# تقنيات استصلاح الأراضي


اعداد

د. خالد خليف نزال الحديدي

كلية الزراعة والغابات – قسم علوم التربة والموارد المائية

# المحتويات


| الموضوع | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| المحاضرة الاولى | مفهوم استصلاح الأراضي ودوره في الانتاج الزراعي الطبيعي | 1 |
| المحاضرة الثانية | استصلاح الأراضي الملحية والصودية | 5 |
| المحاضرة الثالثة | برنامج استصلاح الأراضي الملحية | 11 |
| المحاضرة الرابعة | المرحلة الثانية ـ الحسابات والتصاميم والقرارات | 19 |
| المحاضرة الخامسة | المرحلة الثالثة ـ التنفيذ | 27 |
| المحاضرة السادسة | المرحلة الرابعة : الاستزراع | 36 |
| المحاضرة السابعة | ادارة الاراضي المستصلحة | 39 |
| المحاضرة الثامنة | استصلاح الأراضي الجبسية | 51 |
| المحاضرة التاسعة | استصلاح الأراضي الكلسية | 58 |
| المحاضرة العاشرة | استصلاح الأراضي الرملية | 67 |
| | | |
| | | |

**مفهوم استصلاح الأراضي ودوره في الانتاج الزراعي الطبيعي**

يتأثر الانتاج الزراعي كما ونوعا بعدد من العوامل المتداخلة والتي تختلف في طبيعة أثرها بحيث يعتبر الانتاج الزراعي في النهاية محصلة الفعل تلك العوامل وما نهيئه من ظروف مناسبه لنمو النبات . ومن الطبيعي ان التربة وهي الوسط الذي ينمو فيه النبات والمصدر الرئيسي لحاجته من الماء والغذاء تمثل مجموعة من العوامل الرئيسية المحددة لإمكانيات رفع الانتاج الزراعي ، لذلك فأن كل تلف أو ضرر يصيب خواص التربة وعلاقاتها المختلفة لابد وان يخفض بنسبة ما انتاجيتها عن معدلها الطبيعي . لذلك ومن أجل اعادة التربة أو بعبارة أخرى اعادة انتاجيتها الى وضعها الطبيعي لابد لنا من معالجة هذا الضرر أو التلف وهنا يبرز دور استصلاح الأراضي في ذلك .

واذا عدنا الى الاصل الانكليزي لكلمة استصلاح melioration فقد هن الكلمة اللاتينية التي تعني استصلاح الأراضي – ويقسم فلادجينسكي (veladechinski ، 1964) استصلاح الأراضي الى قسمين : الاستصلاح التكنيكي والاستصلاح الزراعي.

**فالاستصلاح التكنيكي** : هو الاستصلاح الذي يجري فيه تغيير الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة بهدف تحسينها واعتبارها كمواد انشائية .

**أما الاستصلاح الزراعي** : فيهدف الى استغلال التربة كوسط لنمو المحاصيل الزراعية ، وبشكل عام يتضمن الاستصلاح الزراعي تنظيم النظام المائي – الهوائي للتربة وعلاج مشكلة التعرية وتثبيت الرمال وغير ذلك من الأعمال التي تهدف إلى معالجة عيب أو تلف في التربة من أجل رفع انتاجيتها الزراعية ومعظم برامج استصلاح الأراضي هي أعمال هندسية – زراعية تشارك فيها الاختصاصات الهندسية والزراعية للتحقيق أهداف الاستصلاح لكل حالة من الحالات .

ومن الجدير بالذكر فان الاستصلاح ليس فقط – وكما هو متداول – استصلاح الأراضي الملحية والقلوية وانما مفهومه – وكما لاحظنا أعم وأشمل حيث يشمل استصلاح جميع الأراضي التي تحتاج الى معالجة أحد او بعض عوامل الانتاجية فيها ، ويمكن أن نورد هنا امثله على بعض أو أهم الأراضي التي تحتاج إلى عمليات الاستصلاح :

1- **استصلاح الأراضي المتأثرة بالملوحة** : ونقصد به استصلاح جميع الاراضي المتأثرة بمشكلة الملوحة سواء مشكله ملوحة صودية (قلوية) أو ملوحة عادية.

2- **استصلاح الأراضي الحامضية** : ويقصد به استصلاح الأراضي التي تعاني من مشكلة الحموضة وانخفاض درجة التفاعل فيها وسمية بعض العناصر مثل الحديد و الالمنيوم والتي تنعكس بشكل كبير على انتاجيتها .

3- **استصلاح الأراضي الغدقة وترب المستنقعات** : ونقصد بذلك استصلاح الأراضي المتغدقة بشكل دائمي أو موسمي بسبب المياه السطحية أو المياه الأرضية ومثل هذه الأراضي تعاني من مشكلة نقص التهوية وبذلك تكون غير مناسبه لنمو معظم المحاصيل الزراعية .

4- **استصلاح الترب الرملية** ( **تثبيت الرمال** ) : ويقصد بهذه الاراضي تلك الأراضي التي تكون فيها نسبة الرمل ٧٠ ٪ فأكثر وتتصف مثل هذه الاراضي بعدم ثباتها وقلة قابليتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية وبذلك تكون ذات انتاجية واطئة.

5- **استصلاح وادارة الأراضي الكلسية والجبسية** : تعاني من ارتفاع نسبة الكلس (الكلسية) أو من ارتفاع نسبة الجبس (الجبسية) ولكل من هذه الأراضي مشاكلها الخاصة التي تنعكس على انتاجيتها . ومثل هذه الأراضي تحتاج الى ادارة خاصة عند الاستغلال . هذه فقط امثله وهناك العديد من الأراضي الأخرى التي تحتاج ايضا الى استصلاح من اجل رفع انتاجها.

**دور واهمية استصلاح الأراضي في الانتاج الزراعي**

تبلغ مساحة سطح الكرة الارضية ما يقرب من (197) مليون ميل مربع فيها (55) مليون ميل مربع يابسة اي ما يعادل (35.7) مليون هكتار . وباستبعاد المناطق القطبية الباردة فأن مساحة القارات الستة حوالي (33.1) بليون هكتار ، وتتشكل الأراضي الزراعية منها حوالي (3.6) بليون هكتار أو ما يعادل 10.8 ٪ من اجمالي مساحة القارات الست. وتشكل المراعي حوالي (7.1 ) بليون هكتار أو ما يعادل 21.6 ٪ ، مساحة الغابات فتشكل نحو 9.9 بليون هكتار أو ما يمثل 29.8٪ . أما المساحة الباقية والبالغ حوالي 12.5 % بليون هكتار والتي تمثل (37.8 %) من إجمالي المساحة الكلية فقد صنفت هذه الأراضي حسب تصنيف الأمم المتحدة كأراضي مباني واراضي قاحلة واراضي غير مستغله ولكنها قابلة للاستغلال. ومن هذا يتبين لنا أنه اذا أستثنينا الأراضي المخصصة للمباني في العالم والتي تعتبر محدودة نسبيا في كثير من البلدان فأن معظم المساحة الباقية (12.5) بليون هكتار يمكن تصبح اراضي زراعية ذات انتاجية عالية اذا ما استخدمت فيها اساليب الاستصلاح المتنوعة . وان الحاجة الملحة إلى زيادة رقعة الأراضي الزراعية وكذلك زيادة انتاجية الأراضي المستغلة حاليا في العالم يأتي استجابة الى الحاجة الماسة إلى الغذاء ، حيث تشير البيانات العالمية

إلى أن اكثر من ثلث سكان البشرية يعانون حاليا من نقص الغذاء . ويبدو أن مشكلة الغذاء تكون اكثر حده في البلدان النامية والمتخلفة والتي يقع معظمها في المناطق القاحلة وشبه القاحلة . لذلك تعتبر مهمة استصلاح الاراضي من المهام الرئيسية التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار في التنمية خاصة في هذه البلدان . لذا فان موضوع استصلاح الأراضي يعتبر من المواضيع العالمية حيث يجب الاهتمام به وتطويره وتدريب الكوادر العلمية والفنية المتخصصة في مجالاته المتنوعة وتوفير الاستثمارات اللازمة له وذلك لتحقيق استصلاح ناجح وسريع في معظم دول العالم . هذا على المستوى العالمي ، أما على المستوى العربي فتشير خطط البيانات المتوفرة الى أن مساحة الأراضي اليابسة في الوطن تبلغ حوالي (1349) مليون هكتار والتي تشكل حوالي 99 ٪ من المساحة الكلية للوطن العربي وتشكل الأراضي الزراعية مليون هكتار 22 % من المساحة الكلية للوطن العربي . أما مساحة الأراضي المزروعة فتشكل حوالي ( 53 ) مليون هكتار ، ومساحة الأراضي الرعوية حوالي(40) مليون هكتار . الحقيقة يمكن اعتبار كل أو معظم أو بعض رقعة الأراضي الرعوية ، أراضي زراعية يمكن تحويلها مستقبلا إلى أراضي مزروعة اذا ما ادخلت فيها اساليب استصلاح الأراضي المتنوعة .

وبالرغم من أن هذه المساحات الكبيرة من الاراضي قد وضعت تحت تسمية اراضي رعوية الا انها تشمل في الواقع اراضي متنوعة منها ترب رملية وجبلية وملحية وقلوية وجبسية وغدقة وترب تعاني شحة بالمياه وغيرها . بعبارة أخرى فان معظم هذه الأراضي – وكما ذكرنا قبل قليل تعتبر اراضي قابلة للأستصلاح اذا ما ادخلت فيها اساليب الأستصلاح المتنوعة . ويمكن أن تكون هذه الأراضي بعد الاستصلاح اراضي ذات انتاجية عالية . وهنا تبرز اهمية ودور استصلاح الأراضي في الوطن العربي . وبالفعل فقد بادرت اقطار عربية ومنذ زمن بأنشاء مشاريع لأستصلاح مثل هذه الأراضي وفي مقدمة هذه الأقطار مصر والعراق وبعض أقطار الخليج العربي.

**استصلاح الأراضي في العراق**

تشير البيانات الأخيرة الى أن مساحة الأراضي القابلة للاستعمالات الزراعية في العراق تبلغ حوالي 34 مليون هكتار تزرع منها حاليا 6 ملايين هكتار والباقي تستخدم كمراعي . أما مساحة الأراضي غير الصالحة للزراعة فتبلغ (1.5) مليون هكتار . ويتطلب وفق التخطيط المستقبلي للقطر تطوير مساحة زراعية لا تقل عن(12) مليون هكتار بضمنها 3 ملايين هكتار من المراعي ذات الانتاجية

الجيدة . وتضم الأراضي غير المستغلة حاليا وقسم من تلك التي تعتبر غير صالحة للزراعة بالوقت الحاضر اراضي متنوعة منها الأراضي الملحية والاراضي الغدقة والمستنقعات والأراضي الصحراوية والاراضي الرملية والأراضي ذات التعرية الشديدة أن معظم أو جميع هذه الأراضي يمكن أن تصبح اراضي زراعية ذات انتاجية عالية اذا ما ادخلت فيها اساليب الاستصلاح المختلفة . وباعتبار أن الأراضي المتأثرة بمشكلة الملوحة تشكل المساحة أو الرقعة الرئيسية في مساحة هذه الأراضي وخاصة في وسط وجنوب العراق ، حيث تشكل هذه الأراضي 70 ٪ من مساحة الاراضي هذا الجزء من العراق ، فلقد تركز الاهتمام ومنذ أواسط الخمسينات على معالجة هذه المشكلة باستخدام اساليب الاستصلاح الخاصة بالأراضي الملحية .

وقد بلغت المساحات الإجمالية التي تم تنفيذ اعمال استصلاح الأراضي فيها حتى 1976 (2420) هكتار ، وقد تصاعدت وتائر التنفيذ حيث بلغت مساحة الأراضي المستصلحة 335108 هكتار في عام (1985) وبذلك أصبح مجموع مساحة الاراضي المستصلحة (446647). من هذا الاستعراض يظهر دور استصلاح الأراضي في زيادة مساحة الاراضي الزراعية ذات الانتاجية العالية في العراق و بالتالي زيادة الدخل القومي . ومن هنا تبرز أهمية تدريب الكوادر الفنية المتخصصة في هذا مجال لأخذ على عاتقها تنفيذ مثل هذه المشاريع العملاقة وادارتها.

## استصلاح الأراضي الملحية والصودية

### 1- توزيع الترب الملحية وانتشارها Distribution and spread of saline soils

الملوحة هي عملية تجمع الأملاح الذائبة أو تراكمها بدرجة تفوق معدلاتها الطبيعية في التربة وقد يكون سبب التملح طبيعياً أو بسبب الظروف الناتجة عن سوء عمليات الإدارة تتميز الأراضي المتأثرة بالأملاح بارتفاع تركيز الأملاح الذائبة بها أو ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل أو كلاهما بالدرجة التي تسبب عدم ملائمة هذه الأراضي للنمو الطبيعي للنباتات وخاصة المحاصيل الاقتصادية ، الأمر الذي يضعف الإنتاج أو يعوقه.

وتتصف الترب الملحية بخصائص مورفولوجية وفيزيائية وكيميائية وبيولوجية مختلفة ، كما تتميز بسيادة أنواع معينة من الايونات السالبة والموجبة. إن مساحة الأراضي المتأثرة بالأملاح بلغت (340 مليون هكتار) على المستوى العالمي في حين بلغت مساحة الأراضي الصودية (560 مليون هكتار) تشير تقارير منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO، 2011) إلى أن 60 – 70 % من اراضي وسط وجنوب العراق قد تأثرت بالملوحة واصبحت خارج الاستغلال الزراعي، وتوصف حسب التصنيف الاميركي (Richards 1954) بأنها الترب التي تتصف بتوصيل كهربائي المستخلص العجينة المشبعة أكثر من $4\ dS\ m^{-1}$ وبدرجة تفاعل (الأس الهيدروجيني) قريبة من التعادل وأقل من (8.5) والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل أقل من (15)، وتعتمد سرعة عملية التملح على عوامل عديدة منها إدارة التربة والمياه والظروف المناخية والطوبوغرافية والهيدرولوجية والخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة إضافة إلى نوعية مياه الري المستخدمة. ويرتبط تملح التربة غالباً بالزراعة الإروائية ، وهذا يعتمد على نوعية مياه الري ، وعلى كمية الأملاح الذائبة فيها حيث تتجمع هذه الأملاح في التربة ما لم يتم غسلها خارج مقد التربة ويعد تجمع الأملاح داخل التربة وتراكمها بكميات زائدة سبباً في ارتفاع الضغط الازموزي لمحلول التربة مما يؤدي إلى تحديد قابلية النباتات على امتصاص الماء والمغذيات وبالتالي إعاقة نموها وضعفه ،

وكذلك قد يكون للفلاح دورا كبير ومهم في عمليات تملح الاراضي وذلك عن طريق زيادة استخدام مساحات واسعة من الاراضي الاروائية دون الاخذ بنظر الاعتبار الاجراءات اللازمة لمنع تملح الاراضي المستخدمة، وكذلك فان عدم فتح شبكات بزل كفوءة في كثير من الاراضي الزراعية ادى الى

تملح وتدهور هذه الاراضي وجعلها غير صالحة للزراعة ، ومن هنا يأتي دور الانسان في عمليات تدهور الاراضي الزراعية من خلات ادارته السيئة للتربة والمياه في هذه الاراضي لذلك من الضروري إيجاد وسائل لإدارة التربة وعدم السماح بتدهور صفاتها الكيميائية والفيزيائية.

ان الاملاح في التربة عبارة عن خليط ناتج من تداخل او اتحاد ايونات الكلوريدات والكبريتات والكربونات والبيكربونات والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم بالإضافة الى قليل من الفوسفات والنترات والامونيوم والبورون وقد توجد بعض هذه الايونات في صورة ذائبة كالنترات والكلوريدات والفوسفات ، وعموما لابد من وجود توازن بين كميات هذه الاملاح لان زيادة أي منهما او مجموعة منها عن حد معين تؤدي الى حدوث ضرر واضح للنبات وتدهور خواص التربة وتصبح ملحية او ملحية صودية او صودية ، وان مكونات الملوحة هي ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والكبريتات والبيكاربونات التي قد تشكل غالبية الاملاح السائدة في التربة وتعد املاح الكلوريدات والصوديوم من اهم الاملاح التي تسبب ملوحة التربة.

أن درجات الحرارة العالية والتبخر وضعف كفاءة الغسل تؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة مما يؤثر في الصفات الفيزيوكيميائية لها ومنها درجة تفاعل التربة والصوديوم المتبادل Exchangeable –Na والايصالية الكهربائية ECe ونسبة امتزاز الصوديوم Sodium adsorption ratio (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل exchangeable sodium percentage (ESP) والايصالية المائية والماء الجاهز .

وكذلك قد يكون للفلاح دورا كبير ومهم في عمليات تملح الاراضي وذلك عن طريق زيادة استخدام مساحات واسعة من الاراضي الاروائية دون الاخذ بنظر الاعتبار الاجراءات اللازمة لمنع تملح الاراضي المستخدمة، وكذلك فان عدم فتح شبكات بزل كفوؤة في كثير من الاراضي الزراعية ادى الى تملح وتدهور هذه الاراضي وجعلها غير صالحة للزراعة ، ومن هنا يأتي دور الانسان في عمليات تدهور الاراضي الزراعية من خلات ادارته السيئة للتربة والمياه في هذه الاراضي لذلك من الضروري إيجاد وسائل لإدارة التربة وعدم السماح بتدهور صفاتها الكيميائية والفيزيائية .

## 2. مصادر الملوحة Sources of salinity

### 1. المصادر الطبيعية للأملاح والملوحة الأولية

Natural sources of salts and primary salinization

يرجع وجود الأملاح في الترب إلى تفاعلات متداخلة بين العوامل الجيوكيميائية والهيدرولوجية والغطاء النباتي ، المصدر الأساسي الطبيعي للملوحة هو التجوية الجيوكيميائية للمعادن الداخلة في تكوين الصخور والترسبات والترب نتيجة المعادن الملحية الذائبة ، وتكون الملوحة الموجودة في التربة عرضة إلى التغايير التركيز بتأثير التبخر والنتح من ناحية ، والتخفيف بفعل السواقط من ناحية أخرى وحيث أن الترب في المناطق الجافة تكون عرضة لنسبة عالية من التبخر إلى السواقط ، فإنها تتجه إلى أن تكون ملحية في حين تكون الترب في المناطق الرطبة عرضة لنسبة منخفضة من التبخر إلى السواقط وبالتالي تكون غير ملحية، عموماً فان الترب المتأثرة بالأملاح توجد في المناطق التي تكون فيها نسبة السواقط إلى التبخر بحدود 0.75 ، ومصدر الأملاح في كثير من المناطق الجافة هو بحري اذ ترسبت بعد جفاف مياه البحار الأملاح تباعاً اعتمادا على الذوبانية ابتداءاً بالكالسايت بسبب ذوبانيته المنخفضة مروراً بالجبس $CaSO_4.2H_2O$ وفي المراحل اللاحقة ترسبت معادن ذات ذوبانية عالية وشملت الهالايت (NaCl) . وربما تشمل المصادر الأخرى الطبيعية للأملاح الترسيب الهوائي لأملاح البحار على طول المناطق الساحلية وارتفاع المياه الجوفية في المناطق ذات الطبوغرافية المنخفضة والبحيرات الملحية.

### 2. المصادر البشرية للأملاح والملوحة الثانوية

Anthropogenic source of salts and secondary salinization

تأتي هذه الملوحة من عدد من الفعاليات وتضم الإدارة التي يمارسها الإنسان (Human-induced) والمرتبطة بشكل أساسي مع الري والبزل وإزالة الغابات وتشمل هذه المصادر الأملاح الموجودة في مياه الري والأملاح المتبقية من مصلحات التربة والمياه (جبس ، كبريت ، حوامض) ومخلفات حيوانية (animal wastes) والأسمدة الكيميائية إضافة إلى مخلفات المجاري الصلبة والسائلة وتقدر المساحة الكلية للترب الملحية المتدهورة نتيجة لفعاليات الانسان بحوالي 76.3 ميكا هكتار(مليون هكتار) وترتبط الملوحة كثيراً بالتغدق تحت ظروف ارتفاع المياه الجوفية هناك حركة نحو الأعلى للأملاح على الأقل لبعض الوقت بسبب التبخر وامتصاص الماء من قبل الجذور .

فضلاً عن الإخلال بالنظام الهيدرولوجي من خلال استثارة الغطاء النباتي الطبيعي ( Disturbing Natural vegetation) ، أن أراضي المراعي المعرضة للرعي الجائر تخلق حالة من عدم الاتزان بين السواقط والاستهلاك المائي .

3- **الترب الملحية ـ الصودية** Sodic- salt soils

أن الترب الملحية الصودية تتميز بإيصالية كهربائية ECe أكبر من ($4\ dS\ m^{-1}$) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP) تتجاوز (15%) اسها الهيدروجيني اقل من (8.5) ولها خصائص مشابهة للترب الملحية والاخيرة تتحول مع الغسل الى تربة صودية غير ملحية ، وتمتاز هذه المجموعة من الترب بوجود مستويات عالية من املاح الصوديوم الذائبة في الطور السائل للتربة مع تشبع اسطح الطور الصلب ، وتلعب المادة الام بعد تجويتها دور كبير في ظهور هذه الاملاح او قد تنشأ بسبب الادارة غير الجيدة في استعمال الاراضي الزراعية وسوء ادارة المياه من قبل المزارع. بين العديد من ان وجود كميات كبيرة من ايونات الصوديوم في التربة يؤدي الى زيادة قيمة الاس الهيدروجيني (pH) لها ويجعلها تميل الى القاعدية ، وتسود هذه الترب في المناطق الجافة وشبه الجافة قليلة الامطار ، ويؤدي ارواء هذه الترب بمياه ري رديئة النوعية الى تواجد املاح الصوديوم الذائبة والمتبادلة في هذه الترب مما يؤدي الى تدهور خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

4- **الترب الصودية** Sodic soils

تعد الترب الصودية نوع من الترب المتأثرة بالملوحة وتمتاز بوجود مستويات عالية من ايونات الصوديوم الذائب في الطور السائل للتربة وعلى اسطح الطور الصلب وتؤدي هذه الظاهرة الى تدهور العديد من الصفات الفيزيائية للتربة مثل الانتفاخ والانكماش وتشقق الطين وتقشر سطح التربة ، وأن ارتفاع مستوى الصوديوم (الذائب والمتبادل) مع قيم إيصالية كهربائية منخفضة يسبب انتفاخات وتفريق لغرويات التربة المعدنية والعضوية لدقائق التربة بسبب تشتت دقائق التربة مما يؤدي الى تقشر التربة وفقدان تركيبها المسامي بين جزيئات الطين هذا يسبب فقدان الغرويات العضوية بصورة اكبر وبالتالي فقدان العناصر الغذائية المهمة الموجودة في التربة. إذ تمتلك ايصالية كهربائية ECe أقل من ($4dSm^{-1}$) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP) تتجاوز (15%) اسها الهيدروجيني اكثر من (8.5).

