الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي
محطة البحوث الزراعية - الكود

دليل إستخدامات التربة والمياه

في السهل الجنوبي

يناير
2006

الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي
محطة البحوث الزراعية – الكود

دليل

إستخدامات التربة والمياه

في السهل الجنوبي

إعداد

د. فيصل عبدالله أحمد
د. هادي محمد الشيحي
م. بركة محمد سالم
م. محمد هادي سعيد

يناير
2006

رقم الإيداع بدار الكتب، صنعاء
(2006/43)

الإهداء

❖إلـى روح الفقيـديـن❖

د. محمـــد سعيـــد مقطـــري

د. فضـــل حيـــدره مطلـــق

غَفَرَاللهُ لَهُمْ

وأسكنهمـــا فسيـــح جنـــاته

قائمة المراجع

1) احمد سعيد الزري ؛ فيصل عبد الله أحمد ؛ جمال علي النقيب (1995) : أنظمة الري التقليدية واستخدامات المياه . مجلة الزراعة والمياه في المناطق الجافة في العالم العربي . مارس 1995 ، المسلسل 14 .

2) رياض عبد اللطيف (1984) : الماء في حياة النبات . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة الموصل . الطبعة الأولى . العراق.

3) سامي محمد شحاته (1993) : الأسمدة العضوية والأراضي الجديدة . الدار العربية للنشر والتوزيع . القاهرة . مصر.

4) سمير عبد الوهاب أبو الروس ؛ محمدي إبراهيم الحزباوي و شوقي شبل الهولة (1992) : خصوبة الأراضي وتغذية النبات . كلية الزراعة . جامعة القاهرة . مصر.

5) عبد الله سالم الدقيل (1985) : دليل استخدامات الأراضي والمياه في اليمن الديمقراطية . مركز الأبحاث الزراعية الكود . م / أبين . اليمن

6) عبد الله سالم الدقيل (1985) : دليل الأسمدة والتسميد . مركز الأبحاث الزراعية الكود . م / أبين . اليمن

7) فيصل عبد الله أحمد (1993) : إدخال أساليب الري الحديثة . محاضرة ألقيت في المركز القومي للتدريب الزراعي . الهيئة العامة للبحوث الزراعية . اليمن .

8) معمل تحليل الأراضي والمياه والموارد النباتية (1996) : محاضرات في أساسيات علوم الأراضي . كلية الزراعة . جامعة المنيا . مصر .

9) Peterson, D.F; O.W. Israel son; and V.E.Hansen (1974): Irrigation principles and practices . John. Wily. New York.

10) Vermeiren, L; and Gobling, G.A. (1984) : Localized irrigation design, Installation operation and evaluation. FAO. Irrigation drainage . paper 36. Rom.

11) V. Podchivalv; Faisal,A. Hassan and Ahmed Hassan (1982) : Water Regime of El – Kod Demonstration Farm. PDY / 81 / 001. P.D.R.Yemen..

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
	بعمر 11 سنة فأكثر : يضاف السماد العضوي بمقدار 6 - 8 تنكات / شجرة في الأراضي الطينية والطمية أو 8 - 10 تنكات / شجرة في الأراضي الخفيفة والخشنة وتضاف الكمية دفعة واحدة خلال شهر نوفمبر أو ديسمبر. ويضاف السماد الفوسفاتي في حالة الأراضي الطينية والطمية بمعدل 500 جم / شجرة وفي حالة الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة بمعدل 600 جم / شجرة خلال شهر ديسمبر . أما كبريتات البوتاسيوم فتضاف بمعدل 500 - 600 جم / شجرة حسب قوام التربة يضاف في شهر ابريل . كما أن اليوريا تضاف بمعدل 800 - 1000 جم / شجرة وخصوصاً في الأراضي الطينية والطمية وتضاف على دفعتين متساويتين الأولى في شهر يناير والثانية خلال شهر أبريل.	

ملاحظة: احتسبت كميات السماد على اعتبار أن نسبة خامس أكسيد الفوسفور في السوبر فوسفات 46 ٪ و نسبة النتروجين في اليوريا 46 ٪.

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
تصدير – رئيس الهيئة ..	7
المقدمة ..	9
الجزء الأول / الموارد المائية وأنظمة الري ..	11
أولاً / الموارد المائية ..	11
• المياه السطحية	11
• المياه الجوفية	13
• نوعية المياه للري والتقسيم الميداني للنظام	15
ثانياً / أنظمة الري ..	18
• الري التقليدي	20
• الري بالرش	24
• الري الموضعي	28
الجزء الثاني / استخدامات الأراضي والمياه ..	34
أولاً / استخدامات الأراضي ..	34
• الأراضي الملحية	34
• الأراضي الملحية القلوية	36
• الأراضي القلوية	36
• ملوحة التربة وتأثيرها على النبات	38
ثانياً / استخدامات المياه ..	47
• ملوحة مياه الري وتأثيرها على التربة والنبات	47
• تقسيم مياه الري للاستخدام الزراعي	48
الجزء الثالث / خصوبة التربة وتغذية النبات ..	52
المغذيات النباتية الضرورية ووظائفها الحيوية	53
الجزء الرابع / الاحتياجات السمادية والمائية للمحاصيل الزراعية في ظروف السهل الجنوبي ..	58
المراجع	69

قائمة الجداول

الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	تقديرات التوازن المائي لحوض دلتا تبن بالسهل الساحلي الجنوبي	14
2	دليل استخدام المياه للري (FAO 1985)	17
3	الاحتياجات المائية المحصولية المتوقعة تحت ظروف السهل الساحلي الجنوبي	18
4	العوامل ذات العلاقة في نظام الري بالأشرطة	23
5	مميزات أنظمة الري الموضعي	29
6	تصنيف الأراضي حسب ملوحتها	35
7	تقسيم الحاصلات الزراعية حسب تأثرها بملوحة التربة	39
8	تقسيم المحاصيل الزراعية حسب قدرتها النسبية على تحمل ملوحة التربة	41
9	تقسيم التربة حسب مستوى الصوديوم المتبادل(ESP) بها وتأثيره على المحاصيل الزراعية	46
10	تقسيم المحاصيل الزراعية حسب قدرتها على تحمل البورون في المحلول الأرضي	46
11	تقسيم مياه الري حسب جودته المطلقة للاستخدام الزراعي	47
12	تقسيم مياه الري في المحافظات الجنوبية والشرقية حسب درجة ملوحتها وتوصيات الاستخدام	49
13	المحاصيل الزراعية وعلاقتها بملوحة التربة والمياه	50
14/أ	أهمية العناصر الغذائية الكبرى و أعراض نقصها	55
14/ب	أهمية العناصر الغذائية الصغرى و أعراض نقصها	57

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
	على دفعتين متساويتين الأولى خلال شهر مارس والثانية خلال شهر مايو. بعمر 6 – 10 سنوات : يضاف السماد العضوي خلال شهر نوفمبر أو ديسمبر بمقدار 5 – 6 تنكات / شجرة في الأراضي الطينية والطمية وترتفع هذه الكمية إلى 7 – 9 تنكات / شجرة في الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة. كما يضاف السماد الفوسفاتي بمقدار 300 جم / شجرة في الأراضي الطينية والطمية و 400 جم / شجرة في الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة. ويضاف سماد البوتاسيوم بمقدار 300 جم / شجرة في الأراضي الطينية والطمية و 400 جم / شجرة في الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة وذلك في شهر ابريل. كما يضاف اليوريا بمقدار 800 جم / شجرة في الأراضي الطينية والطمية على دفعتين متساويتين الأولى خلال شهر يناير والثانية في أبريل أو 1000 – 1500 جم / شجرة في الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة ويضاف على ثلاث دفعات متساوية الأولى في شهر يناير والثانية في شهر مارس والثالثة في شهر مايو.	

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
النخيل	تضاف الأسمدة لكل شجرة على حدة بالمعدلات التالية : بعمر سنة : عند إعداد الجور للزراعة يخلط مع تراب الجورة يضاف السماد بمعدل خمس تنكات سماد عضوي + 200 جم من سوبر فوسفات الثلاثي / شجرة. بعمر 2 – 3 سنوات : تضاف (تنكتان) سماد عضوي / شجرة ويعزق في التربة السطحية خلال شهر ديسمبر أو يناير وخصوصاً في الأراضي الطينية والطمية، وفي الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة يضاف بمعدل 3 – 4 تنكات للشجرة يعزق خلال شهر ديسمبر أو يناير. ويضاف سماد اليوريا بمعدل 200 – 300 جم / شجرة يضاف خلال شهر مارس أو ابريل. بعمر 4 – 5 سنوات : في الأراضي الطمية والطينية يضاف السماد العضوي بمعدل 3 – 4 تنكات / شجرة وفي الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة 5 – 6 تنكات / شجرة حيث يضاف السماد خلال شهر ديسمبر او يناير . أما سماد اليوريا فيضاف في الأراضي الطمية بمعدل 300 – 500 جرام / شجرة خلال شهر مارس أو أبريل. وفي الأراضي الرملية الخفيفة والخشنة يضاف بمعدل 600 – 800 جم / شجرة	125 إلى 263 متر مكعب من المياه للنخلة في العام ، 0.23 إلى 0.5 لتر في الدقيقة للنخلة على مدار العام . حسب الأصناف . وتضاف هذه الكمية على مدار العام فيما عدى الفترة التي تسبق نضج الثمار حوالي 2 إلى 3 أسابيع .

تصدير

د. إسماعيل عبدالله محرم
رئيس الهيئة

كشفت تجارب التنمية في مختلف دول العالم على مدى العقود القليلة الماضية أن التوازن بين النمو السكاني والموارد الطبيعية مسألة هامة ومؤثرة ينبغي وضعها بعين الاعتبار في سياسات واستراتيجيات التنمية والبرامج والخطط المنبثقة عنها والرامية إلى تحقيق الأهداف التنموية المرسومة على أرض الواقع.

وتعتبر التربة والمياه من أهم تلك الموارد الطبيعية المحددة لجهود التنمية الزراعية ولمستوى مساهمة القطاع الزراعي في إجمالي الدخل القومي في بلادنا. فعلى الرغم من محدودية الأراضي الزراعية وشحة مورد المياه المتاحة في البلاد، فإن كلا هذين الموردين يتعرضان لمخاطر كبيرة من بين أهمها سوء الاستخدام والاستنزاف واستمرار التدهور. ورغم وجود عوامل مؤثرة مختلفة على كلٍ من التربة والمياه، فإن التدخل السلبي للإنسان، يعتبر من بين أهم وأخطر تلك العوامل.

وإذا كان من الصعب التأثير كثيراً على العوامل الطبيعية المختلفة المؤدية إلى تدهور ونضوب التربة والمياه، فإن توجيه السلوك البشري في الأتجاه الصحيح والعقلاني يمكن أن يساعد على تحقيق الاستخدام الأمثل والمستدام لكلا هذين الموردين وبما فيه مصلحة الإنسان والبلاد بصورة عامة والعمل التنموي بشكلٍ خاص.

في هذا السياق، يأتي اهتمام البحوث الزراعية بتجارب وبحوث التربة والمياه سواءً من خلال برامج وخط البحوث الوطنية التخصصية في إطار أنشطة مركز بحوث الموارد الطبيعية المتجددة بذمار، التابع للهيئة، أو عن طريق خطط البحوث التي يجري تنفيذها في محطات البحوث الزراعية الإقليمية ومن بينها محطة البحوث الزراعية بالكود، م/ أبين.

ويتضمن الكتيب الذي بين أيدينا خلاصة لما توصلت إليه نتائج البحوث والتجارب الزراعية في الساحل الجنوبي وعدد من المحافظات الأخرى المجاورة، التي تراكمت خلال العقود القليلة الماضية. وتكتسب محتويات هذا الكتيب من المعلومات والبيانات أهمية كبيرة من حيث كونها توفر أرضية كافية لتكوين الرسائل الإرشادية والإعلامية وكذا لمضامين مناهج وبرامج التعليم والتدريب الفني والزراعي.

إضافة إلى ذلك، فإن محتويات هذا الكتيب تمثل لبنة أساسية لإنشاء قواعد بيانات قابلة للإضافة والتطوير من خلال البحوث والدراسات الجاري تنفيذها أو المستقبلية منها في الإقليم بصفة خاصة وعلى المستوى الوطني إجمالاً.

في الأخير، أتوجه بالشكر والتقدير للباحثين المساهمين في إعداد مادة هذا الكتيب ولكل المسئولين والمختصين في إدارة المحطة البحثية بالكود والإدارة العامة للهيئة ممن شاركوا بآرائهم وأفكارهم وجهودهم لتطوير هذا العمل وظهوره بصورته النهائية خدمة للقارئ الجليل وتعزيزاً للجهود الرامية إلى تطوير قدرات المزارع اليمني في مجال الموارد الطبيعية وتمكينه من تحسين مستوى إدارتها واستخدامها على الوجه الأمثل وبما يساعد على الدفع بعجلة التنمية الزراعية والوطنية الشاملة قدماً إلى الأمام نحو الأهداف المنشودة.

والله يوفقنا لما فيه السداد

ذمار، يناير 2006م

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
	- الأشجار التي بعمر 7 – 8 سنوات : 30 سماد عضوي متحلل + 500 جم سوبر فوسفات+1300 جم يوريا+ 400 جم كبريتات البوتاسيوم/ شجرة. - الأشجار التي بعمر 9 – 10 سنوات : 35 سماد عضوي متحلل + 600 جم سوبر فوسفات + 1700 جم يوريا + 500 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. - الأشجار التي بعمر 11 سنة وأكثر : 40 سماد عضوي متحلل + 700 جم سوبر فوسفات+ 2000 جم يوريا+ 600 جم كبريتات البوتاسيوم/شجرة. (يضاف السماد البلدي شتاءاً وخصوصاً في شهر ديسمبر بنثره في المساحة المخصصة للشجرة ثم يعزق بعد ذلك بخلطه في التربة ويضاف سماد السوبر فوسفات نثراً ويعزق في التربة في السنة الأولى عند إعداد الجور أما السنين اللاحقة يضاف في ديسمبر وترتبط إضافة سماد اليوريا بعمر الأشجار ففي السنتين الأولى تتم الإضافة على دفعتين في فبراير وابريل والسنين اللاحقة في الأشهر فبراير – ابريل – أغسطس ، تم فبراير وابريل ويونيو وأغسطس ويضاف السماد في دائرة تبعد من ½ – 1 متر عن جذع الشجرة ثم ينثر السماد ويردم. أما سماد كبريتات البوتاسيوم فيضاف نثراً ويعزق في التربة عند بداية عقد الثمار).	

