**غسل واستصلاح الترب المتاثرة بالملوحة وتاثيرها في خصائص التربة ونمو النبات.**

**محسن ناصح حوشان**

**قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة البصرة**

[**Mohsen7311m@gmail.com**](mailto:Mohsen7311m@gmail.com)

**الخلاصة :**

تعاني الترب المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة من مشكلة تراكم الاملاح فيها لعدم استعمال ماء غسل كافي لازالة الاملاح المضافة مع مياه الري. ان ملوحة التربة تساهم في انخفاض نمو وانتاجية النباتات النامية في تلك الظروف، وكذلك التاثير في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والهيدروليكية. تعد عملية الاستصلاح الحل الجذري لمشكلة التملح ومن أهم المقومات الاساسية لانجاح عملية إستصلاح الترب الملحية هو تحديد الكمية المثلى من مياه الغسل أو ما يطلق علية (مقنن الغسل). ومن ثم فان عملية الغسل وصافي حركة مياه الغسل مطلوبة لإزالة الأملاح لمنعها من التركيز في منطقة الجذور إلى المستوى المناسب لتحمل النباتات لضمان عدم تاثيره في نموها وانتاجيتها. ان مفهوم غسل لتربة من الاملاح وتحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية يعتمد على عدة عوامل منها متعلقة بطريقة الغسل وملوحة وكمية الماء المضاف خلال عملية الغسل والفترة الزمنية للغسل فضلا عن خصائص التربة وعوامل أخرى، اذ بين كثير من الباحثين تفوق طريقة الغسل المتقطع بالاحواض قياسا بالغسل المستمر في إذابة الاملاح الموجودة في الطبقة السطحية وانتقالها مع حركة الماء الى الاعماق ومنه الى اماكن البزل، كما اشاروا الى ان زيادة فترات الغسل ذات ملوحة ماء غسل منخفضة في طريقة الغسل المتقطع اظهرت كفاءة اكبر في استخدام كميات أقل من المياه، اضافة الى ان زيادة فترات الغسل قد تزيد من سرعة غسل الاملاح من التربة كذلك أشاروا الى ان زيادة كمية المياه وفترات الغسل قد تساهم في خفض ملوحة التربة المدروسة وخاصة في ظروف التربة غير المشبعه.

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

**الكلمات المفتاحية** : استصلاح التربة، الغسل المتقطع ، فترات الغسل، نوعية ماء الغسل.

**1-خصائص الترب المتاثرة بالملوحة:**

تعاني الترب المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم من مشكلة تراكم الاملاح فيها لعدم استخدام ماء غسل كافي لازالة الاملاح المضافة مع مياه الري، كما ان ممارسات الري الخاطئة ورداءة ملوحة وكمية ماء الري، فضلا عن عدم وجود نظام بزل فعال يساهم بزيادة ملوحة الترب ( Kitamura *et al*.; 2006 ). تقسم الملوحة في الترب إلى ملوحة أولية وثانوية اعتماداً على المصادر التي تكونت منها في التربة ، أذ تتكون الملوحة الاولية نتيجة تجوية المعادن الأولية او المادة الام، اما الملوحة الثانوية فتتكون نتيجة الاستعمال الخاطيء للترب وممارسات الري التي تؤدي الى ارتفاع المياه الارضية عالية الملوحة ومساهمتها في عملية التملح ( Aslam and Prathapar,2006 (.

تتمثل ملوحة التربة بوجود تراكيز عالية من الايونات الموجبة والسالبة مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكلورايد والكبريتات والبيكربونات ، الا أنَ اكثرها تاثيرا هما ايوني الصوديوم والكلورايد بسبب تاثيرهما السمي على النبات وتاثير الصوديوم في بعض صفات التربة الفيزيائية والكيميائية ( Yadav *et* *al*.;2007).

تعد مشكلة ملوحة التربة من أهم المشاكل التي تواجه الزراعة ، إذ أن إرتفاع نسب الاملاح في التربة يؤدي مثلا إلى إرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل فيها الذي يؤدي الى تفريق تجمعات التربة وإنتشار دقائقها، مما ينتج عنه قلة حركة الماء والهواء وتكون قشرة صلبة على سطح التربة تؤدي إلى عرقلة نمو البذور وموت البادرات وخفض كمية انتاج المحاصيل( الفضلي والموسوي،2007)، ويعتبر تجمع الأملاح داخل التربة وتراكمها بكميات زائدة سبباً في ارتفاع الضغط الازموزي لراشح التربة ، مما يؤدي إلى تحديد قابلية النباتات على امتصاص الماء والمغذيات ، ومن ثمَ إعاقة وضعف نموها (USDA, United States Department of Agriculture, 1998 ).

**2 - استصلاح الترب المتاثرة بالملوحة :**

تعتمد عملية استصلاح التربة المتاثرة بالملوحة على العديد من العوامل المتعلقة بجيومورفولوجيا التربة وخصائصها والظروف المناخية وزراعة المحاصيل وتناوب زراعتها، فضلا عن العوامل الاخرى، فمثلا الترب الناعمه ذات المحتوى العالي من الطين ومستويات الملوحة والصوديوم العالية يصعب استصلاحها بسبب المشاكل المرتبطة بحركة المياه في مقد التربة ، وان استصلاح هذه الترب يكون أكثر تعقيدًا خاصة إذا كان الجزء المعدني من الطين يتكون في الغالب من المعادن المنتفخة ( Qadir *et al*.,2008 ).

يمكن استعمال الطرق الكيميائية في استصلاح التربة الملحية من خلال مزج التربة بالجبس (; Hanay *et al*.,2004 Liu *et al.,*2015) او الفحم (Drake *et al*,2016 ; Chagati *et al*.,2015 ) او المادة العضوية ( Liu *et al*.,2015 ; Mahmoodabadi *et* *al*.,2013 ) او المصلحات الصلبة ) Meena *et al*.,2016 ; Tintner *et al*.,2016 )، كذلك يتم استخدام الطرق الفيزيائية مثل الغسل بالماء لنقل الأملاح الزائدة والقابلة للذوبان من الافاق اوالطبقات العليا إلى أعماق التربة السفلية أو خارج منطقة الجذور(Misra and Mahapatra,1989) ، او استخدام النباتات المتحملة لاستصلاح الترب المتاثرة بالملوحة (Wu *et al*.2009 ; He *et al*.,2004 ). على الرغم من استخدام هذه الأساليب بنجاح في استصلاح التربة الملحية، فإنه توجد بعض القيود لاستخدامها، على سبيل المثال الطرق الكيميائية قد تكون ذات تاثير محدود في الاستصلاح بسبب تاثيرها في أعماق ضحلة للتربة المتاثرة بالملوحة او بسبب نقص المواد الخام المستخدمة عند وجود مساحات كبيرة من الترب المالحة التي تحتاج إلى استصلاح. ان استصلاح التربة الملحية من خلال غسل الاملاح تعد أسهل وأقل استهلاكًا للوقت وأكثر اقتصادا قياسا بالترب الصودوية، في حين استصلاح التربة الصودويّة يتم بتطبيق معالجات كيميائية ثم تتبعها عملية الغسل (Ghafoor et al. 2004).

ذكر(International Rice Research Institute) IRRI,2006 ؛Irshad *et* *al.*,2008 ان الخيارات المتاحة لمعالجة المشاكل المتعلقة بالملوحةهي ما يأتي **:**

1. الاستصلاح الهندسي: يشمل العمليات التي يتم من خلالها تغيير بيئة نمو النبات وجعلها طبيعية وملائمة لنمو النباتات من خلال إزالة التربة رديئة الخصائص واضافة تربة جيدة الخصائص مكانها، وهي تحتاج الـى مـوارد وتكاليف اقتصادية قد تكون باهضة ومكلفة للمزارعين ( Qadir *et al*.; 2007).
2. الاستصلاح الحيوي: هو انتخاب المحصول او تغيير الهندسـة الوراثية ليتمكن من العيش في الترب المتأثرة بالاملاح، وتعد قابلية النبات لتحمل الاجهاد الملحي لمستوى معين ذات اهمية عالية لادارة الموارد بشكل امثل وهذا سبب تطوير المحاصيل التي جرى تكييفها مع تحمل ملحي مرتفع يلائم بيئات الاجهاد الملحي) Bekheet *et al*.;2006).

ج - الاستصلاح الهجين: يتضمن كل من التحويـر البيئي والتحوير الحيوي وهو عـالي الانتاجـية واقل تكلفة من حيث الموارد ما يجعله توجها قيماً، وقد استخدم عـــلماء التربة العديد من طرائق الاستصلاح والادارة لتقليل خطر الملوحة ومشاكل الترب والمياه غير المستغلة، وعمليات الاستصلاح ستكون اكثر سهولة مع المحاصيل عالية التحمل للملوحة واكثر ربحية من الناحية الاقتصادية (IRRI, 2006 ).

