



ISSN 2790 – 5985
eISSN 2790 – 5993

Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of
Agricultural Sciences

Dijlah J. Agric. Sci. 2(3):160-167, 2024

Compared the measure and predicted saturated hydraulic conductivity by Soilpar2 for some soils

Tahani Shukr Mahmoud and Hisham Mahmoud Hassan

Department of Soil and Water Resources - College of Agriculture and Forestry -
University of Mosul

Corresponding author : afaraj7279@gmail.com

Abstract:

Eight locations, four of them at the university of Mosul (L1, L2, L7 and L8), Al-Shalalat (L3), Baybokh (L4), Khorsobad (L5) and Al-phathlia (L6) were chosen different in vegetation cover at Nineveh governorate. To determine the saturated hydraulic conductivity and compared with saturated hydraulic conductivity by using Soilpar2 program at four depth. soil samples were collected and air dry, then sieved by 2 mm sieve. Physical and chemical properties were determined. Saturated hydraulic conductivity was determined by Constant head method. Soilpar2 was used to predicted Saturated hydraulic conductivity by using Jabro, Jaynes-Tyler and Puckett. Jabro and Jaynes-Tyler methods were depend on soil particles, bulk density and soil depth. While Puckett methods depend on clay percentage and soil depth. Result reveal that the values of Saturated hydraulic conductivity predicted by Jabro were closed to the measure Saturated hydraulic conductivity. The reason was related to soil texture which effect on both measure and predicted hydraulic conductivity. While the values predicted by Jaynes-Tyler were closed to the measure values at L1, L2 and L3. The reason for that related to the lower clay percentage and higher sand percentage. On the other hand, the values of hydraulic conductivity predicted Puckett were closed to the measure values at locations were contents high clay particles.

Keywords: *Soilpar2, Saturated hydraulic conductivity, Soil texture, Soil depth*

Received:7/8/2024

Accepted:13/11/2024

Published:26/11/2024

مقارنة قيم الايصالية المائية المشبعة المقاسة والمنتبئ بها باستخدام برنامج Soilpar2 لبعض الترب

تهاني شكر محمود و هشام محمود حسن

قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق

الخلاصة

اختيرت ثمانية مواقع اربع منها ضمن جامعة الموصل (L1، L2، L7 و L8)، الشلالات L3، بايبوخ L4، خورسباط L5 والفاضلية L6، مختلفة الغطاء النباتي ولأربعة اعماق ضمن محافظة نينوى لدراسة وتقدير الايصالية المائية المشبعة مختبريا

ومقارنتها مع قيم الايصالية المائية المشبعة المنتبئ بها باستخدام برنامج Soilpar2. رمز للمواقع بالرمز (L) ورمز للأعماق بالرمز (d). جمعت نماذج التربة من هذه المواقع ولأربعة أعماق من كل موقع. جفت التربة هوائياً، وطحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم لغرض إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية عليها. قدرت الايصالية المائية المشبعة K_s في المختبر بطريقة عمود الماء الثابت Constant head method. استخدم برنامج Soilpar2 للنتبئ بقيم الايصالية المائية المشبعة بثلاث طرق هي Jabro و Jaynes-Tyler و Puckett. اعتمدت الطريقة الأولى والثانية على عمق التربة والكثافة الظاهرية ومفصولات التربة والرمل حسب التصنيف الأمريكي. اما الطريقة الثالثة اعتمدت على عمق التربة ونسبة الطين. اظهرت النتائج ان قيم الايصالية المائية المشبعة بطريقة Jabro كانت مقارنة لقيم الايصالية المائية المقاسة مختبرياً. وذلك يعود لتأثير نسجة التربة في قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها. اما قيم الايصالية المائية بطريقة Jaynes-Tyler كانت مقارنة للقيم المقاسة في المواقع L1، L2 و L3 وذلك لقلّة نسب الطين في هذه المواقع وارتفاع طفيف بنسب مفصولات الرمل مقارنة ببقية المواقع. من جهة أخرى كانت قيم الايصالية المائية المشبعة المنتبئ بها بطريقة Puckett مقارنة للقيم المقاسة في المواقع التي تحتوي على نسب عالية من الطين.