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
المانجو	الأشجار التي بعمر 7 سنوات فأكثر : 40 سماد عضوي متحلل + 800 جم سوبر فوسفات + 1000 جم يوريا + 800 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. (يضاف السماد البلدي شتاءاً وخصوصاً في شهر ديسمبر بنثره في المساحة المخصصة للشجرة ثم يعزق بعد ذلك بخلطه في التربة ويضاف سماد السوبر فوسفات نثراً ويعزق في التربة وذلك خلال شهر ديسمبر ويضاف سماد اليوريا في دائرة تبعد من ½ - 1 متر عن جذع الشجرة ثم ينثر السماد ويردم وذلك على دفعتين خلال شهري فبراير ويونيو، ويضاف سماد كبريتات البوتاسيوم نثراً ويعزق في التربة عند عقد الثمار)	
الحمضيات	تضاف الأسمدة لكل شجرة على حدة بالمعدلات التالية : - الأشجار التي بعمر 1 – 2 سنة : 10 سماد عضوي متحلل + 300 جم سوبر فوسفات + 300 جم يوريا + 250 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. - الأشجار التي بعمر 3 – 4 سنوات : 15 سماد عضوي متحلل + 300 جم سوبر فوسفات + 600 جم يوريا + 250 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. - الأشجار التي بعمر 5 – 6 سنوات : 25 سماد عضوي متحلل + 400 جم سوبر فوسفات + 900 جم يوريا + 350 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة.	126 سم عمق ماء / السنة (12701 متر مكعب للهكتار تعطى الريات بطريقة الغمر السطحي في أحواض أو خطوط. عند طرق الري المحسنة يبلغ حجم مياه الري إلى 18162 متر مكعب أما في نظام الري التقليدي فتصل إلى 31773 متر مكعب للهكتار .

المقدمة

عزيزي القارئ بين يديك دليل التربة والمياه في السهل الساحلي الجنوبي. وهو ما قصدنا به تقديم خدمة عامة لكل المهتمين بهذا الجانب في إقليم السهل الساحلي الجنوبي وصولاً إلى هدف آخر هو تطوير وتحسين مستوى الإنتاج الزراعي عن طريق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة.

يصدر هذا الدليل بمناسبة الاحتفال بالذكرى الخمسين لتأسيس محطة الأبحاث الزراعية بالكود عن قسم التربة والري والذي يعتبر أحد الأقسام الرئيسة بالمحطة والتي تزامن تأسيسه مع تأسيس المحطة ، وهو أي الدليل إضافة ومراجعة للأعمال السابقة الصادرة عن القسم ولا يغني عن الرجوع إليها.

قسم الدليل إلى أربعة أجزاء رئيسية هي الموارد المائية وأنظمة الري ، استخدامات الأراضي والمياه ، خصوبة التربة وتغذية النبات والاحتياجات السمادية والمائية لبعض المحاصيل الرئيسية بالسهل الساحل الساحلي الجنوبي .

يعالج الدليل مشاكل ملوحة التربة والمياه بدرجة أساسية نظراً لأنها المشاكل الأساسية التي عانى ويعاني منها المشتغلون بالزراعة بالسهل الساحلي الجنوبي خلال الفترة الماضية والحالية ونأمل أن لا يعانوا منها مستقبلاً. ووضع بناءً على البيانات المأخوذة من الدراسات المنفذة في المحافظات الجنوبية والشرقية من الجمهورية اليمنية ؛ ويمكن الاستفادة منه في المحافظات والمناطق التي تتشابه في خصائصها المناخية وظروف التربة والمياه مع ظروفنا مع الأخذ بعين الاعتبار الفروق في المعطيات الخاصة بكل منطقة .

يقدم الباحثون بالقسم جهدهم هذا أملين الاستفادة منه ؛ ويرحبون بأي انتقاد له بهدف تطويره وتحسينه . كما يعلنون من خلاله أن كوادر القسم ومختبراته على استعداد لتقديم خبراتهم وإمكانياتهم لحل أي مشاكل قد تواجه المشتغلين بالزراعة في مناطق اختصاصهم.

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
البابای	الفوسفور : 543 كجم سوبر فوسفات / هـ تضاف قبل الزراعة عند إعداد الجور بمعدل 217 جم/ سوبرفوسفات / جورة. النتروجين : 1087 كجم يوريا / هـ تضاف على ثلاث دفعات الأولى بعد شهرين من الزراعة والثانية بعد شهرين من الأولى والثالثة بعد شهرين من الثانية.	117 سم عمق ماء / السنة، حيث يضاف المقنن في ريات متعددة متقاربة في فصل الصيف ومتباعدة في فصل الشتاء وحسب قوام التربة والخواص الأخرى الفيزيائية والمائية للتربة . وتعطى الريات بنظام الغمر السطحي في خطوط.وبشكل أخر يروى المحصول إلى 30 سم عمق تربة عندما يستهلك 75 – 80 ٪ من الرطوبة المتيسرة وتسكون الفترة بين الريات 8 – 12 يوم.
المانجو	تضاف الأسمدة لكل شجرة على حدة بالمعدلات التالية : الأشجار التي بعمر 1 – 2 سنة: 10 سماد عضوي متحلل + 200 جم سوبر فوسفات + 300 جم يوريا + 200 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. الأشجار التي بعمر 3 – 4 سنوات : 20 سماد عضوي متحلل + 400 جم سوبر فوسفات + 500 جم يوريا + 400 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة. الأشجار التي بعمر 5 – 6 سنوات : 30 سماد عضوي متحلل + 600 جم سوبر فوسفات + 1000 جم يوريا + 600 جم كبريتات البوتاسيوم / شجرة.	136 سم عمق ماء / السنة للأشجار الكبيرة بواقع رية كل 15 يوم في الأراضي الرملية وكل 18 – 20 يوم في الأراضي المتوسطة والثقيلة. مع ريها رية غزيرة قبل التزهير ثم يوقف الري إثناء التزهير وحتى عقد الثمار. وتروى الأشجار الصغيرة كل 6 – 8 أيام في الصيف وكل 10 أيام عند اعتدال الجو وكل شهر في الشتاء. تعطى الريات بطريقة الغمر السطحي في أحواض.

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
الموز	السماد العضوي : 24 طن سماد عضوي متحلل / هـ يحرث مع التربة عند تجهيزها للزراعة كما يخلط مع تراب الجورة ما يعادل (تنكتين) من السماد العضوي الجيد. الفوسفور : 50 جم من السوبرفوسفات الثلاثي تضاف إلى تراب الجورة و 50 جم أخرى تضاف إلى قاع الجورة وبعد زراعة الخلفة تردم الجورة بخليط التربة والسماد العضوي والفوسفاتي. في السنة الثانية وما بعدها يضاف في الشهر الأول 238 كجم سوبر فوسفات / هـ نثراً وذلك بخلطها مع التربة السطحية. النتروجين : في السنة الأولى : 714 كجم يوريا / هـ تضاف نثراً على ثلاث دفعات متساوية الأولى بعد ثلاثة أشهر من الزراعة والثانية بعد أربعة أشهر من الأولى والدفعة الثالثة بعد ثلاثة أشهر من الدفعة الثانية. في السنة الثانية وما بعدها : 714 كجم يوريا / هـ تضاف نثراً على أربع دفعات في الأولى يضاف سدسي الكمية 238 كجم خلال الشهر الأول وفي الثانية يضاف سدسي الكمية خلال الشهر الرابع وفي الثالثة يضاف سدس الكمية خلال الشهر السابع وفي الدفعة الرابعة يضاف السدس المتبقي خلال الشهر الحادي عشر. البوتاسيوم : في السنة الأولى 119 كجم كبريتات بوتاسيوم / هـ تضاف نثراً بعد أربعة أشهر من الزراعة وخاصة في الأراضي الفقيرة. في السنة الثانية وما بعدها يضاف في الشهر السابع 119 كجم كبريتات البوتاسيوم / هـ تضاف نثراً للأراضي المتوسطة الخصوبة أو 238 كجم كبريتات بوتاسيوم / هـ للأراضي الفقيرة.	198 - 220 سم عمق ماء / السنة ، حيث يضاف المقنن في ريات متعددة متقاربة في فصل الصيف ومتباعدة في فصل والشتاء وحسب قوام التربة والخواص الأخرى الفيزيائية والمائية للتربة . وتعطى الريات بنظام الغمر السطحي في خطوط أو أحواض. عدد الريات من مارس وحتى أكتوبر 40 رية والفترة بين الريات 6 أيام. عدد الريات من نوفمبر وحتى فبراير 15 رية والفترة بين الريات من 8 – 10 أيام.

الموارد المائية وأنظمة الري

أولاً / الموارد المائية

يتميز السهل الساحلي الجنوبي بمناخ حار جاف صيفاً بمتوسط درجة حرارة 32.5° م ومعتدل شتاءً بمتوسط درجة حرارة 25° مئوية. فيما تتراوح الرطوبة النسبية ما بين 62 – 79 ٪ خلال العام. ومعدل سقوط الأمطار منخفض ونادراً ما يزيد عن 60 مم في العام . الهواء غالباً ما يكون عاصفاً ومحملاً بالأتربة والغبار، خلال قمة المواسم الرملية تتراوح سرعة الرياح ما بين 76.9 - 96.8 كم / اليوم .

إما البخر من حوض التبخر (Pan) خلال أشهر الصيف (يونيو – أغسطس) فيتراوح ما بين 12 - 14 مم / اليوم ، بينما في الشتاء وبالأخص (ديسمبر – يناير) فأنه يكون ما بين 6 – 8 مم / اليوم معطياً متوسط للبخر قدره 10.5 مم / اليوم في العام يتراوح عدد ساعات سطوع الشمس بين 7 – 9.3 ساعة / اليوم القيمة المرجعية للبخر والنتح المحسوبة بمعادلة بنمان المعدلة من المعطيات المناخية لمحطتي الكود ولحج الأرصاديتين (1978 – 1991) تتراوح ما بين 1442 إلى 1893 مم / العام على التوالي .

المياه السطحية :

تتكون المياه السطحية من مياه السيول والغيول والينابيع وتعتبر مياه السيول المصدر الرئيسي للري في السهل الجنوبي لندرة هطول الأمطار حيث تروي مالا يقل عن 70 ٪ من الأراضي الزراعية المروية سنوياً. وتتكون تلك السيول من هطول الأمطار على المساقط الجبلية للأودية الرئيسة في السهل الجنوبي . ويحتوي هذا السهل على ثلاث مناطق زراعية رئيسة هي دلتا تبن ودلتا أبين ودلتا أحور.

دلتا تبن تملك مساحة تقدر بحوالي 5600 كم^2 التي تمتد حوالي 100 كم شمال غرب تعز وأب. يتغذى حوض دلتا تبن من ثلاثة أودية رئيسة هي وادي تبن ورافديه عقان ووارزان ووادي سيلة بله الذي يصب في وادي تبن عند قرية العند . ووادي عابرين الذي يلتقي بوادي تبن جنوب قرية الوهط . متوسط هطول الأمطار السنوية عند قمة منابع الوادي تصل إلى 1500 مم / العام. حوض دلتا تبن يحتوي تقريباً 10000 هكتار من الأراضي الزراعية منها 2100 هكتار تروى بالآبار و8000 هكتار تروى بالسيول. التدفق السنوي للسيول في وادي تبن وروافده يصل لمتوسط قدرة 125 مليون متر^3 / العام، 70 ٪ من هذه الكمية يذهب في تغذيه المياه الجوفية قبل أن يصل إلى الحقول الزراعية. أجمالي التغذية لحوض المياه الجوفية في دلتا تبن يبلغ متوسط قدره 86 مليون متر^3 / العام.

دلتا أبين تعتبر واحدة من أهم المساحات الزراعية في الجزء الجنوبي من الجمهورية اليمنية. وهي عبارة عن مثلث مساحته 400 كم^2 على بعد حوالي 55 كم شمال شرق عدن قمته في سد باتيس التحويلي وقاعدته على خليج عدن. الأراضي منحدره تدريجياً جهة البحر. شبكة الري في حوض دلتا أبين متغذية من واديين رئيسيين هما بنا وحسان تتكون السيول من أجمالي مساحة المساقط لـ 1200 كم^2 منها حوالي 70 ٪ تقع في مرتفعات أب وتعز.

بناءً على الدراسات السابقة والمعطيات المتوفرة لسجل الفيضانات للعشرين السنة الماضية فإن متوسط تدفق السيول السنوية لوادي بنا يصل 162 مليون متر^3. جريان السيول في فترة موسمي الصيف (من مارس إلى يونيو) والخريف (من يوليو حتى أكتوبر) لوادي بنا قدرت بحوالي 38.5 و107.5 مليون متر^3 على التوالي. فيما قدرت لوادي حسان بحوالي 32 مليون متر^3 ومجاريه 2 مليون متر^3 .

الأراضي في دلتا أبين قدرت بنحو 33000 هكتار أراضي زراعية منها 23000 هكتار تتحكم بشبكة الري بالسيول (تقليدية وحديثة) البقية من الأراضي 10000 هكتار تروي من المياه الجوفية. ولكن فقط بين 7000 إلى 12000 هكتار ممكن أن تروى سنوياً بالسيول بسبب طبيعة السيول .

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
الفلفل	الفوسفور : 60 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 178 كجم يوريا / هـ تضاف على دفعتين الأولى بعد شهر من الزراعة والثانية بعد الجنية الثانية ويضاف السماد بطريقة النثر على جانبي الخطوط قبل الري على أن تعزق أو تردم قبل الري أو بعد الري مباشرة في وجود الماء.	40 – 50 سم عمق ماء تضاف في 10 – 15 رية بطريقة الغمر السطحي في خطوط.
البصل الأخضر	الفوسفور : لا يحتاج نظراً لقصر فترة عمر المحصول. النتروجين : 178 كجم يوريا / هـ يضاف بطريقة النثر على دفعتين متساويتين الأولى بعد الشتل بثلاثة أسابيع والثانية بعد شهر من الأولى.	30 سم عمق ماء تضاف في عدة ريات بطريقة الغمر السطحي في خطوط.
البصل الأحمر	الفوسفور : 55 كجم سوبر فوسفات ثلاثي/ هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 100 كجم يوريا / هـ يضاف نثراً على جانبي الخطوط على أن يعزق في التربة وتتبعه رية خفيفة وذلك بعد شهر من الشتل.	55 سم عمق ماء تضاف في 10–12 رية بطريقة الغمر السطحي في أحواض أو خطوط أو بطريقة التنقيط.

