مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

تقييم الخصائص البيدولوجية للترب الزراعية في القطاع السابع من حوض الفرات الأدنى– سورية

د. شريف بدر حايك *
د. ابراهيم يزبك **

(تاريخ الإيداع 23 / 9 / 2018. قُبِل للنشر في 21/ 11 / 2018)

□ ملخّص □

يقع القطاع السابع على الضفة اليمنى لنهر الفرات عند مدينة البوكمال على الحدود السورية – العراقية، وتبلغ مساحته 18140 هكتاراً. تُستثمَر معظم أراضي القطاع بشكل كثيف جداً، وتعتمد الزراعات فيه على الري بوساطة شبكات الري التي تتألف من أقنية وخنادق ترابية، تُضخ المياه فيها بالمضخات المنتشرة على ضفاف الفرات.

يهدف البحث إلى تقييم الخصائص البيدولوجية للتربة الزراعية باستخدام تجارب مخبرية وحقلية، ومن أهم الخصائص: سرعة التسرب، النفاذية، الكثافة الظاهرية، المسامية، السعة الحقلية المائية، الرطوبة الطبيعية (الهيغروسكوبية–حد الذبول)، وذلك للمساهمة في اختيار الطرائق المثلى لأعمال الري والصرف، ولإعادة استصلاح الأراضي التي تأثرت بالملوحة وخرجت من الاستثمار.

تمتاز تربة القطاع بأنها غضارية ورملية غضارية ورملية ناعمة، نفاذيتها منخفضة، والسعة الحقلية المائية لها أيضاً منخفضة بسبب منشأها الرسوبي، والمسامية الكلية منخفضة في الآفاق تحت السطحية بسبب ارتصاصها، ويوجد علاقة بين الرطوبة الهيغروسكوبية للتربة والتركيب البنائي لها.

يوصي البحث بزراعة محاصيل بقولية ذات أعماق جذور مختلفة كي تساعد على تحسين بناء التربة، وضرورة استخدام الري بالرذاذ للتحكم بكمية المياه وعمق الترطيب.

الكلمات المفتاحية: خصائص بيدولوجية، النفوذية، السعة الحقلية، الرطوبة الطبيعية، حوض الفرات.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية
** مدرّس – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

Evaluation of the Bedelogical properties of agricultural soils in the 7th Sector of the Lower Euphrates Basin - Syria

Dr. Sharif Hayek[*]
Dr. Ebrahim Yazbek[**]

(Received 23 / 9 / 2018. Accepted 21 / 11 / 2018)

□ ABSTRACT □

Seventh sector is located on the right bank of the Euphrates River at the town of Abu-Kamal, the Syrian-Iraq border, and its square 18140 hectares. Invest most heavily sector too, where crops depend on irrigation, irrigation networks mediated consisting of earthen trenches, canals and to pump water by pumps on the banks of the Euphrates.

Research aims to assess the pedelogical properties of agricultural soils by using laboratory and field tests: leaching speed, permeability, density, porosity, water field capacity, natural humidity (hygroscopic– wilt limit), so as to contribute in choosing optimal modalities for irrigation and drainage, and rehabilitation Land affected by salinity and exited the investment.

The soils of the sector are clay, clayey sand, fine sand, and it has low permeability, low water field capacity because of sedimentary origin, and the total porosity is low in the upper part of subsurface soil because of its impaction. There is a relationship between hygroscopic moisture of soils and its structural composition. The search recommend to agriculture Fabaceae crops with different roots deep to help improve soil building, and need to use spray irrigation method to control the water quantity and wetting depth.

Keywords: Bedelogical properties, permeability, field capacity, natural humidity, Euphrates Basin.

[*] **Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Assistant Poofessor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة

التربة هي الطبقة السطحيّة والهشة التي تُغطي سطح الأرض، حيث تتكون من المواد الصخريّة المُفتتة الصغيرة الحجم أو الصخريّة الكبيرة الحجم، وتختلفُ التربة في مكوناتها الأساسيّة من منطقة إلى أُخرى، وذلك تبعاً للعمليات التفاعليّة التي تحدث في أغلفة سطح الأرض المُختلفة كالغلاف الصخريّ، الغلاف المائيّ، والغلاف الجويّ والغلاف الحيويّ.

يؤثر الري بشكل معقد ومتعدد الجوانب في العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيوكيميائية والبيولوجية والتركيبية الحاصلة في التربة، حيث يتم التأثير في العمليات الفيزياكيميائية بتغيير الرطوبة والحرارة وسعة الاحتفاظ بها والتركيب الميكانيكي والمسامية والنفوذية وسعة الاحتفاظ بالماء وقوة تماسك عناصر التربة.

نفّذت الشركة السوفيتية "فان لبير" عام 1952 دراسة استكشافيّة، صنّفت فيها أتربة وادي الفرات كلّها ضمن التوضعات الرسوبية.[1]

وأجرت مؤسسة تكنوبروم إكسبورت السوفييتيّة عام 1962 دراسة بمقياس 1:25000 تتميّز بالأهمية على الضفّة اليسرى لنهر الفرات، وشملت المساحة من حلبية زلبية إلى مدينة البوكمال. وغطّت الدراسة مساحة 200000 هكتار، منها 64000 هكتار مرويّة. واعتمدت الدراسة على التحاليل الكيميائيّة لعيّنات التربة، وصنفت الأراضي (مروج مرويّة – أراضي بنيّة رماديّة) اعتماداً على الظروف المناخيّة للمنطقة. واقترحت تنفيذ صرف للمساحات المتملّحة (حوالى 10%) من المنطقة المرويّة. [2].

قامت شركة نيديكو السوفيتية عام 1963 بدراسة استكشافيّة عامة لحوض الفرات، ميّزت فيها بين الأراضي الرسوبيّة القديمة وأراضي الرسوبيات الحديثة وتحت الحديثة، واهتمت بموضوع الملوحة، وفسّرت سبب التملّح بالري الزائد والنفاذيّة المنخفضة للتربة [3].

أجرت وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي عام 1974 دراسة عامة لأراضي وادي الفرات الأسفل بمقياس 1:50000، وشملت الدراسة الشروط العامة لتشكّل الأتربة، وتمّ تمييز: السهل الفيضاني Floodplain ويغلب السلت على تركيب التربة. والمصطبة الأولى وهي ذات تربة متوسطة إلى ناعمة الحبيبات، والمصطبة الثانية تنتشر فيها الحصى. [4].

نفّذت الدراسة التفصيليّة لأتربة المنطقة الأولى من حوض الفرات الأدنى (الضفّة اليمنى) والتي شملت القطاعات (3-5-7) عام 2002م من قبل المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي وكل من شركتي اكروكومبليت و ج–كات ، بهدف إعداد الدّراسات اللازمة لمشروع ري وصرف متكامل لمساحة إجمالية تبلغ /27000/هكتار. وبلغت كثافة المقاطع الترابيّة المنفّذة مقطع واحد لكل عشرة هكتارات، وتمّ اختيار 10% من هذه المقاطع لتكون مقاطع أساسية، كما نفّذت التجارب الفيزيومائيّة بمعدّل نقطة فيزيومائيّة لكل 100 هكتار [5].

كما نفذ الباحثان (الحناوي، سامي و حبيب، حسن عام 2013) بحثاً حول تحديد بعض الخصائص البيدولوجية والخصوبية لترب من جبل العرب وحوران، وحُضر اثنا عشر مقطعاً ترابياً، أخذت منها عينات حسب تعاقب الآفاق المختلفة وبلغ عددها (36). بينت نتائج التحاليل أن العامل الطبوغرافي في كل مقطع يؤدي دوراً مهماً في تحديد بعض خصائص التربة مثل عمق مقطع التربة، والتركيب الحبيبي للآفاق السطحية، فضلاً عن توزع كربونات الكالسيوم، وكذلك بعض العمليات البيدولوجية مثل ظاهرة الانكماش والإنتباج. كما تبين أن محتوى التربة من العناصر الصغرى يقع بين المتوسط والمنخفض، وقد يعود ذلك إلى فقر المادة الأم بهذه العناصر من جهة، واستنزاف بعضها الآخر من النبات، نتيجة للاستثمار الطويل لهذه الترب دون العمل على تحسين خواصها الخصوبية من جهة أخرى [6].

قام Yacob.A , Heluf.G , Sheleme.B عام 2014 بتحديد الخصائص البيدولوجية لتربة الأراضي المنخفضة في جنوب غرب إثيوبيا التي تخضع لزراعات مكثفة، والتي يمكن أن تساعد في إدارة أفضل لنظام الإنتاج المستدام للمحاصيل. تم اختبار أربعة أنماط من التربة تبعاً لميولها حيث تمتاز ترب الميول الكبيرة بأعماق ضحلة تتراوح بين 47-52 cm من سطح الأرض، بينما تصل هذه الأعماق إلى 200cm في الترب ذات الميول الصغيرة. ويتناقص كل من الكربون العضوي والآزوت وسعة التبادل الإيوني مع عمق التربة بينما يزداد محتوى التربة من الفوسفور مع زيادة عمق التربة ليتراوح بين 8.7-33.7 mg/kg. [7].

أجرى (علي، حيدر وحبيب، حسن عام 2015) بحثاً حول تأثير العامل المناخي في بعض خصائص التربة وتكوينها في سهل حوران، اختيرت ثلاث مناطق مختلفة بمعدل سنوي للهطول المطري بشكل رئيس، حُضرت مقاطع ترابية في كل منطقة بواقع ثلاثة مكررات لكل موقع، وتم وصفها وأخذت العينات منها وفق المنهجية العالمية المتبعة في الدراسات المورفولوجية للتربة. بينت النتائج أن العامل المناخي يؤدي دوراً مهماً في تحديد الكثير من خصائص التربة مثل النسيج، البنية، اللون، سعة التبادل الكاتيوني، pH ، وكذلك بعض العمليات البيدولوجية مثل ظاهرة الانتفاخ والانكماش المسؤولة عن ظهور بعض الصفات المورفولوجية. عموماً، بينت الدراسة أن الترب في سهل حوران تقع تحت تأثير ثلاث عمليات يتحكم بها المناخ هي: غسل التربة، مزج التربة (سبب ظاهرة الانكماش والانتفاخ) وعملية التغير المؤدية لتكوين أفق التغير أو التجوية [8] .

