مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

# التقييم البيئي لتملح التربة بمنطقة غرب الموهوب- بالواحات الداخلة: باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد

**د. طارق محمد أبو الفضل إبراهيم**

مدرس الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية
والاستشعار عن بعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية
كلية الآداب – جامعة جنوب الوادي

**د. صفاء محمد مالك حمادي**

مدرس الجغرافيا البيئية ونظم المعلومات الجغرافية
والاستشعار عن بعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية
كلية الآداب – جامعة جنوب الوادي

DOI: 10.21608/qarts.2023.216042.1695

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – العدد (٥٧) أكتوبر ٢٠٢٢

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

# التقييم البيئي لتملح التربة بمنطقة غرب الموهوب- بالواحات الداخلة: باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد

**الملخص:**

يهتم هذا البحث بتطبيق منهجية التقييم البيئي في دراسة واحدة من أهم المشكلات البيئية بمنطقة غرب الموهوب بغرب منخفض الواحات الداخلة بصحراء مصر الغربية، باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والعمل الميداني بغية تقييم المشكلة والوقوف على أهم العوامل الجغرافية المسببة لها أو المؤثرة فيها ثم تحديد أهم النتائج المترتبة عليها وصولاً لاقتراح أنسب الحلول الممكنة.

وقد تم ذلك من خلال حساب معدل التغير في المساحة المنزرعة والمعرضة لعمليات التملح بالمنطقة خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٧م، ثم رسم خارطة مخاطر تملح التربة بالمنطقة، وتحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتملح والمناطق غير المهددة بحدوث التملح، ووضع تصور أولي حول كيفية إدارة هذه الظاهرة للحد من آثارها السلبية وضمان حماية البيئة والموارد الطبيعية والحفاظ عليها.

وقد خلصت الدراسة إلى أن الأحوال المناخية وأساليب الري المتبعة هي أهم العوامل الجغرافية المسببة لتملح التربة بالمنطقة يليها غياب وتدهور المصارف الزراعية، ومياه الري ثم الخصائص التضاريسية كأقل العوامل تأثيراً، أما من حيث تملح التربة فقد أوضحت الدراسة ارتفاعاً كبيراً في مساحة الأراضي المملحة والمتصحرة جراء التملح خلال فترة الدراسة (١٩٨٤-٢٠١٧م)، وإلى أن أنسب الحلول القابلة للتطبيق لمجابهة هذه المشكلة ولتحقيق أفضل إدارة بيئية لها تتمثل في تقليل كميات مياه الري ومعالجة التربة وضبط الممارسات الزراعية التي تتسبب في زيادة تملح التربة.

**الكلمات المفتاحية:** التقييم البيئي، تملح التربة، منطقة غرب الموهوب، الواحات الداخلة، بنظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، الموصلية الكهربائية، التملح الأولي، التملح الثانوي، التربة الملحية الصحراوية، التصنيف الموجه (المراقب) للمرئيات الفضائية، مناطق التدريب، تصنيف التربة، التحليل العاملي.

*** مقدمة:**

يعتبر تملح التربة أحد أسباب الرئيسة في تدهور الترب ولاسيما في المناطق الجافة وشبة الجافة، وعادة ما تستخدم القياسات الحقلية لتقدير تملح الترب، ومع تطور البرمجيات المختلفة ولاسيما تلك الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS)، فقد باتت الأخيرة أداة مهمة في تقدير وإدارة العديد من المشكلات البيئية المختلفة ومنها تملح التربة، كما تبين أن التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد Remote Sensing (RS) والدراسات الحقلية يعد منهجاً علمياً فعالاً لرصد مخاطر تدهور التربة على مساحات واسعة.

يشير مصطلح التربة الملحية إلى حالة تراكم الملح القابل للذوبان في التربة ويمكن تحديده عن طريق قياس الموصلية الكهربائية Electrical conductivity (EC) لمحلول مستخرج من عجينة التربة المشبعة بالماء، وتقاس الموصلية الكهربائية بوحدة الديسي سمينز/م (Ds.m−1) أو ملليموز في السنتيمتر (mmhos/cm) وهو تعبير عن الأنيونات والكاتيونات في التربة، ومن وجهة نظر جغرافية التربة فإن التربة المالحة هي تلك التي تحتوى على تركيزات عالية من الأملاح الذائبة بكمية تؤثر بالضرر على نمو المحاصيل، أما من وجهة نظر الزراعة فإنها تلك الترب التي تحتوي على أملاح طبيعية قابلة للذوبان كافية في منطقة الجذر للتأثير سلبًا على نمو معظم المحاصيل (محمد وأخرون، ٢٠١٧، ص١٥).

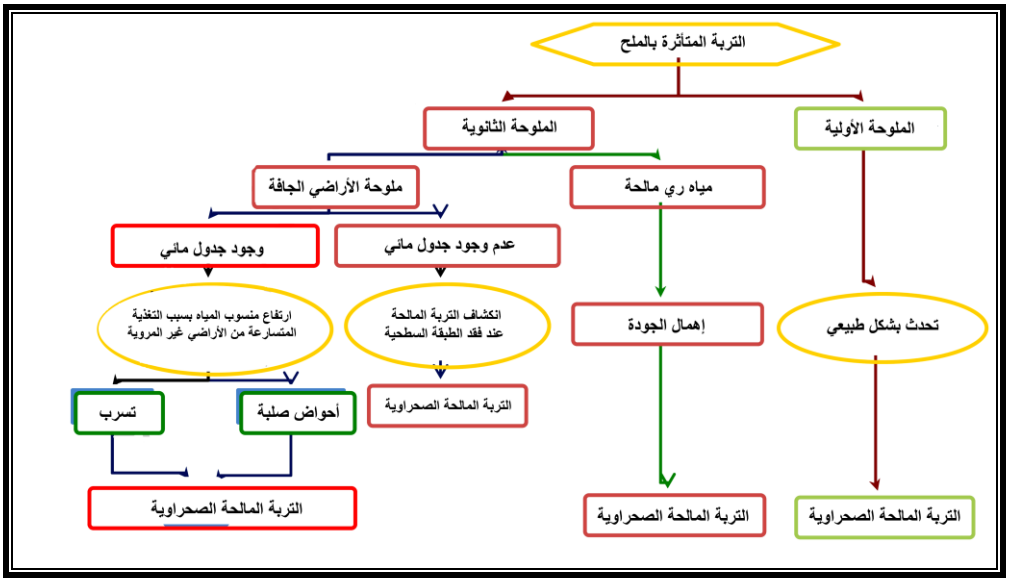
ويمكن لنا أن نتصور مراحل وأسباب نشوء التربة المتأثرة بالملوحة من وجهة نظر إدارة التربة وتمثيلها بالمخطط الآتي (شكل ١):

التملح الأولي Primary Salinity: ويمثل التدهور الطبيعي للتربة وهو عموماً بطيء بسبب التغير المستقر لحال الترب الملحية المتكونة وحتى ضياعها بالتصحر يكون ضعيف نسبياً وتكون الملوحة سمة متأصلة للتربة.

التملح الثانوي Secondary Salinity: يمثل التملح المعجل والذي ينتج جراء الإدارة الخاطئة لموردي التربة والمياه، وهو أسرع من التملح الأولي وفي مراحله الأولي ممكن أن

تبقى التربة محافظة على معدلات انتاجيتها، ويظهر هذا النوع في الترب التي تخضع لعمليات الإرواء غير المدروسة وذلك بإهمال نوعية مياه الري، كما يحدث في الترب الزراعية ذات الماء الأرضي المرتفع بفعل وجود الطبقات الصماء أو استواء الأرض، وخاصة في الترب ذات النسيج الناعم، مما يؤدي إلى إعاقة الحركة الأفقية للماء ومن ثم صعوبة صرفه من جسم التربة وعندئذ تسهم هذه المياه بقسط كبير في نشاط هذه العملية.

التربة الملحية الصحراوية Desert Saline Soil: وهي النتيجة النهائية والحتمية لكافة عمليات التملح، إذ قد تحدث طبيعياً جراء حالة التملح الأولي أو تحصل في الترب غير الخاضعة للإدارة الرصينة والتي تعاني تغيرات كبيرة في نوع وكم الغطاء النباتي وفيها تكون الإنتاجية منخفضة جداً أو معدومة (صحراء).




المصدر: محمد وأخرون، ٢٠١٧، ص ٢٣.

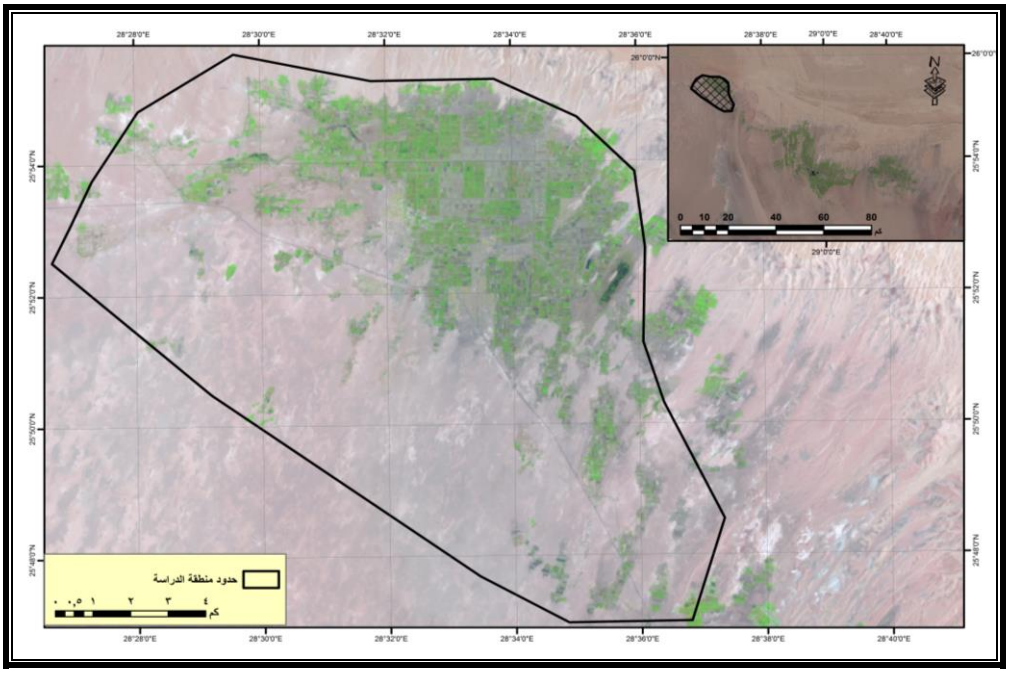
شكل (١) مخطط يوضح أسباب نشوء الترب المتأثرة بالملوحة

## – تحديد منطقة الدراسة:

تمتد منطقة غرب الموهوب فلكياً بين دائرتي عرض ٦`` ٤٥` ٢٥° – ٣٤`` ٥٣` ٢٥° شمالاً وبين خطي طول ٤٢`` ٢٧` ٢٨° – ٢٣`` ٣٧` ٢٨° شرقاً، وجغرافياً تقع منطقة غرب الموهوب في الجزء الشمالي الغربي من منخفض الواحات الداخلة بمحافظة الوادي

الجديد ثاني أكبر منخفضات الصحراء الغربية مساحة بعد منخفض القطارة والممتد إلى الغرب من منخفض الخارجة بنحو ١٢٠كم، ومن النيل بنحو ٣٠٠كم، حيث يبدأ المنخفض بالتقريب شرقاً حينما ينتهي منخفض الخارجة غرباً، أي حوالي خط طول ٢٨ ° شرقاً لينتهي عند خط طول ٣٠° شرقاً على امتداد درجتين طوليتين وبين دائرتي عرض ٢٥° و ٢٦° شمالاً (شكل٢).

ويمتد منخفض الداخلة بشكل عرضي من غرب غرب الشمال إلى جنوب جنوب الشرق، ويبلغ أقصى طول للمنخفض من الشرق إلى الغرب نحو ١٥٠كم، ويتراوح اتساع المنخفض ما بين ١٨– ٥٤كم بمتوسط عرض يصل إلى ٢٨كم وبمساحة تقدر بنحو ٥٣٠٩.٥كم٢، وهذه المساحة تقع داخل خط كنتور ٢٢٥م الذي يطوق المنخفض من جميع الجهات والذي يعد الحد الطبيعي للمنخفض، وتقدر مساحة الأراضي المنخفضة التي تضم الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة والأراضي الواطئة الملحية التي تحتل السبخات والبرك والمناقع بنحو ٤١٠ كم٢ (محسوب، ١٩٩٨، ص٢٣٦).




المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج Arc Map.

شكل (٢) موقع وحدود منطقة الدراسة

## أولاً: مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في دراسة واحدة من أهم مظاهر التدهور النوعي التي تتعرض له تربة النظام البيئي الزراعي وهو النظام البيئي الرئيس بمنخفض الداخلة ألا وهي تملح التربة Soil salinity، حيث تتجمع الأملاح في قطاع التربة والماء الجوفي لتظهر هذه الأملاح المتجمعة في الطبقة السطحية للتربة بعد مرور فترة من الزمن وبالتالي تدهورها وتحولها لشكل من أشكال التصحر وعدم القدرة على الإنتاج، مع ضرورة البحث في أسباب والنتائج المترتبة على تلك المشكلة ووضع حلول مقترحة مناسبة لها.

## ثانياً: أهداف البحث:

تهدف الدراسة إلى استخدام بيانات لاندسات TM لتحديد وكشف التغير الزمني للتربة المتأثرة بالملوحة في المناطق الزراعية بمنطقة غرب الموهوب، والوقوف على العوامل الجغرافية المسببة لها وذلك من خلال:

* حساب معدل التغير في المساحة المنزرعة والمعرضة لعمليات التملح بالمنطقة خلال الفترة من ١٩٨٤–٢٠١٧م.

* رسم خارطة مخاطر تملح التربة بالمنطقة، وتحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتملح والمناطق غير المهددة بحدوث التملح.

* وضع تصور أولي حول كيفية إدارة هذه الظاهرة للحد من آثارها السلبية وضمان حماية البيئة والموارد الطبيعية والحفاظ عليها.

## ثالثاً: طريقة الدراسة ومنهجها:

تعددت المناهج والأساليب التي اعتمدت عليها الدراسة، فقد تم استخدام المنهج الوصفي في وصف الظاهرة وعرض العلاقات المكانية بين عناصر الظاهرة وربطها مع الظواهر الجغرافية الأخرى، كما أستخدم المنهج التحليلي ومن خلاله تم تحليل المتغيرات الموجودة على أرض الواقع والوقوف على أهم الأسباب المؤدية لوجود ظاهرة التملح بالمنطقة، كما اعتمدت الدراسة على كل من المنهجين الإقليمي والموضوعي في جميع

مراحل الدراسة حيث تهتم الدراسة بموضوع معين تملح التربة داخل إطار إقليمي محدد هو منطقة غرب موهوب.

## رابعاً: حساب معدل التغير في المساحة المنزرعة ومدى تعرضها للتملح بالمنطقة خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٧م:

تم تطويع نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في حساب معدل التغير في المساحة المنزرعة بالمنطقة خلال الفترة من (١٩٨٤- ٢٠١٧م)، حيث أخذت مرئية Google Earth (عام ١٩٨٤م) كأساس لبداية الدراسة[١]، ومرئية Google Earth in June (2002)، مرئية القمر الصناعي Landsat-8 OLI in June (2012)، وأخيراً مرئية القمر الصناعي Landsat-8 OLI in June (2017)، وذلك باستخدام تقنية تصنيف المرئيات الفضائية بعد إدخالها إلى برنامج تحليل المرئيات الفضائية Arc GIS.(ملحق ١)

حيث تم الاعتماد في تصنيف المرئيات على طريقة التصنيف المهجن والتي تجمع بين ثنيها أكثر من أسلوب تصنيف في آن واحد، حيث صنفت المرئية تصنيفاً موجه (مراقب) Supervised classification من خلال اختيار مواقع عينات متجانسة داخل المرئية الفضائية تكون ممثلة لنمط معروف من غطاءات أرض المنخفض تدعى مناطق التدريب Training Areas بالاعتماد على الخرائط والدراسة الحقلية، بحيث يقوم برنامج الاستشعار بالمقارنة بين الخلايا والمعلومات التي أخذت من الميدان عن المواقع المصابة بالتملح والتي تم تحديدها باستخدام جهاز تحديد المواقع GPS ثم يقوم بعملية التصنيف بناءً على التشابه الراديومتري للخلايا وهذا تطلب أن تكون مناطق التدريب شاملة وممثلة للمنطقة التي تغطيها المرئية ولأنماط الغطاءات الأرضية بها وكذلك درجات التملح. ثم تم مقارنته

(١) تم اتخاذ حدود منطقة غرب الموهوب عام ١٩٨٤م كأساس لحصر الأراضي الزراعية داخل نفس المساحة من أجل تحليل التطورات التي حدثت في نفس الرقعة الزراعية، واستبعاد مساحات الأراضي الزراعية التي ظهرت في سنوات تالية خارج هذه الحدود.

نتائج هذا التصنيف بمرئية Google Earth والمعلومات التي تم جمعها من العمل الميداني للتأكد من صحة التصنيف الناتج وهو ما يعرف بالتصنيف البصري.

## خامساً: نتائج تصنيف التربة بمنطقة الدراسة:

تبين من تحليل المرئيات الفضائية لمنطقة غرب الموهوب للمدة (١٩٨٤– ٢٠١٧م) والتي يظهرها جدول (١) والأشكال (٣) (٤) (٥) الآتي:

– بلغ إجمالي المساحات المنزرعة بمنطقة غرب موهوب عام ١٩٨٤ نحو ١٠١٥٤.١٨ فدان، تناقصت إلى ٩٥٦٢.٦٩ فدان عام ٢٠٠٢م بمقدار نقص بلغ ٥٩١.٤٩ فدان، بينما قدرت مساحة الأراضي التي تعرضت للتملح خلال تلك الفترة إلى ١٠٩٢.٨٦ فدان بذلك يصبح إجمالي الفقد من الأراضي الزراعية خلال الفترة من ١٩٨٤م – ٢٠٠٢م بنحو ١٦٨٤.٣٥ فدان، بنسبة تدهور قدرت بنحو ١٦.٥٩٪ من إجمالي المساحات المنزرعة عام ١٩٨٤م، وبمعدل تدهور بلغ ٩٣.٥٧ (فدان/ عام).

– في حين زادت المساحة المنزرعة بالمنطقة خلال الفترة من (٢٠٠٢م–٢٠١٢م) ليصل إجمالي المساحات المنزرعة بالمنطقة إلى ١٢٧٠٦.٦٤ فدان عام ٢٠١٢م نتيجة للتوسع في عمليات استصلاح الأراضي الزراعية واتجاهات الدولة نحو زيادة الرقعة الزراعية لسد احتياجات السكان المحليين من الغذاء والمواد الخام المصنعة، وعلى الرغم من هذه الزيادة إلا أن أراضي المنطقة في تلك الفترة ارتفعت بها معدلات التملح لتصل إلى ٢٣٥٩.٥٩ فدان عام ٢٠١٢م مقابل ١٠٩٢.٨٦ عام ٢٠٠٢ م بزيادة بلغ قدرها نحو ١٢٦٦.٧٣ فدان، وبنسبة تدهور بلغت ١٨.٥٧٪ وبمعدل تدهور بلغ ٩٣.٥٧ (فدان/ عام) من إجمالي مساحات الأراضي المنزرعة عام ٢٠١٢م.

– أما في عام ٢٠١٧م فقد لوحظ من بيانات الجدول (١) زيادة في المساحات المتدهور بمنطقة الدراسة ليصل إجمالي المساحات المنزرعة بالمنطقة لنفس العام نحو ٨٣٧٧.٦٧ فدان، ويرجع السبب وراء هذه الزيادة إلى زيادة مساحات الأراضي المتدهور لتصل إلى ٥٠٦٣.٣١ فدان عام ٢٠١٧م، يمكن تقسيمها ما بين أراضي مملحة بمساحة قدرها ٧٣٤.٣٤

فدان وأراضي متصحرة قدرت بـ ٤٣٢٨.٩٧ فدان، بنسبة تدهور بلغت ٣٩.٨٥٪ من إجمالي المساحات المنزرعة عام ٢٠١٧م، ومعدل تدهور بلغ ٩٣.٥٧ (فدان/ عام).

جدول (١) تصنيف التربة بمنطقة غرب موهوب في الفترة (١٩٨٤-٢٠١٧م)

| السنة | إجمالي مساحة الأراضي الزراعية | مساحة الأراضي المملحة | مساحة الأراضي المتصحرة(*) | إجمالي الأراضي المتدهورة(**) | نسبة الأراضي المتدهورة لإجمالي المساحة % | معدل تدهور الأرض الزراعية (فدان/ عام) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١٩٨٤ | ١٠١٥٤.١٨ | سنة الأساس | | | | |
| ٢٠٠٢ | ٩٥٦٢.٦٩ | ١٠٩٢.٨٦ | ٥٩١.٤٩ | ١٦٨٤.٣٥ | ١٦.٥٩(***) | ٩٣.٥٧(#) |
| ٢٠١٢ | ١٢٧٠٦.٦٤ | ٢٣٥٩.٥٩ | ٠.٠٠ | ٢٣٥٩.٥٩ | ١٨.٥٧(****) | ٢٣٥.٩٦(##) |
| ٢٠١٧ | ٨٣٧٧.٦٧ | ٧٣٤.٣٤ | ٤٣٢٨.٩٧ | ٥٠٦٣.٣١ | ٣٩.٨٥(*****) | ١٠١٢.٦٦(###) |

المصدر: إعداد الباحثان، اعتمادا على نتائج التحليل للمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة باستخدام برنامجي Erdas Imagine وArcMap..

(*) مساحة الأراضي المتصحرة = مساحة الأراضي التي تحولت من أراضي منتجة إلى أراضي غير منتجة.

(**) إجمالي الأراضي المتدهورة = مساحة الأراضي المملحة + مساحة الأراضي المتصحرة.

(***) نسبة الأراضي المتدهورة لإجمالي المساحة % لعام ٢٠٠٢= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠٠٢م / إجمالي مساحة الأراضي الزراعية عام ١٩٨٤م x ١٠٠.

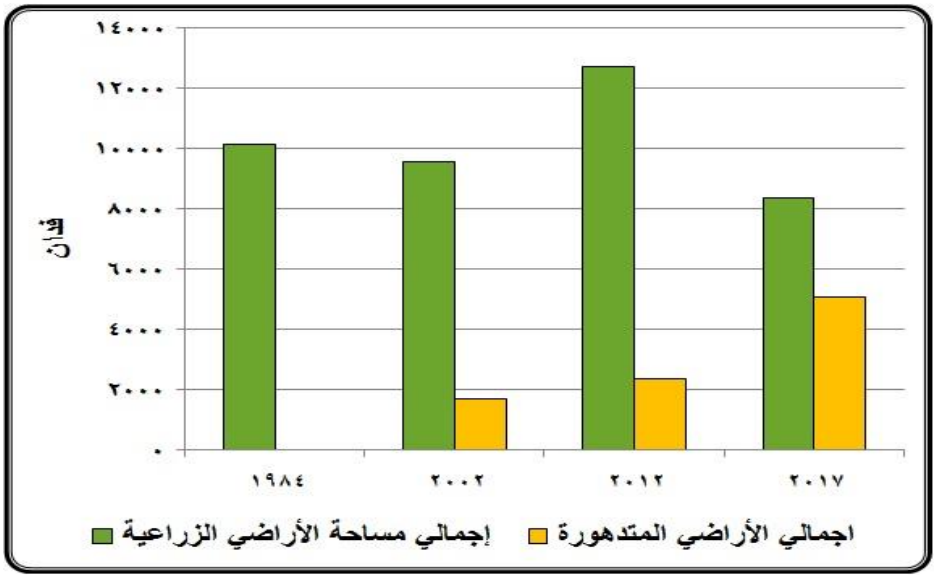
(****) نسبة الأراضي المتدهورة لإجمالي المساحة % لعام ٢٠١٢= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠١٢م / إجمالي مساحة الأراضي الزراعية عام ٢٠١٢م x ١٠٠.