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
البامیا	الفوسفور : 119 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ يضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 119 كجم يوريا / هـ تضاف عند الرية الثانية بعد ثبات الشتلات وذلك بطريقة النثر على جانبي الخطوط وتروى رية خفيفة أو بعد الري مباشرة في وجود الماء.	40 – 45 سم عمق ماء يوقف الري عند النضج حتى لا تتخشب الثمار.
الباذنجان	الفوسفور : 119 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ يضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 238 كجم يوريا / هـ تضاف على دفعتين لأولى بعد الشتل بثلاثة أسابيع والثانية عند بدء عقد الثمار وذلك نثراً على جانبي الخطوط قبل الري وعزقة في التربة أو بعد الري مباشرة في وجود الماء.	40 – 50 سم عمق ماء تضاف في 10 – 12 رية بطريقة الغمر السطحي في خطوط.
البطيخ والشمام	الفوسفور : 119 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ يضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 238 كجم يوريا / هـ تضاف في نظام الرية الواحدة دفعة واحدة عند الري وفي نظام الري المتعدد تضاف على دفعتين الأولى عند رية الزراعة والثانية عند بدء عقد الثمار.	50 – 60 عمق ماء تضاف قبل الزراعة في رية واحدة (في حالة السيول) أو 3 – 4 ريات متتالية (في حالة الآبار) .

دلتا وادي أحور تقع داخل المنطقة الساحلية لمحافظة أبين . الدلتا تملك مساحة إجمالية وقدرها 10.5 كم^2 فيما المساحة الإجمالية لمساقط الوادي تبلغ حوالي 6352 كم^2. يتغذى وادي أحور من عدة وديان فرعية تنبع من محافظتي أبين وشبوة ، متوسط تدفق السيول السنوي المسجل خلال الفترة 1955 إلى 1982 يبلغ حوالي 69 مليون متر^3 / العام بينما أعلى جريان سنوي للوادي سجل في 1982 وصل 29.2 مليون متر^3 بقمة تصريف بلغت 5340 متر^3 / الثانية.

المساحة الإجمالية لدلتا أحور تبلغ 5252 هكتار فقط حوالي 76 ٪ منها (3992 هكتار) صالحة للزراعة. حوالي 80٪ من الأراضي الزراعية تروى بالسيول بعد أجراء الحراثة العميقة.

المياه الجوفية :

هي أهم مصادر المياه للري المستديم لاستدامة النمو الزراعي في السهل الساحلي الجنوبي حيث تصل الأراضي المروية من المياه الجوفية إلى 20 ٪ من أجمالي المساحة الزراعية السنوية. ولإدارة هذا المصدر فانه من الضروري معرفة التوازن المائي في الأحواض الرئيسة بالسهل الساحلي الجنوبي وفيما يلي استعراض لهذا التوازن على النحو التالي :

حوض دلتا تبن :

حيث وأن حوض دلتا تبن يعتبر مصدر رئيسي لتمويل محافظة عدن من احتياجاتها من مياه الشرب والاستخدام المنزلي وعليه فقد قدرت المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة عدن عدد سكان المحافظة بـ 700,000 نسمه تستهلك ما لا يقل عن 91000 متر^3 / اليوم لأغراض الاحتياج المنزلي والصناعي والذي يبلغ نحو 33.2 مليون متر^3 / العام. وقد بني هذا الرقم على الاحتياج اليومي للفرد والمحسوب بنحو 130 لتر / الفرد .

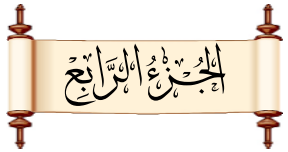
جدول رقم (1)

تقديرات التوازن المائي لحوض دلتا تبن بالسهل الساحلي الجنوبي

	الموضوع	كمية المياه مليون م³/العام
مصادر المياه	1) كمية السيول المتدفقة	125
	2) المياه الداخلة للخزان الجوفي:	
	- التغذية من قاع الوادي.	74
	- التغذية عبر القنوات.	7
	- التغذية من الحقول الزراعية.	5
	- التغذية الغير مباشرة للخزان من مناطق هطول الأمطار في المرتفعات.	7
	المجموع	93
المياه الخارجة من الخزان	- مياه مسحوبة لأغراض الشرب والصناعة لمدينه عدن .	33.2
	- مياه مسحوبة من الخزان لغرض الشرب لمدينة مديرية تبن .	3.7
	- المياه المسحوبة لأغراض الزراعة .	62.7
	- المياه المسحوبة من الآبار الغير مرخصة .	20.0
	المجموع	119.6
العجز	المياه المغذية للخزان – المياه المسحوبة = 93 – 119.6 =	- 26.6

من الجدول يتضح بان هناك 26.6 مليون متر³ / العام من المياه تسحب من المخزون باعتبار أن الفجوة بين المياه المغذية والمسحوبة من الخزان تقدر بنحو 26.6 متر³ / العام . ونتيجة لهذا السحب فقد أدت إلى هبوط عمق المياه الجوفية وازدياد الملوحة تدريجياً .

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
السمسم	الفوسفور : 60 كجم سوبر فوسفات ثلاثي/ هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 119 كجم يوريا / هـ يضاف نثراً دفعة واحدة قبل الري تحت نظام الرية الواحدة أو عند الرية الثانية تحت نظام الري المستديم.	35 – 45 سم عمق ماء ، في حالة السيول يضاف المقنن في رية واحدة قبل الزراعة وفي حالة تعدد الريات (آبار) يضاف المقنن في 3 – 4 ريات بطريقة الغمر السطحي في أحواض.
الفول السوداني واللوبيا	الفوسفور : 60 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 119 كجم يوريا / هـ يضاف نثراً دفعة واحدة قبل الري تحت نظام الرية الواحدة أو عند الرية الثانية تحت نظام الري المستديم.	45 – 60 سم عمق ماء ، في حالة السيول يضاف المقنن في رية واحدة قبل الزراعة وفي حالة تعدد الريات (آبار) يضاف المقنن في 3 – 4 ريات بطريقة الغمر السطحي في أحواض.
الطماطم	الفوسفور : 119 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ يضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 238 كجم يوريا/ هـ تضاف بطريقة النثر قبل الري مع أعطاء رية خفيفة كي لا تجرف السماد أو بعد الري مباشرة في وجود الماء.	60 سم عمق ماء تضاف في 10–12 ري بطريقة الغمر السطحي في خطوط.
البطاطس	الفوسفور : 119 كجم سوبر فوسفات ثلاثي / هـ يضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 238 كجم يوريا / هـ تضاف على دفعتين متساويتين الأولى عند اكتمال الإنبات والثانية بعد شهر من الأولى تضاف نثراً قبل الري مباشرة بعد عزقها أو بعد الري مباشرة في وجود الماء واستقراره.	40 سم عمق ماء يضاف قبل وبعد الزراعة في عدة ريات.



الاحتياجات السمادية والمائية للمحاصيل الزراعية في ظروف السهل الجنوبي

يستعرض هذا الجزء الإحتياجات السمادية والمائية لمجموعة من المحاصيل الزراعية في منطقة السهل الجنوبي ، والموضحة في الجدول التالي :

المحصول	الاحتياجات السمادية	الاحتياجات المائية
القطن	الفوسفور : 60 كجم سوبر فوسفات ثلاثي/ هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض النتروجين:119–178كجم يوريا / هـ (حسب نوعية الأرض طينية أم متوسطة القوام) وتضاف هذه الكمية دفعة واحدة قبل الري أو بعده.	45 – 60 سم عمق ماء للقطن متوسط التيلة أو 60 – 70 سم للقطن طويل التيلة . ففي حالة السيول يضاف المقنن في رية واحدة قبل الري وفي حالة تعدد الريات (آبار) يضاف المقنن في 3–4 ريات بطريقة الغمر السطحي في أحواض.
الذرة الشامية	الفوسفور:119كجم سوبر فوسفات ثلاثي/هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض. النتروجين : 238 كجم يوريا / هكتار تضاف هذه الكمية على دفعتين متساويتين الأولى عند الزراعة والثانية عند تكوين الكيزان.	40 – 45 سم عمق ماء تضاف في 3 – 4 ريات ، بين الرية والأخرى 20 – 25 يوماً في العروة الشتوية (أكتوبر) أو 17 – 20 يوماً في العروة الربيعية (فبراير).
الذرة الرفيعة	الفوسفور : 60 كجم سوبر فوسفات ثلاثي/ هـ تضاف نثراً قبل الحرثة الأخيرة أثناء تجهيز الأرض . النتروجين:119 – 178 كجم يوريا / هـ وتضاف هذه الكمية في نظام الرية الواحدة دفعة واحدة قبيل الري أو على دفعتين متساويتين الأولى عند الرية الثانية والثانية قبيل تكوين السنابل.	35 – 45 سم عمق ماء تضاف دفعة واحدة قبل الزراعة بطريقة الغمر السطحي في أحواض.

نوعية المياه للري والتقسيم الميداني للنظام :

وفقاً لدليل استخدام المياه جدول رقم 2 (FAO 1985) فان صلاحية المياه للري تعتمد على عدة عوامل لها علاقة بالتربة والنبات وهي :

1) الملوحة :

يعتبر هذا العامل هو الأكثر أهمية في نوعية المياه حيث يؤثر على تيسر المياه للنبات عن طريق ارتفاع الضغط الاسموزي للأملاح في التربة ويعبر عنه بالناقلية الكهربائية (ECw) والتي تقاس (بالمليموز / سم أو مليمسيمنز) أو بمجموع المواد الذائبة TDS والذي يقاس (ملغم /لتر آو جزء /المليون).

المياه التي تقل ملوحتها عن 0.75 مليموز /سم (750 ميكروموز / سم) أو 480 جزء/ المليون لا تسبب أية مشاكل في الري على التربة والنبات ويفضل زراعة المحاصيل الحساسة للملوحة على تلك المياه. وإذا تراوحت الملوحة مابين 0.75 – 3.0 مليموز /سم (750 – 3000 ميكروموز / سم) تزيد المشاكل مع عدد كبير من المحاصيل البستانية الأمر الذي يستلزم إدارة جيدة تتعامل مع تلك المشكلة بزراعة المحاصيل المتحملة للملوحة والمتطلبة أقل إضافة مياه غسيلية لمنع التراكم الملحي في التربة. إلى جانب أيضاً اجراء غسيل شامل للأرض بمياه عذبه كمياه السيول مره كل ثلاث إلى أربع سنوات متى ما سمحت الظروف لغسيل الأملاح من منطقه الجذور. أما عندما تصل الملوحة إلى أكثر من 3.0 مليموز / سم (أكبر من 3000 ميكروموز /سم) فتظهر مشاكل كبيرة وخطيرة على أغلب المحاصيل مما يتطلب اختيار المحاصيل الأكثر تحمل للملوحة مع إضافة مياه غسيلية دورية لمنع التراكم الملحي واختيار طريقة الري المناسبة لمثل تلك الظروف وبالذات الري بالتنقيط والري بالخطوط واللتان تعملان على إبعاد التركيز الملحي بعيداً عن منطقة الجذور على جوانب الترطيب .

2) النفـــاذيـــة :

يعبر عنها بنسبة ادمصاص الصوديوم ألمعدله والتي تحسب بالمعادلة التالية :

$$adj\ SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \left[1 + (8.4 - PHC) \right]$$

حيث Adj SAR : نسبة أد مصاص الصوديوم المعدلة .

Na^{+} : تركيز أيون الصوديوم مليمكافئ / لتر.

Ca و Mg : تركيزا كاتيوني الكالسيوم والمغنيسيوم مليمكافئ /لتر .

PHC : وهذه القيمة لنسبة ادمصاص الصوديوم تأخذ في الاعتبار عدة عوامل معدل الصوديوم الذائب والكربونات والبيكربونات والتي تتجه نحو ترسيب كاتيونات الكالسيوم والمغنيسوم وبالتالي انخفاض ذوبان هذين العنصرين.

3) السميـــــة :

تظهر السمية لبعض العناصر (كالبورون ، الكلوريد ، الصوديوم ، والبيكربونات) على النبات عندما يتراوح تركيز البورون بين 0.5 إلى 2.0 جزء / المليون، الكلوريد بين 4 – 10 مليمكافئ / لتر، الصوديوم 3– 9 مليمكافئ / لتر والبيكربونات بين 1.5 – 8.5 مليمكافئ / لتر . وتزداد المشاكل سوءً بزيادة تركيز البورون، الكلوريد ، الصوديوم والبيكربونات عن 2.0 جزء / المليون ، 10 ، 9 و 8.5 مليمكافئ / لتر على التوالي ولا تترتب أي مشاكل على النبات إذا كان تركيز البورون ، الكلوريد ، الصوديوم والبيكربونات عن 0.5 جزء / المليون ، 40 ، اقل من 3.0 واقل من 1.5 مليمكافئ / لتر بالتتابع.

4) مشـــاكل أخـــرى :

وهي كزيادة النيتروجين في المياه مما تسبب زيادة في النمو وتأخر في النضج إلى جانب حدوث تلوث للمياه الجوفية عند وصولها إليها.

أما فيما يتعلق باستخدامات المياه العادمة المعالجة فإن نوعيتها للري إلى جانب العوامل المذكورة بعاليه تحدد وفقاً لمواصفات منظمة الصحة العالمية بمحتوى الملوثات البيولوجية والميكروبيولوجية مثل المواد العالقة الكلية، الأكسجين الحيوي المستهلك وبكتيريا القولون الكلية والبرازية وكذا بتراكيز العناصر الصغرى (الثقيلة) حيث وأن الغالبية منها تؤثر على العديد من المحاصيل الزراعية بسميتها وبالتالي تؤثر على الحيوان والإنسان(جدول رقم 2).

جدول رقم (14 / ب)

أهمية العناصر الغذائية الصغرى و أعراض نقصها

العنصر	أهميتـــــــه	أعـــراض النقـــص
الحديد	نقل الإلكترونات في التفاعلات الإنزيمية التي تتم فيها عمليات الأكسدة والاختزال مثل عمليات التنفس والتمثيل الضوئي واختزال النترات والكبريتات ، يساعد في عملية تكوين الكلوروفيل ولذلك فأن غيابه يؤدي إلى حدوث الاصفرار ، يساعد في التمثيل النباتي للبروتينات.	اصفرار نصل الأوراق الحديثة مع بقاء عروقها خضراء وتظل الأوراق القديمة خضراء ، عندما تشتد الإصابة تصير هذه الأوراق بيضاء وعاجية ، يقل معدل النمو وتكون الأوراق ذات حجم صغير ، في حالة النقص الشديد تموت الأوراق الحديثة بعد ظهور بقع بنية عليها واحتراقها.
المنجنيز	يدخل في العمليات التي تحتاج إلى الأكسدة والاختزال وخاصة عملية التمثيل الضوئي، يزيد من نشاط الإنزيمات في دورة الأحماض الكربوكسيلية، المحافظة على التركيب النباتي لأغشية الكلورو بلاستيدات.	تظهر الأعراض الأولى على الأوراق الحديثة على شكل مناطق باهتة بين العروق التي تحتفظ باللون الأخضر ، قد تتساقط الأوراق والأزهار في حالة نقص الشديد ، قد تظهر بقع بنية صغيرة على سطح الورقة وتظهر الورقة مبرقشة .
الزنك	تنشيط بعض التفاعلات الإنزيمية في النبات ، تخليق الحامض الأميني تربتوفان من أندول حامض الخليك.	اصفرار الأوراق وخاصة بين العروق وفي حالة النقص الشديد يمتد التلوين إلى العروق نفسها ، يزداد سمك الورقة ،انحناء حواف الأوراق الحديثة لأعلى بحيث يأخذ شكل الفنجان ، قصر السلاميات ، صغر حجم ومساحة الأوراق مما يظهر النبات على شكل التورد .
البورون	انتقال السكريات خلال الأغشية النباتية ، يساعد على انقسام الخلايا ، يؤثر على عمليات النتح في النبات ، ينشط عمل وتكوين بعض الهرمونات النباتية .	يسبب نقصه موت البراعم والقمم النامية وضعف نمو الجذور ، تهدم جدر الخلايا وخصوصاً في نسيج اللحاء.