وبين ان الأفق الصودي (B) في الترب الزراعية الاروائية هو المسؤول عن انخفاض نقل الماء والعناصر الغذائية الى النبات ونقص الاوكسجين وتكوين طبقة صماء واعاقة نمو واختراق الجذور داخل جسم التربة مع زيادة في الايصالية الكهربائية وحدوث زيادة في الكاربونات وكذلك زيادة في تشتت وانتفاخ التربة، وعندما ترتفع قيمة نسبة الصوديوم الممتز (ESP) الطور الصلب للتربة عن (6%) ، فان التربة ستعاني من مشكلة الصودية وبالتالي تدهور هيكلها الداخلي. وان الترب الصودية تمتاز بخصائص كيميائية وخصوبية فقيرة تؤثر على نمو وانتاجية المحاصيل ، الا انه يمكن الاستفادة من هذه الترب عن طريق استصلاحها بمصلحات كيميائية اساسها الكالسيوم مثل (الجبس) لتحسين خصائصها الكيميائية عن طريق التبادل الايوني للكالسيوم مع صوديوم الطور الصلب.

**5. تأثر الترب العراقية بظاهرة التملح والصودية**

ان تفاقم مشكلة تملح الأراضي الزراعية عالميا ومحلياً (العراق) بشكل خاص لأسباب عديدة اهمها طبيعة التكوين الجيولوجي وعدم توفر شبكات البزل الفعالة وتدهور نوعية مياه الري وتناقص كمية المياه العذبة مع سوء ادارة الاراضي الزراعية ايضا وطبيعة الظروف المناخية المتمثلة بالارتفاع الشديد لدرجات الحرارة خصوصا في فصل الصيف، كما ساهمت ظروف الاحتباس الحراري بزيادة معدلات التبخر من سطح التربة ، فضلا عن انخفاض كميات مياه نهري دجلة والفرات ، فضلا عن وجود عوامل اخرى ادت الى زيادة ملوحة التربة في الاراضي الزراعية في العراق منها استغلال ماء الري بشكل غير مدروس من قبل المزارعين ولفترات طويلة وبالتالي يؤدي الى تملح الطبقة السطحية نتيجة التبخر.

تمتاز الترب الملحية في العراق بسيادة املاح ($Na^+$ و$K^+$ و $Ca^{+2}$ و $Mg^{+2}$ ) مع كمية قليلة من الجبس فضلا عن محتوى عال من معادن الكاربونات ($CaCO_3$) يتراوح بين (200 – 300 غم كغم$^{-1}$) ، مع درجة تفاعل متعادل مائل للقاعدية بين (7.8 – 8.4) (العبيدي واخرون ، 2017) وقدرت منظمة الاغذية والزراعة الدولية لأراضي المتأثرة بالملوحة بحوالي (61000 كم$^2$) ما يعادل 14% من مجموع المساحة الكلية للعراق. وأن (3.1) مليون هكتار فقط من أصل(10.5) مليون هكتار قابلة للزراعة وباقي الاراضي تعاني من مشكلة التملح في العراق، وان مساحة الترب المتأثرة بالأملاح ازدادت بنسبة 9% منذ عام 1970 الى عام 2006 وهذا يوضح حجم مشكلة تملح الترب

الزراعية في البلد. وقد خضعت معظم الاراضي العراقية الى درجات مختلفة من التملح، إذ ان الترب المتأثرة بالأملاح تغطي حوالي 70 % من الجزء السفلي من سهل بلاد ما بين النهرين.
فتحت ظروف معينة نجد في المناطق التي يزيد فيها معدل التبخير على معدل الترسيبات المائية أن السيادة في التربة لحركة المياه الشعرية لأعلى ، وتؤدي هذه الحركة الصاعدة والمستمرة لمدة طويلة للمياه وما تحمله من أملاح ذائبة إلى تركيزها في الطبقات السطحية وتعتبر تكوين هذه الأراضي محصلة لظاهرتي الذوبان والتبادل الكاتيوني . وعليه فإن إستصلاحها يعتمد بالدرجة الأولى على معالجة هاتين العمليتين وذلك للتخلص من الأملاح الذائبة الزائدة بالغسيل ، وإحلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل بإضافة المصلحات المحتوية عليه.

**يستلزم استصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح الإلمام بما يلي**:

1- تشخيص الأراضي المتأثرة بالأملاح والإلمام بخصائصه وتصنيفها.
2- معرفة مصدر الأملاح بالتربة سواء كانت الملوحة أولية أو ثانوية.
3- نوع الأملاح الموجودة بالتربة ، والخواص الفيزيوكيميائية لكل ملح.
4- العوامل التي تساعد أو تشجع عمليات تراكم الأملاح بالتربة.
5- تأثير الأملاح على خواص التربة الكيميائية والفيزيائية
6- تأثير الأملاح على النبات والعوامل المؤثرة على هذه العلاقة.
7- مدى توفر مصدر المياه اللازمة للغسيل ونوعيتها.
8- مدى توفر مبازل طبيعية للتخلص من نواتج الغسيل خارج المنطقة.
9- اختيار طريقة الغسيل المناسبة وتقدير احتياجات الغسيل المطلوبة للاستصلاح ، ومدى الحاجة لإضافة المصلحات والاحتياجات .

**برنامج استصلاح الأراضي الملحية**

يطلق على مجمل الفعاليات الهندسية – الزراعية المستخدمة في عملية استصلاح الترب الملحية ببرنامج استصلاح الأراضي الملحية ، ويتضمن البرنامج عدد من الأعمال والفعاليات المبرمجة المنسقة التي تهدف الى خفض مستوى الملوحة الى الحد الذي يسمح بنمو النبات والسيطرة على مستوى الماء الارضي عند عمق معين وضمن العمق الحرج وبالتالي تحويل الاراضي الملحية الى أراضي ذات انتاجية عالية .

**الاعمال اللازمة لأعداد برنامج الاستصلاح**

أن من بين عوامل نجاح أي مشروع للاستصلاح هو الاختيار السليم للطريقة التي تلائم اكثر من غيرها الظروف الموضوعية للمشروع . ولدراسة أي مشروع لا بد من توفر المعلومات الاتية :

1- مسح لملوحة التربة من حيث تركيزها وتوزيعها وتركيبها الأيوني.
2- تحديد نفاذية التربة وكذلك بناء افاق مقدات ترب المشروع.
3- تحديد عن المياه الجوفية وحرتها وتقلباتها وتركيبيا الأيوني.
4- تقييم مياه الري وتحديد كمياتها المتاحة وتكاليف نقلها إلى ارض المشروع وكذلك مدى صلاحيتها للري.
5- تسجيل البيانات الخاصة بالمناخ بما فيها معدل سقوط الأمطار ودرجة الحرارة ومعدل التبخر.
6- دراسة تضاريس ارض المشروع وتحديد منافذ الصرف فيه .
7- الحصول على خرائط طبوغرافية تفصيلية لأرض المشروع •

والبيانات السابقة تمكننا من اتخاذ القرارات بشان الاتي : -

1- مقدار تسويه الازمة.
2- تحديد كمية المياه اللازمة لغسيل التربة ووضع مواصفات متطلبات الري وتوزيع المياه .
3- نوع البزل الصناعي الازم من حيث المسافة بين المبازل حساب كميه دماء الصرف المتوقعة.
4- تقدير الوقت الذي يلزم للإتمام الاستصلاح.
5- تخمين اثر استخدام المياه ذات النوعيات المختلفة على ملوحة التربة.

ويتضمن برنامج استصلاح الأراضي الملحية كذلك تحقيق اهداف معينة خاصة بمستقبل هذه الأراضي ، لذلك يتوجب على القائم بمهمة تنفيذ البرنامج أن يحدد هذه الأهداف قبل المباشرة بتنفيذ اي اعمال أو فعاليات استصلاحية .

**اهداف استصلاح الأراضي الملحية**

1- تخفيض مستوى الملوحة في طبقات أو أفاق مقد التربة الى الحد الذي يسمع بزراعة المحاصيل الزراعية بشكل جيد وكذلك أعذاب ( تحلية ) الطبقة السطحية الماء الأرضي على الأمد البعيد .
2- تخفيض مستوى الماء الأرضي الى العمق المطلوب وحسب ظروف المتعلقة بهدف تقليل أو منع مساهمة الماء الأرضي في عملية التملح ، وكذلك الحفاظ على مستوى الماء الأرضي ضمن هذا العمق .
3- تخفيض مستوى الصوديوم المتبادل الى حدود معينة وكذلك معاداة كاربونات الصوديوم أن وجدت في التربة ، ويحمل هذا الهدف خصوصية معينة في استصلاح الترب الصودية والملحية – الصودية .
4- رفع المستوى الخصوبي للترب المستصلحة بشكل كامل ويشمل ذلك الأجراءات التي تهدف الى تحسين الكيميائية والفيزيائية والبايولوجية للتربة وكذلك توفير العناصر الغذائية للنبات .
5- اتخاد كافة الإجراءات للحفاظ على التوازن الملحي للترب المستصلحة ومنع ردة الملوحة ( Resalinization ) فيها .

**تنفيذ برنامج استصلاح**

ويتم تنفيذ برنامج الاستصلاح حسب المراحل التالية :

**المرحلة الاولى** : المسوحات والتحريات الحقلية والمختبرية.

**المرحلة الثانية** : الحسابات والتصاميم والقرارات.

**المرحلة الثالثة** : التنفيذ.

**المرحلة الرابعة** : الاستزراع .

**المرحلة الاولى :** المسوحات والتحريات الحقلية والمختبرية.

وتتضمن هذه المرحلة جمع وتحليل البيانات التالية :

1- **الوصف العام للمشروع و موقعه :**

ويشمل تحديد موقع أراضي المشروع المراد أستصلاحها على الخارطة ، ووصف المشروع على الطبيعة من ناحية بعده وقربه من أقرب مدينة وكذلك وصف طرق النقل المتوفرة القريبة من المشروع ، اضافة الى ذلك يجب وصف معالم الرئيسية الأخرى القريبة من الموقع مثل المنخفضات والمرتفعات وشبكات البزل الرئيسية المجاورة ومصباتها والأبار ومصادر المياه الأخرى المتوفرة القريبة من المشروع . كما يبين بعد المشروع من البحر ان وجد ومدى أرتفاعه عن سطح البحر . ومن الضروري أيضأ تبيان ما يحيط المشروع من انشاءات ومشاريع زراعية مجاورة ، أن لهذه المعلومات أهمية كبيرة في تقرير كثير من القرارات ذات العلاقة بالاستصلاح ومستقبل المشروع .

2- **الظروف المناخية :**

من البيانات المهمة التي تخدم عملية الاستصلاح البيانات المتعلقة بالظروف المناخية في المنطقة التي يقع فيها المشروع ، ويمكن الاستعانة بأقرب محطة انواء جوية للحصول على مثل هذه البيانات التي تشمل درجات الحرارة و كمية الأمطار الساقطة وسرعة التبخر من السطح الحر وسطح التربة وسرعة الريح وغير ذلك من البيانات المناخية على مدار السنة ولسنوات عديده سابقة ان امكن حيث يستفاد من هذه البيانات في تحديد أفضل وقت للغسل وكذلك في معرفة مساهمة الامطار الساقطة في عملية الغسل . كما أن كثير من الحسابات المتعلقة بتقدير مقنن الغسل والاستهلاك المائي تعتمد على توفير البيانات المناخية .

3- **الظروف السكانية :**

نقصد بذلك كثافة السكان بالمنطقة المحيطة بالمشروع والأعمال والحرف الأساسية لهم وهل لها صلة بالزراعة ام لا ، وكذلك تحديد مدى توفر الايادي العاملة في هذه المنطقة .

**4- الظروف الجيومورفولوجية وانحدار الأرض:**

من المعلومات والبيانات المفيدة في تنفيذ عمليات الاستصلاح هي تلك التي لها علاقة بهيئة وتكوين الأرض في المنطقة التي يقع فيها المشروع لذلك يتطلب جمع المعلومات الكافية حول نشوء و تطور هيئة الأرض واجزاءها الرئيسية وكشف طبيعة وتوزيع الترسبات في المنطقة وعمقها . حيث قد يساعد ذلك الفاحص في معرفة أسباب هذا التوزيع والذي يلعب دورا في تصاميم شبكات الري والبزل . وعلى الفاحص أن يسجل ملاحظاته حول درجة انحدار أرض المشروع واتجاه هذا الانحدار.

**5- الظروف الهيدرولوجية :**

عمق ونوعية وتذبذب مستوى الماء الأرضي (الجوفي) :

من الأمور التي يجب أن يسجلها الفاحص البيانات ذات العلاقة بالماء الأرضي (الجوفي) في أراضي المشروع ، حيث أن المستوى الماء الأرضي ونوعيته أهمية كبيرة في تقرير مدى مساهمة الماء الأرضي في عملية التملح الجارية وكذلك تقرير الاجراءات اللازمة للأستصلاح . بالنسبة لنوعية المياه الأرضية بالإضافة إلى قياس ملوحتها يجب اجراء قياسات وتقديرات اضافية أخرى لعينات مختارة من المياه الأرضية مثال ذلك قيمة الأس الهيدروجيني وتراكيز الكاتيونات الرئيسية – الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والأنيونات السالبة الرئيسية كالكاربونات والبايكاربونات والكبريتات والكلوريدات . ومن الضروري أيضاً تسجيل المعلومات والبيانات الخاصة بديناميكية وتذبذب مستوى الماء الأرضي ، حيث لهذه المعلومات أهمية خاصة في تصاميم شبكات البزل والاستصلاح . ويعتمد عدد آبار المراقبة على مساحة المنطقة المراد استصلاحها وطبيعة أراضيها ، وبشكل عام يمكن أن يتراوح البعد بين بئر مراقبة و آخر من 50 م – 100 م اعتمادا على أبعاد المنطقة المراد دراستها وكذلك على مدى استواءها وظروفها الهيدرولوجية ونوعية الاستغلال . ويحدد عمق بئر المراقبة الفارق التذبذبي في مستوى الماء الأرضي بحيث يشمل أي منسوب للماء الأرضي على مدار السنة .

**6- الظروف الطوبغرافية :**

من الخرائط الأساسية التي يجب تهيئتها لعملية الاستصلاح في الخارطة الطبوغرافية لتبين مدى استواء سطح التربة ، وذلك بأجراء مسح طبوغرافي تفصيلي لأراضي المشروع وتثبيت الخطوط

الكنتورية لها . أن توزيع الملوحة أفقياً وعموديا مرتبط بدرجة كبيرة بالظروف الطبوغرافية للمنطقة . لذلك فان الربط بين خارطة الملوحة والخارطة الكنتورية سيساعد الفاحص على دور الطبوغرافية في عملية التملح الجارية في المنطقة. وكذلك أن المعلومات التي ستخلص من الخارطة الطبوغرافية ستفيد الفاحص والمشرف على الاستصلاح في تقرير أعمال التعديل والتسوية اللازمة التي تشمل اعمال القطع والمال والكميات الترابية المنقولة والكلف المتعلقة بذلك والوقت اللازم للإنجاز ذلك . كما تفيد الخارطة الكنتورية كثيرا في تصاميم شبكات الري والبزل .

7- **الغطاء النباتي :**

للبيانات ذات العلاقة بالغطاء النباتي الطبيعي في اراضي المشروع أهمية خاصة في تقرير طبيعة الأرض ونوع العيب الذي يحد من استغلالها ، وعلى الفاحص أن يعطي هذا الموضوع أهمية كبيرة ، فهناك علاقة وثيقة بين الغطاء النباتي السائد وحالة التربية وخاصة ما يتعلق بمشكلة ملوحة التربة حيث توجد علاقة دائمية بين المجموعات النباتية السائدة في المنطقة وملوحة التربة وعمق الماء الأرضي ، ويمكن استخدام النبات الطبيعي كدال ( كمؤشر ) الملوحة ، حيث أن وجود عدد من الأنواع النباتية السائدة ، فوجود مجموعة النباتات من نوع الهالوفايت Halophytes الطرفاء Tarmorix والنبات الملحي Salsola والعاقول Alhagi تشير الى وجود مستويات ملحية عالية ومتباينة في التربة . كما أن نوع الغطاء النباتي السائد في المنطقة يعتبر أيضا دليل الى حد ما على الماء الأرضي وملوحته ، اما بالنسبة للأراضي المستغلة زراعية فيجب على الفاحص أن يسجل نوع المحاصيل الزراعية وحالة نموها وما يظهر عليها من علامات النقص وتأثير الملوحة أن وجد .

8- **مصادر المياه وحالة الري :**

على الفاحص أن يجري مسحا تفصيلا لمصادر المياه القريبة من المشروع وان يصف هذه المصادر تفصيلاً وتبيان فيما إذا كانت أنهار أو جداولاً أو عيوناً أو اباراً أو قناة ري معينة . ويجب تبيان مدى توفر المياه في هذه المصادر ومدى بعدها عن أراضي المشروع ومدى أمكانية الحصول على حصة مائية مستقبلا لسد الاحتياجات المائية لأغراض الغسل والزراعة في الأراضي المستصلحة وتكاليف نقل هذه المياه .

**المسوحات والاختبارات الخاصة بالتربة** : المسوحات والاختبارات الحقلية والمختبرية التربة المشروع أهمية خاصة للاستصلاح وتشمل ما يلي :

**أ- مسح التربة لتهيئة خارطة ملوحة التوبة** (soil salinity map)

لأراضي المشروع المراد أستصلاحة مبيناً فيها تركيز الأملاح الم برقع و توزيعها أفقياً وعمودية في التربة ، وكذلك تبيان نوعية الأملاح خلال تجزئة أراضي المشروع إلى وحدات ويتم متجانسة قدر الامكان وجمع عينات (نماذج) تربة ممثلة لهذه الوحدات . على أن تحديد مواقع أخذ العينات بالطريقة النظامية أو باي طريقة أخرى تعتمد في هذا المجال .وعند جمع عينات يجب مراعاة الأمور التالية:

1- لا ينصح بأخذ العينة من الحقل وهو في حالة رطبة فهذا يسبب صعوبة المزج والخلط .
2- تجنب المواقع الملوثة باي مصدر تلوث يعتقد بأنه يؤثر على قياس الملوحة ومكوناتها .
3- في حالة وجود قشرة ملحية ، فيجب أخذ عينة منفردة ممثلة للقشرة الملحية ، بعد ذلك أخذ العينات الأخرى وحسب الأفاق المشخصة . وفي حالة عدم تمييز الأفاق فينصح بأخذ عينات متقاربة بالعمق من الطبقات السطحية وبأعماق متباعدة نسبيا من الطبقات السفلى لمقد التربة ، مثال ذلك ( 0 – 10 ، 10 – 20 ، 20 – 30 ، 30 – 50 ، 50 – 70) ولحد مستوى الماء الأرضي.
4- ينصح عادة بأخذ بعض العينات من الأعماق دون مستوى الماء الأرضي .
5- عند المقارنة ، ينصح بأخذ العينات خلال نفس الفترات الزمنية .
6- يجب اجراء القياسات والتحاليل التالية لعينات التربة : قياس التوصيل الكهربائي ودرجة التفاعل (الاس الهيدروجيني) في مستخلص العجينة المشبعة والايونات الرئيسية الموجبة والسالبة والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل والكلس والجبس .

بعد ان يتم الحصول على نتائج تحليل العينات يتم تهيئة خارطة للملوحة . ويمكن تمثيل الملوحة على الخارطة حسب الطريقة المناسبة ، ولقد سبق لنا أن استعرضنا بعض الطرق المقترحة لتهيئة خارطة الملوحة في كتاب ملوحة التربة .

وفي هذا المجال يمكن تحديد أربعة حالان للملوحة وبالشكل التالي:

1- مقد متملح بشكل كلي .
2- الطبقة السطحية متملحة والطبقة تحت السطحية غير متملحة .
3- الطبقة السطحية غير متملحة و الطبقة تحت السطحية متملحة .
4- مقد غير متملح .

ان تهيئة خارطة الملوحة المشروع المراد استصلاحه تعتبر ضرورية جدا حيث يستفاد من هذه الخارطة في الحسابات اللاحقة كثيراً وكذلك في تحديد المواقع و المساحة الواجب استصلاحها . وان حدود وحدات الملوحة المختلفة في الخارطة تحدد بناء على تحاليل الملوحة وكذلك الملامح الطبوغرافية.

ويحمل معرفة نوع الاملاح السائدة في التركيب النوعي للأملاح أهمية خاصة في غسل واستصلاح الترب الملحية . حيث تعتمد طريقة الغسيل وموعد الغسل ومدى حاجة التربة إلى المصلحات الكيميائية على نوع الأملاح السائدة ، وسنتطرق الى ذلك بالتفصيل لاحقاً ، ويتم معرفة نوع الاملاح السائدة في التربة من خلال اجراء الارتباط النظري Hypothetical combination للأيونات التي يتم تقديرها في مستخلص العجينة المشبعة . وتبنى فكرة الارتباط النظري للأيونات وكما هو معلوم على قابلية الذوبان للأملاح السائدة في التربة الملحية . حيث يفترض أن الملح التي يترسب أو هو الملح الأقل ذوبان من بين الأملاح الأخرى . وعند اجراء الارتباط النظري يجب التأكد من مجموع الكاتيونات يساوي مجموع الانيونات المقاسة(بالملي مكافئ / لتر) ، وبعد التأكد من ذلك يتم توزيع الايونات على الأملاح الرئيسية المحتمل تواجدها التسلسل التالي :

1. $CaCO_3$ 2. $MgCO_3$ 3. $Na_2CO_3$

4. $CaSO_4$ 5. $MgSO_4$ 6. $Na_2SO_4$

7. NaCl 8. MgC1 4 9. $CaCl_2$

ويقصد بذلك وكمثال أن الكاربونات الذائبة ان وجدت بتركيز معين توزع للارتباط على النحو التالي : أولا مع الكالسيوم لتكوين كاربونات الكالسيوم والمتبقي منها مع المغنيسيوم لتكوين كاربونات المغنسيوم ، وفي حالة تبقي جزء منها فيرتبط بالصوديوم لتكوين كاربونات الصوديوم وهكذا بالنسبة للكبيريتات

والكلوريدات ، على أن يتم طرح كمية الأصلية الكالسيوم الاصلية وهكذا بالنسبة للأيونات الأخرى . بالإضافة الى ذلك يتم حساب بعض القيم التي تعتبر مؤشرات عملية الاستصلاح مثال ذلك نسبة الكلوريدات : الكبريتات الكشف اتجاه عملية التملح في التربة وكذلك نسبة أمتزاز الصوديوم (SAR) لكشف أتجاه القلوية (الصودية) في التربة المدروسة . ولغرض تبيان توزيع الملوحة والايونات المكونة لها خلال مقد التربة .

**بـ تركيب ( بناء ) ونفاذية مختلف افاق (طبقات) مقد التربة :**

من الأمور التي تلعب دورا في تقرير نجاح عمليات الغسل والاستصلاح هي تركيب ونفاذية مختلف الافاق والطبقات في مقد التربة ، حيث تعتمد سرعة وحركة ماء الغسل والأملاح على تركيب ونفاذية طبقات التربة ، لذلك يستوجب قياس النفاذية حقلية ومختبرياً والمختلف الطبقات وكذلك قياس غيض التربة حقلية وفي حالة اكتشاف طبقة قليلة النفاذية أو صماء فيجب التوصية بأجراء الحرات اللازمة ( العميقة أو المتعامدة ) وذلك بهدف تكسيرها وتسهيل حركة الماء وغسل الاملاح من مقد التربة . أضافة الى ذلك فان معرفة قيم النفاذية لمختلف طبقات المقد مهمة جدا في حسابات وتصاميم شبكة المبازل . لذلك فان معرفة بعض القيم ذات العلاقة بالخصائص الفيزيائية والمائية للتربة تخدم عملية الغسل .

