تقنيات استصلاح الأراضي

الجزء العملي

اعداد

د. خالد خليف نزال الحديدي م.م. شيماء غانم داؤد

كلية الزراعة والغابات

قسم علوم التربة والموارد المائية

المحتويات

الموضوع	العنوان	الصفحة
المحاضرة الاولى	مفهوم برنامج الاستصلاح	1
المحاضرة الثانية	مرحلة تخطيط المشاريع وتصميمها	8
المحاضرة الثالثة	تحشية الخطوط الكنتورية	15
المحاضرة الرابعة	تأثير التسوية على صفات التربة وانتاجيتها	21
المحاضرة الخامسة	طرق تقدير الملوحة والتعبير عنها	23
المحاضرة السادسة	الارتباط النظري للأملاح	29
المحاضرة السابعة	متطلبات الغسل	32
المحاضرة الثامنة	عمليات الغسل	40
المحاضرة التاسعة	المؤشرات المستخدمة لتقييم استكمال عملية الغسل	48
المحاضرة العاشرة	خطورة الصوديوم	53

استصلاح الاراضي

تعاني الترب المتأثرة بالأملاح بالدرجة الأساسية من مشكلة ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة فيها، وتوصف حسب التصنيف الأمريكي بأنها الترب التي تتصف بتوصيل كهربائي لمستخلص العجينة المشبعة أكثر من 4 ديسي سيمنز.م$^{-1}$ وبدرجة تفاعل أقل من 8.5 والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل أقل من 15. وتعاني المحاصيل الزراعية المزروعة في هذه الأراضي من ارتفاع الضغط الازموزي الذي يؤثر على نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية. ويعتبر الهدف الرئيسي في عملية الاستصلاح هو خفض ملوحة التربة وخاصة في طبقة الجذور إلى الحد الذي يسمح بنمو المحاصيل الزراعية بشكل مرضي وذلك بوجود شبكات البزل الفعالة.

برنامج استصلاح الأراضي الملحية

يطلق على مجمل العمليات الهندسية– الزراعية المستخدمة في عملية استصلاح الترب الملحية ببرنامج استصلاح الأراضي الملحية، هو العمل على التعمير الكامل للمشاريع الزراعية والمتضمنة تقييم الموارد الطبيعية وخاصة الأرض والماء ودراسة اقتصاديات استصلاحها واستغلالها ثم وضع برامج محددة لاستصلاحها ابتداءً بتسوية الأرض وتنفيذ مشاريع الصرف والري (المبازل الحقلية وشبكات الري) وإقامة مباني الإسكان والخدمات العامة وتنظيم الطرق ومد شبكات مياه الشرب والكهرباء.

ويتضمن برنامج الاستصلاح تحقيق أهداف معينة وهي:

1– خفض المستوى الملحي في منطقة انتشار الجذور إلى المستوى الذي تتحمله معظم المحاصيل الزراعية.
2– خفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى قيمة تصل إلى أقل من 10٪ من مجموع الأيونات المتبادلة الموجبة.
3– خفض مستوى المياه الجوفية إلى أدنى مستوى ممكن.
4– إزالة أو خفض تراكيز العناصر والأملاح الذائبة في المياه الجوفية إلى المستوى الأدنى من التركيز.
5– وجود برنامج إدارة يحقق الحيلولة دون عودة الأملاح إلى التربة من جديد.

مراحل استصلاح الترب المتأثرة بالأملاح

يمكن تقسيم مراحل مشاريع الاستصلاح إلى:

المرحلة الأولى : مرحلة التحريات والبحث والدراسة (أي فحص أرض المشروع والمتضمنة الفحص العام والفحص والدقيق).

المرحلة الثانية : مرحلة تخطيط المشاريع وتصميمها وتحضيرها (الحسابات والتصاميم والقرارات).

المرحلة الثالثة : مرحلة تنفيذ المشاريع.

المرحلة الرابعة : مرحلة الاستزراع.

تحريات وبحث ⇦ تخطيط وتصميم ⇦ تنفيذ ⇦ استزراع

1. مرحلة التحريات والبحث والدراسة

أهم ما تهدف إليه هذه المرحلة هو تقييم الموارد الطبيعية من أرض وماء ونبات في المشروع. وهذا يتم على مراحل تبدأ بالمسح المفصل، وتتضمن تحديد جميع خصائص التربة من النواحي الكيميائية والفيزيائية والمعدنية والهيدرولوجية والخصوبية وتحديد المشكلات المحددة لإنتاجها والعوامل المكونة لها من طوبوغرافية الأرض والمناخ والغطاء النباتي والتي على ضوئها يمكن وضع خرائط التربة. ومن أهم متطلبات هذه المرحلة هو جمع المعلومات والبيانات الخاصة بتقييم الأرض والتربة والماء عن طريق فحص أرض ومياه المشروع وتمثيل النتائج المتحصل عليها على خرائط توضح أنواع الترب وتوزيع الملوحة والمياه الجوفية وملوحتها.

فحص أرض المشروع

إن فحص الأرض هي وسيلة لتقويمها Land evaluation وحل مشكلاتها وإيجاد أفضل طريقة للحصول على أوفر عائد اقتصادي منها، ويقصد به دراسة الأرض لمعرفة خواصها والظروف المحيطة بها وتحديد عيوبها والعقبات التي تحد من استغلالها وتفهم الطرق المناسبة لعلاج هذه العيوب وإزالة العقبات حتى يمكن استزراع هذه الأرض بأفضل الحاصلات التي تلائمها. وينقسم فحص أرض المشروع إلى قسمين أساسيين:

اولاً : الفحص العام: ويتم بزيارة الفاحص للأرض ووصفها وتسجيل ملاحظاته عليها، وأهم البيانات التي يجب على الفاحص أن يقوم بتسجيلها هي:

1) **الموقــع**: يحدد الموقع على الخريطة، ويذكر بعده عن أقرب المدن المعروفة وما يمر به من طرق المواصلات والمعالم الرئيسية الموجودة، بالإضافة إلى ارتفاعه عن سطح البحر.

2) **استواء الأرض**: يتم تحديد مدى استواء سطح الأرض في المشروع بوجه عام ويسجل وجود أو عدم وجود المرتفعات والمنخفضات والكثبان الرملية أو عدم وجودها. إن معرفة درجة استواء الأرض هام جداً في اختيار طريقة الري وتقدير نفقات عملية التسوية.

3) **انحدار الأرض**: يسجل الفاحص في ملاحظاته درجة انحدار الأرض واتجاه هذا الانحدار وذلك عن طريق معاينة الأرض ودراسة خارطة الخطوط الكنتورية والصور الجوية لمنطقة الدراسة، يستفاد من هذه المعلومات في تحديد اتجاه مجاري المياه ومواقعها سواء للري أو للصرف وطرق الري الممكنة.

4) **حالة سطح الأرض**: يسجل الفاحص وصفاً لسطح الأرض من ناحية التشققات ووجود المستنقعات وتراكم الأملاح المتزهرة ووجود الأحجار والحصى والصخور وأحجامها وتقدير كثافة الغطاء النباتي ومقدار الجهد المطلوب للتخلص منه بغية إعداد الأرض للزراعة .

5) **الري والصرف**: يسجل الفاحص وصفاً لمصدر الماء في المنطقة سواءً كان نهراً، جدولاً، ساقية عامة أو خاصة أو بئراً وتحديد مصادر المياه على الخارطة مبيناً بعدها عن المنطقة وتذكر الآلات التي تستعمل لتوصيل المياه إن وجدت ويذكر نوعها وحالتها وقدرتها، بالإضافة إلى ذكر قنوات صرف المياه فيها وتسجل الملاحظات الضرورية بخصوص اقتراح إنشاء قنوات الصرف الرئيسية والفرعية. ويسجل الفاحص قناة الصرف العامة في حالة وجودها من حيث بعدها عن منطقة الدراسة ومستوى الماء فيها وقت الفحص وكفاءة الآت الرفع التي تقوم بسحب الماء منها إن كانت موجودة أو حاجتها إليها في حالة عدم وجودها.

6) **الغطاء النباتي**: يدل الغطاء النباتي في المنطقة على حالة الأرض سواءً في الأراضي التي لم تزرع من قبل أو المزروعة فعلاً، ففي حالة الأراضي التي لم تزرع من قبل يدلنا الغطاء النباتي فيها على:

أ. قد يدلنا عدم وجود الغطاء النباتي على وجود مشكلة تمنع نمو النباتات ولو أن هذه الحالة قلية الحدوث إلا أنها تلاحظ في الأراضي الملحية في السهل الجنوبي لوادي الرافدين وفي المساحات شديدة الجفاف التي لاتصل إليها مياه دجلة والفرات.

ب. يمكن الاستدلال على أنواع الترب في المنطقة من أنواع النباتات السائدة فيها وكذلك الاستدلال على درجة ملوحة الماء الأرضي.

ج. إن نمو بعض النباتات المحبة للملوحة يعطي الفاحص فكرة واضحة عن حالة الأراضي التي تميل إلى القلوية.

أما في حالة كون منطقة الدراسة أرضاً زراعية فيجب على الفاحص أن يسجل أنواع المحاصيل المزروعة وحالة نموها وما يظهر عليها من أعراض.

أ. تعتبر بعض المحاصيل حساسة للملوحة مثل الباقلاء والذرة والقمح لذلك فإن نموها في التربة يدل على قدرة الأرض على الإنتاجية.

ب. في حالة كون النباتات النامية في التربة غير منتظمة التوزيع وتتخللها مساحات خالية من النباتات فإن ذلك يدل على تأثر التربة بالملوحة وتبدو النباتات في الترب الملحية ذات لون أخضر غامق أحياناً.

ج. إن نقص أحد العناصر الغذائية في التربة قد يعوق من نمو النباتات فيها.

7) **الظروف السكانية**: يسجل الفاحص المعلومات الخاصة بكثافة السكان في المنطقة والحرف الأصلية لهم ومدى توفر الأيدي العاملة في المنطقة.

ثانياً: الفحص الدقيق: يتضمن حفر المقدات ووصفها وأخذ عينات التربة والماء والنبات والصخور لإجراء مايراه الفاحص ضرورياً من تقديرات كيميائية أو فيزيائية أو معدنية، كما قد يحتاج الفاحص إلى إجراء تجارب لاختبار القدرة الإنتاجية للتربة أو تقدير خصوبتها.

وأهم أهداف الفحص الدقيق هي:

1. تصنيف الترب في المساحات الكبيرة تصنيفاً علمياً.
2. تقسيم المساحات الكبيرة حسب طريقة استخدامها في الزراعة (أي نوع الغطاء النباتي).
3. فحص الترب الكلسية لوضع خطة لاستزراعها.
4. فحص الترب الملحية والقلوية لوضع خطة لاستزراعها.
5. فحص الترب الرملية لوضع خطة لاستزراعها.
6. تقدير خصوبة التربة.

ويتضمن الفحص الدقيق للتربة عدة خطوات أساسية هي:

1. وصف مقدات التربة في مساحة معينة مع تسقيطها على الخرائط.
2. التعرف على المعادن والصخور السائدة في الأرض.
3. التعرف على النباتات السائدة.
4. تقدير صلاحية المياه للري.

ويتم إنجاز خطوات الفحص الدقيق للتربة عن طريق:

1. الأعمال الحقلية: وتشمل:

اولاً: وصف مقد التربة: مقد التربة عبارة عن حفرة في الأرض بطول 2 م وعرض 1 م وبعمق يصل إما إلى الطبقة الصخرية أو إلى مستوى الماء الأرضي أو إلى حوالي 2 م في أكثر الأحيان، ويدرج أحد الجوانب ليسهل على الفاحص النزول لفحص البروفيل والخروج منه، ويكون أحد أوجهه مواجهاً لأشعة الشمس حتى لايؤثر الظل على لون الطبقات وصفاتها. ويقوم الفاحص بتحديد آفاق المقد أو طبقاته حسب لونها أو نسجتها ودرجة التماسك، ويسجل الفاحص النقاط التالية:

1- سمك كل أفق أو طبقة وبعدها عن السطح.

2- لون التربة في كل طبقة باستعمال دليل الألوان.

3- المكونات الأساسية للأفق أو الطبقة فيذكر فيما إذا كان مكوناً من المادة العضوية أو الأملاح المتزهرة أو الجبس والكلس أو الحصى ونسبة هذه المكونات بصورة تقريبية.

4- نسجة التربة في الآفاق بصورة تقريبية بواسطة اليد.

5- بناء التربة.

6- الليونة والقوام.

7- التجمعات والعقد التي قد توجد في القطاع مثل عقد الكلس أو الجبس وحدها أو مع الحديد أو المنغنيز.

8- التشققات والثقوب في آفاق المقد أو طبقاته.

ثانياً: جمع عينات التربة: تؤخذ العينات من كل طبقة أو أفق من أفاق أو طبقات المقد، وقد تؤخذ العينات على أبعاد ثابتة إذا لم يكن تمايز الطبقات أو الآفاق واضحاً.

ومن أهم العينات الواجب أخذها لغرض إكمال الدراسات المختبرية:

1- العينات المستثارة والتي تعبأ في أكياس من البلاستك وتستعمل المسحاة عادة في أخذها.

2- العينات غير المستثارة، والتي تؤخذ عادة في حالة تقدير نفاذية التربة وكثافتها الظاهرية وبعض الصفات الفيزيائية الأخرى، وتستعمل في أخذ العينات أسطوانة خاصة تغرس داخل التربة وتستخرج مع عينة التربة التي تكون بداخلها.

3- قد تؤخذ عينات بواسطة آلة الحفر (Auger) عند الحاجة إلى أخذ عينات من عدة أعماق.

ويلاحظ في جميع الأحوال أن يقيد في سجل الملاحظات رقم المقد ورقم العينة وعمقها ووصف دقيق للعينة مع كتابة البيانات التي تحدد العينة أو القطاع المأخوذ منه على بطاقة داخل كيس العينة وأخرى خارج الكيس، وبعدها ترسل العينات إلى المختبر لإجراء التقديرات المطلوبة.

2. **التقديرات المختبرية: وتشمل**

أ. التقديرات الكيميائية:

ب. التقديرات الفيزيائية:

أ- التقديرات الكيميائية: وتشمل:

1- قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة.

2- تركيز الكاتيونات (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم والمغنيسيوم).

3- الأنيونات (الكلوريدات، الكبريتات، الكربونات والبيكربونات).

4- قياس السعة التبادلية الكاتيونية والكاتيونات المتبادلة خاصة الصوديوم المتبادل ونسبة الجبس والكلس والعناصر الغذائية الأساسية مثل النتروجين الكلي والفسفور والبوتاسيوم الجاهز ونسبة المادة العضوية ودرجة تفاعل التربة pH.

ب- التقديرات الفيزيائية: والتي تشمل تحليل النسجة والكثافة الظاهرية والإيصالية المائية ونفاذية التربة للماء.