الكلمات مفتاحية: برنامج Soilpar2، الايصالية المائية المشبعة، مفصولات التربة، الكثافة الظاهرية، عمق التربة.

المقدمة:

تعد المعلومات الهيدرولوجية للتربة مطلوبة في تطبيقات نموذج المحاكاة للأنظمة الزراعية وطبيعة المياه الجوفية والتعرية المائية وحفظ التربة والعمليات الأخرى. وتعد الايصالية المائية المشبعة (K_s) أحد اهم الخواص الهيدروديناميكية التي تسمح بدراسة حركة وجريان الماء في التربة، وترتبط بشكل كبير بخواص التربة الفيزيائية كالنسجة والمسامية والمحتوى الرطوبي والمكونات الصلبة. الايصالية المائية هي قابلية التربة (الوسط المسامي) على نقل الماء، وتمثل نسبة تدفق الماء (q) وانحدار الجهد الهيدروليكي (i) (9) و(13) و(14)، كما وصفها (15) بانها إمكانية الفراغات في الوسط المسامي لنقل السوائل والممرور خلالها تحت الظروف المشبعة. وتكون الايصالية المائية مشبعة عندما تكون جميع مسامات التربة مملوءة بالماء وقادرة على التوصيل المائي (17). لوحظ بان قيم الايصالية المائية المشبعة تتأثر بصفات التربة ومنها نسجة التربة ونوع بناء التربة (8) و(14). أوضح (10) ان زيادة الكثافة الظاهرية للتربة تنخفض الايصالية المائية ولهذا فان الايصالية المائية لا تعتمد على المسامية الكلية بل تعتمد في الأساس على حجم المسام، اما (4) لاحظوا عند إضافة مخلفات حيوانية بثلاث مستويات (0، 2، 4 %) من وزن التربة يؤدي في زيادة قيم الايصالية المائية المشبعة مع زيادة تركيز المخلفات، وذلك لانخفاض قيم الكثافة الظاهرية والتي تعمل على تحسين بناء التربة وزيادة مساميتها وثبات تجمعات التربة. ان للملوحه تأثير في الايصالية المائية فان زيادة نسبة الاملاح في التربة تعمل على تشتت وتفريق تجمعات التربة وترسب الدقائق الناعمة (الغرين والطين) داخل مسام التربة فيؤدي الى انسدادها وبذلك تنخفض قيم الايصالية المائية المشبعة لان الصفات المائية للتربة تعتمد على نوع الاملاح وتركيزها في التربة والتي تسبب التشتت وتفريق دقائق الطين (5) و(19)، عند ارتفاع نسب الطين القابل للانتفاخ يزيد من سعة حفظ المياه وتقل الايصالية المائية (1) و(3).

منذ وقت طويل كان هناك اهتمام ملحوظ بطرق قليلة التكلفة وسريعة لتقدير الخصائص المائية للتربة من بيانات التربة المتاحة بشكل شائع. تم تطوير بعض الأدوات ومن الأمثلة عليها يمكن استخدام برنامج (Soilpar2) الذي استحدث من قبل Marcello Donatelli و Marco Acutis اصدار bit16 ضمن Windows 3.X و Win 95 للتنبؤ ببعض صفات التربة والخصائص المائية حيث يتطلب ادخال بعض البيانات مثل عمق عينة التربة ومفصولاتها والكثافة الظاهرية (11)، تم تطوير البرنامج من قبل نفس الباحثين لنسخة bit 32 الذي يوفر 15 طريقة لتقدير معاملات التربة ومن ضمنها الايصالية المائية المشبعة ويعمل البرنامج تحت نظام التشغيل Windows 98/NT/2000/XP. واجهة البرنامج سهلة الاستخدام وتسمح للمستخدمين معالجة المدخلات بسهولة، وتحميل البيانات وعرض المخططات والخرائط وتصدير المخرجات الى تنسيق Crop Syst و MS Excel وكذلك استيراد البيانات من ملفات Crop Syst و MS Exce (2).

