نمذجة التباين المكاني لبعض خصائص الترب الكيميائية ما بين الصقلاوية وابي غريب باستخدام التقنيات الحديثة

الطالبة سارة وليد عبدالحميد
sarah.w.abdulhameed@aliraqia.edu.iq
أ.د نبراس عباس ياس
nibras_yaas@aliraqia.edu.iq
الجامعة العراقية / كلية الآداب

Spatial Variability Modeling of Selected Soil Chemical Properties Between Al-Saqalawiya and Abu Ghraib Using Modern Techniques

Student: Sarah Waleed Abdulhameed
Prof. Dr. Nibras Abbas Yaas
ALIraqia University / College of Arts

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ونمذجة التباين المكاني لخصائص التربة الكيميائية في المنطقة الواقعة بين قضاء الصقلاوية وقضاء أبي غريب، تم جمع عدد من العينات الترابية من مواقع مختلفة ضمن المنطقة المدروسة، وأُجري عليها عدد من التحليلات الكيميائية مثل المادة العضوية (OM) وقياس درجة الحموضة (pH)، والتوصيل الكهربائي (EC)، ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) ونسبة تبادل الصوديوم (ESP) , أظهرت نتائج التحليل المكاني وجود تباين واضح في توزيع الخصائص الكيميائية للتربة , وتُعد هذه الدراسة خطوة مهمة نحو دعم القرارات الزراعية والإدارية، من خلال فهم الخصائص الكيميائية للتربة وتحديد مدى ملاءمتها للأنشطة الزراعية، بما يسهم في الاستخدام الأمثل والمستدام للموارد الأرضية في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية : العينات الميدانية , نظم المعلومات الجغرافية

Abstract

This study aims to analyze and model the spatial variability of soil chemical characteristics in the area between Al-Saqalawiya district and Abu Ghraib district. Several soil samples were collected from different locations within the study area and subjected to various chemical analyses, including organic matter (OM), pH measurement, electrical conductivity (EC), sodium adsorption ratio (SAR), and exchangeable sodium percentage (ESP). The results of spatial analysis showed clear variations in the distribution of soil chemical characteristics. This study represents an important step towards supporting agricultural and administrative decision-making by understanding soil chemical properties and determining their suitability for agricultural activities, thus contributing to the optimal and sustainable use of land resources in the study area.

Keywords: Field samples, Geographic Information Systems (GIS)

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

التربة من العناصر الأساسية في البيئة الطبيعية وتعتمد كفاءة التربة في أداء وظائفها البيئية والإنتاجية على خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتهدف الدراسة إلى نمذجة وتحليل التباين المكاني للخصائص الكيميائية للتربة ضمن المنطقة الواقعة بين الصقلاوية وأبي غريب، وتم الاعتماد في الدراسة على تقنيات التحليل المكاني الحديثة، مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرسم الخرائط المكانية وتحديد الأنماط التوزيعية للعناصر الكيميائية في التربة.

اولاً : مشكلة الدراسة

ما مدى التباين المكاني في الخصائص الكيميائية للتربة في المنطقة الواقعة بين الصقلاوية وأبي غريب، وكيف يمكن نمذجة هذا التباين باستخدام التقنيات الحديثة؟

ثانياً : فرضية الدراسة:

يوجد تباين مكاني واضح في الخصائص الكيميائية للتربة بين منطقتي الصقلاوية وأبي غريب، ويمكن نمذجة هذا التباين وتحليله بدقة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأساليب التحليل المكاني الحديثة، مما يساعد في تفسير أنماط التوزيع وتحديد المناطق المتأثرة.

ثالثاً : هدف الدراسة :

يهدف هذا البحث إلى نمذجة وتحليل التباين المكاني للخصائص الكيميائية للتربة في المنطقة الواقعة بين الصقلاوية وأبي غريب، من خلال توظيف التقنيات الجيومكانية الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأساليب التحليل المكاني، وذلك من أجل تحديد مدى تباين الخصائص الكيميائية للتربة مكانياً , إنتاج

خرائط مكانية توضّح توزيع الخصائص الكيميائية مثل الملوحة، الحموضة، التوصيل الكهربائي، والعناصر الكيميائية , دعم القرارات المتعلقة بالإدارة الزراعية واستخدام الأرض بصورة مستدامة.

رابعاً: خطوات العمل وأسباب اختيار العينات

١- خطوات العمل

تمثلت خطوات العمل في الدراسة بما يأتي:

أ- تحديد منطقة الدراسة الواقعة بين الصقلاوية وأبي غريب.

ب- اختيار ٣٣ نقطة عينة موزعة ميدانياً وفق تنوع جيومورفولوجي واضح.

ت- جمع العينات من ثلاثة أعماق لكل نقطة (٠-٣٠، ٣٠-٦٠، ٦٠-٩٠ سم).

ث- إجراء التحاليل المختبرية لتحديد الخصائص الكيميائية مثل المادة العضوية، درجة الحموضة، التوصيل الكهربائي، نسبة امتزاز الصوديوم، ونسبة الصوديوم المتبادل.

ج- استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل البيانات وإنشاء خرائط مكانية لتوزيع الخصائص وعمل نمذجة خرائطية للخصائص الكيميائية.

ح- تحليل النتائج وتفسيرها في ضوء الاستخدامات الزراعية والظروف البيئية السائدة في المنطقة.

٢- سبب اختيار ٣٣ عينة

تم اختيار ٣٣ عينة لتحقيق تمثيل مكاني كافٍ وشامل للتنوع الجيومورفولوجي في منطقة الدراسة، التي تبلغ مساحتها نحو ١٦٠.٦ كم². يوفّر هذا العدد تغطية مناسبة للخصائص المتغيرة للتربة من حيث الملوحة، المادة العضوية، ودرجة التفاعل، مما يسمح بالحصول على نتائج دقيقة وموضوعية تمثل الواقع الميداني.

٣- المعيار المعتمد في اختيار العينات

اعتمد توزيع العينات على معايير علمية مدروسة تمثلت في:

أ- التوزيع المكاني المنتظم لتغطية جميع أجزاء منطقة الدراسة.

ب- التمثيل الجيومورفولوجي عبر وحدات مثل السهول، القيعان، والمناطق المنخفضة.

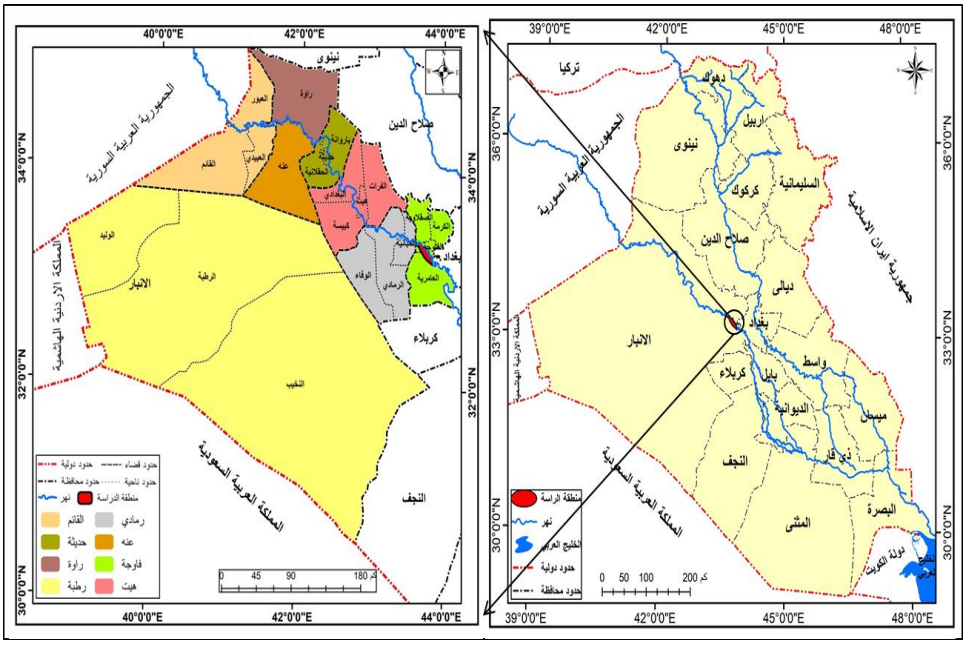
ت- تنوع استخدامات الأرض بين الزراعي والسبخي والمناطق المتدهورة.

