العضوية بسبب سرعة تحللها فيها وهذه التربة (الكلسية) اذا رويت تصبح لزجة واذا جفت تتصلب بشكل كبير . التوصيل الكهربائي في هذه الترب بين ١-٣ دس/م عندما يكون الكالسيوم بين ١٥ - ٢٠ مليمكافىء والصوديوم ١ - ٢ مليمكافىء فقط ، فيما يكون الاس الهائيدروجيني pH بحدود ٦,٧ ، ولما يقل عن ٣,٧ ، فيما تكون السعة التبادلية للكتيونات (CEC) بين ٢٠ - ٢٥ مليمكافىء . لاجل اصلاح الترب الكلسية والجبسية يمكن عمل الآتي :

- ١-حراثة الارض حراثة سطحية بعد ريةها ، ثم اضافة الدمن الحيواني او مخلفات المجاري والقمامة وكلها مفيدة وفعالة لاصلاح حال التربة ثم تخلط بالامشاط .
- ٢-زراعة الارض بمخاليط علفية وقلبها في التربة مع بداية التزهير .
- ٣-اضافة الاسمدة المعروفة NPK مع عناصر اخرى مثل الزنك والحديد والمنغنيز لان هذه التربة تكون فقيرة بها . يمكن كذلك تحضير توليفات سمادية بنسبة ٥% - ١٠% سماد يذاب بالماء ويرش على النباتات foliar application وذلك لتجنب مشاكل الامتصاص بسبب انتشار ايونات الكالسيوم بنسبة عالية .
- ٤- يمكن عند الضرورة اضافة الجبس الزراعي او الكبريت لخفض pH التربة اذا كان مرتفعاً .
- ٥- زراعة نباتات المحاصيل الشتوية مثل الحنطة والشعير وكذلك العصفور ، ومن الاشجار الجيدة العنب والزيتون والرمان .

٦- اعتماد طريقة الري بالرش او التنقيط قدر المستطاع ، لان الري الزائد عن الحاجة (السطحي) يسبب ظهور جيوب في الارض فتدوب الكتل الترابية فتغور التربة مسببة مشاكل عديدة للانتاج . لدى زراعة الاشجار يستحسن ريةها بالتنقيط وهي تعمل بصورة مستمرة . اذا كان لا بد من استخدام الري السطحي فلا بد من تقسيم الحقل الى الواح صغيرة تروى بعمق ٤ - ٥ سم ماء فقط ، وهي تحتاج الى الري صيفاً كل يوم او بين يوم وآخر وذلك لعدم قابليتها على حفظ الماء حتى تتحسن صفاتها الفيزيائية والكيميائية باضافة محسنات التربة انفة الذكر والذي يكون بعد موسمين او ثلاثة . لقد لوحظ ان محصول الجت وكذلك فسق الحقل ينموان بصورة جيدة في مثل هذه الترب . بالنسبة للفسق لا بد من عمل مروز جيدة في الالواح كي يتمكن الجذر من الانتشار بصورة مناسبة . تحتاج هذه الترب كذلك الى انعاشها حيويًا بزراعتها ببعض البقوليات وضرورة استخدام الرايزوبيا المناسبة لكل محصول . تعمل على الجت والحلبة رايزوبيا R. meliloti والبراسيم المختلفة R. trifolii والباقلاء والبزاليا والهرطمان R. leguminosarum والفاصوليا R. phaseoli وفول الصويا يعمل عليها نوعان هما R. fredii و Bradyrhizobium japonicum وهكذا . هنالك عوامل تضر بحياة الرايزوبيا منها العدوانية antagonism بين السلالات وانواعها المنتشرة في التربة ، فالرايزوبيا المستوطنة لها مقدرة عدوانية قوية ضد الرايزوبيا الجديدة كما ان ارتفاع درجات الحرارة و Ec و Ph ونسبة المادة العضوية وبعض العناصر كلها ذات علاقة بالنشاط الحيوي لتكاثر وفعالية هذه الرايزوبيا .

معالجة العيوب الموقعية :

عندما تقع الارض الصحراوية الجيدة في منخفض قد يتعرض للسيول والانجراف فانه يمكن بناء جدار كونكريتي يمنع السيول عليها من جهة وتخزن الماء لاستخدامه للري عند الحاجة . لقد عرف العرب قديماً مثل هذه التقانة واشهرها سد مأرب في اليمن . اما اذا كانت السيول غير قوية فيمكن عمل اخاديد ترابية فوق الارض تحبس الماء حتى اذا زاد عن حد معين طفق الى منطقة اخرى وهكذا .

اما اذا كانت هناك رياح تجرف بعض الرمال الى المنطقة فأن عمل جدران من الطين فعال كذلك ، او زراعة اشجار مصدات رياح سواء كانت مثمرة مثل الزيتون والرمان والتبن والعنب او غير مثمرة مثل الاكاسيا والاثل والطرقة . يمكن الاستفادة من مياه الامطار والسيول لزيادة خزين الماء في الارض بعمل اخاديد بعرض ٢ م مثلاً منخفض عن سطح الارض تزرع فيها الاشجار ، فيما تترك مسافة ٤ - ٨ م لعمل اخدود آخر ، وهكذا فيتجمع الماء من المساحة العليا الى الاخدود فتتضاعف كمية الماء المخزونة عند جذور الاشجار بعد عمل انحدار مناسب لتلك الارض ، وهو نوع يسمى حصاد المياه water harvest .

الاراضي ذات العيوب الجفافية :

تكاد تكون المشكلة الرئيسية في كافة الترب الصحراوية ، ولا بد من توفير الماء بوحدة او اكثر من الوسائل التالية :

- ١-ايصال الماء من نهر او بحيرة او اي مصدر اذا كان قريباً من تلك الارض وذلك بالضخ خلال انابيب تغذي الحقل .
- ٢-اقامة سدود عديدة في بطون اودية معروفة بسيولها مثل وادي حوران الذي يسيل عند المطر كأنه نهر . تبقى المياه محفوظة في هذه السدود لعدة اشهر لاعمال الري وحاجات المزرعة الاخرى .

٣- حفر ابار ارتوازية (Artesian wells) نحتاج في هذه الحالة الى خارطة هايدرولوجية للمنطقة لمعرفة عمق الماء المخزون والذي عادة يكون بالمعدل بين ٨٠ - ١٥٠ م تحت الارض. هنالك حفارات خاصة لهذا الغرض . بعد حفر البئر توضع عليه انابيب ذات صمامات تفتح وتغلق عند الحاجة حيث ان الماء في هذا النوع من الآبار يندفع بقوة كبيرة ولا يحتاج الى سحب بالمضخة ، ثم يوزع الى الحقل . هنالك ابار سطحية يمكن ان تستخدم وهي ذات خزين مائي محدود حيث يمكن العثور عليها بالحفر لعمق ١٥ - ٢٥ متراً وكل بئر يمكن ان يروي بالمعدل ٥ - ١٠ دونمات وبحسب خزينه من الماء وطاقة الضخ .

الاراضي ذات العيوب الكسائية :

تنتشر نباتات ادغال ونباتات برية مختلفة في بعض المناطق غير المزروعة مما يجعل تلك الارض غير صالحة للزراعة بسبب المنافسة الشديدة للمحصول الذي سيزرع لاحقاً من قبل نباتات الادغال . قد تكون الادغال معمرة مثل الحلفا (cogon grass) او السفرندة Johnson grass او المديد fieldbind weed وغيرها فضلاً عن ادغال ونباتات اخرى محولة او حولية . ان افضل طريقة جيدة لاصلاح تلك الارض هي :

- ١- استخدام مبيدات جهازية systemic ترش على تلك النباتات بحسب التراكم الموصى بها على عبوة المبيد .
 - ٢- استخدام الخرماشة spike-toothed harrows لجمع ريزومات وجذور وبقايا تلك النباتات وحرقتها .
 - ٣- زراعة محصول الجت بعد تلك العملية لانه يتحمل سمية allelopathy تلك الادغال فضلاً عن ان استمرار حشها سوف يقطع كافة النباتات الاخرى التي قد تبقى بعد المكافحة وبدا ينظف الحقل من نباتات الادغال ، ويمكن بعدها زراعة المحصول المناسب .
- اذا كانت الارض موبوءة بشجيرات الطرفة Tamarex او اشجار الاثل Ethel والказورينا Casoarina فلا بد من استخدام معدات حقلية خاصة تقلع تلك الشجيرات والاشجار ثم تسوية الحقل وزراعته .

دلائل الزراعة Cropping Indicators Chap. 9 د. وجيهه عبد حسن

يقصد بدلائل الزراعة تلك النباتات النامية بطبيعتها في منطقة او بيئة معينة من دون تدخل الانسان . ان مثل هذه النباتات عبر السنين تكون في حالة متغيرة (dynamic) . تمر هذه النباتات بمرحلتين باربع مراحل قبل موتها وهي الهجرة والتوطن والتجمع والتنافس ، ثم الموت . تأتي البذور او الاجزاء المتكاثرة اما بالماء او الهواء او الحيوان والانسان فتتم في المرحلة الاولى بصورة متباعدة ، ثم في المرحلة الاخرى تتوطن حتى تراها نامية في معظم تلك المنطقة ثم بعدها تتجمع بان تقترب المسافات بينها مع وفرة عوامل النمو ، حتى اذا اشتدت المنافسة فيما بينها على عوامل النمو تموت . يؤدي احياناً الفيضان او الغمر او الحريق او العواصف الترابية الى موت تلك النباتات، فتظهر مجموعة اخرى غيرها بحسب طبيعة عوامل النمو ، وهذا ما يسمى بالتعاقب المحصولي النباتي (plant succession) . تفيد هذه النباتات في معرفة مقدرة تلك الارض على انتاج مجموعة معينة من النباتات نجيلية او بقولية او غير ذلك . كما ان هناك مجاميع نباتية معينة للبيئة الجافة واخرى للبيئة الغدقة واخرى للملحية او القلوية ، وغير ذلك ، وكل مجموعة نباتات منها توحى الى مقدرة تلك الارض في انتاج ذلك النوع النباتي وتكاثره للقياس عليها حقاً لدى زراعة الارض بعد اصلاح عيوبها . اما في المناطق الرطبة (ذات المياه فوق الارض) فتمر النباتات فيها بمرحلة الغمر ثم الطوفان (اي نباتات طافية مع سطح الماء) ثم طور المستنقعات القصبية ثم المروج فالشجيرات والاشجار ، وبدا تكون الاشجار في الغابات هي ذروة climax تلك السلسلة من التعاقب النباتي . بالنسبة للتعاقب النباتي الجفافي فهي تشبه في اساسها التعاقب النباتي المائي الا ان المراحل مختلفة . تبدأ اولاً الاشنات القشرية تنمو على سطوح الصخور بوجود رطوبة محدودة جداً ، ثم تنمو بعدها الاشنات الوردية التي تلعب دوراً فعالاً في تصدع وتفتيت الصخور ثم تنمو بعدها الحزازيات ثم النباتات العشبية التي تسود المنطقة ، لتظهر بعدها الشجيرات والاشجار بحسب وفرة الماء ، وبدا نجد ان النهاية واحدة في حالتي التعاقب النباتي وهي انهما ينتهيان بالشجيرات والاشجار (نوع الشجيرات والاشجار يكون مختلفاً) .

تقسم النباتات من حيث علاقتها بالماء الى ثلاث مجاميع ، هي :

- ١- ذات الحاجة المتوسطة للماء (mesophytes) والتي تشمل معظم نباتات المحاصيل المختلفة المزروعة .
- ٢- مجموعة النباتات المحبة للماء (hydrophytes) مثل نباتات محصول الشلب والنباتات البرية مثل القصب والبردي والاسل .

٣- اما النباتات المتحملة للجفاف والتي نتوقع ان نجدها في الصحراء فهي (xerophytes) والتي يمكنها ان تعيش بحدود دنيا من الماء ، والتي سنذكر معظمها لاحقاً .

من بين دلائل الزراعة نباتات الاسل (Juncus) وهو يشير الى ان مستوى الرطوبة في تلك الارض عالي وان تهويتها غير جيدة ، فيما يشير وجود نبات الشيح (Artemisia) الى انخفاض مستوى الماء الارضي وارتفاع درجة حرارة تلك البيئة (قلة رطوبة التربة) ، كما يشير نبات الشوك prospis الى ان تلك الارض فيها ماء ارضي لكنه عميق (٢-٣ م مثلاً) . اما نبات علك الغزال Kochia فيشير الى ارتفاع نسبة الاملاح بدرجة كبيرة في تلك التربة مع قرب الماء الارضي ، وكذلك الحال بالنسبة لنباتات الطرطيع Schanginia فيما يشير نبات العاقول Alhagi الى ملوحة قليلة في التربة وعمق الماء الارضي واذا كان الشوك الاعتيادي نابتاً في منطقة فيدل على خصوبة تلك التربة وعدم وجود ملوحة تضر بنباتات المحصول الذي يزرع . استناداً لذلك فلا بد من دراسة طبيعة الكساء النباتي لكل منطقة لانه دليل مفضل وجيد على مقدرة الارض الانتاجية لمحصول او محاصيل معينة . في ادناه بعض نباتات الاراضي بحسب تصنيفها :

١- نباتات الاراضي الملحية الرطبة : Halophytes

ينتشر في مثل هذه الترب الشعير البري (H. maritimum) والحنيطة (Lolium multiflorum) والثيل Cynodon dactylon وذيل القط Phalaris canariensis وشجيرات Suaeda fruticosa وبعض انواع الجت Medicago والبراسيم Trifolium .

٢-نباتات الاراضي المطرية : (Ombrophytes)

من بين اهمها Artemisia و Poa و Salsola وحشيش Festuca وتشير هذه النباتات الى ان عمق الماء الارضي في منطقتها يصل لغاية عمق ٥ أمتار فأكثر .

٣-نباتات المياه الارضية : (Phreatophytes)

تتعمق نباتات هذه المنطقة بجذورها الى الماء الارضي لتأخذ حاجتها منه ، ومن بين اجناس النباتات الهامة الهامة في العراق من هذه المجموعة هي Tamarix و Medicago و Glycerhiza و Alhagi . ان استمرار وجود مثل هذه النباتات في منطقة معينة يزيد من تركيز الاملاح في سطح التربة فتتجمع حتى تمهد لظهور نباتات اخرى (الملحية Halophytes) .

٤- نباتات الماء الشعري : (Trichohydrophytes)

وهي نباتات لها المقدرة على النمو بالاعتماد على الماء الشعري في التربة الذي ينتقل اليها من الماء الارضي الذي هو بعمق ٢ م في الاقل ، وليس من الضروري ان تكون لهذه النباتات جذور عميقة . ان من بين هذه النباتات جنس الرغل Atriplex والخريزة Salicornia و عدة انواع من الجبجبا Salsola وكذلك بعض انواع جنس Suaeda .

٥- نباتات الاراضي الغدقة (المائية) : Hydrophytes

تشمل بعض انواع اجناس البردي Typha والقصب Phragmitis والاسل Juncus . لما تنتهي هذه النباتات تتحول التربة الى ملحية فتظهر فيها نباتات التربة الملحية بسبب تجمع الملح من اعماق التربة الى السطح من النباتات السابقة (المائية) .