المواد وطرائق العمل:

جمعت عينات تربة مثارة وغير مثارة لأربع أعماق بالاعتماد على إمكانية الوصول الى هذه الأعماق (0-10)، (10-20)، (20-30)، (30-40) سم، تم اخذ أربع أعماق لكل المواقع عدا موقع الفاضلية تم جمع العينات من ثلاثة أعماق بسبب صعوبة الوصول للعمق الرابع. جفت العينات هوائياً ثم طحنت بمطرقة خشبية ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 2 مم لتجهيتها للتحاليل الفيزيائية والكيميائية. اما العينات غير المثارة تم جمعها باستخدام أسطوانة قطرها 5 سم وارتفاعها 5 سم لحساب الكثافة الظاهرية بطريقة الأسطوانة Core method كما جاء في (7)، تم حساب مسامية التربة بالاعتماد على قيم الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية (قيمة الكثافة الحقيقية 2.65 غم سم⁻³) كما في (14) باستخدام المعادلة الآتية:

$$f = \left[1 - \left(\frac{\rho_b}{\rho_s} \right) \right] * 100$$

اذ ان: f المسامية (%)، ρ_b الكثافة الظاهرية و ρ_s الكثافة الحقيقية بوحدة غم سم⁻³.

قدرت نسبة التربة بطريقة الماصة (Pipet method) واستخدم مثلث النسجة لتحديد صنف نسجة التربة. فصلت مفصولات الرمل حسب ما ورد في تصنيف وزارة الزراعة الامريكية وتم الحصول على مفصولات الرمل الناعم جدا وصولا الى الرمل الخشن جداً باستخدام مناخل اقطارها (2، 1، 0.5، 0.25، 0.1، 0.05) مم والجدول 1 يوضح ذلك، كما جاء في (12).

قدرت الايصالية المائية المشبعة باستخدام طريقة عمود الماء الثابت Constant head method وتعتمد على قانون دارسي (16) والمعادلة هي:

$$K_s = \frac{V * L}{A * t * \Delta H}$$

اذ ان: K_s : الايصالية المائية المشبعة (سم دقيقة⁻¹)، V : حجم الماء المتجمع (سم³)، L : طول عمود التربة (سم)، A : مساحة المقطع العرضي لعمود التربة (سم²)، t الزمن (دقيقة)، ΔH فرق العمود المائي (سم) بين نقطتي دخول وخروج الماء من عمود التربة.

تم عمل مستخلص تربة - ماء (1:2) لتقدير الصفات الكيميائية، وباعتماد على (18). قيست درجة تفاعل التربة بواسطة جهاز pH-meter وباستخدام جهاز EC-meter تقيس التوصيل الكهربائي للتعبير عن كمية الاملاح الكلية في التربة. تم تقدير المادة العضوية بطريقة اكسدة الكربون العضوي وذلك بإضافة محلول داكرومات البوتاسيوم N1 وحامض الكبريتيك المركز لأكسدة الكربون العضوي والمعايرة مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي N0.5 وباستخدام دليل Diphenylamine. والجدول 2 يوضح نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية.