(*****) نسبة الأراضي المتدهورة لإجمالي المساحة % لعام ٢٠١٧= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠١٧م / إجمالي مساحة الأراضي الزراعية عام ٢٠١٢م x ١٠٠.

(#) معدل تدهور الأرض الزراعية (فدان/ عام) لعام ٢٠٠٢= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠٠٢م / الفترة الزمنية ١٩٨٤- ٢٠٠٢م (١٨ سنة).

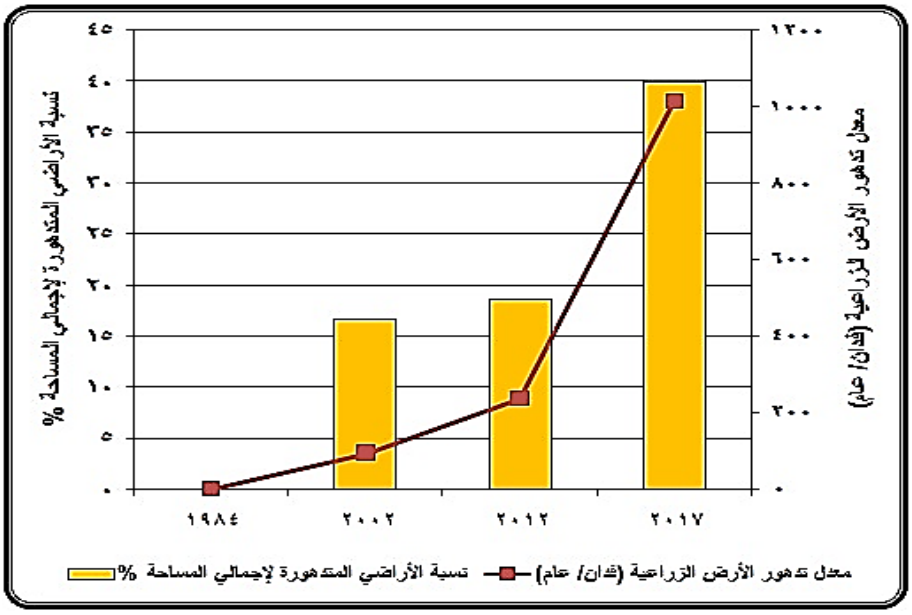
(##) معدل تدهور الأرض الزراعية (فدان/ عام) لعام ٢٠١٢= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠١٢م / الفترة الزمنية ٢٠٠٢- ٢٠١٢م (١٠ سنوات).

(###) معدل تدهور الأرض الزراعية (فدان/ عام) لعام ٢٠١٧= إجمالي الأراضي المتدهورة عام ٢٠١٧م / الفترة الزمنية ٢٠١٢- ٢٠١٧م (٥ سنوات).



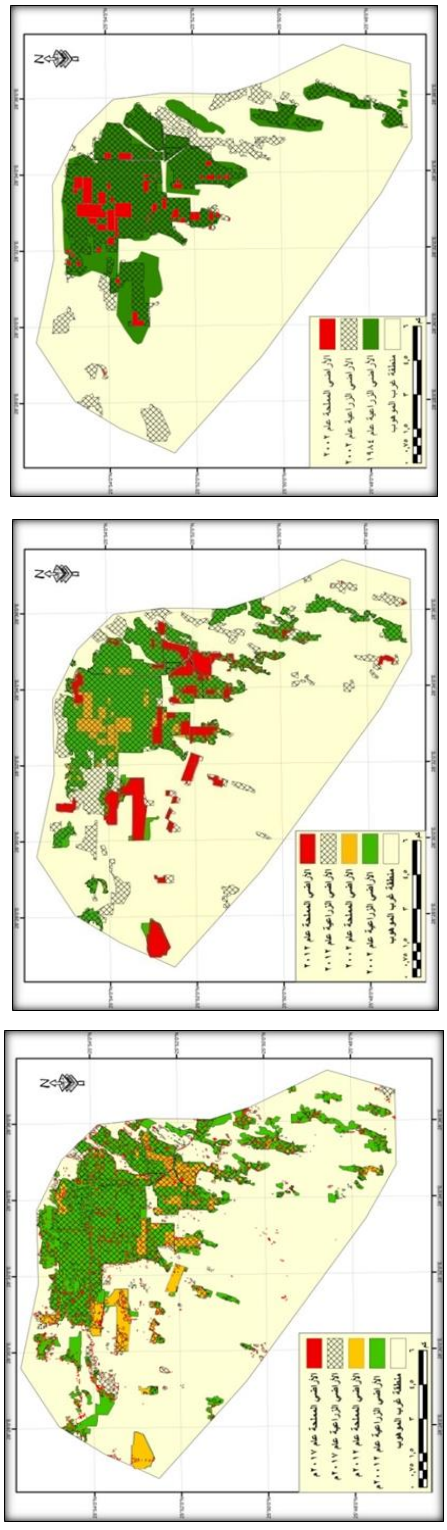

المصدر: إعداد الباحثان، اعتمادا على نتائج التحليل للمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة باستخدام برنامج Excel.

شكل (٣) إجمالي مساحة الأراضي الزراعية والمتدهورة بمنطقة غرب الموهوب خلال المدة ١٩٨٤- ٢٠١٧م




المصدر: إعداد الباحثان، اعتمادا على نتائج التحليل للمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة باستخدام برنامج Excel.

شكل (٤) تطور نسبة ومعدل تدهور الأراضي الزراعية بمنطقة غرب الموهوب خلال المدة ١٩٨٤- ٢٠١٧م



شكل (٥) تطور وتوزيع مساحات الأراضي الزراعية والمملحة بمنطقة غرب الموهوب خلال المدة ١٩٨٤– ٢٠١٧م
إعداد الباحثان، اعتمادا على نتائج التحليل للمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة باستخدام برنامجي Erdas Imagine وArcMap.

وبناء على نتائج التصنيف السابقة يمكن القول بأن هناك نقص واضح في المساحات المنزرعة ناتج عن عمليات تدهور الأراضي المروية بسب تراكم مياه الري على التربة مما يعمل على تغدقها يعقبه حدوث التملح نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وشدة التبخر، وتصبح صورة سطح التربة في النهاية على هيئة قشور ملحية تغطي السطح الخارجي للتربة.

وللتأكد من نتائج تصنيف التربة السابق ولتحديد الأراضي المتأثرة بمشكلة الملوحة تم اللجوء إلى التحليل المعملي لعينات من تربة منطقة الدراسة حيث استخدمت بيانات ملحق (٢) والتي تم الحصول عليها بالاعتماد على (Abd El-Rahim, at el.2016. p186-200) ومقارنتها بنوعية التربة وفقاً لتصنيف قسم الزراعة الأمريكية (U.S.D.A, 1998)، وقد أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لعينات الترب المدروسة أن متوسط قيم التوصيل الكهربي بترب منطقة الدراسة يبلغ ٢٠.٥٥ ديسي سمينز/م، وهي بذلك تعد ترب شديدة الملوحة حسب تصنيف قسم الزراعة الأمريكية جدول (٢).

جدول (٢) فئات ملوحة التربة ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) اعتماداً على تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية (USDA 1998)

| فئة الملوحة | EC (ds/m) |
|---|---|
| غير مملحة | ٢-٠ |
| ذات ملوحة قليلة جداً | ٤-٢ |
| ذات ملوحة قليلة | ٨-٤ |
| ذات ملوحة متوسطة | ١٦-٨ |
| ذات ملوحة شديدة | أكبر من ١٦ |

Source: USDA. United States Department of Agriculture 1998.

وبدراسة قيمة التوصيل الكهربائي على مستوى قطاعات التربة بمنطقة الدراسة ملحق (٢) والشكلين (٦) و(٧) وبمقارنتهم بالجدول السابق (٢) وجد أن:

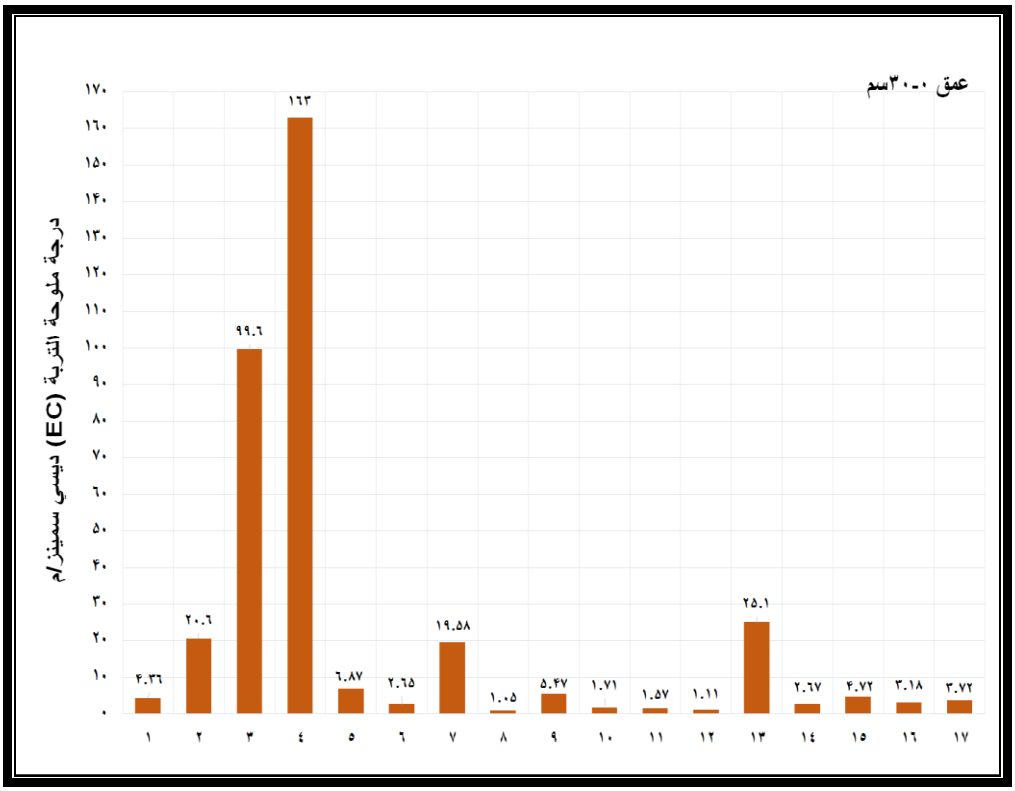
– هناك ارتفاع في الموصلية الكهربائية لترب الطبقة تحت السطحية مقارنة بالطبقة السطحية، حيث تراوحت هذه القيم ما بين (١.٦٤–١٠٠.٦ ديسي سيمنز/م)، بينما كانت أقل في الطبقة السطحية حيث تراوحت ما بين (١.٠٥–١٦٣ ديسي سيمنز/م).

– وعلى مستوى الطبقات فنجد أن قيمة الموصلية الكهربائية **بالطبقة السطحية تدرجت** من ١.٠٥ ديسي سيمنز/م كأقل قيمة بالقطاع رقم (٨) إلى ١٦٣.٠٠ ديسي سيمنز/م بالقطاع رقم (٤) كأعلى قيمة (شكل ٦)، حيث وجد أن حوالي ٦٨٪ من عينات التربة قد بلغت قيمة الموصلية الكهربائية بها أعلى من ٤.٠٠ ديسي سيمنز/م، بينما نحو٣٢٪ فقط منها بلغت بها الموصلية الكهربائية أقل من ٤.٠٠ ديسي سيمنز/م، كما أن حوالي ١٤.٧٪ من التربات المدروسة جاءت غير مملحة موصليه كهربائية أقل من ٢ ديسي سيمنز/م ، ونحو ١٧.٦٤٪ ذات ملوحة خفيفة جداً موصلية كهربائية من ٢–٤ ديسي سيمنز/م، ونحو٢٦.٤٧٪ من عينات التربة كانت خفيفة الملوحة موصلية كهربائية من ٤–٨ ديسي سيمنز/م، وأن نحو ٨.٨٢٪ تربات متوسطة الملوحة موصلية كهربائية من ٨–١٦ ديسي سيمنز/م، و٣٢.٣٥٪ منها كانت شديدة الملوحة موصلية كهربائية أكثر من ١٦ ديسي سيمنز/م.

– أما **الطبقة تحت السطحية** فنجد أن قيمة الموصلية الكهربائية قد تدرجت من ١.٦٤ ديسي سيمنز/م كأقل قيمة بالقطاع رقم (٨) إلى ١٠٠.٦ ديسي سيمنز/م بالقطاع رقم (٣) كأعلى قيمة شكل (٧)، حيث وجد أن حوالي ٦٤.٧٪ من عينات التربة قد بلغت قيمة الموصلية الكهربائية بها أعلى من ٤.٠٠ ديسي سيمنز/م، بينما نحو٣٥.٣٪ منها بلغت بها الموصلية الكهربائية أقل من ٤.٠٠ ديسي سيمنز/م، كما أن حوالي ٥.٩٪ من التربات المدروسة جاءت غير مملحة موصليه كهربائية أقل من ٢ ديسي سيمنز/م ، ونحو ٢٩.٤٪ ذات ملوحة خفيفة جداً موصلية كهربائية من ٢–٤ ديسي سيمنز/م، ونحو١١.٨٪ من عينات التربة كانت خفيفة الملوحة موصلية كهربائية من ٤–٨ ديسي سيمنز/م، وأن نحو

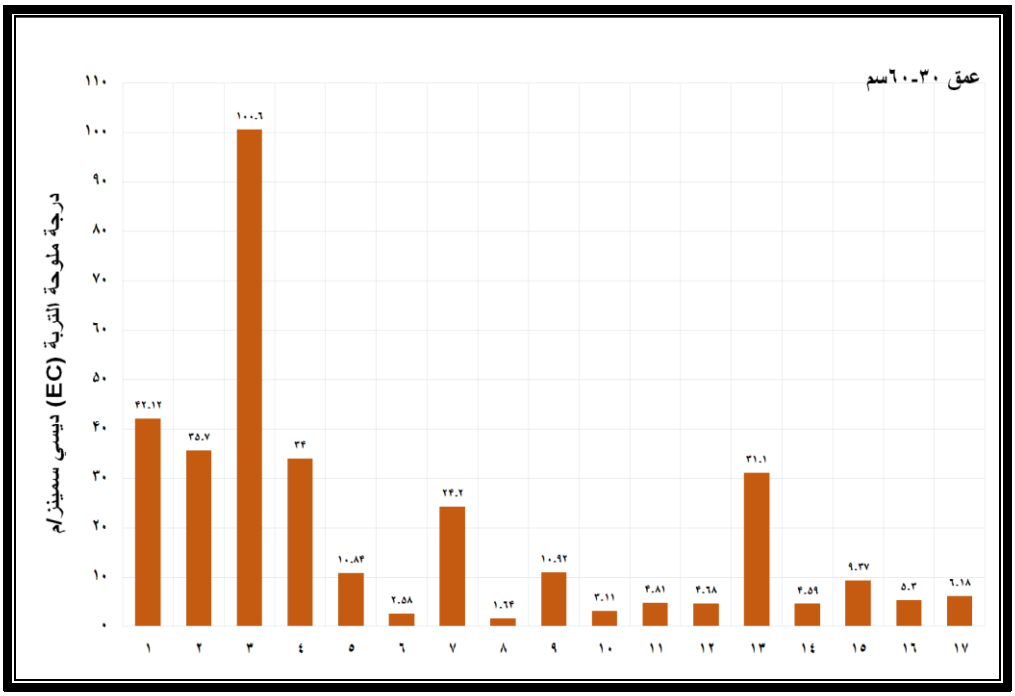
١٧.٦٪ تربات متوسطة الملوحة موصلية كهربائية من ٨-١٦ ديسي سيمنز/م، و٣٥.٣٪ منها كانت شديدة الملوحة موصلية كهربائية أكثر من ١٦ ديسي سيمنز/م.

- وأخيراً نجد أن القطاع رقم (٨) يعد أقل قطاعات منطقة الدراسة من حيث الملوحة وذلك على المستويين السطحي وتحت السطحي بقيم بلغت (١.٠٥ ديسي سيمنز/م و١.٦٤ ديسي سيمنز/م) على الترتيب، في حين سجل القطاعين رقم (٤) بالطبقة السطحية ورقم (٣) بالطبقة تحت السطحية أعلى قيمة للموصلية الكهربائية وهما قطاعين ذات ملوحة شديدة.




المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات ملحق (٢).

شكل (٦) درجة ملوحة التربة ديسي سمينز/م بمنطقة الدراسة لعمق (٠-٣٠سم)




المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات ملحق (٢).

شكل (٧) درجة ملوحة التربة ديسي سمينز/م في بمنطقة الدراسة لعمق (٣٠-٦٠سم)

كما تم حساب **النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة Exchangeable Sodium Percentage (ESP)**، ويقصد به نسبة أيونات الصوديوم المتبادل الى السعة التبادلية الكاتيونية[٢] لقيمة التربة وقد تم حسابة من خلال المعادلة التالية (نسيم، ٢٠٠٨، ص):

$$ESP = \frac{Exchangeable\ sodium\ ions}{Soil\ cation\ exchange\ capacity} \times 100$$

أظهرت نتائج تحليل نسبة الصوديوم المتبادل بترب منطقة الدراسة والتي يوضحها ملحق (٣) ومقارنتها بالجدول (٣) فجاءت النتائج كالآتي:

[٢] السعة التبادلية للكاتيونات CEC (Cation Exchange Capacity) هي مجموع الكاتيونات المتبادلة في وحدة وزنية معينة من التربة أو المعدن والوحدة المستخدمة عادة للتعبير عن السعة التبادلية الكاتيونية هي الملي مكافئ/ ١٠٠جم.

جدول (٣) تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة وفقاً لمعيار مختبر الملوحة الأمريكي ١٩٥٤م

| نوع التربة | * الملوحة ds/m | نسبة الصوديوم المتبادل (%) |
|---|---|---|
| غير ملحية- غير قلوية | أقل من ٤ | أقل من ١٥ |
| ملحية- غير قلوية | أكثر من ٤ | أقل من ١٥ |
| ملحية- قلوية | أكثر من ٤ | أكثر من ١٥ |
| قلوية- غير ملحية | أقل من ٤ | أكثر من ١٥ |

Source: U.S. salinity laboratory staff. Diagnosis and improvement of saline and Alkali soil, U.S.D A, Agricultural handbook. NO. Washington government printing office, 1969, p.15

.

- ارتفاع قيم (ESP) عن ١٥٪ لأغلب الترب موضوع الدراسة (٠.١٦ -٢٨.٣٥٪)، حيث تراوحت تراكيز الصوديوم المتبادل في الطبقة السطحية للترب ما بين (٠.٥٧٪-٢٤.٠٦٪) بنسبة بلغت ١٧.٦٪ من إجمالي عينات ترب منطقة الدراسة، في حين تراوحت تراكيز الصوديوم المتبادل في الطبقة تحت السطحية بالمنطقة بين (٠.١٦ -٢٨.٣٥٪) بنسبة ٢٩.٤٪ من إجمالي عينات ترب المنطقة.

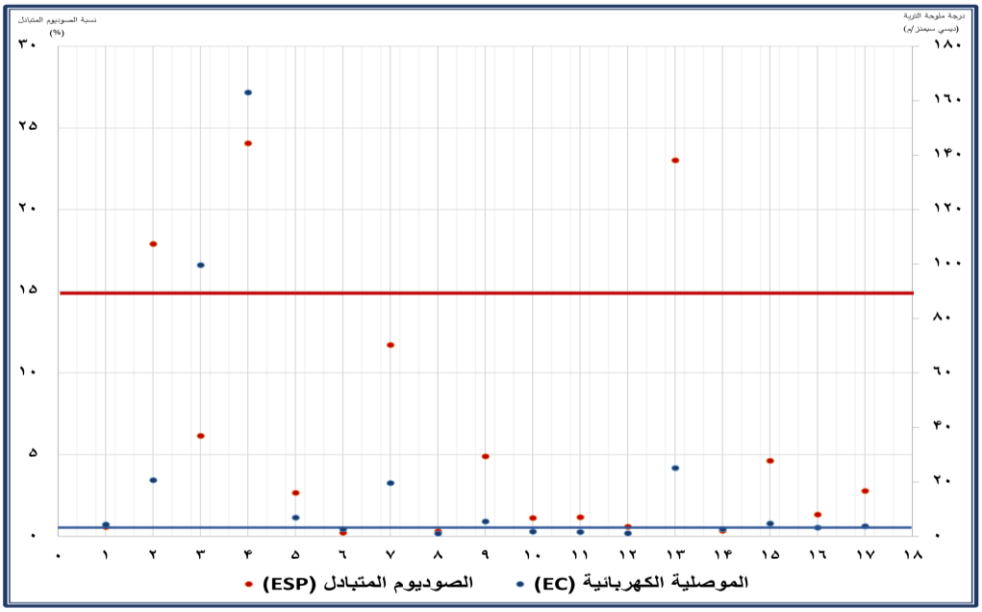
- وعلى مستوي الطبقات جاء الموقع رقم (١) بأقل قيمة للصوديوم المتبادل **بالطبقة السطحية** (٠-٣٠سم) بمنطقة الدراسة بلغت ٠.٥٧٪، في حين جاء الموقع رقم (٤) بأعلى قيمة للصوديوم المتبادل بنسبة بلغت ٢٤.٠٦٪، وتعد هذه الترب طبقاً للمعيار المذكور ملحية- غير قلوية للموقع الأول، في حين تعد تربة الموقع الثاني ملحية- قلوية.

- كما جاءت أغلب ترب **الطبقة السطحية** (٠-٣٠سم) في الفئة الأولي طبقاً لمعيار مختبر الملوحة الأمريكي "غير ملحية- غير قلوية" حيث الموصلية الكهربية أقل من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أقل من ١٥٪، إذ بلغت نسبة الصوديوم المتبادل بهذه الطبقات (٠.٢٢- ٠.٣٠- ١.١٢- ١.١٧- ٠.٥٨- ٠.٣٤- ١.٣٣- ٢.٧٨٪) على التوالي بنسبة بلغت ٤٧.٠٥٪ من إجمالي عينات الطبقة السطحية.