أما فيما يخص فحص الترب المتأثرة بالأملاح فيجب على الفاحص أن يعطي اهتماماً خاصاً للنقاط التالية عند الفحص الحقلي:

1. وجود الأملاح على سطح التربة فقد تكون على شكل رواسب بيضاء جيرية تدل على سيادة أيون الكالسيوم، أو تكون التربة مغطاة بطبقة من مسحوق ناعم بني غالباً مايكون هيومات الصوديوم مما يشير إلى ارتفاع نسبة أملاح الصوديوم، وكذلك يجب الاهتمام بالقشرة السطحية الناتجة عن تراكم الأملاح إن وجدت.

2. بعد مستوى الماء الأرضي عن السطح.
3. وجود الطبقات غير المنفذة للماء ونوع هذه الطبقات، فقد تكون طبقة صخرية صلبة أو تجمعات من الجبس أو الكلس أو طبقة طينية ثقيلة، ولكل منها أثرها على طريقة الاستصلاح ونفقاته.
4. على الفاحص أن يعاين مصدر الماء لهذه التربة وأخذ عينة منه لفحصها في المختبر لتقدير مدى صلاحية الماء للري في هذه الترب.
5. معاينة المصرف أو المبزل العام من ناحية موقعه بالنسبة إلى الأرض وارتفاع الماء فيه ودراسة حالة الصرف من ناحية نمو الحشائش فيه وترسيب الطين في قاعه.
6. الغطاء النباتي.
7. تؤخذ عينات تربة من الطبقات السطحية والتحت سطحية للمقد لإجراء التقديرات الكيميائية والفيزيائية التي سبق الإشارة إليها.

المرحلـــة الثانيـــة : مرحلـــة تخطـــيط المشـــاريع وتصـــميمها وتحضـــيرها (الحســـابات والتصـــاميم والقـــرارات)

إن معظم الأعمال في هذه المرحلة هي أعمال مكتبية وحسابية يعتمد في حساباتها على المعلومات والبيانات التي تم جمعها في المرحلة الأولى، لذلك فإن دقة الحسابات والتصاميم تعتمد كثيراً على دقة المعلومات والبيانات والمسوحات التي اكتملت في المرحلة الأولى.

تشمل هذه المرحلة إجراء الحسابات والتصاميم التالية:

1- حجم التسوية المطلوبة.

2- حجم الماء اللازم للغسل (مقنن الغسل).

3- مواصفات مضخات الماء وقنوات الري الناقلة.

4- تحديد نظام البزل المناسب.

5- تصميم شبكة البزل.

6- مواد البزل المغطى ومرشحات البزل.

7- الوقت اللازم لإنجاز عملية الغسل.

1. **حجم التسوية المطلوبة**

يتم حساب حجم التسوية الخشنة والناعمة المطلوبة وكذلك تقدير حجم الكميات الترابية اللازم حفرها من المناطق العالية ونقلها إلى المناطق المنخفضة (أعمال القطع والردم) وذلك بالاعتماد على المعلومات المعطاة من الخارطة الطوبوغرافية (الكنتورية).

التسوية: هي فرع من فروع المساحة يختص بدراسة البعد العمودي بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض بصورة مباشرة أو غير مباشرة استناداً إلى مستوى ثابت يعرف بمستوى المقارنة هو متوسط مستوى سطح البحر، وعليه فإن الأبعاد العمودية تكون موجبة إذا كانت فوق مستوى المقارنة وسالبة إذا كانت تحت مستوى المقارنة، وتوجد عدة طرق لإجراء عملية التسوية منها:

1. **طريقة البندول**: يشير اتجاه البندول إلى الخط العمودي، أما الخط الأفقي فيقاس بحيث يكون عمودي على اتجاه البندول كما في قاعدة شاقول البناء، وتصلح هذه الطريقة للمسافات القصيرة فقط ولذلك تعد غير عملية بالنسبة للمساح.

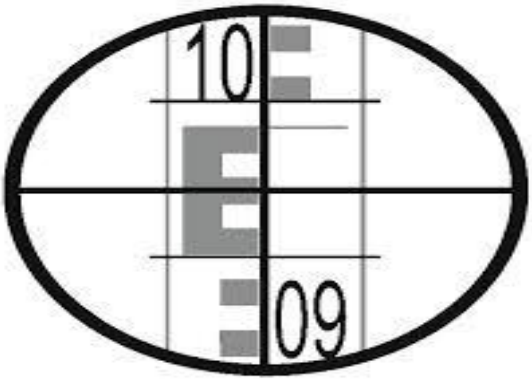
2. **طريقة فقاعة التسوية**: هي أضبط الطرق الشائعة وأكثرها استعمالاً، إذ يدل سطح السائل الثابت على الخط الأفقي كما في جهاز التسوية ويعين البعد العمودي بقراءة مقدار المسافة العمودية بصورة مباشرة من على سطح مسطرة المساح التي تمسك بشكل عمودي على النقطة المطلوبة.
3. **طريقة الزاوية:** وتكون بقياس المسافات الأفقية والزوايا العمودية حيث يستخرج فرق الارتفاع من العلاقة المثلثية بين هذه القياسات كما في حالة ميزان أبني والثيودولايت، ولكن مثل هذه الطريقة تستخدم غالباً لقياس درجات الميل وارتفاعات المعالم الأرضية ولا تستعمل للمسوحات العامة.
4. **طريقة الضغط الجوي**: تعتمد هذه الطريقة على قياس مقدار الاختلاف في الضغط الجوي باختلاف الارتفاع عن سطح الأرض كما في حالة البارومیتر، ولا تعطي هذه الطريقة نتائج دقيقة لأن دقة النتائج تعتمد على ثبات الضغط الجوي عند ارتفاع معين، كما أن مقدار التغير في الضغط الجوي في الارتفاعات المختلفة قليلة جداً بحيث يستلزم الأمر استعمال أجهزة معقدة التركيب والاستعمال، ولذلك تستعمل هذه الطريقة في المسوحات الاستكشافية كدليل لمعرفة الارتفاع بشكل تقريبي وكذلك عندما تكون فروقات الارتفاعات كبيرة.

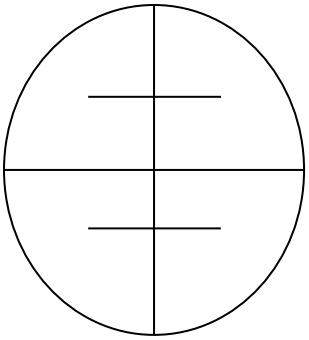
جهاز (ميزان) التسوية:

إن القاعدة الأساسية في تصميم أجهزة التسوية هي تكوين خط نظر أفقي وهمي يستطيع المساح من خلاله أخذ القراءات على مسطرة التسوية المدرجة التي توضع بصورة عمودية على النقاط الأرضية، ومن مجمل هذه القراءات نستنتج مناسيب وفروق الأبعاد العمودية بين النقاط الأرضية.

وتتكون أجهزة التسوية بصورة عامة من الأجزاء الرئيسية الآتية:

1. **المنظار (التلسكوب)**: والذي بواسطته يتحدد خط النظر وهو عبارة عن اسطوانة حاوية على عدسات شيئية وعينية للتكبير إضافة إلى المنظمات التي تعمل على توضيح الرؤيا على مسطرة التسوية من أجل الحصول على القراءة المضبوطة، كما يحتوي المنظار على عدد من الشعيرات الأفقية والعمودية المركبة بشكل حلقة أو محفورة على لوح زجاجي لغرض تحديد محور المنظار، وبصورة عامة تكون الشعيرات بالترتيب الآتي: شعيرتان إحداهما أفقية وتسمى بالشعيرة الأفقية الوسطى والأخرى متعامدة عليها وتسمى بالشعيرة العمودية، وتوجد أحياناً شعيرتان أفقيتان قصيرتان أعلى وأسفل الشعيرة الوسطى وتبعدان عنها مسافتين متساويتين حيث تستعملان في القياس غير المباشر للمسافات.





2. **ميـزان التسـوية**: وظيفته الأساس تسوية خط النظر الواصل بين جهاز التسوية ومسطرة التسوية وجعله أفقياً حيث يكون متصلاً بالمنظار، ويكون خط النظر أفقياً عندما تكون الفقاعة في الوسط تماماً حسب التأشيرة الموجودة على زجاجة الفقاعة.
3. **لولب التسوية**: تتم تسوية أفقية الجهاز عن طريق تنظيم وضع لوالب التسوية الأربعة في الأجهزة القديمة التي يكون عددها ثلاثة فقط أو بشكل كرة مفصلية في أنواع أجهزة التسوية الحديثة.
4. **الركيزة.**

استعمال جهاز التسوية:

من الأمور البديهية في استعمال جهاز التسوية القيام بتسوية الجهاز وضبط أفقيته كي يكون مستوى النظر في عدستيه الشيئية والعينية بوضع أفقي موازي لمستوى المقارنة تماماً ويتم هذا في كل مرة ينصب

فيها الجهاز في موقع جديد وقبل أن تسجل أي قراءة من مسطرة التسوية، أما خطوات تهيئة جهاز التسوية فهي كالآتي:

1. نصب الجهاز: يربط الجهاز فوق ركيزته بالصامولة المحورية وتفرد أرجل الركيزة بصورة شعاعية،
2. تسوية الجهاز: بعد نصب الجهاز يتم ضبط فقاعة التسوية الدائرية بدواليب التسوية الأربعة أو الثلاثة حسب نوع الجهاز.
3. تصحيح الرؤية وإزالة الإزاحة،

بعض المصطلحات المستخدمة في التسوية:

القراءة الخلفية: هي أول قراءة تؤخذ من على مسطرة التسوية الموضوعة بشكل عمودي على نقطة معلومة المنسوب بعد نصب الجهاز وتنظيم أفقيته.

القراءة الأمامية: هي آخر قراءة تؤخذ من على مسطرة التسوية الموضوعة بشكل عمودي على نقطة مجهولة المنسوب قبل نقل الجهاز من موقعه إلى موقع جديد وتؤخذ عادةً على راقم منطقة معلومة الارتفاع، عند نهاية عملية التسوية بكاملها أو عند نقطة نهاية المسافة المنظورة من موقع الجهاز أو نقطة نهاية العمل اليومي.

القـراءة الوسـطية: هي قراءة تؤخذ من على مسطرة التسوية الموضوعة بشكل عمودي على نقطة مجهولة المنسوب، وواقعة ضمن المسافة الفاصلة بين موقعي القراءة الأمامية والخلفية.

نقطة التبديل أو الدوران: هي النقطة التي تبقى فيها مسطرة التسوية ثابتة عند تحويل الجهاز إلى موقع جديد وتؤخذ عليها قراءتين إحداهما (وهي الأولى) أمامية تؤخذ من موقع الجهاز قبل نقله، والأخرى (الثانية) خلفية وتؤخذ من موقع الجهاز بعد نقله وتسجل هاتان القراءتان في نفس الخط في جدول التسوية لأنهما مأخوذتين لنفس النقطة.

مستوى المقارنة Datum plane :-

هو سطح مستوى وهمي تتخذه اقطار العالم المختلفة اساساً لحساب ومقارنة ارتفاعات وانخفاضات النقاط الارضية . ففي القطر العراقي يعد مستوى سطح البحر عند البصرة اساساً لحساب الارتفاعات والانخفاضات النسبية في مناطق العراق المختلفة حيث يعد ارتفاعه صفراً ويرمز له G.T.S

. General Topographic surving

مستوى سطح البحر Mean Sea Level :-

هو معدل مستوى سطح مياه البحر لأطوال المد كافة . ويحسب من مشاهدات متكررة تؤخذ على فترات زمنية ثابتة (مثلاً كل ساعة) لفترة زمنية لا تقل عن سنة واحدة. وتعد معظم الأقطار ان هذا المستوى هو صفر .

المنسوب Elevation level :-

هو البعد العمودي بين أي نقطتين على سطح الأرض وبين مستوى المقارنة ويكون موجباً أذا كان فوق مستوى المقارنة وسالباً أذا كان تحت هذا المستوى . أما النقطة التي منسوبها صفر فهي واقعة على امتداد مستوى المقارنة .

الراقم Bench mark :-

هو نقطة ثابتة معروفة الموقع سبق أن ثبت منسوبها بالنسبة لمستوى المقارنة . وتستخدم الرواقم بدائل لمستوى المقارنة تسهيلاً لعمليات التسوية التي يجب أن تبدأ من مستوى مقارنة وتنتهي عنده .

التسوية المتسلسلة

لو تصورنا مجموعة من النقاط لها نفس الارتفاع عن مستوى سطح البحر ووصلنا هذه النقاط بعضها ببعض ستكون بشكل دائرة تحيط بالكرة الأرضية.

والحالة الأكثر شيوعاً في عمليات التسوية هي عدم إمكانية قراءة النقطتين أو النقاط المطلوبة من موقع واحد للجهاز، وهذه تحدث في حالة كون النقطتين المراد قراءة منسوبهما بعيدة إحداهما عن الأخرى أو أن الفرق بين منسوبهما كبير وأكثر من طول مسطرة التسوية أو يوجد بينهما عوائق طبيعية أو صناعية، مما يجعل رصدها من موقع واحد للجهاز مستحيلاً أو غير ممكن، في هذه الحالات تنفذ عملية التسوية المتسلسلة أو التسوية على مراحل.

