تقييم الخصائص الكيميائية لتربة ناحية السعدية باستخدام التحليل المختبري ونظم المعلومات الجغرافية

مهند مجيد حميد الربيعي
Mohanad.m.hameed@aliraqia.edu.iq
أ.د عبد الباقي خميس حمادي المحمدي
Abdulbaki_Hamade@aliraqia.edu.iq
الجامعة العراقية / كلية الآداب

Evaluation of the Chemical Properties of the Soil in the Saadiya District Using Laboratory Analysis and Geographic Information Systems

Mohanad Majid Hameed Al-Rubaiee
Prof. Dr. Abdulbaki Khamis Hamadi Al-Muhammadi
Al-Iraqia University / College of Arts

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تقييم الخصائص الكيميائية لتربة ناحية السعدية الواقعة شمال شرق محافظة ديالى، والكشف عن مكوناتها المعدنية والعناصر الغذائية في التربة , مما يسهم في فهم تركيب التربة وتأثيره على الإنتاج الزراعي ، أذ تتأثر خصائصها الكيميائية بعوامل عدة كالمناخ , نوع الصخور الأصلية ,النشاط البشري . تتناول هذه الدراسة عدة خصائص كيميائية مهمة منها(المادة العضوية التي تلعب دوراً مهماً في تحسين بيئة التربة واحتفاظها بالماء والعناصر المغذية ودرجة الحموضة (PH) التي تحدد مدى حامضية او قاعدية التربة مما يؤثر بشكل مباشر على توفير العناصر الغذائية للنبات ، والإيصالية الكهربائية والتي تؤثر على ملوحة التربة ، ومدى توفر الأملاح الذائبة المؤثرة على نمو النباتات , والأيونات السالبة والايونات الموجبة) وقد تطلب الكشف عن هذه العناصر تحليلات مختبرية لمعرفة خصائصها بدقة وذلك من خلال الدمج بين التحليل المختبري للتربة وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) . أظهرت النتائج ان نسبة المادة العضوية في تربة منطقة الدراسة منخفضة تتراوح بين (٠.٤-١.٣) ويعزى سبب ذلك الانخفاض الى قلة الغطاء النباتي في المنطقة ،كذلك تبين ان تربة المنطقة معتدلة القاعدية الى شديدة القاعدية فكانت قيم التفاعل الهيدروجيني في جميع عينات منطقة الدراسة متقاربة تتراوح بين (٧.٣٠-٨.٢١). خلص البحث إلى أن الدمج بين التحليل المختبري ووسائل التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية يمثل أداة فعالة لتحديد المشكلات الكيميائية للتربة، ووضع قاعدة بيانات مكانية يمكن الاعتماد عليها في إدارة الموارد الأرضية وتخطيط الاستخدام الزراعي المستدام في ناحية السعدية.

الكلمات المفتاحية : الخصائص الكيميائية للتربة ، ناحية السعدية ، التحليل المختبري ، خصوبة التربة ، الايونات الموجبة .

Abstract

This research aims to evaluate the chemical properties of the soil in the Saadiya subdistrict located northeast of Diyala Governorate, and to identify its mineral components and nutrients in the soil, which contributes to understanding the soil composition and its impact on agricultural production. Its chemical properties are influenced by several factors such as climate, the type of parent rocks, and human activity. This study addresses several important chemical properties including organic matter, which plays an important role in improving the soil environment and its retention of water and nutrients, pH level which determines the acidity or alkalinity of the soil and directly affects the availability of nutrients to plants, electrical conductivity which affects soil salinity, the availability of soluble salts that influence plant growth, and negative and positive ions. Detecting these elements required laboratory analyses to accurately determine their properties through the integration of soil laboratory analysis and Geographic Information System (GIS) techniques. The results showed that the organic matter content in the study area's soil is low, ranging between (0.4-1.3), attributed to the sparse vegetation cover in the area. It was also found that the soil in the area is moderately to strongly alkaline, with pH values in all samples ranging closely between (7.30-8.21). The research concluded that the integration of laboratory analysis and spatial analysis tools in GIS represents an effective tool for identifying chemical soil problems and establishing a spatial database that can be relied upon in land resource management and sustainable agricultural use planning in the Saadiya subdistrict.

Keywords: Chemical properties of soil, Al-Saadiyah area, laboratory analysis, soil fertility, cations.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة :

تُعَد التربة عنصراً أساسياً في المنظومة البيئية والزراعية، إذ تمثل الوسط الحيوي لنمو النباتات وتوفير العناصر الغذائية اللازمة للإنتاج الزراعي. ويُعَد فهم الخصائص الكيميائية للتربة خطوة أساسية لتشخيص مدى ملاءمتها للأنشطة الزراعية وتحديد المشكلات التي قد تواجه استدامة استخدامها. فالمؤشرات الكيميائية مثل درجة التفاعل (pH)، والايصالية (EC)، ومحتوى المواد العضوية، وتركيز الكاتيونات والأنيونات الذائبة، تُسهم في تفسير حالة التربة وتحديد قابليتها للإنتاج الزراعي. شهدت العقود الأخيرة توسعاً في استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في الدراسات البيئية والزراعية، لما توفره من أدوات فعّالة لتمثيل البيانات المكانية وتحليلها وإنتاج خرائط دقيقة توضح التباينات المكانية لخصائص التربة. ويُعَد دمج نتائج التحليل المختبري مع تقنيات GIS منهجاً علمياً متقدما يتيح تقييماً أكثر دقة لخصائص التربة الكيميائية، ويساعد على رسم صورة مكانية واضحة للتباين في خصوبتها ومشكلاتها مثل الملوحة وتدهور التربة. تُعَد ناحية السعدية، الواقعة شمال شرق محافظة ديالى، من المناطق الزراعية الحيوية التي يعتمد عليها السكان في أنشطتهم الاقتصادية، إلا أن التغيرات البيئية والأنشطة البشرية المتزايدة انعكست على خصائص التربة وجودتها الزراعية. ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة شاملة لتقييم الخصائص الكيميائية لتربتها باستخدام التحليل المختبري وتقنيات GIS، بما يوفر قاعدة معرفية يمكن الاستفادة منها في إدارة الموارد الأرضية والتخطيط الزراعي المستدام.

١- مشكلة البحث

هل يتيح دمج نتائج التحليل المختبري لعينات التربة مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية تقييماً مكانياً للخصائص الكيميائية لتربة ناحية السعدية، وإمكانية اظهار التباينات المكانية في مستويات الملوحة ودرجة التفاعل ومحتوى المواد العضوية والايونات الموجبة والسالبة ، وتشخيص المشكلات الزراعية واقتراح الحلول المناسبة لإدارتها.

٢- فرضية البحث:

ينطلق البحث من فرضية أساسية مفادها:

إن دمج نتائج التحليل المختبري لعينات التربة مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية يتيح تقييماً مكانياً دقيقاً للخصائص الكيميائية لتربة ناحية السعدية، ويُظهر وجود تباينات مكانية واضحة في مستويات الملوحة ودرجة التفاعل ومحتوى المواد العضوية والايونات الموجبة والسالبة ، مما يساعد على تشخيص المشكلات الزراعية واقتراح الحلول المناسبة لإدارتها.

٣- أهمية البحث :

تتجسد أهمية هذا البحث في عدة جوانب:

١. أهمية علمية: يضيف إلى الدراسات الجغرافية والبيئية من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تقييم الخصائص الكيميائية للتربة على نحو مكاني دقيق بعد تغذيتها ببيانات التحليل المختبري .

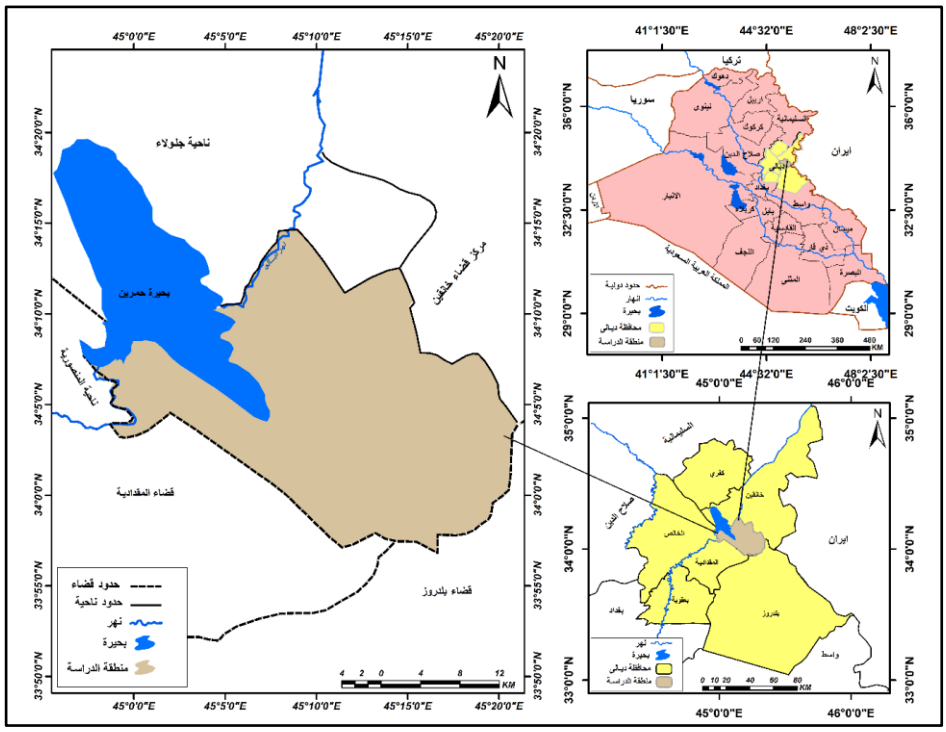
٢. أهمية تطبيقية: يوفر قاعدة بيانات مكانية يمكن أن تُستخدم من قبل الجهات الزراعية والبيئية في التخطيط السليم لاستعمالات الأرض وإدارة التربة

٣. أهمية تنموية: يساهم في اقتراح حلول عملية لمعالجة مشكلات التربة مثل الملوحة وضعف الخصوبة، بما يدعم استدامة الزراعة وتحسين الإنتاج الزراعي في ناحية السعدية.

٤- موقع منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في قضاء خانقين احد اقضية محافظة ديالى شرق العراق يحدها من الشمال والشمال الغربي ناحية جلولاء وبحيرة حمرين التابعة للقضاء ذاته، فيما يحدها مركز قضاء خانقين من الشمال الشرقي ويحدها من الشرق والجنوب الشرقي قضاء بلدروز ومن الجنوب والجنوب الغربي قضاء المقدادية، وناحية المنصورية من الجهة الغربية ، أما موقعها فلكياً فتقع دائرتي عرض ('15 °34 , "0 '56 °33 "0) شمالا، وخطي طول ("0 '20 °45 , "0 '0 °45)،خريطة (١)، وتبلغ المساحة الية لمنطقة الدراسة (٥٨١.٣٢) كم

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق ومحافظة ديالى



المصدر : بالاعتماد على ، جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، الهيأة العامة للمساحة ، خريطة العراق الإدارية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، وخريطة ديالى الإدارية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، لسنة ٢٠٢١.

ثانيا : عرض النتائج :

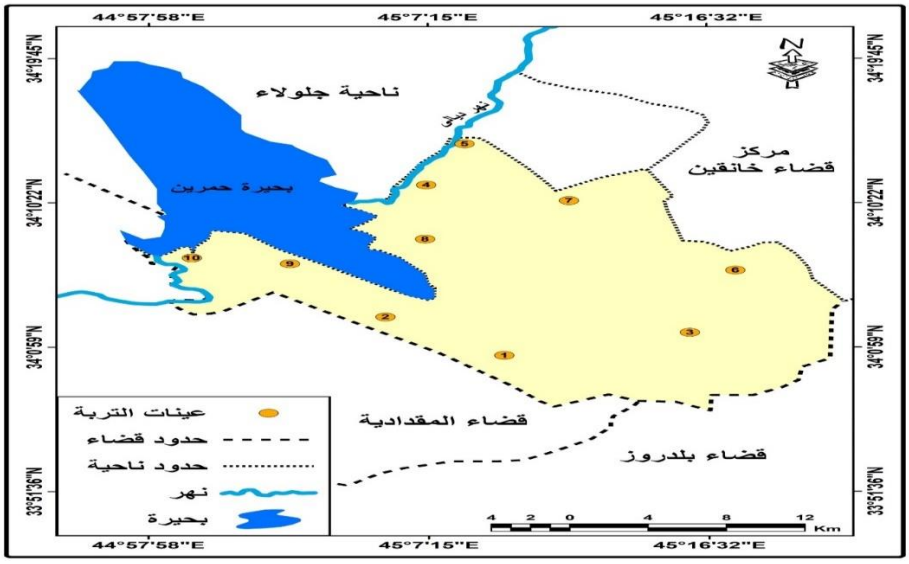
تم تحديد (١٠) مواقع أخذت منها العينات ، وعلى مستوى عمقين وهي (٠ – ٣٠ سم) . (٣٠ – ٦٠ سم) لجميع العينات يلاحظ الجدول (١) والخريطة (٢) وقد تم تحليل العينات في مختبرات كلية الزراعة في جامعة ديالى قسم التربة والموارد المائية وبإشراف وأساتذة من قسم التربة في كلية الزراعة وعمل من قبل الباحث .

جدول (١) مواقع عينات التربة في منطقة الدراسة

E	N	Id
°45.16'26"5	°34.00'74"7	**1**
°45.09'70"5	°34.04'91"9	**2**
°45.26'52"5	°34.03'23"8	**3**
°45.11'97"4	°34.19'21"8	**4**
°45.14'1'	°34.23'67"5	**5**
°45.29'06"8	°34.09'97"1	**6**
°45.19'88"	°34.17'51"4	**7**
°45.11'90"7	°34.13'35"	**8**
°45.04'41"9	°34.10'68"4	**9**
°44.98'98"9	°34.11'31"7	**10**

المصدر : الباحث بأعتماد الدراسة الميدانية وجهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)

خريطة (٢) مواقع عينات التربة في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة الادارية لمنطقة الدراسة ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8, وتحديد المناطق بواسطة Gps .