العنصر	أهميتـــــــه	أعـــراض النقـــص
الفوسفور	يحفز على تكوين ونمو الجذور ، يحسن من نوعية الثمار ، يقلل من تجعد ثمار الحمضيات ، أحد مكونات الأحماض العضوية ، عنصر ضروري لنقل الطاقة داخل النبات ، يزيد من حجم المحاصيل الدرنية ، يحفز على الأزهار ويساعد في تكوين البذور ، يسرع من عملية النضج.	تتلون الأوراق بلون اخضر داكن ارجواني أو برونزي محمر وقد يظهر على الأوراق السفلي لون قرمزي وأحياناً الألوان الأصفر أو الأحمر وقد يظهر على أعناق الأوراق ألوان قرمزية ، ضعف وبطئ النمو مما يؤدي إلى قلة الإنتاج وتأخير موعد النضج ، احتراق حواف الأوراق كما في البطاطس ، ضعف نمو المجموع الجذري للنبات ، الثمار تكون ذات لون اخضر ويكون لب الثمار طرياً والثمرة ذات طعم حامضي وقدرتها على الحفظ ضعيفة.
البوتاسيوم	يزيد من نشاط النبات ودرجة مقاومته للأمراض ، يساعد في عملية تكوين البروتينات في النبات ، يزيد من صلابة السيقان وبالتالي يقلل من حدوث الرقاد ، يقلل من تساقط البذور ، ضروري لعملية تكوين النشأ والسكر والزيوت ، يحسن من جودة الثمار ، يساعد على نمو وتطور الدرنات ، يساعد في تكوين صبغة الانثوسيانين ، يكسب التبغ خاصية الاشتعال.	تظهر بقع بنية على شكل دوائر عند حواف الأوراق السفلية ، قد تظهر الأعراض على شكل لون أصفر عند حواف الأوراق ، يزداد اللون الأصفر السابق إلى داخل الورقة بزيادة الأعراض ، تبدأ حواف الأوراق المصابة في الانثناء والالتفاف نحو السطح العلوي أو السفلي على طول العروق الوسطى ، تتحول الحواف بعد مدة إلى اللون البني ، تسقط الأوراق من على النبات في المراحل المتقدمة ، قلة في إنتاج البذور والثمار تكون ذات جودة منخفضة.

جدول رقم (2)
دليل استخدام المياه للري (FAO 1985)

المعايير	الرمز	وحدة القياس	درجة التقيد أو الخطورة		
			عديمة	قليلة إلى متوسطة	حادة
الملوحة (تؤثر على تيسر المياه للمحصول). - الناقليه الكهربائية. - الأملاح الذائبة الكلية.	ECw TDS	مليموز/ سم/لتر	<0.7 <450	0.7–3.0 450–2000	>3.0 >2000
الترشيح (يؤثر في درجة ارتشاح المياه داخل التربة) ويقدر على أساس : - نسبة ادمصاص الصوديوم.	SAR 3 – 0 6 – 3 12 – 6 20 –12 40 –20		ECw >0.7 >1.2 >1.9 >5.0	0.7–0.2 1.2–0.3 1.9–0.5 2.9–1.3 5.0–2.9	<0.2 <0.3 <0.5 <1.3 <2.9
سمية الأيونات (تؤثر على المحاصيل الحساسة) . - البورون. - الكلوريد. - الصوديوم. - البيكربونات.	 B Cl Na HCO_3	 ملغ/لتر ميليمكافئ /لتر ميليمكافئ /لتر ميليمكافئ /لتر	 >0.5 >4.0 >3.0 >1.5	 2.0–0.5 10–4.0 9.0–3.0 8.5–1.5	 <2.0 < 10 <9.0 <8.0
التأثيرات المتفرقة (تؤثر على المحاصيل) . - النيتروجين الكلي . - معيار الحموضة(البي أتش).	 N PH	 ملغ/لتر –	 <5.0 <8.4–6	 5 - 30 8.4 – 6	 >30 >8.4.6<

ثانياً / أنظمـــــة الـــــري

تهدف عملية الري الزراعي إعطاء النبات أو المحصول الزراعي المحدد الكمية الكافية من الماء لتأمين واستكمال نموه وتطوره خلال مراحل نموه وخاصة الفترة الحرجة من حياته وبما يضمن إنتاج غلة محصوليه جيدة ويسمى ذلك بالاحتياجات المائية المحصولية أو المقنن المائي المحصولي (ETC). وتعتبر معادلة بنمان المعدلة من أنسب المعادلات الحسابية المستخدمة لتقدير كميات البخر والنتح المائي تحت ظروف السهل الساحلي الجنوبي حيث تسمح لنا هذه المعادلة باحتساب المياه المفقودة من سطح التربة والنبات خلال وحدة الزمن من وحدة المساحة المزروعة . والجدول رقم (3) يبين الاحتياجات المائية المحصولية (معادلة بنمان) والإنتاجية المتوقعة لمختلف المحاصيل الزراعية تحت ظروف السهل الساحلي الجنوبي .

جدول رقم (3)

الاحتياجات المائية المحصولية المتوقعة تحت ظروف السهل الساحلي الجنوبي

المحصول	العمر المحصولي (يوماً)	الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول		احتياجات مياه الري عندكفاءة(٪) (م^3 / هكتار)			متوسط الإنتاجية المتوقعة (كجم /هكتار)
		سم عمق ماء	(م^3 / هكتار)	٪ 70	٪ 50	٪ 40	
ذرة رفيعة	120 – 90	45	4577	6454	9154	11443	883
ذرة شامية	120–100	50	5040	7200	10080	12600	3406
قمح	160–100	50	5040	7200	10080	12600	4046
قطن	210–180	70	7056	10090	1411	17640	878

أعراض نقص العناصر الصغرى :

موضحة في الجدول رقم (14 / ب) .

جدول رقم (14 / أ)

أهمية العناصر الغذائية الكبرى و أعراض نقصها

العنصر	أهميتـــــــه	أعـــراض النقـــص
النيتروجين	يزيد محتوى المحاصيل الغذائية من البروتين ، ينشط النمو الخضري في النبات ، يكسب النبات خضرة داكنة وطراوة في النسيج ، يزيد من نسبة السكر في ثمار الحمضيات ، يشجع الجذور على امتصاص الفوسفور والبوتاسيوم. ، يساعد في كبر حجم البذور ، يحسن من جودة المحاصيل الورقية ، يعتبر غذاء للكائنات الأرضية الدقيقة أثناء قيامها بتحليل المادة العضوية ذات المحتوى المنخفض من النيتروجين ،في حالة إضافته بكمية كبيرة وبصورة غير متزنة مع باقي العناصر المغذية ربما يؤدي إلى تأخير عملية التزهير والأثمار.	نمو غير طبيعي للنبات يميل معه لون النبات إلى الأخضر المصفر ، يضعف نمو الجموع الخضري، إذ تصبح ساق النبات رفيعة وتقل التفرعات الجانبية، كما تصبح الأوراق أصغر حجماً وقد يضعف نمو النبات تماماً ، اصفرار الأوراق السفلي، ويتبع ذلك جفافها وتحولها إلى لون بني فاتح ، يتسبب عن ضعف النباتات شدة تعرضها للإصابة بالأمراض الفطرية ، يسبب النقص الزائد للنتروجين تساقط الأزهار عند بدء تكوينها مما ينتج عن ذلك انخفاض المحصول.

ب) المغذيات الصغرى :

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكمية صغيرة وتشمل العناصر التالية : (الحديد ، المنجنيز ، النحاس ، الزنك ، البورون ، المولبيدنيوم ، الكلور).

أهمية العناصر الغذائية الكبرى في حياة النبات :

موضحة في الجدول رقم (14 / أ) .

أهمية العناصر الغذائية الصغرى في حياة النبات :

موضحة في الجدول رقم (14 / ب) .

أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات :

يؤدي نقص العنصر الغذائي في النبات إلى حدوث اختلال في العمليات الحيوية بداخله مما ينتج عنه تراكم بعض المركبات العضوية الوسطية ونقص في البعض الآخر مما يؤدي إلى ظهور أعراض مميزة لنقص هذا العنصر على النبات في شكل نمو غير طبيعي للنباتات أو اختلاف لون الأوراق عن اللون الطبيعي أو تغيير في حجم الأوراق أو في حجم ولون الثمار.

ويختلف موضع ظهور أعراض النقص على الأوراق باختلاف قابلية العنصر للحركة والانتقال داخل النبات فعنصري النتروجين والفوسفور سهلا الانتقال ولهذا تظهر أعراض نقصهما على الأوراق كبيرة العمر، أما العناصر الصغرى مثل الحديد ، الزنك ، المنجنيز والبورون فهي عناصر غير متحركة وصعبة الانتقال والحركة داخل النبات ولهذا تظهر أعراض نقصها على الأوراق الحديثة العلوية من النبات.

أعراض نقص العناصر الكبرى :

موضحة في الجدول رقم (14 / أ) .

المحصول	العمر المحصولي (يوماً)	الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول		احتياجات مياه الري عندكفاءة(٪) (م^3 / هكتار)			متوسط الإنتاجية المتوقعة (كجم /هكتار)
		سم عمق ماء	(م^3 / هكتار)	٪ 70	٪ 50	٪ 40	
سمسم	90 – 100	56	5645	8072	11290	1413	333
دخن	110–120	38.8	3880	5543	7760	9700	3000
طماطم	120–150	60	6048	8649	12096	15120	2086
بطاطس	120–150	50	5040	7200	10080	12600	1258
بصل	150–210	55	5544	7928	11088	13860	18709
بطيخ	110–145	617	6170	8814	12340	15425	15000
قرعيات	100–160	62	6250	8938	12500	15625	13697
موز	معمر	198	19978	28569	39956	49945	44015
باباي	معمر	117	11794	16865	23588	29485	47062
حمضيات	معمر	126	12701	18162	25402	31753	19070

❖ كفاءة طرق الري التقليدية من 40 – 50 ٪ ، وكفاءة طرق الري المحسنة من 50 – 70 ٪ أما كفاءة طرق الري المتطورة فمن 70 – 90 ٪ (الرش ، التنقيط)..

أنظمة الري التقليدية والمحسنة :

على اعتبار أن مياه الأمطار والفيضانات الموسمية (السيول) والمياه الجوفية (الآبار) هي من أهم المصادر المائية المستخدمة في الزراعة والشائعة في السهل الجنوبي.

ويمكن تقسيم طرق الري الزراعي إلى التالي :

أولاً / الري السطحي الحوضي :

وهي إحدى طرق الري التي يغلب إتباعها تحت الظروف الزراعية لأراضي السهول التي تروى بمياه السيول (الفيضانات الموسمية) أو المشابهة لها من مياه الآبار. حيث يتم فيها تجهيز الأراضي الزراعية بشكل أحواض تتفاوت مساحتها بين 0.25 إلى 3 هكتار محاطة بحواجز ترابية مدعمة يتباين ارتفاعها بين 0.3 إلى 1.5 متراً . وتتم فيها عملية الري بمياه السيول مباشرة من حوض لأخر أو عبر قنوات التوزيع الحقلية وبالمعدلات المائية المناسبة تقديرياً تبعاً لنوع المحصول المراد زراعته والخصائص المائية للتربة، ويعاب على هذا النظام احتمالات حدوث الانجراف المائي وتعرية التربة الزراعية بسبب التدفق العالي للمياه وكذا الري بمعدلات مائية كبيرة عن الاحتياج المحصولي.

أما عند استخدام مياه الآبار في الري الحوضي بطريقة الري المشابه للري بمياه السيول فإن المياه توجه عبر القنوات الحقلية الترابية أو الأسمنتية مباشرة إلى الأحواض ذات الحواجز الترابية بين 50 – 70 سم . يتم الري عندئذٍ بالمعدل المائي الموصى به تبعاً لنوع المحصول الزراعي على جرعات (ريات) مائية متكررة (يصل عمق الرية الواحدة 20 – 30 سم عمق ماء) وحتى اكتمال المقنن المائي المحدد كرية واحدة قبل الزراعة. الشائع في السهل الجنوبي على تسمية هذه الطريقة التقليدية للري الحوضي بنظام الري الحوضي المشابه للري بمياه السيول ، (الفيضانات الموسمية) .

ومن أهم المحاصيل الزراعية التي يمكن زراعتها وإعطاء إنتاجية محصوليه جيدة تحت ظروف نظام الري بالسيول أو الرية الواحدة المشابهة لنظام الري بالسيول ما

ويرجع ذلك إلى تأثير الظروف الطبيعية والكيميائية والحيوية التي تتحكم في إمداد النبات بالمغذيات إلى جانب مدى توفر الماء والهواء للجذور، وجود حشرات، المسببات المرضية أو المواد السامة في الأرض. ويتحدد مستوى خصوبة التربة بمدى التوازن البيئي الحادث بين عمليات التكوين وعمليات التحلل لمكونات المغذيات النباتية وعلى ذلك نجد أن مستوى المغذيات النباتية في طبقة الأرض العليا في تغيير مستمر نتيجة لحدوث عمليات الغسيل، الامتصاص بواسطة المحاصيل، الانجراف والمخلفات النباتية.

ولكي نحافظ على خصوبة التربة لابد من الاهتمام بالإضافة المستمرة للأسمدة بالكميات المناسبة للحفاظ على مستوى ملائم من المغذيات في التربة وكذلك استخدام طرق الفلاحة السليمة بهدف الحفاظ على خواص الأرض الطبيعية الجيدة أي لابد من الحفاظ على التوازن بين الكمية المضافة والكمية المزالة من المغذيات في الأرض.

