مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 41 العدد 1 (2025):46 -65

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 41 No.1 (2025): 65- 46

# تأثير تغير pH التربة في قيم السعة التبادلية الكاتيونية لترب حامضية متطورة على بازلت في منطقة ضهر الجبل في محافظة السويداء

**جهان خليل [1]* حسن حبيب [2] سليمان سليم[3]**

[1] طالبة دكتوراه – قسم علوم التربة– كلية الزراعة– جامعة دمشق–
jehan5.khalil@damascusuniversity.edu.sy

[2] أستاذ – قسم علوم التربة – كلية الزراعة– جامعة دمشق–
hassan3.habib@damascusuniversity.edu.sy

[3] أستاذ مساعد – قسم علوم التربة– كلية الزراعة جامعة دمشق –
suleiman.salim@damascusuniversity.edu.sy

**الملخص:**

أجري البحث في منطقة ضهر الجبل في السويداء خلال العام 2021-2022 بهدف دراسة تأثير تغير pH التربة على قيم السعة التبادلية الكاتيونية لترب حامضية متطورة على بازلت في منطقة ضهر الجبل في محافظة السويداء، إضافة لتوصيف تربة هذه المنطقة فيزيائياً وكيميائياً وخصوبياً؛ حيث حضرت ثلاثة مقاطع تمثل المنطقة المدروسة ، وجمعت العينات الترابية من آفاق كل مقطع بشكل منهجي وجرى تحليلها مخبرياً. أفضت النتائج إلى ما يلي:

تميزت الترب المدروسة بسعة تبادل كاتيوني بين المتوسطة والعالية جدا، كما سيطرت الكاتيونات القاعدية على سطوح معقدات الادمصاص ويأتي في مقدمتها كاتيوني الكلسيوم والمغنيزيوم.

أظهرت الترب المدروسة سعة تبادل أنيوني تعود ربما إلى وجود بعض الغرويات متغيرة الشحنة، أو إلى تأثير الحافة لبعض المعادن ذات الشحنة الدائمة.

انخفاض قيم السعة التبادلية الكاتيونية للترب بانخفاض درجة الـpH .

ميل pH التربة إلى الحموضة وهذا يعكس طبيعة مكونات التربة، وعمليات الغسل لبعض المكونات وخاصة القواعد والقواعد الأرضية.

تراوح محتوى التربة من العناصر الصغرى (Fe-Mn-Zn-Cu) بين المنخفض والعالي جداً.

تاريخ الايداع:2023/6/19
تاريخ القبول: 2023/8/10

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
**CC BY-NC-SA 04**

**الكلمات المفتاحية:** بازلت، سعة تبادل كاتيوني، سعة تبادل أنيوني، عناصر صغرى، حموضة، ضهر الجبل

**ISSN: 2789-7214 (online)**
**http://journal.damascusuniversity.edu.sy**

# The effect of capacity of acid soils developed on basalt in Daher Al-jabal area in al Sowida Governorate changes in pH on the cation exchange

**Jehan Khalil[1*], Hassan Habib[2], Suleiman Slim[3]**

[1] PhD student - Department of Soil Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University - jehan5.khalil@damascusuniversity.edu.sy

[2] Professor - Department of Soil Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University - hassan3.habib@damascusuniversity.edu.sy

[3] Assistant Professor-Department of Soil Sciences-Faculty of Agriculture-Damascus University- suleiman.salim@damascusuniversity.edu.sy

**ABSTRACT:**

The research was conducted in Daher al-jabal area in al-Sowaida during the years 2021-2022, with the aim of studying the effect of soil pH change on the cationic exchange capacity values of acidic soils developed on basalts in the Daher al-jabal area in al-Sowida governorate, in addition to characterizing the soil of this area physically, chemically, and fertility; Where I prepared three profiles representing the studied area, and soil samples were collected from the horizons of each profile in a systematic manner and were analyzed in the laboratory. The results led to the following: The studied soils were characterized by a capacity of cation exchange between medium and very high, and the base cations dominated the surfaces of the adsorption complexes, and the calcium and magnesium cations came in the forefront.

The studied showed an anion exchange capacity, that may be due to the presence of some variable charge colloids, or to the effect of the edge of some minerals with a permanent charge. Also, there was a change in the values of the cation exchange capacity when the pH was changed, as the values decreased with a decrease in the pH degree.

The tendency of soil pH to acidity, and this reflects the soil components, and the leaching processes of some components, especially alkali and alkaline earth elements.

The soil content of trace elements (Fe- Mn- Zn- Cu) is ranging between low to very high .

**Key Words:** Basaltic, Cation Exchange Capacity, Anion Exchange Capacity, Micro Elements, Acid, Daher Al-Jabal.

Received: 19/6/2023
Accepted: 10/8/2023

**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## المقدمة والدراسة المرجعية:

تحتل الصخور البازلتية المرتبة الثالثة بنسبة 21% من الصخور النارية، وهي صخور اندفاعية سطحية قاعدية تتراوح فيها نسبة أكسيد السيليسيوم ($SiO_2$) بين (45–52%) (Allen and Hajek, 1989).

تتصف الترب المتكونة فوق الصخور البازلتية بأنها ترب طينية ذات تركيب حبيبي ناعم وتتميز هذه الترب بخصوبة عالية وهذا يرتبط بشكل أساسي بشدة التجوية (Brady, 2002)، وتغلب فيها مجموعة السمكتيت من بين معادن الطين مع بعض معادن الطين الأخرى (1:2) وقليلاً من معادن الطين (1:1) وذلك عند تجويتها في المناخ المعتدل وهذا يتوقف على شدة الصرف الذي يعتمد على مناخ المنطقة والموقع الطبوغرافي (Prudencio *et al*., 2002).

ذكر لولو (1981) أن ترب ضهر الجبل في السويداء تدخل ضمن ثلاث مجموعات من حيث العمق: ترب عميقة أكثر من 100 سم، وترب متوسطة العمق بين 50–100سم، والثالثة ضحلة أقل من 50 سم، وتتميز بدرجة حموضة معتدلة ومادة عضوية بين (2–3) % ونحو 2.5–4% كربونات كلسيوم ونسيج التربة من طيني إلى طيني سلتي.

بين Ilaiwi (1983) أن الترب السائدة في منطقة الدراسة هي من رتبة الـ Mollisols (الترب الغنية بالدبال) وقد تكون هذه الترب عميقة أو ضحلة، وأن التركيب المعدني لهذه الترب تسيطر عليه معادن السمكتيت مع معادن أخرى مرافقة مثل الكاؤولينيت والإيليت.

وبين حبيب (2006) في دراسة بيدولوجية لترب سلسلة طبوغرافية في السويداء، أن المادة الأم تتكون من البازلت وقد دلت النتائج أن pH المعلق المائي للتربة تراوح بين 6–6.5 أما المقاس في محلول KCl فقد تراوح بين 5.6–6.3، وأن ترب ضهر الجبل تتصف بتقارب لونها حيث يتراوح بين البني والبني الداكن وذو صيغة لونية وسطية 7.5YR3/4، كما أن سعة التبادل الكاتيوني تتراوح بشكل وسطي بين (30–60) ملمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة ولا يشكل الصوديوم المتبادل أكثر من 5% من سعة التبادل الكاتيوني في معظم تلك الترب، مع غياب لكربونات الكلسيوم، وهو أمر طبيعي بسبب عملية الغسل التي تؤدي إلى انخفاض pH التربة كما يخشى من انخفاضها مع الزمن، وتأثير ذلك في شكل العناصر وسلوكها في التربة وحركتها وقد يكون ذلك هو السبب في ظهور بعض الأمراض الفيزيولوجية على ثمار التفاح في المنطقة.