جدول 1: نسب مفصولات التربة ونسجتها لترب مواقع الدراسة

صنف النسجة	مفصولات الرمل					مفصولات التربة (غم كغم ⁻¹)			الاعماق	المواقع
	الرمل الناعم جدا	الرمل الناعم	الرمل المتوسط	الرمل الخشن	الرمل ن جدا	الرمل	الغرين	الطين		
L	57	203	115	108	33	516	323	161	d 1	L1
L	54	172	84	110	31	451	389	160	d 2	
L	39	148	70	77	23	357	463	180	d 3	
L	68	142	35	34	14	293	466	241	d 4	
SCL	18	162	111	186	62	539	160	301	d 1	L2
SCL	36	173	111	169	48	537	142	321	d 2	
SCL	30	160	115	177	48	530	139	331	d 3	
SCL	27	120	103	171	54	475	194	331	d 4	
CL	35	154	107	131	27	454	255	290	d 1	L3
CL	30	147	93	114	22	406	294	300	d 2	
CL	37	145	66	57	10	315	365	320	d 3	
CL	15	80	70	101	28	294	346	360	d 4	
SL	34	176	135	197	33	575	225	200	d 1	L4
L	36	156	127	167	31	517	323	160	d 2	
L	33	103	147	199	34	516	324	160	d 3	
L	38	143	129	167	24	501	399	100	d 4	
C	18	82	55	48	11	214	377	409	d 1	L5

C	20	56	40	76	32	224	356	420	d 2	
C	23	46	37	56	28	190	409	400	d 3	
C	22	77	27	42	27	195	404	401	d 4	
CL	32	86	62	104	40	324	379	297	d 1	
CL	30	78	44	76	30	258	382	360	d 2	L6
CL	35	56	39	69	34	233	386	381	d 3	
L	14	154	81	144	61	454	305	241	d 1	
L	16	128	66	103	36	349	410	241	d 2	L7
L	12	108	61	118	62	361	388	251	d 3	
L	12	131	49	76	31	299	440	261	d 4	
SiCL	13	78	22	58	27	198	502	300	d 1	L8
SiCL	32	100	14	21	11	178	502	320	d 2	
SiCL	12	62	16	24	12	126	544	330	d 3	
SiCL	16	66	23	14	14	133	546	320	d 4	

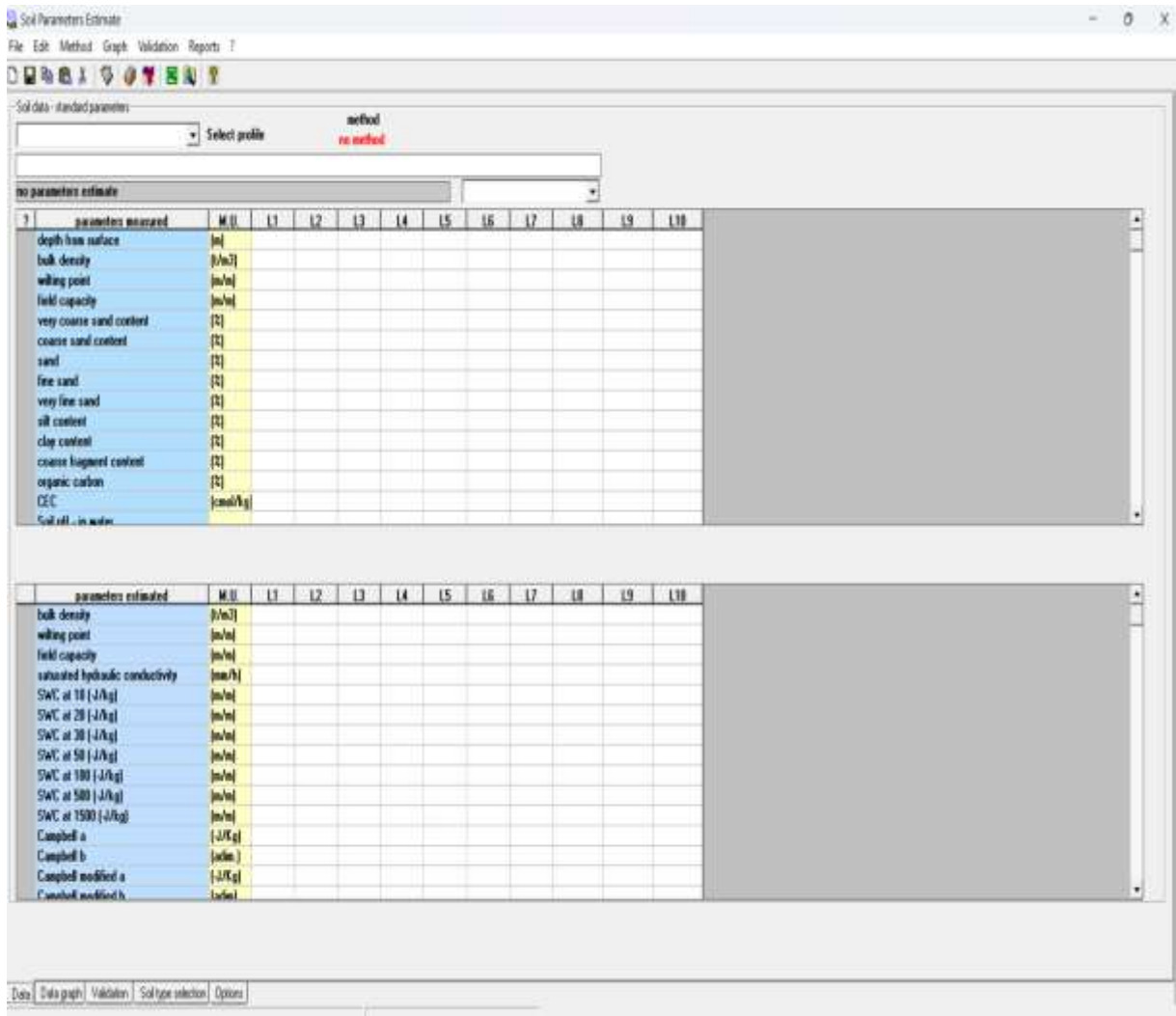
جدول 2: نوع الغطاء النباتي والتحليل الفيزيائية والكيميائية لترب مواقع الدراسة