باشر العراق باستصلاح الاراضي الملحية منذ اربعينات القرن الماضي في مواقع محدودة (الزبيدي،1992) اذبدأت أول الدراسات الحقلية والمختبرية في استصلاح الأراضي في العراق عام 1927 في الصقلاوية وتبعها محاولات عديدة كانت جميعها بسيطة ومحدودة، وفي عام 1950 بدأت تجارب استصلاح الأراضي بالتوسع وشملت مناطق عديدة في وسط العراق منها مشروع الدجيلة وطويريج وعانة وابي غريب والرضوانية والمسيب الكبير والتنومة و الخالص و أخيرا الحويجة ( Hardan *et al*., 1969 ). ومن ثم تم القيام ببرنامج مكثف في اوائل السبعينات يشمل تطوير واحياء الـمشاريع الاروائية القديمة، فضلاً عن استصلاح الترب المتكامل للمشاريع الجديدة والتي تشمل انشاء شبكات ري وبزل رئيسية وفرعية وحقلية متكاملة وتبطين قنوات الري وانشاء مبازل حقلية مغطاة وتعديل وتسوية الاراضي وانشاء محطات الضخ وشق الطرق وغسل واستزراع الترب، وقد بلغ مجموع المساحات المشمولة ببرنامج استصلاح الاراضي حوالي 3 ملايين دونم اكمل لغاية 1981 (عرعر،1982)، وانَ انشاء شبكات بزل قد تكون مجدية لخفض مستوى الماء الارضي وحركة الاملاح الى الطبقات السفلى، الا انَ معوقات النجاح التام لهذه التـقـنية هى كلفتهــــا العاليـــة لاغلب المزارعين وحاجتهـــا الـــى كميات كبيرة للمياه وملوحة المياه والنفاذية المنخفضة للتربة وقلة البزل وقابلية بعض الاملاح علـى تشتيت دقائق التربة (Irshad *et al*.,2008 ).

عملية الغسل ليست كما تبدو بانها عملية غسل بسيطة للاملاح خارج مقد التربة ولكنها عملية تتضمن تفاعلات مستمرة تؤدي فيها الغرويات والايونات الموجبة المتبادلة دورا مهما Nagshabandi *et al*.;1971)-Al)، اذ تحتاج عملية الغسل الى معرفة وحساب كمية مياه الغسل اللازمة ( مقنن الغسل ) وهنالك العديد من الطرق لذلك منها ماذكره Bresler *et al.*(1982) عن مختبر الملوحة الامريكيUSSL ( 1954 ) بان حساب كميات مياه الغسل ( مقنن الغسل) يتم وفق قاعدة عامة تستمد معلوماتها من ما يعرف بالخبرة اذ ان اضافة قدم واحد ( 30 سم ) من الماء يؤدي الى ازالة ما يقارب 80% من الاملاح الموجودة في قدم واحد من التربة، ومنها ايضا منحنيات الغسل والتي ابرزها المنحنيات التي توصل اليهاDieleman ( 1963) في العراق ويمكن بوساطة هذه المنحنيات تقدير عـمق مياه الغسل المطلوبة لخفض نسبة الملوحة الى المستوى المطلوب، اما الطرائق الاخرى لحساب مقنن الغسل فهـــي استنباط معادلات رياضية تجريبية او شبه تجريبية.

وجد Khoshgoftarmanesh *et al.* (2003)في تجربة أقيمت في مدينة قم في ايران على تربة مزيجة طينية باستخدام خمسة طرق لاضافة ماء الغسل ( ري تقليدي ، غسلتان زائدتان قبل الزراعة ، غسلة إضافية قبل الزراعة ، غسلة واحدة بعد ثلاثة أيام من الزراعة و غسلتان زائدتان بعد ثلاثة وتسعة أيام من الزراعة ) ان استعمال غسلتين قبل زراعة محـصول الشعير ادى الــــى خفض معدل الايصالية الكهربائية ECe من67.1 ديسيسيمنز م-1 قبل الزراعة الى 7.1 ديسيسيمنز م-1 بعد الزراعة .

أن من أهم خطوات استصلاح الأراضي إجراء دراسات حقلية ومختبرية لتشخيص مشاكل حالة التربة من ناحية صفاتها الكيميائية والفيزيائية والهيدروليكية، اذ أن الصفات الكيميائية تشمل تشخيص نوع الأملاح الموجودة أصلا في التربة، وتأتي في مقدمة هذه المشاكل مشكلة تجمع الأملاح الضارة ونوعيتها في مقد التربة وخصوصا الأملاح القابلة للذوبان من الايونات الموجبة ( Ca++ , Mg++ , Na+ , K+  ) والايونات السالبة ( SO4-- , HCO3- ,CO3- , Cl- , NO3- ) ، وتقسم الترب من ناحية احتوائها للملوحة إلى الترب غير الملحية و الترب الملحية والترب الملحية الصودية والترب الصودية ( Richards;1954)، وتبعا لهذا التصنيف فان الترب المتأثرة بالملوحة في وسط وجنوب العراق تقع ضمن الترب الملحية والملحية الصودية.

في تجربة قام بها Jiaxia *et al*. ( 2017) لاستصلاح تربة مزيجة غرينية متاثرة بالملوحة في الصين باستخدام منظومة الري بالتنقيط وباستعمال خمسة اعماق من ماء الغسل ( 320 و 200 و 120 و 80 و50 مم ) وبواقع 10 مم في كل رية واعتمادا على الجهد الماتركي للتربة المقاس بالتنشوميتر ( -5 و-10 و-15 و-20 و-25 كيلوباسكال) وجد ان استخدام عمق ماء غسل 80 مم ذو جهد ماتركي اعلى من -20 كيلوباسكال لفترة شهرين من الغسل، قد ساهم بخفض ملوحة التربة المدروسة ( 10.3 ديسيسيمنز م-1 ) الى اقل من 4 ديسيسيمنز م-1 للعمق 20-30 سم فيما زادت ملوحة التربة مع زيادة عمق التربة لتبلغ 8.4 ديسيسيمنز م-1 عند العمق 50 -60 سم، كما قلل من كمية الماء المستخدم بمعدل 150 -610 مم في السنوات الثلاث الأولى من الاستصلاح.

في تجربة مختبرية باستخدام أعمدة تربة أقيمت في ايران من قبلJavadi *et al*. (2019) باستخدام ثلاثة مستويات ملحية لمياه الغسل ) 0.6 ، 3 و 6 ديسيسيمنز م-1 ( واثنان من ادارتي الغسل وثلاث فترات للغسل (8 و 45 و 100 يوم)، اذ تضمنت إدارتي الغسل : 1- المتقطع عند استنفاد 30٪ من السعة الحقلية 2- الري اليومي مع اضافة متطلبات غسل 15 % ، وتم تطبيق غسلة ثقيلة على أعمدة التربة بعد 16 و 56 و114 يوم، حيث أوضحت النتائج أن إدارة الغسل ومدة الغسل أكثر فعالية في غسل التربة، في حين أن جودة مياه الغسل كان لها تأثير طفيف ، وان كفاءة الغسل بمعاملة الري اليومي أعلى من الغسل المتقطع ، اذ تم في الري اليومي السيطرة على ملوحة التربة حتى ملوحة المياه المتوسطة ( 3 ديسيسيمنز م-1 ) كما سجل أكبر تأثير في خفض ملوحة التربة وتخفيض مياه البزل مقارنة بالغسل المتقطع، كذلك زاد الغسل من نسبة امدصاص الصوديوم في التربة بطريقة الغسل المتقطع مقارنة بالري اليومي ، كما ان الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في معاملة الري اليومي أكثر ملائمة من معاملة الغسل المتقطع، وان قدرة الرشح تحت الري اليومي أعلى من الغسل المتقطع، اذ ان تجفيف التربة وترطيبها باستمرار تسبب في تقشر السطح ، كما اوضحت الدراسة ان توزيع الملوحة اصبح متجانسًا بعد الغسلة الثقيلة لأن مستوى الملوحة في سطح التربة أكبر من العمق ، حيث تم ازالة المزيد من الاملاح من سطح التربة، والتي ترسبت في الاعماق السفلى من التربة ، كما أن كمية الملوحة بعد الغسل كانت هي نفسها في كلا إدارتي الغسل وان أعلى ملوحة سجلت في معاملة المستوى الملحي 6 ديسيسيمنز م-1 بعد 100 يوم من الغسل في بداية فترة الغسل ( 4.03 ديسيسيمنز م-1 )، اذ زادت ملوحة مياه الغسل المرتفعة من ملوحة التربة وان زيادة مدة الغسل واقتراب النهاية من فترة الغسل تسببت في زيادة الملوحة في نهاية الفترة بسبب التراكم العالي للملح ، حيث كانت الملوحة أعلى بكثير مما كانت عليه في بداية الفترة.

**3- طرق غسل التربة :**

تعد عملية غسل التربة المتملحة احدى اهم العمليات لاستصلاح التربة وتحسين قدرتها الانتاجية، ومن الطبيعي ان هذه العمليات تتم عندما تكون تربة اي منطقة قد تأثرت بالملوحة بدرجة شديدة، وان استصلاح مثل هذه الترب يكون ممكنا بسبب ارتفاع درجة ذوبان هذه الاملاح ولكنها تحتاج الى وقت طويل وكميات كبيرة من مياة الري ( الجبوري،2000).

تتسم عملية غسل التربة بالسهولة وعدم التعقيد اذ تضاف كميات من الماء لغسل الاملاح الزائدة في التربة، ولغرض القيام بعملية الغسل بصورة كفوءة ينبغي اولا حراثة التربة وتسويتها حتى يمكن غمرها بالمياه بصورة متجانسة ويتم بعد ذلك تقسيم الارض الى احواض محاطة باكتاف ترابية بارتفاع يتراوح 30-40 سم، ثم تغمر بعد ذلك بالمياه لمدة معينة ليتم بعد ذلك مرحلة تصريف المياه الى المبازل، ويفضل القيام بعملية غسل التربة في العراق في فصل الشتاء وتجنب غسلها في فصل الصيف وذلك لارتفاع درجات الحرارة وزيادة كميات التبخر، مما يؤدي الى زيادة الضائعات المائية ، فضلا عن ذلك فان عملية الغسل صيفا قد تضيف املاحا ناجمه عن مياه الغسل بفعل التبخر، ولكي تكون عملية الاستصلاح ناجحة لابد ان تكون مصحوبة بزراعة بعض المحاصيل المقاومة للملوحة كالشعير والجت، ونظرا لشحة المياه فضلا عن الكميات الكبيرة التي تحتاجها التربة المتملحة في عملية الغسل، لذا يمكن استعمال مياه البزل للقيام بعملية الغسل لا سيما للتربة المتأثرة بالملوحة وبدرجات شديدة جدا (العاني،1984).

