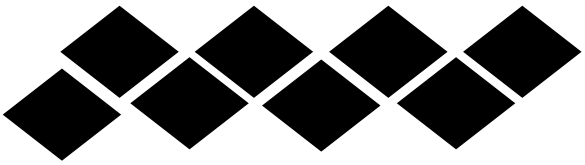


مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

درجة حرارة الهواء والتربة في الواحات الخارجة: دراسة في المناخ التطبيقي باستخدام تقنيات الجيوماتكس

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.2024.257529.1838

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – المجلد (٣٣) العدد (٦٣) أبريل ٢٠٢٤

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

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

درجة حرارة الهواء والتربة في الواحات الخارجة:
دراسة في المناخ التطبيقي باستخدام تقنيات الجيوماتكس

الملخص:

منخفض الواحات الخارجة إحدى منخفضات الصحراء الغربية بمصر، يمتاز المنخفض بشكله الطولي فهو يمتد بين دائرتي عرض ٣٠' ٢٤° و٠٠' ٢٦° شمالاً، وخطي طول ٥٠' ٢٩° و٥٥' ٣٠° شرقاً. وهو بذلك يتبع المناخ الجاف الصحراوي الحار (BWh) وفقاً لتصنيف كوبن المناخي (Köppen-Geiger climate classification system)؛ إذ يعتبر المنخفض من أعلى مناطق الجمهورية حرارة بمعدل حرارة سنوي قدره (٢٤.٦°م) كما تنخفض فيه الرطوبة فهو أقل مناطق الجمهورية رطوبة بمعدل رطوبة نسبية سنوي قدره (٣٧.٩٪) وأقلها أمطاراً بإجمالي أمطار سنوي قدره أقل من (١ملم)، وذلك نظراً لموقعه الفلكي والقاري ولطبيعة سطح الأرض المنخفضة به.

يمتاز المنخفض بموارده الطبيعية الغنية والتي تعد التربة والمياه أهمها، مما جعل الزراعة الحرفة الرئيسة للسكان به، إلا أن الظروف المناخية المتطرفة للمنخفض والتي تتمثل في درجات الحرارة العالية والجفاف الشديد والرياح المثيرة للرمال والأتربة إضافة لوجود الرمال بأشكالها المختلفة كغطاء رئيس لسطح الأرض بالمنخفض والمناطق المحيطة به قد أدت إلى ظهور العديد من المشكلات التي واجهت المياه والتربة وأثرت في جودتهما.

تم تطبيق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد في التقييم الجغرافي لعناصر المناخ المختلفة بالمنخفض وتحليل المشكلات والأخطار المتعلقة بها على الموارد الطبيعية بالمنخفض (المياه والتربة) وقد تمثلت في الارتفاع الشديد لدرجات

الحرارة الأمر الذي ترتب عليه زيادة كمية التبخر وبالتالي ارتفاع معدلات ترسب الأملاح بالتربة وظهورها على سطحها، حيث ظهر من العمل الميداني وجود ظاهرة تملح التربة في معظم أرجاء المنخفض، هذا إضافة للجفاف الهيدرولوجى بالمنخفض وارتفاع الاحتياجات المائية (الموازنة المائية) للمحاصيل الزراعية بالمنخفض نتيجة لزيادة كمية التبخر وندرة الأمطار مما يزيد من تملح التربة ويؤثر على النباتات الزراعية بالمنخفض.

الكلمات المفتاحية: الواحات الخارجة، درجة حرارة الهواء، التقييم الجغرافي، الجيوماتكس، ويلكوكس.

مقدمة:

يتبع منخفض الواحات الخارجة المناخ الجاف الصحراوي الحار (BWh) وفقاً لتصنيف كوبن المناخي (Köppen-Geiger climate classification system)؛ إذ تعتبر الواحات الخارجة من أعلى مناطق الجمهورية حرارة (بمعدل حرارة سنوي قدره ٢٤.٦°م) وأخفضها رطوبة (بمعدل رطوبة نسبية سنوي قدره ٣٧.٩٪) وأقلها أمطاراً (بمجموع أمطار سنوي قدره أقل من ١ملم)، وذلك نظراً لموقعها الفلكي والقاري ولطبيعة سطح الأرض المنخفضة بها، ولسيادة الجفاف والرمال بأشكالها المختلفة كغطاء رئيس لسطح الأرض بالمنخفض والمنطقة المحيطة به، وقد أدت مثل هذه الأحوال المناخية مع الظروف البيئية المحلية للمنخفض إلى خلق العديد من المشكلات المناخية والبيئية التي تنتج عن الظروف المناخية عامة ودرجة حرارة الهواء خاصة.

أما عن التربة بمنخفض الخارجة فقد توصلت شربات بشندي (٢٠١٨م، ص ص ٢٥٦– ٢٥٧) إلى أنها تنقسم من حيث القوام إلى خمس فئات هي التربات الرملية، والتربات الطمييية الرملية، والتربات الرملية الطمييية، والتربات الطمييية الطينية، والتربات الطمييية الطينية الرملية.

(١) تحديد منطقة الدراسة:

يمثل منخفض الواحات الخارجة مع منخفض الداخلة منخفضاً طبيعياً كبير المساحة في النصف الجنوبي من الصحراء الغربية وإن كانا يمتدان في شكل أقرب إلى التعامد بين النهاية الشمالية للمنخفض الأول والنهاية الشرقية للثاني. ويقع منخفض الواحات الخارجة بشكله الطولي المميز فيما بين دائرتي عرض ٣٠' ٢٤° و٠٠' ٢٦° شمالاً، وخطي طول ٥٠' ٢٩° و٥٥' ٣٠° شرقاً. (شكل ١)

يبلغ طول منخفض الخارجة من جبل اليابسة في الشمال حتى جبل بوبيان في الجنوب ١٨٥ كم، وهو بهذا الامتداد يعد أطول منخفضات الصحراء الغربية، وأما عن

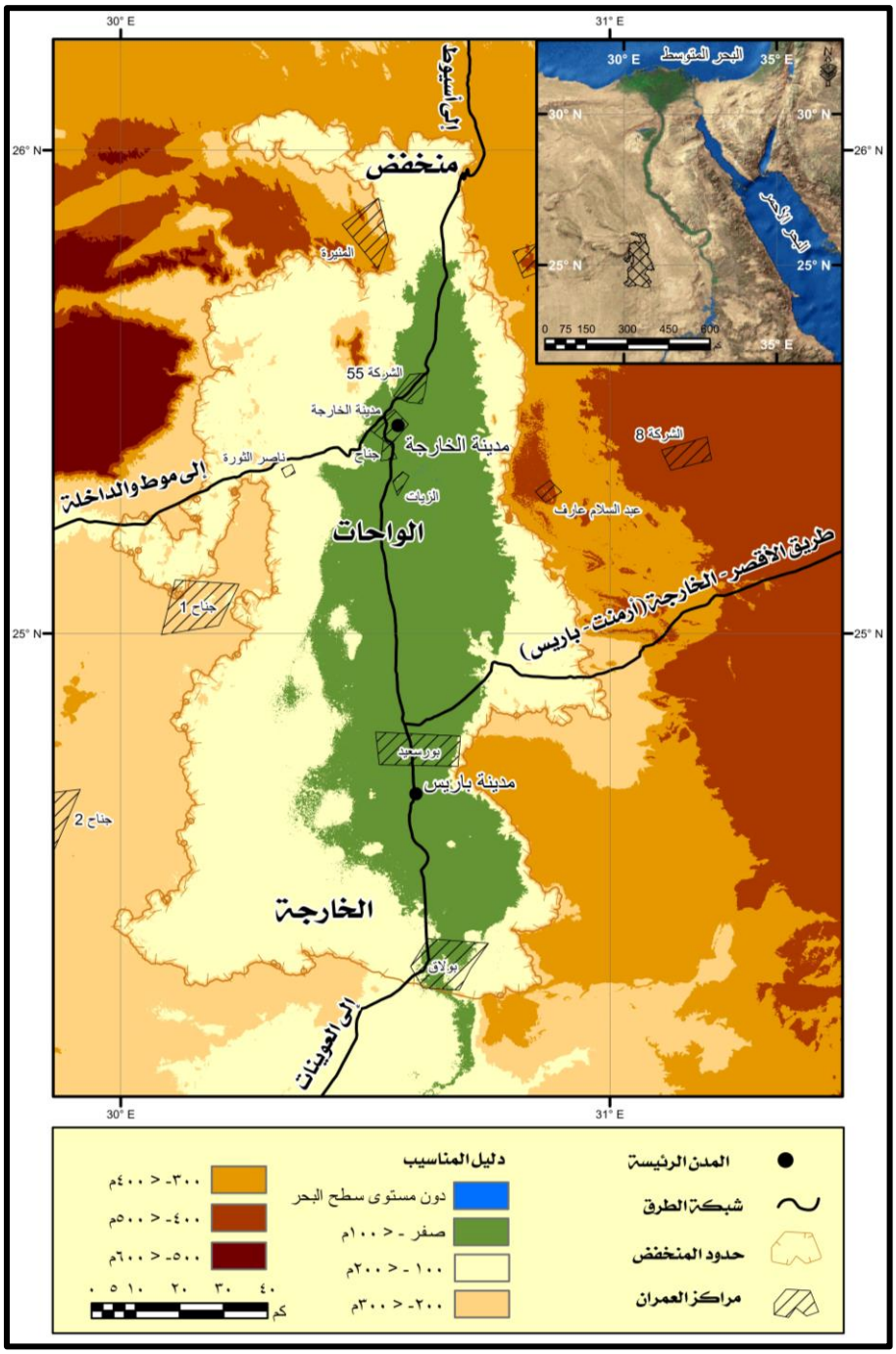
اتســاعه فيختلف على طول امتداده من الشــمال إلى الجنوب، ويتراوح اتســاعه ما بين ١٥، ٣٥ كيلو متراً.

يتبع منخفض الواحات الخارجة إدارياً محافظة الوادي الجديد، ويشــغله كل من قسم الخارجة الذي يضم ١٨ قرية ومدينة واحدة هي مدينة الخارجة، ومركز باريس الذي يضـم ١٥ قرية ومدينة واحدة هي مدينة باريس، ويوضـح جدول (١) الشـياخات والتوابع التي تتبع كل من هذين القسمين. (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، يونية ٢٠١٤، ص ٣٠٤)

جدول (١) التقسيم الإداري لمنخفض الواحات الخارجة

قسم الخارجة (١٨ قرية)				مركز باريس (١٥ قرية)			
اسم القرية	عدد التوابع	اسم القرية	عدد التوابع	اسم القرية	عدد التوابع	اسم القرية	عدد التوابع
الشركة ٥٥	-	الشركة ٨	-	بغداد	٢	القصر القبلي	-
المنيرة (المحاريق سابقاً)	٣	جناح ١	-	المكس القبلي	٦	الطرفاية الشرقية	-
بولاق	-	جناح ٣	-	درب الأربعين الأولى	-	الطرفاية الغربية	-
جناح	-	جناح ٧	-	درب الأربعين الثانية	-	عين الضبع	-
صنعاء	٢	بورسعيد	١	درب الأربعين الثالثة	-	الفاخورة	-
عبد السلام عارف	-	قصر الزيان	١	درب الأربعين الرابعة	-	بدران	-
ناصر الثورة	-	شرق بولاق	-	جدة	-		
الشركة ٥٣	-	فلسطين	-	جورمشين ٧	-		
الشركة ١٧	-	الكويت	-	عدن	-		

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، يونية ٢٠١٤، دليل الوحدات الإدارية لمحافظات الجمهورية، ص ٣٠٤.



المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcGIS اعتماداً على بيانات الارتفاعات الرقمية للمنخفض من نوع ASTER.

شكل (١) موقع ومناسيب سطح الأرض بمنخفض الواحات الخارجة

(٢) أسباب اختيار الموضوع وأهميته:

جاء اختيار موضـــوع المناخ وأثره على التربة بمنخفض الواحات الخارجة لما يعانيه المنخفض وموارده البيئية (التربة والمياه الجوفية) من مشـــكلات ناتجة عن الظروف البيئية التي يتعامل معها الإنسان بالمنخفض وأكثرها تأثيراً على أنشطته وهي الأحوال المناخية، وتكاد تصـــل مرحلة العلاقة بينهما في الواحات الخارجة إلى مرحلة الحتمية الجغرافية التي تحددها ظروف البيئة الجغرافية التي يعيش فيها سكان الواحات، كما أن هذه المشـــكلات المناخية تؤثر –بالســـلب في معظم الحالات– على معظم الأنشطة البشرية بالمنخفض من زراعة وعمران ونقل ومواصلات.

(٣) الدراسات السابقة:

تعتبر المشكلات المناخية كموضوع منفصل للدراسة من القضايا حديثة الطرح في المناخ التطبيقي، ومن أهم الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع أو المنطقة ما يأتي:

(أ) دراسات تناولت موضوع الدراسة:

– دراسة مسعد سلامة مندور (٢٠٠٥م)، المشكلات المناخية في الواحات البحرية دراسة في المناخ التطبيقي، ندوة التنمية والبيئة في الصحاري المصرية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة القاهرة:

تناول البحث دراســـة العناصـــر المناخية والمشـــكلات المرتبطة بها في الواحات البحرية وأهمها (المشكلات المرتبطة بالإشعاع الشمسي، والمشكلات المرتبطة بدرجة الحرارة، والمشكلات المرتبطة بالرياح، وندرة الأمطار والجفاف الهيدرولوجي بالمنخفض، والمشـــكلات المرتبطة بالتبخر)، ثم تناول الآثار الناجمة عن المشـــكلات المناخية وقد تمثلت في (تدهور التربة وتغير خصائصها، وجفاف برك الصرف وانتشار السبخات والملاحات بالمنخفض، وتلف المنازل بالمنخفض).

– دراســـة محمود عبد الفتاح محمود عبد اللطيف عنبر (٢٠١٥م)، الأخطار المناخية والبيئية في منخفض الواحات البحرية: دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، رسـالة دكتوراه غير منشـورة، قسـم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة:

تناول الدراسة التقييم الجغرافي للعوامل المؤثرة في مناخ منخفض الواحات البحرية، ثم دراسة عناصر المناخ بالمنخفض، وخصائص البيئة الطبيعية والبشرية به، ثم دراسة وتقييم الأخطار الطبيعية بالمنخفض وحيث خلصـت الدراسـة إلى تقسـيم تلك الأخطار إلى قسـمين هي الأخطار المناخية التي اشـتملت على (الأخطار المرتبطة بالإشـعاع الشـمسـي، والأخطار المرتبطة بالتطرفات الحرارية، والأخطار المرتبطة بالرياح، والأخطار المرتبطة بالتبخر)، والأخطار البيئية التي تضـمنت (الانهيارات الأرضـية، والجفاف الهيدرولوجي بالمنخفض)، وأوصـت بالعديد من الطرق لمواجهة تلك الأخطار ودرئها.

(ب) موضوعات تناولت منطقة الدراسة:

– دراســة أماني حســين محمد حســن (٢٠٠٣م)، المشــكلات البيئية بمنخفض الخارجة دراسـة جغرافية، رسـالة ماجسـتير غير منشـورة، قسـم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة أسيوط:

تناولت الدراســة الملامح البيئية (الطبيعية والبشــرية) لمنخفض الخارجة، ثم المشــكلات البيئية المرتبطة بالمناخ ومن أهمها الجفاف الهيدرولوجي، وموجات الحر والبرد، والعواصـف الترابية، والمشـكلات البيئية المرتبطة بالجيومورفولوجيا، والمشـكلات البيئية المتعلقة بالتربة، إضافة للمشكلات المرتبطة بالمياه الجوفية، وقد توصلت الدراسة إلى العديد من المشكلات البيئية بالمنخفض وأوصت بحلول مقترحة لها.

– دراسة شربات بشندي عطية (٢٠١٨م)، مشكلات التربة في منخفض الخارجة "دراسة جغرافية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة القاهرة:

تناولت الدراسة استخدام التمييز الطيفي والتحليل المكاني لتقييم مشكلة تملح التربة، ثم الضوابط الجغرافية لتملح التربة، وتوضيح العلاقة بين التربة والنبات الطبيعي، ودراسة الأشكال الرملية وأثرها على تدهور تربة المنخفض، وخلصت الدراسة إلى تصميم نموذج لتقييم القدرة الانتاجية لتربة المنخفض، حيث توصلت إلى أن تربة المنخفض تعتبر متوسطة في القدرة الإنتاجية بشكل عام؛ حيث أن المساحة التي يشكلها هذا النوع من الإنتاجية ٧٢ % من إجمالي مساحة المنطقة، أما المساحة المتبقية فتقتسمها الأراضي العالية، والمنخفضة في القدرة الإنتاجية، وأوصت بالعديد من المقترحات والحلول لزيادة إنتاجية التربية بالمنخفض وحل ما تتعرض له من مشاكل.

(٤) أهداف الدراسة:

يهدف البحث إلى التقييم الجغرافي للأحوال المناخية لدرجة حرارة الهواء وعلاقتها بتربة المنخفض وما ينجم عن تلك العلاقة من أضرار تلحق بالتربة على اعتبارها أهم الموارد الطبيعية بالمنخفض، إضافة لدراسة التوزيع الزمكاني لها ومدى تأثيرها على درجة حرارة أعماق التربة المختلفة، واقتراح حلول مناسبة لما ينجم من آثار ضارة.

(٥) مناهج البحث وأساليب الدراسة:

اعتمدت الدراسة في تحقيق الأهداف سابقة الذكر على منهجين أساسيين هما المنهج الموضوعي الذي يتناول دراسة عناصر المناخ المختلفة بالمنخفض وما ينجم عنها من آثار مباشرة وغير مباشرة، والمنهج الأصولي الذي يعنى بالأسباب والآثار الناجمة عن هذه المشكلات.

ولتحقيق هذين المنهجين فقد اعتمدت الدراسة على أسلوب تحليل النظم لدراسة العلاقات المتبادلة بين درجة حرارة الهواء وما يتأثر بها من عوامل المناخ الأخرى والظروف البيئية بالمنخفض وما ينجم عن هذه العلاقة من مشكلات أو أخطار أو آثار سلبية، بغية التوصل لحلول مناسبة لها.

كما قامت الدراسة على أسلوب الدراسة الميدانية والذي تضمن إجراء الزيارة الاستطلاعية للمنخفض ثم العمل الميداني به لأخذ وتحليل عينات التربة ومياه الري وقياس درجة حرارة التربة بالمنخفض باستخدام أجهزة أخذ عينات التربة ومياه الري وأجهزة قياس الموصلية الكهربائية وقياس حرارة التربة ميدانياً الخاصة بقسم الأراضي بكلية الزراعة بجامعة جنوب الوادي، إضافة لجهاز تحديد المواقع العالمية GNSS، هذا إضافة للمقابلات الشخصية مع المنتفعين والمزارعين.

حيث تم الاعتماد على العمل الميداني بالمنخفض في قياس وتقدير الخصائص الرئيسية للتربة ومياه الري ذات العلاقة بموضوع الدراسة وتضمنت أخذ ٢٠ عينة تربة ومثلها لمياه الآبار التي تروى بها وزعت جغرافياً بحيث تشمل كافة الأراضي الزراعية بشمال ووسط وجنوب المنخفض لتقدير خصائص التربة بالمنخفض وتم تحليلها للتعرف على خصائصها الأساسية.