ث- استخدام الخرائط الطبوغرافية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع العينات بدقة.

خامساً : حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن محافظة الأنبار في الجزء الأوسط الشرقي منها، وتمتد ضمن نطاق جغرافي يضم أجزاء من الصقلاوية الفلوجة والعامرية ، وتحدها من الشرق محافظة بغداد ومن الغرب الحبانية ومن الشمال الكرمة والصقلاوية ومن الجنوب العامرية . وتشغل المنطقة موقعًا متميزًا بالقرب من نهر الفرات، ما يمنحها أهمية جغرافية وبيئية خاصة .أما من الناحية الفلكية، فتقع المنطقة بين دائرتي عرض **33°00′ و ٣٣°٠٣٠′ شمالاً**، وبين خطي طول **43°30′ و ٤٤°١٥′ شرقاً**, خريطة رقم (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر : بالاعتماد على وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط , خريطة العراق الإدارية , ١:١٠٠٠٠٠٠, بغداد , ٢٠١١ .

١- المادة العضوية (O.M) :

عبارة عن خليط من المواد المتبقية من الكائنات الحية نباتية كانت او حيوانية تتركب المادة العضوية من العناصر الغذائية تتمثل بالكاربون كعنصر رئيسي والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين والكبريت وغيرها.[١] ويمكن تمييز ثلاث حالات للمادة العضوية :

الأولى : تتمثل بالمواد المتحللة التي تقدر نسبة المواد المتفسخة اقل من (٣٣٪) وتشمل هذه المواد الأوراق – الاغصان – الازهار.

اما في الحالة الثانية : فتتمثل المواد من نصف المتحللة تتراوح نسبتها (من ٣٣ – ٦٦ %) وتشمل جذور الحشائش الحولية والمعمرة بشكل أساسي .

الحالة الثالثة : المواد المتحللة التي تتجاوز نسبة المواد المتفسخة فيها اكثر من (٦٦ %) وتسمى الدبال (Humus) وهو مخلط معقد من مركبات صعبة الانحلال كالمواد البروتينية المتحدة مع القواعد الموجودة في التربة ويختلف الدبال في نوعيته وكميته باختلاف التركيب الكيميائي للمواد المتحللة واختلاف أنواع الترب والاحياء الدقيقة فضلاً عن تفاوت الحرارة والرطوبة والتهوية والحموضة والقلوية .[٢]

والدبال مادة غامقة اللون تتوزع في التربة بشكل منتظم وترتبط مع معادنها بعلاقة وثيقة لها خصائص فيزيائية وتركيب كيميائي شبه ثابت. حالة المادة العضوية للتربة تؤثر بشكل مباشر على خصائص التربة ومن ابرز فوائدها :

أ- **تحسين بنية التربة** : تساعد المادة العضوية في تحسين بنية التربة عن طريق تحسين تهويتها وتسهيل اختراق جذور النباتات للماء والاوكسجين هذا يساعد على تقليل التكتل ويسهم في الحفاظ على التربة من الانجراف .

ب- **زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء** : المادة العضوية تحفظ الماء داخل التربة مما يساعد على تقليل التبخر وتحسين قدرة التربة على توفير المياه للنباتات في فترات الجفاف .

ت- **تحسين خصوبة التربة** : تقوم المادة العضوية بتحرير العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة مما يساعد على تغذية النبات ويعزز نموها.

ث- **مكافحة التعرية** : المادة العضوية تساعد في ربط جزيئات التربة مع بعضها البعض مما يقلل من خطر التعرية.

ج- تعد المادة العضوية عنصراً حيوياً لضمان صحة التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية.

وللمادة العضوية اهمية كبيرة للتربة، فهي تعمل على تماسك دقائق التربة وتُحسّن من بنائها، كما تقلل من التعرية المائية والريحية فضلاً عن انها تحافظ على رطوبة التربة ودرجة حرارتها، اذ تساعد في تقليل نسبة تبخر الماء من التربة، فتزيد من تصريفها وخصوبتها وانتاجيتها.[3]

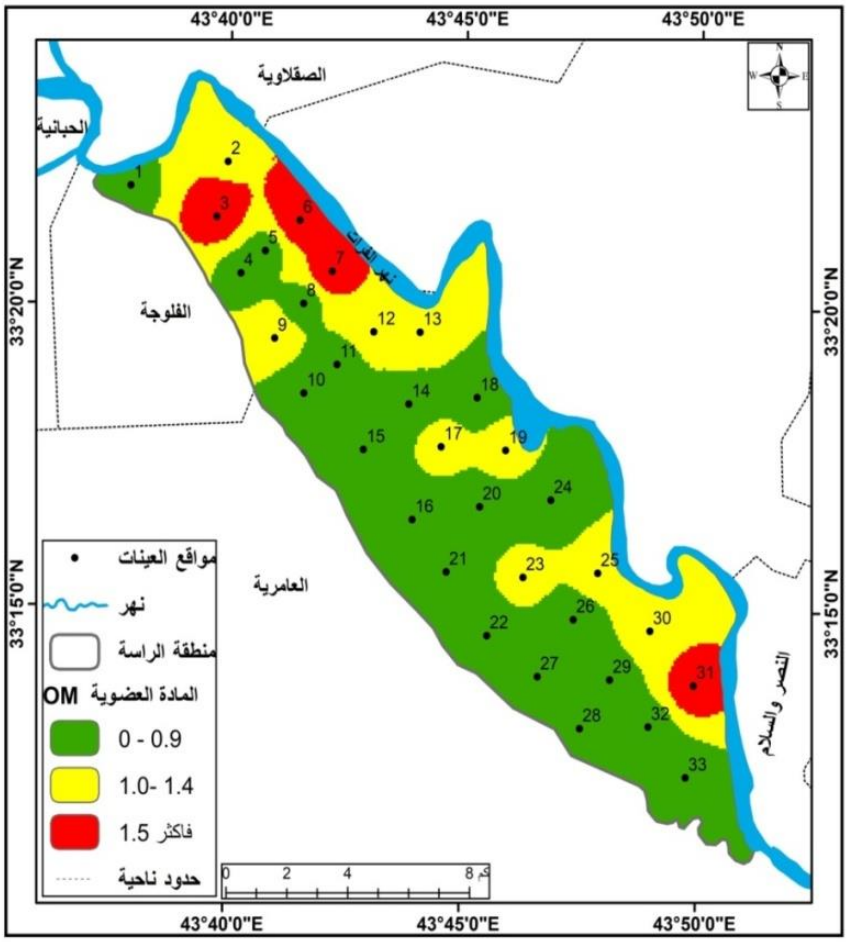
جدول (١) الخصائص الكيميائية لتربة منطقة الدراسة