١- المادة العضوية : organic . Matter

تعد الاجسام النباتية المصدر الرئيس للمادة العضوية والناتجة عن بقايا أوراق وأغصان وجذور الأشجار والشجيرات والحشائش, فضلا عن الاجساد الحيوانية الميته ومخلفاتها, اذ تأخذ الحيوانات الأنسجة النباتية الأصلية وتطرحها على شكل فضلات إلى التربة ، إذ تتركز المواد العضوية في الطبقة السطحية من مقد التربة وبعد تحليلها تترشح إلى الأسفل نتيجة تأثير الظروف الفيزيائية للتربة[١]. تساهم الديدان والحشرات في زيادة خصوبة التربة, إذ تعمل على مزج ذرات التربة وخلطها بشكل أفقي وعمودي , فضلا عن تهويتها وزيادة قدرتها على ايصال الماء للتربة[٢]. وبفعل الحرارة والاختزال تتحلل المواد العضوية ، إذ يشكلان العامل الرئيس في تفكيكها داخل التربة , وتسهم مادة الدبال دوراً أساسياً في توفير العناصر الغذائية الضرورية للنبات , مما يعزز قدرته على امتصاص المحاليل والتشبع بها , وتحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجها ، فضلا عن خلط المكونات العضوية مع المعدنية داخل التربة[٣] . تتأثر عملية تحليل المواد العضوية المضافة إلى التربة بعدة عوامل , كالتركيب الكيميائي لتلك المواد , والظروف البيئية المحيطة , كدرجة الحرارة , توفير الأوكسجين ,مستوى الرطوبة وقيمة الأس الهيدروجيني (PH) فضلا عن العناصر المعدنية ، كما تلعب نسبة الكاربون إلى النتروجين في بقايا النباتات دوراً مهماً في هذه العملية[٤].

تتأثر المادة العضوية بدرجات الحرارة , اذ ان زيادة الحرارة تحفز نشاط الكائنات الدقيقة المسؤولة عن تحليل هذه المادة , مما يؤدي إلى تسريع عملية التحليل وأكسدة المادة العضوية وتحولها إلى مركبات غير مفيدة للنبات , وتشير الدراسات إلى أن النطاق المثالي لدرجات الحرارة لتحليل المواد الكربونية يتراوح بين (٣٠ – ٤٠°م) بينما يعد النطاق (١٨ – ٣٠°م) ، الجدول (٢) ،هو الأنسب لأحياء التربة والحفاظ على خصوبتها[٥].

جدول (٢) الخصائص الكيميائية لعينات التربة في منطقة الدراسة وللعمق (٠ – ٣٠ cm) (٣٠ – ٦٠ cm)

العينة	العمق	المادة العضوية OM%	الاس الهيدروجي pH	التوصيلة الكهربائية EC (µS/cm)
1	٠ – ٣٠	0.7	7.40	7,39
	٣٠ – ٦٠	0.3	7.10	4,41
2	٠ – ٣٠	0.9	7.30	6.39
	٣٠ – ٦٠	0.5	7.30	2,09
3	٠ – ٣٠	0.9	7.70	5.38
	٣٠ – ٦٠	0.4	7.56	3.88
4	٠ – ٣٠	0.6	7.40	8.21
	٣٠ – ٦٠	0.2	7.40	4.58
5	٠ – ٣٠	1.3	8.0	1.21
	٣٠ – ٦٠	0.7	8.33	0.86
6	٠ – ٣٠	0.8	7.66	3.53
	٣٠ – ٦٠	0.3	7.82	3.60
7	٠ – ٣٠	0.7	8.21	1.40
	٣٠ – ٦٠	0.2	7.91	1.08
8	٠ – ٣٠	0.4	7.84	2.77
	٣٠ – ٦٠	0.1	7.75	2.61
9	٠ – ٣٠	0.6	7.69	2.14
	٣٠ – ٦٠	0.3	7.90	2.61
10	٠ – ٣٠	0.9	7.50	4.75
	٣٠ – ٦٠	0.4	7.60	4.13

المصدر : من عمل الباحث باعتماد نتائج التحاليل المختبرية التي أجريت في مختبر التربة في كلية الزراعة ,٢٦ /٢/ ٢٠٢٥

تؤدي المادة العضوية إلى خفض قيم الكثافة الظاهرية والحقيقية للتربة نتيجة لانخفاض وزنها النوعي مقارنة بالمعادن الثقيلة ، مما يسهل العمليات الزراعية وتسهم في حماية الطبقة السطحية للتربة من الانجراف والتعرية الريحية أو المائية[٦]. تصنف التربة بحسب محتواها من المواد العضوية إلى اربعة أصناف[٧]. جدول(٣)

جدول (٣) معيار التصنيف العالمي لمحتوى التربة من المادة العضوية

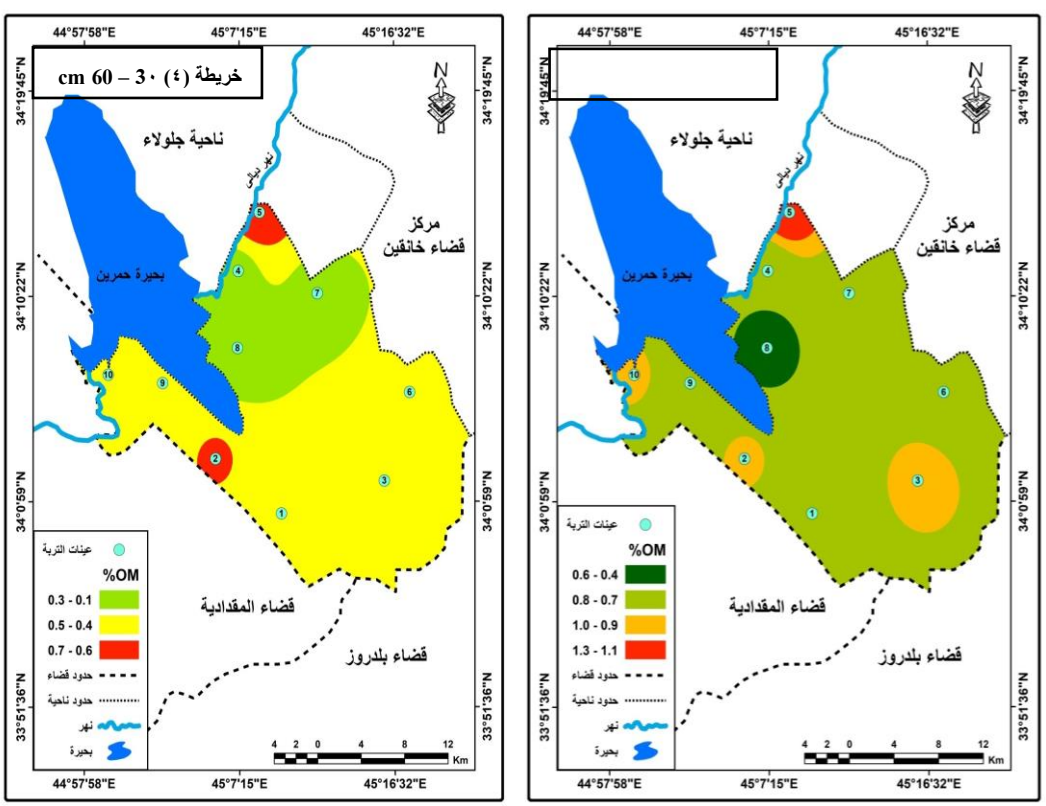
نسبة المادة العضوية 0 m%	تصنيفها
اقل من ١	تربة فقيرة
١ – ٢	تربة ذات محتوى متوسط
٢ – ٣	تربة غنية
اكثر من ٣	تربة غنية جداً

المصدر : مظفر أحمد الموصلي وقحطان درويش الخفاجي ، أساسيات التربة العامة ، مطبعة الوضاح للطباعة والنشر ، عمان , ٢٠١٤ , ص ٣٤ .

يلاحظ في الجدول (٢) الخريطة (٣) وللعمق (٠–٣٠ سم) أن قيم المادة العضوية في جميع العينات متقاربة فيما بينها ومنخفضة تتراوح بين (٠.٤–١.٣) في العينة (٥ و٨) على التوالي باستثناء عينة (٥) ويعزى الانخفاض في قيم المادة العضوية إلى قلة الغطاء النباتي الذي يسهم في زيادة المواد العضوية أو انخفاضها. أما بالنسبة للعمق (٣٠–٦٠) ، الخريطة (٤) ،نلاحظ ان قيم المادة تتراوح بين (٠.١–٠.٧) في العينة (٨ و٥) على التوالي وهي قيم منخفضة أيضاً والسبب هو قلة الغطاء النباتي باستثناء العينة (٥) اذ ترتفع فيها قيم المادة العضوية نسبياً لان هذه التربة تتميز بوجود غطاء نباتي وتنوع احيائي يسهم في ارتفاع نسبة المواد العضوية وعند مطابقة القيم مع الجدول (٣) التصنيف العالمي للمادة العضوية نجد ان تربة منطقة الدراسة هي تربة فقيرة من المادة العضوية بسبب قلة الغطاء النباتي فضلاً

عن عملية الغسل وتغدق التربة اذ تقل نسبتها عن ١٪ في جميع العينات باستثناء العينة (٥) إذ صنفت بأنها تربة ذات مستوى متوسط من المادة العضوية نسبتها بلغت (١.٣٪) .

خريطة (٣) و(٤) قيم المادة العضوية لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm) و (٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٢) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

٢- درجة تفاعل التربة (الأس الهيدروجيني) : Ph

تعبر عن درجة حموضة او قلوية التربة , وهو عامل يؤثر على العمليات الحيوية والكيميائية التي نتجت منها , أذ تؤدي التربة شديدة الحموضة او القلوية الى تأثيرات سلبية على امكانية استحصال النباتات للعناصر الغذائية , بينما تساهم التربة

المتعادلة في دعم النشاط الحيوي وتحسين قدرة النباتات على الافادة من المغذيات الضرورية[٨] . أن قابلية بعض المعادن للذوبان في التربة يعتمد على مقدار (PH) , أذ يؤدي ارتفاعه في التربة الحامضية الى تقليل حموضتها , مما يؤثر على ذوبان العناصر ويقلل توفرها للنبات وخلاف ذلك فان زيادة نسبة (PH) الأس الهيدروجيني في محلول التربة يؤدي الى ذوبان كميات كبيرة من المعادن , مما يتسبب في تسمم النباتات ويؤدي الى تحول التربة الى وسط قاعدي يؤثر سلباً على نمو النباتات واستقرار التربة[٩] . ان تفاعل التربة يعد عاملاً رئيسياً يؤثر في توفر العناصر الغذائية , اذ يؤدي انخفاض درجة الحموضة (PH) إلى ترسب الفسفور في شكل فوسفات الحديد والالمنيوم , مما يقلل من قابليتهُ للامتصاص , اذ ان تحلل معادن الطين يسهم في زيادة تحرر الالمنيوم والحديد اللذان يرتبطان مع الفوسفات مكونة مركبات معقدة قليلة الذوبان , وبالتالي اختلال التوازن بين العناصر التي يمتصها النبات[١٠].

تعد الأسمدة الكيميائية والعضوية عاملا مؤثرا في درجة تفاعل التربة , إذ تعد الأسمدة النيتروجينية والكبريتية من الأسمدة المولدة للحموضة وذلك نتيجة لتحرير ايونات الهيدروجين عند اكسدتها , مما يؤدي الى تكوين حامض الكبريتيك داخل التربة , بينما يساهم اضافة كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم محل ايونات الهيدروجين الممتز على سطح الغرويات[١١] .

يعد الأس الهيدروجيني (PH) مقياسا لتحديد درجة حموضة او قاعدية التربة , إذ يعبر عن اللوغاريتم السالب لتركيز ايونات الهيدروجين الفعالة فيها ويتراوح بين (١ – ١٤) فاذا بلغت قيمة (PH) أقل من (7) فأن التربة حامضية واذا بلغت اكثر من

(7) فأنها تكون قاعدية , اما اذا كان قيمته تساوي (7) فتكون التربة متعادلة وهي الحالة المثلى لتوفير العناصر المغذية للنبات[١٢]. الجدول (٤)

جدول (٤) أصناف الترب بحسب حدود قيم التفاعل الاس الهيدروجيني ph

الرتب	صنف التربة	حدود درجة التفاعل
١	تربة فائضة الحموضة	أقل من ٤.٥
٢	تربة كثيرة الحموضة	٤.٥ – ٥
٣	تربة شديدة الحموضة	٥ – ٥.٥
٤	تربة متوسطة الحموضة	٥.٥ – ٦
٥	تربة بسيطة الحموضة	٦ – ٦.٥
٦	تربة معتدلة	٦.٥ – ٧.٣
٧	تربة ضعيفة القاعدية	٧.٣ – ٧.٨
٨	تربة معتدلة القاعدية	٧.٨ – ٨.٤
٩	تربة شديدة القاعدية	٨.٤ – ٩

المصدر : حسن ابو سمورة , الجغرافية الحيوية والتربة , دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة , عمان , الاردن , ط١ , ٢٠٠٥ , ص٢٧ .