تعرف الترب الحامضية بأنها الترب التي تقل فيها درجة الـ pH عن 5.5 في طبقتها السطحية ( Von Uexkull and Mutert, 1995) وتتميز بارتفاع نسبي لتركيز الألمنيوم وبعض العناصر الصغرى وكمية قليلة من الفسفور القابل للإفادة وفقدان للكاتيونات القاعدية وانخفاض في سعة التبادل الكاتيوني CEC (Goulding, 2016).

عزا Wortmann (2003) الأسباب الرئيسة لتشكل الحموضة في الترب المتطورة فوق صخور بازلتية إلى تقدم عمليات الغسل والمادة الأم وتحلل المادة العضوية، كما يؤدي نمو المحصول إلى استنزاف الأيونات الأساسية مثل الكلسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم من التربة ليحل محلها أيونات الهيدروجين من الجذور.

ذكر Kopittke وآخرون (2016) أن وجود شوارد الهيدروجين بتراكيز عالية في محلول هذه الترب يؤدي إلى خفض درجة الـ pH، وإن أي انخفاض بسيط في درجة الـ pH يمكن أن يؤدي إلى زيادة كبيرة في الألمنيوم القابل للذوبان نتيجة لتهدم معادن الطين بشكل غير قابل للعكس والذي يسبب أضراراً كبيرة على النباتات المزروعة حيث أنه يمنع امتصاص المغذيات مثل الكلسيوم

والمغنيزيوم والحديد والموليبدنيوم، ويرتبط بدوره مع الفسفور مما يؤدي الى انخفاض تركيزه في التربة وظهور أعراض نقصه على النباتات المزروعة (Havlin et al., 2009).

وجد Foy (1984) حصول انخفاض في نمو نبات الذرة عندما كان تركيز الألمنيوم الذائب في المحلول أكبر من 3.6 مغ/لتر، وانخفض نمو فول الصويا بحسب Evans and Kamprath (1970) عندما أصبح تركيز الألمنيوم الذائب أكبر من 1.8 مغ/لتر، وذلك بسبب إجهاد الجذور وتلف خلاياها، وهذ يقلل من قدرتها على امتصاص العناصر المغذية، وبالتالي يضعف النمو النباتي (Koyama *et al*., 2001). كما أنه يعيق عملية انقسام الخلايا واستطالتها ويقلل بالتالي من نمو الجذور، ويؤثر على تركيب أغشية الخلية حيث يقوم بإغلاق قنوات الكلسيوم، فيمنع تدفق الكاتيونات الثنائية وأهمها $Ca^{+2}$ إلى الخلايا أكثر من الكاتيونات الأحادية، وبمقابل ذلك يحفز تدفق الأنيونات (Plieth, 2005).

يعد pH التربة أحد أهم المعايير الكيميائية المهمة بالنسبة لنمو النبات من خلال تأثيره المباشر في إتاحة العناصر المغذية الضرورية للنبات وتأثيره غير المباشر في نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة، وقد وصف Minasny وآخرون (2016) رقم حموضة التربة (pH) بأنه المتغير الرئيسي للتربة (Master Soil Variable) لأنه يؤثر في العديد من الخصائص والعمليات الحيوية والكيميائية والفيزيائية للتربة والتي بدورها تؤثر في نمو النبات وإنتاجيته، وهو محصلة لحموضة المكونات التي تشكل جسم التربة مثل الصخرة الأم والمحتوى من معادن الطين وتأين المجموعات الوظيفية للمادة العضوية إضافة لوجود غاز $CO_2$ الناتج عن تنفس الجذور وتحلل البقايا العضوية في التربة.

ذكر Nourgholipoor وآخرون (2000) أن انخفاض pH التربة يؤدي إلى زيادة تركيز الحديد في محلول التربة نتيجة لزيادة ذوبان معادن الحديد، وبحسب Hue وآخرون (2001) فإنه يزداد تركيز عنصر المنغنيز في التربة عندما ينخفض pH التربة إلى أقل من 5.5 ويمكن أن يصل تركيزه إلى حد السمية والذي يؤدي بدوره إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل ومنع انتقال العناصر المغذية الأساسية الأخرى مثل الكلسيوم والمغنيزيوم.

تنتشر الترب الحامضية في سورية في ضهر الجبل في السويداء وهضبة شين البركانية وبعض المناطق في الجبال الساحلية، إن انتشار هذه الترب في المناطق ذات الهطولات المطرية العالية نسبياً في سورية أعطاها أهمية كبيرة في الزراعة وخاصة الزراعة البعلية.

وجد Yu (1997) أن سعة التبادلي الكاتيوني للتربة تتغير بتغير درجة الـ pH وخاصة للمعادن التي لا تنشأ الشحنات السالبة بها من عملية الإحلال المتماثل مثل معادن مجموعة الكاؤولينيت والأكاسيد السداسية وانما تنشأ معظم شحناتها على حواف البلورة فقط وذلك بسبب تحطيم بعض روابط الشبكة البلورية وظهور تكافؤات غير مشبعة على طول شرائح رباعيات الوجوه وثمانيات الوجوه وهو مايسمى بأثر الحافة (Edge effect)؛ وبالتالي فإن تغير درجة الـ pH التربة يؤثر بدرجة كبيرة على السعة التبادلية الكاتيونية للترب التي تسود فيها المعادن متغيرة الشحنة، بينما يكون التغير محدوداً في الترب التي تسود فيها المعادن ذات الشحنة الدائمة (Permanent charge) مثل معادن المونتموريونيت والفرميكيوليت والإيلليت والتي يعود الجزء الاكبر من شحنتها إلى عملية الإحلال الأيوني المتماثل بينما لاتتعدى الشحنة المتغيرة بها (pH dependent charge) عن 10% من مجموع الشحنات على أسطح حبيباتها(Schofield and Samson, 1953). وقد عزا Murray and Lyons (1960) الاختلافات في قيم CEC لمعادن الطين إلى الاختلاف في درجة تبلورها، حيث أنه عند درجة pH معينة تتواجد شحنات موجبة مساوية في مقدارها للشحنات السالبة

وتصبح بالتالي حبيبة الطين في مجملها متعادلة كهربائياً، ويطلق على درجة الـ pH التي يحدث عندها ذلك نقطة التعادل الكهربائي (Isoelectric point).

ذكر Van Raij and Peech (1972) أن قياس سعة التبادل الكاتيوني للتربة يعتمد على درجة الـ pH، وهو غالبا ما يتم باستعمال محلول له درجة pH معينة. فإذا كانت درجة pH المحلول تختلف عن درجة الحموضة الطبيعية للتربة وخاصة في الترب التي تحتوي على شحنات متغيرة، فإن قياسه لا يعكس سعة التبادل الكاتيوني الحقيقية للتربة وتسمى هنا (سعة التبادل الكاتيوني الظاهرية) apparent CECa وذلك بسبب ظهور شحنات سالبة جديدة على معادن الطين والمادة العضوية نتيجة لتفكك المجموعات الحمضية الضعيفة، وبدلاً من ذلك يجب أن يتم القياس في درجة الحموضة الحقيقية للتربة وهنا بالتالي نحصل على (سعة التبادل الكاتيوني الفعالة) effective CECe، التي تعكس بشكل أكبر القيمة الحقيقية لها في التربة.

تطور العديد من الترب وخاصة التي تحوي نسبة عالية من معادن الكاؤولينيت وأكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والألمنيوم شحنات موجبة وخاصة إذا انخفضت درجة حموضتها تحت نقطة التعادل الكهربائي، وهو مايسمى بسعة التبادل الأنيوني التي تعرف بأنهاعدد ملليمكافئات الأنيونات المدمصة على سطوح 100 غ تربة جافة، ويقل التبادل الأنيوني في الترب عند التخلص من الأكاسيد السداسية.