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تحدد طريقة الغسل المطبقة، مثل التغيرات في ملوحة مياه الري و محتوى التربة من الرطوبة الابتدائية وطريقة اضافة المياه ومعدل تساقط الأمطار وتاين المركبات المعدنية وتأثير نسجة التربة في كفاءة الغسل، وقد تناولت الكثير من الدراسات المختبرية والحقلية المتعلقة بغسل الاملاح من التربة تاثير سرعة التدفق ومحتوى الرطوبة الابتدائي والخواص الكيميائية والفيزيائية في عملية غسل الاملاح من التربة( Nielson and Bigger,1962 ; Aylemore and Guirk,1959 ; Krupp *et al.* ,1972) .

بين Kahlon *et al*.,2013 ان غسل التربة يعتمد على عوامل بناء التربة ومعدل غيض الماء وعمق التربة وتركيز الملوحة الأولية ونوع الأملاح الموجودة ، وان تأثير نسجة التربة يحدد مقدار كميات مياه الري المختلفة اثناء غسل الترب الملحية الصودية ، وان الغسل كان له تأثير إيجابي على كمية الأملاح المغسولة في تلك الترب وان أكبر كمية من الأملاح المزالة قد سجلت في التربة ذات النسجة المزيجة الطينية الرملية بالمقارنة مع النسجة الرملية المزيجة والطينية الغرينية ، ويمكن لنسجة التربة الطينية أن تحتفظ بالمزيد من الماء والمواد المذابة داخل تجمعاتها مقارنة بالتربة ذات النسجة الرملية (Xu *et* *al*.,2015) .

هناك طريقتان تقليدية للغسل وهي الغسل المستمر والمتقطع، ويتحقق الغسل المستمر عن طريق الغمر المستمر للمياه على التربة السطحية وفي الغسل المتقطع يتم اضافة ماء الغسل بوجود فاصلة (راحة) تسمح بإعادة توزيع الأملاح الموجودة في المسام الكلية (Ghafoor *et al*. 2004) .

بين El Ghazlane and Mathiot (2017) ان تقنيات الغسل الأساسية هي الغسل السطحي، المتقطع، المستمر، والغسل الجزئي، كما هو موضح أدناه:

1. **الغسل السطحي:** المتغيرات الرئيسة لاستخدام طريقة الغسل السطحي هي وجود الكتوف والأحواض، اذ يتم استخدام كميات كبيرة من مياه الغسل وعند مستويات الملوحة المنخفضة بالقرب من حافة الكتوف ، ويتم تصريف مياه الغسل سطحيا في نهاية كتف الحوض ، وفي هذه الطريقة يتم اضافة اكبر كمية من ماء الغسل قياسا بطرق الغسل الاخرى اذ يتم الغسل من تراكم الملح عن طريق التدفق الأفقي للماء و الري بوجود نظام تصريف نشط طبيعي أو اصطناعي( Corwin *et al.* ,2007)
2. **الغسل المتقطع:** حيث تميل الأملاح إلى التراكم اسفل مرقد البذور بسبب حركة الاملاح اسفل منطقة الغسل، وان استخدام طرق الغسل السطحي و المتقطع تعتمد على طول الحقل او الحوض و معدل اضافة ماء الري وخصائص التربة وانحدار الأرض ومدة تطبيق الغسل والظروف الجوية وهي العوامل التي تؤثر على ملوحة منطقة الجذور.
3. **الغسل المستمر:** وهي طرق الغسل التي تغمر كامل سطح التربة، والتي تتم في الترب التي تزداد فيها الملوحة مع عمق التربة أسفل منطقة جذور المحاصيل، شريطة أن يحدث الغسل بشكل متوازن أو بشكل معتدل، ويكون تطبيق الغسل موحدًا وعندما تكون تراكم الاملاح بالمنطقة السطحية من التربة وعندما لاتكون المياه الجوفية عاملا محددا للغسل.

د- **نظم الغسل الجزئي ( منظومة الري بالتنقيط):** حيث يتم اضافة الماء بالقرب او اسفل المنقطات أو على طول خط منظومة التنقيط ، وتمتاز بان لديها ميزة الغسل العالية بالقرب من المنقطات، كما انه يتم استخدامها عندما يكون الماء الجوفي قريب من السطح ومرتفع الملوحة ،اذ يمكن الحفاظ على ملوحة منطقة الجذر بالقرب من المنقطات بتكرار الاضافات وباقل كمية من الماء المضاف قياسا بطرق الغسل الاخرى ، وتميل جذور النباتات إلى النمو في المنطقة المغسولة والرطبة القريبة من مصدر المياه ، كما تسمح هذه الظاهرة بادارة الملوحة بنجاح في المياه التي تحتوي على نسبة ملح عالية نسبياً لاستخدامها في ري المحاصيل من دون أن يؤثر ذلك على المحصول.

في تجربة قام بها Kamel and Bakry (2009) بهدف تحديد أكثر طرق الغسل فعالية في إزالة الأملاح القابلة للذوبان من التربة المتاثرة بالملوحة باستخدام طرق الغسل المستمر والمتقطع على تربة طينية ثقيلة تم اختيارها من سهل تينا في مصر، اذ استمرت عملية الغسل لمدة 21 شهراً، حيث بينت النتائج أنَ الطريقتين المدروستين فعالتين لازالة الاملاح مع تفوق الغسل المتقطع بسبب تحسين خصائص التربة الفيزيائية مثل ثباتية التجمعات وتوزيع حجم المسام ومعدل الرشح، كما تم توفير أكثر من 30% من صافي المياه المستخدمة مقارنة بالمياه المستخدمة بطريقة الغسل المستمر، حيث اظهر الغسل معامل ارتباط كبير بين إزالة الملح وغسل المياه لكلا طريقتي الغسل التي بلغت 0.9385 و 0.9075 لكل من طريقة الغسل المتقطع والمستمر على التتابع، كما اوضحت الدراسة إزالة أكثر من 50% من الأملاح من الطبقة السطحية بعد 3 شهور من الغسل في كلتا طريقتي الغسل وانَ كفاءة الغسل المستمر أفضل بقليل من تلك الخاصة بالغسل المتقطع حتى 6 أشهر، في حين بعد 6 أشهر كان اتجاه الغسل عن طريق الغسل المتقطع أفضل وقد اعزى إلى تكون الشقوق من خلال الترطيب والتجفيف خلال دورات الغسل مما ساهم في تشجيع حركة المياه للأسفل ، اما بعد 21 شهرًا من عملية الغسل تزامنت قيم معدل الايصالية الكهربائية للتربة لكلا طريقتي الغسل، اذ ان النسب المئوية للأملاح التي تم إزالتها من الطبقتين الثانية والثالثة (10-20 و 20-30 سم) أقل من الطبقة السطحية (0-10 سم) في بداية الغسل بسبب حركة الملح من الأعلى إلى الأسفل اما في نهاية فترة الغسل تمت إزالة الملح بالطريقتين ولكن الغسل المتقطع كان أفضل قليلا ، كما اشارت المنحنيات إلى أنه في حالة الغسل المستمر فإن معدل معدل الايصالية المائية للتربة بلغت 0.11 سم ساعة-1 ( 0.0264 م يوم-1 )، في حين ارتفعت القيمة في الغسل المتقطع لتبلغ 0.32 سم ساعة-1 ( 0.0768 م يوم-1 ) مما يدل على ان الغسل المتقطع يزيد من قدرة ترشيح التربة إلى 2.5 ضعف القيمة قياسا بطريقة الغسل المستمر. اذ تتيح الظروف غير المشبعة وقتًا كافيًا لذوبان المواد المتبادلة على سطوح التبادل، بحيث يمكن بعد ذلك إزالتها بواسطة تيار الماء المار من خلال المسامات الكبيرة وتقليل آثار التدفق السريع للماء في التربة (Barnard *et al.*,2010).

في تجربة مختبرية قام بها Cherchian (2019) لدراسة تاثير طريقة الغسل المستمر والمتقطع (مدة غمر 8 ساعات وفترة راحة 16 ساعة) وطريقة المياه غير المشبعة ( إضافة دقائق رمل للطبقة السطحية من التربة لزيادة معدل الايصالية المائية والسماح بحركة الماء غير المشبعة) في كفاءة غسل الاملاح في ترب مختلفة النسجة ( طينية ومزيجة ورملية ) والتي أقيمت في جامعة كاليفورنيا في الولايات المتحدة الامريكية ،اظهرت النتائج تفوق طريقة الغسل المتقطع في زيادة كفاءة غسل الاملاح في التربة المزيجة ، كما ان إضافة الماء بالطريقة غير المشبعة قد كانت الأكثر كفاءة في غسل الاملاح من التربة الطينية وذلك بإزالة 75 % من تركيز الاملاح من التربة وباقل كمية من ماء الغسل، في حين لم تسجل الطرق المختلفة في الغسل أي تاثير معنوي في إزالة الاملاح في التربة ذات النسجة الرملية اذ أوصى الباحث باستخدام طريقة الغمر المستمر في غسل الاملاح من التربة الرملية خاصة عندما لايكون توفر ماء الغسل عاملا محددا في عملية الغسل.