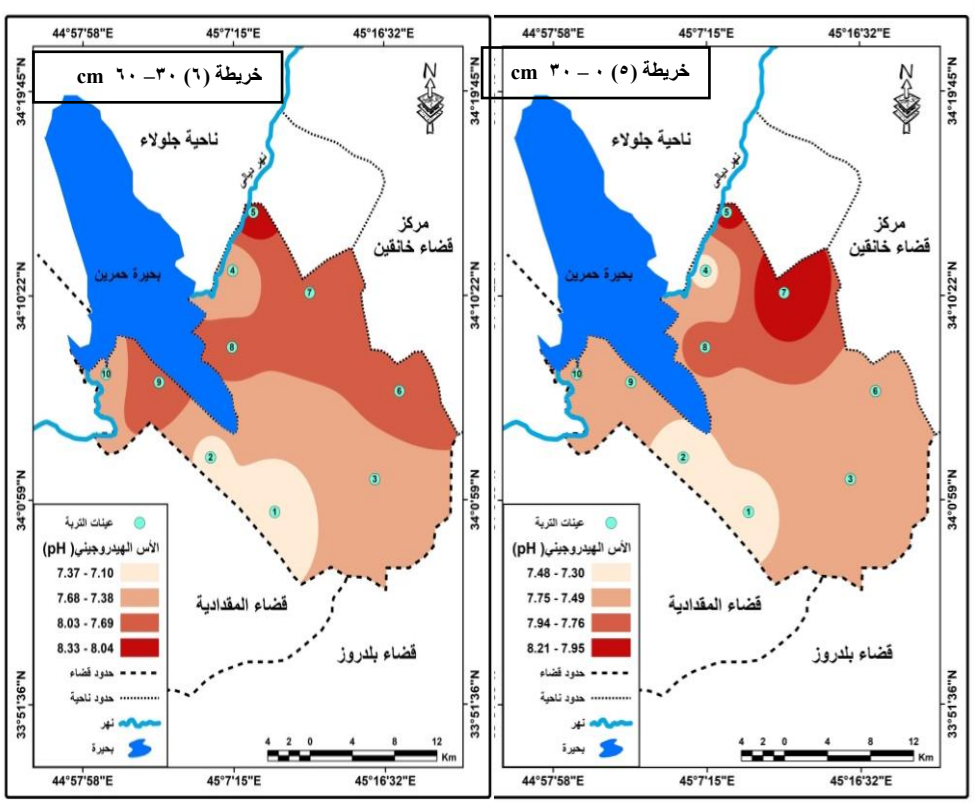
جدول (٥) قيم التفاعل الارضي (Ph) للتربة بحسب نسبة التشبع بالقواعد

قيم التفاعل الارضي Ph	درجة التشبع بالقواعد
٦,٨ – ٨	مشبعة كلياً بالألمنيوم
٨ – ٨,٥	مشبعة كلياً بالكلس
٨,٥ – ١٠	مشبعة كلياً بأملاح الصودية*
أكثر من ١٠	مشبعة كلياً بأملاح الصوديوم

المصدر : ناظم انيس عبس , جغرافية الترب , منشورات جامعة دمشق , كلية الاداب والعلوم الانسانية , ٢٠١٤ , ص١٢٢ .

يتبين من الجدول (٢) والخريطة (٥) وللعمق (٠-٣٠ cm) إن قيم التفاعل الهيدروجيني في جميع عينات منطقة الدراسة متقاربة أذ تتراوح بين (٧.٣٠-٨.٢١) في العينة (٧،٢) على التوالي اذ سجلت ادنى قيمة (٧.٣٠) في العينة (٢) , اما أعلى قيمة بلغت (٨.٢١) في العينة (٧) ، أما بالنسبة للعمق (٠-٦٠ cm) تراوحت القيم بين (٧.١٠-٨.٣٣) في العينة (١,٥) على التوالي الخريطة (٦).

خريطة (٥) و(٦) قيم درجة تفاعل التربة (الاس الهيدروجيني) لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm) و (٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٢) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

إن ارتفاع قيم الأسس الهيدروجيني يدل على طبيعة القاعدية لهذه الترب . وهذا نتيجة زيادة الكالسيوم في هذه العينات لتربة منطقة الدراسة ، فضلاً عن قلة غسل الأيونات بسبب قلة سقوط الأمطار وسيادة المناخ الجاف وشبه الجاف وبهذا تكون التربة مشبعة بالقواعد وعند مقارنتها مع جدول (٤) الذي يصنف الترب بحسب حدود قيم التفاعل الأس الهيدروجيني (PH) وجد ان تربة المنطقة معتدلة القاعدية الى شديدة القاعدية وعند مقارنتها مع جدول (٥) الذي يوضح قيم التفاعل الارضي (PH) بحسب نسبة التشبع بالقواعد وجد ان تربة منطقة الدراسة مشبعة كلياً بالكلس ، ان التفاعل القاعدي والمعتدل للتربة يعكس التأثير القلوي الذي يتركه حجر الكلس والذي يغطي نسبة كبيرة من تربة منطقة الدراسة اذ يسهم في رفع درجة الحموضة (PH) مما يؤثر على خصائص التربة ووفرة العناصر الغذائية فيها وبالتالي تؤثر على نمو النبات .

٣- الإيصالية الكهربائية (Ec)

تشير الى كمية الاملاح الذائبة في التربة , والتي تشمل مركبات مثل كربونات وكلوريد الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم بنسب متباينة , إذ يؤثر على نمو النباتات لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة[١٣] . تتراكم الاملاح الذائبة في التربة نتيجة لعدة عوامل ابرزها عمليات التجوية والتعرية للصخور الاصلية , إذ تترسب مكوناتها الكيميائية على شكل رواسب ارضية , لاسيما كلوريد الصوديوم . وتساهم المياه الجوفية المتحركة عبر طبقات الارض في نقل الاملاح , وعند صعودها الى السطح بفعل الخاصية الشعرية وتعرضها لدرجات حرارة مرتفعة تتبخر المياه تاركه وراءها كميات من الاملاح , يؤدي استخدام مياه الري الى زيادة ملوحة التربة , الى جانب الأسمدة وتحلل البقايا النباتية عند استخدامها كمخصبات ، وتسهم العواصف الغبارية

الى جانب التلوث الجوي في ترسب الاملاح فضلاً عن الفضلات المنزلية ومياه الصرف الزراعي أذ تحوي على نسب مرتفعة من الاملاح مما يزيد من ملوحة التربة وتأثيرها السلبي على الزراعة[١٤] .

ترتبط الايصالية الكهربائية للتربة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية , كنسجة التربة ، والكثافة الظاهرية والنّفاذية ، فضلاً عن محتواها من المادة العضوية والملوحة والسعة التبادلية الكاتيونية ،إذ تستخدم هذه العوامل لتقييم درجة ملوحة الترب وتأثيرها على جودتها[١٥]. وتسهم زيادة الاملاح في التربة الى زيادة الضغط الازموزي الذي يقلل من قدرة الجذور على امتصاص الماء ويحد من توافر العناصر الغذائية ،فضلا عن تغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية , مما يقلل من نفاذيتها وتهويتها وبالتالي تكون قشور ملحية تعيق انبات البذور ونمو الجذور مما يجعل التربة غير ملائمه للنمو النباتي[١٦]. وتصنف التربة بحسب ملوحتها الى اصناف عدة . جدول (٦).

جدول (٦)

معيار تصنيف التربة حسب درجة ملوحتها بالاعتماد على الايصالية الكهربائية ديسمنز/م لمستخلص عجينة التربة المشبعة

ملوحة التربة ديسمنز/ م	الرمز	صنف التربة
٠ – ٤	S0	غير ملحية
٤ – ٨	S1	واطئة الملوحة
٨ – ١٥	S2	متوسطة الملوحة
اكثر من ١٥	S3	عالية الملوحة

المصدر / F.A.O. Uhesc o, Irrgation Drainge , salinity International, Book Londh, Hatchin son , Aelco , 1973 , P.75 .

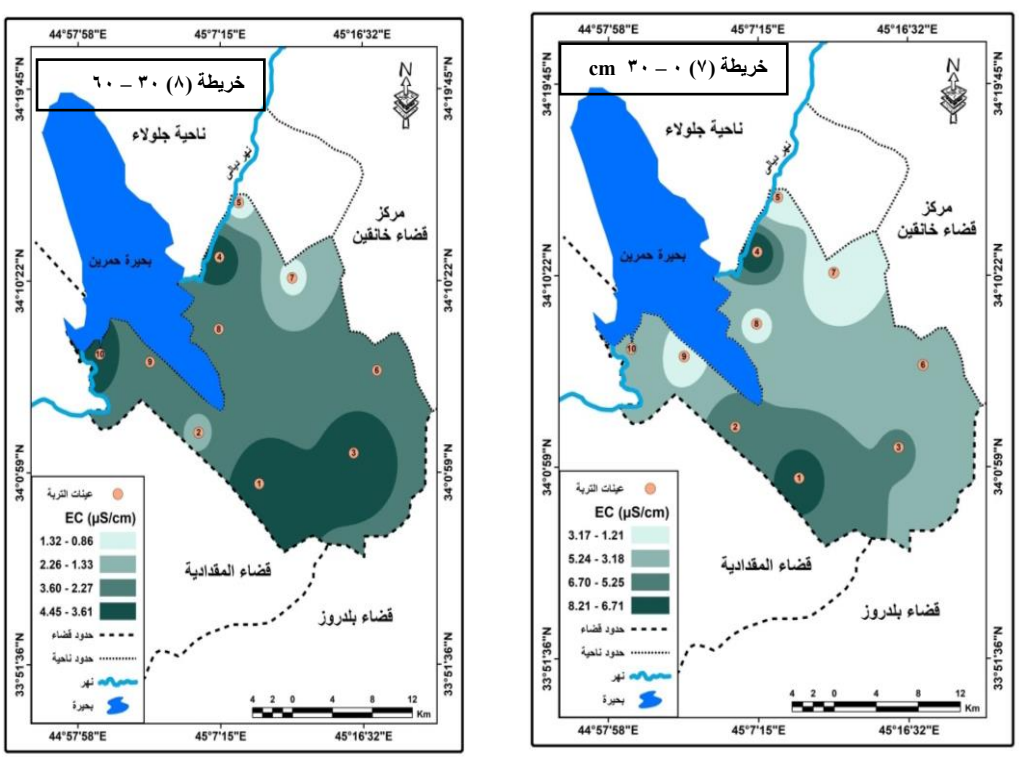
من الجدول (٢) والخريطة (٧) تبين ان قيمة الايصالية الكهربائية لعينات التربة في منطقة الدراسة وللعمق (٠–٣٠ cm) بلغت ادنى قيم لها (١.٢١ , ١.٤٠ , ٢.١٤ , ٢.٧٧ , ٣.٥٣) ديسمنز/م) ، والمتمثلة في العينات (٥ , ٧ , ٩ , ٨ , ٦) على التوالي وهي قيم منخفضة ومتقاربة وعند مطابقتها مع الجدول (٦) تبين ان تربة هذه العينات ذات قيم منخفضة وتصنف بترب غير ملحية بمقدار (٠–٤ ديسمنز).

اما اعلى القيم للإيصالية الكهربائية وللعمق (٠ – ٣٠ cm) بلغت (٧.٣٩ , ٦.٣٩ , ٥.٣٨ , ٤.٧٥ ديسمنز/ م) والمتمثلة بالعينات (١ , ٢ , ٣ , ١٠) على التوالي وهي قيم مرتفعة قليلاً وعند مطابقتها مع التصنيف الامريكي للترب المتأثرة بالملوحة والجدول (٦) تبين انها ترب واطئة الملوحة وبمقدار (٤ – ٨ ديسمنز/ م) بأستثناء العينة (٤) البالغة (٨,٢١ ديسمنز)أذ تقع ضمن الفئة متوسطة الملوحة بمقدار (٨ – ١٥ ديسمينز/م) أذ تبلغ (٨.٢١ ديسمينز/م) ومن الجدول (٢) والخريطة (٨) يلاحظ ان قيم الايصالية الكهربائية ولعمق (٣٠ – ٦٠) لعينات منطقة الدراسة بلغت ادنى قيم (٠.٨٦ , ١.٠٨ , ٢.٠٩ , ٢.٦١ , ٢.٦١ ,٣.٦٠ , ٣.٨٨ / ديسمنز /م) والمتمثلة في العينات (٥ , ٧ , ٢ , ٩ , ٨ , ٦ , ٣) على التوالي .

وبعد مطابقتها مع التصنيف الامريكي للترب المتأثرة بالملوحة والجدول (٦) تبين انها ترب ذات قيم منخفضة وتصنف بانها ترب غير ملحية وبمقدار (٠ – ٤ديسمنز/م) اما اعلى قيم للإيصالية الكهربائية في عينات الترب في منطقة الدراسة وللعمق (30 – 60 cm) بلغت (٤.٥٨ , ٤.٤١ , ٤.١٣ ديسمنز/م) والمتمثلة بالعينات (٤ , ١ , ١٠) على التوالي هي قيم منخفضة نسبياً وعند مطابقتها مع الجدول (١٨) وتوصف بانها ترب واطئة الملوحة بمقدار (٤ – ٨) ومما سبق ذكره ومن خلال نتائج التحليلات المختبرية للترب في منطقة الدراسة وللعمقين إذ تشير

البيانات الى انخفاض نسب الايصالية الكهربائية في التربة , ويعزى ذلك الى انخفاض ملوحتها والذي يرتبط بطبيعة الصخور الام التي لم تخضع لتعرية شديدة او عمليات ترسيب مكثفة فضلاً عن ذلك تسهم جودة المياه في تعزيز قابليتها للاستخدام من قبل المزارعين.

خريطة (٧)و(٨) قيم الايصالية الكهربائية (Ec) لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٢) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

ثالثا– الايونات الموجبة

١– أيون الكالسيوم : Ca^{+}

يعد ايون الكالسيوم من الاملاح القليلة الذوبان , وهو عنصر رئيسي واساسي ومهم للنباتات والحيوانات , وينتج الكالسيوم من عملية اذابة الصخور الرسوبية والصخور

الجبسية , و من تحلل المعادن كالبروكسين والفلدسبار ، يتأثر توزيع الكالسيوم بعمليات غسل التربة , مما يقلل وجوده في الطبقات السطحية للتربة[١٧] يتواجد الكالسيوم بكثرة في صخور القشرة الارضية لأنه يتحد مع عناصر عدة لاسيما الكاربون والاوكسجين ويؤدي هذا الاتحاد الى تكوين الصخور الجيرية فضلا عن اتحاده مع عنصري السيليكون والالمنيوم , ويساهم في تكوين معادن السليكات يتراوح وزنه في صخور القشرة الأرضية بين (١.٣ – ٣.٦٪)[١٨].

يسهم الكالسيوم بدور فعال في التأثير على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة , مما يؤثر على مستوى خصوبتها , وتنوع اشكالها داخل التربة ما بين دقائق تشبه حبيبات الغرين , وخيوط ممتدة في الفراغات التي خلفتها جذور النباتات الميتة الى مسحوق متماسك او تجمعات مركزة في مناطق معينه وتظهر على هيئة كتل او عقد صلبة يصعب تفتيتها , مما يزيد من صلابة التربة ويضعف قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة وتزداد هذه الصلابة عند انخفاض محتوى الرطوبة[١٩] . وتكون تأثيرات الكالسيوم على التربة كيميائياً اكثر من كونها فيزيائياً , كما يعد عاملاً فعالاً في تعديل درجة الحموضة مما يحسن من توازن التربة الكيميائي , وفي جاهزية بعض العناصر الغذائية للنباتات , ويبرز دوره في تحسين بناء التربة , لاسيما كفائتها باحتفاظها بالماء وتوزيعهُ[٢٠] .