تنشأ الشحنات الموجبة في التربة حسب Gillman and Bakker (1979) نتيجة لعوامل عديدة منها:

- الخصائص الازدواجية (الطبيعة الأمفوتيرية) لبعض غرويات التربة وهي أكاسيد الحديد والألمنيوم والمنغنيز.
- أثر الحافة لبعض معادن الطين من نوع 1:1 وخاصة الكاؤولينيت.
- سلوك بعض مجموعات الهيدروكسيل في ثمانيات الوجوه كقواعد وذلك بتلقيها بروتونات من محلول التربة.
- بعض المكونات الدبالية كالأحماض الأمينية والبروتينات والمعقدات العضوية المعدنية.
- المعادن غير المتبلورة مثل الألوفان والإيموغليت.

تؤكد جميع الدراسات أن لزيادة حموضة التربة أثر كبير في تغير شحنة غرويات التربة من السالبة إلى الموجبة، وبالتالي زيادة قيمة السعة التبادلية الأنيونية، وخاصة عندما تكون نسبة $SiO_2/R_2O_3$ في أضيق حدودها (Pansu and Gautheyrou, 2006). ويعتبر أنيونا الفوسفات والنترات _ المهمين من الناحية الغذائية للنبات– من أكثر الأنيونات شيوعاً في عملية التبادل الأنيوني حيث أن ادمصاصهما على الأسطح موجبة الشحنة يحميهما من الفقد عن طريق مياه الصرف. (Dean and Rubins, 1947)

**أهداف البحث:**

1. دراسة مدى تأثير تغير درجة pH التربة على قيم السعة التبادلية الكاتيونية للتربة الحامضية.
2. توصيف الترب المتطورة فوق الصخور البازلتية مورفولوجياً.
3. دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه الترب.

## مبررات البحث:

الوصول إلى علاقة بين pH التربة وكل من السعتين التبادلتين الكاتيونية والانيونية لأهمية ذلك في توفر العناصر الخصوبية ودرجة إتاحتها للنبات، كما أن توصيف التربة مفيد جداً في تصنيف التربة واستعمالاتها وتقييم إنتاجيتها، ويعد مطلباً مهماً في عملية التخطيط للإدارة المستدامة للتربة ومواردها بما يضمن صيانتها واستدامة إنتاجها.

## مواد البحث وطرائقه:

### 1. موقع الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في شرق محافظة السويداء (منطقة ضهر الجبل) ضمن المنطقتين الجبلية والغربية، على امتداد السفح الغربي لجبل العرب، ومن سليم ومفعلة شمالاً، إلى حبران وسهوة الخضر جنوباً. وتمتد بين خطي عرض ″30 ′45 °36 Eو ′33 °36 E . ″30وخطي طول ″00 ′49 °32N و″00 ′33 °32 N وتبلغ مساحتها الكلية 1000كم$^2$.

### 2. الظروف الطبيعية:

أ- **التضاريس:** تشكل منطقة ضهر الجبل في محافظة السويداء سلسلة طبوغرافية معقدة التضاريس مختلفة الارتفاعات؛ حيث يتراوح ارتفاعها عن سطح البحر بين 1000 م في الغرب إلى أكثر من 1800م في الجزء الشرقي منها.

ب-**الجيولوجيا:** تغطي المنطقة المدروسة الصخور البازلتية الناتجة عن النشاطات البركانية في المنطقة، تعود الصخور في منطقة الدراسة إلى العصر الرابع Recent basalt بفتراته الزمنية المختلفة (الأدنى، الأوسط، الأعلى، الحديث) وعلى وجه الخصوص الرباعي الأدنى والحديث. ويشكل الأخير أهم الاندفاعات التي حصلت في سورية؛ ومن ناحية التركيب الكيميائي فإن هذه الصخور هي من النوع القلوي وتتميز بغناها بالاوليفين المنغنيزي. (Technoexport, 1966).

ت-**المناخ:** تقع منطقة الدراسة تحت تأثير مناخ البحر الأبيض المتوسط المعتدل مما يكسب هذه المنطقة مناخ متوسطي يتصف بشتاء ماطر وبارد وصيف حار وجاف، بالإضافة إلى فصلين قصيرين هما الربيع والخريف. (أطلس سورية المناخي، 1977). ويتركز فيها الهطول المطري في فصل الشتاء وبداية الربيع وتبلغ كميته حوالي 550 ملم سنوياً، وتقم منطقة الدراسة ضمن منطقة الاستقرار الأولى (ب) التي يتراوح فيها معدل الامطار السنوي بين 350–600 ملم.

ث-**الغطاء النباتي:** تتميز منطقة الدراسة بتنوعها الحيوي الكبير وبغناها بالغطاء النبتي الطبيعي، الرعوي منه والشجري، حيث تشكل النباتات الرعوية مرتعاً خصبا للرعي وتشكل أشجار السنديان غابات تغطي مساحات كبيرة من المنطقة. إلا أن هذا الغطاء قد طاله التدهور وقلت مساحته بسبب القطع المفرط واتساع الرقعة الزراعية على حساب الغابات الطبيعية، إضافة الى الرعي الجائر في بعض المناطق ولم يتبق إلا بعض الأحراج الصغيرة التي يقتصر الغطاء النبتي فيها على بعض النباتات والأعشاب البرية (Chikh ali, 2000).

ج- **الهيدرولوجيا:** تعتبر الأمطار والثلوج المصدر الرئيسي للمياه في المنطقة، حيث تغيب المسيلات المائية السطحية الدائمة، ويقتصر على وجود المسيلات المائية المؤقتة في بعض الأودية خلال فصلي الشتاء والربيع، كما تخترق مياه الأمطار بعض الشقوق البازلتية لتشكل أحواضاً بسيطة تغذي بعض الينابيع في المنطقة، أما بالنسبة لنوعية المياه في المنطقة فهي مياه من النموذج البيكربوناتي المنغنيزي تتراوح كمية الأملاح الذائبة فيها بين 150–500 ppm حسب مأاورد Ilaiwi (1983).

ح- **استعمالات الأراضي:** تعد منطقة الدراسة الحلقة الأهم في الزراعة البعلية على مستوى محافظة السويداء وخاصة في مجال زراعة الأشجار المثمرة (التفاحيات والكرمة)، وإلى حد أقل بعض اللوزيات وخاصة الكرز. مما يؤدي لتفاوت في كمية الإنتاج السنوية بسبب التفاوت في كميات الأمطار والتعرض في بعض السنوات إلى بعض الظواهر الطبيعية مثل هبوب الرياح الشديدة والصقيع.

**3. مادة الدراسة:**

نفذت هذه الدراسة عام 2021-2022 بإجراء جولات استطلاعية للمنطقة المدروسة بهدف اختيار مواقع المقاطع مع مراعاة تمثيلها لمنطقة الدراسة تمثيلاً جيداً، اختيرت وحفرت ثلاثة مقاطع في منطقة ضهر الجبل (منطقة الشعاف– شرق مركز البحوث–منطقة المعقر الشرقي) حتى الوصول إلى المادة أو الصخرة الأم، درست هذه المقاطع ووصفت مورفولوجياً وفق دليل إرشادات وصف التربة Guideline for soil description (FAO, 2000) أما بالنسبة لوصف اللون فقد اعتمد دليل منسل لتحديد ألون التربة (Munsell soil color charts, 2000)، تم بعد ذلك جمعت العينات الترابية من الآفاق ونقلت إلى المختبر حيث تم تجفيفها هوائياً وطحنها؛ ثم نخلها على منخل أقطار فتحاته 2مم وحفظت بعد ذلك في أكياس بلاستيكية لحين إجراء التحاليل عليها.

## طرائق البحث:

**1. التحاليل الفيزيائية (Physical Analysis)**

- **التحليل الميكانيكي:** باستعمال طريقة الهيدروميتر .(Gupta, 2000).
- **الرطوبة الهيغروسكوبية:** جففت عينات التربة في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية.(Gardner, 1986).
- **الكثافة الحقيقية :** بطريقة البيكنومتر(Blake and Hartge, 1986).
- **الكثافة الظاهرية:** باستخدام طريقة الأسطوانة الحقلية (Blake and Hartge, 1986).