المغذيات النباتية الضرورية ووظائفها الحيوية :

يحتاج النبات لنموه إلى توفر العديد من العناصر الغذائية الضرورية في التربة بكمية مناسبة لكي ينمو بصورة طبيعية لإنتاج محصول جيد. وتوجد العناصر الغذائية في التربة على صورة عناصر كيميائية مصدرها في الغالب الحبيبات الأرضية المعدنية بالإضافة إلى نواتج تحلل المادة العضوية التي تلعب الكائنات الأرضية الدقيقة دوراً هاماً في تحويلها إلى مواد بسيطة وسهلة كغذاء للنبات. ويوجد 16 عنصراً كيميائياً تعتبر عناصر غذائية ضرورية لنمو النبات والتي تقسم حسب احتياجات النبات إلى :

أ) المغذيات الكبرى :

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكمية كبيرة وتشمل العناصر التالية : الكربون، الأكسجين، الهيدروجين، النيتروجين، الفوسفور، الكبريت، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنسيوم.

خصوبة التربة وتغذية النبات

قبل أن نتطرق لخصوبة التربة وتغذية النبات نرى من الضروري جداً شرح بعض المصطلحات التي تتعلق بخصوبة التربة الأمر الذي يُمَّكن المهتم فهم أهمية ما يقوم به من عمليات تحسين لخصوبة التربة.

تعتبر الأرض من الموارد الطبيعية للتنمية، حيث إنها تعتبر أساس المواد المستخدمة في الإنشاءات المدنية مثل الطرق، السدود، المباني، كما أنها تعتبر مصدر المواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج والسيراميك وغيره. إلا أننا في هذا الدليل سنتناول الأرض من الوجهة الزراعية حيث تعتبر الأرض هي المهد الطبيعي لنمو النبات. بناءً على ذلك فأن معرفة الصفات المختلفة للأرض وخاصة المرتبطة بالاستخدام الأمثل والملائم للأرض تكون ذات أهمية كبرى والتي يمكن معرفتها من الدراسات الحقلية عن طريق أجراء تحليلات خاصة بالنبات والتربة ، وهذا يكون ضروري لتحديد وتقييم خصوبة الأرض.

تعريف خصوبة التربة :

هو قدرتها على أمداد النبات بالعناصر المغذية بالكميات والصورة الملائمة لنموه وهذا يعني أنه لكي تكون الأرض خصبة لابد أن تكون ذات قدرة تجهيزية للعناصر المغذية للنبات النامي بها مما ينعكس ايجابياً على نموه وإنتاجيته. وبناءاً على ذلك يمكن القول بدون شك أن الأراضي تختلف فيما بينها في محتواها من العناصر وفي نفس الوقت في قدرتها التجهيزية.

يلي : (محاصيل صناعية ومنها القطن ، السمسم وعباد الشمس، محاصيل الحبوب ومنها الذرة الرفيعة والدخن، محاصيل البقوليات ومنها الفول السوداني واللوبيا، محاصيل الخضار ومنها البطيخ ، الشمام والطماطم) .

غير أنه ما يعاب على نظام الري السطحي بالأحواض تحت معدل الرية الواحدة هو تعاظم الأضرار الناجمة عن التدفق المائي العالي على اختلاف مسبباته ، ناهيك عن سلبيات الفقد الخصوبي لعناصر التربة المغذية للنبات بفعل عامل الغسيل من جراء الإضافات المائية العالية جداً عن حاجة النبات.

وكهدف لاستمرارية هذه الطريقة التقليدية بعد إدخال العديد من التعديلات والضوابط المحسنة لها كتهذيب قنوات النقل المائي وتحديد المقننات المائية المحصولية الفعلية طبقاً للمساحة الزراعية المستخدمة.

ولاستفادة من نظام الري السطحي الحوضي بنظام الرية الواحدة وللحفاظ على الإيجابيات التالية :

1) انخفاض التكاليف الاقتصادية للعمالة الزراعية للري ومكافحة الحشائش مقارنة بنظم الري المتكرر من المياه الجوفية (الآبار).
2) الاستفادة منه في معالجة التراكمات الملحية في التربة بفعل الإزاحة للأملاح المترسبة على سطح التربة إلى الطبقات السفلية بعيداً عن منطقة انتشار جذور النباتات.
3) يتوقع المجازفة بنقص محدود في الإنتاجية بفعل المتغيرات المناخية أو الزراعية الغير متوقعة ، لكنه يمكن التعويض عن ذلك من خلال زيادة الرقعة الزراعية المستغلة .

يمكن رفع كفاءة الري بين 60 – 70 ٪ من خلال التحكم الجيد في عملية الري والتغذية المائية الجوفية وكذا صيانة شبكة الري من ناحية وكذا التنوع أو التداخل المحصولي في المساحة الزراعية الواحدة من ناحية أخرى .

1) الري السطحي على الأشرطة :

يمكن اعتبارها إحدى طرق الري الحوضي المحسنة حيث يتم فيها تقسيم الأرض الزراعية إلى أشرطة طولية ذات أبعاد متفاوتة ومحاطة بحدود ترابية ارتفاعها 30–50 سم ، واليها يتم إدخال مياه الري من الآبار تحت نظام الري المشابهة للري بالسيول (الفيضانات) أو الري المستديم (الري المتكرر) . ولكي نقلل من نسبة الفقد في المياه أثناء عملية الري فأنه يتطلب الحرص على توازن عوامل انحدار الأرض ، قوام التربة ، أبعاد الشريط (القطعة الزراعية) وكذا تصريف مياه الري في موقع العمل جدول (4) . لا شك أن توازن هذه العوامل بالإضافة إلى معرفة خصائص التربة الأخرى كالسعة الحقلية، الكثافة الظاهرية ، نفاذية التربة وكذا عمق انتشار المجموع الجذري للمحصول الحقلي المختار سوف تساعد كثيراً في اختيار أفضل انسياب للمياه داخل الشريط .

ويمكن تحسين عملية نقل المياه وبالتالي التصريف المائي المحدد بواسطة الأنابيب البلاستيكية (السايفون) من القناة الفرعية إلى الشريط دون فقد أو إهدار مائي يذكر . تناسب هذه الطريقة وبفعالية جيدة زراعة العديد من المحاصيل الحقلية ومن أهمها محصول القمح ، الذرة الرفيعة ، الذرة الشامية ، السمسم.

المحصـــول	التحمل النسبي	ملوحة التربة للعجينة المشبعة		ملوحة المياه	
		الحد الأمثل	الحد الحرج	الحد الأمثل	الحد الحرج
الكرنب	متوسطة التحمل	1.8	5.4	1.2	3.6
البطيخ (آبار)	متوسطة التحمل	1.7	8.0	1.1	5.0
الخيار	متوسطة التحمل	2.5	6.2	1.7	3.4
البطيخ (سيول)	متوسطة التحمل	1.7	8.0	1.1	1.5
الخس	متوسطة التحمل	1.3	4.0	9.0	2.7
الشمام (آبار)	قليل التحمل	1.7	4.5	1.6	3.0
الشمام (السيول)	قليل التحمل	1.7	4.5	1.1	1.5
البامية	قليل التحمل	1.7	4.5	1.1	3.0
البصل الأحمر	قليل التحمل	1.3	3.4	0.9	2.3
البصل الأخضر	قليل التحمل	1.7	4.5	–	3.0
الفلفل	قليل التحمل	1.5	4.0	1.0	2.7
الجزر	قليل التحمل	1.0	3.5	0.7	2.4
الفجل	قليل التحمل	1.2	3.9	0.8	2.6
النخيل	عالي التحمل	4.0	13.7	2.7	5.1
الرمان	عالي التحمل	2.7	6.7	1.8	4.5
الزيتون	عالي التحمل	2.7	6.7	1.8	4.5
التين	قليل التحمل	2.7	6.7	1.8	4.5
الموز	قليل التحمل		4.5		3.0
الباباي	قليل التحمل		3.8		2.5
المانجو	قليل التحمل		4.5	2.0	3.0
البرتقال	قليل التحمل	1.7	3.8	1.1	2.6
الليمون	قليل التحمل	1.7	3.9	1.1	2.6

وفي هذا التقسيم قسمت المياه إلى خمس درجات وحددت مجموعة المحاصيل التي يمكن ريها لكل درجة منها وكذا الفترات اللازمة لغسل الأملاح المتراكمة. تقسيم المحاصيل الزراعية المختلفة إلى حساسة، قليلة التحمل، متوسطة التحمل ، متحملة وعالية التحمل للملوحة موضح في الجدول رقم (8) .

علاقة المحاصيل الزراعية بملوحة التربة والمياه :

يمكن إيضاح هذه العلاقة وفقاً للتحمل النسبي لهذه المحاصيل والحدود المثلى والحرجة لكلٌ من ملوحة التربة (في مستخلص العجينة المشبعة) وملوحة مياه الري في الجدول رقم (13) التالي:

جدول رقم (13)

المحاصيل الزراعية وعلاقتها بملوحة التربة والمياه

المحصـــول	التحمل النسبي	ملوحة التربة للعجينة المشبعة		ملوحة المياه	
		الحد الأمثل	الحد الحرج	الحد الأمثل	الحد الحرج
القطن	عالي التحمل	6.7	14.6	4.5	9.8
الذرة الرفيعة	متحملة	4. 0	8.7	2.7	5.8
القمح	متحمل الملوحة	4.7	10.8	3.1	7.3
البرسيم	متحمل الملوحة	2.0	6.8	1.3	5.1
الذرة الشامية	متوسطة التحمل	1.7	4.6	1.1	3.1
الفول السوداني	متوسطة التحمل	3.2	4.5	2.1	3.0
السمسم	قليل التحمل	-	4.0	-	3.0
اللوبيا	قليلة التحمل	1.3	3.8	0.9	2.5
الطماطم	متوسطة التحمل	2.7	6.0	1.8	4.0
البطاطس	متوسطة التحمل	1.7	4،8	1.1	3.2
الباذنجان	متوسطة التحمل	1.7	8.0	1.1	5.0

جدول رقم (4)

العوامـل ذات العلاقـــة في نظـــام الـــري بالأشرطـــة

خصائص التربة			الخصائص المائية للشريط		أبعاد الشريط(متراً)	
القوام	النفاذية (سم / ساعة)	الانحدار (متر/100متر)	تصريف (لتر/ثانية/م)	عمق الماء (ملليمتر)	عرض	طول
مزيجية رملية	2.5 –1.8	0.4 –0.2	10 – 7	160–120	30 – 12	250 –75
		0.6 –0.4	8 – 5		12 – 9	150 –75
		1.0 –0.6	6 – 3		9	75
رملية مزيجية	1.8 –1.2	0.4 –0.2	7 – 5	160–20	30 – 13	350 –90
		0.6 –0.4	6 – 4		12 – 9	180 –90
		1.0 –0.6	4 – 2		9	90

2) الري السطحي بالخطوط :

وهي أيضاً إحدى طرق الري المحسنة للري السطحي الحوضي كما أنها تتميز بارتفاع كفاءة الاستخدام لمياه الري إلى حوالي 70 – 80 ٪ تحت الظروف الحقلية – المحصولية المناسبة مقارنة بطرق الري الحوضي السابقة .

ويفضل كثيراً استخدام هذه الطريقة تحت ظروف الأراضي الزراعية البسيطة الانحدار (1 ٪)، والمتوسطة إلى الثقيلة القوام التي تخضع لنظام الري المستديم من الآبار حيث يتناسب ذلك مع زراعة محاصيل حقلية وبستانية محددة . وفي هذه الطريقة يتم نقل المياه إلى الخطوط الزراعية من القنوات الحقلية مباشرة أو بواسطة الأنابيب البلاستيكية (السايفونات) إلى بطن الخطوط ، حيث يصل عمق الرية الواحدة في بطن الخط إلى حوالي 5 – 15 سم عمق ماء . ويستمر تكرار الري حتى اكتمال الاحتياجات المائية المحددة للمحصول المراد زراعته على فترات زمنية محددة خلال مراحل النمو المختلفة .

وأهم المحاصيل الزراعية التي يغلب زراعتها تحت ظروف هذه الطريقة مثل محاصيل الخضار على اختلافها ومن محاصيل الفاكهة كالموز والباباي ومن محاصيل الحبوب الذرة الشامية .

كما يستفاد من هذه الطريقة لتفادي مشاكل ملوحة التربة أو المياه التي قد تتزايد على حواف خطوط الزراعة أو لتفادي الإصابات المرضية أو التعفن الناتج عن عملية الغمر المائي عند استخدام طرق الري الحوضي الأخرى .

ثانياً / الري بالرش :

هو طريقة إضافة المياه على سطح التربة في صورة رذاذ عبر النوزلات تحت ضغط يتراوح بين 3.5 متر إلى 70 متر يشبه المطر إلى حد ما، يستخدم الري بالرش حيث تسود الزراعة المطرية كطريقة مكملة للري أما في الأقاليم الجافة وشبه الجافة فيستعمل كطريقة أساسية في تلبية احتياجات المحاصيل المائية. ويحتوي نظام الري بالرش على المكونات التالية : المرشات، خطوط الأنابيب الفرعية، خط الأنبوب الرئيسي ووحدة الضخ.

ووفقاً لتركيب مكونات الري بالرش فإن أنظمة الري بالرش تنقسم إلى ثلاثة أنواع وهي على النحو التالي :

1) **الري بالرش الثابت وشبه الثابت** :

في الثابت يدفن خط الأنبوب الرئيسي وخطوط الأنابيب الفرعية وتثبت المرشات في مواقعها على الخطوط الفرعية. أما في شبه الثابت فيدفن الخط الرئيسي فيما خطوط الأنابيب الفرعية والمرشات تبقى ثابتة خلال الري في الموسم.