المواقع	الغطاء النباتي	الاعماق	الكثافة الظاهرية (ميكاجرام م ⁻³)	المسامية (%)	pH	EC dS m ⁻¹	الكاربون العضوي
L1	بور	d 1	1.20	54.43	8.5	0.59	1.037
		d 2	1.27	51.99	8.4	0.45	1.077
		d 3	1.23	53.36	7.9	0.42	0.877
		d 4	1.23	53.28	7.9	0.31	1.596
L2	حشائش	d 1	1.27	51.71	7.7	0.36	0.798
		d 2	1.28	51.62	7.7	0.51	0.997
		d 3	1.29	51.29	7.8	0.39	0.798
		d 4	1.36	48.36	7.9	0.31	0.798
L3	أشجار غابات	d 1	1.36	48.47	7.7	0.51	2.114
		d 2	1.32	49.86	7.6	0.37	1.396
		d 3	1.27	52.02	7.7	0.32	1.157
		d 4	1.25	52.74	7.8	0.28	1.436
L4	حنطة	d 1	1.37	47.96	7.8	0.38	1.596
		d 2	1.37	48.25	7.7	0.34	1.197
		d 3	1.23	53.37	7.7	0.38	1.835
		d 4	1.05	60.24	7.6	0.52	1.755
L5	بطاطا	d 1	1.24	53.17	7.4	1.37	1.715
		d 2	1.15	56.26	7.7	0.98	1.516
		d 3	1.16	55.93	7.6	1.02	1.795
		d 4	1.26	52.11	7.6	1.08	1.356
L6	أشجار زيتون	d 1	1.28	51.50	8	0.36	0.518
		d 2	1.34	49.34	7.9	0.36	1.715
		d 3	1.30	50.73	7.8	0.36	1.276
L7	عنب	d 1	1.48	43.99	8	0.5	1.755

1.197	0.48	7.8	42.92	1.51	d 2	بصل	L8
0.598	0.59	7.7	41.30	1.55	d 3		
0.758	0.68	7.7	40.47	1.57	d 4		
0.798	0.26	7.8	43.62	1.49	d 1		
0.558	0.22	7.8	41.53	1.54	d 2		
0.478	0.23	7.7	41.29	1.55	d 3		
0.518	0.25	7.7	42.40	1.52	d 4		