**2. التحاليل الكيميائية (Chemical analysis)**

- **تفاعل التربة pH:** باستعمال جهاز pH meter بعد تحضير معلق تربة ماء 2.5:1 ومعلق ملحي KCl (1) N بالنسبة نفسه. (Conyers and Davey,1988).
- الناقلية الكهربائية EC: بواسطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية في مستخلص تربة مائي بنسبة (5:1) Rhoades *et al.*, 1992).
- **كربونات الكلسيوم الكلية:**استعملت الطريقة الحجمية لتقدير نسبة الكربونات وذلك بواسطة قياس حجم غاز $CO_2$ المنطلق باستعمال جهاز الكالسيميتر(Jones, 2001).
- **الحموضة المتبادلة:** أضيف محلول كلور البوتاسيوم (KCl) (1) N للتربة بنسبة 2.5:1 ورجت العينات لمدة ساعتين و تركت مدة يوم ثم رشحت وعويرت بماءات الصوديوم (0.01) N بوجود مشعر الفينول فتالين (Jones, 2001).
- **الكاتيونات المتبادلة:** باستعمال محلول من أسيتات الأمونيوم (1) N وبنسبة استخلاص (20:1) ثم قدرت الكاتيونات المزاحة (Jones, 2001):
  - ($Ca^{+2}$ و $Mg^{+2}$) المعايرة بواسطة الفيرسينات (EDTA-2Na) بوجود مشعر الميروكسيد عند تقدير الكلسيوم ومشعر الإيروكروم بلاك T عند تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم معاً.
  - ($Na^{+}$ و $K^{+}$) باستعمال جهاز مطيافية اللهبFlam photometer.
- **الألمنيوم المتبادل:** تم تقدير الألمنيوم المتبادل بطريقة المعايرة على نفس تجربة الحموضة المتبادلة وذلك بإضافة 10 مل من محلول فلوريد البوتاسيوم KF (1) N إلى ناتج معايرة الحموضة المتبادلة ثم المعايرة بحمض كلور الماء(HCl) (0.1) N حتى اختفاء اللون الزهري.(Jones, 2001 ).

- **الهيدروجين المتبادل:** من خلال الفرق بين قيم الحموضة المتبادلة مطروحاً منها قيم الألمنيوم المتبادل.
- **سعة التبادل الكاتيوني (CEC):** قدرت بطريقة خلات الأمونيوم (1) N وتم ضبط الـ pH على درجتين ( درجة 7 ودرجة حموضة التربة نفسها) ثم الغسل بالكحول الإيتيلي وتقطير الأمونيوم مباشرة باستخدام جهاز كلداهل (Rhoades, 1982).
- **سعة التبادل الأنيوني(AEC):** قدرت عن طريق إشباع التربة بمحلول من كلوريد البوتاسيوم (1) N وضبط الـ pH عند درجة pH التربة نفسها، وتم التخلص من الكلور الفائض عن طريق الغسيل بالكحول الإتيلي والكشف عن الكلور في الراشح باستخدام محلول نترات الفضة (0.01) N، ثم استبدل كلوريد البوتاسيوم بمحلول من نترات الأمونيوم (1) N، وقدر الكلور بطريقة المعايرة بنترات الفضة بوجود مشعر كرومات البوتاسيوم.(Pansu and Gautheyrou, 2006).
- **المادة العضوية:** بطريقة أكسدة الكربون العضوي بمحلول ديكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي، ثم معايرة الزائد من الديكرومات بواسطة سلفات الحديدي بوجود دليل الفيروئين.( Walkly and Black,1934)
- **العناصر الصغرى المتاحة (Fe، Mn، Zn، Cu):** الاستخلاص بمحلول الـ DTPA (ثنائي ايتيلين ثلاثي أمين خماسي حمض الخل) ثم القياس على جهاز الامتصاص الذري (Jones, 2001).
- **البورون المتاح:** عن طريق الاستخلاص بالماء الساخن ثم قدر بالطريقة اللونية باستعمال محلول azomethine-H على جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند طول الموجة المناسب للون الأصفر (420 نانو متر)(Wolf, 1974) .
- **الفسفور المتاح:** قدر الفسفور المتاح على شكل $P_2O_5$ بطريقة Bray P1 بعد استخلاصه بمحلول مزيج من فلوريد الأمونيوم $NH_4F$ (1) N وحمض كلور الماءHCl (0.5) N ثم استخدمت فاندات موليبدات الأمونيوم في وسط حمضي لإظهار اللون؛ وأخذت بعدها القراءة على جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند طول الموجة المناسب للون الازرق (710نانو متر) (Bray and Kurtz, 1945)

## النتائج والمناقشة:

**المقطع الأول:**

| | |
|---|---|
| رقم المقطع | SW1 |
| الموقع | مدينة السويداء–ضهر الجبل–منطقة الشعاف–جنوب الوحة الإرشادية |
| الارتفاع عن سطح البحر | 1500 م |

**الجدول رقم (1) بعض الخصائص الفيزيائية لعينات المقطع الأول (SW1)**

| العمق (سم) | التركيب الميكانيكي (%) | | | القوام | الرطوبة (%) | الكثافة الحقيقية | الكثافة الظاهرية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رمل | سلت | طين | | | (غ.سم$^{-3}$) | |
| 18–0 | 22.00 | 25.00 | 53.00 | طيني | 3.88 | 2.70 | 1.20 |
| 40–18 | 20.00 | 25.00 | 55.00 | طيني | 5.29 | 2.73 | 1.22 |
| 90–40 | 28.00 | 15.00 | 57.00 | طيني | 6.30 | 2.71 | 1.23 |

**الجدول رقم (2) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الأول (SW1)**

| العمق (سم) | pH(1:2.5) | | EC(1:5) ($dS.m^{-1}$) | المادة العضوية (%) | الفسفور المتاح $P_2O_5$ (مغ.كغ$^{-1}$) | $CaCO_3$ الكلية (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ | KCl | | | | |
| 18-0 | 6.34 | 5.11 | 0.06 | 1.41 | 16.34 | - |
| 40-18 | 6.37 | 5.16 | 0.05 | 0.95 | 11.12 | - |
| 90-40 | 6.39 | 5.58 | 0.05 | 0.88 | 10.93 | - |

**الجدول رقم (3) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الاول (SW1)**

| العمق (سم) | AEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | CEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) (pH=7) | CEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) pH التربة | الكاتيونات المتبادلة (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | | | | الحموضة المتبادلة (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | $AL^{+3}$ المتبادل | $H^{+}$ المتبادل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | | (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | |
| 18-0 | 0.82 | 24.86 | 23.36 | 16.43 | 6.82 | 0.20 | 0.22 | 1.50 | - | 1.50 |
| 40-18 | 0.73 | 25.12 | 23.66 | 17.00 | 7.21 | 0.20 | 0.26 | 1.38 | - | 1.38 |
| 90-40 | 0.75 | 26.68 | 25.23 | 17.78 | 7.63 | 0.24 | 0.28 | 1.32 | - | 1.32 |

**الجدول رقم (4) بعض العناصر الصغرى لعينات المقطع الأول (SW1)**

| العمق (سم) | العناصر الصغرى المتاحة (مغ.كغ$^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fe | Mn | Cu | Zn | B |
| 18-0 | 16.30 | 14.03 | 5.08 | 0.93 | 0.72 |
| 40-18 | 19.64 | 7.65 | 2.00 | 0.98 | 0.76 |
| 90-40 | 20.36 | 6.08 | 2.16 | 2.43 | 0.84 |

