College of Basic Education Researchers Journal. ISSN: 7452-1992 *Vol. (20), No.(1), (2024)*

CC BY

الخصائص الارتشاحية لتربة منطقة بعشيقة

وائل حازم ذنون الجواري
المديرية العامة لتربية نينوى

دلي خلف حميد الجبوري
كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة تكريت

(قدم للنشر في ٢٣/ ١٠/ ٢٠٢٣، قبل للنشر في ١١/١٢/ ٢٠٢٣)

المستخلص :

تهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الارتشاحية لتربة منطقة بعشيقة وجرى ذلك من خلال تحديد (١٨) موقع موزعة على منطقة الدراسة تم اختيارها على اسس طبيعية, وتم اجراء تجارب لقياس الارتشاح في الحقل بواسطة المغياض الاسطواني , وقد تم قياس معدلات الارتشاح للتربة في كل موقع من المواقع المختارة في منطقة الدراسة وخلال الفترات الزمنية المحددة والتي تمثلت في كل من الدقائق (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧،٨، ١٦، ٣٢، ٦٤، ٩٠، ١٢٠) دقيقة والتي شملت معدل الارتشاح الاولي ومعدل الارتشاح التراكمي , وبينت نتائج تحليل العمل الحقلي لتجارب الارتشاح بعد تطبيق معادلة كوستاكوف خلال (١٢٠) دقيقة ان قيم عمق الارتشاح الاولي متفاوتة ما بين (٠,٠٠٤) سم/ دقيقة في مواقع (قولان تبة , كليجة , بخاي , حسن شامي , اورطة خراب) كاقل نسبة وبين (٠,٠٢٠) سم/ دقيقة في موقع (بحزاني) كاعلى نسبة مع متوسط قدره (٠,٠٠٦٨) % , وان قيم عمق الارتشاح التراكمي متفاوتة مابين (١,٣١٤) سم/ دقيقة في موقع (جبل بعشيقة) كاقل نسبة وبين (٥,٣٦٠) سم/ دقيقة في موقع (بحزاني) كاعلى نسبة وبمتوسط قدره (٢,٤٩٧٦١) %

الكلمات المفتاحية : ارتشاح اولي ارتشاح تراكمي المغياض جريان

INFILTRATION CHARACTERISTICS OF THE SOIL OF THE BASHIQA REGION

WAEL HAZEM THANOUN AL-JAWARY
GENERAL DIRECTORATE OF NINEVEH EDUCATION

DALLY KHALAF HAMID AL-JUBOURI
COLLEGE OF EDUCATION FOR HUMANITIES/TIKRIT UNIVERSITY

Abstract

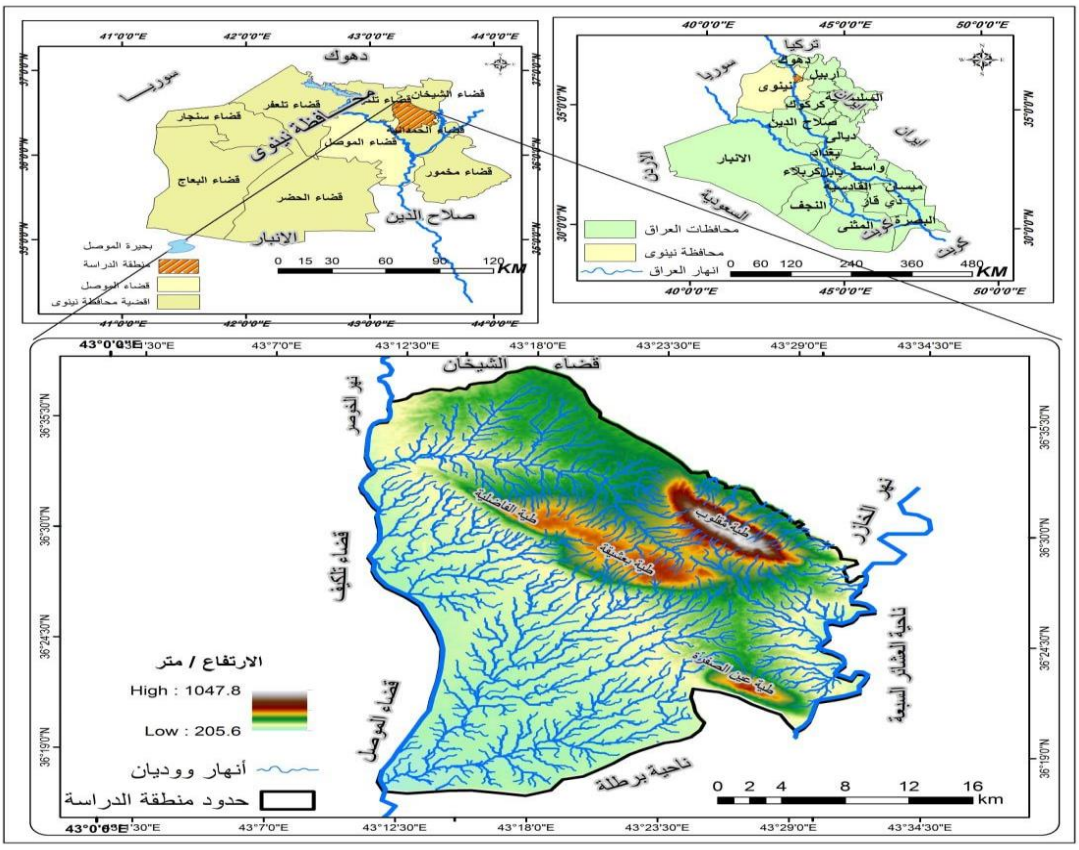
The study aims to identify the infiltration characteristics of the soil in the Baashika region. This was done by selecting 18 sites distributed across the study area based on natural criteria. Field experiments were conducted to measure infiltration using the cylinder infiltrometer. Infiltration rates for the soil were measured at each selected site in the study area over specified time periods, including minutes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16, 32, 64, 90, 120). These periods covered both initial and cumulative infiltration rates. The results of field analysis of the infiltration experiments, after applying the Kostiakov equation over 120 minutes, showed varying initial infiltration depth values ranging from 0.004 cm/minute in sites (Golan Tuba, Klijah, Bakhai, Hassan Shami, Ortah Kharab) as the lowest percentage to 0.020 cm/minute in the (Bahzani) site as the highest percentage, with an average of 0.0068%. The cumulative infiltration depth values also varied between 1.314 cm/minute in the (Jabal Baashika) site as the

lowest percentage and 5.360 cm/minute in the (Bahzani) site as the highest percentage, with an average of 2.49761%.

١- المقدمة :

تعد عملية الارتشاح ودخول الماء إلى اعماق التربة من المكونات الاساسية للدورة الهيدرولوجية التي تحافظ على رطوبة التربة من خلال اعادة ترطيبها، ويحدث الارتشاح باتجاه افقي او عمودي، ويكون الارتشاح العمودي نحو الاسفل هو الاكثر شيوعا وان القوة الرئيسة المسببة لعملية الارتشاح هي قوة الشد الشعرية المتأتية اصلا من قوة تلاصق جزيئات الماء باسطح حبيبات التربة (قوة الشد السطحي) وفي قوة الجذب نحو الاسفل[١]. وتتمثل اهمية الدراسة في ان خصائص التربة تحدد الاستجابات الهيدرولوجية للسلوك الجرياني للاحواض المائية، لذلك فهي من الامور المهمة مع زيادة التغيرات المناخية, اما مشكلة الدراسة فتمثلت من خلال التساؤل التالي هل تساهم خصائص التربة الارتشاحية ومقدار النفاذية في تحديد الظروف الهيدرولوجية في منطقة الدراسة من خلال مساهمة المعادلات الرياضية في احتساب الخصائص الهيدرولوجية للتربة. وتهدف الدراسة إلى قياس الارتشاح ونفاذية التربة واهمية ذلك في تحديد الخصائص الهيدروروجية لمنطقة الدراسة, وتم الاعتماد على المنهج الاستقرائي التحليلي باعتباره المنهج الامثل لهكذا دراسات مدعومة باستخدام المنهج الكمي والاحصائي في معالجة البيانات واستخدام المعادلات الرياضية المختلفة، وتحليل نتائج العمل الحقلي وصولا لتحقيق اهداف الدراسة. ، وتقع منطقة بعشيقة في الجزء الشمالي من العراق ضمن الحدود الادارية لمحافظة نينوى اما فلكيا فانها تقع بين قوسي طول ("43°07'56) و("43°32'43) شرقاً وبين دائرتي عرض ("36°15'28) و("36°37'48) شمالاً، وبذلك فان منطقة الدراسة تشغل مساحة تقدر بنحو (882.42) كم^{٢} وكما موضح في الخارطة (1).

الخارطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على النموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc Gis)

٢- قياس الارتشاح :

وتؤثر درجة انحدار الارض وخشونة سطح التربة بسعة ارتشاح الماء فيها [٢]، كما تتأثر الخصائص الارتشاحية للتربة بعوامل عدة كقوامها وتركيبها الفلزي ومساميتها ومحتواها من الفراغات البنيوية ومدى اتساع الفراغات الكبيرة الناجمة عن النشاط البيلوجي فيها[٣].

وتتأثر الخصائص الارتشاحية للطبقة السطحية من التربة ايضا بوجود ترسبات وقشرة متصلبة من سطح التربة [٤]، كذلك تتحكم الخصائص الهيدروفيزيائية للطبقة السطحية من التربة بعملية ارتشاح الماء فيها وتؤثر هذه العملية بدورها في كمية المياه المتخزنة ضمن التربة وقدرتها على توصيل الماء باتجاه الاعماق[٥].

كما تتأثر عملية الارتشاح بمجموعة من العوامل منها

أولا: كثافة الغطاء النباتي

تقل مستويات الارتشاح في الترب المكشوفة والخالية من الغطاء النباتي، بينما تزداد في الترب ذات الغطاء النباتي الكثيف، اذ يعمل الغطاء النباتي على اعاقة جريان المياه مما يؤدي إلى زيادة كميات الارتشاح في التربة.

ثانيا: استخدامات الارض

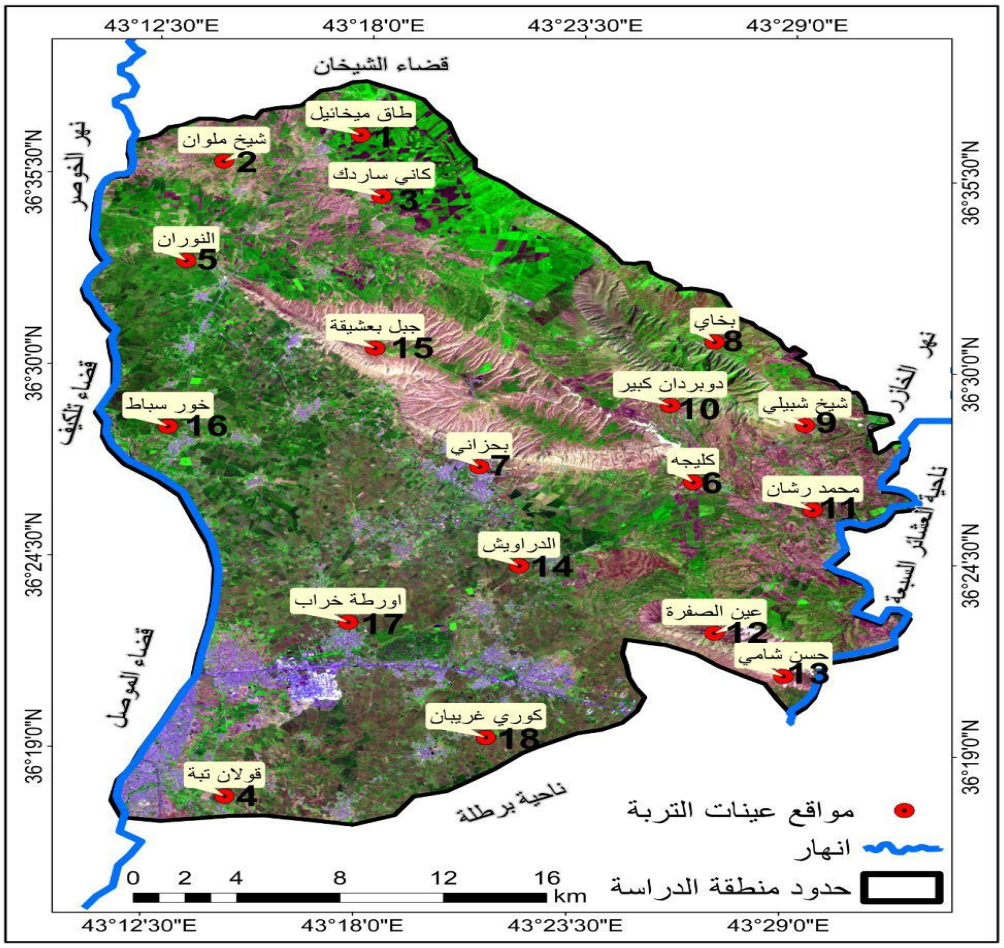
تتاثر معدلات الارتشاح بنوعية استخدام الارض، فالترب التي تتعرض للحراثة نتيجة استخدامها في الزراعة يؤدي إلى اتساع مساحة الحبيبات وبالتالي زيادة كمية المياه المترشحة إلى اسفل التربة، بينما مناطق الرعي تكون ذات مسامات قليلة متراصة وخاصة اذا ما تعرضت إلى حمولة رعي عالية (رعي جائر)، مما يؤدي إلى قلة معدلات الارتشاح فيها، فضلا عن تعرض التربة إلى التحفر والزحف العمراني الذي يؤدي إلى تحويل التربة إلى مناطق غير نفاذة مما يقلل من معدلات الارتشاح.

ثالثا: خصائص التربة

يتحدد معدل الارتشاح في التربة بخصائصها الطبيعية المتمثلة بالنسجة والبنية ثم المحتوى الرطوبي الابتدائي، ولذا فان التربة ذات النسجة الخشنة والمتكونة من دقائق الرمل مثل التربة الرملية تمتلك معدلات ارتشاح يزيد على (١٠٠) ملم/ ساعة، بينما تملك الترب ذات النسجة الناعمة المتمثلة بالترب الطينية معدل ارتشاح مقارب للصفر[٦].

وقد تم تحديد (١٨) موقعا للدراسة الحقلية كما موضح في الخارطة (٢) ، وتم قياس الارتشاح في منطقة الدراسة باتباع طريقة المغياض الاسطواني (Infiltrometer\;\\RING) ، وهو عبارة عن اسطوانة تستخدم لاغراض القياس، وهي مصنوعة من المعدن بقطر (٣٠ – ٤٠) سم وبسمك (٢) سم وارتفاع (٢٥) سم، اذ يتم تثبيتها على عمق (٨– ١٠) سم، ويوضع الماء في الاسطوانة، ويتم قياس معدل الارتشاح في الاسطوانة عن طريق حساب معدل تناقص الماء مع مرور الزمن، اذ تم قياس معدلات الارتشاح في الدقائق (١, ٢, ٣، ٤، ٥، ٦، ٧, ٨, ١٦, ٣٢, ٦٤, ٩٠، ١٢٠) دقيقة.

الخارطة (٢) المواقع المختارة للعمل الحقلي والمختبري في منطقة الدراسة



المصـــدر: بالاعتمـــاد علـــى النموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc Gis 10.8) .

ويوضـح الجـدول (١) قـيم البيانـات الحقليـة بتجـارب الارتشـاح فـي المواقـع المنتخبـة، فيمـا توضـح الصورة (١) تجربة المغياض الاسطواني في الحقل.

