

## تأثير الطبوغرافيا على معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع لبعض ترب الجبل الأخضر - ليبيا

\* أحمد يوسف هبيل \* مراد ميلاد أبوراس \* كمال عبدالسلام عبدالقادر \* عطيه إبراهيم عبد المولى \* سري فرج محمد

المستخلص: يهدف هذا العمل إلى التعرف على أهم العلاقات المتبادلة ما بين المظاهر الطبوغرافية وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية، ومدى امتدادها أو تداخلها مع معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع. لهذا الغرض جمعت سبع عينات من الطبقات السطحية ممثلة لأهم الرتب المنتشرة عبر مناطق الجبل الأخضر مع مراعاة تباينها الطبوغرافي.

أكدت هذه الدراسة أن لعامل الطبوغرافيا دورا غير مباشر في إحداث التباينات المكانية للخواص الفيزيائية، كونه يتحكم في التوزيع المكاني للأمطار والنطاق الحراري، وبالتالي عمليات التجوية التي تحدد نواتجها أصناف القوام الذي يعد المسئول الرئيسي عن تحديد السلوك الفيزيائي والكيميائي للتربة، وبمكنا ربط هذه المسئولية بدرجة كبيرة بمكوئي الرمل والطين.

كما لاحظت الدراسة ان الأثار السلبية المرتبطة بسيادة كاتيون الصوديوم على المعقد التبادلي، وما يتبعه من خفض لمعدلات التوصيل الهيدروليكي المشبع يكون مشروطا بوفرة مفضول الطين. وهذا نادر الوجود تحت الظروف المناخية الجافة وشبه الجافة التي تفرض سيادة التجوية الفيزيائية وبالتالي ميل قوامها للخشونة. ولهذا اتصفت علاقات نسب الصوديوم المتبادل مع معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بالطردية مع مستويات عالية من المعنوية، وهذا غالباً نتيجة للعلاقات الطردية ما بين المفضول الرملي ودرجة القلوية. في حين كانت للمادة العضوية علاقات عكسية مع معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع كنتيجة للعلاقة الكامنة ما بين الطين والمحتوي العضوي، وهو ما يمثل امتداداً للعلاقات السلبية ما بين المحتوى الطيني ومعامل التوصيل الهيدروليكي.

الكلمات المفتاحية: الجبل الأخضر، الطبوغرافيا، التوصيل الهيدروليكي المشبع

## المقدمة:

يعرف معامل التوصيل الهيدروليكي بأنه ثابت تناسب سرعة مرور كمية من الماء بين نقطتين تبعدان عن بعضهما البعض مسافة معينة خلال مقطع مساحي من التربة في فترة زمنية تحت تأثير قوي الجذب الأرضي في حالة الترب المشبعة، أو كاستجابة للتدرج في الجهد الهيدروليكي كنتيجة لقوي الشد الماتري في حالة الترب الغير مشبعة ( Kirkham ، 2005 ).

ويعد خاصية أساسية مؤثرة في العلاقات المتبادلة ما بين التربة والماء والنبات (Gamie و De Smedt ، 2018)، كما أنه ذو أهمية كبيرة في تطبيقات الري والصرف الزراعي لتحكمه في معدل الرشح (Singh و Patil ، 2016)، وكذلك القدرة على إعادة تغذية المياه الجوفية (Kisku وآخرون، 2017). إضافة الى دوره في بعض العمليات الهيدرولوجية مثل شدة الجريان السطحي

ahmed.habel@omu.edu.ly

\* قسم التربة - كلية الزراعة / جامعة عمر المختار

\* قسم التربة - كلية الزراعة / جامعة عمر المختار

\* قسم التربة - كلية الزراعة / جامعة عمر المختار

\* قسم التربة - كلية الزراعة / جامعة عمر المختار

\* قسم التربة - كلية الزراعة / جامعة عمر المختار

(Gulser و Candemir ، 2008). كما ساهمت استخداماته كمؤشر في إيجاد الحلول المناسبة للكثير من المشاكل البيئية، منها تقدير مخاطر تلوث المياه الجوفية كنتيجة لنقل المبيدات الحشرية والملوثات السامة من أماكن تلوثها في التربة الى الماء الجوفي (Sgroi و Bagarello ، 2007).

يتأثر معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بعدة عوامل داخلية وأخرى خارجية تكون مسؤولة على حساسية تباينه الكبير (Fasinmirin ، 2010). حيث تضم العوامل الداخلية كل من القوام، والمادة العضوية، ونوعية الكايتونات المتبادلة، ومعادن الطين السائدة (Momin وأخرون، 2018 ؛ Patra وأخرون، 2018). حيث تعمل هذه العوامل مجتمعة على تطور البناء وتحديد جودته ؛ هندسة الفراغ البيني الذي يتحكم في سرعة مرور الماء (Tisdall و Oades ، 1982 ؛ Chen وأخرون ، 1998 ؛ Shainberg وأخرون، 2001 ؛ Hillel ، 2004).

في حين يمكننا حصر العوامل الخارجية في الأمطار، واستخدام التربة، والغطاء النباتي (Elhakeem وأخرون، 2018)، حيث تضطلع العوامل الداخلية بالتغيرات المكانية لمعامل التوصيل الهيدروليكي المشبع ، وللعوامل الخارجية المسؤولة على تغيراته الزمانية (Papanicolaou و Elhakeem ، 2012).

أضافة لهذه العوامل الرئيسية ، يجب علينا الأخذ بالاعتبار دور الطبوغرافيا غير المباشر في تلك العوامل السابقة لتحكمها في جغرافية الأمطار (Basist و Meentemeyer ، 1994 ؛ Yimer وأخرون ، 2006). هذا الى جانب دورها في إعادة توزيع المياه المحملة بالجزء الغروي والعضوي من المناطق المرتفعة الى تلك المنخفضة مانحة أياها قوام ناعم ورطوبة عالية تكون بيئة مناسبة لتطور غطاء نباتي جيد يكون مصدرا للمادة العضوية (Ziadat وأخرون، 2010).

يظهر الجبل الأخضر على شكل ثلاث مدرجات طولية من الصخور الجيرية تسير بشكل مواز لساحل البحر الأبيض المتوسط من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي، تكونت كنتيجة لعمليات رفع خلال العصر البلايوسين (حافظ، 2007)، نتجت عنها العديد من المنخفضات المحصورة ما بين ثلاث حواف جبلية متفاوتة الارتفاع، تحصر بينهما أراض متباينة الاتساع تعرف بالمصاطب.

تبدأ أولها من نهاية سهل بنغازي على ارتفاع ما بين 250 – 300 متراً فوق سطح البحر، في حين تحاذيها من الناحية الجنوبية حافة شديدة الانحدار يوجد بعدها المصطبة الثانية بأقصى ارتفاع وقدره 600 متر فوق سطح البحر عند مدينتي شحات والبيضاء، وتتصف هذه المصطبة بكثرة احواضها ووديتها.