**المقطع الثاني:**

| | |
|---|---|
| رقم المقطع | SW2 |
| الموقع | مدينة السويداء–ضهر الجبل–شرق مركز البحوث |
| الارتفاع عن سطح البحر | 1600م |

**الجدول رقم (5) بعض الخصائص الفيزيائية لعينات المقطع الثاني (SW2)**

| العمق (سم) | التركيب الميكانيكي (%) | | | القوام | الرطوبة (%) | الكثافة الحقيقية | الكثافة الظاهرية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رمل | سلت | طين | | | (غ.سم$^{-3}$) | |
| **22-0** | 33.00 | 14.00 | 53.00 | طيني | 5.41 | 2.71 | 1.20 |
| **40-22** | 35.00 | 10.00 | 55.00 | طيني | 6.38 | 2.71 | 1.22 |
| **90-40** | 35.00 | 7.00 | 58.00 | طيني | 7.04 | 2.72 | 1.25 |

**الجدول رقم (6) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الثاني (SW2)**

| العمق (سم) | pH(1:2.5) | | EC(1:5) ($dS.m^{-1}$) | المادة العضوية (%) | الفسفور المتاح $P_2O_5$ (مغ.كغ$^{-1}$) | الكلية $CaCO_3$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ | KCl | | | | |
| 22-0 | 6.16 | 4.78 | 0.04 | 0.95 | 12.35 | – |
| 40-22 | 6.24 | 5.11 | 0.04 | 0.91 | 11.60 | – |
| 90-40 | 6.31 | 5.24 | 0.04 | 0.73 | 11.12 | – |

الجدول رقم (7) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الثاني (SW2)

| **العمق (سم)** | **AEC (مللمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة)** | **CEC (مللمكافئ. 100 غ$^{-1}$ تربة) (pH=7)** | **CEC (مللمكافئ. 100 غ$^{-1}$ تربة) (pH التربة)** | **الكاتيونات المتبادلة (مللمكافئ. 100غ$^{-1}$ تربة)** | | | | **الحموضة المتبادلة (مللمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة)** | **$AL^{+3}$ المتبادل** | **$H^{+}$ المتبادل** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | | (مللمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | |
| **0-22** | 1.20 | 18.13 | 16.10 | 12.43 | 4.81 | 0.15 | 0.21 | 2.37 | 0.09 | 2.28 |
| **22-40** | 0.92 | 22.20 | 20.37 | 14.00 | 7.29 | 0.17 | 0.23 | 2.30 | 0.04 | 2.26 |
| **40-90** | 0.78 | 31.00 | 29.47 | 18.12 | 10.41 | 0.25 | 0.82 | 2.28 | – | 2.28 |

**الجدول رقم (8) بعض العناصر الصغرى لعينات المقطع الثاني (SW2)**

| العمق (سم) | العناصر الصغرى المتاحة (مغ.كغ$^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fe | Mn | Cu | Zn | B |
| **22–0** | 43.21 | 16.57 | 4.00 | 4.61 | 0.74 |
| **40–22** | 44.29 | 22.89 | 2.67 | 2.48 | 0.79 |
| **90–40** | 45.96 | 17.65 | 2.83 | 2.65 | 0.83 |

**المقطع الثالث:**

| | |
|---|---|
| رقم المقطع | SW3 |
| الموقع | مدينة السويداء–ضهر الجبل- منطقة المعقر الشرقي |
| الارتفاع عن سطح البحر | 1650م |

**الجدول رقم (9) بعض الخصائص الفيزيائية لعينات المقطع الثالث(SW3)**

| العمق (سم) | التركيب الميكانيكي (%) | | | القوام | الرطوبة (%) | الكثافة الحقيقية | الكثافة الظاهرية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رمل | سلت | طين | | | (غ.سم$^{-3}$) | |
| **17-0** | 13.00 | 21.00 | 66.00 | طيني | 7.29 | 2.72 | 1.15 |
| **45–17** | 10.00 | 24.00 | 66.00 | طيني | 8.34 | 2.72 | 1.17 |
| **60–45** | 7.00 | 18.00 | 75.00 | طيني | 7.87 | 2.76 | 1.18 |
| **110–60** | 12.00 | 13.00 | 75.00 | طيني | 7.83 | 2.76 | 1.21 |

**الجدول رقم (10) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الثالث (SW3)**

| العمق (سم) | pH(1:2.5) | | EC(1:5) ($dS.m^{-1}$) | المادة العضوية (%) | الفسفور المتاح $P_2O_5$ (مغ.كغ$^{-1}$) | الكلية $CaCO_3$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ | KCl | | | | |
| 17-0 | 6.24 | 5.29 | 0.05 | 2.12 | 22.56 | - |
| 45-17 | 6.34 | 5.24 | 0.05 | 1.51 | 20.89 | - |
| 60-45 | 6.43 | 5.77 | 0.05 | 1.37 | 19.78 | آثار |
| 110-60 | 6.50 | 5.86 | 0.05 | 0.96 | 15.95 | آثار |

**الجدول رقم (11) بعض الخصائص الكيميائية لعينات المقطع الثالث (SW3)**

| العمق (سم) | AEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | CEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) (pH=7) | CEC (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) (pH التربة) | الكاتيونات المتبادلة (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | | | | الحموضةالمتبادلة (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | $AL^{+3}$ المتبادل | $H^{+}$ المتبادل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | | (ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة) | |
| 0-17 | 0.96 | 38.23 | 36.33 | 23.14 | 13.61 | 0.08 | 0.38 | 0.92 | - | 0.92 |
| 17-45 | 0.58 | 43.00 | 41.48 | 25.26 | 16.23 | 0.09 | 0.39 | 0.90 | - | 0.90 |
| 45-60 | 0.22 | 45.90 | 44.98 | 27.12 | 16.81 | 0.10 | 0.71 | 0.86 | - | 0.86 |
| 60-110 | 0.09 | 49.56 | 48.87 | 27.65 | 19.43 | 0.12 | 1.39 | 0.86 | – | 0.86 |

**الجدول رقم (12) بعض العناصر الصغرى لعينات المقطع الثالث (SW3)**

| العمق (سم) | العناصر الصغرى المتاحة (مغ.كغ$^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fe | Mn | Cu | Zn | B |
| 17-0 | 9.64 | 6.08 | 1.83 | 0.74 | 0.68 |
| 45-17 | 16.90 | 4.22 | 1.75 | 1.07 | 0.73 |
| 60-45 | 10.24 | 5.30 | 2.58 | 1.05 | 0.82 |
| 110-60 | 9.07 | 0.18 | 0.83 | 0.91 | 0.91 |

## قوام التربة:

بينت نتائج التحليل الميكانيكي للمقاطع المدروسة أن قوام التربة كان طينياً في كل آفاق المقاطع المدروسة. حيث كان محتوى التربة من الطين عال نسبياً في كافة المقاطع تقريباً وخاصة في المقطع SW3، وتراوحت نسبته بين 53-75%. وربما مرد ذلك بحسب Thangasamy وآخرون (2005) إلى طبيعة المادة الأم (البازلتية) التي تكسب التربة القوام الطيني. أما محتوى التربة من السلت والرمل فكان منخفضاً نسبياً، ولوحظت زيادة نسبة الطين في الآفاق تحت السطحية عنها في الآفاق السطحية، وهذا ربما يعود إلى عمليات التكوين الموقعية للطين في التربة أو هجرته وانتقاله من الآفاق العليا وتراكمه في الآفاق الدنيا، حيث أنه من شروط انتقال الطين نحو الأسفل أن يكون التركيز الملحي لمحلول التربة في حده الأدنى مع وجود حركة ماء نحو الأسفل خلال فترة زمنية من السنة لا تقل عن ثلاثة أشهر (Chadwick and Graham, 2000). ويمكن القول إن ظروف تربة منطقة الدراسة ملائمة لذلك بسبب عدم وجود أملاح ذوابة مثل كربونات الكلسيوم أو الجبس إضافة لحدوث تبعثر لحبيبات الطين وتشكل معلقات تتسرب عبر فراغات التربة نحو الاسفل تحت تأثير الهطولات المطرية العالية في منطقة الدراسة.