## 2 ـ المرحلة الثانية ـ الحسابات والتصاميم والقرارات

أن معظم الاعمال التي ستناقش في هذه المرحلة هي أعمال مكتبية وحسابية يعتمد في حسابتها على المعلومات والبيانات التي جمعت في المرحلة الأولى ، لذلك فان دقة الحسابات والتصاميم تعتمد كثيرا على دقة المعلومات والبيانات والمسوحات التي اكتملت في المرحلة الأولى تشمل المرحلة الثانية إجراء الحسابات والتصاميم التالية :

### حجم التسوية المطلوبة

بناء على المعلومات المستسقاة من الخارطة الطبوغرافية ( الكنتورية ) يقرر التسوية الخشنة والناعمة المطلوبة وكذلك تقدير حجم الترابية اللازم حفرها من المناطق العالية ونقلها إلى المناطق الواطئة (أعمال القطع والملء ) .

### حجم الماء اللازم للغسل ( مقنن الغسل)

تعتبر عملية الغسل ومتطلباته من الحلقات الأساسية في عمليات استصلاح الأراضي الملحية ، وأحد متطلبات تحقيق الغسل الناجح هو حساب حجم الماء اللازم للغسل (Water required for Leaching) أو يطلق عليه بعض الأحيان مصطلح مقنن الغسل (Leaching Norm). ولأهمية هذا الموضوع التي تكمن في ضرورة حساب مقنن الغسل بشكل دقيق وذلك لتحقيق غسل تام للأملاح وتجنب الغسل العشوائي الذي يمكن أن يكون شديداً وجائراً في حالة حدوث زيادة في حجم الماء اللازم للغسل أو غسلاً غير تامة في حالة استعمال حجم القيمة الفعلية لمقنن الغسل . ويعرف مقنن الغل بأنه حجم الماء الازم لخفض تركيز الأملاح الأصلية في التربة وحسب العمق المطلوب والى الحد الذي يسمح بنمو النبات بشكل مرضي أو الى الحد المرغوب . وتعتمد قيمة مقنن غسل الترب الملحية على عوامل عديده منها :

1- كمية ونوعية الاسلام في التربة.
2- نوعية مياه الغسل .
3- الصفات الفيزيائية للتربة و خاصة النسجة
4- عمق الماء الأرضي
5- مستوى ملوحة التربة المطلوبة
6- الطبقة المراد عملها .

7- درجة الحرارة.

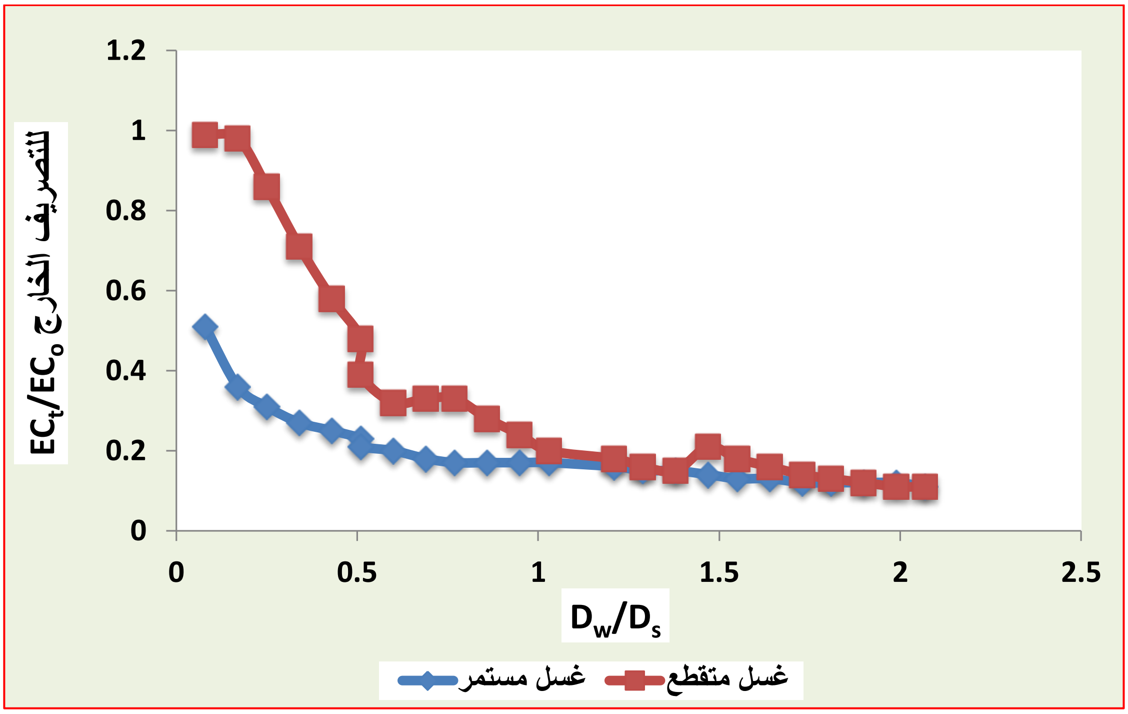
**استخدام منحنيات الغسل** (Leaching carves) **لتقدير مقنن الغسل :**

تعرف منحنيات الغسل بأنها عبارة عن منحنيات بيانية تجريبية تربط فيها العلاقة بين النقصان في كمية الأملاح في التربة وعمق ماء الغسل أثناء غسل الترب الملحية وتستخدم لحساب حجم الماء اللازم لغسل الاملاح ( مقنن الغسل ) ، Rhoales 1963 Dielman 1963 van Art 1974 ) . ولتهيئة هذه الاشكال البيانية يتطلب أجراء تجارب غسل حقليه في مواقع ممثلة نسبيا للترب الملحية المراد غسلها ، وتستخدم النتائج التي يتم الحصول عليها من هذه التجارب الرسم العلاقة بين القيمتين التاليتين :

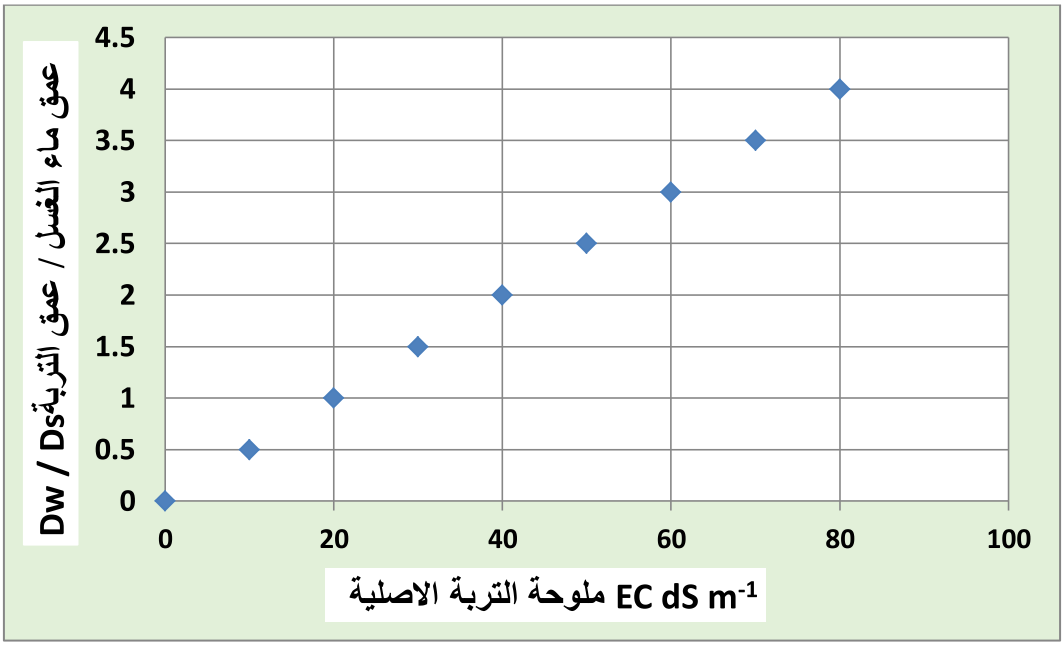
1- ملوحة التربة النهائية / ملوحة التربة الاصلية ($EC_t$ / $EC_O$).

2- عمق ماء الغسل / عمق التربة ($D_W$ / $D_S$)

كما موضح في الشكل (1) . وعند استكمال هذا الشكل ، يمكن استخدامه لحساب مقنن الغسل (عمق ماء الغسل / عمق التربة ) لأي عمق مطلوب من التربة ولأي مستوى ملوحة مرغوب بها ولأي موقع من مواقع المشروع . ولقد قام ريف ( Reeve ) ( نقلا عن Rhoades , 1974) بتحوير منحني الغسل الذي حصل عليها عند غسل ترب ملحية في الولايات المتحدة الأمريكية إلى مخطط بياني يسهل حساب مقنن الغسل شكل (2) . ولغرض تبيان كيفية استخدام هذا الشكل لحساب مقنن الغسل نورد المثال التالي : لدينا تربة ملحية معدل الملوحة فيها لعمق متر واحد يساوي ( 40 ) ديسي سيمنز / م المطلوب تخفيض الملوحة لهذا العمق لحد (8) ديسي سيمنز / م ليسمح بنمو محاصيل متوسطة الملوحة ، عندئذ أسقاط خط عمودي من هذه القيمة على منحني الغسل ، وفي نقطة التقاطع يتم انزال خط عمودي أخر على المحور العمودي ، ينتج عند التقاطع ، أن عمق ماء الغسل المطلوب يساوي 1.15 م . واذا كان المطلوب زراعة محاصيل حساسة للملوحة تتحمل ( 4 ) ديسي سيمنز / م فقط فأن مقنن الغسل يصبح 2.15 م عمق ماء .




شكل (1) منحنيات غسل تربة ملحية




شكل (2) منحنيات غسل الترب الملحية لحساب مغنن الغسل

**مواصفات مضخات الماء وقنوات الري الناقلة**

بناء على تقدير احتياجات مياه الغسل ومياه الري اللازمة وحسب الكثافة الزراعية المقترحة يتم توصيف قنوات الري الناقلة للمياه وكذلك توصيف المضخات اللازمة لضخ مياه الري اذا كان الماء مجهز بالواسطة كذلك يتطلب الأمر تخطيط قنوات الري اللازمة وبالاستعانة بالخارطة الطبوغرافية حيث تمر القنوات الرئيسية بخطوط الكنتور العليا والمبازل الرئيسية بخطوط الكنتور الواطئة . وبناء على الخبرة العملية في استصلاح الأراضي في العراق فقد صممت معظم شبكات الري في مشاريع الاستصلاح على اساس السقي لمدة 24 ساعة يوميا وبمقنن مائي قدره 1 م$^3$ لكل (1000 – 1250) هكتار وبكثافة زراعية 125% مجزئة بموسمين شتوي وعيني بنسب مختلفة . كذلك جرت الدعوة إلى تقسيم أرض المشروع إلى وحدات أروائية تتراوح مساسها 200- 300 هكتار تغذى بقناة ري حقلية بكل وحدة زراعية ضمن الوحدة الاروائية .

**تحديد نوع البزل المناسب**

من الضروري في هذه المرحلة تحديد نوع البزل المناسب للأراضي المراد استصلاحها واتخاذ قرار بأختيار البزل الأفقي horizontal drainage أو البزل العمودي vertical drainage حيث من المعروف أن المبازل الأفقية ومنها المبازل المفتوحة والمبازل المغطاة يتحرك فيها الماء تحت تأثير الجاذبية الأرضية والانحدار ، أما المبازل العمودية أو ما يسمى بعض الأحيان بالبزل بواسطة الآبار ويتم فيها حفر بئر في الأرض ويركب عليه مضخة لسحب الماء منه . وبشكل عام فان البزل الأفقي هو الشائع الاستخدام في معظم الترب المستصلحة ، حيث ان تنفيذ البزل العمودي يتطلب شروط معينة يجب توفرها وهي :

1- ان تكون الطبقات السفلى للأرض ذات نفاذية عالية نسبيا ، وبتوصيل مائي لا يقل عن 100م / يوم .
2- مقد التربة عميق نسبيا .
3- توفر مصدر رخيص الطاقة التشغيل

وبشكل عام اذا ما توفرت كل هذه الشروط لتنفيذ البزل العمودي ، فان لهذا النوع من البزل مميزات أهمها :

1- تكاليف الإنشاء والصيانة قليلة نسبية ، حيث أشارت بعض الدراسات التي أجريت في الاتحاد السوفيتي ( Rovda 1973 ) أن كلفة أنشاء المبازل العمودية وصيانتها تشكل 3/8 تكاليف الإنشاء والصيانة الشبكة المبازل الأفقية . واكدت ذلك الدراسات التي أجريت في منطقة ابو غريب في وسط العراق (Boumans 1985) .
2- يعمل البزل العمودي على خفض الماء الأرضي الى أعماق كبيرة نسبياً.
3- امكانية الاستفادة من الماء الذي يضخ من البزل السعودي ، وبالطبع يعتمد ذلك على نوعية المياه التي تضخ .
4- يشغل مساحة أو حيز من الأراضي أقل .

عيوب هذه الطريقة هي :

1- تكاليف الإدارة عالية لاستخدام الطاقة في رفع المياه.
2- لا تستخدم هذه الطريقة لبزل مساحات صغيرة حيث أن تأثير الابار يكون على مساحة كبيرة أذ قد تصل الساحة الخاصة بكل بئر (2000) هكتار .

بناء على ما ذكر اعلاه يمكن أن يقرر المصمم أفضلية استخدام اي من النظامين اعلاه لشبكة البزل في المشروع المراد استصلاحه والجدير بالذكر أن الظروف الهيدرلوجية السائدة في معظم أراضي وسط وجنوب العراق تشجع على تنفيذ البزل الأفقي .

واذا ما وقع الاختيار على البزل الأفقي فيجب أن يختار المصمم ما بين المبازل المفتوحة أو المبازل المغطاة أو الجمع بينهما ، وكذلك أن يختار ما بين المبازل العميقة أو المبازل الضحلة أو كليهما . وعند المفاضلة في هذا المجال يجب أن يأخذ المصمم بنظر الاعتبار تكاليف الإنشاء والصيانة وفوائد الأرض وجدوى كل من هذه الأنواع من البزل في السيطرة على الملوحة . وفي هذا المجال نود أن نشير إلى أن معظم استخدام شبكات البزل التي نفذت في مشاريع الاستصلاح في العراق هو البزل المغطى بالإضافة الى البزل المفتوح ، حيث نفذت المبازل الحقلية المغطاة وفي بعض الأحيان المبازل المجمعة المغطاة ، بينما نفذت المبازل الفرعية والرئيسية بشكل مفتوح .

**تصميم شبكة البزل**

ونقصد هنا تصميم شبكة البزل من ناحية عمق المبازل والمسافة ما بينهما وخاصة المبازل الحقلية المغطاة وكما هو معلوم فأنه في تصميم شبكة البزل تستخدم علاقات رياضية معينة تعكس العلاقة الكمية بين العوامل المتحكمة في حركة الماء في التربة ، والعوامل هي

1- نفادية مقد التربة والتوصيل المائي لطبقات التربة المختلفة وسمكها ونسجتها .
2- درجة الجريان أو تصريف الشبكة .
3- الانحدار المائي المسبب للجريان ، وواقعياً هو الفرق من مستوى الماء في التربة وفي المبزل وعلاقة ذلك ببعد المبازل عن بعضها .

كما أن نزع المحصول الزراعي وكيفية أدارته تلعب دورا في تحديد عمق ومسافة المبازل .

ويبين الجدول (1) معدل عمق ومسافة المبازل المغطاة لترب مختلفة النسجة

| التربة | الايصالية المائية | | المسافة بين المبازل (متر) | العمق (متر) |
|---|---|---|---|---|
| | الصنف | سم / ساعة | | |
| طينية | بطيئة جداً | 0.13 | 9 – 15 | 0.90 – 1.05 |
| مزيجية طينية | بطيئة | 0.13 - 0.50 | 12 – 21 | 1.05 – 0.90 |
| مزيجية | متوسطة البطء | 0.50 – 2.03 | 18 – 30 | 1.05 – 1.20 |
| مزيجية رملية ناعمة | متوسطة | 2.03 – 6.35 | 30 - 36 | 1.20 – 1.35 |
| مزيجية رملية | متوسطة السرعة | 6.35 – 12.70 | 30 - 60 | 1.20 – 1.50 |
| العضوية | سريعة | 12.70 – 25.4 | 30 – 90 | 1.20 – 1.50 |
| ترب مروية | متغيرة | ـــــ | 45 - 180 | 1.50 – 2.40 |

أنه بشكل عام في المناطق الجافة يجب ان يكون عمق المبازل كافي لمنع الملوحة الناتجة من الصعود الشعري في الفصول الحارة من السنة ، خاصة خلال فترات البور الصيفي ، لذلك كمعدل

يتراوح عمق المبازل المغطاة في هذه المناطق 1.5 م كحد أدنى في الترب الناعمة و 1.8 م في الترب متوسطة النسجة .

وعندما تستخدم مثل هذه الاعماق كحد أدنى عندئذ يكون عمق المبزل المجمع في حدود 3 م . اما من ناحية الأبعاد بين المبازل فأنه اصبح الان امرا سهلا لاستخدام أي من الصيغ الرياضية لحساب هذه الأبعاد وذلك بفضل الحاسبة الالكترونية ، ومن المفيد أن نشير هنا انه عند تصميم المبازل الحقلية لمشاريع الاستصلاح في العراق فقد اعتمد معدل عمق يساوي ام وطول المبزل حوالي (200) م وقد يصل بعض الاحيان (400) م .

ويجب أن يتضمن هذا الجزء من هذه المرحلة تقدير حجم ماء المبزل المتدفق الذي يعتبر من المؤشرات الرئيسية في تصميم شبكات البزل ، ويتم حساب حجم الماء المتدفق من دراسات التوازن المائي بين التربة – الماء في الفترات المختلفة من السنة التي يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار ماء الري وماء المطر والتبخر والنتح والرشح الجانبي ومتطلبات الغسل للسيطرة على الملوحة .

كما يجب أن يشمل هذا الجزء تصميم شبكات البزل المفتوحة التي يعتمد حجمها على مساحة وشكل المقطع ومقدار انحدار قاعه وعمقه . وتحدد نسجة التربة التي يمر بها المبزل المفتوح مقدار ميل جوانب المبزل وشكل مقطعه ، حيث تكون الميول الجانبية في التربة الثقيلة النسجة (1.5 : 1) بينما تكون في التربة الرملية بين (1:3 – 1:2) .

**مواد البزل المغطى ومرشحات البزل**

في هذه المرحلة وضمن تصميم شبكة البزل ، على المصمم أن يختار ما بين النوعين التاليين من المبازل المغطاة :

1- انابيب البزل الفخارية والكونكريتية والتي تتراوح أطوالها (30 – 50) سم وذات قطر (5– 10) سم . وبشكل عام فان استخدام مثل هذه الانابيب ت قل في السنوات الأخيرة.
2- أنابيب بلاستيكية وتكون اما ملساء فيها شق طولي ، أو بشكل انابيب بلاستيكية خفيفة ومرنة و متجعدة ومثقبة . ولقد بدء وفي استخدامها سنة (1967)، بعد ذلك انتشر استخدامها بشكل واسع في السنوات الأخيرة في معظم مشاريع الاستصلاح . وتصنع الانابيب البلاستيكية هذه من (polyvinal chloride PVC) أو (Polyethylene) وتتوفر في الوقت الحاضر في

الاسواق مبازل بلاستيكية ذات أقطار (40 – 60) سم ، وقد طورت مكائن خاصة لوضعها في التربة بشكل أوتوماتيكي على أعماق مختلفة ولغاية 4 م وفي جميع الترب وحتى غير الثابتة منها .

كذلك على المصمم أن يختار المواد المرشحة (الفلتر) التي تحاط بها المبازل الحقلية المغطاة من جميع الجهات وذلك لمنع تسرب الغرين او اي مواد عالقة خلال الثقوب الموجودة في المبازل . وان المراد العالقة ومنها الغرين اذا ما وصلت هذه الثقوب فيحتمل أن تسبب غلقها ، و أذا ما نفذت المواد العالقة الى داخل أنابيب البزل ، فسوف تترسب هذه الانابيب بشكل طمى مسببة انسداد هذه المبازل . واكثر المواد المستخدمة كمرشحات ( فلتر ) هو الحصى الذي يكون غطاء حوله الانابيب بسمك (8 – 10) سم ويراعي التدرج حسب الحجم عند وضع الحصى حول الفلتر . كما أن هناك بدائل عن الحصي عند عدم توفره بدء باستخدامها في بعض البلدان مثل خوص نخيل جوز الهند ونخيل التمر ومرشدات صناعية أخرى ، وفي بعض الترب الطينية الثقيلة ( المستقرة أو الثابتة ) يمكن الاستغناء عن استخدام المرشحات .

**الوقت لأنجاز عملية الغسل**

بناء على المعلومات والبيانات التي توفت في الفقرات السابقة يقوم المصمم بتنظيم جدول زمني لأنجاز العمليات التحضيرية للاستصلاح من اعمال تعديل وتسوية وشق المبازل وقنوات الري والحراثة والعمليات المتعلقة بفعل التربة والاستزراع ، وان الالتزام قدر الإمكان بالجدول الزمني المثبت سيتم تجميد الزراعة خلال عمليات الاستصلاح في أراضي المشروع ، ويترتب على ذلك التجميد عمل الفلاحين والمستثمرين في هذه الأراضي . وفي كثير من مشاريع الاستصلاح تم تشغيل الفلاحين في تنفيذ بعض الاعمال المتعلقة بالاستصلاح ، الهدف من ذلك استغلالهم كأيادي عاملة من جهة ومن جهة أخرى تثقيفهم بطبيعة اعمال الاستصلاح وأهميتها .

**المرحلة الثالثة ـ التنفيذ**

بعد الانتهاء من المرحلة الثانية – مرحلة التصاميم والحسابان والقرارات ، يباشر بتنفيذ اعمال الاستصلاح وحسب التسلسل التالي :

**1**– انشاء مستلزمات الاستصلاح الاولية وتشمل ما يلي :

أ– أنشاء المباني اللازمة لإقامة العاملين الذين يقومون بتنفيذ عمليات الاستصلاح والاشراف عليها و كذلك مباني وورش الصيانة واحتياجاتها وقاعات المخازن .

ب–انشاء الطرق الرئيسية على أرض المشروع لتسهيل أعمال النقل وحركة الأليات وسيارات العاملين.

ج– ازالة الغطاء النباتي الكثيف الذي يغطي سطح التربة ان وجد ، اما اذا كان الغطاء النباتي غير كثيف فيتم ازالته خلال عمليات الاستصلاح.