مثال :

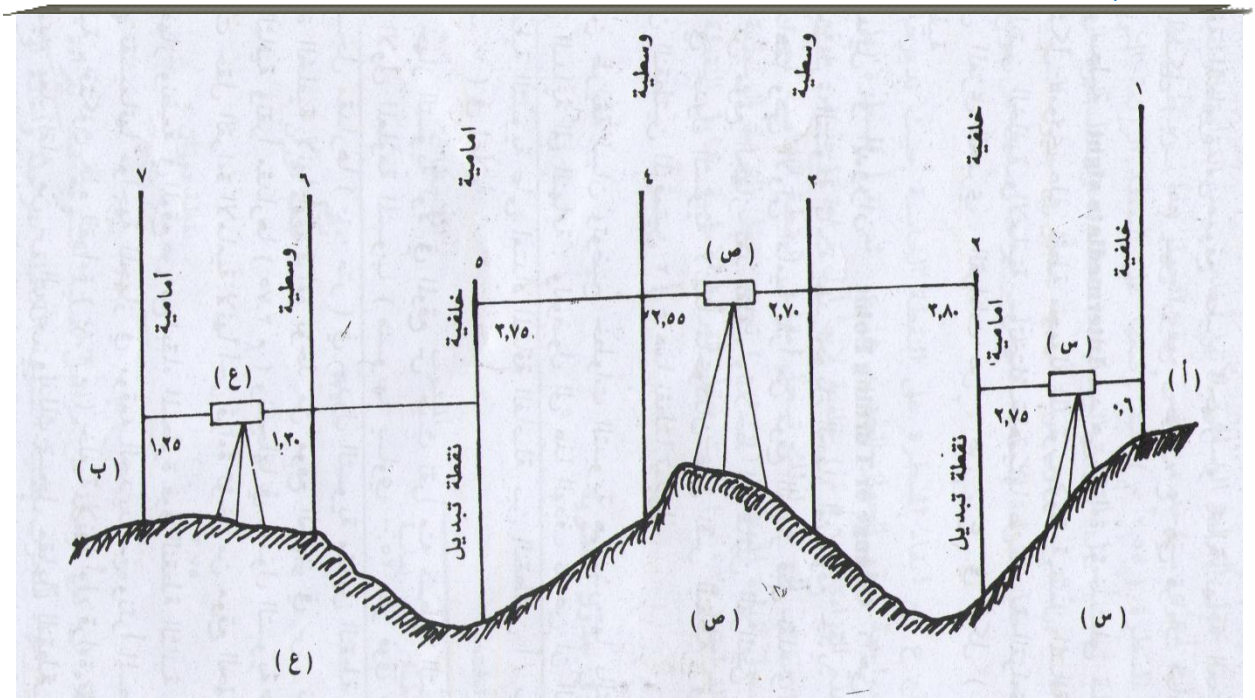
لنفرض بأن لدينا عملية تسوية بين نقطتين هما أ و ب وكما في الشكل أعلاه، ينصب جهاز التسوية في الموقع (س) حيث تقرأ منه مسطرة التسوية الموضوعة على النقطة الأولى المعلومة المنسوب (25) م وتسجل القراءة التي مقدارها (0,6) م في جدول التسوية وتحت حقل القراءات الخلفية لأنها أول قراءة تؤخذ من موقع الجهاز في (س)، من ثم نحول المسطرة إلى النقطة الثانية ونأخذ القراءة (2,75) م ونسجلها في جدول التسوية مقابل النقطة الثانية وتحت حقل القراءة الأمامية لأنها آخر قراءة تؤخذ من موقع الجهاز في (س)، نرفع الجهاز ونضعه في الموقع (ص) مع إبقاء مسطرة التسوية فوق النقطة الثانية حيث ندورها فقط لتصبح تقسيماتها مواجهة للجهاز في الموقع الجديد، ونأخذ القراءة من المسطرة على النقطة الثانية مرة أخرى

فتكون هذه القراءة هي خلفية (3,8) م لأنها أول قراءة تؤخذ من موقع الجهاز الجديد بعد نقله من (س) إلى (ص) ولذلك تسجل مقابل النقطة الثانية وتحت حقل الخلفية، ثم ننقل المسطرة إلى النقطة الثالثة ونسجل القراءة التي مقدارها (2,7) م مقابل النقطة الثالثة تحت حقل النقطة الوسطية لأنها أخذت بعد القراءة الخلفية من موقع (ص) وهناك قراءات أخرى تؤخذ من موقع الجهاز هذا وينطبق الكلام نفسه على قراءة المسطرة (2,55) م عند وضعها في النقطة الرابعة وتسجل تحت حقل الوسطية أيضاً بعدها نحول المسطرة إلى النقطة الخامسة ونقرأ (3,75) م التي ستكون قراءة أمامية وتسجل في جدول التسوية مقابل النقطة الخامسة تحت حقل القراءة الأمامية وهكذا إلى النقطة السابعة، وكما موضح في الجدول والرسم السابق، ونتبين مما ذكر سابقاً أن كل مرحلة من مراحل عملية التسوية تبدأ بقراءة خلفية وتنتهي بقراءة أمامية سواءً أنجزت عملية التسوية الكاملة بمرحلة واحدة أو أكثر، كما أنه لايشترط وجود قراءات وسطية بين مواقع الجهاز المتعاقبة لأن وجود القراءات الوسطية وعددها يعتمد على إمكانية الرؤية والطبيعة الطوبوغرافية للمنطقة المشمولة بعملية التسوية، بعد الانتهاء من تسجيل جميع القراءات في جدول التسوية نبدأ بحساب مناسيب النقاط المختلفة والذي يكون بأحد الطرق المعروفة ومنها والأكثر استخداماً، طريقة ارتفاع خط النظر وتعتمد هذه الطريقة على إيجاد مقدار خط النظر لموقع الجهاز أولاً وذلك بإضافة القراءة الخلفية إلى منسوب القراءة الخلفية الذي يكون عادةً معلوم ومن ثم طرح جميع القراءات الوسطية والأمامية المأخوذة من نفس موقع الجهاز من مقدار ارتفاع خط النظر للحصول على مناسيب النقاط الوسطية والأمامية، ونكرر هذه العملية لكل تغير في موقع الجهاز.

ارتفاع خط النظر = القراءة الخلفية + منسوب النقطة الخلفية

منسوب النقطة الوسطية = ارتفاع خط النظر – قراءة النقطة الوسطية

منسوب النقطة الأمامية = ارتفاع خط النظر – قراءة النقطة الأمامية



النقطة	القراءات			ارتفاع خط النظر	المنسوب	الملاحظات
	خلفية	وسطية	أمامية			
1	0,60			25,60	25,00	راقم
2	3,80		2,75	26,65	22,85	نقطة دوران
3		2,70			23,95	
4		2,55			24,10	
5	2,60		3,75	25,50	22,90	نقطة دوران
6		1,30			24,20	
7			1,25		24,25	

ارتفاع خط النظر (للموقع س) = 0,6 + 25 = 25,6

منسوب النقطة الأمامية (رقم 2) = 25,6 – 2,75 = 22,85

ارتفاع خط النظر (للموقع ص) = 3,8 + 22,85 = 26,65

منسوب النقطة الوسطية (رقم 3) = 26,65 – 2,7 = 23,95

منسوب النقطة الوسطية (رقم 4) = 26,65 – 2,55 = 24,1

منسوب النقطة الأمامية (رقم 5) = 26,65 – 3,75 = 22,9

ارتفاع خط النظر (للموقع ع) = 22,9 + 2,6 = 25,5

منسوب النقطة الوسطية (رقم 6) = 25,5 – 1,3 = 24,2

منسوب النقطة الأمامية (رقم 7) = 25,5 – 1,25

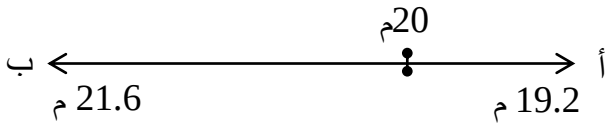
تحشية الخطوط الكنتورية

في البداية يجب تحديد الخطوط الكنتورية المتساوية المنسوب وربطها بعضها مع بعض، وللحصول على الخطوط الكنتورية يتم إتباع عدة طرق منها:

1. **الطريقة الحسابية**: لنفرض أن لدينا النقطتين أ ، ب ومنسوبهما (19.2و21.6) م على التوالي والمطلوب تعيين نقطة الكنتور الذي قيمته (20) م على الخط (أ ب).

نفرض أن المسافة الأفقية بين أ ، ب على الخارطة 3 سم

$$\frac{\text{البعد الجزئي}}{\text{البعد الكلي}} \times \text{المسافة على الخارطة}$$

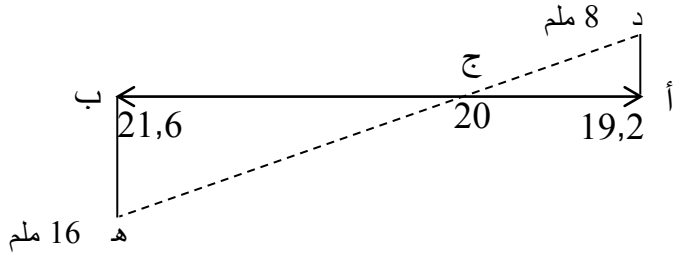


إما $\frac{19.2-20}{19.2-21.6}\times 3=1$ سم بُعد النقطة المطلوبة عن أ

أو $\frac{20-21.6}{19.2-21.6}\times 3=2$ سم بُعد النقطة المطلوبة عن ب

2. **طريقة الرسم**: لتعيين موقع نقطة الكنتور الواردة في المثال المذكور أعلاه نصل بين أ ، ب بخط مستقيم ثم نجد الفرق بين منسوب أ ونقطة الكنتور المطلوبة (20 – 19,2 = 0,8) وكذلك بين منسوب ب ونقطة الكنتور المطلوبة (20 – 21,6 = 1,6-) ثم نقسم الخط (أ ب) بنسبة هذين الفرقين إلى قسمين أي بنسبة (1,6 / 0,8) وكما يأتي:

نعبر عن هذين الفرقين بوحدات قياس معينة كأن نعد الفرق (0,8 م) يعادل (8 ملم) والفرق (1,6- م) يعادل (16- ملم). ثم نقيم من نقطة أ عموداً نحو الأعلى بطول (8 ملم) ومن ب ننزل عموداً نحو الأسفل بطول (16 ملم) نصل إحدى نهايتي هذين العمودين بالأخرى بخط مستقيم يقطع المسافة (أ ، ب) في نقطة ج مثلاً التي تكون هي نقطة الكنتور المطلوبة.

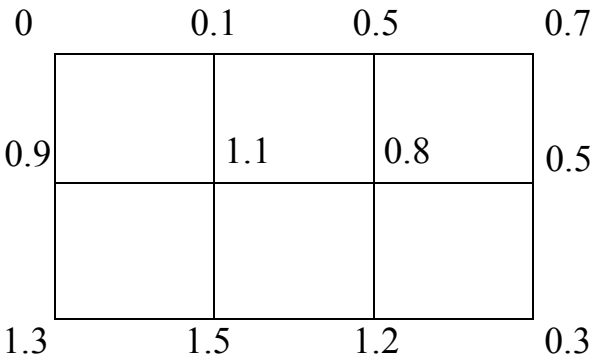


*** حساب أحجام الحفر والردم في التسوية الشبكية:**

هناك ثلاث حالات في حساب أحجام الحفر والردم وهي:

اولاً: إذا كان لدينا حفر أو ردم والأرض مقسمة إلى مربعات أو مستطيلات.

مثال: لدينا قطعة أرض طولها 90 م وعرضها 60 م قسمت إلى مربعات طول ضلع المربع 30 م ، المطلوب حساب حجم الحفر الناجم عن تسويتها بمنسوب 3 م.



خارطة الفرق في المناسيب

الخارطة التصميمية

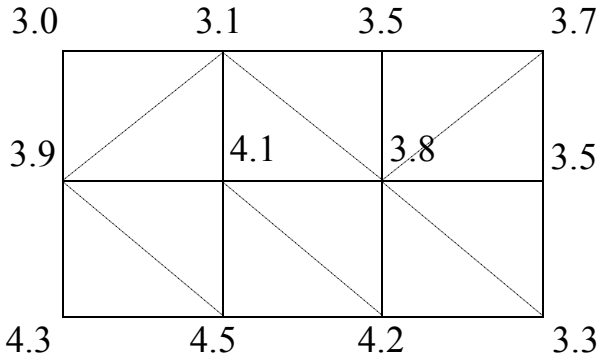
ع1	ع2	ع3	ع4
0.7	0.5		0.8
0	0.1		1.1
0.3	0.5		
1.3	0.9		
	1.2		
	1.5		
2.3	**4.7**	**-**	**1.9**

حجم الحفر أو الردم = م ($\frac{ع_1 + 2ع_2 + 3ع_3 + 4ع_4}{4}$)

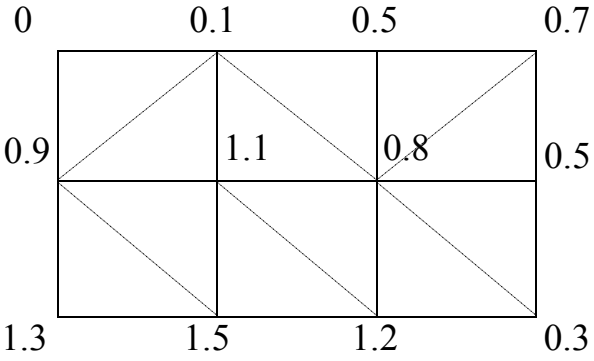
حجم الحفر أو الردم = 30 × 30 ($\frac{2.3 + (4.7\times2) + (0\times3) + 1.9\times4}{4}$)

= **4342.5 م^3**

2. إذا كان لدينا حفر أو ردم والأرض مقسمة إلى مثلثات.



الخارطة التصميمية



خارطة الفرق في المناسيب

ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6	ع7
0	0.7	1.2	0.1	1.1		0.8
1.3	0.5	1.5	0.9			
	0.5					
	0.3					
1.3	**2.0**	**2.7**	**1.0**	1.1	**-**	0.8

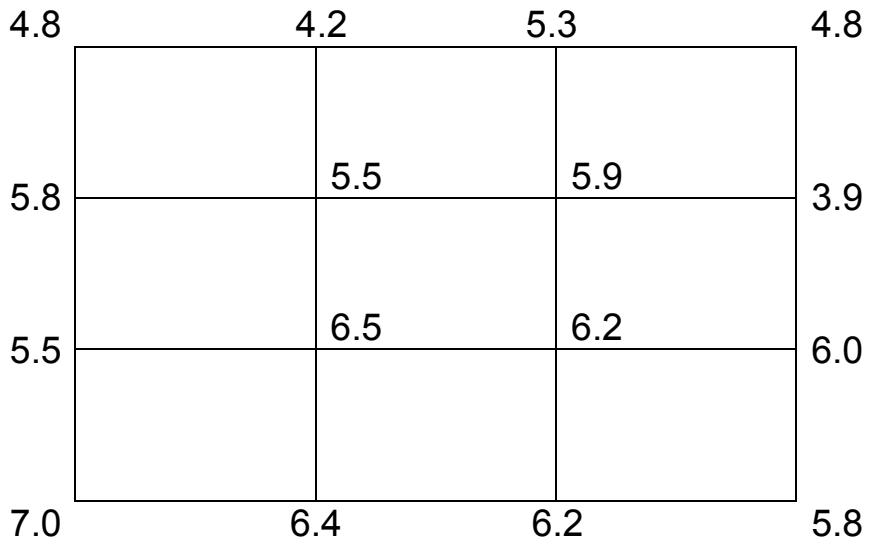
$$ح = \frac{30\times 30}{2}\left(\frac{(0.8\times7) + (0\times6) + (1.1\times5) + (1\times4) + (2.7\times3) + (2\times2) + 1.3}{3}\right)$$

$$= \mathbf{4275}\ م^3$$

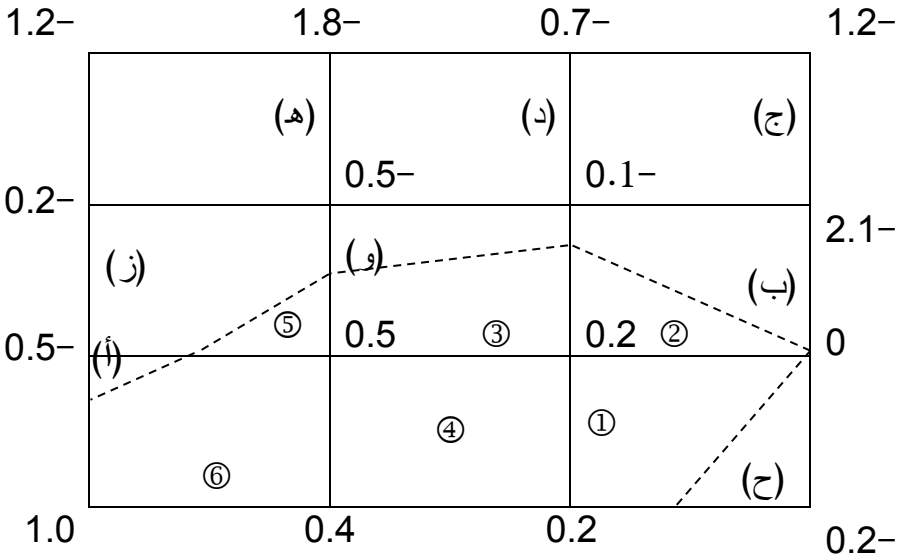
3. إذا كان لدينا حفر وردم في نفس الوقت.