(٦) مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة على العديد من مصادر البيانات والمعلومات، وأهمها:

(أ) البيانات المناخية لمحطة الخارجة: حيث تم الاعتماد على المعدلات المناخية الحديثة لدرجة حرارة الهواء والتربة للهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية لمحطة الخارجة، إضافة للمعدلات المناخية للفترة ١٩٦١– ١٩٩٠م (بوصفها الفترة المناخية المعيارية "قبل ظهور تأثيرات التغيرات المناخية الحالية") والتي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات المناخ العالمية التي انتجها المركز الوطني الأمريكي للبيانات المناخية (National Climatic Data Center)، والتي تنشرها المنظمة الدولية للأرصاد الجوية على الموقع الآتي:
https://www.ncdc.noaa.gov/wdcmet/data-access-search-viewer-tools/global-climate-normals-1961-1990

وذلك لما تتميز به قاعدة البيانات من تغطية فترة زمنية طويلة (ثلاثون عاماً) لتعبر عن مناخ الخارجة بشكل صحيح.

(ب) المرئيات الفضائية المتمثلة في مرئيات القمر الصناعي Landsat لعام ٢٠١٦م من نوع OLI 8.

(ج) ملفات الارتفاعات الرقمية من نوع ASTER ذات الدقة المكانية ٣٠م.

(د) المرئيات الفضائية مختلفة المواصفات والمتنوعة الموجودة في برنامج Google earth pro.

(هـ) قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالتربة في أفريقيا (Africa Soil Grids) الصادرة عن منصة معلومات التربة العالمية (World Soil Information).

https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

التقييم الجغرافي للتربة ومياه الري بالواحات الخارجة:

تعرف التربة وفق التعريف العام الشامل لكل الاحتمالات والمانع للاختلاط من وجهة النظر الجغرافية والجيومرفولوجية بإنها الجسم الطبيعي الديناميكي المتطور من مواد أصل مختلفة تحت تأثير عوامل وعمليات متغايرة ولها توزيع جغرافي معين ضمن منظور الأرض ذات صفات وخواص كيميائية وفيزيائية ومعدنية وإحيائية، وتمثل التربة الطبقة الهشة التي تغطي صخور القشرة الأرضية على ارتفاع يتراوح ما بين بضع سنتمترات الى عدة أمتار وهي مزيج أو خليط معقد من المواد المعدنية والعضوية والهواء والماء وفيها ينبت النبات جذوره ومنها يستمد مقومات حياته اللازمة لبقائه وتكاثره وانتاجه (فراس فاضل مهدي البياتي وأخرون، ٢٠١٨، ص٧٥).

وتتسم تربة منطقة الدراسة بالتنوع وبدراسة بيانات الجدول (٢) والشكل (٢) وجد أن تربة منطقة الدراسة مقسمه إلى خمس أنواع رئيسة هي بالترتيب كالآتي:

(١) التربات الرملية وهي الأقل إنتاجية بالمنخفض (بمساحة تبلغ ٤٥٠٥.٦كم٢ أي ٢٣.٩٪ من مساحة المنخفض)، ويتوزع هذا النوع في وسط المنخفض وخاصة في مناطق نفوذ الكثبان الرملية وبالقرب منها.

(٢) التربات الطميية الرملية (بمساحة تبلغ ٨٣٢٤.٤كم٢ أي بنسبة ٤٤.٢٪)، وينتشر هذه النوع من التربة من المناطق الهامشية القريبة من حواف المنخفض من المنخفض وهي مناطق بعيدة عن التجمعات العمرانية والمناطق الزراعية بالمنخفض.

(٣) التربات الرملية الطميية (بمساحة تبلغ ٤٣٩٧.٣كم٢ بنسبة ٢٣.٤٪) ويحيط هذا النوع من التربة بالنوع الأول (التربات الرملية) ويعد نوعاً انتقالياً بين سيادة ظروف التربة الرملية والتربة الطميية الرملية (النوع الثاني).

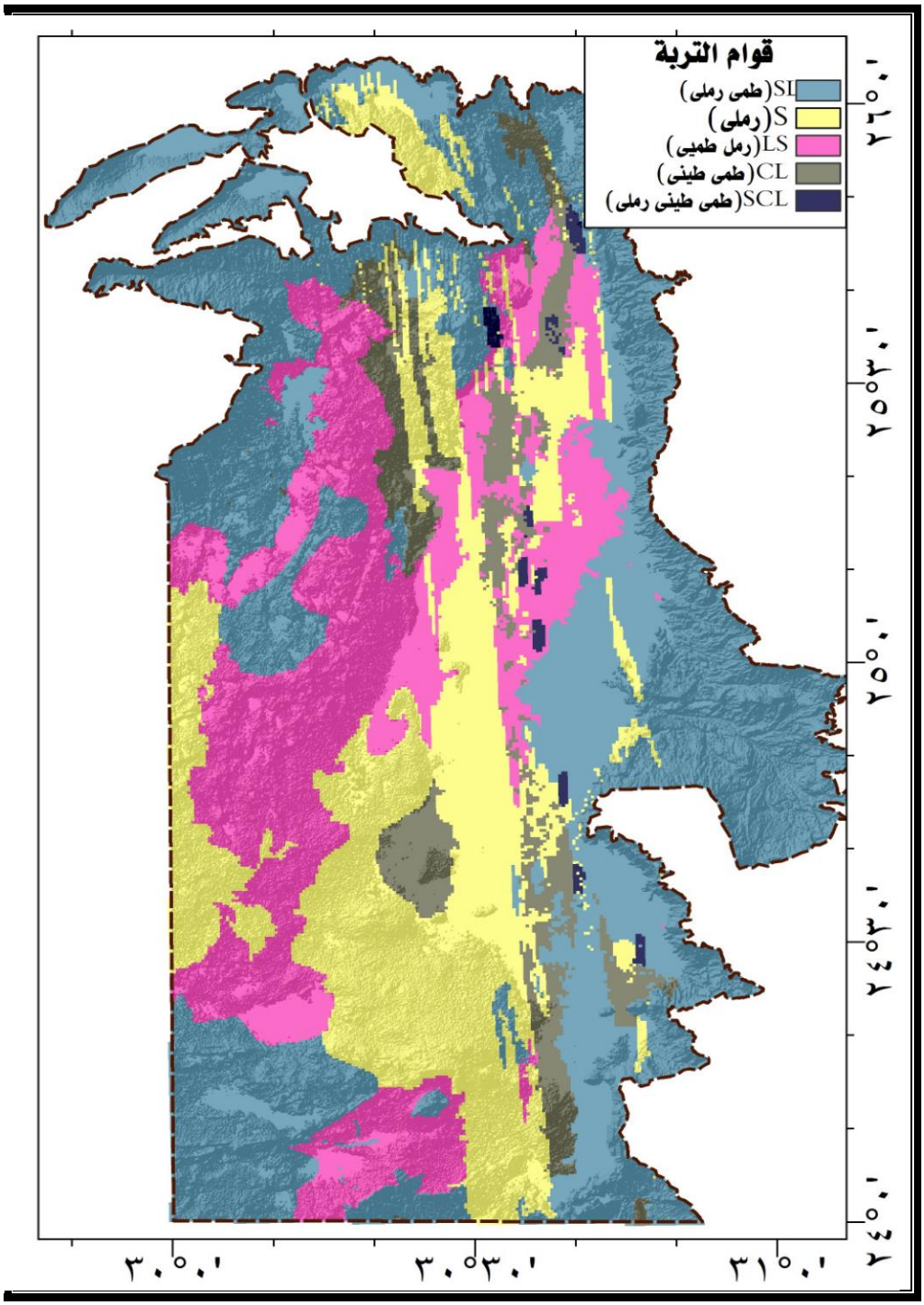
(٤) التربات الطميية الطينية (بمساحة ١٤٧٣.٦كم٢ بنسبة ٨.٧٪)، وهذا النوع من أجود أنواع التربات بالمنخفض ويوجد في القرى الرئيسة بوسط المنخفض وحول آبار المياه الرئيسية.

(٥) التربات الطميية الطينية الرملية (بمساحة تبلغ ١١٢.٨ كم٢ أي بنسبة ٠.٦٪)، وهذا النوع هو أجود أنواع التربات بالمنخفض وأعلاها إنتاجية، ويوجد في القرى الرئيسة بالمنخفض وحول آبار المياه الرئيسية، وأغلبها مناطق مستغلة حالياً في الزراعة.

جدول (٢) مساحات أنواع التربة بمنخفض الخارجة

م	قوام التربة	المساحة (كم٢)	% من جملة المساحة
١	التربات الرملية	٤٥٠٥.٦	٢٣.٩
٢	التربات الطميية الرملية	٨٣٢٤.٤	٤٤.٢
٣	التربات الرملية الطميية	٤٣٩٧.٣	٢٣.٤
٤	التربات الطميية الطينية	١٤٧٣.٦	٨.٧
٥	التربات الطميية الطينية الرملية	١١٢.٨	٠.٦
الإجمالي		١٨٨١٣.٧	١٠٠

المصدر: عن شربات بشندي، ٢٠١٨م، ص ٢٥٧.



المصدر: عن شربات بشندي، ٢٠١٨م، ص ٢٥٧.

شكل (٢) التوزيع الجغرافي لقوام التربة بمنخفض الخارجة

(١) خصائص تربة الواحات الخارجة:

ولمعرفة وتحديد الخصـــائص الرئيســـية للتربة بمنخفض الخارجة وتحديد مدى خصـوبتها تم قياس سـتة عناصـر أسـاسـية بعينات التربة التي تم أخذها من منخفض الخارجة هي الموصـلية الكهربائي (بوحدة ديسـي سـيمنز) وهي المؤشـر الرئيسـي الدال على ملوحة التربة، إضـــافة للأس الهيدروجيني للتربة وهو مؤشـــر على مدى صـــلاحية التربة لنمو المحاصيل الزراعية حيث تنمو غالبية المحاصيل بشكل جيد في تربة قيمة الـ pH لها من ٦ إلى ٦.٥. وفي التربة الحمضـــية (التربات ذات pH أقل من ٦) تتلف جذور النباتات، الأمر الذي يمنعها من امتصاص ما يكفي من المغذيات.

أما التربة ذات الرقم الهيدروجيني من ٨.٥ فأعلى فهي تربة قلوية (Alkali soil) جدول (٣)، وغالباً ما تحتوي هذه التربة على نسبة عالية من الصوديوم القابل للتبادل بنسبة ١٥٪ أو أكثر، ويؤثر ما يحتويه هذا النوع من التربة من القلويات «الصوديوم» سلباً في نمو معظم النباتات والمحاصيل. حيث تعمل زيادة نسبة الصوديوم في حبيبات التربة على تفريق حبيبات التربة عن بعضها كما تؤدى إلى سوء الصرف وتصبح الأرض غدقة كما تؤثر نسبة الصوديوم على امتصاص النبات للمغذيات.

جدول (٣) نوع التربة بناءً على قيمة الأس الهيدروجيني

قيمة الاس الهيدروجيني	صفات التربة
١-٤	highly acidic حامضية عالية
٤-٧	acidic حامضية
٧	neutral متعادلة
٧-١١	alkaline قاعدية
١١-١٤	highly alkaline قاعدية عالية

Source: Elham A. Ghabbour, Geoffrey Davies (2006).

وبدراسة نتائج تحليل عينات التربة بالواحات الخارجة كما بالجدولين (٤)، (٥)، تبين أن الأس الهيدروجيني للتربة بها قد تراوحت قيمه بين ٥.٨– ٨.٩ بمتوسط بلغ ٧.٣٥،

وأن ٦٥٪ منها تربات متعادلة الحموضة/ القلوية و٣٢.٥٪ تربات قلوية، و٢.٥٪ فقط تربات حمضية.

جدول (٤) التقييم الجغرافي لخصائص التربة الرئيسية بالواحات الخارجة

الخاصية	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المتوسط
الأس الهيدروجيني للتربة	٥,٨	٨,٩	٧,٣٥
ملوحة التربة (الموصلية الكهربائية) (ديسي سيمنز)	٠,٥٦	١١٣,٨	٥٧,١٨
المادة العضوية %	٠	٠,٨٤	٠,٤٢
النيتروجين المتاح (N) (جزء في المليون PPM)	١٥,٤	٧٦,٣	٤٥,٨٥
الفسفور المتاح (P) (جزء في المليون PPM)	٣,٩٢	٣٨,٤	٢١,١٦
البوتاسيوم المتاح (K) (جزء في المليون PPM)	٢٢١,٤	٤٩٦,٨	٣٥٩,١

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية.

جدول (٥) التقييم الجغرافي لفئات حموضة وقلوية التربة بالواحات الخارجة

الخاصية	الفئة	الملائمة لنمو المحاصيل	حدود الفئة	عدد العينات	%
الأس الهيدروجيني للتربة (حموضة وقلوية التربة)	تربة ذات قلوية (قاعدية) عالية	غير ملائمة تماماً	١٤-١١	٠	٠
	تربة قلوية	غير ملائمة	١١-٨	١٣	٣٢,٥
	تربة متعادلة	جيدة	٨-٦	٢٦	٦٥
	تربة حمضية	غير ملائمة	٦-٤	١	٢,٥
	تربة ذات حامضية عالية	غير ملائمة تماماً	٤-١	٠	٠
المتوسط				٤٠	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Richards, L.A. (1954)

أما فيما يخص ملوحة التربة والتي تم الحصول عليها من خلال دراسة الموصلة الكهربائية لها فقد تراوحت قيمها بين ٠.٥٦ – ١١٣.٨ ديسي سيمنز بمتوسط بلغ ٥٧.١٨ ديسي سيمنز (جدول ٤) كما اتضح أن ٥٢.٥٪ منها هي تربات منخفضة الملوحة و٢٠٪ منها ذات ملوحة متوسطة، و١٧.٥٪ ذات ملوحة مرتفعة، و١٠٪ ذات ملوحة مرتفعة جداً (جدول ٦).

جدول (٦) التقييم الجغرافي لفئات ملوحة التربة بالواحات الخارجة

الخاصية	الفئة	حدود الفئة	عدد العينات	%
ملوحة التربة (الموصلية الكهربائية بوحدة ديسي سيمنز)	منخفض	٤ >	٢١	٥٢,٥
	متوسط	٤-٨	٨	٢٠
	مرتفع	٨-١٦	٧	١٧,٥
	مرتفع جداً	١٦<	٤	١٠
المتوسط			٤٠	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Richards,1954

أما فيما يخص خصوبة التربة وبالتالي جدارتها الإنتاجية فقد اتضح من دراسة الجدولين (٤) و (٧) الآتي:

١- تراوحت قيم النسبة المئوية للمادة العضوية **Original Matter (OM)** بعينات تربة منطقة الدراسة بين (٠- ٠.٨٤٪) بمتوسط يبلغ ٠.٤٢٪، وأن الغالبية العظمى من عينات التربة بالمنخفض (٩٢.٥٪ منها) ذات خصوبة منخفضة (مادة عضوية أقل من ١٪)، وأن ٥٪ منها ذات خصوبة متوسطة (مادة عضوية ١-٢.٥٪)، وأن ٢.٥٪ منها مرتفعة الخصوبة (مادة عضوية أكبر من ٢.٥٪).

وهي نسبة قليلة إذا ما قورنت بالنسبة التي يتوقع أن تكون موجودة في الأراضي الصالحة للزراعة والتي تتراوح ما بين (٠.٤- ١٠٪) حيث تلعب الظروف المناخية بمنطقة الدراسة خاصة ارتفاع درجات الحرارة دور في انخفاض قيمتها وذلك من خلال أكسدة المادة العضوية وتحويلها إلى مواد لا يستفاد منها النبات (إبراهيم شريف وعلى حسين شلش، ١٩٨٥).

٢- في حين تراوحت قيم النيتروجين المتاح (N) بعينات تربة منطقة الدراسة بين (١٥.٤- ٧٦.٣) جزء في المليون (PPM) بمتوسط يبلغ ٤٥.٨٥ جزء في المليون، وأن معظم عينات التربة بالمنخفض (٦٥٪ منها) ذات خصوبة متوسطة (ذات نيتروجين متاح ٤٠- ٨٠ جزء في المليون)، وأن ٣٥٪ منها ذات خصوبة منخفضة (ذات نيتروجين متاح أقل

٤٠ جزء في المليون)، ويعزى السبب في انخفاض قيم النيتروجين بتربة منطقة الدراسة إلى اكسدة المادة العضوية كما سبق ذكره، حيث أن النيتروجين في التربة يتركز بشكل رئيسي في الدبال وأن جزء صغير منه موجود في شكل مركبات معدنية يتم تثبيته حيويًا عن طريق بعض أنواع الكائنات الحية الدقيقة، بحيث تقوم هذه الكائنات بتحويل غاز النيتروجين إلى الأمونيوم (NH_4) فيمكن للنباتات والحيوانات أن تستخدمها وتعيش هذه الكائنات الحية الدقيقة في التربة أو في جذور بعض النباتات كالبقوليات ويُطلق عليها اسم الكائنات المُثبتة بالنيتروجين (Mondal, S. 2021. p:554).

٣- أما فيما يخص الفسفور المتاح (P) فقد تراوحت قيمه بعينات تربة منطقة الدراسة بين (٣.٩٢- ٣٨.٤) جزء في المليون (PPM) بمتوسط يبلغ ٢١.١٦ جزء في المليون، وأن معظم عينات التربة بالمنخفض (٨٢.٥٪ منها) ذات خصوبة مرتفعة (ذات فسفور متاح >١٥ جزء في المليون)، وأن ١٠٪ منها ذات خصوبة منخفضة (ذات فسفور متاح أقل ١٠ جزء في المليون)، و٧٪ منها ذات خصوبة متوسطة (ذات فسفور متاح ١٠- ١٥ جزء في المليون).

٤- أما فيما يخص البوتاسيوم المتاح (K) فقد تراوحت قيمه بعينات تربة منطقة الدراسة بين (٢٢١.٤- ٤٩٦.٨) جزء في المليون (PPM) بمتوسط يبلغ ٣٥٩.١ جزء في المليون، وأن الغالبية العظمى من عينات التربة بالمنخفض (٩٢.٥٪ منها) ذات خصوبة مرتفعة (ذات بوتاسيوم متاح >٢٥٠ جزء في المليون)، وأن ٧.٥٪ منها ذات خصوبة متوسطة (ذات بوتاسيوم متاح ١٥٠- ٢٥٠ جزء في المليون).