– في حين أن نحو٤١.١٧٪ من إجمالي عينات الطبقة السطحية (٠–٣٠سم) جاءت في الفئة الثانية " ملحية –غير قلوية" الموصلية الكهربية أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أقل من ١٥٪، فقد بلغت نسبة الصوديوم المتبادل بهذه الطبقات (٠.٥٧– ١٧.٩٠– ٦.١٥– ٢.٦٦–١١.٧١–٤.٩٠– ٤.٦٢–%) على التوالي، كما أن نحو ١١.٦٧٪ من إجمالي عينات الطبقة السطحية (٠–٣٠سم) جاءت ضمن حدود الفئة الثالثة "ملحية– قلوية" بموصلية الكهربية أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أكثر من ١٥٪ بنسب بلغت ٢٤.٠٦ و٢٣.٠١٪. شكل (٨)

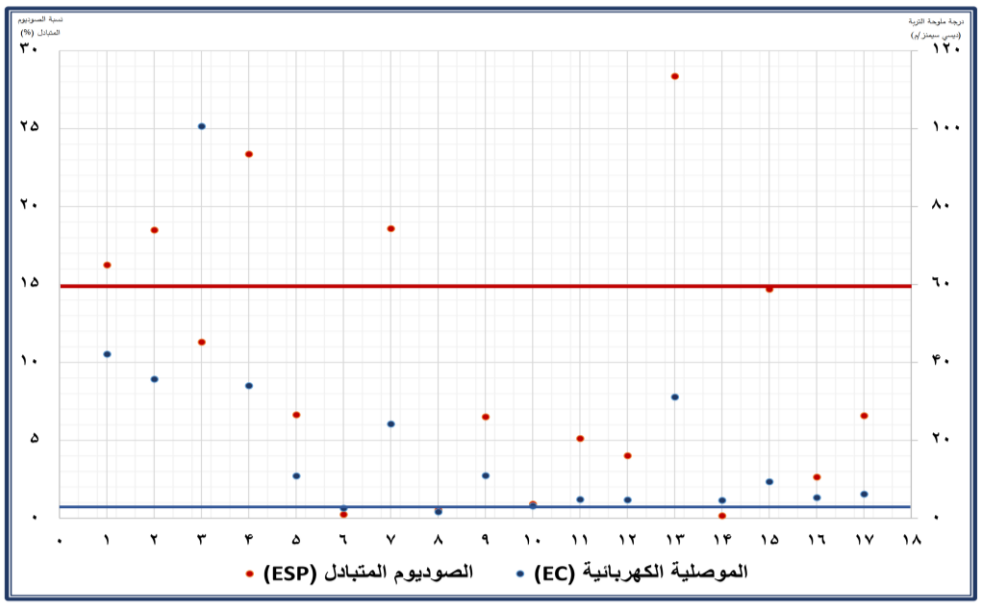
– كما تراوحت قيم نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) بالطبقة **تحت السطحية** (٣٠– ٦٠سم) بمنطقة الدراسة بين ٠.١٦٪ للموقع رقم (١٤) و٢٨.٣٥٪ للموقع رقم (١٣)، وتعد هذه الترب طبقاً للمعيار المذكور ملحية– غير قلوية للموقع الأول، في حين تعد تربة الموقع الثاني طبقاً للمعيار المذكور ملحية– قلوية على الترتيب.

– وقد جاءت أغلب المواقع ٤٧.٠٦٪ من إجمالي عينات الطبقة تحت السطحية (٣٠– ٦٠سم) ضمن الفئة الثانية "ملحية –غير قلوية" بموصلية كهربية أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أقل من ١٥٪، في حين أن ٢٩.٤١٪ من إجمالي عينات الطبقة تحت السطحية (٣٠– ٦٠سم) جاءت ضمن الفئة الثالثة "ملحية – قلوية" الموصلية الكهربية أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أكثر من ١٥٪، حيث بلغت نسبة الصوديوم المتبادل بهذه الطبقات (١٦.٢٥– ١٨.٤٩–٢٣.٣٦– ١٨.٥٨–٢٨.٣٥٪) على التوالي، بينما نحو ٢٣.٥٣٪ من إجمالي عينات الطبقة تحت السطحية (٣٠– ٦٠سم) جاءت ضمن الفئة الأولي "غير ملحية– غير قلوية" حيث الموصلية الكهربية أقل من ٤ ديسي سيمنز/م ونسبة صوديوم متبادل أقل من ١٥٪، بنسب صوديوم متبادل بلغت (٠.٢٤– ٠.٥٢–٠.٩٠– ٥.١٢٪). شكل (٩)




المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات ملحقي (٢ و٣).

شكل (٨) درجة ملوحة التربة (ديسي سيمنز/م) ونسبة الصوديوم المتبادل (%) للطبقة السطحية (٠–٣٠) بالمواقع المدروسة من تربة منطقة غرب موهوب عام ٢٠١٦م




المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات ملحقي (٢ و٣).

شكل (٩) درجة ملوحة التربة (ديسي سيمنز/م) ونسبة الصوديوم المتبادل (%) للطبقة تحت السطحية (٣٠–٦٠) بالمواقع المدروسة من تربة منطقة غرب موهوب عام ٢٠١٦م

وعليه يمكن تقسيم ترب منطقة الدراسة وفقاً لنسبة الصوديوم المتبادل (ESP) إلى عدة أنواع كما بالجدول التالي:

جدول (٤) الأنواع المختلفة للترب تبعاً لاحتوائها على الأملاح

| نوع التربة | الخواص |
|---|---|
| ١- الأرض الملحية Saline Soils | وهي التي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة في الماء أكبر من (٤ملليموز/سم) تعيق إنبات البذور ونمو النبات. وهي أملاح بيضاء اللون، متعادلة كيميائيا ومعظمها عبارة عن كلوريدات أو كربونات أو نترات الكالسيوم، والماغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. كما تحتوي على صوديوم متبادل(ESP) أقل من ١٥ %، وتركيز أيونات الهيدروجين PH أقل من ٨, ٥ وهذه الأراضي قد تكون ذات نفاذية للماء، ولكن بنائها غير ثابت. |
| ٢- الأراضي الملحية القلوية | وهي الأراضي التي تحتوي على صوديوم متبادل (ESP) أكبر من ١٥ % وتركيز الأملاح بها أقل من (٤ملليموز/ سم)، وتركيز الهيدروجين فيها PH أكبر من ٨.٥ وهذه الأراضي عديمة البناء غير محببة، بطيئة الرشح، رديئة النفاذية للماء ورديئة التهوية ولذلك فهي شديدة الاندماج عند الجفاف ويحدث بها شقوق واسعة وحادة وقشور سطحية تؤدى إلى تمزيق جذور النباتات النامية. |
| ٣- الأراضي القلوية | وهي الأراضي التي تحتوي على كمية كبيرة من الأملاح الذائبة أكبر من (٤ملليموز/سم)، ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP) أكبر من ١٥٪، وتركيز أيونات الهيدروجين فيها أقل من ٨,٥ وخواصها الطبيعية مثل معدل الرشح والنفاذية والمسامية قد تكون مرضية، ولكن يتأثر نمو النباتات فيها سلبيا وتقل الإنتاجية. |

Source: https://www.elshafie-shamco.com/salt-affected-land/

بالإضافة إلى ما سبق وجد أن هناك مجموعة من العناصر الثانوية تؤثر بشكل واضح على مشكلة تملح التربة وتحديد مدي ملاءمتها لعمليات الزراعية مثل كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$)، حيث أثبت الدراسات أن زيادة تركيز نسبة كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) في التربة وتجمعها في شكل طبقة كثيفة داخلها تعيق حركة الماء بها مسببة مشاكل في الري حيث لا تحتفظ التربة بالماء وهذا يستوجب ري التربة أكثر من مرة وعلى فترات متقاربة ومع ارتفاع درجات الحرارة والتبخر تعمل على تملح التربة في النهاية.

وبدراسة ملحق (٢) وجد أن محتوى تربة منطقة الدراسة من كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) يتراوح من (٢.٢٠٪) إلى (٥٧.٥٨٪)، ويرجع هذا التباين بين أقل وأعلى قيمة له إلى الاختلاف في بعض خصائص التربة من منطقة لأخرى مثل نسيج التربة، ودرجة الحموضة في التربة، والمواد العضوية، وفقد سجلت أعلى قيمة من $CaCO_3$ في الطبقة تحت السطحية للترب بالقطاع رقم (٥) بنسبة بلغت (٥٧.٥٨٪)، في حين سجلت أقل قيمة في الطبقة السطحية للترب بالقطاع رقم (١) بنسبة بلغت (٢.٢٠٪). وقد يعزى المحتوى العالي من كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) في بعض هذه التربة إلى طبيعة الحجر الجيري التي تهيمن على الهضبة التي تحيط بمنطقة الدراسة. وفي معظم الحالات، يكون محتواها من كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) أعلى في التربة الطفلية الطينية الرملية والتربة الطفلية الرملية والرملية الطفلية من التربة الطينية والطينية الرملية والطفلية الطينية. كما يزداد محتوي التربة منه بزيادة العمق.

ولتحديد درجات صلاحية التربة للزراعة بمنطقة الدراسة وفقاً لنسب كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) تم استخدام مؤشر ستوري لتصنيف التربة جدول (٥) حيث يستند المؤشر إلى خصائص التربة التي تحكم احتمال استخدام الأراضي والقدرة الإنتاجية. وهو مستقل عن غيره من العوامل المادية أو الاقتصادية الأخرى التي قد تحدد الرغبة في زراعة بعض النباتات في موقع معين (R.E. Storie. Storie Index Soil Rating. 1978) .

وبتطبيق المؤشر على منطقة الدراسة وجد أن (٤٧.٠٦٪) من إجمالي عينات تربة منطقة الدراسة تتدرج في الفئة من (٠.٣– ١٠) أي أن التربة صالحة للزراعة بنسبة (٩٥٪)، في حين أن ( ٣٥.٢٩٪) من إجمالي عينات التربة بمنطقة الدراسة تدخل ضمن الفئة من (١٠– ٢٥) مما يعني أنها ملائمة بنسبة (١٠٠٪) للعمليات الزراعية، في حين أن (١١.٧٦٪) من إجمالي عينات تربة منطقة الدراسة تدخل ضمن الفئة (٢٥– ٥٠) مما يعني أنها ملائمة بنسبة (٩٠٪) للعمليات الزراعية، في حين أن (٥.٨٩٪) من إجمالي عينات تربة منطقة الدراسة ارتفعت نسبة كربونات الكالسيوم بهم إلى أكثر من (٥٠) مما يعني أن التربة

ملائمة للعمليات الزراعية بنسبة (٨٠٪) مع وجود بعض المشكلات المرتبطة بالري وما يترتب على ذلك من تملح للتربة.

جدول (٥) تقدير درجات الصلاحية التربة للزراعة طبقاً لمؤشر ستوري

| نسبة كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) | الدرجة |
|---|---|
| أكبر من ٥٠ | ٨٠ |
| ٢٥- ٥٠ | ٩٠ |
| ١٠-٢٥ | ١٠٠ |
| ٠.٣- ١٠ | ٩٥ |
| أقل من ٠.٣ | ٩٠ |

Source: University of California,2008. Storie index soil rating, p.35.

## رابعاً: العوامل والظروف الجغرافية المؤثرة في تملح التربة بمنطقة الدراسة:

يتناول هذا العنصر دور العوامل الجغرافية الطبيعية والبشرية وتقييم أثرها في انتشار مشكلة الملوحة بمنطقة الراسة، وأثرها على الأراضي الزراعية ومن خلال الدراسة تبين أن منطقة الدراسة تعاني تملحاً شديداً في أجزاء عديدة بالمنطقة ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة وزيادة نسبة التبخر وقلة انحدار السطح وخصائص مياه الري فضلاً عن دور العوامل البشرية والممثلة في عامل الإدارة (سوء إدارة الإنسان للأرض والمياه) وقد أدى كل ذلك إلى تقلص المساحات الصالحة للزراعة وانخفاض معدل إنتاجية الفدان.

١- **العوامل طبيعية:**

تؤثر العوامل الطبيعية بشكل فعال في تكون الملوحة بمنطقة الدراسة ومنها المناخ والموارد المائية والسطح والتربة والتي يمكن ايجازها فيما يلي:

**أ – الأحوال المناخية Climate Conditions:**

عند مطابقة خارطة المناخ مع خارطة توزيع الترب المتأثرة بالملوحة على سطح الكرة الأرضية نجد ان معظم هذه الترب تنتشر في المناطق الجافة وشبة الجافة والتي تتصف بقلة سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والجفاف خلال معظم أشهر السنة. وأهم ما يميز هذه المناطق هي أن كمية الأمطار الساقطة أقل بكثير من كمية المياه المتبخرة من سطح التربة،

اذ أن الاتزان المائي يتحدد في هذه المناطق بدرجة رئيسه بكمية المياه المتبخرة من سطح التربة التي يكون مصدرها مياه الري السطحية والمياه الأرضية القريبة من سطح التربة. كما أن اتجاه حركة الاملاح خلال التربة يكون في معظم الأحيان نحو الأعلى Upward movement أي باتجاه سطح التربة عكس المناطق الاستوائية التي يكون فيها اتجاه حركة الاملاح نحو الأسفل Downward movement أي إلى باطن الارض.

كما أن حركة الاملاح الى سطح التربة سيؤدي إلى تجمعها عند السطح مما يرفع من شدة عملية التملح Salinization في المناطق الجافة وشبة الجافة، وتعد منطقة الدراسة مثال واضح لهذه الظروف، بسبب الفرق الكبير بين كمية المياه الساقطة (الأمطار) وكمية المياه المتبخرة بالمنطقة، فاذا كان المعدل السنوي لكمية الأمطار بمنطقة الدراسة يبلغ (٠.٥ملم) جدول (٣) بملحق (٣)، نجد أن معدل التبخر في هذه المنطقة يبلغ (٧.١٠ ملم) جدول (٤) بملحق (٣)، أي أن كمية المياه المتبخرة من سطح التربة تعادل ١٤.٢ مرة قدر كمية المياه الساقطة. وأن جزء من هذا الفرق سيعوض من تبخر مياه الري المستخدمة في هذه المنطقة والجزء المتبقي وهو الرئيس يعوض من تبخر المياه الجوفية القريبة من السطح وذلك من خلال صعودها بواسطة الخاصية الشعرية.

كما أن حركة الاملاح نحو الاعلى في مثل هذه الأراضي سيقود حتماً الى تجمع الاملاح في الافاق السطحية للتربة وربما في جميع أفاقها، وفيما يلي توضيح تأثير أهم عناصر المناخ على تملح التربة بمنطقة الدراسة وهي كما يلي:

**- درجة الحرارة:**

من بين عناصر المناخ المختلفة تعتبر درجة حرارة الهواء أهم العناصر وأكبرها أثراً في تفاقم مشكلة الملوحة وزيادة مخاطرها بالواحات الداخلة بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص، إذ يذكر ياسر السيد (٢٠٠٣، ص٢٦٩) في دراسة أجراها عن التبخر/ النتح القياسي في مصر أن الحرارة تسهم بنحو ٩٤.٥٪ من قيم معاملات تحديد العناصر المناخية الفعالة (درجة الحرارة والاشعاع الشمسي والرطوبة والرياح والضغط الجوي) لمتوسط كمية

التبخر/نتح قياسي بمحطة الداخلة، وهي بذلك تتحكم تحكما قوياً جداً في تحديد قيمه بالداخلة (السيد، ٢٠٠٣، ٢٦٩).

وبدراسة المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمى بالداخلة جدول (١) بملحق (٣) وجد أن شهور الصيف (يونية- يوليو- أغسطس) تستأثر بأعلى قيم للمعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمي حيث بلغت قيمه ٣٩.١ °م في شهري يونية ويوليو معاً، و٣٨.٧ °م في أغسطس، في حين تسجل شهور الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير) أدني المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمي، بقيم بلغت ٢١.٧ و٢٢.٨ و٢٤.١°م في شهور يناير وديسمبر وفبراير على التوالي.

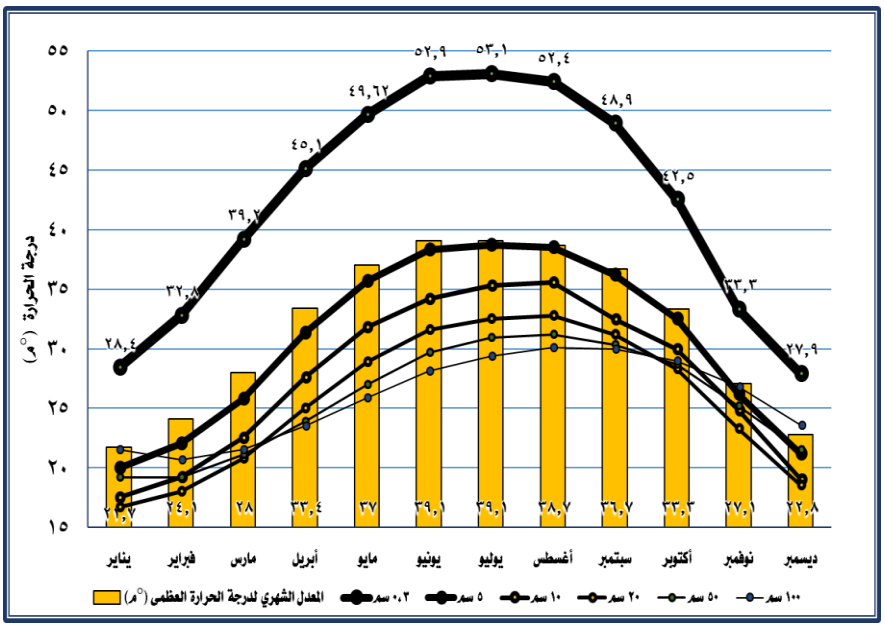
وبدراسة العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى جدول (١) بملحق (٣) ودرجة حرارة التربة على الأعماق من ٠.٣ سم إلى ١٠٠ سم جدول (٥) بملحق (٣) اتضح أن هناك تأثيراً لدرجات حرارة الهواء على تملح التربة بالداخلة يمكن إجماله في نقطتين هما:

**أولهما:** تأثير حرارة الهواء على رفع درجة حرارة التربة وخاصة النطاقات السطحية منها (٠- ١٠٠سم) أو ما يسمى بالنطاق الجذري للتربة (النطاق الذي تمد فيه أغلب النباتات جذورها)، الأمر الذي يؤدي بالتالي إلى ارتفاع درجة حرارة مياه الري الموجودة في هذا النطاق وبالتالي زيادة كمية المتبخر منها وهذا ما يؤدي إلى رفع تركيز ما يترتب عن ذلك التبخر من الأملاح التي كانت ذائبة في تلك المياه فتتركز في التربة وخاصة في هذا النطاق وبالتالي تزيد من ملوحتها، ويتأكد ذلك من:

- التطابق الشديد في التوزيع الشهري لكل من درجة حرارة الهواء العظمى ودرجة حرارة التربة على الأعماق من ٠.٣سم إلى ١٠٠سم (شكل١٠) حيث تنعكس الصورة التوزيعية الشهرية السابقة لدرجة حرارة الهواء العظمي على درجة حرارة التربة على أعماق ٠.٣ و٥سم إذ سجلت شهور الصيف أعلى المعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة على عمق ٠.٣سم بقيم بلغت (٥٣.١ و٥٢.٩ و٥٢.٤°م) في شهور يوليو ويونيه وأغسطس على التوالي، أما أدني معدلاتها

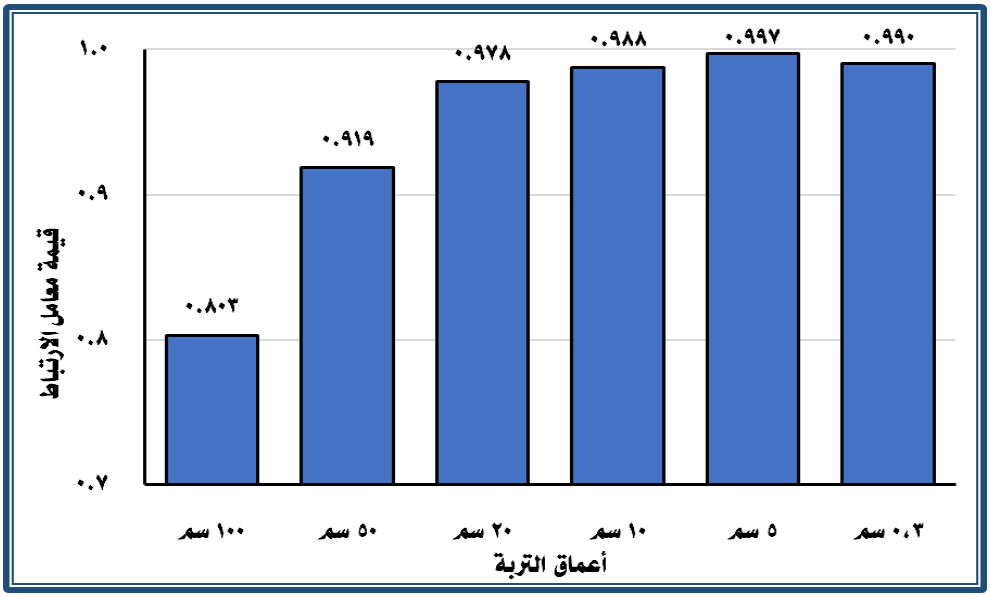
الشهرية فسجلت خلال شهور الشتاء بقيم بلغت (٢٧.٩ و٢٨.٤ و٣٢.٨ °م) خلال شهور ديسمبر ويناير وفبراير على الترتيب، وكذلك الحال بالنسبة للمعدل الشهري لدرجة حرارة التربة على عمق ٥سم حيث تراوحت معدلاته من أدني القيم (٢٠و ٢١.٢و ٢٢°م) في شهور يناير وديسمبر وفبراير على التوالي، إلى أعلى القيم (٣٨.٧ و٣٨.٥ و٣٨.٣°م) في شهور يوليو وأغسطس ويونيه على التوالي.

- وجود علاقة ارتباطية قوية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى ودرجة حرارة التربة على الأعماق من ٠.٣ سم إلى ١٠٠ سم، حيث وجد أن معامل الارتباط بينهما طردي قوي بلغت قيمه (٠.٩٩٠ و٠.٩٩٧ و٠.٩٨٨ و٠.٩٧٨ و٠.٩١٩ و٠.٨٠٢) في الأعماق (٠.٣سم و٥سم و١٠سم و٢٠سم و٥٠سم و١٠٠سم) على الترتيب. شكل (١١)
- يلاحظ بوجه عام ارتفاع المعدل الشهري لدرجة حرارة سطح التربة (عمق ٠.٣سم) عن المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمى بقيم تراوحت ما بين ٥.١٠°م في شهر ديسمبر إلى ١٤°م في شهر يوليو شكل (١٢).



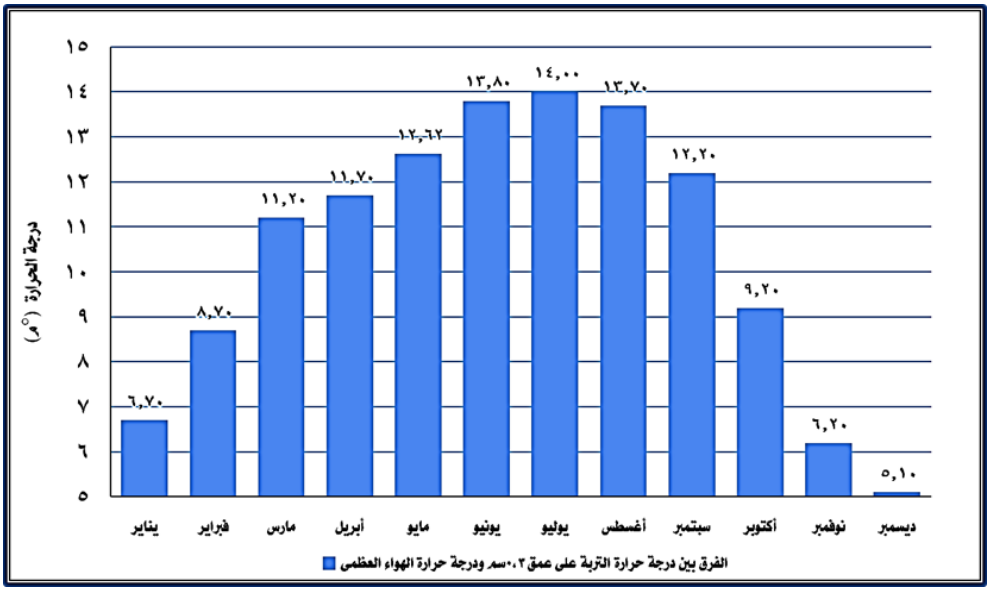

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات الجدولين (٥،١) بملحق (٣).