ويسهم الكالسيوم في تكوين جدار الخلايا النباتية ويزيد من صلابتها ,مما يكسب النباتات بيئة خلوية قوية ونتيجة لذلك تكون النباتات اكثر مقاومة للعوامل التي تسبب الاصابات الحشرية ,كما ان نقص الكالسيوم يؤدي الى ضعف جدران الخلايا ,مما يجعلها اكثر عرضة لتلك المسببات[٢١].

ومن معطيات الجدول (٧) والخريطة (٩) ,يتضح ان هنالك تباين في قيم ايون الكالسيوم في ترب منطقة الدراسة وبشكل واضح وللعمق (٠–٣٠ cm) إذ تقع معظم قيم العينات بين (290–640) Mg/L بأستثناء العينة (8) التي سجلت قيم شاذة بلغت (1230 Mg/L) وهو ما يدل على تلوث او تركز غير طبيعي او مصدر مائي غني بالكالسيوم مثل (المياه الجوفية الجيرية) ,وعموماً نجد ان هناك تدرج طفيف في الارتفاع للقيم من العينة (1–5) ثم تذبذب القيم من العينة رقم (6–10) اذ تظهر ادنى قيمة لأيون الكالسيوم هي (290 Mg/L) في العينة (1) وللعمق (٠–٣٠) , وتعد قيمة هذه العينة معتدلة من خلال مقارنتها في الجدول (٨) الذي يصنف الترب بحسب محتواها من الكالسيوم إذ صنف الترب المعتدلة التي تقع ضمن القيم ما بين (225 – 350) , كما تظهر قيم اخرى تقع ضمن الفئة المعتدلة وهي العينات (٢ , ٤ , ٦) . أذ تبلغ قيمتها (٣٤٠ , ٣٤٠ , ٣١٧) على التوالي , اما القيم الاخرى والتي تقع ضمن فئة شديدة التركيز لأيون الكالسيوم والمتمثلة في العينات (٣ , ٥ , ٧ , ٨ ,٩ , ١٠) وبقيم تتراوح ما بين (٣٦٠ , ٤١٠ , ٦٤٠ , ١٢٣٠ , ٤٨٠ , ٦٠٠) على التوالي , وذلك من خلال مقارنتها بالجدول الذي يصنف الترب بحسب محتواها من الكالسيوم اذ تصنف بانها شديدة في محتواها للكالسيوم في الفئة التي تقع ضمن (٣٥٠ فاكثر) جدول (٨) .

اما في العمق (٣٠ – ٦٠ cm) ومن معطيات الجدول (٩) والخريطة (١٠) نجد ان قيم أيون الكالسيوم في عينات منطقة الدراسة متباينة ومرتفعة نسبياً وبصورة واضحة ولاسيما العينة (8) التي تعد قيمه شاذة وهذا يعود لعدة اسباب ابرزها , ان التربة في هذه العينة تحتوي على نسبة عالية من الصخور الجيرية او كربونات الكالسيوم , وطبيعة التكوين الجيولوجي اذ تقع ضمن تكوين (متعددة الاصل) والتي

تحتوي على نسبة عالية من الكالسيت, كما ان هذه العينة اخذت من منطقة منخفضة تتجمع فيها المياه والعناصر الذائبة , فضلاً عن ان ارتفاع درجة الحموضة (Ph) يزيد من ذوبان الكالسيوم في المحلول الارضي مع وجود انشطة بشرية (انشطة زراعة) مثل التسميد المفرط او استخدام مياه ري غنية بالكالسيوم ولفترات طويلة والتي يمكن ان تؤدي الى تراكمه في التربة . كما اظهرت نتائج التحليل الكيميائي لتراكيز أيون الكالسيوم في العمق (٣٠ – ٦٠ cm) تبايناً ملحوظاً بين عينات التربة المدروسة إذ تراوحت بين (334 – 1415) Mg/L, كما تشير المعطيات المسجلة للقيم في العينات ان معظمها تقع ضمن مدى تركيز معتدل الى شديد هذا من خلال مقارنة نتائج التحليل الكيميائي للعينات مع جدول (٨) الذي يصنف التربة بحسب محتواها من الكالسيوم .

الجدول (٧) الايونات الموجبة لعينات التربة منطقة الدراسة للعمق (0 – 30 cm)

العينة	العمق	Ca^{2+} (mg/L)	Na^{+} (mg/L)	K^{+} (mg/L)	Mg^{2+} (mg/L)
1	30–0	290	370.15	26	**145.6**
2	30–0	340	465.3	32	**205**
3	30–0	360	106.7	27	**173**
4	30–0	340	83.35	15	**155**
5	30–0	410	280.15	17	**120.3**
6	30–0	317	2399.1	30	**260.15**
7	30–0	640	1890.9	16	**380**
8	30–0	1230	730.45	20	**139**
9	30–0	480	410.15	19	**168**
10	30–0	600	235.1	23	**119**

المصدر : من عمل الباحث باعتماد نتائج التحاليل المختبرية التي أجريت في مختبر التربة في كلية الزراعة ,٢٦ /٢/ ٢٠٢٥

جدول (٨) تصنيف التربة بحسب محتواها من الكالسيوم

القيمة / Mg/L	صفة التربة
٧٥ – ٢٢٥	ضعيفة
٢٢٥ – ٣٥٠	معتدلة
٣٥٠ – فأكثر	شديدة

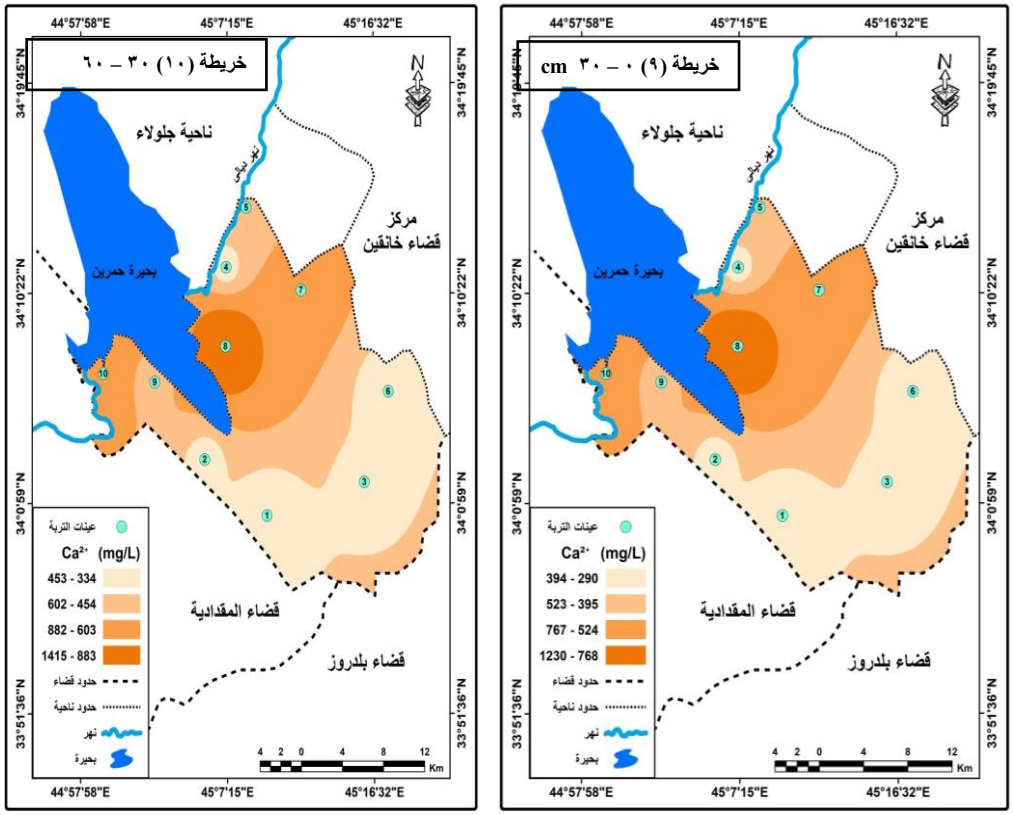
المصدر : وليد خالد العكيدي , علم البدلوجي , مسح وتصنيف الترب , قسم التربة , كلية الزراعة , جامعة بغداد , مديرية الكتب والمطبوعات للطباعة والنشر , ٢٠١٤ , ص ٢٤٤ .

الجدول (٩) الايونات الموجبة لعينات التربة لمنطقة الدراسة للعمق (30 – 60 cm)

العينة	العمق	الكالسيوم Ca^{2+} (mg/L)	الصوديوم Na^{+} (mg/L)	البوتاسيوم K^{+} (mg/L)	المغنيسيوم Mg^{2+} (mg/L)
1	60-30	334	380.5	25	**116.48**
2	60-30	391	473.3	30	**164**
3	60-30	415	120.2	26	**138.4**
4	60-30	391	90.1	16	**124**
5	60-30	472	273.2	19	**96.24**
6	60-30	365	2405.4	27	**208.92**
7	60-30	736	2915.3	14	**304**
8	60-30	1415	740.5	19	**111.2**
9	60-30	552	250.5	18	**135.2**
10	60-30	690	350.5	25	**95.19**

المصدر : من عمل الباحث باعتماد نتائج التحاليل المختبرية التي أجريت في مختبر التربة في كلية الزراعة ,٢٦ /٢/ ٢٠٢٥

خريطة (٩)و(١٠) قيم ايون الكالسيوم Ca^{+} لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٧)و(٩) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

٢- أيون الصوديوم : Na^{+}

يعد الصوديوم من اكثر العناصر الغذائية الموجودة في مكونات التربة والضروري لنمو النبات وتبلغ نسبته في القشرة الأرضية ما بين (٢.٨٪ – ٣.٦٤٪) ويعود مصدره بشكل رئيسي الى الصخور الرسوبية لاسيما الطينية والجيرية والمارل[٢٢] ويؤثر بشكل مباشر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة , اذ ان زياده نسبتهُ الى ١٥٪ يؤدي الى تدهور بناء التربة عن طريق تفكك دقائقها ومجاميعها وهذا ينعكس سلباً على التوصيل المائي والتهوية ويزيد من الكثافة الظاهرية وصلابة

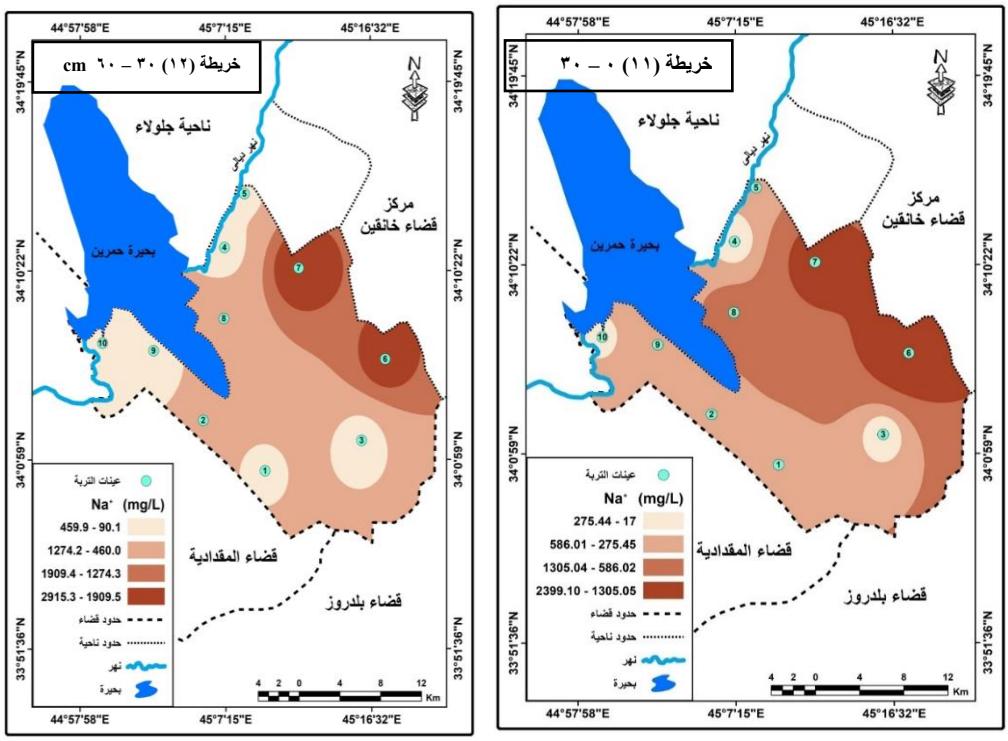
القشرة السطحية , وان ارتفاع تركيز الصوديوم يسهم في ازدياد ملوحة التربة بسبب تفاعله مع أيونات اخرى كالكلوريد والكربونات والبيكوربونات مكوناً مركبات تسهم في عملية تمليح التربة[٢٣].

ان زيادة تركز الصوديوم في محلول التربة يؤدي الى تقليل جاهزية الكثير من العناصر الغذائية للنبات , كالمغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم , اذ يتناقص تركيز هذه العناصر على سطح التبادل مما يقلل من امتصاصها من قبل النباتات , ويؤدي التركيز العالي لأيون الصوديوم الى خفض محتوى التربة من الاوكسجين , مما ينعكس سلباً على ملوحة التربة , ويعد الصوديوم عنصر مهم وضروري للنبات , اذ يسهم في تحرير البوتاسيوم من مركباته الأرضية ليتاح للنبات امتصاصه ونقلهُ الى أجزائه المختلفة و نظراً لأهميتهُ في العديد من الوظائف الفسيولوجية الحيوية , المرتبطة بالأحماض العضوية والكلور[٢٤]. ومن معطيات الجدول (٧) والخريطة (١١) لعينات التربة في منطقه الدراسة ولعمق (٠ – ٣٠ cm) اتضح وجود تبايناً ملحوظاً في قيم الصوديوم لمواقع العينات المدروسة , أذ تشير قيم بعض العينات (٦– ٧) بتراكيز عالية جداً اذ بلغت قيمها (٢٣٩٩.١ , ١٨٩٠.٩ Mg/L) على التوالي , مما يدل على وجود تربة ذات ملوحة مرتفعة , ناتجة عن تراكم الاملاح فيها ، ويعزي ذلك الى الري المتكرر بمياه غير جيدة فضلاً عن ضعف كفائة الصرف مما يؤدي الى زيادة تراكم الأملاح في سطح التربة .