أشارTagar *et al*.(2007) الى أنه نظرا لخواص التربة والظروف المناخية ، اثبتت طريقة الغسل المتقطع فعالية اكبر من طريقة الرش والغمر المستمر حتى في حالة استخدام مياه اقل جودة ، كما بين Tagar *et al.*(2010) الى أنه بعد غسل تربة مزيجة طينية في مركز الزراعة الملحية الحيوية في مزرعة لطيف التجريبية في باكستان ولمدة شهرين فان طريقة الغسل المستمر إزالت 61.59 % من الأملاح من مقد التربة ( 0-60 سم )، في حين أن طريقة الغسل المتقطع تمكنت من إزالة فقط 46.14 % من الأملاح من نفس العمق، وباستمرار الغسل لفترة خمسة أشهر من العمل التجريبي اظهرت طريقة الغسل المتقطع نسبة إزالة بلغت 75.23 % من الأملاح من الطبقة العليا 60 سم بالمقارنة مع64.01 % في طريقة الغسل المستمر، كما تم توفير 44% من كمية ماء الغسل المستهلك في طريقة الغمر المستمر.

تم تنفيذ تجربة مختبرية من قبل Al- Mansori (2018) لدراسة تأثير ارتفاع الماء في طريقة الغسل المستمرة والغسل المتقطع على عمليات الغسل في تربة رملية ذات ايصالية كهربائية لعجينة التربة المشبعة 3.20 ديسيسيمنز م-1 من مدينة الحلة باستخدام ضاغط ماء بعمقي ( 47.5 و 52.5 سم ) من نهر شط الحلة ( 0.37 ديسيسيمنز م-1 ) المستخدمة في عملية الغسل، اذ تشير الدراسة الى أن معدل الايصالية الكهربائية للتربة تنخفض بشكل كبير مع الزمن ، ثم تتباطأ حتى نهاية عملية الغسل، كما يمكن رؤية نفس النمط لجميع خصائص التربة المدروسة ( الحامضية ، الكبريتات ، المواد الصلبة العالقة ، الكلورايد وكبريتات الكالسيوم)، كذلك وجد انه في الغمر المستمر يلزم كمية كبيرة من الماء على مدى فترة غسل قصيرة والعكس صحيح بالنسبة للغسل المتقطع، اضافة الى انخفاض كل مؤشرات الدراسة بمرور الوقت في الغمر المستمر بالمقارنة مع الغسل المتقطع، ولكن عند مقارنة مستوى الماء في عمود التربة يمكن الاستدلال على أن زيادة ارتفاع عمود الماء ستقلل جميع مؤشرات التربة في كل من طريقتي الغسل المستمرة والمتقطعة، حيث اوصت الدراسة انه إذا كان الوقت هو الأهم فمن الأفضل استخدام الغسل المستمر ، ولكن عندما يكون الماء محدودًا ،يمكن أن يكون الغسل المتقطع الأكثر جدوى اقتصاديًا.

في دراسة اجريت في البرازيل لاستصلاح وغسل تربة رملية مزيجة قام بها Silva *et al.*(2019) باستخدام طريقتين للغسل هما الغمر المستمر والغسل المتقطع ( فترة راحة سته أيام بين الريات ) وخمسة مستويات لملوحة ماء الغسل ( 2 ، 4 ، 6 ، 8 و 10 ديسيسيمنز م-1 )، بينت النتائج ان أفضل نظام للغسل هو الغسل المتقطع مقارنة بالغمر المستمر، اذ اظهرت مقارنة نظم الغسل عند كل مستوى ملحي أن الأنظمة لم تختلف إحصائياً لجميع مستويات الملوحة، حيث لوحظ وجود زيادة تدريجية في معدل الايصالية الكهربائية لتربة الدراسة بزيادة مستويات الملوحة والذي اعزي الى نسيج التربة المتوسط .

أوضحت دراسة أقيمت في أصفهان في ايران من قبل Javadi *et al*.(2019) لبيان التأثير المشترك لإدارات الري والغسل على الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة مزيجة رملية والتي شملت ثلاث نوعيات لمياه الغسل (0.6 ، 3.0 و 6.0 ديسيسيمنز م-1 ) وثلاث فترات للغسل (8 و 45 و 100 يوم) وادارتي غسل تضمنت الغسل المتقطع ( باضافة ماء الغسل عند وصول التربة الى 30 % من السعة الحقلية) والغسل المستمر، حيث بينت النتائج ان محتوى الرطوبة الاولي للتربة في معاملات الغسل تحت الغسل المستمر كان أكبر مقارنة بالغسل المتقطع، والذي ساهم بزيادة معدل غيض الماء ، وان عدد فترات الترطيب والتجفيف قد تسببت في تكوين قشرة التربة، والتي اعتمدت على إدارة الري ومدة الغسل، كما اشاروا الى ان معدل الغيض النهائي عند الغسل المستمر أعلى من الغسل المتقطع، حيث لم يؤد الغسل المستمر إلى تكوين قشرة التربة فيما ساهم الغسل المتقطع في تكوينها .

اوضحZeng *et* *al*.(2014) ان لكميات الري المختلفة تاثير في تركيز الاملاح في التربة، اذ بينت الدراسة أنه بغض النظر عما إذا كان الغسل قد حدث مرة واحدة أو بشكل متقطع ( مرتين باليوم)، فان تركيز الاملاح في التربة قد انخفض ولكل الاعماق مع زيادة كمية ماء الغسل، مما يدل على تأثير مياه الغسل في غسل الاملاح من التربة، فعند زيادة كمية ماء الغسل من 10 إلى 20 سم سواءا بعد الري مرة واحدة او في معاملة الغسل المتقطع، فقد انخفض تركيز الاملاح في التربة للاعماق 0-20 و 0–40 و 0-100 سم بنحو 15.50 و 13.58 و5.70 % على التتابع، اما عند زبادة كمية ماء الغسل من 20 إلى 30 سم، فقد اختلفت نسبة الانخفاض في تركيز الاملاح من التربة ولمختلف الاعماق، اذ بلغت 2.3 و 1.9 و0.75 % عند الغسل لمرة واحدة و 22.23 و 19.44 و 11.59 % للغسل المتقطع على التتابع ، مما يثبت كفاءة الغسل المتقطع في غسل الاملاح من التربة قياسا بالغسل لمرة واحدة.

في تجربة قام بها حوشان (2021) لاستصلاح وغسل تربة متاثرة بالملوحة بطريقة الغسل المتقطع في تربة طينية في منطقة كرمة علي في محافظة البصرة باستخدام نوعيتي مياه ( 4 و 8 ديسيسيمنز م-1 ) ونسبتي إضافة ( 25 و 50 % زيادة عن السعة الحقلية ) وثلاث فترات للراحة ( 5 و 10 و 15 يوم بين الغسلات) لوحظ انخفاض قيم الايصالية الكهربائية لراشح التربة وتراكيز الايونات الذائبة المدروسة ( الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلورايد والبيكاربونات والكبريتات) تبعا لتوالي مراحل غسل التربة الى حدود الغسلة الثامنة وان اكبر انخفاض في قيم الايصالية الكهربائية كان خلال الغسلة الأولى مقارنة مع مراحل الغسل اللاحقة وخاصة عند الأعماق السطحية من التربة ، كذلك ارتفاع قيم الايصالية الكهربائية لراشح التربة عند العمقين 50-75 سم و75-100 سم وخاصة عند معاملات الغسل الأولية مع تفوق الفترة الزمنية 5 يوم ذات ملوحة مياه 4 ديسيسيمنز م-1 ونسبة اضافة 50% التي اعطت افضل كفاءة غسل عند العمق 0-25 سم وبنسبة انخفاض مقدارها 77.69% بعد الغسلة الأولى.

بينت نتائج تجربة استصلاح اقيمت في سهل سيستان في جنوب شرق ايران على تربة متاثرة بالملوحة مطبقة باستخدام اعمدة تربة مختلفة النسجة قام بها Hoseini and Delbari (2015) أن المياه المستخدمة في هذه الدراسة ذات معدل الايصالية الكهربائية 0.53 ديسيسيمنز م-1 ( نسبة رطوبة حجمية تتراوح 0.25 الى 5 ) يمكن أن تقلل من تركيز الاملاح، وبالتالي فإن الترب لا تحتاج إلى اضافة أي مصلحات، كما اشارت الى انه باختلاف نسجة ترب الدراسة ( مزيجة ومزيجة رملية ومزيجة طينية رملية ومزيجة طينية )، لوحظ أيضًا أن حوالي 85% من الأملاح قد تم غسلها بعد المرحلة الخامسة من الغسل، ووفقًا للنتائج فان غسل الأيونات كان سريعًا في التربة ذات النسجة الخشنة، لذلك فان الاختلاف بين كميات مياه الغسل اللازمة لنقل الأملاح وغسل التربة الملحية، يمكن أن يعزى إلى نسجة التربة، كما عزوا السبب الرئيسي لهذه التفاعلات الى التبادل الكاتيوني.