وأخيراً الحافة الثالثة ذات الانحدار البسيط نسبياً، لنصل الى المصطبة الثالثة التي تمثل أعلى أجزاء الجبل الأخضر، وهي منطقة سيدي الحمري، ويبلغ ارتفاعها 880 متراً فوق سطح البحر، ثم لتبدأ في الانحدار التدريجي نحو المناطق الجنوبية الشبه صحراوية أو الصحراوية. ساعد هذا التفاوت الطبوغرافي لإقليم الجبل الأخضر في ظهور عدد من الموائل المحلية، كل منها ذات ظروف مناخية. يمكننا تقسيمها الى بيئتين مناخين مختلفتين، هما البيئة الساحلية على السفوح والمرتفعات الشمالية الخاضعة للمؤثرات السينوية الخاصة بمناخ البحر الأبيض المتوسط، والبيئة الجنوبية الشبه صحراوية والصحراوية بمؤثراتها القارية على السفوح الجنوبية (نوح، 2014). حيث حفزت هذه الظروف المناخية المختلفة عمليات تكوين متفاوتة السرعة والشدة، أدت الى تنوع رتب تربيه بين مناطقها، وبالطبع تباين مظاهرها المورفولوجية، وصفاتها الكيميائية والفيزيائية (هبيل وأخرون، 2019). كما أظهرت دراسات محلية سابقة (Aburas، 2009) تبايناً في معدلات التوصيل الهيدروليكي ما بين المنحدرات الشمالية من الجبل الأخضر وتلك الجنوبية وهي ظاهرة ارتبطت مباشرة بالتعرية المائية وتدهور التربة على تلك المنحدرات وتحتاج لمزيد من الرصد والمتابعة والتقييم.

ونظراً لأهمية أراضي وترب الجبل الأخضر من الناحية الزراعية، فإنه يلزم التعرف على خصائصها الفيزيائية وخاصة الهيدروليكية منها، والتي تؤثر على جودتها وصلاحيتها للاستثمار الزراعي الواسع. وسنحاول من خلال هذا العمل دراسة دور الطبوغرافية على معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع لبعض الترب الأساسية في الجبل الأخضر، وذلك من خلال تقييم تأثيراتها المتبادلة على العمليات البيولوجية، وما يرافقها من تباين في الصفات الكيميائية والفيزيائية والتي تؤثر بدورها على معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع.

طرق ومواد البحث:

## 1.2. القياسات الحقلية:

لتنفيذ هذه الدراسة تم اختيار سبع مواقع متباينة الظروف الطبوغرافية وذلك لتمثيل أهم الترب المنتشرة في إقليم الجبل الأخضر (الأشكال 1، 2، 3). وبعد إجراء التوصيف الكامل للمظاهر التضاريسية للمواقع المستهدفة بالدراسة حسب الطرق القياسية لإدارة

الزراعة الأمريكية (USDA، 2011)، جمعت عينات التربة من الطبقات السطحية على عمق يتراوح من 0 إلى 10 سم وذلك لغرض الاختبارات المعملية. كما أخذت عينات غير مستثارة بواسطة اسطوانات حديدية ذات حجم 100 سم<sup>3</sup> لتقدير الكثافة الظاهرية (USDA، 2011).

وفي ما يلي وصف مختصر لمواقع الدراسة :

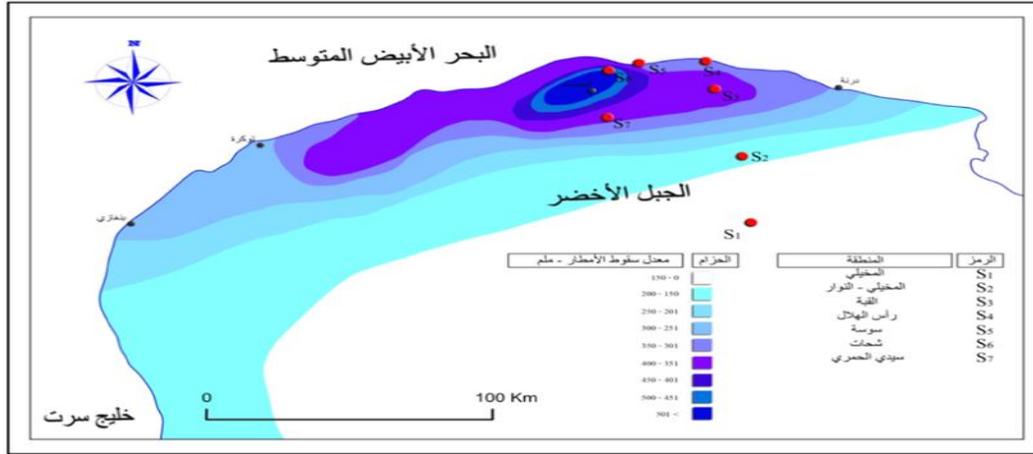
1. موقع المخيلي (S<sub>1</sub>): تم أخذ عينة ممثلة للمنطقة بإحداثيات "32°10'10.57 شمالاً ، و "22°16'57.44 شرقاً، على ارتفاع 204 متراً فوق سطح البحر، ومسافة قدرها 85 كلم جنوب حوض البحر الأبيض المتوسط. من الناحية الطبوغرافية يتصف هذا الموقع بانبساط سطحه مع غياب الأودية وكذلك البروزات الصخرية المكشوفة، مع انتشار ملحوظ لفتات وقطع صخرية. من الناحية البيدولوجية تطورت معظم هذه التربة من الرواسب الريحية ذات القوام السلتي اللومي، أو القوام الناعم، مع وجود طبقة تحت سطحية ذات قوام سلتي لومي مغطى بالحصى الخشن، المتكون من صخور الحجر الجيري، ونظراً لثرائها في كربونات الكالسيوم يمكن وصفها كتراب جيرية ضحلة حديثة التكوين ذات المناخ الجاف (*Lithic Torriorthents*).

2. موقع النوار (S<sub>2</sub>): يقع هذا الموقع على مسافة 40 كلم شمال منطقة المخيلي، على الطريق الرابط ما بين منطقتي المخيلي واملودة بإحداثيات "32°27'55.53 شمالاً ، و "22°17'32.43 شرقاً مع ارتفاع يقدر بحوالي 411 متراً فوق سطح البحر. تعد هذه المنطقة نموذجاً للسهول شبه الصحراوية مع ظهور للأحجار والتواءات الصخرية. ذات قطاع ضحل ذو بناء كتلي ضعيف التطور يمكن إدراجها ضمن رتبة التربة حديثة التكوين ذات المناخ الجاف (*Lithic Torriorthents*).

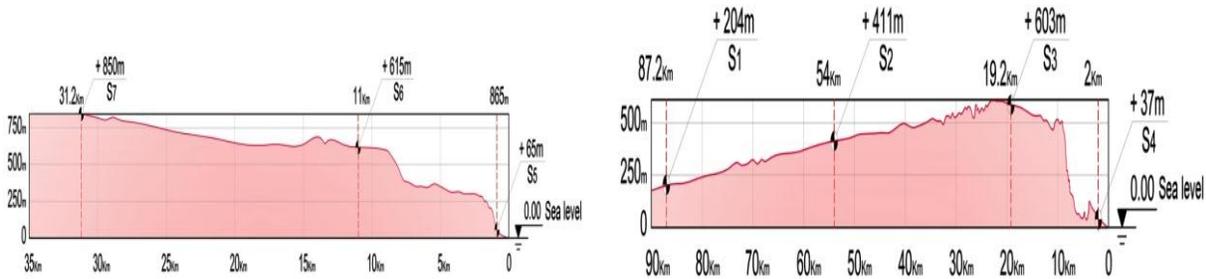
3. موقع القبة (S<sub>3</sub>): أخذت عينة بإحداثيات "32°46'30.77 شمالاً ، و "22°10'50.77 شرقاً ، مع ارتفاع فوق سطح البحر يقدر بحوالي 617 متراً. تتصف تربة هذا الموقع بضخالة عمقها ولونها الأحمر، ومن الممكن تصنيفها كتراب غابات البحر المتوسط الحمراء الضحلة (*Lithic Haploxeralfs*).