رقم العينة	العمق سم	OM	PH	EC	SAR	ESP	رقم العينة	العمق سم	OM	PH	EC	SAR	ESP
S1	0-30	1.12	7.82	16.3	5.833	6.842	S17	0-30	1.54	7.11	17.2	5.272	6.117
	31-60	1.15	7.16	19.2	9.61	11.44		31-60	0.87	7.96	19.5	7.106	8.443
	61-90	0.18	7.97	15.6	8.015	9.554		المتوسط	1.205	7.535	18.35	6.189	7.296
	المتوسط	0.81	7.65	17.03	7.833	9.333	S18	0-30	1.18	7.16	14.5	8.515	10.15
S2	0-30	1.14	7.28	16.8	4.977	5.732		31-60	0.28	7.97	13.2	5.532	6.454
	31-60	0.79	7.52	14.5	8.899	10.61		المتوسط	0.73	7.565	13.85	7.113	8.451
	المتوسط	0.965	7.4	15.65	6.833	8.105	S19	0-30	1.48	7.28	16.8	6.817	8.084
S3	0-30	1.45	7.97	13.2	5.25	6.089		31-60	1.88	7.62	14.5	8.066	9.615
	31-60	1.78	7.66	18.2	6.117	7.203		61-90	0.87	7.97	13.2	4.931	5.673
	المتوسط	1.615	7.815	15.7	5.686	6.653		المتوسط	1.41	7.59	14.83	6.548	7.748
S4	0-30	0.45	7.42	16.8	9.028	10.76	S20	0-30	0.45	7.66	18.2	9.06	10.8
	31-60	0.87	7.5	14.5	5.922	6.955		31-60	0.12	7.42	16.8	7.462	8.881
	المتوسط	0.66	7.46	15.65	7.572	9.016		المتوسط	0.285	7.54	17.5	8.254	9.84
S5	0-30	1.18	7.91	13.2	7.248	8.619	S21	0-30	1.35	7.5	14.5	9.003	10.73
	31-60	0.28	7.11	18.2	5.198	6.021		31-60	0.12	7.91	16.8	5.249	6.088
	المتوسط	0.73	7.51	15.7	6.209	7.321		المتوسط	0.735	7.705	15.65	7.159	8.509
S6	0-30	1.48	7.96	17.2	9.476	11.28	S22	0-30	0.24	7.11	14.5	7.111	8.449
	31-60	1.88	7.57	19.5	8.255	9.842		31-60	1.25	7.96	13.2	8.68	10.35
	61-90	1.98	7.35	18.4	4.202	4.706		المتوسط	0.745	7.535	13.85	7.92	9.439
	المتوسط	1.78	7.626667	18.37	7.212	8.574	S23	0-30	1.35	7.42	18.2	5.062	5.843
S7	0-30	1.48	7.97	16.4	6.741	7.989		31-60	1.65	7.5	16.8	7.831	9.33
	31-60	1.57	7.66	15.2	9.147	10.9		61-90	0.87	7.91	14.5	9.558	11.38
	المتوسط	1.525	7.815	15.8	7.923	9.443		المتوسط	1.29	7.61	16.5	7.414	8.822
S8	0-30	1.08	7.42	17.5	5.484	6.392	S24	0-30	0.45	7.11	13.2	4.951	5.698
	31-60	0.44	7.5	13.8	9.583	11.41		31-60	0.12	7.96	16.8	6.741	7.989
	المتوسط	0.76	7.46	15.65	7.619	9.073		المتوسط	0.285	7.535	15	5.842	6.852
S9	0-30	1.25	7.97	14.9	9.373	11.16	S25	0-30	1.18	7.28	14.5	7.566	9.008
	31-60	1.02	7.66	16.8	5.373	6.248		31-60	0.28	7.52	16.8	5.73	6.709
	61-90	0.87	7.42	15.6	6.994	8.304		61-90	1.48	7.97	14.5	8.48	10.11
	المتوسط	1.04	7.68	15.77	7.256	8.629		المتوسط	0.98	7.59	15.27	7.298	8.68
S10	0-30	0.45	7.5	16.8	7.69	9.16	S26	0-30	0.87	7.66	13.2	7.719	9.195
	31-60	0.12	7.91	14.5	5.148	5.956		31-60	0.45	7.97	18.2	5.331	6.194
	المتوسط	0.285	7.705	15.65	6.412	7.576		المتوسط	0.66	7.815	15.7	6.536	7.733
S11	0-30	0.24	7.11	14.9	8.642	10.3	S27	0-30	0.12	7.66	17.2	7.963	9.49
	31-60	1.25	7.96	15.9	5.165	5.978		31-60	0.28	7.42	19.5	5.747	6.73
	المتوسط	0.745	7.535	15.4	6.868	8.148		المتوسط	0.2	7.54	18.35	6.906	8.194
S12	0-30	1.35	7.16	18.7	7.111	8.449	S28	0-30	0.87	7.5	16.8	6.601	7.814
	31-60	1.24	7.97	16.8	10.08	11.98		31-60	0.45	7.91	14.5	9.187	10.95
	المتوسط	1.295	7.565	17.75	8.536	10.18		المتوسط	0.66	7.705	15.65	7.918	9.436
S13	0-30	1.26	7.97	17.4	5.053	5.832	S29	0-30	0.12	7.11	12.8	5.507	6.422
	31-60	1.87	7.66	13.7	7.404	8.81		31-60	0.18	7.97	13.7	7.598	9.047
	61-90	0.87	7.42	15.6	8.807	10.5		المتوسط	0.15	7.54	13.25	6.54	7.738
	المتوسط	1.33	7.68	15.57	7.085	8.417	S30	0-30	1.14	7.66	11.9	7.598	9.047
S14	0-30	0.45	7.5	16.8	4.994	5.755		31-60	0.79	7.42	19.5	5.331	6.194
	31-60	0.12	7.91	14.5	7.005	8.318		المتوسط	0.965	7.54	15.7	6.484	7.667
	المتوسط	0.285	7.705	15.65	5.979	7.027	S31	0-30	1.45	7.5	13.8	8.443	10.07
S15	0-30	1.58	7.11	13.2	8.066	9.615		31-60	1.78	7.97	15.7	5.387	6.267
	31-60	0.12	7.96	16.8	4.948	5.694		المتوسط	1.615	7.735	14.75	6.906	8.194
	المتوسط	0.85	7.535	15	6.422	7.589	S32	0-30	0.45	7.66	19.4	6.601	7.814
S16	0-30	0.24	7.42	14.5	8.899	10.61		31-60	0.87	7.42	14.8	9.187	10.95
	31-60	1.25	7.5	13.2	5.373	6.248		المتوسط	0.66	7.54	17.1	7.918	9.436
	61-90	1.35	7.91	18.2	9.187	10.95	S33	0-30	0.28	7.5	13.2	4.803	5.504
	المتوسط	1.29	7.61	15.3	7.824	9.323		31-60	1.48	7.91	18.2	7.275	8.652
								المتوسط	0.88	7.705	15.7	5.958	7.001

المصدر: بالاعتماد على العينات الميدانية وتحليلها مختبرياً .

ملاحظة : بالنظر للجدول رقم (١) نلاحظ تباين اقصى عمق من (٦٠-٩٠ سم) بين عينة وأخرى ذلك بسبب ظهور المياه الجوفية اثناء حفر هذه الأعماق مما يعيق اخذ العينة لذى توقف الحفر لبعض العينات عند (٦٠ سم).

خريطة (٢) نسبة المادة العضوية (OM) % في تربة منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (١) باستخدام برنامج (Arc map 10.8) .

جدول (٢) التصنيف العلمي لاحتواء التربة من المادة العضوية

نسبة المادة العضوية % O.M	تصنيفها
٢	تربة غنية بالمواد العضوية
١ – ٢	ترب محتوى متوسط بالمادة العضوية
اقل من ١	ترب فقيرة بالمادة العضوية

المصدر : Brady, N.C. & Weil, R.R. (2008). The Nature and Properties of Soils (14th ed.). Pearson Prentice Hall.