جدول (٧) التقييم الجغرافي للمكونات الرئيسة بالتربة بالواحات الخارجة

الخاصية	البيان	مستوى خصوبة التربة		
		منخفض	متوسط	مرتفع
المادة العضوية%	حدود الفئة	١ >	١-٢,٥	٢,٥<
	عدد العينات	٣٧	٢	١
	النسبة%	%٩٢,٥	%٥	%٢,٥
النيتروجين المتاح (N) (جزء في المليون PPM)	حدود الفئة	٤٠ >	٤٠-٨٠	٨٠<
	عدد العينات	١٤	٢٦	٠
	النسبة%	%٣٥	%٦٥	%٠
الفسفور المتاح (P) (جزء في المليون PPM)	حدود الفئة	١٠ >	١٠-١٥	١٥<
	عدد العينات	٤	٣	٣٣
	النسبة%	%١٠	%٧,٥	%٨٢,٥
البوتاسيوم المتاح (K) (جزء في المليون PPM)	حدود الفئة	١٥٠ >	١٥٠-٢٥٠	٢٥٠<
	عدد العينات	٠	٣	٣٧
	النسبة%	%٠	%٧,٥	%٩٢,٥

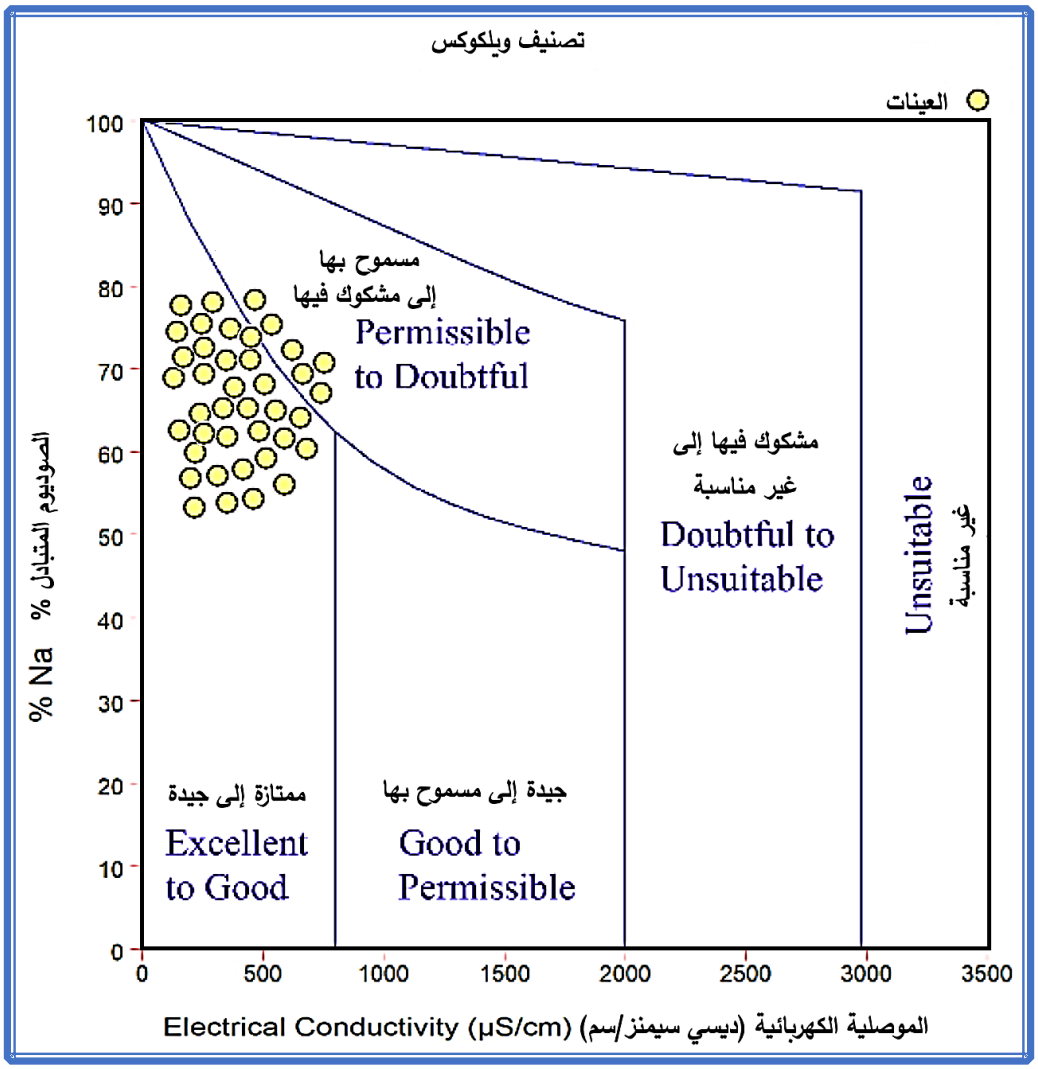
المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Bakr et al., 1999.

(٢) خصائص مياه الري بالواحات الخارجة:

تعتبر الموارد المائية من العوامل الطبيعية المؤثرة في طبيعة الكائنات الحية على سطح الأرض بكافة أشكالها من إنسان وحيوان ونبات فهي من اساسيات الأنشطة البشرية ومنها النشاط الزراعي، إذ أن العلاقة بين المياه والنشاط الزراعي هي علاقة طردية، فكلما توافرت كميات كافية من المياه أدى ذلك إلى زيادة مساحة الأراضي المزروعة ومن ثم استثمار مساحات جديدة من الأراضي الزراعية. لأن النشاط الزراعي يعد المستهلك الأكبر للمياه نظراً لسعة المساحات المزروعة مما يجعل مياه الري من الامكانيات الرئيسة لقيام التوسع الزراعي وذلك لأن كمية المياه المتوافرة تمثل العامل المحدد لذلك التوسع ومن ثم ستحدد مساحة الأرض التي يمكن استثمارها زراعياً. وتتمثل المصادر الرئيسة للمياه في منطقة الدراسة في المياه الجوفية (الآبار)، لذلك سيتم تقييمها بشكل مختصر لإبراز مدى تأثيرها في تحقيق عمليات التنمية الزراعية.

ولتقييم جودة مياه الري بمنطقة الدراسة تم استخدام طريقة ويلكوكس (Wilcox.,1955) لقياس مدى جودة مياه الري وقابليتها للاستخدام في الزراعة والتي

تعتمد على العلاقة بين النسبة المئوية للصوديوم (%Na) والموصلية الكهربائية للمياه (EC ms/cm)، وقد تم التوصل إلى أن ٨٥٪ من عينات المياه بمنطقة الدراسة هي مياه ممتازة إلى جيدة ومناسبة تماما لأغراض الري، وأن ١٥٪ من العينات مسموح باستخدامها، حيث تراوحت درجات الملوحة بها بين الممتازة (٣٢.٥٪) من العينات والجيدة (٦٧.٥٪)، أما عن قيمة الصوديوم المتبادل فقد جاء ٨٠٪ من عينات المياه ضمن فئة غير مناسبة إلى حد ما، و٢٠٪ ضمن فئة المسموح بها لأغراض الري، ولم تظهر أي من العينات في فئتي المياه الجيدة أو الممتازة، وعليه تكون مياه الري بالخارجة هي مياه قليلة الملوحة عالية الصوديوم، وهو ما يؤدي إلى تأثيرها الكبير على تملح التربة بسبب تراكم كميات كبيرة من الأملاح والصوديوم بالتربة بسبب معلات التبخر الكبيرة بالمنخفض مما يضر كثيراً بالتربة ويفاقم من خطر تملحها، وهو ما يوضحه كل من شكل (٣) وجدول (٨).



المصدر: إعداد الباحثان اعتمادا على تائج تحليل عينات المياه لمنخفض الخارجة باستخدام برنامج (Diagrammes).

شكل (٣) تصنيف المياه الجوفية بالخارجة وفقاً لصلاحيتها للري باستخدام مخطط Wilcox

جدول (٨) تصنيف مياه الري بمنخفض الخارجة وفقاً لمخطط ويلكوكس

نوعية مياه الري الماء	ممتازة	جيدة	مسموح بها	مشكوك فيها	غير مناسبة
عدد العينات	٣٤	صفر	٦	صفر	صفر
النسبة المئوية (%)	٨٥٪	٠٪	١٥٪	٠٪	٠٪

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على شكل (٣).

- الأس الهيدروجيني:

يعرف الأس الهيدروجيني على أنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في الماء، وهو يمثل مقياساً لحامضية المحاليل المائية وقاعديتها، وتتراوح قيمته ما بين (٠-١٤) فعندما تكون قيمته أقل من (٧) تكون المياه حامضية، أما إذا كانت أكبر من (٧) فإن المياه تكون قاعدية، وعندما تساوي (٧) فبهذه الحالة تكون نسبته متعادلة في المياه، وذلك عندما تكون درجة الحرارة والضغط اعتياديين. كما تتأثر قيمته بعدة عوامل منها درجة الحرارة ووجود الكالسيوم والنباتات، إذ تؤدي عملية التركيب الضوئي إلى تقليل كمية غاز ثاني أوكسيد الكاربون (CO_2) مما ينتج عنه ارتفاع قيم الأس الهيدروجيني (Tro, Nivaldo J.,2017).

ومن خلال التحليل المعملي لقيم الأس الهيدروجيني لعينات مياه الابار في منطقة الدراسة وربطها بمدى ملائمتها للري وجد أن ٧٢.٥٪ من عينات المياه بإجمالي ٢٩ عينة ضمن جاءت ضمن فئة الملائمة المرتفعة وهي المياه القاعدية (ذات أس هيدروجيني ٧-٨) وذلك نظراً لملائمتها الكبيرة لزراعة ونمو معظم المحاصيل، و٢٧.٥٪ من عينات المياه بإجمالي ١١ عينة ضمن فئة الملائمة المتوسطة وهي المياه المتعادلة (ذات أس هيدروجيني ٦,٥- <٧ و >٨ - ٨,٥) ، وبهذا نستنتج أن الغالبية العظمي لمياه الابار بمنطقة الدراسة مياه قاعدية صالحة لأغلبية الاستعمالات الزراعة والصناعة حتى الشرب. جدول (٩)

جدول (٩) التقييم الجغرافي لجودة مياه الري بالواحات الخارجة

الخاصية	البيان	مستوى جودة المياه وملائمتها للري		
		منخفض	متوسط	مرتفع
الأس الهيدروجيني pH	حدود الفئة	٦,٥> أو ٨,٥<	٦,٥- <٧ و >٨ - ٨,٥	٧-٨
	عدد العينات	صفر	١١	٢٩
	النسبة%	٠٪	٢٧,٥٪	٧٢,٥٪

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Simsek and Gunduz, 2007.

- الموصلية الكهربائية:

تعرف الموصلية الكهربائية على أنها قابلية (١سم٣) من الماء على توصيل التيار الكهربائي عند درجة حرارة (٢٥°م)، وتعتمد قيمته على درجة الحرارة ونوع الأيونات وتركيزها في المياه، فكلما ازدادت درجة الحرارة وكمية الأملاح الذائبة ارتفعت قيمته وهي تعد دالة لدرجة الملوحة (Mark M. Benjamin., 2002).

وبدراسة قيم الموصلية الكهربائية في مياه آبار منطقة الدراسة وربطها بمدى ملائمتها للري جدول (١٠) وجد أن ٦٧.٥٪ من عينات المياه بإجمالي ٢٤ عينة جاءت ضمن فئة الملائمة الجيدة وهي المياه ذات موصلية كهربائية تتراوح بين (٢٥٠-<٧٥٠ ديسي سيمنز/ سم)، و٣٢.٥٪ من عينات المياه بإجمالي ١٣ عينة ضمن فئة الملائمة الممتازة وهي مياه بلغت قيمة الموصلية الكهربائية بها (<٢٥٠ ديسي سيمنز/ سم)، في حين لم تظهر أي من العينات في الثلاثة الأقل (المسموح بها- وغير المناسبة إلى حد ما- وغير المناسبة) ونستنتج من ذلك أن الغالبية العظمي لمياه الابار بمنطقة الدراسة ملائمة للري وللعملية الزراعية بشكل جيد.

جدول (١٠) التقييم الجغرافي لجودة مياه الري بالواحات الخارجة

الخاصية	البيان	مستوى جودة المياه وملائمتها للري				
		ممتازة	جيدة	مسموح بها	مشكوك فيها (غير مناسبة لحد ما)	غير مناسبة
الموصلية الكهربائية (ديسي سيمنز/ سم)	حدود الفئة	<٢٥٠	٢٥٠- <٧٥٠	٧٥٠- <٢٠٠٠	٢٠٠٠- >٣٠٠٠	>٣٠٠٠
	عدد العينات	١٣	٢٤	صفر	صفر	صفر
	النسبة%	٣٢,٥٪	٦٧,٥٪	٠٪	٠٪	٠٪

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Simsek and Gunduz, 2007.

الصوديوم المتبادل %:

يشير مصطلح "الصوديوم المتبادل" إلى الصوديوم الموجود في التربة والذي يمكن استبداله بشكل كيميائي مع العناصر الأخرى في التربة، مثل الكالسيوم والمغنيسيوم

والبوتاســـيوم، ويتم قياس نســـبة الصـــوديوم المتبادل في التربة عادة بوحدة الأيون (meq/100g) أو النسبة المئوية (%) من إجمالي التربة.

يمكن أن يؤثر الصوديوم المتبادل على خصائص التربة وقدرتها على دعم نمو النباتات فعندما يكون الصـــوديوم المتبادل بكميات زائدة في التربة، قد يؤدي ذلك إلى زيادة القوام الأرضي وصعوبة تسرب الماء كما يؤثر سلباً على نمو النباتات. لذلك، يتم مراقبة مستويات الصوديوم المتبادل في التربة وإدارتها بشكل صحيح كجزء من ممارسات الزراعة المستدامة (Brady ,N.C., Weil, R.R. 2016).

وبدراســة قيم الصــوديوم المتبادل في مياه آبار منطقة الدراســة وربطها بمدى ملائمتها للري جدول (١١) وجد أن ٨٠٪ من عينات المياه بإجمالي ٣٢ عينة جاءت ضــمن فئة الملائمة غير المناســبة لحد ما وهي تتراوح بين (٦٠- <٨٠)، و٢٠٪ من عينات المياه بإجمالي ٨ عينات جاءت ضـــمن فئة الملائمة المســـموح بها وهي مياه بلغت قيمة الصوديوم المتبادل بها (٤٠- <٦٠)، في حين لم تظهر أي من العينات في الثلاثة الأعلى (ممتازة- جيدة) والأقل (غير المناســبة) ونســتنتج من ذلك أن الغالبية العظمي لمياه الابار بمنطقة الدراسة ملائمة للري وللعملية الزراعية بشكل جيد.

جدول (١١) التقييم الجغرافي لجودة مياه الري بالواحات الخارجة

الخاصية	البيان	مستوى جودة المياه وملائمتها للري				
		ممتازة	جيدة	مسموح بها	مشكوك فيها (غير مناسبة لحد ما)	غير مناسبة
الصوديوم المتبادل %	حدود الفئة	<٢٠	٢٠- <٤٠	٤٠- <٦٠	٦٠- <٨٠	>٨٠
	عدد العينات	صفر	صفر	٨	٣٢	صفر
	النسبة%	٠٪	٠٪	٢٠٪	٨٠٪	٠٪

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية، وفئات التركيزات عن: Simsek and Gunduz, 2007.

أولاً: ارتفاع درجة حرارة الهواء وأثره على رفع درجة حرارة التربة:

أ- درجة حرارة الهواء وتأثيرها على رفع درجة حرارة التربة بالمنخفض:

تعمل حرارة الهواء المرتفعة بشدة بمنخفض الواحات الخارجة على رفع درجة حرارة التربة أسفل منه ويكون ذلك الارتفاع بدرجات متفاوتة بين أعماقها المختلفة وبالتالي زيادة كمية التبخر منها وانخفاض محتواها الرطوبي وجفافها بشكل عام، ويتضح ذلك من تحليل الأشكال (٤-٧) والتي تدل على الآتي:

١- تتراوح قيم المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمى بالخارجة ما بين أعلى القيم بشهور الصيف (يونية ويوليو وأغسطس) بقيم تبلغ ٤٠.٢، ٤٠.١، ٣٩.٦°م على الترتيب، إلى أدنى القيم بشهور الشتاء (يناير وديسمبر وفبراير) بقيم بلغت ٢٢.٢، ٢٣.٣، ٢٤.٦°م.

٢- يتراوح المعدل الشهري لدرجة حرارة التربة على عمق ٠.٣سم ما بين أعلى القيم (٦٤.٩، ٦٤.٢، ٦٢.٧ °م) في شهور يوليو ويونيه وأغسطس على التوالي، وأدنى القيم (٣٢.٢، ٣٢.٩، ٣٧.٨ °م) في شهور ديسمبر ويناير ونوفمبر على التوالي.

٣- يتراوح المعدل الشهري لدرجة حرارة التربة على عمق ٠.٥ سم ما بين أعلى القيم (٤٧.٤، ٤٦.٥، ٤٦.١ °م) في شهور يوليو ويونيه وأغسطس على التوالي، وأدنى القيم (٣٢.٢، ٢٤.٤، ٢٧ °م) في شهور يناير وديسمبر وفبراير، وهو بذلك يكاد يوافق نفس التوزيع الزمني لدرجة حرارة الهواء لارتباطهما الوثيق على هذين العمقين.

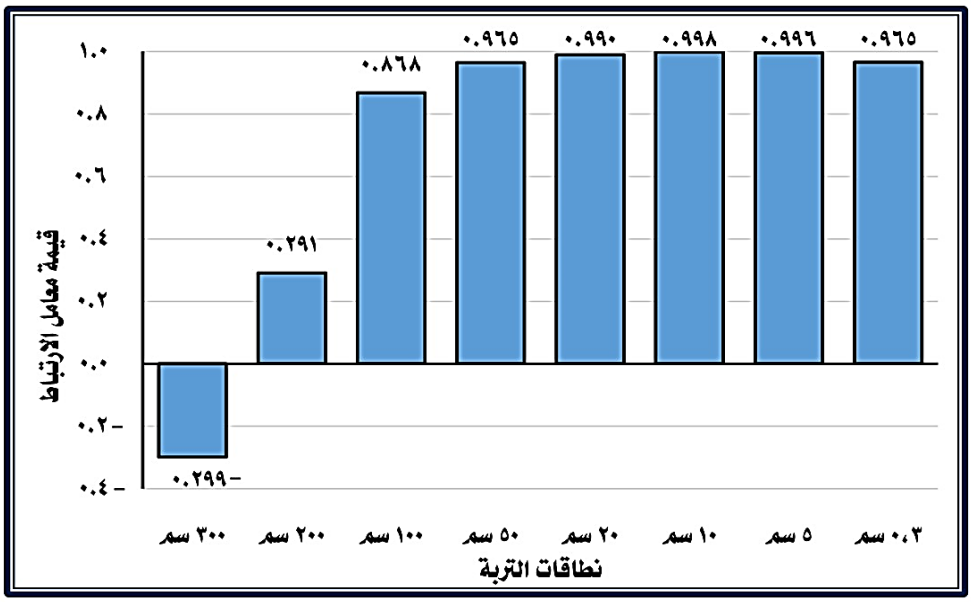
٤- يتراوح المعدل الشهري للتبخر / النتح القياسي الفعلية ما بين أعلى القيم التي تبلغ ١٢.٤٥، ١٠.٤٥، ١٠.٣٥ ملم في شهور يونية ومايو ويوليو، إلى أدنى القيم التي تبلغ

٣.٥٢ملم في شهري ديسمبر ويناير معاً، و٤.٥٦ ملم في شهر فبراير، ويعزى ذلك للارتباط الوثيق بين معدلات التبخر ودرجة حرارة الهواء والتربة المحددة بالنقاط السابقة.