4. موقع رأس الهلال (S<sub>4</sub>): تنحصر هذه المنطقة بين خطي عرض '54° 32' - '56° 32' شمالاً ، وخطي طول '08° 22' - '10° 22' شرقاً، على شكل شريط عريض ما بين ساحل البحر المتوسط شمالاً والسفوح الجبلية جنوباً، بعد قرية رأس الهلال بحوالي 5 كلم باتجاه مدينة سوسة غرباً. حُدّد موقع الدراسة لهذه المنطقة بإحداثيات "32°55'10.38 شمالاً ، و "22° 9'25.39 شرقاً ، و

بارتفاع 55 متراً فوق سطح البحر، وتتميز تربة هذا الموقع ببناء كتلي جيد ذي اقطار متوسطة إلى صغيرة، ذات لون بني يميل للاحمرار، يمكن وضعها ضمن ترب غابات البحر المتوسط ذات الافق السطحي الغني بالمادة العضوية (*Mollic Haploxeralfs*).



شكل ( 1 ) : توزيع مناطق الدراسة ومتوسط معدلات الأمطار السنوية



شكل 3 : مقطع طبوغرافي للمسار الثاني

شكل 2 : مقطع طبوغرافي للمسار الأول

5. موقع سوسة (S<sub>5</sub>): أُخذت عينة ممثلة لهذه المنطقة بإحداثيات "32°53'22.91" شمالاً، و "21°54'31.76" شرقاً،

وبارتفاع 30 متراً فوق سطح البحر. تتصف طبوغرافية هذا الموقع بانحدار بسيط ذو قطاع متوسط العمق مع وجود الأحجار

علي سطحه، مع تميز تربته بلوناً بني يميل للاحمرار، يمكن إدراجها تحت رتب غابات البحر المتوسط المثالية (*Typic*

*Haploxeralfs*).

6. موقع شحات(S<sub>6</sub>): تم تمثيل هذه المنطقة بجمع عينة بإحداثيات "32°48'35.32 شمالاً، و"21°51'22.53 شرقاً، وبارتفاع 617 متراً فوق سطح البحر تتصف تربة هذا الموقع بقوام طيني ذو بناء كتلي جيد التطور، مع شدة احمرارها وينسب ذلك لارتفاع معدلات الهطول نسبياً، مما يؤدي الى غسيل جزئي للأملاح والعناصر القاعدية من طبقات القطاع العليا، وانتاج معادن سليكاتية جديدة معظمها أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد، حيث مع جفافها خاصة خلال فصل الصيف، تكتسب التربة لونا أحمر كدليل على عمليات الهدرجة. بشكل عام يمكن وصفها بترب البحر المتوسط الحمراء المتطورة من الحجر الجيري (Terra Rosa)، والتي يماثلها في التصنيف الأمريكي (Typic Rhodoxeralfs) .

7. موقع سيدي الحمري (S<sub>7</sub>): أخذت عينة تربة ممثلة لهذه المنطقة داخل نطاق الغابة القديمة بإحداثيات "32°38'8.13 شمالاً، و"21°47'41.19 شرقاً، وعلى ارتفاع 850 متراً فوق سطح البحر، ويغطي هذا الموقع غطاء نباتي كثيف متكون في معظمه من أشجار السنوبر، مع وجود بعض الحشائش القصيرة التي تبدو في حالة جيدة. تتميز تربة هذا الموقع بضحالة قطاعها، الذي تعلوه طبقة رقيقة من البقايا النباتية المختلفة التحلل، يليها أفق سطحي بني اللون يميل للاحمرار، ذو بناء كتلي شبه زاوي متوسط الحجم جيد التطور، يمكن تعريفها بترب الحشائش الداكنة للبحر المتوسط ذات الأفق الطيني (Lithic Agrixerolls).

## 2.2. الطرق المعملية:

تم استخدام طريقة الهيدروميتر للتعرف على قوام التربة (Klute ، 1986<sub>a</sub>) ، وطريقة الضاغط الثابت لتقدير التوصيل الهيدروليكي المشبع (USDA ، 2011)، كما تم تقدير بعض الصفات الكيميائية منها الأس الهيدروجيني (pH)، التوصيل الكهربائي (EC)، كربونات الكالسيوم (CaCO<sub>3</sub>)، المادة العضوية (OM) ، الكالسيوم، والمغنسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم في الصور المتبادلة والذائبة (Klute، 1986<sub>b</sub>) ولحساب السعة التبادلية الكاتيونية (CEC). كما قدرت نسب الصوديوم المتبادل (ESP) والمدمص (SAR) رياضياً (Richard's ، 1954).

## 2. 3. الطرق الإحصائية:

تمت الاستعانة بالبرنامج الإحصائي Minitab (16) لتقدير معدلات التباين للخواص والصفات الفيزيائية والكيميائية لمواقع الدراسة طبقاً لمقترح Wilding و Dress (1983)؛ 1- 15 % أقل اختلاف ، 16-30 % اختلاف متوسط، أكبر من 30 % اختلاف كبير. كما تم حساب معامل الارتباط لفهم طبيعة العلاقات المتبادلة بين تلك المتغيرات ونوعها ومدى قوى ترابطها ببعضها البعض.

## النتائج والمناقشة:

## 3. 1. الصفات الهيدروجغرافية:

من الشكل (1)، نلاحظ أن توزيع الأمطار يكون على هيئة نطاقات متعددة شبه دائرية، تكون ذروتها عند المناطق المرتفعة القريبة من الساحل والمواجهة لحركة الرياح الرطبة القادمة من البحر من معظم جهاتها، مثل منطقتي شحات والبيضاء اللتان تستقبلان أوفر كميات من الأمطار بمتوسط سنوي مقداره (600) ملم تقريباً، بينما تنال بقية أجزاء الإقليم كميات أقل تبعاً لظروفها الجغرافية، حيث تتناقص كميات الأمطار بشكل غير محسوس كلما اتجهنا بالانحدار شمالاً باتجاه الساحل؛ لتهبط المعدلات إلى حدود 400 ملم، كما هو الحال في منطقة سوسة، أو تدريجياً بالاتجاهات الأخرى سواء الشرقية أو الغربية، وبوتيرة أسرع كلما توغلنا جنوباً نحو الداخل حيث تبدأ بالظهور صفات المناخ شبه الصحراوي كنتيجة لوقوع هذه المناطق في نطاق ما يعرف بظل المطر؛ لبعدها عن شاطئ البحر، وكذلك لإعاقة الجبل لمرور المؤثرات البحرية والرياح الممطرة نحوها كما هو الحال جنوب منطقة المخيلي، التي لا يتجاوز متوسط أمطارها السنوي 55 ملم (نوح ، 2014).

فلكياً، يقع الجبل الأخضر ضمن المنطقة الحرارية المعتدلة والتي تمتد فيما وراء المدارين إلى دائرة عرض 66.5 شمالاً وجنوباً، والرغم من هذه العوامل الفلكية فقد تأثرت درجة حرارة الجبل الأخضر، شأنها كشأن توزيع الأمطار، بعدة عوامل ساهمت بشكل كبير في إحداث تباين لدرجات الحرارة من منطقة إلى أخرى، من أهمها تباين الارتفاعات، والقرب أو البعد من سطح البحر.