٦- نباتات الاراضي الملحية : (Saline soil plants)

تقع هذه النباتات في ثلاث مجاميع :
أ-نباتات مناخ البحر المتوسط : مثل نبات الخريزة والزباد Plantago و علك الغزال والرغل والاسل والبراسيم المختلفة .

ب-نباتات المناطق القاحلة Arid zone plants : معدل سقوط المطر فيها ٢٠٠ – ٣٠٠ ملم سنوياً ويشيع فيها نباتات بعض انواع الشيح Artemisia وحشيش Agropyron و Kochia وغيرها .

ج- نباتات المناطق الصحراوية Xerophytes تقع هذه المناطق عند معدلات المطر السنوي الذي هو اقل من ٢٠٠ ملم ومن بين اهم نباتاتها الحرمل Zygophyllum والجبجبا و Suaeda .

٧- نباتات الاراضي الملحية : (الرطوبة من الماء الارضي)

عندما تكون التربة الملحية رطبة تنمو فيها بعض نباتات اجناس النباتات المائية مثل السجل Scirpus والاسل والقصب والبردي والسعد Cyperus حيث تقوم جذور هذه النباتات بالاستفادة من رطوبة الماء الارضي لقلعة الملوحة فيها على الرغم من ارتفاع الملوحة في التربة السطحية لتلك الاراضي .

٨- نباتات الاراضي الرملية ويمكن ان تقسم الى الاتي :

أ-نباتات نجيلية : ومن بين اهمها الدخين Setaria glauca والسعد Cyperus .
ب- النباتات البقولية : ومن بين اهمها الترمس Lupinus والعاقول Alhagi والقرط M. hispida والحدقوق M. indica .

٩- نباتات رمال الشواطئ :

من بينها كذلك القرط ونوع من الجب M. marina ونفل خف الطير Lotus polyphyllum .

١٠- نباتات الكثبان الرملية :

أ-من العائلة النجيلية : نوع الدخن Panicum turgidum .

ب- من العائلة البقولية: منها النوع Retam duriae

١١- نباتات الاراضي الكسبية :

أ-من العائلة النجيلية : حشيش البساتين Dactylus glomerata وحشيش ابو شويرب (الشعيرة) Hordeum murinum .

ب- من العائلة البقولية : انواع من الجنس Factorvyskya

ج- من العائلة الرمرامية : انواع من الجنس Anabasis

د- من العائلة المركبة : Carthamus oxycanthus

١٢- نباتات متحملة للملوحة :

من بينها ما سبق ذكره مثل Salsola kali و Zygophyllum album والسليجة Beta vulgaris .

١٣- نباتات المناطق الرطبة والميتلة (عادة فيها ملوحة) :

أ-نباتات المناطق الميتلة : وتشمل الدنان Echinochloa crus والبردي T. australis والقصب P.communis والسعد بنوعيه C.dives و C.rotundus . ينتشر الدنان كثيراً في حقول الشلب في العراق بدرجة ينافس فيها المحصول بشدة ، كما ينمو احياناً كثيرة الدهنان (purple panic grass) Echinocloa colonum = . قد يكون الماء قد شبع التربة في هذه المناطق او انه غطاها بعمق ١٠ – ٢٠ سم وبحسب موسم النمو (الصيف والشتاء)

ب- نباتات المناطق الرطبة العميقة : هذه التربة تكون رطبة بسبب الماء الارضي الذي يكون بين ١ – ٢ م ، واهم نبات ينمو في مثل هذه البيئة هو علك الغزال (المريمية) Kochia vestita هذه الارض يمكن ان تغسل بسهولة وتتمو فيها المحاصيل . يوجد هذا النبات داخل الكلية (سابقاً) بكثافة عالية على جانبي الطرق المؤدية الى حقول المحاصيل والبستنة .

ج- نباتات مناطق الرطوبة العميقة جداً : منها نباتات الشيح *A. tridentata* والعاقول والشوك الاعتيادي . اذا كان نبات الشيح نامياً بصورة كثيفة والتربة غير ملحية فذلك يدل على امكانية زراعة تلك التربة بالمحاصيل الحقلية مع وفرة الماء .

نمو المحصول وعمق الماء الارضي :

هنالك الترب المتغدقة (waterlogged soil) حيث يبقى فيها الماء فوق السطح بعمق غير كبير ، اي ليست مثل الاهورار والمستنقعات . يختلف فعل التغدق على نباتات المحاصيل باختلاف انواعها واجناسها ونسبة الاملاح ونوعها فيه ، غير ان النباتات التي ذكرنا بعضها مثل القصب والبردي تتحمل هذه الظروف . اما نباتات المحاصيل فانها تعاني من الماء المتوفر او الماء الارضي بالحالات التالية :

- ١- قلة O_2 وزيادة CO_2 عند منطقة الجذر .
- ٢- زيادة نوبان الاملاح فيوتر ذلك في الضغط الازموزي للنبات .
- ٣- بعض الاملاح الذائبة ذات سمية للنبات ، حيث مثلاً اذا ارتفعت نسبة عنصر المنغنيز الى حد معين تقتل لحاء حتى الاشجار فتموت خصوصاً التفاح والكمثرى والمشمش .
- ٤- ضعف النشاط الحيوي للحياة الدقيقة .
- ٥- قلة امتصاص العناصر بسبب املاح الماء .

٦- قلة تثبيت N_2 الجوي ، وزيادة اعداد الاحياء اللاهوائية فيزداد اختزال الاكاسيد فتتحول مثلاً الكبريتات الى كبريتيد مثل كبريتيد الحديد (FeS) الذي يعطي اللون الاسود المزرق للتربة ، كما يتكون كبريتيد الهيدروجين ذي اللون الاسود المتميز ، ويكون ذلك واضحاً في لون ورائحة الترب الاسنة .

٧- زيادة فقد العناصر الى الجو وباطن التربة خصوصاً النايروجين كما يصاحبه الميثان . لقد وجد في بعض الدراسات ان كمية N في التربة كانت بمعدل ١٥٠ كغم / هكتار لما كان الماء الارضي بعمق ١,٥ م ، ولما ارتفع الماء الارضي لعمق ٠,٤ م فقط كان مقدار النايروجين ٥٥ كغم / هكتار فقط بسبب فقده بتأثير الماء .

لقد وجد انه لدى تثبيت الماء الارضي لعمق ١,٥ م (وهو حالة امينة لمعظم المحاصيل) ، ان حاصل الحبوبيات كان ٥٥% فقط عندما اصبح الماء الارضي بعمق ٠,٤ م قياساً الى حاصلها بعمق ١,٥ م ، فيما اصبح حاصل الباقلاء ٧٩% والبنجر السكري ٧١% ، مشيراً بذلك الى ان الباقلاء هي الاكثر تحملاً لعمق الماء الارضي القريب من سطح التربة بالمقارنة مع الحبوبيات والبنجر السكري . قد يعزى ذلك الى نشاط الرايزوبيا لمد الباقلاء بالنايتروجين ، غير ان درجة الحرارة وطبيعة التربة وطبيعة مورفولوجي وفسولوجي النبات المرتبطة بالتركيب الوراثي لها علاقة مباشرة بالتحمل او التحسس ، فضلاً عن مرحلة النمو للنبات ، وكذلك موسم النمو فيما اذا كانت صيفية او شتوية . ان هذا الموضوع يحتاج الى دراسات موسعة حيث انها محدودة جداً في العراق ، ويمكن الاستفادة من الماء الارضي بعمق ١ - ٢ م لانتاج العديد من المحاصيل الشتوية في العراق مثل الحنطة والشعير في تقليل كمية ماء الري والسماذ المضاف . ان المعاناة الرئيسية عند زيادة الرطوبة او التغدق قد تعود بالدرجة الاساس الى قلة O_2 عند منطقة جذر النبات. لقد شخّصت نباتات قصب السكر والبطاطا والحنطة والشعير والبنجر السكري والباقلات والقطن والبصل وفول الصويا بانها متوسطة التحمل لتلك الظروف ، فيما شخّصت نباتات الذرة الصفراء واليزاليا والفاصوليا والتبغ بانها حساسة .

آلية تحمل النباتات للملوحة : في ادناه بعض البيانات لاجناس بعض النباتات المشخصة في العالم بتحملها للملوحة وعمق الماء الارضي في المناطق الصحراوية :

جنس النبات	الاسم العربي	الملوحة (غم/لتر)	عمق الماء الارضي (م)
Phragmits	قصب	٠,٣ - ٠,٥	صفر - ٤,٣
Juncus	اسل	٦ - ٨	٠,٤ - ١,٢
Cynodon	ثيل	١ - ١٠	١ - ٣
Artemisia	شيح	٣ - ١٤	١,٣ - ١,٥
Melilotus	حندقوق	٠,٣	٢ - ٤,٥
Salix	صفصاف	عذب	١ - ٥
Glycerhiza	عرق سوس	٥ - ٢٠	٣ - ١٠
Medicago	جت	٣ - ٥	٨ - ٩
Alhagi	عاقول	٣ - ٣٠	١,٥ - ١٠
Anabasis	شنان	عذب ومالح	٥ - ١٠
Atriplex	رغل	٦٤ - ٦٦	٠,٥ - ١
Salicornia	خريزة	٤٠ - ٦٠	٠,٢ - ١
Tamarix	اثل/طرقة	١٠ - ٤٠	٢,٥ - ١٠
Salsola	ججباب	٢٠ - ٥٠	٢ - ٥
Agropyron		١١ - ١٢	٩ - ٩,٥

طبيعة النباتات المتحملة للملوحة :

ان التركيب الوراثي للنبات الذي يعطيه صفات تشريرية وفسلجية ومورفولوجية هو الذي يحدد آلية ومقدرة تحمل النبات للملوحة . هنالك نباتات يمكنها العيش في مدى واسع من الملوحة (من العذبة الى المالحة) مع انخفاض جزئي في نموها وحاصلها معظمها نباتات غير اقتصادية ومنها اقتصادية مثل بعض انواع القطن والبنجر السكري . يمكن تقسيم النباتات بحسب تحملها للملوحة بالآتي :

١-نباتات مجموعة للاملاح (Euhalophytes) :
من اهمها الخريزة Selicornia وهي تجمع الاملاح في انسجتها مع المحافظة على مقدرتها في التنافذ مع محلول التربة بصورة جيدة .

٢-نباتات مفرزة للاملاح (Crynohalophytes) :
تمتلك نباتات هذه المجموعة خاصية تجميع الاملاح في بعض انسجتها ثم تطرحها خارجاً ، من بين هذه النباتات العاقول وكذلك جنس Statia وهي اقل تحملاً للاملاح من الاولى لكنها متحملة .

٣-نباتات غير نفاذة للاملاح (Glycohalophytes) :
ومنهما جنس الشبوح ، وتقوم هذه النباتات بمنع دخول الاملاح الى انسجتها عن طريق تنظيم الضغط الازموزي في خلاياها باستخدام السكريات ، وهو اقل تحملاً للملوحة من المجموعتين ١ - ٢ .

٤ - نباتات مركزة للاملاح (Salt-localising halophytes) :
من بين اهمها الرغل ، وتقوم الانسجة بتجميع الاملاح من داخل النبات على السطوح السفلى والعليا لاوراقها اي تطردها خارج خلاياها . من بين نباتات الاشجار الصفصاف Salix ، وغالبا تميل النباتات الذكرية الى تحمل الملوحة اكثر من الانثوية . بعض انواع هذه المجموعة من النباتات تتحمل ملوحة عالية جداً (٣٠ غم/لتر) ، كما وجد في الاجزاء الجافة للبعض منها انها تحوي نسبة ٥٧% من الاملاح من مجموع وزنها الجاف !! ، من الجدير بالذكر ان نوع الاملاح له علاقة قوية بألية التحمل للملوحة ، فمثلاً هناك نباتات تتحمل الكلوريدات ، فيما تتحمل نباتات اخرى الكبريتات . لقد وجد مثلاً ان الجت والبصل والطماطة والبنجر السكري تتأثر باملاح الكبريتات اكثر من املاح الكلوريدات .

تكيف النبات للملوحة :

ذكرنا ان العامل الوراثي للنبات هو الذي يتحكم بالصفات التشريحية والمورفولوجية والفسلجية للنبات والتي لها علاقة كبيرة بألية وطبيعة التحمل للاملاح ، وكذلك عوامل البيئة المحيطة من ماء وحرارة ونوع التربة ... وغيرها . فيما يلي بعض صفات تكيف النباتات للملوحة :

١-امتصاص وتجميع الاملاح (التحمل والتحسس) :
عندما تعيش النباتات في وسط ملحي فانها تمتص الاملاح وتتجمع في خلاياها وغالباً ما تكون هذه الاملاح ضارة لحياة النبات ، فالنباتات التي تتحمل هذه الاملاح ولا تتضرر تعد متحملة ، فيما تكون هناك نباتات حساسة لهذه الاملاح فيتضرر نموها او لا تنمو . كلما ازداد الاشعاع وارتفعت درجة الحرارة كلما انخفض تحمل النبات للملوحة بسبب زيادة تركيز الاملاح وزيادة التنفس الضوئي photorespiration فقلة صافي التمثيل NAR .

٢-تكيف النبات للملوحة :

هذه النباتات تمتلك بعض الخواص التي تجعلها تتكيف للملوحة اما بوجود البروتينات المحبة للماء hydrophilic proteins مثل الالبومين حيث تمنع هذه البروتينات تخثر بروتوبلازم خلايا النبات فيبقى ينمو بصورة طبيعية بوجود الاملاح . او بوجود بعض الاحماض العضوية الذي يقلل من التوصيل الكهربائي للاملاح كما هو الحال في احد اجناس الشنان Anabasis وكذلك الجنس Salsola ، حيث وجد معدل ٢٥% من الاحماض العضوية في المادة الجافة للجنس الاخير ، كما وجد ان gliadine له مفعول ايجابي في ابطال الفعل الضار للاملاح في بعض النباتات فيحسن من مقدرتها على التمثيل الكربوني تحت ظروف وجود الملح في انسجتها .

٣-علاقة التمثيل الكربوني بالاملاح :

غالباً ما تكون النباتات الملحية ذات صافي تمثيل كربوني منخفض ، وذلك بحسب طبيعة تحملها او تحسبها للاملاح . لقد عرف ان تجمع الاملاح في بعض النباتات يمنع تمثيل النايتروجين الى مركبات مفيدة للنبات ، فيبقى النايتروجين داخل نسيج النبات على شكل امونيا مسببة بذلك تفكيك الالبومين كما هو الحال في نبات القطن ، كما وجد في الباقلاء النامية في بيئة ملحية انها قد تجمعت فيها ١٤ نوعاً من الاحماض الامينية وكذلك ١١ نوعاً في نبات زهرة الشمس و ٩ انواع من تلك الاحماض في الشعير . ان من بين تلك الاحماض الامينية هي الليوسين والألانين والثايروسين والفنيل الانين ووجودها بهذه الصورة الحرة يقلل من مقدرة النبات على التفرع . كما ان الثايروسين والفنيل الانين يشجعان على تكوين الميلانين melanine حيث تظهر بقع سوداء على اوراق المحترقة من الملح ، فضلاً عن ان سمية بعض المركبات المتكونة تحت ظروف ملحية مثل البتروسين putrescine لها سمية بمعدل ٥ - ٨ مرات بقدر سمية كلوريد الصوديوم للنبات .

