نوعية مياه الري Irrigation Water Quality

تعد نوعية مياه الري من أهم العوامل المحددة لصلاحيتها للري. إذ لا يمكن تحديد إمكانية استخدامها للري من دون تحديد نوعيتها في ضوء عدد من المؤشرات المعتمدة في تحديد نوعية المياه ومن أهم هذه المؤشرات:-

اولاً : الكمية الكلية للأملاح الذائبة Total Dissolved Salts (TDS)

وهي الكمية الكلية للأملاح الذائبة على شكل آيونات $Cl^{-1}, Hco_3^{-1}, Co_3^{-1}, So_4^{-2}, K^{+1}, Na^{+1}, Mg^{+2}, Ca^{+2}$ وكمية قليلة من البورون، وتكمن أهمية هذا المؤشر في كونه يعطي فكرة واضحة عن كمية الأملاح الذائبة التي تحملها مياه الري إلى الأراضي الإروائية ودورها في رفع الضغط الازموزي لمحلول التربة وبالتالي تدهور صفات التربة على مدى فترات طويلة من استخدام مياه الري. ويمكن تقدير قيمة TDS لمياه الري من خلال تبخير حجم معلوم من المياه في جفنة خزفية أو بيكر بهدوء على حمام مائي أو رملي، وبعد الوصول إلى حالة الجفاف تترك الأملاح المتبقية في الفرن بدرجة حرارة $105c^o$ لمدة ثلاث ساعات، وبعدها توزن بميزان حساس ثم تحسب قيمة TDS بوحدة $mg.l^{-1}$ أو بوحدة ppm. يمكن التعبير عن تركيز الأملاح في مياه الري بوحدات التوصيل الكهربائي (EC) وهي $mmhos.cm^{-1}$ أو $\mu mhos.cm^{-1}$ وعند استخدام الوحدات القياسية العالمية S.I. Unit تكون وحدات التوصيل الكهربائي $S.m^{-1}$ أو $dS.m^{-1}$ مع ملاحظة ما يلي:-

$S.m^{-1} = 10mmhos.cm^{-1}$

$dS.m^{-1} = mmhos.cm^{-1}$

$dS.m^{-1} = 10 \times S.m^{-1}$

$mS.cm^{-1} = dS.m^{-1}$

$0.64 \times EC\ (mS.cm^{-1}) = TDS\ (mg.l^{-1})$

وقد اقترحت عدة معايير لتصنيف مياه الري اعتماداً على قيم EC منها تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي المبين في الجدول (1)

جدول (1) تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لمياه الري اعتمادا على قيم التوصيل الكهربائي

EC $dS.m^{-1}$	الرمز	الصنف	مدى الملائمة
اقل من 0.25	C_1	مياه ذات ملوحة منخفضة	ملائمة لأغلب النباتات
0.75 – 0.25	C_2	مياه ذات ملوحة متوسطة	ملائمة للنباتات جيدة التحمل في حالة وجود بزل متوسط
2.25 – 0.75	C_3	مياه ذات ملوحة عالية	ملائمة للنباتات المقاومة للملوحة مع ضرورة وجود بزل جيد
2.25 فأكثر	C_4	مياه ذات ملوحة عالية جدا	ملائمة للنباتات المتحملة للملوحة مع وجود غسل شديد

ثانياً : خطورة الصوديوم Sodium Hazard

يمكن التعبير عن خطورة الصوديوم باستخدام عدة معايير منها :-

1- نسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ration (SAR)

وهي النسبة بين تركيز الصوديوم إلى تركيز الكالسيوم والمغنسيوم في مياه الري، وهي تستخدم كمؤشر لمدى خطورة الصوديوم لمياه الري وتحسب قيمة SAR حسب المعادلة التالية :-

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

حيث إن تركيز كل من الكالسيوم و المغنسيوم والصوديوم بوحدة $meq.l^{-1}$

واعتماداً على قيم SAR فقد صنفت مياه الري إلى الأصناف المبينة في الجدول (2)