شكل (١٠) العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى ودرجة حرارة التربة على الأعماق من (٠.٣ سم إلى ١٠٠ سم).




المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات الجدول (٥) بملحق (٣).

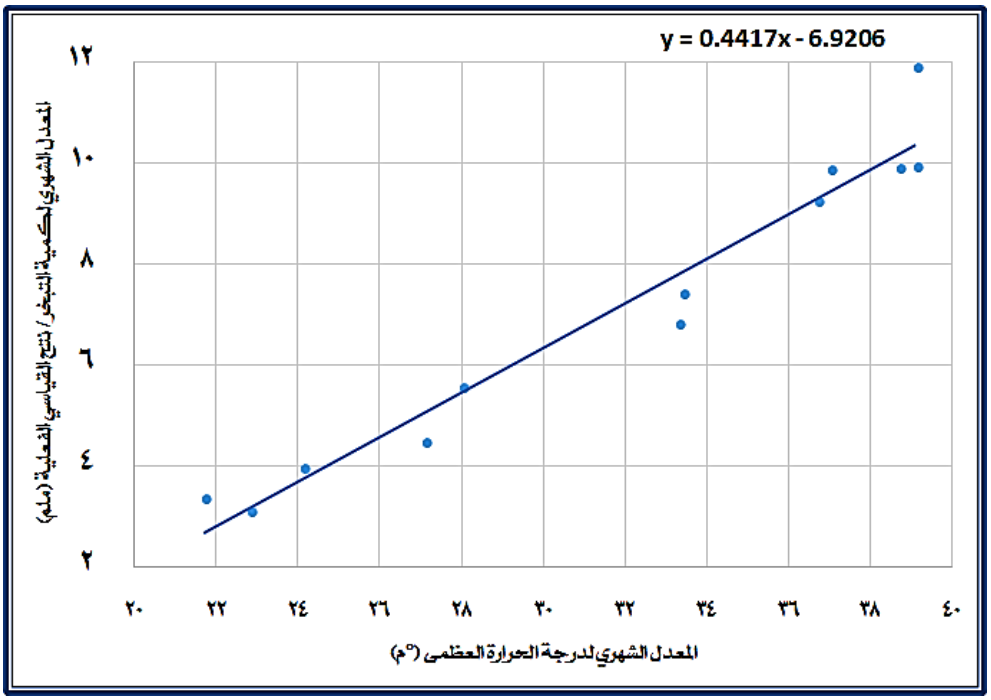
شكل (١١) معامل الارتباط بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى ودرجة حرارة التربة على الأعماق من (٠.٣ سم إلى ١٠٠ سم).




المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات الجدول (٦) بملحق (٣).

شكل (١٢) الفرق بين درجة حرارة التربة على عمق ٠.٣سم ودرجة حرارة الهواء العظمي

**ثانيهما:** تأثير ارتفاع درجة حرارة الهواء على ارتفاع معدلات التبخر/ نتح القياسي الفعلية التي تتراوح قيم معدلاته الشهرية ما بين (٣.٠٨ملم) في شهر ديسمبر، و(١١.٨٧ملم) في شهر يونية جدول (٤) بملحق (٣)، ويؤكد ذلك التأثير على وجود علاقة ارتباطية طردية قوية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى والمعدلات الشهرية لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية تبلغ قيمتها (٠.٩٨)، وهذا ما وضحته معادلة خط الانحدار للعلاقة بينهما فكلما زادت درجة حرارة الجو درجة واحدة زادت كمية التبخر بمقدار (٠.٤٤١٧ ملم). شكل (١٣)




المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على بيانات الجدولين (٤،١) بملحق (٣).

شكل (١٣) العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى والمعدلات الشهرية لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية.

ومن العناصر المناخية التي ساهمت في تفاقم مشكلة الملوحة بمنطقة الدراسة أيضاً ارتفاع المعدل السنوي لسرعة الرياح الذي يبلغ (٤.٣٤) عقدة /ساعة جدول (٢) بملحق (٣) مما يؤدي إلى زيادة نسبة التبخر في التربة، حيث تعمل الرياح على إزاحة طبقة الهواء المشبعة ببخار الماء وتحل محلها طبقة هواء جافة ومن ثم تزداد معها الأملاح بالتربة.

**ب- الخصائص التضاريسية (Topographic Features):**

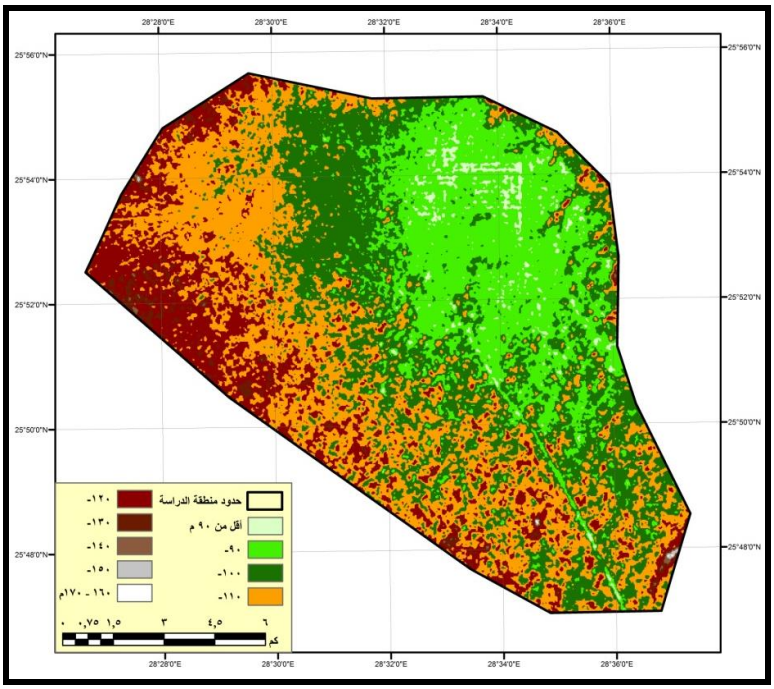
تعد الخصائص التضارسية من الأمور المهمة عند دراسة مشكلة الملوحة حيث تنشأ الترب الملحية بشكل جلي كلما انخفض منسوب الأرض وقد كان لاختلاف مناسيب السطح بمنطقة الدراسة بين أجزاء مرتفعة وأخري منخفضة أثره الواضح على المشكلة، حيث تعد المناطق الأعلى منسوباً بمثابة خزان يصرف مياهه طبيعياً إلى المناطق الأقل منسوباً، فتتساب مياه الري المحملة بالأملاح من حقل إلى أخر لتستقر عند المنسوب المنخفض، مما يؤدي إلى تراكمها في تربة الأسطح الأخيرة ثم تتعرض هذه المياه لعمليات البخر العالية مما ينتج عنه تكون ترب ملحية وهذا ما يفسر زيادة الملوحة مع انخفاض المنسوب في المناطق الجافة كما تم الأشارة إليه سابقاً، وبدراسة الخصائص التضاريسية لمنطقة غرب موهوب من حيث الارتفاعات والانخفاض وكذلك درجة انحدار السطح وجد أن المنطقة تعد جزءاً رئيس من تضاريس منطقة أكبر ألا وهي منخفض الداخلة حيث يتميز المنخفض بالارتفاع الشديد في أجزائه الشمالية وقد كان للحافة الشمالية للمنخفض الأثر الواضح علي أشكال السطح فهي عبارة عن شريط يمتد من الشرق إلي غرب علي هيئة أقواس محدبة ونتوءات يتراوح منسوبها بين ٤٧٥م-٢٠٠م لكن سرعان ما يقل منسوبها وتنخفض وتتباعد تباعد نسبي نتيجة لتتباعد خطوط الكنتور ليتراوح منسوب السطح بها بين ٢٠٠م إلى أقل من ٩٠م.

وبدراسة الخريطة الطبوغرافية لمنطقة غرب موهوب (شكل ١٤) وجد أن الأجزاء الغربية والشمالية الغربية مثلت أعلى أجزاء المنطقة من حيث الارتفاع بمناسيب تتراوح بين ١١٠م – ١٧٠م فأكثر، في حين جاءت الأجزاء الشمالية والشرقية والوسطي أقل ارتفاعاً بمناسيب تتراوح بين ١٠٠م- أقل من ٩٠م، وهذا التباين في التضاريس انعكس بطبيعة الحال على مشكلة الدراسة، حيث أصبحت الأجزاء الشمالية الشرقية والوسطي من منطقة الدراسة بمثابة مصارف طبيعية تتجمع فيها مياه الصرف الزراعي خاصة مع غياب الصرف الصناعي بالمنطقة مما يؤدي إلى تغدق التربة بها وبالمناطق المجاورة لها، ومن ثم تزايد مشكلة الملوحة عما يجاورها من أراضي مرتفعة. صورة (١)

المصدر: العمل الميداني لمنطقة غرب موهوب عام ٢٠١٦م.

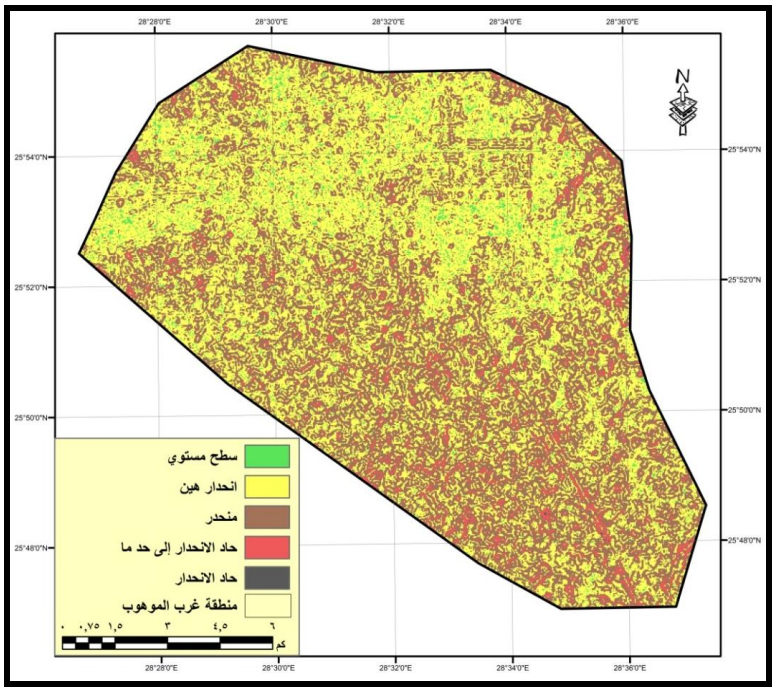
صورة (١) تجمع مياه الصرف الزراعي على أسطح التربات الزراعية بمنطقة غرب موهوب

ويزيد من تفاقم هذه المشكلة طبيعة السطح حيث تمتاز منطقة الدراسة بالبساطة في الانحدار فسطحها منبسط بشكل عام وانحداره بطيء من الشمال غربي إلي الجنوب الشرقي، إذ تقع معظم أراضي منطقة الدراسة ضمن فئة الأراضي هينة الانحدار من (١– ٤ درجة) وهي تتوزع في النطاقات العمرانية والزراعية متمثلة في المناطق الواقعة عند أقدام الحافة الشمالية والتلال المنعزلة، في حين تقع باقي الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة ضمن الفئة المنحدرة من (٤–١٠ درجة) والفئة حاد الانحدار إلى حد ما من (١٠– ٢٠ درجة) شكل (١٥).




المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcMap.

شكل (١٤) ارتفاعات السطح بمنطقة غرب موهوب




المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcMap.

شكل (١٥) درجات الانحدار لأراضي منطقة غرب موهوب

ج- مياه الري **Irrigation Water**:

يمكن أن تشارك مياه الري في عملية املح التربة المروية بالمناطق الجافة وذلك من خلال تأثيرين:

أ- **التأثير المباشر:** وذلك من خلال كمية الأملاح المنقولة بواسطة مياه الري، إذ أن هذه الأملاح ستتراكم في التربة المروية بعد تبخر مياه الري ويزداد دور هذا التأثير كلما زادت كمية الأملاح في مياه الري، ومعظم مياه الري في العالم مهما كانت تحتوي على بعض الأيونات الذائبة وكمية هذه الأيونات تختلف من مصدر إلى أخر. فبعض مياه الري عذبة لاحتوائها على كميات متعادلة من ايونات الأملاح الذائبة وتتدرج هذه الكمية حتى تصل إلى أقصي مستوي لها في مياه البحار والمحيطات، وعند إضافة المياه للتربة خلال عملية السقي (الري) يتبخر الماء تاركاً الأملاح تتراكم سنوياً ولقد قدر بأن السقي بعمق ٣٠سم من ماء محتواه من الأملاح ٤٠٠ جزء بالمليون يضيف ما مقداره ١٢٠٠كجم من الملح الصافي إلى الهكتار بدون البزل لتبقي هذه الكمية في التربة وتتضاعف باستمرار (جويهل، ٢٠١٤، ص٢٤١).

**ب- التأثير غير المباشر:** وذلك من خلال رشح كميات كبيرة من مياه الري عبر التربة نحو المياه الجوفية مسببة ارتفاع منسوبه فوق العمق الحرج وقريباً من سطح التربة ومن ثم مساهمته في عملية التملح وخاصة في حالة عدم وجود مبازل اصطناعية فعالة أو صرف طبيعي وهذا ما يطلق عليه التملح الثانوي.

وبما أن المياه الجوفية هي المصدر الوحيد المعتمد عليه في عمليات الشرب والري بمنطقة الدراسة وجميعها مياه آبار بلغ عددها ٩٩ بئر بإجمالي تصريف يصل إلى ١٥١٦٤٧م٣/ يوم أي حوالي ٥٥.٤ مليون متر مكعب في السنة، وهي بذلك تعد أكبر كمية تصريف داخل منخفض الداخلة بعد النطاق الأوسط الذي يضم مدينة موط وقري أسمنت، والمعصرة، والموشية، والقلمون، وبدخلو، والشيخ والي، والقصر، وعزب القصر، والموهوب، والجديدة، والعوينة، والراشدة، وتنقسم هذه الآبار بين ما هو حكومي بلغ عدده ٣٩ بئراً بإجمالي كمية تصريف تصل إلي ١٤٠٩٧٨م٣/ يوم، منها ٣٨ بئر متدفق تدفق ذاتي وبئر واحد طلمبات، وما هو استثماري بلغ عدده ٦٠ بئر بإجمالي كمية تصريف تصل إلى حوالي ١٠,٦٦٩م٣/ يوم (اسماعيل، ٢٠١٦، ص ص٨٤-٨٥)، كان لابد من تحديد درجة صلاحية هذه المياه لعملية الري وقد تم الاعتماد على قياس متغيرين أساسيين لذلك هما

درجة التركيز الكلي للأملاح معبراً عنها بقيمة التوصيل الكهربي (EC) وتعبر عن خطر الملوحة (Salinity Hazard)، ودرجة تركيز أيون الصوديوم بالنسبة إلى تركيزات أيون الكالسيوم والمغنسيوم (SAR) وتعبر عن الضرر الناشئ عن أيون الصوديوم ( Sodium Hazard)، وفيما يلي شرح لكل متغير من هذه المتغيرات:

* خطر الملوحة Salinity hazard:

بدراسة قيم الموصلية الكهربائية لعينات مياه ٤٢ بئر بمنخفض الداخلة للوقوف على مدي صلاحية المياه للري تبعاً لنسبة الأملاح (ملحق٤) وجد الآتي:

– تراوحت قيمة الموصلية الكهربائية لعينات مياه ٤٠ بئر ما بين ٠.١٧ و٠.٤٢ ديسي سيمنز/م وهي بذلك تعد من أفضل الأنواع التي يمكن استخدامها في عملية الري ويمكن استعمالها في جميع الأراضي الزراعية وفقاً لمعيار اللجنة الاستشارية الوطنية الأمريكية لصلاحية المياه للاستعمالات الزراعية جدول (٦).

– في حين ارتفعت قيمة الموصلية الكهربائية إلى ١.٠٦ و١.٣٠ ديسي سيمنز/ م في بئري كل من (عين الحسن) و(تنيده ١٩/٣) على الترتيب إلا أنها مازالت تعد صالحة لري بعض المحاصيل التي تتحمل الملوحة نسبياً في الترب ذات الصرف الجيد.

– أما منطقة غرب الموهوب فقد بلغت قيمة الموصلية الكهربائية للماء الجوفي بها ٠.٢٥ ديسي سيمنز/ م في بئري كل من (غرب الموهوب ٩)، و(غرب الموهوب ٣٦/ ٣) وهي مياه صالحة لري جميع المحاصيل الزراعية في جميع أنواع الترب، وهذا يتفق مع ما قدمه كل من دهب (١٩٩٨) وسلطان (١٩٩٩) وسيف النصر (٢٠٠٧) في دراسات أجريت عن جودة المياه الجوفية بمنخفض الداخلة حيث أكدوا على أن متوسط قيم الموصلية الكهربائية بالمياه الجوفية بواحة الداخلة تتراوح بين ١٣٣– ١٢٦٠ ميكرون/سم (أي ما يقابل ٠.١٣٣ – ١.٢٦٠ ديسي سيمنز/ م).

ووفقاً لتصنيف مختبر الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية ( U.S. Salinity Laboratory, 1954) لنوعية مياه الري بناءً على قيمة الموصلية الكهربية (EC) جدول (٧) فقد وجد أن ٢١بئر من آبار منخفض الداخلة أي ما يمثل ٥٠٪ من الآبار المدروسة

جاءت ضمن فئة الملوحة المنخفضة وهي من أفضل نوعيات مياه الري، وأن ١٩ بئراً أي ما يمثل ٤٥.٢٤٪ جاءت ضمن فئة الملوحة المتوسطة أي أن مياهها تسبب خطورة ملوحة وقلوية التربة وتدخل ضمن هذه الفئة مياه آبار منطقة الدراسة، في حين يقع بئرين فقط (بنسبة ٤.٧٦٪) هما (عين الحسن) و(تنيده ١٩/٣) في فئة الملوحة المرتفعة أي أن مياههما يمكن استخدامها فقط للري عند توفر نظام صرف جيد وغسيل للتربة.

جدول (٦) أصناف المياه بحسب صلاحيتها للاستعمالات الزراعية المختلفة وفقاً لمعيار اللجنة الاستشارية الوطنية الأمريكية

| درجة التوصيل الكهربي (EC) بـ ds / m | مدي الصلاحية | الاستعمال الزراعي |
|---|---|---|
| أقل من ٠.٧ | صالحة لري جميع المحاصيل الزراعية في جميع أنواع الترب | زراعة جميع المحاصيل الزراعية |
| ٠.٧– ١.٥ | صالحة لري بعض المحاصيل التي تتحمل الملوحة نسبياً في الترب ذات الصرف الجيد | صالحة لزراعة القمح والشعير والأرز والذرة والطماطم والخضروات والرمان والزيتون |
| ١.٥– ٣ | صالحة لري المحاصيل التي تتحمل الملوحة بشرط الاعتناء بالتربة وصرفها جيد | صالحة لزراعة القطن والنخيل والبنجر وغيرها |
| ٣–٧.٥ | يمكن استخدامها لري بعض المحاصيل مع الاعتناء بصرف التربة | صالحة لزراعة النخيل والجت |
| أكثر من ٧.٥ | يمكن استخدامها لري المحاصيل حتى عند توفر التربة ذات الصرف الجيد | – |

المصدر: جويهل، ٢٠١٤، ص١٢.

جدول (٧) تصنيف مياه آبار منخفض الداخلة وفقاً لمختبر الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية للمياه الجوفية بناءً على ملوحتها

| درجة التوصيل الكهربي(EC) بـ cm/ ms | خطورة الملوحة | الفئة | عدد الآبار | % من عدد الآبار بالداخلة | الملائمة للري |
|---|---|---|---|---|---|
| أقل من ٢٥٠ | منخفضة | (C1) | ٢١ | ٥٠.٠٠ | أفضل نوعية مياه ري |
| ٢٥٠– ٧٥٠ | متوسطة | (C2) | ١٩ | ٤٥,٢٤ | ماء يسبب خطورة الملوحة والقلوية |
| ٧٥٠– ٢٢٥٠ | مرتفعة | (C3) | ٢ | ٤.٧٦ | ماء يستخدم فقط للري عند توفير نظام صرف جيد وغسيل للتربة |
| أكبر من ٢٢٥٠ | شديدة جداً | (C4) | صفر | ٠.٠٠ | غير صالحة لزراعة معظم المحاصيل |

المصدر: إنتصار إمحمد أبوجليدة، وفوزية المبروك سمهود (٢٠١٨)، ص ١٨٦.

* خطر الصوديوم Sodium Hazard:

يعد التركيز النسبي للصوديوم أو صودية المياه من أهم المقاييس لجودة الماء بعد الملحية، إذ تسبب التركيزات العالية من الصوديوم في مياه الري آثار ضارة على النباتات والتربة، حيث يمكن أن يسبب الصوديوم الزائد مشاكل تتمثل في السمية لبعض المحاصيل، خاصة عند تطبيق نظام الري بالرش (Abdelrazek, et al., 2017.p219)، كما تؤدي التركيزات ذات خطورة العالية من الصوديوم إلى أن يحل محل الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة من خلال عملية تبادل الكاتيونات مما يؤدي في النهاية إلى إتلاف نفاذية التربة وبنيتها (Abdelrazek, et al., 2017.p220)، وتحولها إلى أراضي ذات مستوي عالي من الصوديوم، وبدراسة قيم نسب الصوديوم الممتص (SAR) لعينات المياه الجوفية بمنخفض الداخلة (ملحق٤) وجد أن جميع العينات تدخل ضمن الفئة الأولي (S1) (SAR 0 – 10) وهي مياه يمكن استخدامها للري على معظم الأراضي مع ملاحظة ظهور قليل من مستويات الصوديوم الضارة كما هو مبين في الجدول (٨)، بما يشير إلى عدم وجود قيود على استخدام هذه المياه على التربة والنباتات.