أقترح Habel و Ismael (2019)، سبعة نطاقات حرارية لإقليم الجبل الأخضر تبعاً لاختلاف درجة حرارة كل منطقة بمقدار درجة مئوية واحدة. تكون أدناها 15 م<sup>0</sup> في المناطق المرتفعة لابتعادها عن مصدر الحرارة الأرضي مثل منطقة سيدي الحمري التي تقع

على ارتفاع يقدر بحوالي 850 متر فوق سطح البحر، لكي تبدأ بالارتفاع التدريجي مع الانخفاض في الارتفاع، كما هو الحال في منطقة شحات التي تسجل متوسط درجة حرارة في حدود 17 تقريباً على ارتفاع يناهز 600 متر فوق سطح البحر، مع عدم تجاوز متوسطها السنوي 21 م<sup>0</sup> للمناطق الساحلية القريبة من البحر، وذلك بفضل العوامل الديناميكية المرتبطة بدور الغلاف الجوي الذي شارك في وجود حوض بارد علوي عميق فوق سطح البحر يعمل على تدفق هواء قطبي بارد، يكون سبباً في خفض درجات الحرارة شتاءً وتلطيفها صيفاً على معظم المناطق الساحلية. من ناحية أخرى يلعب اتجاه الجبل الأخضر من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي ووجود الحافات الجبلية الشمالية القريبة من البحر دوراً في الحد من توغل المؤثرات البحرية نحو الداخل، وبالتالي الارتفاع التدريجي لدرجات الحرارة للمناطق الداخلية حيث يتجاوز المتوسط السنوي 23 مئوية.

### 3. 2. العلاقات ما بين الطبوغرافيا والصفات الفيزيائية والكيميائية:

تطورت معظم ترب اقليم الجبل الأخضر من مواد أصل رسوبية كنتيجة لتجوية صخور جيرية معظمها كلسية أو دولوميتية (Selkhozprom، 1980)، إلا أن تنافس عمليات التجوية خاصة الكيميائية منها كان لها النصيب الأكبر في تحديد حصص القوام، الذي بدوره يتحكم في معظم الخواص الطبيعية، والكيميائية (هيبيل وآخرون ن 2019).

فمثلاً أدى شح الأمطار المصحوب بدرجات الحرارة العالية كما في منطقة المخيلي، إلى تطور ترب ضحلة ذات قوام خشن حيث تجاوزت حصة الرمل النصف تقريباً مع توزيع السلت في حدود الثلث تقريباً والباقي للطين، مما ساهم في رفع الكثافة الظاهرية (1.45 جم سم<sup>-3</sup>) وخفض المسامية الكلية التي لم تتجاوز 45% (جدول 1). وبديها شجعت هذه البيئة الجافة على ندرة الغطاء النباتي المصدر الأساسي للمادة العضوية، مع زيادة فرصة تراكم الأملاح خاصة الكلسية منها، مع تثبيط سعتها التبادلية الكاتيونية كنتيجة للفقير في الجزء الغروي (جدول 2).

وطبقاً لمعايير مقترح وزارة الزراعة الأمريكية للملوحة والقلوية (Richards, 1954)، يمكننا وصفها بالترب الملحية، وعلى الرغم من عدم استيفائها لصفات القلوية إلا أنها يمكن أن تعد ترب ذات مشاكل كبيرة منها تدهور بناءها، وعدم ثبات وحداتها المركبة، لتجاوز نسبة الصوديوم المتبادل فيها لحاجز 6% (Patterson و Van De Graaff، 2001؛ Marchuk وآخرون، 2014).

في حين شجعت الزيادة في المتوسط السنوي للأمطار ضمن نطاق هذا الإقليم على زيادة حصة الطين بمقدار 10 % لموقع النوار على حساب الجزء الرملّي مقارنة بموقع المخيلي مع ارتفاع بسيط لقيم السلت، وبالتالي اكتسبها قوام لومي، مع زيادة ملحوظة لمحتواها العضوي، وانخفاضاً كبيراً لدرجة ملوحتها ومحتواها الكلسي (جدولي 1 ، 2).

جدول 1 : التقديرات المعملية للمفصولات الإرضية وبعض الخصائص الفيزيائية لترتّب الدراسة

رقم العينة	الرمل (%)	السلت (%)	الطين (%)	القوام <i>Texture</i>	الكثافة الظاهرية $g\ cm^{-3}$	المسامية الكلية %	التوصيل الهيدروليكي المشبع
							$cm\ hr^{-1}$
S1	52.2	28.1	19.7	Sandy Loam	1.45	45	12.7
S2	42.0	30.0	28.0	Loam	1.38	48	6.0
S3	24.4	37.6	38.0	Clay Loam	1.29	51	3.0
S4	20.0	39.0	41.0	Clay	1.24	53	2.0
S7	22.7	34.3	43.0	Clay	1.27	52	2.4
S6	16.0	37.0	47.0	Clay	1.23	54	2.1
S5	25.0	38.0	37.0	Clay Loam	1.28	52	2.9

وباستطاعتنا دعم هذه النتائج إحصائياً من خلال معامل الاختلاف، الذي أظهر تبايناً كبيراً للمفصول الطيني، والكبير جدا للمحتوى العضوي والكلسي وكذلك معايير الملوحة والقلوية، بينما أتصف معامل اختلاف الرمل بالمتوسط، والمقبول لنسب السلت ما بين موقعي دراسة النطاق الجاف (جدول 3).

جدول 2 : بعض الصفات الكيميائية لترتّب الدراسة

رقم العينة	الأس الهيدروجيني <i>pH</i>	التوصيل الكهربائي <i>EC</i>	كربونات الكالسيوم <i>CaCo<sub>3</sub></i>	المادة العضوية <i>O.M.</i>	نسب الصوديوم		السعة التبادلية الكاتيونية <i>CEC</i>
					المتبادل <i>ESP</i>	الدمص <i>SAR</i>	
		$dS\ m^{-1}$		%			$Cmol\ Kg^{-1}$
S1	8.8	11	42.0	0.5	9.3	8.1	42.0
S2	8.4	6.1	25.0	2.0	5.2	4.0	42.2
S3	8.2	1.9	14.0	3.5	2.4	0.8	90.4
S4	8.2	1.5	11.0	4.5	2.3	0.6	105.4
S7	8.0	1.5	9.0	4.2	2.2	0.4	105.3
S6	8.1	1.0	7.0	5.0	1.6	0.5	124.3
S5	8.3	2.1	14.0	3.0	2.4	1.1	95.6

ويرتبط هذا بدرجة كبيرة للزيادة في معدلات الأمطار بواقع 100 ملم، التي بدورها ساعدت على خفض نسبة المفصول الرملي بواقع 40 % لصالح الجزء الطيني الذي شجع بدوره على نمو الغطاء النباتي وما يصاحبه من بقايا عضوية، مع الإذابة الجزئية لكربونات الكالسيوم، وخفض درجة الملوحة ونسب الصوديوم في صورته المتبادلة أو المدمصة بنفس النسبة تقريبا .

من ناحية أخرى ، يرتبط عدم اختلاف السعة التبادلية الكاتيونية لتربة النوار مقارنة بتربة المخيلي، على الرغم من الزيادة المعنوية للجزء الغروي والعضوي، الى استمرار ارتفاع نسب كربونات الكالسيوم التي بدورها تخفض من مقدرة التربة على ادمصاص الكاتيونات كنتيجة لطبيعتها الخاملة، وبالتالي سهولة فقدها مع مياه الصرف الأرضي.