جدول (2) تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لمياه الري اعتماداً على قيم SAR

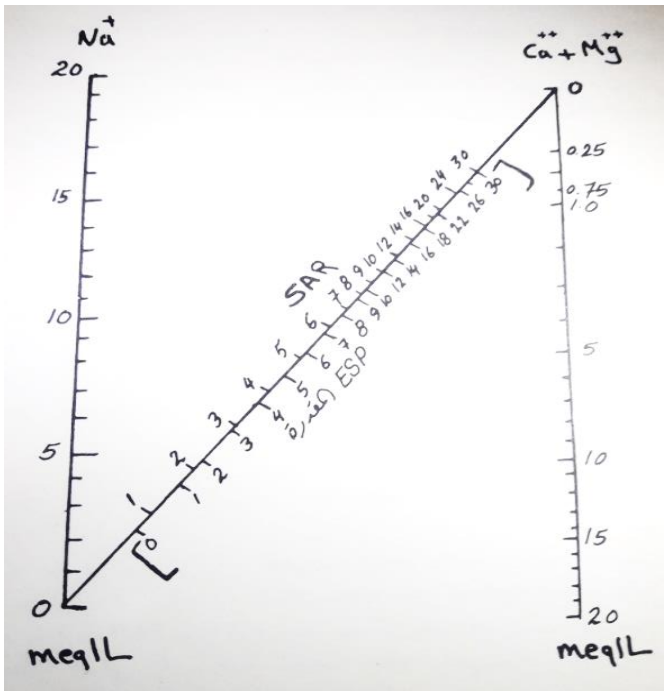
الصنف	الرمز	قيمة SAR	مدى الملائمة
مياه ذات محتوى واطئ من الصوديوم	**S_1**	**10 – 0**	**تستخدم لري المحاصيل الحساسة للصوديوم**
مياه ذات محتوى متوسط من الصوديوم	**S_2**	**18 – 10**	**تستخدم لري الترب الخفيفة القوام والعالية النفاذية مع التحسين بإضافة الجبس الزراعي**
مياه ذات محتوى عالي من الصوديوم	**S_3**	**26 – 18**	**يتطلب استخدامها الصرف الجيد ومتطلبات غسل عاليه وتستخدم لري المحاصيل المتحملة للصوديوم مع إضافة المواد العضوية والجبس الزراعي**
مياه ذات محتوى عالي جدا من الصوديوم	**S_4**	**أكثر من 26**	**غير مناسبة لأغرض الري إلا تحت ظروف خاصة جدا مع مراعاة إضافة الجبس الزراعي**

2- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل Exchangeable Sodium Percentage (ESP)

وهي تعبير عن مدى تشبع معقد التبادل للتربة بالصوديوم وتحسب من خلال العلاقة التالية :-

$$\mathbf{ESP= 100(-0.0126 + 0.0147 \times SAR) / 1+ (-0.0126 + 0.0147 \times SAR)}$$

وقد اقترح مختبر الملوحة الأمريكي المخطط المبين في الشكل (1) لحساب قيم SAR لمياه الري وقيم ESP المقابلة للتربة بعد تقدير تركيز كل من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم .



شكل (1) المخطط المقترح من قبل مختبر الملوحة الأمريكي لتقدير قيم SAR لمياه التربة وقيم ESP المقابلة للتربة