أجرى S.M. Lufega and B.M.Msanya عام 2017م دراسة لوضع توصيف بيدولوجي للترب في مقاطعة Morogoro، تنزانيا. واختيرت ثلاث وحدات للتربة إلى جانب دراسة استقصائية ميدانية استطلاعية: وهي Kiziwa (KZW-P1)، Mkambarani (MKA-P1)، Fulwe (FUL-P1).. وتم اختيار ثلاث عشرة عينة تربة ووصف وتحليل للخصائص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية. يتشكل الصنف الأول والثالث من غضار رملي بني إلى أحمر قاس داكن وغضار بحصي، تغطيهما تربة غضارية تعود للصنف الثاني. تقل كمية الفوسفور في وحدات التربة 7 mg/kg عدا الوحدة الثالثة حيث تبلغ 23.8 mg/kg. كما أن الكربون العضوي منخفض إلى منخفض جداً في التربة. وتشير نسبة التبادل الإيوني إلى تجوية متوسطة إلى شديدة. [9].

أهمية البحث وأهدافه:

تعد التربة أحد أهم الموارد الطبيعية للنشاط الفلاحي وللغطاء النباتي. وهي مصدر لبعض مواد البناء والموارد المعدنية، وأداة منظمة للجريان المائي. وتعمل التربة كمصفاة لحماية جودة الماء والهواء والموارد الطبيعية الأخرى.

تنبع أهمية البحث من ضرورة تحديد أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب الزراعية في القطاع السابع، الأمر الذي يسهل عملية اختيار المحاصيل المناسبة وطريقة الري المثلى، وبالتالي اختيار طريقة الصرف الزراعي المناسبة، تجنباً لحدوث تملح هذه الترب وخروجها من الاستثمار الزراعي.

يهدف البحث إلى تقييم أهم الخصائص البيدولوجية للترب الزراعية في القطاع السابع من حوض الفرات الأدنى، ومن أهمها: سرعة الرشح، النفاذية، الكثافة الظاهرية، المسامية، السعة الحقلية المائية، الرطوبة الطبيعية (الهيغروسكوبية – حد الذبول). وذلك للمساهمة في اختيار الطرائق المثلى في إدارة عمليات الري والصرف في أراضي القطاع السابع، لإعادة استصلاح الأراضي التي تأثرت بالملوحة وخرجت من الاستثمار.

طرائق البحث ومواده

أُجريَت تجارب تحديد معدّل الرشح Intake rate– المعدّل الأعظمي للماء المتسرّب إلى التربة عبر سطحها خلال وحدة الزمن؛ أي النفاذية الشاقولية K_v للتربة– في ظروف الوسط المشبع بالماء تحت تأثير ضاغط مائي ثابت، بطريقة الاسطوانتين المتمركزتين. والمسماة باسم Muntz، حيث استخدمت أسطوانة داخلية بقطر 50 سم وخارجية بقطر 75 سم مع خزان مدرج لتزويد الأسطوانة الداخلية بالماء، ومراعاة المحافظة على ضاغط مائي 5سم لكلا الأسطوانتين في تجربة الرشح السطحية و10 سم عن عمق 50 سم مع استمرار التجربة حتى استقرار القراءة ولفترة حوالي ست ساعات، هذا وقد تم ترطيب التربة قبل تنفيذ هذه التجارب حتى المحتوى الرطوبي المناسب.

واعتمد تحديد نفاذية التربة على إجراء تجارب حقلية بطريقة بورشيت Kvp أو بطريقة دوتش (الهولندية) حسب عمق توضع منسوب المياه الجوفية في قطاع التربة. فاستُخدمت طريقة بورشيت في الأتربة التي يقع فيها منسوب المياه الجوفية على عمق يزيد على /200/ سم، واستُخدمت طريقة دوتش في الأتربة التي يقع فيها منسوب المياه الجوفية على عمق أقل من /150/ سم على سطح الأرض. واعتُمدت القيم الوسطية لنفاذية التربة.

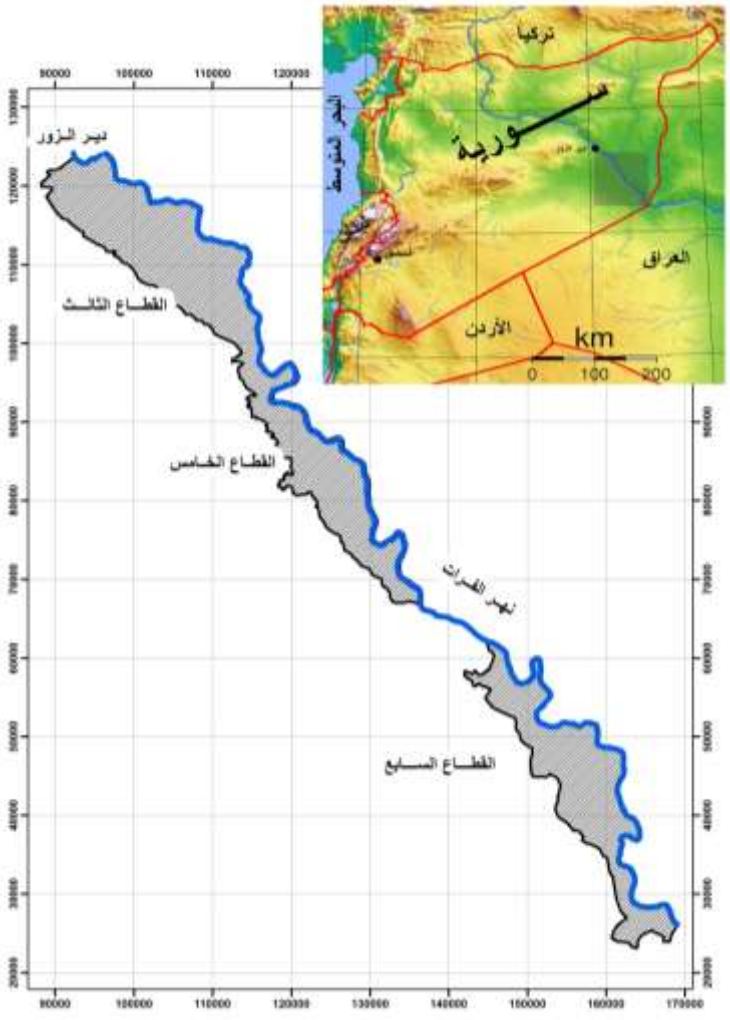
وتم تقدير الكثافة الظاهرية حقلياً باستخدام أسطوانة معدنية حسب طريقة العالم كاتشينسكي (بحجم 251 سم^3) بمعدل ثلاث مكررات لكل أفق، ولثلاثة آفاق لكل من المقاطع الرئيسية حسب الأعماق التكوينية للتربة في تجارب الرشح بالأسطوانتين.

وتم تحديد السعة المائية حقلياً بأخذ عينات تربة كل عشرة سنتيمتر ولعمق متر واحد من تجارب الرشح بالاسطوانتين ثم وزنها وتجفيفها إلى درجة 105 مْ حتى الوصول إلى الوزن الجاف للتربة. أما الأتربة الجبسية فقد تم تجفيف عيناتها إلى أقل من 65 م^o. وتم حساب الرطوبة الطبيعية بعد تجفيف عينات التربة على حرارة 105 م^o للأتربة غير الجبسية وعلى حرارة أقل من 65 م^o للأتربة الجبسية ووزنها، ثم أخذت عينات الرطوبة الطبيعية من المقاطع الرئيسية بهدف حساب الكثافة الظاهرية للتربة الجافة. [10].

موقع منطقة البحث

تتألف المنطقة الأولى لحوض الفرات الأدنى من ثلاثة قطاعات (3،5،7) تبلغ مساحتها 55565 هكتار، وتمتد بين مدينتي دير الزور والبوكمال عند الحدود السورية – العراقية. ويبلغ طول حوض الفرات الأدنى 180 كم (الشكل –1).

يمتد القطاع السابع على الضفة اليمنى لنهر الفرات لمسافة 38 km من منطقة الدوير حتى الحيري بعد مدينة البوكمال قرب الحدود السورية العراقية وتبلغ مساحته الإجمالية 18140 هكتاراً. ويحده من الجهة الشمالية الشرقية تكشف صخري، ويبدأ عرض القطاع السابع من الشمال بعرض 1 km، ثم يتسع القطاع ليبتعد الحد الكتيم عن ضفة النهر اليمنى بمقدار 5,5 km. لتصل المنطقة إلى أكبر اتساع لها 11 km بعد منتصف القطاع، ثم يقترب الحد الكتيم ليصل إلى 1,5 km من ضفة النهر اليمنى. وتتراوح مناسيب الأرض الطبيعية في القطاع السابع بين 168 m عند ضفة نهر الفرات، و200m عند الجرف الصخري (الشكل –2)، ويشكل القطاع السابع وحدة جيومائية واحدة.



(الشكل–1). خارطة الموقع العام للمنطقة الأولى من حوض الفرات الأدنى وموقع القطاع السابع.