ومع انتقالنا شمالاً في اتجاه نطاق المناطق الشبه جافه يبرز لنا بوضوح دور الطبوغرافيا ، فنلاحظ أن ارتفاع منطقة القبة قد عزز من الزيادة السنوية في معدلات الأمطار مع انخفاض متوسط درجات الحرارة، مما شجع بدوره على زيادة نشاط التجوية الكيميائية وكثافة الغطاء النباتي؛ وما يصاحب ذلك من زيادة في نسب السلت والطين على حساب المحتوى الرملي (37.6 % سلت؛ طين 38 % ؛ 24.4 % رمل)، مع ارتفاع معنوي للمحتوي العضوي والسعة التبادلية الكاتيونية، وبديهيها كذلك حدوث انخفاض كبير لدرجة الملوحة (جدول 2).

في حين شاركت مادة الأصل الغنية بكربونات الكالسيوم في المحافظة على نسبها العالية نسبياً؛ 14 % ، وبالتالي ميولها لتكوين ترب غير ناضجة وغير عميقة كنتيجة لإعاقتها لهجرة الغرويات المعدنية أو العضوية الى أسفل القطاع (بن محمود، 1995).

أما في مواقع رأس الهلال وسوسة وسيدي الحمري فقد كان للظروف الطبوغرافية مساهمة أكبر في تحديد القوام والمحتوي العضوي، على الرغم من وجودهن ضمن نطاق المناخ الشبه جاف. فمثلا منح الوقوع المباشر لموقع رأس الهلال كشرط منبسط أسفل الحافة الأولى في جعله مستودعا لمياه الجريان السطحي المحمل بالغرويات والبقايا النباتية وبالتالي مساهما في زيادة الجزء الطيني وكذلك العضوي (جدولي 1، 2). بينما كان لموقع سوسة نصيباً أقل في الجزئي الطيني والعضوي مقارنة بموقع رأس الهلال وذلك لبعده النسبي، والمتقطع بكثير من الأودية عن حواف المصطبة الثانية، وعلى الرغم من هذا فأما استأثرت ببعض مياه الجريان السطحي من المناطق المحيطة بها مما أهلها لاكتساب صفات ترب البحر المتوسط النموذجية البسيطة التطور ، على الرغم من استقبالها لكميات أمطار سنوية أقل من موقع القبة (شكلي 2 ، 3).

جدول 3 : النسب المنوية لمعامل اختلاف الصفات الفيزيائية والكيميائية ومعامل التوصيل الهيدروليكي لترب الدراسة

Ks	SAR	ESP	CEC	EC	CaCo <sub>3</sub>	O.M.	الطين	السلت	الرمل	
50.5	47.9	40.0	0.34	40.5	35.9	84.9	24.6	4.6	15.3	الأقليم الجاف
17.7	4.3	4.1	7.50	16.6	20.4	17.9	6.9	5.5	9.7	الأقليم الشبه جاف
87.2	127.9	76.0	37.1	102.7	70.5	48.4	25.9	12.2	45.4	ما بين الأقاليم

O.M\* : المحتوى العضوي ، CaCo<sub>3</sub>: كربونات الكالسيوم، EC: درجة التوصيل الكهربائي، CEC: السعة التبادلية الكايتونية ، SAR & ESP: نسب الصوديوم المتبادل والمدمص ، Ks: معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع

على الصعيد الآخر، نجد أن ارتفاع منطقة سيدي الحمري قد ساهم في ظهور ظروف مناخية مميزة لها خاصة خلال شهري ديسمبر ويناير، حيث يندفع الهواء الرطب من جهة الشمال، والشمال الغربي أثناء نشاط المنخفضات الجوية البحرية المتوسطة صاعداً السفوح الشمالية للجبل؛ مؤدياً إلى تكاثف كتل الهواء الرطبة التي قد تسبب في تساقط الثلج الذي يغطي سطح التربة لفترات قصيرة، كما أنه يكثر فيها تكون الضباب الإشعاعي الذي قد يختلط بغطاء سميك من السحب المنخفضة، حيث تساهم كل هذه العوامل في خلق ظروف تساعد في زيادة المحتوى الرطوبي، وما يترافق مع ذلك من تعجيل تفاعلات التجوية الكيميائية ونواتجها من قوام ناعم يساعد على نمو غطاء نباتي ذو كثافة وجودة عالية، يكون مصدراً جيداً للمادة العضوية.

ومن نتائج تحليل معامل الاختلاف لصفات ترب مناخ الإقليم الشبه جاف، يمكننا ملاحظة درجات التباين المقبول لحصص الرمل والسلت والطين، وبالتالي السعة التبادلية الكايتونية، ودرجة الملوحة ومعايير القلوية، ويرجع هذا إلى تساوي معدلات الأمطار السنوية تقريباً ما بين مناطق الإقليم.

في حين ساهمت المنخفضات في ظهور معامل اختلاف متوسط للمادة العضوية ما بين مناطق الإقليم الشبه جاف، لوجود العديد من الأودية التي تفصل الحواف والسهول للسلاسل الجبلية عن منطقة سوسة مما يقلل من امكانية استقبالها كميات أوفر من مياه الجريان السطحي المحمل بالغرويات المعدنية والعضوية، وبالتالي كثافة الغطاء النباتي المصدر الوحيد للمادة العضوية.

وفي ما يتعلق بكربونات الكالسيوم فيرجح ارتباط تباينها الكبير بالغطاء النباتي، حيث ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء عمليات تنفس الجذور، متحداً مع الماء مكوناً حمض الكربونيك الذي يعمل على تحول الكربونات الصلبة إلى بيكربونات ذائبة، علاوة على إفرازه للأحماض العضوية أثناء عمليات التحلل العضوي، والتي تعمل على إذابة كربونات الكالسيوم مما يساعد على إزالتها من الطبقات السطحية (Habel . 2013).

ولم يقتصر دور الطبوغرافيا على هذا فقط، بل أمتد تأثيرها على التباين الكبير لنسبة الصوديوم المدمص، حيث أن الانخفاض والقرب من ساحل البحر لبعض المناطق كما هو لمنطقة سوسة، قد يعرضها لزيادة المحتوى من الصوديوم الذائب لتعرضها لرذاذ البحر، أو رشح مياه البحر كنتيجة للفرق في الضغط الهيدروستاتيكي ما بين البحر واليابسة (مكي وأخرون ، 2014).

وأخيرا الإقليم شبه الرطب الذي يشغل مساحة ضيقة كهيئة دائرة ضمن نطاق الإقليم الشبه جاف، حيث يستقبل أعلى متوسط للأمطار في ليبيا وهو 570 ملم، وذلك بفضل قربه وارتفاعه ومواجهته المباشرة من كل النواحي لحركة الرياح الرطبة القادمة من البحر. حفرت هذه الظروف الرطبة من نشاط عمليات التجوية الكيميائية وما يرافقها من زيادة في المفصول الطيني، الذي يتمتع بسطح نوعي كبير يساعد في رفع مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وما يصاحب هذا من زيادة للغطاء النباتي الذي يعد المصدر الوحيد للمادة العضوية . الى جانب هذا، كان للظروف الرطوية دورا هاما في خفض درجة الملوحة كنتيجة لغسل الأملاح المختلفة خاصة كربونات الكالسيوم من الطبقات السطحية وترسيبها في الطبقات السفلى من القطاع، كما أنها ساعدت على تطور القطاع الأرضي بشكل نموذجي لاضطلاعها بعمليات النقل والترسيب للجزء الغروي من الأفق السطحية الى تلك تحت السطحية.