برنامج Soilpar2

يوفر برنامج Soilpar2 خمسة عشر طريقة لتقدير خصائص التربة ومن ضمنها الايصالية المائية المشبعة وتخمين المحتوى الرطوبي عند شذود مختلفة والكثافة الظاهرية. وتقسم واجهة البرنامج الى جزأين يمثل الجزء العلوي مدخلات البرنامج والتي تشمل البيانات المقاسة، اما الجزء السفلي من النافذة فيمثل مخرجات البرنامج والتي تشمل البيانات المخزنة، والشكل 1 يبين محتويات نافذة البرنامج. يتطلب البرنامج ادخال عدة بيانات خاصة للتربة مثل عمق عينة التربة والتوزيع الحجمي لمفصولات التربة والكثافة الظاهرية والكربون العضوي. كل طريقة تختلف في البيانات المطلوبة لغرض استخدامها وإيجاد قيم الايصالية المائية المتنبئ بها. تم استخدام ثلاث طرق لتقدير قيم الايصالية المائية المشبعة هي Jabro و Jaynes- Tyler و Puckett، الطريقة الأولى والثانية تعتمد على عمق التربة والكثافة الظاهرية ومفصولات التربة والرمل، اما الطريقة الثالثة تعتمد على عمق التربة ونسبة الطين (2).



شكل 1: يبين نافذة برنامج soilpar2.

النتائج والمناقشة:

يوضح الجدول 3 قيم الايصالية المائية المشبعة المقاسة في المختبر والمنتبئ بها ببرنامج Soilpar2 بالطرق المذكورة. يلاحظ ان طريقة Jabro كانت قيمها أقرب للقيم المقاسة في اغلب المواقع، حيث لوحظ تقارب القيم في المواقع L3، L5 و L6 لجميع الأعماق اما الموقع L8 كان التقارب عند العمقين d1 و d4، كانت القيم المقاسة (0.0785، 0.0542، 0.0382، 0.0350، 0.0155، 0.0268، 0.0677، 0.0588، 0.0546، 0.0461، 0.2043، 0.0377، 0.0296) سم دقيقة¹، اما القيم المنتبئ بها بطريقة Jabro كانت (0.0547، 0.0723، 0.0964، 0.1096، 0.0991، 0.2635، 0.2228، 0.0773، 0.0914، 0.0387، 0.0553، 0.0076، 0.0048) سم دقيقة¹، وكذلك هناك تقارب بالقيم في الموقع L2 عند العمق d4 فكانت القيم المقاسة والمنتبئ بها بهذه الطريقة (0.0666، 0.0593) سم دقيقة¹ على التوالي. أظهرت النتائج ان لنسجة التربة تأثير في قيم الايصالية فعندما تقل نسبة الطين تزداد قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها كما جاء في (20) ويعود سبب ذلك لصغر حجم المسام والتي تؤثر في بطئ حركة الماء وبكميات اقل. لوحظ ان زيادة قيم الكثافة الظاهرية تؤدي الى قلة المسامية الكلية وتقل معها قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها وهذا يتفق مع ما وجدته (10). للمادة العضوية تأثير كبير في قيم الايصالية المائية بسبب تأثير المادة العضوية في خواص التربة من ناحية تكوين وتماسك بناء التربة وتقليل الكثافة الظاهرية وزيادة المسامات الكلية، فكانت اعلى قيمة للايصالية المائية المقاسة 0.1094 سم دقيقة¹ للموقع L4 d4 لاحتواء التربة على نسب عالية من المادة العضوية وانخفاض نسبة الطين. أيضا كانت اعلى قيمة للايصالية المائية المشبعة المنتبئ بها بطريقة Jabro 3.3469 سم دقيقة¹ لنفس الموقع، وهذا يتفق مع ما وجدته (4) و(6). اما بالنسبة -Jaynes Tyler والتي تعتمد على عمق التربة ومفصولاتها والكثافة الظاهرية، لوحظ ان قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها متقاربة في ترب مواقع L1، L2 و L4 والسبب في ذلك يعود الى قلة نسب الطين في هذه المواقع وارتفاع طفيف بنسب مفصول الرمل مقارنة ببقية المواقع والتي ازدادت فيها نسب مفصولات الطين عن مفصول الرمل التي أدت الى اختلاف في قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها Jaynes-Tyler. من جهة أخرى، ان طريقة Puckett والتي اعتمدت على نسب مفصولات الطين وعمق التربة كانت قيم الايصالية المائية المقاسة والمنتبئ بها للمواقع L1 للعمقين d3 و d4، d3 و L4، L7 لجميع اعماقه و L8 للعمقين d2 و d3 متقاربة أكثر من بقية المواقع بسبب نسب الطين وزيادة طفيفة في المادة العضوية والتي أدت الى تحسين خواص التربة المرتبطة بقيم الايصالية المائية. كانت الفروقات بين القيم قليلة حيث بلغت (-0.0471، 0.0247، -0.0122، 0.0032، -0.0057، -0.0023، 0.0581، 0.0291، 0.0215)