في هذه الحالة نقوم أولاً بتحديد الخط الفاصل بين الحفر والردم استناداً إلى منسوب التسوية المطلوبة واعتماداً على طريقة التحشية التي سبق ذكرها.

مثال: احسب حجوم الحفر والردم الناجمين عن تسوية قطعة أرض مقسمة إلى مستطيلات ذات أبعاد (30×40) م بمقدار 6 م.



الخارطة التصميمية



خارطة الفرق في المناسيب

نفرض أن كل 30 م = 3 سم

40 م = 4 سم

$$\frac{\text{البعد الجزئي}}{\text{البعد الكلي}} \times \text{المسافة على الخارطة}$$

$$\frac{0 - 0.2}{(0.2-) - 0.2} \times 4 \Leftarrow \frac{0.2}{0.4} \times 4 = 2 \text{ سم}$$

$$\frac{0 - 0.2}{(0.1-) - 0.2} \times 3 \Leftarrow \frac{0.2}{0.3} \times 3 = 2 \text{ سم}$$

حجم الحفر = $ح_1 + ح_2 + ح_3 + ح_4 + ح_5 + ح_6$

$$ح_1 = \frac{\text{مجموع القاعدتين}}{2} \times \text{الارتفاع} \times \left(\frac{\text{مجموع مناسيب النقاط الاربعة}}{4}\right)$$

$$ح_1 = \frac{40 + 20}{2} \times 30 \times \left(\frac{0.2 + 0.2 + 0 + 0}{4}\right) = \mathbf{90\ م^3}$$

$$ح_2 = \frac{20 \times 40}{2} \times \left(\frac{0.2 + 0 + 0}{3}\right) = \mathbf{26.67\ م^3}$$

$$ح_3 = \frac{15 + 20}{2} \times 40 \times \left(\frac{0.5 + 0.2 + 0 + 0}{4}\right) = \mathbf{122.5\ م^3}$$

$$ح_4 = 40 \times 30 \left(\frac{0.2 + 0.4 + 0.5 + 0.2}{4}\right) = \mathbf{390\ م^3}$$

$$ح_5 = \frac{15 \times 20}{2} \times \left(\frac{0.5 + 0 + 0}{3}\right) = \mathbf{25\ م^3}$$

$$ح_6 = [\left(\frac{10 \times 20}{2}\right) - (30 \times 40)] \times \left(\frac{0.1 + 0 + 0 + 0.5 + 0.4}{5}\right) = \mathbf{220\ م^3}$$

مجموع حجوم الحفر = 90 + 26.67 + 122.5 + 390 + 25 + 220 = **874.17 م^3**

حجم الردم = $ح_أ + ح_ب + ح_ج + ح_د + ح_هـ + ح_و + ح_ز + ح_ح$

$$ح_أ = \frac{10 \times 20}{2} \times \left(\frac{0 + 0.5 + 0}{3}\right) = \mathbf{16.7\ م^3}$$

$$ح_ب = \frac{30 + 10}{2} \times 40 \times \left(\frac{0 + 0.1 + 2.1 + 0}{4}\right) = \mathbf{440\ م^3}$$

$$ح_{ج} = 30 \times 40 \left(\frac{2.1 + 0.1 + 0.7 + 1.2}{4} \right) = \mathbf{1230}\ م^3$$

$$ح_{د} = 30 \times 40 \left(\frac{0.1 + 0.5 + 1.8 + 0.7}{4} \right) = \mathbf{930}\ م^3$$

$$ح_{هـ} = 30 \times 40 \left(\frac{0.2 + 1.2 + 1.8 + 0.5}{4} \right) = \mathbf{1110}\ م^3$$

$$ح_{و} = \frac{15 + 10}{2} \times 40 \left(\frac{0 + 0.5 + 0.1 + 0}{4} \right) = \mathbf{440}\ م^3$$

$$ح_{ز} = 150 - 1200 \left(\frac{0 + 0.5 + 0.2 + 0.5 + 0}{5} \right) = \mathbf{252}\ م^3$$

$$ح_{ح} = \frac{30 \times 20}{2} \left(\frac{0 + 0.2 + 0}{3} \right) = \mathbf{20}\ م^3$$

مجموع حجوم الردم = 16.7 + 440 + 1230 + 930 + 1110 + 440 + 252 + 20

$$= \mathbf{4438.7}\ م^3$$

تأثير التسوية على صفات التربة وانتاجيتها

من ضمن عمليات استصلاح الأراضي في التربة هو المسح الحقلي ومن ثم أعمال المساحة والتسوية ، والهدف من عمليات تسوية الاراضي هو إعادة تشكيل الأرض بانحدار معين ومنتظم بغية السيطرة على جريان مياه الغسل والري وضمان توزيعها بشكل جيد وتقليل مقدار التعرية التي تسببها الانحدارات غير المنتظمة مما يؤدي الى التقليل من فقدان العناصر الغذائية وضمان صيانة التربة والمياه .وتتضمن عمليات التسوية قطع ونقل ككميات من التربة من المناطق المرتفعة وردم المناطق المنخفضة بها ، وينتج عن ذلك ازالة الطبقة السطحية من المناطق المكشوطة . وان عامل الانتاجية للترب تحت السطحية الناتج عن الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة يكون على درجة كبيرة من الأهمية ، إذ ان مستوى الإنتاجية للطبقات التحتية لتربة ما هو الذي يحدد العمق المسموح إزالته من التربة السطحية ، حيث أن تعديل الأرض وتسويتها له دور كبير في زيادة الضائعات المائية ، وان من أهم عوامل زيادة كفاءة الري وتوزيع الماء هي تسوية الأرض التي تسمح لماء الري والغسل بالانتشار بشكل متجانس في الحقل . وقد وجد أن التسوية لها تأثيرات عديدة على الصفات الفيزيائية والكيميائية والإنتاجية للتربة .

تأثير التسوية على الصفات الفيزيائية للتربة :

يجب التعرف على صفات مقد التربة قبل إجراء عمليات التسوية وتحديد الطبقات الرملية او الطينية الثقيلة والتي تؤثر على عمق القطع في التربة ومن الصفات الفيزيائية المتأثرة بالتسوية هي ما يلي :

1- في حالة ازالة الطبقة السطحية وجد ان هناك ميل من قبل التربة لتكوين القشرة والرص Crusting compaction .

2- ارتفاع نسبة الطين وزيادة الكثافة الظاهرية في الأجزاء المكشوطة وانخفاضها في المناطق المردومة مقارنة بالترب الاصلية .

3- إن معامل التسوية له تأثير كبير على أستخدم وخزن وتوزيع مياه الري في الأراضي المسواة .

4- إن القطع العمق للتربة أثناء عملية الكشط والردم ونقل الأجزاء المفككة ذات البناء الحبيبي من الجزء المكشوط الى المساحات المردومة يؤدي الى زيادة ملحوظة في سرعة الغيض في للتربة المردومة .

5- كشط التربة وظهور الطبقة تحت السطحية على السطح (كأن تكون نسجة التربة طينية غرينية) له ضرر كبير بعد الترطيب والتجفيف نتيجة لتشقق التربة .

6- ان الصفات الفيزيائية للطبقات التحت سطحية المعرضة للسطح مهمة جداً لتحديد عمق الطبقة المزالة أثناء عملية التسوية .

7- كفاءة خزن الماء في الاراضي المسواة أو التي اجريت عليها عمليات التسوية والمتروكة بوراً يتأثر بنوع نسجة التربة المكشوطة.

تأثير التسوية على الصفات الكيميائية للتربة :

تؤكد معظم الدراسات أن تغييراً مهماً في الصفات الكيميائية للتربة يحدث نتيجة لعملية التسوية ، منها :

1- انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية والنسبة المئوية للنتروجين في الأراضي المسواة بسبب إزالة الطبقة السطحية ويتناسب انخفاضها طردياً مع عمق الكشط .

2- زيادة محتوى التربة المكشوطة من $CaCO_3$ في الطبقات السطحية مقارنة مع الطبقات السطحية للمناطق المكشوطة من الحقل .

3- العامل المحدد لخصوبة التربة تحت السطحية والمعرضة للسطح نتيجة لأجراء عمليات التسوية هو النقص الحاصل في العناصر الغذائية وخصوصاً (N,P,K) إذ ان معظم الطبقات التحت سطحية للتربة ذات محتوى قليل من عنصري N , P العضويين بصورتهما الجاهزة للنبات . وفي دراسة حقلية ، وجد ان النتروجين الكلي يتناقص مع العمق في كل من المناطق المكشوطة وغير المكشوطة ، كذلك وجد ان الفسفور الجاهز في العمق (صفر – 15) سم للترب غير المكشوطة أكبر بثلاث مرات مقارنة مع نفس العمق في الترب المكشوطة.

تأثير التسوية على إنتاجية المحاصيل الزراعية :

1- معظم الدراسات أكدت على انخفاض انتاجية المحاصيل الزراعية في الأراضي المكشوطة بسبب عمليات التسوية وذلك لإزالة الطبقة السطحية الغنية بالعناصر الغذائية وخصوصاً (N,P,K) هي المسؤولة بالدرجة الأساس عن قلة إنتاجية الطبقات السطحية المعرضة للسطح نتيجة لعملية الكشط.

2- وجد في دراسة حقلية حول محصول الجت أن هناك تبايناً كثيراً في الانتاج بالنسبة لمستويات الكشط بالنسبة للترب السطحية واستمر هذا التباين حتى في حالة استخدام الاسمدة الفوسفاتية والبوتاسية .

3- وفي تجربة أخرى حول محصول الحنطة وجد أن إنتاج هذا المحصول يتأثر قليلا بزيادة مستويات الكشط وإن الإنتاج يقل أو ينخفض بزيادة عمق الكشط .

طرق تقدير ملوحة التربة والتعبير عنها

من الأمور المهمة في مجال دراسة طبيعة الترب المتأثرة بالأملاح وتقييمها وتصنيفها واستصلاحها هي تحليل الترب المتأثرة بالملوحة وكيفية التعبير عن الملوحة وطرق قياسها. وهناك طريقتين أساسيتين لقياس تركيز الاملاح في التربة .

أولا: قياس الملوحة حقلياً
ثانياً: قياس الملوحة حقلياً

أولا: قياس الملوحة حقلياً

لقد تطورت حديثاً طرق القياس الحقلية للملوحة في التربة على اعماق مختلفة ولفترات متباينة حيث مثبت عملياً كفاءة هذه الطرق . ان الاساس النظري الذي تستند اليه هذه الطرق هو قياس مقاومة التربة للتيار الكهربائي المار من خلالها او بالاستشعار عن بعد عن طريق الاشارات الكهربائية التي ترسلها اجهزة حساسة للملوحة Salinity sanser . وتمتاز هذه الطرق بسرعة تتبع الملوحة ولمساحات واسعة ولأعماق مختلفة وهي تستخدم في مشاريع الري اضافة الى تقليل الحاجة الى اخذ عينات للتحليل .ومن الامثلة على ذلك هي:

1. **جهاز التشرب المسامي** :

وهو عبارة عن خلية مسامية لقياس التوصيل الكهربائي (غالباً ما تكون من الخزف) تشبه فنجان الشد المسامي لجهاز الشد الرطوبي Tinsiometer تسمح بدخول ماء التربة الى داخلها عبر المسام بفعل الخاصية الشعرية بعد ان يدخل الجهاز في جسم التربة والى العمق المطلوب . ويوجد داخل هذا الجهاز خلية اقطاب كهربائية تقوم بقياس التوصيل الكهربائي لمحلول التربة عن طريق معرفة ثابت الخلية الكهربائية . عيوب هذه الطريقة هي الحاجة الى مستمرة كذلك يتطلب وقت طويل للوصول الى الاتزان حيث يصل الوقت احياناً الى اكثر من 10 ساعات واخيراً لا تصلح لرصد الملوحة في مساحات كبيرة .

2. **الأجهزة رباعية الاقطاب**:

وتعتمد النظرية التي تستند عليها هذه القياسات على ان معظم معادن التربة تعتبر مواد عازلة .لذا فأن قياس التوصيل الكهربائي في الترب الملحية يتوقف على المحلول الموجود في المسافات البينية لذلك

ستكون الاملاح الذائبة هي المسؤولة عن التوصيل الكهربائي حيث الايونات الموجبة المتبادلة لا تساهم الا قليل نسبياً بسبب أمتزازها وقلة حركتها مقارنة بالأيونات الذائبة . ومن مميزات هذه الطريقة بأنها قابلة للحركة اي يمكن تغيير مكان الأقطاب وقلة الكلفة وبهذا يمكن تقدير ملوحة التربة في منطقة الجذور لمساحات كبيرة من الحقل.

3ـ **أجهزة قياس الملوحة في ماء التربة** :

أكثر الطرق شيوعاً في هذا المجال هي طريقة استخدام الإناء الخزفي (Ceramic cup)، وعينة ماء التربة التي يتم الحصول عليها في هذه الطريقة تكون ممثلة لمحلول التربة حول الإناء الخزفي الموجود في التربة في لحظة أخذ العينة.

ثانياً: قياس الملوحة مختبرياً وتشمل :

1. **القياس المباشر لوزن الأملاح الذائبة في الماء (الطريقة الوزنية)**:

يمكن حساب مجموع الأملاح الذائبة (Total dissolved salts) والتي يرمز لها (TDS) ويتم ذلك بمزج كمية معلومة من التربة مع الماء ومن ثم يتم ترشيح وتبخير الراشح وتجفيفه بعد ذلك بالفرن عند درجة حرارة 105° م لمدة ثلاث ساعات على الأقل ويوزن الملح المتبقي ثم يحسب كنسبة مئوية أو كجزء بالمليون بالنسبة لوزن التربة الجاف المستعملة في التجربة. وتعتبر هذه الطريقة أولية او بدائية وتحصل فيها أخطاء بسبب .

1- نسبة الماء المستخدم عالية نسبة الى التربة.

2- ترشيح مواد مع الأملاح سواء كانت عضوية أو غير عضوية .