جدول (٨) تصنيف مياه آبار منخفض الداخلة وفقاً لمختبر الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية للمياه الجوفية بناءً على نسبة الصوديوم الممتص (SAR)

| نسبة الصوديوم الممتص (SAR) | صنف الماء | عدد الآبار | % من عدد الآبار بالداخلة | الملائمة للري |
|---|---|---|---|---|
| S1 0–10 | منخفض الصوديوم | ٤٢ | ١٠٠٪ | يمكن استخدامه للري على معظم الأراضي مع ملاحظة ظهور قليل من مستويات الصوديوم الضارة |
| S2 10–18 | متوسط الصوديوم | صفر | ٠.٠٠٪ | من المحتمل يسبب خطورة للصوديوم في الأراضي الناعمة حيث تكون ظروف قليلة من الغسل ويمكن استخدامه في الأراضي الخشنة القوام ذات النفاذية العالية |
| S3 18–26 | عالي الصوديوم | صفر | ٠.٠٠٪ | ربما تنتج عنه خطورة الصوديوم ويحتاج إلى إدارة تربة خاصة (صرف جيد. غسيل على استخدام مصلحات كيماوية جبس زراعى |
| S4 < 26 | عالي الصوديوم جداً | صفر | ٠.٠٠٪ | عادة ما يكون غير صالح لأغراض الري |

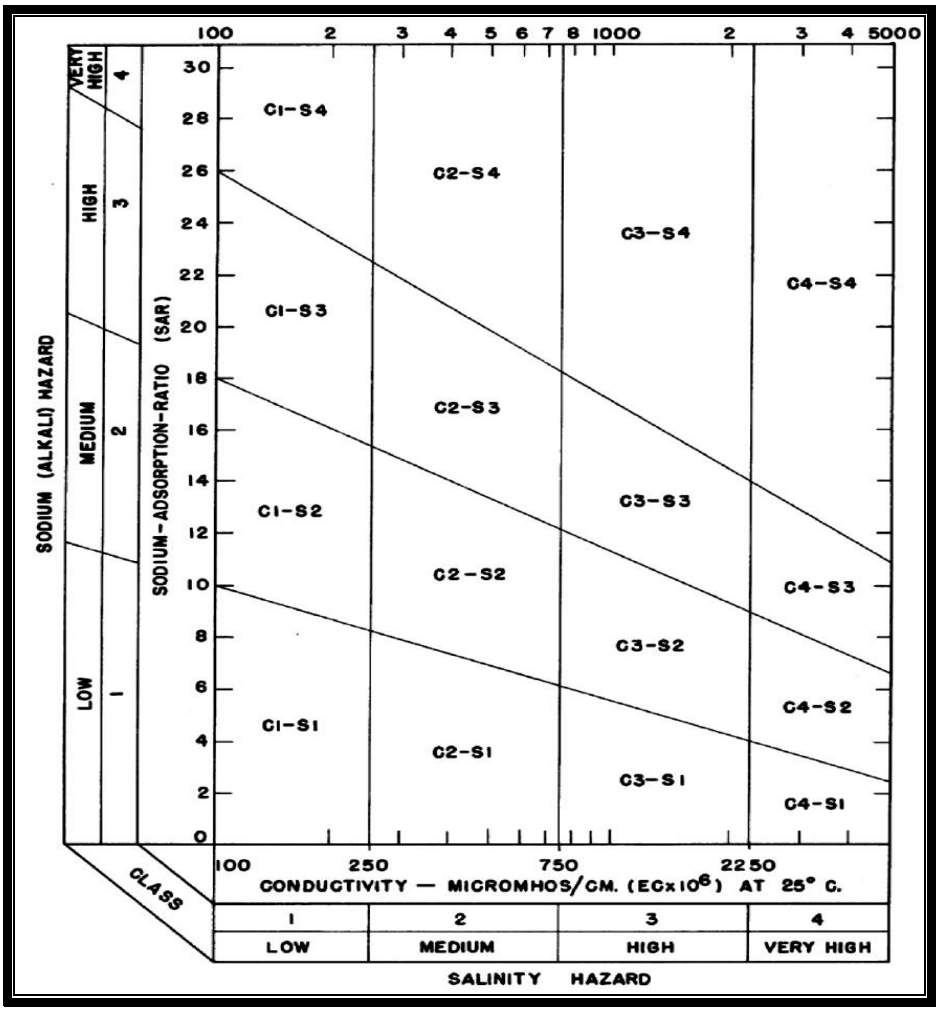
المصدر: إنتصار إمحمد أبوجليدة، فوزية المبروك سمهود (٢٠١٨)، ص ١٨٦.

*** العلاقة بين امتصاص الصوديوم ومؤشر الملوحة:**

يمكن توضيح العلاقة بين كل من الصوديوم الممتص (SAR) ومؤشر الملوحة (EC) وهو نظام لتصنيف المياه تم اقتراحه في بداية الخمسينيات ويعد من أكثر الأنظمة استعمالاً في العالم، إذ يأخذ هذا النظام بنظر الاعتبار المؤشرين الأساسين لتقييم المياه والمتمثل بالتركيز الكلي للأملاح معبراً عنها ($EC_w$ μS. $cm^{-1}$) كمؤشر للملوحة ونسبة امتزاز الصوديوم (SAR) كمؤشر للصودية. (شكل ١٦)

وبناء على هذا النظام فقد تم تصنيف عينات المياه في منطقة الدراسة إلى أنواع C1 وC2 وC3 على أساس خطر الملوحة ونوع S1 على أساس خطر الصوديوم. من الواضح أن ٢١ عينة مياه (٥٠٪) تندرج تحت فئة C1S1 مما يشير إلى انخفاض مخاطر الصوديوم وانخفاض الملوحة علاوة على ذلك، توجد ١٩ عينة (٤٥.٢٤٪) في فئة C2S1 مما يشير إلى انخفاض مخاطر الصوديوم والملوحة المتوسطة وعينتين فقط (٤.٧٦٪) في النوع C3S1 مما يشير إلى انخفاض مخاطر الصوديوم وارتفاع الملوحة لذلك وفقًا لهذا التصنيف، تكون قيم معدل الامتصاص النوعي (SAR) لعينات المياه المدروسة ضمن الفئة الأولى. هذا يعني أنه يمكن استخدام هذه المياه للري في جميع أنواع التربة تقريبًا دون تأثيرات ضارة كبيرة على التربة، مع وجود خطر ضئيل يتصل بالأنواع الحساسة من المحاصيل الزراعية مثل أشجار الفاكهة والأفوكادو.

وهذا ما أكدت عليه دراسة (Al Temamy, et al., 201) حيث ذكرت أنه بناءً على العلاقة بين EC وSAR، كانت عينات المياه الجوفية بواحة الداخلة في فئة C3–S1 وهي بذلك مناسبة لري معظم النباتات، باستثناء تلك التي تكون حساسة للأملاح.




Source: Daniel Hillel, Salinity Management for Sustainable Irrigation, Integrating ,Science, Environment and Economics, August 2000: P25.

شكل (١٦) نظام تصنيف المياه المقترح من قبل مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية

كم تعد نسبة الصوديوم القابلة للذوبان (SSP) مؤشرًا آخر لخطر الصوديوم بمياه الري، حيث يتم استخدامه لتقييم مدى ملاءمة جودة المياه للري وقد تم حسابه بالاعتماد على النسبة المئوية للصوديوم منسوباً إلى باقي الأملاح محسوبة بالملليمكافئ/لتر، وباستخدام المعادلة الآتية:

النسبة المئوية للصوديوم الذائب (SSP):

$$SSP = \frac{Na^{+} + K^{+}}{\left(Ca^{+2} + Mg^{+2} + Na^{+} + K^{+}\right)} \times 100$$

المصدر: (Abdelrazek, M., et al., 2017 p217)

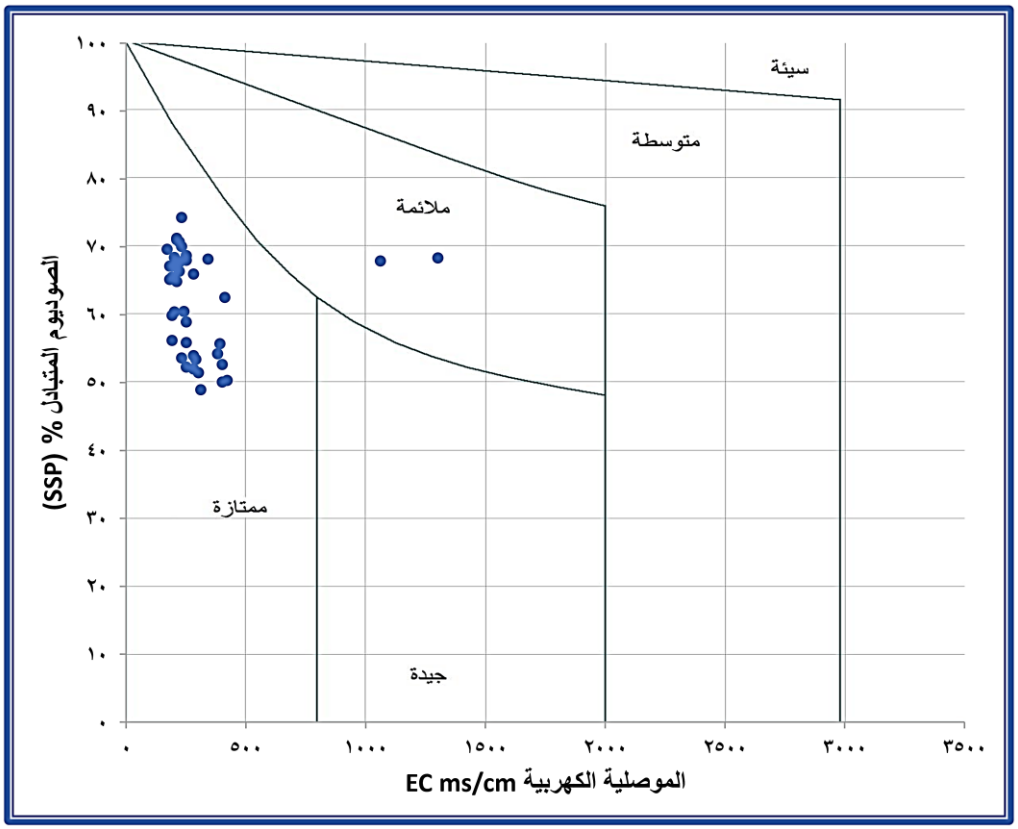
كما تم استخدام مخطط Wilcox لتحديد نوعية المياه الجوفية وملاءمتها للري بناءً على النسبة المئوية للصوديوم (Na%) والموصلية الكهربائية (EC ms/cm) (Wilcox.,1955). وبدراسة عينات المياه الجوفية لمنخفض الداخلة وجد أن قيم نسب الصوديوم القابلة للذوبان تراوحت بين ٤٨.٩٥٪ كأقل قيمة و ٧٤.٣١ ٪ كأعلى قيمة في كل من بئر (الموهوب ٩) وبئر (تنيدة ١٦) على الترتيب.

كما اتضح أن معظم عينات المياه الجوفية التي تم فحصها ٤٠ عينة بنسبة (٩٥.٢٤٪) تقع ضمن الفئة الأولي لها خصائص مياه ري ممتازة ومسموح بها، في حين أن عينتين فقط من عينات المياه الجوفية التي تم فحصها بنسبة (٤.٧٦٪) تقع ضمن الفئة الثالثة لها خصائص مياه ري ملائمة وهذا يعني أن ١٠٠٪ من عينات المياه المدروسة مناسبة لأغراض الري كما يتضح من جدول (٩) وشكل (١٧).

جدول (٩) تصنيف مياه الري بمنخفض الداخلة على أساس مخطط ويلكوكس(Wilcox1955)

| صنف الماء | ممتازة | جيدة | ملائمة | متوسطة | غير ملائمة |
|---|---|---|---|---|---|
| النسبة المئوية (%) | ٩٥.٢٤ | ٤.٧٦ | – | – | – |

المصدر: من إعداد الباحثان اعتماداً على شكل (١٧).




المصدر: من إعداد الباحثان اعتماداً على برنامج (Diagrammes).

شكل (١٧) تصنيف المياه الجوفية بالداخلة وفقاً لصلاحيتها للري باستخدام مخطط Wilcox

**٢- العوامل البشرية:**

تلعب العوامل البشرية دور مهم في نشأة الترب الملحية حيث يؤدي النشاط البشري وسوء إدارة الإنسان لموردي التربة والمياه إلى رفع مستوي المياه الجوفية الحاملة للأملاح إلى منطقة المجموع الجذري وبقاؤها لفترة تسمح بسيادة نوع ملحي يؤدي إلى تدهور صفاتها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية ومن ثم خصوبتها، ويدعى تملح التربة عندئذ بتملح الإنسان Anthropogenic Salinization، وفيما يلي توضيح لأهم الأسباب البشرية المؤدية لنشؤ هذا النوع من التملح بمنطقة الدراسة:

**أ– أساليب الري المتبعة:**

اعتاد المزارعون بالواحات الداخلة على ري حقولهم الزراعية بكميات كبيرة من المياه اعتقاداً منهم بأن ذلك يقلل من ملوحة التربة وبالتالي يزيد الإنتاج؛ ربما يكون ذلك الاعتقاد صحيحاً منطقياً إذا صاحبه تطبيق نظام صرف جيد ومتكامل، إلا أنه مع انعدام المصارف الطبيعية وقلة المصارف الاصطناعية سوف تترك تلك العملية أثاراً سلبية واضحة في زيادة تغدق التربة السفلية ورفع منسوب المياه الجوفية فضلاً عن تعرض المياه الفائضة عن حاجة النبات للتبخر الشديد إضافة إلى اتصال المياه الجوفية بمياه الري بواسطة الخاصية الشعرية. وبالدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة وجد أن أغلب المزارعين يقومون بالري المستمر بكميات كبيرة من المياه وفي أوقات غير ملائمة، إذ تتم عملية الري في أغلب الأحيان خلال ساعات النهار مما يؤدي إلى تبخر كميات كبيرة من المياه، وهذا ناجم عن استخدام طرق ري تقليدية وعدم استخدام طرق حديثة في الري، إذ اتضح من خلال الاستبيان الخاص بطرق الري بمنطقة الدراسة أن ٨٪ فقط من المزارعين هم من يستخدمون طرق حديثة ومطورة في عملية الري وهذا لا ينطبق على كل المحاصيل، أما النسبة المتبقية فهم يستخدمون الطرق التقليدية لري أراضيهم والتي تؤدي بدورها إلى عدم مراعاة المقنن المائي للمحاصيل المختلفة.

وبشكل عام تساهم الطرق غير التقليدية في إضافة كميات من الأملاح إلى التربة حيث أشارت إحدى الدراسات إلى أن عمق متر واحد من ماء ري جيد النوعية (كمية تضاف طبيعياً خلال موسم ري واحد) يحتوي على ملح كاف لتمليح تربة خالية من الأملاح بمقدار ٥٠٠٠كجم/هكتار (الربيعي، ١٩٨٨، ص٦٧).

كما يتسبب الإسراف في استخدام مياه الري من قبل المزارعين في الأراضي الزراعية المروية في رشح كميات كبيرة من مياه الري الزائدة خلال التربة، مسببة مع مرور الوقت ارتفاع منسوب الماء الجوفي حتى يصبح في متناول الخاصية الشعرية، فتتحرك المياه المحتوية على الأملاح إلى السطح، وفى ظل ظروف التبخر العالية، فإن الأملاح تترسب في مسام التربة وعلى السطح (الزبيدى، ١٩٩٤، ص ٤٤). وعندما تتكون القشور الملحية فإنها

تكون غبار ملحي يمكن تسفية (تذرية) الرياح إلى أعلى في الغلاف الجوي، ثم يسقط لأسفل بواسطة الجاذبية الأرضية ليؤثر على تكوين التربة في المناطق المجاورة ( Briggs, D., et al., 1997, p. 35).

**ب- غياب وتدهور المصارف الزراعية:**

أن عمليتي الري والصرف عمليتان متلازمتان إذ لا يمكن ممارسة الري دون أن يرافقه صرف أو مصارف حيث إن التخلص من المياه الزائدة عن حاجة النبات والتربة معاً أمر ضروري لهما وأن انعدام ذلك يؤدي إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية مما يؤثر على نمو النبات ويزيد من ترسيب الأملاح في التربة.

ويعتبر الصرف المائي وغسيل التربة الزراعية من المتطلبات الأساسية التي تتبع كممارسات للتخلص من الأملاح في الأقاليم الجافة، ويتم من خلالها غسل أملاح التربة أو التقليل من تركيزها وتحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية، وتعتمد منطقة الدراسة على نظام الصرف المكشوف Open Drains حيث يوجد بالمنطقة بركة طبيعية بمسطح يبلغ ١٠٠٠ فدان تستقبل نحو ٤.٥ مليون متر مكعب من مياه الصرف الزراعي وهي مخصصة كلياً لهذا الغرض (التوصيف البيئي لمحافظة الوادي الجديد، ٢٠٠٧، ص١١٩). كما تضم منطقة الدراسة نحو ٣٨ مصرفاً صناعي بإجمالي أطوال تصل إلى ٧٦كم تخدم في الأساس الأراضي الزراعية المستصلحة حديثاً، على العكس من ذلك نجد أن المناطق الزراعية القديمة تعاني من غياب شبكات الصرف الزراعي وتهالك ما هو موجود بها مما يساعد في تفاقم مشكلة التملح داخل تلك الترب الزراعية.

**واجمالاً لما سبق يمكن القول بأن بعض الممارسات التي يتبعها الأنسان لإدارة التربة كمورد طبيعي داخل تلك المناطق الجافة وشبة الجافة لها** دور مهم في عملية تملح التربة الزراعية، منها تبوير نصف التربة الزراعية صيفاً، وعدم الاهتمام بأعمال التسوية للأراضي الزراعية، إلى جانب إضافة الأسمدة إلى مياه الري، حيث تأخذ النباتات الكثير منها وما يزيد منها يضاف كمحتوى ملحي للطبقة السطحية من التربة، كما يؤدى حفر

قنوات الري على مستوى أعلي من الأراضي الزراعية المجاور لها إلى زيادة الرشح من تلك القنوات خاصة إذا كانت غير مبطنه فترشح مياهها إلى تلك الأراضي، ومع مرور الوقت يزيد المخزون في باطن الأرض، ويرتفع مستواه مقترباً من سطح الأرض، حيث يرتفع بالقطاع الأرض بالخاصية الشعرية مسبباً تراكم الأملاح في منطقة الجذور وعلى الطبقة السطحية للتربة.

## رابعاً: التحليل العاملي للعوامل المؤثرة على تملح التربة بمنطقة الدراسة:

لبيان نسبة تأثير كل عامل من العوامل السابقة على تملح التربة بمنطقة غرب الموهوب وأيها أكثر تأثراً على تلك الظاهرة وقيمة تأثير كل عامل فقد تم إجراء التحليل العاملي للعوامل الخمس الرئيسة المؤثرة في ملوحة التربة باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS وهي:

١- العوامل الطبيعية وتشمل ثلاثة عوامل فرعية هي: الأحوال المناخية، والخصائص التضاريسية، ومياه الري.

٢- العوامل البشرية وتشمل عاملين فرعيين هما: أساليب الري المتبعة، وغياب وتدهور المصارف الزراعية.

وتم ذلك باستخدام الأمر Analyze- Dimension Reduction- Factor داخل برنامج SPSS، وتحديد طريقة المكونات الأساسية Principal Component Method لإجراء التحليل العاملي بها وكذلك تحديد تحليل مصفوفة التباين والتباين المشترك Covariance Matrix للعوامل الخمسة.

وقد جاءت نتائج التحليل العاملي لمدى تأثير العوامل الجغرافية الخمسة الرئيسة في ملوحة التربة بمنطقة غرب الموهوب والواردة بجدول (١٠) لتقسم تلك العوامل إلى ثلاث فئات وفقاً لتأثيرها على ملوحة التربة هي:

(١) عوامل لها تأثير عالي: وتضمنت الأحوال المناخية التي ساهمت نسبة تباين مفسرة مقدارها ٤١٪ أي أن الأحوال المناخية تؤثر في ملوحة التربة بغرب الموهوب بنسبة ٤١٪ نسبة إلى باقي العوامل الخمسة، يليها أساليب الري المتبعة بنسبة تباين مفسرة ٣٤٪.

(٢) عوامل لها تأثير متوسط: وتضمنت غياب وتدهور المصارف الزراعية، ومياه الري بنسب تباين مفسرة مقدارها ٢٨ و٢٦٪ على الترتيب.

(٣) عوامل لها تأثير ضعيف: وتضمنت الخصائص التضاريسية كأقل العوامل تأثيراً في تملح التربة بنسبة تباين مفسرة مقدارها ٢٢٪ وعلى الرغم من أنها النسبة الأقل إلا أنها نسبة لا يستهام بها.

جدول (١٠) التباين الكلي للمكونات في التحليل العاملي

| المكونات | التباين الكلي | | أهمية العوامل |
|---|---|---|---|
| | قيم الجذور الكامنة | | |
| | النسبة المفسرة من التباين % | المتجمع الصاعد لتفسير التباين | |
| **١- العوامل الطبيعية** | | | |
| أ- الأحوال المناخية | ٤١ | ٢٧.١٥ | **١ (له تأثير عالي)** |
| ب- الخصائص التضاريسية | ٢٢ | ٤٤.٣٧ | **٥ (له تأثير ضعيف)** |
| ج- مياه الري | ٢٦ | ٥٨.٩٤ | **٤ (له تأثير متوسط)** |
| **٢- العوامل البشرية** | | | |
| أ- أساليب الري المتبعة | ٣٤ | ٨١.٤٦ | **٢ (له تأثير عالي)** |
| ب- غياب وتدهور المصارف الزراعية | ٢٨ | ١٠٠.٠٠ | **٣ (له تأثير متوسط)** |
| **الطريقة المستخدمة: طريقة تحليل المكونات الأساسية.** | | | |

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج التحليل العاملي ببرنامج SPSS

## رابعاً: الآثار المترتبة على تملح التربة بمنطقة الدراسة وحلولها المقترحة:

### أ- الآثار البيئية:

للأملاح المختلفة الموجودة في محلول التربة أو ماء الري تأثيرات متعددة على المحاصيل الزراعية، وأن هذه التأثيرات أما أن تكون مباشرة من خلال تأثيرها على الجوانب الفسيولوجية والوظيفية للمحصول أو من خلال تأثيرها غير المباشر عن طريق إيجاد ظروف

غير ملائمة للنمو بسبب تأثير الأملاح على العديد من خصائص التربة وبالأخص منها الخصائص الفيزيائية، وفيما يلي توضيح لأثر الملوحة على كل من النبات والتربة:

**١– الآثار المباشرة لملوحة التربة:**

**– زيادة الضغط الأسموزي Osmatic pressure:**

يعمل هذا التأثير للأملاح على تقليل قدرة المحاصيل على امتصاص الماء من منطقة الجذور أو أنه يجعل الماء غير متيسر للامتصاص من قبل جذور النباتات بسبب الضغط الأسموزي العالي لوسط النمو نتيجة لوجود كميات كبيرة من الأملاح فيه، وقد يبذل النبات طاقة إضافية لامتصاص الماء من المحلول الملحي والتي يمكن أن يستفاد منها النبات في بناء خلاياه وأنسجته الجديدة (Pitty, A.F.,1978, pp 200-201)، ويبدأ التأثير السلبي للملوحة الكلية في منطقة جذور النبات في نموه وإنتاجيته عند قيمة حدية للملوحة تعتمد على نوع النبات والظروف البيئية الأخرى المؤثرة فيه، وكلما ازدادت الملوحة الكلية لمستخلص التربة في منطقة جذور النبات ازداد تراجع نموه وانتاجيته إلى أن يموت، وتقدر الإنتاجية النسبية لكل محصول من المحاصيل المختارة في ضوء الملوحة الكلية المقاسة لمستخلص التربة باستخدام القيم الموضحة في المعادلة الآتية:

الإنتاجية النسبية للمحصول= ١٠٠– ث (ت–ح).

إذ أن: ت = الملوحة الكلية (ديسي سمينز/م) لمستخلص التربة.

ح= القيمة الحدية للملوحة الكلية (ديسي سمينز/م) للمحصول.

ث= مقدار التراجع في الإنتاج النسبي للمحصول لكل وحدة زيادة في الملوحة الكلية عن القيمة الحدية.