وبدراسة العلاقة الارتباطية بين تلك المتغيرات الأربعة (الأشكال ٤-٧) وجد أن الصورة التوزيعية للمعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمى تنعكس بوضوح على كل من: المعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة والمعدل الشهري لكمية التبخر/ النتح القياسي الفعلية، حيث أن:

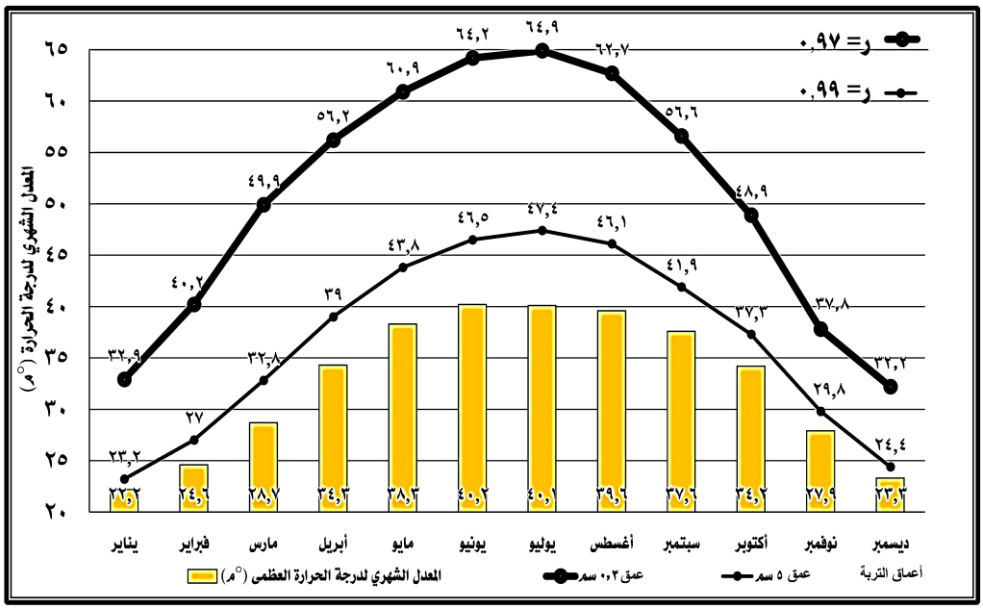
- هناك علاقة ارتباطية طردية قوية جداً بين المعدل الشهري لحرارة الهواء العظمى والمعدل الشهري لدرجة حرارة التربة على الأعماق من ٠.٣سم حتى ١٠٠سم؛ حيث بلغ معامل الارتباط بينهما قيم تراوحت ما بين ٠.٨٧- ٠.٩٩.
- هناك علاقة ارتباطية طردية قوية جداً بين المعدل الشهري لدرجة حرارة التربة على عمقي ٠.٣ و٥ سم والمعدل الشهري لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية؛ حيث بلغ معامل الارتباط بينهم ٠.٩٦ و٠.٩٧ على التوالي.
- هناك علاقة ارتباطية طردية قوية جداً بين المعدل الشهري لحرارة الهواء العظمى والمعدل الشهري لكمية التبخر/ النتح القياسي الفعلية؛ حيث بلغ معامل الارتباط بينهما ٠.٩٦.

ويعزى ذلك إلى أن كميات التبخر/ النتح القياسي الفعلية تمثل انعكاساً مباشراً لدرجة حرارة التربة، والتي تتأثر بدورها تأثراً كبيراً بدرجة حرارة الهواء وبالمحتوى الرطوبي للتربة.



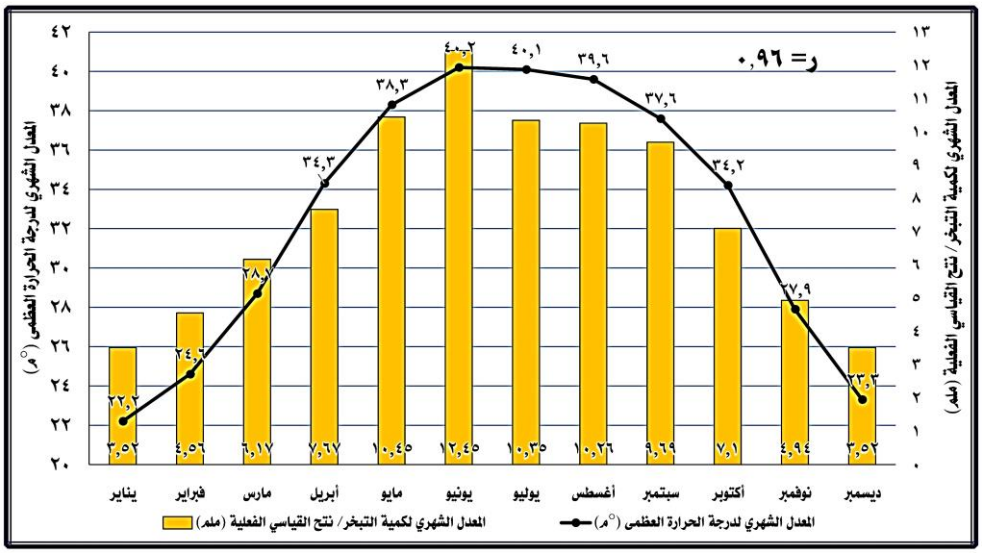
المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٤) معامل الارتباط بين المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء العظمى ودرجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة



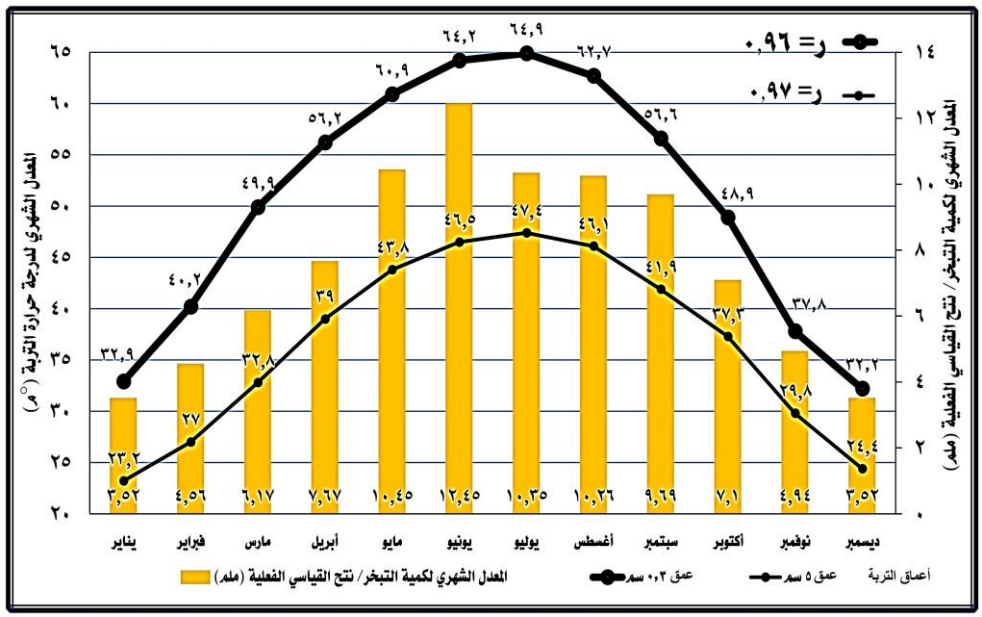
المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٥) العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى والمعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة على عمقي ٠.٣ و٥ سم



المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٦) العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء العظمى والمعدلات الشهرية لكمية التبخر/ النتح القياسي الفعلية بالخارجة

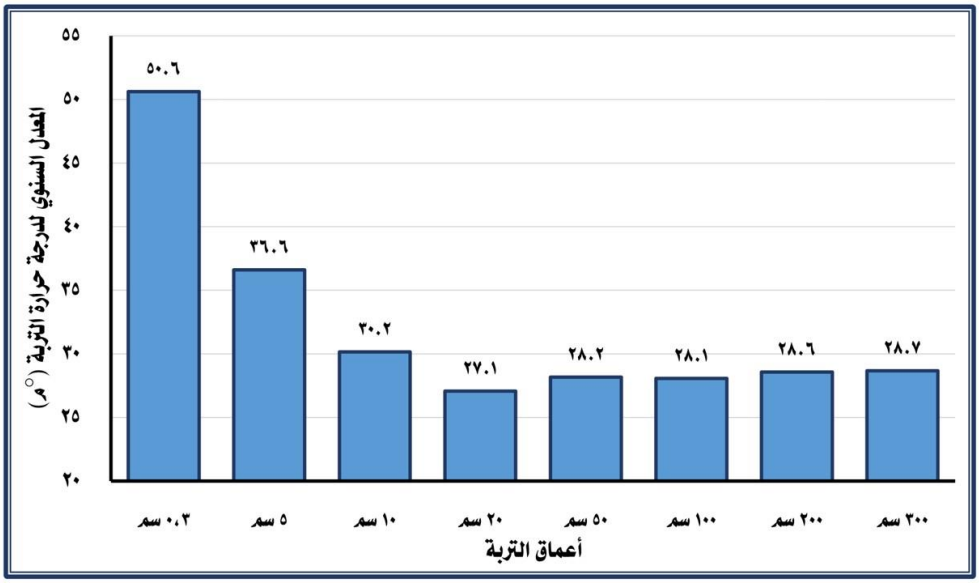


المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٧) العلاقة الارتباطية بين المعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة على عمقي ٠.٣ و٥ سم والمعدلات الشهرية لكمية التبخر/ النتح القياسي الفعلية بالخارجة

ب- المعدل السنوي لدرجة حرارة التربة على أعماق مختلفة:

يتضح من تحليل قيم المعدل السنوي لدرجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة (الأشكال ٨-١١) أن الطبقة السطحية من التربة (٠,٣) لها أكبر المعدلات السنوية حرارة بقيمة بلغت (٥٠.٦ درجة) وهي بذلك تبلغ الضعف مقارنة بالطبقات تحت السطحية ويعزى السبب وراء ذلك الارتفاع إلى التسخين المباشر لتلك الطبقة بواسطة أشعة الشمس، في حين انخفضت درجة الحرارة في الطبقات (٥سم، ١٠سم، ٢٠سم) لتبلغ قيم المعدلات السنوية بها نحو (٣٦.٦، ٣٠.٢، ٢٧.١) على الترتيب، لتعاود تلك القيم في الارتفاع مرة أخرى داخل الطبقات (٥٠سم- ١٠٠سم - ٢٠٠سم - ٣٠٠سم) بقيم بلغت نحو (٢٨.٢، ٢٨.١، ٢٨.٦، ٢٨،٧)، ويرجع السبب في ذلك إلى الانقلاب الحراري حيث تنخفض درجات الحرارة بالعمق.



المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٨) المعدل السنوي لدرجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة

ج- المعدل الشهري لدرجة حرارة التربة:

- التغير الرأسي لدرجة حرارة التربة بالعمق (على مستوى الطبقات):

يتضح من تحليل بيانات التغير الرأسي لدرجة حرارة التربة بالعمق بالواحات الخارجة (شكل ٩ وملحق ١) الآتي:

- تقل الحرارة بزيادة العمق طوال العام في نطاقات التربة من عمق ٠.٣سم وحتى عمق ٢٠سم.

- تعتبر الطبقة السطحية من التربة (على عمق ٠.٣سم) والملامسة للهواء الجوي أعلى نطاقات التربة حرارة في جميع شهور العام عدا شهر ديسمبر حيث تنخفض درجة حرارة التربة السطحية في هذا النطاق إلى ٣٢.٢°م وهي بذلك تكون أبرد من الطبقات التحت سطحية خلال هذا الشهر إذ تبلغ درجة حرارة الطبقة التحت سطحية على عمق (٣٠٠سم) نحو ٣٢.٦°م، ويرجع السبب في ذلك إلى التباين في الحرارة النوعية للهواء عن الحرارة النوعية للتربة، مما يؤدي إلى فقدان أسرع للحرارة عن طريق الهواء وبالتالي احتفاظ الطبقات السفلي بالتربة بالحرارة مقارنة بالهواء.

- تعتبر الطبقة الأكثر عمقاً من التربة (على عمق ٣٠٠سم) أدنى طبقات التربة حرارة خلال الفترة أبريل – سبتمبر؛ ويعزى ذلك لسادة ظروف الصيف وارتفاع درجات حرارة الهواء خلال تلك الفترة وبالتالي درجات حرارة الطبقات العلوية من التربة، أما خلال باقي الأشهر (أكتوبر – مارس) فتكون الطبقة على عمق ٢٠سم هي الأدنى حرارة من بين طبقات التربة، ويعزى ذلك لارتفاع المحتوى الرطوبي لتلك الطبقة إضافة لانخفاض درجات حرارة الهواء بشكل كبير خلال تلك الفترة التي تمثل ظروف الشتاء بالمنخفض.

- التغير الشهري لدرجة حرارة التربة:

يتضح من دراسة بيانات الشكل (٩) وملحق (١) الخاصين بتحليل تغير المعدلات الشهرية لدرجة حرارة نطاقات التربة المختلفة بالمنخفض ما يلي:

- تتناقص درجة حرارة التربة بزيادة العمق من أبريل إلى سبتمبر إذ تصل أعلى معدلاتها في الطبقة السطحية الملامسة للهواء الجوي (٠.٣سم) ٦٤.٩ °م في شهر يوليو، ثم تتناقص درجة حرارة التربة من ٤٧.٤ °م على عمق ٥سم، إلى ٣٨.٨ °م على عمق ١٠سم، ثم إلى ٣٤.٨ °م على عمق ٢٠ سم، ثم إلى ٣٤.٣ °م على عمق ٥٠سم، ثم ٣٢.٤ °م على عمق ١٠٠سم، ثم إلى ٣٠.١°م على عمق ٢٠٠سم، ثم إلى ٢٨.٢°م على عمق ٣٠٠سم.

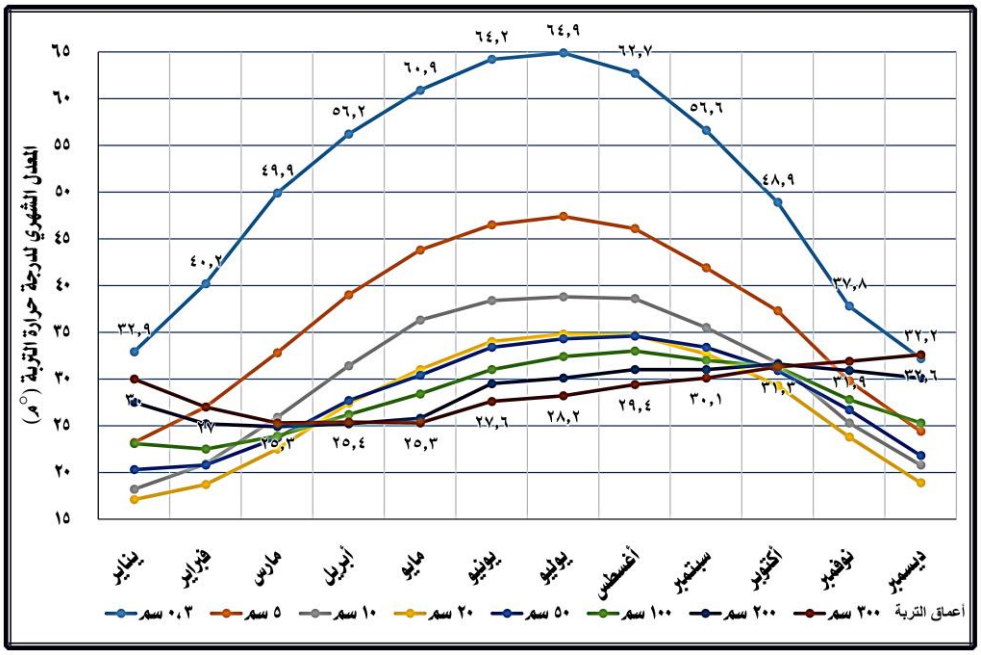
- يعتبر شهر يوليو أعلى شهور العام في حرارة التربة في النطاقات ٠.٣سم حتى ٥٠سم، أما على عمق ١٠٠سم فيعتبر شهر أغسطس الأعلى حرارة بمعدل (٣٣ °م)، أما على عمق ٢٠٠سم فيعتبر شهر أكتوبر الأعلى حرارة بمعدل (٣١.٦ °م)، أما على عمق ٣٠٠سم فيعتبر شهر ديسمبر الأعلى حرارة بمعدل (٣٢.٦ °م).

- تعتبر شهور الشتاء أدنى شهور العام في درجة حرارة التربة في النطاقات ١٠ و٢٠ و٥٠سم، ويدخل معها شهر نوفمبر في نطاقي ٠.٣ و٥سم ليصبح أدنى الشهور حرارة هي ديسمبر، ويناير، ونوفمبر على الترتيب، أما على الأعماق الأقل من ذلك فتتأخر شهور الحرارة الدنيا إلى شهور الربيع.

- حيث يعتبر شهر ديسمبر أدنى شهور العام حرارة في النطاقات ٠.٣سم و٥سم، ثم يناير في النطاقات ١٠ و٢٠ و٥٠سم، ثم فبراير في نطاق ١٠٠سم، ثم مارس في نطاقي ٢٠٠ و٣٠٠سم.

ويرجع ذلك إلى تأخر شهر النهاية العظمى والصغرى لحرارة التربة بزيادة العمق وذلك بسبب اختلاف الحرارة النوعية للتربة والمياه الباطنية عنها بالنسبة للهواء ما يتسبب في ارتفاع حرارة النطاقات العليا من التربة عنها في النطاقات السفلى، هذا إضافة إلى أن الطبقة السطحية من التربة حتى عمق ٥٠سم تقريباً يتم تجهيزها للزراعة وهو ما يعمل

على رفع درجة حرارتها لزيادة الفراغات التي يمر بها الهواء والماء فيها بين حبيبات التربة عنها في الطبقات السفلى من التربة.



المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (٩) المعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة بالخارجة الساعة ١٢ على أعماق مختلفة خلال الفترة (١٩٥٦: ٢٠٠٧م)

د- معدل التغير في درجة حرارة التربة بالعمق:

يتضح من تحليل معدل التغير في درجة حرارة التربة بالعمق على مستوى ثمان نطاقات (٠.٣ و٥ و١٠ و٢٠ و٥٠ و١٠٠ و٢٠٠ و٣٠٠سم) والتي توضحها الجداول (١٢-١٣) والأشكال (١٠-١١) ما يأتي:

١- على مستوى الشهور:

- تنخفض درجات حرارة التربة بالعمق في جميع النطاقات بمعدلات مختلفة خلال الفترة (أبريل- سبتمبر).
- تنخفض درجة حرارة التربة بالعمق خلال الفترة (أكتوبر- مارس) في النطاقات الأربعة العليا (٠.٣ و٥ و١٠ و٢٠سم) وتزيد في النطاقات الأسفل من ذلك (٥٠- ٣٠٠سم).
- يبلغ معدل انخفاض درجة حرارة التربة بالعمق أعلى قيم له في شهر يونية بالطبقة السطحية (٠.٣سم) بقيمة تبلغ -٣.٥٤°م/سم أما أدنى قيمة له فتبلغ -٠.٠١°م/سم في شهر مايو وسبتمبر معاً بالطبقتين ٢٠٠ و٣٠٠سم، وخلال شهري أبريل وسبتمبر في الطبقتين ١٠٠ و٢٠٠سم.
- يبلغ معدل ارتفاع درجة حرارة التربة بالعمق أعلى قيم له في شهري يناير وديسمبر في الطبقتين ٢٠ و٥٠سم بقيم تبلغ ٠.١١ و٠.١٠°م/سم على التوالي، أما أدنى قيمة له فتبلغ ٠.٠١°م/سم في شهر نوفمبر بالطبقتين ٢٠٠ و٣٠٠سم، وخلال شهر أكتوبر بالطبقتين ٥٠ و١٠٠سم، وخلال شهر مارس في الطبقتين ١٠٠ و٢٠٠سم.