جدول (٣) نسبة المادة العضوية (OM) % في تربة منطقة الدراسة

المادة العضوية (OM)	الفئات	العينات	تصنيفها	المساحة/كم^2
منخفضة	٠ – ٠.٩	٢٧،٢٩،١٠،١٤،٢٠،٢٤ ،٤،٥،١١، ١٨،٢١،٢٢،٢٦،٢٨،٣٢، ١،٨،١٥،١٦،٣٣	ترب فقيرة بالمادة العضوية	٩٤.٧
متوسطة	١.٠-١.٤	٢،٩،٢٥،٣٠،١٧،١٢،١٣، ٢٣،١٩	ترب محتوى متوسط بالمادة العضوية	٥٢.٣
عالية	١.٥ فاكثر	٧،٣،٣١،٦	تربة غنية بالمواد العضوية	١٣.٦
المجموع				١٦٠.٦

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٢)

ويتضح من خلال معطيات الجدول (١) والخريطة (٢) والجدول (٢)،وجود تباين واضح في نسبة المادة العضوية في ترب منطقة الدراسة اذ تم تقسيمها على ثلاث فئات وكالاتي:-

أ- **الفئة المنخفضة:-** وهي التي تقع ضمن حدود (٠ – ٠.٩) وتتضمن العينات

(٢٧،٢٩،١٠،١٤،٢٠،٢٤،٤،٥،١١،١٨،٢١،٢٢،٢٦،٢٨،٣٢،١،٨،١٥،١٦،٣) تنتشر في منطقة الدراسة من شمالها الى جنوبها وتتركز في الاقسام الجنوبية والجنوبية الغربية وبمساحة تبلغ (٩٤.٧ كم^{٢}) وسجلت هذه الفئة المساحة الاكبر وسجلت اعلى قيمة في العينة (٤,٩,١٦,١٩,٢٣,٢٦,٢٨) اذ بلغت (٠.٨٩) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (١٠,١٤,١٥,٢١,٢٤,٢٧,٢٩) اذ بلغت (٠.١٢)، وتصنف بكونها ترب فقيرة بالمادة العضوية. وهي محددة على الخريطة باللون الاخضر. ويعود سبب انخفاض نسبة المادة العضوية في ترب منطقة الدراسة الى ارتفاع نسبة مفصولات الرمل فيها ونسجتها الخشنة التي أدت الى فقرها للغطاء النباتي، بسبب عدم توافر الظروف الملائمة لنموه.

ب- **الفئة المتوسطة:-** وهي التي تقع ضمن حدود (١ – ١.٤) وتتضمن العينات(٢،٩،٢٥،٣٠،١٧،١٢،١٣،٢٣،١٩) وتظهر بشكل واضح في الاقسام الوسطى ضمن منطقة الدراسة وبمساحة تبلغ (٥٢.٣ كم^{٢}) وسجلت اعلى قيمة في العينة (١٢,١٣,٢٢,٢٣) اذ بلغت (١.٣٥) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (S1) اذ بلغت (١.١٢) وتقع في الاقسام وتتصف بكونها ترب ذات محتوى متوسط بالمادة العضوية.

ت- **الفئة العالية:-** وهي التي تقع ضمن حدود (١.٥ فاكثر) وتتضمن العينات(٧،٣،٣١،٦) وتقع في الاقسام الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية ضمن منطقة الدراسة وبمساحة تبلغ (١٣.٦كم٢) وسجلت اعلى قيمة في العينة (S6) اذ بلغت (١.٩٨) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (S17) اذ بلغت

(١.٥٤) وتصنف بكونها تربة غنية بالمواد العضوية، والتي تظهر باللون الازرق على الخريطة، وقد يعزى سبب ارتفاع نسبها في هذه المناطق الى كثافة غطائها النباتي مقارنة بالمناطق الاخرى، كذلك اضافة الاسمدة العضوية من قبل المزارعين، فضلاً عن ان هذه المناطق تمتاز بتربية ورعي الحيوانات والذي زاد من فرص ارتفاع نسبة المادة العضوية فيها.

ومن خلال (٣) جدول التصنيف العلمي لاحتواء التربة على المادة العضوية نجد ان ترب المنطقة تصنف بأنها غنية بالمواد العضوية.

٢- درجة تفاعل التربة (PH) :

يقصد بها الحامضية والقاعدية اذ تؤثر درجة التفاعل على العمليات الحيوية والكيميائية التي تجري في التربة وقد تؤذي الترب ذات الحمضية او القلوية العالية العديد من النباتات وتدعم الترب المتعادلة معظم العمليات الحيوية والكيميائية بما في ذلك العمليات التي من خلالها تحصل النباتات على المواد المغذية.[٤] ان اذابة المعادن تتوقف بالدرجة الأولى على مقدار (PH) فإذا ارتفع مقدار(PH) في تربة حامضية يجعلها اقل حموضة بالتالي تتأثر قابلية ذوبان العناصر بحيث تصبح كميتها في محلول التربة اقل من ما تحتاج اليه بعض النباتات , وعلى العكس فإذا ازدادت نسبة (PH) في محلول التربة فقد يؤدي ذلك الى اذابة كمية كبيرة من تلك المعادن لدرجة انها تؤدي الى تسمم النباتات وموتها بعد ان تتحول الى قاعدية.[٥]

ان مقياس درجة تفاعل التربة ينقسم الى أربعة عشر جزءاً يتراوح في الترب الحامضية من (١ – ٦) اما الترب القاعدية او الملحية تتراوح من (٨ – ١٤) اما الرقم (٧) يمثل الحالة الحيادية والمعتدلة وعلى أساس الحد الأوسط الرقم (٧) يمكن معرفة التربة اذا كانت حامضية او قاعدية , اذا كان مقدار الـ (PH) اقل من

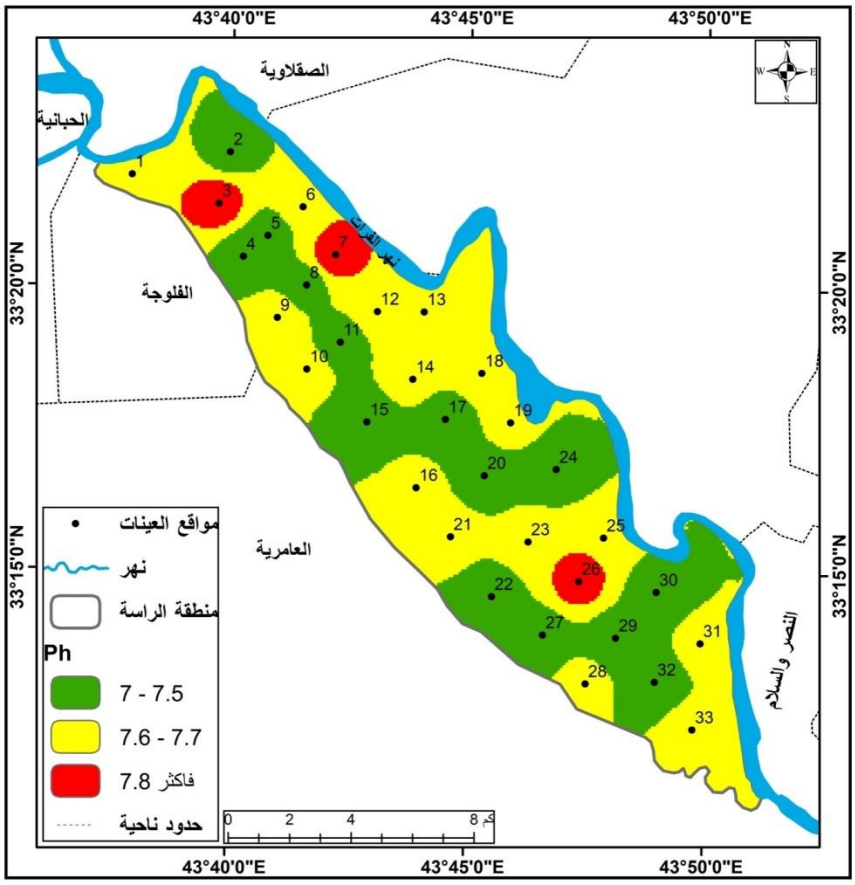
(٧) فأنها حامضية واذا كان مقدار (PH) اكثر من (٧) فان التربة قاعدية . ان قيمة (PH) في محاليل التربة يختلف باختلاف البيئة في المناطق الجافة وشبه الجافة تكون درجة تفاعل التربة قاعدية لانعدام غسل التربة لقلة الامطار ،اما الترب الرطبة تكون حامضية . ومن خلال نتائج التحليلات لعينات المنطقة سجلت اعلى قيمة في العينة رقم (٣) (٧.٨١٥) وادنى قيمة في العينة رقم (٢) (٧.٤) وعند مقارنة النتائج مع جدول رقم (٤) وجد ان التربة متعادلة الحامضية وبسيطة ومعتدلة القاعدية .