2. **طرق استخلاص المستخلص المائي للتربة**:

ويقصد بذلك هو استخلاص مكونات محلول الترب المتأثرة بالملوحة وذلك بواسطة إضافة الماء إلى نموذج التربة ومزجه بشكل جيد ولغاية الوصول إلى حد الإتزان ثم استخلاص المستخلص المائي الحاوي على معظم المكونات الذائبة في محلول التربة ويدخل ضمنها الأملاح القابلة للذوبان في الماء. وهناك طريقتين للحصول على المستخلص المائي للترب المتأثرة بالملوحة وهي :-

1. **مستخلص العجينة المشبعة:**

أن رطوبة التربة في الحقل غير ثابتة وتتذبذب في مدى يتراوح من حالة الذبول الدائم والتي تمثل الحد الأدنى من المحتوى الرطوبي الى حالة الحد الاعلى للمحتوى الرطوبي في الحقل والتي يطلق عليها السعة الحقلية (Field capacity) والتي عندها المحتوى الرطوبي تقدر بمرتين بقدر المحتوى الرطوبي عند درجة

الذبول(Wilting point) ويقدر المحتوى الرطوبي عند حالة الاشباع (Saturation) بحوالي أربع مرات بمقدار المحتوى الرطوبي عند درجة الذبول وبحوالي مرتين بقدر المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية ، ويسلك تركيز الأملاح سلوكاً معاكساً ، أي ان تركيز الأملاح عند حالة الاسباع اقل بأربعة مرات عند تركيزها عند درجة الذبول وبمرتين عند السعة الحقلية. ومن هذا يظهر ان هناك علاقة معينة بين نسبة الرطوبة وتركيز الاملاح عند حالة الاشباع من جهة وعند السعة الحقلية من جهة أخرى وعند درجة الذبول. لذلك يمكن استخدام تركيز الاملاح في مستخلص العجينة المشبعة للتنبؤ عن ملوحة التربة عند السعة الحقلية ودرجة الذبول . إضافة الى ذلك فإن النسبة المئوية للرطوبة للعجينة المشبعة للتربة تعتبر صفة ثابتة لكل تربة من الترب . لذلك اعتبر العاملون في مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية مستخلص العجينة المشبعة – المستخلص الذي يمكن اعتماده وقياس الملوحة فيه لغر ض توصيف الترب المتأثرة بالأملاح.

يتم تحضير العجينة المشبعة للتربة من خلال الإضافة التدريجية للماء المقطر إلى كمية معينة من التربة مع المزج المستمر بواسطة سكين خاص (spatula) لحين الحصول على العجينة المشبعة والتي تتصف بما يلي: فإذا أظهرت العجينة لمعاناً وسالت قليلا عند أماله الوعاء وانزلقت بحرية على سطح الـ Spatula ، واذا عملنا شقاً في العجينة فأنه يعود ويلتحم بعد فترة قصيرة عندها تكون العجينة وصلت الى حالة التشبع ، وللتأكد من حالة التشبع ، تترك العجينة لمدة ساعتين فإذا أظهرت يبوساً وأختفا اللمعان أضف أليها قليلاً من الماء المقطر ، وأن تجمع ماء فوق سطحها فهذا يعني اننا تجاوزنا حد الأشباع لذا يجب إضافة كمية أخرى من التربة ، وفي كلتا الحالتين تخلط جيداً لحين الوصول الى المواصفات أعلاه. ثم رشح مستخدماً جهاز التفريغ الهوائي وأجمع الراشح في القنينة ثم قدر الايصالية الكهربائية بأستخدام جهاز الـ EC meter .

المواد المطلوبة :

1- اقداح بلاستيكية سعة 250 سم^2
2- قمع ترشيح بخنر Buchner funnel
3- ورق ترشيح Filter paper
4- جهاز تفريغ هوائي Vaccum pump

2. المستخلص المائي عند المستويات الرطوبية الأعلى من العجينة المشبعة:

يقصد بذلك استخلاص مكونات الأملاح من التربة من مزيج التربة مع الماء المقطر بنسبة (تربة:ماء) (1:1) أو (2:1) أو (5:1) وذلك من خلال إضافة حجم معين من الماء المقطر إلى كمية معينة

من التربة وحسب النسب المطلوبة. يرج الخليط جيداً (باليد أو بالرجاج) ويترك لفترة معينة ثم يستخلص بواسطة طرق الترشيح الاعتيادية. ثم قدر الايصالية الكهربائية بأستخدام جهاز الـ EC meter.

قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة أو أي مستخلص آخر:

وتعتمد هذه الطريقة على قياس التوصيل الكهربائي للمستخلص المائي .وتمتاز هذه الطريقة ببساطتها وسرعتها . لذلك تعتبر من الطرق المفضلة والشائعة لقياس كمية الاملاح الكلية في التربة والوحدة المستخدمة للقياس هي المليموز/سم والتي تساوي $\frac{1}{1000}$ من المو (mho) باعتبار أن التوصيل الكهربائي عكس المقاومة الكهربائية التي وحدتها الاوم (ohm) والوحدة الجديدة لقياس التوصيل الكهربائي حسب النظام العالمي هي ديسي سيمنز/متر (ds/m). ويتم القياس بواسطة جهاز قياس التوصيل الكهربائي (EC-meter) والذي يحتوي على قطب يغمس داخل مستخلص التربة ويقيس هذا الجهاز التوصيل الكهربائي في المستخلص على اعتبار أن المستخلص هو محلول الكتروليتي وعموماً فان التوصيل الكهربائي يزداد بزيادة درجة حرارة المحلول وبحدود 2% تقريباً .

ويستفاد من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب النسبة المئوية للاملاح في التربة باستخدام العلاقة التالية :

$$\text{\% salt in soil} = \text{EC ds/m} * 0.064 * \frac{\text{\% water at extraction}}{100}$$

كما ويستفاد من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب الضغط الازموزي .

$$\text{o.p .(atm)} = \text{EC ds/m} * 0.36 \quad \text{(bar)}$$

ويمكن من خلال قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة للتربة حساب تركيز الاملاح معبراً عنه بالجزء بالمليون .

$$\text{(ppm) saltin solution} = \text{EC ds/m} * 640$$

كما يمكن الاستفادة من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب مجموع الكاتيونات أو الانيونات وحسب العلاقة التالية :

$$\text{Cation or anions (meq/l)} = \text{EC ds/m} * 10$$

3. ناتج جمع الأيونات السالبة والموجبة الذائبة في التربة:

يـتم تقـدير تراكيـز الأيونـات الموجبـة (Ca ، Mg ، Na ، K) والسـالبة (Cl ، SO_4 ، CO_3 ، HCO_3) الذائبة في مستخلص العجينة المشبعة للتربة. حيث أن:

مجموع تركيز الكاتيونات = مجموع تركيز الأنيونات ..... (مليمكافئ/لتر)

$$EC\ dS\ m^{-1} = Cation\ or\ anions\ \ (meq/l) / 10$$

مثال: أخذ 50 غم من تربة وأضيف لها 100 مل ماء مقطر وتم الترشيح والحصول على المستخلص ومن ثم قياس التوصيل الكهربائي لهذا المستخلص عند درجة حرارة 25° م فكانت قيمته 0.004 موز/سم جد المجموع الكلي للكاتيونات (مليمكافئ/لتر)، الضغط الازموزي بالبار، تركيز الأملاح بـ ppm (ملغم/لتر) والنسبة المئوية للأملاح الموجودة في التربة.

0.004 × 1000 = 4 ملليموز/سم (ديسي سيمنز/م)

مجموع الكاتيونات (مليمكافئ/لتر) = EC × 10

= 4 × 10 = 40 مليمكافئ/لتر

الضغط الازموزي (بار) = EC × 0.36

= 4 × 0.36 = 1.44 بار

تركيز الأملاح (ppm) = EC × 640

= 4 × 640 = 2560 ملغم/لتر

ملغم (ملح)	سم^3 (ماء)
2560	1000
س	100

س = 256 ملغم/100 سم^3

ملغم (ملح)	غم (تربة)
256	50
س	100

س = 512 ملغم/100 غم تربة

= 0.512 ٪ (غم ملح/100 غم تربة)

التركيب الملحي للترب الملحية أو الارتباط النظري للأملاح Hypothctical combination

إن الأملاح الموجودة في الترب الملحية توجد بشكل أيونات في محلول التربة، ولغرض توصيف الترب الملحية وتصنيفها واستغلالها وكذلك لمعرفة تأثير الاملاح المختلفة على نمو النبات نحتاج بعض الاحيان الى معلومات دقيقة حول نوع الاملاح السائدة في هذه الترب بالإضافة الى التركيب الايوني . وبالرغم من ان الاملاح الموجودة في الترب الملحية توجد بشكل ايونات في مستخلص التربة في معظم الحلات الا من الناحية النظرية يمكن ربط هذه الايونات مع بعضها لمعرفة نوع الاملاح السائدة في هذه الترب ، مستخدمين المعلومات المتوفرة والمتعلقة بقابلية ذوبان هذه الاملاح ، ويسمى مثل هذا الارتباط بالارتباط النظري (Hypothctical combination) وقد اقترحت عدة طرق وصيغ لربط الايونات المختلفة مع بعضها والسائدة في الترب الملحية والمياه الجوفية ومياه الري . ونستخدم هنا ابسط هذه الصيغ لمعرفة كيفية ربط الايونات المختلفة المكونة للأملاح السائدة مع بعضها يجب ان يتوفر اولا المبدأ التالي وهو (مجموع تركيز الكاتيونات = مجموع تركيز الانيونات) معبرين ذلك بالملي مكافئ / لتر بعد التأكد من ذلك يتم توزيع الايونات على الاملاح المحتمل تواجدها في معظم الترب الملحية والمياه الجوفية ومياه الري وحسب التسلسل التالي والمبني على قابلية ذوبانها بالماء.

جدول (1) تسلسل الأملاح حسب قابليتها على الذوبان (من الأقل إلى الأعلى ذوبانية)

المركب	أعلى مستوى للذوبان (غم/لتر)	المركب	أعلى مستوى للذوبان (غم/لتر)
$MgCO_3$	0.1	$MgSO_4$	250
$CaCO_3$	0.13	KNO_3	278
$CaSO_4.2H_2O$	1.8	KCl	301
$NaHCO_3$	83	NaCl	314
K_2SO_4	108	$MgCl_2$	542
Na_2SO_4	184	$CaCl_2$	745
Na_2CO_3	213	$NaNO_3$	880
		K_2CO_3	882

مثال1: مستخلص تربة ملحية يحتوي على الأيونات التالية :

الأيون	التركيز (مليمكافئ/لتر)	الأيون	التركيز (مليمكافئ/لتر)
Ca^{++}	6	$CO_3^{=}$	4
Mg^{++}	12	HCO_3^{-}	---
Na^{+}	20	$SO_4^{=}$	14
K^{+}	---	Cl^{-}	20

جد الارتباط النظري للأملاح ؟

يجب ان يتحقق مبدأ مجموع تركيز الكاتيونات = مجموع تركيز الأنيونات = 38 مليمكافئ/لتر

نوع الملح	التركيز مليمكافئ/لتر	
$CaCO_3$	4	$6 - 4 = 2\ (Ca^{++})$
$MgCO_3$	0	
Na_2CO_3	0	
$CaSO_4$	2	$14 - 2 = 12\ (SO^{=})$
K_2SO_4		
Na_2SO_4	12	$20 - 12 = 8\ (Na^{+})$
$NaCl$	8	$20 - 8 = 12\ (Cl^{-})$
$MgCl_2$	12	$12 - 12 = 0$
$CaCl_2$	0	
المجموع	**38**	

مثال2: مستخلص تربة ملحية يحتوي على الأيونات التالية:

الأيون	التركيز (مليمكافئ/100 غم)	الأيون	التركيز (مليمكافئ/100 غم)
Ca^{++}	3.47	HCO_3^-	0.72
Mg^{++}	3.41	$SO_4^=$	6.22
Na^+	7.91	Cl^-	4.70
K^+	0.04	NO_3^-	3.20
المجموع	**14.83**	**المجموع**	**14.84**

حدد الأنواع السائدة للأملاح في هذه التربة ؟

يجب ان يتحقق مبدأ مجموع الكاتيونات = مجموع الانيونات = 14.84 mq l^{-1}

نوع الملح	التركيز مليمكافئ/لتر	
$Ca(HCO_3)_2$	0.72	3.47 – 0.72 = 2.75 (Ca^{++})
$CaSO_4$	2.75	6.22 – 2.75 = 3.47 ($SO_4^=$)
K_2SO_4	0.04	3.47 – 0.04 = 3.43 ($SO_4^=$)
Na_2SO_4	3.43	7.91 – 3.43 = 4.48 (Na^+)
NaCl	4.48	4.70 – 4.48 = 0.22 (Cl^-)
$MgCl_2$	0.22	3.41 – 0.22 = 3.19 (Mg^{++})
$Mg(NO_3)_2$	3.19	3.20 – 3.19 = 0.01 (NO_3^-)
المجموع	**14.83**	

متطلبات الغسل Leaching requirement (LR)

تعتبر عملية المحافظة على الترب المستصلحة دون عودة تملحها من جديد إحدى أهداف برنامج الاستصلاح الناجح، وتعد مياه الري بما تحتويه من تراكيز ملحية المصدر الرئيس لإعادة التملح. لذا لابد من اتخاذ إجراءات تكون كفيلة لمنع تراكم الأملاح في هذه الترب وخصوصاً عند المنطقة الجذرية.

يعرف مصطلح متطلبات الغسل (LR) أو مقنن الغسل (Leaching Norm) على أنه حجم الماء الواجب إضافته إلى ماء الري لخفض تركيز الأملاح الأصلية في التربة وحسب العمق المطلوب وإلى التركيز المرغوب فيه. وتتناسب قيمة LR طردياً مع ملوحة الماء المضاف (ماء الري) وعكسياً مع درجة المقاومة الملحية للمحصول، وغالباً ماتكون قيمة متطلبات الغسل 10–20% من حجم ماء الري.