الصورة (١) طريقة تجربة المغياض الاسطواني في الحقل

الجدول (1) بيانات العمل الحقلي لتجارب الارتشاح في منطقة الدراسة

تجربة رقم (1) : الموقع : طاق ميخائيل الاحداثيات : (N 295 E-43 611 36) تاريخ التجربة : 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م				تجربة رقم (2) : الموقع : شيخ ملوان الاحداثيات : (N 237 E-43 598 36) تاريخ التجربة : 2023/1/14 درجة الحرارة 13°م				تجربة رقم (3) : الموقع : كاني ساردك الاحداثيات : (N 305 E-43 582 36) تاريخ التجربة : 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
4.00	1	0.20	0.20	1.30	1	0.40	0.40	1.00	1	0.20	0.20
4.01	2	0.10	0.30	1.31	2	0.20	0.60	1.01	2	0.10	0.30
4.02	3	0.05	0.35	1.32	3	0.20	0.80	1.02	3	0.10	0.40
4.03	4	0.05	0.40	1.33	4	0.20	1.00	1.03	4	0.10	0.50
4.04	5	0.05	0.45	1.34	5	0.10	1.10	1.04	5	0.10	0.60
4.05	6	0.05	0.50	1.35	6	0.10	1.20	1.05	6	0.10	0.70
4.06	7	0.05	0.55	1.36	7	0.10	1.30	1.06	7	0.05	0.75
4.07	8	0.05	0.60	1.37	8	0.10	1.40	1.07	8	0.05	0.80
4.15	16	0.02	0.80	1.45	16	0.05	1.80	1.15	16	0.02	1.00
4.31	32	0.01	1.10	2.01	32	0.03	2.40	1.31	32	0.01	1.30
5.03	64	0.01	1.50	2.33	64	0.02	3.10	2.03	64	0.01	1.70
5.29	90	0.01	2.00	2.59	90	0.02	3.70	2.29	90	0.01	2.10
5.59	120	0.006	2.20	3.29	120	0.01	4.20	2.59	120	0.006	2.30

تجربة رقم (4) : الموقع : قولان تبة الاحداثيات : (N 244 E-43 294 36) تاريخ التجربة : 2023/1/17 درجة الحرارة 12°م				تجربة رقم (5) : الموقع : النوران الاحداثيات : (N 221 E-43 550 36) تاريخ التجربة : 2023/1/14 درجة الحرارة 12°م				تجربة رقم (6) : الموقع : كليجة الاحداثيات : (N 442 E-43 447 36) تاريخ التجربة : 2023/2/11 درجة الحرارة 5 °م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
2.00	1	0.20	0.20	11.00	1	0.10	0.10	9.00	1	0.30	0.30
2.01	2	0.10	0.30	11.01	2	0.05	0.15	9.01	2	0.20	0.50
2.02	3	0.05	0.35	11.02	3	0.05	0.20	9.02	3	0.20	0.70
2.03	4	0.05	0.40	11.03	4	0.05	0.25	9.03	4	0.20	0.90
2.04	5	0.05	0.45	11.04	5	0.05	0.30	9.04	5	0.10	1.00
2.05	6	0.05	0.50	11.05	6	0.05	0.35	9.05	6	0.10	1.10
2.06	7	0.05	0.55	11.06	7	0.05	0.40	9.06	7	0.05	1.15
2.07	8	0.05	0.60	11.07	8	0.05	0.45	9.07	8	0.05	1.20
2.15	16	0.01	0.70	11.15	16	0.006	0.50	9.15	16	0.01	1.35
2.31	32	0.009	0.85	11.31	32	0.01	0.80	9.31	32	0.01	1.60
3.03	64	0.006	1.05	12.03	64	0.009	1.10	10.03	64	0.006	1.80
3.29	90	0.005	1.20	12.29	90	0.01	1.40	10.29	90	0.007	2.00
3.59	120	0.006	1.40	12.59	120	0.01	1.80	10.59	120	0.01	2.30

تجربة رقم (7) : الموقع : بحزاني الاحداثيات : (N 350 43 E- 453 36) تاريخ التجربة : 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م				تجربة رقم (8) : الموقع : بخاي الاحداثيات : (N 450 43 E- 514 36) تاريخ التجربة : 2023/12/13 درجة الحرارة 6°م				تجربة رقم (9) : الموقع : شيخ شيلة الاحداثيات : (N 490 43 E- 475 36) تاريخ التجربة : 12.2023/11 درجة الحرارة7°م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
9.30	1	0.30	0.30	1.00	1	0.30	0.30	12.00	1	0.40	0.40
9.31	2	0.20	0.50	1.01	2	0.20	0.50	12.01	2	0.35	0.75
9.22	3	0.20	0.70	1.02	3	0.30	0.70	12.02	3	0.30	1.05
9.33	4	0.10	0.80	1.03	4	0.10	0.80	12.03	4	0.30	1.35
9.34	5	0.10	0.90	1.04	5	0.10	0.90	12.04	5	0.30	1.65
9.35	6	0.10	1.00	1.05	6	0.10	1.00	12.05	6	0.20	1.85
9.36	7	0.20	1.20	1.06	7	0.05	1.05	12.06	7	0.20	2.05
9.37	8	0.10	1.30	1.07	8	0.05	1.10	12.07	8	0.10	2.15
9.45	16	0.07	1.90	1.15	16	0.01	1.20	12.15	16	0.02	2.35
10.01	32	0.04	2.60	1.31	32	0.01	1.40	12.31	32	0.02	2.75
10.33	64	0.02	3.50	2.03	64	0.006	1.60	1.03	64	0.01	3.15
10.59	90	0.03	4.40	2.29	90	0.01	1.90	1.29	90	0.01	3.45
11.29	120	0.02	5.20	2.59	120	0.006	2.10	1.59	120	0.006	3.65

تجربة رقم (10) : الموقع : دوبردان كبير الاحداثيات : (N 432 43 E-484 36) تاريخ التجربة : 2023/2/10 درجة الحرارة 8°م				تجربة رقم (11) : الموقع : محمد رشان الاحداثيات : (N 494 43 E-434 36) تاريخ التجربة : 2023/2/13 درجة الحرارة 6°م				تجربة رقم (12) : الموقع : عين الصفرة الاحداثيات : (N 453 43 E-375 36) تاريخ التجربة : 2023/10.2 درجة الحرارة 2°م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
2.30	1	0.20	0.20	10.00	1	0.25	0.25	11.30	1	0.10	0.10
2.31	2	0.10	0.30	10.01	2	0.20	0.45	11.31	2	0.05	0.15
2.32	3	0.10	0.40	10.02	3	0.20	0.65	11.32	3	0.05	0.20
2.33	4	0.10	0.50	10.03	4	0.15	0.80	11.33	4	0.05	0.25
2.34	5	0.10	0.60	10.04	5	0.15	0.95	11.34	5	0.05	0.30
2.35	6	0.05	0.65	10.05	6	0.10	1.05	11.35	6	0.05	0.35
2.36	7	0.05	0.70	10.06	7	0.10	1.15	11.36	7	0.05	0.40
2.37	8	0.05	0.75	10.07	8	0.10	1.25	11.37	8	0.05	0.45
2.45	16	0.01	0.85	10.15	16	0.02	1.45	11.45	16	0.01	0.55
3.01	32	0.01	1.05	10.31	32	0.01	1.70	12.01	32	0.01	0.70
3.33	64	0.009	1.35	11.03	64	0.009	2.00	12.33	64	0.01	1.10
3.59	90	0.01	1.65	11.29	90	0.01	2.30	12.59	90	0.01	1.50
4.29	120	0.006	1.85	11.59	120	0.006	2.50	1.29	120	0.006	1.70