**2ـ التسوية الاولية**

وتتضمن هذه التسوية والتي يطلق عليها بعض الأحيان بالتسوية الخشنة القيام بأعمال التعديل الكبرى أعتماداً على البيانات الطبوغرافية المتوفرة ، أي أعمال القطع والملء الرئيسية التي تشمل قشط المواد الترابية من المناطق المرتفعة ونقلها إلى المناطق الواطئة . و يعتمد حجم المواد الترابية المنقولة على الطبيعة الطبوغرافية لأراضي المشروع الذي يقسم بدوره الى وحدات يعتمد حجمها على مدى التجانس والتغاير الموجود .

ويمكن الاستفادة في هذا المجال من خارطة تصميم الوحدات الاروائية للمشروع التي ستنفذ لاحقا ، حيث يمكن اعتماد حدود الوحدات الاروائية كحدود للوحدات التي تجري فيها اعمال التعديل والتسوية الأولية . وخلال عمليات القطع والملء يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار ما يلي ،

1– في كثير من الأحيان تظهر طبقة كلسية أو جبسية أو حصوية أو صخرية تحت الطبقة السطحية ، وان ظهور مثل هذه الطبقة الى السطح سيؤثر على تنفيذ الخطوات اللاحقة لعمليات الاستصلاح و الاستزراع ، ولعلاج هذه المشكلة أن ظهرت يعمد أحيانا إلى الاحتفاظ بالمواد الترابية المقشوطة من الطبقة السطحية ثم يباشر بقشط الطبقة الصخرية أو الحصوية أو الجبسية وغيرها ونقل موادها بعيدا ، ثم يتم اعادة المواد الترابية المحفوظة لملء هذه المواقع . كما أن قشط الطبقة السطحية يسبب في بعض الأحيان مشاكل خصوبية مستقبلا ،

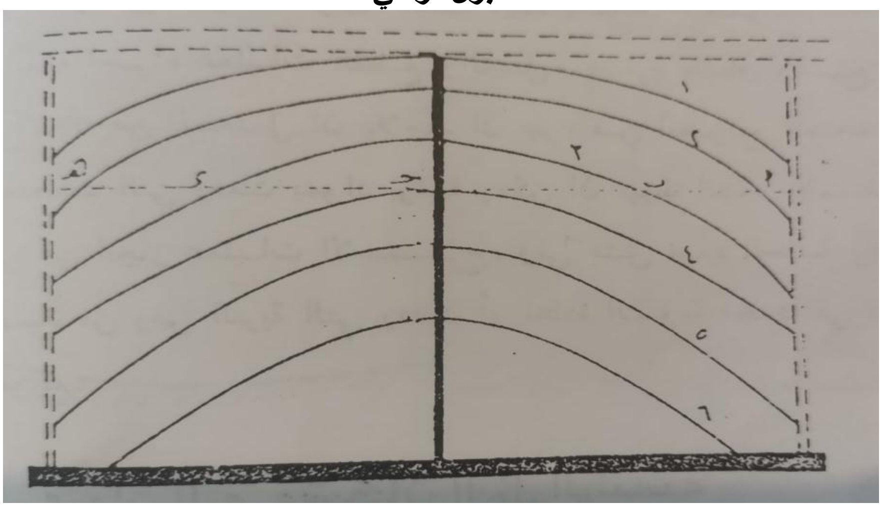
خاصة اذا كانت الطبقة السطحية غنية نسبية بالمواد العضوية والعناصر الغذائية . وفي مثل تجري في البداية حراثة عميقة للطبقة السطحية وأعمق من المستوى المقرر قطعه رفعه ، ثم قلب الطبقة المحروث رأسا على عقب قدر الامكان وذلك في المواقع العالية نسبية. ذلك تجري عملية التعديل اي نقل المواد الترابية من المواقع عالية الى المواقع الواطئة ، ثم تجري حراثة عميقة لاحقة للموقعين. آن هذه العملية تمكننا من الأبقاء على المواد الترابية الغنية بالمادة العضوية في المواقع التي كانت عالية نسبية ، وكذلك تحصل المواقع المنخفضة نسبيا على كمية من المواد الترابية الغنية ايضاً بالمادة العضوية .

2- في حالة اجراء عمليات القطع والملء على نطاق واسع في المشروع أنه من المحتمل أن يلاحظ أن جزء من المواقع المنخفضة او المنخفضات التي ردمت بمواد ترابية يمكن أن تهبط اثناء الاستغلال وبعد فترة من انجاز عمليات الاستصلاح ، وفي مثل هذه الحالة يجب التأكد مسبق من رص التربة التي ردمت أو اعادة التسوية مجددا في مثل هذه المواقع .

**3- أنشاء قنوات الري وشبكات البزل الرئيسية**

بعد الانتهاء من تعديل وتسوية المشروع بشكل أولي يتم تحديد مواقع قنوات الري الرئيسية وشبكات البزل الرئيسية والبدء بأنشائها ، حيث أن هذه القنوات والمبازل تحدد الوحدات الأروائية الكبرى . ويتم أختيار مواقع قنوات الري الرئيسية وشبكات البزل الرئيسية بالاستعانة بالخارطة الكنتورية ، حيث تمر القناة الرئيسية بخطوط الكنتور العليا ، بينما يمر المبزل الرئيسي بخطوط الكنتور المنخفضة وكما موضح في شكل (3) .

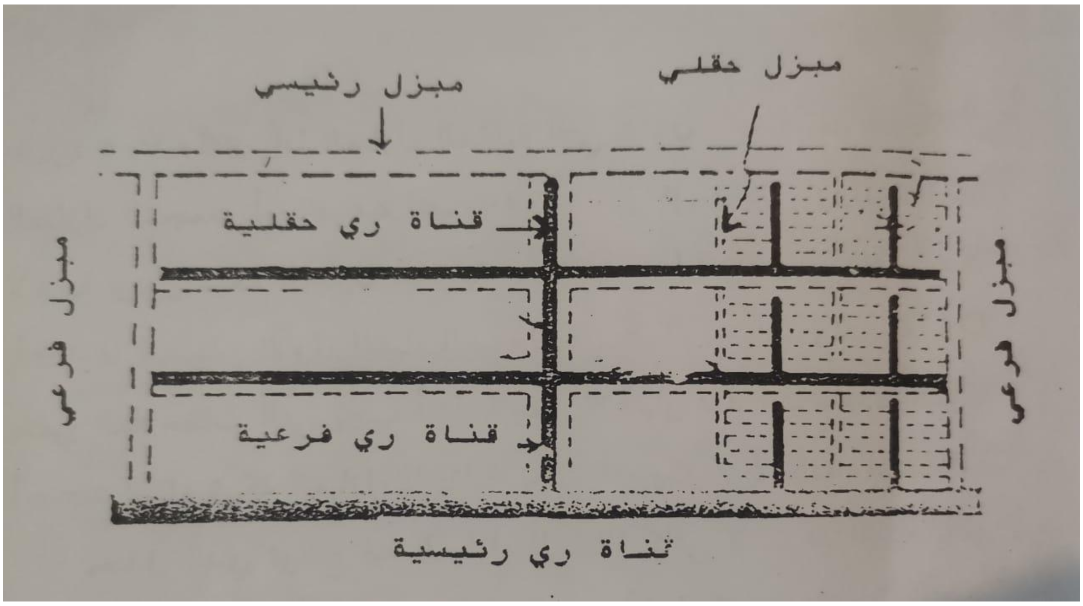
**مبزل فرعي**



**قناة ري رئيسية**

### 4 ـ انشاء قنوات الري الفرعية والفرعية والمجمعة

بعد الانتهاء من إنشاء شبكة قنوات الري والمبازل الرئيسية يباشر بأنشاء قنوات الري الفرعية وشبكات المبازل الفرعية والمجمعة ، وهنا يجب الاستعانة أيضاً بالخارطة الكنتورية لتحديد مواقع هذه الشبكات وعلى نفس المنوال الذي جرى بالنسبة للقنوات الرئيسية ، حيث تتجه قنوات الري الفرعية وشبكات البزل الفرعية من خطوط الكنتور العالية الى خطوط الكنتور المنخفضة وكما موضح بالمخطط التالي شكل (4) .




**مخطط بوضع انجاء قناة الري الفرعية والمبزل الفرعي**

### 5ـ التسوية الثانوية

بعد الانتهاء من شق قنوات الري الفرعية وشبكة المبازل الفرعية تجري تسوية أخرى يطلق عليها عادة بالتسوية الثانوية Secondary leveling أن كانت هناك حاجة لها . وتجرى عادة مثل هذه التسوية للمواقع المتغايرة في المستوى الطبوغرافي ضمن كل وحدة اروائية .

### 6ـ انشاء قنوات الري الحقلية والمبازل الحقلية

طبقاً للتصاميم التي أعدت في المرحلة الثانية يباشر بأنشاء قنوات الري الحقلية وشبكة المبازل الحقلية ( المغطاة ) Field drains . حيث تتفرع قناة الري الحقلية من قناة الري الفرعية لتكون ساقية أو القناة حقلية لكل وحدة زراعية وذلك ليستخدمها المزارع الري المحاصيل الزراعية في هذه الوحدة ،

وغالبا ما تكون مساحة الوحدة الزراعية في حدود (7.5) هكتار . أما المبازل الحقلية المجمعة أو الفرعية لتصب فيها ضمن كل وحدة اروائية .

ونظراً لأهمية ودور شبكة المبازل الحقلية في تنفيذ عملية الغسل والاستصلاح بأعتبار المستلم الأول للمياه المبزولة في شبكة المبازل ، نشير هنا الى بعض الملاحظات التي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند أنشاء هذه الشبكة :

أ- عند إنشاء شبكة المبازل الحقلية يجب ان يكون الانحدار عند قاعد المبزل الذي توضع فيه المبازل المغطاة كافي لانسياب المياه باتجاه المبزل المجمع او الفرعي كما يجب ان يكون المبزل الحقلي طويل جداً.

ب- يجب أختبار أنابيب البزل قبل وضعها في المبزل وذلك للتأكد من صلاحيتها وعدم حدوث تلف فيها أثناء الخزن أو النقل أو النشاء .

ج- يجيب الاهتمام بمخزن المبزل الحقلي عند اتصاله بالمبزل المجمع أو المبزل الفرعي حيث يجب وضع غلاف من الحصى أو الكونكريت لمنع التعرية وانهيار المخرج.

د- يجب يوجه أهتمام خاص الى عملية ردم ( المبزل) بعد وضع أنابيب البزل والمرشح ، أو بعبارة أخرى عند اعادة المواد الترابية الى المبزل ، حيث أن الكثافة الظاهرية والمسامية والتوصيل المائي للمواد الترابية المعادة عالية نسبيا ، وخلال الغسل أو الري فان الماء سينفذ بسرعة خلالها ، كما سيجرف تيار الماء السريع معه دقائق التربة التي تسبب لاحقا أنسداد انبوب البزل . ومن المحتمل أن يحدث ايضاً أن يتحرك قسم من الماء خلال التربة المهشمة على طول المبزل باتجاه المبزل المجمع أو الفرعي وليس خلال انبوب البزل نفسه مما يسبب هدم وأنهيار نهايات المبازل الحقلية . الأمر الذي يتطلب تحاشي هذه المشاكل بالأسلوبين التاليين :

1- رص التربة المعادة الى المبزل بعناية فائقة وذلك للحصول على تربة مرصوصة مشابهة لدرجة ما إلى حالتها السابقة ومتجانسة مع ما يحيطها من التربة هذا من جهة ، ومن جهة أخرى يجب عدم المبالغة في الرص تجنبا لكسر أنابيب البزل أو تلفها .

2- عمل كتوف ترابية عالية نسبيا يطلق عليها عادة بالكتوف الدفاعية وبمعدل خطين من هذه الكتوف على جانبي الخندق ، حيث تمنع هذه الكتوف نفاذ تيار الماء باتجاه الخندق وتحافظ

على المبزل الحقلي من الانهيار وبعد مرور فترة من الاستغلال ( سنتين أو أكثر ) يمكن تسوية هذه الكتوف مع مستوى أرض المشروع بعد التأكد من استقرار تربة المبزل.

**7- التسوية النهائية أو التسوية الناعمة**

ان هدف اعمال التعديل والتسوية النهائية أو ما تسمى بالتسوية الناعمة Fine leveling هو الحصول على سطح مستوى واحد الكل وحدة زراعية التي تقسم بدورها إلى عدد من احواض الغسيل ، علم ان يكون اتجاه التسوية عادة باتجاه الري ( موازي للمبازل الحقلية وينصح بشكل عام أن تنفذ هذه التسوية بمقدار 0.02 – 0.2 % أو تعديل وتسوية المواقع التي تختلف بالمستوى بمقدار 5 سم . ومثل هذا التسوية تخدم ليس فقط أغراض الري ويستدل على مدى ودقة تسوية احواض الغسيل بالمشاهدات والملاحظات التالية :

أ- تكون سرعة تقدم الماء في الحوض مع الميل منتظمة .

ب- لا يكون عمق الماء مختلف كثيرة في جانب من الحوض عن الجانب الأخر .

ج- لا ينحسر الماء عن بعض اجزاء الحوض.

د- عدم جفاف بعض أجزاء من الحوض قبل غيرها ، أو بالعكس بقاء أجزاء مبتلة بالمقارنة مع أجزاء أخرى من الحوض . وجرت العادة في مشاريع الاستصلاح في العراق على اجراء التسوية النهائية بدقة بالغة بحيث يكون معدل الاختلاف في المستوى في الوحدة الأروائية ± 4 سم .

**8- الحراثة**

تعتبر الحراثة Plowing من الأمور المهمة التي يجب اجراءها قبل تنفيذ عمليات الغسل . ويمكن اجراء الحراثة باتجاه واحد أو باتجاهين متعامدين وعلى مسافات متغايرة واعماق مختلفة ، ويتم تتقرير ذلك على ضوء المعلومات المتوفرة حول الصفات المورفولوجية لمقد التربة ، وأن تنفيذ حراثة جيدة في أراضي المشروع يزيد من كفاءة الغسل وفعاليته وذلك من خلال :

1- تحسين نفاذية التربة للماء وبذلك تزيد من سرعة حركة الماء و الاملاح خلال التربة وباتجاه المبازل .

2- تكسير الطبقات الصلدة السطحية وما تحت السطحية الموجودة أصلا في التربة والمتكونة بسبب استخدام المكننة الثقيلة لفترة طويلة أثناء الاستغلال السابق . أو بسبب تنفيذ العمليات التحضيرية للأستصلاح .

3- خلط ومزج المصلحات المضافة التربة وبذلك يزيد من كفاءة وفعاليات هذه المصلحات في تحسين خواص التربة خاصة في الحالات التي تكون فيها حاجة إلى اضافة مثل هذه المصلحات . وفي بعض الأحيان ينصح باستخدام الحراثة العميقة Deep ploughing أو الحراثة ما تحت السطحية Subsoiling قبل البدء بتنفيذ عمليات الغسل أو الاستصلاح ، الهدف منها تكسير الطبقات الصلدة العميقة نسبية وبذلك تسهل حركة الماء والاملاح خلال التربة ، وعنا احتواء مقد الترب الملحية – الصودية والصودية على تكوينات من الجبس في احدى الطبقات أو الافاق التحتية من المقد فان قلب هذه الطبقات أو الافاق التحتية من المقد ، أو تغير موضعها بنقلها الى السطح ( شكل ١٣ ) يعمل على زيادة كفاءة الاستصلاح ويعوض عن أضافة الجبس الصناعي كمصلح للترب .

**9- عملية الغسل**

بعد انجاز الأعمال التحضيرية المذكورة اعلاه والمتضمنة شق قنوات الري وشبكات البزل وانجاز اعمال التعديل والتسوية والحراثة يباشر بتهيئة أحواض الغسل وذلك لتنفيذ أهم عملية في الاستصلاح وهي عملية الغسل ( Leaching ) . واحواض الغسل عبارة عن اشكال منتظمة ( مربعة أو مستطيلة أو دائرية ) محاطة بمروز أو كتوف ترابية عالية نسبية مضغوطة وخالية من الكتل ويصل ارتفاعها بعض الاحيان الى حوالي 30 سم من سطح التربة على أن يكون عرضها من الاسفل حوالي 80 سم . وتعتمد مساحة حوض الغسل على درجة استواء التربة وتجانس سطحها ، حيث تكون أحواض ذات مساحة اكبر كلما كانت درجة التعديل والتسوية أعلى ، والعكس بالعكس ، وينصح أن تكون مساحة احواض الغسل في التربة الرملية أقل مما عليه في التربة الطينية . وبشكل عام تتراوح مساحة الحوض من (1000) الى (2000م ) .

وان عملية غسل الترب المتأثرة بالأملاح يقصد بها أذابة جزء كبير من املاح التربة بعد اضافة الماء اليها ثم طرحه خارج جسم التربة الى المستوى الأمن للأملاح ( تعرف بالاستصلاح ) وتضم جميع النشاطات الحقلية للتربة من اجل تحويل الترب المتأثرة بالأملاح الى ترب ذات انتاجية عالية من الناحية الاقتصادية، ويتم الاستصلاح بطرائق متعددة (فيزيائية وكيميائية وبيولوجية وهيدروتكنيكية) ، تتم اذابة الأملاح عند دخول الماء مسامات التربة وتحصل الازاحة عند صرف ماء الغسل ويقسم ماء الغسيل إلى جزئيين: .

1- الجزء الاول ويقصد به حجم الماء الازم لإذابة وتوزيع الأملاح داخل مقد التربة وبما يعادل قابلية التربة للاحتفاظ بالماء.

2- الجزء الثاني من ماء الغسيل يعرف بمقنن الغسل ويقصد به حجم الماء اللازم لإزاحة الأملاح من مقد التربة أو الطبقة المراد غسلها وعادة يكون هذا الجزء أكبر من الجزء الاول من اجل ازالة الأملاح الذائبة خارج طبقة الغسل. أن عملية مرور الماء داخل التربة تمر بمرحلتين الأولى إذابة المكونات المعدنية القابلة للذوبان بعد دخول الماء وملئ مسامات التربة، والثانية إزالة هذه المكونات المعدنية (ايونات أو أملاح ذائبة) وحركة ماء غسيلها بعد تجاوزه حد الإشباع وانَ الحجم اللازم للإذابة وإبعاد المكونات المذابة خارج مسام التربة باتجاه أسفل المقد يعادل قابلية التربة للاحتفاظ بالماء (Water Holding Capacity) ولأجل إزاحة هذا الحجم من الماء لابد من دفعة مائية تفوق .W.H.C .

### 1.14.2 **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 كما بين بأن 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 .

### 2.14.2 **اليات أنتقال الأملاح بالتربة** Mechanisms for transporting salt in the soil

اهمية دراسة انتقال الاملاح للتنبؤ بحركتها في التربة، حيث يكون الماء الناقل الرئيس للمواد الذائبة والأملاح في التربة والذي عن طريقه يتم ازاحتها من مقد التربة أو المنطقة الجذرية ، وفي هذا الصدد فقد طورت عدة نماذج رياضية في انتقال الكتلة لغرض وصف انتقال المذابات في التربة

وأكثر هذه النماذج نجاحاً هي التي تعبر كمياً عن مدلولات الانتقال التي تدخل ضمن تلك النماذج وان التطبيق الصحيح لتلك النماذج سوف تساعد في تفسير غسل الاملاح.

1. **الجريان الكتلي** Mass Flow

عرف (Van Genuchten و Wierenga 1986 و Selim، 2013b) الجريان الكتلي الناتج عن الحركة الامتزاجية للمواد المذابة مع جريان الماء بأنه لا يحتاج إلى طاقة حرارية او فرق في التركيز والذي يطلق عليه أحياناً بجريان دارسي ، وبما ان نقل ماء التربة للمذابات يدعى أحياناً بجريان دارسي ويلعب الجريان الكتلي دوراً كبيراً في المراحل الأولى من عملية الغسل، حيث تزال الأملاح من المسامات التربة الكبيرة ، كما ان سرعة حركة المواد المذابة في هذه الالية تعتمد على سرعة جريان الماء في مسام التربة المختلفة .

2 . **الانتشار** Diffusion

الانتشار عملية آنية تنتج من الحركة الحرارية الطبيعية للأيونات والجزيئات المذابة ، حيث تنتقل الانواع الايونية من النقطة ذات التركيز العالي إلى النقطة ذات التركيز الواطئ حسب قانون فيكس الأول للانتشار Fick’s Law ألا ان تعرج مسار الجريان Tortuosity في التّربة يجعل معامل انتشار الاملاح والانواع الايونية في محلول التربة الإلكتروليتي اقل مما هو في الماء النقي إذ تبلغ قيم معامل الانتشار بين (0.3 – 0.7) وله دور كبير واساسي في عملية غسل الترب الملحية في مراحلها الأخيرة ،كما تكون لهذه الالية أهمية في ازاحة الأملاح من طبقة التربة السطحية الى المنطقة القريبة من المبزل .

## العوامل المؤثرة في حركة الأملاح بالتربة

من أهم العوامل المؤثرة على حركة الاملاح وكفاءة غسلها :-

1 . **محتوى التربة الرطوبي**

تكمن اهمية المحتوى الرطوبي في التربة في تأثيرها على الاليتين التشتت والانتشار للمواد المذابة حيث بين أن اعلى كفاءة غسل تحدث عند محتوى رطوبي أقل من مستوى الاشباع مقارنة بالمحتوى الرطوبي العالي ، أن كفاءة غسل التّرب الملحية ترتفع بمعدل 25% عند غسل التّربة في الظروف غير المشبعة مقارنة بغسلها تحت الظروف المشبعة .

**2 . سرعة الغسل**

اظهرت تجارب الغسل التي اجريت في العراق سواء التي اجريت بأعمدة داخل المختبر أو في الحقل الى اختلاف سرعة غسل الاملاح من الترب الملحية وهذا يعتمد بالأساس على نوعية الاملاح وطبيعة التركيب الايوني لها واختلاف قابلية الانواع الايونية على الامتزاز والتحرر من التربة اثناء الغسل ، وقد فسر الى ان معدل غسل ايون المغنيسيوم يقع بين الصوديوم والكالسيوم وسبب ذلك يرجع الى قوة استبدال ايون المغنيسيوم اقل من ايون الكالسيوم واكبر من الصوديوم وبالتالي سهولة ازاحته من معقد التبادل ايضاً بأن كفاءة غسل التّرب السبخة كانت أعلى من التّرب الشورة بسبب سيادة أملاح الكلوريدات في التّرب السبخة وأملاح الكبريتات في التّرب الشورة .

**3 . توزيع الفراغات البينية**

ان الفراغات البينية عبارة عن اوساط مسامية نشأة من خلال عمليات التجوية بأنواعها مما يكسبها اهمية خاصة بكونها خزان ديناميكي للعناصر الغذائية وان نظام التربة يعد نظام متغيرا لوجود الماء وحركته في جسم التربة علاوة على تفاعلاته المستمرة والمتغيرة والتي يكون مصيرها ظهور الايونات على اسطحها الصلبة وانطلاقها الى محلول التربة بفعل عمليات التجوية ففي الترب الملحية فأن حركة الأملاح داخل جسم التّربة تتأثر بتوزيع الفراغات البينية وانتظامها والذي يعتمد على ( حجم المسام ، التوزيع النسبي للمسام والتجانس المسامي) حيث تمثّل الطريق الذي يسلكه الماء الحامل للمواد المذابة ، كما ان أهم العوامل التي تتعلق بالمسامية والتي لها علاقة بحركة مياه الغسيل الى اسفل مقد التربة هي (الاختلاف في حجوم المسامات ، الالتواءات في المسامات (Turtuosity ) واختلاف سرعة الجريان للمسامات الشعرية نفسها.