**الكثافتين الظاهرية والحقيقية:**

تقع قيم الكثافة الظاهرية ضمن الحدود الطبيعية وتزداد مع العمق زيادة طفيفة جداً بسبب تراص الطبقات تحت السطحية للتربة، أما الكثافة الحقيقية فقد بلغت أعلى قيمة لها 2.76 في المقطع SW3 على العمقين (45–60) و(60–110) ومرد ذلك إلى نوعية وكمية الطين العالية في هذه الآفاق، وهي تتناسب مع طبيعة مكونات التربة والتركيب المعدني لصخور البازلت ومحتواها من البيروكسين الغني بالحديد والمغنيزيوم.

**pH التربة :**

تراوحت قيم **pH** التربة في المستخلص المائي بين (6.16 و6.50) وهذا يكسب التربة حموضة معتدلة إلى متوسطة بحسب تصنيف Marx وآخرون (1999). وكانت أعلى قيمة للـ pH (6.50) في العمق (60–110) من المقطع SW3 والقيمة الأخفض كانت (6.16) في العمق (0–22) من المقطع SW2 ويعتبر انخفاض قيم ال pH نتيجة طبيعية لعمليات غسل القواعد والقواعد الأرضية وتركز كاتيوني $H^{+}$ و$Al^{+3}$ في محلول التربة نتيجة لزيادة كمية الهطول المطري في المنطقة المدروسة. إضافة إلى غياب المركبات ذات السعة التنظيمية مثل كربونات الكلسيوم، ولحدٍ ما محتوى التربة من المادة العضوية (stell,1998).

أما قيم درجة **pH** التربة المقاسة في محلول 1 نظامي من KCl فقد تراوحت بين (4.78 و5.86) وهي تعبر عن الحموضة النشطة والمتبادلة المتمثلة بشوارد الألمنيوم والهيدروجين المدمصة على السطوح الغروية. أما الحموضة المتبادلة المقاسة بطريقة المعايرة بماءات الصوديوم فقد تراوحت بين (0.86 و2.37) ملليمكافئ.100 غ$^{-1}$ تربة.

**الناقلية الكهربائية:** كانت منخفضة جداً في جميع المقاطع ولم تتجاوز (0.04) $dS.m^{-1}$ وذلك بسبب غياب مصدر للأملاح الذوابة من جهة وإذا كان هناك تواجد لأي أملاح ذوابة منقولة فإن كميات الهطول المطري المرتفعة نسبياً في المنطقة المدروسة كافية لغسل هذه الأملاح ونقلها إلى خارج مقطع التربة.

**كربونات الكلسيوم:** تم اختبار العينات وصفياً بواسطة حمض كلور الماء ( N6) وكانت النتيجة سلبية في معظم العينات مع وجود آثار ضعيفة جداً في العمقين (45–60) و(60–110) في المقطع SW3.وهذا ربما يعود إلى طبيعة المادة الام البازلتية التي هي بالأصل خالية من كربونات الكالسيوم.

**سعة التبادل الكاتيوني (CEC)** : كانت قيمتها بين المتوسطة والعالية جداً حسب تصنيف Tisdale وآخرون (1993) وقد تراوحت بين (18.13 و 49.56) ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة وهذا يعكس محتوى التربة من معادن الطين ونوعيتها في المنطقة المدروسة حيث أورد Vanliere (1965) ، Ilaiwi ( 1983) و Habib ( 1986 ) أن معدن الطين السائد في ترب المنطقة المدروسة هو السمكتيت الذي يتمتع بسعة تبادل كاتيوني عالية قد تصل إلى 150 ملليمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة وبشكل وسطي قرابة 80 ملليمكافئ.100 غ$^{-1}$ تربة (Borchrdt, 1977).

**تأثير تغير درجة الـ pH على تغير قيم السعة التبادلية الكاتيونية:**

دلت نتائج التحليل أن كل العينات المدروسة سلكت سلوكاً مشابهاً حيث انخفضت قيم السعة التبادلية الكاتيونية عند تقديرها على درجة **pH** التربة نفسها عن قيمها عند تقديرها على درجة **pH** (7)، حيث ذكر Jaremko and Kalembasa (2014) أنه مع ازدياد قيم pH التربة يزداد عدد المواقع السطحية ذات الشحنة السالبة نتيجة لتأثير مواقع الارتباط المعتمدة على رقم الـ pH وبالتالي تزداد قيم السعة التبادلية الكاتيونية.

**السعة التبادلية الأنيونية ( AEC):**

أظهرت جميع العينات المدروسة ادمصاصاً أنيونياً ازداد مع ازدياد حموضة التربة ولم تتجاوز قيمة السعة التبادلية الأنيونية 1.20 ملمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة، ووجود هذا النوع من الادمصاص قد لايعود بالضرورة إلى وجود الغرويات متغيرة الشحنة لأن المعادن ذات الشحنة الدائمة ربما تظهر بعض القدرة على التبادل الأنيوني وهذا يعود إلى مايسمى بأثر الحافة، وكمثال على ذلك فإن معدن السمكتيت قد يطور سعة تبادلية أنيونية قد تصل إلى 5 ملمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة.( Borchardt, 1977)..

**الكاتيونات المتبادلة:** يأتي في مقدمة هذه الكاتيونات عنصر الكلسيوم وهو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص حيث يشغل**55−61 %** تقريبا من سطح معقد الادمصاص وتراوحت قيمته بين 12.43−27.65 ملمكافئ.100غ$^{-1}$ تربة، ويأتي بالدرجة الثانية المغنيزيوم ويشغل **23-39%** تقريباً من سطح معقد الادمصاص بنسبة تراوحت بين 4.81−19.43 ملمكافئ.100غ $^{-1}$ تربة و يعود هذا إلى التركيب المعدني لصخور البازلت التي تكونت منها التربة المدروسة خاصة وأنها تحتوي على فلدسبارات وأولوفين.

أما بالنسبة للبوتاسيوم والصوديوم فكانت قيمتهما قليلة جداً لم تتجاوز 1.39 ملمكافئ .100غ$^{-1}$ تربة وربما يعود انخفاض قيمتهما إلى الهطولات المطرية العالية التي تلعب دوراً في غسل القواعد وإزاحتها خارج مقطع التربة إضافة إلى دور المادة الأم البازلتية والتي تتميز بغناها بالقواعد الأرضية حيث تقوم بتزويد التربة بكاتيونات الكلسيوم والمغنيزيوم بشكل كبير وهي أكثر وفرة من كاتيونات البوتاسيوم والصوديوم.

**المادة العضوية:** دلت نتائج التحاليل الكيميائية أن الآفاق السطحية للمقاطع المدروسة كانت ذات محتوى منخفض إلى غني بالمادة العضوية حسب تصنيف Tyurin (1965) حيث تراوحت نسبتها بين 0.95−2.12 ويلاحظ انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية مع العمق، ويعود انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية لقلة مصادر المادة العضوية من جهة وربما لسرعة تمعدنها وضعف تدبلها من جهة أخرى.