٤- نوع الملح والتكيف للملوحة :
تختلف الاملاح في تأثيرها السلبي على النبات باختلاف نوع النبات . يوضح الجدول الآتي كيفية تأثير الكلوريدات والكبريتات في بعض معايير نمو نبات القطن :

المعاملة	% للملح	سم ^٢ مساحة الورقة	خلية للورقة ١٠٠٠×	ثغرة في الورقة	مايكرميتر سمك الورقة
بدون ملح	.....	٥٠	٢٧٧٠٠	١٣	٢١١
كبريتات	٠,٨	٢٥	٢٧٢٠٠	١٥	٢٨٢
كلوريدات	٠,٨	٢٠	٠,٧٥٠٠	٠,٧	٣١٧

يتضح من البيانات ان الكلوريدات كانت تقلل من امتصاص الماء من قبل النبات فاخذت مساحة الورقة وقلت ثغورها وازداد سمكها ، وهذا ليس في صالح النبات لان مجموع اشعة الشمس التي تستقبلها الورقة ستكون اقل فيقل بذلك التمثيل الكربوني فيقل حاصل النبات ، بينما ادت الكبريتات الى اعطاء مساحة ورقية اعلى نسبياً من تلك التي تحت تأثير الكلوريدات ولكن بقي عدد خلايا الورقة كبيراً وعدد الثغور فيها كذلك وازداد سمكها عن معاملة القياس (بدون املاح) .

٥- تحمل النبات للملوحة :

يؤخذ دائماً معدل المجموع الكلي للمادة الجافة معياراً لنمو النبات ، فكلما كان عالياً اشار ذلك الى مقدرة النبات على تحمل الملوحة ، غير انه من جهة اخرى اقتصادية اذا لم يتمكن النبات من تحويل جزء هام من المادة الايضية الى الجزء التكاثري فانه يكون حساساً للملاح . لقد أخذ الاعتبار الاخير في الحسبان لدى الباحثين اي انه كلما اعطى النبات حاصلًا اقتصادياً اعلى تحت الظروف الملحية كلما قيل عنه انه متحمل للملوحة . تصنف النباتات المتحملة للملوحة بانها تعطي ٧٥% من حاصلها الذي تعطيه تحت معاملة القياس (بدون ملوحة) ، غير انه في بعض الظروف يقبل الباحثون بمعدل ٥٠% وذلك بحسب مقدرة النبات في تلك البيئة (بدون ملوحة) على اعطاء حاصل عال . اذا كان مثلاً حاصل الشعير في بيئة جيدة هو ٦ طن/هكتار واعطى ٣ طن/هكتار في بيئة ملحية فهو لا يزال جيداً ، ولكن اذا كان حاصل الشعير هو بحدود ٢ طن / هكتار كما هو الحال في العراق ودول عربية عديدة ثم اعطى ٥٠% من هذا الحاصل تحت الظروف الملحية فانه لن يكون اقتصادياً بالشكل المطلوب . ان تعبير الملوحة يعني بعدين من الناحية العلمية ، الاول درجة التوصيل الكهربائي Ec والثاني مجموع الاملاح (غم/لتر) ، وعادة المعيار الثاني ادق من الاول لانه قد لايساهم في التوصيل الكهربائي ولكن له ضرر غير مباشر في نمو النبات .

احتياجات الري واصلاح الارض Chap. 10 د. وجيهه عبد حسن

تتمثل الزراعة المستقرة (sustainable Agric) في العالم في مقدرة تلك الانظمة الزراعية في اعتماد الزراعة الاروائية (irrigated farming) ، فيما تكون الزراعة غير مستقرة في العديد من دول العالم عندما تعتمد بصورة رئيسية على الزراعة الجافة (dry farming) حيث في الاولى تتوفر الانهار الدائمة . بينما الثانية تعتمد على الامطار التي قد وقد لا تسقط ، وان سقطت قد لا تكون كافية ، وان كانت كافية فقد لا تتوزع بصورة جيدة على مدار الموسم او السنة . اشتهر العرب سواء في ارض الرافدين او وادي النيل بشق الترع والقنوات العديدة لتطوير وتنمية الزراعة الاروائية حتى غدت كلمة Kanat او (ganat) في المراجع الاجنبية مستخدمة بكثرة بعد ان نقلوها من حضارة العرب والتي تعني قناة الري او الجدول الذي يسقي تلك المساحات الزراعية الواسعة . كما عرف عن الصينيين انهم حفروا قناة بطول ١٢٠٠ كم على نهر ميكيانك اطلق عليها القناة الملكية وذلك قبل حوالي ٢٢٠٠ عام او اكثر واستخدمت للري والملاحة . اشارت بعض المراجع الى ان الارض الزراعية الاروائية في اوائل القرن التاسع عشر لم تكن اكثر من ٣,٢ مليون هكتار في العالم والتي هي تعادل المساحة الزراعية الاروائية الموجودة في العراق اليوم .

ان زيادة السكان في العالم يحتم علينا زيادة المساحة المزروعة من جهة وزيادة معدل الانتاجية من جهة اخرى ، كما ان الحروب والمجاعات وسوء توزيع الربيع في العالم يجعل مشكلة زيادة الغذاء تتفاقم اكثر اذا لم تتخذ الاجراءات الفعالة والسريعة في هذا المجال . كان سكان العالم في الاعوام ١٨٠٠ و ١٩٠٠ و ٢٠٠٠ بحدود ١ مليار و ٢ مليار و ٦ مليار نسمة ، والمساحة الاروائية لنفس السنوات في العالم كانت ٨ و ٤٠ و ٢٦٥ مليون هكتار ، وبدا تكون حصة الفرد من الارض الزراعية بحدود ٠,٠٠٨ هكتار و ٠,٠٢٧ هكتار و ٠,٠٤٤ هكتار ، بالتتابع . انه وعلى الرغم من زيادة المساحة المخصصة للفرد الواحد الا ان معاناته تزداد وذلك لتنوع الاحتياجات اليومية للانسان من امور الصحة والترفيه واللوازم المنزلية المختلفة والمواصلات والتعليم وامور عديدة اخرى . اما تقديرات مجموع المساحة المزروعة اليوم (اروائية وديمية) فهي بحدود ١٧٥٣ مليون هكتار ، في العالم ، وبدا فان نسبة المساحة الاروائية الى الكلية تشكل نسبة ١٥% فقط ، وهي منخفضة جداً لانه كما قلنا تعتمد الزراعة المستقرة على انتاجية الارض الاروائية . من جهة اخرى فان حصة الفرد من الارض الزراعية الكلية في العالم قد انخفضت من ٠,٣٨ هكتار في عام ١٩٧٠ الى حوالي ٠,٢٥ في عام ٢٠٠٠ ، وهذا يوضح حجم المشكلة العالمية بين انتاج الغذاء وتزايد السكان ، وبدا نجد انه في الوقت الذي تنعم فيه بعض الدول بالرفاهية المفرطة ، نجد دولاً اخرى يموت سكانها من الجوع . يقدر معدل حصة الفرد في الولايات المتحدة الامريكية واليابان بين ١٧ - ١٨ الف دولار سنوياً فيما يقابل هذا الكم حوالي ٢٠٠ - ٦٠٠ دولار سنوياً في العديد من دول العالم !!

هذا وعلى الرغم من قلة نسبة الارض الاروائية الى المجموع الكلي المزروع فانها تنتج معدل ٣٦% من مجموع الانتاج الزراعي ، ومن هنا تبرز اهمية الزراعة الاروائية في استقرار الزراعة وانتاجها الزراعي وعدم تقلب الاسعار . يقع حوالي ثلثي المساحة الاروائية في قارة اسيا ، وتنتج الصين وحدها معدل ٧٠% من حبوب العالم ، كما ان حوالي ٥٠% من الحبوب في الهند تنتج من الارض الاروائية ، لاجل زيادة معدل الانتاج للفرد لا بد من عاملين في الاقل ، هما ١- توسيع الرقعة الزراعية ٢- زيادة معدل الانتاجية للارض . اضافة الى ذلك ضرورة دعم الاسعار من قبل الدولة وحالة الامن والمواصلات والصحة والتبادل التجاري العالمي للمنتجات الزراعية بين دول العالم . يقدر معدل الزيادة السنوية في الارض الاروائية في العالم بحدود ١% فقط وذلك للصعوبات التي تجابه الدول امام التوسع بسبب محدودية الميزان المائي من جهة ووجود الملوحة او الكتيان الرملية في مساحات واسعة لديها او كون اراضيها صخرية وغير ذلك فضلاً عن التوسع المطلوب في المدن نتيجة زيادة السكان والمساحات التي تحتلها ابنية السكن والطرق والمطارات وسكك الحديد والمنشآت الاخرى المختلفة .

لاجل وضع حلول مساعدة في زيادة الانتاجية سواء في الزراعة الاروائية او الديمية لا بد من الاتي :

- ١- تطوير اصناف وانواع من المحاصيل تتحمل قلة المياه سواء لانتاج الغذاء او العلف .
- ٢- اعتماد طرائق الري بالرش او التنقيط لتقليل الحاجة الى الماء او subirrigation .
- ٣- عمل خزانات على السدود للاستفادة من مياه الامطار .
- ٤- حفر الآبار الارتوازية او السطحية بحسب الحالة الهيدرولوجية السائدة .
- ٥- التقليل من ضائعات ما بعد الحصاد قدر المستطاع والاستفادة من كافة الموارد النباتية والحيوانية بصورة كفوءة لعدة اغراض اقتصادية .
- ٦- اعتماد بعض طرائق الزراعة لخدمة التربة والمحصول لحفظ الماء فيها سواء بخرمشة سطح التربة لدى عدم زراعتها او استخدام اغطية حول النباتات سيما الخضر والشجار او زيادة عمق الزراعة لبعض المحاصيل

للاستفادة اكثر من الماء العميق او عملية التمرير الاضافية ... الخ ، وكذلك هندسة الزراعة planting geometry والكثافة النباتية الامثل.

الماء ومستوى انتاجية المحصول :

لدى الاعتماد على الزراعة الديمية والحصول على حاصل معين يمكن ان يقتنع به المزارع مثل انتاج معدل ٠,٥ – ١ طن حنطة /هكتار ، لانه لا يصرف مبالغ كبيرة لمثل هذه الزراعة ، غير انه عندما تؤسس مشاريع كبرى لآخزن المياه تصرف عليها رؤوس اموال ضخمة لآبد ان تكون الانتاجية اعلى من ذلك بكثير كي تغطي النفقات المصروفة . من المقبول مثلاً اليوم انه في عدة دول ينتجون من الذرة الصفراء معدل ٣ – ٤ طن حبوب/هكتار وتعد مجزية ولكن تحت انظمة الزراعة الاروائية التي صرفت عليها مبالغ كبيرة لآبد من ان تكون الانتاجية لهذا المحصول ما بين ٨ – ١٠ طن/هكتار ، حيث انه قد سجلت ارقام قياسية ما بين ٢٠ – ٢٤ طن حبوب /هكتار في عدة مزارع للذرة الصفراء في الولايات المتحدة . ان استخدام الاصناف المحسنة من الهجن والمتحملة للكثافات العالية والمستجيبة للري والتسميد والتعشيب والمقاومة للأمراض والحشرات يجعلها ذات انتاجية متميزة عن غيرها . لقد وجد ان زيادة سم واحد من ماء الري في الذرة الصفراء قد زاد من حاصلها بمعدل ٠,٢ – ٠,٣ طن/هكتار ، كما وجد في العراق ان زيادة عدد ريات هذا المحصول رية واحدة اعطت زيادة في الحاصل بين ٠,٥ – ٠,٧ طن/هكتار . ان هذه المعايير تختلف باختلاف الصنف والنوع وطبيعة التربة ونوعية الماء المستخدم للري ومعدل نسبة الرطوبة في التربة . يوضح الجدول التالي جانباً من هذه البيانات .

نسجة التربة	الماء الجاهز (سم/م تربة)
تربة ذات رمل خشن	٤,٣
تربة ذات رمل ناعم	١٠,٠
تربة مزيجية رملية ناعمة	١٦,٠
تربة مزيجية غرينية	١٧,٧
تربة طينية غرينية	٢١,٩
تربة طينية	٢٣,٥

ان الماء المذكور هو ماء جاهز للنبات وليس نسبة الرطوبة في التربة ، وبذا نتوقع ان يمتص المحصول كمية اكبر من الماء فيمتص كمية اكبر من العناصر الازمة لآموه فيعطي حاصلأ افضل . توضح البيانات التالية نسبة العناصر المعدنية % في المادة الجافة لفول الصويا المزروعة تحت تربة مكتفية الماء واخرى غير مكتفية :

العنصر %	مكتفية الماء	غير مكتفية الماء
N	٥,٨	٥,٣
K	١,٩	١,٥
P	٠,٣١	٠,٢٧
Ca	١,٧٥	١,٧٥
Mg	٠,٦٠	٠,٤٣
Mn	١٠٠ ج.م	١٠٠ ج.م
Fe	٣٠٠ ج.م	٢٠٠ ج.م

لآجل معرفة العلاقة بين ماء الري المضاف والحاصل المتوقع للمحصول يمكن استخدام معادلة الانحدار (regression) التي تمثل وحدات الحاصل الاضافية الناتجة من اضافة وحدة واحدة من الماء :

$$\frac{Y}{Y \max} = 1 - b \left(1 - \frac{ET}{ET \max} \right)$$

حيث حاصل المحصول (طن/هكتار) و $Y \max$ الحاصل الاقصى للمحصول عند استخدام الماء الاقصى و b قيمة معامل الانحدار و ET مقدار الماء (سم) المعطى للمحصول (للتبخر والنتح) و $ET \max$ مثل السابق ولكن تحت ظروف الماء الاقصى المضاف .

مثال : اذا رويت الذرة الصفراء بمعدل $ET = ٤٧$ سم ماء (خلال الموسم) وكانت قيمة $b = ١,٢٥$ ، والحاصل الاقصى $Y \max = ١٨$ طن / هكتار عندما يكون ماء الري $ET \max = ٦٠$ سم ، فكم طن / هكتار Y حاصل الذرة الصفراء المتوقع اذا رويت بالمعدل المذكور (٤٧ سم) (بغض النظر عن ماء الرش حيث يحسب هذا الماء انه استهلك من قبل النبات) ؟

$$\frac{Y}{Y \max} = 1 - b \left(1 - \frac{ET}{ET \max} \right)$$

$$\frac{Y}{Y \max} = 1 - 1.25 \left(1 - \frac{47}{60} \right)$$

$$= 1 - 1.25 (0.2166)$$

$$Y = 0.73 \times 18 = 13.1 \text{ t/ha}$$

وبذا نتوقع حاصل الذرة الصفراء تحت ري ٤٧ سم هو ١٣,١ طن/هكتار ان خرمشة سطح التربة الحاوية على خزين من الرطوبة لدى عدم زراعتها (بور) يساعد في تحطيم الخاصية الشعرية وعدم فقد الماء الا بكميات قليلة . لقد وجد في العراق ان معدل فقد الماء من التربة خلال شهر آب هو بحدود سم واحد يومياً ، وهذا يعني ان الهكتار الواحد من تلك الارض سوف يفقد من الماء يومياً ما مجموعه ٠,٠١

م $10000 \times 2 = 100$ متر مكعب ماء للهكتار وهو رقم كبير يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار للحفاظ على جزء هام في تلك التربة .