في المقابل سجلت العينة (٣,٤) تراكيز منخفضة بلغت قيمها (٨٣.٣٥–. ١٠٦.٧) Mg/L على التوالي , مما يدل على ان التربة اقل تملحاً واكثر استقراراً من حيث الخواص الكيميائية للتربة , وهو ما يعزز من توافر العناصر الغذائية وقدرة النبات

على امتصاصها , اما بقية العينات فقد تباينت تراكيزها من ايون الصوديوم ضمن حدود متوسطة الى مرتفعة. اما العمق (٣٠ – ٦٠ cm) فتعكس القيم المسجلة لتراكيز ايون الصوديوم في التربة تبايناً كبيراً بين العينات , فسجلت ادنى قيمة لها في العينة (4) إذ بلغت (90.1 Mg/L) واعلى قيمة للعمق ذاته ظهرت في العينة (٦) اذ بلغت (2405.4 Mg/L) وهذا يدل على اختلاف واضح بين العينات المأخوذة للتراكم الملحي , ينظر الجدول (٩) والخريطة (١٢) . ومن خلال ما سبق ذكره تلاحظ ان نتائج تحليل الصوديوم لعينات التربة في منطقة الدراسة وللعمقين (٠ – ٣٠ cm) (٣٠ – ٦٠ cm) اظهرت تبايناً واضحاً في التراكيز , أذ تراوحت القيم بين مستويات منخفضة واخرى عالية جداً مما يشير الى عدم تجانس التوزيع الملحي في التربة لمنطقة الدراسة . وهذا التفاوت بالقيم بين العمقين يشير الى ان التراكم الملحي يزداد مع العمق , مما يعزز فرضية ضعف الغسل الطبيعي وانتقال الصوديوم بفعل الخاصية الشعرية التي تنشط في المنطقة وترسيبهُ وتراكمه نتيجة لنشاط عملية التبخر.

خريطة (١١) و (١٢)قيم الصوديوم Na^+ لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٧)و(٩) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

٣- أيون البوتاسيوم : K^+

يعد أيون البوتاسيوم من العناصر الغذائية الضرورية للنبات , إذ يسهم في تنظيم التوازن المائي للخلايا , وتنشيط الانزيمات وتحسين جودة المحاصيل وزيادة قدرتها على مقاومة الظروف البيئية القاسية , ويتوفر في التربة بأشكال متعددة , اهمها البوتاسيوم القابل للتبادل وهو الشكل الاكثر جاهزية لامتصاص النبات , إذ يساهم التوازن بين هذه الاشكال في ضمان استمرارية توفر هذا العنصر الحيوي للنبات[٢٥] . و يعد من اكثر العناصر الغذائية الشائعة في القشرة الأرضية , أذ يشكل نسبة

تبلغ (2.59%) ويرجع مصدره الاساسي الى المعادن الطينية والمكونات السليكاتية , كمعادن الميكا التي تدخل في تركيبه بشكل أساسي[٢٦] .

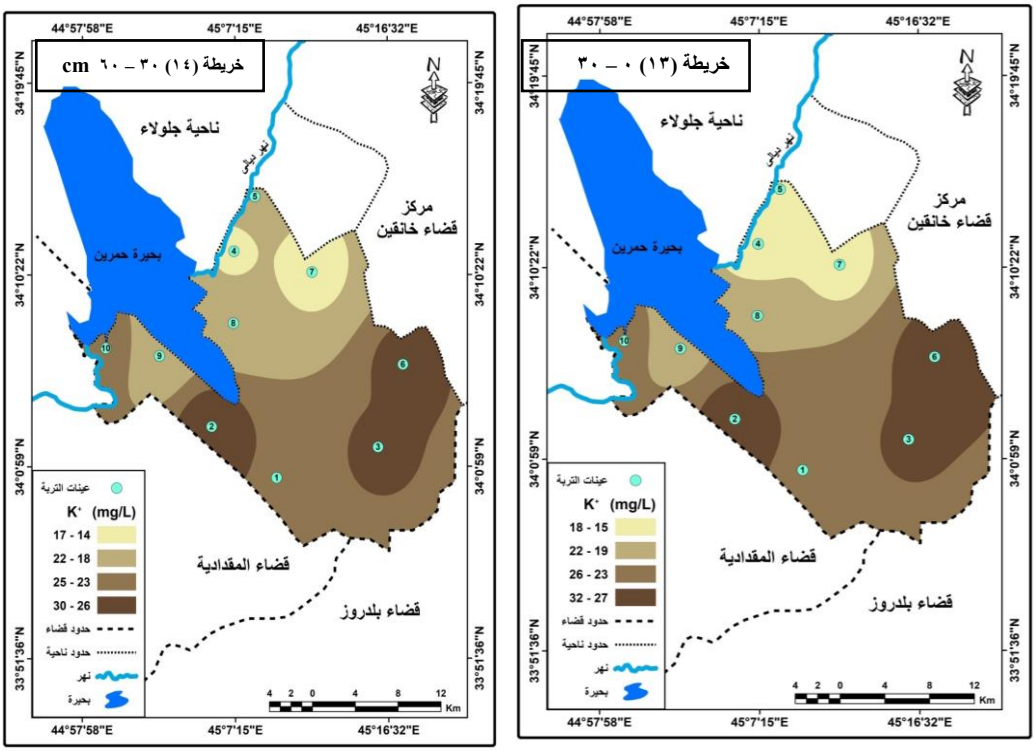
يصنف عنصر البوتاسيوم بانه شديد الإذابة إذ يتميز بسهولة امتصاصه وشدة تحركه داخل النبات , وله دور مهم في التنظيم الازموزي وتنشيط الانزيمات وتمثيل البروتين , و يسهم في تنظيم نشاط ما يقارب (٨٠) انزيماً مرتبطاً باستخدام الطاقة , وتمثيل النيتروجين والتنفس . فضلاً عن مشاركته في العمليات الفسيولوجية الرئيسية , كالتمثيل الغذائي ونقل المواد المخزونة كالنشويات والسكريات والبروتينات , فضلاً عن دوره في زيادة جاهزية العناصر الغذائية في تحضير وتثبيت النيتروجين في التربة[٢٧] .

يتضح من نتائج التحليل المختبري لعينات التربة وللعمق (٠ – ٣٠ cm) لتركيز أيون البوتاسيوم في الجدول (٧) والخريطة (١٣) . ان ادنى قيم بلغت (١٥ , ١٦ , ١٧ , ١٩ Mg/L) في العينات (٤ , ٧ , ٥ , ٩) على التوالي ,اما اعلى قيم لتركيز البوتاسيوم وللعمق ذاته بلغت (٢٠, ٢٣, ٢٦ , ٢٧, ٣٠, ٣٢) Mg/L في العينات (٨ , ١٠ , ١ , ٣, ٦ , ٢) على التوالي , ونستنتج من هذا ان مجمل قيم تركيز أيون البوتاسيوم في منطقة الدراسة معتدلة عند العمق (٠ – ٣٠ cm) . أذ تتسم بتوازن جيد في تركيز البوتاسيوم وهذا ايجابياً على نمو النباتات وتطورها , لاسيما ما يتعلق بتكوين البروتين وتنظيم الازموزي وتحضير النشاط الانزيمي , اما بالنسبة للعمق (٣٠ – ٦٠ cm) فنلاحظ من الجدول (٩) والخريطة (١٤) . ان ادنى قيم لتركيز أيون البوتاسيوم بلغت (١٤ , ١٦)

في العينة (٧ , ٤)على التوالي , اما اعلى قيم لتركيز أيون البوتاسيوم وللعمق ذاته فقد تراوحت ما بين (٢٧ , ٣٠) المتمثلة في العينات (٦ , ٢) , وهذا يشير الى ان

نتائج تحليل البوتاسيوم تركزت بشكل اعلى في الطبقة السطحية عند العمق (٠ – ٣٠ cm) مقارنة بالطبقة العميقة (٣٠ – ٦٠ cm) , وهذا يعكس تأثير العمليات السطحية كالتسميد وتراكم المادة العضوية , في حين يعزى سبب انخفاضهُ في العمق الثاني الى محدودية حركتهُ الرأسية وغسلهِ جزئياً , مما يستدعي اعتماد عملية تسميد تراعي التوزيع العامودي للعنصر واستخدام السماد البوتاسي لضمان كفاءة الامتصاص النباتي .

خريطة (١٣)و(١٤) قيم ايون البوتاسيوم K^+ لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (٧) و(٩)ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

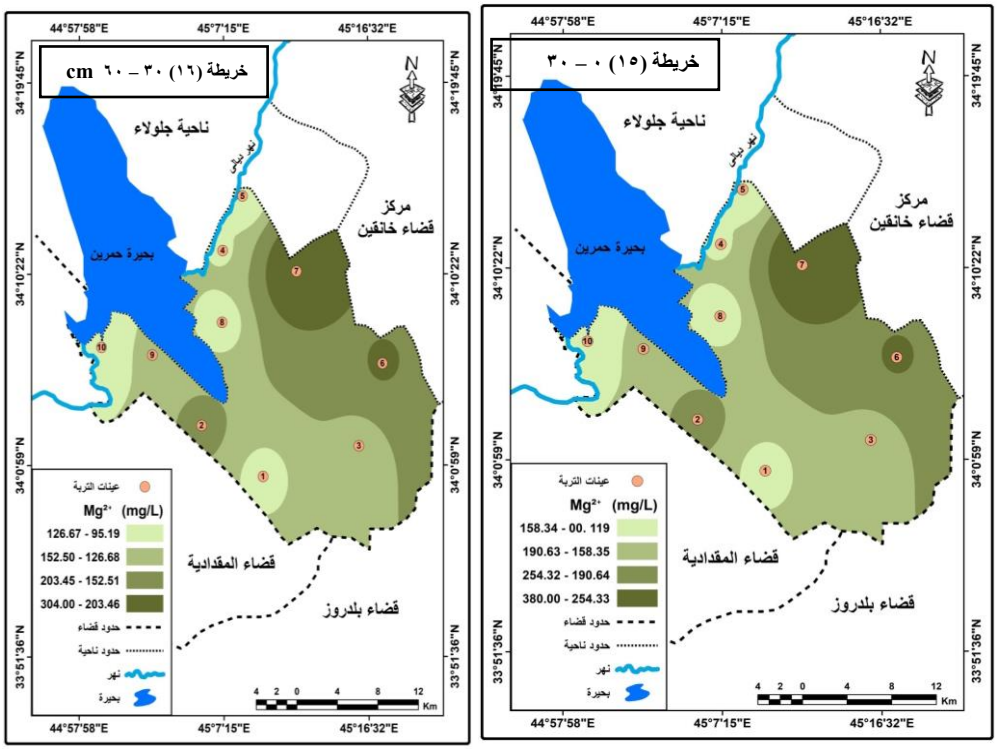
٤ – أيون المغنسيوم : Mg^{+}

يعد أيون المغنيسيوم من العناصر الأساسية المكونة لخصوبة التربة , أذ يسهم في دعم عمليات النمو المختلفة عن طريق دوره الحيوي في تركيب الكلوروفيل وتنشيط حركة العناصر الغذائية , و تثبيت النيتروجين لارتباطهُ بوجود النتروجين في التربة , فضلا عن وجود النيتروجين في التربة يسهم في زيادة امتصاص المغنيسيوم ويجمعهُ في النبات[٢٨] . يعد المغنيسيوم المتبادل والموجود في المحلول الارضي احد الاشكال المتاحة لامتصاص النبات ، وتركيزه في التربة يزداد بزيادة محتواها من الطين والغرين ، ويعزى ذلك الى ارتفاع السعة التبادلية في هذه القوامات الدقيقة ، مما يؤدي الى تحسين جاهزية العنصر للنبات ، اما في الترب الرملية فأن نسبة المغنيسيوم تقل بسبب عدم قدرتها على الاحتفاظ بالأيونات مقارنةً بالترب الطينية المزيجية التي تتصف بقدرتها الكبيرة على تثبيت العناصر الغذائية[٢٩]. يتواجد عنصر المغنيسيوم في القشرة الارضية تقدر نسبته بـ(١.٩٣٪) كما تتفاوت نسبته في الترب وتتباين بين نوعٍ وأخر , تتراجع نسبته في الترب الرملية بين (٠ – ٠.٥٪) اما في التربة الطينية فيكون بنسبة تتراوح بين (٠.٥ – ١.٤٪) في حين تبلغ نسبته في الترب الكلسية (٧.٢٪) وسبب ارتفاع هذه النسبة هو احتواء التربة الكلسية على المعادن اهمها معدني (الدولمايت والمغناسيت)[٣٠].

ومن الجدول (7) والخريطة (15) نلاحظ ان قيم تركيز أيون المغنيسيوم لعينات الترب ولعمق (٠ – ٣٠ cm) تراوحت بين (١١٩ – ٣٨٠)Mg/L . وهذا يشير الى تفاوت في محتوى أيون المغنسيوم بين مواقع العينات في منطقة الدراسة , إذ سجلت اعلى قيمة (380 Mg/L) في العينة (٧) وللعمق (٠ – ٣٠ cm) بينما كانت ادنى قيمة في العينة (١٠) إذ بلغت (١١٩ Mg/L) . كما نلاحظ من الجدول

(9) والخريطة (16) وللعمق (٣٠ – ٦٠ cm) ان هناك تبايناً واضحاً بين عينات الترب في منطقة الدراسة لقيم تركيز أيون المغنيسيوم إذ تراوحت بين (٩٥.١٩ – ٣٠٤ Mg/L) في العينة (٧,١٠) على التوالي. ومما سبق نلاحظ ان هناك تبايناً في قيم ايون المغنسيوم وللعمقين في منطقة الدراسة وهذا التباين يعزى الى اختلاف خصائص التربة الجيولوجية او تراكم المغذيات ، وهذا نتيجة الري المتكرر بمياه غنية بالعناصر الذائبة واعتماد الابار والجداول في عملية الري , او ضعف الغسل ، كما أن هذا التركيز العالي ينعكس سلباً على الخصائص الفيزيائية للتربة مثل استقرار البنية وكذلك يؤثر على التوازن الغذائي إذ يحد من امتصاص الكالسيوم والبوتاسيوم بسبب التنافس الايوني .