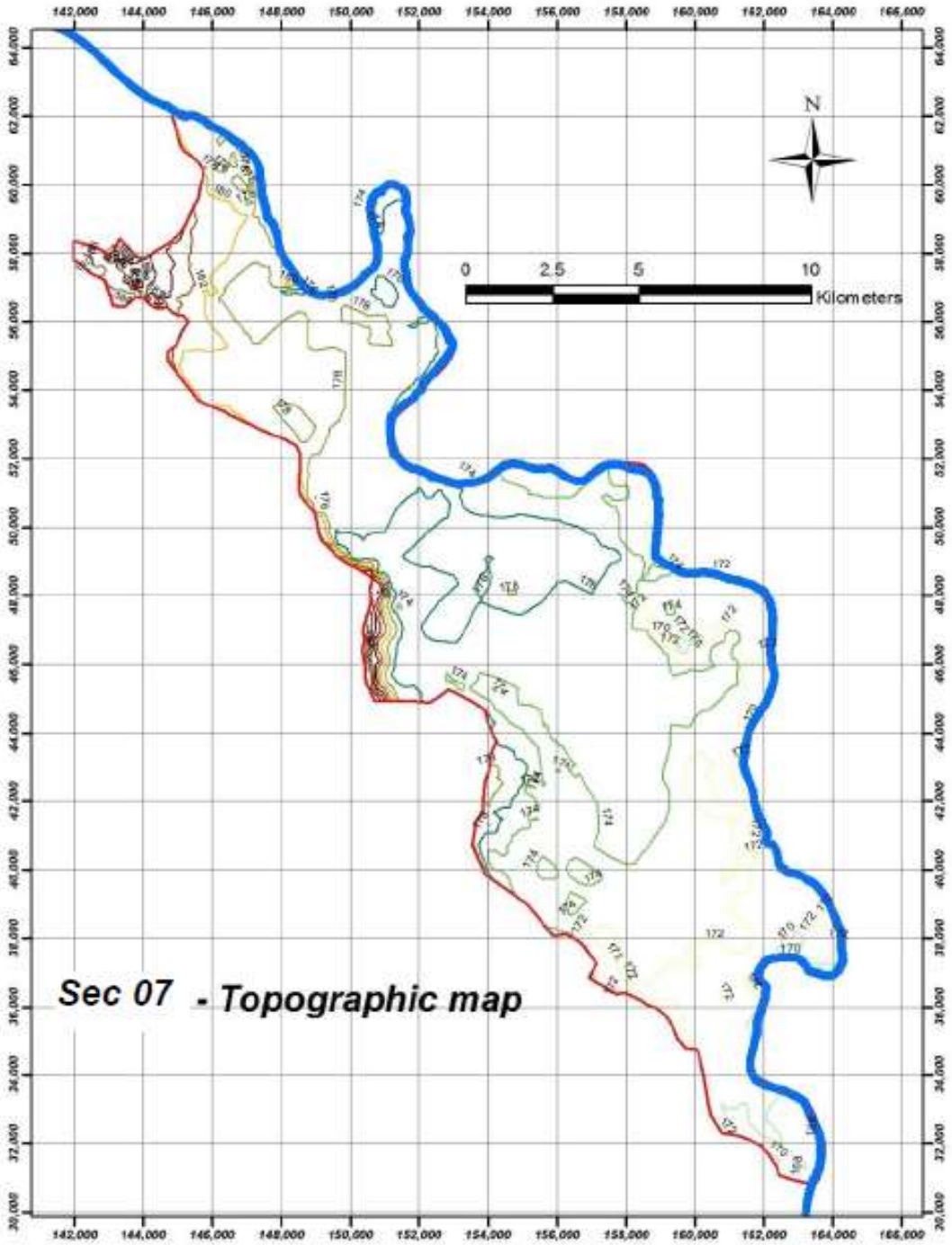
الخصائص المناخية والطبيعية

اعتمدت دراسة الخصائص المناخية والطبيعية في القطاع السابع على المعطيات المناخيّة من محطة الأرصاد الجوية في البوكمال خلال فترة الرصد (1959– 2004) (الجدول–1).

تتّصف منطقة القطاع السابع بمناخ حار وجاف صيفاً، بارد وقليل الرطوبة شتاءً. ويبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء في المنطقة 20 °C، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى أكثر من 27 °C، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة الصغرى 13°C، وبلغت درجة الحرارة العظمى المطلقة في شهري تموز وآب 44,2 – 43,6 °C على الترتيب. ووصلت درجة الحرارة المطلقة الدنيا إلى 3,1- °C، ويبلغ مجال التغيّر الحراري حوالى 48 °C.

تتراوح الرطوبة النسبيّة للمنطقة في الشتاء بين 55– 70%، فتصل قيمتها العظمى في شهر كانون الثاني 72%. بينما تتناقص صيفاً، فتبلغ قيمتها الدنيا في أشهر حزيران وتموز وآب 25–27%. ويبلغ الوسطي السنوي للرطوبة النسبية في المنطقة 45%.

ويبلغ المتوسط السنوي للهطل المطري في المنطقة 135 mm. حيث يتوزّع الهطل بشكل غير منتظم فوق أراضي المنطقة، إذ يهطل حوالى 80% من الأمطار خلال فصل الشتاء، (كانون الأول–نيسان)، بينما تكون الفترة (تموز – آب) جافة تقريباً. ويبلغ الهطول اليومي الأعظمي 88 mm.



(الشكل–2). الخارطة الطبوغرافية للقطاع السابع [11].

وتسود الرياح الغربية في معظم شهور العام، عدا شهر حزيران فتكون الرياح غربية – شمالية غربية. ويبلغ متوسط سرعة الرياح صيفاً *m/sec* 4,3 في البوكمال، وينخفض شتاءً إلى *m/sec* 2، ويبلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح *m/sec* 3,1. وتهبّ رياح ذات سرعات كبيرة تثير الغبار في أحيان كثيرة، خاصةً رياح الخماسين في بداية الربيع، التي تسبّب عواصف غباريّة شديدة جداً، تصيب المحاصيل الزراعيّة بأضرار كبيرة.

ويبلغ المعدل السنوي للتبخّر الممكن من سطح الماء في محطة البوكمال 8,7 مم/يوم. ويتناقص التبخر خلال فصل الشتاء حينما تنخفض درجات الحرارة، وتزداد رطوبة الهواء، فيبلغ المتوسط اليومي للتبخر شتاءً حوالى 2 مم. ويزداد التبخر في فصل الصيف، فيبلغ 11 -19 مم/يوم. إنّ ارتفاع درجات الحرارة صيفاً يترافق بارتفاع حاد لقابلية التبخّر، ونقص كبير لرطوبة الهواء، ورياح شديدة، تؤدّي جميعها إلى نقص شديد في رطوبة التربة، الأمر الذي يجعل الري بمعدلات عالية ضرورياً في فصول الربيع والصيف والخريف لتأمين الرطوبة اللازمة لنمو النباتات، ممّا يسبّب زيادة تملح التربة.

الجدول 1. القيم الشهرية والسنوية للعناصر المناخية في محطة البوكمال [5].

خط الطول: 55 40 خط العرض: 25 34 الارتفاع فوق سطح البحر: 174 متراً. فترة الرصد 1959 – 2004 م

العنصر المنـاخي	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	السنوي
متوسط درجة حرارة الهواء °C	7.6	9.8	13.6	19.7	25.3	30	32.6	30.9	27.9	22.4	14.1	8.8	20.2
متوسط درجة الحرارة العظمى °C	13.4	16.2	20.1	26.7	32.8	37.7	40.5	40	36.4	29.8	21.4	15	27.5
متوسط درجة الحرارة الدنيا °C	2.4	3.8	11.3	12.2	17	21.2	23.2	23.4	19.3	14	7.4	3.6	13.2
درجة الحرارة المطلقة العظمى °C	18.7	23.1	29.1	35.7	40.1	42.7	44.2	43.6	41.4	35.9	27.7	20.7	44.2
درجة الحرارة المطلقة الدنيا °C	-3.1	-1.7	0.52	6.7	11.3	16.7	20.4	19.7	14.8	8.1	-0.64	-2.9	-3.1
المتوسط السنوي للهطل المطري (مم)	21.3	20.5	22.9	18.4	8.6	0.5	0	0	0.4	6	15	21.2	134.9
الهطل اليومي الأعظمي (مم/يوم)	22.8	29.4	46	37	30	31	0	0	4.3	17.1	87.8	37.5	87.8
متوسط الرطوبة النسبية %	72	62	52	44	34	25	25	27	30	40	55	70	45
متوسط التبخّر الممكن (مم/يوم)	1.9	3.3	5.1	7.8	10.9	16.4	18.6	16	10.9	7.1	3.7	2.1	8.7
المتوسط الشهري لسرعة الرياح (م/ثا)	2.5	3	3.3	3.3	3.3	4.3	4.7	3.8	2.4	2	2	2.4	3.1
الاتجاه السائد للرياح	W	W	W	W	W	WNW	W	W	W	W	W	W	W

الجيومورفولوجيا

تتألف أراضي القطاع السابع من:

1. رواسب تيار النهر (رسوبيات حديثة جداً): تشكلت خلال سنوات قليلة وتمثل المساحات المرتفعة عن منسوب مياه النهر والجزر المتشكلة من الرمال والحصى والكثبان الرمليّة.
2. الرسوبيّات الحديثة: تشكلت خلال مئات إلى عدة آلاف من السنين وهي مؤلفة من مواد خفيفة القوام وترتفع من 2–4 أمتار فوق منسوب نهر الفرات.

3. الرسوبيّات شبه الحديثة: تشكلت هذه الرسوبيّات خلال آلاف السنين. وتتألف المواد المكونة لها بشكل رئيس من (لوم طيني– طين إلى طين سلتي ولوم) تبلغ سماكة هذه الرسوبيّات عدة أمتار تتوضع الرسوبيّات الحديثة وشبه الحديثة على رسوبيات رمليّة وحصويّة تتراوح سماكتها بين 5–20 متراً.

الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية

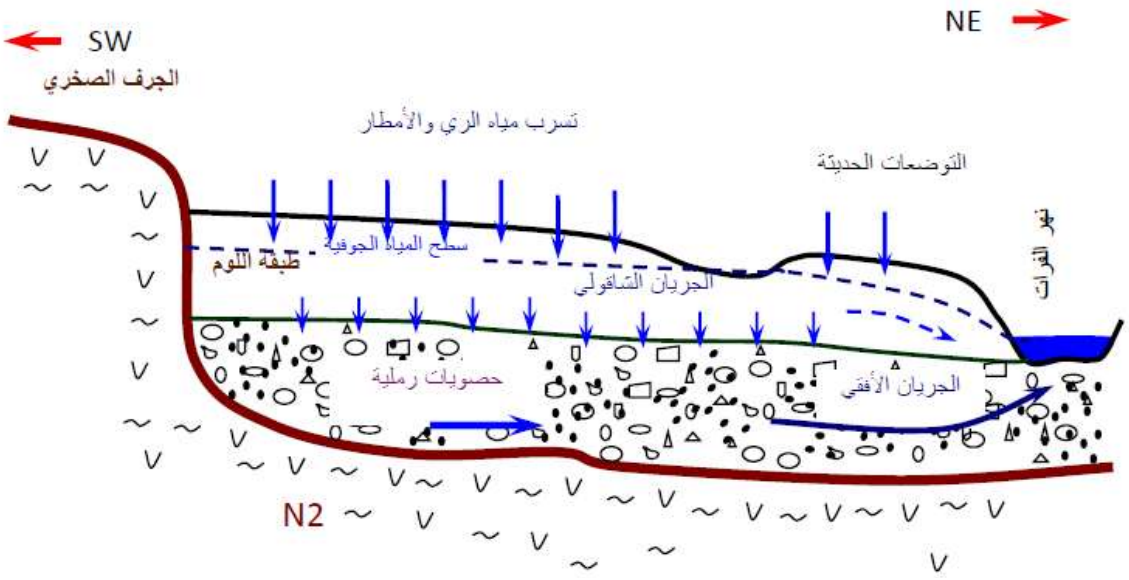
يتألف وادي نهر الفرات الأسفل من تركيبات مارلية وجبسية من العصر الميوبلوسيني Miopliocene تتألف هذه التركيبات من صخور الجبس والأنهدريت والملح والحجر الكلسي ومن الصخور الرملية. وقد حدث خلال الحقبة الجيولوجية الرابعة اندفاعات بازلتية امتدت على نطاق واسع.

يمكن تمييز طبقتين حاملتين للمياه، تمتدان من ضفة النهر حتى منطقة الجرف الصخري [11] :

الطبقة الأولى: تتألف من الرسوبيات السطحية الناعمة (لوم Loam)، بسماكة وسطية 4–5 أمتار، وتزداد سماكتها إلى 8 أمتار في بعض المواقع، وتتألّف من عدة أنواع من الترب الغضارية الرملية. وتتّصف بنفاذية منخفضة عموماً (0,2–1 متر/يوم)، تزداد قليلاً في بعض المواقع، حيث تتوضع رسوبيات خشنة نسبياً.

وتشكّل عموماً طبقة شبه كتيمة إلى شبه نفوذة، (حسب تركيبها الليتولوجي)، تغطي طبقة الحصويات الرملية ذات النفاذية الكبيرة، فينشأ ضاغط محلي في طبقة الحصويات؛ أي طبقة ارتوازية ذات ضاغط محلي. وقد تتناقص سماكة طبقة اللوم، أو تتلاشى، فتتكشف طبقة الحصويات على سطح الأرض مباشرة.

الطبقة الثانية: تتوضّع مباشرة تحت الطبقة السطحية، وتتألف من رسوبيات رملية خشنة وحصى، تزداد سماكتها مع الابتعاد عن المجرى عموماً، فتبلغ سماكتها 15 متراً في عدّة مواقع. كما أنّ هذه الطبقة تتكشّف على سطح الأرض في مواقع متعددة. تمتاز طبقة الرمال الحصوية بنفاذية كبيرة (200 – 500 متر/يوم)، تنخفض في بعض المواقع إلى أقل من 20 م/يوم. وتشكّل توضّعات البليوسين N2 طبقة الأساس الغضارية المارلية – الجصية الكتيمة، وهي ذات انتشار إقليمي واسع تحت طبقة الرمال الحصوية، وتتوضّع على عمق 15 متراً وسطياً، ابتداءً من سطح الأرض. (الشكل– 3).



(الشكل–3). مقطع عرضي توضيحي يبيّن الظروف الهيدروجيولوجية الطبيعية [11].

النتائج والمناقشة

تقييم الخصائص البيدولوجية للترب الزراعية في القطاع السابع

1. حدود مسح التربة

نفّذ المسح التفصيلي لأتربة المنطقة الأولى من حوض الفرات الأدنى، الضّفّة اليمنى لنهر الفرات في المساحات المحيطة بمشروع الري والصرف المنفّذ في المنطقة، وشملت منطقة المسح الأراضي الواقعة بين مجرى نهر الفرات والمرتفعات الجنوبيّة (المصطبة الأولى) بعرض يتراوح بين مئات الأمتار و10كم، وطول يصل إلى حوالي 40 كم بين مدينة دير الزور والميادين من ضمنها أراضي القطاع السابع (الشكل –4). وهي تمثل المناطق الرسوبية الحديثة جدّاً والحديثة والرسوبيّات شبه الحديثة إضافة إلى الرسوبيّات السيليّة). وتضمّنت هذه المساحة الأراضي الخفيفة القوام والمتوسطة وثقيلة القوام، وشملت الأراضي المتملّحة ومساحات قليلة من الأراضي الجبسيّة.

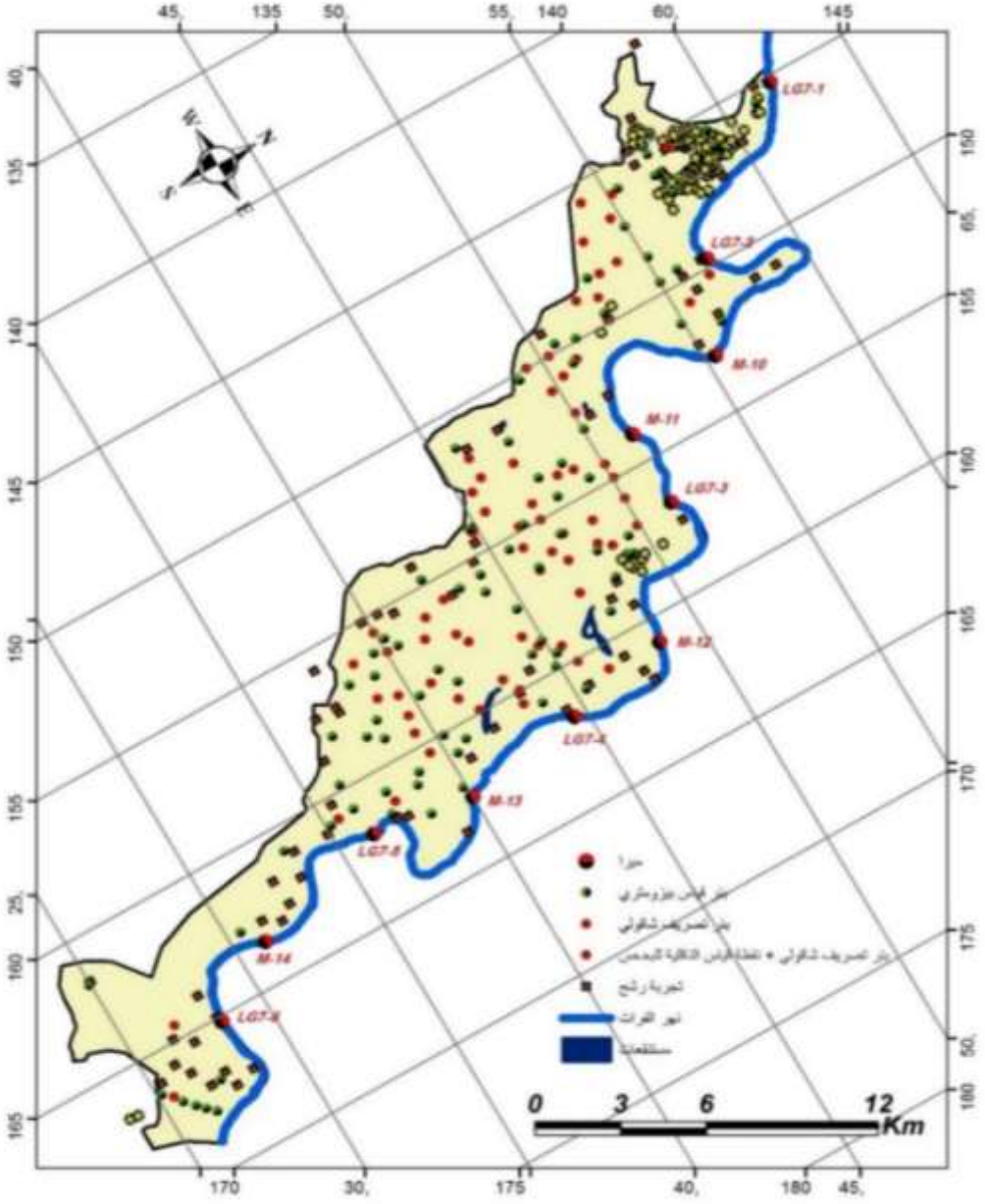
2. استخدامات الأراضي في القطاع السابع

تُستثمَر معظم أراضي القطاع السابع بشكل كثيف (نسبة التكثيف 156%)، وتعتمد الزراعات الحالية على الري بوساطة شبكات الري التي تتألف من أقنية وخنادق ترابية، تُضخ المياه فيها بالمضخات المنتشرة على ضفاف الفرات، وتروي أراضي ضمن المصطبة الأولى بجوار النهر، وتعود ملكيتها للأهالي. كما توجد محطات ضخ كبيرة، تملكها الجمعيات التعاونية الزراعية، تُروى بوساطتها أراضي التعاونيات الزراعية الواقعة على المصطبة الثانية غالباً، وهي ذات مساحات أكبر من المساحات على المصطبة الأولى. تُزرع معظم الأراضي الزراعية بالخضروات إضافة إلى زراعة القطن والذرة وعباد الشمس والسمسم ومساحات قليلة تزرع بمحاصيل علفية كالفصّة والبرسيم، كما تزرع مساحات متفرقة بالشوندر السكري والفستق السوداني، وغالباً تزرع المحاصيل الحبية شتاءً كالقمح وبنسبة أقل الشعير، ويلاحظ بشكل نادر بعض البساتين في المنطقة.