٢- على مستوى الطبقات:

- تسجل الطبقات الثلاث العلوية من التربة (٠.٣- ٢٠سم) انخفاضاً مستمراً في درجات الحرارة بزيادة العمق خلال جميع شهور العام.
- تسجل الطبقتين السطحيتين (٠.٣ و٥ سم) أعلى معدلات الانخفاض في درجات حرارة التربة بقيم تتراوح ما بين -٣.٥٤°م/سم في شهر يونية و -١.٥٦°م/سم في شهر ديسمبر.
- تسجل الطبقتين السفليتين (٢٠٠ و٣٠٠سم) أدنى معدلات التغير في درجات حرارة التربة بقيم تتراوح ما بين ٠.٠٣°م/سم خلال شهري ديسمبر ويناير، و -٠.٠٢°م/سم

خلال شهور يونية ويوليو وأغسطس، ويرجع ذلك لسيادة ظروف الشتاء وانخفاض درجات حرارة الهواء وبالتالي التربة في الحالة الأولى وحدوث العكس في الحالة الثانية خلال شهور الصيف.

جدول (١٢) درجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة

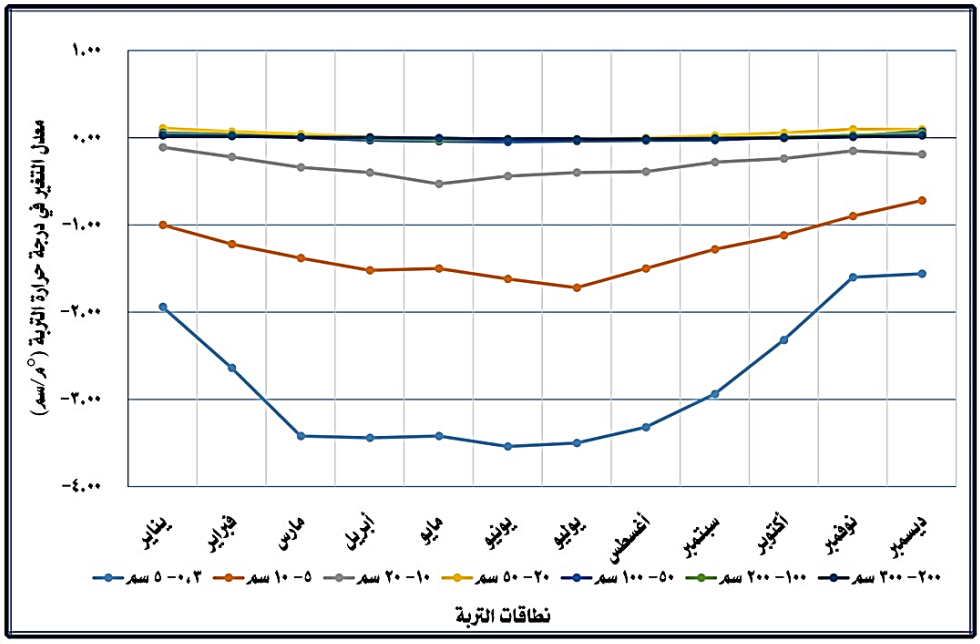
الساعة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٠,٣ سم	٣٢,٩٠	٤٠,٢٠	٤٩,٩٠	٥٦,٢٠	٦٠,٩٠	٦٤,٢٠	٦٤,٩٠	٦٢,٧٠	٥٦,٦٠	٤٨,٩٠	٣٧,٨٠	٣٢,٢٠	٥٠,٦
٥ سم	٢٣,٢٠	٢٧,٠٠	٣٢,٨٠	٣٩,٠٠	٤٣,٨٠	٤٦,٥٠	٤٧,٤٠	٤٦,١٠	٤١,٩٠	٣٧,٣٠	٢٩,٨٠	٢٤,٤٠	٣٦,٦
١٠ سم	١٨,٢٠	٢٠,٩٠	٢٥,٩٠	٣١,٤٠	٣٦,٣٠	٣٨,٤٠	٣٨,٨٠	٣٨,٦٠	٣٥,٥٠	٣١,٧٠	٢٥,٣٠	٢٠,٨٠	٣٠,٢
٢٠ سم	١٧,١٠	١٨,٧٠	٢٢,٥٠	٢٧,٤٠	٣١,٠٠	٣٤,٠٠	٣٤,٨٠	٣٤,٧٠	٣٢,٧٠	٢٩,٣٠	٢٣,٨٠	١٨,٩٠	٢٧,١
٥٠ سم	٢٠,٣٠	٢٠,٨٠	٢٣,٧٠	٢٧,٧٠	٣٠,٤٠	٣٣,٤٠	٣٤,٣٠	٣٤,٦٠	٣٣,٤٠	٣٠,٩٠	٢٦,٧٠	٢١,٨٠	٢٨,٢
١٠٠ سم	٢٣,١٠	٢٢,٥٠	٢٣,٩٠	٢٦,٢٠	٢٨,٤٠	٣١,٠٠	٣٢,٤٠	٣٣,٠٠	٣٢,٠٠	٣١,٣٠	٢٧,٨٠	٢٥,٣٠	٢٨,١
٢٠٠ سم	٢٧,٥٠	٢٥,٢٠	٢٤,٩٠	٢٥,٢٠	٢٥,٨٠	٢٩,٥٠	٣٠,١٠	٣١,٠٠	٣١,٠٠	٣١,٦٠	٣٠,٩٠	٣٠,١٠	٢٨,٦
٣٠٠ سم	٣٠,٠٠	٢٧,٠٠	٢٥,٣٠	٢٥,٤٠	٢٥,٣٠	٢٧,٦٠	٢٨,٢٠	٢٩,٤٠	٣٠,١٠	٣١,٣٠	٣١,٩٠	٣٢,٦٠	٢٨,٧

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

جدول (١٣) معدل التغير في درجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة

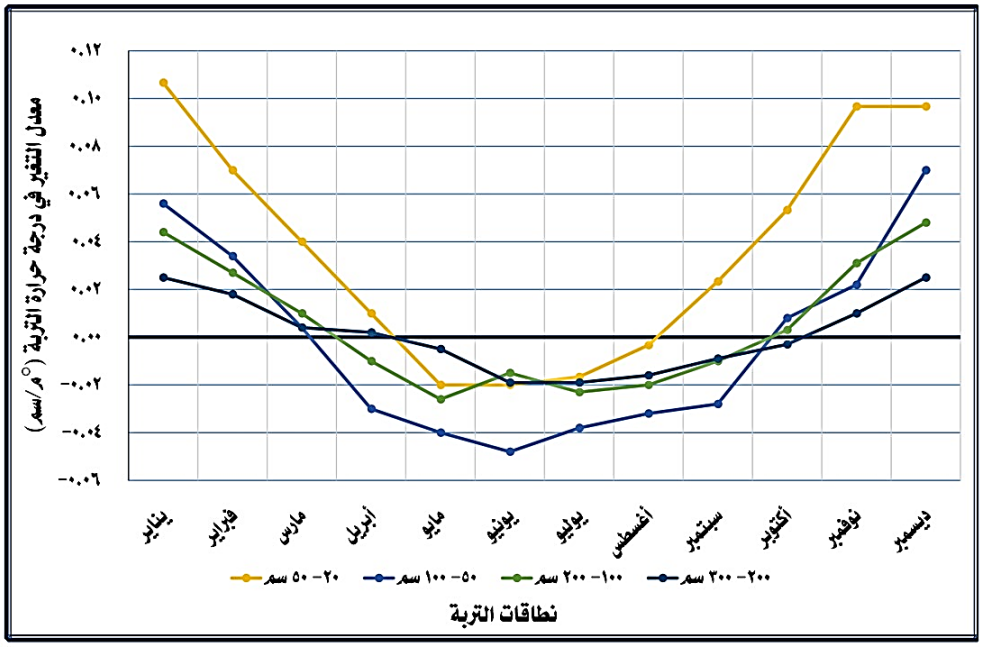
الساعة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٠,٣ ـ ٥ سم	١,٩٤٠	٢,٦٤٠	٣,٤٢٠	٣,٤٤٠	٣,٤٢٠	٣,٥٤٠	٣,٥٠٠	٣,٣٢٠	٢,٩٤٠	٢,٣٢٠	١,٦٠٠	١,٥٦٠	٢,٨٠٠
٥ ـ ١٠ سم	١,٠٠٠	١,٢٢٠	١,٣٨٠	١,٥٢٠	١,٥٠٠	١,٦٢٠	١,٧٢٠	١,٥٠٠	١,٢٨٠	١,١٢٠	٠,٩٠٠	٠,٧٢٠	١,٢٩٠
١٠ ـ ٢٠ سم	٠,١١٠	٠,٢٢٠	٠,٣٤٠	٠,٤٠٠	٠,٥٣٠	٠,٤٤٠	٠,٤٠٠	٠,٣٩٠	٠,٢٨٠	٠,٢٤٠	٠,١٥٠	٠,١٩٠	٠,٣١٠
٢٠ ـ ٥٠ سم	٠,١١	٠,٠٧	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠٠	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,١٠	٠,١٠	٠,٠٤
٥٠ ـ ١٠٠ سم	٠,٠٦	٠,٠٣	٠,٠٠	٠,٠٣٠	٠,٠٤٠	٠,٠٤٠	٠,٠٤٠	٠,٠٣٠	٠,٠٣٠	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠٧	٠,٠٠
١٠٠ ـ ٢٠٠ سم	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠١٠	٠,٠٣٠	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠١٠	٠,٠٠	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٠
٢٠٠ ـ ٣٠٠ سم	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠١٠	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	٠,٠١٠	٠,٠٠	٠,٠١	٠,٠٣	٠,٠٠

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).



المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (١٠) معدل التغير في درجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة



المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على بيانات ملحق (١).

شكل (١١) معدل التغير في درجة حرارة التربة الساعة ١٢ ظهراً بالخارجة على أعماق مختلفة

ثانياً: أثر المناخ على التربة بالواحات الخارجة:

(١) المناخ وتملح التربة وانخفاض انتاجيتها:

أ- أثر المناخ على تملح التربة بالمنخفض:

تؤدي العوامل السابقة من ارتفاع المعدلات الشهرية لدرجة حرارة التربة وبالتالي ارتفاع كمية التبخر/ النتح القياسي الفعلية ثم ارتفاع الميزانية المائية للمحاصيل واحتياجها لعدد ريات وكميات مياه أكبر بالمنخفض بسبب ارتفاع المقنن المائي للمحاصيل الزراعية إضافة لارتفاع مستويات ملوحة مياه الري إلى زيادة تراكم الأملاح بالتربة وبالتالي ارتفاع ملوحتها ومن ثم انخفاض إنتاجيتها وتصحرها.

حيث توصل (نبيل سيد إمبابي، ١٩٧٧، ص ١٦٩) إلى أن كمية المياه التي تفقد سنوياً بواسطة التبخر تساوي ١٠.٦٪ من كمية المياه المتدفقة سنوياً من الآبار بالواحات الخارجة.

كذلك تعمل طبوغرافيا منخفض الخارجة دوراً كبيراً في زيادة تملح التربة وتصحرها ويتمثل ذلك في التصريف الداخلي لمياه الصرف الزراعي بالمنخفض حيث إن المنخفض ليس له أدنى اتصال مباشر أو غير مباشر بالبحر. وقد أدت تلك الخاصية الطبيعية إلى أن أي جريان مائي سطحي إذا لم يتبخر لا بد وأن ينصرف إلى الأجزاء المنخفضة في الواحة. ويؤدي تجمع المياه في الأجزاء المنخفضة بالواحات الخارجة إلى تشبع الطبقة السطحية بالمياه دون أن تتكون بحيرة أو سبخة، وقد بدأت مشكلة هذا التصريف الداخلي تتفاقم مع حفر الآبار العميقة واستغلال كميات كبيرة في الزراعة وزيادة كمية مياه الصرف الزائدة عن حاجة الأرض الزراعية. وبسبب طبيعة الصرف الداخلي تلك، وبسبب تباعد المزارع التي أنشئت حول الآبار العميقة، لم يتم انشاء نظام صرف عام يخدم كل الأراضي الزراعية الجديدة في المنخفض وبالتالي استقلت كل مزرعة عن الأخرى في نظام صرف مياه الري الزائدة عن حاجة الأرض. وقد أدى هذا الاستقلال في نظم الصرف الى أن المياه كانت تصرف إلى الأجزاء المجاورة للمزرعة. ولكن في بعض المزارع لم تكن الأرض

المجاورة للمزرعة منخفضة كثيراً عن منسوب الأرض الزراعية مما أدى إلى تسرب مياه الصرف المرتفعة الملوحة إلى الأراضي الزراعية وارتفاع منسوب المياه الباطنية فيها، كما تسربت مياه الصرف في بعض المناطق إلى مباني القرية المجاورة للأراضي الزراعية مثل قرية ناصر في منطقة جناح بمنخفض الخارجة وقد تطلب ذلك إعادة بناء القرية في موقع جديد مرتفع. (نبيل سيد امبابي، ١٩٧٧، ص ص١٧٢- ١٧٣)

كما يتضح من تحليل جدول (١٤) والأشكال (١٢- ١٩) الخاصة بالتوزيع الجغرافي لفئات ملوحة التربة المختلفة بمنخفض الخارجة على أعماق مختلفة (٠-٢٠٠سم) ما يأتي:

- جاءت النسبة المئوية لمساحة التربات المملحة ككل (بفئاتها المختلفة التي تتراوح من الملوحة القليلة جداً وحتى الملوحة الشديدة) أعلى بكثير في جميع الأعماق من مساحة التربات غير المملحة حيث تراوحت هذه النسبة ما بين ٧٤- ٨٨٪ من إجمالي مساحة الأراضي الزراعية بالمنخفض بمتوسط بلغ ٨١.٥٪.

- أما على مستوى فئات الملوحة فقد مثلت فئة التربات ذات الملوحة القليلة أكثر الفئات مساحة بنسبة بلغ متوسطها في جميع الأعماق ٣٣.٣٪، تلتها فئة التربات ذات الملوحة الشديدة بنسبة بلغ متوسطها ٢٢.٥٪؛ ويعزى ذلك للارتفاع الشديد في معلات التبخر وترسب الأملاح بسبب الارتفاع الشديد في درجات الحرارة بالمنخفض، في حين مثلت التربات ذات الملوحة القليلة جداً والتربات غير المملحة والتربات ذات الملوحة المتوسطة أقل النسب (٢٠.٨ و١٨.٤ و٥٪) على التوالي.

- أما على مستوى الأعماق فيلاحظ أن عمق التربة ٥- ١٥ سم هو أكثر نطاقات التربة بمنخفض الخارجة تملحاً وخاصة فيما يخص فئة التربة المملحة بشدة التي تبلغ نسبتها ٨٧٪ من مساحة الأراضي الزراعية بالمنخفض؛ ويرجع ذلك لأن هذا العمق هو

أكثر طبقات التربة تأثراً بحرارة الهواء. ثم يليها أعماق ٦٠- ١٠٠ سم، ٣٠- ٦٠سم، ١٥-٣٠سم و٠-٥سم بنسب تبلغ ١٤، ١٣، ١١، ١٠٪ على التوالي.

أما فيما يخص إجمالي مساحة التربات المملحة بشكل عام بالمنخفض فيعتبر عمق ٦٠- ١٠٠سم أكثر الأعماق ملوحة حيث يبلغ إجمالي نسب التربات المملحة ٨٨٪ يليه الأعماق ١٠٠- ٢٠٠سم، ٣٠- ٦٠سم، ٥-١٥سم، ٠-٥سم و١٥-٣٠سم على التوالي.

وفيما يخص الصورة التوزيعية لتملح التربة بالواحات الخارجة تكاد تتطابق في جميع الأعماق عدا عمق ٥- ١٥ سم حيث تنقسم التربة فيه الي نوعين فقط هما التربات المملحة بشدة التي تشغل معظم المساحة والتربات غير المملحة التي تشغل مساحة قليلة أما باقي فئات الملوحة فتكاد مساحاتها لا تذكر.

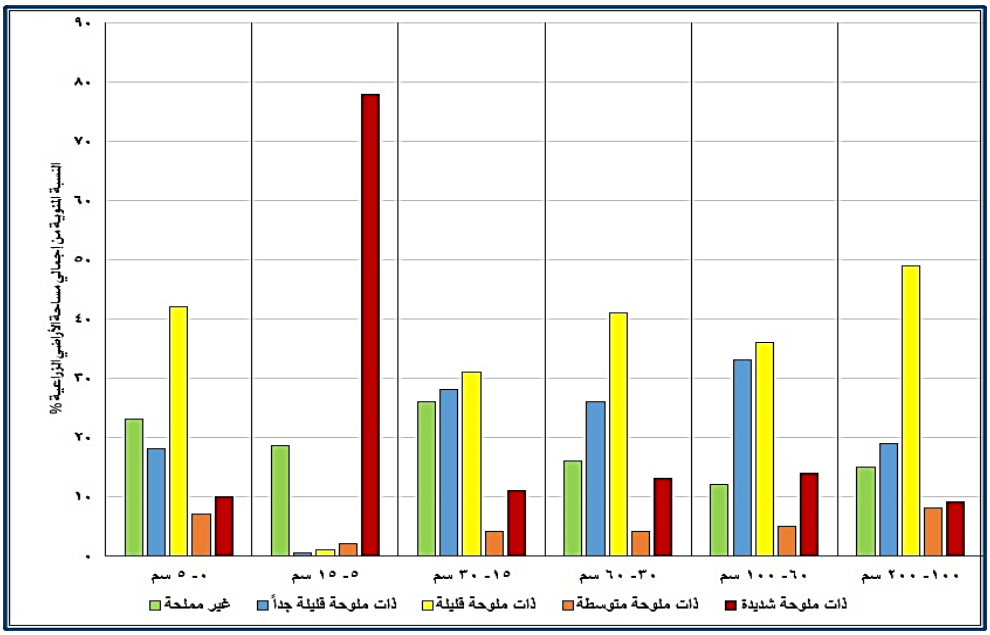
أما عن التوزيع الجغرافي لتملح التربة بمنخفض الخارجة فيتلخص في أن الأراضي ذات الملوحة المتوسطة وشديدة الملوحة تتوزع في المناطق الهامشية الواقعة على أطراف الأراضي الزراعية بالمنخفض في حين تعد الأراضي الوسطى (وسط الأراضي الزراعية) أراضي الأقل ملوحة ذات الملوحة القليلة والقليلة جداً.