متطلبات الغسل للسيطرة على الأملاح Leaching requirement for salinity control

إن احتياجات الغسيل مبنية على أساس قانون حفظ الطاقة والذي يعتمد على مبدأ أن كمية الأملاح الداخلة إلى التربة تساوي الأملاح الخارجة منها:

الملح الداخل = الملح الخارج

ويمكن توضيح ذلك على النحو التالي:

$$D_{iw}\,C_{iw} + S_m = D_{Dw}\,C_{Dw} + S_p + S_c \quad \text{---------- (1)}$$

in put = out put

حيث أن:

D_{iw} = عمق الماء المضاف Depth irrigation water

C_{iw} = التركيز الملحي في ماء الري Concentration irrigation water

S_m = الأملاح التي مصدرها معادن التربة Salt minerals

D_{Dw} = عمق ماء الصرف Depth drainage water

C_{Dw} = التركيز الملحي لماء الصرف drainage water Concentration

S_p = الأملاح التي تترسب في التربة Salt precipitation

S_c = الأملاح التي تمتص من قبل المحاصيل Salt crops

ونتيجة لقلة تأثير S_m و S_p و S_c فيمكن إهمالها، وتكون المعادلة على النحو التالي:

$$D_{iw}\,C_{iw} = D_{Dw}\,C_{Dw} \quad \text{---------- (2)}$$

وإذا فرضنا أن:

$$C_{iw} = K\ EC_{iw}$$
$$C_{Dw} = K\ EC_{Dw}$$

حيث أن:

K = ثابت constant

EC_{iw} = التوصيل الكهربائي لماء الري (ملليموز/سم)

EC_{Dw} = التوصيل الكهربائي لماء الصرف (ملليموز/سم)

ويمكن كتابة معادلة التوازن الملحي رقم (2) على النحو التالي:

$$D_{iw}\ EC_{iw}\ K = D_{Dw}\ EC_{Dw}\ K \quad \text{---------- (3)}$$

وبما أن الثابت K متساوي لكلا الطرفين، يتم شطبه من كلا الطرفين وتكون المعادل على النحو التالي:

$$D_{iw}\ EC_{iw} = D_{Dw}\ EC_{Dw} \quad \text{---------- (4)}$$

$$\frac{D_{Dw}}{D_{iw}} = LR = \frac{EC_{iw}}{EC_{Dw}} \quad \text{---------- (5)}$$

مثال 1 : احسب متطلبات الغسل لتربة إذا علمت أن مياه الري تحتوي على تركيز ملحي قيمته 500 ppm وأن التركيز الملحي لماء الصرف مساوٍ إلى 5700 ppm وإذا علمت أن الاحتياجات المائية للنبات المزروع خلال موسم النمو هي 40 cm عمق، وعدد الريات المستخدمة خلال موسم النمو خمس ريات، احسب الاحتياجات الغسيلية الواجب إضافتها لكل رية ؟

الحل : تحويل الايصالية الكهربائية الى $dS\ m^{-1}$

salt conciliation (ppm) = EC $dS\ m^{-1} \times 640$

EC $dS\ m^{-1}$= salt conciliation (ppm) / 640

$$EC_{iw} = \frac{500}{640} = 0.78$$

$$EC_{DW} = \frac{5700}{640} = 8.9$$

$$LR = \frac{EC_{iw}}{EC_{Dw}} \qquad LR = \frac{0.78}{8.9} = 0.08 * 100 = 8\%$$

يعني أن كمية الماء الواجب إضافتها إلى التربة علاوة على الاحتياجات المائية للنبات المزروع لغرض الحفاظ على توازن ملحي مقبول في منطقة الجذور هي 8% من الاحتياجات المائية للنبات المزروع.

و ∵ الاحتياجات المائية للنبات خلال موسم النمو = 40 سم عمق =

$\therefore LR = \frac{40*8}{100} = 3.2\ cm$ الاحتياجات الغسيلية على أساس العمق

و ∵ هناك خمس ريات خلال موسم النمو

$\therefore \frac{3.2}{5} = 0.64\ cm$

وهي الاحتياجات الغسيلية الواجب إضافتها لكل رية خلال موسم النمو على أساس العمق.

□

حساب الاحتياجات الجبسية لاستصلاح الترب الصودية

Gypsum Requirement

لكي نخفض تركيز الصوديوم المتبادل في التربة يجب معرفة نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) والسعة التبادلية الكاتيونية (CEC) للتربة وعند ذلك يمكن استخدام المعادلة التالية لحساب كمية الجبس الواجب اضافتها للتربة اعتماداً على المساحة المراد استصلاحها كالاتي :-

$$G.R.me / 100\ g\ soil = CEC \left(\frac{ESP_{initial} - ESP_{final}}{100} \right)$$

حيث ان

G.R. = الاحتياجات الجبسية .

CEC (me/ 100g. dry soil) = السعة التبادلية الكاتيونية .

$ESP_{initial}$ = النسبة المئوية للصوديوم المتبادل على سطح الغرويات قبل بدء الاستصلاح .

ESP_{final} = النسبة المئوية للصوديوم المتبادل على سطح الغرويات المراد الوصول اليها بعد الاستصلاح وعادة تكون 10% .

وتحسب الاحتياجات الجبسية على الاسس التالية :-

1 meq Na = 1 meq $CaSO_4$

اي ان واحد مليمكافئ من الجبس يحل محل واحد مليمكافئ من الصوديوم وبما ان الوزن المكافئ للجبس = 86

فأن كمية الجبس اللازمة للإحلال الكالسيوم محل الصوديوم تساوي 860 ملغم لكل كيلوغرام تربة او 860 جزء بالمليون لكل كيلو غرام تربة .

1meq Na / 100 gm = 86 mg /100 gm soil ($CaSO_4$)

1meq Na / Kg = 860 mg / Kg soil ($CaSO_4$)

1meq Na / Kg = 860 ppm

كيفية حساب الوزن المكافئ للجبس $CaSO_4.2H_2O$

Ca = 40 O = 16 S= 32 H = 1

40 +32 +4 (16) + 2 (2+16) = 172

$$\frac{172}{2} = 86$$

ان هذه الكميات تحسب على اساس الاحلال الكامل (100%) للكالسيوم محل الصوديوم المتبادل . الا ان كفاءة الاحلال عادة ما تكون اقل من ذلك بسبب وجود الصودا الحرة التي تؤدي الى ترسيب الكالسيوم على هيئة كاربونات كالسيوم ولذا كمية الجبس المضافة عادة ما تكون اكثر من ذلك النسبة تحدد على ضوء نقاوة الجبس .

ويعتبر الجبس من المصلحات التي تجهز الكالسيوم بصورة مباشرة وتعتمد درجة احلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل باستخدام الجبس على درجة ذوبان الجبس والتي تقريباً تساوي 30,5 مليمكافئ / لتر عند درجة 25 °م وهذه النسبة واطئة . وعند أضافة الجبس الى التربة او الى مياه الري يتفاعل الجبس كالاتي :

$$\text{Clay}\begin{matrix}\text{Na}\\ \\ \text{Na}\end{matrix} + CaSO_4 \longrightarrow \text{Clay}\begin{matrix}\text{Ca}\\ \\ \text{Ca}\end{matrix} + Na_2SO_4$$

واذا وجدت الصودا الحرة فيجري التفاعل كالأتي :

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

مثال 2 : تربة صودية تحوي على ESP 20 فإذا علمت ان السعة التبادلية الكاتيونية لتلك التربة هي 24 meq / 100gm وان تركيز الصوديوم المراد الوصول اليه هو ESP 10 ، احسب كمية الجبس الواجب اضافتها الى مساحة دونم ولعمق 15 سم ؟ علماً ان نقاوة الجبس هي 85 % .

$$\text{G.R.me / 100 g soil} = \text{CEC} \left[\frac{\text{ESP}_{\text{initial}} - \text{ESP}_{\text{final}}}{100} \right]$$

$$\text{G.R.me / 100 g soil} = 24 \left[\frac{20 - 10}{100} \right] = 2.4 \text{ meq of gypsum /100 gm of soil}$$

وبما ان مكافئ واحد من الجبس لكل 100 غم تربة يساوي 860 ppm من الجبس .فأن الاحتياجات الجبسية للدونم الواحد لعمق 15 سم الذي وزنه يساوي تقريباً 500000 .

$$2.4 * 860 * 5 * 10^{5} * 10^{-6} = 1032 \text{ Kg gypsum}$$

وهذه الحسابات بينت على افتراض ان نسبة احلال الصوديوم بالكالسيوم 100% بما ان نقاوة الجبس هي 85% فأن كمية الجبس الواجب اضافتها هي :

1032	85
X	100

$$X = \frac{1032 \times 100}{85} = 1214.11 \text{ Kg gypsum}$$

مثال 3 : لديك تربة صودية تحوي على 30 ESP فأذا علمت ان السعة التبادلية الكاتيونية CEC لهذه التربة هي 33 meq / 100 gm soil وان تركيز الصوديوم المراد الوصول اليه هو 10 ESP والكثافة الظاهرية للتربة هي 1.3 g / cm^3 ونقاوة الجبس 80% ، احسب كمية الجبس الواجب اضافتها لعمق 30 سم لدونم واحد .

$$G.R.meq / 100\ g\ of\ soil = CEC \left[\frac{ESP_{initial} - ESP_{final}}{100} \right]$$

$$G.R.meq / 100\ g\ soil = 33 \left[\frac{30 - 10}{100} \right] = 6.6\ G.R.meq / 100\ g\ of\ soil$$

$$G.R.meq / Kg = 6.6 * 860 = 5676\ mg / Kg$$

$$G\ .\ R\ ...\ Donum\ ..\ 30\ cm = \frac{5676 * 2500 * 0.3 * 1.3 * 10^3}{10^3 * 10^3 * 10^3} = 5.5341\ Ton$$

$$Net\ amount = \frac{5.5\ 341}{0.80} = 6.91762\ Ton / donum$$

الواجب ؟

س1) عند استصلاح تربة قلوية اضيف مقدار 7.337 طن /دونم من الجبس الزراعي نقاوته 80 % . وذلك لخفض الـ ESP الى 10 ، بالتحليل ثبت ان الـESP قد انخفض الى 15 بعد الاستصلاح الاول ، احسب الكمية اللازمة لباقي عملية الاستصلاح واحسب الـESP الاصلي للتربة علماً ان الـ CEC للتربة 35 مليمكافئ / 100 غم تربة وان عمق الاستصلاح 30 سم ، والكثافة الظاهرية للتربة 1.4 غم/ سم^3 ؟

س2) تربتين مختلفتين تم استصلاحهما باستخدام نفس المقدار من الجبس وهو 8.385 طن / دونم لعمق 40 سم والكثافة الظاهرية 1.3 غم/سم^3 ، فأذا علمت ان الاستصلاح يتم الى حين خفض نسبة الصوديوم المتبادل الى 10% وكانت قيمة الـ CEC للتربتين أ و ب هي 30 ، 60 مليمكافئ / 100 غم تربة وعلى الترتيب ، احسب نسبة الصوديوم المتبادل لكلاهما وايهما تعتبراكثر قلوية من الاخرى ، علماً نقاوة الجبس هي 85 % ؟

المرحلة الثالثة : التنفيذ (عمليات الغسل)

بعد انجاز الاعمال التحضيرية والمتضمنة شق قنوات الري وشبكات البزل وانجاز اعمال التعديل والتسوية والحراثة يباشر بتهيئة احواض الغسل وذلك لتنفيذ أهم عملية في الاستصلاح وهي عملية الغسل (Leaching) وهي عبارة عن اشكال منتظمة (مربعة أو مستطيلة أو دائرية) محاطة بمروز أو كتوف ترابية عالية نسبياً مضغوطة وخالية من الكتل ويصل ارتفاعها بعض الاحيان الى حوالي 30 سم من سطح التربة على ان يكون عرضها من الاسفل حوالي 80 سم . وتعتمد مساحة حوض الغسل على درجة استواء التربة وتجانس سطحها . حيث تكون الاحواض ذات مساحات اكبر كلما كانت درجة التعديل والتسوية اعلى ، والعكس بالعكس ، وينصح ان تكون مساحة أحواض الغسل في الترب الرملية أقل مما عليه في الترب الطينية وبشكل عام تتراوح مساحة الحوض من(1500 الى 2500 م^3). واشارت نتائج التجارب التي اجريت في مشروع اسفل الخالص في العراق ان كفاءة الغسل ازدادت كلما صغرت مساحة حوض الغسل، لذلك يفضل استخدام الاحواض الصغيرة بدلاً من الاحواض الكبيرة . وعند استكمال تنفيذ احواض الغسل وتهيئتها يباشر بعملية الغسل .ويقصد بعملية الغسل بشكل عام بأنها عملية اذابة ونقل الاملاح من طبقة الجذور الى أسفلها ، وتتم بغمر التربة بالماء لفترة زمنية معينة بهدف تخفيض ملوحة طبقة الجذور الى الحد الذي يسمح بنمو المحاصيل الزراعية بشكل جيد . ويتم بتنفيذ عملية الغسل بالشكل التالي :

يباشر بإضافة الماء الى كل حوض بالتدريج الى ان يصل ارتفاعه 15سم على ان يكون سطح التربة في جميع اجزاء الحوض مغطى بالماء . ويراعى خلال أضافة الماء الى الحوض متانة المروز وضمان عدم تسرب الماء من خلالها ، ويستمر بإضافة الماء الى الحوض كلما انخفض مستوى الماء ، ويجب تسجيل حجم الماء في كل مرة على ان تكون قيمة مغنن الغسل النظرية دليل الاضافة في هذا المجال .

طرق الغسل

توجد اربع طرق رئيسية للغسل وهي :

1. **الغسل السطحي** (Surface Leaching) : في هذه الحالة يضاف الماء الى احواض الغسل ويبقى الماء فترة من الزمن حيث تجري أذابة للأملاح الموجودة في القشرة الملحية والطبقة السطحية للتربة ، ثم تتم إزاحة الماء بشكل جريان سطحي خارج الاحواض وخارج المرز وينفذ الغسل السطحي في ظروف معينة ولترب معينة تتصف بالتالي :

1- نفاذية واطئة جداً.

2- محتوى الاملاح في القشرة الملحية وفي الطبقة السطحية للتربة عالي جداً.

3- الترب ذات الطبوغرافية غير المنتظمة ويكلف تعديلها وتسويتها مبالغ وجهود طائلة .

2- **الغسل المستمر** (Continuous Leaching) : وتتضمن طريقة الغسل المستمر غمر التربة بالماء باستمرار مع المحافظة على ارتفاع ثابت لعمود الماء فوق سطح التربة ولحين خفض ملوحة التربة الى الحد والعمق المطلوبين .وينصح عادة باستخدام طريقة الغسل المستمر في الظروف التالية :

1- الترب ذات النفاذية الجيدة .

2- ماء ارضي ضحل ذو ملوحة عالية .

3- سرعة تبخر عالية .

لذلك فان الهدف من اجراء الغسل المستمر في هذه الظروف هو منع ردة الملوحة بسب الماء الارضي المالح القريب من سطح التربة وخاصة في ظروف المناطق الجافة والقاحلة.

3ـ **الغسل المتقطع** (Intermittent Leaching) :

في هذه الطريقة من الغسل يضاف الماء في البداية بكمية تكفي فقط لإذابة الأملاح القابلة لذوبان في التربة مثلاً بحدود(500 م^3 / هكتار) ويتوقف بعد ذلك عن الاضافة لفترة زمنية يطلق عليها فترة الراحة (1-3 اسبوع) ، بعد ذلك يتابع بإضافة الماء بفترات زمنية متعاقبة تفصل بينها بفترات راحة . ويعتمد طول فترة الراحة على ظروف التربة والمناخ. ويفضل استخدام الغسل المتقطع في الظروف التالية لتحقيق كفاءة عالية للغسل :

1- ترب ذات نفاذية واطئة .

2- ماء أرضي عميق ذو مستوى دون المستوى الحرج .

3- ملوحة الماء الارضي ليست عالية .

4- في الظروف والمواسم التي تكون فيها سرعة التبخر ليست عالية .