3. معدّل رشح المياه في التربة

يتأثّر رشح الماء في التربة بقوامها وبنيتها وتركيبها الفلزّي، وبمحتواها من الرطوبة، وبمستوى استعمالها. وينخفض معدّل رشح المياه مع ازدياد محتوى التربة من الغضار، ومع قرب منسوب المياه الجوفية من سطح الأرض.

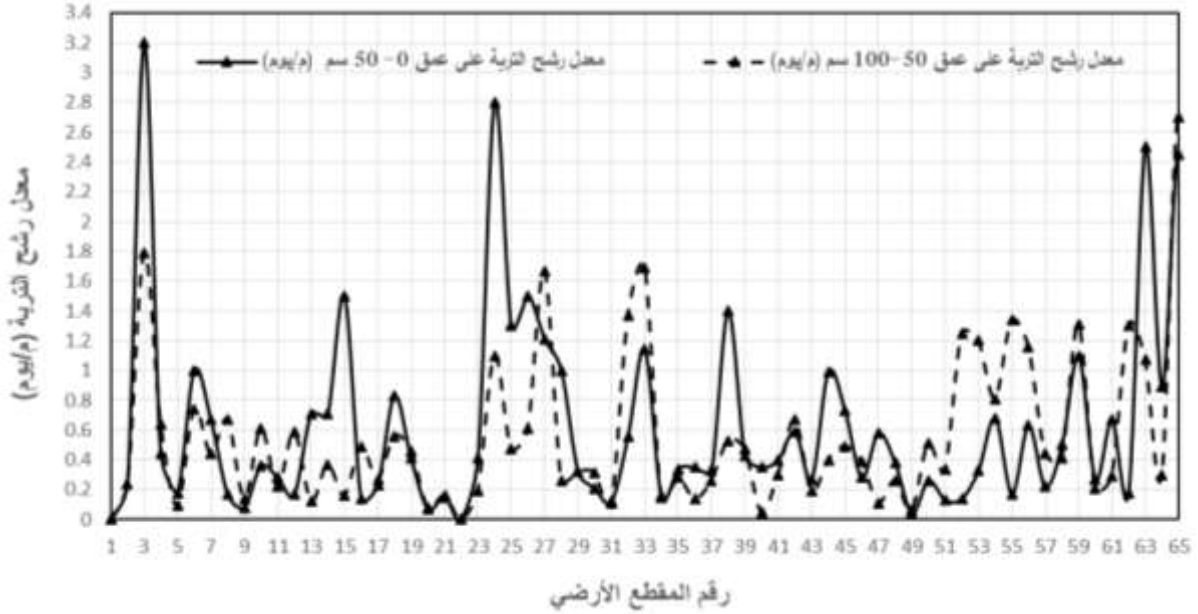
تم الاعتماد على (الجدول–2) لتقييم معدل سرعة الرشح بضاغط مائي، حيث تشير معظم نتائج سرعة الرشح (الشكلان5–6) إلى وجود علاقة وثيقة بين نسبة الغضار ومعدل الرشح حيث ينخفض معدل الرشح بشكل واضح بزيادة نسبة الغضار الفيزيائي (أتربة غضارية) في المتر الأول (أتربة غضارية وغضاري رملي ثقيل) ليصل إلى ما بين (0.408 – 0.072) م/يوم في الطبقة السطحية كما في تجارب الرشح رقم (19 – 32 – 33 – 20 – 16 – 8 – 29 – 35 – 59) ويتراوح هذا المعدل بين (0.305 – 0.0504) م/يوم على عمق 50 سم كما في تجارب الرشح أرقام (33 – 34 – 4 – 20 – 19 – 16 – 29 – 8 – 35 – 59). قد يلاحظ ارتفاع سرعة الرشح رغم ارتفاع نسبة الغضار الفيزيائي كما في التجربة رقم (37 – 13) يمكن تفسير ذلك لمنشأ هذه الترب حيث يتخلل هذا القطاع الأرضي بعض الألسن الرملية في المتر الأول التي تلعب دوراً مهماً كمصارف طبيعية داخل هذه الترب مما يحسن معدل الرشح.



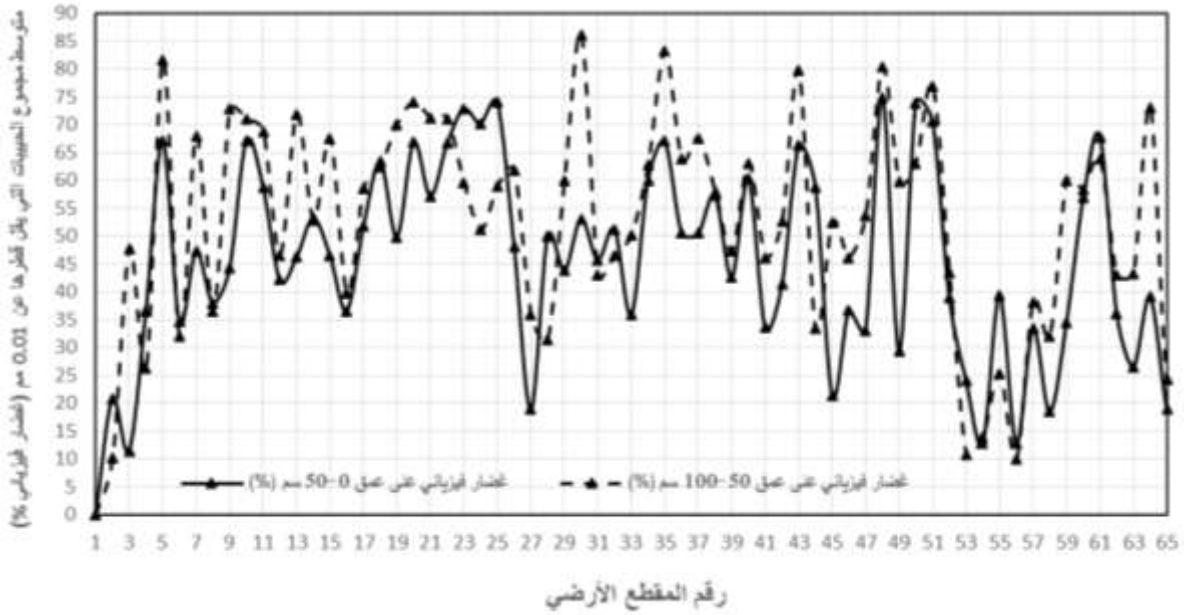
الشكل–4 . حدود مناطق المسح التفصيلي لأتربة المنطقة الأولى من حوض الفرات الأدنى– القطاع السابع [11].

جدول رقم (2) معدل رشح التربة بضاغط مائي حسب دراسات شركة جيرسار سيت [5]

تقييم سرعة الرشح بضاغط مائي	سم / سا	م/ يوم
رشح التربة للماء بطيء جداً	0.1–0.05	0.024–0.012
رشح التربة للماء منخفض	0.4–0.1	0.096–0.024
رشح التربة للماء منخفض إلى متوسط	0.8–0.4	0.19–0.096
رشح التربة للماء متوسط (جيد)	2.0–0.8	0.48–0.19
رشح التربة للماء متوسط إلى عالي	7.0–2.0	1.68–0.48
رشح التربة للماء عالي	7.0 <	1.68 <



(الشكل–5). معدلات رشح التربة على أعماق مختلفة (م/يوم)



(الشكل –6). متوسط مجموع الحبيبات التي يقل قطرها عن 0.01 مم وهي على أعماق مختلفة (%).

تتميز الأراضي الخفيفة القوام (رملي غضاري ورمل ناعم) بارتفاع قيمة الرشح فيها، حيث تتراوح سرعة الرشح في الطبقة السطحية بين 2.86 – 1.66 م/يوم، بينما ترتفع هذه القيمة في العمق /50/ سم لتصل إلى 2.57 – 0.81 م/يوم كما في التجارب (49 – 53). ويعود السبب في ارتفاع قيم الرشح في العمق /50/سم إلى أن معظم الترب الخفيفة القوام تتوضع على آفاق رملية خشنة، وقد تكون مصحوبة بحصى بنسب مختلفة وذلك بعد العمق /100/ سم مما يزيد سرعة الرشح. وبشكل عام يُعزى ارتفاع قيمة الرشح في الأراضي المتوسطة والثقيلة القوام للتجارب (11، 13، 31، 37 ،43، 48، 58، 62) للأسباب الآتية:

1- إن وجود ألسن رملية رقيقة غير ملحوظة أثناء الوصف ضمن الآفاق المتوسطة والثقيلة القوام يؤدي إلى ارتفاع سرعة رشح هذه الأراضي رغم ارتفاع نسبة الغضار الفيزيائي.

2- وجود مسام واسعة وتماسك رخو للتربة مع نفاذية جيدة إلى عالية لبعض هذه التجارب .