الشد المائي ونسجة التربة :

ان عدم وجود شد مائي عالي على جذر النبات يساعد النبات في امتصاص الماء والعناصر الذائبة فيه بسهولة . يتأثر الشد المائي بنسبة الماء في التربة وطبيعة نسجتها والرطوبة النسبية في الجو . عندما يكون محيط الجذر rhizosphere مشبعاً بالماء فان الضغط الجوي على جذر النبات يكون صفراً ، فيما يكون $\frac{1}{3}$ ضغط جوي عندما تكون التربة بكامل سعتها الحقلية ، ويكون بحدود ١٥ ضغطاً جويّاً (دسيميكاباسكال) (dMpa) عندما تكون الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم ، وهي المرحلة او النسبة من الرطوبة التي حتى لو روي النبات لايعود فيها الى حالته الطبيعية . كما وجد انه عند درجة ٢٠ م ورطوبة نسبية في الجو ٩٩% كان الضغط الجوي على النبات ١٣,٥ فيما اصبح ٣١,٨ ضغطاً جويّاً (dMpa) عندما انخفضت الرطوبة النسبية %RH (relative humidity) الى ١٠% . ان الضغط الجوي هو دائماً قيمة سالبة تمثل قوة سحب الماء المسلطة على جذر النبات ، وبذا كلما ارتفع الرقم زادت قوة السحب المسلطة على جذر النبات . يعبر عن الشد المائي water potential او matric potential بالنسبة لجزيئات التربة . يوضح الجدول التالي علاقة نوع التربة وكثافتها الظاهرية بالشد المائي (dMpa = bar) ونسبة الرطوبة في التربة معبر عنها بنسبة مئوية من حجمها :

BD g/cm ³	الشد المائي (dMpa = bar)			نسجة التربة
	١٥	٠,٣	٠,١	
١,٦	٠,٠٩	٠,١٨	٠,٣٦	رملية ناعمة
١,٥٥	٠,٠٤	٠,١٠	٠,٢٠	* رملية
١,٥	٠,٠٦	٠,١٢	٠,٢٤	مزيجية
١,٥١	٠,٢٠	٠,٣٥	٠,٤٥	* مزيجية طينية رملية
١,٢٠	٠,١٦	٠,٣٠	٠,٣٥	مزيجية غرينية
١,٣٧	٠,١٧	٠,٣٣	٠,٤٤	مزيجية طينية غرينية
١,١٠	٠,١٨	٠,٣٢	٠,٣٩	* مزيجية طينية
١,٣٢	٠,٣٣	٠,٤٦	٠,٤٩	* طينية

يلاحظ من بيانات الجدول ان التربة قد احتوت نسبة رطوبة ١٠% و ٣٥% و ٣٢% و ٤٦% عند السعة الحقلية ($\frac{1}{3}$ بار) لكل من الرملية والمزيجية الطينية الرملية والمزيجية الطينية والطينية ، بالتتابع ، وفي نفس الوقت نلاحظ ان نسبة الرطوبة في التربة عند نقطة الذبول الدائم (١٥ dMpa) كانت لنفس الترب المذكورة ٤% و ٢٠% و ١٨% و ٣٣% مما يوضح سهولة امتصاص الماء من التربة الرملية لغاية ٤% وصعوبة امتصاصه من التربة الطينية وهي بنسبة ٣٣% وذلك لشدة مسك جزيئات او دقائق التربة الطينية للماء وذلك لسعة مساحتها السطحية .

ملاحظة : كل بار \cong dMpa = ضغط كغم واحد على مساحة سم^٢ واحد .

تعيش بعض نباتات المحاصيل بصورة جيدة عندما يكون الشد المائي بين $\frac{1}{3}$ - ١ dMpa وهناك محاصيل تتحمل الشد ما بين ١ - ٢ dMpa دون ضرر مثل الجت والبقوليات المختلفة وقصب السكر والطماطة . ان الماء الذي يستفيد منه النبات والمعبر عنه بالماء المتيسر (available water) هو الواقع بين السعة الحقلية (EC) ونقطة الذبول الدائم (PWP) . اما ماء السعة الحقلية فهو الماء الذي تمسكه جزيئات التربة بعد ربيها بيوم الى يومين . تظهر علامات الذبول على معظم النباتات اذا فقدت تربتها ٧٥% من ماء السعة الحقلية ، فاذا استمر ذلك دخلت النباتات مرحلة (PWP) التي تموت عندها . يظهر احياناً الذبول على النباتات حتى عند وفرة الماء وذلك خلال ساعات النهار الحارة والجافة حيث يكون مقدار ET النبات اكبر مما يمتصه الجذر فتظهر اعراض الذبول المؤقت على الاوراق كوسيلة دفاعية تقلص بها مساحتها السطحية المعرضة لعوامل البيئة المعاكسة . هنالك اجهزة عديدة لقياس الشد المائي في التربة منها القديمة مثل gypsum blocks و tensiometers وحديثة مثل Neutron maiture metu وهي بحجم قلم الحبر تدخل في التربة وتعطي قراءة الشد المائي او نسبة الرطوبة في التربة للعمق المطلوب .

املاح المياه :

تختلف انواع وكميات الاملاح في الانهار باختلاف مواقعها الجغرافية وطبيعة الارض التي تتبع منها وتجري فيها . تضم المعدلات العالمية لاملاح مياه الانهار (جزء بالمليون) بحدود ٥٨ بيكاربونات و ١٥ كالسيوم و ١١ كبريتات و ٨ نترات و ٦ صوديوم و ٤ مغنيسيوم و ٢ بوتاسيوم و ١ نايتروجين . اما في مياه دجلة عند مدينة بغداد فهو يحوي بين ٣٠٠ - ٥٠٠ ج.م من الاملاح بحسب الصيهورد والفيضان . بالنسبة للبيرون فان اعلى جزء معلوم في العالم هو ٢ ج.م في اليابان . تكون الاملاح في ماء النهر قليلة ثم تبدأ بالزيادة باستمرار حتى وصولها المصببات ، فمثلاً ماء شط العرب عند القرنة يصعب شربه بسبب ارتفاع نسبة الاملاح فيه . كما ان ركود الماء وعدم حركته بصورة سريعة يجعله يفقد كثيراً من الماء النقي فيزداد تركيز الاملاح ، لقد وجد انه في حقل رز روي بماء توصيله ٣ دسيميتر/م ولما بقي في الحقل راكدا لبضعة ايام ارتفع تركيز الاملاح الى ٤ دسيميتر/م .

طرائق الري والعوامل المرتبطة بها :

تختلف طرائق الري باختلاف المتوفر من الميزان المائي وطبيعة طوبوغرافية الارض ودرجة استوائها . اذا استخدم الري بالمرور او المصاطب ، فان طول المرز يزداد مع قلة الرش في التربة ودرجة انحدارها (قليلة) .

يمكن ان يكون طول المرز ١٣٠م اذا كان انحدار التربة ٢% في الترب المتوسطة النسجة و ١٧٥م اذا كانت ناعمة النسجة (طينية) ، فيما يقل الى ٧٠ او اقل اذا كانت التربة خشنة النسجة (رملية) . كقاعدة عامة ، يمكن القول انه كل زيادة ١% في الانحدار عن انحدار ٢% يجب ان يقل طول المرز بمعدل ١٣م . مثلاً في تربة طينية انحدارها ٢% وطول مرزها ١٧٥م سيكون طول مرزها ٧١م فقط اذا اصبح انحدارها ١٠% . من بين المشاكل الاساسية في المروز الطويلة غير المستوية ان مدخل المرز سيكون قد اخذ كفايته افضل من الماء ، فيما يبقى طرف المرز ذا ماء قليل (عمق التبليل) ، هذا اذا كان الانحدار يعكس جريان الماء ، ويكون عكس ذلك اذا كان الانحدار يزداد باتجاه جريان الماء . يوجز الجدول التالي بعض البيانات الهامة حول علاقة طول المرز (م) بنسجة التربة ونسبة الانحدار وكمية ماء الضخ (للري) غالون بالدقيقة .

نسبة انحدار الارض (المرز)					نسجة التربة
٥%	٣%	٢%	١%	٠,٥%	
٤٠	٥٥	٧٠	١٠٠	١٤٥	خفيفة
٧٠	٩٠	١١٥	١٦٥	٢٤٠	متوسطة
٨٨	١١٥	١٤٥	٢٢٥	٣٠٥	ثقيلة
٢	٣	٥	١٠	٢٠	معدل الضخ (غالون/د)

اما الاراضي غير المستوية خصوصاً التي يخشى عليها من التملح من الماء الارضي فتستخدم معها طريقة الري بالرش sprinkler او التنقيط (drip or trickle) وكلاهما مستخدمتان في العراق ، وهما مفيدتان في المناطق التي يصعب اجراء التسوية فيها اما لعدم وجود كفاية من التربة او لوجود ارض صخرية لا تسمح بالتسوية . ان كلا الطريقتين كميات كبيرة من ماء الري بالمقارنة مع السطحي (surface irrigation) .

ماء الري وعوامل الجو :

ان اهم جزء في كمية ماء الري هو مقدار (ET) المناسب لنبات ذلك المحصول ، غير ان هذه الكمية تؤثر فيها حرارة الجو ونسجة التربة وسرعة الرياح ورطوبة الجو وغيرها . اذا رمزنا لكمية ماء الري الداخلة الى الحقل (I) فان مقدارها يرتبط بالمتغيرات كما في المعادلة التالية :

$$I = ET + D + R + S - M - P$$

حيث $D = \text{drainage}$ كمية ماء الصرف ، و $R = \text{runoff}$ كمية ماء الطفح ، و $S = \text{saturation}$ كمية ماء الاشباع الذي تحفظه التربة عند اشباعها و $M = \text{soil moisture}$ رطوبة التربة عند ربيها ، و $P = \text{percolation}$ ماء الرشح الى باطن الارض . اذا كانت كمية الماء المعطاة لحقل النبات دقيقة ، اي بقدر ما يحتاجه النبات فعلاً فقط فان D و R و P ستكون صفراً ، وبذا ستكون المعادلة :

$$I = ET + S - M$$

اي ان مقدار الماء الذي يعطى للمحصول سيكون مساوياً لكمية ET المحددة له مضاف اليها ماء التربة عند اشباعها مطروح منه رطوبة التربة عند الري (M) .

هنالك عامل يسمى معامل المحصول يرمز له (K) وهو الغالب يتراوح بين ٠,٢ - ١,٠ وهو قيمة مجردة من الوحدات ، فاذا رمزنا الى التبخر من حوض مكشوف (pan) بالرمز EP فان ET هي جزء من EP ، لان ET النبات هو اقل من ماء التبخر من الحوض المكشوف وبذا فان المعادلة التالية تحدد لنا قيمة K

$$K = \frac{ET}{EP}$$

عندما تكون النباتات صغيرة ولا تغطي الا جزءاً محدوداً من مساحة الارض فان قيمة K تكون بحدود ٠,٢ فقط وتزداد مع زيادة نمو النبات وتغطيته لكافة المساحة المزروعة فيقترب بذلك ماء ET من ماء EP ليكون $K = ١$.

الاحتياجات المائية للمحاصيل :

تقدر المساحة القابلة للزراعة في الوطن العربي بحدود ٢٠٠ مليون هكتار يزرع منها حوالي ٤٤ مليون هكتار ديمياً و ١٣ مليون هكتار بالري وذلك من مجموع مساحة الوطن العربي الكلية البالغة ١٤٠٠ مليون هكتار ، علماً ان المساحة الصالحة للزراعة الاروائية هي بحدود ٢٢ مليون هكتار ، وبذا لازال امامنا مجالاً واسعاً للتوسع في الزراعة الاروائية وهي الاساسية ، ثم بالزراعة الديمية (الصحراوية) التي فيها ملايين الهكتارات . يقدر مجموع المياه السطحية في الوطن العربي بحدود ٢٤٠ بليون متر مكعب سنوياً ، وما يستثمر من مياه الانهار هو حوالي ١٤٠ بليون م^٣ . اما حجم المياه الجوفية فهو بطاقة ١٢ بليون م^٣ سنوياً مستثمر منها حالياً حوالي ٤,٥ بليون م^٣ فقط اما مساحة السطح في العراق فتشكل حوالي ٣% من مساحة الوطن العربي وفيها حوالي ١٢ مليون هكتار صالحة للزراعة منها حوالي ٣ ملايين هكتار اروائية و ٢,٥ مليون هكتار ديمية والباقي اراضي مراعي و غابات او غير مستثمرة .

تمثل الارض الصحراوية في العراق اكثر من نصف مساحته الكلية وبذا فان مجال التوسع الافقي والعمودي في الزراعة العراقية متوفر تماماً وبمدى واسع وما يحتاج الا الى ادارة واعية ترصد المبالغ اللازمة لعمل الخزانات ووسائل العمل المطلوبة للانسان للمباشرة بالعمل في زراعة الصحراء .

طبيعة اختلاف نباتات المحاصيل لاحتياجات الري :

١- حجم المساحة الورقية للنبات ووجود شعيرات او اشواك او خلايا تحفظ الماء bulliform cells والكيوتكل ... وغيرها .

٢- كون المحصول شتوياً او صيفياً .

٣- طبيعة نسجة التربة .

٤- طريقة الري المتبعة ، وبعد مصدر الري ، حيث تقدر ضائعات الري في العراق نتيجة الرش بنسبة ٣٣% و ٤٠% شتاءً وصيفاً ، فيما تقدر ضائعات النقل بنسبة ٢٥% و ٣٠% للموسمين المذكورين ، وبذا نجد ان معظم الماء الذي يعطى للمحصول يذهب سدى ، والباقي من النسبتين هو الذي يستخدمه النبات (ET) للامتصاص والنقل والامتلاء (turgidity) والتبخر للمحافظة على درجة حرارته التي يتطلبها نموه ،
توضح بيانات الجدول التالي الاستهلاك المائي ET (ملم/موسم) لكل محصول ومجموع المقتن الحقلية (م^٣ماء/هكتار/موسم) وعدد الريات في الموسم لبعض المحاصيل الشائعة في العراق .

عدد الريات في الموسم	المقنت الحقلية* م ^٣ ماء /هكتار/موسم	ET المحصول ملم ماء للموسم	المحصول المزروع
٨ - ٦	٦٠٠٠	٤٥٠	الحنطة
٨ - ٦	٥٣٠٠	٤٠٠	الشعير
٧	٥٧٠٠	٤٣٠	الباقلاء
١٢ - ١٠	٨٤٠٠	٦٣٠	البرسيم
١٨	٣٢٠٠٠	٢٣٠٠	الجت
٨	٦٤٠٠	٤٦٠	الماش
١٢ - ١٠	١٢٦٠٠	٩٠٠	الذرة الصفراء
١٢ - ١٠	١٢٠٠٠	٨٥٠	الذرة البيضاء

*حسب المقنت الحقلية الاروائي على اساس معدل ضائعات الرش والنقل ٢٥% شتاءً و ٣٠% صيفاً فقط من مجموع المقنت الحقلية الاروائي .