خريطة (15)و(16) قيم ايون المغنيسيوم Mg^{+} لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (7)و(٩) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

رابعا : الايونات السالبة

١ – كربونات الكالسيوم $CaCo_3^{-}$

تعد كربونات الكالسيوم المصدر الرئيسي لعنصر الكالسيوم في التربة ويعود اصلها الى حجر الكلس الذي يعد المادة الام لتكوين الترب الكلسية ، والذي يتمثل في الصخور الجيرية والطباشيرية , وتعد الكربونات من المكونات الطبيعية السائدة في العديد من انواع الترب ، إذ توجد بشكل ذائب وبكميات قليلة ، او يتواجد بشكل صلب على هيئة تجمعات من كربونات الكالسيوم ، وتستخدم هذه المركبات لأغراض متعددة كمحسنات فعالة للترب الحامضية , فضلاً عن دورها في تعديل التفاعل الكيميائي

للتربة وتحسين نشاطها الميكروبي، و تحسين جاهزية العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات[٣١] يؤثر الكلس في الخصائص الطبيعية للتربة , إذا يعطي لوناً مائلاً الى البياض ، تتصف الترب الكلسية غالباً بقلة محتواها من المادة العضوية و يسهم الكلس في تقليل حموضة التربة فضلا عن تحسين توازنها الكيميائي[٣٢] . يلاحظ من الجدول (10) وللخريطة (١٧) وللعمق (٠-٣٠ cm) أن قيم كربونات الكالسيوم تتراوح بين (٢٠.١٥ – ٣٥.١٦ Mg/L) في العينات (٧,٣) على التوالي وهو ما يشير إلى تفاوت واضح في تراكيز كربونات الكالسيوم بين المواقع التي أخذت منها العينات وهذا يدل على وجود تفاوت في الخصائص الجيولوجية أو البيئية للمنطقة , أذ نجد ادنى قيمة بلغت (20.15 Mg/L) في العينة (٣) واعلى قيمة (Mg/L 35.16) المتمثلة بالعينة (٧) .

أما بالنسبة للعمق (٣٠ – ٦٠ cm) فمن خلال الجدول (١١) والخريطة (١٨) نلاحظ أن أدنى تركيز لكاربونات الكالسيوم بلغ (١٧ Mg/L) في العينة (٣) إما أعلى تركيز لكاربونات الكالسيوم وللعمق ذاته بلغ (٢٩) المتمثل في العينة (٧) وهذه القيم جميعها مرتفعة للعمقين ويرتبط الارتفاع بنوع الصخور (التكوين الجيولوجي) وعمليات الترسيب اذ تتراكم الرواسب الكلسية بسبب الجريان السطحي لمواقع العينات في منطقة الدراسة فضلاً عن المناخ السائد وطبقة الغطاء النباتي الذي يؤثر وجوده على نسبة الكالسيوم في التربة ومن الجدول (١٢) نجد أن تربة منطقة الدراسة هي ترب شديدة الكلسية التي تقع عند الفئة (أكثر من ١٥).

الجدول (10) الايونات السالبة لعينات التربة في منطقة الدراسة للعمق (0 – 30 cm)

العينة	العمق	$CaCO_3$ (ملغم/لتر)	HCO_3 (ملغم/لتر)	Cl^- (ملغم/لتر)	SO_4 (ملغم/لتر)
1	30-0	21.19	107.9	367.5	**1432**
2	30-0	22.65	126	605.3	**1593**
3	30-0	20.15	107.9	210.9	**1349**
4	30-0	26.37	25.3	116.8	**1718**
5	30-0	30.15	98.9	280.7	**1243**
6	30-0	28.62	125	835.9	**2427**
7	30-0	35.16	125	2495.1	**3745**
8	30-0	27.3	107.9	522.3	**1762**
9	30-0	24.13	113.2	375.2	**2730**
10	30-0	25.45	103.5	134.3	**1344**

المصدر : من عمل الباحث باعتماد نتائج التحاليل المختبرية التي أجريت في مختبر التربة في كلية الزراعة ,٢٦ /٢/ ٢٠٢٥

جدول (11) الايونات السالبة لعينات التربة في منطقة الدراسة للعمق (30-60 cm)

العينة	$CaCO_3$ (ملغم/لتر)	HCO_3 (ملغم/لتر)	Cl^- (ملغم/لتر)	SO_4 (ملغم/لتر)
1	18	90	290	**1217**
2	19	105	470	**1350**
3	17	90	160	**1147**
4	21	80	92	**1450**
5	23	83	220	**1056**
6	24	106	660	**2100**
7	29	106	1980	**3200**
8	22	90	410	**1500**
9	20	94	290	**2000**
10	21	88	140	**1150**

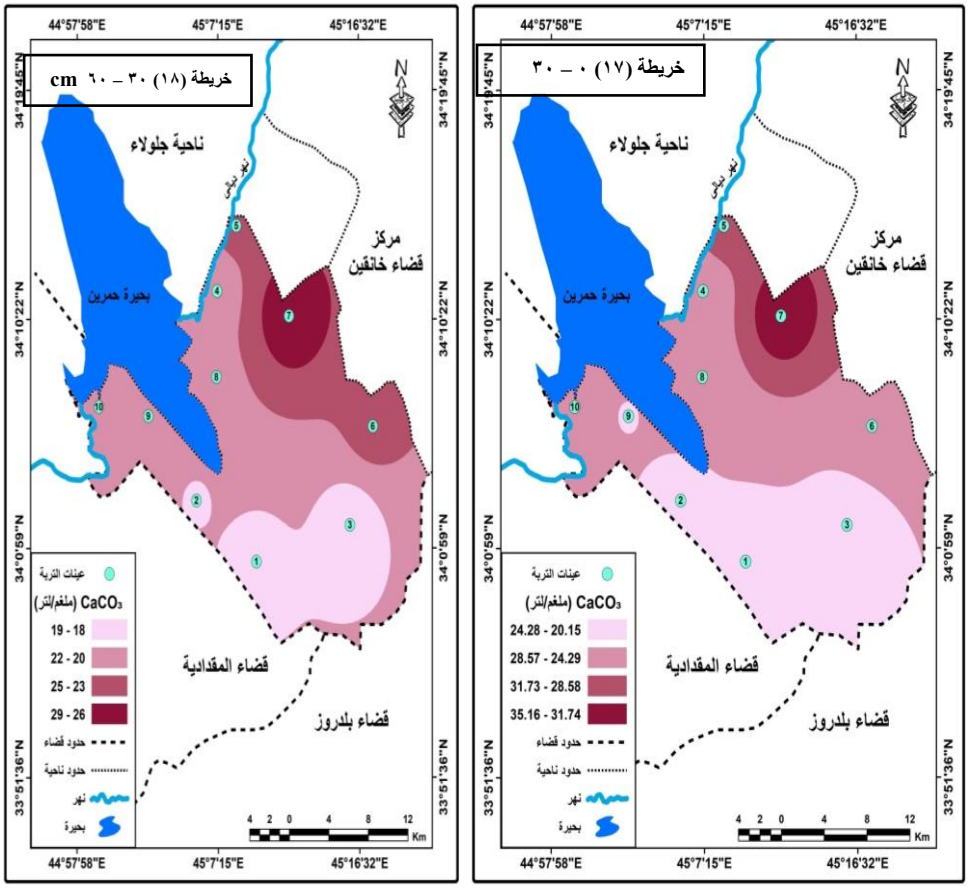
المصدر : من عمل الباحث باعتماد نتائج التحاليل المختبرية التي أجريت في مختبر التربة في كلية الزراعة ,٢٦ /٢/ ٢٠٢٥

جدول (12) أصناف الترب الكلسية (%)

ت	صنف الكلسية	كاربونات الكالسيوم	الرمز
١	ضعيفة الكلسية	٣	SC
٢	معتدلة الكلسية	٣ – ١٥	MC
٣	شديدة الكلسية	أكثر من ١٥	HC

المصدر : وليد خالد العكيدي , علم البيدلوجي , مسح وتصنيف , قسم التربة , كلية الزراعة , جامعة بغداد , مديرية الكتب والنشر , بدون سنة طبع , ص٢٤٤ .

خريطة(١٧)و(١٨) قيم كربونات الكالسيوم $CaCo_3^-$ لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (١٠)و(١١) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

٢ – البيكاربونات : HCo_3^-

يعد أيون البيكاربونات من الايونات الشائعة في التربة القلوية والمالحة وغير المالحة والعضوية , يتكون نتيجة ذوبان كربونات الكالسيوم في التربة بفعل ذوبان المواد الكربونية وثاني اوكسيد الكاربون الجوي ، ويعتمد تركيزه على كمية ثاني اوكسيد الكاربون وأيون الهيدروجين , وان ارتفاع تركيز هذا الايون يؤدي الى مخاطر بيئية

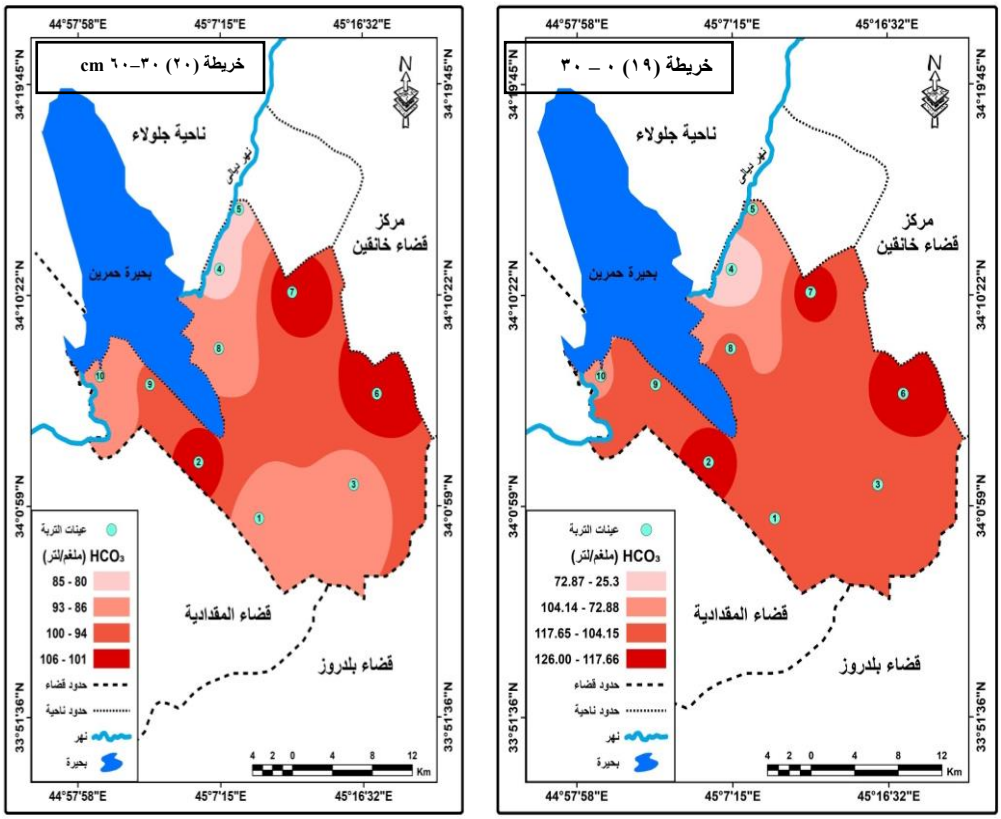
نتيجة ترسيب كربونات الكالسيوم والمغنسيوم ، مما يسهم في زيادة نسبة الصوديوم بمحلول التربة, اذ يترسب الصوديوم على اسطح الغرويات الطينية والدوبالية ، اما المحلول الملحي للترب القلوية فيحتوي على كربونات الصوديوم التي تعمل على تحليل مادة الطين إلى حبيبات دقيقة ومع مرور الزمن فيتحول الى صبغة سوداء صلبة تعرف بالقلوية السوداء[٣٣].

ان زيادة تراكيز البيكاربونات تؤدي الى تأثيرات سلبية على الاحياء الدقيقة في التربة من حيث وجودها ونشاطها , كما تؤثر على تنفس جذور النباتات بشكل سلبي وهذا التأثير يعتمد على نوع الملح وتركيز ذوبانهُ وسميتهُ للنباتات, وتنعكس هذه التأثيرات بشكل واضح على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة[٣٤] .

من الجدول (١٠) والخريطة (١٩) وللعمق (٠ – ٣٠ cm) يتبين ان قيم تركيز البيكاربونات , بلغت (٢٥.٣, ٩٨.٩, ١٠٧.٩, ١٠٧.٩, ١٠٧.٩, ١٠٣.٥, ١١٣.٢, ١٢٥, ١٢٥, ١٢٦) في العينات (٤ , ٥ , ١ , ٣, ٨ , ١٠ , ٩ , ٦ , ٧ , ٢) على التوالي.

اما بالنسبة للعمق (٣٠ – ٦٠) فعند ملاحظة الجدول (١١) والخريطة (٢٠) نلاحظ ان القيم متقاربة ومنخفضة ايضاً اذ بلغت (٨٠, ٨٣, ٨٨, ٩٠ , ٩٠, ٩٠, ٩٤, ١٠٥, ١٠٦, ١٠٦) في العينات (٤ , ٥ , ١٠ , ١ , ٣ , ٨ , ٩ , ٢ , ٦ , ٧) على التوالي , وهذا يعود الى ان قيم ايونات البيكربونات جميعها منخفضة ولكلا العمقين ويعزى هذا الى انخفاض في نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الترب فضلاً عن انخفاض الاس الهيدروجيني ph فيها .