من الجدير بالذكر إن استخدام مياه ذات التركيز العالي من البيكاربونات Hco_3^{-1} يؤدي إلى ترسيب الكالسيوم على هيئة كاربونات الكالسيوم وبالتالي تغير قيم SAR وكذلك قيم ESP. وبناءً على ذلك فقد اقترحت قيمة SAR المعدلة Adjusted SAR (Adj.ASR) والتي يمكن حسابها من المعادلة التالية :-

$$\mathbf{Adj.SAR = SAR\ [1+ (8.4 – PH_C)]}$$

PH_C هي قيمة PH لمياه الري عندما تكون في حالة توازن مع كاربونات الكالسيوم ويمكن إيجاد قيمة PH_C من المعادلة أدناه:-

$$PH_C = (PK_2 - PK_C) + P(Ca+Mg) + PAIK$$

PK_2 اللوغاريتم السالب لثابت ذوبان حامض الكاربونيك

PK_C اللوغاريتم السالب لثابت ذوبان كاربونات الكالسيوم

$P(Ca+Mg)$ اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز الكالسيوم والمغنسيوم في مياه الري

PAIK اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز الكاربونات والبيكاربونات

يمكن حساب القيم المشار إليها أعلاه من جداول خاصة بعد معرفة مجموع التركيز بوحدة $meq.l^{-1}$ وبعد حسابها من الجداول يتم حساب قيمة PH_C ومنها يتم حساب قيمة Adj.SAR والتي من خلالها يمكن توقع التغيرات التي تحصل في مياه الري نتيجة ذوبان الكلس وحصول زيادة في تركيز الكالسيوم، أو ترسيب الكلس وحصول نقصان في تركيز الكالسيوم. وكقاعدة عامة تكون قيمة Adj.SAR اكبر من قيمة SAR الاعتيادية إذا كانت مياه الري ذات تركيز عالي من البيكاربونات.

ثانياً : خطورة البيكاربونات Bicarbonate Hazard

تأتي خطورة البيكاربونات من إن زيادة تركيزها في مياه الري سوف يؤدي إلى ترسيب الكالسيوم على هيئة كاربونات الكالسيوم وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة في قيم SAR. وقد تم استخدام كاربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate (RSC) والتي يعبر عنها بوحدة $meq.l^{-1}$ كمؤشر لتقييم تأثير البيكاربونات في نوعية مياه الري والتي تحسب من المعادلة التالية:

$$RSC = (Co_3 + Hco_3) - (Ca + Mg)$$

وعلى هذا الأساس تصنف نوعية مياه الري إلى الأصناف المبينة في الجدول (3)

جدول (3) تصنيف نوعية مياه الري اعتماداً على قيم RSC

الصنف	قيمة RSC بوحدة $meq.l^{-1}$
مياه صالحة لإغراض الري	1.25 – 0
مياه تأثيرها حدي أو هامشي	2.5 – 1.25
مياه غير صالحة للزراعة	أكثر من 2.5

ثالثاً : خطورة الكلورايد Chloride Hazard

ليس لأيون الكلورايد أي تأثير على الخصائص الفيزيائية للتربة لكونه أيون سالب وغير قابل للأمتزاز على أسطح التبادل لحبيبات التربة، الا ان خطورته تأتي من خلال تأثيره المباشر على المحاصيل خاصة عند التراكيز العالية التي تسبب السمية للعديد من المحاصيل خاصة المحاصيل الحساسة. وقد تم تصنيف مياه الري تبعاً حساسية المحاصيل لتركيز آيون الكلورايد إلى الأصناف المبينة في الجدول (4).

جدول (4) تصنيف مياه الري على أساس حساسية المحاصيل لتركيز آيون الكلورايد

الصنف	تركيز آيون الكلورايد بوحدة $meq.l^{-1}$	خطورة الاستعمال
1	أقل من 2	استعمال آمن مع جميع المحاصيل الزراعية
2	4 – 2	تحصل أضرار للمحاصيل الحساسة إلى المتوسطة الحساسية
3	8 – 4	تحصل أضرار للمحاصيل المتوسطة التحمل
4	أكثر من 8	يسبب أضرار لجميع المحاصيل