هذا ومن الضروري ان نأخذ فكرة عن مقدار الماء المتيسر للنبات بحسب طبيعة نسجة التربة والشد المائي المسلط على الجذر ، لان نسبة الماء الموجودة في تربة معينة ليست كلها متيسرة للامتصاص من قبل النبات ، وذلك بحسب طبيعة جذر النبات ونسجة التربة وحالة الشد المائي المسلط على جذر النبات وكما في البيانات التالية :

معدل الماء المتيسر للنبات (ملم ماء/م من عمق التربة)

الشد المائي dMpa				نسجة التربة
١٥	٢,٥	٠,٥	٠,٢	
صفر	٧٠	١٥٠	٢٠٠	ناعمة (طينية)
صفر	٥٠	١٠٠	١٤٠	متوسطة (مزيجية)
صفر	٢٠	٣٠	٦٠	خشنة (رملية)

من جهة اخرى فان عمق الجذر الفعال للنبات الذي ينتشر بعمق معين هو عامل آخر يرتبط بحاجة المحصول الى ماء الري ، كذلك بمقدرته على اخذ الماء من مقد التربة العميق اذا كانت تحوي رطوبة كافية متيسرة للامتصاص. توضح بيانات الجدول التالي عمق الجذر الذي يمكن ان يصل اليه نبات المحصول عند اكتمال نمو .

*عمق الجذر (متر) الذي يمكن ان يصل اليه نبات المحصول في نهاية الموسم

عمق الجذر	المحصول	عمق الجذر	المحصول
٠,٥ - ٠,٤	اللهاة	١,٥ - ١	الحنطة
١,٢ - ٠,٧	الخيار	١,٥ - ١	الشعير
١,٥ - ١,٠	الرقبي	٢,٠ - ١	الجت
١,٥ - ٠,٧	الطماطة	٠,٩ - ٠,٦	البرسيم
١,٠ - ٠,٥	الفلفل	١,٧ - ١,٠	القطن
١,٦ - ١,٣	خضر مختلفة	١,٧ - ١,٠	الذرة الصفراء
١,٧ - ١,٢	الزيتون	٢,٠ - ١,٠	الذرة البيضاء
٢,٥ - ١,٥	النخيل	٠,٧ - ٠,٥	الفاصوليا
٢,٠ - ١,٠	الاعناب	٢,٠ - ١,٠	العصفر
٠,٦ - ٠,٤	البطاطا	١,٠ - ٠,٦	البنجر السكري

*ان عمق الجذر المذكور يمثل اغلب وزن او حجم للجذر لذلك المحصول في ذلك العمق ، اما ابعاد عمق قد يصل اليه جذر النباتات المذكورة ، فهو يختلف كثيراً عما مذكور في الجدول ، كما انه في الترب العراقية التي هي في الغالب متوسطة النسجة ، لاتصل اعماق المحاصيل (جذرها الفعال) الى الاعماق المذكورة .

معدلات ET (ملم / يوم) لبعض المحاصيل في ظروف المنطقة الوسطى من العراق .

الشهر	الحنطة	الشعير	الجت	البرسيم	الباقلاء	الذرة الصفراء	الذرة البيضاء
كانون	١,٩٤	١,٣٠	١,٩١	١,٧٠	١,٤٦	....	....
شباط	٢,٦٤	١,٨٥	٣,٠٢	٢,٣٠	٢,٢٠	....	....
آذار	٣,٧٤	٢,٦٠	٤,١٥	٣,٧١	٣,٤٠	....	....
نيسان	٤,٧٤	٣,٨٥	٥,٤٢	٥,٦٥	٤,٧٦	....	....

٥,١٦	....	٥,٥٧	٦,٢٤	٨,٣٤	....	٢,٤٦	مايس
١٠,٢٦	....	....	....	١١,٢٤	....	....	حزيران
١٠,٨٩	٥,٧٦	....	....	١٠,٩٦	....	....	تموز
٧,٣٣	٩,٤٤	....	....	١٠,١٥	....	....	أب
٥,٨٠	١٢,١٦	....	....	٦,٩٥	....	....	ايلول
٤,٠٠	١٢,١٦	....	....	٤,٤٦	....	....	ت ١
....	٧,٠٠	٢,١٧	٢,٣٢	٢,٦٦	١,٢٠	١,٥٣	ت ٢
....	....	١,٥٥	١,٨٠	١,٦١	١,٢٠	١,٦٥	ك ١

ملاحظة هامة : اذا كان نبات الجت نامياً في تربة ثقيلة (تحتوي معدل ٢٠٠ ملم ماء لكل متر من عمق التربة) ، وان النبات يحتاج يوميا ماءً اضافياً بمعدل ٠,٥ ملم وان مجموع ET اليومي للجت في ذلك الشهر هو ١٠ ملم مثلاً ، فلاجل معرفة كمية الماء اللازم اضافتها نضرب المتيسر لعمق متر واحد \times الحاجة اليومية : ٢٠٠ ملم \times ٠,٥ = ١٠٠ ملم اضافي يعطى بالري للمحصول كي يحافظ على نموه .

وهو يصرف مجموع ١٠ ملم ET لذلك اليوم

اذن مدة الري = $\frac{100 \text{ ملم (المطلوب اضافتها)}}{10 \text{ ملم (الاحتياج اليومي)}} = 10$ أيام بين رية واخرى

هذه البيانات يمكن الرجوع بها الى الجداول السابقة لفحصها بصورة اوضح .

حاجة النبات للماء والتحسس للملاح :

علاقات مفيدة في مجال معايير ملوحة التربة المختلفة :

(١) E_c * واحد يعادل تقريباً ٦٤٠ ج.م من الاملاح

(٢) * تركيز الاملاح في المحلول (ملغم / لتر) = $E_c \times 640$

(٣) * تركيز الاملاح في المحلول (مليمكافيء / لتر) = $E_c \times 10$

(٤) * الشد المائي (الضغط الازموزي) $dMpa = E_c \times 0,36$ (دس / م)

ذكرنا سابقاً ان حاجة المحصول للماء (لتحديد كمية ET الضرورية لنموه) تؤثر فيها عوامل عدة ، فضلاً عن ذلك فان مرحلة النمو للنبات هي الاخرى ذات علاقة بالاحتياج المائي . تكون المرحلة الحرجة لمعظم المحاصيل البذرية اثناء شدة التزهير وما بعدها حيث تحدد هذه المدة عدد المبايض التي سوف تتشكل الى بذور فيما تكون المرحلة الحرجة لمحاصيل اخرى مثل اللهانة والخس والتبغ هي مرحلة توسع المساحة الورقية للنبات ، ولمحاصيل العلف مثل الجت والبرسيم والشعير وغيرها المزروعة لاغراض انتاج العلف الاخضر تكون المرحلة الحرجة للري هي بعد الحش مباشرة وبالنسبة للبنجر السكري يكون الشهر الاول بعد البزوغ هو اهم مرحلة حرجة في حياة النبات وذلك لحاجة النبات الى تثبيت جذوره بصورة جيدة في التربة لانه هو الحاصل الاقتصادي لذلك المحصول ، اما بالنسبة للبطاطا الاعتيادية والحلوة فان المرحلة الحرجة لريها هي اثناء النمو النشط لانتاج الدرناات ، وهكذا يوضح الجدول التالي معدلات ET لبعض المحاصيل ومديات انتاجيتها وكفاءة الاستهلاك المائي WUE (كغم بذور او مادة جافة / م^٣ ماء) بحسب المحصول

WUE	الانتاجية طن/هكتار	ET (ملم) للموسم	نوع المحصول
١,٠ - ٠,٨	٦ - ٤	٦٠٠ - ٥٠٠	الحنطة
١,١ - ١,٠	٥ - ٣	٥٠٠ - ٤٠٠	الشعير
١,٦ - ٠,٦	١٢ - ٦	٩٠٠ - ٧٠٠	الذرة الصفراء
١,٠ - ٠,٥	٨ - ٤	٨٠٠ - ٦٠٠	الذرة البيضاء
٠,٦ - ٠,٤	٦ - ٣	١٣٠٠ - ١٠٠٠	القطن
٠,٦ - ٠,٤	٣ - ٢	٨٠٠ - ٦٠٠	التبغ
٩ - ٦	٦٠ - ٤٠	٧٠٠ - ٥٠٠	البنجر السكري
٨٠٥	١٥٠ - ١٠٠	٢٥٠٠ - ٢٠٠٠	القصب السكري
٠,٥ - ٠,٣	٦ - ٣	١٠٠٠ - ٨٠٠	زهرة الشمس
٠,٧ - ٠,٥	٥ - ٣	١٠٠٠ - ٨٠٠	فول الصويا
٠,٦ - ٠,٣	٢ - ١,٥	٥٠٠ - ٤٠٠	الفاصوليا الجافة
٢,٠ - ١,٥	٨ - ٦	٥٠٠ - ٤٠٠	الفاصوليا الخضراء
١٠ - ٨	٨٠ - ٦٠	١٦٠٠ - ١٤٠٠	الجت (اخضر)
٢,٠ - ١,٥	٢٠ - ١٥	١٦٠٠ - ١٤٠٠	الجت (جاف)
١٠ - ٨	١٠٠ - ٦٠	٧٠٠ - ٦٠٠	البطاطا
٠,٣ - ٠,٢	٦ - ٤	٢٠٠٠ - ١٨٠٠	الرز
٣,٠ - ١,٥	١٥ - ١٠	١٤٠٠ - ١٢٠٠	الفلفل
١٢ - ١٠	٦٠ - ٥٠	٩٠٠ - ٦٠٠	الطماطة
٢٠ - ١٢	٨٠ - ٥٠	٦٠٠ - ٥٠٠	اللهانة
٨ - ٥	٤٠ - ٣٠	٩٠٠ - ٧٠٠	الرققي
٥ - ٢	٦٠ - ٣٠	١٢٠٠ - ١٠٠٠	الحمضيات
٢,٠ - ١,٥	٣٠ - ٢٠	٨٠٠ - ٧٠٠	الزيتون

يمكن وضع بعض المحاصيل بالنسبة لكفاءة استخدام الماء (كغم مادة جافة / م³ ماء) بحسب الآتي :

واطنة (أقل من واحد)	متوسطة (١,١ - ٥)	جيدة (أعلى من ٥)
حنطة وشعير وفستق حقل ورز وذرة بيضاء وعصفر وفول الصويا وزهرة الشمس وتبغ وبزاليا	جت (جاف) وذرة صفراء وفاصوليا خضراء	جت (علف اخضر) وبنجر وقضب سكري وبطاطا حلوة واعتيادية ولهانة وطماطة ورقية وبصل وقتاء

هذا ونظراً لاحتواء التربة على املاح ذات سمية عالية من بين اهمها عنصر البورون فيمكن تصنيف المحاصيل المختلفة في تحملها لهذا العنصر بحسب وجوده في التربة بالآتي :

متحملة ٤ ج. م	شبه متحملة ٢ ج. م	حساسة جزء واحد بالمليون
النخيل والاثل والبنجر والشوندر والباقلاء والجت والبصل والشلغم واللهانة والخس والجزر	ذرة صفراء وبطاطا اعتيادية وحلوة وزهرة الشمس وقطن وطماطة وفجل وبزاليا وحنطة وشعير	معظمها اشجار فاكهة خصوصاً الاجاص والكمثرى والتفاح والعنب والخوخ والمشمش ومعظم الحمضيات

اما فيما يتعلق بتحمل المحاصيل لتراكيز الاملاح في التربة ومعدل نقص حاصلها بحسب نسبة الاملاح (دس/م) فانها كما في الجدول التالي :

نسبة الفقد النسبي في الحاصل (منسوبة الى الانتاجية تحت ظروف غير ملحية)			المحصول
١٠ %	٢٥ %	٥٠ %	
٧	١٠	١٤	الحنطة
١٠	١٣	١٨	الشعير*
٢	٢,٥	٤	الذرة الصفراء
٧	١٠	١٣	الذرة البيضاء
٧	١٠	١٣	الجت
٤	٦	١٢	البرسيم
٤	٦	٨	الرز
٩	١٣	١٧	القطن*
٩	١١	١٥	الثيل*
٣	٦	٩	القنائيات
٤	٥	٨	لهانة قرناييط بطماطة سبانغ
٥	٧	١٠	السلق
٩	١١	١٥	البنجر السكري*
٣	٥	٨	البطاطا
٢	٣	٤	الفلفل
١	٢	٣	البصل
٢	٢,٥	٤,٥	الباقلاء
٤	٦	١٠	الرمان
٢	٤	٦	العنب
٢	٣	٦	الحمضيات
٧	١١	١٩	النخيل

****: نباتات جيدة التحمل للملوحة ، علماً انه يوجد فرق كبير في تحمل هذه النباتات للملوحة وفي تحملها للقوية لان الموضوع مختلف تماماً .

هذا وعلى الرغم من اختلاف معايير التحمل في دول العالم المختلفة لطبيعة تركيز الاملاح وعلاقة ذلك بالانتاجية في تلك المنطقة ، فان المختبرات العالمية الامريكية والروسية والهولندية تعطي معايير مختلفة وتوصيات مختلفة لدى زراعة المحاصيل في التربة الملحية . فيما يلي بعض المؤشرات الخاصة بزراعة بعض هذه المحاصيل في دول العالم بحسب التوصيل الكهربائي في التربة (دس/م) :

المحصول	الولايات المتحدة	دول شمال افريقيا	هولندا
الشعير	١٨	١٧	١٣
البنجر السكري	١٦	....	١٤
القطن	١٦	١٢	١٠
الحنطة	١٤	١٤	١٣
الشوفان	١٢	١٢	....
الذرة الصفراء	٧	٧	....

الفاصوليا	٣	٤	٤
-----------	---	---	---

ان المعايير في اعلاه قابلة للتغيير بتغيير الصنف والمنطقة وماء الري وحرارة الجو ، وهناك نقطة هامة جداً لدى الزراعة في الاراضي الملحية بحسب التوصيات المذكورة ، وهي انه لا بد من الحفاظ على نسبة رطوبة عالية في التربة لاتقل عن ٧٠% من السعة الحقلية لتلك التربة ، وذلك لان زيادة ماء التربة يقلل من تركيز الاملاح فيها فضلاً عن غسلها .