ومثالاً على ذلك نجد أن نباتات الخضر تتفاوت فيما بينها في درجة تحملها للأملاح وذلك لأسباب فسيولوجية خاصة بالنباتات، ويوضح جدول (١١) مدى تحمل الخضروات لملوحة التربة وملوحة مياه الري ومدى الانخفاض الحادث في المحصول عند درجات الملوحة المختلفة:

جدول (١١) معدل انتاجية محاصيل الخضر المختلفة والانحفاض الناتج فيه بسبب تملح التربة

| المحصول | ١٠٠ % انتاجية | | ٩٠ % انتاجية (انخفاض المحصول بنسبة ١٠٪) | | ٧٥ % انتاجية (انخفاض المحصول بنسبة ٢٥٪) | | ٥٠ % انتاجية (انخفاض المحصول بنسبة ٥٠٪) | | صفر % انتاجية (انخفاض المحصول بنسبة ١٠٠٪) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ملوحة التربة | ملوحة المياه | ملوحة التربة | ملوحة المياه | ملوحة التربة | ملوحة المياه | ملوحة التربة | ملوحة المياه | ملوحة التربة | ملوحة المياه |
| | EC soil | EC water | EC soil | EC water | EC soil | EC water | EC soil | EC water | EC soil | EC water |
| اللفت | ٠,٩ | ٠,٦ | ٢ | ١,٣ | ٣,٧ | ٢,٥ | ٦,٥ | ٤,٣ | ١٢ | ٨ |
| الفاصوليا | ١ | ٠,٧ | ١,٥ | ١ | ٢,٣ | ١,٥ | ٣,٦ | ٢,٤ | ٦,٣ | ٤,٢ |
| الجزر | ١ | ٠,٧ | ١,٧ | ١,١ | ٢,٨ | ١,٩ | ٤,٦ | ٣,١ | ٨,١ | ٥,٤ |
| البصل | ١,٢ | ٠,٨ | ١,٨ | ١,٢ | ٢,٨ | ١,٨ | ٤,٣ | ٢,٩ | ٧,٤ | ٥ |
| الفجل | ١,٢ | ٠,٨ | ٢ | ١,٣ | ٣,١ | ٢,١ | ٥,١ | ٣,٤ | ٨,٩ | ٥,٩ |
| الخس | ١,٣ | ٠,٩ | ٢,١ | ١,٤ | ٣,٢ | ٢,١ | ٥,١ | ٣,٤ | ٩ | ٦ |
| الفلفل | ١,٥ | ١ | ٢,٢ | ١,٥ | ٣,٣ | ٢,٢ | ٥,١ | ٣,٤ | ٨,٦ | ٥,٨ |
| البطاطا | ١,٥ | ١ | ٢,٤ | ١,٦ | ٣,٨ | ٢,٥ | ٦ | ٤ | ١١ | ٧,١ |
| الذرة | ١,٧ | ١,١ | ٢,٥ | ١,٧ | ٣,٨ | ٢,٥ | ٥,٩ | ٣,٩ | ١٠ | ٦,٧ |
| البطاطس | ١,٧ | ١,١ | ٢,٥ | ١,٧ | ٣,٨ | ٢,٥ | ٥,٩ | ٣,٩ | ١٠ | ٦,٧ |
| الكرنب | ١,٨ | ١,٢ | ٢,٨ | ١,٩ | ٤,٤ | ٢,٩ | ٧ | ٤,٦ | ١٢ | ٨,١ |
| الكرفس | ١,٨ | ١,٢ | ٣,٤ | ٢,٣ | ٥,٨ | ٣,٩ | ٩,٩ | ٦,٦ | ١٨ | ١٢ |
| السبانخ | ٢ | ١,٣ | ٣,٣ | ٢,٢ | ٥,٣ | ٣,٥ | ٨,٦ | ٥,٧ | ١٥ | ١٠ |
| الخيار | ٢,٥ | ١,٧ | ٣,٣ | ٢,٢ | ٤,٤ | ٢,٩ | ٦,٣ | ٤,٢ | ١٠ | ٦,٨ |
| الطماطم | ٢,٥ | ١,٧ | ٢,٥ | ٢,٣ | ٥ | ٣,٤ | ٧,٦ | ٥ | ١٣ | ٨,٤ |
| البروكلي | ٢,٨ | ١,٩ | ٣,٩ | ٢,٦ | ٥,٥ | ٣,٧ | ٨,٢ | ٥,٥ | ١٤ | ٩,١ |
| البنجر | ٤ | ٢,٧ | ٥,١ | ٣,٤ | ٦,٨ | ٣,٤ | ٩,٦ | ٦,٤ | ١٥ | ١٠ |
| الكوسه | ٤,٧ | ٣,١ | ٥,٨ | ٣,٨ | ٧,٤ | ٢,٩ | ١٠ | ٦,٧ | ١٥ | ١٠ |
| اللوبيا | ٤,٩ | ٣,٣ | ٥,٧ | ٣,٨ | ٧ | ٤,٧ | ٩,١ | ٦ | ١٣ | ٨,٨ |

المصدر: جويهل، ٢٠١٤، ص٢٥١.

### - التأثير الغذائي للأملاح Nutritional effect:

يعزى انخفاض نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية بسب هذا العامل إلى وجود أحد أيونات الأملاح في المحلول الغذائي أو محلول التربة بتراكيز عالية يؤدي إلى امتصاصه وتجمعه بكميات كبيرة في أنسجة النبات، وتؤدي هذه الحالة إلى خفض في امتصاص وتركيز أيون أو عنصر غذائي آخر يحتاجه النبات في نموه وبالتالي تظهر كنتيجة لهذه العملية أعراض نقص ذلك الأيون على النبات مما يؤثر في نموه وإنتاجيته، فعلى سبيل المثال وجد

الباحثون أن زيادة تركيز الصوديوم في محلول التربة أدي إلى امتصاصه بكميات عالية ينتج عنه نقص في امتصاص أيون الكالسيوم وظهور أعراض نقصها على النباتات( Epstein. E, 1972, pp. 365-367).

**– التأثير السمي Toxicity Effect:**

يأتي التأثير السمي لتملح التربة نتيجة لتجمع وتراكم أحد الأيونات كالصوديوم والكلور والبورون بتراكيز عالية في أنسجة النبات إلى درجة يصبح عندها ذو أثر سمي، وعادة تكون تراكيز هذه الأيونات التي تسبب السمية قلية بالمقارنة بالأيونات الأخرى، وتؤدي التراكيز العالية لأيونات هذه العناصر إلى أحداث حروق وتساقط الأوراق، فقد وجد مثلاً أن تجمع أيونات الصوديوم في الأوراق وبمقدار أقل من (٠.٠٥) من الوزن الجاف للورثة ينتج عنه اعراض حروق واضرار شديدة أخرى للورقة، كما أن النباتات تتفاوت في درجات تأثرها ومقاومتها للأيونات فمثلاً وجد أن كميات قليلة من الصوديوم والكلوريد سبب السمية المباشرة لأشجار الفاكهة والحمضيات كالخوخ والأجاص "الكمثري" والمشمش والعنب، بينما تكون نفس التراكيز غير سامة لنباتات أخرى (سعد، ٢٠١١، ص٢١٨).

**٢– الآثار غير المباشرة لملوحة التربة:**

أما بالنسبة للتأثيرات غير المباشرة لملوحة التربة فهي تتمثل في التأثير على بعض خصائص التربة والتي يمكن إجمالها في الآتي:

– تعمل الملوحة العالية على اضطراب بناء التربة حيث يتسبب ارتفاع تراكيز الصوديوم المتبادل في التربة في تشتت مجاميع التربة وانتشار دقائقها وترسب معادنها في مساماتها، وينتج عن ذلك تأثير ضار على المسامات الهوائية الكبيرة للتربة بسبب تحرك حبيبات التربة المشتتة إذ تعمل على سد تلك المسامات فتقل نفاذية التربة (النعيمي، ١٩٩٠، ص٢٣٢).

– كما يؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل في محلول التربة إلى انخفاض ملحوظ للتوصيل المائي للتربة ومعدل غيضها وسعة خزنها للماء وبالأخص عندما تصل هذه النسبة إلى (١٥٪) (B. Abrol, and C. I. A Charya,1978, p98.)، كما أنه يعمل على تكوين

قشرة سطحية صلبة تعرقل نمو البذور وبزوع البادرات، وقد تتكون طبقة طينية صماء تحت التربة السطحية ناتجة عن حركة الحبيبات الناعمة إلى أسفل بسبب ما تتعرض له من تفريق وتشتت بفعل أيونات الصوديوم (Firman, E. Bear,1965, pp.218-219)، ويتضح ذلك من الصورة (٢) التي توضح تصلب الطبقة السطحية بالتربة في أحد الحقول الزراعية بمنطقة غرب موهوب.

المصدر: العمل الميداني بمنطقة غرب موهوب أبريل ٢٠١٦.

صورة (٢) تصلب الطبقة السطحية من التربة بأحد الحقول الزراعية بمنطقة غرب موهوب

**ج- الحلول المقترحة:**

تختلف الأساليب المتبعة في إدارة الموارد الأرضية أو المشاكل والأخطار البيئية حسب طبيعتها ومواقف السكان والدول تجاهها، كما تهدف إدارة الترب في الأراضي الجافة إلى حمايتها من عوامل انجرافها وتدهور إنتاجيتها الحيوية والزراعية، بل وزيادة خصوبتها، وفيما يلي عرض لبعض من هذه الطرق والأساليب:

- غسيل التربة من المحتوي الملحي هي إحدى الحلول على المدى القصير، كما يمكن استخدام المياه لضبط الملوحة أثناء فترة المحصول، ويتم ذلك من خلال تحديد الاحتياجات الغسيلية للنباتات والتي تضاف مع مياه الري من المعادلة الآتية:

الاحتياجات الغسيلية = درجة ملوحة مياه الري (بالمليموز) × درجة تحمل النبات للملوحة بالمليموز مقسوم على ١٠٠، ويتم الحصول على قيمة درجة تحمل النبات للملوحة بالمليموز من خلال جداول خاصة توضح نسبة النقل في المحصول عند كل درجة.

– أما الحلول على المدى الطويل لإصلاح وصيانة التربة مما أصابها من تملح فيكون عن طرق التحكم في ملوحة التربة والقيام بغسلها، كما أن غسل التربة يتطلب ضرورة معرفة أهمية مياه الري التي سوف تتسرب عبر النطاق الجذري للنبات لتحفظ ملوحة التربة إلى الحد الأدنى من القيمة المحددة، وتعتمد هذه الطريقة على التحكم في كتلة المياه المطلوبة وأحوالها والتي يمكنها أن توجد توازناً في الأملاح.

وعملية الغسيل هي إمرار مقدار من الماء خلال قطاع الأرض، والغرض من عملية الغسيل هو إذابة الأملاح القابلة للذوبان الموجودة في الأرض الملحية، وإزالتها من القطاع الأراضي إلى باطن الأرض أو المصارف بعيداً عن منطقة نمو الجذور، والاحتفاظ بمستوي مناسب من الأملاح في الأرض الزراعية المروية لمنع تراكم الأملاح في الأرض سواء من استعمال مياه ري مالحة أو من الماء الأرضي، كذلك إزالة أملاح الصوديوم التي تنتج من عملية إحلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل أثناء إصلاح الأرض القلوية. ويتم الغسيل بواسطة الري بالغمر أو الري بالرشاشات بمعدل ١٠٠ متر مكعب للفدان مرة كل أسبوع ويفضل فحص التربة بعد كل رية غسيل لمعرفة تأثير الغسيل على الملوحة ومعرفة هل يتم الاستمرار في عملية الغسيل فضلاً عن إضافة ٢٠ متر مكعب سباخ بلدي للفدان زائد ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات هذا بالنسبة لزراعة الخضروات، أما بالنسبة لزراعة الأشجار يتم إضافة ٥ متر مكعب سباخ بلدي زائد ٥٠ كجم سوبر فوسفات على خط لزراعة فقط وتقليبه لعمق ٦٠ سم وعرض ٨٠ سم ويفضل تعقيم السماد العضوي تعقيماً شمسياً أو استخدام السماد العضوي المخمر وفيه يتم كمر السماد في منطقة واحدة ويروي جيداً حتي الإشباع ويغطي بالبلاستيك لمدة شهرين إلى ثلاثة ويتم إجراء رية غسيل أخري (جويهل، ٢٠١٤، ص ص٢٥٦–٢٥٧).

– تقليب التربة حيث إن الطبقة السفلية أو الآفاق السفلي للتربة (Subsoil) عادة ما تكون متماسكة وصلبة نتيجة ممارسة الأنشطة فوقها، وهذا التصلب أو شدة التماسك يحول دون صرف الماء الزراعي بعد إتمام عملية الري، ويقاوم عملية مد النبات لجذوره إلى أسفل مما يؤثر على التربة وعلى الإنتاج الزراعي أيضاً، لذلك فإنه حينما يتم تقليب التربة فإن الطبقة

السفلي المتماسكة تصبح أعلى التربة، وبالتالي يتم تكسيرها، وهذا يجعل التربة تمتص مياه الري السطحي، وتصبح أكثر رطوبة وأكثر في التهوية، ويتحسن بذلك إنتاجية المحصول.

– إضافة المحسنات الطبيعية مثل الطفلة أو المعادن الطينية، والمواد العضوية، بالإضافة إلى بعض المحسنات الصناعية وهي مواد يتم تصنيعها من النواتج البترولية تقوم بحفظ المياه بنسبة تصل إلى مئات المرات من حجمها وهي تضاف بنسبة قليلة حوالي ١جم/كجم تربة، حيث تقوم هذه المحسنات بزيادة تكوين بناء الأراضي الرملية وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية وبالتطبيق على منطقة الدراسة وجد أنها تحتوي على نوع من المحسنات الطبيعية يعرف بالرمال الخضراء (الجلوكونيت) وهو معدن مكون من سيليكات البوتاسيوم والألمونيوم المائية كما أنها تحتوي على أيون الحديد والحديديك وبعض المغنسيوم والفوسفات يمكن استخدامه كسماد لتحسين التربة وتغذية النباتات والمحاصيل الزراعية.

– استخدام الأسمدة العضوية بصورة كافية وذلك لتحسين نفاذية التربة من جهة وسد النقص في المواد الغذائية في التربة التي تنتج عن عمليات الغسيل من جهة أخرى، فقد وجد الباحثين أن إضافة قش الأرز في التربة على أعماق (صفر–٢٠سم) يؤدي إلى تخفيض مستوي الملوحة والقلوية فيها ويزيد من محتواها من المواد العضوية وإنتاجية القطن والقمح المزروعة فيها فضلاً عن حمايتها من شدة التبخر الذي يحول دون تجمع الأملاح على سطح التربة .(Chang and Sipio,2001,p4)

– إضافة الجبس الزراعي إلى التربة، وتتوقف كميات الجبس المضاف على تحاليل الأرض فإذا كانت نسبة الملوحة بالأرض أقل من ٤ ملليموز يضاف الجبس الزراعي سنوياً بمقدار ٠.٥– ١٠ طن للفدان، وإذا كانت الملوحة متوسطة ما بين ٤–٨ ملليموز يجب زيادة كمية الجبس الزراعي إلى ٢–٤ طن للفدان، وإذا أظهرت التحاليل أن الأرض ملحية بنسبة عالية ما بين ٨–١٢ ملليموز فأكثر تزداد كمية الجبس الزراعي إلى ٥–٨ طن للفدان خاصة عند غسيل الأملاح (جويهل، ٢٠١٤، ص٢٥٦).

– زراعة المحاصيل التي لها القدرة على تحمل الملوحة بدرجاتها المختلفة وذلك من خلال التعرف على درجات تحمل المحاصيل المختلفة لملوحة التربة ومياه الري والحرارة وتصنيفها على تلك الأسس، ويعد نبات السيسبان من النبات التي يتم اقتراحها للزراعة ببعض الأراضي المتأثرة بالملوحة بمنطقة الدراسة وادخاله ضمن الدورة الزراعية وذلك لما له من أهمية اقتصادية وطبية وبيئية وفي استغلال الترب المتدهورة بيئياً فللنبات قدرة عالية على تحمل الملوحة وزيادة خصوبة التربة لكونه من النباتات البقولية عالية التثبيت للنتروجين الجوي، إذ تحتوي جذوره على كتلة حيوية هائلة من العقد البكتيرية تقدر بـ٢٠٠ عقدة بكتيرية فعالة و٣٥ عقدة بكتيرية غير فعالة (الحمداني،٢٠١٢، ص٦). كما يعمل النبات على خفض الموصلية الكهربائية بالترب المملحة من ٣٦.٧ ديسي سيمنز/م إلي ٣.٨٠ ديسي سيمنز/م، وقد يكون السبب في ذلك هي قدرة النبات على تجميع حامض البرولين[٣] في خلاياه (الحمداني،٢٠١٢، ص٩).

أما من الناحية الطبية فنبات السيسبان من النباتات الطبية المهمة لاحتوائه على كثير من المركبات التي تستخدم في الصناعات الصيدلانية مثل القلويداتو الفلافونيدات، واقتصادياً فهو محصول علفي ممتاز يستخدم كعلف أخضر للماشية كما يمكن تجفيفه واستعماله كدريس، كما يستفاد منه كمصدات منخفضة للرياح، وقد حضي هذا النبات باهتمام كبير في بعض دول العالم، إذ استخدم نبات السيسبان كسماد أخضر في حقول الأرز المنخفضة الخصوبة في الفلبين وذلك لقابلية هذا النبات على تحمل الملوحة وزيادة الكتلة

[٣] البرولين: هو حمض أميني كباقي الأحماض الأمينية الأخرى، فهو يشكل جزءاً من البروتينات المهمة للخلايا النباتية، هو الحمض الأميني الذي يركز عليه أكبر عدد من الدراسات المهتمة بالتغلب على جميع أنواع حالات الإجهاد: الملوحة، الجفاف، تلوث الهواء، الإجهاد التأكسدي، العدوى الممرضة أو الأشعة فوق البنفسجية بالإضافة إلى دوره في تحمل حالات الإجهاد، كما يلعب الحمض دوراً هاماً في نمو النبات من خلال قدرته على التنظيم الاوزموزي داخل الخلية النباتية، كما يساعد في عملية التنفس الهوائي للنبات باعتباره مصدر للطاقة من أجل التخلص من حالة الاجهاد الذي تعرض لها والشفاء والرجوع للحالة الطبيعية (الساعدي، ٢٠١٢م، ص٨٠٢).

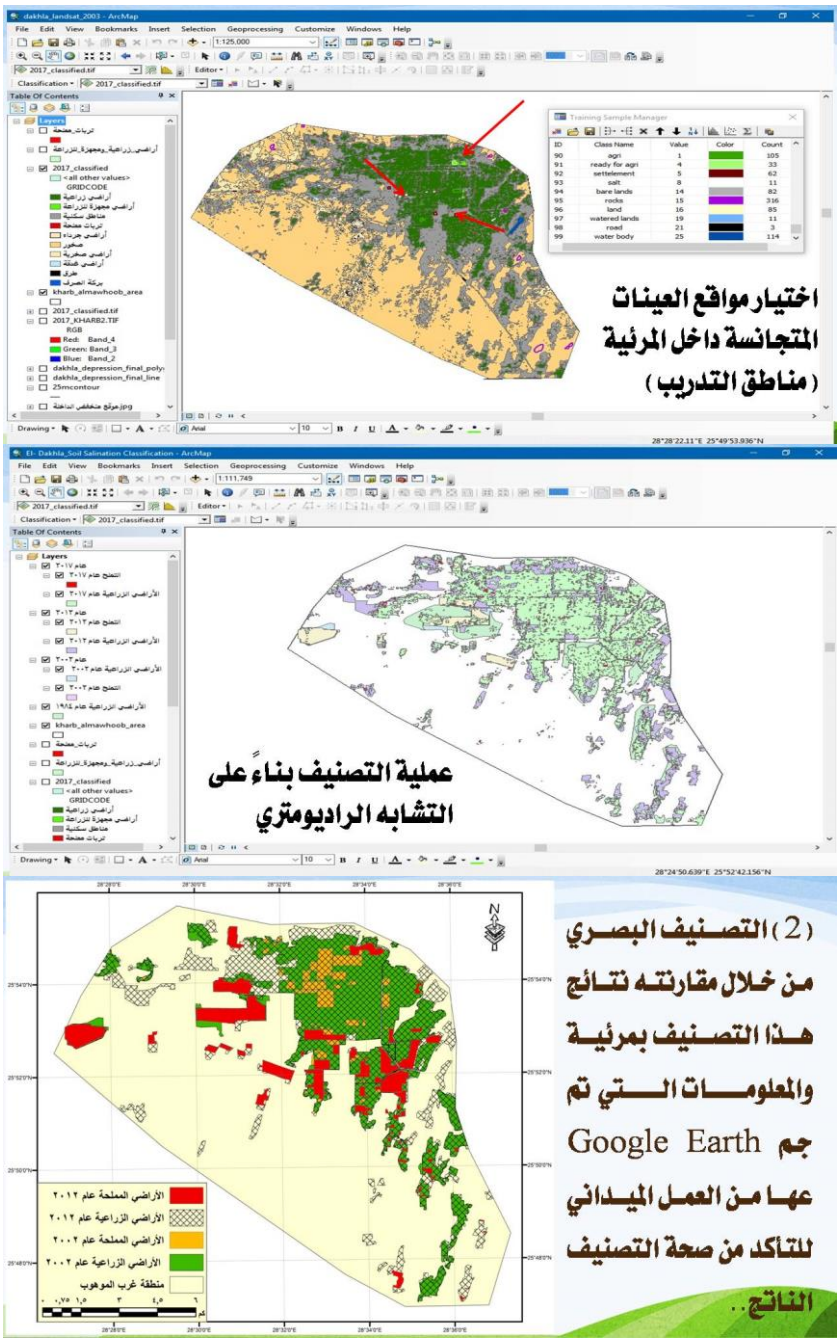
الحيوية وتثبيت النتروجين، كما وجد أن إضافة ٣٠كجم من النيتروجين على هيئة سماد يوريا (N %٤٦) قد زاد من النتروجين الكلي المثبت من قبل النبات وزيادة محصول الأرز الذي تلاه في الزراعة (الحمداني،٢٠١٢، ص٦).

كما يعد محصول كل من بنجر السكر والشعير من المحاصيل التي حققت نجاح كبير في تحمل الملوحة فهي محاصيل لها قدرة على تحمل الملوحة الناتجة عن زيادة رطوبة التربة، كما أن للخضروات قدرة معتدلة على تحمل الملوحة خاصة نبات الهليون والسبانخ اللذان تصل مقاومتهما إلى أقص حد من التحمل، وفيما يتعلق بالمحاصيل الحقلية يعد الأرز ذو قدرة على تحمل الملوحة وباستثناء شجرة النخيل وإلى درجة ما تعد شجرة العنب من الأشجار متوسطة الحساسية للملوحة.

– تحسين نظام الري والصرف بالمنطقة لأنها تمثل مدخلات ومخرجات في النظام، ولذلك فإنها إذا كانت تعاني هذه المدخلات والمخرجات من مشكلات فإن هذا ينعكس على العملية الإنتاجية وهي مخرجات المزرعة في النهاية، لذا تحسين الري والصرف نجده يتم عن طريق عمل وصلات للصرف المغطى، ويفضل عن الصرف المكشوف لأن الصرف المكشوف تتعرض فيه مجاري الصرف للنحت فتتدهور الأراضي على جانبية، كما أن المصارف المكشوفة نفسها تتعرض للردم والإطماء، ولذا يتم تطهيرها سنوياً من الحشائش والطمي المتراكم، والتوسع في تطبيق نظم الري بالرش تجنباً لتراكم المياه فوق الأراضي الزراعية والتي تؤدي إلى تغدقها أو تملحها.

## الملاحق:

ملحق (١) خطوات تصنيف المرئيات الفضائية لمنطقة غرب موهوب




المصدر: اعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcGIS.