تجربة رقم (13) : الموقع : حسن شامي الاحداثيات : (N 483 43 E-354 36) تاريخ التجربة :2023/2/10 درجة الحرارة 4 °م				تجربة رقم (14) : الموقع : الدراويش الاحداثيات : (N 368 43 E-406 36) تاريخ التجربة : 2023/1/31 درجة الحرارة 8°م				تجربة رقم (15) : الموقع : جبل بعشيقة الاحداثيات : (N 304 43 E-509 36) تاريخ التجربة : 2023/2/12 درجة الحرارة 3°م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
8.30	1	0.25	0.25	1.05	1	0.20	0.20	3.30	1	0.10	0.10
8.31	2	0.10	0.35	1.06	2	0.10	0.30	3.31	2	0.05	0.15
8.32	3	0.10	0.45	1.07	3	0.05	0.35	3.32	3	0.05	0.20
8.33	4	0.05	0.50	1.08	4	0.05	0.40	3.33	4	0.05	0.25
8.34	5	0.05	0.55	1.09	5	0.05	0.45	3.34	5	0.05	0.30
8.35	6	0.05	0.60	1.10	6	0.05	0.50	3.35	6	0.05	0.35
8.36	7	0.05	0.65	1.11	7	0.05	0.55	3.36	7	0.05	0.40
8.37	8	0.05	0.70	1.12	8	0.05	0.60	3.37	8	0.05	0.45
8.45	16	0.01	0.80	1.20	16	0.01	0.70	3.45	16	0.01	0.55
9.01	32	0.009	0.95	1.36	32	0.01	0.95	4.01	32	0.006	0.65
9.33	64	0.006	1.15	2.08	64	0.01	1.35	4.33	64	0.006	0.85
9.59	90	0.009	1.40	2.34	90	0.01	1.65	4.59	90	0.01	1.15
10.29	120	0.006	1.60	3.04	120	0.01	1.95	5.29	120	.0.006	1.35

تجربة رقم (16) : الموقع : خورسباط الاحداثيات : (N 215 43-E 471 36) تاريخ التجربة : 2023/1/14 درجة الحرارة 6°م				تجربة رقم (17) : الموقع : اورطة خراب الاحداثيات : (N 295 43-E 378 36) تاريخ التجربة : 2023/1/13 درجة الحرارة 8°م				تجربة رقم (18) : الموقع : كوري غريبان الاحداثيات : (N 356 43-E 324 36) تاريخ التجربة : 2023/1/13 درجة الحرارة 11°م			
الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة	الوقت	الزمن / دقيقة	عمق الارتشاح الاولي (سم) في التجربة	عمق الارتشاح التراكمي (سم) في التجربة
8.30	1	0.30	0.30	10.15	1	0.30	0.30	4.00	1	0.10	0.10
8.31	2	0.10	0.40	10.16	2	0.10	0.40	4.01	2	0.05	0.15
8.32	3	0.10	0.50	10.17	3	0.05	0.45	4.02	3	0.05	0.20
8.33	4	0.10	0.60	10.18	4	0.05	0.50	4.03	4	0.05	0.25
8.34	5	0.05	0.65	10.19	5	0.05	0.55	4.04	5	0.05	0.30
8.35	6	0.05	0.70	10.20	6	0.05	0.60	4.05	6	0.05	0.35
8.36	7	0.10	0.80	10.21	7	0.05	0.65	4.06	7	0.05	0.40
8.37	8	0.05	0.85	10.22	8	0.05	0.70	4.07	8	0.15	0.55
8.45	16	0.05	1.30	10.30	16	0.01	0.80	4.15	16	0.02	0.75
9.01	32	0.03	1.90	10.46	32	0.02	1.20	4.31	32	0.01	1.05
9.33	64	0.02	2.60	11.18	64	0.01	1.70	5.03	64	0.01	1.45
9.59	90	0.02	3.20	11.44	90	0.003	1.80	5.29	90	0.009	1.70
10.29	120	0.01	3.70	12.14	120	0.01	2.20	5.59	120	0.01	2.00

٣- تحليل نتائج قياس الارتشاح

وقد تم استعمال معادلة كوستاكوف (Kostiakov equotion) باعتبارها من المعادلات الاكثر شيوعا في تحديد معدلات الارتشاح وذلك لغرض وصف عملية ارتشاح الماء خلال طبقات التربة مع الزمن، وهي معادلة وضعية تعتمد على بيانات الارتشاح المقاسة مع الزمن مع مجموعة من الثوابت وفق المعادلة الاتية [٧].

$$D = C\ t^{m}$$

حيث ان:

D: عمق الارتشاح (سم).

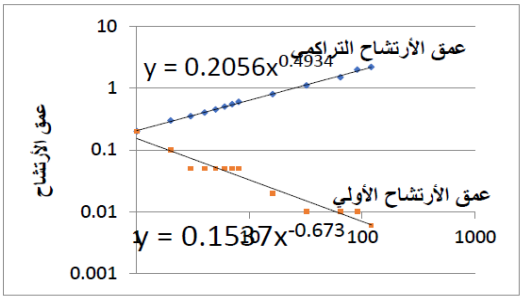
t: زمن الارتشاح (دقيقة).

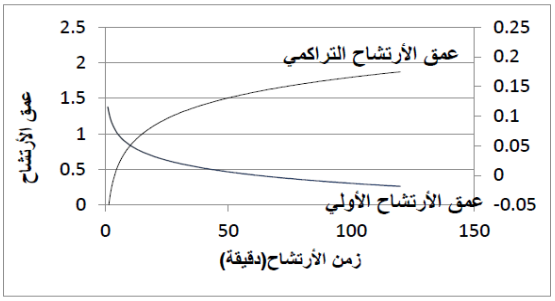
m،C : ثوابت.

ولايجاد العلاقة بين عمق الارتشاح وزمن الارتشاح باستعمال النتائج المقاسة في الحقل [٨]، فقد تم رسم منحنى الرشح لكل موقع من المواقع في منطقة الدراسة والتوصل إلى الشكل (١).

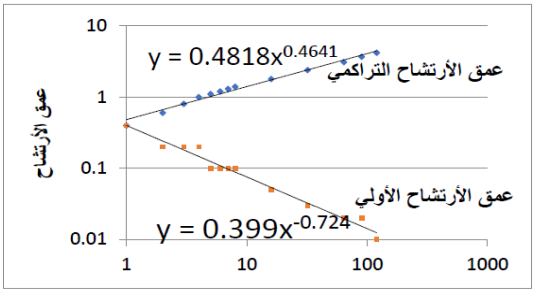
الشكل (١) العلاقة بين عمق الارتشاح وزمن الارتشاح في المواقع المدروسة