الاستزراع:

بعد اكتمال غسل التربة من الاملاح لابد من التفكير بطبيعة النباتات التي يمكن ان تزرع ، سيما اذا علمنا ان التربة اصبحت ضعيفة في خصوبتها وفي نشاطها الحيوي مع تلف وتدهور واضح في بناتها . يمكن في هذه المرحلة زراعة بعض البذور لاختبار بزوغها اولاً ، فاذا كان البزوغ جيداً باشرنا بزراعة الارض بذلك المحصول او محصول آخر مناسب . ان من بين اهم المحاصيل التي يمكن البدء بها هي الشعير والجت وبعض انواع البرسيم الاصفر ، وهناك حشيش معروف بحشيش الحنطة الطويل (tall wheat grass) يعد من بين المحاصيل العالية التحمل للملوحة . بعد نمو النباتات الى مرحلة جيدة تقلب بالارض كسماد اخضر لزيادة المادة العضوية وتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية بعد تحلل اجزاء النباتات المقلوية مع التربة . يمكن في الموسم اللاحق حراثة الارض مرة اخرى وتنعيمها وزراعتها بمحصول مناسب سواء من المحاصيل الحبوبية او محاصيل العلف ، او تحويل الارض الى بساتين فاكهة خصوصاً اذا كان الماء الارضي اعرق من متر ونصف عن سطح الارض . يمكن النظر كذلك في موضوع التعاقب المحصولي نجلي وبقولي ، وزراعة القطن في مروز او مساطب وذلك بعد رية التعيير والزراعة تحت خط ماء التعيير بحوالي ٥ سم تفادياً لاضرر الاملاح التي قد تصعد مع الماء بفعل الخاصية الشعرية . فيما يلي بعض مجاميع نباتات المحاصيل بحسب تحملها النسبي للملوحة :

التحمل	المحاصيل
جيدة	الثيل (علف) وحشيش الحنطة الطويل والسيبان والبنجر السكري والسلق والسلمج والقطن والخروع والهوهوبا jujuba والنخيل والائل والاكاسيا والطرقة والزيتون
متوسطة	نفل خف الطير والنفل الابيض والاصفر والطلو والجت والشعير والحنطة والرز والذرة البيضاء وزهرة الشمس والعنب والرمان والتين والنبق والطماطة والخس والجزر والسبانغ والقرع والفجل والقثاء واللهانة والقرنابط والبطاطا الحلوة
ضعيفة	البقوليات عموماً واشجار الفاكهة كالاچاص والخوخ والتفاح والحمضيات

اصلاح الارض القلوية بالكبريت والكبريت :

ان معظم الاراضي الصحراوية في العراق هي اما ملحية او قلوية او جبسية او كلسية وحيثاً رملية ، وهناك عيوب اخرى في الاراضي الصحراوية ذات اهمية اقل . لاجل ازالة قلوية الارض لابد من ازاحة ايونات الصوديوم (Na⁺) التي هي الغالبة في الاراضي القلوية والتي تسمى كذلك الاراضي الصودية . عندما تزاح هذه الايونات (الصوديوم) لابد من احلال محلها ايونات الكالسيوم (Ca⁺⁺) وطرده الاولى (غسلها) من مقد التربة الذي سيعيش فيه جذر النبات . ان من بين المركبات الجيدة الفعلة في اصلاح التربة الصودية هو الجبس (CaSO₄.2H₂O) وهو معدن واطيء ذوبان نسبياً في الماء . يحوي المحلول المشبع من الجبس عند درجة حرارة الغرفة (٢٥ م) على تركيز ٣٠,٦ مليمكافي/لتر ، وهذا ما يعادل حوالي ٢,٧ غم/لتر او ما يعادل ٠,٦ غم Ca⁺⁺/لتر . اذا احتوت التربة القلوية على كمية كافية منه فان استمرار اضافة الماء اليها (لزيادة ذوبان الجبس) كفيلة باصلاحها . اما كاربونات الكالسيوم فانها ليست فعالة مثل الجبس الا ان اضافة حامض الكبريتيك تجعلها اكثر ذوباناً وفعالية . يمكن كذلك استخدام كلوريد الكالسيوم (CaCl₂.2H₂O) وحامض الكبريتيك والكبريت (S₂) الذي مر بنا سابقاً لنفس الغرض ، الا ان ذلك يعتمد على طبيعة الكلفة الاقتصادية لدى اصلاح مساحات واسعة باستخدام حامض الكبريتيك . يمكن حساب كمية الجبس لاصلاح قلوية الارض لعمق ٣٠ سم مثلاً باعتماد المعادلة التالية :

كمية الجبس (طن/هكتار) = ٤,٨ × مليمكافيء الصوديوم (المراد استبداله)

كمية الكبريت (طن/هكتار) = ٠,٩ × مليمكافيء الصوديوم (المراد استبداله)

مثال : احسب كمية الجبس اللازمة اضافتها لتربة قلوية فيها ESP = ٣٠ % و CEC = ٢٠ مليمكافيء / ١٠٠ غم تربة ، اذا اريد خفض ESP الى ١٢ % ولعمق ٣٠ سم من تربة الحقل .

اولاً : نحسب مليمكافيء الصوديوم = ESP × CEC (المراد استبداله)

$$= (٠,١٢ - ٠,٣٠) \times ٢٠$$

$$= ٠,١٨ \times ٢٠ = ٣,٦ \text{ مليمكافيء صوديوم} / ١٠٠ \text{ غم تربة}$$

ثانياً : حساب كمية الجبس (طن/هكتار) = ٤,٨ × ٣,٦ = ١٧,٣ طن/هكتار من الجبس تلزم اضافته

لاصلاح Ph التربة لعمق ٣٠ سم .

مما تجدر الاشارة اليه انه لابد من تحليل نسبة الجبس بالتربة قبل الاضافة فقد تحتوي على كمية جيدة منه وبمجرد اضافة ماء الري يمكن اصلاح القلوية . كما ان المعادلة محسوبة على اساس نقاوة الجبس والكبريت ١٠٠% وبذا لابد من تعديلها اذا كانت النقاوة اقل من ذلك . بشكل عام يمكن القول ان كفاءة طن واحد من الجبس تعادل في المفعول كفاءة ٠,٢ طن من الكبريت فقط اذا كانت عوامل الاكسدة جيدة في التربة . اما اذا اريد اصلاح التربة الى عمق ١٥ سم فقط (زراعة الحنطة والشعير وامثالها) فتؤخذ نصف الكمية ، اما اذا اريد زراعة القطن واصلاح التربة لعمق ٦٠ سم فيؤخذ ضعف الكمية ، وهكذا .

نوعية ماء المزرعة :

تختلف اهمية نوعية الماء اذا كانت لري المحصول او لاصلاح ملوحة التربة او لاستخدام الانسان او حيوانات المزرعة . اما بالنسبة لنوعية ماء الري فانها تحدد بالتوصيل الكهربائي (مجموع الاملاح غم / لتر) ومحتواه من العناصر السامة مثل البورون والزرنيخ والصدويوم والكلور ، والعامل الثالث هو درجة تلوث الماء بمواد الاشعاع والرابع نسبة الصوديوم الى الكتيونات الاخرى والبيكارونات .
اما صلاحية الماء من حيث الملوحة فقط فتصنف كالآتي :

١-ماء عذب : توصيله (بدرجة ٢٥ م) اقل من ٠,٢٥ د/س / م ، وهذا الماء قلما يسبب ملوحة في التربة لدى الري به .

٢-ماء جيد : توصيله بين ٠,٢٥ - ٠,٧٥ د/س / م ، وهو صالح للري وقلما يسبب مشكلة من بقايا املاحه المحدودة .

٣-ماء صالح : توصيله بين ٠,٧٥ - ٢,٢٥ د/س / م ، وهنا لايد من استخدامه لري تربة جيدة الصرف وذات شبكة مبالز فعالة مع زراعة محاصيل متحملة الملوحة .

٤- ماء مالح : توصيله < ٢,٢٥ - ٥ د/س / م ، يصلح للري في الترب الجيدة الصرف (سيما الرملية) وذات مقد تربة عميق . توضح بيانات الجدول التالي ملوحة بعض المياه الجوفية المستخدمة للري في بعض البلدان العربية :

نوعية التربة المرورية به	الاملاح (ج.م)	القطر
رملية عميقة او جيبسية	١٠٠٠٠ - ٣٠٠٠	العراق
رملية	٦٥٠٠ - ١٥٠٠	تونس
ترب ساحلية	١٥٠٠	ليبيا
رملية	١٠٠٠٠ - ٣٠٠٠	الامارات
رملية او رملية جيبسية (٤٠ % جبس)	٦٠٠٠ - ١٧٥٠	السعودية
تربة خفيفة عالية النفاذية	٤٠٠٠ - ٢٠٠٠	البحرين

اسس الاستزراع في عيوب الاراضي الصحراوية Chap.11 د. وجيهه عبد

تمت الاشارة سابقاً الى بعض جوانب هذا الموضوع الاساسي لدى اصلاح وزراعة اراضي صحراوية بحسب العيوب الموجودة فيها . يمكن حصر الملاحظات الخاصة بذلك في النقاط التالية :

- ١-الاستزراع بعد الملوحة .
- ٢-خدمة المحاصيل تحت ظروف بداية الزراعة (بعد الاصلاح)
- ٣-الري والصرف وعلاقتها بألية عودة التملح .
- ٤- ملاحظات حول الاراضي الرملية والجيبسية والصخرية .
- ٥- انواع اشجار مصدات الرياح في الزراعة الصحراوية .

الملوحة والنبات :

سبق وتم التطرق الى بعض جوانب هذا الموضوع ، ولا بأس في التوسع في بعض جوانبه في هذا الفصل لاهميته في الاراضي العراقية الصحراوية منها والمروية . هنالك نوعان من ملوحة الارض :

١-ملوحة من نوع solonetz : تكون الاملاح في الطبقة التحتية من الارض ما بين عمق ٣٠ - ١٠٠ سم تحت السطح .

٢-ملوحة من نوع solonchack : تكون الاملاح في الطبقة السطحية لعمق ٣٠ سم . تختلف نسبة الاملاح في الترب ، فقد تكون في الملوحة الخفيفة بنسبة ١ - ٢ % فيما قد تصل ٣٠ % املاح في الترب العالية الملوحة . ان تعبير الملوحة للتربة الملحية saline soil هي التي يكون توصيل Ec لمستخلصها المائي (بدرجة ٢٥ م) اعلى من ٤ د/س / م والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP اقل من ١٥ % من السعة التبادلية الكتيونية CEC و PH اقل من ٨,٥ . اما الملحية - القلوية فهي بنفس التعريف للملحية ولكن ESP اعلى من ١٥ % من السعة التبادلية الكتيونية CEC . اما التربة القلوية sodic soil فان توصيلها Ec اقل من ٤ د/س / م و ESP اعلى من ١٥ % من السعة التبادلية الكتيونية CEC وذات PH اعلى من ٨,٥ (غالباً بين ٨,٥ - ١٠) . تشكل الاراضي الملحية في العراق حوالي ٤٥ % من الاراضي الاروائية ، فها تكون اقل من ذلك للترب الصحراوية . ان اغلب الاملاح المنتشرة في الترب الملحية العراقية هي كاربونات الكالسيوم ثم كاربونات الصوديوم ، مع املاح اخرى تاتي بالدرجة الثانية مثل الكلوريدات والكبريتات .

آلية ضرر الملوحة في نمو النبات :

يختلف ضرر الاملاح باختلاف انواع واجناس النباتات ومرحلة النمو وطبيعة التربة ووفرة الماء ونوعيته . تؤثر الاملاح بشكل عام في نمو النبات بواحد او اكثر من المظاهر التالية :

- ١-ضعف امتصاص الماء من قبل النبات بسبب زيادة ازموزية محلول التربة .
- ٢-ارتفاع Ph لمحلول التربة يجعل العديد من العناصر غير جاهز للنبات .
- ٣-حالة السمية لبعض الاملاح للنبات مثل زيادة البورون والكلور والصوديوم .
- ٤- استناداً للنقاط الثلاثة المذكورة ، فان النبات النامي في وسط ملحي يحتاج ان يصرف طاقة اكثر للتنفس كي يستمر بالنمو (المحدود) فيكون حاصل النبات قليلاً بالمقارنة مع مثيله النامي في تربة غير ملحية .

يوضح الجدول التالي اختلاف درجة تحسس او تحمل النباتات للصوديوم المتبادل في محلول التربة ، والتي يمكن الاعتماد عليها لدى زراعة الارض بعد اصلاحها لاول مرة في التربة الملحية – القلوية (الصودية) :

درجة التحسس	% ESP	المحاصيل	الاعراض على النبات
حساسية جداً	٢ - ١٠ %	الحمضيات والاشجار المتساقطة	تتحرق اطراف الاوراق
حساسية	١٠ - ٢٠ %	محاصيل الحقل البقولية	تقزم في نمو النبات
متوسطة التحسس	٢٠ - ٤٠ %	الجت والشوفان والرز	تقزم نسبي في النمو
متحملة	٤٠ - ٦٠ %	القطن والشعير والحنطة والطماطة والبنجر السكري والياميا	تقزم نسبي في النمو
متحملة جداً	اكثر من ٦٠ %	حشيش رودس وحشيش الحنطة الطويل	بلا

اما فيما يتعلق الامر بتحمل النباتات للملوحة بحد ذاتها (Ec) فان بيانات الجدول التالي توضح نوع المحصول و Ec (د س/م) اللازم لنقص ٥٠% من عدد البادرات او الحاصل (بدرجة ٢٥ م) .

المحصول	د س/م اللازم لنقص ٥٠% بادرات	
	بعد اسبوعين	بعد اسبوع
الباقلاء والفاصوليا	٨	٣,٧
البنجر السكري	٦	٥,٣
الجت	٩	٨,٧
الذرة الصفراء	١٤	٩,٤
القطن والشعير	١٩	١٣

ولاجل تفصيل نسبي لتحمل المحاصيل للملوحة بدرجات مختلفة ، لاحظ بيانات الجدول التالي :

EC دس/م			
١٦	١٠	٤	
الشعير والبنجر السكري والقطن والخروع والحناء	الحنطة والرز والذرة بنوعيه وزهرة الشمس والعصفر واللوبيا وقصب السكر والماش	الباقلاء والفاصوليا والحمص والعدس وامثالها	١- المحاصيل الحقلية
الثيل وحشيش رودس وحشيش الحنطة الطويل والسيبسان وعلك الغزال	البرسيم الاصفر والابيض والحلو وحشيش الشيلم والحشيش السوداني والجت	البرسيم الابيض والاحمر والبرسيم المصري	٢- المحاصيل العلفية
١٢	١٠	٤	٣- محاصيل الخضر
الشوندر والسلق والكلم والقرنابط والشلغم واللهانة	الطماطة والفلفل والياميا والقثائيات والفجل والجزر والبصل والسبانغ	البقوليات الغذائية المزروعة لقرناتها الخضراء	
٢٠ دس/م مثل القصب البري والاسل والعاقول وعلك الغزال والطرطيع والرغل وغيرها			٤- نباتات اخرى

نوعية ماء الري واستزراع الارض الملحية المستصلحة :

تختلف صلاحية نوعية ماء الري باختلاف المحصول ونسبة احتواء الماء على الاملاح وبالذات الصوديوم المتبادل . ان ارتفاع ESP الى ٧٠% فاكثر من الماء الجيد للري يجعله غير صالح ، بينما يمكن استخدام ماء ري رديء (Ec اعلى من ٢) اذا كانت نفاذية التربة عالية والمحصول المزروع من المتحملة للملوحة ، مع ملاحظة اضافة ريات اكثر لغسل الاملاح بعيداً عن منطقة الجذر . كذلك يمكن استخدام ماء الري بمعدل Ec ٢ - ٦ د س/م اذا كانت التربة رملية او مزيجية رملية لدى تكرار الري لغسل الاملاح وكون المحصول يتحمل الملوحة . هنالك معياران هامين لنوعية ماء الري (كذلك تؤثر البيكاربونات والعناصر السامة) :