في تجربة قام بها Pierong *et* *al*.(2019) التي اجريت في المختبر الرئيس للري والصرف الصحي وبيئة التربة والمياه الزراعية بهدف غسل تربة مزيجة غرينية متاثرة بالملوحة في المنطقة الساحلية غير المستصلحة في شرق الصين باستخدام قش الذرة الصفراء الذي اضيف على عمقين ( 80 و 100 سم) من سطح التربة و ماء غسل باستخدام ماء بحر مخفف حجميا بنسبة 25% ( 14.38 ديسيسيمنز م-1 ) و 50% ( 6.62 ديسيسيمنز م-1 ) التي كررت عملية الغسل فيها كل ثلاثة ايام حيث تم قياس معدل الايصالية الكهربائية للتربة عند الاعماق 10 و 30 و 50 و 60 سم ، حيث اشارت النتائج الى وجود ارتباط ايجابي بين كفاءة غسل الاملاح وزيادة كمية ماء الغسل كما اوضحوا ان زيادة فترات الغسل قد ساهم بخفض تدريجي لكفاءة غسل الاملاح من التربة المدروسة، اذ اوضحت الدراسة بان اكبر كفاءة غسل للاملاح قد سجلت لمعاملة فترة راحة 6 ايام في حين سجلت اقل كفاءة لمعاملة 30 يوم.

في دراسة لـمهاوش وآخرين (2003) حول العلاقة بين كل من معدل الايصالية المائية ومعدل الايصالية الكهربائية و SAR وأثر ذلك في كفاءة إزالة الأملاح من ترب ملحية صودية في الانبار، اذ وجدوا أن معدل الايصالية المائية لتربة السبخة عند بداية الغسل كانت قيمتها 0.071 سم ساعة-1 ، وهو أعلى مما في تربة الشورة التي بلغت قيمتها 0.044 سم ساعة-1 ، وذكروا أن السبب في ذلك قد يعزى إلى وجود أيونات الكالسيوم بنسبة أعلى في تربة السبخة وتأثيرها الايجابي في إحداث التخثر (Coagulation)، كما وجد في دراسة قام بها Huang *et al*.(2010) لبيان تاثير الغسل بنوعيات مياه مختلفة معدل الايصالية الكهربائية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة مزيجة غرينية ماخوذة من موقع الدراسة في حوض منطقة Minqin في شمال غرب الصين والتي كانت تغسل بمياه مالحة بتركيز ( 0.8 و 2 و 5 غم لتر-1 ) توصلوا الى حصول انخفاض في المسامية الكلية من 13.17% الى 7.23% ومعامل ثباتية تجمعات التربة بمعدل 4.75 – 2 مم عند العمق 0-20 سم من سطح التربة بزيادة معدل الايصالية الكهربائية لماء الغسل المضاف اثناء الغسل، إضافة الى زيادة معدل الايصالية الكهربائية لعجينة التربة المشبعة بمعدل 3.0 ديسيسيمنز م-1 وخاصة عند العمق 60 – 90 سم ، كما اوضح Pierera *et* *al*.(2019) في دراسة اقيمت في البرازيل باستخدام خلايا الكتروليتية موجودة في اسطوانة خزفية موضوعة في انابيب من البوليثين لقياس التوصيل الكهربائي باستعمال محاليل قياسية من كلوريد البوتاسيوم ان قدرة تصريف التربة تعتمد على ملوحة ماء الغسل والتي تواجه مصاعب كبيرة بسبب استخدام كميات كبيرة من ماء الغسل خاصة مع تفاقم شحة الماء الجيد الملوحة بسبب رشح ماء البحر والفعاليات البشرية المختلفة.

كما لوحظ تفوق الفترة الزمنية 10 يوم وملوحة مياه 4 ديسيسيمنز م-1 ونسبة إضافة 50% في تسجيل اقل قيم الكثافة الظاهرية للتربة قياسا بالمستويات الأخرى مع ملاحظة ارتفاع قيم الكثافة الظاهرية مع زيادة عمق التربة وكانت بواقع 1.43 و 1.52 و 1.57 و 1.63 ميكغم م-3 للاعماق 0-25 و -50 و 50-75 و 75-100 سم على التتابع. اما قيم معدل القطر الموزون فقد كانت اعلى القيم عند الفترة الزمنية 15 يوم وملوحة مياه 8 ديسيسيمنز م-1 ونسبة إضافة 50% قياسا بالمستويات الأخرى، مع انخفاض القيم بزيادة عمق التربة وبواقع 0.31 و0.22 و 0.20 و 0.14 ملم للأعماق 0-25 و25-50 و 50-75 و 75-100 سم على التتابع، فيما انخفضت الايصالية المائية المشبعة للتربة في نهاية تجربة غسل التربة الى اقل القيم وبواقع 0.35 م يوم-1 لملوحة مياه 8 ديسيسيمنز م-1 و 0.725 م يوم-1 عند نسبة إضافة 50%، فيما لم يلاحظ أي فرق معنوي بين المعاملات للفترة الزمنية بين الغسلات. كما ان وجود النبات في التربة ونمو المجموع الجذري قد حسن من الخصائص الفيزيائية للتربة المستصلحة في نهاية موسمي النمو لمحصولي الذرة الصفراء والشعير حيث انخفضت الكثافة الظاهرية للتربة كما زادت قيم معدل القطر الموزون للتربة والايصالية المائية المشبعة مع تفوق الفترة الزمنية 10 يوم وملوحة مياه 4 ديسيسيمنز م-1 ونسبة اضافة 25% معنويا على بقية مستويات المعاملات في اعطاء افضل القيم وبواقع 1.34 ميكغم م-3  و0.44 ملم و0.209 م يوم-1 على التتابع ( حوشان، 2021).

**4-علاقة مقنن الغسل ومتطلبات الغسل بكفاءة غسل الاملاح:**

يقصد بكفاءة الغسل هي كمية الاملاح الذائبة التي يمكن ازالتها لكل وحدة حجم من الماء المضاف ( Tanji, 1990 )، وإن من أهم المقومات الاساسية لانجاح عملية إستصلاح الترب الملحية هو تحديد الكمية المثلى من مياه الغسل أو ما يطلق علية ( مقنن الغسل) والذي يقصد به حجم الماء اللازم لخفض تركيز الاملاح إلى الحد الذي لا يتداخل مع العمق الفعال للمنطقة الجذرية للنبات (اسماعيل، 2000).

مياه الري تحتوي على املاح ذائبة فيها وان المحاصيل تستهلك مياه نقية تقريبًا من أجل النتح (وتؤخذ بعض الأملاح المحددة من قبل الجذور كمواد غذائية) ، ومن ثمَ يحصل تركيز الأملاح في منطقة الجذور، وان زيادة الاملاح ضمن منطقة الجذور يتطلب الغسل الدوري لازالة كمية الأملاح المتجمعة إلى الأسفل لتجنب انخفاض غلة المحاصيل وتدهور خصائص التربةLetey *et. al.*;2011) .(

ان استعمال مياه الري ذات ملوحة منخفضة للحفاظ على ملوحة التربة عند المستويات التي يمكن فيها الحصول على أقصى إنتاجية للمحاصيل عن طريق اضافة كمية مياه اضافية لتصريفها عبر منطقة الجذر ومن ثمَ ازالة الأملاح الزائدة في منطقة الجذور، وكلما انخفض جزء الماء المطبق الذي أصبح ماء تصريف زاد متوسط ​​ملوحة منطقة الجذر، وإن كمية المياه الاضافية المطلوبة للحفاظ على مستوى ملوحة التربة يطلق عليها متطلبات الغسل ( McCualey ; 2005 ).

أوضح2011 Letey *et al*.;ان جدولة الري تعتمد عادةً على حساب التبخر-نتحE.T. (Evapotranspiration) المحتمل واضافة كمية ثابتة من إمدادات المياه الإضافية للغسل، وان متطلبات الغسل النموذجية (LF ) المستخدمة من قبل الباحثين يتراوح بين 15% و 20% اعتمادًا على نسجة التربة والظروف البيئية الأخرى.

العلاقة بين كمية المياه المضافة(AW) و ET و LF مبينة في المعادلة الاتية:

AW / ET = 1 / (1 - LF) ..................................(1) ( Ayers and Westcot ,1985 )

حيث ان AW = عمق الماء المضاف ( مم موسم-1)

ET = مجموع الاستهلاك المائي للمحصول ( مم )

تستوجب متطلبات الغسل 20 % أن تكون قيمة (AW / ET ) مساوية الى 1.25، مما يتطلب اضافة 25% من إمدادات المياه الإضافية وفوق معامل التبخر- نتح للمحاصيل للحصول على 20 %، في حين ان جزء الغسل يتم حسابه من المعادلة التالية:

drainage volume (Vd) / irrigation volume (Vi) L.F =..(2)( US Salinity Laboratory Staff, 1954 )

أظهرت العديد من الدراسات الميدانية أن الغسل المتقطع أكثر كفاءة من ناحية استخدام المياه وحركة المذاب من الغسل المستمر (Dahiya *et al*., 1981 ;Addiscott and Rose, 1978; Oster *et al*., 1972; Miller *et al*.,1965 ) ، والذي يعزى إلى حقيقة أن التربة أكثر جفافاً عند استخدام فترات الراحة بين الريات ما يؤدي إلى تدفق المياه عبر المسام الدقيقة بمزيد من الفعالية والسماح بتبادل أكثر فعالية للراشح الملحي ( Hoffman,1980).

يمكن استعمال مبدأ مناوبة اضافة ماء الغسل بفعالية للتحكم في ترطيب مقد التربة أثناء عملية الغسل ووفقًا لـ Cote *et al*.,2000 فانه يمكن زيادة كفاءة الغسل على نطاق الحقل من خلال استخدام فترات الجفاف في الغسل المتقطع من خلال تقييم كمية المياه التي يتم توفيرها لغسل كمية معينة من المذاب.