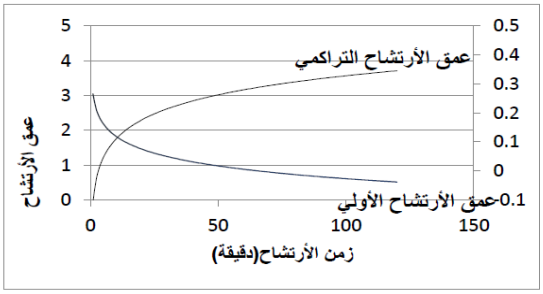
1- طاق ميخائيل



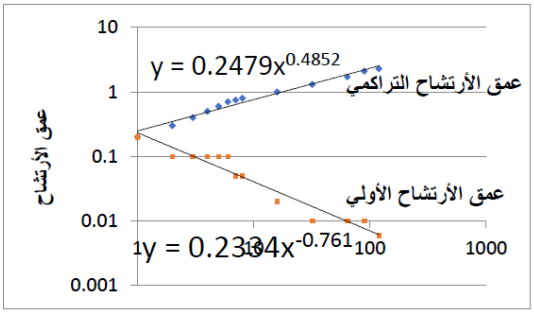


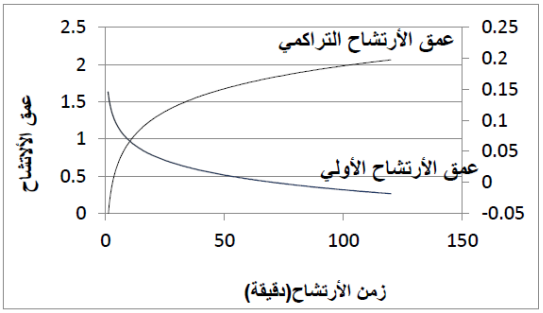
2- شيخ ملوان



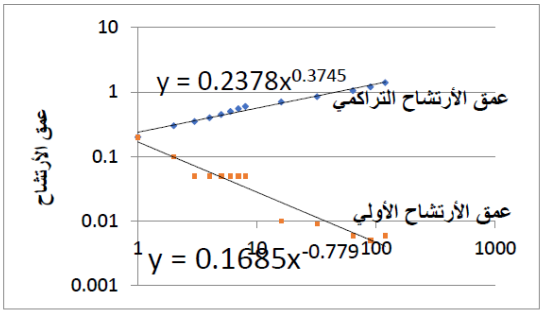


3- كاني ساردك

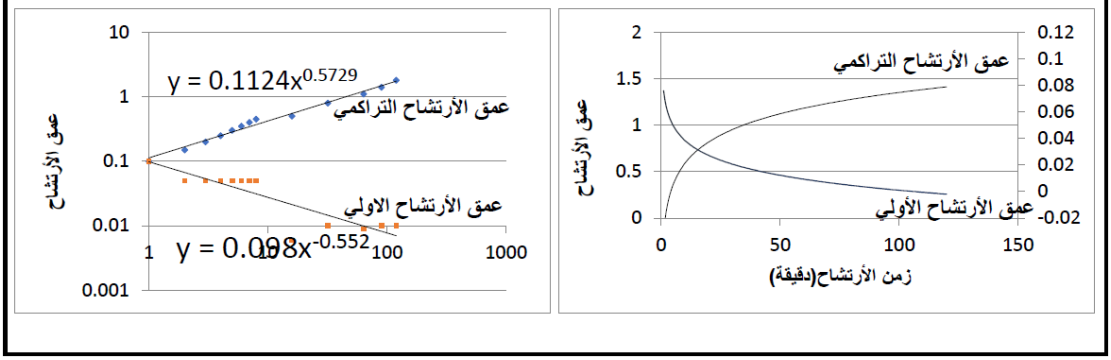




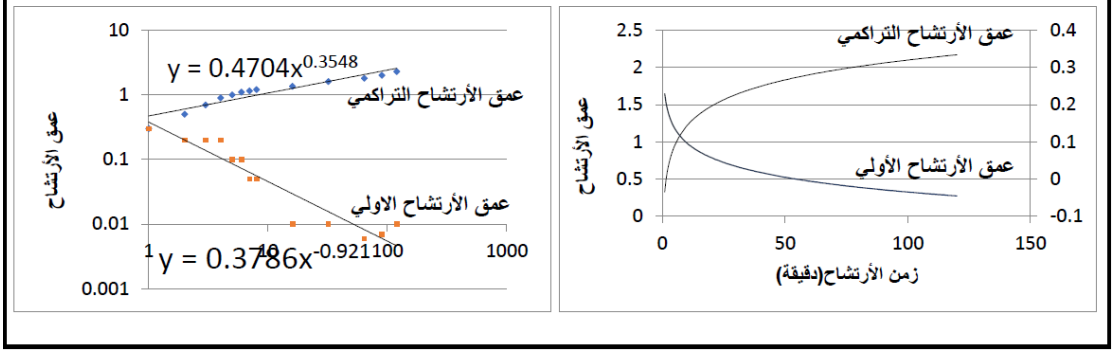
4- قولان تبة



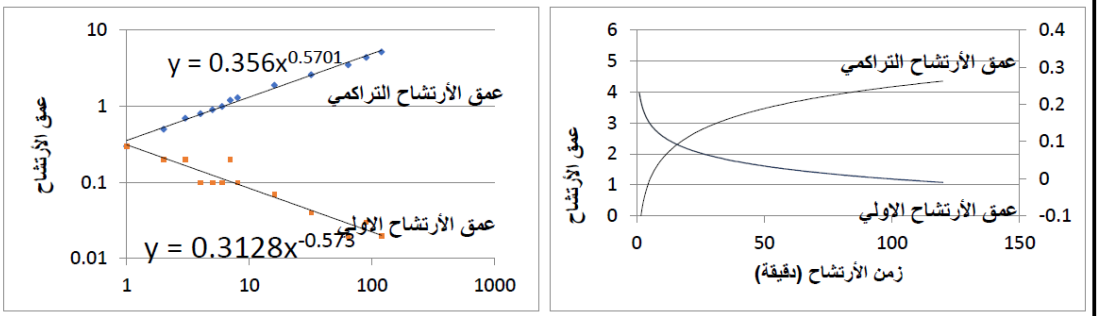
5- النوران



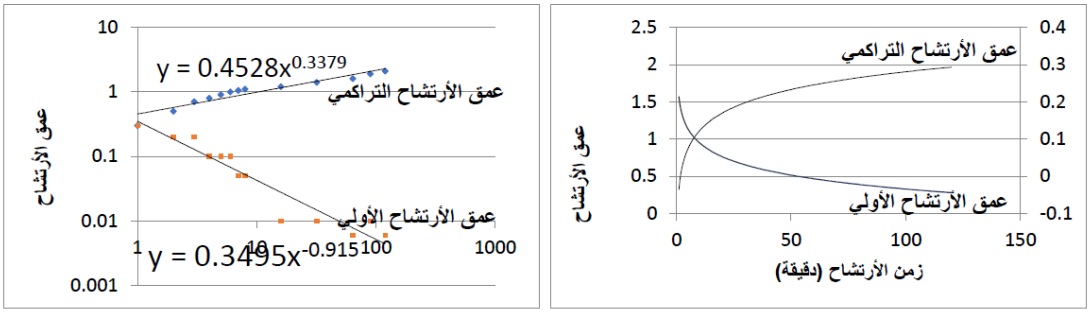
6- كليجة



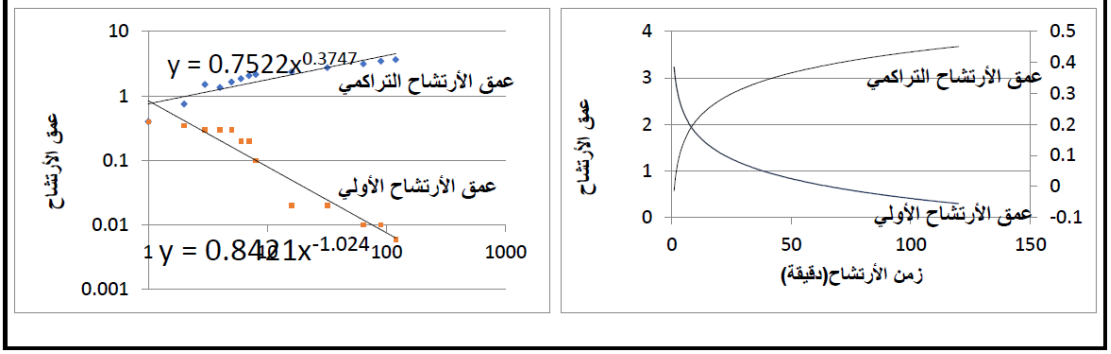
7- بحزاني



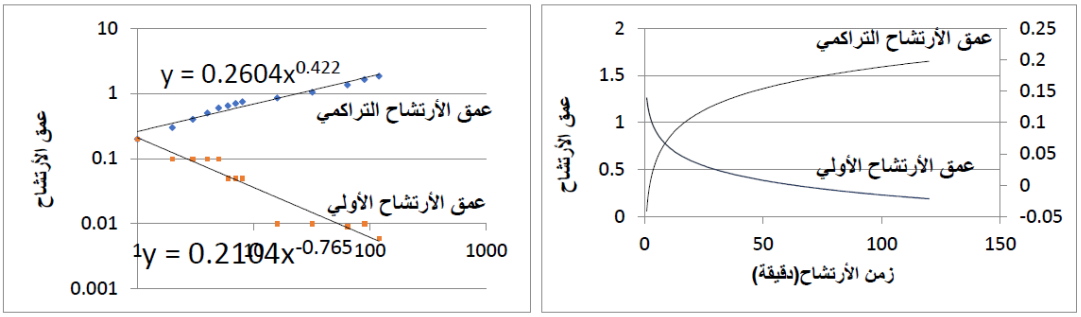
8- بخاي



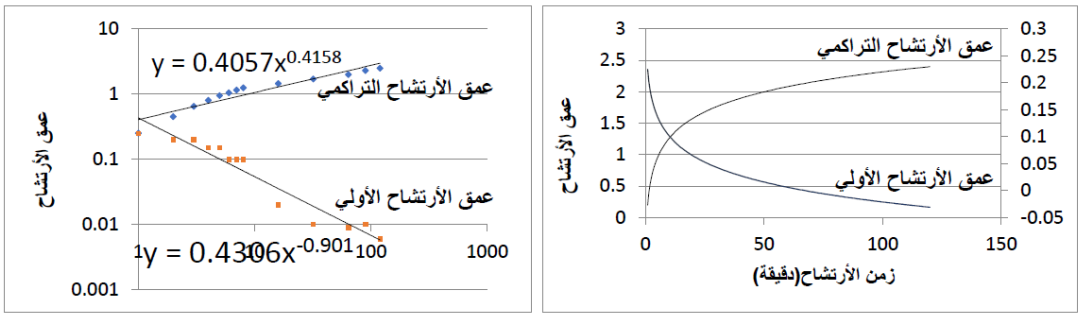
9- شيخ شيلة



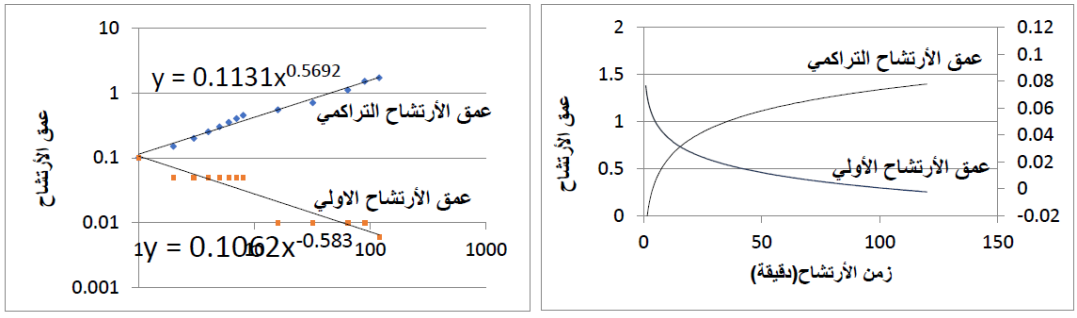
10- دوبردان كبير



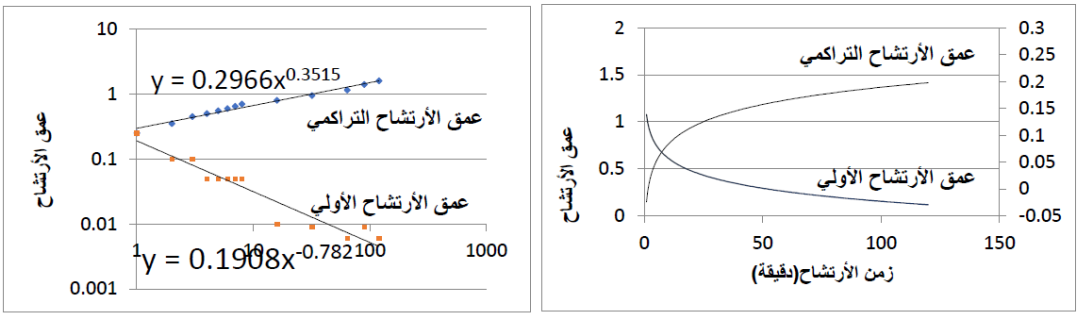
11- محمد رشان



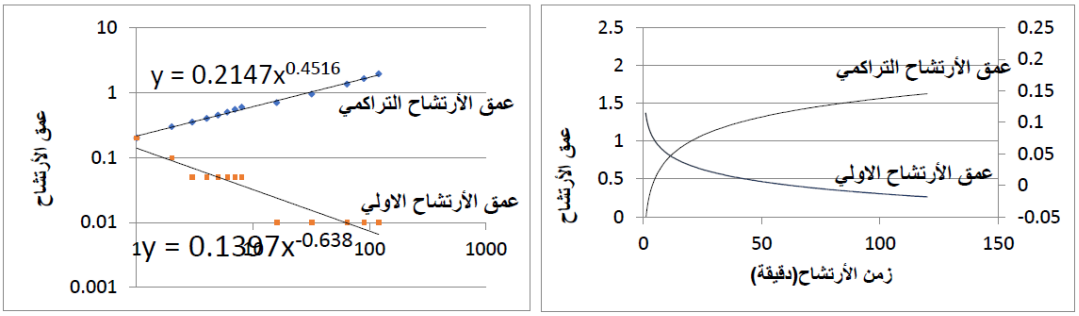
12- عين الصفرة



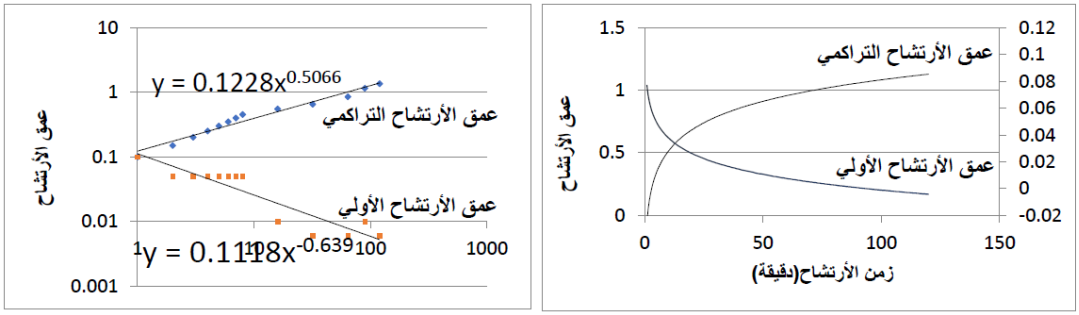
13- حسن شامي



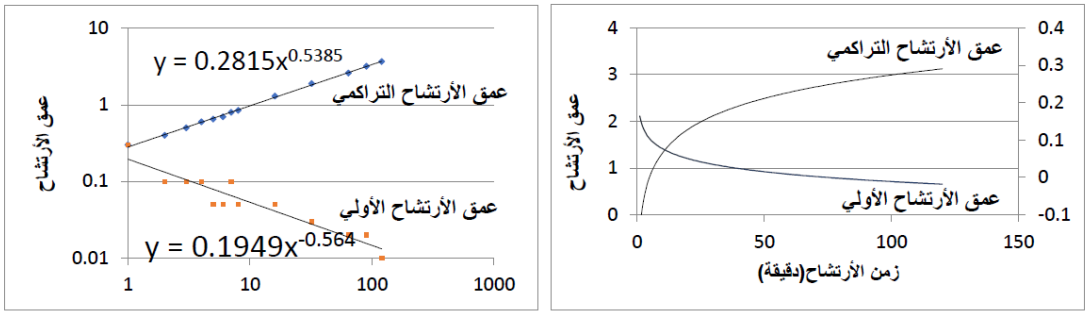
14- الدراويش

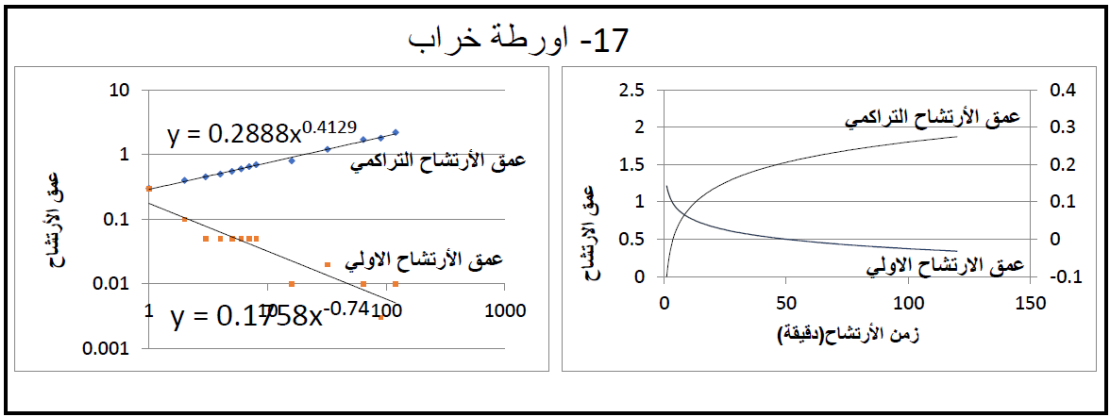


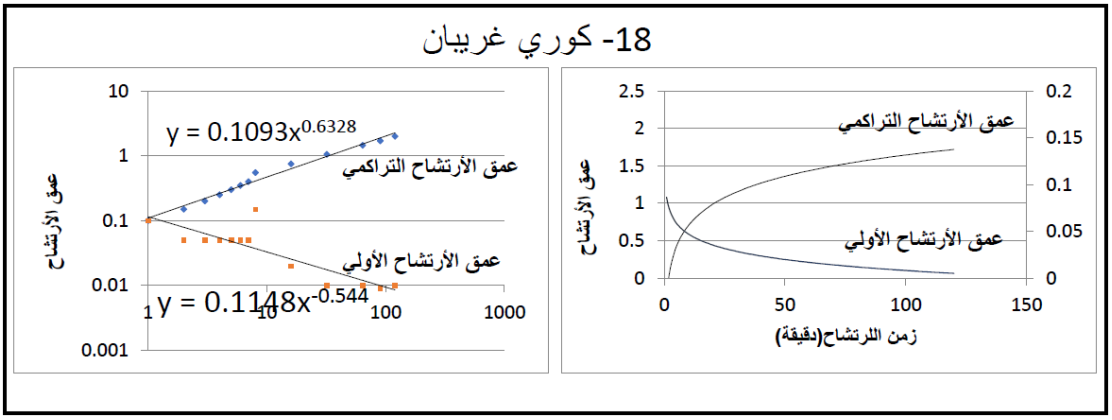
15- جبل بعشيقة