**المرحلة الرابعة : الاستزراع**

بعد انجاز عملية الغسل والتأكد من خفض ملوحة التربة في طبقة الجذور الى الحد المطلوب أو المستوى من الملوحة الذي يسمح بزراعة بعض المحاصيل الزراعية المتحملة نسبيا للملوحة يباشر فوراً باستزراع الأراضي المغسولة ثم الأنتقال تدريجية لزراعة المحاصيل الزراعية الأقل تحملا للملوحة ثم المحاصيل الاعتيادية . وتسمى هذه المرحة بمرحلة (الأستزراع) . وأثناء هذه المرحلة يجري أيضا تحلية وتخفيض الملوحة في طبقة الجذور والطبقة التي تحتها وفي نفس الوقت تستغل طبقة الجذور للزراعة الأروائية ببعض المحاصيل الزراعية المناسبة . وفي بعض الأحيان تستثنى هذه المرحلة من برنامج الاستصلاح وذلك عندما يكون هدف المشروع محدد ، وهو خفض ملوحة التربة الى حد معين مثلا ($4\ dS\ m^{-1}$) او ($2\ dS\ m^{-1}$) وذلك للمباشرة باستغلال محصول معين مثال ذلك مشاريع زراعة قصب السكر أو مشاريع زراعة الخضراوات وغيرها .

آن مرحلة الاستزراع التي تعقب مرحلة الغسل تعتبر المرحلة الأخيرة في برنامج استصلاح الترب الملحية لذا لها أهمية خاصة من ناحية مستقبل هذه الأراضي من النواحي الاقتصادية والفنية ، لذلك يتطلب الأمر اشراف فني منظم من قبل الدوائر ذات العلاقة واذا كان لابد من تسليم الأراضي بعد غسلها إلى الفلاحين والمستثمرين فيجب توجيههم وتثقيفهم بطبيعة مرحلة الاستزراع واهميتها .

ومن ناحية مستوى ملوحة التربة المحدد للأنتهاء من عملية الغسل والبدء بمرحلة الاستزراع فيتحدد بعدد من العوامل الأقتصادية والفنية فبالرغم من أن مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأميركية وفنية يوصي بشكل عام التوقف من عملية الغسل فقط عند خفض قيمة التوصيل الكهربائي الطبقة الجذور أو الطبقة المراد غسلها لحد ($4\ dS\ m^{-1}$) ( Richards 1954 ) ، الا أن كثير من الباحثين يعتقدون انه من الناحية الواقعية ليس بالأمر السهل تحقيق مثل هذا المستوى من الملوحة في كافة الظروف . لذلك فأن الجبلي ( EL - gabaly 1971 ) يوصي بالتوقف عن عملية الغسل والبدء بمرحلة الاستزراع عند خفض ملوحة التربة لحد ($15\ dS\ m^{-1}$) وأقل وذلك عند استصلاح الترب الملحية في جمهورية مصر . كما أشارت الخبرة العلمية المستقاة من نتائج تجارب استصلاح الأراضي في مشروع الدجيلة والمشاريع الأخرى في العراق ، أنه يفضل التوقف في عملية الغسل عند تحقيق مستوى ملوحة ($8\ dS\ m^{-1}$) ثم البدء بمرحلة الأستزراع . وهذه التوصية مبنية على أساس أن

الاستمرار بعملية الغسل دون هذا الحد من الملوحة يعتبر عملية بطيئة جداً من ناحية الوقت وتحتاج كميات كبيره جدا من مياه الغسل ، اضافة الى احتمال حدوث مشاكل جانبية سلبية سبق الاشارة لها .

**الشروط والاعتبارات الموجبة في مرحلة الاستزراع**

هناك عدد من الشروط والأعتبارات المهمة التي يجب أخذها بنظر الاعتبار في مرحلة الاستزراع والتي من أهمها :

**اولاً:** بالرغم من أن الترب المغسولة توا قد تم تخليصها من الأملاح التي كانت العامل الرئيسي المحدد لأستغلال هذه الترب ، الا أنها تعتبر الناحية الواقعية ترب فقيرة الخصوبة أصاب صفاتها كثير من التدهور بسبب تراكم الاملاح فيها لفتره طويلة جدا وكذلك بسبب بعض التأثيرات الجانبية السلبية لعملية الاستصلاح والتي منها :

أ- ان اعمال القطع والملء تسبب أحياناً عدم حركة الماء بشكل متجانس خلال التربة ، كما أن استخدام المكننة الثقيلة خلال مرحلة تهيئة الترب للغسل تؤدي الى رص ودك التربة . وتتم معالجة هذا التدهور في صفات التربة من خلال اضافة الأسمدة العضوية ومصلحات البناء ( التركيب ) والاهتمام بطرق الحراثة والاعتناء بالتسوية كلما تطلب الأمر .

ب- تؤدي عملية الغسل الى غسل العناصر الغذائية الضرورية للنبات وخاصة تلك التي لها القابلية على الغسل والحركة مثل النترات والبوتاسيوم . حيث أشارت نتائج تجارب الغسل الى ان عملية الغسل قد ادت الى غسل النترات من التربة حيث أنخفض تركيز النترات من (500) جزء بالمليون في طبقة الجذور قبل الغسل الى الصفر في نفس الطبقة بعد الغسل كما أدت عملية الغسل إلى فقدان ما يقارب 600 كغم/ هكتار من البوتاسيوم الذي كان معظمه بشكل صيغة متيسره للنبات. وسيتم التعويض عن نقص العناصر الغذائية في الترب المغسولة من خلال استخدام الأسمدة الكيميائية الحاوية على العناصر الغذائية الرئيسية ( النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم عند الحاجة ) وكذلك بعض العناصر الغذائية الصغرى . كما ان أضافة المادة العضوية يعتبر ضروري حيث أن تأثيرها لا ينحصر على تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية وحسب وانما في تحسين الحالة الخصوبية للتربة .

ج- احتمال حدوث اختزال للعديد من العناصر الغذائية كالحديد والمنغنيز الى صيغ غير ملائمة لتغذية النبات وخاصة اذا ما أستمر الغسل لفترة طويلة في الترب الثقيلة قليلة النفاذية . ويتم معالجة ذلك من خلال الاهتمام بالحراثة وتحسين ظروف.

د- احتمال أرتفاع قيمة الأس الهيدروجيني ( pH ) في التربة أثناء وبعد الغسل ، وكذلك احتمال زيادة تشبع معقد التبادل بالصوديوم عند غسل الترب الغنية بأملاح الصوديوم . ويتم معالجة مثل هذه التغيرات اذا ما لوحظت بإضافة بعض المصلحات وفي مقدمتها الجبس.

**ثانياً:** ضرورة أستزراع الترب المغسولة في البداية بمحاصيل متحملة لمستوى الملوحة المتحقق في طبقة الجذور ، ويفضل ان تكون هذه المحاصيل محبة للماء ايضاً ، ثم الانتقال تدريجيا الى محاصيل أخرى أقل تحملا للملوحة ، وهكذا الى ان تصل مرحلة استغلال هذه الأراضي بالمحاصيل الزراعية الاعتيادية ذات المردود الاقتصادي العالي . ويوصى في هذه المرحلة ان تكون كمية البذار عالية نسبيا لضمان أنبات مناسب .

**ثالثاً**: اختيار دورات زراعية أستصلاحية مناسبة ، ويطلق عليها بالدورة الزراعية الاستصلاحية لأنها تستخدم بشكل خاص خلال مرحلة الاستزراع وتكون ذات هدف مكمل لأهداف الغسل والاستصلاح . وتتميز مثل هذه الدورات بما يلي :

1- تتضمن محاصيل زراعية متحملة للملوحة نسبيا وقسم منها محبة للماء ، و كذلك تتضمن على محاصيل بقولية يمكن قلبها التربة .

2- تعمل على تحسين الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة .

3- تزيد خصوبة التربة .

4- ذات مردود أقتصادي مرضي .

**ادارة الاراضي المستصلحة**

**1ـ طبيعة وخصائص الاراضي المستصلحة**

تتحدد طبيعة وخصائص الاراضي المستصلحة وانتاجيتها بدرجة رئيسة بفعالية الغسل الذي جرى للأملاح في مرحلة الغسل وكذلك بالجهد المبذول في مرحلة الاستزراع لاستكمال عملية الغسل ولتحسين الصفات الكيميائية والفيزيائية والخصوبية للتربة . وبشكل عام تعد الترب المستصلحة في بداية الامر أراضي قد تم معالجتها من عيب اساسي كان يحد من استغلالها وهي مشكلة الملوحة ، لذلك فان الاراضي المستصلحة تعد أراضي قابلة للاستغلال الزراعي ويمكن تحقيق أنتاجية عالية فيها لمعظم المحاصيل الزراعية وذلك من اخلال الاستغلال الامثل لها .

**2ـ الاستغلال الامثل للأراضي المستصلحة**

**أـ اختيار المحاصيل الزراعية :** بعد التأكد من خفض الملوحة في التربة وخاصة في طبقة الجذور الى الحد الموصى به عالميا ($4ds.m^{-1}$) ، وعندئذ يستوجب اختيار المحاصيل الزراعية ذات المردود الاقتصادي العالي كالحبوب والخضروات آخذين بنظر الاعتبار خصائص التربة والعوامل البيئية الاخرى . ويفضل استغلال الاراضي المستصلحة بهذه المحاصيل من خلال استخدام دورات زراعية تضم محاصيل مساعدة ايضا تعمل على تحسين صفات التربة وتزيد من خصوبتها وتحافظ على التوازن الملحي في هذه التربة وفي مقدمتها محاصيل البقوليات .

**بـ دور التسميد في الاراضي المستصلحة** : يعد تسميد الاراضي المستصلحة بالتسميد العضوي والكيميائي احد المستلزمات الاساسية لتحقيق انتاجية عالية فيها ، وتشير الخبرة العالمية في هذا المجال ان الترب المستصلحة تستجيب بشكل جيد لمعظم انواع الاسمدة وذلك بسبب اختلال التوازن الغذائي فيها والذي حدث نتيجة تملحها لفترة طويلة وكذلك نتيجة لتنفيذ اجراءات الاستصلاح المختلفة ، ومن الضروري الاشارة هنا الى انه عند تسميد الاراضي المستصلحة يجب ان نأخذ بنظر الاعتبار كمية السماد التي يمكن ان تفقد او تغسل بسبب استخدام متطلبات الغسل .

ان فقدان جزء من العنصر السمادي مع مياه البزل يؤثر على كفاءة التسميد في هذه الاراضي، لذا يجب معالجة ذلك بأحد الاساليب التالية :

1- تعويض الفقدان من خلال زيادة معدلات الاسمدة المضافة الى الترب المستصلحة .

2- تجزئة نفس كمية السماد الواجب اضافتها الى عدد من الدفعات تضاف بأوقات متقاربة .

3- استخدام صيغ سمادية بطيئة الذوبان واقل عرضة للغسل .

لقد نال استخدام الاسلوب الاخير (3) اهمية خاصة في هذا المجال وكان اكثر الاساليب المذكورة اعلاه كفاءة ، وفعلا بدء بتصنيع اشكال سماديه اقل عرضة للغسل والفقدان مثل اليوريا المغطاة بالكبريت .

3**ـ السيطرة على التوازن الملحي في الترب المستصلحة** : ان الترب المستصلحة يمكن ان تتملح مرة ثانية Resalinization نتيجة حدوث اختلال في التوازن الملحي والمائي ، اهمال في صيانة وتشغيل المبازل او نتيجة تراكم الاملاح المنقولة مع مياه الري سنوياً. لذلك تعتبر المحافظة على التوازن الملحي Salt Balance أحد المتطلبات لصيانة الاراضي المستصلحة. التوازن الملحي هو المحافظة على مستوى معين من الملوحة في طبقة الجذور او أي طبقة من طبقات التربة خلال فترة زمنية معينة أو موسم زراعي ولمساحة معينة أي ان كمية الاملاح الداخلة تساوي كمية الاملاح الخارجة ورياضياً يعبر عنها في الترب المروية والتي تشكل فيها كمية الامطار الساقطة قليلة بالمعادلة التالية :

$$I.Ci = E.Ce + P.Cp \ldots(1)$$

I = Irrigation

E = Evaporation

P = Precipitation

C = Concentration

حيث ان (I) يعبرعن كمية مياه الري و (E) كمية الاستهلاك المائي و (P) كمية المياه المبزولة من التربة و(Ci) تعبر عن تركيز الاملاح في مياه الري و(Ce) تركيز الاملاح في الاستهلاك المائي و Cp تركيز الاملاح في المياه المبزولة. والواقع ان قيمة (E) تساوي صفراً باعتبار ان تركيز الاملاح في المياه المتبخرة والتي تم نتحها من جسم النبات يساوي صفراً عندئذ تصبح المعادلة بالشكل التالي:

$$I.Ci = P.Cp \ldots\ldots.. (2)$$

وهذا يعني ان كمية الاملاح الداخلة الى التربة تساوي كمية الاملاح الخارجة منها وبذلك يتحقق التوازن الملحي في التربة. اما اذا كانت كمية الاملاح الداخلة اكثر من كمية الاملاح المبزولة وهذا ما يحدث في معظم الاحيان في المناطق الجافة أي :-

أي ان :-

$$I.Ci > P.Cp$$

عندئذ يجري تراكم للأملاح في التربة ويعبر عن ذلك رياضياً بالشكل التالي:

$$I.Ci = P.Cp + \Delta S \text{ …….. } (3)$$

حيث ان ($\Delta S$) تمثل التغير في كمية الاملاح او بعبارة اخرى الزيادة في كمية الاملاح في التربة ولغرض جعل ($\Delta S$) تساوي صفراً ، أي المحافظة على وضع المعادلة رقم 3 ، أي يجب ان تكون كمية الماء المبزول تساوي الى

$$P = \frac{I.C_i}{C_p} \cdots (4)$$

الماء يعتبر الوسيلة الاساسية لنقل الاملاح من والى التربة وباعتبار ان كمية الاملاح المتراكمة في التربة (التوازن الملحي) يعتبر محصلة للتوازن المائي في المنطقة المعينة، لذلك يمكن وصف التوازن الملحي من خلال معادلة التوازن المائي. قيمة P في معادلة التوازن المائي تستخرج من المعادلة رقم 5

$$P = I - E \cdot\cdot(5)$$

وبعد التعويض عن قيمة p في المعادلة (4) نحصل على المعادلات التالية

$$I = E + \frac{I.C_i}{C_p} \cdot\cdot(6)$$

او بالصيغة النهائية التالية :-

$$I = \left(\frac{C_p}{C_p - C_i}\right) \cdot E \text{ ......}(8)$$

أي لغرض المحافظة على التوازن الملحي في التربة ($\Delta S = 0$) يجب ان تكون كمية ماء الري مساوية الى الاستهلاك المائي للمحصول مضروباً في معامل قدره

(Cp/(Cp-Ci) وإذا عوضنا عن تركيز الاملاح في مياه الري بقيمة التوصيل الكهربائي (ECiw) واعتبرنا التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة للتربة (ECe) مساوياً للتوصيل الكهربائي للمياه المبزولة من التربة (Cp) باعتبار ان ملوحة الماء المبزول مساوية الى قيمة ملوحة محلول التربة خاصة عند الوصول الى حالة الاتزان عندئذ تصبح المعادلة السابقة كما يلي :

$$I = \left( \frac{EC_e}{EC_e - EC_{iw}} \right) E \cdots\cdots (9)$$

**ولتطبيق معادلة التوازن الملحي الاخيرة نورد المثال التالي:-**

**مثال** : محصول زراعي ذو استهلاك مائي قدره (1000) ملم (عمق ماء) زرع في تربة ذات ملوحة 4دسي سيمنز/م وتسقى بماء ذو ملوحة 1دسي سيمنز/م ، فما هو عمق ماء الري اللازم للحفاظ على التوازن الملحي طيلة الموسم الزراعي ؟.

$$I = \left( \frac{4}{4-1} \right) 1000 = 1330 \text{ mm}$$

معنى هذا ان عمق ماء الري اللازم استخدامه لهذا المحصول خلال الموسم الزراعي اكبر من عمق ماء الري اللازم لسد الاحتياجات المائية للمحصول بمقدار 330 ملم وهذه الكمية الاضافية من ماء الري ضرورية لغسل الاملاح المتراكمة في التربة (طبقة الجذور) خلال الموسم الزراعي والتي مصدرها مياه الري وعلى افتراض ان مستوى الماء الارضي عميق نسبيا ومسيطر على مستواه بفضل وجود شبكة بزل فعالة وبذلك فأنه لا يشارك في عملية تراكم الاملاح في هذه الاراضي المستصلحة.

ان الكمية الاضافية من ماء الري اضافة الى ما يحتاجه النبات والتي تعمل على غسل الاملاح المتراكمة باتجاه اسفل منطقة الجذور يطلق عليها (متطلبات الغسل . ( Leaching requirement من المفيد ان نشير هنا الى انه عند اجراء الحسابات بواسطة معادلة التوازن الملحي رقم (9) لتقدير متطلبات الغسل قد افترض ان ملوحة ماء البزل تساوي ملوحة التربة وان هذا الافتراض يمكن قبوله فقط في حالة وجود امتزاج تام لماء الري النافذ مع محلول التربة أي بعبارة اخرى في حالة وجود حالة من الاتزان. ان الواقع ليس كذلك في معظم الترب المستصلحة حيث ان الماء النافذ خلال التربة

يتحرك عادة بالمسامات الصغيرة كما ان جزء من الماء يتحرك خلال الشقوق الكبيرة بكفاءة اقل في غسل الاملاح لذلك فأن :-

$ECp \neq Ece$

والواقع ان : $ECp < ECe$

لذلك فأن : $ECp = f. ECe$

ويطلق على المعامل f عامل كفاءة الغسل Leaching Efficiency Factor وعادة تكون قيمته اقل من الواحد وتعتمد قيمته على صفات التربة. وبناء على نتائج العديد من التجارب التي اجريت في العراق قدر بومانس وزملائه (Dielman 1963) قيمة معامل كفاءة الغسل للترب المزيجية والمزيجية الرملية مساوية الى 0.6 وإذا اخذنا بنظر الاعتبار عامل كفاءة الغسل فأن الصيغة النهائية لمعادلة التوازن الملحي تكون بالشكل التالي:-

$$I = \left( \frac{fECe}{fECe - ECiw} \right) E \text{ ...........(11)}$$

لذلك فإذا عدنا الى تقدير عمق ماء الري اللازم للحفظ على التوازن الملحي في مثالنا السابق، معتبرين ان عامل كفاءة الغسل = 0.6 وعندئذ فأن عمق ماء الري =

$$I = \left( \frac{0.6 \times 4}{0.6 \times 4 - 1} \right) 1000$$

$$I = \left( \frac{2.4}{2.4 - 1} \right) 1000 = 1714 \text{ mm}$$

اقترح مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية صيغة رياضية لحساب متطلبات الغسل مشابهة للصيغة المارة الذكر، حيث تعبر عن متطلبات الغسل كنسبة مئوية او كسر اعتيادي : (Richards 1954)

$$LR = 100 \left( \frac{Ddw}{Diw} \right) = 100 \frac{ECiw}{ECdw} \text{ .........(12)}$$

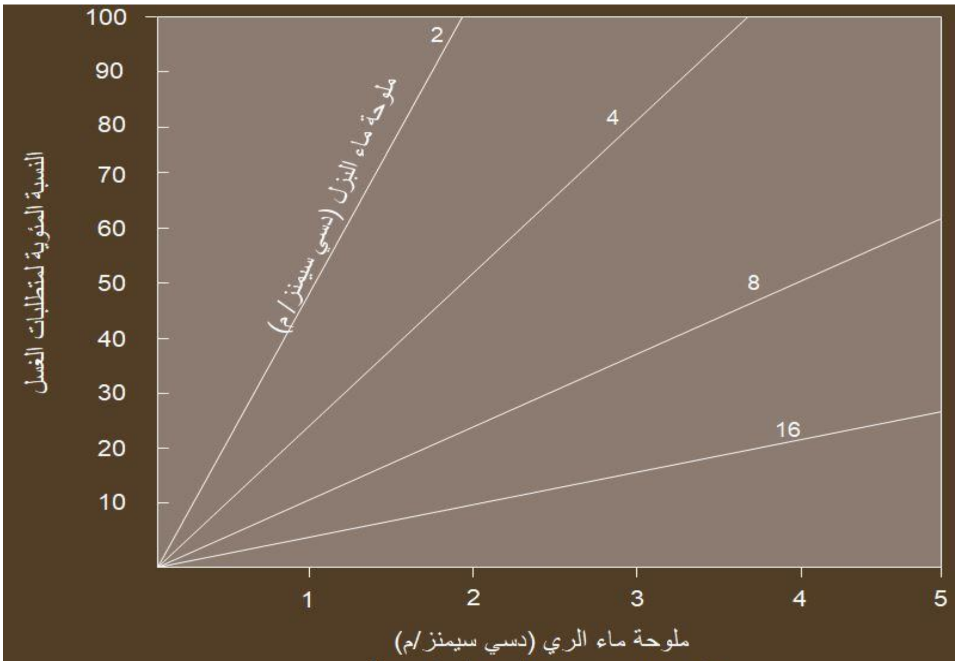
حيث ان ($D_{dw}$) = عمق ماء البزل و ($D_{iw}$) عمق ماء الري و ($EC_{iw}$) ملوحة ماء الري و ($EC_{dw}$) ملوحة ماء البزل. وعند اخذ عامل كفاءة الغسل (f) بنظر الاعتبار ومستخدمين ملوحة ماء الري وملوحة ماء البزل عندئذ تصبح المعادلة بالشكل التالي:-

$$LR = \frac{EC_{iw}}{f.EC_e} 100 \cdots\cdots (13)$$

وعند تطبيق المعادلة لحساب متطلبات الغسل في مثالنا السابق نحصل على :-

$$LR = \left(\frac{1}{0.6 \times 4}\right) = \frac{1}{12}$$

لقد اقترح (Van Hoorn 1970) مخططا بيانياً لحساب متطلبات الغسل كنسبة مئوية من الحجم الكلي لماء الري ولمجاميع محاصيل زراعية مختلفة التحمل للملوحة (4،2،8,16،) دسي سيمنز/م بعد معرفة قيمة التوصيل الكهربائي لماء الري ومدى تحمل المحصول الزراعي وذلك بهدف تسهيل عملية حساب متطلبات الغسل ( شكل 1)



شكل (22) حساب متطلبات الغسل بيانياً

كما اقترح (Ayers & Westcott 1976) في نشرة دليل نوعية مياه الري الصادرة من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية طريقة لحساب متطلبات الغسل اخذين بنظر الاعتبار طريقة الري المستخدمة حيث يرى بعض الباحثين انة يمكن استخدام العلاقة التالية في حساب الحد الادنى من متطلبات الغسل في حالة الري السطحي والري بالرش :

$$LR = \frac{ECw}{5.ECe - ECw} \text{--------}(14)$$

بينما تستخدم العلاقة التالية في حالة الري بالتنقيط :

$$LR = \frac{ECw}{2\,(\max\ ECe)} \text{--------}(15)$$

1- ECw يقصد بها التوصيل الكهربائي لماء الري ديسي سيمنز/ م وعلى فرض ان متطلبات الغسل تساوي (15- 20%) وان معدل ملوحة التربة الذي يمتص من قبل النبات يعادل ثلاث مرات بقدر ملوحة ماء الري المستخدم أي ان ($EC_{sw}= 3EC_{iw}$) وان ملوحة مستخلص العجينة المشبعة تعادل نصف ملوحة ماء التربة ($EC_{sw}=2ECe$) أي ان ملوحة مستخلص عجينة التربة = 3/2 ملوحة ماء الري ($ECe = 3 / 2EC_{iw}$).