جدول 3: قيم الايصالية المائية المقاسة مختبريا والمنتبئ بها باستخدام برنامج Soilpar2 لترب مواقع الدراسة ولأربعة اعماق.

موقع	عمق	المقاسة سم دقيقة ¹	المنتبئ بها سم دقيقة ¹		
			Jaynes-Tyler	Jabro	Puckett
L1	d 1	0.0297	0.0240	0.4776	0.1112
	d 2	0.0348	0.0113	0.1952	0.1112
	d 3	0.0278	0.0046	0.2285	0.0749
	d 4	0.0476	0.0024	0.1656	0.0229
L2	d 1	0.0300	0.0275	0.2007	0.0070
	d 2	0.0329	0.0268	0.1859	0.0047
	d 3	0.0378	0.0245	0.1638	0.0039
	d 4	0.0666	0.0127	0.0593	0.0039
L3	d 1	0.0785	0.0103	0.0547	0.0085
	d 2	0.0542	0.0067	0.0723	0.0070
	d 3	0.0382	0.0029	0.0964	0.0047
	d 4	0.0350	0.0024	0.1096	0.0021
L4	d 1	0.0204	0.0346	0.0819	0.0505
	d 2	0.0269	0.0192	0.0779	0.1112
	d 3	0.0990	0.0232	0.3469	0.1112
	d 4	0.1094	0.0257	3.3469	0.3637

0.0008	0.0011	0.0991	0.0155	d 1	L5
0.0007	0.0013	0.2635	0.0268	d 2	
0.0010	0.0009	0.2228	0.0677	d 3	
0.0010	0.0009	0.0773	0.0588	d 4	
0.0076	0.0031	0.0914	0.0546	d 1	L6
0.0021	0.0015	0.0387	0.0461	d 2	
0.0014	0.0012	0.0553	0.2043	d 3	
0.0229	0.0087	0.0162	0.0261	d 1	L7
0.0229	0.0029	0.0092	0.0172	d 2	
0.0188	0.0031	0.0060	0.0165	d 3	
0.0154	0.0016	0.0042	0.0735	d 4	
0.0067	0.0006	0.0076	0.0377	d 1	L8
0.0047	0.0005	0.0042	0.0338	d 2	
0.0039	0.0003	0.0034	0.0254	d 3	
0.0047	0.0003	0.0048	0.0296	d 4	

الاستنتاجات:

نستنتج من الدراسة الحالية ان قيم الايصالية المائية المشبعة بطريقة Jabro كانت مقارنة لقيم الايصالية المائية المقاسة مختبريا. وذلك يعود لتأثير نسجة التربة في قيم الايصالية المائية المقاسة والمتنبئ بها. اما قيم الايصالية المائية بطريقة Jaynes-Tyler كانت مقارنة للقيم المقاسة في المواقع L1، L2 و L3 وذلك لقللة نسب الطين في هذه المواقع وارتفاع طفيف بنسب مفضولات الرمل مقارنة ببقية المواقع. من جهة أخرى كانت قيم الايصالية المائية المشبعة المتنبئ بها بطريقة Puckett مقارنة للقيم المقاسة في المواقع التي تحتوي على نسب عالية من الطين