### 3.3. معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع

أدى التباين الطبوغرافي إلى اختلاف قيم التوصيل الهيدروليكي المشبع، وذلك لمساهمته الكبيرة في فرض الظروف المناخية لكل منطقة على حدا ، والمسئولة بدورها على عمليات الغسيل والازالة للأملاح خاصة كربونات الكالسيوم، وكذلك نوع التجوية السائدة وما يترتب عليها من توزيع للمفصولات الارضية التي تعد المسئول الرئيسي عن تحديد سرعة حركة المياه تحت الظروف المشبعة داخل القطاع الأرضي.

فلذلك نجد أن معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع في ترب مناطق المناخ الجاف قد اتصف بدرجة السريع والسريع الى المتوسط لمناطق المخيلي والنوار (12.7 ، 6 سم/ ساعة) على التوالي، بينما كان ضمن درجة المتوسط لباقي مناطق الدراسة مع وجود فروقات بسيطة (القبة، 3 ؛ رأس الهلال ، 2 ؛ سيدي الحمري، 2.4 ؛ شحات ، 2.1 ؛ سوسة 2.9).

لتوضيح أكثر لما سبق ، يمكننا الاستعانة بمصفوفة معامل الارتباط والتي من خلالها نلاحظ ارتباطا قويا ذو اتجاه طردي للتوصيل الهيدروليكي المشبع مع الرمل، كربونات الكالسيوم، الأس الهيدروجيني، درجة التوصيل الكهربائي، ونسب الصوديوم المدمص والمتبادل، بينما كان ارتباطه سالبا ذو قوة مرضية مع كل من مفصولي السلت والطين (جدول 4).

ترجع هذا العلاقة الطردية ما بين المفصول الرمي والتوصيل الهيدروليكي المشبع للفراغات البينية الكبيرة الموجودة بين حبيبات الرمل والتي تساعد على سرعة مرور مياه الصرف تحت تأثير قوى الجهد الأرضي دون إي مقاومة تذكر (Hillel ، 2004). في حين ترتبط العلاقة العكسية للتوصيل الهيدروليكي المشبع مع الجزئي الطيني بعدة ميكانيكيات منها انحسار فقاعات الهواء خلال عمليات الترطيب المفاجئ مما يؤدي الى توليد ضغط معاكس لحركة الماء مع انتفاخ جزئياته مما يترتب عليه تغيير في التوزيع الحجمي للمسامات الدقيقة، مع امكانية تحطم الوحدات المركبة الضعيفة الى دقائق صغيرة تعمل على غلق الفراغات الدقيقة، وبالتالي تثبيط سرعة مرور الماء من خلال طبقات القطاع (Brouwer وآخرون، 1988؛ Reichert و Norton ، 1994 ، Le Bissonais، 1996؛ Ben-Hur وآخرون، 2009).

جدول ( 4 ) : مصفوفة معامل الارتباط التوصيل الهيدروليكي المشبع ( $K_s$ ) مع بعض صفات التربة

SAR	ESP	EC	pH	CaCO <sub>3</sub>	م. عضوية	الطين	السلت	الرمل	
0.994	0.993	0.990	0.944	0.984	-0.920	-0.929	-0.869	0.946	$K_s$
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.011	0.001	م. المعنوية

ان معامل الارتباط السالب لمفصول السلت مع التوصيل الهيدروليكي المشبع لا يتوافق مع بعض الباحثين نذكر منهم على سبيل المثال : Habel (2013) ؛ Gusler و Candimer (2014) ، الذين أشاروا الى علاقات موجبة ما بين تلك المتغيرات، وعزوا ذلك لكبر الفراغات البينية نسبيا بين جزئياته وعدم قابليته للانتفاخ.

وعموما باستطاعتنا ربط عدم توافقنا معهم لصغر معامل اختلاف مفصول السلت ما بين مناطق دراستنا مقارنة بالاختلاف الكبير لنسبه ما بين مناطقهم. أضافة على ذلك، يمكننا ربط هذه العلاقة العكسية في دراستنا الى احتمال وجود السلت ضمن أفسامه الدنيا؛ على صورة السلت الناعم ( 0.005 – 0.002 ملم )، خاصة في المناطق الشبه رطبة والرطبة مما يمنحه سلوكا مشابها لجزئي الطين. كما أنه وفي دراسته لقابلية بعض ترب شمال الجبل الأخضر للانجراف وجد Aburas (2009)، علاقة معنوية طردية ما بين محتوى

الترب من السلت وانجرافيتها. الترب الأكثر احتواء على السلت كانت تميل لتكوين تجمعات تربة اقل ثباتية مائيا مما يجعلها سهلة الفصل عند تعرضها لصدمات قطرات المطر، وهو الأمر الذي يساهم في انسداد مسام التربة وضعف نفاذيتها وزيادة معدلات الجريان السطحي ونقل التربة، وهذا يشير لعلاقة عكسية ما بين نسبة السلت بترب الأراضي شبه الجافة ونفاذيتها للماء.

وصف Dexter وآخرون (2008) علاقة المادة العضوية مع التوصيل الهيدروليكي بالغموض، وهذا ما توصلت اليه استنتاجاتنا المتمثلة في علاقة عكسية ذات قوة مرضية على الرغم من عدم توافقها مع بعض الدراسات السابقة منها Lado وآخرون (2004)؛ Eusufzai و Fujii (2012)؛ Nath و Krishna (2014)، وذلك لدورها الهام في خلق بناء جيد يتمتع بفرغ بيني كبير وثباتيه عالية. وعموما يرجح هذا الاختلاف لعدة عوامل، سيكون من الأفضل ذكرها في نقاط:

1. كانت دراسات معظم هؤلاء الباحثين لترب معينة تطورت تحت ظروف بيئية متشابهة
  2. امتداد الأثر السالب للطين في علاقته مع التوصيل الهيدروليكي المشبع على العلاقة ما بين المادة العضوية والتوصيل الهيدروليكي المشبع، كنتيجة للارتباط الكبير ما بين المحتوى العضوي والجزء الطيني (Nemes وآخرون، 2005؛ FAO، 2005).
  3. مقدرة المادة العضوية على امتصاص الماء والاحتفاظ به لطبيعتها الرخوة (Wang وآخرون، 2009؛ Jarvis وآخرون، 2013).
- ما يلفت الانتباه في مصفوفة معامل الارتباط للتوصيل الهيدروليكي المشبع هو علاقته القوية مع كربونات الكالسيوم (0.984)، وهذا مرتبط بحقيقة وجودها ضمن المفصول الرملي خاصة في مناطق المناخ الجاف والشبه جاف، ما يعزز من مساهمتها الغير مباشرة على وجود فراغات بينية كبيرة تساعد من سرعة مرور الماء تحت تأثير قوى الجذب الأرضي، علاوة الى أن وجودها خاصة في مناطق المناخ الشبه رطب والرطب سيحول دون انتفاخ حبيبات الطين مع رفع درجة ثبات الوحدات المركبة (Ibrahim و Mustafa، 2001).