4- **الغسل بالرش** Springler Leaching :

تستخدم في الوقت الحاضر في بعض الاحيان طريقة الرش لغرض غسل بعض الترب الملحية كأسلوب تكنيكي جديد . وبالرغم من أنه لايزال وجود تردد في استخدام هذا الاسلوب خاصة في الترب عالية الملوحة ، الا ان نتائج بعض التجارب أشارت الى أمكانية استخدام هذه الطريقة بنجاح خاصة في الترب القليلة والمتوسطة الملوحة .

www.alriyadh.com

موعد الغسل

بشكل عام يفضل ان تنفذ عمليات الغسل خلال الشتاء في ظروف العراق ومعظم البلدان الواقعة في المناطق الجافة وذلك للأسباب التالية :-

1- توفر المياه خلال فصل الشتاء بالمقرنة مع الفصول الاخرى .

2- سرعة تبخر المياه من سطح الماء الحر قليلة نسبياً .

3- يكون مستوى الماء الارضي خلال فصل الخريف وبداية الشتاء عميق نسبياً .

ويستثنى من هذه الحالة ، الترب التي يكون فيها الملح السائد هو كبريتات الصوديوم ، لأن قابلية ذوبان هذا الملح تقل بشكل واضح عند انخفاض درجات الحرارة دون (10م°) ، الأمر الذي يؤدي ال عدم غسل مثل هذه الترب بكفاءة عالية . لذلك ينصح في هذه الحالة وغسل مثل هذه الترب خلال الخريف أو الربيع ، وفي حالة انخفاض درجات الحرارة خلال هذين الموسمين فيفضل اجراء عملية الغسل خلال الصيف .

كفاءة الغسل Leaching efficiency

المقصود بكفاءة الغسل هي خفض ملوحة طبقة التربة المراد غسلها بأقل كمية ماء واقل مدة زمنية دون احداث تأثيرات سلبية على الصفات الفيزوكيميائية للتّرب المغسولة إن اعلى كفاءة غسل عندما تكون سرعة الجريان بطيئة وذلك يعود الى اعطاء فرصة أكبر للأملاح الموجودة في المسامات الضيقة والشعرية ذات الالتوائية العالية على الانتشار والحركة باتجاه المسامات الكبيرة مما يؤدي إلى زيادة كفاءة غسل التّرب المتأثرة بالملوحة وخلال ذلك فإنّ جزءاً من ماء الريّ يتحرك خلال مقد التّربة بدون الامتزاج مع محلول التّربة ، والجزء الاخر يمتزج مع محلول التّربة حيث أنّ الدرجة التي يحدث بها المزج يمكن أنّ يعبّر عنها بمعامل الأمتزاج أو معامل كفاءة الغسل Leaching efficiency coefficient والذي يقصد به النسبة المئوية للماء الذي يترشح من محلول التّربة الأصلي أي الماء المترشح من أسفل طبقة الجذور او النسبة المئوية لماء الريّ الذي يمتزج مع محلول التّربة.

العوامل والظروف التي تؤثر على كفاءة الغسل

هناك عدد كبير من والعوامل الظروف المرتبطة بخواص التربة وبنوعية المياه المستخدمة للغسل وكذلك الكثير من العمليات التحضيرية للاستصلاح يمكن أن تلعب دوراً كبيراً في زيادة كفاءة الغسل ، نوجزها بالتالي :-

1ـ الإجراءات الأولية قبل الغسل

تلعب أعمال التعديل والتسوية والحراثة دورا مهما في زيادة كفاءة الغسل ، فالتسوية تؤدي الى توزيع متجانس الى مياه الغسل فوق سطح التربة وبالتالي تحقق غسل كفوء ومتجانس للطبقة المراد غسلها ، والحراثة العميقة والجيدة بدورها تعمل على تكسير الطبقات الصماء ، وتفتيت الكتل الكبيرة وبذلك تسهل من حركة الماء خلال التربة ، الأمر الذي يرفع من كفاءة الغسل .

2ـ اجراءات فيزو كيميائية

في ظروف معينة وخاصة في الترب الثقيلة الحاوية على نسبة عالية نسبياً من معادن الطين القابلة على الانتفاخ أو الحاوية علة نسبة عالية من ملح كاربونات الصوديوم ، يجري غسل مثل هذه الترب أولا بمياه تحتوي على كمية من الاملاح (5– 10 غم /لتر) ، ثم تغسل بمياه عذبة . وان مثل هذا الاجراء يرفع من كفاءة غسل هذه الترب واستصلاحها .حيث ان غسل مثل هذه الترب في البداية بمياه ملحية سيشجع على تجميع الغرويات ويزيد من نفاذية التربة .

3ـ طريقة أضافة ماء الغسل

ان طريقة أضافة ماء الغسل تأثيراً واضحاً على كفاءة غسل الترب الملحية . حيث يعتقد كوفدا (Kovada 1973) وبناء على الخبرة المتجمعة في غسل الأراضي الملحية في الاتحاد السوفيتي ان ماء الغسل يجب ان لا يعطى بدفعة واحدة وانما بشكل دفعات تقدر كل دفعة بمقدار (1500 – 2000) م^3/ هكتار في كل مرة .وأول دفعة من ماء الغسل يجب ان لا تزيد كثيراً عن كمية الماء الازمة للسعة الحقلية للتربة ، بعد ذلك بيومين أو ثلاث ايام تضاف الدفعة الثانية من ماء الغسل وذلك للبدء بإزاحة المحلول الملحي من التربة ، ويستمر على نفس المنوال في أضافة الدفعات اللاحقة.

ولغرض المقارنة ما بين ثلاث من طرق الغسل (المستمر والمتقطع والرش) من ناحية كفاءتها في غسل تربة ملحية في العراق ،اجرى فيها سلسة من التجارب استخدم فيها أعمدة ترب بشكلها الطبيعي وكذلك الصوديوم المشع Na -22 تم التوصل الى النتائج التالية :

1- اذا كان الهدف من عملية الغسل بشكل اساسي هو غسل الاملاح من مقد التربة بأقصى فترة زمنية – وبغض النظر عن حجم الماء الازم فان طريقة الغسل المستمر أظهرت كفاءة اعلى نسبياً بالمقارنة مع الطريقتين الآخرتين .

2- اذا كان الهدف من عملية الغسل هو غسل الأملاح من التربة بأقل حجم ممكن من الماء وبغض النظر عن الفترة الزمنية فأن طريقة المطر الاصطناعي (الرش) أظهرت أفضل كفاءة تليها طريقة الغسل المتقطع.

4- نوعية مياه الري

تتأثر كفاءة غسل الترب الملحية بنوعية مياه الري المستخدمة لغسلها وذلك من ناحية كمية ونوعية الايونات السائدة فيها . وبشكل عام كلما كانت مياه الغسل أقل احتواءاً على الاملاح كلما كانت قابليتها على الغسل اعلى ، وكلما كان محتواها من الايونات الثنائية (الكالسيوم والمغنيسيوم) أعلى كلما كانت كفاءتها في الغسل أعلى أيضاً .

5- كمية ونوعية الاملاح في التربة

تؤثر كمية ونوعية الاملاح في التربة الملحية المراد غسلها على كفاءة الغسل ، فالترب الملحية الحاوية على كمية معتبرة من الجبس والكاتيونات الثنائية الشحنة كالكالسيوم والمغنيسيوم تكون كفاءة غسلها اعلى بالمقارنة مع الترب الملحية الخالية من الجبس والحاوية على نسبة عالية من الكاتيونات الأحادية والصوديوم .كما ان احتواء التربة على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل يقلل من كفاءة غسلها.

6- دور المصلحات في كفاءة الغسل

بالرغم من ان دور المصلحات الكيميائية والعضوية في كفاءة غسل الترب الصودية(القلوية) واضح جداً ، يعتبر اضاقة المصلحات الى مثل هذه الترب شرط اساسي لاستكمال استصلاحها . الا ان دور المصلحات في كفاءة غسل الترب الملحية لايزال غير واضح . فعدد كبير من الباحثين والمنفذين لعمليات استصلاح الترب الملحية يعتقدون أنه سبب احتواء معظم الترب على كمية كبيرة نسبياً من الجبس والكاتيونات الثنائية كالكالسيوم والمغنيسيوم والتي تلعب دوراً في نجاح غسل الترب الملحية ، فأنه لا توجد حاجة لإضافة المصلحات الى الترب الملحية ولا يوجد لها تأثير واضح على كفاءة غسلها . ألا ان بعض الباحثين وبناء على نتائج بعض التجارب يعتقدون ان لبعض المصلحات تأثير على كفاءة غسل الترب الملحية .

7- مستوى (ارتفاع ماء) الغسل فوق سطح التربة وعلاقة ذلك بكفاءة الغسل

نتائج التجارب التي اجريت من قبل (عبد الصاحب والزبيدي 1989) لدراسة العلاقة بين مستوى ماء الغسل فوق سطح التربة وكفاءة غسل الترب الملحية ، ظهر ان زيادة ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة من 5 سم الى 10 سم والى 15 سم قد أدى الى زيادة سرعة جريان الماء في التربة من 0,16 الى 0,22 والى 0,27 سم / ساعة على التوالي ، وتبين ان اعلى كفاءة للغسل من ناحية حجم الماء اللازم للغسل قد

حصل عليها عند السرعة البطيئة لجريان الماء (0,16 سم / ساعة) في حالة ارتفاع عمود ماء الغسل (5 سم) فوق سطح التربة .كما ان الاملاح كمية المزالة كانت اكثر ايضاً في حالة السرعة البطيئة لجريان الماء .وتفسير ذلك هو انه في حالة السرعة البطيئة لجريان ماء الغسل تتاح فرصة اكبر للأملاح الموجودة في المسافات الضيقة والشعرية على الانتشار والحركة باتجاه المسامات الكبيرة .

8- علاقة كفاءة الغسل بنوع شبكة البزل

ان اعماق ومسافات شبكة المبازل المصممة يمكن أن تؤثر على كفاءة غسل الترب الملحية ، كما ان موقع الترب الملحية بالنسبة للمبازل يؤثر بدوره أيضاً على كفاءة الغسل ، فقد لاحظ (Talsma 1985) ان 74% من الاملاح قد غسلت من طبقة التربة (صفر – 60سم) المحاذية للمبازل الحقلية ، بينما غسل فقط 20% من الاملاح من نفس الطبقة الواقعة ما بين مبزلين من المبازل الحقلية .

الغسل مع الزراعة Leaching and Cropping

يفضل في بعض الاحيان ولظروف معينة اجراء عملية الغسل مع الزراعة اي اجراء عمليات الغسل بوجود بعض المحاصيل الزراعية .

أ- فوائد الغسل مع الزراعة والتي تشمل:

1- تسهل عملية المعالجة وتقتصر فترة الاستصلاح وتوفر دخلاً اقتصاديا يعوض عن جزء من كلفة الاستصلاح.

2- اجراء عملية الحراثة وقلب المحاصيل الحولية المزروعة يفيد عملية الغسل وذلك لأن الحراثة تعمل على تفكيك التربة وتحسين نفاذيتها ، وقلب المحاصيل بالتربة يزيد من احتياطي المادة العضوية في التربة.

3- يعمل نمو جذور المحاصيل الزراعية على تكوين انفاقاً وتحسين تجمع دقائق التربة وفكيك الطبقات الصماء في سطح التربة وما تحت السطح .

4- ان تنفس جذور النباتات وتحلل هذه الجذور لاحقاً يتحرر منه غاز ثاني أوكسيد الكاربون الذي يزيد بدوره من ذوبان الكلس في الترب الكلسية الملحية وبذلك يزيد من تجهيز الكلسيوم فيها.

5- إضافة وتركم مادة عضوية جديدة بعد حصاد المحصول أو عند قلب المحصول مع التربة .

6- تعمل المحاصيل الزراعية على تكوين ظل وبذلك تقلل من شدة التبخر وتقليل الفقد المائي وبالتالي تقليل تراكم الأملاح .

ب-شروط وظروف اجراء الغسل مع الزراعة:

يمكن للغسل مع الزراعة أن يحقق نجاحاً كبيراً اذا ما توفرت بعض الشروط والظروف التالية :

1- توفر بزل كفوء وفعال في الاراضي المراد أجراء عملية الغسل مع الزراعة فيها وذلك ليكون الغسل فعال لتخليص التربة من مياه الغسل وتجنب الإغداف .

2- يجب أن يكون مستوى ملوحة التربة مناسب أو يسمح بالبدء بزراعة بعض المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة . وفي حالة وجود مستوى عالي للأملاح لا يسمح بالزراعة فينصح ان يسبق مرحلة الغسل مع الزراعة تخفيض ملوحة الطبقة السطحية للتربة لتصل الى مستوى يسمح بالزراعة .

3- اختيار محاصيل زراعية مناسبة للزراعة خلال هذه المرحلة ، ومثل هذه المحاصيل يجب ان تتميز بالخصائص التالية :

أ- مقاومة (تحمل) عالي للملوحة.

ب-مقاومة (تحمل) عالي نسبياً للتغدق.

ج- ذات احتياجات مائية عالية نسبياً.

د- لها مردود اقتصادي جيد نسبياً.

المؤشرات المستخدمة لتقييم استكمال عملية الغسل

لغرض تقييم مدى استكمال عملية الغسل وتحقيق الهدف الذي جرت من اجله عمليات الغسل وهو تخليص طبقات أو (أفاق) التربة المراد غسلها من الاملاح دون أي تأثيرات سلبية أو جانبية ، يستخدم عادة عدد من الاساليب والمؤشرات العلمية لمراقبة عملية الغسل والتأكد من أنجازها بنجاح ، والأسلوبين الرئيسين المستخدمين في المجال التطبيقي هما:

1- تحليل عينات ورواشح اعمدة التربة أو مياه البزل .

2- تحليل عينات التربة قبل وبعد أنجاز عملية البزل .

1ـ تحليل عينات ورواشح اعمدة التربة أو مياه البزل .

يتم تحليل الرواشح المائية الراشحة من أسفل أعمدة التربة في حالة استخدام أعمدة التربة واللايسوميترات أو تحليل مياه البزل في الظروف الحقلية وذلك بجمع عينات من هذه الرواشح ومياه البزل بشكل دوري ويفضل ان تكون مواعيد جمع هذه العينات متقاربة في المراحل الاولى للغسل ومتباعدة نسبياً في المرحل الاخيرة للغسل وتجري التحليل التالية في هذه العينات :

1- التوصيل الكهربائي أو تركيز الاملاح الكلي .

2- درجة التفاعل أو(الأس الهيدروجيني).

3- تركيز الايونات الموجبة (الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم).

4- تركيز الايونات السالبة الرئيسية (الكلوريد والكبريتات والبيكاربونات والكاربونات).