١-معدل Ec فيه 2. - ESP % والتي يعبر عنها احياناً بنسبة الصوديوم المصوص (SAR) sodium adsorption ratio

$$SAR = \frac{Na+}{\sqrt{\frac{Ca++ + Mg++}{2}}}$$

استناداً لذلك فانه باضافة الجبس (كبريتات الكالسيوم) لاصلاح التربة القلوية فان ذلك سيعمل على خفض قيمة SAR اي خفض مجموع الكاربونات (HCO₃) عن طريق ترسيب كاربونات الكالسيوم (CaCO₃) بفعل خفض pH التربة . ان افضل معيار للماء الصالح للري بالنسبة لقيمة SAR هو ان تكون بنسبة ١ : ١ ، ويمكن استخدام ماء بقيمة SAR ٢ : ١ اذا كان مجموع الاملاح الذائبة الكلية في الماء منخفضاً . اما قيمة ESP % فقد مرت بنا والتي تحسب بالمعادلة :

$$ESP\% = \frac{meg./l}{meg/} \times 100$$

يمكن الاستفادة من بيانات الجدولين التاليين المتعلقين بنوعية الماء و Ec و ESP

نوعية الماء	دس/م	الاملاح الذائبة ج.م	ESP %
ممتازة	اقل من ٠,٢٥	اقل من ١٥٠	اقل من ٢٠
جيدة	٠,٢٥ - ٠,٧٥	١٥٠ - ٤٥٠	٢٠ - ٤٠
متوسطة	٠,٧٥ - ٢,٠	٤٥٠ - ١٢٠٠	٤٠ - ٦٠
رديئة	٢,٠ - ٣,٠	١٢٠٠ - ١٨٠٠	٦٠ - ٨٠
مرفوضة	اكثر من ٣,٠	اكثر من ١٨٠٠	اكثر من ٨٠

اما التحمل النسبي للصدويوم المتبادل ESP لبعض المحاصيل فيمكن النظر الى البيانات التالية:

محاصيل حساسة ESP اقل من ١٥ %	محاصيل شبه متحملة ESP ١٥ % - ٤٠ %	محاصيل متحملة ESP اكثر من ٤٠ %
البقوليات البذرية بصورة عامة والذرة الصفراء	الرز والحنطة والشوفان والدخن وحشيش دالاس والفجل والبصل والطماطة والبطاطا الحلوة والسبانغ والخس واللهاة والقرناييط والشلغم	الجبث والشعير والقطن والثيل والبنجر السكري والشوندر والسلق وحشيش الحنطة الطويل والقصير

اما لفهم علاقة pH التربة او ماء الري مع درجة ذوبان كاربونات الكالسيوم (مليمكافيء / لتر) فيمكن النظر الى البيانات التالية :

ذوبان كاربونات الكالسيوم (مليمكافيء / لتر)	PH محلول التربة
١٩,٣	٦,٢
١٤,٤	٦,٥
٧,١	٧,١
٢,٧	٧,٨
١,١	٨,٦
٠,٨	٩,٢
٠,٣	١٠,١

وبذا نجد انه كلما ارتفع pH محلول التربة كلما انخفض ذوبان الكاربونات ، علما ان معظم pH الترب العراقية بين ٧,٢ - ٨,٥ تقريباً ، وبذا يكون ذوبان الكاربونات في الماء في تلك الحالة قليلاً بالمقارنة مع pH التربة الحامضية .

اما بالنسبة لسمية بعض العناصر في املاح التربة ، فان اهمها البورون وهناك فرق في التركيز العالي للبورون في ماء الري او في التربة ، حيث يكون خطره في ماء الري اكثر ، لانه بشكل عام لاجل انتاج كغم واحد من المادة النباتية الجافة نحتاج بحدود ١٠٠٠ - ١٥٠٠ كغم ماء ، فاذا كان هذا الماء يحوي ٢ - ٣ ج.م بورون فان سميته للنبات ستكون عالية بسبب كمية الماء الكبيرة التي تدخل النبات ، اما لو كانت نفس الكمية منه (البورون) موجودة في التربة فان وجود تلك الكمية مع الماء سوف تغسل جزءاً كبيراً منه . فيما يلي بعض البيانات حول تحمل بعض النباتات لتراكيز البورون في ماء الري :

محاصيل متحملة لغاية ٣,٧ ج.م بورون	محاصيل متحملة نسبياً لغاية ٢,٥ ج.م بورون	محاصيل حساسة لغاية ١,٢٥ ج.م بورون
البنجر السكري والجبث والبصل والشلغم واللهاة والقرناييط وامثالها	البقوليات والقطن والحنطة والشعير والذرة بنوعيها والطماطة	الحمضيات والكمثرى والتفاح والعنب والخوخ والمشمش وغيرها

انواع المحاصيل عند بداية استزراع الارض المستصلحة وخدمتها :

اولاً : طبيعة الغطاء النباتي :

ان نباتات المحاصيل المتحملة لبقايا الملوحة بعد الاستصلاح هي :

أ- المحاصيل الحقلية : الشعير والبنجر السكري وزهرة الشمس والشوفان والدخن والذرة البيضاء الحوة *Sorghum saccharatum* والقطن .

ب- المحاصيل العلفية : من الحشائش الشعير والشوفان والدخن ومن البقوليات الجبث بنوعيه *M. sativa* و *M. falcate* والبرسيم *T. resapinatum* ونسبياً *T. alexandrinum* ولجل انتاج السايلاج يمكن زراعة الرغل *Atriplex* والسيبيان .

ثانياً : كمية البذار او الكثافة النباتية :

يستخدم تعبير كمية البذار (كغم/هكتار) لنباتات المحاصيل التي تزرع سرباً (*drill*) فيما يستخدم تعبير الكثافة النباتية لنباتات المحاصيل الكبيرة التي تزرع على مسافات واسعة بين الخطوط والنباتات مثل القطن والذرة بنوعيها

وزهرة الشمس والباقلعاء وغيرها . اما المجموعة الاولى فتشمل الحنطة والشعير والشوفان والدخن وامثالها . لدى الزراعة لأول مرة بعد اصلاح التربة لابد من زيادة الكثافة النباتية على الاقل ٥٠% عن المقرر لذلك المحصول ، وبعد اختبار نسبة الانبات للبذور المزمع زراعتها .

ثالثاً : طريقة الزراعة :

تفضل زراعة المحاصيل الكبيرة على مروز (٧٠ – ٨٠ سم) من جانب واحد او على مصاطب (Beddings) من الجانبين . من الضروري جداً اجراء التعيير قبل الزراعة ثم الزراعة بعد ايام تحت خط الماء الذي وصل حافة المرز وذلك لتجنب تأثير الاملاح التي تصعد الى الاعلى بفعل الخاصية الشعرية . بتعبير ابسط يمكن الزراعة عند منتصف المسافة من بطن المرز وخط الماء .

رابعاً : كيفية الري :

ان النبات النامي تحت ظروف ملحية له مقدرة اقل في امتصاص الماء بسبب الضغط الازموزي العالي المسلط على الجذر من محلول التربة ، عليه لابد من تكرار الري بحيث يضمن وجود معدل ٧٥% من ماء السعة الحقلية عند منطقة الجذر .

خامساً : التسميد :

ان اضافة الاسمدة الكيماوية الى التربة الملحية يزيد من ملوحة التربة ، وحيث انه لابد منها ، عليه لابد من زراعة مخاليط علفية شتوية مثل الشعير والبرسيم ، وصيفية مثل الدخن مع الماش او اللوبيا وقلبها مع التربة . بعد ذلك يمكن استخدام الاسمدة الثلاثية المعروفة NPK ، فضلاً عن حاجة هذه التربة الى عناصر ثانوية مثل الزنك والحديد والمغنيسيوم والتي تستخدم بمعدلات واطئة جداً بالمقارنة مع الاسمدة الرئيسية . لدى حساب كمية عنصر (P) في سوبر فوسفات الكالسيوم ، فان المعادلة المعتمدة هي :

$$\% P = \% P_2O_5 \times 0.43$$

$$\% K = \% K_2O \times 0.83$$

من الضروري جداً تقسيم دفعات الاسمدة الكيماوية الى ٥ – ٦ دفعات بدلاً من دفعتين اوثلاثة ، وذلك لتقليل ضرر الاملاح .

سادساً : تحسين تحمل النبات للملوحة :

عملية التربية لنباتات جيدة الحاصل متحملة للظروف البيئية المعاكسة عملية مستمرة في كافة دول العالم المتقدمة زراعياً . تعد الاصناف المحلية في كل دولة ثروة وراثية يجب المحافظة عليها ، وذلك لسببين ، الاول انها متطبعة لتلك البيئة والثاني لانها تمتلك تغيرات عالية يمكن الانتخاب منها ، لانه بدون تغيرات جيدة لن يكون للانتخاب فعل كبير في تحسين صفات المحصول المطلوبة . لقد افلحت عدة برامج في العالم في استنباط اصناف من الشعير والقطن وفستق الحقل وغيرها تتحمل درجات عالية نسبياً من الملوحة وتعطي حاصلاً جيداً . حديثاً هنالك تركيز شديد على موضوع الوراثة الجزيئية Molecular genetics التي تتسم بسرعتها في نقل قطع من DNA ذات جينات مسؤولة عن صفة معينة ووضعها في نبات المحصول سواء باستخدام Agrobacterium او بعض الفايروس لنقل هذه القطع وذلك من نباتات معروفة في تحملها للملوحة مثل الطرطيع (Schanginia) والثيل وغيرها ووضعها في خلايا نبات المحصول . هذا وان العمل في مثل هذه البرامج يترتب عليه وجود مختبرات ومواد ومعدات ذات تكتيك عالي كي يتمكن الباحثون من تحقيق الهدف . اما من بعض طرائق اختبار تحمل النبات للملوحة فهو زراعتها في انية ذات تربة بتركيز ملحياً مختلفة وانتخاب المتحمل منها الا ان هذه الطريقة تعد مطولة . هنالك طريقة ثانية بسيطة وهي اخذ قطع من الاوراق من اصناف عديدة يراد اختبار تحملها للملوحة وتغمس في محاليل ملحية لمدة ساعة او ساعتين ، ثم يقاس تركيز الكلوروفيل فيها ، حيث من المعلوم ان النباتات النامية في وسط ملحي يتحطم فيها الكلوروفيل بسرعة ، وهنالك طريقة ذلك هي زراعة البذور على اوساط هلامية (silica gel) وتكوين نسب انباتها ومعدل نموها ، والاسرع في النمو هو المتحمل للملوحة بحسب تركيز (ازموزية) ذلك الهلام .

الماء والري والتملح والتصحر :

الماء احد عناصر الحياة الخمسة المعروفة ، وبذا فانه ثروة وطنية تجب المحافظة عليها بشتى الوسائل سواء في الري او في الصناعة او الاستخدام الشخصي ، كما لابد من اعادة تكرير وتعقيم بعض المياه المستخدمة من قبل الانسان واستخدامها في الزراعة او الصناعة . يقدر معدل الاستهلاك اليومي الكلي (زراعة وصناعة واستعمال يومي) للماء في بعض الدول الشحيحة الماء ما بين ٥ – ١٠ غالونات يومياً ، فيما نجد الدول التي حافظت وتحافظ على ميزانها المائي (كما في الولايات المتحدة) ان معدل الفرد اليومي هو ما بين ٢٤٠٠ – ٢٥٠٠ غالون !! . ان الري المتكرر وكما حدث في العراق في العصور القديمة هو الذي ادى الى التملح بذوبان الاملاح ثم تجمعها عند السطح نتيجة ارتفاع الماء الارضي وشدة حرارة الجو . كما ان عدم ري الارض يؤدي بها الى كونها ارض صحراوية لانبت فيها .

يشكل الانتاج الزراعي الاروائي في دول الشرق الاوسط حوالي ٦٠% من مجموع الانتاج ، فيما يأتي الباقي من الزراعة الديمة . ان تكرار الري في الاراضي المستصلحة دون مبالز فعالة سيعيدها خلال بضعة مواسم الى حالتها الاولى من التملح ، لذا لابد من برمجة الري بما يضمن نقطتين هامتين في تلك الاراضي :

اولاً : ري المحصول الى عمق الجذر المطلوب بحسب المقنن المائي لذلك المحصول .

ثانياً : غسل الاملاح بعيداً عن منطقة الجذر .

علماً انه لابد من التاكيد على دقة عمل وكفاءة المبالز في تلك الاراضي .

لقد مر بنا كيف نحسب ماء الصرف والذي يساوي تماماً عمق ماء الغسل .

$$LR = \frac{Eci}{Ecd} = \frac{Ddw}{DIw}$$

LR = عمق ماء الصرف = DIw = عمق الري الكلي

مثال : لو كان ماء الري فيه $Ec = 2$ دس/م و Ec ماء الصرف = 8 دس/م وكمية ماء الري التي يحتاجها المحصول لذلك الموسم ($ET = 120$ سم) . نحسب ماء الغسل : -

$$LR = \frac{2}{8} = 0.25$$

اي انه يجب اضافة 25% من الماء الكلي المطلوب للمحصول كي نضمن عملية الغسل وذلك لان :

$$DIW = ET + LR (DIW)$$

وحيث ان الماء الكلي لحد الآن هو مجهول ، اذن :

$$DIW = ET + 0.25 (DIW)$$

$$DIW - 0.25 DIW = 120$$

$$0.75 DIW = 120$$

$$DIW = 160 \text{ cm}$$

عمق الماء الكلي المطلوب لري المحصول (ET) وغسل منطقة الجذر .
يمكن كذلك استخراج قيمة Ddw بالمعادلة التالية :

$$Ddw = \frac{Eci}{Ecd - Eci} \times ET = \frac{2}{8-2} \times 120 = 40 \text{ cm} \quad \text{عمق ماء الصرف}$$

وبإضافته الى $ET = 120$ نحصل على 160 سم مجموع الماء الكلي وكذلك يمكن الحصول على نفس الكمية من المعادلة

$$Ddw = \frac{ET}{LR-1} \times LR = \frac{120}{0.75} \times 0.25 = 40 \text{ cm}$$

عمق الغسل :

يختلف عمق غسل مقد التربة من الاملاح باختلاف نوع المحصول ، كما ان سرعة الغسل تعتمد على كمية ونوعية الماء ودرجة ودرجة الحرارة ونفاذية التربة وتركيز الاملاح فيها . بشكل عام ، يمكن القول ان عمق متر واحد من ماء الري العذب يمكن ان يزيل 80% من من املاح المتر العلوي من التربة ، ويبقى بذلك معدل 10% من الاملاح في الطبقة السطحية و 10% الاخرى في مقد التربة الذي تحتها . اذا اردنا غسل التربة لزراعة محاصيل العلف فانها تحتاج لغسل نصف المتر العلوي من التربة ، ولبقية المحاصيل الحقلية حوالي متر ولاشجار الفاكهة حوالي متر ونصف او اكثر . ان اضافة المادة العضوية (دمن حيواني) والجبس او الكبريت يجعل كثيراً في غسل الاملاح ويقل بدرجة كبيرة من كميات الماء اللازمة للغسل ما بين 5 - 10 مرات !! .
لاجل معرفة عودة تملح التربة لدى استخدام ماء الري بملوحة معينة وري لعمق معين ، يمكن ان نأخذ المثال التالي :

مثال : تربة كثافتها 1,2 غم / سم³ زرعت بمحصول يروى لترطيب عمق الجذر لغاية 60 سم ، فاذا اردنا ان نعرف متى يصل توصيل التربة 4 دس/م وكان Ec ماء الري هو 1 دس/م ورطوبة التربة عند الاشباع saturation point هي 50% . فكم عمق ماء الري في ذلك الموسم للمحصول الذي سوف يوصل التربة لتوصيل 4 دس/م ؟

$$\text{عمق ماء التملح المتوقع} = \frac{\text{كثافة التربة}}{\text{كثافة ماء الري}} \times \% \text{ للاشباع} \times \frac{Ec \text{ التملح}}{Ec \text{ ماء الري}} \times \text{عمق الترطيب}$$

$= \frac{1.2}{1} \times 0.5 \times \frac{4}{1} \times 0.6 = 1.44$ م عمق ماء الري اللازم للتملح
اذن كمية ماء التملح التي سوف يروى بها هكتار واحد من ذلك المحصول تساوي 14400 م³ من ماء الري بتوصيل 4 دس/م .