جدول رقم (12)

تقسيم مياه الري في المحافظات الجنوبية والشرقية حسب درجة ملوحتها وتوصيات الاستخدام

درجة الاستخدام	درجة الملوحة النسبي	مستوى الملوحة: التوصيل الكهربائي (ملليموز/سم)	مستوى الملوحة: الأملاح الكلية (جزء في المليون)	المحاصيل وظروف الاستخدام
الدرجة الأولى	منخفضة الملوحة	أقل من 1.5	أقل من 960	يمكن استخدامه لري جميع المحاصيل المعروفة في المحافظات الجنوبية والشرقية على أن يتم غسل الأملاح المتراكمة كل 1 – 2 سنة وذلك بزيادة حجم المياه المضافة للرية.
الدرجة الثانية	قليل الملوحة	3.0 – 1.6	1000 إلى 1920	يمكن استخدامه لري جميع المحاصيل المعروفة في المحافظات الجنوبية والشرقية عدى المحاصيل الحساسة جداً للملوحة على أن يتم غسل الأملاح المتراكمة مرة إلى مرتين كل سنة وذلك بزيادة حجم المياه المضافة للرية.
الدرجة الثالثة	متوسط الملوحة	5.0 – 3.1	1984 إلى 3200	يمكن استخدامه لري جميع المحاصيل المعروفة في المحافظات الجنوبية والشرقية عدى المحاصيل الحساسة والقليلة التحمل للملوحة على أن تكون التربة جيدة النفاذية وغسل الأملاح المتراكمة عدة مرات في السنة وذلك بزيادة حجم الماء المضاف للري.
الدرجة الرابعة	عالي الملوحة	8 – 5.1	3264 إلى 5120	يمكن استخدامه لري المحاصيل المتحملة والعالية التحمل للملوحة والمزروعة في أرض جيدة النفاذية على أن يضاف لكل رية ماء إضافي لغسل الأملاح المتراكمة .
الدرجة الخامسة	عالي الملوحة جداً	أكبر من 8.0	أكبر من 5120	يمكن للنباتات العالية التحمل للملوحة مثل الشعير ، القطن والنخيل أن تعطي 60٪ من إنتاجها الأمثل عند الري بماء ذو ملوحة حتى 10 ملليموز / سم وذلك في الأراضي الجيدة الصرف إلا أنه نظراً للخطر الشديد من التملح السريع عند استخدام هذه الدرجة من المياه لا ينصح باستخدامها إلا في المناطق المضمونة السيول على أن يتم غسل الأراضي بها سنوياً

في الواقع العملي وجد أن نسبة كبيرة من المياه المتاح استخدامها للزراعة تقع ضمن الدرجات المتدنية الجودة. إلا أن الحاجة المتزايدة للتوسع الأفقي في الزراعة وعدم توفر مصادر مياه كافية ذات جودة عالية فقد كان لزاماً استخدام المياه المتدنية الجودة مع مواجهة – دون خيار – المشاكل الناجمة عن استخدامها والسعي وراء العمليات الزراعية الكفيلة لتخفيف تأثير الملوحة سواءً على إنتاجية المحاصيل أو على زيادة ملوحة التربة .

أخذين بعين الاعتبار المفهوم الوارد أعلاه فقد تم وضع تقسيمات لاستخدام المياه لري المحاصيل الزراعية وفقاً لقدرتها النسبية على تحمل الملوحة .

تقسيم مياه الري للاستخدام الزراعي للملوحة الكلية :

وفقاً لمستويات الملوحة الشائعة الوجود في مياه الري في السهل الساحلي الجنوبي والمحافظات الجنوبية والشرقية من الجمهورية اليمنية وكذا قدرة المحاصيل المعروفة على التحمل النسبي فقد تم وضع تقسيم لمياه الري بحيث يسمح هذا التقسيم باستخدام معظم المياه المتاحة للاستخدام الزراعي.

علماً أن السماح بالاستخدام مشروط بإتباع الاحتياطات اللازمة لتخفيف أثر الملوحة على المحصول ولتجنب تراكم الملوحة في التربة . الجدول رقم (12) يوضح هذا التقسيم .

في هذا النوع من نظام الري بالرش تنخفض العمالة إلى الحد الأدنى ونوعية وكمية إنتاج المحصول تصل الحد الأعلى بشرط أن النظام يعمل بانتظام كما يجب. في هذه الحالة فإن عامل واحد ممكن أن يتكفل بري 40 إلى 80 هكتار في اليوم مقارنة بـ عشرين هكتار تقريباً بالنظام المتحرك.

2) **الري بالرش الشبه متنقل** :

يحتوي على أنبوب رئيسي مدفون في الأرض وخطوط أنابيب فرعية ومرشات متحركة ووحدة ضخ ثابتة .

3) **الري بالرش المتنقل** :

يتكون من أنبوب رئيسي متحرك ، خطوط أنابيب فرعية ومرشات متحركة ووحدة ضخ ثابتة . النظام المتنقل الكامل ممكن أن ينتقل بسهولة من حقل إلى أخر لذا فأن فائدته تتوسع .

مزايا الري بالرش :

1) إمكانية استخدام الري بالرش بكفاءة في الأراضي الرملية ذات النفاذية العالية التي يصعب فيها استعمال طرق الري السطحي.
2) يستخدم بكفاءة عالية في الأراضي الضحلة ذات عمق التربة السطحي والتي طبوغرافيتها تمنع إجراء التسوية المناسبة لطرق الري السطحي .
3) يستخدم حيثما يكون حجم المياه قليل ويصعب استخدامها في طرق الري السطحي لتوزيع المياه بكفاءة .
4) إمكانية استخدامه في الأراضي التي تملك انحدارات عالية والتي يسهل فيها تعرية التربة فيما إذا استعملت طرق الري السطحي .
5) لا يتطلب عمالة ماهرة ومدربة كالتي يتطلبها الري بالتنقيط وكذا طرق الري السطحي المحسنة .

6) سهولة إجراء قياسات المياه في نظام الري بالرش مقارنة بطرق الري السطحي .

7) تقليل تكلفة الري في نظام الري بالرش حيث سهولة إجراء العمليات الزراعية لخدمة المحصول وإمكانية إضافة الأسمدة والمبيدات ومحسنات التربة بسرعة وبسهولة وبكفاءة عالية عبر النوزلات .

8) ارتفاع كفاءة إضافة المياه وكذا ارتفاع كفاءة استخدام الأراضي مقارنة بالري السطحي .

9) يقوم نظام الري بالرش خلال إضافة المياه من المرشات بتخفيض درجة الحرارة من على النبات خلال الأيام الحارة مما يخلق ظروف بيئية جيدة للنمو تنعكس في الإنتاج العالي والنوعية الجيدة للمحصول المنزرع .

10) الري بالرش يعطي المحاصيل مقاومة وحماية من الصقيع .

عيوب نظام الري بالرش :

على الرغم من المزايا الكثيرة لهذا النظام إلا أنه لا يخلو من العيوب وأهمها :

1) إلحاق الضرر بأشجار الفاكهة والخضار عند استخدام نوعية رديئة من المياه والتي تودي إلى احتراق الأوراق وبالذات عندما تكون المياه عالية المحتوى من الكلوريدات. كما أن إضافة المياه المالحة أو ذات النوعية الرديئة عبر نظام الري بالرش تترك بقع غير مستحبة على أوراق المحاصيل أو الثمار .

2) المياه الحرة على سطح أوراق المحصول الناتجة عن الري بالرش تقوم برفع تكاثر الفطريات والبكتيريا ولكن الأخيرة يمكن التخلص منها باستخدام البدور المعقمة والخالية من الأمراض .

ثانياً / استخدامات المياه

ملوحة مياه الري وتأثيره على التربة والنبات :

الجودة المطلقة لمياه الري :

يتم الحكم على جودة مياه الري للأغراض الزراعية وفقاً لمحتواها من الأملاح الذائبة التي قد تتسبب في خفض نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية وكذا في زيادة ملوحة التربة. أخذين بعين الاعتبار الجودة المطلقة لمياه الري في أن الماء الجيد هو الماء الذي لا يتوقع أن يتسبب على الإطلاق في أي نقص ولو بسيط في النمو والإنتاجية وكذا لا يتوقع أن يكون هناك خطر من استخدام مثل هذا الماء – في ظروف التربة والعمليات الزراعية الجيدة – على تملح التربة الزراعية ولو على المدى البعيد. أما عندما يتوقع أن يتسبب في تراكم الملوحة في التربة فأنه ينظر لماء الري في هذه الحالة على أن فيه مشكلة. من المفهوم أعلاه فقد تم وضع تصنيف لمياه الري حسب درجة مشكلة الملوحة التي قد يتسبب فيها عند استخدامه للري الجدول رقم (11) يوضح هذا التقسيم .

جدول رقم (11)

تقسيم مياه الري حسب جودته المطلقة للاستخدام الزراعي

جودة المياه	ملوحة الماء (ملليموز/سم)	درجة المشكلة عند الاستخدام	الملاحظات
عالي الجودة	أقل من0.75	لا توجد مشكلة	ماء ري جيد لجميع المحاصيل ولا خوف من استخدامه على تملح التربة في الظروف والعمليات الزراعية الجيدة .
متوسط الجودة	3.0 – 0.75	مشكلة متزايدة	يبدأ التخوف من تراكم الأملاح في التربة ويزيد بزيادة الاستخدام إلا أنه يسمح لبعض المحاصيل وخاصة المتوسطة التحمل والمتحملة للملوحة أن تعطي الإنتاجية العظمى . يبدأ اتخاذ الاحتياطات لمنع تراكم الأملاح في التربة .
متدني الجودة	أكبر من 3.0	مشكلة مؤكدة	يؤثر على نمو وإنتاجية معظم المحاصيل الزراعية ، تتراكم الأملاح في التربة بدرجة كبيرة يتطلب استخدامها ظروف واحتياطات خاصة.

جدول رقم (9)

تقسيم التربة حسب مستوى الصوديوم المتبادل (ESP) بها وتأثيره على المحاصيل الزراعية

درجة القلوية أو الصودية في التربة	نسبة الصوديوم المتبادل(٪)	مجموعة المحاصيل المتأثرة	أمثلة الحاصلات الزراعية	التأثـــــير
منخفضة	2 – 10	حساسة جداً	متساقطة الأوراق اللوزيات الموالح	ظهـــور أعـــراض التـــسمم بالصوديوم .
معتدلة	10 – 20	حساسة	الفاصوليا ، اللوبيا	ضعف النمو حتى عندما تكون خواص التربة الطبيعية جيدة.
متوسطة	20–40	متوسطة التحمل	البرسيم	ضعف النمو نتيجة للاختلال في التغذيـــة والتـــدهور في خواص التربة الطبيعية.
عالية	40–60	مقاومة	القطن ، الطماطم ، الحنطة ، الشعير والقمح	ضعف النمو نتيجة لتدهور الخواص الطبيعية للتربة.
عالية جدا	> 60	مقاومة جداً	بعض الحشائش	ضعف النمو نتيجة لتدهور الخـــواص الطبيعيـــة للتربـــة والغير ملائمة.

جدول رقم (10)

تقسيم المحاصيل الزراعية حسب قدرتها على تحمل البورون في المحلول الأرضي

محاصيل متحملة	محاصيل متوسطة التحمل	محاصيل حساسة للبورن
النخيـــل، البرســـيم، البـــصل، الكرنب، الخس، الجزر .	البطـاطس، القطـن، الطمـاطم، الفجـــل، الزيتـــون، الـــشعير، القمح، الذرة الشامية .	الكمثـــرى، العنـــب، الخـــوخ، المـشمش، البرتقـال، الجريـب فروت، الليمون .

الضغط الرأسي :

نظام الري بالرش يشغل تحت حدود واسعة من الضغط الرأسي من 3.5 متر إلى فوق 70 متر. الضغط الرأسي المرغوب يتوقف على تكاليف القوة ، المساحة المراد تغطيتها ، نوعية المرشة المستخدمة ، المسافة بين المرشات والمحصول المراد ريه . الضغط الراسي المتدني يتراوح بين 3.5 إلى 10 متر ، الوسط من 10 إلى 20 متر ، المتوسط من 20 إلى 40 متر والضغط الرأسي العالي من 40 إلى 70 متر .

المرشات في الضغط الرأسي تملك مساحات تغطية صغيرة ونسبياً معدل عالي للرش للمسافات الموصى بها للمرشات؛ استخدامها عادة محصور للترب التي نفاذيتها أكثر من 12 ملم / ساعة خلال الري .

الضغط الراسي الوسطي يغطي مساحات كبيرة ولديه حدود واسعة من معدل المطر وقطرات الماء تتكسر.

الضغط الرأسي العالي يغطي مساحات كبيرة ومعدل سقوط المطر للمسافات الموصى بها أيضاً عالية مقارنة بالضغط المتوسط. نماذج التوزيع عادة جيدة ولكنها تتمزق بسهولة بواسطة الرياح بسبب ارتفاع قذف المياه . لديها معدل إضافة عالية حوالي 20 ملم / ساعة القطر المبلل للدائرة يكون بين 60 و 120 متر. نموذج توزيع المياه يكون جيد جداً في الهواء الهادئ ولكنه يضطرب بالرياح بسهولة .

المتطلبات الضرورية عند تصميم نظام الري بالرش :

لنجاح نظام الري بالرش فأنه يتطلب أولاً تصميم جيد وسليم وثانياً كفاءة عالية لتنفيذ النظام المصمم. والمعلومات الرئيسية الضرورية لتصميم نظام الري المشروعي يمكن الحصول عليها من أربعة مصادر وهي:

- **التربة** : تشمل نوع التربة ، عمقها ، قوامها ، نفاديتها ، السعة الحقلية لمنطقة الجذور والكثافة الظاهرية.

- **مصدر الماء** : وتشمل موقع المياه وبعده عن الحقول المراد ريها ، كمية المياه المتوفرة وطرق توصيلها .
- **المحصول** : فيجب التركيز على معرفة الاستهلاك المائي في اليوم ، عمق منطقة الجذور .
- **المناخ** : تشمل سقوط الأمطار ، سرعة الرياح واتجاهها .

كل هذه المعلومات يجب الحصول عليها قبل البدء في تصميم نظام الري بالرش.

وإتمام متطلبات نظام الري بالرش تشمل إضافة المياه عند معدل لا يسبب جريان للمياه من المساحة المروية بسهولة . الماء يجب أن يضاف عند معدل يسمح بالحصول على كفاءة عالية لإضافة المياه وفي نفس الوقت الحصول على كفاءة عالية لتوزيع المياه .

ثالثاً / الري الموضعي :

هي أنظمة الري التي لا تسبب التندية (الترطيب أو الري) إلا لجزء من تربة الحقل وبالذات في منطقة نمو الجذور . وأهم خصائصه هو توفير المياه والأسمدة وانخفاض كمياتها وتمركزها في منطقة الجذور. من خلال وسائل توزيع المياه مثل الفتحات والفوهات والأنابيب الدقيقة والمواسير المسامية وغيرها سواء كانت تلك الوسائل موضوعه فوق سطح التربة أو أسفله. وأهم أنظمة الري الموضعي هي:

1) الري بالتنقيط .
2) الري الرذاذي .
3) الري التدفقي .
4) الري تحت السطح .

جميع المحاصيل الزراعية تتأثر بالبورون إذا زادت كميته عن حد التحمل إلا أن مقاومتها تختلف من محصول لأخر .

عادة ما يتراوح المحتوى الأمثل في أوراق المحاصيل الزراعية المختلفة من البورون بين 25 – 100 جزء من المليون ويمكن أن تظهر أعراض تسمم المحاصيل الحساسة عندما يزيد محتوى الورقة من البورون عن 300 جزء من المليون وكذا يصبح البورون ساماً للنبات عندما يزيد محتوى التربة منه عن 5 جزء من المليون.