ومن نتائج التحليل يمكن معرفة بعض المؤشرات الأخرى التي يستفاد منها في تقييم عملية الغسل مثل نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) ونسبة الكلوريد : الكبريتات .

$$\text{سرعة غسل الايون من أي طبقة أو عمق في المقد (Leaching rate)} = \frac{\text{كمية الايون بعد الغسل}}{\text{كمية الايون قبل الغسل}}$$

احتمالات تحول الترب الملحية الى صودية أثناء الغسل

ان أهم التفاعلات التي يمكن ان تجري خلال عملية غسل الترب الملحية هي تفاعلات التبادل الكاتيوني بين كاتيونات مياه الغسل الجارية خلال طبقات التربة والكاتيونات الموجودة على سطح معقد التبادل ، وفي مقدمة هذه التفاعلات هو التبادل بين الصوديوم من جهة والكالسيوم والمغنيسيوم من جهة أخرى والذي يمكن أن يؤدي الى تشبيع سطوح معقد التبادل بالصوديوم وحسب المعادلات التالية :

$$XCa + 2Na \longrightarrow X2Na + Ca^{++} \quad .....(1)$$

$$XMg + 2Na \longrightarrow X2Na + Mg^{++} \quad .....(2)$$

حيث يجري غسل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الناتجة من التفاعل مع محلول الغسل الجاري بأتجاه الأسفل أو ترسيبها نتيجة أتحادها ببعض الايونات كالكاربونات والبيكاربونات بالنسبة الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات بالنسبة للكالسيوم وحسب المعادلات التالية:

$$Ca + 2HCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 .....(3)$$

$$Mg + 2HCO_3 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow mgCO_3 .....(4)$$

$$Ca + SO_4 \longrightarrow CaSO_4 \quad .....(5)$$

لذلك فأن التفاعلات المذكورة أعلاه يمكن ان تقود الى سيادة ايونات الصوديوم . بالتالي تشبيع معقد التبادل بالصوديوم وتحول التربة الى صودية ، ونتيجة لتحلل المائي للصوديوم المتبادل ينتج هيدروكسيد الصوديوم ومن ثم كاربونات الصوديوم عند توفر ثاني أوكسيد الكاربون الذائب في محلول التربة كما موضح في التفاعلات التالية:

$$XNa + 2H_2O \longrightarrow X2H + 2NaOH \quad .....(6)$$

$$2NaOH + H_2CO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O \quad .....(7)$$

أن تشبيع معقد التبادل في التربة بالصوديوم المتبادل وتكون كاربونات الصوديوم في محلول التربة يؤدي الى تحول التربة المغسولة الى تربة صودية . وأن تحول الترب الملحية الى صودية أثناء عملية الغسل يعتمد على عدد من العوامل التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار من أهمها:

1- **نسبة أملاح الصوديوم : الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة .**

تعتبر هذه النسبة أحد المؤشرات الاساسية التي تستخدم للتنبؤ بمدى امكانية تحل التربة الملحية الى صودية أثناء الغسل وكما موضح في الجدول التالي :

جدول(1) احتمالات تحول الترب الملحية الى صودية وعلاقة ذلك بنسبة الصوديوم : الكالسيوم + المغنيسيوم في التربة .

الصوديوم : الكالسيوم + المغنيسيوم في التربة	الاحتمالات
أقل من 1	احتمال تحول التربة الملحية الى صودية معدوم.
1 – 4	تحول التربة الملحية الى صودية محدود ويعتمد على وجود الجبس أو عدمه.
أكثر من 4	تحول التربة الملحية الى صودية حتما أذا لم تتخذ الإجراءات التي تمنع ذلك.

2- **محتوى التربة من الجبس :**

باعتبار ان الجبس مصدر رئيسي لأيونات الكالسيوم والتي تتنافس مع الصوديوم على مواقع التبادل وتمنع تشبيع معقد التبادل بالصوديوم وبالتالي تمنع تحول التربة الملحية الى صودية ، لذلك فأن وجود نسبة معينة من الجبس في التربة الملحية يلعب دوراً مهماً في عدم تحولها الى صودية . كما ان وجود الجبس بحد ذاته في التربة يعمل على معادلة الصودا (Na_2CO_3) الموجود أصلاً أو المتكونة اثناء غسل الترب الملحية . وبالتالي اختفاءها من محلول التربة وحسب المعادلة التالية :

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3 \quad \ldots\ldots\ldots(8)$$

3- **نوعية مياه الغسل**: ان نوعية (تركيب) مياه الغسل وخاصة نسبة أدمصاص الصوديوم (SAR) فيها تعتبر مؤشر أساسي للتنبؤ بمدى احتمال تحول الترب الملحية المغسولة الى صودية ، حيث كلما زادت قيمة هذه النسبة في المياه المستخدمة للغسل ، كلما زادت احتمالات التحول الى صودية، والعكس بالعكس.

الغسل مع الزراعة Leaching and Cropping

يفضل في بعض الاحيان ولظروف معينة اجراء عملية الغسل مع الزراعة اي اجراء عمليات الغسل بوجود بعض المحاصيل الزراعية .

أ- فوائد الغسل مع الزراعة والتي تشمل:

1- تسهل عملية المعالجة وتقتصر فترة الاستصلاح وتوفر دخلاً اقتصاديا يعوض عن جزء من كلفة الاستصلاح.

2- اجراء عملية الحراثة وقلب المحاصيل الحولية المزروعة يفيد عملية الغسل وذلك لأن الحراثة تعمل على تفكيك التربة وتحسين نفاذيتها ، وقلب المحاصيل بالتربة يزيد من احتياطي المادة العضوية في التربة.

3- يعمل نمو جذور المحاصيل الزراعية على تكوين انفاقاً وتحسين تجمع دقائق التربة وفكيك الطبقات الصماء في سطح التربة وما تحت السطح .

4- ان تنفس جذور النباتات وتحلل هذه الجذور لاحقاً يتحرر منه غاز ثاني أوكسيد الكاربون الذي يزيد بدوره من ذوبان الكلس في الترب الكلسية الملحية وبذلك يزيد من تجهيز الكلسيوم فيها.

5- إضافة وتركم مادة عضوية جديدة بعد حصاد المحصول أو عند قلب المحصول مع التربة .

6- تعمل المحاصيل الزراعية على تكوين ظل وبذلك تقلل من شدة التبخر وتقليل الفقد المائي وبالتالي تقليل تراكم الأملاح .

ب-شروط وظروف اجراء الغسل مع الزراعة:

يمكن للغسل مع الزراعة أن يحقق نجاحاً كبيراً اذا ما توفرت بعض الشروط والظروف التالية :

1- توفر بزل كفوء وفعال في الاراضي المراد أجراء عملية الغسل مع الزراعة فيها وذلك ليكون الغسل فعال لتخليص التربة من مياه الغسل وتجنب الإغداف .

2- يجب أن يكون مستوى ملوحة التربة مناسب أو يسمح بالبدء بزراعة بعض المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة . وفي حالة وجود مستوى عالي للأملاح لا يسمح بالزراعة فينصح ان يسبق مرحلة الغسل مع الزراعة تخفيض ملوحة الطبقة السطحية للتربة لتصل الى مستوى يسمح بالزراعة .

3- اختيار محاصيل زراعية مناسبة للزراعة خلال هذه المرحلة ، ومثل هذه المحاصيل يجب ان تتميز بالخصائص التالية :

أ- مقاومة (تحمل) عالي للملوحة.

ب- مقاومة (تحمل) عالي نسبياً للتغدق.

ج- ذات احتياجات مائية عالية نسبياً.

د- لها مردود اقتصادي جيد نسبياً.

خطورة الصوديوم
Sodium hazard

يعد الصوديوم أحد الأيونات الأساسية الداخلة في تكوين الأملاح الذائبة في التربة والذي له تأثيرات سلبية على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وخاصة عند وجوده على مواقع التبادل، وتتلخص هذه التأثيرات بما يأتي:

1. زيادة تركيز أيونات الصوديوم تؤدي إلى تفرقة دقائق الطين والذي يؤدي إلى تحطيم تجمعات التربة والتقليل من نفاذية التربة للماء والهواء.
2. تفرقة دقائق الطين تؤدي إلى تكون طبقة سطحية غير نفاذة تؤثر على بزوغ البادرات.
3. يؤثر الصوديوم كذلك على درجة تفاعل التربة، حيث أن زيادة تراكيز أيونات الصوديوم تؤدي إلى ارتفاع الأس الهيدروجيني وذلك بسبب سهولة التحلل المائي للصوديوم ليكون هيدروكسيد الصوديوم والذي بدوره يتحول إلى كاربونات الصوديوم بوجود CO_2 مما يؤدي إلى ترسيب أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم وبالتالي زيادة درجة تفاعل التربة.

سابقاً كان يعبر عن نسبة الصوديوم إلى مجموع الكاتيونات الأخرى في ماء الري بمصطلح النسبة المئوية للصوديوم الذائب Soluble Sodium Percent (SSP).

$$SSP = \frac{\left[Na^{+}\right] meq/L}{\left[total\ \ cation\right] meq/L} \times 100$$

وللتعبير عن خطورة الصوديوم سابقاً كان يعتمد كلياً على نسبة الصوديوم، وبما أن دقائق التربة تعتمد التفضيل في امتزاز الكاتيونات الثنائية التكافؤ بصورة أكبر من الأحادية، فإن استخدام مياه الري ذات المحتوى العالي من الصوديوم يمكن أن ينتج عنه انخفاض في نسبة الصوديوم المتبادل في التربة إذا كان التركيز الكلي للكاتيونات في هذه المياه مرتفع نسبياً.

معظم معادلات التبادل الأيوني يمكن التعبير عنها من خلال النسبة بين تركيز أحد الكاتيونات إلى الجذر التربيعي لتركيز الكاتيونات الثنائية. واعتماداً على التجارب الحقلية للترب المتأثرة بالأملاح (بالصوديوم المتبادل) والتحليلات المختبرية لمستخلصات العجينة المشبعة فقد اقترح مختبر الملوحة الأمريكي مصطلح نسبة الصوديوم الممتز Sodium Adsorption ratio (SAR) كمقياس لخطورة الصوديوم وكمؤشر لحالة الصوديوم النسبية في مياه الري ومحاليل التربة.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad \text{meq/L} \qquad SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}} \quad \text{mmol/L}$$

※ إن ربط الكالسيوم والمغنيسيوم مع بعض يرجع إلى كون هذين الكاتيونين الثنائيي التكافؤ يسلكان سلوكاً متماثلاً خلال عمليات التبادل الكاتيوني.

※ تعتبر الـ SAR أكثر أهمية من الـ SSP في استخدامها كمؤشر لخطورة الصوديوم، كونها ذو صلة مباشرة بالصوديوم الممتز من قبل التربة.

من معرفة قيمة الـ SAR يمكن حساب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP (Exchangable Sodium percent).

$$ESP = \frac{100(-0.0126 + 0.01475\ SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475\ SAR)}$$

عندما تزداد قيمة الـ ESP عن 15% فهذا يعني أن التربة صودية، وينعكس هذا بدوره على صفات التربة والمتمثلة بالأساس في تفرقة تجمعات التربة وانخفاض نفاذيتها.

غالباً ما ترتبط مشاكل النفاذية مع التركيز المنخفض من الكالسيوم والمغنيسيوم أو مع زيادة تركيز الصوديوم، ولذلك فقد تم حديثاً استخدام مصطلح جديد يسمى بنسبة امتزاز الصوديوم المعدلة Adjusted Sodium Adsorption Ratio (adj. SAR)، والتي كانت تعادل سابقاً بإضافة تأثير كاربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate (RSC) أي (RSC + SAR). حيث أن جذر الكاربونات مهم في تحديد نوعية مياه الري لأنه يقوم بترسيب أيونات الكالسيوم الموجودة في محلول التربة ليكون كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم غير الذائبة والتي تقلل من أهمية الكالسيوم والمغنيسيوم وبالتالي فإن مصطلح (adj. SAR) يأخذ بنظر الاعتبار تأثير الكاربونات والبيكاربونات من خلال قيم الـ pH_C التي تضاف إلى قيم الـ SAR.

pH_C : قيمة الأس الهيدروجيني النظرية التي تتصف بها مياه الري عندما تكون في حالة اتزان مع كاربونات الكالسيوم. وبالاعتماد على قيمة الـ pH_C فإن هنالك احتمالين:

1. ترسيب كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وبالتالي تقليل كمية الكالسيوم الذائب مما يزيد من تأثير الصوديوم الضار.
2. ذوبان كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم داخل التربة مما يؤدي إلى وفرة في أيونات الكالسيوم (أي يقلل من تأثير الصوديوم).

وتحسب قيمة adj. SAR من المعادلة التالية:

$$adj.SAR = SAR\left[1+(8.4-pH_C)\right]$$

ويتم حساب قيمة الـ pH_C من المعادلة أدناه:

$$pH_C = (PK_2 - PK_C) + P\,(Ca+Mg) + P\,(ALK)$$

حيث أن:

$PK_2 - PK_C$ = مجموع تراكيز أيونات Na و Ca و Mg (مليمكافئ/لتر)

P (Ca+Mg) = مجموع تراكيز أيونات Ca و Mg (مليمكافئ/لتر)

P (ALK) = مجموع جذري الكاربونات والبيكاربونات (مليمكافئ/لتر)

مثال: احسب قيمة Adj. SAR لعينة ماء ري تحتوي على 2.32 Ca و 1.44 Mg و 7.73 Na و 0.42 CO_3 و 3.66 HCO_3 مليمكافئ/لتر.

$PK_2 - PK_C = 2.32 + 1.44 + 7.73 = 11.49$ من الجدول 1.3

$P\,(Ca+Mg) = 2.32 + 1.44 = 3.76$ من الجدول 2.7

$P\,(ALK) = 0.42 + 3.66 = 4.08$ من الجدول 2.4

$$pH_C = 1.3 + 2.7 + 2.4 = 6.4$$

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

$$adj.SAR = \frac{7.73}{\sqrt{\frac{2.32+1.44}{2}}}\left[1+(8.4-6.4)\right] = 16.9$$

ملاحظة: قيم الـ pH_C التي تزيد عن 8.4 تدل على ذوبانية الكلس في التربة وهذا معناه زيادة كمية الكالسيوم الذائب وبالتالي التقليل من التأثير الضار للصوديوم وعلى العكس فإن قيم الـ pH_C عندما تقل عن

8.4 فإن ذلك يدل على ترسيب الكلس من ماء الري وهذا معناه زيادة قيمة الـ SAR أي زيادة خطورة الصوديوم.

الجدول (1): $PK_2 - PK_C$ و P(Ca+Mg) و P(ALK) لمياه الري وعلاقة ذلك بالتركيز (ملي مكافئ/لتر).

P(ALK)	P(Ca+Mg)	$PK_2 - PK_C$	مجموع التركيز (meq/L)
4.3	4.6	2.0	0.05
4.0	4.3	2.0	0.10
3.6	4.1	2.0	0.15
3.7	4.0	2.0	0.18
3.6	3.9	2.0	0.25
3.5	3.8	2.0	0.30
3.4	3.7	2.0	0.40
3.3	3.6	2.1	0.50
3.1	3.4	2.1	0.75
3.0	3.3	2.1	1.00
2.9	3.2	2.1	1.25
2.8	3.1	2.1	1.50
2.7	3.0	2.1	2.00
2.6	2.9	2.1	2.50
2.5	2.8	2.2	3.00
2.4	2.7	2.2	4.00
2.2	2.5	2.2	6.00
1.1	2.4	1.3	8.00
2.0	2.3	1.3	10.00
1.8	2.1	1.3	15.00
1.7	1.9	1.4	20.00
1.5	1.8	1.4	30.00
1.3	1.6	1.5	50.00