خريطة (١٩)و(٢٠) قيم البكاربونات HCo_3^- لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (١٠)و(١١) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

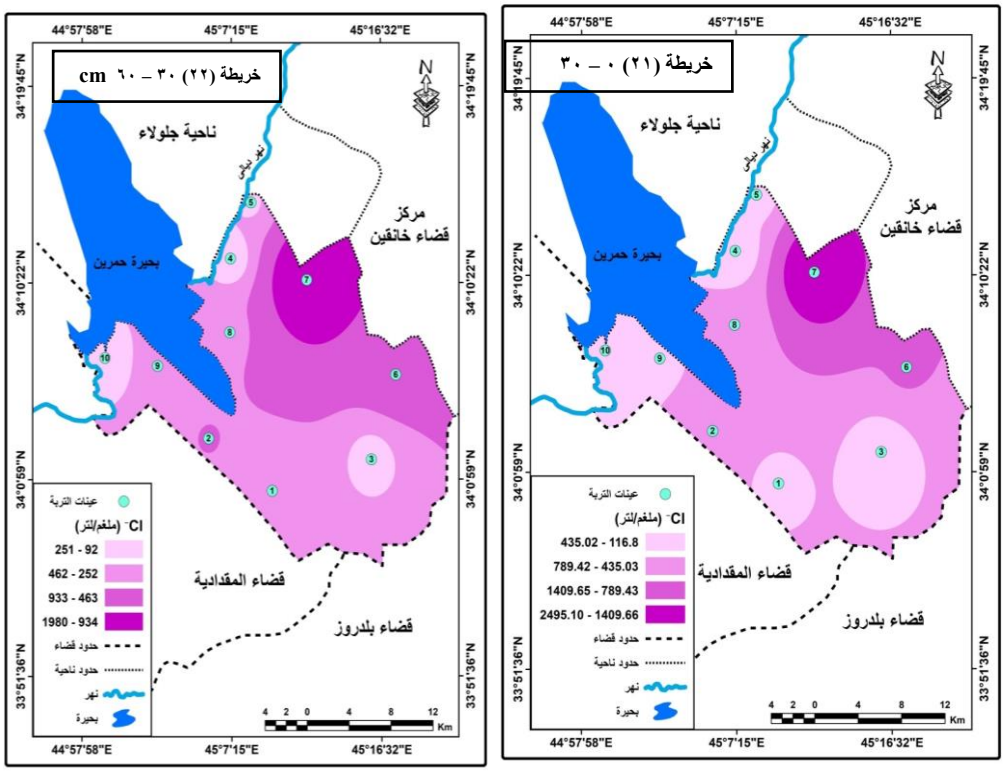
٣- الكلوريدات Cl^- :

تعد الكلوريدات من الايونات السالبة وعالية الحركة في التربة وهي واسعة الانتشار في بيئة نمو النبات , ويصنف ضمن المغذيات الصغرى الأساسية, يؤدي الكلور دوراً محورياً في عدة وظائف حيوية أبرزها المساهمة في عملية البناء الضوئي , وتوازن الايونات داخل الخلايا النباتية ,فضلا عن دورهُ في المحافظة على التوازن الازموزي[٣٥] , يعد تأثير الكلوريدات غير مباشر في الخصائص الفيزيائية للتربة, الا

ان هذا التأثير يظهر بصورة مباشرة على النباتات, أذ تسبب تسمماً للعديد من النباتات الحساسة ,الا انه يسهم في تعزيز مقاومة النباتات للعديد من الامراض , ويعد من العناصر التي لا تشارك في عمليات التثبيت في المواد الغروية الموجودة في التربة[٣٦].

ومن الجدول (١٠) والخريطة (٢١) وللعمق (٠ – ٣٠ cm) يتضح ان ادنى قيمة سجلت لقيم الكلوريدات (١١٦.٨ Mg/L) في العينة (٤) اما بالنسبة لأعلى قيمة سجلت للكلوريدات بلغت (٢٤٩٥.١ Mg/L) في العينة (٧) ومن خلال الجدول (١١) والخريطة (٢٢) وللعمق (٣٠ – ٦٠ cm) نلاحظ ان ادنى قيمة لتركيز الكلوريدات بلغت (٩٢ Mg/L) في العينة (٤) واما اعلى قيمة للكلوريدات بلغت (١٩٨٠ Mg/L) في العينة (٧) . وهذا يشير الى وجود ملوحة عالية في بعض المواقع للعينات التي ارتفعت فيها القيم للكلوريدات مما قد يؤثر على خصوبة التربة ونمو النباتات .

خريطة (٢١)و(٢٢) قيم الكلوريدات Cl^- لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (١٠)و(١١) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

٤- الكبريتات : So_4^+

تعد ايونات الكبريتات العنصر المتاح للنبات في التربة اذ تمتص النباتات الكبريت بصورة رئيسة على هيئة كبريتات ذائبة في محلول التربة وتتكون الكبريتات بفعل تجوية المعادن الكبريتية او نتيجة لتحلل المادة العضوية او من ترسيب الامطار المحتوية على الكبريت[٣٧]. تتميز الكبريتات بقابليتها العالية على الذوبان , مما يجعلها عرضه للغسل خارج منطقة الجذور , لاسيما في الترب الرملية والمناطق

ذات الامطار الغزيرة , في المقابل قد تتراكم الكبريتات في الترب الجافة قرب السطح, مما يؤدي الى زيادة ملوحة التربة وتأثير ذلك على خصوبتها[٣٨]. تسهم الكبريتات المرتبطة بالكالسيوم في تكوين معادن الجبس التي تعمل على تحسين بنية التربة وزيادة تهويتها . وتؤثر مستويات الكبريتات في التربة على النمو النباتي, اذ يؤدي نقصها الى ظهور اعراض في النبات مثل اصفرار الاوراق وضعف تكوين البروتينات الأساسية , بينما قد يؤدي تراكمها الزائد الى مشاكل الملوحة وتؤثر على جاهزية امتصاص العناصر الغذائية الأخرى[٣٩].

ومن الجدول (١٠) والخريطة (٢٣) يتبين ان ادنى القيم لتركيز الكبريتات في عينات الترب في منطقة الدراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm) بلغت (١٢٤٣ , ١٣٤٤ , ١٣٤٩ , ١٤٣٢ Mg/L) في العينات (٥ , ١٠ , ٣ , ١) على التوالي , اما القيم الاعلى لتركيز الكبريتات قد سجلت (٣٧٤٥ , ٢٤٢٧ , ٢٧٣٠ , ١٧٦٢ , ١٧١٨ , ١٥٩٣ Mg/L) في العينات (٧ , ٦ , ٩ , ٨ , ٤ , ٢) على التوالي .

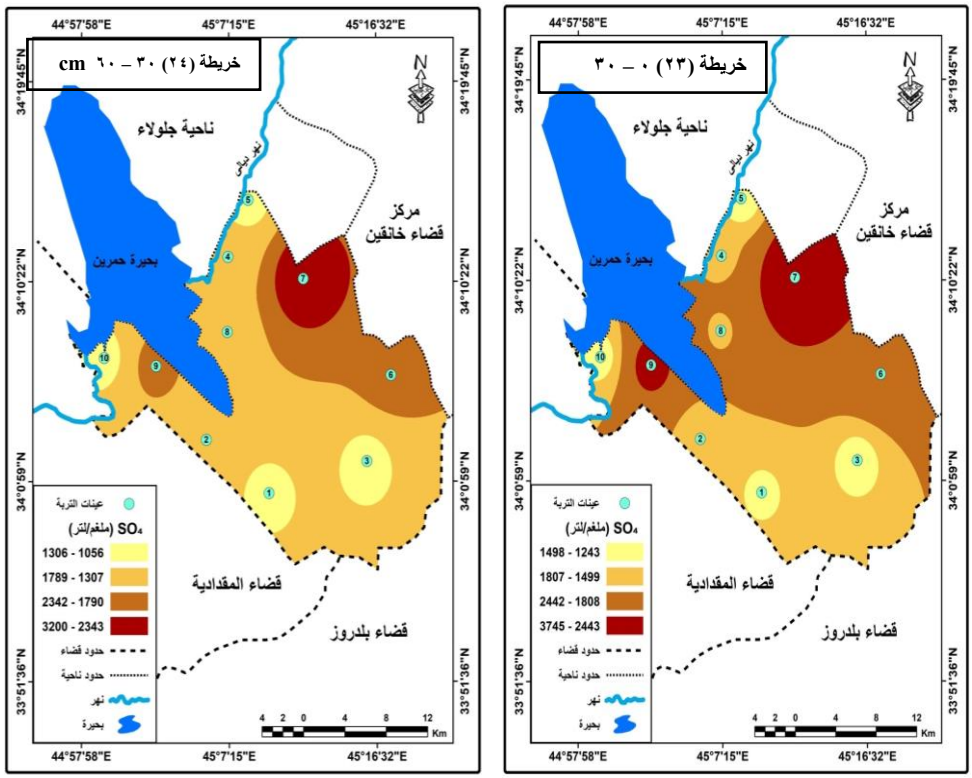
اما بالنسبة للعمق (٣٠ – ٦٠ cm) فمن نتائج الفحوصات المختبرية المبينة في الجدول (١١) والخريطة (٢٤) يتبين أن أدنى قيم لأيون الكبريتات هي (١٠٥٦ , ١١٤٧ , ١١٥٠ , ١٢١٧ , ١٣٥٠ , ١٤٥٠ , ١٥٠٠ ملغم/لتر) في العينات (٥ ، ٣ ، ١٠ ، ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨) على التوالي .

اما بالنسبة لأعلى القيم لتركيز أيون الكبريتات وفي العمق نفسه فسجلت (٢٠٠٠ , ٢١٠٠ , ٣٢٠٠ , ملغم/لتر) في العينات (٩ , ٦ , ٧) على التوالي .

ونلاحظ مما سبق أن جميع القيم وفي العمقين تشير الى ارتفاع أيون الكبريتات في تربة منطقة الدراسة ، وهذا الارتفاع في القيم يدل على مستوى ملوحة عالي ، ويعزى ذلك الى تأثير المياه الجوفية ذات التركيز العالي من الكبريتات و التجمعات الملحية

السطحية ، فضلا عن استخدام مياه ري غنية بالأملاح ، اي استخدام الابار في عملية الري فضلاً عن طبيعة الصخور الام الحاوية على نسبة من الكبريتات .

خريطة (٢٣)و(٢٤) قيم الكبريتات So_4 لعينات تربة منطقة دراسة للعمق (٠ – ٣٠ cm)و(٣٠ – ٦٠ cm)



المصدر : الباحث بألاعتماد على جدول (١٠)و(١١) ومعالجتها ببرنامج Arc Map 10.8

خامسا: الاستنتاجات :

١- أظهرت نتائج التحليل المختبري وجود تباين واضح في الخصائص الكيميائية لتربة ناحية السعدية، الأمر الذي يعكس التأثير المباشر للعوامل الطبيعية والبشرية على خصوبة التربة واستدامة إنتاجيتها. ٢-تمتاز الخصائص الكيميائية لتربة

المنطقة ومن خلال نتائج المختبرية ان نسبة المادة العضوية في تربة منطقة الدراسة منخفضة تتراوح بين (٠.٤-١.٣) ويعزى سبب ذلك الانخفاض الى قلة الغطاء النباتي في المنطقة ،كذلك تبين ان تربة المنطقة معتدلة القاعدية الى شديدة القاعدية فكانت قيم التفاعل الهيدروجيني في جميع عينات منطقة الدراسة متقاربة تتراوح بين (٧.٣٠-٨.٢١)، ويتضح ان قيم التفاعل الارضي (PH) بحسب نسبة التشبع بالقواعد وجد ان تربة منطقة الدراسة مشبعة كلياً بالكلس اما بالنسبة للتوصيلية الكهربائية تبين انها ترب ذات قيم منخفضة وتصنف بانها ترب غير ملحية وبمقدار (٠ – ٤ديسمنز/م) ، ويعزى ذلك الى انخفاض ملوحتها والذي يرتبط بطبيعة الصخور الام التي لم تخضع لتعرية شديدة او عمليات ترسيب مكثفة فضلاً عن ذلك تسهم جودة المياه في تعزيز قابليتها للاستخدام من قبل المزارعين.

٣- اسهمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إظهار التوزيع المكاني للخصائص الكيميائية بدقة، مما وفر خرائط مكانية توضح مناطق التباين والاختلاف في التربة على مستوى الناحية.

٤- أظهرت الخرائط الناتجة أن بعض مناطق التربة تعاني من ارتفاع الملوحة وتراكم الأملاح، خصوصاً في الأراضي المنخفضة أو القريبة من مجاري المياه، وهو ما يشكل تهديداً لخصوبة التربة واستدامة النشاط الزراعي.

٥- يعكس تباين الخصائص الكيميائية للتربة الحاجة إلى وضع خطط إدارة مناسبة للتربة تراعي خصائصها المحلية، مثل تحسين الصرف، إضافة المواد العضوية، وتطبيق الأسمدة الملائمة.

٦- أثبتت الدراسة أن الجمع بين التحليل المختبري الدقيق والقدرات التحليلية لنظم المعلومات الجغرافية يوفر أداة فعالة لتقييم وإدارة الموارد الأرضية في ناحية السعدية.

سادسا : التوصيات:

١. متابعة زمنية: تكرار القياسات بشكل موسمي أو سنوي لبناء سلسلة زمنية تراقب التغيرات الموسمية وتأثير الممارسات الزراعية.

٢. دمج جودة المياه: ربط بيانات التربة بتحاليل مياه الري والمياه الجوفية لتقييم نقل الملوثات والملوحة.

٣. دراسات تأثير المحصول: دراسة علاقة إنتاجية المحاصيل بخصائص التربة الكيميائية لمعايرة توصيات سمادية خاصة بالمحصول.

٤. نمذجة وإدارة مكانية: تطبيق نماذج انحدار مكانية (Geographically Weighted Regression) أو نمذجة GIS متقدمة لتحديد العوامل المحددة للخصائص الكيميائية.

٥. تقييم البدائل التكنولوجية: تجربة نظم تخصيب متباينة (VRT) أو استخدام تقنيات تحسين التربة (Biochar، سماد عضوي مُعالج) وقياس تأثيرها.

سابعا :مصادر البحث :

(١)راضي كاظم الراشدي ، أحياء التربة المجهرية ،جامعة البصرة ،١٩٨٧ ، ص ١٥٧ – ١٥٨.

(٢) عبد العباس فضيخ الغريري ، سعدية عاكول منحي الصالحي ، جغرافية الغلاف الحيوي (النبات والحيوان) منشورات جامعة دمشق ، كلية الآداب , ط١ ، ١٩٩٨ ،ص٨٣ .

(٣) Carrsonsposito, The chemistry of sails, oxford university press , 54 , 2nd 2008 .P68.