المصادر:

- Abdulrahman, G. N., & Al-Sheikhly, A. H. (2011). Effect of irrigation period and level and drip discharge on the rate of infiltration in the clay soil. *Iraqi Journal of Agricultural*, 42 (special issue), pp. 108-125.
- Acutis, M., & Donatelli, M. (2003). SOILPAR 2.00: software to estimate soil hydrological parameters and functions. *European Journal of Agronomy*, 18(3-4), 373-377.
- Al-Fahdawi, S. G. H. (2013). Effect of soil moisture depletion and salinity of irrigation water in the distribution of soil moisture and salinity and some physical properties and growth of corn crop. Master thesis. Soil and Water Resources Department, College of Agriculture, University of Anbar.
- Al-Hadi, S. S., & Alkanas, A. A. (2002). The effect of softening and amendments on the physical properties of the soil and the growth of the barley crop. *Iraqi Agriculture Journal*. (Special issue): 7(4): 172-181.
- Al-Kasab, S. A. M., & Al-khalifa, A. A. (2011). Studying the effect of successive processes of accumulation and leaching of salts on some physical characteristics of some soils of the Rabia irrigation project. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, Vol. (39). No. (1).

- Al-khateb, B. A. H. & Al-Rawe, M. S. G. (2015). The effect of soil clay content and irrigation water salinity on some soil water properties and bean crop growth. *Anbar Journal of Agricultural Sciences*. 13(1): 31-47.
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In *methods of soil analysis. Part 1, physical and mineralogical*, 2nd ed. Edited by A. Klute. P. 363-375.
- Childs, E. C. (1969). *An introduction to the physical basis of soil water phenomena*. John Wiley and Sons. Inc., N. Y.
- Darcy, H. (1856). *Les fontains publique de la ville de Dijon*. Vactor Dalmont, Paris.
- Dianqing, L. S., Mongon, H. Robert, and L. Chunping., (2004). Effect of Changing bulk Density during water desorption measure mention soil hydraulic properties. *Soil science*. Vol. 169. No. 5: 319-329.
- Donatelli, M., Acutis, M., Laruccia, N. (1996). Evaluation of methods to estimate soil water content at field capacity and wilting point. *Proceedings of the 4th European Society of Agronomy Congress, Veldhoven, The Netherlands*, pp. 86-87.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle size analysis. In *methods of soil analysis. Part 1, physical and mineralogical method*, 2nd ed. Edited by A. Klute. P. 383-409.
- Ghildyal, B. P. & Tripathi, R. P. (1987). *Soil physics*. Univ. Agric. And Tech. Pantnagar, India .
- Hassan, H. M. (1990). *Soil Physics*. Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Mosul, Collage of Agriculture and Forestry. 31-34.
- 15- Hillel, D. (1980). *Fundamentals of soil physical*. Aacademic Press, New York.
- Klute, A., & Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity laboratory method. In *methods of soil analysis. Part 1, physical and mineralogical method*, 2nd ed. Edited by A. Klute. P. 637-732.
- Lal, R, and Shukla. (2004). *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker, Inc. USA. New york.
- Page, A. I., Miler, R. H., & Kenney, D. R. (1982). *Methods of soil analysis. Part2. Agronomy 9*. Madison W. I.
- Russo, D. & Bresler, E. (1977). Analysis of the saturated- unsaturated hydraulic conductivity in mixed sodium-calcium soil system. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 41: 706-710.
- Yahya, G. M., & Agha, M. D. (2022). Some physical properties of soils with different gypsum content in northern Iraq sites. *Kirkuk University Journal of Agricultural Sciences*, Fol.(13). NO (2).