2- الحصول على قيمة التوصيل الكهربائي للتربة والمناسبة لتحمل المحصول المزروع بحيث يكون الفقدان (10%) واقل في حاصل المحصول الزراعي (جدول معتمد ).

3- Max ECe يمثل التوصيل الكهربائي الذي يتوقف عنده النمو (الفقدان 100%) .

**Table 4 CROP TOLERANCE AND YIELD POTENTIAL OF SELECTED CROPS AS INFLUENCED BY IRRIGATION WATER SALINITY ($EC_w$) OR SOIL SALINITY ($EC_e$)[1]**
**YIELD POTENTIAL[2]**

| FIELD CROPS | 100% | | 90% | | 75% | | 50% | | 0% "maximum"[3] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $EC_e$ | $EC_w$ | $EC_e$ | $EC_w$ | $EC_e$ | $EC_w$ | $EC_e$ | $EC_w$ | $EC_e$ | $EC_w$ |
| **Barley** *(Hordeum vulgare)*[4] | 8.0 | 5.3 | 10 | 6.7 | 13 | 8.7 | 18 | 12 | 28 | 19 |
| **Cotton** *(Gossypium hirsutum)* | 7.7 | 5.1 | 9.6 | 6.4 | 13 | 8.4 | 17 | 12 | 27 | 18 |
| **Sugarbeet** *(Beta vulgaris)*[5] | 7.0 | 4.7 | 8.7 | 5.8 | 11 | 7.5 | 15 | 10 | 24 | 16 |
| **Sorghum** *(Sorghum bicolor)* | 6.8 | 4.5 | 7.4 | 5.0 | 8.4 | 5.6 | 9.9 | 6.7 | 13 | 8.7 |
| **Wheat** *(Triticum aestivum)*[4, 6] | 6.0 | 4.0 | 7.4 | 4.9 | 9.5 | 6.3 | 13 | 8.7 | 20 | 13 |
| **Wheat, durum** *(Triticum turgidum)* | 5.7 | 3.8 | 7.6 | 5.0 | 10 | 6.9 | 15 | 10 | 24 | 16 |
| **Soybean** *(Glycine max)* | 5.0 | 3.3 | 5.5 | 3.7 | 6.3 | 4.2 | 7.5 | 5.0 | 10 | 6.7 |
| **Cowpea** *(Vigna unguiculata)* | 4.9 | 3.3 | 5.7 | 3.8 | 7.0 | 4.7 | 9.1 | 6.0 | 13 | 8.8 |
| **Groundnut (Peanut)** *(Arachis hypogaea)* | 3.2 | 2.1 | 3.5 | 2.4 | 4.1 | 2.7 | 4.9 | 3.3 | 6.6 | 4.4 |
| **Rice (paddy)** *(Oriza sativa)* | 3.0 | 2.0 | 3.8 | 2.6 | 5.1 | 3.4 | 7.2 | 4.8 | 11 | 7.6 |
| **Sugarcane** *(Saccharum officinarum)* | 1.7 | 1.1 | 3.4 | 2.3 | 5.9 | 4.0 | 10 | 6.8 | 19 | 12 |

استصلاح الأراضي ـــــــ

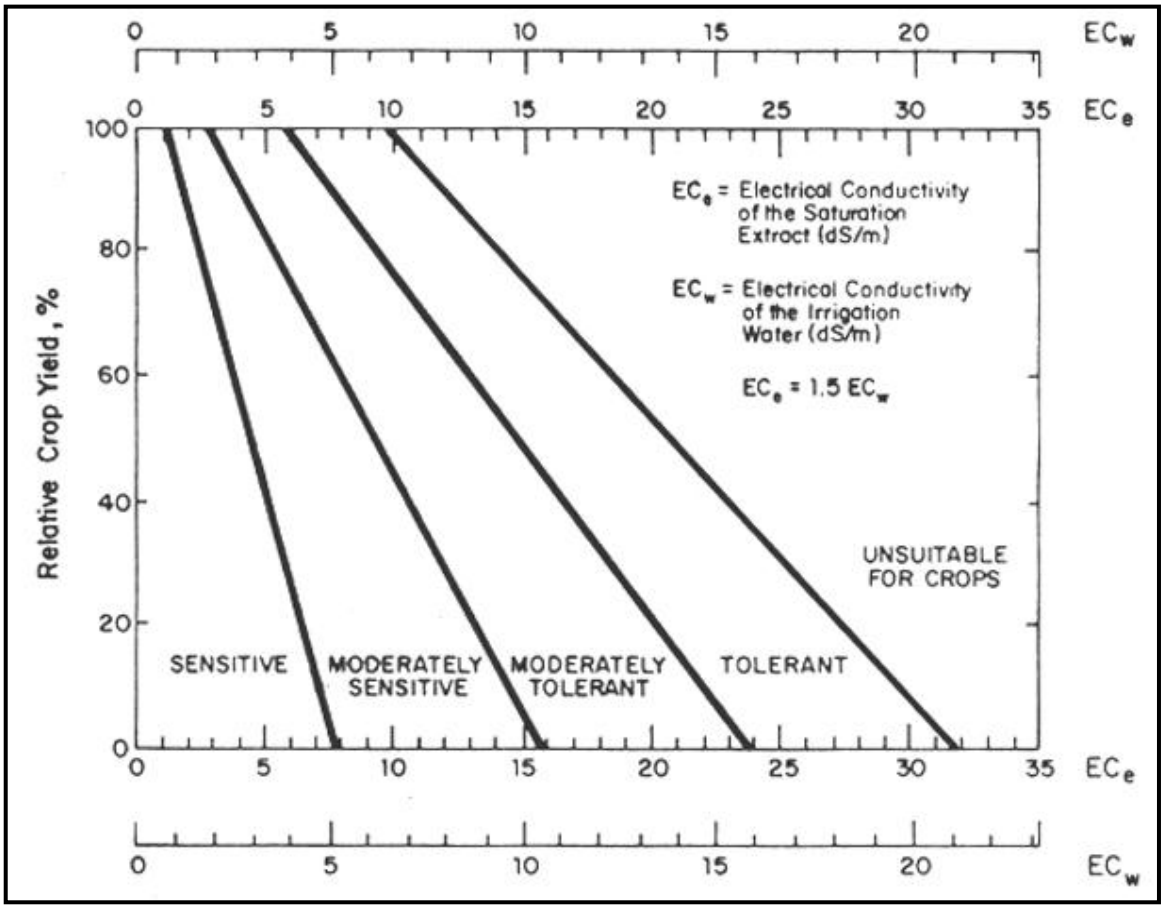



**Table I. Threshold (t) and slope (s) values to calculate crop yield as a function of soil salinity for various crops.**

| *Crop* | *Threshold (t) dS/m* | *Slope (s) % / dS/m* |
|---|---|---|
| Alfalfa | 2.0 | 7.3 |
| Barley for grain | 8.0 | 5.0 |
| Bean, dry edible | 1.0 | 19.0 |
| Clover | 1.5 | 12.0 |
| Corn for grain | 1.7 | 12.0 |
| Corn for silage | 1.8 | 7.4 |
| Fescue, tall | 3.9 | 5.3 |
| Potato | 1.7 | 12.0 |
| Sorghum for grain | 6.8 | 16.0 |
| Soybean | 5.0 | 20.0 |
| Sugar beet | 7.0 | 5.9 |
| Tomato | 2.5 | 9.9 |
| Wheat for grain | 6.0 | 7.1 |

وبعد الحصول على قيمة متطلبات الغسل يمكن حساب الحجم الكلي لماء الري على شرط معرفة قيمة حجم الاستهلاك المائي للمحصول الزراعي المزروع. وذلك بالمعادلة التالية :

$$Diw = \frac{ET}{1 - LR} \text{--------}(16)$$

**مثال** : احسب الاحتياجات الغسيلية الواجب اضافتها لمياه الري اللازمة لمحصول الذرة الذي يروى بطريقة الري السطحي اذا كانت ملوحة ماء الري $ECw = 1.4\ dSm^{-1}$ والاحتياجات المائية للمحصول $ET = 840$ mm/hectar/year وكفاءة الري 70% .

**الحل** : عند انتاج 100% من المحصول فان تحمل الذرة للملوحة يساوي $ECe=1.7\ dS/m^{-1}$ (جدول مرجعي) وبتطبيق المعادلة رقم 14 يكون :

$$LR = \frac{1.4}{5(1.7) - 1.4} \times 100 = 19.71\%$$

وبتطبيق العلاقة في المعادلة 16 نجد ان الاحتياجات المائية للري + متطلبات الغسل في موسم زراعة الذرة تساوي

$$D_{iw} = \frac{840}{1 - 0.197} = 1046\ mm$$

وحيث ان كفاءة الري 70 % فان الاستهلاك المائي يجب ان يزداد الى :

$$ET = \frac{840}{0.70} = 1200\ mm$$

الفاقد في مياه الري بمقدار 30 % الذي يتسرب داخل التربة ويعادل :

$$1200 - 840 = 360\ mm$$

وهي كمية ماء اعلى من الكمية المطلوبة للغسل والتي تساوي

$$1046 - 840 = 206\ mm$$

وهذه الكمية هي الحد الادنى لمتطلبات الغسل . يمكن الاستنتاج من هذا المثال انه لا يوجد حاجة لإضافة مياه زائدة لغسل الاملاح لان الكميات المضافة لتعويض النقص في كفاءة الري تغطي الكمية المطلوبة للغسل .

ويمكن ان يطبق هذا المثال ولحد ما على الظروف العراقية حيث تعود الفلاح العراقي ان يسقي بحجم ماء اكبر من حاجة النبات (الاستهلاك المائي) هذا اذا اخذنا بنظر الاعتبار ان معامل كفاءة الغسل لمعظم الترب العراقية يساوي حوالي (0.6).

لذلك يعتقد انه في كثير من الحالات يصبح ليس من الضروري اضافة متطلبات غسل للسيطرة على الملوحة خاصة عند توفر شبكات البزل الفعالة. ويجب ان لا يؤخذ هذا الافتراض كقاعدة انما يجب التأكد في كل حالة من الحالات المراد تقييمها. وبشكل عام يعتقد انه لغرض السيطرة على الملوحة يجب ان تتراوح قيمة متطلبات الغسل بحدود 0.15 – 0.20 ، وهذا يعني ان 15- 20 % من حجم ماء الري يجب ان يغسل اسفل طبقة الجذور بينما 80 – 85 % من الماء يستعمل لغرض التبخر- نتح.

تمرين : محصول الذرة الصفراء يسقى بطريقة الاحواض ومزروع في تربة مزيجية وملوحة ماء الري (ECw) تساوي (3.2) دسي سيمنز/م والاستهلاك المائي للمحصول (5) ملم/يوم. ويسقى كل 20 يوم برية واحدة وتعادل (100) ملم، معامل كفاءة الغسل للتربة تساوي (0.65). بعبارة اخرى ان عمق الماء في كل ريه في هذه الحالة يصبح مساويا 0.65/ 100= (155) ملم. ما هو حجم ماء الري الاضافي الواجب استخدامه للحفاظ على التوازن الملحي المطلوب؟

**مشكلة ردة (عودة) الملوحة في الاراضي المستصلحة**

من المشاكل الرئيسية التي تهدد الاراضي المستصلحة وكما اشارت الخبرة العالمية والمحلية هي مشكلة ردة او عودة الملوحة (Resalinization) أي تراكم الاملاح مرة اخرى في الاراضي المستصلحة وتحويلها الى ترب ملحية بعد ان بذلت فيها جهود كبيرة من اجل استصلاحها وأسباب ردة الملوحة في الاراضي المستصلحة يمكن تلخيصها بما يلي:-

1- عدم استغلال هذه الاراضي من قبل كادر زراعي له القدرة الفنية والإلمام على استغلال وإدارة وصيانة هذه الاراضي، وغياب التوجيه والإشراف الفني والتثقيف بطبيعة وخصائص هذه الاراضي وكيفية المحافظة عليها وصيانتها.
2- اختلال التوازن الملحي في هذه الاراضي الذي يسبب تراكم الاملاح الناتجة اما من مياه الري او المياه الارضية المالحة او بسبب استخدام مياه مالحة لأغراض الري.
3- ضعف الاهتمام بعمليات التعديل والتسوية الموسمية والدورية حيث يؤدي ذلك في البداية الى تكوين بقع ملحية ثم انتشارها على مساحات اكبر من المشروع.
4- عدم تكثيف الزراعة في هذه الاراضي وكذلك توبيرها صيفاً الذي يؤدي بدوره الى زيادة صعود المياه الارضية خلال التربة حاملة معها كميات كبيرة من الاملاح التي تتراكم بدورها في الطبقة السطحية للتربة.

5- قلة الاهتمام بأعمال المراقبة وجمع المعلومات بشكل دوري والمتعلقة بالتوازن الملحي وتراكم الاملاح وتوزيعها خلال مقد التربة وتذبذب مستوى الماء الارضي وملوحته.
6- عدم الاهتمام بالغسل الموسمي او ما بين المواسم الزراعية لتعميق عملية الغسل لتشمل الطبقات السفلى من المقد وإعذاب الطبقة السطحية من الماء الارضي

**الاستمرار بمعالجة التغيرات التي جرت اثناء تنفيذ اعمال الاستصلاح**

هناك كثير من التغيرات والتأثيرات الجانبية السلبية يمكن ان تظهر اثناء تنفيذ العمليات التحضيرية للاستصلاح وكذلك خلال عملية الغسل كعمليات القطع والردم والتسوية واستخدام المكننة الثقيلة وغمر التربة بالماء لفترة طويلة – ومعظم هذه العمليات تؤدي الى تغير صفات التربة حيث تؤدي الى رص التربة وتقليل نفاذيتها واحتمال غسل العناصر الغذائية فيها او تحولها الى صيغ غير جاهزة للامتصاص واحتمال تشبيع معقد التبادل بالصوديوم وارتفاع قيمة الاس الهيدروجيني وغير ذلك من التغيرات . وفي كثير من الاحيان يستوجب الامر الاستمرار بمعالجة هذه التغيرات من اجل تحسين صفات التربة حتى في مرحلة الاراضي المستصلحة وذلك اما بسبب عدم استكمالها خلال مرحلة الاستزراع او بسبب تسليم الاراضي بعد غسلها مباشرة الى المستثمرين لغرض الاستغلال، نؤكد هنا مرة ثانية على ضرورة القيام ببعض الاجراءات في الاراضي المستصلحة ومنها:-

1- زيادة امداد المادة العضوية للتربة من خلال اضافة المادة العضوية او قلب المحاصيل الزراعية وخاصة البقولية منها .
2- اضافة الاسمدة الكيميائية لتوفير مستوى جيد من العناصر الغذائية لتحقيق انتاجية عالية في هذه الاراضي.
3- اجراء اعمال التعديل والتسوية بشكل دوري بهدف رفع كفاءة الري والتسميد وضمان نجاح الانبات وتقليل احتمالات ردة الملوحة.
4- اجراء الحراثة المناسبة واختيار المكننة المناسبة.

## استصلاح الأراضي الجبسية Reclamation of gypsiferous soils

### طبيعة الترب الجبسية وانتشارها

تعرف الترب الجبسية بانها الترب الحاوية على اكثر من 3 % من كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4.2H_2O$) في طبقة الجذور الفعالة (Barazanji et al 1980) . ومن وجهة نظر تصنيف ووراثة التربة ، تشخص الترب الجبسية بأنها الترب التي تحتوي في المقد على افق جبسي (gypsic horizon) سمكه اكثر من 15 سم ويوجد ضمن المتر الأول من سطح التربة ونسبة الجبس فيه اكثر من 25 ٪ ، ويتصف الأفق الجبسي بانه أفقي غير متصلب غني بكبريتات الكالسيوم

وتنتشر الترب الجبسية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وفي المناطق التي توجد فيها صخور أو ترسبات جبسية وتكون كمية الأمطار فيها قليلة غير كافية لغسل الجبس من مقد التربة . وبالرغم من صعوبة حصر جميع مساحات الأراضي المتأثرة بمشكلة الجبس في العالم الا ان التقارير تشير الأراضي الجبسية في العالم تقدر ب (800) الف كيلو متر تقع معظمها في بعض اجزاء مسن الاتحاد السوفيتي وفي جنوب وشرقي الصومال وشرق اسبانيا والجزائر وتونس وسوريا وجنوب ووسط استراليا و في شمال ووسط القطر العراقي . وتبلغ مساحة الأراضي الجبسية في العراق اكثر من (88000) كيلو متر وتشكل حوالي 1/5 مساحة العراق وتمتد من جنوب سنجار وحتى جنوب العراق وتتمركز عادة في مسطحات دجلة والفران والسهل الرسوبي وقسم من الصحراء الغربية والبادية الجنوبية.

### مصادر الجبس واشكاله

توجد مصادر عديدة للجبس تلعب دورا في أمداد الترب بالجبس نوجز هنا أهمها :

**اولاً**: الصخور والترسبات الجبسية الأولية التي تسمى بمادة الأصل الجبسية حيث تخضع للتفتت بفعل عوامل التجوية وتنقل نواتج تجوبتها وفي مقدمتها الجبس الى مناطق أخرى بتأثير الرياح وجريان المياه.

**ثانياً**: احتمال ترسب الجبس في التكوينات الحديثة وذلك من المياه والسيول بعد استقرارها ، حيث يترسب الجبس منها أما بشكل حبيبات مع حبيبات الرمل والغرين ، أو بشكل نواتج الترسيب الكيميائي

نتيجة وصول هذه المياه الى حد الأشباع حيث تتحد ايونات الكالسيوم مع ايونات الكبريتات وحسب التفاعل الأتي :

$$Ca + SO_4 \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

ويطلق عادة على مثل هذه الترسبات بالترسبات الثانوية أو الجبس الثانوي

**ثالثاً**: ويمكن أن يترسب الجبس وعلى أعماق مختلفة من التربة من المياه الأرضية القريبة من سطح التربة والغنية بأيونات الكالسيوم والكبريتات ، وذلك أثناء صعود هذه المياه بالخاصية الشعرية ، وبعد تعرضها للتبخر ووصولها حد الأشباع بالنسبة للجبس وطبقا للتفاعل المذكور اعلاه ، حيث يترسب الجبس بشكل بلورات ابرية واضحة في مقد التربة .

**رابعاً**: وقد يكون الجبس بشكل ترسبات جبسية صخرية سمكية ناتجة عن تبخر المياه من البحيرات المغلقة .

**خامساً**: وقد يتكون الجبس في معظم المناطق الغنية بمركبات الكبريتيد ( Sulfide ) نتيجة تأكسد هذه المركبات عند تعرضها إلى ظروف مناسبة من التهوية ، حيث يتكون حامض الكبريتيك الذي يتفاعل بدوره مع الكلس ( $CaCO_3$ ) مكونة ترسبات جبسية . ويوجد الجبس في التربة بأشكال عديدة تصنف بالشكل التالي :

1- طبقات من بلورات جبسية تختلف في السمك والعمق . ٢
2- بلورات منفصلة تختلف في الحجم والصلابة ومكان وجودها .
3- عروق جبسية موزعة على مقد التربة .

**الخصائص الرئيسية للجبس**

يوجد الجبس عادة في التربة مع جزيئتين من الماء ($CaSO_4.2H_2O$) وفي الظروف الصحراوية والقاحلة يمكن أن يفقد الجبس بعض ماء تبلوره ويبقى محتفظا بجزيئة ونصف ماء ويسمى في هذه الحالة بالجبس النصف المائي ( Semihydrated gypsum $CaSO_4.1.5H_2O$ ) يطلق على الجبس المترسب في مياه الري أو المياه الجوفية بالجبس الثانوي تميزا له عن الجبس الأولي الذي يتكون نتيجة تفتت الصخور الجسية المتكونة أصلا في بعض المناطق .

وتعتبر قابلية الجبس على الذوبان متوسطة ، فقابليته على الذوبان أعلى من قابلية الكلس من جهة وأقل من قابلية عدد من الأملاح الشائعة مثل كلوريد الصوديوم وكبريتات المغنسيوم ، من جهة أخرى . وتقدر بـ 2 غم / لتر أو ما يعادل حوالي 30 ملي مكافئ / لتر ، وتزاداد قابلية ذوبانه عند وجود املاح في المحلول مثل كلوريد الصوديوم ، بينما تقل عند وجود املاح تشترك معه بأيون مشترك مثل كلوريد الكالسيوم .

والأيونات الناتجة من ذوبان الجبس هي الكبريتات والكالسيوم وجزء قليل من ايونات مزدوجة ($CaSO_4$) ويكون التوصيل الكهربائي للمحلول المشبع بالجبس في حدود ($22\ dS\ m^{-1}$) وهو مستوى ليس عالي من ناحية الملوحة ، ودرجة التفاعل ( الأس الهيدروجيني ) المحلول الجبس يكون متعادل أو قليل الحامضية ، لذلك تعتبر المحاليل الجبسية بشكل عام غير ملحية وذات درجة تفاعل متعادل – قليل الحامضية ، وان وجود كمية قليلة من الجبس في التربة يعتبر ضرورياً للتربة والنبات ، وذلك لأن وجوده يمنع تطور الصودية في التربة من جهة ، ومن الجهة الأخرى يعتبر مصدر لأيونات الكالسيوم – العنصر الغذائي المهم في تغذية النبات .

**مشاكل الترب الجبسية**

كما أشرنا قبل قليل إلى أن وجود نسبة قليلة من الجبس في التربة يعتبر ضروري للتربة والنبات ، إلا أن مشاكل معينة تبدء عندما تتعدي نسبة الجبس حدود معينة ، ويعتبر البرزنجي ( 1973 Barazangi ) أن الحد الذي تبدأ فيه المشاكل في التربة هو 10 % فما فوق. وكما يلاحظ من العلاقة المعروضة في هذا الجدول أن النسبة المئوية للجبس في التربة لغاية 10٪ تعتبر مناسبة للتربة والنبات ، وعندما تزايد نسبة الجبس عن هذا الحد فأن دليل الجبس يقل عن الواحد ، اي الجبس بالتأثير سلبا على صفات التربة ، وعندئذ تبدأ مشاكل الجبس بالظهور على صفات التربة ونمو المحاصيل الزراعية فيها . ومثل هذه الترب تحتاج الى الاستصلاح والمعالجة .