جدول (٤) صنف التربة ودرجة (PH)

ت	صنف التربة	الاسم العلمي	درجة (PH)
1	فائقة الحامضية	Extremely Acid	اقل من ٤.٥
2	كثيرة الحامضية	Very Strongly Acid	٥-٤.٥
3	شديدة الحامضية	Strongly Acid	٥.٥-٥
4	متوسطة الحامضية	Medium Acid	٦-٥.٥
5	بسيطة الحامضية	Acid Midly	٦.٥-٦
6	متعادلة الحامضية	Neutral Acid	٧.٣-٦.٥
7	بسيطة القاعدية	Midly Alkaline	٧.٨-٧.٣
8	معتدلة القاعدية	Moderately Alkaline	٨.٤-٧.٨
9	شديدة القاعدية	Strongly Alkaline	٩-٨.٤

المصدر : وليد خالد العكيدي , علم البيدولوجي , مسح وتصنيف التربة , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة بغداد , ١٩٨٩ , ص ٢٤٣-٢٤٤.

خريطة (٣) درجة تفاعل التربة بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (١) باستخدام برنامج (Arc map 10.8) .

جدول (٥) درجة تفاعل التربة بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة

درجة تفاعل التربة (PH)	الفئات	العينات	صنف التربة	المساحة/كم٢
منخفضة	٧ – ٧.٥	٢،٤،٥،٨،١١،١٥ ١٧،٢٠،٢٢،٢٤،٢٧،٢٩،٣٠،، ٣٢	متعادلة الحامضية	٦٧.٧
متوسطة	٧.٦ – ٧.٧	٦،١٢،١٦،١٨،١٩،٢٣،٢٥ ١،٩،١٠،١٣،١٤،٢١،٢٨،٣١، ٣٣،	بسيطة القاعدية	٨٥.٤
عالية	٧.٨ فاكثر	٣،٧،٢٦	معتدلة القاعدية	٧.٥
المجموع				١٦٠.٦

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٣).

ويتضح من خلال معطيات الجدول (١) والخريطة (٣) والجدول (٥)، وجود تباين واضح في درجة تفاعل التربة في منطقة الدراسة اذ تم تقسيمها على ثلاث فئات وكالاتي:-

أ- **الفئة المنخفضة:-** وهي التي تقع ضمن حدود (٧ – ٧.٥) وتتضمن العينات (٢،٤،٥،٨،١١،١٥،١٧،٢٠،٢٢،٢٤،٢٧،٢٩،٣٠،٣٢) وهي متعادلة الحامضية وتقع في الاقسام الشمالية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية وبمساحة تبلغ (٦٧.٧ كم٢) وسجلت اعلى قيمة في العينة (٢,١٩) اذ بلغت (٧.٥٢) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (١١,١٤,١٥,٢٢,٢٤,٢٩) اذ بلغت (٧.١١).

ب- **الفئة المتوسطة:-** وهي التي تقع ضمن حدود (٧.٦ – ٧.٧) وتتضمن العينات(٦،١٢،١٦،١٨،١٩،٢٣،٢٥،١،٩،١٠،١٣،١٤،٢١،٢٨،٣١،٣٣)

وتظهر بشكل واضح في الاقسام الوسطى ضمن منطقة الدراسة وبمساحة تبلغ (٨٥.٤ كم^{٢}) وتشغل المساحة الاكبر ضمن منطقة الدراسة وسجلت اعلى قيمة في العينة (٣,٧,٩,١٣,١٧,٢٦,٣٠) اذ بلغت (٧.٦٦) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (S16) اذ بلغت (٧.٦١), وتقع في الاقسام الممتدة من الشمال الى جنوب منطقة الدراسة وتتصف بكونها ترب بسيطة القاعدية.

ج- الفئة العالية:- وهي التي تقع ضمن حدود (٧.٨ **فاكثر**) وتتضمن العينات(**٣،٧،٢٦**) وتقع في الاقسام الشمال والشرق والجنوب ضمن منطقة الدراسة وبمساحة تبلغ (٧.٥ كم^{٢}) وسجلت اعلى قيمة في العينة (١,٣,٦,٧,٩,١٣,١٨,١٩,٢٢,٢٣,٢٦,٣١) اذ بلغت (٧.٩٧) في حين سجلت ادنى قيمة في العينة (٣,٧,٣١) اذ بلغت (٧.٨١٥) وتتصف بكونها معتدلة القاعدية.

ونستنتج من اعلاه ان سبب ارتفاعها يعود الى قلة عمليات الغسل، نتيجة لقلة هطول الأمطار وارتفاع درجة التفاعل في مياه نهر الفرات وبحيرة الحبانية والتي تروى منها ترب هذه المناطق، فضلاً عن قلة عمليات الري نتيجة لترك الاراضي بدون زراعة، في حين بلغت اقل قيمة لها (٧.١١) في نتيجة لارتفاع نسبة المادة العضوية وعمليات الغسل الناتجة عن عمليات الري، أما متوسط درجة تفاعل التربة في منطقة الدراسة قد بلغت (٧.٦٦)، ومما تقدم يتضح ان ترب منطقة الدراسة تتراوح ما بين متعادلة الحامضية وبسيطة ومعتدلة القاعدية.

٣- الايصالية الكهربائية (Ec) :

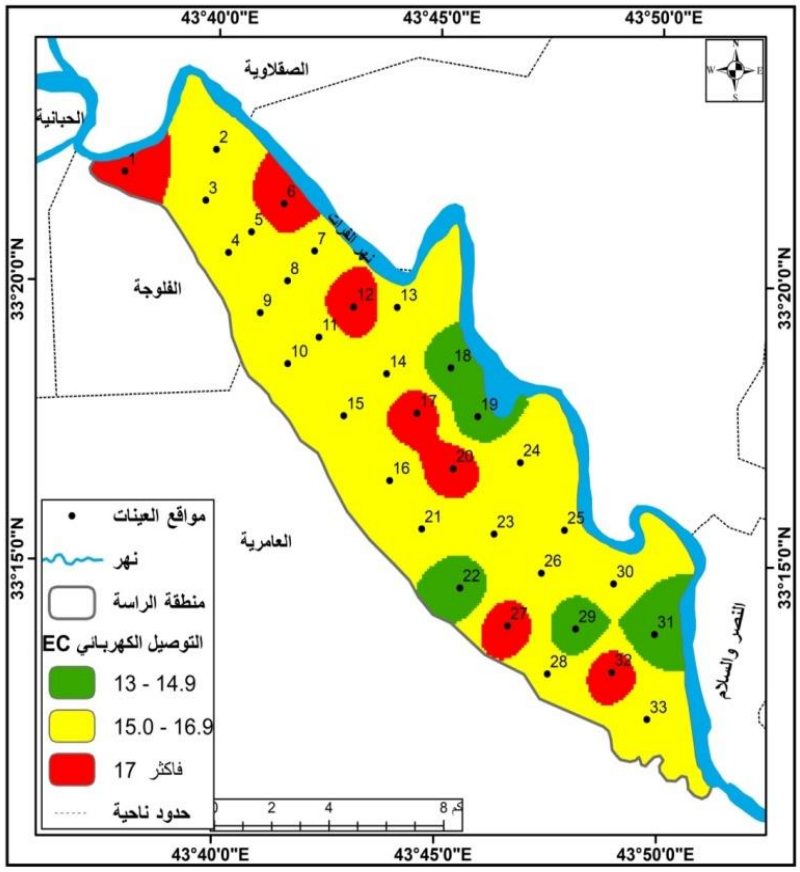
يقصد بها زيادة تركز الاملاح الذائبة ونسبة الصوديوم المتبادل في التربة [٦]. تعد ظاهرة الملوحة من السمات البارزة والمميزة لأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة التي تقع في منطقة الدراسة من ضمنها تتجمع الاملاح القابلة للذوبان في التربة بفعل عدة عوامل منها عملية التجوية والتعرية للصخور الاصلية ونواتجها وترسب مكوناتها الكيميائية على صورة رواسب أرضية أهمها كلوريد الصوديوم والمياه الجوفية المتحركة خلال طبقات الأرض كمية من الاملاح وبعد وصولها الى السطح بفعل الخاصية الشعرية ومواجهتها حرارة عالية ستتبخر مخلفة ورائها كمية من الاملاح كما ان مياه الري تؤدي إضافة كمية من الاملاح للتربة بالإضافة الى الأسمدة او تحلل البقايا النباتية عند اضافتها كمخصبات كذلك العواصف الغبارية والتلوث الجوي وما يرافقه من اتربة لها دور فعال في ترسيب الاملاح فضلاً عن الملوثات والفضلات المنزلية ومياه الصرف الزراعي التي تحتوي على كمية كبيرة من الاملاح.