**العناصر الصغرى:**

- **الحديد:** تراوح تركيز الحديد المتاح في العينات المدروسة بين (9.07 و45.96) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز بين العالي إلى العالي جداً حسب الـ FAO( 2007) وهذا يعود ربما إلى غنى الصخر الأم البازلتي بأكاسيد الحديد الذي يعمل على تزويد التربة بالشكل الذائب منه، كما يلعب pH التربة المنخفض نسبياً دوراً في تيسير عنصر الحديد وتحويله من الشكل غير ذائب إلى الشكل الذائب.
- **النحاس:** تراوح تركيز النحاس المتاح في العينات المدروسة بين (0.83 و 5.08) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز بين العالي إلى العالي جداً حسب الـ FAO( 2007) ويعود ذلك ربما إلى محتوى المادة الأم من هذا العنصر كما أن رقم الـ pH المنخفض نسبياً يلعب دوراً هاماً في تيسر هذا العنصر حيث يزداد ذوبان النحاس عند درجات pH أقل من 7 وعندما ينخفض الـpH إلى 5.5 يحصل الذوبان الأعظمي لعنصر النحاس في محلول التربة (Essen and Bassam, 1981). أما الاختلاف في تركيز هذا العنصر بين المقاطع فيعود ربما إلى استنزافه من قبل النبات أو تعرضه للغسل بفعل الهطولات المطرية العالية.
- **الزنك:** تراوح تركيزه في التربة بين (0.74 و 4.61) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز بين المنخفض والعالي حسب الـ FAO( 2007) وتركيزه له علاقة بحموضة التربة، حيث يصبح الزنك ذائب في محلول التربة عند pH أقل من 7.

- **المنغنيز:** تراوح تركيزه في المقاطع المدروسة بين (0.18 و 22.89) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز بين المنخفض جداً إلى العالي حسب الFAO (2007)، حيث تعود نسبته العالية ربما إلى غنى المادة الأم البازلتية بهذا العنصر وتزويدها التربة باحتياجاتها منه، ومن جهة أخرى فإن الهطولات المطرية العالية قد تسبب غسل الذائب منه خارج مقطع التربة، (Shoji *et al*., 1993).
- **البورون:** تراوح تركيزه في المقاطع المدروسة بين (0.68 و 0.91) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز بين المنخفض والمتوسط حسب Jones (2001) وربما يعود السبب إلى أن مادة التربة البازلتية تعد فقيرة بهذا العنصر حيث لا تتجاوز نسبته 5 مغ.كغ$^{-1}$ بحسب Kay (1998).
- **الفسفور المتاح:** تراوح تركيز الفسفور المتاح المقدر على شكل $P_2O_5$ في المقاطع المدروسة بين (10.93 و22.56) مغ.كغ$^{-1}$ وهو تركيز قليل جداً حسب Allan وآخرون (2010). وبحسب Hodges (2000) فإن الفسفور يشكل في الترب ذات الـ pH المنخفض مركبات أقل ذوباناً مع الألمنيوم والمنغنيز والحديد وعند توفره بالشكل الذائب يتم غسله إلى خارج مقطع التربة. كما أن المادة الأم البازلتية تعد فقيرة بالفسفور (Mora *et al*., 2002).
- **الألمنيوم المتبادل:** تراوحت قيم الألمنيوم المتبادل بين (0–0.09) مللمكافئ .100غ$^{-1}$ تربة وبحسب Edmeades وآخرون (1983) فإن تركيز الألمنيوم لا يسبب أي سمية.

**الاستنتاجات:**

1. حدث تغير في قيم السعة التبادلية الكاتيونية للترب عند تغير درجة **pH** التي تم عندها التقدير، حيث انخفضت القيم بانخفاض درجة الpH بسبب تناقص عدد المواقع السطحية ذات الشحنة السالبة نتيجة لتأثير مواقع الارتباط المعتمدة على رقم الـ pH .
2. أظهرت الترب المدروسة سعة تبادلية أنيونية ربما تعود إلى وجود بعض الغرويات متغيرة الشحنة، أو إلى تأثير الحافة لبعض المعادن ذات الشحنة الدائمة.
3. تميزت الترب المدروسة بقوام طيني في جميع المقاطع المدروسة وزادت نسبة الطين في الآفاق تحت السطحية عنها في الآفاق السطحية أما محتوى السلت والرمل فكان منخفضاً نسبياً.
4. أكدت الدراسة أن قيم درجة **pH** التربة في المستخلص المائي تراوحت بين (6.16 و6.50) وهذا يكسب التربة حموضة معتدلة إلى خفيفة وهذا يعكس طبيعة مكونات التربة وغياب كربونات الكلسيوم الكلية بفعل عمليات الغسيل.
5. تميزت الترب المدروسة بسعة تبادل كاتيوني بين المتوسطة والعالية جداً وهي تعكس محتوى التربة من الطين ونوعيته، كما سادت الكاتيونات القاعدية على سطوح معقدات الادمصاص ويأتي في مقدمتها كاتيوني الكلسيوم والمغنيزيوم.
6. محتوى الآفاق السطحية من المادة العضوية كان منخفضاً إلى غني ويلاحظ انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية بشكل منتظم مع العمق. أما تركيز الألمنيوم المتبادل فكان منخفضاً ولا يسبب أي سمية.
7. تراوح محتوى التربة من العناصر الصغرى بين المنخفض والعالي جداً، ويعود التركيز المرتفع إلى غنى المادة الأم بهذه العناصر وقيامها بتعويض الفاقد بالغسل؛ أما التركيز المنخفض فسببه ربما استنزافها من قبل النبات، أو فقر المادة الأم بهذه العناصر أو غسلها خارج مقطع التربة.

**التوصيات:**

1- لتحسين الخصائص الكيميائية للترب في منطقة ضهر الجبل يوصى بإضافة المصلحات الكلسية الى التربة بصورة مستمرة واستعمال الأسمدة ذات التأثير القلوي والابتعاد عن إضافة الأسمدة ذات التأثير الحامضي من أجل الحد من انخفاض درجات الـ pH بصورة أكبر.

2- تقدير السعة التبادلية الكاتيونية للتربة عند درجة الحموضة الحقيقية للتربة (effective CECe) لأنها تعكس بشكل أكبر كمية الشحنات السالبة الحقيقية الموجودة في التربة.

**التمويل :** هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595

## المراجع العربية:

1. أطلس سوريا المناخي. (1977). دمشق. سوريا. وزارة الدفاع.

2. حبيب، حسن.(2006). دراسة بيدولوجية لترب سلسلة طبوغرافية في منطقة ظهر الجبل محافظة السويداء. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. مج22 – عدد1– ص–ص: 181–209. دمشق. سوريا. جامعة دمشق.

3. لولو، عبد الرحيم. (1981). تصنيف أراضي منطقة ضهر الجبل في السويداء وملائمتها لزراعة الأشجار المثمرة. دمشق. سوريا. مديرية الأراضي. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

المراجع الأجنبية

1- Allan Fulton Cartes, P., Demanet, R., and Cornforth, I. S.(2010) . Soil, plant and water analysis. Kalyani publishers, New Delhi, India. p.441.

2- Allen. B.L, and B. F. Hajek. (1989). Mineral Occurrence in soil environments. Pp 199- 232.

3- Blake, G.R., and K.H. Hartge.( 1986). Bulk Density. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. (Ed. Klute A.), American Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Society of America, Madison, Wis., pp. 363-376.

4- Borchrdt, G.A. (1977). Montmorillonite and other smectite minerals. In: Minerals in soil environmeints, Ed. By J.B. Dixon and S.B. SSSAJ.Mdison, Wisconsin, P. 293-330.

5- Brady, C. N. (2002). The Nature and Properties of Soils. Tenth Edition. Prentice Hall of India Pvt Ltd. New Delhi.

6- Bray, R. H., and Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, *59*(1), 39-46.

7- Chadwick, A. O., and C. R. Graham.( 2000). Pedpgenesis processes. Wisconsin. P. 293-330.

8- Chikh ali, M. (2000).Ecology and vegetation of south-east Syria (Jabal El – Arab) , Ph.D. thesis,Hohenheim uviversity,Germany.

9- Conyers, M.K. and B.G. Davey. (1988). Observations on some routine methods for soil pH determination. Soil Science, 145: 29-36.