كما لاحظ Mostafazadeh *et al.* (2007) عند دراسة تاثير ملوحة مياه الري ومستويات الغسل المختلفة على بعض الخواص الكيميائية لتربة مزيجة طينية غرينية في منطقة اصفهان في ايران باستخدام ثلاث مستويات ملوحة لمياه الري (4 و 9 و 12 ديسيسيمنز م -1 ) وأربعة نسب لمتطلبات الغسل (0 و 17 و 29 و 37%) انخفاض كفاءة غسل الأملاح بزيادة ملوحة ماء الري، وان إضافة متطلبات الغسل بالمستويات 0 و 17 و 29 و 37 % مع مياه الري ذات معدل الايصالية الكهربائية 4 و 9 و 12 ديسيسيمنز م- 1 لها دور في توزيع الأملاح خلال قطاع التربة المزيجة الطينية الغرينية في المناطق الجافة، وكانت أفضل المعاملات هي عند مستوى متطلبات الغسل 37 % وملوحة ماء الري 4 ديسيسيمنز م-1 التي اختزلت ملوحة التربة الأولية بنسبة 56%، كما ان زيادة ملوحة مياه الري أو مستويات متطلبات الغسل ادت الى ارتفاع ملوحة مستخلص عجينة التربة المشبعة، وقد تسببت ملوحة مياه الري البالغة 12 ديسيسيمنز م -1 في حدوث أكبر ملوحة للتربة في نهاية الموسم، وان ملوحة مياه الري 9 و 4 ديسيسيمنز م-1 ادى إلى انخفاض ملوحة التربة 34% و68% على التوالي، فيما سجلت متطلبات الغسل 17 و 29 و 37 % انخفاض ملوحة التربة 38 و 55 و 65% على التوالي مقارنة مع معاملة عدم اضافة متطلبات غسل ( 0%).

بين Ahmadi *et al*.(2010) ان كفاءة الغسل تزداد مع زيادة فترات الغسل في طريقة الغسل المتقطع بسبب زيادة ذوبان الاملاح من التربة، اذ ان تجفيف الطبقة السطحية اثناء فترة الراحة بين الريات يحسن من دخول وحركة الماء المضاف في الرية اللاحقة، مما يساهم في ذوبان وحركة الاملاح في الرية اللاحقة، ايضا أشار محمود (2012) الى زيادة كفاءة مياه الغسل مع زيادة عدد ريات المياه قليلة الملوحة.

منحنيات الغسل تمثل طريقة جيدة جدا لتحديد كفاءة الغسل والعمق الأمثل لمياه الغسل اللازمة لاستصلاح التربة الملحية والصودية، ومع ذلك فإن قيمة ثابت الغسل يعتمد أساسا على خصائص التربة وعمق التربة المراد استصلاحها وتركيز الملوحة الأولي وجودة وكمية ماء الغسل، وطريقة الغسل المطبقة (متقطع أو مستمر) ونوع المصلحات الكيميائية المضافة وسرعة الذوبان والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، لذلك يعد ثابت الغسل أداة مفيدة لتحديد أي التعديل هو الأكثر مناسبة ومقبولة اقتصاديا لاستصلاح التربة بالنظر في خصائص التربة المحلية السائدة والظروف الزراعية ( Abdel-fattah and El-Naka ,2015).

**5- تاثير الزراعة والري ومتطلبات الغسل في خصائص التربة ونمو النبات بعد عمليات الاستصلاح:**

تعتمد كمية المياه المضافة والوقت المطلوب لاستصلاح التربة على عمق التربة المطلوب استصلاحها والملوحة الأولية ونوع الأملاح الموجودة وخصائص التربة مثل النسجة والبناء والرشح والنفاذية، وقد تم تحديد متطلبات الغسل للحفاظ على التربة المنتجة من قبل العديد من الباحثين التي تراوحت من 0.30 إلى 4.43 سم من الماء لكل سم من عمق التربة والتي تختلف حسب نوع التربة( Mostafazadeh-Fard *et al*., 2008 ).

أشار الحديثي والهيتي (2010) الى ان استعمال متطلبات الغسل 15% و 25% أدى إلى انخفاض معنوي لتراكيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والكلورايد في منطقة جذور نبات الذرة الصفراء، وان إضافة متطلبات الغسل بمستوى 15% زادت معنويا من قيم الوزن الجاف لجذور الذرة الصفراء، وازدادت أطوال الجذور عند إضافة متطلبات الغسل بمستوى 15 % مقارنة مع المستوى 25% ، حيث بينت النتائج ان مستوى الاضافة 15% قد زاد من الوزن الجاف لجذور نبات الذرة الصفراء بنسبة 40.6% قياسا بمعاملة المقارنة (عدم اضافة متطلبات الغسل) والتي بلغت 33.38 غم، في حين انخفض الوزن عند زيادة متطلبات الغسل الى 25% ليبلغ 41.24 غم وبنسبة انخفاض 12.14% قياسا بمعاملة متطلبات غسل 15 % ، وقد اعزي السبب الى ان مستوى الاضافة 15% متطلبات غسل قد ساهم في توفير الماء والمغذيات فضلا عن غسل الاملاح من مقد التربة، مما ادى الى زيادة نمو المجموع الجذري بما يتناسب مع الزيادة في النمو الخضري، كما توصلا الى ان زيادة متطلبات الغسل أدت إلى خفض تراكيز الايونات وبفروق معنوية في جذور نبات الذرة الصفراء، والتي بلغت عند معاملة المقارنة 0.20 ،1.63 ، 0.38 ، 0.164 ، 0.20 و 1.72 وعند معاملة 15 % متطلبات غسل بلغت 0.18 ،1.58 ، 0.35 ، 0.156 ، 0.17 و 1.57 وعند معاملة 25 % متطلبات غسل سجلت 0.17 ، 1.54 ،0.29 ،0.147 ، 0.15 و 1.41لايونات الصوديوم والبوتاسيوم و الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والكلورايد على التتابع، وذلك بسبب زيادة تراكم الأملاح في المنطقة الجذرية نتيجة لاستعمال المياه المالحة في الري وعدم وجود زيادة في كمية الماء في معاملة المقارنة، مما أدى إلى زيادة التراكم أعلاه وبالتالي زيادة امتصاصها من قبل النبات.

في تجربة اقيمت في محطة ابحاث مركز التربة والموارد المائية في بغداد من قبل عطية واخرون (2013) لبيان تاثير اضافة متطلبات غسل تربة مزيجة طينية لغرض تحديد انسب نمط ومستوى اضافة لمتطلبات الغسل وتاثيرها في نمو وحاصل الذرة الصفراء باستخدام نوعين لمياه الغسل ( مياه نهر ذات ايصالية كهربائية 1.4 ديسيسيمنز م-1 ومياه بئر ذات ايصالية كهربائية 4.2 ديسيسيمنز م-1 ) ومستويين لمتطلبات الغسل ( 20% و 40% ) وطريقتين لاضافة متطلبات الغسل ( بشكل مستمر مع كل كل رية او على شكل دفعتين خلال موسم نمو المحصول: الاولى في بداية الموسم والثانية بعد 50 يوم من الزراعة)، حيث بينت النتائج حصول انخفاض في حاصل العرانيص بحدود 14% عند اضافة متطلبات غسل على دفعتين(الاولى في بداية موسم النمو والثانية بعد 50 يوم من الاضافة الاولى) وعند مستوى اضافة 40% من متطلبات الغسل لمياه ري ذات مستوى ملحي 4.2 ديسيسمنز م-1 مقارنة بمياه نهر ذات ايصالية كهربائية 1.4 ديسيسمنز م-1 ، كما اوضحت النتائج حصول زيادة في ملوحة الطبقة السطحية للتربة ( 0-60 سم) بمقدار 3.7 مرة عند الري بمياه ذات ايصالية كهربائية 4.2 ديسيسمنز م-1 دون اضافة متطلبات غسل قياسا بملوحة التربة المروية بمياه ذات توصيل كهربائي 1.4 ديسيسمنز م-1 ، في حين حصل انخفاض في ملوحة التربة بنسبة 30 و 43 % عند استعمال متطلبات غسل بمستوى 20 و 40 % على التتابع مقارنة مع نفس المعاملة المروية بنفس ملوحة المياه ودون متطلبات غسل.