ملحق (٢) التحليل المعملي لعينات التربة بمنطقة غرب الموهوب عام ٢٠١٦

| مكان العينة | الإحداثيات | | العمق (سم) | التحليل الميكانيكي | | | القوام | الموصلية الكهربائية (EC) ديسي سيمنز/م* | نسبة كربونات الكالسيوم (CaCo3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | دائرة العرض (N) | خط الطول (E) | | الرمل % | السلت % | الطين % | | | |
| 1 | 25º 52` 44`` | 28º 19` 23`` | ٣٠-٠ | 86 | 7 | 7 | Loamy Sand | 4.36 | ٢,٢٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 82 | 8 | 9 | Loamy Sand | 42.12 | ٢١,٢٩ |
| ٢ | 25º 52` 12`` | 28º 19` 42`` | ٣٠-٠ | 85 | 6 | 8 | Loamy Sand | 20.60 | ١٧,٢٧ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 83 | 8 | 10 | Loamy Sand | 35.70 | ١٥,٩١ |
| ٣ | 25º 51` 28`` | 28º 20` 46`` | ٣٠-٠ | 62 | 17 | 20 | Sandy Clay Loam | 99.60 | ١٨,٩٤ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 59 | 16 | 25 | Sandy Clay Loam | 100.60 | ١٨,٥٦ |
| ٤ | 25º 52` 58`` | 28º 20` 55`` | ٣٠-٠ | 74 | 11 | 16 | Sandy Loam | 163.00 | ٣٦,٣٦ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 73 | 22 | 6 | Sandy Loam | 34.00 | ٥٠,١٥ |
| ٥ | 25º 52` 47`` | 28º 23` 40`` | ٣٠-٠ | 75 | 7 | 18 | Sandy Loam | 6.87 | ٣٦,٣٦ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 49 | 20 | 31 | Sandy Clay Loam | 10.84 | ٥٧,٥٨ |
| ٦ | 25º 53` 34`` | 28º 27` 16`` | ٣٠-٠ | 83 | 10 | 7 | Loamy sand | 2.65 | ١٧,٧٣ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 81 | 12 | 7 | Loamy Sand | 2.58 | ٢٢,٦٥ |
| ٧ | 25º 53` 44`` | 28º 27` 15`` | ٣٠-٠ | 80 | 10 | 10 | Sandy Loam | 19.58 | ١٩,٩٢ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 80 | 12 | 8 | Loamy Sand | 24.20 | ٢١,٥٢ |
| ٨ | 25º 53` 17`` | 28º 53` 17`` | ٣٠-٠ | 81 | 10 | 9 | Loamy Sand | 1.05 | ٣٩,٣٩ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 86 | 7 | 7 | Loamy Sand | 1.64 | ٤٣,٤٨ |
| ٩ | 25º 52` 35`` | 28º 30` 19`` | ٣٠-٠ | 58 | 14 | 28 | Sandy Clay Loam | 5.47 | ٢٠,٠٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 54 | 14 | 32 | Sandy Clay Loam | 10.92 | ١٨,٠٣ |
| ١٠ | 25º 52` 36`` | 28º 32` 47`` | ٣٠-٠ | 37 | 33 | 30 | Clay Loam | 1.71 | ٩,٥٥ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 17 | 38 | 45 | Clay | 3.11 | ١٠,٦١ |
| ١١ | 25º 52` 04`` | 28º 32` 47`` | ٣٠-٠ | 43 | 30 | 27 | Clay Loam | 1.57 | ٧,٧٣ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 37 | 27 | 36 | Clay Loam | 4.81 | ٣,٧٩ |
| ١٢ | 25º 50` 26`` | 28º 34` 23`` | ٣٠-٠ | 35 | 33 | 32 | Clay Loam | 1.11 | ٦,٨٢ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 23 | 33 | 44 | Clay | 4.68 | ٧,٧٣ |
| ١٣ | 25º 49` 59`` | 28º 34` 05`` | ٣٠-٠ | 40 | 36 | 24 | Loam | 25.10 | ٨,٣٣ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 34 | 36 | 29 | Clay Loam | 31.10 | ٨,١٨ |
| ١٤ | 25º 47` 50`` | 28º 35` 53`` | ٣٠-٠ | 46 | 24 | 30 | Sandy Clay Loam | 2.67 | ٧,٥٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 46 | 22 | 32 | Sandy Clay Loam | 4.59 | ٦,٨٩ |
| ١٥ | 25º 47` 45`` | 28º 35` 42`` | ٣٠-٠ | 48 | 14 | 37 | Sandy Clay | 4.72 | ٦,٤٤ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 50 | 16 | 34 | Sandy Clay Loam | 9.37 | ٧,٢٠ |
| ١٦ | 25º 47` 12`` | 28º 37` 29`` | ٣٠-٠ | 32 | 27 | 41 | Clay | 3.18 | ٧,٥٨ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 30 | 21 | 48 | Clay | 5.30 | ٨,٧١ |
| ١٧ | 25º 45` 06`` | 28º 37` 12`` | ٣٠-٠ | 26 | 28 | 46 | Clay | 3.72 | ٦,٨٩ |
| | | | ٦٠-٣٠ | 35 | 23 | 42 | Clay | 6.18 | ٧,٦٥ |

Source: Abd El-Rahim, M. G. M.1; M. A. El-Desoky; Nadia M. Roshdi and M. H. Hamed, Available Phosphorus Assessment of Gharb El-Mawhoob Soils, El-Dakhla Oasis, Egypt, Assiut J. Agric. Sci., (47) No. (4) 2016 (186-200)

* ديسي سيمنز/م: هو الوحدة الرئيسية التي تستخدم للتعبير عن الملوحة وهو يساوي ٨٠٠ جزء/المليون من الأملاح الذائبة في محلول التربة وهو المرادف لمصطلح الملليموز/سم.

ملحق (٣) قيمة أيون الصوديوم والصوديوم المتبادل والسعة التبادلية للكاتيونات بمنطقة غرب موهوب

| رقم العينة | الإحداثيات | | العمق (سم) | Na+ mmol/kg | السعة التبادلية للكاتيونات CEC* mmol/kg | الصوديوم المتبادل**ESP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | دائرة العرض (N) | خط الطول (E) | | | | |
| 1 | 25º 52` 44`` | 28º 19` 23`` | ٣٠-٠ | ٠,٧٥ | ١٣١,٦ | ٠,٥٧ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٢٥,٠٨ | ١٥٤,٣ | ١٦,٢٥ |
| ٢ | 25º 52` 12`` | 28º 19` 42`` | ٣٠-٠ | ٢٦,٤٧ | ١٤٧,٩ | ١٧,٩٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٣٦,٣٧ | ١٩٦,٧ | ١٨,٤٩ |
| ٣ | 25º 51` 28`` | 28º 20` 46`` | ٣٠-٠ | ١٦,٨٧ | ٢٧٤,٥ | ٦,١٥ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٢٧,٣٤ | ٢٤١,٩ | ١١,٣٠ |
| ٤ | 25º 52` 58`` | 28º 20` 55`` | ٣٠-٠ | ٣٥,٩٢ | ١٤٩,٣ | ٢٤,٠٦ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٤٧,٨٧ | ٢٠٤,٩ | ٢٣,٣٦ |
| ٥ | 25º 52` 47`` | 28º 23` 40`` | ٣٠-٠ | ٤,٣ | ١٦١,٦ | ٢,٦٦ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ١٢,٠٢ | ١٨١,٢ | ٦,٦٣ |
| ٦ | 25º 53` 34`` | 28º 27` 16`` | ٣٠-٠ | ٠,٥٨ | ٢٦٥,٨ | ٠,٢٢ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٠,٣٦ | ١٤٩,٥ | ٠,٢٤ |
| ٧ | 25º 53` 44`` | 28º 27` 15`` | ٣٠-٠ | ٢٢,٨٦ | ١٩٥,٢ | ١١,٧١ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٤٥,٢١ | ٢٤٣,٣ | ١٨,٥٨ |
| ٨ | 25º 53` 17`` | 28º 53` 17`` | ٣٠-٠ | ٠,٢ | ٦٥,٨ | ٠,٣٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٠,٨٥ | ١٦٢,٩ | ٠,٥٢ |
| ٩ | 25º 52` 35`` | 28º 30` 19`` | ٣٠-٠ | ١٣,١١ | ٢٦٧,٨ | ٤,٩٠ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ١٧,٦٧ | ٢٧١,٨ | ٦,٥٠ |
| ١٠ | 25º 52` 36`` | 28º 32` 47`` | ٣٠-٠ | ٦,١٦ | ٥٤٨,٩ | ١,١٢ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٥,١٨ | ٥٧٤,٩ | ٠,٩٠ |
| ١١ | 25º 52` 04`` | 28º 32` 47`` | ٣٠-٠ | ٦,٤٩ | ٥٥٥,٢ | ١,١٧ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٢٦,٦٩ | ٥٢١,٧ | ٥,١٢ |
| ١٢ | 25º 50` 26`` | 28º 34` 23`` | ٣٠-٠ | ٣,٠٥ | ٥٢٢,٢ | ٠,٥٨ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ١٨,٦٣ | ٤٦٤,٣ | ٤,٠١ |
| ١٣ | 25º 49` 59`` | 28º 34` 05`` | ٣٠-٠ | ١١٨,٧ | ٥١٥,٨ | ٢٣,٠١ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ١٢١,٦٤ | ٤٢٩ | ٢٨,٣٥ |
| ١٤ | 25º 47` 50`` | 28º 35` 53`` | ٣٠-٠ | ١,٢٦ | ٣٧٢,١ | ٠,٣٤ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٠,٦١ | ٣٨٨,٤ | ٠,١٦ |
| ١٥ | 25º 47` 45`` | 28º 35` 42`` | ٣٠-٠ | ١٧,٢٥ | ٣٧٣,٢ | ٤,٦٢ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٥١,٧١ | ٣٥٢,١ | ١٤,٦٩ |
| ١٦ | 25º 47` 12`` | 28º 37` 29`` | ٣٠-٠ | ٥,٤٨ | ٤١١,١ | ١,٣٣ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٩,٩١ | ٣٧٦ | ٢,٦٤ |
| ١٧ | 25º 45` 06`` | 28º 37` 12`` | ٣٠-٠ | ١٣,٣٤ | ٤٨٠ | ٢,٧٨ |
| | | | ٦٠-٣٠ | ٢٧,٢٣ | ٤١٤ | ٦,٥٨ |

**المصدر : إعداد الباحثان بالاعتماد على:**

Abd El-Rahim, M. G. M.1; M. A. El-Desoky; Nadia M. Roshdi and M. H. Hamed, Available Phosphorus Assessment of Gharb El-Mawhoob Soils, El-Dakhla Oasis, Egypt, Assiut J. Agric. Sci., (47) No. (4) 2016 (186-200)

* CEC السعة التبادلية للكاتيونات (Cation Exchange Capacity) هي مجموع الكاتيونات المتبادلة في وحدة وزنية معينة من التربة أو المعدن والوحدة المستخدمة عادة للتعبير عن السعة التبادلية الكاتيونية هي الملي مكافئ/ ١٠٠جم . (سنتمول / كجم تربه = مللي مكافىء / ١٠٠ جم تربه).

** ESP الصوديوم المتبادل هي نسبة أيونات الصوديوم المتبادل الى السعة التبادلية الكاتيونية لقيمة التربة وقد تم حسابة من خلال المعادلة التالية:

قيمة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة ((ESP) =

$$ESP = \frac{Exchangeable\ sodium\ ions}{Soil\ cation\ exchange\ capacity} \times 100$$

نقلاً عن: ماهر جورجي نسيم، الزراعة العضوية (اساسيات وتقنيات)، منشأة المعارف، الطبعة الأولي، مجلد ١، ٢٠٠٨.

## ملحق (٣) البيانات المناخية بالداخلة

جدول (١) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى بالداخلة (°م) للمدة (١٩٦٨: ١٩٩٧م)

| يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المعدل السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢١,٧ | ٢٤,١ | ٢٨,٠ | ٣٣,٤ | ٣٧,٠ | ٣٩,١ | ٣٩,١ | ٣٨,٧ | ٣٦,٧ | ٣٣,٣ | ٢٧,١ | ٢٢,٨ | ٣١,٧٥ |

المصدر: أماني حسين محمد، المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة: دراسة جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط، ٢٠٠٣م، ص ٢٩، عن: هيئة الأرصاد الجوية المصرية، بيانات غير منشورة للمدة بين عامي ١٩٦٨: ١٩٩٧م.

جدول (٢) متوسطة سرعة الرياح (عقدة /ساعة) بمنخفض الداخلة (٢٠١١م)

| الشهر | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المعدل السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السرعة عقدة/ساعة | ٣.٥ | ٣.٩ | ٤.٥ | ٤.٩ | ٢.٣ | ٥.٥ | ٤.٥ | ٤.٤ | ٥ | ٤.٨ | ٤.٤ | ٣,٥ | ٤.٣٤ |

المصدر: شربات بشندي عطية، (2013) التربة في منخفض الداخلة – دراسة جغرافية بمنخفض الداخلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ص٢٢.

جدول (٣) متوسط كمية الأمطار المتساقطة بالمليمتر على منخفض الداخلة للمدة (١٩٨٠– ٢٠٠٠م)

| الشهر | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الإجمالي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المطر (ملم) | ٠,١ | ٠,٢ | ٠ | ٠,١ | ٠,١ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠,٥ |

المصدر: شربات بشندي عطية، (2013) التربة في منخفض الداخلة – دراسة جغرافية بمنخفض الداخلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ص٢٣.

جدول (٤) المعدل الشهري لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية بالداخلة (ملم) للمدة (١٩٦١: ٢٠٠٠م)

| يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المتوسط السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٣,٣٤ | ٣,٩٤ | ٥,٥٣ | ٧,٣٩ | ٩,٨٤ | ١١,٨٧ | ٩,٩٠ | ٩,٨٧ | ٩,٢٣ | ٦,٨٠ | ٤,٤٦ | ٣,٠٨ | ٧,١٠ |

المصدر: ياسر أحمد السيد، التبخر/ نتح القياسي في جمهورية مصر العربية: دراسة في الجغرافيا المناخية، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب بدمنهور، جامعة الإسكندرية، العدد ١٦، ٢٠٠٣م، ص ص٢٤٥– ٣٢١، ص ٢٥١، عن: هيئة الأرصاد الجوية المصرية، بيانات غير منشورة بين عامي للمدة ١٩٦١: ٢٠٠٠م.

## تابع ملحق (٣) البيانات المناخية بالداخلة

جدول (٥) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجة حرارة التربة بالداخلة (°م) على أعماق مختلفة للمدة (١٩٥٦: ٢٠٠٧م)

| العمق | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المتوسط السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٠,٣ سم | ٢٨,٤ | ٣٢,٨ | ٣٩,٢ | ٤٥,١ | ٤٩,٦٢ | ٥٢,٩ | ٥٣,١ | ٥٢,٤ | ٤٨,٩ | ٤٢,٥ | ٣٣,٣ | ٢٧,٩ | ٤٢,٢ |
| ٥ سم | ٢٠,٠ | ٢٢,٠ | ٢٥,٨ | ٣١,٣ | ٣٥,٧ | ٣٨,٣ | ٣٨,٧ | ٣٨,٥ | ٣٦,٢ | ٣٢,٥ | ٢٦,٢ | ٢١,٢ | ٣٠,٥ |
| ١٠ سم | ١٧,٥ | ١٩,٢ | ٢٢,٥ | ٢٧,٦ | ٣١,٨ | ٣٤,٢ | ٣٥,٣ | ٣٥,٦ | ٣٢,٥ | ٣٠,٠ | ٢٤,٨ | ١٩,٠ | ٢٧,٦ |
| ٢٠ سم | ١٦,٧ | ١٨,٠ | ٢٠,٨ | ٢٥,٠ | ٢٨,٩ | ٣١,٦ | ٣٢,٥ | ٣٢,٨ | ٣١,٢ | ٢٨,٣ | ٢٣,٣ | ١٨,٥ | ٢٥,٧ |
| ٥٠ سم | ١٩,٢ | ١٩,٢ | ٢١,١ | ٢٣,٩ | ٢٧,٠ | ٢٩,٧ | ٣٠,٩ | ٣١,٢ | ٣٠,٣ | ٢٨,٧ | ٢٥,٢ | ٢١,٥ | ٢٥,٦ |
| ١٠٠ سم | ٢١,٥ | ٢٠,٧ | ٢١,٥ | ٢٣,٥ | ٢٥,٩ | ٢٨,١ | ٢٩,٤ | ٣٠,١ | ٣٠,٠ | ٢٩,٠ | ٢٦,٨ | ٢٣,٦ | ٢٥,٨ |
| ٢٠٠ سم | ٢٥,٦ | ٢٣,٢ | ٢٢,٤ | ٢٢,٦ | ٢٣,٦ | ٢٦,٧ | ٢٧,٣ | ٢٨,٣ | ٢٩,١ | ٢٩,٣ | ٢٨,٩ | ٢٨,١ | ٢٦,٣ |
| ٣٠٠ سم | ٢٨,٠ | ٢٤,٨ | ٢٢,٨ | ٢٢,٨ | ٢٣,١ | ٢٥,٠ | ٢٥,٦ | ٢٦,٨ | ٢٨,٢ | ٢٩,٠ | ٢٩,٧ | ٣٠,٤ | ٢٦,٣ |

المصدر: ياسر أحمد السيد، حرارة التربة المصرية: دراسة في المناخ الزراعي، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، الإصدارة ٢٢، العدد ٥٧، ٢٠٠٧م، ص ص ٧٩–٩٠، عن: هيئة الأرصاد الجوية المصرية، بيانات غير منشورة للمدة بين عامي ١٩٥٦: ٢٠٠٧م.

جدول (٦) الفرق بين درجة حرارة التربة على عمق ٠.٣سم ودرجة حرارة الهواء العظمي بمنطقة الدراسة

| العمق | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المتوسط السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٠,٣ سم | ٢٨,٤ | ٣٢,٨ | ٣٩,٢ | ٤٥,١ | ٤٩,٦٢ | ٥٢,٩ | ٥٣,١ | ٥٢,٤ | ٤٨,٩ | ٤٢,٥ | ٣٣,٣ | ٢٧,٩ | ٤٢,٢ |
| درجة حرارة الهواء | ٢١,٧ | ٢٤,١ | ٢٨,٠ | ٣٣,٤ | ٣٧,٠ | ٣٩,١ | ٣٩,١ | ٣٨,٧ | ٣٦,٧ | ٣٣,٣ | ٢٧,١ | ٢٢,٨ | ٣١,٧٥ |
| الفرق بين درجة الحرارة والعمق | ٦,٧٠ | ٨,٧٠ | ١١,٢٠ | ١١,٧٠ | ١٢,٦٢ | ١٣,٨٠ | ١٤,٠٠ | ١٣,٧٠ | ١٢,٢٠ | ٩,٢٠ | ٦,٢٠ | ٥,١٠ | ١٠,٤٥ |

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على جدولي ١ و٥ بنفس الملحق.