ونوجز ادناه أهم مشاكل الترب الجبسية :

1- المقد ضحل وغير كافي لنمو معظم المحاصيل الزراعية بشكل مرضي .حيث لا تستطيع الجذور التغلغل بحرية في الطبقة التالية وذلك بسبب وجود نسبة عالية من الجبس الذي تسبب وجود وسط غير مناسب لنموها وانتشارها .

2- القابلية العالية الذوبان الجبس ، وفي ظروف استمرار الري الفترة معينة فان ذلك يؤدي الى ذوبان الجبس وحركته باتجاه أسفل المقد ، الأمر الذي يسبب حدوث التجاويف والخسفات في بداية الأمر في الطبقة السطحية ثم تكوين ما يسمى بالبالوعات ( sink hole ) على مستوى الحقل خاصة اذا ما استمر الري لفترة طويلة ، مؤدي ذلك إلى أنهيار التربة وعرقلة الاستغلال الزراعي فيها .

3- ان ذوبان الجبس موقعية تحت سطح التربة في منحدرات كتوف الأنهار وقنوات الري يؤدي إلى تكوين الشقوق والفجوات بالتدريج ثم تكوين الخسفات ، الأمر الذي يؤدي الى انجراف قنوات الري وانهيارها .

4- من المشاكل الفيزيائية للترب الجبسية هو وجود بناء ضعيف غير متطور وغير متماسك ، وقابلية التربة على الاحتفاظ بالماء قليلة بالمقارنة مع الترب الأعتيادية . كما تتصف الترب الجبسية بوجود قشرة سطحية صلبة تتكون عادة بعد الري ، ووجود هذه القشرة يعيق الأنبات ويسبب مشاكل في التهوية .

5- من الناحية الكيميائية تتصف الترب الجبسية بسعة تبادلية كاتيونية واطئة نسبيا وذلك بسبب انخفاض نسبة الطين في هذه الترب . كما يلاحظ بشكل عام وجود علاقة عكسية بين والنسبة المئوية للجبس في التربة . أن انخفاض قيم السعة التبادلية الكاتيونية في الترب الجبسية يقلل من قابليتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية .

6- وبسبب تشبع محلول التربة الجبسية بالجبس ، فان أيونات الكالسيوم تشكل حوالي ثلثي الكاتيونات الذائبة في محلول التربة وكذلك تسود أيونات – الكالسيوم المتبادلة على سطوح معقد التبادل في التربة ، أي أن هذه الأيونات تعتبر الأيونات السائدة على مستوى محلول التربة ومعقد التبادل لذلك فأن هذه الترب تعاني من أختلال حاد في التوازن بين العناصر الغذائية . ونفس الشئ ينطبق على أيونات الكبريتات السائدة في هذه الترب .

7- أن الترب الجبسية وبسبب قلة نسبة المادة العضوية فيها ، تعاني نقصا في النتروجين وكدلك في عدد من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى.

8- كما أن وجود نسبة عالية من الجبس في هذه الترب يؤدي الى ترسب عدد من العناصر الغذائية الموجودة أصلا في التربة أو المضافة لها كالفوسفور ومعظم العناصر الصغرى ، وهذا يؤدي الى تحول هذه العناصر الغذائية الى صيغ غير جاهزة للأمتصاص من قبل النبات

9- ومن صفات الترب الجبسية بأنها تكون قوية وصلدة جدا عندما تكون جافة ، الا قوتها وصلادتها تقل بشكل كبير عند غمرها بالماء حتى ولفترة قصيرة . وتعتبر مثل هذه الظاهرة من المشاكل الهندسية لهذه الترب لأن تعرض ترب الاساس الى مياه الأمطار أو مياه الري أو المياه الجوفية فان ذلك يؤدي إلى حدوث هبوط في تربة الاساس في المنشأت المدنية المقامة عليها . فقد اشار المحمدي ونشأت ( ١٩٨٩ ) الى أن هبوط التربة الجبسية يحدث بسرعة كبيرة مباشرة بعد اضافة الماء ويشكل ذلك خطرا على المنشآت المدنية والهندسية لأنها لا تستطيع مجاراة هذا الهبوط المفاجئ والسريع مما يعرضها الى أنهيار شديد .

**اساليب معالجة مشاكل الترب الجبسية واستصلاحها**

لغرض تحويل الترب الجبسية إلى أراضي خصبة ذات أنتاجية عالية يجب معالجة مشكلة الجبس التي تعتبر مصدر كل المشاكل في هذه الترب وذلك خلال خفض درجة ذوبان الجبس والتقليل من فعاليته أو من خلال أدارة هذه الترب ادارة معينة تضمن التغلب كليا أو جزئية على مشاكل هذه الترب أو استخدام الأسلوبين معا . لذلك يمكن تقسيم أساليب معالجة مشاكل الترب الجبسية الى نوعين من الأجراءات :

أ- الاجراءات المتعلقة بالتقليل من قابلية ذوبان الجبس ونسبته وخفض فعاليته في التربة

ب- أجراءات تتعلق بإدارة الترب الجبسية للتقليل من أثر المشاكل في من هذه الترب .

**أ-الاجراءات المتعلقة بالتقليل من قابلية ذوبان الجبس ونسبته**

ونقصد بذلك كل الإجراءات الكيميائية والفيزوكيميائية التي تهدف الى تقليل نسبة الجبس وقابلية ذوبانه وفعاليته في التربة وذلك من خلال تحويل الراسب منه إلى اشكال وصيغ كيميائية أخرى أقل ذوباناً الجبس وترسيب الذائب منه وكذلك تغليف الجبس بأغلغة مكونة من رواسب قليلة الذوبان جداً باستخدام مركبات كيميائية معينة تضاف للتربة . ولقد جرت في الفترة الأخيرة عدد من التجارب المختبرية والحقلية لأختبار مثل هذه المركبات وكفائتها في هذا المجال ، حيث استخدم كلوريد الباريوم ( القيسي وناجي، ١٩٨١ ) كما استخدمت اوكزالات البوتاسيوم واوكزالات وكاربونات الأمونيوم أيضاً ( الزبيدي واخرون، ١٩٨٢ ) ، واستخدمت موخراً فوسفات وكاربونات الأمونيوم في هذا المجال وعلى نطاق حقلي واسع نسبيا ( الجنابي، ١٩٩٠ ) . واكدت جميع هذه التجارب على جدوى استخدام مثل هذه المركبات الكيميائية في معالجة مشاكل الترب الجبسية وزيادة انتاجيتها .

**1. الاساس النظري**

أن الفكرة المعتمدة في هذا المجال هو تحويل الجبس الى مركبات أقل ذوباناً أو تغليف حبيباته بأغلفه مكونة من نواتج تفاعل المركبات الكيميائية المضافة مع سطوح بلورات الجبس وبذلك تنخفض المساحة السطحية المعرضة للتفاعل مع الماء مما يقلل من ذوبان الجبس ، وتتطلب استمرارية تفاعل المواد المضافة مع الجبس توجيه حالة الأتزان لهذه التفاعلات بأتجاه تكوين المركبات الأقل ذوبان ، والتي يمكن وصفها من خلال التفاعلات الكيميائية التالية :

$$CaSO_4.2H2O + BaCL_2.2H2O \longrightarrow CaCL_2 + BaSO_4 + 4H_2O$$

$$CaSO_4.2H_2O + (NH4)_2C_2O4.H2O \longrightarrow CaC_2O_4.H_2O + (NH4)_2\ SO_4$$

$$CaSO_4.2H_2O + K_2C_2O_4.H_2O \longrightarrow CaC_2O_4.H2O + K_2\ SO4 + 2H_2O$$

وطبقا للمبادئ الثيرموديناميكية فان التفاعل يستمر باتجاه تكوين المركبات الأقل ذوبان في حالة كون الطاقة الحرة ( A c ) للتفاعل قيمة سالبة . وهذا ما ينطبق على التفاعلات المذكورة أعلاه حيث ان قيم ( As ) لهذه التفاعلات قيمة سالبة .

أضافة الى ذلك فان معظم النواتج الثانوية الأخرى لهذه التفاعلات تعتبر مركبات سمادية تحتوي على عناصر غذائية ضرورية للنبات لذلك فان هذا الأسلوب من المعالجة يحمل تأثيرين ايجابين ، هو معالجة مشكلة الجبس وكذلك امداد النبات بالعناصر الغذائية في الترب الجبسية . أي بعبارة أخرى ان بالامكان اعتبار هذه المركبات – مصلحات للترب الجبسية .

**اجراءات تتعلق بادارة الترب الجبسية للتقليل من أثر المشاكل في هذه الترب**

من خلال الخبرة العملية والتطبيقية في الترب الجبسية وجد ان هناك عدد من الأجراءات التي يمكن تطبيقها في الترب الجبسية للتقليل من مشاكل وجود الجبس بنسبة عالية في هذه الترب ، ومن أهم هذه الأجراءات هي :

**1. العناية بالحراثة**

يفضل في الترب الجبسية اجراء الحراثة السطحية واقتصار ذلك قدر الأمكان على الطبقة فوق الأفق الجبسي فقط وذلك تجنبا لخلط الجبس الموجود في هذا الأفق مع تربة الطبقة السطحية ورفع نسبة الجبس فيها للحد الذي يؤثر على صفات التربة ونمو النبات . وعندما تكون الحاجة ملحة جداً على

اجراء الحراثة العميقة بهدف تكسير وتفتيت الأفق عندئذ يجب إجراء الحسابات الأولية اللازمة بحيث لا تؤدي هذه الحراثة إلى رفع نسبة الجبس في طبقة الحراثة إلى أكثر من الحا المسموح به إلى الحد الذي لا يؤثر على نمو النبات .

**2. الري**

أن أختيار طريقة ري تقلل من تأثيرات ذوبان الجبس وحدوث الخسفات والبالوعات يعتبر مهم جدا في ادارة الترب الجبسية . ولقد ظهر من التجارب الحقلية ، أن طريقة الري بالرش قللت كثير من المشاكل في الترب الجبسية والمتعلقة بتكوين القشرة السطحية وتكوين البالوعات في الحقل .

**3. اضافة المادة العضوية والأسمدة الكيمياوية**

أن هذه الترب فقيرة أصلا بالمادة العضوية وبعدد كبير من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى ، اضافة الى حالة أختلال التوازن الغذائي السائدة فيها . لذلك فان اضافة المادة العضوية والأسمدة الكيمياوية وكما أشارت بعض الأبحاث ادت الى تحسين الصفات الكيميائية والفيزيائية والخصوبية للترب الجبسية ، وأنعكس ذلك بوضوح على زيادة انتاجية المحاصيل الزراعية المزروعة في هذه الترب.

**4. اجراءات هندسية**

ومن أجل التقليل من الأنهيارات التي يمكن أن تحدث في قنوات الري ، فقد جرت محاولات لمعالجة ذلك خلال تبطين القنوات بمواد مختلفة كالكونكريت والصفائح البلاستيكية ، كما أن هناك أتجاه الأستخدام القنوات المعلقة ( المحمولة ) وأنابيب نقل المياه بدلاً من قنوات الري الأرضية من أجل التغلب على هذه المشاكل .

**استصلاح الأراضي الكلسية** Reclamation of Calcareous soils

تعريف الترب الكلسية وانتشارها تعرف الترب الكلسية (calcareous soils) بشكل عام بأنها الترب التي تحتوي على كمية كبيرة نسبيا من الكاربونات المترسبة ( كاربونات الكالسيوم و كاربونات المغنسيوم والدولمايت وغيرها) ذات الدقائق الناعمة والتي تؤثر سلبا على خواص التربة- الفيزيائية والكيميائية والخصوبية وبالتالي تؤدي الى خفض انتاجيتها ويتحدد كثيرا أختيار المحاصيل الزراعية في مثل هذه الترب . ويمكن تشخيص الترب الكلسية حقلية ومختبرية بسهولة وذلك بمعاملة عينة منها مع حامض الهيدروكلوريك حيث ينتج من ذلك فوران وأزيز بسبب تفاعل الحامض مع الكاربونات المترسبة وتحرر ثاني أوكسيد الكاربون .

ويمكن أن توجد الكاربونات المترسبة في مقد التربة بصور عديدة فأما أن توجد بصورة حبيبات صغيرة جدا أقل من (1 ملم) موزعة على المقد كله أو توجد بصورة تجمعات تتركز في مواقع معينة من المقد وتكون اما بشكل منفرد أو مخلوطة مع حبيبات التربة وتأخذ شكل العروق حيث تم فجوات التربة أو بشكل كتل هشة بيضاء اللون يطلق عليها بالعيون البيضاء .

ومن الناحية المورفولوجية تشخص الترب الكلسية في بعض الأحيان بمقد يحتوي على الأفق الكلسي (calcic horizon) الذي يقع تحت سطح التربة على عمق ما ويحتوي على كمية عالية من الكاربونات بحيث تكون اكبر من كميتها في الأفق الذي تحته والأفق الذي فوقه .

وتنتشر الترب الكلسية أنتشارا واسعة في المناطق القاحلة او الجافة والتي تتوفر فيها الظروف التالية:

1- مادة الأصل الكلسية ( صخور كلسية Limestone ) أو تحتوي على الكلس بنسبة عالية.
2- المناخ السائد بالمنطقة جاف في أغلب فصول السنة والأمطار( التساقط ) قليلة ولا تزيد على 500 ملم سنويا ومثل هذه الكمية من الامطار غير كافية لغسل الكاربونات من مقد التربة .

وتعتبر المصادر التالية كمصادر رئيسية للكلس في التربة:

1- مادة الأصل في التربة
2- الترسبات المنقولة هوائية أما أن تكون بشكل كاربونات الكالسيوم أو بشكل أملاح كالسيومية تتفاعل بعد تراكمها مع حامض الكاربونيك في التربة لتكون الكاربونات .
3- ترسب الكاربونات من المياه الأرضية الصاعدة خلال مقد التربة .

4- تحلل بقايا المواد النباتية وتكوين كاربونات الكالسيوم .

5- الترسبات الكلية المنقولة مع مياه الري .

وبشكل عام يتراوح محتوى الترب العراقية من الكلس 15 - 35 ٪ وتختلف الترب بمحتواها من الكلس من منطقة الى أخرى. وبشكل عام يتوزع الكلس بشكل متجانس في مقد الترب الكلسية في العراق مع زيادة طفيفة في النسبة المئوية للكلس في الأفاق أو الطبقات السفلي من المقد والقريبة من مستوى الماء الأرضي مع بعض ترب الشمال حيث تتراوح النسبة المئوية للكلس في الطبقة السطحية حوالي ( 2- 7 ٪ ) ثم تزداد بشكل كبير مع العمق. من ناحية مصادر الكلس في الترب العراقية فيعتقد (Deliver , 1954 )، أن معظم كاربونات الكالسيوم فيها قد نقلت مع مياه دجلة والفرات وروافدهما بشكل دقائق ناعمة من أعالي الشمال وترسبت و تجمعت مع دقائق التربة الأخرى في السهل الرسوبي ، كما أن هناك احتمال آن قسم من الكاربونات في التربة قد ترسبت من المياه الجوفية الصاعدة خلال التربية خاصة في المناطق ذات المياه الأرضية الضحلة والحاوية على الكالسيوم والبايكاربونات وذلك عند بلوغها حد الاشباع . واضافة الى ذلك فهناك احتمال ايضأ لترسب الكاربونات من مياه الري بعد أتحاد الكالسيوم بأيونات البايكاربونات وطبقأ للتفاعل التالي وذلك بعد تعرضها للتبخر ووصولها حد الاشباع بالنسبة لكاربونات الكالسيوم :

$$Ca + 2HCO_3 \longrightarrow Ca(HCO3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{عند الجفاف}} CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

**نظام الكاربونات ( Carbonate system ) في التربة**:

تتكون الكاربونات المترسبة في التربة من كاربونات الكالسيوم مع كمية ضئيلة من الدولمايت ، $Ca\ Mg(CO_3)_2$ والماكنيسايت ، $MgCO_3$ وتشكل كاربونات الكالسيوم سيادة مابين هذه الكاربونات لذلك فأننا سنتركز على نظام كاربونات الكالسيوم . تعتبر كاربونات الكالسيوم مكون قليل الذوبان حيث لا تزيد قابلية ذوبانه على 0.031 غم / لتر وعند وجود وفرة من حامض الكاربونيك في المحلول فأن درجة الذوبان ترتفع الى 0.06 – 0.14 غم / لتر نتيجة تكون بيكاربونات الكالسيوم وحسب المعادلة التالية :

$$CaCO3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO3)_2$$

كما ان قابلية ذوبان هذا المركب ترتبط بدرجة تفاعل الوسط الذي توجد فيه ، حيث تزداد كلما قلت درجة التفاعل ( الأس الهيدروجيني )

**طبيعة وخصائص الترب الكلسية**

تعتبر الترب الكلسية وبسبب احتواءها على كمية كبيرة من الكاربونات ذات طبيعة خاصة وتتصف بصفات معينة نوجزها بما يلي :

1- تحتوي على كمية كبيرة من الكاربونات المترسبة ( الكلس ) ويعتمد تأثير الكلس على صفات التربة على النسبة المئوية للكلس في التربة ، وقد اعتبرت النسبة المئوية للكلس (5) الحد الذي يفصل بين الترب الكلسية والترب غير الكلسية (Razonov et al 1982) ، وتقسم الترب الكلسية الى درجات حسب محتواها من الكلس في بعض المراجع ( FAO Soil Bulletin No 21 ) وبالشكل التالي :

| الدرجة | محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم كنسبة مئوية |
|---|---|
| ترب غير كلسية | اقل من 5 |
| ترب كلسية خفيفة (ضعيفة) | 5 - 15 |
| ترب كلسية متوسطة | 15 - 35 |
| ترب كلسية | 35 – 55 |
| ترب كلسية شديدة | 35 - 75 |
| ترب كلسية شديدة جداً | اكثر من 75 |

2- يلاحظ نقص واضح في قابلية التربة للأحتفاظ بالماء وخاصة عند زيادة الشد ، وبشكل عام آن منحنيات الشد الرطوبي في الترب الكلسية تشبه لحد ما منحنيات الشد الرطوبي في الترب الرملية ( Massoud 1973)

3- تتصف معظم الترب الكلية بوجود طبقة صلدة في السطح أو تحت السطح على عمق معين وذلك عندما تكون نسبة الكلس عالية جداً في تلك الطبقة .

4- تكون قشرة صلبة على سطح التربة خاصة عند الجفاف بعد الري ، وتكون مثل هذه القشرة يتم من خلال سلسلة من العمليات الفيزيائية .

5- من الناحية الكيميائية فأن الترب الكلسية وبسبب احتوائها على نسبة كبيرة من الكلس تتصف بدرجة تفاعل قاعدية (7.8 – 8.2) .

6- تتصف الترب الكلية بشكل عام بانخفاض قيمة السعة التبادلية الكاتيونية ، وتتراوح (3.2 –30) ملي مكافئ / 100 غم . ولوحظت علاقة عكسية بين قيم السعة التبادلية الكاتيونية والنسبة المئوية للكلس في الترب العراقية.

7- تتصف هذه الترب بسعة تنظيمية ( Buffering Capacity ) عالية ضد الحامضية وذلك بسبب احتوائها على كمية كبيرة من كاربونات الكالسيوم

8- تعتبر هذه الترب من الناحية الكيميائية مشبعة بكاربونات الكالسيوم وتعتبر من أيونات الكالسيوم الأيونات السائدة في محلولها . وعلى سطوح معقد التبادل فيها ، ويستثنى من ذلك الترب الكلسية الملحية .

9- وبسبب تواجد هذه الترب في الظروف الجافة ، فأنها قليلة المحتوى المادة العضوية وبعض العناصر الغذائية كالنتروجين .

10- تتصف هذه الترب بقابلية عالية على تثبيت ( fixation ) عدد من العناصر الغذائية كالفوسفور وبعض العناصر الصغرى كالزنك والمنغنيز والحديد والنحاس والبورون وذلك بسبب درجة التفاعل القاعدية وتوفر كمية كبيرة نسبيا من الكالسيوم ووجود دقائق كاربونات الكالسيوم نفسها .

**مشاكل الترب الكلسية**

من خلال استعراض الصفات الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للترب الكلسية المذكورة أعلاه يمكن الاستنتاج بان هذه الترب تعاني من جملة من المشاكل ذات العلاقة بخصوبتها . وتعتمد حدة هذه المشاكل وتأثيرها على انتاجية التربة على نسبة الكلس فيها . وبالرغم من أنه لا يوجد أتفاق عام على النسبة المئوية للكلس التي تبدأ عندها مشاكل الترب الكلسية ، الا ان الملاحظ أن المشاكل الكيميائية تبدأ بالظهور عند النسب الواطئة من الكلس في التربة ، وتظهر المشاكل الفيزيائية والمائية في التربة

عند النسب العالية نسبيا من الكلس ، ويعتقد ان المستويات الواطئة من الكلس ربما تحمل تأثيرات ايجابية على الصفات الفيزيائية كالتركيب . البناء والنفاذية وغيرها . لقد أقترح البرزنجي (1973) مؤشر أو دليل الكلس في التربة للدلالة على تأثير الكلس على صفات التربة ايجابياً أو سلبياً ، حيث عندما يكون دليل الكلس مساوية واحداً فأنه يمثل الحال المثالية المحتوى الكلس او بعبارة أخرى أفضل محتوى للكلس في التربة مساوياً واحد فأنه يمثل الحالة المثالية لمحتوى الكلس او بعبارة أخرى أفضل محتوى للكلس في التربة من ناحية تأثيره على صفات التربة ، واذا كانت قيمة هذا المؤشر اكثر او أقل من واحد فيمثل الحالة غير المثالية جدول (؟) .

جدول (؟) مؤشر او دليل الكلس في التربة حسب البرزنجي (Barazanji 1973)

| النسبة المئوية للكلس في التربة | قيمة المؤشر |
|---|---|
| % 0.03 | 0.9 |
| % 10 – 0.3 | 0.95 |
| % 25 – 10 | 1.0 |
| % 50 – 25 | 0.9 |
| اكثر من 50 | 0.8 |

هذا الجدول يظهر أن التأثيرات السلبية للكلس على صفات التربة ونمو النبات تلاحظ عندما تكون النسبة المئوية للكلس في التربة اكثر من 25 % .

أن أهم المشاكل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية في الترب الكلسية هي :

1- كما اشرنا قبل قليل إلى أن الدراسات أشارت الى أن منحني الرطوبي للترب الكلية يشبه لحد ما من ناحية السلوكية منحني أيضا من أحد المشاكل الشد الرطوبي في الترب الرملية ، وهذا يعني آن قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء واطئة.

2- ان عملية تكون قشرة صلبة (Cruisting) على سطح التربة الكلسية تعتبر من المشاكل الرئيسية في هذه الترب وذلك لتأثيرها في اعاقة الأنبات للبذور وفي نمو النبات بما يسبب خسارة كبيرة في انتاجية المحاصيل الزراعية المزروعة في هذه الترب .