أهتم العديد من الباحثين بعلاقة التوصيل الهيدروليكي المشبع مع معايير القلوية منذ منتصف القرن الماضي مثل Quirk و Schofield (1955)؛ Whittig (1959)؛ Plessis و Shainberg (1985)؛ Frenkel وآخرون (1992)؛ Bardhan وآخرون (2007)، وغيرها من الدراسات الجيدة التي لا يسعنا ذكرها. بصفة عامة أتفق معظم هؤلاء الباحثين على

وجود علاقة عكسية ما بين نسب الصوديوم المتبادل والمدمص مع التوصيل الهيدروليكي المشبع ، وهذا لا يتطابق مع نتائج دراستنا والتي تؤكد وجود علاقات طردية ما بين معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع مع نسبة الصوديوم المدمص ونسبة الصوديوم المتبادل (جدول 4).

ويرجح اختلاف هذه النتائج لعدة أسباب منها :

1. هو أن دراستنا كانت تحت ظروف طبيعية في مناطق متميزة بتباين مناخي مقارنة بكثير من الدراسات المناظرة التي اجريت تحت ظروف معملية او حقلية متحكم بها.
2. وجود علاقة طردية قوية ما بين نسب الصوديوم المتبادل والمدمص (0.967 ، 0.965) مع المفصول الرملي، في حين كانت هذه العلاقات عكسية مع الجزء الطيني، وهذا يوضح انعكاس تأثير الرمل على العلاقة الطردية لمعايير القلوية مع التوصيل الهيدروليكي كشأن الطين مع المادة العضوية.
3. عدم اجتياز إي من ترب الدراسة للحد الأدنى من صفات القلوية تبعا لتصنيف معمل الملوحة الامريكي (Richards ، 1954).

#### الخلاصة

اوضحت النتائج ان الاختلافات في قيم معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع تكون مرتبطة بالتباين الطبوغرافي، لتحكمه في الظروف البيئية المحددة لحصص القوام كنتيجة للتغيرات الأولية أو التحولات الثانوية التي تطرأ لمادة الأصل. حيث يشجع الرمل على سرعة مرور الماء تحت تأثير الجهد الأرضي، وبالتالي ضعف مقدرة الترب على الاحتفاظ بالرطوبة المناسبة لتشجيع النمو النباتي. في حين تعرقل حبيبات الطين من سرعة حركته والاحتفاظ به لفترات طويلة وبالتالي التراء العضوي، حيث ساهمت هذه العوامل مجتمعة في تطور ترب ذات خواص فيزيائية وكفاءة مائية جيدة.

*The effect of topography on the saturated hydraulic conductivity of  
Al Jabal Al Akhdar soils – Libya*

Ahmed Y.Habel, Murad M. Aburas, Kamal A. Abdalgader, Atia E. Aldifry and Sery F. Mohamed

**Abstract** :This work aimed to explore the most important interrelations between the topographical features and some chemical and physical characteristics, their extent as well as interactions with saturated hydraulic conductivity. To carry out this work, considering the complex variation of the Al Jabal Al Akhdar topography seven soil samples were collected from the surface layers of the most important soil orders. This study asserted that the topography has an indirect role in creating spatial variability of the physical properties, for its control in the spatial distribution of rain and temperature range, thus weathering processes, which its products define the classes of textures, the most responsible for controlling the physical and chemical behavior of soil, where we may achieve this responsibility to its sand and clay fractions.

It was found that the negative effects associated with the dominance of sodium cations on exchangeable complex, and the consequent reduction in saturated hydraulic conductivity rates, is conditioned by the abundance of the clay fraction. This is rare under dry and semi-dry climatic conditions that impose the rule of physical weathering and thus its tendency to roughness. For this reason, relations of mutual sodium ratios with the coefficient of saturated hydraulic conductivity were characterized by high levels of significance. This is a result of the direct relationship between the sandy joint and the degree of alkalinity. Whereas, the organic matter had negative relations with the saturated hydraulic conductivity coefficient as a result of the underlying relationship between the slurry and the organic content, and thus an extension of the negative relationships between the clay content with the hydraulic conductivity coefficient.

**Keywords:** Al Jabal Al Akhdar, topography, saturated hydraulic conductivity

#### المراجع العربية

1. بن محمود ، خالد رمضان ، 1995 : التربة الليبية (تكوينها - تصنيفها - خواصها - إمكانياتها الزراعية). الهيئة القومية للبحث العلمي. شارع الجمهورية ، زاوية الدهماني . ليبيا
2. حافظ ، محمد السيد ، 2007 : تأثير المناخ على تكوين تربة الجبل الأخضر . ندوة حماية التربة في المناطق الجافة وشبه جافة. كلية الآداب بدمنهور - جامعة الإسكندرية
3. مكى ، محمود وآخرون ، 2014 : التغير في بعض خصائص التربة الساحلية بمنطقة دريانة - برسس . مجلة المختار للعلوم. مجلد (29) ، العدد (1) : 68-82
4. نوح ، سعيد إدريس ، 2014 : مناخ الجبل الأخضر . منشورات جامعة عمر المختار . البيضاء ، ليبيا

5. هبيل ، أحمد وأخرون ، 2019 : تأثير عاملي الحرارة والأمطار على بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية بالجبل

الأخضر، ليبيا. مجلة المختار للعلوم 34 ( 3 ) : 181-194

## 1. References

2. Aburas, M., 2009: Assessment of Soil Erodibility in Relation to Soil Degradation and Land Use in Mediterranean Libya. PhD Thesis. University of Newcastle upon Tyne. UK.
3. Bagarello, V., A. Sgroi, 2007: Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil. *Soil & Tillage Research* 94, 283–294
4. Bardhan, G., S.K. Chaudhari, and P.K. Mohapatra, 2007: Effect of irrigation water quality on saturated hydraulic conductivity of Typic Haplustert, Vertic Haplustept, and Lithic Ustorthent soils. *Jour. Agric. Physics*, Vol. 7, pp. 38-46
5. Basist A., Bell D., and Meentemeyer V., 1994: Statistical relationships between topography and precipitation patterns. *Journal of Climate*, Vol.7: 1305- 1315
6. Ben-Hur, M., G. Yolcu, H. Uysal, M. Lado, and A. Paz, 2009: Soil structure changes: aggregate size and soil texture effects on hydraulic conductivity under different saline and sodic conditions. *Australian Journal of Soil Research*, 47: 688–696
7. Brouwer, C., C. Prins, M. Kay, and M. Heibloem, 1988: Irrigation water management: Irrigation methods, training manual No.5, FAO Land and Water Development Division
8. Chen, Z., Pawluk, S., and Juma, N.G., 1998: Impact of variation in granular structures on carbon sequestration in two Alberta Mollisols. P: 225-243. R. Lal *et al.* (Ed.) *Soil processes and the carbon cycle*. Advance Soil Science. CRC Press, Boca Raton, FL
9. Dexter, A.R., Richard, G., Arrouays, D., Czyz, E.A., Jolivet, C., and Duval, O., 2008: Complexed organic matter controls soil physical properties. *Geoderma* 144: 620-627
10. Elhakeem M., Papanicolaou, A.N., Wilson C.G., Chang Y.J., Burras, L., Benjamin A., Wysocki, D.A., Wills, S., 2018: Understanding saturated hydraulic conductivity under seasonal changes in climate and land use. *Geoderma*, 315: 75–87
11. Elhakeem, M., Papanicolaou, A.N., 2012: Estimation of runoff curve number and saturated hydraulic conductivity via direct rainfall simulator measurements. In: James, W., Irvine, K.N., Li, J.Y., McBean, E.A., Pitt, R.E., Wright, S.J. (Eds.), *Storm and Urban Water Systems Modeling*. Monograph 20, CHI Press, Guelph, Ontario
12. Eusufzai, M., and K. Fujii, 2012: Effect of organic matter amendment on hydraulic and pore characteristics of a clay loam soil. *Open Journal of Soil Science*, 372-381
13. FAO, 2005: The importance of soil organic matter. FAO soils bulletin No. 80. Rome
14. Fasinmirin J.T., 2010: Saturated Hydraulic Conductivity ( $K_{\theta s}$ ) of a Sub-Tropical Ultisol under different Tillage Systems. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Avenida Roraima 1000 97105 –900, Santa Maria RS, Brazil, pp 1-10
15. Frenkel, H., Levy, G.J., and Fey, G.J., 1992: Clay dispersion and hydraulic conductivity of clay-sand mixture as affected by addition of various anions. *Clays and clays minerals*, vol.40, No. 5:515-521