اصلاح الاراضي الصحراوية الرملية والجبسية :

يطلق تعبير الاراضي الرملية على الترب الحاوية معدل 80% رمل فاكثر ، وهناك الترب الطينية الرملية التي تحوي معدل 50% رمل وبذا فهي من الناحية الزراعية افضل من الاولى لانها ستحوي عناصر معدنية اكثر لعدم سهولة غسلها من مقد التربة . يقع الجبس عادة في الافق الثاني (B) من التربة ، وبذا كلما زادت كمية الري كلما توقعنا مشاكل اكثر في غور الماء بسبب ذوبان بعض الكتل منه ، عليه لا بد من الاكتفاء بالحرارة السطحية لمثل هذه الترب . يكون الماء المتيسر للنبات في الترب الرملية واطيء جداً (4% - 6%) بالمقارنة مع مثيله في الترب الطينية (15% - 20%) مما يحتم تكرار الري في الترب الرملية اذا لم تتخذ اجراءات في زيادة مادتها العضوية باحدى الوسائل آنفة الذكر . يبلغ معدل رشح الماء في الرملية 25 سم / ساعة وهو اسرع مما في الترب الطينية بحوالي 250 مرة !! . يكون حجم المسامات في الترب الطينية ما بين 30% - 40% وهو اقل بكثير مما موجود في الترب الرملية بتعبير آخر ، ان المساحة السطحية لجزيئات الطينية اكبر بكثير من مثيلتها للرملية لوزن معين وهذا ما يسبب قلة احتفاظ الرملية بالماء .

لاجل زراعة الترب الرملية لا بد من :

- 1- توفير ماء الري الكافي .
- 2- اختيار المحصول المناسب لها خصوصاً الشعير والسمسم وفستق الحقل والتريكيكلي ، ومن الخضر الطماطة ، ومن الاشجار العنب والتين والزيتون .
- 3- ضرورة اضافة مادة عضوية ، سواء سماد اخضر او دمن حيواني وقلبه فيها .
- 4- زيادة جرع السماد الكيماوي بسبب سرعة فقد العناصر مع تكرار الري .
- 5- اعتماد طريقة الري بالتنقيط بالنسبة للاشجار وبالرش بالنسبة لمحاصيل الخضر والحقل .
- 6- استخدام اشجار حول الحقول المزروعة كمصدات رياح wind breaks .
- 7- عدم زيادة عمق الحرارة واعتماد الامشاط القرصية بشكل عام .

٨- اذا كانت الارض الرملية ذات حركة واضحة للكثبان الرملية sand dunes فلا بد من تكثيف زراعة مصدات الرياح من جهة ، واستخدام زيت الديزل الاسود يرش على المناطق المعرضة لفعال الرياح . تتعرض مساحة ٢٠ % من اراضي العراق الصحراوية الى التعرية بالرياح تتركز في محافظتي البصرة وصلاح الدين . لدى زراعة شتلات مصدات الرياح لابد من الاخذ بنظر الاعتبار زيادة عمق الجذر عند الشتل بمقدار الضعف او اكثر عن الحالة الاعتيادية وذلك للمحافظة على رطوبة مناسبة لجذر الشتلة .

٩- يمكن اقامة جدران كونكريتية او من الطين حول مساحات معينة من الحقول اذا كانت مصدات الرياح لاتكفي لمنع حركة الكثبان الرملية .

الاراضي الجبسية:

الجبس قد يكون في احدى حالتين اما كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ او غير المائية المتبلورة $CaSO_4$. تكون التربة الجبسية ضارة بنمو النبات والانتاجية اذا زادت نسبة الجبس في الطبقة السطحية عن ١٤ % . يبلغ معدل ذوبان الجبس في الماء بحدود ٢,٥ غم / لتر والتوصيل الكهربائي للمحلول المشبع منه (بدرجة ٢٥ ° م) هو ٢,٢ دس / م . تتميز التربة الجبسية بضعف احتفاظها بالماء حيث تحوي معدل ٥ % - ٢٥ % من حجمها من الماء بحسب نسبة نسبة الجبس ومكونات التربة الاخرى معه ، وبشكل عام فان معدل حفظ الماء في التربة الجبسية هو بحدود ١٢ % - ١٥ % من حجمها (عند السعة الحقلية) مماثلة في ذلك للترب الرملية تقريباً . بشكل عام تكون الترب الجبسية قلووية التفاعل (pH بين ٧,٣ - ٧,٦ غالباً) وهو امر يصعب تفسيره سيما وان هذه المركبات تحوي الكبريتات ذات الفعل الحامضي ، الا ان ذلك قد يفسر بوجود مركبات كيميائية اخرى معقدة تتكون اثناء الري .

من بين افضل المحاصيل لزراعة الترب الجبسية (بعد توفير الماء) وحرارتها حراثة سطحية هي الحنطة والشعير والذرة الصفراء والبيضاء والجبس ، خصوصاً اذا كانت نسبة الجبس اقل من ٢٠ % في التربة . ان زراعة الجبس اولاً لمدة عامين ثم قلبه مع التربة يساعد كثيراً في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية . من الضروري كذلك لدى زراعة الترب الجبسية اضافة الدمن الحيواني او السماد الاخضر قبل المباشرة بزراعتها بمحصول اقتصادي ، مع ضرورة ملاحظة اضافة الاسمدة الكيميائية لها كما هو الحال في الترب الرملية تقريباً .

مصدات الرياح والبيئة الصحراوية :

عرفت مصدات الرياح واهميتها منذ قدم الزراعة في وادي الرافدين والنيل والصين وغيرها ، تعمل مصدات الرياح على تقليل فقد الماء من نبات المحصول ، وزيادة نسبة CO_2 في جو المزرعة الذي ينتج من الاحياء الدقيقة من التربة ومن تنفس النبات . كذلك تعمل مصدات الرياح على الحفاظ على اوراق النبات من تراكم الغبار عليها الذي يقلل كثيراً من عملية التمثيل الكربوني . لقد اوضحت آية في القرآن الكريم على اهمية مصدات الرياح بقوله تعالى ((واضرب لهم مثلاً رجلين جعلنا لأحدهما جنتين من اعناب وحققناهما بنخل وجعلنا بينهما زراعاً ، وكنتا الجنتين آتت أكلها ولم تظلم منه شيئاً وفجرنا خلالهما نهراً)) ، وهنا نلاحظ ان مصدات الرياح اصبحت في خطين الاول النخيل الى الخارج بصف او صفين او اكثر ثم اشجار العنب مثل ذلك ، ثم المحصول الحقل الذي يزرع في الوسط .

تقلل مصدات الرياح من سرعة الرياح لغاية ٨٠ - ٩٠ % منها . يستمر فعل مصدات الرياح بمقدار ٢٠ مرة بقدر ارتفاعها ، اي اذا كان ارتفاع الاشجار ٢ متر فقط فانها تحمي المحصول لمسافة ٤٠ متر . ينصح بزراعة مصدات الرياح في المناطق الصحراوية بمعدل ١٠٠ متر بين خط وآخر ، واذا كانت الاشجار مثمرة فيمكن تقليل المسافة اقل بكثير مما ذكر سيما مع وفرة ماء الري . ينصح في الغالب بزراعة ستة خطوط في الاقل من مصدات الرياح الخطان الخارجيان من شجيرات متوسطة الارتفاع ثم خطان وسطيان من اشجار عالية الارتفاع ثم خطان داخليان من شجيرات اقصر ، اي مثل الخطين الخارجيين . اذا كان الماء متوفر يمكن زيادة عدد خطوط الزراعة وبحسب الحاجة اليها . لأجل المحافظة على رطوبة جيدة لجذور هذه الاشجار ينصح بعمل اخدود في الارض بعمق ٠,٥ - ١ متر يشق طولياً وتزرع في وسطه الشتلات ، ثم تعدل جوانب خط الزراعة بانحدار يسمح بانسياب ماء المطر الى داخل خط الزراعة .

اما نوع اشجار المصدات فيمكن ان تكون من شجيرات الاكاسيا *A. arabeca* وكذلك *A. karoo* والتي تتحمل الملوحة والقلوية والجفاف بشكل جيد جداً . كذلك تصلح اشجار الكازوارينا *Casuarina* ومنها عدة انواع ، وكذلك انواع الطرفة *Tamarix* والائل والذي من انواعه *T. gallica* و *T. africana* و *T. articulata* . كذلك يمكن الاستفادة من زراعة شجيرات الشوك *Prosopis* حيث يستفاد من اوراقه للرعي خصوصاً الانواع *P. juliflora* و *P. stephaniana* ، واشجار النبق *Ziziphus lotus* وشجيرات الدفلة *Lavender* والكالبتوس ، علماً ان الاخيرة اوراقها ذات فعل سلبي اذا سقطت على الارض الزراعية لانها تعد *allelopathic* ، هذا ويجب ان يكون ارتفاع الشتلة مناسبة لدى الشتل كي لا تغطيها الرمال . اما من بين اشجار الفاكهة فاهمها النخيل *Phoenix dactylifera* والزيتون *Olea europaea* والرمان *Punica granatum* والعنب *Vitis spp.* والتين *Ficus carica* ، واهميتها تكون تنازلية بحسب تسلسلها . هذا ويستحسن لدى زراعة الشتلات في الصحراء وجود سواتر من سعف النخيل او اية مواد اخرى او كثبان ترابية تحيط بالشتلة حتى لا تفقد ماءها بفعل رياح الصحراء الحارة . كذلك يمكن رش بعض المشتقات النفطية حول جذور هذه الاشجار لتقليل فقد الماء من التربة المحيطة بها . هذا وان افضل طريقة لري هذه الاشجار هي التنقيط وذلك لضمان استمرار نموها ولتوفير كميات كبيرة من الماء اللازم لريها . يمكن تصور جمال الصحراء عندما تكون بهذه الصورة من الزراعة الناجحة تحت ادارة جيدة . ان زراعة الصحارى بهذا الاسلوب يُعد بحق ثورة خضراء (green revaluation) تعطي ثمارها في الحاصل وتلطيف الجو وتوفير مواد علف للرعي والتنوع البيئي النباتي والحيواني في تلك الصحارى .

معدلات الامطار في مناطق العراق :

تختلف معدلات الامطار في مناطق العراق وتختلف كذلك درجات الحرارة وبحسب اشهر السنة . تتراوح درجات الحرارة خلال العام في العراق ما بين ١٤ م لغاية ٥٥ - ٦٠ م (سيما في الصحراء) . يبلغ معدل التبخر السنوي في المنطقة الشمالية بحدود ١,٢٥ م من الماء فيما يكون ما بين ٢ - ٣ م !! سنوياً في الوسط والجنوب . في ادناه بيانات حول توزيع الامطار في مناطق العراق :

المنطقة	(ملم) معدل المطر السنوي	% من المساحة الكلية لسطح العراق
الجبلية	اكثر من ٤٠٠	١٠
شبه الجبلية	٤٠٠ - ٢٠٠	١٦
السهل الرسوبي	٢٠٠ - ١٠٠	٤١
جنوب الهضبة الصحراوية	اقل من ١٠٠	٣٣

وبذا نجد انه حوالي ٧٤% من مساحة سطح العراق هي صحراوية او شبه صحراوية ، وهي متروكة دونما استفادة باستثناء الرعي في بعض المناطق . يبلغ معدل المطر الساقط خلال ك١ - نيسان حوالي ٨٣% من المجموع الكلي ومن ك١ - اذار ٦٨% ، ومن ك٢ - اذار ٥٣% (كمعدلات عامة) . هناك معادلة تقريبية لحساب كمية ماء السيول بعد كل زخة مطر . اذا رمزنا لعمق ماء السيول (ل) مقاساً بالملم ، وكمية المطر الساقطة في مساحة معينة = ك (بالملم) فان مقدار ماء السيول سيكون :

$$ل = ٠,٧٥ \times (ك - ٨)$$

مثال : لو امطرت في منطقة ٥ مرات بمعدلات ٤٠ و ٦٠ و ٥٠ و ٣٠ ملم و ١٠ ملم ، فيمكن حساب عمق ماء السيل كالآتي :

$$ل = ٠,٧٥ \times (٣٢ - ١٨٠) = ١١١ \text{ ملم عمق ماء السيل المتوقع}$$

هناك نقاط هامة في الحساب ، منها انه اية مطرة معدلها سم فأقل لاتحسب والثانية ان نطرح الرقم ٨ من كل مطرة (فعالة) وبذا كان الحساب في المثال على هذا الاساس . فاذا كانت لدينا المساحة المحيطة بالوادي فسوف نضرب تلك المساحة (م^٢) × عمق ماء السيول فنحصل على كمية ماء المطر الذي يمكن جمعه في خزان على ذلك الوادي والذي يمكن الاستفادة منه للري والشرب واغراض اخرى .

لو كانت المساحة الممطرة هي ١٠٠٠ هكتار ، ومعدل عمق السيول ١١١ ملم كما ذكرنا فان كمية الماء التي يمكن خزنها بالمتر المكعب :

$$= ٠,١١١ \text{ م} \times ١٠٠٠٠ \text{ م}^٢ \times ١٠٠٠ \text{ هكتار} = ١١١٠٠٠٠ \text{ م}^٣ \text{ من الماء}$$

هذا ويمكن الرجوع الى بيانات الانولء الجوية في المنطقة المزمع العمل فيها لمعرفة معدلات سقوط المطر فيها من جهة ، وطبيعة المسح الهيدرولوجي للخزين المائي من الدوائر المختصة . ان من بين الملاحظات الهامة حول زراعة الاشجار كذلك في الصحراء ، هي ضرورة جمع حصى او حجارة او غلب معدنية ، وجعلها حول كل شجرة ، حيث يمكن الاستفادة من الندى الذي يتكون اثناء الليل الى الصباح ، حيث يتكاثف ويغور في التربة الى عمق جذر الشجرة ، وهي وسيلة معروفة ومتبعة في الزراعة الصحراوية .

وسائل لزراعة بعض الاراضي الصحراوية :

اولاً : الصخرية : بدلاً من كلفة نقل التراب اليها ، يمكن عمل حفر داخل الارض بمعدات خاصة ، والسريعة منها استخدام المتجبرات بعد عمل ثقب في الارض بقطر ٤ - ٥ سم وعمق ١,٥ م ثم يفجر ويوضع التراب فيه ويزرع بالاشجار . اما لزراعة الخضر ، فيمكن ملء اكياس من الجففاص بالتراب وتوزيعها على مسافات معينة على شبكة التنقيط لزارعتها بالخضر .

ثانياً : الملحية والجبسية والكلسية والحصوية : يمكن كذلك زراعتها بالخضر بدون اية عملية اصلاح ، وذلك بملء اكياس من الجففاص بالتراب المناسب وتوزيعها على شبكة التنقيط مع ضرورة وضع نايلون تحت الاكياس في الترب الملحية . اما لزراعة الاشجار فيمكن استخدام احواض بلاستيك بقطر ١ × ١,٥ م تملء بالتراب وتوضع داخل الارض مع ارتفاع مناسب لحافتها عن سطح الارض وتزرع فيها الاشجار .

الحمد لله