كذلك اوضح الشمري وحمزه (2013) ان استعمال متطلبات الغسل 15 و 25 %على تربة طينية غرينية في قضاء هيت في الانبار باستعمال میاه ري مالحة مخلوطة ( 3 ديسيسيمنز م-1) من میاه بئر ملوحتها 5.83 دیسيسیمنز م – 1ومیاه نهر الفرات ملوحتها 1.07 دیسيسیمنز م-1  بثلاثة مستویات لمتطلبات الغسل ( 0% و 15% و 25% )، ادى الى انخفاض تركیز الایونات الموجبة والسالبة في الطبقة السطحیة للتربة وزیادة تركیزها في الطبقات تحت السطحیة، حیث بلغ مجموع الایونات الموجبة 5.81 و 7.14 و 7.55 و 10.86 ملي مكافئ لتر-1 لمعاملة متطلبات غسل 15% وللاعماق ( 0-30 و 30-60 و 60-90 و 90-120) سم على التتابع، وعند زیادة متطلبات الغسل الى 25% اصبح مجموع الایونات الموجبة 4.51 و 6.84 و 7.25 و 13.5 ملي مكافئ لتر-1 للاعماق نفسها وعلى التتابع، كما أشاروا الى زيادة الإنتاج الكلي لحاصل الذرة الصفراء ليبلغ 11.32 و 10.50 طن ه-1 على التتابع مقارنة بمعاملة عدم الإضافة التي بلغت 10.27 طن ه-1 ، ویعود السبب في انخفاض الإنتاج الكلي في معاملة عدم اضافة متطلبات الغسل مقارنة بمعاملة 15% متطلبات غسل إلى التأثیر السلبي للملوحة بسبب زیادة الجهد الازموزي أو نتیجة للتأثیر الأیوني، حیث إن زیادة الملوحة تؤدي إلى حدوث تأثیر تنافسي بین امتصاص الایوناتـ أما انخفاض الإنتاج الكلي عند مستوى 25% متطلبات غسل فقد یعود إلى ان زیادة كمیة المیاه المضافة بنسبة% 25 عن الحاجة الفعلیة للمحصول والتي أثرت على غسل العناصر الغذائیة الرئیسیة ( النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم) التي یحتاجها النبات في النمو وبهذا أثرت على إنتاجیة المحصول.

كذلك وجد حوشان (2021) عند استخدام طريقة الغسل المتقطع في استصلاح وغسل تربة متاثرة بالملوحة في محافظة البصرة ان مؤشرات نمو محصولي الذرة الصفراء والشعير قد سجلت افضل القيم في نهاية موسمي النمو، اذ بلغ اعلى ارتفاع واكبر وزن جاف للجزء الخضري واكبر حاصل للحبوب عند الفترة الزمنية 5 يوم وملوحة مياه 4 ديسيسيمنز م-1 ونسبة اضافة 50% قياسا بمستويات العوامل الاخرى.

**د**

**الاستنتاجات :** 1- ساهمت عملية استصلاح التربة المتاثرة بالملوحة بطريقة الغسل المتقطع بتقليل الفترة الزمنية بين الغسلات وماء الغسل جيد النوعية في خفض كل من معدل الايصالية الكهربائية للتربة خلال مراحل الغسل وتراكيز الايونات الموجبة والسالبة بشكل كبير في محلول التربة والتاثير على كفاءة غسل الاملاح في التربة، وكذلك التاثير في بعض الخصائص الفيزيائية للترب المتاثرة بالملوحة.

2- تؤثر عمليات الغسل المتقطع بكافة عواملها في خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية من خلال خفض معدل الايصالية الكهربائية للتربة وزيادة الكثافة الظاهرية وانخفاض معدل القطر الموزون وقلة معدل الايصالية المائية المشبعة للتربة وكذلك في مؤشرات النمو والانتاجية للمحاصيل المزروعة بعد عملية الاستصلاح والغسل حيث يكون وجود النباتات داعما اساسيا في عملية الاستصلاح فضلا عن مساهمة عملية استزراع الترب المستصلحة وحسب نوع المحصول في تحسين خصائص الترب الفيزيائية والكيميائية وبالتالي تعزيز مؤشرات النمو للنباتات وزيادة الانتاجية.

**المصادر :**

إسماعيل، ليث خليل (2000). الري والبزل، الطبعة الرابعة، جامعة الموصل، الموصل.

الجبوري ، محمود حمادة صالح ( 2000). ظاهرة التصحر وأثارها على الانتاج الزراعي في محافظة صلاح الدين ، اطروحه دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة بغداد .

الحديثي، ياس خضير والهيتي، وائل فهمي ( 2010). تأثير متطلبات الغسل وأبعاد اللوح في نمو وامتصاص بعض العناصر الغذائية للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء ( *Zea mays* L.). مجلة الانبار للعلوم الزراعية،: 8 .127- 117 :( 4)

الشمري، وائل فهمي و حمزة، ياس خضير(2013). تأثير متطلبات الغسل وأبعاد اللوح في التوزيعات الملحية وحاصل الذرة الصفراء

(*Zea mays* L*.* )المروية بمياه مالحة. مجلة الانبار للعلوم الزراعية، 11 (2): .273- 260

الزبيدي، احمد حيدر (1992). استصلاح الاراضي، الاسس النظرية والتطبيقية، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر.

العاني، عبد الفتاح (1984). اساسيات علم التربة، بغداد ، مطبعة موسسة المعاهد الفنية. الفضلي ، سعود عبد العزيز و الموسوي، نصر عبد السجاد (2007). التباين المكاني لظاهرة الملوحة في إقليم السهل الرسوبي ، مجلة آداب البصرة ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، .254-230: (43) 1

الفضلي ، سعود عبد العزيز و الموسوي، نصر عبد السجاد (2007). التباين المكاني لظاهرة الملوحة في إقليم السهل الرسوبي ، مجلة آداب البصرة ، كلية الآداب ، جامعة البصرة

حوشان ، محسن ناصح (2021 ). تأثير الفترة ما بين الغسلات وكمية وملوحة المياه في بعض خصائص الترب المتملحة وكفاءة غسل الأملاح ونمو النبات ، اطروحه دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .

عرعر، عبدالله (1982). التغدق والملوحة في الشرق الادنى. وقائع الندوة حول العوامل المؤثرة على موازين المياه العذبة والمالحة. اتحاد مجالس البحث العلمي العربية ، بغداد ،العراق.196 صفحة.

عطية، اميرة حنون و حسين، علاء علي و توفيق، حسام الدين احمد ومحمد، رائد هاشم ( 2013). مراقبة حركة الاملاح في التربة عند الري بالمياه المالحة بإضافة متطلبات الغسل وتاثيرها في حاصل الذرة الصفراء. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 13 ( 2 ) .100-87:

محمود، عمر مقداد عبدالغني ( 2012). نمذجة تاثير مناوبة ملوحة مياه الري بمتطلبات غسل مختلفة على تجمع الاملاح والانتاجية لمحصول الذرة البيضاء. مجلة هندسة الرافدين ، 20 (4): 60-72.

مهاوش، نور الدين محمد و عبد الرزاق ، إبراهيم بكري والقيسي ، شفيق جلاب ورشيد، أياد غازي (2003 ). العلاقة بين التوصيل الكهربائي، نسبة امتزاز الصوديوم والتوصيل المائي وأثرها في كفاءة إزالة الأملاح من تربة ملحية صودية. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، 8 ( 2 ): 79-87.

Abdel-Fattah, M. K. and E.A. EL-Naka (2015). Empirical approach of leaching curves for determining the efficiency of reclaiming saline-sodic soils in Sahl El-Tina, Sinai, Egyption International Journal of Plant & Soil Science, 8(3): 1-9.

Addiscott, T. M.; D. A. Rose and J. Bolton )1978(. Chloride leaching in the rothamsted drain gauges: Influence of rainfall pattern and soil structure. Journal of Soil Science, 29(3): 305-314.

Ahmadi ,S. H.;M.N. Andersen and F. Plauborg ( 2010). Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity. Agricultural Water Management, 97: 1923–1930.

AL-Mansori, J. N. (2018). Study the effect of intermittent and continuous ponding depths by using different heads to Leach water. Journal of University of Babylon, Engineering Sciences, 6(25): 105-114.

Al-Nakshabandi, G.A.; A.Al-Zubadi ;H.N. Ismail ; F.Al-Rayhani and Al-Hadithy, E. (1971). Leaching of euphrates saline soil in lysimeters. Journal of Soil Science ,22:508–513.

Aslam, M. and S. A. Prathapar (2006). Strategies to mitigate secondary salinization in theIndus Basin of Pakistan: A selective review*.* Research Report 97. Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute (IWMI).

Ayers,R.S. and D.W. Westcott.(1985).Water quality for agriculture. United Nation FOA Irrig.and Drainage Paper No.29,Rev.1.

Aylemore, L.A.G. and J.P.Quirk (1959). Swell- bution in the soil profile and estimating the efing of clay-water systems. Nature, 183:1752- 1753.

Barnard ,J.H.; L.D. van Rensburg and A. Bennie (2010). Leaching irrigated saline sandy to sandy loam apedal soils with water of a constantsalinity. Irrigation Science. 28:191–201.

Bekheet, S. A.; H. S. Taha and M. E. Solliman (2006). Salt tolerance in tissue culture of onion (*Allium cepa* L.). Arab J. Biotech., 9 (3) : 467-476.

Bresler, E.; B. L. McNeal and D. L. Carter (1982). Saline and sodic soils: Principles-Dynamics-Modeling, Ann. Bot., 112: 277–290.

Chaganti, V.N.;D.M.Crohn and J.Šimůnek (2015). Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline-sodic soil with moderate SAR reclaimed water. Agricultural Water Management ,158 : 255–265.

Cherchian,S. C.(2019). Effect of water application methods on salinity leaching efficiency in soils of different textures. M.SC. Thesis.Universty of California.USA.

Cote C.M.;K.L. Bristow; P.B.Charlesworth; F.J. Cook and P.J. Thorburn (2000). Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. Irrig. Sci., 22:143–156.

Corwin, D.L.; J.D.Rhoades and J.Simunek )2007(.Leaching requirement for soil salinity control: Steady- state versus transient models. Agrecultural Water Manegment, 90(3): 165-180.

Dahiya, I.S.;R.S. Malik and M. Singh (1981). Field studies on leaching behaviour of a highly saline-sodic soil under two modes of water application in the presence of crops. Journal of Agricultural Science,Cambridge, 97:383-389.