16. Gamie, R., and De Smedt, F., 2018: Experimental and statistical study of saturated hydraulic conductivity and relations with other soil properties of a desert soil. *European Journal of Soil Science*, **69**: 256–264
17. Gulser, C., Candemir, F., 2008: Prediction of Saturated Hydraulic Conductivity Using Some Moisture Constants and Soil Physical Properties. *Samsun* 55139
18. Gusler, C., F. Candimer, 2014: Using soil moisture constants and physical properties to predict saturated hydraulic conductivity. *Eurasian Journal of Soil Science* 3: 77 – 81
19. Habel, A., 2013: The role of climate on the aggregate stability and soil erodibility of selected El-Jabal Al-Alkhdar soils -Libya. *Alex. J. Agric. Res.* Vol.58, No 3, pp.261-271
20. Hillel, D., 2004: Introduction to environmental soil physics. Academic Press, USA
21. Ismael, A, and Habel, A., 2019: Soil water budget in Al Jabal Alkhdadr. *International Journal for Environment and Global Climate Change*. Vol.7, Issue I: 117-133
22. Jarvis, N., Koestel, J., Messing, I., Moeys, J., and Lindahl, A., 2013: Influence of soil, land use and climatic factors on the hydraulic conductivity of soil. *Hydrology Earth Syst. Sci.*, 17, 5185–5195
23. Kirkham, M.B., 2005: Principles of Soil and Plant Water Relations. Elsevier Academic Press. Burlington, MA. pp. 145
24. Kisku, T.K., Datta, A., Basak, N., Mandi, S., Hembram, S., Roy, R., 2017: Evaluation of saturated hydraulic conductivity from soil properties in an *Inceptisol* using different land cover and depths. *J. Appl. & Nat. Sci.* 9 (3): 1482 -1488
25. Klute, A., 1986<sub>a</sub>. Method of soil Analysis. Part 1-physical and mineralogical methods. 2<sup>nd</sup> edition. (Ed A .Klute) (American Society of Agronomy Inc.: Madison, WI)
26. Klute, A., 1986<sub>b</sub>. Method of soil Analysis. Part 2- Chemical and Biochemical methods. 2<sup>nd</sup> edition. (Ed A. Klute) (American Society of Agronomy Inc.: Madison, WI)
27. Lado, M., A. Paz, and M. Ben-Hur, 2004: organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation, and soil loss. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:935–942
28. Le Bissonnais Y, 1996: Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: Theory and methodology. *Eur. J. soil Sci.*, 47: 425-437
29. Marchuk A., Marchuk, S., Bennett, J., Eyres, M., and Scott, E., 2014: An alternative index to ESP to explain dispersion occurring in Australian soils when Na content is low. In: National Soil Science Conference. Securing Australian soils for profitable industries and healthy landscape, 23-27
30. Momin, B.G, Ray, R., and Patra, S.K., 2018: Assessment of saturated hydraulic conductivity of Red and Lateritic soils under diverse land topography and vegetation using classical statistical analysis. *Int. J. Cur. Microbiol. App. Sci.*, 7 (10): 963-972
31. Mustafa, A., and A. A. Ibrahim, 2001: Spatial variation of infiltration rate and related soil properties in Central Gezira Clay Soil. II: Geostatistical methods. *U. K.J. Agric Sci.* 9 (2)
32. Nath, T., and Krishna, B., 2014: Influence of soil texture and total organic matter content on soil hydraulic conductivity of some selected Tea growing soils in Dibrugarh district of Assam, India. *Int. Res. J. Chem. Chem. Sci.*, Vol. 1(1): pp. 2-9

- 
33. Nemes, A., W.J. Rawls, and Y.A. Pachepsky, 2005: Influence of organic matter on the estimation of saturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69:1330-1337
34. Patil, N. G. and S. K. Singh, 2016: Pedotransfer functions for estimation soil hydraulic properties. *Pedosphere*, 26(4): 417-430
35. Patra, S.K., Mahata, N., Ray, R., 2018: Prediction of saturated hydraulic conductivity from soil physical properties under different forest vegetation using multivariate analysis techniques. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Volume 5 Issue 11; November 2018; Page No. 48-53
36. Plessis, H. M, and Shainberg, I., 1985: Effect of exchangeable sodium and phosphogypsum on the hydraulic properties of several South African soils, *South African Journal of Plant and Soil*, 2:4, 179-186
37. Quirk, J. P., and Schofield, R.K., 1955: The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *J. Soil Sci.*6:163-178
38. Reichert, J.M., and L.D. Norton, 1994: Aggregate stability and rain-impacted sheet erosion of air-dried and pre-wetted clayey surface soils under intense rain. *Soil Science*, Volume .168, No3
39. Richards, L.A., 1954: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Washington DC
40. Selkhozprom Export. Soil Ecological Expedition, 1980: Soil studies in the western zone, the eastern zone, and the pasture zone of Libya. Ministry of Agri. Reclamation and land development. Tripoli
41. Shainberg, I., G.J. Levy, D. Goldstein, A.I. Mamedov, and J. Letey, 2001: Prewetting rate and sodicity effects on the hydraulic conductivity of soils. *Aust. J. Soil Res.* 39:1279–1291
42. Tisdall J.M., and Oades, J.M., 1982: Organic matter and water stable aggregates in soils. *J. Soil Science.* 33:141-163
43. USDA, 2011: Soil Survey Laboratory Information Manual. Rep.45, Version 2
44. Van de Graaff R., and Patterson, R.A., 2001: Explaining the mysteries of salinity, sodicity, SAR and ESP on- the site practice. Conference on advancing on - site Wastewater Systems 25-27th September. University of New England, Armidale
45. Wang, T., Wedin, D., and Zlotnik, V.A., 2009: Field evidence of a negative correlation between saturated hydraulic conductivity and soil carbon in a sandy soil. *Water Resources Research*, Vol.45: 1-5
46. Whittig, L. D., 1959: Characteristics and genesis of a solodized-solonetz of California. *Soil Soc. Am. Proc.* 23:469-473
47. Wilding, L.P. and Dress, L.R., 1983: Spatial variability and pedology, pp. 83-116. In L.P. Wilding, N. Smeck and G.F. Hall (Eds.): *Pedogenesis and Soil Taxonomy*. Wageningen. Netherlands
48. Yimer, F., Ledin. S., Abdelkadir, A., 2006: Soil property variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the south-eastern highlands of Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 232: 90–99
-

---

49. Ziadat, F.M., Taimah A.Y., and Hattar, B.I., 2010: Variation of soil physical properties and moisture content along toposequences in the arid to semiarid area, *Arid Land Research and Management*, 24:2, 81-97