3- ان وجود طبقة كلسية صماء سواء في الطبقة السطحية أو في أحد طبقات المقد في بعض الترب الكلسية يعتبر من احد المشاكل الكبيرة فيها ، لأن وجود مثل هذه الطبقة يعيق حركة الماء والهواء وكذلك تغلغل الجذور خلالها .

4- بالرغم من وجود كاربونات الكالسيوم في التربة ليس له تأثير ازموزي على النبات ، وبذلك فان كاربونات الكالسيوم كملح ليس لها تأثيرات سلبية على كثير من المحاصيل الزراعية ، الا ان بعض المحاصيل الزراعية المعتادة على النمو في الترب الحامضية الاستوائية وشبه الاستوائية ( مثال ذلك الكاكاو والقهوة والموز والشاي وبعض انواع الحمضيات ) . تكون حساسة للترب الكلسية .

5- ان درجات التفاعل ( قيم الأس الهيدروجيني ) العالية السائدة في هذه الترب والمصحوبة بوجود وفرة من أيونات الكالسيوم فيها مع وجود كمية كبيرة من دقائق كاربونات الكالسيوم تؤدي إلى خفض جاهزية عدد من العناصر الغذائية ( الكبرى والصغرى ) مثل النتروجين الفوسفور والزناد والحديد و المنغنيز والبورون .

6- أن تشبع محلول التربة ومعقد التبادل في الترب الكلسية بالكالسيوم غالبا ما يؤدي ذلك إلى حدوث حالات أختلال في التوازن الغذائي بين الايونات الموجبة الضرورية للنبات ، مثال ذلك حدوث اختلال في التوازن الغذائي بالنسبة للبوتاسيوم وذلك بسبب النسبة العالية للكالسيوم : البوتاسيوم (Ca :K) السائدة في الترب الكلسية واحتمال حدوث اختلال في التوازن الغذائي بالنسبة للمغنسيوم وذلك بسبب النسبة العالية للكالسيوم : المغنسيوم أيضاً في هذه التربة .

7- انخفاض قيم السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) في الترب الكلسية تسبب خفض قابلية هذه الترب على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية .

8- تعتبر الترب الكلسية فقيرة بالمادة العضوية وكذلك بالنتروجين ، وكثيراً ما تلاحظ أن مستوى النتروجين في هذه الترب دون الحد الحرج بكثير ، لذلك فان هذه الترب تعاني ايضاً من مشاكل ذات علاقة بتغذية النبات بالنتروجين . كما تعاني هذه الترب بضعف القابلية على الأحتفاظ على المادة العضوية وتراكمها وذلك بسبب الظروف المناخية التي تكون سائدة في المناطق التي توجد فيها هذه الترب التي تعجل من سرعة انحلالها .

**معالجة مشاكل الترب الكلسية**

كان يعتقد أن استصلاح الترب الكلسية يمكن أن يتم من خلال أزالة الكلس من التربة وكما هو الحال بالنسبة للترب الملحية التي يتم استصلاحها بأزالة الأملاح الذائبة منها . وتتم ازالة الكلس من التربة وذلك بمعاملتها مع أحد الحوامض ويطلق على مثل هذه العملية ( Acidification ) ، ولكن ظهر نتيجة التجارب والمحاولات العديدة في هذا المجال أن هذا الأسلوب غير مجدي وخاصة بالنسبة للترب الكلسية التي تحتوي على اكثر من (5%) من الكلس ، حيث تتصف هذه الترب بسعة تنظيمية عالية جدا ، اضافة الى ذلك أن مثل هذه الطريقة تعتبر غير أقتصادية وتكتنفها صعوبات فنية عديدة في الوقت الحاضر . لذلك ونتيجة الخبرة العملية في الترب الكلسية أقترحت عدة اساليب وطرق للحد من مشاكل وعيوب هذه الترب ، التغلب عليها من أجل رفع خصوبتها وزيادة إنتاجيتها ، ونوجز هنا أهم هذه الأساليب :

1- العناية بأضافة المادة العضوية لهذه الترب سواء من خلال أضافة الاسمدة الحيوانية دانية أو اسمدة فضلات المدن أو من خلال قلب بعض المحاصيل الزراعية في التربة . أن أضافة المادة العضوية يحقق هدفين :

**الهدف الأول** : اعتبارها مصدر سمادي لعدد من العناصر الغذائية ،

**والهدف الثاني**: هو بأعتبارها مصلح للصفات الفيزيائية والكيميائية في هذه التربة .

2- من المشاكل التي يجب معالجتها في الترب الكلسية هي تلك المتعلقة بعلاقة التربة و الماء (Soil - Water relationship) الأمر الذي يتطلب العناية بالري وأختيار طريقة الري المناسبة لهذه الترب . ويفضل استخدام طريقة الري بالرش كطريقة مناسبة للترب الكسلية غير الملحية .

3- ولغرض تجنب حدوث القشرة على سطح التربة الكلسية يتطلب الاهتمام باسلوب الري وطريقة اعطاء الريات وينصح في هذا المجال بضرورة ، أستخدام الري المتكرر بدلا من الري الثقيل المتباعد وعدم السماح للتربة بالجفاف الزائد .

4- اما في حالة وجود طبقة كلسية صماء على عمق معين فينصح عادة بالحرث العميق لتكسر وتفتيت هذه الطبقة وكذلك ينصح بزراعة بعض المحاصيل ذات الجذور الوتدية العميقة كالجت والقطن وغيرها من المحاصيل ، حيث تقوم هذه الجذور بالتغلغل في هذه الطبقة وتفتيتها .

5- الاهتمام بالتسميد الكيميائي في هذه الترب لفرض أمدادها بالعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات ، حيث لاحظنا ان هذه الترب تعتبر فقيرة بمعظم العناصر الغذائية الكبرى والصغرى .

ونتيجة التجارب العديدة التي جرت في هذا المجال تم التوصل إلى عدد من التوصيات التي تحقق فائدة كبيرة عند تطبيقها في الترب الكلسية .

أ- لغرض تجنب تطاير الأمونيا عند استخدام الأسمدة النتروجينية في الترب الكلسية ينصح بعدم اضافة هذه الأسمدة الى سطح التربة ويفضل خلطها مع الطبقة السطحية للتربة .

ب- عند استخدام الأسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية يجب ضبط مواعيد الأضافة وأختيار الاعماق المناسبة التي تخلط معها .

ج- يفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية الأحادية (monophosphate) كسماد السوبر فوسفات وكذلك فوسفات امونيوم .

د- يفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية التي على شكل حبيبات شجرة (granular) بالمقارنة مع السماد الفوسفاتي الذي يكون بشكل دقائق ناعمة .

هـ-ينصح بأضافة الأسمدة الفوسفاتية بشكل خطوط (band - application) للمحاصيل المزروعة في الترب الكلسية بدلا من طريقة النثر (broadcast application).

و- الكمية المناسبة من الأسمدة الفوسفاتية المضافة لكل محصول زراعي تعتمد على مدى نقص عنصر الفوسفور في التربة الكلسية المستغلة . وهذا يتطلب اجراء اختبار أو تحليل تربة (Soil test) دوري للتربة .

ز- بالنسبة لمشكلة التوازن الغذائي في الترب الكلسية وخاصة بالنسبة للبوتاسيوم فيجب إجراء تحليل ليس لكمية البوتاسيوم فقط وانما كذلك تعيين النسبة بين : الكالسيوم : البوتاسيوم لتقرير مدى الحاجة الى الأسمدة البوتاسيومية لهذه الترب.

كما أشرنا قبل قليل إلى أن كثير من الترب الكلسية تعاني من نقص جاهزية بعض الصغرى كالزنك والحديد والمنغنيز والنحاس وذلك بسبب درجات التفاعل ( الأس الهيدروجيني ) العالية السائدة هذه الترب . ولغرض معالجة هذا النقص يفضل أضافة هذه العناصر بشكل اسمدة و بالطرق التالية :

1- طريقة الرش على الأوراق (Foliar application) التي تضمن رش هذه العناصر على الأوراق وامتصاصها مباشرة من قبل الاوراق وبذلك يتجنب ترسب هذه العناصر عند اضافتها بطريقة النثر التربة .

2- إضافة العناصر الصغرى بشكل مخلبيات Chelates مثال ذلك:

(Cu – EDTA, Zn - EDTA , Fe – EDTA, ) وفي السنوات الأخيرة تم تصنيع هذه العناصر مرتبطة مع كل من EDDHA و DTPA. وتحتفظ العناصر الصغرى الداخلة في التركيب هذه المخلبيات بقابليتها على الحركة والذوبان وتكون جاهزية للامتصاص من قبل النبات ولا تترسب في التربة ضمن مدى درجات التفاعل في الترب الكلسية وحتى أعلى من ذلك .

## استصلاح الأراضي الرملية Reclamation of Sandy Soil

تعريف الترب الرملية وانتشارها الترب الرملية كمصطلح عام تعرف بأنها الترب ذات النسجة الخشنة بعبارة أخرى الترب التي تحتوي على نسبة عالية من الرمل . وتصنف هذه الترب حسب محتواها من الرمل الى مجموعتين رئيسيتين :

1- ترب رملية.
2- رملية مزيجة .

فالمجموعة الاولى تشمل الترب التي تحتوي على 85 % واكثر من الرمل ، بينما لا تتجاوز النسبة المئوية للغرين مضافا له 1.5% النسبة المئوية للطين 15 ٪ . أما الترب الرملية المزيجة فانها الترب التي تحتوي كحد أعلى على 85 -90 % رمل وتكون فيها النسبة المئوية للغرين مضافاً لها 1.5 النسبة المئوية للطين لا تقل عن 15 % ، و كحد أدنى تحتوي على ما لا يقل عن 70 - 85 % رمل وتكون النسبة المئوية للغرين مضان لها ضعف النسبة المئوية للطين لا تزيد عن 30 % . اضافة الى ذلك فأنه طبق الى تصنيف التربة حسب النسجة فأن مصطلح الترب الرملية يطلق أيضا على ترب أخرى التي تحتوي على نسبة عالية من الرمل وهي الترب الطينية الرملية والترب المزيجة الطينية الرملية والترب المزيجة الرملية .

### خصائص الترب الرملية

تتميز الترب الرملية ببعض الخصائص ذات العلاقة بانتاجيتها الزراعية أهمها :

1- تعتبر الترب الرملية عديمة البناء ، وتعتبر كذلك ترب غير مرنه ولا تتماسك عند الجفاف .
2- المسامية الكلية واطئة نسبيا وتتراوح 32 -42 % ، والتوزيع المسامي لهذه الترب يظهر أنها تحتوي على نسبة كبيرة من المسامات الكبيرة بالمقارنة المسامات الصغيرة ، وينتج من ذلك عدد من الصفات التي تميز هذه الترب وهي:
   أ- تهوية جيدة .
   ب- قلة قابليتها على الأحتفاظ بالماء .
   ج- بزل جيد .

3- من الخصائص الفيزيائية - المائية لهذه الترب وكما أشرنا اعلاء قلة قابليتها على الاحتفاظ بالماء وتشكل نسبة الماء الجاهز نسبة قليلة جدأ فيها 6% ، اذا ماقورنت بالترب الطينية النسبة الماء الجاهز فيها 29 ٪ .

4- سرعة غيض التربة عالي جدا في هذه الترب يصل الى (25 سم / ساعة ) ومثل هذه السرعة اكبر من سرعة بالترب الطينية بـ (250) مرة . -

5- المساحة السطحية الحبيبات ( مفصولات ) هذه الترب واطئة لذلك تعتبر هذه الترب غير فعالة أو خاملة من ناحية مشاركتها في التفاعلات الكيميائية .

6- السعة التبادلية الكاتيونية في الترب الرملية واطئة جدأ وتتراوح (10 ملي مكافئ / ١٠٠ غم .

7- من الناحية الخصوبية تتصف هذه الترب بقلة محتوى المادة العضوية فيها وانخفاض مستوى العناصر الغذائية الكبرى والصغرى فيها كذلك تتصف هذه الترب بضعف قابليتها للأحتفاظ بالعناصر الغذائية .

**مشاكل الترب الرملية**

يظهر من أستعراض الصفات الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للترب الرملية ، أن هذه الترب تعاني من عدد من المشاكل الزراعية ، واهم هذه المشاكل:

اولاً: من الناحية الفيزيائية - المائية فان هذه الترب تعاني من:

1- ضعف البناء .

2- سرعة غيض التربة عالية .

3- سرعة النفاذية والتوصيل المائي عالية .

4- قلة قابليتها للأحتفاظ بالماء

ثانياً: ضعف قابليتها للاحتفاظ بالعناصر الغذائية وذلك بسبب انخفاض السعة التبادلية الكاتيونية وتعرض العناصر الغذائية للغسل .

ثالثاً: تعتبر هذه الترب غير خصبة وذلك للأسباب التالية

1- فقيرة بالمادة العضوية والعناصر الغذائية .

2- ضعف قابليتها بالاحتفاظ بالعناصر الغذائية المضافة لها بشكل سماد أو من اي مصدر آخر .

3- ومما يزيد من مشكلة نقص العناصر الغذائية في هذه الترب هو تعرض العناصر الغذائية للغسل والفقدان نتيجة لتكرار الري في هذه الترب وذلك لسد الحاجة إلى الماء .

4- ضعف العمليات الحيوية في هذه الترب .

رابعاً: معظم الترب الرملية وخاصة الموجودة منها في المناطق الصحراوية تتعرض إلى التعرية الريحية ، وتتعرض أيضا إلى التعرية المائية وخاصة في المناطق الساحلية المعرضة الى العواصف المطرية.

**معالجة مشاكل الترب الرملية**

ان استصلاح الترب الرملية هو محاولة للتخفيف من حدة المشاكل التي تعاني منها هذه الترب بهدف استغلالها ورفع انتاجيتها . ويتضمن برنامج استصلاح و تحسين الترب الرملية مايلي :

1- فقد الماء الناتج من نقل مياه الري وطريقة الري لتقليل فقد الماء في الترب الرملية المستغلة يتطلب أختيار طريقة الري المناسبة لهذه الترب ، لقد ثبت أن طريقة الري السطحي تعتبر طريقة غير مناسبة للترب الرملية بالمقارنة مع طريقة الرش أو طريقة التنقيط أو طريقة الري تحت السطحي التي تعتبر طرق مناسبة للترب – الرملية .

2- خفض فقد الماء بالرشح من خلال وضع عوائق أو حواجز ( barriers ) بشكل طبقة ذات نفاذية قليلة جدا على عمق معين في التربة ، الهدف منها تقليل سرعة حركة الماء أو تقليل حركته من الاعلى الى الأسفل وبالتالي زيادة كمية الرطوبة فوق الحاجز أو العائق لتوفيرها للأمتصاص من قبل النبات . لقد أستخدمت عوائق أو حواجز مصنعة عديدة قسم منها مصنع من مواد صناعية والقسم الأخر يكون من مواد عضوية ومعدنية طبيعية واستخدمت لهذا الغرض مكائن خاصة ( Massoud 1975 ) . حيث استخدمت في بداية الأمر حواجز أو عوائق من البنتونايت والأغشية البلاستيكية ولكنها لم تحقق نجاحا كبيرا في هذا المجال ، واستعملت مؤخرا عوائق من الأسفلت .

3- اضافة الطمي الى التربة الرملية بناء على الخبرة العملية الطويلة أعتاد الفلاحون المصريون على أضافة الطمي الى التربة الرملية وذلك خلال فترات الفيضان بهدف تحسين الصفات الفيزيائية والخصوبية والكيميائية لهذه الترب . واشارت نتائج أحدى التجارب التي أجريت في هذا المجال والمتضمنة اضافة حوالي 7 م$^3$ من الطمى للهكتار الواحد لتربة رملية أنه قد ادى الى تحسين صفات التربة وبالتالي زيادة انتاجيتها . أن دور اضافة المواد الناعمة والغروية

إلى التربة الرملية يكمن في زيادة قابلية التربية للأحتفاظ بالماء ، من جهة ومن جهة أخرى تؤثر في التقليل من حركة الماء خلال التربة الرملية .

4– خفض فقد الماء المتبخر من سطح التربة خلال الاجراءات التالية :

1– **استخدام المعطيات** (Surface mulch) : يمكن تحسين الوضع المائي ( اي مخزون الرطوبة التربة الرملية وخاصة تلك المنتشرة في المناطق القاحلة من خلال تغطية سطح التربة بمواد معينة بهدف التقليل من شدة تبخر الماء من سطح التربة ومثال هذه الحصى وبقايا النباتات والورق والمواد البلاستيكية .

2– **الحراثة** : عادة التبوير ينصح بهدف التقليل من شدة التبخر من سطح التربة الرملية خلال فترات بعدم ترك سطح التربة دون حراثة ، حيث أن حراثة الطبقة السطحية للتربة يؤدي الى تكسير وتشويش استمرارية الأنابيب الشعرية التي تلعب دورا في صعود الماء من الطبقات السفلى الى سطح التربة . أن ذلك يؤدي إلى خفض فقدان الماء بالتبخر .

**تحسين الصفات الكيميائية والخصوبية للترب الرملية**

ويتضمن ذلك استخدام كافة الإجراءات التي تؤدي الى تحسين الصفات الكيميائية والخصوبية وكذلك الأجراءات التي تهدف إلى تحسين طرق تسميد التربة الرملية والتي نوجزها بما يلي :

1. **التسميد العضوي**

كما هو معلوم أن التسميد العضوي المتضمن اضافة الأسمدة الحيوانية وفضلات المدن وقلب المحاصيل الزراعية يلعب دورا كبيرا في صفات الترب الرملية مثال ذلك بناء ( تركيب ) التربة ومساميتها وقابليتها على الاحتفاظ بالرطوبة والسعة التبادلية الكاتيونية وزيادة قابلية الاحتفاظ بالعناصر الغذائية اضافة الى التأثير المباشر للمادة العضوية وهو زيادة احتياطي العناصر الغذائية في التربة .

1. **التسميد المعدني**

كما اشرنا في فصل مشاكل الترب الرملية أن هذه الترب تعتبر فقيرة جدا بالعناصر الغذائية الكبرى والصغرى ، لذلك فأن تجهيز هذه الترب عند الاستغلال بالعناصر الغذائية بشكل اسمدة معدنية يعتبر أحد المستلزمات الرئيسية لزيادة انتاجية هذه الترب ، أخذين بنظر الأعتبار العناية الفائقة في تحديد كمية ونوعية هذه الأسمدة وطريقة اضافتها لتحقيق كفاءة جيدة للتسميد في هذه الترب .

أن هناك عدد من الأساليب التي أختبرت في هذا المجال وأظهرت فعاليتها في زيادة كفاءة التسميد بالترب الرملية ( Balba 1975 ) نوجز أهمها :

أ- السيطرة على رطوبة التربة .

ب- السيطرة على فقدان العناصر الغذائية المضافة . ويتم ذلك من خلال استخدام الوسائل التالية:

1- التسميد الورقي ( Foliar sprays ) .

2- استخدام صيغ سمادية قليلة الذوبان ( slow release forms ) .

3- السيطرة على عملية النترجة

**السيطرة على التعرية الريحية في الترب الرملية**

تتعرض معظم الترب الرملية وخاصة المنتشرة منها في المناطق القاحلة والصحراوية الى درجات مختلفة من التعرية الريحية التي تؤدي بدورها الى عدم ثبات التربة وحركتها المستمرة . ويمكن السيطرة على التعرية الريحية في هذه الترب بأستخدام أساليب الصيانة المذكورة بالتفصيل في كتب صيانة التربة ، وهنا نشير فقط الى أهم هذه الأساليب :

1- استخدام الحراثة بأقل حد ممكن ، ويجب اجراء الحراثة عمودية على اتجاه الرياح .

2- تغطية سطح التربة بالمحاصيل الزراعية وخاصة خلال فترات أو مواسم التعرض إلى الرياح وتستخدم لهذا الغرض عدد المحاصيل الزراعية كالجت والذرة البيضاء وبعض الحشائش الرعوية .

3- استخدام مصدات الرياح التي تحد من سرعة الرياح

4- السيطرة على الرعي وتجنب الرعي الجائر حيث يؤدي ذلك الي ازالة الغطاء النباتي وتعرض سطح التربة إلى التعرية .

5- استخدام المعطيات السطحية لتغطية سطح التربة الرملية ، و تستخدم في الوقت الحاضر عدة مواد في هذا المجال وبذلك بهدف الحد من تعرض الترب الرملية الى التعرية ومثال هذه المواد ( المشتقات النفطية الثقيلة ، المطاط الأصطناعي ، مواد بلاستيكية قابلة للذوبان بالماء)

6- تثبيت الكثبان الرملية تنتشر الكثبان الرملية ( Sand dunes ) عادة الرملية ، حيث تعاني كثير من هذه الترب من تحرك الرمال وزحفها نحو مناطق مجاورة أخرى ، لذلك في حركة الكثبان الرملية لا تؤثر فقط على الترب الرملية نفسها وانما كذلك على ترب المناطق المحيطة بها وبذلك تعتبر عامل أساسي من عوامل التصحر في المنطقة . وفي العراق تنتشر الكثبان الرملية في الصحراء الجنوبية والصحراء الشمالية . وتستخدم في الوقت الحاضر اساليب عديدة للحد من حركة الكثبان الرملية ومحاولة تثبيتها وأهم هذه الأساليب :

1- استخدام النباتات الجافة كسياج عمودي ويتم ذلك بغرم بعض النباتات بشكل قائم في خنادق ذات عمق ١٠ سم وترتفع فوق سطح التربة حوالي 35 أو أكثر

2- المغطيات السطحية : لقد أشرنا قبل قليل إلى أن هناك عدد من المواد الصناعية تستخدم لتغطية سطح التربة الرملية ، وتستخدم نفس هذه هي المواد ايضاً في تثبيت الكثبان الرملية

**اختيار المحاصيل الزراعية المناسبة للترب الرملية**

لفرض استكمال برنامج استصلاح الترب الرملية يجب أختيار المحاصيل الزراعية المناسبة للزراعة في الترب الرملية بعناية وذلك التحقيق انتاجية جيدة في هذه الأراضي تتناسب والجهود التي بذلت فيها من جهة ومن جهة أخرى أن تلعب هذه المحاصيل دورة ايجابية في تحسين التربة الرملية نفسها ، وهناك عدد من المحاصيل الزراعية يمكن أن تحقق الأهداف المذكورة اعلاه من خلال زراعتها في الترب الرملية وذلك بشكل منفرد أو ضمن دورة زراعية مناسبة ، ويجب أن تتوفر الشروط أو المميزات التالية في مثل هذه المحاصيل :

1- محاصيل ذات مجموع جذري غير متعمق ، أي ذات مجموعة جذرية سطحية .

2- المحاصيل التي تحتاج أقل ما يمكن من المياه .

3- المحاصيل البقولية التي تقوم بتثبيت النتروجين في التربة .

4- المحاصيل المتحملة للملوحة نسبياً في حالة وجود مستوى عالي نسبياً من الملوحة في التربة أو في حالة ريها بمياه مالحة .

5- المحاصيل ذات المردود الأقتصادي السريع . وأمثلة هذه المحاصيل عديدة ، الحنطة والشعير وفستق الحقل والسمسم والذرة البيضاء كمحاصيل حقلية ، والبطاطا والثوم والبصل كخضراوات والزيتون والعنب كأشجار فاكهة .