16- خورسيباط







وتمثل قيم (c,m) ثوابت لمعادلة كوستاكوف، وعند تعويض هذه القيم في كل تجربة من المواقع فان قيم (c) والتي تمثل تقاطع الخط المستقيم مع الاحداثي الصادي تتاثر بمحتوى التربة الرطوبي الذي يسبق عملية التجربة، ويقل هذا الثابت مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة [٩]، ويمثل الجدول (٢) قيم المحتوى الرطوبي وقيم (c,m) في معادلات الارتشاح الاولي والتراكمي لكل تجربة اجريت في الحقل.

اما الثابت (m) فان قيمتها يمكن تعويضها في معادلة الارتشاح عن طريق حساب ميل الخط المستقيم رياضيا، وتكون قيمة (m) سالبة في تمثيل قيم الارتشاح الاولي وموجبة في تمثيل قيم الارتشاح التراكمي، ويرجع ذلك إلى ان القيم في الحالة الاولى تكون في تناقص سلبي مع الزمن، بينما في الحالة الثانية تكون في ازدياد ايجابي مع الزمن [١٠] .

الجدول (٢) نتائج المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة ومعدلات قيم (C ,m) في معادلات الارتشاح للتجارب في منطقة الدراسة

رقم التجربة	الموقع	المحتوى الرطوبي الابتدائي %	قيمة (c) في معادلات الارتشاح		قيمة (m) في معادلات الارتشاح	