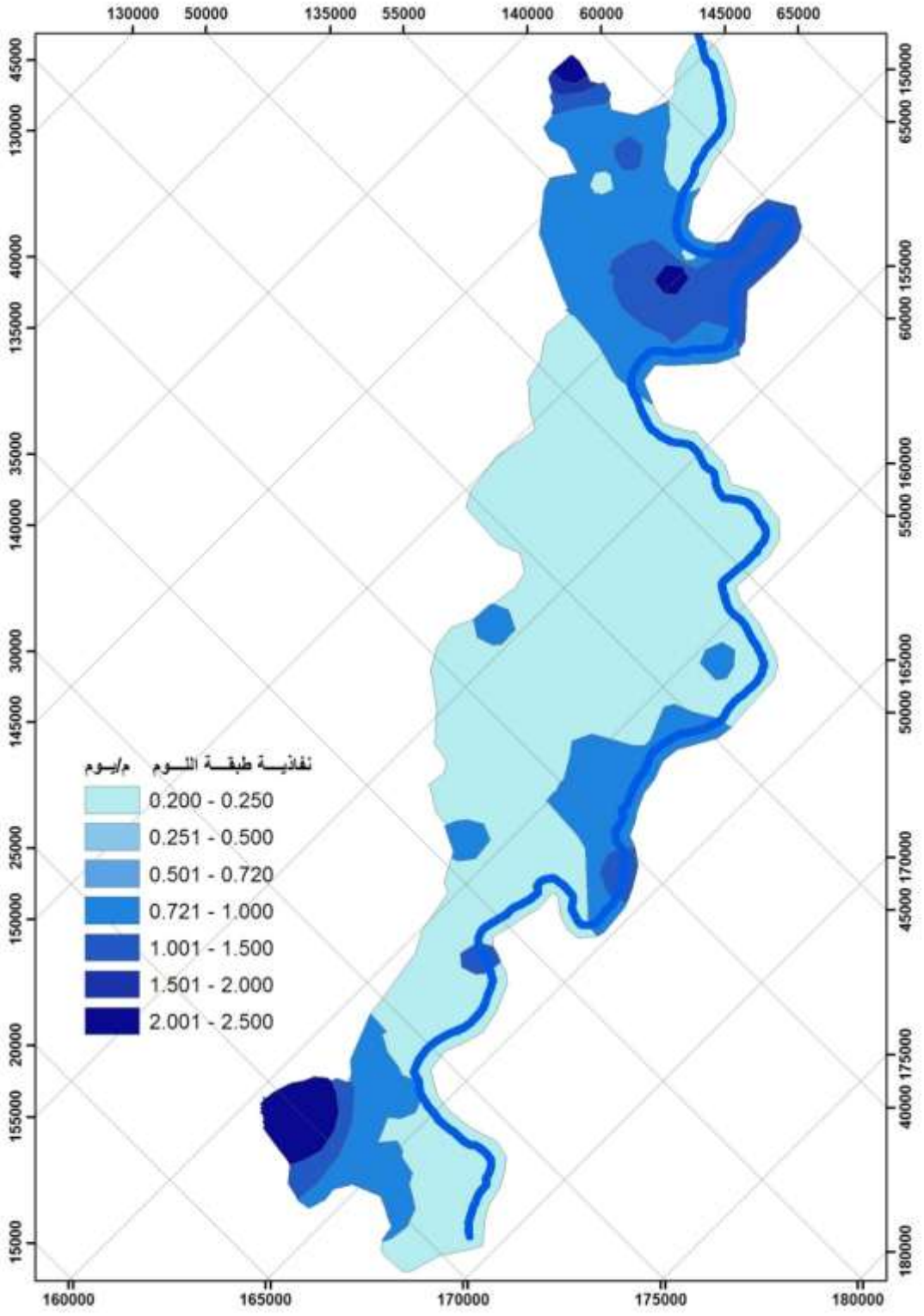
3- انخفاض نسبة الحبيبات التي قطرها أقل من ميكرون واحد إلى أقل من 17% يؤدي إلى ارتفاع سرعة الرشح رغم ارتفاع نسبة الطين الفيزيائي.

يجب معالجة هذه الأتربة وتحسين خصائصها الفيزيومائية من خلال تنفيذ فلاحة عميقة تصل إلى /90/سم ولمرة واحدة (لكسر الطبقة الكتيمة وذلك قبل تنفيذ غسيل هذه الأتربة). وفتح خنادق (مصارف خلدية) لتصريف مياه الغسيل وتحسين الصرف فيها. وزراعة محاصيل بقولية ضمن الدورة الزراعية ذات أعماق جذور مختلفة حيث تترك هذه المحاصيل جذور كثيفة تحسن من بناء التربة.

4.نفاذية التربة في القطاع السابع

إنّ بارامتر النفاذية مؤشّر مهمّ جداً لتصميم شبكة الصرف وإنشائها في الأراضي ذات النفاذية المنخفضة، لذلك من الضروري تحديد قيم نفاذية التربة لكلّ طبقة، وتغيرات النفاذية أفقياً وشاقولياً بدقة، من أجل وضع نموذج رياضي يحاكي الواقع، ويسمح بوضع سيناريوهات تنبؤ عن التغيرات المحتملة مستقبلاً، ووضع سيناريوهات حلول لمشاكل غرق الأراضي وتملّحها، تلبي متطلبات التطوّر الزراعي في المنطقة.

اعتماداً على تجارب تحديد نفاذية التربة باستخدام طريقة بورشيت Kvp أو بطريقة دوتش (الهولندية) حسب عمق توضع منسوب المياه الجوفية في قطاع التربة، تبيّن أنّ 86% من مجمل تجارب النفاذية بلغ فيها معدل النفاذية أقل من 0,48 م/يوم، وقوام التربة غضاري ثقيل، وغضاري، بينما تنخفض نسبة التجارب لتصل إلى 14% عندما تزيد هذه القيمة على 0,48 م/يوم (أتربة متوسطة النفاذية)، وقوامها غضاري خفيف إلى غضاري، ويبلغ معدل النفاذية في الأتربة الغضارية الرملية المتوسطة والغضارية الرملية الثقيلة 0,37–0,91 م/يوم. كما توجد مساحات غير كبيرة بشكل بقع متفرقة ذات نفاذية منخفضة جداً (أقل من 0,024 م/يوم). وتزداد نفاذية التربة قليلاً في الاتجاه الشاقولي إلى 0,25 – 1,25 م/يوم، وتزيد على 2 م/يوم في بعض المواقع، لكنّها ذات انتشار محدود جداً (الشكل–7) [11].



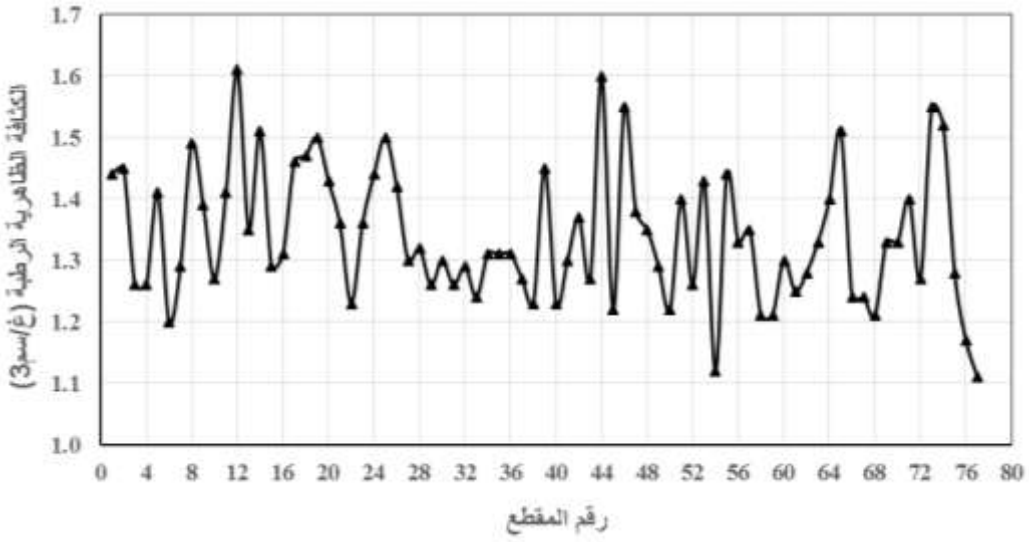
(الشكل–7). مخطط نفاذية القسم العلوي [m/day] من طبقة اللوم في القطاع السابع.

5. الكثافة الظاهريّة

تمتاز الكثافة الظاهرية للتربة بأهمية كبيرة حيث تعبّر عن خواصها الطبيعية كما يمكن الاستعانة بها لحساب مسامية التربة وحساب كمية مياه الري. ويلاحظ غالباً أن الكثافة الظاهرية في الطبقات السطحية أخفض مما هو في الطبقات العميقة ويرجع ذلك إلى تأثير عمليات الحرث، واحتواء الطبقة السطحية على المواد العضوية عكس الطبقات العميقة التي تكون أكثر اندماجاً تحت تأثير وزن الطبقات التي تعلوها. حيث تم تقدير الكثافة الظاهرية حقلياً باستخدام اسطوانة معدنية حسب طريقة العالم كاتشينسكي. فبلغت الكثافة الظاهرية بالحالة الرطبة لأفق الحراثة 1.11 غ/ سم^3 (مقطع رقم 54) وقوام التربة غضاري، والتربة كانت مفلوحة وقوامها مخلخل إسفنجي. وتزداد قيمة الكثافة الظاهريّة تبعاً للاستخدام الزراعي للأرض حيث بلغت أعلى قيمة لها 1.62 غ/ سم^3 في أفق الفلاحة (مقطع رقم 44) وقوام التربة غضاري رملي متوسط، حيث تدل هذه القيمة على شدّة تراص التربة بسبب عدم خدمتها وانخفاض المادة العضوية (إلى 0.29 %) في أفق الفلاحة وانضغاطها وهي أراضي متملحة، وهي مزروعة بالقمح ونموه متوسط وبشكل نباتات متفرقة (وهي حالة شاذة).

يُلاحظ أنّ الأتربة الخفيفة القوام تكون كثافتها أعلى قليلاً من الأتربة الناعمة، حيث تتجاور حبيبات هذه الأتربة بشدة نظراً لانتظام سطوحها مما يؤدي إلى زيادة في كثافتها الظاهرية إذا ما قورنت مع الأراضي ذات الحبيبات الناعمة التي لا تتجاور حبيباتها بنفس الانتظام حيث بلغت هذه القيمة 1.45 غ/سم^3 في أفق الفلاحة (مقاطع رقم 2 – 15 – 32 – 48 – 55 – 61 – 75). وقوام التربة رملي غضاري.