10- Dean, L. A., and Rubins, E. J. (1947). Anion exchange in soils: I. Exchangeable phosphorus and the anion-exchange capacity. Soil science, 63(5), 377-388.

11- Edmeades D.C, Smart C.E and Wheeler D.M. (1983). Aluminum toxicity in New Zealand soil. New Zealand Journal of Agricultural Research. Volume 26; pages 493- 501.

12- Essen, J., and N. El. Bassam. (1981). On the mobility of cadmium under aerobic soil conditions. Environ. Pollut. Ser. A. 15-31..

13- Evans, C. E., and Kamprath, E. J. (1970). Lime Response as Related to Percent Al Saturation, Solution Al, and Organic Matter Content 1. Soil Science Society of America Journal, 34(6), 893-896.

14- FAO .(2007). Methods of analysis for soils of arid and semi arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

15- FAO. (2000). Guidelines for soil description, 7th edition. FAO\ISRIC. FAO. Rome.

16- Foy, C. D. (1984). Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. Soil acidity and liming, 12, 57-97.

17- Gardner, W.H. (1986). Water content. In: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods (Ed. A. Klute). Agronomy Series No. 9. Am. Soc.Agronomy, 2nd edition, pp.493-544.

18- Gillman, G. P., and Bakker, P. (1979). The compulsive exchange method for measuring surface charge characteristics of soil. Townsville, QLD, CSIRO Division of Soils.

19- Goulding, K. W. T. (2016). Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. Soil use and management, 32(3), 390-399.

20- Gupta, P.K. (2000). Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India. p.438.

21- Habib, H. (1986). Genesis, surface charge and classification of soils developed on volcanic ash and basalt in an arid climate (Syria). Doctdral thesis, state univ. of ghent, Belgium, 192 p

22- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson (eds.).( 2009). Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management (6th Ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.cord

23- Hodges, S. C. (2000). Soil fertility basics. NC Certified Crop Advisor Training Soil Science Extension. North Carolina State University.

24- Hue NV, Vega S, Silva JA. (2001). Manganese toxicity in a Hawaiian Oxisol affected by soil pH and organic amendments. Soil Sci Soc Am J.; 65(1):153–160

25- Ilaiwi ،M. (1983). Contributaion to the Knowledge of the Soil of Syria. Ph. D. Thesis ،State Univ. of Ghent ،Belgium.p 259.

26- Jaremko, D., and Kalembasa, D. (2014). A comparison of methods for the determination of cation exchange capacity of soils/Porównanie metod oznaczania pojemności wymiany kationów i sumy kationów wymiennych w glebach. Ecological Chemistry and Engineering S, 21(3), 487-498.

27- Jones, J.B., Jr.( 2001). Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton Florida, USA.

28- Kay, F. (1998). Scientific Facts on boron. International Programme on Chemical Safety. P: 1-13.

29- Keren, R. (1996). Boron. In: Sparks D.L. (eds.): Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. SSSA Book Series 5, Madison: 603–626Mora, M. L., Cartes, P., Demanet, R., and Cornforth, I. S.( 2002). Effects of lime and gypsum on pasture growth and composition on an acid Andisol in Chile, South America. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33, 2069 - 2081.

30- Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., and Blamey, F. P. C. (2016). Kinetics and nature of aluminium rhizotoxic effects: a review. Journal of experimental botany, 67(15), 4451-4467.

31- Koyama, H T. Toda, T. Hara,(2001) Brief exposure to low-pH stress causes irreversible damage to the growing root in Arabidopsis thaliana: pectin–Ca interaction may play an important role in proton rhizotoxicity, J. Exp. Bot. pp 361–368.

32- Marx, E.S., J.M.Hart, and R.G.Stevens. (1999). Soil Test Interpretation Guide. EC 1478,Oregon State University,USA.

33- Minasny, S. Y. Hong, A. E. Hartemink, Y. H. Kim, and S. S. Kang, (2016)"Soil pH increase under paddy in South Korea between 2000 and 2012," Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 221, pp. 205–213.

34- Mora, M. L., Alfaro, M. A., Jarvis, S. C., Demanet, R., and Cartes, P. (2006). Soil aluminum availability in Andisols of Southern Chile and its effect on forage production and animal metabolism. Soil Use Manage. 22, 95 – 101.

35- Munsell soil color charts. (2000). Gret Macbth, NY 12553.

36- Murray, H. H., and Lyons, S. C. (1960). Further correlations of kaolinite crystallinity with chemical and physical properties. In Clays asnd Clay Minerals (pp. 11-17). Pergamon.

37- Nourgholipoor F, Malakoti M J, Khavarzi K (2000). The effect of irrigation water acidification, Thiobasilus and Sulfur on phosphate availability from phosphate soil source and its replacement possibility with phosphate fertilizers for corn plant. Proceeding of second national congress about "Best usage of Fertilizer and poison in agriculture". Karaj, Iran, pp. 220-221 (published in Persia).

34- Pansu, M., and Gautheyrou, J. (2006). Anion Exchange Capacity. Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods, 755-766.

38- Plieth, C. (2005). Calcium: Just another regulator in the machinery of life. Ann Bot-London. 96, 1 - 8.

39- Prudencio, M.I., Sequeira Braga, M. A., PaquetA, H., Waerenborgh, J.C., Pereira, L.C.J., and Gouveia, M.A. (2002). Clay mineral assemblages in weathered basalt profi les from central and southern Portugal: climatic signify ance. Catena 49, 77-89.

40- Rhoades, J. D., Kandiah, A., & Mashal, A. M.(1992). The use of saline water for crop production. Rome: FAO,. 133p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48.

41- Rhoades, J.D. (1982). Cation exchange capacity. P. 149-157. In: Page, A. L. Methods of soil analysis, Chemical and Microbiological Properties. part II (2nd Edition), Madison, WI., pp. 149-157.

42- Schofield, R. K., and Samson, H. R. (1953). The deflocculation of kaolinite suspensions and the accompanying change-over from positive to negative chloride adsorption. Clay Minerals Bulletin, 2(9), 45-51.

43- Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R.A. (1993). Volcanic ash soils, genesis, properties and utilization. Developments in Soil Science No 21. Elsevier, Amsterdam. 288 pp.

44- Stell, E. P. (1998). Secrets to Great soil. P. 150-157.

45- Technoexport. (1966). The geological map of Syria ،scale 1/1000000. An Explanatory note. Ministry of Industry.p 111.

46- Thangasamy, A., Naidu, M. V. S., Ramavatharam, N., and Raghava, R. C., (2005), Characterization, classification and evaluation of soil resources in Sivagiri micro-watershed of Chittoor district in Andhra Pradesh for sustainable land use planning. J. Indian Soc. Soil Sci., 53 : 11–21

47- Tisdale, S., Nelson, W., Beaten, J. and Havlin, J. (1993). Soil fertility and fertilizers, Fifth Ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

48- Tyurin , I. V. (1965) . Soil organic matter and its role in soil fertility ., Moscow : Nauka.

49- Van Liere, W.J. (1965). Classification and rational utilization of soils. Report to the Govern. Of Syria. FAO. Rome, 151 P.

50- Van Raij, B., and Peech, M. (1972). Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. Soil Science Society of America Journal, 36(4), 587-593.

51- Von Uexkull , H.R., and E. Mutert. (1995). Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil 171:1-15.

52- Walkley, A. and C.A.Black.(1934).An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method.Soil.Sci.37: 29 – 38.

53- Wolf, B. (1974). Improvements in the Azomethine-H method for the determination of boron. Commu. Soil Sci. Plant Anal., 5(1): 39-44.

54- Wortmann, C., M. Mamo, and C.A. Shapiro.( 2003). Management Strategies to Reduce the Rate of Soil Acidification. NebGuide G1503. University of Nebraska Extension, Lincoln, NE.

55- Yu, T. E. (Ed.). (1997). Chemistry of variable charge soils. Oxford University Press.