			الاولي	التراكمي	الاولي	التراكمي
١	طاق ميخائيل	٣.٨٣	٠.١٥	٠.٢٠	٠.٦٧ –	٠.٤٩
٢	شيخ ملوان	٢.٤٠	٠.٣٩	٠.٤٨	٠.٧٢ –	٠.٤٦
٣	كاني ساردك	٢.٨١	٠.٢٣	٠.٢٤	٠.٧٦ –	٠.٤٨
٤	قولان تبة	٣.٣٢	٠.١٦	٠.٢٣	٠.٧٧ –	٠.٣٧
٥	النوران	٣.٥٦	٠.٠٩	٠.١١	٠.٥٥ –	٠.٥٧
٦	كليجة	٢.٨٠	٠.٣٧	٠.٤٧	٠.٩٢ –	٠.٣٥
٧	بحزاني	٢.٤٦	٠.٣١	٠.٣٥	٠.٥٧ –	٠.٥٧
٨	بخاي	٢.٤٧	٠.٣٤	٠.٤٥	٠.٩١ –	٠.٣٣
٩	شيخ شيلة	٢.٣٥	٠.٨٤	٠.٧٥	٠.٠٢ –	٠.٣٧
١٠	دوبردان كبير	٣.٢٢	٠.٢١	٠.٢٦	٠.٧٦ –	٠.٤٢
١١	محمد رشان	٣.٥٣	٠.٤٣	٠.٤٠	٠.٩٠ –	٠.٤١
١٢	عين الصفرة	٣.٧٢	٠.١٠	٠.١١	٠.٥٨ –	٠.٥٦
١٣	حسن شامي	٢.٣١	٠.١٩	٠.٢٩	٠.٧٨ –	٠.٣٥
١٤	الدراويش	٢.٧٦	٠.١٣	٠.٢١	٠.٦٣ –	٠.٤٥
١٥	جبل بعشيقة	٢.٣٢	٠.١١	٠.١٢	٠.٦٣ –	٠.٥٠
١٦	خورسيباط	٢.٥٨	٠.١٩	٠.٢٨	٠.٦٥ –	٠.٥٣
١٧	اورطة خراب	٢.٢٦	٠.١٧	٠.٢٨	٠.٧٤ –	٠.٤١
١٨	كوري غريبان	٣.٠٤	٠.١١	٠.١٠	٠.٥٤ –	٠.٦٣

المصدر: بالاعتماد على العمل الحقلي.

ويمثل الجدول (٣) نتائج تطبيق معادلة كوستاكوف على قيم الارتشاح للتجارب التي اجريت في منطقة الدراسة , في حين يمثل الجدول (٤) معدل الارتشاح الاساس والتراكمي خلال (١٢٠) دقيقة (سم) في منطقة الدراسة .