تزداد قيم الكثافة الظاهرية في الأفاق تحت السطحية لتتراوح هذه القيم بين 1.27 غ/ سم^3 كما في المقطع 1، و1.66 غ/سم^3 في المقاطع التالية (3 – 4 – 7 – 23 – 24 – 28 – 30 – 33 – 36 – 43 – 46 – 56 – 60 – 67 – 68) بسبب تراص واندماج الآفاق تحت السطحية، وثقل الأتربة السطحية، واستخدام الآلات الثقيلة، وعدم الفلاحة العميقة، إضافة إلى غياب المادة العضوية (الشكل –8).



(الشكل –8). الكثافة الظاهرية (غ/سم^3).

6.المساميّة

المسامية هي الجزء الذي يشغله الماء والهواء من الأرض وتشير إلى مدى تحبحب واندماج الأراضي، كما أنّ لقوام التربة تأثير واضح على المسامية فتزداد هذه القيمة في الأراضي الثقيلة عن الأراضي الخفيفة، كما تتأثر بالعمق حيث تقل المسامية في الطبقات التحتية. واستخدمت المعادلة التالية لحساب المسامية الكليّة:

المسامية الكلية %= [(الكثافة الحقيقية–الكثافة الظاهرية) / الكثافة الحقيقية].100

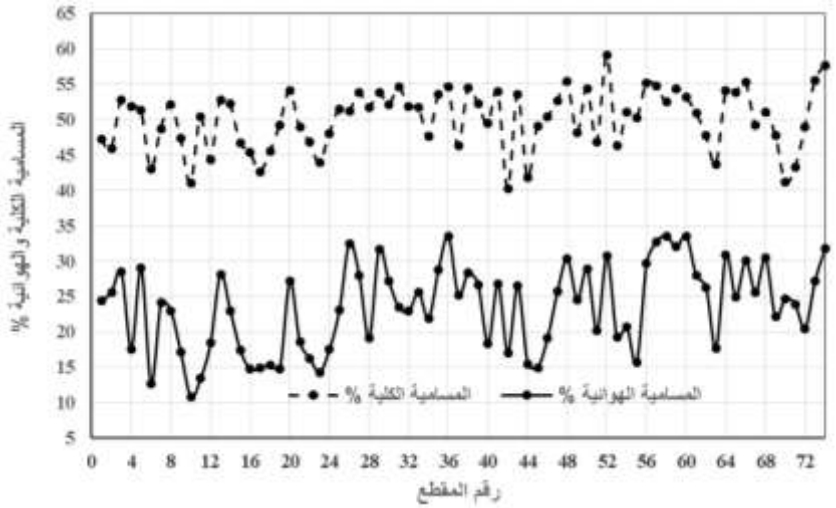
ولحساب المسامية الهوائية استخدمت المعادلة:

المسامية الهوائيّة %= المسامية الكلية حجماً – السعة الحقلية المائية حجماً.

حيث أن المسامية الهوائية هي حجم المسام المشغولة بالهواء من حجم التربة عند رطوبة السعة الحقلية المائية. وتم تقييم المسامية الكلية تبعاً لـ كاتشينسكي (الجدول–3). ونظراً لعلاقة المسامية بقوام واندماج وتحبحب الأراضي، فإن النتائج المتحصل عليها تشير إلى ارتفاع قيمة المسامية الهوائية في الأتربة الناعمة القوام، وتصل هذه القيمة إلى 30.7 % (مقطع 75). بينما في الأراضي الخفيفة تنخفض هذه القيمة إلى 15% (مقطع رقم 66) و9.5% (مقطع 2) . تتراوح هذه القيمة بين 18.6% في المقطع 54 و31.6% في المقطع رقم 29. وتنخفض قيمة المسامية الكلية في الآفاق تحت السطحية بسبب تراص آفاقها، حيث تتراوح بين 36.5% و57.7 % حيث تعتبر غير مقبولة إلى ممتازة (الشكل –9). وتؤدّي عملية الري إلى انتفاخ في التربة وينتج عن ذلك ازدياد في سعة المسافات البينية بينما جفاف التربة يؤدي إلى تقلص في حجم التربة.

جدول–3. تقييم الترب حسب المسامية الكلية (وفق كاتشينسكي)

تقييم المسام	المسامية الكلية للتربة
مسامية ممتازة	> 50
مسامية جيدة	50-45
مسامية مقبولة	45-40
مسامية غير مقبولة	40-30
مسامية سيئة جداً	30 >



(الشكل –9). المسامية الكلية والهوائية (%)

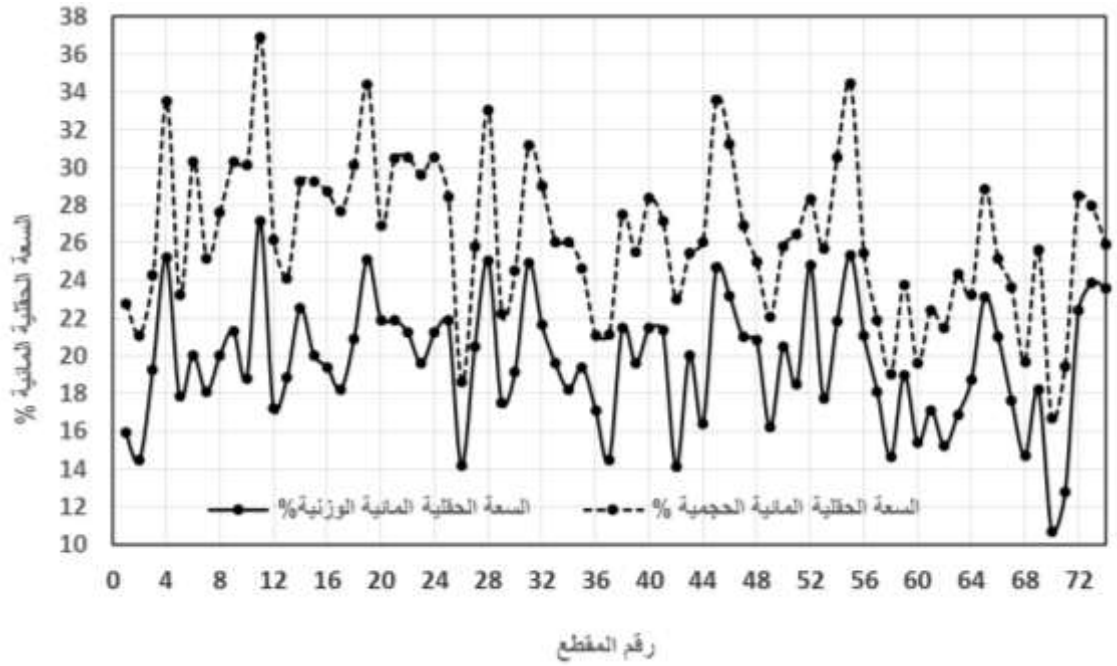
7.السعة الحقلية المائية

سعة احتفاظ التربة بالماء هي حجم الماء الموجود في المسامات البينية الذي تحتفظ به التربة، ويعد كمخزون مفيد ومتاح للنباتات ويساعد المصمم في تحديد معدل الري العملي.

اعتماداً على التجارب الحقلية لتحديد السعة الحقلية المائية يُلاحظ زيادة مخزون التربة من المياه عند رطوبة السعة الحقلية بزيادة محتواها من الغضار الفيزيائي وبالتالي انخفاض معدل الري، ويعود ذلك إلى أن الترب الثقيلة القوام تحتفظ بكميات أكبر من الماء المتاح والتي تستطيع أن تمد به المحاصيل، حيث بلغت نسبة المقاطع التي تزيد فيها السعة الحقلية الحجمية عن 30% من حجم الترب حوالي 21% من مجموع المقاطع الرئيسية البالغ عددها /74/مقطعاً كما في المقاطع رقم (11 – 10 – 19 – 21 – 28 – 45 – 46 – 54 – 55)، بينما انحصرت السعة الحقلية الحجمية المنخفضة (أقل من 20%من حجم التربة) ضمن الأراضي الخفيفة القوام حيث بلغت نسبتها 5% من مجموع المقاطع الرئيسية كما في المقاطع رقم (70 – 71 – 60 – 26)، وهي الأراضي الواقعة في جنوب شرق القطاع السابع، خاصةً ضمن المساحة المضافة والمصنفة ضمن الدرجة الثالثة والرابعة.

إن انخفاض السعة الحقلية المائية الحجمية في أتربة القطاع السابع يعود إلى انخفاض محتوى التربة من الطين الفيزيائي الذي لا تزيد نسبته في معظم الأحوال عن 70% وفي حالات نادرة تصل نسبته إلى 87 %، إضافة إلى ذلك فان نسبة الحبيبات التي يقل قطرها عن (0.001) ملم (غرويات) منخفضة في معظم الأحوال وتتراوح بين 12–39.5 % من مجموع الحبيبات ، أما في الأراضي المتوسطة والخفيفة القوام فتنخفض نسبة الطين التي يقل حجم حبيباتها عن 0.001 ملم لتتراوح بين 8 – 1.6 % من مجموع الحبيبات.

كما أن بعض المقاطع التي قوامها غضاري تتراوح السعة الحقلية المائية لها بين 24 – 30 % من حجم التربة كما في المقاطع ذوات أرقام (9 – 25 – 37 – 38 – 43 – 47 – 52)، بسبب المنشأ الرسوبي لهذه الأتربة، حيث يوجد عدم تجانس في القوام، كما أن انخفاض حبيبات الطين التي قطرها أقل من 0.001 مم عن 30 % قد يلعب دوراً مهماً في انخفاض السعة الحقلية. وقد لوحظ أيضاً ارتفاع لقيمة السعة الحقلية المائية الحجمية لبعض المقاطع التي تحوي أفق أو أكثر خفيف القوام لتتراوح هذه السعة بين 19 – 21 % كما في المقاطع (2 – 58 – 60 – 62 – 68) وقد يعود السبب في ذلك إلى منشأ هذه الترب وعدم تجانس القوام أو احتمال وجود أملاح في التربة رفعت من قيمة السعة الحقلية المائية (الشكل –10).