(٤) Schalten. H.R. and M.Schnitzer. Alhpatiesin Soil organic metter in fine-Clay fractions. J, Soil, SoC, Amer, Vol (٥٤), No (١) Ju-Fed ١٩٩٠, p. 98 .

(٥) ناظم أنيس عيسى ، جغرافية الترب ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الآداب والعلوم الانسانية , ٢٠١٣ ,ص٦٦.

(٦) روي ايج فولت وآخرون ، الأسمدة ومصطلحات التربة، ترجمة أحمد طه الطائي ، مطبعة جامعة الموصل ، الموصل ، ١٩٨٧، ص٦٨ .

(٧) كاظم سعد شنته ، جغرافية التربة ، دار المنهجية للنشر والتوزيع ، عمان، ٢٠١٦، ص٩٤

(٨)سعد الله نجم عبد الله النعيمي ، علاقة التربة بالماء والنبات، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٩٠ , ص ١٢٨ .

(٩) كاظم مشحوت عواد، مبادئ كيمياء التربة ، مطبعة جامعة البصرة ، جامعة البصرة , ١٩٨٦ , ص٢١٤.

(١٠) علي حسين الشلش ، جغرافية التربة ، كلية التربية، جامعة البصرة، ط٣، ص٥٣

(١١) سعد الله نجم عبد الله النعيمي، المرشد الحسابي والمعرفي لخطط الأسمدة السائلة والصلبة، دار الكتب للطبع ١٩٧١, ص٨٥.

(١٢) علي حسين شلش جغرافية التربة، كلية التربية، جامعة البصرة، ط٣، ص٧٨ .

(١٣) F. A.O. soil surrey in visiting (foreign actionsoi) Bulletin No 42 Rom 1979 , p٧٨

(١٤) عبد الفتاح العاني ، اساسيات علم التربة ، بغداد، مطبعة مؤسسة المعاهد الفنية ، ط١ , الزعفرانية ، ١٩٨٤ , ص٢٠٦ .

(١٥) ياس خضير الحديثي وزملائه ، استصلاح الاراضي، مطابع التعليم العالي ، بغداد ، ص٦١ .

(١٦) سعود عبد العزيز الفضلي ، نصير عبد السجاد الموسوي ، التباين المكاني لظاهرة الملوحة في السهل الرسوبي ، مجلة آداب البصرة ، العدد ، ٤٣ , ٢٠٠٧ , ص٢٤٦ .

(١٧)محمد فاضل عباس الجبوري ، تأثر المياه السطحية في زراعة وانتاج المحاصيل الشتوية في قضاء المدائن ، رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية ، جامعة بغداد ، ٢٠١٩ , ص١٢٥ .

(١٨) اماني حسين عبد الرزاق البراك ، تحليل جغرافي لتلوث الترب في محافظة البصرة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية التربية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٢ ، ص١٠١ .

(١٩) عبدالله عزاوي رشيد ، دراسة التوزيع المعدني لبعض الترب الكلسية في المناطق الجافة وشبه الجافه لشمال العراق ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، ١٩٨٦ , ص١٩ .

(٢٠) اسماعيل داوود سلمان العامري ، التباين المكاني لخصائص التربة في ناحيتي بهرز وبني سعد وعلاقتها المكانية للمناخ والموارد المائية ، رسالة ماجستير (غ.م) كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٥ ، ص٤٠ .

(٢١) قدس اسامة قوام ، الكليدار ، تقييم ترب قضاء الدور في محافظة صلاح الدين واستثماراتها الاقتصادية (أطروحة دكتوراه غير منشورة) ، كلية الآداب، جامعة بغداد ،٢٠١٩، ص١٢٧ .

(٢٢)قدس اسامه قوام الكليدار، ، تقييم ترب قضاء الدور في محافظة صلاح الدين واستثماراتها الاقتصادية (أطروحة دكتوراه غير منشورة) ، كلية الآداب، جامعة بغداد ،٢٠١٩، ص١٣٦ .

(٢٣) شيماء محمد سميسم ، تصنيف وتقييم تربة غرب الغراف في محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Gis) (أطروحة دكتوراه غير منشورة) ،كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط ،٢٠٢٣ ، ص٢٥٥ .

(٢٤)سعد الله نجم النعيمي ،علاقة التربة بالماء والنبات ،دار الكتب للطباعة والنشر ،جامعة الموصل، ١٩٩٠ ،ص٢٣٢ .

(٢٥)فهيم عبد السلام عبد الله، خصوبة التربة وتغذية النبات، ط٢، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل, ٢٠٠١ ,ص١٣٥.

(٢٦) شاكر ميسر لفته الزاملي ، خصائص التربة وأثرها في الانتاج الزراعي في قضاء الموفقية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط، مجلة الارك للفلسفة والعلوم الاجتماعية ، العدد ١٦ , ٢٠١٤ , ص٢٤٩ .

(٢٧) عبد المنعم بليغ ، خصوبة الارض والتسميد ، دار المطبوعات الجديدة ، الإسكندرية ، ١٩٧٦ , ص٢٩٨

(٢٨)علي حسين الشلش ، جغرافية التربة، كلية التربية، جامعة البصرة، ط٣، ص٢٦ .

(٢٩) شاكر ميسر لفته الزاملي ، خصائص التربة وأثرها في الانتاج الزراعي في قضاء الموفقية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط، مجلة الارك للفلسفة والعلوم الاجتماعية ، العدد ١٦ , ٢٠١٤ ، ص١١٢

(٣٠) سوسن هلال خضر نضار العكيلي ، التحليل المكاني لخصائص التربة وعلاقتها الانتاجية في قضاء سيد دخيل في محافظة ذي قار ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة واسط ، ٢٠١٩ , ص١٨١ .

(٣١)نوري احمد الكبيسي ، تأثيرات كربونات الكالسيوم على بعض صفات التربة الفيزيائية والمعدنية ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، ١٩٨٦ ، ص٦٠

(٣٢) Black C. A. Method of soil analysis part chemical properties No in series Amerssoc Agran in USA, 1971 ، p. 155 – 157 .

(٣٣)K, BKRAUSKOFF , introduction to Geochemistry. Mc Graw. Hill LTD, 197 ، p. 664.

(٣٤) سعد الله نجم النعيمي ، المرشد الحسابي والمعرفي لخلط الاسمدة السائلة والصلبة ، دار الكتب العلمية للطبع ، ١٩٧١ ، ص٢٥ .

(٣٥)عصام عبد الستار صديق واخرون ، توزيع العناصر الصغرى في الترب الكلسية لشمال العراق ، ندوة العناصر المغذية الصغرى الخامسة ، ملخصات البحوث ، القاهرة ، الإسماعيلية ، ١٩٨٩ , ص٧ .

(٣٦) حنان كريم مروح الدليمي ، تصنيف تربة السهل الرسوبي في قضاء الرمادي وتقييم قابليتها للأغراض الزراعية ، اطروحة الدكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة الانبار، ٢٠٢٠ ، ص١٤٩ .

(٣٧) Brady, N. C, weil, R.R, (2017), the Nature, and properties of soils, 15th Edition New york ,P89

(٣٨) Mars chener , H, (2012), Mineral Nutrition of Higher plants, 3rd Edition London Academic press, pp, 189 – 193 .

(٣٩) Foth, H, D, (1990) , Fundamentals of soil science 8th Edition Now york : john wiley & sons, pp, 211 – 214 .

Seventh: Research Sources:

1. **Radi Kazim Al-Rashidi**, *Microbial Soil Biology*, University of Basra, 1987, p. 157-158.
2. **Abdul Abbas Fadheekh Al-Ghreiri**, **Saadiah Aakul Mhani Al-Salahi**, *Geography of the Biosphere (Plants and Animals)*, Publications of the University of Damascus, College of Arts, 1st ed., 1998, p. 83.
3. **Carrsonsposito**, *The Chemistry of Soils*, Oxford University Press, 54, 2nd ed., 2008, p. 68.
4. **Schalten, H.R., and M. Schnitzer**, *Alhpatiesin Soil Organic Matter in Fine-Clay Fractions*, J. Soil Sci. Soc. Amer., Vol. (54), No. (1), Ju-Fed 1990, p. 98.
5. **Nazim Anis Issa**, *Geography of Soils*, Publications of the University of Damascus, College of Arts and Humanities, 2013, p. 66.
6. **Roy Aij Volt et al.**, *Fertilizers and Soil Terminology*, translated by Ahmed Taha Al-Tai, University of Mosul Printing Press, Mosul, 1987, p. 68.
7. **Kazem Saad Shanta**, *Geography of Soils*, Al-Manhajiah Publishing and Distribution, Amman, 2016, p. 94.
8. **Saad Allah Najim Abdullah Al-Naimi**, *The Relationship between Soil, Water, and Plants*, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 1990, p. 128.
9. **Kazem Mashhut Awad**, *Principles of Soil Chemistry*, University of Basra Printing Press, University of Basra, 1986, p. 214.
10. **Ali Hussein Al-Shalash**, *Geography of Soils*, College of Education, University of Basra, 3rd ed., p. 53.
11. **Saad Allah Najim Abdullah Al-Naimi**, *The Computational and Knowledge Guide for Liquid and Solid Fertilizer Plans*, Dar Al-Kutub for Printing, 1971, p. 85.
12. **Ali Hussein Al-Shalash**, *Geography of Soils*, College of Education, University of Basra, 3rd ed., p. 78.
13. **F. A.O. Soil Survey in Visiting (Foreign Nationsoi)**, Bulletin No. 42, Rome, 1979, p. 78.
14. **Abdul Fattah Al-Ani**, *Soil Science Fundamentals*, Baghdad, Institute of Technical Institutes Press, 1st ed., Zafaraniya, 1984, p. 206.
15. **Yass Khudeir Al-Hadithi et al.**, *Land Reclamation*, Higher Education Printing Press, Baghdad, p. 61.
16. **Saud Abdul Aziz Al-Fadhli**, **Nasir Abdul Sajad Al-Mousawi**, *Spatial Variations of Salinity Phenomenon in the Alluvial Plain*, Basra University Journal of Arts, Issue 43, 2007, p. 246.

17. **Mohammed Fadhil Abbas Al-Jubouri**, *The Effect of Surface Water on the Cultivation and Production of Winter Crops in the Al-Mada'in District*, Master's Thesis (Unpublished), Ibn Rushd College of Education for Humanities, University of Baghdad, 2019, p. 125.
18. **Amani Hussein Abdul Razzaq Al-Barrak**, *Geographical Analysis of Soil Pollution in Basra Governorate*, Master's Thesis (Unpublished), College of Education, University of Basra, 2012, p. 101.
19. **Abdullah Azawi Rashid**, *Study of the Mineral Distribution of Some Calcareous Soils in the Dry and Semi-Dry Regions of Northern Iraq*, Master's Thesis, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, 1986, p. 19.
20. **Ismail Dawood Salman Al-Amiri**, *Spatial Variability of Soil Properties in the Bahraz and Bani Saad Districts and Their Spatial Relationship with Climate and Water Resources*, Master's Thesis (Unpublished), Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2005, p. 40.
21. **Quds Osama Qawm Al-Klidar**, *Soil Evaluation in the Daur District of Salah al-Din Governorate and Its Economic Investments* (Unpublished PhD Dissertation), College of Arts, University of Baghdad, 2019, p. 127.
22. **Quds Osama Qawm Al-Klidar**, *Soil Evaluation in the Daur District of Salah al-Din Governorate and Its Economic Investments* (Unpublished PhD Dissertation), College of Arts, University of Baghdad, 2019, p. 136.
23. **Shaima Mohammed Samisam**, *Soil Classification and Evaluation of the West Gharraf Area in Wasit Governorate Using Geographic Information Systems (GIS)*, (Unpublished PhD Dissertation), College of Education for Humanities, University of Wasit, 2023, p. 255.
24. **Saad Allah Najim Al-Naimi**, *The Relationship between Soil, Water, and Plants*, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 1990, p. 232.
25. **Fahim Abdul Salam Abdullah**, *Soil Fertility and Plant Nutrition*, 2nd ed., Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 2001, p. 135.
26. **Shaker Maysir Lafta Al-Zamili**, *Soil Properties and Their Impact on Agricultural Production in the Mufiqiya District*, College of Education for Humanities, University of Wasit, *Ark Journal for Philosophy and Social Sciences*, Issue 16, 2014, p. 249.
27. **Abdul Munim Bilig**, *Land Fertility and Fertilization*, New Publications House, Alexandria, 1976, p. 298.

28. **Ali Hussein Al-Shalash**, *Geography of Soils*, College of Education, University of Basra, 3rd ed., p. 26.
29. **Shaker Maysir Lafta Al-Zamili**, *Soil Properties and Their Impact on Agricultural Production in the Mufiqiya District*, College of Education for Humanities, University of Wasit, *Ark Journal for Philosophy and Social Sciences*, Issue 16, 2014, p. 112.
30. **Sawsan Hilal Khidr Nadar Al-Ukayli**, *Spatial Analysis of Soil Properties and Their Productive Relationships in the Al-Sayyid Dakhil District of Dhi Qar Governorate*, Master's Thesis (Unpublished), College of Education for Humanities, University of Wasit, 2019, p. 181.
31. **Nouri Ahmed Al-Kubaisi**, *The Effects of Calcium Carbonate on Some Physical and Mineral Properties of Soils*, Master's Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, 1986, p. 60.
32. **Black, C. A.**, *Methods of Soil Analysis, Part Chemical Properties*, No. in series American Society of Agronomy in USA, 1971, p. 155-157.
33. **K. Bkrauskoff**, *Introduction to Geochemistry*, McGraw-Hill Ltd, 1970, p. 664.
34. **Saad Allah Najim Al-Naimi**, *The Computational and Knowledge Guide for Mixing Liquid and Solid Fertilizers*, Dar Al-Kutub for Printing, 1971, p. 25.
35. **Issam Abdul Sattar Sadiq et al.**, *Distribution of Micronutrients in Calcareous Soils of Northern Iraq*, Fifth Micronutrient Nutrients Conference, Research Abstracts, Cairo, Ismailia, 1989, p. 7.

Hanan Karim Mrouh Al-Daimi, *Soil Classification of the Alluvial Plain in Ramadi District and Evaluation of Its Agricultural Suitability*, PhD Dissertation (Unpublished), College of Education for Humanities, University of Anbar, 2020, p. 149.