جدول (١٤) مساحة فئات ملوحة التربة الزراعية بالخارجة (فدان) على أعماق مختلفة

فئة الملوحة	الموصلية الكهربية (ds/m)	عمق ٠-٥ سم		عمق ٥-١٥ سم		عمق ١٥-٣٠ سم		عمق ٣٠-٦٠ سم		عمق ٦٠-١٠٠ سم		عمق ١٠٠-٢٠٠ سم		متوسط الفئة
		المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	المساحة	%	
غير مملحة	٢-٠	٥٧٨٦,١	٢٣	٤٦٥٤,٠	١٨,٥	٦٥٤٠,٨	٢٦	٤٠٢٥,١	١٦	٣٠١٨,٨	١٢	٣٧٧٣,٥	١٥	١٨,٤
ذات ملوحة قليلة جداً	٤-٢	٤٥٢٨,٢	١٨	١٢٥,٨	٠,٥	٧٠٤٣,٩	٢٨	٦٥٤٠,٨	٢٦	٨٣٠١,٨	٣٣	٤٧٧٩,٨	١٩	٢٠,٨
ذات ملوحة قليلة	٨-٤	١٠٥٦٥,٩	٤٢	٢٥١,٦	١	٧٧٩٨,٦	٣١	١٠٣١٤,٣	٤١	٩٠٥٦,٥	٣٦	١٢٣٢٦,٩	٤٩	٣٣,٣
ذات ملوحة متوسطة	١٦-٨	١٧٦١,٠	٧	٥٠٣,١	٢	١٠٠٦,٣	٤	١٠٠٦,٣	٤	١٢٥٧,٨	٥	٢٠١٢,٦	٨	٥,٠
ذات ملوحة شديدة	أكبر من ١٦	٢٥١٥,٧	١٠	١٩٦٢٢,٤	٧٨	٢٧٦٧,٣	١١	٣٢٧٠,٤	١٣	٣٥٢٢,٠	١٤	٢٢٦٤,١	٩	٢٢,٥
مجموع التربات المملحة		١٩٣٧٠,٨	٧٧,٠	٢٠٥٠٢,٩	٨١,٥	١٨٦١٦,١	٧٤,٠	٢١١٣١,٨	٨٤,٠	٢٢١٣٨,١	٨٨,٠	٢١٣٨٣,٤	٨٥,٠	٨١,٦
الإجمالي	٢٥١٥٦,٩	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	٢٥١٥٦,٩	١٠٠,٠	---

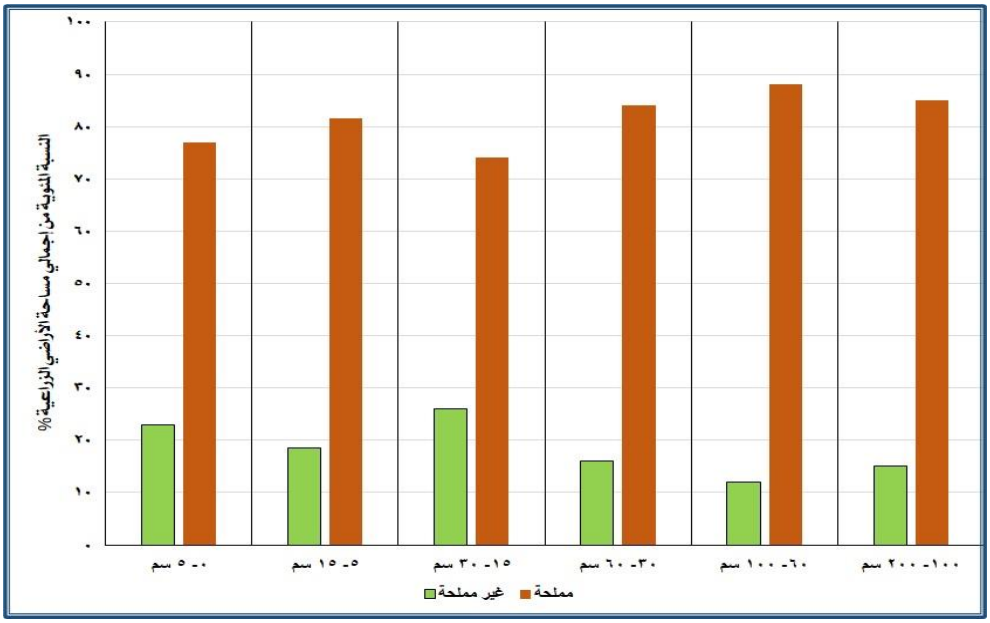
المصدر: إعداد الباحثان.

- مساحات فئات ملوحة التربة ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) اعتماداً على الأشكال (١٢-١٧).
- تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية (USDA 1998) (ملحق ٤).



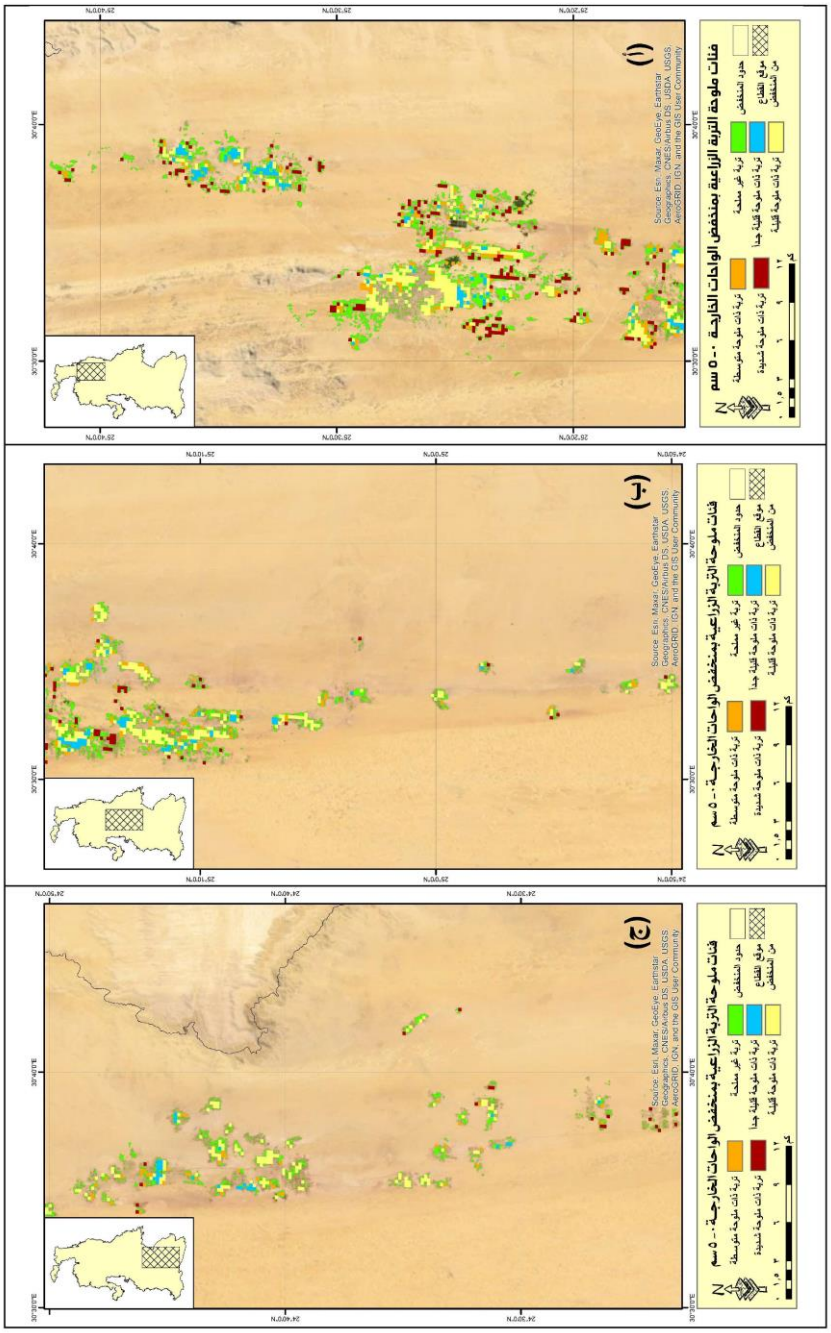
المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (١٢) النسبة المئوية لمساحة فئات ملوحة التربة الزراعية بالخارجة (فدان) على أعماق مختلفة



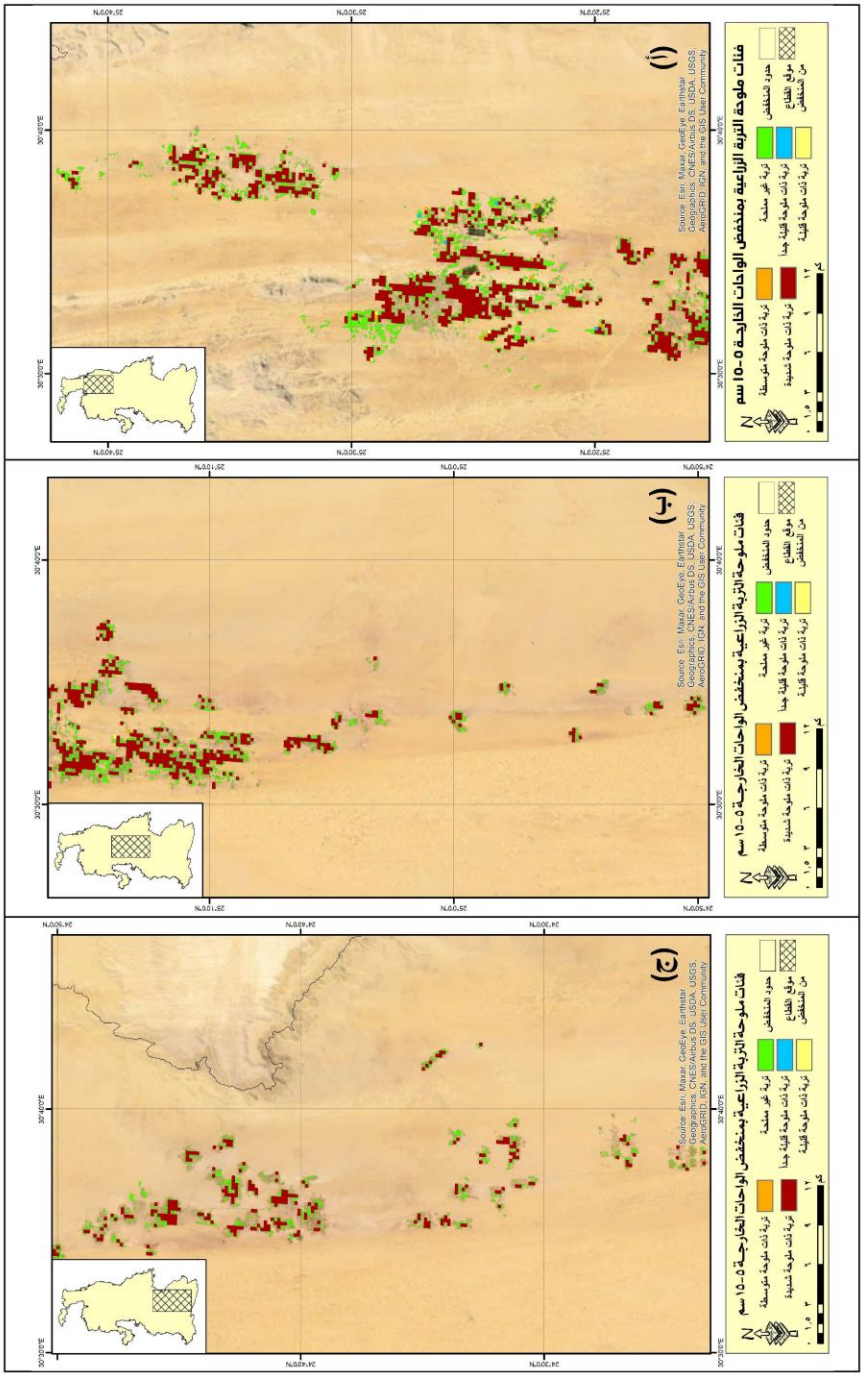
المصدر: اعداد الباحثان اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (١٣) النسبة المئوية لمساحة التربات الزراعية المملحة وغير المملحة بالخارجة (فدان) على أعماق مختلفة



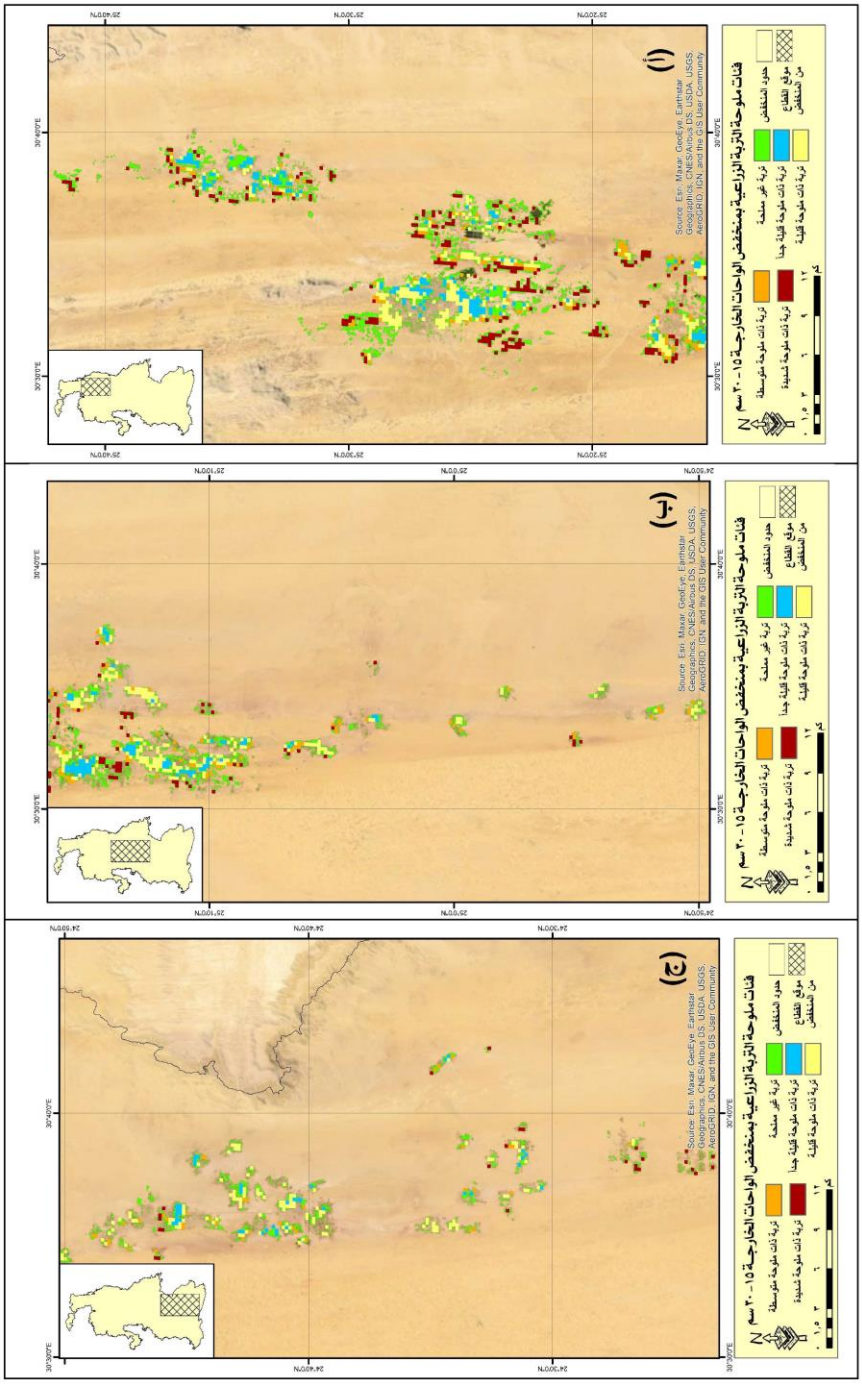
المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٤) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ٠ – ٥ سم



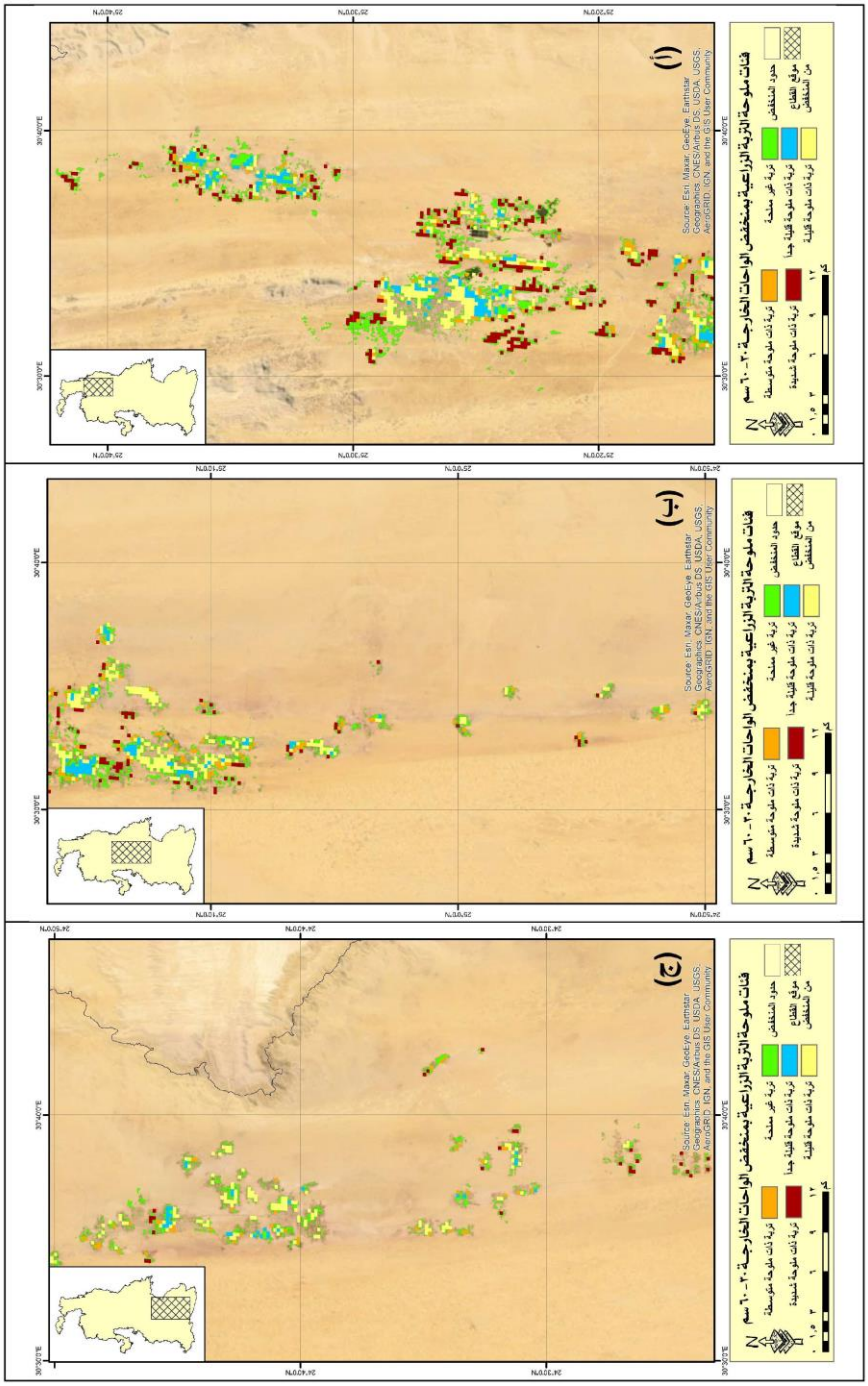
المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC) .
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٥) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ٥-١٥ سم