Dieleman , P.J. (1963). Reclamation of salt effect soil in Iraq. International Institute for land reclamation, Publication, No. 11. The Netherland .

Drake,J.A.;T.R.Cavagnaro;T.R. Cunningham; S.C.Jackson and A.F. Patti (2016). Does biochar improve establishment of tree seedlings in saline sodic soils. Land Degrad. Dev., 27: 52–59.

El-Ghazlane,O. and C.Mathiot(2017). Validation of the steady‐state Hoffman conceptual model for determination of minimum crop leaching requirements and stakeholder outreach using csuid. Final Report. California State University.

Ghafoor, A.; M. Qadir and G. Murtaza (2004). Salt-affected soils: Principles of management. Allied Book Center, Lahore, Pakistan.

Hanay, A.;F. Buyuksonmez ;F.M. Kiziloglu and M.Y. Canbolat (2004). Reclamation of salinesodic soils with gypsum and MSW compost. Compos. Sci. Util., 12: 175–179.

Hardan, E.T.(1969). Removal of salt from undisturbed saline-alkali soil columns by different leaching water. American Univ. Beirut, Symposium, Man, Food and Agriculture in Middle East.

He, M.;K. Sakurai;G.Q.Wang;Z.H. Chen;Y.Shu and J.J.Xu (2004). Physico-chemical characteristics of the soils developed from alluvial deposits on chongming island in Shanghai, China. Soil Sci. Plant Nutr., 49: 223–229.

Hoffman, G. J. (1980). Guidelines for reclamation of salt-affected soils. Appl. Agric. Res., 1(2): 65-72. Cote C.M.;K.L. Bristow; P.B.Charlesworth; F.J. Cook and P.J. Thorburn (2000). Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. Irrig. Sci., 22:143–156.

Hoseini, E.S and M.Delbari(2015). Column leaching experiments on saline soils of different textures in Sistan plain., Desert ,20(2) :207-215.

<https://doi.org/10.1080/00380768.2019.1622400>

Huang, H. C.; X. Xue; T. Wang; R. D. Mascelli; G. Mele; Q. G.You; F. Peng and A. Tedeschi (2010). Effects of saline water irrigation on soil properties in northwest China. Environ Earth Sci.,63(2) :701-708.

IRRI: International Rice Research Institute (2006). Breeding for salt tolerance in rice. (<http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreedingcourse/Breeding_for_salt_tolerance.htm>).

Irshad, M.; H.Yasuda and M.Inoue (2008). Sustainable management of salinity- induced land degradation.2nd International Salinity Forum.Adelaide,Australia.

(<http://www.internationalsalinityforum.org/14_final.html>.)

Javadi, A.; B. Mostafazadeh-Fard; M.R.Shayannejad and H. Ebrahimian (2019). Soil physical and chemical properties and drain water quality as affected by irrigation and leaching managements.Soil Science and Plant Nutrition.

Jiaxia, S.; K.Yaohu;W. Shuqin and H.Wei (2017). Influence of drip irrigation level on salt leaching and vegetation growth during reclamation of coastal saline soil having an imbedded gravel–sand layer. Ecological Engineering ,108 : 59–69 .

Kahlon, U.Z.; G.Murtaza; B.Murtaza and A. Hussain ( 2013). Different response of soil texture for leaching of salts receiving different pore volumes of water in saline- sodic soil column. Pakistan J. Sci., 50 (2): 191-198.

Kamel ,G. A. and M.F. Bakry (2009). The properties of salt affected clay soil in relation to leaching techniques. I. W.T. C.,13( 2 ): 611-620.

Khoshgoftarmanesh, A. H. H. and R.Vakil (2003). Reclamation of saline soils by leaching and barley production.Communications in Soil Science and Plant Analysis, 34: 2875-2883.

Kitamura, Y.; T. Yano; T. Honna;S. Yamamoto and K. Inosako (2006). Causes of farmland salinization and remedial measures in the Aral Sea basin—research on water management to prevent secondary salinization in rice-based cropping system in arid land. Agricultural Water Management,85 (1-2): 1-14.

Krupp, H.K.;J.W. Bigger and D.R. Nielsen (1972). Relative flow rates of salt and water in soil. Soil Science Society of America Proceedings, 36:412-417.

Letey, J.;G.J.Hoffman; J.W.Hopmans;S.R. Grattan;D. Suarez; D.L. Corwin; J.D.Oster; L. Wu and C. Amrhein (2011). Evaluation of soil salinity leaching requirementguidelines. Agricultural Water Management, 98 : 502–506.

Liu, M.; J. Yang ; X. Li; G.Liu; M.Yu and J. Wang (2015). Distribution and dynamics of soil water and salt under different drip irrigation regimes in northwest China. Irrigation Science, 31(4): 675–688.

Mahmoodabadi, M.;N.Yazdanpanah;l.R. Sinobas; E. Pazira and A. Neshat ( 2013). Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): Redistribution of soluble cations within the soil profile. Agricultural Water Management, 120: 30–38.

McCauley,A.(2005). Salinity and sodicity manegment. A self-study course from the MSU Extension service continuing education series. Nutrient Management Modules, (1-15). 4449.

Meena, M.D.; O.K. Joshi; H.S. Jat ; A.R.Chinchmalatpure; B. Narjary; P. Sheoran and D.K. Sharma (2016). Changes in biological and chemical properties of saline soil amended with municipal solid waste compost and chemical fertilizers in a mustardpearl millet cropping system. Catena, 140: 1–8

Miller, R.J.; J.W. Biggar and D.R. Nielsen (1965). Chloride displacement in panoche clayloam in relation to water movement and distribution. Water Resour. Res., 1: 63–73.

Misra, C. and S.N. Mahapatra (1989). Prediction of salt transport during leaching of saline soils for reclamation. J. Hydrol., 106: 185–189.

Mostafazadeh-Fard, B.; A.Heidarpour; M. Aghakhani and A.M. Feizi (2008). Effects of leaching on soil desalinization for wheat cropin an arid region. Plant Soil Environ, 54 (1): 20–29.

Mostafazadeh-Frad, B.; M. Haydarpour; A. Aghakhani and M. Feizi (2007). Effect of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an apid area. International Journal of Agriculture & Biology ,9(3): 466-469

Nielsen, D.R. and J.W. Biggar (1962).Miscible displacement, 2, Behavior of tracers, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26: 125-128

Oster,J.D.;L.S.Willardson and G.J. Hoffman(1972). Sprinkling and ponding techniques for reclaiming saline soils. Transactions ASCE ,15: 1115–1117.

Peirong, L.; Z.Z.,Zhanyu; S.,Zhuping ;H., Mingyi and Z., Zemin, (2019). Assess ectiveness of salt removal by a subsurface drainage with bundled crop straws in coastal saline soil using HYDRUS-3D. Water, 11: 932- 943.

Pereira,C.S.; I. Lopes; I.Abrantes; J.P.Sousa; S.Chelinho and S.Salinizatione(2019). Effects on coastal ecosystems: A terrestrial model ecosystem approach. Ser. B Biol. Sci., 12(3): 359- 374.

Qadir, M. ; J. D. Oster ; S. Schubert ; A. D. Noble and K. L. Sahrawat (2007). Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. Advances in Agronomy, 96:197- 247.

Qadir, M.; A.S.Qureshi and S.A.M. Cheraghi(2008). Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degradation & Development, 19: 214–227.

Richardes, A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook. No. 60,USDA, Leachington.

Silva, J. L. D. A. ;S.N. Duarte ; D.D.S. Demetriusand D.O.M.Neyton (2019).

Tagar,A. A.; A.A.Siyal ; A.G.Siyal and S.Memon(2007). Effect of water quality and methods of water application on the leaching efficiency of a saline soil. Pak. J. Agri. Eng. Vet. Sci., 23 (1): 47-52

Tagar,A.A;A.A.Siyal; A.D.Brohi and F.Mehmood(2010). Comparison of continuous and intermittent leaching methods for the reclamation of a saline soil. Pak. J. Agri. Eng. Vet. Sci., 26(3): 36–47.

Tanji, K.K. (1990). Agricultural salinity assessment and management. Manual and reports on engineering practice No 71, American Society of Civil Engineers, New York.

Tintner, J.; L.Matiasch and B.Klug(2016). Germination and juvenile development of plants on municipal solid waste incineration (MSWI) slag.Ecol. Eng., 87: 162–167.

U.S. Salinity Lab. Staff. (1954). Diagnosis and improvement of Saline and alkali soils, U.S. Department of Agriculture handbook 60, p. 160.

USDA: United State Department of Agriculture (1998). Soil quality resource concerns: Salinization. <http://soil.usda.gov> .

Wu,J.;B.Vincent;J.Yang;S.Bouarfa and A.Vidal(2009). Remote sensing monitoring of changes in soil salinity: Acase study in inner Mongolia, China. Sensors, 8(11): 7035–7049.

Xu,C.;W.Z.Zeng;J.W.Wu and J.S.Huang(2015). Effects of differen irrigation strategies on soil water, salt and nitrate nitrogen transport. Ecological Chemistry and Engineering,22(4): 589-609.

Yadav,R.K.;S.P.Singh;D.Lai and A.Kumar(2007). Fodder production and soil health with conjunctive use of saline and good quality water in ustipsamments of a semiarid region. Land Degrad. Devt., 18 (2): 153-161.

Zeng,W.;C.Xu;J.Wu and J.Huang (2014).Soil salt leaching under different irrigation regimes: HYDRUS-1D modelling and analysis. J. Arid Land, 6(1): 44−58.