جدول (٦) أصناف التربة حسب درجة ملوحتها بالاعتماد على الايصالية الكهربائية لتصنيف (١٩٥٤) U.S.D.A

ملوحة التربة دي سيمنز / م	صنف التربة
٤-٠	قليلة الملوحة (Low Saline)
٨-٤	متوسطة الملوحة(Medium Saline)
١٥-٨	عالية الملوحة(High Saline)
اكثر من ١٥	عالية الملوحة جداً(Very high Saline)

المصدر : U.S. Department of Agriculture. (1954). Soil Salinity Classification Based on Electrical Conductivity

خريطة (٤) التوصيل الكهربائي بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (١) باستخدام برنامج (Arc map 10.8) .

جدول (٧) التوصيل الكهربائي بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة

التوصيل الكهربائي (EC)	الفئات	العينات	تصنيفها	المساحة/كم٢
منخفضة	١٣ – ١٤.٩	٢٩،١٨،٢٢،١٩،٣١	عالية الملوحة	١٨.٨
متوسطة	١٥.٠ – ١٦.٩	١٥،٢٤،١٦،٢٥،١١ ١٣،٢،٣،٤،٥،٨،١٠،١٤، ٢١،٢٦،٢٨،٣٠،٣٣،٧،٩،٢، ٣	عالية الملوحة	١١٩.٩
عالية	١٧ فاكثر	١،٣٢،٢٠،١٢،٦،١٧،٢٧	عالية الملوحة جدا	٢١.٩
المجموع				١٦٠.٦

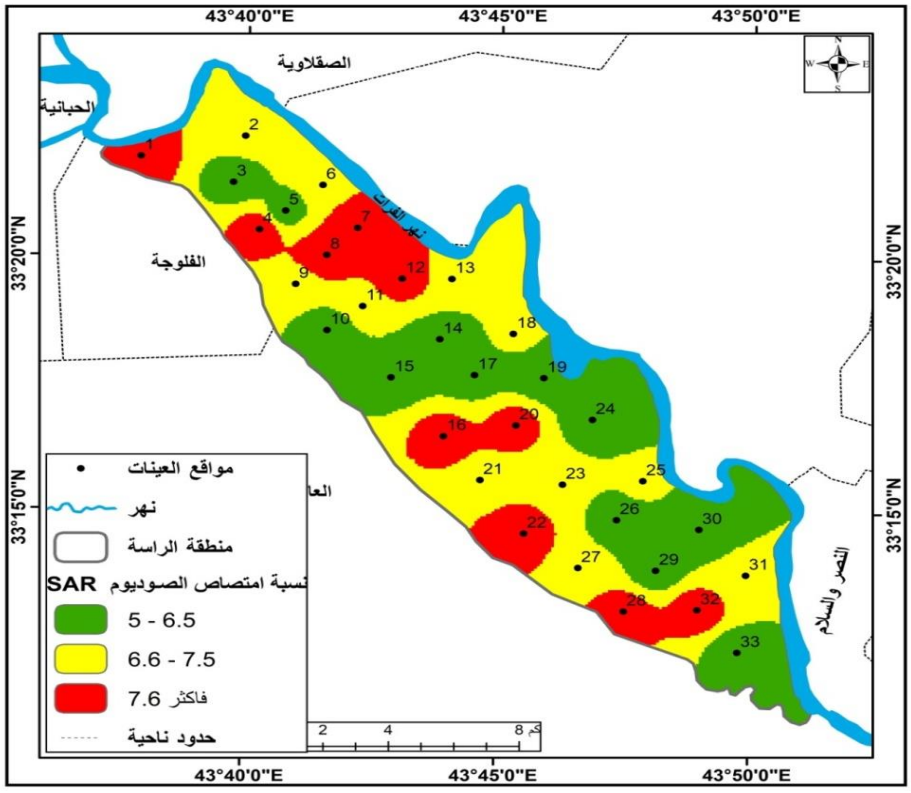
المصدر : بالاعتماد على خريطة (٤).

بحسب جدول (١) والخريطة رقم (٤) ان قيمة الايصالية لعينات منطقة الدراسة بلغت على التوالي اعلى قيمة في العينات رقم (١,٦,١٧,١٢,٢٠,٢٧,٣٢) حيث بلغت قيمة العينة رقم (١) (١٧.٣) وبلغت قيمة العينة رقم (٦) (١٨.٣٧) وقيمة العينة (١٢) (١٧.٧٥) وقيمة العينة رقم (٢٠) (١٧.٥) وقيمة العينة رقم (٢٧) (١٨.٣٥) وقيمة العينة رقم (٣٢) (١٧.١) وصنفت ترب هذه العينات بأنها ترب عالية الملوحة جداً , اما ادنى قيمة لعينات منطقة الدراسة سجلت في العينات (١٨,٢٢,٢٩) حيث بلغت قيمة العينة رقم (١٨) (١٣.٨٥) وقيمة العينة رقم (٢٢) (١٣.٨٥) وبلغت قيمة العينة (٢٩) (١٣.٢٥) وحسب الجدول صنفت قيم العينات بأنها ترب عالية الملوحة .

نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) :

هي مقياس يستخدم لتحديد تأثير تركيز الصوديوم في الماء على خصائص التربة وهو النسبة المئوية للصوديوم على السطوح الطينية من بين انواع الكايتونات المتبادلة ويساهم مستوى SAR المرتفع في التربة على احداث تملح لها ولا سيما حول جذور النباتات اذ يمكن ارتفاع نسبة الصوديوم الى تراكم الاملاح في التربة وصعوبة تسرب المياه الى جذور النباتات وهذا بدوره ينعكس على النبات مساهماً في احداث تدهور له وقله في الانتاجية.

خريطة (٥) نسبة امتصاص الصوديوم بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (١) باستخدام برنامج (Arc map 10.8) .

جدول (٨) نسبة امتصاص الصوديوم بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة

نسبة امتصاص الصوديوم SAR	الفئات	العينات	المساحة /كم٢
منخفضة	٥ – ٦.٥	٣ ، ٢٤ ، ١٤ ، ٣٣ ، ٥ ، ١٧ ، ١٠ ، ١٥ ، ١٩ ، ٢٦ ، ٢٩ ، ٣٠	٥٨.٣
متوسطة	٦.٦ – ٧.٥	٢ ، ١١ ، ٢٧ ، ٣١ ، ١٣ ، ١٨ ، ٦ ، ٢١ ، ٩ ، ٢٥ ، ٢٣	٧٠.١
عالية	٧.٦ فاكثر	٤ ، ٨ ، ١ ، ١٦ ، ٧ ، ٢٢ ، ٢٨ ، ٣٢ ، ٢٠ ، ١٢	٣٢.٢
المجموع			١٦٠.٦

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٥).