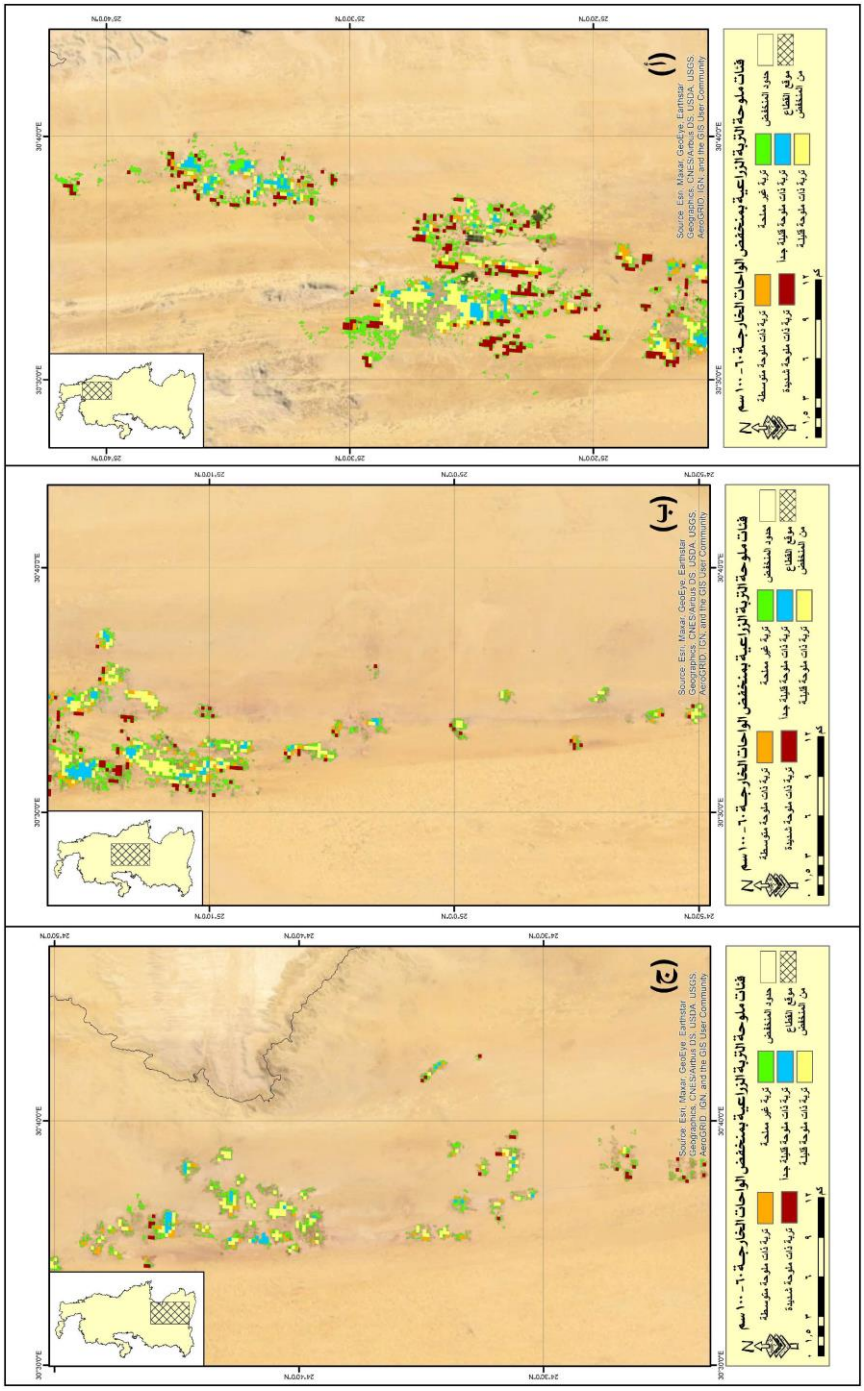
المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٦) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ١٥– ٣٠ سم



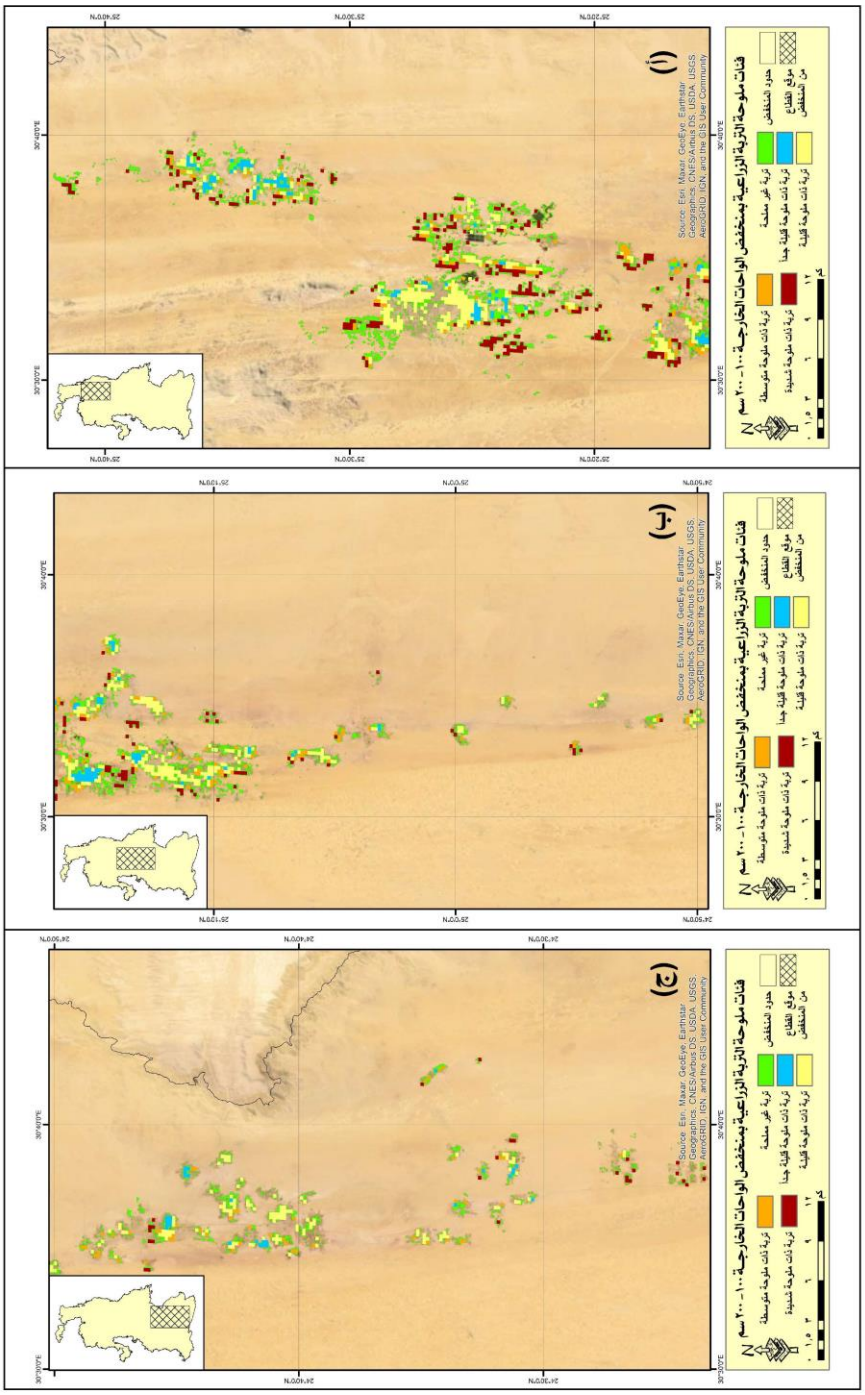
المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٧) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ٣٠- ٦٠ سم



المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٨) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ٦٠- ١٠٠ سم



المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ARCGIS اعتمادا على قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية:
. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

شكل (١٩) فئات ملوحة التربة الزراعية بمنخفض الواحات الخارجة على عمق ١٠٠– ٢٠٠ سم

ب- أثر المناخ على انخفاض انتاجية الأراضي الزراعية بالمنخفض:

تنابين النباتات بصورة كبيرة في احتياجاتها الغذائية وفي مقدرتها على امتصاص العناصر الغذائية من وسط النمو. وفي حالة ارتفاع تركيز أحد الأيونات في وسط النمو أكثر من الأيونات الأخرى فان النبات ليس له إمكانية الاختيار بل سيقوم بامتصاص هذا العنصر وفق نظرية التدفق الكتلي[1] المعروفة حيث يكون العنصر الأكثر تركيزا هو الأكثر امتصاصا من قبل النبات لذلك مثل هذا العنصر سيتجمع في أنسجة النبات بشكل اكبر من حاجته مما قد يحوله إلى عنصر سام بدلا من أن يكون عنصر غذائي هذا من جهة ومن جهة أخرى أن هذا الامتصاص جاء على حساب عناصر أخري لم يمتصها النبات رغم أهميتها الغذائية وذلك بسبب قلة تركيزها في وسط النمو وهذا سيعمل على الإخلال بالتوازن الغذائي للنبات (إسماعيل محمد خليفة،٢٠٢٠، ص١)، وقد أدى زيادة كمية الأملاح بتربة منطقة الدراسة والناجمة عن الارتفاع في درجات الحرارة وزيادة عمليات النتح من النبات مع وجود الجفاف بالمنخفض إلى انخفاض قيمة العناصر الغذائية داخل النباتات وبالتالي انخفاض قدرتها على الإنتاج وتدني جدارتها الإنتاجية، ما يؤدي في النهاية إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الزراعية.

ويؤكد ذلك ما توصلت إليه دراسة جلال عبد الفتاح الصغير وآخرون (٢٠١٩م) لتصنيف الجدارة الإنتاجية للأراضي الزراعية بمحافظة الوادي الجديد حيث قسمت الدراسة الأراضي الزراعية بالمنخفض من حيث جدارتها الإنتاجية إلي أربع مناطق إنتاجية، كما قسمت الأراضي الزراعية التي تنتج كل محصول بالمحافظة إلى أربع

[1] نظرية التدفق الكتلي هي نظرية في الفيزياء والتي تستخدم لوصف حركة وتفاعل المواد في النظم الطبيعية. وهي تعتمد على مفهوم تدفق الكتلة، الذي يشير إلى حركة الجسيمات أو الكتلة من مكان إلى آخر في الفضاء . وتُستخدم نظرية التدفق الكتلي في عدة مجالات منها: علم البيئة: في دراسة تدفق المواد الكيميائية والملوثات في البيئة، مثل تدفق المواد الكيميائية في التربة والمياه الجوفية. (عيسى جروني، د.ت. ص٣٣)

مناطق إنتاجية أفضلها المنطقة الإنتاجية الأولى وهى التي تضم الأراضي الزراعية التي لها أعلى جدارة إنتاجية للمحصـــول وأقلها المنطقة الإنتاجية الرابعة وهى التي تضـــم الأراضـــي الزراعية التي لها أقل جدارة إنتاجية وذلك خلال الفترة من (٢٠١١م – ٢٠١٥م)، مع العلم بأن المرتبة الإنتاجية التي تعطى لكل محصـول في كل مركز هي رتبة نســـبية لإنتاجية نفس المحصـــول في باقي المراكز. وقد أجرى هذا التصـــنيف الإنتاجي على المحاصيل الحقلية الرئيسة بمحافظة الوادي الجديد ومراكزها وعددها ١١ محصـولاً وهي الشـعير والقمح والفول البلدي والحلبة والبرسـيم الحجازي والبصـل الفتيل والبصل الرؤوس والذرة الرفيعة علف والفول السوداني والسمسم والكمون والتي يوضحها كل من الجدولين (١٥، ١٦)، حيث توصلت الدراسة إلى أن:

– مركز الخـارجـة يعـد أقـل مراكز المحـافظـة وبـالتـالي المنخفض من حيـث الجـدارة الإنتاجية للمحاصيل الزراعية بشكل عام حيث صنفته الدراسة ضمن المنطقة الإنتاجية الرابعة، بعد كل من مركز الداخلة وباريس والفرافرة وهذا ما يعكس مقدار التحديات الزراعية الكبيرة بالمنخفض والتي تأتي في مقدمتها تملح التربة.

– في حين جات الذرة الرفيعة والبصـــل الفتيل في المرتبة الثالثة من حيث الجدارة الإنتاجية وهي مرتبة متدنية بالنسبة للمحاصيل المقاومة للملوحة، حيث تعد الذرة الرفيعة من المحاصيل التي لها قدرة كبيرة على تحمل الملوحة، وإن كانت حساسة بشكل كبير للملوحة خلال المرحلة الخضرية، وهذا يعكس مدى التملح الذي تعانيه تربة المنخفض.

– بينما يعد السـمسـم والبرسـيم الحجازي والفول السـوداني والحلبة من المحاصـيل ذات الجدارة الإنتاجية العالية بالمنخفض، ويعزى ذلك إلى توفر نوعية التربة الملائمة لنمو تلك المحاصـــيل ولخصـــائص المنخفض المناخية كالمناخ الدافئ والجاف التي تتطلبها تلك المحاصيل أثناء موسم النمو ما يوفر معدلات نمو وإنتاج جيد من تلك المحاصيل.

جدول (١٥) الفئات الإنتاجية للمحاصيل الرئيسة بالمنخفض كمتوسط للفترة (٢٠١١– ٢٠١٥)

المحصول	الفئة الإنتاجية للخارجة		الفئة الإنتاجية لباريس		الفئة الإنتاجية لأعلى المراكز	
	الرتبة	(الإنتاجية للفدان)	الرتبة	(الإنتاجية للفدان)	المركز	الإنتاجية للفدان
الحلبة	الأولى	٤,٠٣ – ٤,٣٠ أردب	الثالثة	٣,٤٧- ٣,٧٥ أردب	الخارجة	٤,٠٣ – ٤,٣٠ أردب
الفول البلدي	الأولى	٨,٩٣- ٩,٥٨ أردب	الثانية	٨,٢٩- ٨,٩٣ أردب	الخارجة	٨,٩٣- ٩,٥٨ أردب
الفول السوداني	الأولى	١١,٧٧- ١٣ أردب	الرابعة	٨,٠٨- ٩,٣١ أردب	الخارجة	١١,٧٧- ١٣ أردب
البرسيم الحجازي	الأولى	٣٥,١٧- ٣٨,٩٠ طن	الثانية	٣١,٤٥- ٣٥,١٧ طن	الخارجة	٣٥,١٧- ٣٨,٩٠ طن
السمسم	الثانية	٢,٣٦ – ٢,٦٨ أردب	الثالثة	٢,٠٤- ٢,٣٦ أردب	الفرافرة	٢,٦٨- ٣,٠٠ أردب
البصل الفتيل	الثالثة	١٠,٢٤ – ١١,٣٣ طن	الأولى	١٢,٤١- ١٣,٥٠ طن	باريس	١٢,٤١- ١٣,٥٠ طن
الذرة الرفيعة	الثالثة	١٢,٤٠ – ١٤,٤٠ طن	الرابعة	١٠,٤٠- ١٢,٤٠ طن	الفرافرة	١٦,٤٠- ١٨,٤٠ طن
الشعير	الرابعة	١٢ – ١٣,٥٦ أردب	الثانية	١٥,١٢- ١٦,٦٨ أردب	الداخلة	١٦,٦٨- ١٨,٢٤ أردب
القمح	الرابعة	١٣,٠٦ – ١٣,٧٩ أردب	الأولى	١٥,٢٥- ١٥,٩٨ أردب	الداخلة	١٥,٢٥- ١٥,٩٨ أردب
البصل الرؤوس	الرابعة	٢٠٤- ٢٣٦ كجم	الأولى	٣٠٠- ٣٣٢ كجم	باريس	٣٠٠- ٣٣٢ كجم
الكمون	الرابعة	٣٠٠- ٣٧٥ كجم	الأولى	٥٢٥- ٦٠٠ كجم	باريس	٥٢٥- ٦٠٠ كجم

المصدر: جلال عبد الفتاح الصغير وآخرون، ٢٠١٩م، ص ص٣٦٤– ٣٧٩.

جدول (١٦) ترتيب مراكز محافظة الوادي الجديد وفقاً للجدارة الإنتاجية الزراعية كمتوسط للفترة (٢٠١١– ٢٠١٥م)

المراكز	الرتبة الإنتاجية	الجدارة الإنتاجية	مساحة الأراضي الزراعية (بالألف فدان)
الخارجة	٤	١,٦٤	٢١,١
باريس	٢	٣,٠٢	٨,٦٣
الفرافرة	٣	٢,٢٦	٤٠,٩٤
الداخلة	١	٣,٩٥	١١٤,٦٥
بلاط	٥	١,٠٢	٩,٦٣

المصدر: جلال عبد الفتاح الصغير وآخرون، ٢٠١٩م، ص ص٣٦٤– ٣٧٩.

ثالثاً: التوصيات:

لإدارة مشكلة تملح التربة والتدهور الناجم عنها بمنخفض الواحات الخارجة والتغلب عليها حتى لا تتفاقم خاصة في ظل الظروف الطبيعية للمنخفض وخصائصه الجغرافية كان لابد من تبني مجموعة من الاستراتيجيات البيئية والمناخية الفعالة للحفاظ

على بيئة المنخفض وضمان استدامة مورد مهم تقوم عليه كافة أشكال الحياة داخل المنخفض، لذا جاءت تلك الاستراتيجيات في المقام الأول بما يخدم المنخفض وسكانه للحد من تلك المشكلة من خلال الإجراءات الآتية:

(١) استراتيجيات إدارة التربة بالمنخفض:

١. الاهتمام بالغسيل الدوري للتربة كلما أمكن ذلك (وخاصة في ساعات الصباح الباكر أو قبل الغروب) ومتابعة نسبة الأملاح بها من خلال الجمعيات الزراعية ومراكز الأبحاث.

٢. التحكم في مستوى الرطوبة: يجب التحكم في مستوى الرطوبة في التربة المملحة وذلك عن طريق استخدام التقنيات المختلفة مثل الري بالتنقيط والري الحساس للرطوبة.

٣. استخدام المغذيات الزراعية: يمكن استخدام المغذيات الزراعية لتحسين جودة التربة وتحسين نمو النباتات، ويمكن استخدام الأسمدة العضوية والأسمدة الكيميائية.

٤. تخفيف التربة وتحسين التهوية والتصريف: يمكن تخفيف التربة وتحسين التهوية والتصريف في التربة المملحة عن طريق إضافة مواد عضوية، مثل السماد العضوي والتربة المخلوطة بالرمل، وذلك لتحسين جودة التربة.