أعراض التسمم بالبورون :

احتراق الأطراف والحواف الخارجية للأوراق المكتملة النمو ويكون ذلك مصحوباً باصفرار الأنسجة بين العروق البينية للورقة وقد يظهر كذلك بين العروق البينية بقع بنية ميتة . بعض النباتات وبالأخص القطن وبعض الخضار تصبح الأوراق كاسية الشكل وهذا ناتج عن توقف نمو حواف الأوراق .

في حالات التسمم الشديد بالبورون قد يظهر على فروع وجذوع بعض الأشجار إفرازات صمغية.

ووفقاً لقدرة المحاصيل الزراعية على تحمل مستويات البورون في محلول التربة فقد قسمت إلى ثلاثة مجاميع والجدول رقم (10) يبين هذا التقسيم .

يوضح الجدول رقم (5) مميزات كل نظام من أنظمة الري الموضعي .

جدول رقم (5)

مميـــزات أنظمـــة الـــري الموضعـــي

م	نظام الري	جهاز إضافة مياه الري	معدل التدفق التصريف (لتر/ساعة)	ضغط التشغيل (ضغط جوي)	قطر دائرة الترطيب	طريقة إضافة مياه الري
1	الري بالتنقيط	المنقطات بأنواعها	10–2	1.5 –1	تغطي 40٪ من المساحة الغذائية للمحصول	تضاف في شكل قطرات
2	الري الرذاذي	رشاشات صغيرة جداً	150 –30	2.5–1.5	1 – 3 متر	تضاف في شكل رذاذ
3	الري التدفقي	منغشات ببلر (Bubbler)	يصل إلى 300	5.0 –2.5	حسب مساحة الحوض تحت النبات	تتدفق المياه من الببلر بتصريف عالي في شكل نافورة
4	الري تحت السطح	الأنابيب المسامية (النفاذة)	حسب حاجة المحصول	اقل من 0.5	منطقة الترطيب تحت سطح التربة	تتخلل مياه الري مسام التربة من الأنابيب النفاذة

مزايا الري الموضعي :

يتمتع النظام بالمزايا التالية :

1) **تحسين إدارة الحقول** : نظام الري الموضعي لا يعيق العمليات الحقلية الأخرى كالرش والتعشيب والحصاد وغيرها حيث يمكن أن تتم في إن واحد مع الري.
2) **قلة الحاجة لليد العاملة** : لتشغيل هذا النظام يمكن الاكتفاء بعدد محدود للغاية من العمال.

تأثـــير الصوديـــوم:

نظراً للارتباط الوثيق بين كل من الصوديوم والكلوريد في أملاح التربة فأن ظهور أعراض التسمم بهما يكون ملازمين لبعضهما. أيضا فأن أشجار الفاكهة هي الأكثر حساسية للصوديوم كعنصر ذو أثر سمي أما النباتات الحولية فهي أقل حساسية. وقد وجد أن أعراض التسمم تظهر على الأشجار عندما يزيد محتوى الأوراق من الصوديوم عن 0.25 ٪ من الوزن الجاف.

أعراض التسمم بالصوديوم :

تظهر الأعراض اولاً على الأوراق المسنة في صورة احتراق الحواف الخارجية للورقة وبتطور حالة التسمم ينتشر الاحتراق إلى داخل الورقة بين العروق الوسطية حتى وسط الورقة.

بالإضافة إلى تأثير الصوديوم السمي على النبات فأن له تأثير رئيسي آخر إلا وهو الإساءة إلى خواص التربة الطبيعية (أنظر الأراضي القلوية أو الصودية) وهنا فأن تقييم الصوديوم يبنى على أساس ما يسمى نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) في التربة.

وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم الترب إلى درجات وفقاً لتأثرها بالصوديوم المتبادل وتقسيم المحاصيل وفقاً لحساسيتها لأثر الصوديوم في التربة.والجدول رقم (9) يوضح هذا التقسيم.

تأثـــير البـــورون :

يحتاج النبات عادة إلى كميات ضئيلة جداً من البورون (أجزاء من المليون) فإذا حدث وان تواجد البورون في محلول التربة بكمية كبيرة نسبياً يصبح له تأثير سام على النبات .

3) **سهوله التحكم في مياة الري والمغذيات** : يمكن بدقه التحكم في كمية المياه والأسمدة المضافة وسهولة تكرار الإمداد بحيث لا تجهد النباتات إلا عند الضرورة مما يزيد من نمو ونشاط النباتات وبالتالي زيادة إنتاجها في حدود 10–20٪ عن أنظمة الري السطحية المحسنة (ذات الكفاءة العالية).

4) **سهولة مقاومة الآفات والحشائش** : نظام الري الموضعي لا يعرض جزء كبير من التربة للماء مما يسمح ويسهل الحركة في الحقل لمكافحة الآفات والحشائش بسهولة وفعالية كبيرة وبتكلفه أقل .

5) **إمكانية استخدام المياه المالحة** : بما أن النظام يمد النباتات بالمياه على فترات زمنية متقاربة مما يجعل مستوى الشد الرطوبي للتربة منخفض بذلك يمكن الحفاظ على درجة تركيز الأملاح في مياه التربة عند مستوى يقل عن الحد الضار بالنبات . إلا أنه يتوخى الحذر عند استخدام المياه المالحة إذ قد تتراكم أملاح سامه في التربة أوفساد بنية التربة بفعل أملاح الصوديوم.

6) **الاستخدام الأفضل للتربة الفقيرة** : يصعب استخدام الري بالرش في الأراضي الطينية كما يصعب استخدام الري السطحي في الترب الرملية . بينما تنجح أنظمة الري الموضعي في كلا نوعي الأرض .

7) **خفض تكلفة التشغيل** : حيث حاجة هذا النظام لليد العاملة لري المحاصيل وأجراء العمليات الزراعية الأخرى قليلة إلى جانب سهولة أجرائها لخدمة المحصول وبكفاءة عالية إضافة لإمكانية إضافة الأسمدة والمبيدات مع مياه الري مما تعمل على خفض تكاليف التشغيل عن ماهو جاري في أنظمة الري الأخرى.

تأثير الكلوريد :

أكثر النباتات حساسية للكلوريد ويظهر عليها أعراض التسمم به هي أشجار الفاكهة وبعض أشجار الزينة أما النباتات الحولية فيمكنها تحمل تركيزات عالية منه في أنسجتها دون ان تبدي أعراض تسمم وفي هذه الحالة فأن تأثير الكلوريد يكون نتيجة لتأثيره كملح في محلول التربة الغذائي.

وقد وجد أن التأثير السمي للكلوريد يبدأ على أشجار الفاكهة عندما يصل محتوى الورقة منه 0.5٪ من وزن الورقة الجاف بينما يمكن للمحاصيل الحولية (الموسمية) أن تتحمل من 5- 10 ٪ من الكلوريد في أنسجتها دون أن يظهر عليها تسمم (احتراق).

أعراض التسمم بالكلوريد :

يبدأ احتراق أو جفاف القمة المدببة للورقة ثم ينتشر إلى الجزء الداخلي للورقة بالحواف وعادة ما تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة أولا. في الحالات المتطورة من التسمم يعم الاحتراق الورقة كلها وفي الأخير تتساقط الأوراق.

وعلى كل حال تختلف الأشجار والأصول المستخدمة لها في مقاومتها للكلوريد في محلول التربة فمثلاً لا ينصح بزراعة البرتقال في تربة يزيد كمية الكلوريد بها عن 10- 15 مليمكافئ / لتر بينما يمكن أن يتحمل اليوسفي كلوريد حتى 25 مليمكافئ/لتر (في مستخلص عجينة مشبعة).

وعموماً لا ينصح بزراعة أي من أشجار الفاكهة الحساسة في تربة يزيد كمية الكلوريد في مستخلص عجينتها المشبعة عن 25 مليمكافئ / لتر.

8) **ارتفاع كفاءة الري وكفاءة استغلال الأرض** : يتميز هذا النظام بكفاءة عالية للري تبلغ 95 ٪ يصاحب ذلك كفاءة عالية لاستغلال الأرض لعدم وجود قنوات.

عيوب الري الموضعي :

بالرغم من المزايا العديدة لنظام الري الموضعي الأ انه لا يخلو من العيوب والتي أهمها :

1) **انسداد الموزعات** : وهي من أهم مشاكل الري الموضعي حيث توجد إمكانية انسداد المجاري المائية الصغيرة كالموزعات بفعل (الرمل ، الطمي ، المواد العضوية كالطحالب. الغرويات البكتيرية وترسيب المغذيات. الحديد الغروي وكربونات الكالسيوم) عند درجة الحرارة العالية. وتصنف مسببات الانسداد حسب طبيعتها إلى مايلي :

- ❖ أسباب بيولوجية : 37 ٪
- ❖ أسباب فيزيائية : 31 ٪
- ❖ أسباب كيميائية : 22 ٪
- ❖ أسباب أخرى : 10 ٪

ويمكن للتصفية الجيدة باستخدام المصفيات (الفلترات) إحداث خفض ملحوظ في المواد العضوية وإزالة الرمل والطمي والمغذيات غير المذابة . إما ترسب المواد الكيماوية ونمو البكتيريا فأنها تتطلب معالجة مسبقة بواسطة الكيمياويات وينبغي عدم استخدام نظام الري الموضعي إذا تعذرت المعالجات التي تحد من عيوبه.

2) **تراكم الأملاح** : في هذا النظام مثله مثل أي نظام أخر هناك احتمال وقوع مشاكل ناتجة عن الملوحة ولتجنب الملوحة والوقاية منها فانه يتطلب تنظيم المياه. وما لم تتخذ جهود لعلاج هذه المشكلة فانه ربما تنشأ مناطق

العوامل المؤثرة على تحمل المحاصيل للملوحة :

- **تركيز الأملاح** : تأثير الأملاح على المحاصيل يتناسب مع تركيزها في محلول التربة وليست كميتها . فتركيز الأملاح في المحلول الأرضي يقل مع ازدياد المحتوى الرطوبي في التربة وعندما يتبخر الماء من التربة نتيجة للبخر والنتح تقل كمية الماء في التربة فيزداد تركيز الأملاح وبذلك تتعرض النباتات إلى ظروف مختلفة رغم بقاء الكمية واحدة وثابتة في التربة وتقل مقاومتها للأملاح.
- **الأصناف** : تختلف الأصناف عن بعضها البعض للمحصول الواحد في قدرتها على تحمل الملوحة. ففي هذا الصدد يمكن استنباط أصناف مقاومة أو أقلمة أصناف جديدة تتحمل الملوحة.
- **الظروف المناخية** : تزداد قدرة المحاصيل الزراعية على تحمل الملوحة عند زراعتها في المناطق الباردة أو في الفصول الباردة عن المزروعة في المناطق أو خلال الفصول الحارة حيث تقل المقاومة بزيادة درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء . وباحتواء الهواء المحيط بالنباتات على نسبة عالية من مواد التلوث كالغبار وأبخرة المواد العضوية.
- **المعاملات الزراعية** : تزداد قدرة المحاصيل الزراعية على تحمل الملوحة عند تطبيق العمليات الزراعية المناسبة كالتسميد ، الري ، ومقاومة الآفات ... الخ.

التأثير السمي لبعض عناصر الملوحة :

أهم العناصر ذات التأثير السام على النبات والتي يمكن تواجدها في الأراضي الملحية هي: الكلوريد، الصوديوم والبورون. ويحدث تأثير هذه العناصر السمي عند تراكمها في أنسجة النبات بتركيزات عالية نسبياً تفوق قدرة تحمل النبات لها.

تتراكم فيها الأملاح ولاسيما عند الأطرف الخارجية لكتله التربة المبللة . حيث أن سقوط الأمطار عليها يؤدي إلى ذوبان الأملاح وتسللها إلى أسفل وقد تصل منطقة نمو الجذور وتضر النباتات مما يلزم ري إضافي بالرش أو ري سطحي للتخلص من الأملاح الزائدة عند ملاحظة تراكمها.

3) **النمو المحدود للجذور** : في الري الموضعي تتركز الجذور في المنطقة المبللة فإذا كانت ضئيلة المساحة والتعمق فإن جذور النباتات لا تنتشر بشكل كافي وطبيعي وبالتالي تتأثر النباتات وربما تتهاوى الأشجار إذا تعرضت لرياح شديدة إلا أنه وبالتوزيع السليم للموزعات يمكن درء هذا الخطر .

4) **تعود النباتات على الري والتغذية المنتظمة** : من عيوب هذا النظام أن النباتات قد اعتادت على التغذية المنتظمة فأنه إذا توقفت تغذية النبات بالمياه لأي سبب كان فان النباتات تعاني من إجهاد أكثر من النباتات المزروعة على نظام الري السطحي التقليدي لذلك فإنه يجب أن يكون استمرار عمل النظام مأموناً تماماً من حيث عدم توقفه ولابد من وجود حد أدنى من المنطقة المبللة لضمان نمو أمثل لجذور النباتات ويتوقف ذلك على كمية مياه الري المضافة في كل ريه .

5) **الحاجة الشديدة إلى إدارة ذات كفاءة عالية** : يحتاج الري الموضعي لإدارة جيدة وذات كفاءة عالية في إدارة النظام من حيث إعطاء كميات ومواعيد ريات تعمل على تجنيب النظام أيٍّ من مشاكل الملوحة ، وانسداد الموزعات والنمو غير الطبيعي لجذور النباتات أو تحد منها وتعمل على تشغيل النظام بكفاءة عالية .

تقسيم المحاصيل الزراعية حسب درجة تحملها النسبي لملوحة التربة :

تختلف المحاصيل الزراعية من حيث قدرتها على تحمل الملوحة فبعضها يمكن أن يتحمل مستويات عالية من الملوحة ويمكنها النمو في وجود الأملاح بالتربة نمواً جيداً نسبياً ، بينما البعض الآخر أقل تحملاً أو حساساً لها ولا يمكن أن يتحمل حتى مستويات منخفضة منها . وعليه فأنه من الأهمية بمكان أن تؤخذ الملوحة بعين الاعتبار عند تحديد المحاصيل المراد زراعتها بحيث يتم تجنب زراعة محاصيل حساسة أو قليلة التحمل للملوحة في ترب ذات ملوحة متوسطة أو عالية بهذا يمكن تجنب الانخفاض الكبير في إنتاجية المحاصيل نتيجة الملوحة. والجدول (8) يقسم المحاصيل الزراعية حسب قدرتها النسبية على تحمل ملوحة التربة.