ومن خلال ملاحظة الجدول رقم (١) ونتائج التحليلات المختبرية لعينات التربة نجد ان اعلى نسب لامتصاص الصوديوم في العينة رقم (١) وقيمتها (٧.٨٣٣) والعينة رقم (٤) وقيمتها (٧.٥٧٢) والعينة رقم (٧) وقيمتها (٧.٩٢٣) والعينة رقم (٨) وقيمتها (٧.٦١٩) والعينة رقم (١٢) وقيمتها (٨.٥٣٦) والعينة رقم (١٦) وقيمتها (٧.٨٢٤) والعينة رقم (٢٠) وقيمتها (٨.٢٥٤) والعينة رقم أ(٢٢) وقيمتها (٧.٩٢) والعينة (٢٨) وقيمتها (٧.٩١٨) والعينة رقم (٣٢) وقيمتها (٧.٩١٨) بينما كانت النسب متوسطة في العينة (٢) وقيمتها (٦.٨٣٣) والعينة (٦) وقيمتها (٧.٢١٢) والعينة رقم (٩) وقيمتها (٧.٢٥٦) والعينة رقم (١١) وقيمتها (٦.٨٦٨) والعينة رقم (١٣) وقيمتها (٧.٠٨٥) والعينة (١٨) وقيمتها (٧.١١٣) والعينة (٢١) وقيمتها (٧.١٥٩) والعينة (٢٣) وقيمتها (٧.٤١٤) والعينة (٢٥) وقيمتها (٧.٢٤٨) والعينة (٢٧) وقيمتها (٦.٩٠٦) والعينة (٣١) وقيمتها (٦.٩٠٦) وقد سجلت ادنى قيم لامتصاص الصوديوم (SAR) في العينة (٣) وقيمتها (٥.٦٨٦) والعينة (٥)

وقيمتها (٦.٢٠٩) والعينة (١٠) وقيمتها (٦.٤١٢) والعينة (١٤) وقيمتها (٥.٩٧٩) والعينة (١٥) وقيمتها (٦ .٤٢٢) والعينة (١٧) وقيمتها (٦.١٨٩) والعينة رقم (١٩) وقيمتها (٦.٥٨٤) والعينة رقم (٢٤) وقيمتها (٥.٨٤٢) والعينة (٢٦) وقيمتها (٦.٥٣٠) والعينة (٢٩) وقيمتها (٦.٥٤) والعينة (٣٠) وقيمتها (٦.٤٨٤) والعينة (٣٣) وقيمتها (٥.٩٥٨).

نسبة تبادل الصوديوم (ESP) :

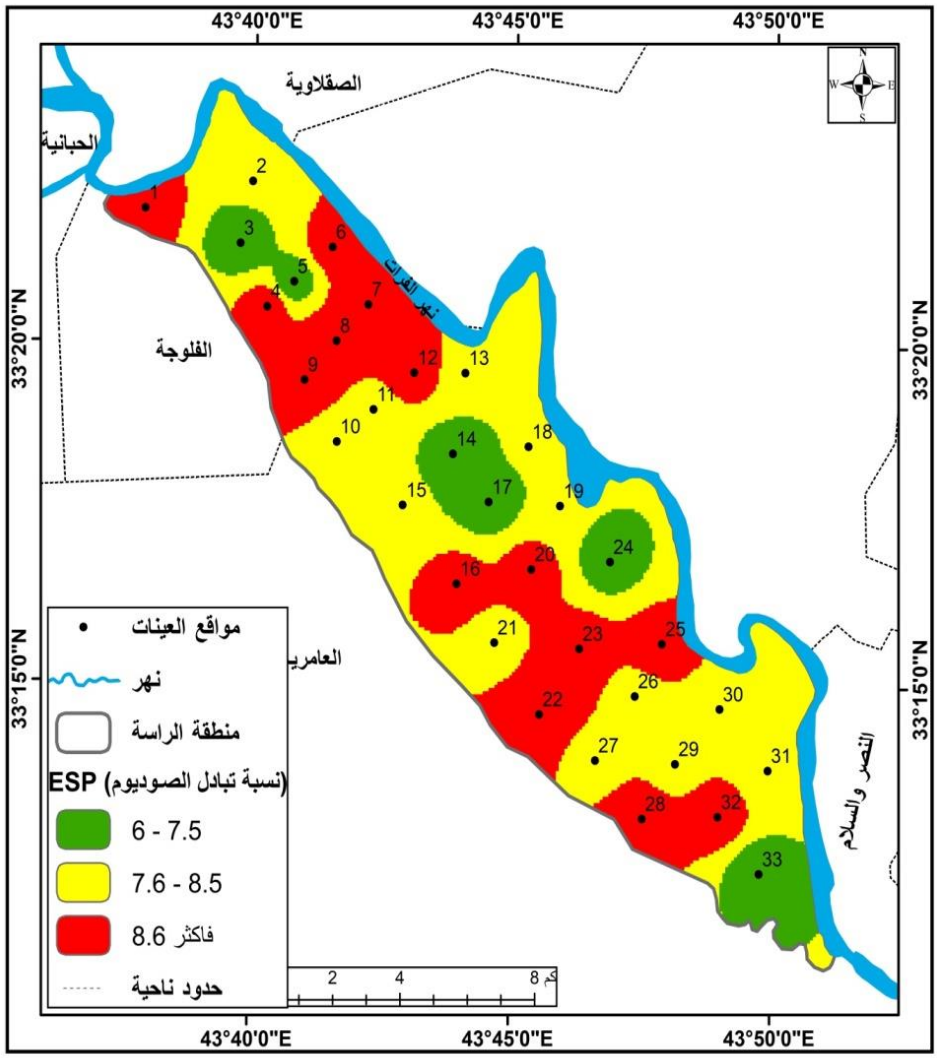
هو النسبة المئوية للصوديوم على السطوح الطينية من بين انواع الكايتونات المتبادلة وان العوامل المساهمة في ارتفاع قيم الملوحة في التربة هي العوامل ذاتها التي تعمل على زيادة قيم الصوديوم وهذه القيم تؤدي الى رداءة بناء التربة وتدهور هذه الخاصية الفيزيائية المهمة والتي تنعكس على نفاذيتها للماء والهواء وحدوث تباطؤ في عملية نمو النباتات بسبب عدم حدوث توغل صحيح لجذور النباتات الى الاعماق.[٧]

جدول (٩) تأثير نسب الصوديوم المتبادل على التربة

خطورة الصوديوم	النسبة المئوية للصوديوم
غير خطر	اقل من ٢٠%
قليل الخطورة	من ٤٠ – ٢٠ %
معتدل الخطورة	40 – 60 %
عالي الخطورة	60 – ٨٠ %
شديد الخطورة جداً	اكثر من ٨٠ %

المصدر : E.AP Pitzpatrick, Soils,London. Langmans, 1988. p114.

خريطة (٦) نسبة تبادل الصوديوم بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (١) باستخدام برنامج (Arc map 10.8) .

جدول (١٠) نسبة تبادل الصوديوم بحسب العينات الميدانية لمنطقة الدراسة

نسبة تبادل الصوديوم ESP	الفئات	العينات	المساحة /كم^2
منخفضة	٦ – ٧.٥	٣ ، ٢٤ ، ١٤ ، ٣٣ ، ٥ ، ١٧	٢٢.٩
متوسطة	٧.٦ – ٨.٥	١٠ ، ١٥ ، ١٩ ، ٢٦ ، ٢٩ ، ٣٠ ، ٢ ، ١١ ، ٢٧ ، ٣١ ، ١٣ ، ١٨ ، ٢١	٨٣.٩
عالية	٨.٦ فاكثر	٦ ، ٩ ، ٢٥ ، ٢٣ ، ٤ ، ٨ ، ١ ، ١٦ ، ٧ ، ٢٢ ، ٢٨ ، ٣٢ ، ٢٠ ، ١٢	٥٣.٩
المجموع			١٦٠.٦

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٦).