٥. معالجة التربة المالحة في المنخفض باستخدام طرق فعالة لإزالة الملوحة وتحسين جودة التربة. ومن بين الطرق الفعالة لمعالجة التربة المالحة في المنخفض استخدم الجبس لتعديل الأس الهيدروجيني لها.

٦. إضافة المواد العضوية: يمكن إضافة المواد العضوية مثل السماد العضوي والسماد الخضري لتحسين جودة التربة وتحسين قدرة التربة على احتفاظ الماء.

٧. إنشاء حواجز لتقليل الرياح الجافة وتبخر الماء، واستخدام أغطية عازلة للتربة للحد من التبخر.

(٢) استراتيجيات إدارة مياه الري والصرف بالمنخفض:

١. استخدام تقنيات وأساليب ري حديثة تحقق الوفاء بالمتطلبات المائية للمحاصيل الزراعية وتقليل كمية المياه الزائدة والمهدرة بسبب التبخر وتلك المتسربة عبر التربة مثل الري بالرش والتنقيط.

٢. معالجة مياه الري (المياه الجوفية) بالمنخفض وخفض نسبة الأملاح بها لنسبة لا يؤدي تراكمها الكبير بفعل ارتفاع معدلات التبخر لتملح التربة، وهذا الأمر يتطلب مبادرة مشروع قومي من الدولة لإنشاء محطات المعالجة تلك، وتتضمن عملية معالجة مياه الري الجوفية المالحة بالمنخفض العديد من الخيارات التي يأتي من أهمها:

– التحلية بالتناضح العكسي: يمكن استخدام تقنية التناضح العكسي لتحلية مياه الري الجوفية المالحة؛ حيث تعمل هذه التقنية على إزالة الأملاح والمعادن من المياه بواسطة غشاء معدني وترشيحها للحصول على مياه نقية.

– التحلية بالطاقة الشمسية: تستخدم تقنية التحلية بالطاقة الشمسية لتحويل مياه الري الجوفية المالحة إلى مياه نقية باستخدام الطاقة الشمسية. حيث تعتمد هذه التقنية على تبخير المياه المالحة وتجميع المياه المتبخرة في مجمعات للحصول على مياه نقية.

– التحلية بالتجميع الشمسي: تستخدم تقنية التحلية بالتجميع الشمسي لتحويل مياه الري الجوفية المالحة إلى مياه نقية باستخدام الطاقة الشمسية. تعمل هذه التقنية على جمع المياه المالحة في مجموعات وتسخينها باستخدام الطاقة الشمسية وتحويلها إلى مياه نقية.

– التحلية بالتجميع والترشيح: تعتمد تقنية التحلية بالتجميع والترشيح على جمع مياه الري الجوفية المالحة في مجمعات وترشيحها عن طريق الرمل والفحم النباتي والألياف النباتية للحصول على مياه نقية.

– التحلية بالنباتات: تستخدم تقنية التحلية بالنباتات لتحويل مياه الري الجوفية المالحة إلى مياه نقية باستخدام النباتات. تعتمد هذه التقنية على زراعة النباتات المتكيفة مع الملوحة في مجموعات وترشيح المياه المالحة من خلال جذور النباتات.

– التحلية بالتبادل الأيوني: تستخدم تقنية التحلية بالتبادل الأيوني لتحويل مياه الري الجوفية المالحة إلى مياه نقية عن طريق إزالة الأملاح من المياه باستخدام المبادلات الأيونية.

وكل هذه الطرق تختلف في التكلفة والكفاءة وسهولة الصيانة والتشغيل، ويجب اختيار الطريقة الأكثر مناسبة وفقًا للموارد المتاحة ونوعية مياه الري بكل مزرعة وبكل جزء من أرجاء المنخفض.

٣. الري بمياه دافئة أو باردة حيث يمكن اللجوء في الليالي الباردة وفصل الشتاء الشديد البرودة إلى ري التربة بمياه دافئة – كما في حال مياه التبريد الخارجة من المصانع والمعامل ومحطات توليد الطاقة الكهربائية بعد معالجتها– أما في ساعات النهار الحارة وفي فصل الصيف، فتعدل درجة حرارة التربة بريها بمياه باردة لتخفيض درجة حرارتها.

٤. تقليل معدل المياه الزائدة: يجب تقليل معدل المياه الزائدة في التربة المملحة، وذلك عن طريق استخدام طرق الري الجيدة والدقيقة وتوفير نظام جيد للصرف والتصريف.

٥. التصريف المناسب: يجب توفير نظام جيد للتصريف والصرف لتجنب تراكم الملوحة في التربة. يمكن استخدام الأنابيب والخنادق والمصارف لتصريف المياه بعيدًا عن التربة.

٦. العمل على تقليل معدلات التبخر/ نتح القياسي من مياه الري بمدينة الخارجة، والتي تؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من المياه وتأثير سلبي على الإنتاجية الزراعية. ومن بين الطرق الفعالة لتقليل التبخر من مياه الري في مدينة الخارجة:

– استخدام المواد الكيميائية: يمكن استخدام المواد الكيميائية المختلفة لتقليل التبخر، مثل البوليمرات والمواد اللزجة والزيوت التي تعمل على تشكيل طبقة رقيقة على سطح

– تطبيق الأنظمة الذكية في الزراعة: حيث يؤدي استخدام الأنظمة الذكية في بعض المزارع وخاصة الكبيرة منها بالمنخفض كاستخدام الحساسات والأنظمة الذكية إلى مراقبة كمية المياه المستخدمة وتحديد الوقت الأمثل للري وبالتالي تقليل التبخر، وتختلف هذه الطرق في تكلفة التنفيذ والكفاءة وسهولة الصيانة والتشغيل، ويجب اختيار الطريقة الأكثر مناسبة وفقًا للموارد المتاحة وظروف المنطقة.

٧. الري العميق: يتم استخدام هذه التقنية لتخفيض مستوى الملوحة في التربة. يتم زراعة المحاصيل في حقول مستوية وتتم ري المحاصيل بكميات كبيرة من الماء للتخلص من الملوحة المتراكمة في التربة. يعمل الري العميق على غسل الملوحة إلى طبقات أعمق في التربة حيث لا تؤثر على نمو النباتات.

٨. الصرف والتصريف المخطط: يتم استخدام هذه التقنية للتخلص من الأملاح المتراكمة في التربة. يتم تجميع المياه في حقول التربة وتوجيهها إلى برك أو قنوات تصريف للتخلص منها بعيدًا عن المنطقة. يساعد ذلك على تقليل تركيز ملوحة التربة.

(ج) استراتيجيات فعالة خاصة بالمزارعين والممارسات الزراعية بالمنخفض:

١. استخدام الصوب الزراعية العازلة لأشعة الشمس وحرارة الهواء والتوسع فيها بشكل كبير ودعم الحكومة للمزارعين لإنشاء تلك الصوب وصيانتها في مشروع قومي.

٢. توعية المزارعين بأن يتم ري المحاصيل في ساعات الصباح الباكر أو قبل غروب الشمس لتقليل كمية الفاقد من المياه بالتبخر.

٣. اتباع دورة زراعية مخططة تقوم على زراعة محاصيل تحفظ خصوبة التربة وتعمل على تجديدها.

٤. توفير الجمعيات الزراعية بالمنخفض لمحسنات التربة والكمبوست والجلوكونايت وكل المستلزمات والماكينات التي تمكن المزارع من اضافتها للتربة لرفع خصوبتها وتعويض الفقد في الطبقة السطحية عند إزالتها بعد تصلبها نتيجة للتملح الشديد.

٥. زراعة محاصيل زراعية تتحمل الحرارة المرتفعة والأملاح كالنخيل والذرة الرفيعة والقطن والفول السوداني والأفوكادو والنخيل والقمح والبطاطس والفاصوليا، حيث تتحمل درجات الحرارة العالية وتنمو بشكل جيد في التربة ذات الملوحة العالية، وهناك العديد من المحاصيل الزراعية الأخرى التي يمكن زراعتها في المناطق الحارة والمياه المالحة، مثل الطماطم والكوسا والبامية، والحمص، والعدس، وغيرها. ومن المهم الاختيار الصحيح للمحصول المناسب لكل منطقة وتقنيات الزراعة الحديثة والتحسينات البيئية لتحقيق الإنتاجية العالية والاستدامة الزراعية في المناطق الحارة والمياه المالحة.

٦. اللجوء لحلول زراعية غير تقليدية مثل: تطبيق تقنيات الزراعة المائية حيث تستخدم تلك التقنيات لتحسين جودة التربة، إذ يتم زراعة النباتات في محاليل مغذية خاصة بدلاً من التربة العادية، مما يساعد على تحسين جودة التربة وزيادة خصوبتها.

الملاحق

ملحق (١) البيانات المناخية للواحات الخارجة

جدول (١) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجة حرارة التربة بالواحات الخارجة (°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	٣٢,٩	٤٠,٢	٤٩,٩	٥٦,٢	٦٠,٩	٦٤,٢	٦٤,٩	٦٢,٧	٥٦,٦	٤٨,٩	٣٧,٨	٣٢,٢	٥٠,٦
٥ سم	٢٣,٢	٢٧	٣٢,٨	٣٩	٤٣,٨	٤٦,٥	٤٧,٤	٤٦,١	٤١,٩	٣٧,٣	٢٩,٨	٢٤,٤	٣٦,٦
١٠ سم	١٨,٢	٢٠,٩	٢٥,٩	٣١,٤	٣٦,٣	٣٨,٤	٣٨,٨	٣٨,٦	٣٥,٥	٣١,٧	٢٥,٣	٢٠,٨	٣٠,٢
٢٠ سم	١٧,١	١٨,٧	٢٢,٥	٢٧,٤	٣١	٣٤	٣٤,٨	٣٤,٧	٣٢,٧	٢٩,٣	٢٣,٨	١٨,٩	٢٧,١
٥٠ سم	٢٠,٣	٢٠,٨	٢٣,٧	٢٧,٧	٣٠,٤	٣٣,٤	٣٤,٣	٣٤,٦	٣٣,٤	٣٠,٩	٢٦,٧	٢١,٨	٢٨,٢
١٠٠ سم	٢٣,١	٢٢,٥	٢٣,٩	٢٦,٢	٢٨,٤	٣١	٣٢,٤	٣٣	٣٢	٣١,٣	٢٧,٨	٢٥,٣	٢٨,١
٢٠٠ سم	٢٧,٥	٢٥,٢	٢٤,٩	٢٥,٢	٢٥,٨	٢٩,٥	٣٠,١	٣١	٣١	٣١,٦	٣٠,٩	٣٠,١	٢٨,٦
٣٠٠ سم	٣٠	٢٧	٢٥,٣	٢٥,٤	٢٥,٣	٢٧,٦	٢٨,٢	٢٩,٤	٣٠,١	٣١,٣	٣١,٩	٣٢,٦	٢٨,٧

المصدر: ياسر أحمد السيد، حرارة التربة المصرية: دراسة في المناخ الزراعي، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، الإصدارة ٢٢، العدد ٥٧، ٢٠٠٧م، ص ص٧٩–٩٠، عن: هيئة الأرصاد الجوية المصرية، بيانات غير منشورة للمدة بين عامي ١٩٥٦: ٢٠٠٧م.

جدول (٢) المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى بالواحات الخارجة(°م) للمدة (١٩٦٨: ١٩٩٧م)

يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
٢٢,٢	٢٤,٦	٢٨,٧	٣٤,٣	٣٨,٣	٤٠,٢	٤٠,١	٣٩,٦	٣٧,٦	٣٤,٢	٢٧,٩	٢٣,٣

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 (٣) المعدل الشهري لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية بالواحات الخارجة (ملم) للمدة (١٩٦١: ٢٠٠٠م)

البيان	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسط	سبت	أكتوبر	نوف	ديسم
المعدل الشهري لكمية التبخر/ نتح القياسي الفعلية (ملم)	٣.٥٢	٤.٥٦	٦.١٧	٧.٦٧	١٠.٤٥	١٢.٤٥	١٠.٣٥	١٠.٢٦	٩.٦٩	٧.١	٤.٩٤	٣.٥٢

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.

ملحق (٢) العمل الميداني لجمع عينات مياه الآبار الجوفية بالواحات الخارجة وتحليلها

المصدر: الدراسة الميدانية للواحات الخارجة، أبريل ٢٠٢٢م.

ملحق (٣) العمل الميداني لجمع عينات التربة بالواحات الخارجة وتحليلها

المصدر: الدراسة الميدانية للواحات الخارجة، أبريل ٢٠٢٢م.

ملحق (٤) فئات ملوحة التربة ودرجة الموصلية الكهربائية

فئة الملوحة	درجة الموصلية الكهربائيةEC ديسي سيمنز (ds/m)
غير مملحة	٠-٢
ذات ملوحة قليلة جداً	٢-٤
ذات ملوحة قليلة	٤-٨
ذات ملوحة متوسطة	٨-١٦
ذات ملوحة شديدة	أكبر من ١٦

Source: USDA (1998). United States Department of Agriculture, Soil Classification.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر والمراجع العربية:

١. إبراهيم شـــريف وعلى حســـين شـــلش (١٩٨٥) جغرافية التربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، كلية الآداب، مطبعة جامعة بغداد، بغداد.

٢. إســـماعيل محمد خليفة (٢٠٢٠) أثر الاملاح على التربة والإنتاج الزراعي، كلية التربية للعلوم الإنسانية.

٣. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصـــاء (يونية ٢٠١٤)، دليل الوحدات الإدارية لمحافظات الجمهورية، القاهرة.

٤. أماني حسين محمد حسن (٢٠٠٣م)، المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة دراسة جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة أسيوط.

٥. جلال عبد الفتاح الصـــغير، محمد عبد الوهاب أبو نحول، طلعت حافظ إســـماعيل وبثينة جمال حسن صبره (٢٠١٩)، دراسة اقتصادية للجدارة الإنتاجية للأراضي الزراعية بمحافظة الوادي الجديد، مجلة أسيوط للعلوم الزراعية، العدد ٥٠، مجلد ٢.

٦. شـربات بشـندي عطية (٢٠١٨م)، مشـكلات التربة في منخفض الخارجة "دراسـة جغرافية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة القاهرة.

٧. عيســـى جروني، (د.ت) مقياس فســـيولوجيا البيئة والنبات، وزارة التعليم والبحث العلمي، جامعة الأخوة، الجمهورية الجزائرية الديمقراطية.

٨. فراس فاضـل مهدي البياتي، حمزة نافع بديوي السـبهاني (٢٠١٨)، التحليل المكاني لخصـائص التربة والموارد المائية في قضـاء حديثة، المجلة العراقية لدراسـات الصـحراء، العدد الثامن، المجلد الأول.

٩. محمود عبد الفتاح محمود عبد اللطيف عنبر (٢٠١٥م)، الأخطار المناخية والبيئية في منخفض الواحات البحرية: دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٠. مسعد سلامة مندور (٢٠٠٥م)، المشكلات المناخية في الواحات البحرية دراسة في المناخ التطبيقي، ندوة التنمية والبيئة في الصحاري المصرية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة القاهرة.

١١. نبيل سيد إمبابي (أبريل ١٩٧٧) استغلال المياه الجوفية في واحات الصحراء الغربية بمصر (مع الاشارة بوجه خاص الى الواحات الخارجة والداخلة)، مجلة البحوث والدراسات العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – معهد البحوث والدراسات العربية، ع٨.

١٢. ياسر أحمد السيد (٢٠٠٧م)، حرارة التربة المصرية: دراسة في المناخ الزراعي، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، الإصدارة ٢٢، العدد ٥٧.

ثانياً: المصادر والمراجع غير العربية:

1. Bakr. negm.N.M. and Khalil.E.K. (1999). Analytical methods of soils, water and environment institute, giza -egypt.
2. Elham A. Ghabbour, Geoffrey Davies (2006) Soil Science: Sustainable Production and Environmental Protection. Wiley.
3. Mark M. Benjamin. Water Chemistry (2002) McGraw-Hill Education.
4. Mondal, S. (2021). Impact of Climate Change on Soil Fertility. In: Choudhary, D.K., Mishra, A., Varma, A. (eds) Climate Change and the Microbiome. Soil Biology, vol 63. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76863-8_28.

5. Richards, L.A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. United States Dept. of Agric., Handbook No. 60.
6. Simsek C; and Gunduz O (2007). IWQ index: a GIS Integrated Technique to Assess Irrigation Water Quality. Environmental Monit Assess, 128 (1-3):277-300. Brady, N.C., Weil, R.R. (2016). The Nature and Properties of Soils. Pearson Education Limited.
7. Tro, Nivaldo J. "Chemistry (2017) A Molecular Approach." Pearson.
8. USDA (1998). United States Department of Agriculture, Soil Classification.
9. Wilcox, L.V., 1955. Classification and use of irrigation waters, US Department of Agriculture. Washington, DC.

ثالثاً: المواقع الإليكترونية ومصادر قواعد البيانات:

١- قاعدة بيانات المناخ العالمية التي انتجها المركز الوطني الأمريكي للبيانات المناخية (National Climatic Data Center)، والتي تنشرها المنظمة الدولية للأرصاد الجوية على الموقع الآتي:

https://www.ncdc.noaa.gov/wdcmet/data-access-search-viewer-tools/global-climate-normals-1961-1990

٢- قاعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالتربة في أفريقيا:

. Africa SoilGrids - Electrical conductivity (EC)
https://data.isric.org/geonetwork/srv/api/records/59455180-29b7-4e9c-95ab-4d6c03ca19c7

Air temperature and soil in the Kharga oases - a study in applied climatology: using Geomatics techniques

Abstract:

The Kharga Oasis depression is one of the depressions of the Western Desert in Egypt. The depression is distinguished by its longitudinal shape, as it extends between latitudes 30' 24° and 00' 26° north, and longitudes 50' 29° and 55' 30° east. Thus, it follows the dry, hot desert climate (BWh) according to the Köppen-Geiger climate classification system. The depression is considered one of the hottest regions in Egypt with an annual temperature rate of (24.6°C) and humidity is low. It is the least humid region in Egypt with an annual relative humidity rate of (37.9%) and the least rainy with a total annual rainfall of less than (1 mm), due to its Astronomical, continental location, and its Earth's surface nature

The depression is characterized by its rich natural resources, the most important of these resources are soil and water, which has made agriculture the human activity there. However, the extreme climatic conditions of the depression, which are represented by high temperatures, severe drought, and winds stirring up sand and dust, in addition to the presence of sand in its various forms as the main cover of The earth's surface in the depression and its surrounding areas. It has led to the emergence of many problems facing water and soil and affecting their quality.

Geographic information systems and remote sensing techniques have been applied in the geographic assessment of the various climate elements in the depression and the analysis of problems and risks related to them on the natural resources in the depression (water and soil). These were represented by the extreme rise in temperatures, which resulted in an increase in the amount of evaporation and thus high rates of salt deposition in the soil and their appearance on the surface. Its surface, as field work revealed the presence of the phenomenon of soil salinization in most parts of the depression. This is in addition to the hydrological drought in the depression and the high-water needs (water budget) of agricultural crops in the depression because of the increased amount of evaporation and rain scarcity, which increases soil salinization and affects agricultural plants in the depression.

Keywords: Kharga Oases, Air Temperature, Geographical Assessment, Geomatics, Wilcox diagram.