جدول رقم (8)

تقسيم المحاصيل الزراعية حسب قدرتها النسبية على تحمل ملوحة التربة

حساسة	قليلة التحمل	متوسطة التحمل	متحملة	عالية التحمل
التوصيل الكهربائي في المستخلص المشبع❖>2مليموز/سم	❖❖ > 4 مليموز/سم	> 8 مليموز/سم	> 12 مليموز/سم	> 16 مليموز/سم
المحاصيل الحقلية				
فاصوليا	السمسم، اللوبيا	الذرة الشامية ، الفول السوداني	الذرة الرفيعة، البرسيم	الدخن ، القطن
محاصيل الخضار				
البقدونس ، الفول	الشمام، البامية ، الفجل، الجزر، الفلفل، البصل، الثوم	الطماطم، الباذنجان،الكرنب، الخيار، البطيخ، الخس		
أشجار الفاكهة				
	الموز، الباباي، المانجو، جريب فروت، الليمون، البرتقال		الجوافة	النخيل

❖ مستوى الملوحة في التربة لمستخلص العجينة المشبعة .

❖❖ خلال مرحلة الإنبات ومراحل النمو الأولي يجب أن لا تزيد ملوحة التربة عن 4 مليموز / سم.

6) **ارتفاع التكلفة الأولية لنظام الري الموضعي** : يحتاج النظام إلى رأسمال كبير لشراء مكوناته المختلفة ذات المواصفات الجيدة .

7) **التحكم في الظروف الجوية** : تستخدم الأنظمة الثابتة للري كالرش من أجل حماية أشجار الفواكه من الصقيع وأيضاً من لفح الشمس وكذا في التحكم في درجة الرطوبة بالنسبة للخضروات والزهور . ولكن الري الموضعي لابسهم بمثل هذا التحكم في الظروف الجوية .

مكونات أنظمة الري الموضعي :

تتكون أنظمة الري الموضعي من مصدر مائي ليغذي النظام بمياه الري ومضخة تعمل على دفع مياه الري داخل النظام وبضغط مناسب ثم مركب رأسي يتكون من الفلترات ومصفيات الرمل والحصى والمسمدات ومنظمات الضغط والصمامات ثم الخطوط الرئيسية والفرعية ثم المساقي الجانبية (الخراطيم) التي تحمل عليها الموزعات التي تعمل على إيصال مياه الري إلى منطقة جذور النباتات.

الإجراءات الاحترازية (الوقائية) التي يجب اتخاذها :

قبل تصميم نظام الري لابد من الأخذ بعين الاعتبار تحليل مياه الري حتى يتسنى للمصمم وضع الإجراءات الوقائية لتجنب انسداد الموزعات . لذا فانه يجب معرفة محتوى المياه من الأجسام الصلبة وماهو عضوي منها وماهو غير عضوي كما يجب قبل التصميم معرفة المحاصيل المطلوب زراعتها واحتياجاتها المائية لضمان وضع التصميم السليم للمشروع .

الأعراض الظاهرية لتأثير الملوحة على النبات:

- محدودية النمو وتقزمه. وقد لا تظهر أية أعراض واضحة للعيان إذا لم تكن هناك أجزاء في نفس الحقل من الأرض غير مالحة للمقارنة في مثل هذه الحالة يكون هناك انخفاض في الإنتاجية بنحو 20٪ دون أن يكون هذا الانخفاض واضح للعيان.
- تسبب الملوحة المعتدلة سقوط الأزهار والثمار بعد عقدها مما يسبب تشوه القمة النامية للطماطم (العفن القمي) ويظهر الخس أعراض تسممه بوجود بقع غامقة اللون في قلب الخس.
- عند ازدياد الملوحة فأن تقزم النبات يكون أكثر وضوحاً وتكتسب أوراق النبات اللون الأخضر الداكن وفي كثير من الأحيان اللون الأخضر المزرق وتكسو الأوراق طبقة شمعية .
- من الأعراض التي تظهر على الجذور هي قلة النمو والتفرع وتكون خلايا سميكة الجدر ويكثر فيها الكنتين وهذا يؤدي إلى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء .
- يظهر احتراق الأوراق جزئياً أو كلياً وتساقطها في حالة التسمم بأحد عناصر التأثير السمي.

استخدامات الأراضي والمياه

أولاً / استخدامات الأراضي

تعريف ملوحة الأراضي :

في الظروف الطبيعية ، تؤثر التربة على نمو وإنتاجية النبات نتيجة للتغيير في الآتي:

- رطوبة التربة.
- صلاحية العناصر الغذائية.
- الخواص الطبيعية للتربة.
- تركيزات الأملاح غير العادية في التربة.

تزداد أهمية العامل الرابع في الأراضي المروية للمناطق الجافة وشبه الجافة حيث لا تهطل أمطار كافية للغسيل فتتراكم الأملاح في التربة إلى المستوى الذي يؤثر سلباً على نمو وإنتاجية النبات وفي هذه الحالة فأن الملوحة تعتبر مشكلة زراعية رئيسية تتطلب معالجات خاصة بها لتخفيف أثرها السلبي على النبات والحد من انتشارها .

1) الأراضي الملحية :

هي الأراضي التي تحتوي على درجة تركيز عالية من الأملاح الذائبة بحيث تحدث ضرراً لمعظم النباتات ويكون التوصيل الكهربائي (EC) لمحلول التربة المشبعة أكثر من 4 مليموز/ سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP) أقل من 15 ٪ من السعة التبادلية الكتيونية. درجة حموضة التربة (pH) عادة 8.2 وقد تزيد في الأراضي الجبسية.

3) زيادة الأملاح في محلول التربة يزيد من امتصاص النبات لها لذا قد يكون لبعض عناصر الملوحة تأثيراً ساماً عندما يتراكم في أنسجة النبات بنسبة كبيرة واهم عناصر الملوحة ذات التأثير السمي هي الكلوريد ، الصوديوم ، البورون.

4) زيادة الأملاح بتركيزات عالية في محلول التربة يؤثر على امتصاص أيونات أخرى مهمة لفعالية الخلايا النباتية وبالتالي أحداث خلل في توازن الوسط الغذائي وهذا يؤدي لزيادة امتصاص عنصر بكمية عالية تفوق حاجة النبات على حساب عنصر آخر أكثر أهمية للنبات.

جدول رقم (7)
تقسيم الحاصلات الزراعية حسب تأثرها بملوحة التربة

درجة ملوحة التربة	مستوى الملوحة التوصيل الكهربائي مليموز/سم		مستوى الملوحة (٪)	التأثير على نمو وإنتاجية الحاصلات الزراعية	مجموعة المحاصيل الممكن زراعتها
	في المستخلص المشبع	في مستخلص 1:1 ❖			
عديمة الملوحة	2 >	0.9 >	0.06 >	عديمة التأثير على جميع المحاصيل	جميع المحاصيل الزراعية
قليلة الملوحة	4–2	1.8–0.9	0.12–0.06	تتأثر المحاصيل الحساسة	جميع المحاصيل عدى الحساسة
ضعيفة الملوحة	8–4	3.6–1.8	0.23–0.12	تتأثر المحاصيل الحساسة والقليلة التحمل للملوحة	جميع المحاصيل عدى الحساسة وقليلة التحمل
متوسطة الملوحة	16 – 8	7.3–3.6	0.46–0.23	تتأثر المحاصيل الحساسة والقليلة والمتوسطة التحمل	المحاصيل المتحملة وعالية التحمل للملوحة
عالية الملوحة	16 >	7.3 >	0.46 >	تتأثر جميع المحاصيل عدى عالية التحمل للملوحة	المحاصيل عالية التحمل للملوحة

❖ تقدير تقريبي افترض أن التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة = التوصيل الكهربائي لمستخلص 1:1 × 2.2 وهذا العامل الثابت حسب لتربة متوسطة القوام إلا أنه سيتوقف على قوام التربة ويمكن أن يتراوح بين 2.6 للترب الخفيفة إلى حوالي 1.8 للترب الثقيلة القوام.

معظم الأملاح الموجودة في هذه الترب متعادلة واهم الأملاح هي كلوريدات وكبريتات الصوديوم ، الكالسيوم والمغنسيوم .

عندما تحتوي هذه الأراضي على تركيزات عالية من الأملاح الذائبة فأنها تعيق نمو النبات وفي هذه الحالة يتطلب قبل استزراعها أجراء عملية استصلاح تتلخص في أجراء عملية الغسيل للأملاح الزائدة من منطقة الجذور. أما في الأراضي التي يكون فيها مستوى الماء الأرضي قريب من السطح كما هو الحال في مناطق الرميلة وعبر عثمان وغيرها من أراضى وادي حسان في دلتا أبين، فأنه لابد من إنشاء قنوات منخفضة عن سطح الأرض بمواصفات محسوبة بدقة تسمى مصارف ويتم خلالها التخلص من ماء الغسيل الحامل للأملاح إلى منطقة بعيدة عن الأراضي الزراعية.

والأراضي الملحية وفقاً للتصنيف الأميركي تنقسم إلى أربع مجاميع كما في الجدول التالي:

جدول رقم (6)

تصنيف الأراضي حسب ملوحتها

التصنيف	الملوحة (٪)	التوصيل الكهربائي لمحلول التربة المشبعة (مليموز/سم)	وصف الأرض
0	صفر – 0.15	صفر – 4	أراضي غير ملحية
I	0.35 – 0.15	8 – 4	أراضى قليلة الملوحة
II	0.65 – 35	16 – 8	أراضي معتدلة الملوحة
III	أكثر من 0.65	أكثر من 16	أراضي مالحة

ملوحة التربة وتأثيرها على النبات :

تقسيم الأراضي حسب درجة ملوحتها :

وفقاً لتأثير الملوحة على نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية فقد قسمت الملوحة في الأراضي الملحية (مقاسه بالتوصيل الكهربائي) حسب مقاومة النباتات النامية إلى ست درجات خصصت لكل درجة مجموعة من المحاصيل التي تنمو وممكن أن تعطى اقتصادياً في وجودها بالتربة الجدول رقم (7) يوضح درجات الملوحة ومستوى ملوحة كل درجة وتأثيرها على النبات.

التأثير الفسيولوجي للأملاح :

1) ترفع الأملاح الذائبة الضغط الأزموزي لمحلول التربة بالتالي تنخفض سرعة دخول الماء إلى جذور النبات ؛ لأنه في هذه الحالة يكون الجهد المائي لمحلول التربة أقل من الجهد المائي لمحلول الخلايا النباتية للجذور لذا فأن سرعة دخول المياه للجذور تقل . وعليه فانه كلما زاد تركيز الأملاح في محلول التربة تقل سرعة دخول الماء إلى الجذور كلما زاد من احتمال تعرض النبات للجفاف لعدم كفاية السرعة التي يدخل بها الماء نسبة إلى سرعة فقده من الجزء الخضري بعملية النتح.
2) زيادة الأملاح في محلول التربة يزيد من دخول الأيونات بكميات زائدة عن حاجة النبات مما تحدث تغيراً غير اعتيادي في الأعمال الحيوية للخلية. وما تسببه تلك الأيونات من ضرر تفوق التأثير الأزموزي الذي تحدثه . وتسبب الأملاح خللاً في أعمال الأنزيمات ، نقصاً في تركيز RNA و DNA ، زيادة سرعة التنفس مما يزيد من هدم المواد فيقل النمو. وبطْء سرعة البناء الضوئي.

2) الأراضي الملحية القلوية :

تحتوي هذه الأراضي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة بالإضافة إلى كميات ضارة من أيونات الصوديوم. ووفقاً لهذا التعريف فإن نسبة الصوديوم المتبادل تشغل أكثر من 15٪ من السعة التبادلية الكتيونية .والتوصيل الكهربائي لمحلول التربة المشبعة يزيد عن 4 مليموز / سم. كما أن معيار الحموضة للتربة (PH) لا يزيد عن 8.5.

المظهر الخارجي لهذه الترب يشبه الترب الملحية. وعملية غسيلها تسبب زيادة معيار الحموضة إذا لم تكن هناك كميات كبيرة من أيونات الكالسيوم في التربة. ومن الأفضل في هذه الحالة إضافة الكالسيوم في صورة الجبس إلى هذه الترب عند أجراء عملية الغسيل وذلك لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم في المحلول الأرضي والسعة التبادلية.

3) الأراضي القلوية :

ترب هذا النوع من الأراضي لا تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة والتأثير المحدد على النبات في هذه الأراضي يعود إلى سمية أيونات الصوديوم (Na^+) وهيدروكسيل (OH^-). تشكل أيونات الصوديوم أكثر من 15 ٪ . من السعة التبادلية الكلية للتربة والتوصيل الكهربائي أقل من 4 مليموز/سم. معيار الحموضة أكثر من 8.5 ويصل أحيانا إلى 10 . ارتفاع حموضة التربة (pH) بصورة أساسية يرجع إلى تحلل كربونات الصوديوم ($Na_2\ CO_3$) والتي تحدث كالتالي :

$$2Na^+ + CO_3^{--} + H_2O \rightleftharpoons 2Na^+ + 2OH^- + H_2CO_3$$

أيونات الهيدروكسيل الناتجة تعطي قيم PH إلى 10 وما فوق.

محتوى محلول التربة من الأملاح الذائبة والأيونات يختلف عما هو الحال عليه في الترب الملحية حيث تترسب أيونات الكالسيوم والمغنسيوم بشكل كربونات ومعظم الأيونات في التربة في الغالب هي أيونات الكلور والكبريتات مع قليل من الكربونات تتميز هذه الأراضي بسوء التهوية وبطء نفاديه التربة أي دخول الماء إليها. وصعوبة الحراثة حيث تكون هذه الترب لزجة عندما تكون رطبة غامقة اللون عادة ولذلك أطلق عليها بالترب القلوية السوداء.

الصفات الظاهرية للأراضي الملحية:

- لا تتشقق أو ضعيفة التشقق عند الجفاف وذلك لضعف خاصية الانكماش بها لتجمعها بالأملاح ولاحتفاظها برطوبة عالية في كثير من الأحيان بسبب الجذب السطحي للماء المحتوي على الأملاح.
- مذاقها ملحي وهي جافة.
- تظهر الأملاح البيضاء على ظهور الخطوط والبتون وحواف الشقوق.
- الأراضي شديدة الملوحة تنمو بها الحشائش البرية المحبة للملوحة.

الصفات الظاهرية للأراضي القلوية (الصودية) :

- ضعف تصريف المياه إلى الطبقات السفلى وبذا تفقد كمية كبيرة من الماء بالتبخر .
- تشقق سطح التربة إلى شقوق صغيرة صلبة سرعان ما تتقوس حروفها إلى الأعلى بينما تكون التربة أسفل الشقوق رطبة ولزجة.
- مذاقها ملحي مر.
- يظهر بسطحها بقع كثيرة أو قليلة منتشرة حسب درجة القلوية . زيتية اللون وناعمة الملمس جداً وذلك نتيجة لتفرقه المادة العضوية بها.