ملحق (٤) نتائج التحليل المعملي لعينات مياه الري لـ٤٢ بئر بمنخفض الداخلة

| م | اسم البئر | الكاتيونات (جزء في المليون) ppm | | | | الأنيونات (جزء في المليون) ppm | | | العناصر الثقيلة (جزء في المليون) ppm | | العسر الكلي Total Hardness | الأس الهيدروجيني (PH) | الأملاح الكلية الذائبة (TDS) | الموصلية الكهربية EC ds/m | نسبة الصوديوم الممتص SAR | الصوديوم المتبادل % (SSP) | تبادل الأيونات CAI1 (+ أو -) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الصوديوم (Na+) | البوتاسيوم (k+) | الكالسيوم (Ca++) | الماغنسيوم (Mg++) | الكلوريدات (C1-) | البيكربونات (Hco3-) | الكبريتات (So4-) | الحديد (Fe) | المنجنيز (Mn) | | | | | | | |
| ١ | الراشدة 11 | ٩,٠ | ١٩,٠ | ٨,٢٤٠ | ٦,٥٠٠ | ٢٢,٢ | ٤٨,٤٤٠ | ٢٣,١٠ | ٢,٤ | ٠,٢٥ | ٤٧,٣٣ | ٧,٤ | ١١٥ | ٠,١٩ | ٠,٥٧ | ٦٥,٥١ | ٢٠,٩٤ |
| ٢ | والي الخرار الشيخ | ٢٢,٠ | ١٦,٠ | ١٢,٣٦٠ | ٧,٢٢٠ | ٣٧,٠ | ٣٥,٦٩٠ | ٤٨,٩٩ | ٥,٠ | ٠,٤٠ | ٦٠,٥٦ | ٧,٢ | ١٧٠ | ٠,٢٨ | ١,٢٣ | ٦٦,٠٠ | ٣٥,٩٧ |
| ٣ | والي الشيخ 6 | ١٢,٠ | ١٢,٠ | ١٠,٣٠٠ | ٥,٧٧٠ | ٢٣,٧ | ٤٥,٨٩٠ | ٢٤,٠٠ | ٣,٨ | ٠,٣٠ | ٤٩,٤٤ | ٧,٠ | ١١٥ | ٠,١٩ | ٠,٧٤ | ٥٩,٩٠ | ٢٢,٦٩ |
| ٤ | الوكالة تنيدة 16 | ٢٠,٠ | ٢٠,٠ | ٨,٠٠٠ | ٥,٨٣٠ | ٣٢,٤ | ٥٨,٦٤٠ | ٢٠,٠١ | ١,٣ | ٠,٣٠ | ٤٣,٦٩ | ٧,٤ | ١٤٠ | ٠,٢٣ | ١,٣١ | ٧٤,٣١ | ٣١,١٧ |
| ٥ | تنيدة 1/21 | ١٣,٥ | ٢٤,٠ | ٨,٠٠٠ | ٧,٢٩٠ | ٣٤,٧ | ٤٠,٧٩٠ | ١١,٤٠ | ١,٣ | ٠,١٥ | ٤٩,٩٥ | ٧,٥ | ١٣٠ | ٠,٢١ | ٠,٨٣ | ٧١,٠٤ | ٣٣,٦٢ |
| ٦ | تنيدة 19/3 | ١٦١,٠ | ٢١,٠ | ٥٦,٠٠٠ | ٢٨,١٩٠ | ٣٢٧,٠ | ٣٨,٢٤٠ | ١١٢,٢٠ | ٩,٦ | ٠,٣٥ | ٢٥٥,٦٧ | ٦,٩ | ٨٠٠ | ١,٣٠ | ٤,٣٨ | ٦٨,٣٧ | ٣٢٦,٤٤ |
| ٧ | أسمنت 10/2 | ١٢,٠ | ٢٣,٠ | ٨,٧١٢ | ٥,٧٧٠ | ٢٨,١ | ٤٥,٨٩٠ | ٣٠,٠٠ | ٣,١ | ٠,٣٠ | ٤٥,٤٩ | ٧,٥ | ١٣٢ | ٠,٢٢ | ٠,٧٧ | ٧٠,٧٣ | ٢٦,٨٥ |
| ٨ | أسمنت 3/7 | ٣٤,٠ | ٧,٠ | ٢٧,٧٢٠ | ٩,١٤٠ | ٦٨,٠ | ٤٠,٧٩٠ | ٥٦,١٠ | ٣,٥ | ٠,٢٠ | ١٠٦,٧٧ | ٧,٨ | ٢٤٠ | ٠,٤٠ | ١,٤٣ | ٥٢,٦٦ | ٦٧,٤٠ |
| ٩ | المعصرة 23 | ١٣,٠ | ١٨,٠ | ٩,٥٠٤ | ٥,٢٩٠ | ٢٣,٧ | ٤٥,٨٩٠ | ٣٣,٠٠ | ٢,٩ | ٠,٣٠ | ٤٥,٤٨ | ٧,٣ | ١٣٥ | ٠,٢٢ | ٠,٨٤ | ٦٧,٦٩ | ٢٢,٣٩ |
| ١٠ | موط 41 | ٣٠,٠ | ٨,٠ | ٢٦,٩٣٠ | ١٠,٥٩٠ | ٦٠,٦ | ٣٨,٢٤٠ | ٧٧,١٠ | ٩,٢ | ٠,٤٠ | ١١٠,٧٣ | ٦,٤ | ٢٥٥ | ٠,٤٢ | ١,٢٤ | ٥٠,٣٢ | ٥٩,٩٧ |
| ١١ | موط 32 | ١٢,٥ | ١٨,٠ | ٩,٠٦٤ | ٥,٠٠٠ | ٢٢,٢ | ٣٥,٦٩٠ | ٣٢,٧٠ | ٢,٢ | ٠,٠٦ | ٤٣,٢١ | ٦,٧ | ١٢٠ | ٠,٢٠ | ٠,٨٣ | ٦٨,٤٤ | ٢٠,٨٣ |
| ١٢ | موط 35 | ١٠,٠ | ١٨,٠ | ٧,٩٢٠ | ٦,٢٥٠ | ٢٥,١ | ١٥,٢٩٠ | ٥٦,١٠ | ٣,٨ | ٠,٣٠ | ٤٥,٤٩ | ٦,٥ | ١٣٦ | ٠,٢٢ | ٠,٦٤ | ٦٦,٤٠ | ٢٣,٩٨ |
| ١٣ | الحسن عين | ١٣٨,٠ | ٢٢,٠ | ٥٢,٨٠٠ | ٢٢,٨٤٠ | ٢٣١,٠ | ٢٢,٩٤٠ | ١٦١,١٠ | ١٠,٢ | ٠,٥٠ | ٢٢٥,٧٠ | ٧,٣ | ٦٤٠ | ١,٠٦ | ٤,٠٠ | ٦٧,٩٠ | ٢٣٠,٣١ |
| ١٤ | الهنداو 9 | ٣٣,٠ | ٧,٠ | ٢٨,٨٤٠ | ١١,٠١٠ | ٧١,٠ | ٣٨,٢٤٠ | ٦٩,٠٠ | ٨,٦ | ٠,٤٠ | ١١٧,٢٦ | ٦,٢ | ٢٦٠ | ٠,٤٠ | ١,٣٣ | ٥٠,٠٩ | ٧٠,٤٤ |
| ١٥ | الهنداو القماري١٦ | ١٣,٥ | ١٥,٠ | ١٢,٣٦٠ | ٧,٥٠٩ | ٢٢,٩ | ٥٠,٩٩٦ | ٤٠,٢٠ | ٤,٨ | ٠,٠٨ | ٦١,٧٣ | ٧,١ | ١٥٥ | ٠,٢٥ | ٠,٧٥ | ٥٨,٩٢ | ٢١,٦٦ |
| ١٦ | بدخلو 1/11 | ١٠,٠ | ١٧,٠ | ٧,٩٢٠ | ٥,٢٩٣ | ٢٢,٢ | ٤٣,٣٤٧ | ١٩,٢٠ | ٢,٠ | ٠,٢٠ | ٤١,٥٣ | ٧,٣ | ١١٥ | ٠,١٩ | ٠,٦٧ | ٦٧,١٤ | ٢٠,٩٨ |
| ١٧ | بدخلو 12 | ١٠,٠ | ١٧,٠ | ٧,٩٢٠ | ٥,٢٩٣ | ٢٣,٧ | ٤٣,٣٤٧ | ١٩,٨٠ | ٤,٢ | ٠,١٠ | ٤١,٥٣ | ٧,٠ | ١١٣ | ٠,١٨ | ٠,٦٧ | ٦٧,١٤ | ٢٢,٥٦ |
| ١٨ | القضاء 15 | ٢٠,٠ | ١٢,٥ | ٩,٥٠٤ | ٥,٢٩٣ | ٣٤,٨ | ٢,٠٤٠ | ٥٤,٠٠ | ٦,٨ | ٠,٢٠ | ٤٥,٤٨ | ٦,٩ | ١٥٠ | ٠,٢٥ | ١,٢٩ | ٦٨,٧١ | ٣٣,٨٧ |
| ١٩ | الجديدة 1/20 | ٣٦,٠ | ٧,٠ | ٢٤,٥٥٠ | ٩,٦٢٣ | ٦٨,٨ | ٣٠,٥٩٨ | ٦٧,٥٠ | ٩,٨ | ٠,٣٠ | ١٠٠,٨٤ | ٦,٥ | ٢٣٥ | ٠,٣٩ | ١,٥٦ | ٥٥,٧٢ | ٦٨,١٨ |
| ٢٠ | الموشية 3 | ١٠,٠ | ١٥,٠ | ٨,٠٠٠ | ٥,٣٤٦ | ٢٣,١ | ٣٨,٢٤٧ | ٢٧,٩٠ | ٣,٤ | ٠,٠٢ | ٤١,٩٥ | ٧,٢ | ١١٣ | ٠,١٨ | ٠,٦٧ | ٦٥,٢٠ | ٢٢,٠٢ |
| ٢١ | النخيل (ع القصر) ري | ٢٠,٠ | ١٠,٠ | ١٩,٠١٠ | ٨,٦٦١ | ٤١,٤ | ٤٠,٧٩٧ | ٥١,٩٩ | ١,٦ | ٠,٢٠ | ٨٣,٠٥ | ٦,٩ | ١٧٣ | ٠,٢٨ | ٠,٩٥ | ٥٢,٠٢ | ٤٠,٦٨ |
| ٢٢ | برباية 5 | ١٢,٠ | ١٨,٠ | ١٠,٤٠٠ | ٥,٨٣٢ | ٢٤,٧ | ٢١,٦٦٧ | ٤٨,٠٠ | ١,٠ | ٠,٠١ | ٤٩,٩٤ | ٦,٩ | ١٣١ | ٠,٢١ | ٠,٧٤ | ٦٤,٨٩ | ٢٣,٤٩ |
| ٢٣ | عين القصر الدير٢٠ | ١٠,٠ | ١٣,٥ | ١١,٠٩٠ | ٧,٢١٧ | ٢٣,٧ | ٤٨,٤٤٦ | ٢٤,٥١ | ١٤,٠ | ٠,٢٠ | ٥٧,٣٥ | ٧,٥ | ١١٧ | ٠,١٩ | ٠,٥٧ | ٥٦,٢١ | ٢٢,٧١ |

| م | اسم البئر | الكاتيونات (جزء في المليون) ppm | | | | الأنيونات (جزء في المليون) ppm | | | العناصر الثقيلة (جزء في المليون) ppm | | العسر الكلي Total Hardness | الأس الهيدروجيني (PH) | الأملاح الكلية الذائبة (TDS) | الموصلية الكهربية EC ds/m | نسبة الصوديوم الممتص SAR | الصوديوم المتبادل % (SSP) | تبادل الأيونات (+ CAI1 أو -) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الصوديوم (Na+) | البوتاسيوم (k+) | الكالسيوم (Ca++) | الماغنسيوم (Mg++) | الكلوريدات (C1-) | البيكربونات (Hco3-) | الكبريتات (So4-) | الحديد (Fe) | المنجنيز (Mn) | | | | | | | |
| ٢٤ | البلد القصر ٢١ | ٢٢,٠ | ٨,٠ | ٢٠,٥٩٠ | ٧,٦٩٨ | ٤١,٤ | ٤٠,٧٩٧ | ٥٥,٢٠ | ٦,٢ | ٠,٢٠ | ٨٣,٠٤ | ٦,٩ | ١٨٠ | ٠,٣٠ | ١,٠٥ | ٥١,٤٧ | ٤٠,٦٨ |
| ٢٥ | سيد ضبع | ٣٤,٠ | ١٢,٠ | ١٤,٢٦٠ | ٧,٢١٧ | ٣٨,٥ | ٤٨,٤٤٦ | ٧٢,٩٠ | ٦,٠ | ٠,١٥ | ٦٥,٢٦ | ٧,٠ | ٢٠٥ | ٠,٣٤ | ١,٨٣ | ٦٨,١٧ | ٣٧,٣١ |
| ٢٦ | القصر 12/4 | ٢١,٠ | ١١,٠ | ٢٠,٠٠٠ | ٧,٢٩٠ | ٤٠,١ | ٤٣,٣٤٧ | ٥٢,٣٥ | ٢,٨ | ٠,٠٢ | ٧٩,٨٩ | ٧,٣ | ١٧٠ | ٠,٢٨ | ١,٠٢ | ٥٣,٩٧ | ٣٩,٣٠ |
| ٢٧ | الموهوب 12 | ١١,٠ | ١٥,٠ | ١١,٢٠٠ | ٥,٨٣٢ | ٢٣,١ | ٥١,٤٦٠ | ٢٧,٠٠ | ٢,٩ | ٠,٢٠ | ٥١,٩٣ | ٧,٧ | ١٢٤ | ٠,٢٠ | ٠,٦٦ | ٦٠,٤٢ | ٢١,٩٧ |
| ٢٨ | الموهوب 16 | ٢٣,٠ | ٩,٠ | ٢١,٦٠٠ | ٦,٣١٨ | ٣٨,٥ | ٤٣,٣٣٤ | ٥٤,٠٠ | ٢,٨ | ٠,٣٠ | ٧٩,٨٨ | ٧,٧ | ١٧٥ | ٠,٢٩ | ١,١٢ | ٥٣,٤١ | ٣٧,٦٧ |
| ٢٩ | الموهوب ٣٦/ ٣ غ | ١٨,٠ | ٨,٠ | ١٨,٤٠٠ | ٥,٣٤٦ | ٣٠,٨ | ٤٣,٣٣٤ | ٤٦,٢٠ | ١٤,١ | ٠,٤٠ | ٦٧,٩٠ | ٧,٣ | ١٥٠ | ٠,٢٥ | ٠,٩٥ | ٥٢,٢٧ | ٢٩,٩٦ |
| ٣٠ | الموهوب ٩ غ | ١٨,٠ | ٩,٠ | ١٥,٠٥٠ | ٦,٢٥٥ | ٣٢,٥ | ٣٥,٦٩٧ | ٤٥,٠٠ | ٦,١ | ٠,٤٠ | ٦٣,٢٧ | ٧,٥ | ١٥٥ | ٠,٢٥ | ٠,٩٦ | ٥٥,٨٩ | ٣١,٦٧ |
| ٣١ | الموهوب 9 | ٢٢,٥ | ٧,٠ | ٢٢,٢٥٠ | ٨,٥١٠ | ٤٤,٤ | ٣٨,٢٤٧ | ٥٩,٤٠ | ٤,٩ | ٠,٣٠ | ٩٠,٥١ | ٧,٠ | ١٨٨ | ٠,٣١ | ١,٠٣ | ٤٨,٩٥ | ٤٣,٧٤ |
| ٣٢ | 15/2 ع القصر | ١٥,٠ | ١١,٠ | ١٥,٢٠٠ | ٧,٢٩٠ | ٣٣,٩ | ٤٣,٣٣٤ | ٢٧,٣٠ | ٦,٠ | ٠,٠٥ | ٦٧,٩١ | ٦,٨ | ١٤٠ | ٠,٢٣ | ٠,٧٩ | ٥٣,٦٢ | ٣٣,١٣ |
| ٣٣ | زمزم | ٤٤,٠ | ١١,٠ | ٢١,٤٢٠ | ١١,٥١٠ | ٦٥,١ | ٤٨,٤٤٦ | ٧٢,٠٠ | ٣,٧ | ٠,٣٠ | ١٠٠,٨١ | ٧,٣ | ٢٥٠ | ٠,٤١ | ١,٩١ | ٦٢,٥٥ | ٦٤,٢٦ |
| ٣٤ | القلمون 11 | ٢٠,٠ | ١٣,٥ | ٩,٥٠٤ | ٦,٢٥٥ | ٣٢,٥ | ٣٨,٢٤٧ | ٣٩,٩٠ | ٥,٢ | ٠,٠٢ | ٤٩,٤٤ | ٧,٤ | ١٥٠ | ٠,٢٥ | ١,٢٤ | ٦٨,٠١ | ٣١,٤٧ |
| ٣٥ | 12/1 القلمون | ١٢,٥ | ٢٣,٠ | ٩,٥٠٤ | ٤,٨١١ | ٢٥,٩ | ٢٥,٤٩٨ | ٤٢,٩٠ | ٣,٠ | ٠,٠٢ | ٤٣,٥٠ | ٦,٩ | ١٣٠ | ٠,٢١ | ٠,٨٢ | ٧١,٢٦ | ٢٤,٥٣ |
| ٣٦ | الغرغور 17 | ١٨,٠ | ١٣,٥ | ٩,٦٠٠ | ٥,٣٤٦ | ٢٩,٣ | ٣٥,٦٩٧ | ٣٩,٠٠ | ٥,٠ | ٠,٣٥ | ٤٥,٩٤ | ٦,٦ | ١٣٥ | ٠,٢٢ | ١,١٦ | ٦٧,٨٢ | ٢٨,٢٢ |
| ٣٧ | الموشية 8 | ٢٤,٠ | ٨,٠ | ٢٠,٠٠٠ | ١٠,٢١٠ | ٥٢,٤ | ٤٠,٦٢٦ | ٤٧,١٠ | ٦,٠ | ٠,٩٠ | ٩١,٨٨ | ٦,٩ | ١٨٥ | ٠,٣٠ | ١,٠٩ | ٥١,٤٤ | ٥١,٧٩ |
| ٣٨ | العوينة 1/8 | ٣٠,٠ | ٩,٠ | ٢٣,٢٠٠ | ٩,٧٢٠ | ٦٣,٩ | ٤٣,٣٣٤ | ٥٥,٢٠ | ٤,٤ | ٠,٤٠ | ٩٧,٨٧ | ٧,٤ | ٢٣١ | ٠,٣٨ | ١,٣٢ | ٥٤,٢٣ | ٦٣,٢٩ |
| ٣٩ | الخير عين | ١٨,٠ | ١٢,٠ | ١٢,٨٠٠ | ٦,٨٠٤ | ٣٠,٨ | ٣٧,٩١٨ | ٤٣,٥٠ | ٤,٠ | ٠,٠٢ | ٥٩,٩٢ | ٧,٢ | ١٤٨ | ٠,٢٤ | ١,٠١ | ٦٠,٤٨ | ٢٩,٨٣ |
| ٤٠ | العوينة 1/5 | ٩,٠ | ١٩,٥ | ٧,١٢٨ | ٥,٢٩٣ | ٢٢,٢ | ٣٨,٢٤٧ | ٢٧,٠٠ | ٤,٢ | ٠,٤٠ | ٣٩,٥٦ | ٧,٤ | ١٠٧ | ٠,١٧ | ٠,٦٢ | ٦٩,٦٥ | ٢٠,٩٢ |
| ٤١ | 5/44 زخيرة | ١١,٠ | ٢٠,٠ | ٩,٠٦٤ | ٦,٠٠٧ | ٢٨,١ | ٤٨,٤٤٦ | ١٧,٤٠ | ٣,٠ | ٠,٤٥ | ٤٧,٣٢ | ٧,٥ | ١٢٠ | ٠,٢٠ | ٠,٧٠ | ٦٧,٢٩ | ٢٧,٠٠ |
| ٤٢ | زخيرة 40 | ١٩,٠ | ١٦,٠ | ٨,٧١٢ | ٦,٢٥٥ | ٢٨,١ | ٦١,١٩٥ | ٢٢,٠٢ | ٢,٦ | ٠,٤٠ | ٤٧,٤٧ | ٧,٤ | ١٣٩ | ٠,٢٣ | ١,٢٠ | ٧٠,٠٥ | ٢٦,٨٥ |

المصدر: الإدارة المركزية للمياه الجوفية لجنوب الصحراء الغربية، المعمل الفرعي بالإدارة العامة للمياه الجوفية بالداخلة والفرافرة وشرق العوينات.

***المصادر**:

١. الإدارة المركزية للمياه الجوفية لجنوب الصحراء الغربية، المعمل الفرعي بالإدارة العامة للمياه الجوفية بالداخلة والفرافرة وشرق العوينات.

***المراجع**:

**أولاً: المراجع باللغة العربية**:

٢. أبوجليدة، إنتصار إمحمد وسمهود، فوزية المبروك (٢٠١٨)، دراسة صلاحية المياه الجوفية بمدينة صرمان وتحديد مدي صلاحيتها للري وفق التصانيف العالمية، المؤتمر السنوي الثاني حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية، جامعة مصراته.

٣. التوصيف البيئي لمحافظة الوادي الجديد، ٢٠٠٧.

٤. إسماعيل، الشربيني أحمد أحمد (٢٠١٦) التقييم البيئي للموارد الطبيعية بمنخفض الداخلة: دراسة جغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.

٥. الحمداني، فوزي محسن علي (٢٠١٢) استخدام نبات السيسبان لاستثمار بعض الأراضي المتأثرة بالملوحة في محافظة الأنبار – العراق، المجلة العراقية لدراسات الصحراء، جامعة الانبار – العراق، مج ٤, ع ١.

٦. الربيعي، داود جاسم (١٩٨٨) ظاهرة الملوحة في القسم الجنوبي من السهل الرسوبي، مجلة الخليج العربي، مج ٢٠، العدد ٢، مركز دراسات الخليج العربي، جامعة البصرة.

٧. الزبيدى، أحمد حيدر (١٩٩٤) استصلاح الأراضي الملحية في الوطن العربي، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، السنة ١٣، العدد١، بغداد.

٨. الساعدي، عباس جاسم حسين (٢٠١٢م) أمل غانم محمود القزاز، سهاد سعد يحي، دور حامض البرولين في بعض مؤشرات النمو والحاصل لنبات الحنطة بتأثير كلوريد الصوديوم، مجلة كلية التربية الأساسية، بغداد، العدد السادس والسبعون.

٩. النعيمي، سعد الله نجم عبد الله (١٩٩٠) علاقة التربة بالماء والنبات، جامعة الموصل، مطابع التعليم العالي.

١٠. جويهل، محمود عبد الحسن، ورحمن، ابتسام عدنان (٢٠١٤) تأثير الأملاح في مياه الري على الزراعة بمحافظة النجف، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية، جامعة الكوفة، العراق.

١١. سعد، كاظم شنته (٢٠١١)، التباين المكاني والفصلي لملوحة ترب كتوف نهري دجلة والفرات في جنوبي العراق، مجلة البحوث الجغرافية، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العراق، العدد ١٣.

١٢. عطية، شربات بشندي (٢٠١٣) التربة في منخفض الداخلة – دراسة جغرافية بمنخفض الداخلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٣. محسوب، محمد صبري (١٩٩٨)، جغرافية مصر الطبيعية، الجوانب الجيومورفولوجية، دار الفكر العربي، القاهرة.

١٤. محمد، أماني حسين (٢٠٠٣) المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة: دراسة جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط.

١٥. موسوعة المجالس القومية المتخصصة (١٩٩٢–١٩٩٤): الإدارة البيئية في مصر، تقرير المجلس القومي للخدمات والتنمية الاجتماعية، الدورة الرابعة عشرة، القاهرة.

١٦. نسيم، ماهر جورجي (٢٠٠٨) الزراعة العضوية (اساسيات وتقنيات)، منشأة المعارف، الطبعة الأولي، مجلد١.

١٧. ياسر أحمد السيد (٢٠٠٣) التبخر/ نتح القياسي في جمهورية مصر العربية: دراسة في الجغرافيا المناخية، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب بدمنهور، جامعة الإسكندرية، العدد ١٦.

١٨. ياسر أحمد السيد (٢٠٠٧) حرارة التربة المصرية: دراسة في المناخ الزراعي، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، الإصدار ٢٢.

**ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:**

1. Abd El-Rahim, M. G. M.1; M. A. El-Desoky; Nadia M. Roshdi and M. H. Hamed (2016) Available Phosphorus Assessment of Gharb El-Mawhoob Soils, El-Dakhla Oasis, Egypt, Assiut J. Agric. Sci., (47) No. (4) (186-200) Nachtergaele, F.O.F. 1976. Studies on Saline and Sodie soil in Sudan. Tech. Bulletin No. 24. Soil Survey Administration. Wad Medani. Sudan.

2. Abdelrazek, M., K.K. Attia., M.M.M. Ahmed and S.A. Mohamed (2017) Salinity Status of Groundwater in El-Dakhla Oasis, New Valley Governorate, Egypt, Assiut J. Agric. Sci., (48) No. (4).

3. Briggs, D.; Smithson, P.; Addison, K. & Atkison, K. (1997): Fundamentals of Physical Environment. Second Edition, Routledge, London.

4. B. Abrol, and C. l. A Charya (1978) Effect of Exchangeable Sodium on Som soil physical properties, Indian, soc. Soil. Sci.

5. Daniel Hillel (August 2000) Salinity Management for Sustainable Irrigation, Integrating Science, Environment and Economics.

6. Epstein. E, Mineral (1972) Nutrition of plants principles and perspectives, Johan Wiley and sons, New York.

7. Firman, E. Bear (1965) soil in Relation to Crop Growth, Reinhold publishing Corporation, U.S.A.

8. M.H. Chang and Q.A. Sipio, (2001) Reclamation of Saline-Sodic Soils by Rice Husk, Journal of Drainage and Water Management, Vol.5(2) July-December 2001.

9. Pitty, A.F., (1978) Geography Soil properties, Great Britain, Cambridge university press.

10. R.E. Storie. Storie Index Soil Rating. 1978.

11. USDA. United States Department of Agriculture 1998.

12. University of California,2008. Storie index soil rating.

13. U.S. salinity laboratory staff (1969) Diagnosis and improvement of saline and Alkali soil, U.S.D A, Agricultural handbook. NO. Washington government printing office.

14. Wilcox L.V. (1955). Classification and use of irrigation water, USDA, Circular, Washington, DC, USA.

15. https://www.elshafie-shamco.com/salt-affected-land/

# Environmental Assessment of Soil salinity in Gharb El-Mawhoob area- El-Dakhla Oasis: using Geographic information systems and Remote sensing

**Abstract:**

This study is concerned with using environmental assessment methodology to study one of the most important environmental problems in the West Al-Mahoub region of the western Dakhla Oasis depression in Egypt's Western Desert, using geographic information system applications, remote sensing, and field work to evaluate the problem and identify the most important geographical factors causing or affecting it, and then identifying its most important results, leading to proposing the most appropriate possible solutions.

This was accomplished by estimating the change rate in the region's cultivated area exposed to salinization from 1984 to 2017, and then creating a map of the region's soil salinization risks, pinpointing the regions most vulnerable to salinization, and the places not affected by the appearance of salinization, as well as developing a preliminary vision for how to manage this phenomena in order to limit negative consequences while still protecting and preserving the environment and natural resources.

The study concluded that the most important geographical factors causing soil salinization in the region are climatic conditions and irrigation methods used, followed by the absence and deterioration of agricultural drains, irrigation water, and topographic characteristics as the least influential factors. During the research period (1984-2017), and until the most appropriate practical methods to address this problem and accomplish the best environmental management for it are to lower irrigation water quantities, treat the soil, and regulate agricultural practices that create a rise in soil salinization.

**Keywords:** Environmental Assessment, Soil salinity, Gharb El-Mawhoob area, El-Dakhla Oasis, Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS), Electrical conductivity (EC), Primary Salinity, Secondary Salinity, Desert Saline Soil, Supervised classification, Training Areas, Soil classification, Factor Analysis.