(الشكل–10). السعة الحقلية المائية الوزنية والحجمية %

8.الرطوبة الطبيعية

وهي مقدار الرطوبة الموجودة في التربة وقت أخذ العينة، تم حساب هذه الرطوبة بعد تجفيف عينات التربة على حرارة 105 م^{o} للأتربة غير الجبسية وعلى حرارة أقل من 65 م^{o} للأتربة الجبسية، ووزنها ثم أخذت عينات الرطوبة الطبيعية من المقاطع الرئيسية بهدف حساب الكثافة الظاهرية للتربة الجافة.

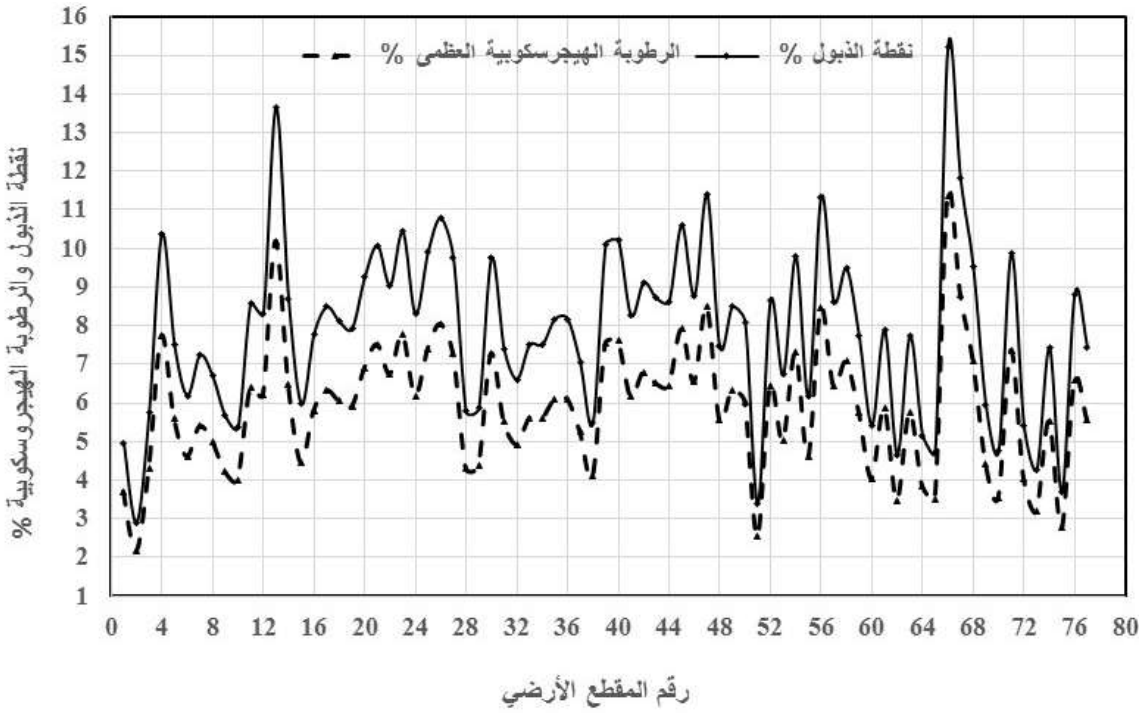
- **الرطوبة الهيغروسكوبية العظمى للتربة**

قدرت هذه الرطوبة مخبرياً بوضع عينات من التربة داخل وعاء محكم الإغلاق (اكسيكاتر) ومشبع بالرطوبة لمدة 12–18 يوماً وتم تحديد وزن هذه العينات دورياً حتى يثبت الوزن ومن ثم تجفف هذه العينات في الفرن على حرارة (105 مْ) للأتربة غير الجبسية وعلى حرارة أقل من 65 م^{o} للأتربة الجبسية، وتحسب كمية الرطوبة التي احتفظت بها التربة . لوحظ ارتفاع الرطوبة لبعض العينات بشكل غير طبيعي بسب احتوائها على كمية من أملاح كلور الكالسيوم والمغنزيوم الشرهة جداً للماء مما استدعى غسيل هذه العينات وإعادة تقدير الرطوبة الهيغروسكوبية فتراوحت قيمتها بين (11.23 و 2.16)، واستخدمت قيم هذه الرطوبة لحساب نقطة الذبول.

- **رطوبة حد الذبول**

تم تحديد رطوبة حد الذبول حسابياً كما يلي: رطوبة حد الذبول = الرطوبة الهيجروسكوبية العظمى للتربة X 1.34 بلغت قيمة حد الذبول 2.89% (مقطع رقم 2) وأعلى قيمة لها 13.91 % (مقطع رقم 62 في طبقة الفلاحة).

يوجد علاقة وثيقة بين رطوبة حد الذبول والتركيب الميكانيكي للتربة، فعندما يكون التركيب الميكانيكي للتربة ثقيل (غضاري) يلاحظ أن رطوبة حد الذبول تتراوح بين 13.9 – 8.5 % كما في المقاطع رقم (67 – 56 – 54 – 49 – 40 – 4 – 27)، وعلى عكس ذلك تنخفض هذه القيمة بشكل واضح في الأراضي الخفيفة القوام (رملي غضاري – رمل ناعم) حيث تتراوح هذه القيمة بين 5.89 – 5.43 % كما في المقاطع رقم (60 – 62 – 70).



(الشكل-11). نقطة الذبول والرطوبة الهيغروسكوبية %

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

1. ينخفض معدل الرشح بشكل واضح بزيادة نسبة الأتربة الغضارية حيث يتراوح بين (0.408 – 0.072) م/يوم في الطبقة السطحية، ويتراوح هذا المعدل بين (0.305 – 0.0504) م/يوم على عمق 50 سم. بينما تتراوح سرعة الرشح في الطبقة السطحية بين 2.86 – 1.66 م/يوم في الأراضي الخفيفة القوام (رملي غضاري ورمل ناعم) وترتفع هذه القيمة في العمق /50/ سم لتصل إلى 2.57 – 0.81 م/يوم.

2. تصل المسامية الهوائية في الأتربة الناعمة القوام إلى 30.7 %، بينما في الأراضي الخفيفة تتراوح بين 15 –9.5%، وتنخفض قيمة المسامية الكلية في الآفاق تحت السطحية بسبب تراص آفاقها حيث تتراوح بين 36.5% و57.7 %.

3. تتراوح السعة الحقلية المائية في معظم أراضي القطاع السابع بين 20–30% من حجم التربة. وتنخفض هذه السعة في الترب التي قوامها غضاري بسبب منشأها الرسوبي.

4. تتراوح قيم الرطوبة الهيغروسكوبية لترب القطاع السابع بين 11.23 - 2.16. ويوجد علاقة وثيقة بين رطوبة حد الذبول والتركيب الميكانيكي للتربة، فعندما يكون التركيب الميكانيكي للتربة ثقيلاً (غضاري) تتراوح رطوبة حد الذبول بين 13.9 – 8.5 %، وتنخفض هذه الرطوبة بشكل واضح في الأراضي الخفيفة القوام (رملي غضاري – رمل ناعم) لتتراوح بين 5.89 – 5.43.

التوصيات

1. إجراء فلاحات عميقة للتربة تصل إلى 90 سم لكسر الطبقات الكتيمة، وخلخلة التربة، وتحسين نفاذيتها.

2. زراعة محاصيل بقولية بأعماق جذور مختلفة، حيث تترك هذه المحاصيل جذور كثيفة تساعد على تحسين بناء التربة.

3. استخدام الري بالرذاذ حيث يمكن التحكم بكمية المياه وعمق الترطيب.

المراجع

1. شركة "فان لبير" السوفييتيّة. *دراسة استكشافية لأترية لحوض الفرات – مجلدات*. الرقة، 1952.

2. مؤسسة " تكنوبروم إكسبورت السوفييتيّة". *دراسة عامة لأراضي الضفة اليسرى لحوض الفرات الأدنى – مجلدات*. الرقة، 1962.

3. شركة " نيديكو السوفيتية ". *دراسة استكشافية عامة لحوض الفرات – مجلدات*. الرقة، 1963.

4. وزارة الزراعة والاستصلاح الزراعي. *دراسة عامة لأراضي وادي الفرات الأدنى – مجلدات*. الرقة، 1974.

5. شركتي " اكروكومبليت و ج – كات". *دراسة ري وصرف متكامل لمساحة لمشروع استصلاح 27000 هكتار (حوض الفرات الأدنى – المنطقة الأولى)*. الرقة، 2002.

6. الحناوي، حسن؛ حبيب، حسن. *"بعض الخصائص البيدولوجية والخصوبية لترب من جبل العرب وسهل حوران"*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 29، العدد 1، 2013 ، 239–252.

7. YACOB. A, HELUH. G, SHELEME. B. *Pedelogical characterstics and classification of soil along landscapes at Abodo, Southwestern lowlands*. Journal of Soil Science and Environmental Management. ETHIOPIA, Vol. 5(6). 2014, 72-82. ISSN: 1996-0816.

8. علي، حيدر؛ حبيب، حسن. *"تأثير العامل المناخي في بعض خصائص التربة وتكوينها في سهل حوران"*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 31، العدد 1، 2015 ، 267–280.

9. LUFEGA, S.M, MSANYA, B.M. *Pedological characterization and soil classification of selected soil units of Morogoro District*. International journal of plant & science, TANZANIA. ISSN: 2320-7035, 2017.

10. شركة "ج – كات". *التقرير الهيدروجيولوجي لمشروع استصلاح 27000 هكتار (حوض الفرات الأدنى – المنطقة الأولى)*. الرقة،2011، 155.

11. حايك، شريف، *الحل الأمثل لصرف المياه الجوفية الزائدة في القطاع السابع من حوض الفرات الأدنى – سورية*، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، في سلسلة العلوم الهندسية، سورية (ISSN:2079-3081)، المجلد 34، العدد 2، 2012 ، 9-