ومن خلال ملاحظة الجدول رقم (١) نلاحظ ان نسبة الصوديوم المتبادل عالية الخطورة في العينات (١) وقيمتها (٩،٣٣٣) والعينة (٤) وقيمتها (٩.٠١٦) والعينة (٦) وقيمتها (٨.٥٧٤) والعينة (٨) وقيمتها (٩.٠٧٣) والعينة (٩) وقيمتها (٦.٦٢٩) والعينة (١٦) وقيمتها (٩.٣٢٣) والعينة (٢٢) وقيمتها (٩.٤٣٩) والعينة (٢٣) وقيمتها (٨.٨٢٢) والعينة (٢٥) وقيمتها (٨.٦٨) بينما كانت النسب متوسطة الخطورة في العينة (٢) وقيمتها (٨.١٠٥) والعينة (١٠) وقيمتها (٧٥٧٦) والعينة (١١) وقيمتها (٨.١٤٨) والعينة (١٣) وقيمتها (٨.٤١٧) والعينة (١٥) وقيمتها (٧.٥٨٩) والعينة (١٨) وقيمتها (٨.٤٥١) والعينة (١٩) وقيمتها (٧.٧٤٨) والعينة (٢٦) وقيمتها (٧.٧٣٣) والعينة (٢٧) قيمتها (٨.١٩٤) والعينة (٣٠) وقيمتها (٧.٦٦٧) والعينة (٣١) وقيمتها (٨.١٩٤) وكانت النسبة قليلة الخطورة في العينات (٣) وقيمتها (٦.٦٥٣) والعينة (٥) وقيمتها (٧.٣٢١) والعينة (١٤) وقيمتها (٧.٠٢٧) والعينة (١٧) وقيمتها (٧.٢٩٥) والعينة (٢٤) وقيمتها (٦.٨٥٢) والعينة

(٣٣) وقيمتها (٧.٠٠١). وتأثير تبادل الصوديوم في التربة يؤثر تأثير كبير على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ويؤثر في تكوينها وتطورها عبر الزمن من تأثيرات تبادل الصوديوم على بنية التربة :-

١- **تفكك البنية** : فإذا كانت نسبة الصوديوم المتبادل عالية فأن ذلك يؤدي الى تفكك الجسيمات الطينية وتباعدها وفقدان التربة تماسكها.

٢- انخفاض النفاذية تصبح التربة غير قادرة على تصريف المياه بسبب انسداد المسام مما يؤدي الى تشبعها بالماء وتملحها.

٣- زيادة القابلية على الانجراف.

٤- التحوير الكيميائي ارتفاع نسبة الصوديوم يرفع قلوية التربة مما يقلل من معدلات التجوية الكيميائية للصخور والمعادن , والنتائج النهائية على التربة :-

١- تربة فقيره بالبنية ضعيفة في التهوية والصرف.

٢- مستويات عالية من القلوية (PH) (مرتفع).

٣- بطئ تطور الافاق التربوية.

٤- انخفاض الخصوبة.

٥- صعوبة الادارة الزراعية وتقليل الإنتاجية.

الاستنتاجات

١. **التباين المكاني في خصائص التربة الكيميائية** :أظهرت نتائج البحث وجود تباين واضح في الخصائص الكيميائية للتربة بين منطقتي الصقلاوية وأبي غريب، حيث تفاوتت نسب المادة العضوية(OM) ، ودرجة الحموضة(pH) ، والموصلية الكهربائية(EC) ، ونسبة امتصاص الصوديوم(SAR) ، ونسبة تبادل الصوديوم (ESP)بين العينات المأخوذة من مواقع مختلفة.

٢. **توزيع المادة العضوية** :صنفت التربة في منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات بناءً على محتواها من المادة العضوية: فئة منخفضة (٠–٠.٩٪)، وفئة متوسطة (١.٠–١.٤٪)، وفئة عالية (١.٥٪ فأكثر). وتبين أن المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف وإضافة الأسمدة العضوية سجلت أعلى نسب للمادة العضوية.

٣. **درجة تفاعل التربة :(pH)** تراوحت قيم درجة الحموضة في التربة بين المتعادلة والقاعدية البسيطة والمعتدلة، مع وجود تباين مكاني واضح. سجلت بعض المناطق قيمًا عالية لـ pH بسبب عوامل مثل قلة الأمطار وارتفاع نسبة الأملاح.

٤. **ملوحة التربة** :أظهرت النتائج أن بعض مناطق الدراسة تعاني من ملوحة عالية جدًا، خاصة في المناطق ذات التصريف السيئ أو القريبة من مصادر المياه المالحة. صنفت التربة وفقًا للموصلية الكهربائية (EC) إلى فئات متوسطة وعالية الملوحة.

٥. **تأثير الصوديوم على التربة** :ارتبط ارتفاع نسبتي SAR و ESP بتدهور خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، مثل تفكك البنية وضعف النفاذية، مما يؤثر سلبًا على الإنتاجية الزراعية. وقد أوصى البحث بضرورة إدارة التربة بشكل مستدام لتقليل هذه الآثار.

الهوامش

(١) كاظم مشحوت عواد , مبادئ كيمياء التربة , جامعة الموصل , ١٩٨٦ , ص ٨٣.

(٢) عصام عبد الستار صديق , تربة الغابات , جامعة الموصل , ١٩٨٨ , ص ٩٧-٩٨.

(٣) سعد الله نجم عبد الله النعيمي، الاسمدة وخصوبة التربة، مطبعة دار الكتب وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، ١٩٨٧ ، ص ٢٦٥-٢٦٦.

(٤) سعد الله نجم الدين عبدالله النعيمي , علاقة التربة بالماء والنبات , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , ١٩٩٠ , ص ١٢٨.

(٥) كاظم مشحوت عواد , مبادئ كيمياء التربة , مطبعة جامعة البصرة , جامعة البصرة , ١٩٨٦ , ص ٢١٤.

(٦) Plaisance and A.Callex,dictionary of soilc Franch English aggence,Tunisienne,publicre lations,tunis,1981,p.539.

(٧) الموسوي، نصر عبد السجاد ، التباين المكاني لخصائص ترب محافظة البصرة دراسة جغرافيه التربة ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعه البصرة , ٢٠٠٥.

المصادر

١- عواد , كاظم مشحوت , مبادئ كيمياء التربة , جامعة الموصل , ١٩٨٦ .

٢- صديق , عصام عبد الستار , تربة الغابات , جامعة الموصل , ١٩٨٨ .

٣- النعيمي، سـعد الله نجم عبد الله , الاسـمدة وخصـوبة التربة، مطبعة دار الكتب وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، ١٩٨٧ .

٤- النعيمي , سـعد الله نجم الدين عبدالله , علاقة التربة بالماء والنبات , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , ١٩٩٠ .

5- Plaisance and A.Callex,dictionary of soilc Franch English aggence,Tunisienne,publicre lations,tunis,1981.

٦- الموسوي، نصر عبد السجاد ، التباين المكاني لخصائص ترب محافظة البصرة دراسة جغرافية التربة ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعه البصرة , ٢٠٠٥.

المصادر باللغة الانكليزية

1- Awwad, Kazem Mashhoot, Principles of Soil Chemistry, University of Mosul, 1986.

2- Siddeeq, Essam Abdul-Sattar, Forest Soils, University of Mosul, 1988.

3- Al-Naimi, Saadallah Najm Abdullah, Fertilizers and Soil Fertility, Dar Al-Kutub Press, Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Mosul, 1987.

4- Al-Naimi, Saadallah Najmuddin Abdullah, Soil-Water-Plant Relationships, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul. 1990.

5- Plaisance and A. Callex, Dictionary of Soils French-English, Tunisienne Agency for Public Relations, Tunis, 1981.

6- Al-Mousawi, Nasir Abdul-Sajjad, Spatial Variability of Soil Characteristics in Basra Governorate: A Geographical Soil Study, Unpublished PhD Thesis, College of Arts, University of Basra, 2005.