رابعاً : خطورة البورون Boron Hazard

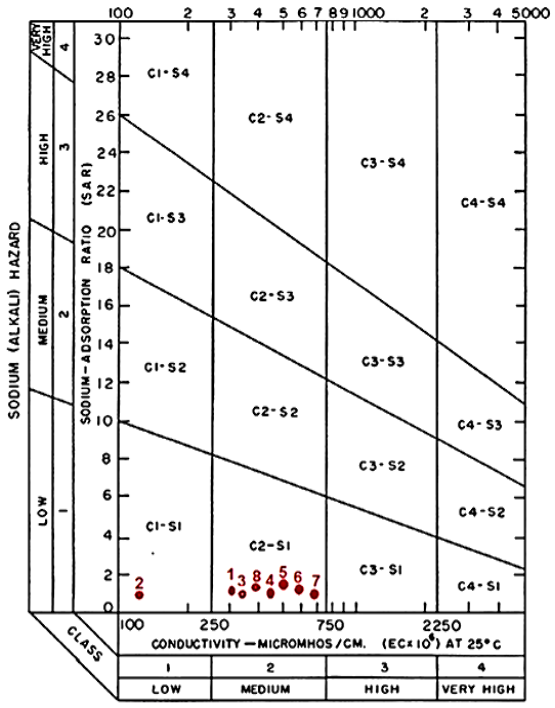
يتواجد البورون في مياه الري بصورة حامض البوريك وهو على العكس من الصوديوم الكلورايد حيث يعتبر عنصر غذائي مهم لنمو النبات والإخصاب ولكن بتراكيز قليلة، أما الزيادة في تركيز البورون تسبب السمية للنبات . والسبب في خطورة البورون هو أن المدى بين حد السمية وحد النقص يكون ضيقا جدا بالإضافة إلى عدم وجود طريقه ملائمة من الناحية الاقتصادية لإزالة سمية البورون من مياه الري وقد تم تصنيف مياه الري على أساس حساسية المحاصيل للبورون إلى الأصناف المبينة في الجدول (5).

جدول (5) تصنيف مياه على أساس حساسية المحاصيل للبورون

نوعية مياه الري	المحاصيل حسب حساسيتها للبورون بتركيز $meq.l^{-1}$		
	الحساسة	شبه الحساسة	المتحملة
مياه ممتازة	أقل من 0.33	أقل من 0.67	أقل من 1
مياه جيده	0.67 – 0.33	1.33 – 0.67	2- 1
مياه مسموح بها	1 – 0.67	2 – 1,33	3 – 2
مياه مشكوك بها	1.25 – 1	2.5 – 2	3.75 – 3
مياه غير مناسبة	أكثر من 1.25	أكثر من 2.5	أكثر من 3.75

تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي (تصنيف ريجارد) US Salinity Laboratory Staff (Richard)

وهو من التصانيف الشائعة في الولايات المتحدة الأمريكية وبحسب هذا التصنيف المبين في الشكل (2) فان مياه الري تقسم إلى أصناف Classes استناداً إلى التأثير المشترك لقيم EC,SAR لمياه الري. فعلى أساس قيم EC تقسم مياه الري إلى الصنف C_1 قليلة الملوحة والصنف C_2 المتوسطة الملوحة والصنف C_3 العالية الملوحة والصنف C_4 العالية الملوحة جداً. أما على أساس قيم SAR تقسم مياه الري إلى الصنف S_1 قليلة الصوديوم والصنف S_2 متوسطة الصوديوم والصنف S_3 عالية الصوديوم والصنف S_4 عالية الصوديوم جداً. وعلية فان مياه الري وفقاً لهذا التصنيف مقسمة إلى 16 صنفاً (C-S Classes). فعلى سبيل المثال إذا كانت قيمة EC لمياه الري $500\ \mu mhos.cm^{-1}$ وقيمة SAR 12 فان مياه الري تقع ضمن الصنف C_2-S_2 أي إن هذه المياه يمكن أن تستخدم في معظم الترب لري معظم المحاصيل وتحتاج إلى عملية غسل للأملاح في حالة استخدامها لري المحاصيل الحساسة كالحمضيات.



شكل (2) تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي (تصنيف ريجارد)