الجدول (3) نتائج تطبيق معادلة كوستاكوف على قيم الارتشاح للتجارب التي اجريت في منطقة الدراسة

تجربة رقم (1) : الموقع : طاق ميخائيل الاحداثيات : (N 295 E-43 611 36) تاريخ التجربة : 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م			تجربة رقم (2) : الموقع : شيخ ملوان الاحداثيات : (N 237 E-43 598 36) تاريخ التجربة : 2023/1/14 درجة الحرارة 13°م			تجربة رقم (3) : الموقع : كاني ساردك الاحداثيات : (N 305 E-43 582 36) تاريخ التجربة : 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.15 T= -0.67	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.2 T= 0.49	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.39 T= -0.72	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.48 T= 0.46	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.23 T= -0.76	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.24 T= 0.48
1	0.15	0.2	1	0.39	0.48	1	0.23	0.24
2	0.094	0.280	2	0.236	0.660	2	0.135	0.334
3	0.071	0.342	3	0.176	0.795	3	0.099	0.406
4	0.059	0.394	4	0.143	0.908	4	0.080	0.466
5	0.051	0.440	5	0.122	1.006	5	0.067	0.519
6	0.045	0.481	6	0.107	1.094	6	0.058	0.567
7	0.040	0.518	7	0.096	1.174	7	0.052	0.610
8	0.037	0.554	8	0.087	1.249	8	0.074	0.651
16	0.023	0.778	16	0.052	1.718	16	0.027	0.908
32	0.014	1.092	32	0.032	2.363	32	0.016	1.266
64	0.009	1.534	64	0.019	3.251	64	0.009	1.766
90	0.007	1.813	90	0.015	3.803	90	0.007	2.080
120	0.006	2.088	120	0.012	4.341	120	0.006	2.389

تجربة رقم (4): الموقع: قولان تبة الاحداثيات: (N 244 E-43 294 36) تاريخ التجربة: 2023/1/17 درجة الحرارة 12°م			تجربة رقم (5): الموقع: النوران الاحداثيات: (N 221 E-43 550 36) تاريخ التجربة: 2023/1/14 درجة الحرارة 12°م			تجربة رقم (6): الموقع: كليجة الاحداثيات: (N 442 E-43 447 36) تاريخ التجربة: 2023/2/11 درجة الحرارة 5 °م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.16 T= -0.77	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.23 T= 0.37	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.09 T= -0.55	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.11 T= 0.57	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.37 T= -0.92	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.47 T= 0.35
1	0.16	0.23	1	0.09	0.11	1	0.37	0.47
2	0.093	0.297	2	0.061	0.163	2	0.195	0.599
3	0.068	0.345	3	0.049	0.205	3	0.134	0.690
4	0.055	0.384	4	0.041	0.242	4	0.103	0.763
5	0.046	0.417	5	0.037	0.275	5	0.084	0.825
6	0.040	0.446	6	0.033	0.305	6	0.071	0.879
7	0.035	0.472	7	0.030	0.333	7	0.061	0.928
8	0.032	0.496	8	0.028	0.359	8	0.054	0.973
16	0.018	0.641	16	0.019	0.534	16	0.028	1.240
32	0.011	0.829	32	0.013	0.793	32	0.015	1.580
64	0.006	1.071	64	0.009	1.177	64	0.008	2.014
90	0.005	1.215	90	0.007	1.429	90	0.005	2.270
120	0.004	1.352	120	0.006	1.684	120	0.004	2.510

تجربة رقم (7): الموقع: بحزاني الاحداثيات: (N 350 E- 43 453 36) تاريخ التجربة: 2023/2/9 درجة الحرارة 6 °م			تجربة رقم (8): الموقع: بخاي الاحداثيات: (N 450 E- 43 514 36) تاريخ التجربة: 2023/12/13 درجة الحرارة 6°م			تجربة رقم (9): الموقع: شيخ شيلة الاحداثيات: (N 490 E- 43 475 36) تاريخ التجربة: 12.2023/11 درجة الحرارة7°م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.31 T= -0.57	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.35 T= 0.57	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.34 T= -0.91	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.45 T= 0.33	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.84 T= -1.02	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.75 T= 0.37
1	0.31	0.35	1	0.34	0.45	1	0.84	0.75
2	0.208	0.519	2	0.180	0.565	2	0.414	0.969
3	0.165	0.654	3	0.125	0.646	3	0.273	1.126
4	0.140	0.771	4	0.096	0.711	4	0.204	1.252
5	0.123	0.875	5	0.078	0.765	5	0.162	1.360
6	0.111	0.971	6	0.066	0.812	6	0.135	1.455
7	0.102	1.061	7	0.057	0.855	7	0.115	1.540
8	0.094	1.145	8	0.051	0.893	8	0.100	1.618
16	0.063	1.699	16	0.027	1.123	16	0.049	2.092
32	0.042	2.523	32	0.014	1.412	32	0.024	2.703
64	0.028	3.746	64	0.007	1.775	64	0.012	3.494
90	0.023	4.549	90	0.005	1.986	90	0.008	3.963
120	0.020	5.360	120	0.004	2.184	120	0.006	4.409

تجربة رقم (10): الموقع: دوبردان كبير الاحداثيات: (N 432 E-43 484 36) تاريخ التجربة: 2023/2/10 درجة الحرارة 8°م			تجربة رقم (11): الموقع: محمد رشان الاحداثيات: (N 494 E-43 434 36) تاريخ التجربة: 2023/2/13 درجة الحرارة 6°م			تجربة رقم (12): الموقع: عين الصفرة الاحداثيات: (N 453 E-43 375 36) تاريخ التجربة: 2023/10.2 درجة الحرارة 2°م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.21 T= -0.76	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.26 T= 0.42	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.43 T= -0.90	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.4 T= 0.41	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.1 T=- 0.58	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.11 T= 0.56
1	0.21	0.26	1	0.43	0.4	1	0.1	0.11
2	0.124	0.347	2	0.230	0.531	2	0.066	0.162
3	0.091	0.412	3	0.159	0.627	3	0.052	0.203
4	0.073	0.465	4	0.123	0.706	4	0.044	0.239
5	0.061	0.511	5	0.101	0.773	5	0.039	0.270
6	0.053	0.551	6	0.085	0.833	6	0.035	0.300
7	0.047	0.588	7	0.074	0.888	7	0.032	0.327
8	0.043	0.622	8	0.066	0.938	8	0.029	0.352
16	0.025	0.833	16	0.035	1.246	16	0.020	0.519
32	0.015	1.114	32	0.019	1.656	32	0.013	0.766
64	0.008	1.491	64	0.010	2.200	64	0.008	1.129
90	0.006	1.720	90	0.007	2.531	90	0.007	1.366
120	0.005	1.941	120	0.005	2.847	120	0.006	1.605

تجربة رقم (13): الموقع: حسن شامي الاحداثيات: (N 483 E-43 354 36) تاريخ التجربة:2023/2/10 درجة الحرارة 4 °م			تجربة رقم (14): الموقع: الدراويش الاحداثيات: (N 368 E-43 406 36) تاريخ التجربة: 2023/1/31 درجة الحرارة 8°م			تجربة رقم (15): الموقع: جبل بعشيقة الاحداثيات: (N 304 E-43 509 36) تاريخ التجربة: 2023/2/12 درجة الحرارة 3°م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.19 T= -0.78	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.29 T= 0.35	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.13 T= -0.63	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.21 T= 0.45	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.11 T= -0.63	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.12 T= 0.50
1	0.19	0.29	1	0.13	0.21	1	0.11	0.12
2	0.110	0.369	2	0.101	0.286	2	0.071	0.169
3	0.080	0.425	3	0.065	0.344	3	0.055	0.207
4	0.064	0.471	4	0.054	0.391	4	0.045	0.24
5	0.054	0.509	5	0.047	0.433	5	0.039	0.268
6	0.046	0.542	6	0.042	0.470	6	0.035	0.293
7	0.041	0.573	7	0.038	0.504	7	0.032	0.317
8	0.037	0.600	8	0.035	0.535	8	0.029	0.339
16	0.021	0.765	16	0.022	0.731	16	0.019	0.48
32	0.012	0.975	32	0.014	0.998	32	0.012	0.678
64	0.007	1.243	64	0.009	1.364	64	0.008	0.96
90	0.005	1.400	90	0.007	1.590	90	0.006	1.138
120	0.004	1.549	120	0.006	1.810	120	0.005	1.314

تجربة رقم (16): الموقع: خورسيباط الاحداثيات: (N 215 E-43 471 36) تاريخ التجربة: 2023/1/14 درجة الحرارة 6°م			تجربة رقم (17): الموقع: اورطة خراب الاحداثيات: (N 295 E-43 378 36) تاريخ التجربة: 2023/1/13 درجة الحرارة 8°م			تجربة رقم (18): الموقع: كوري غريبان الاحداثيات: (N 356 E-43 324 36) تاريخ التجربة: 2023/1/13 درجة الحرارة 11°م		
زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.19 T= -0.56	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.28 T= 0.53	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.17 T= -0.74	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.28 T= 0.41	زمن الارتشاح دقيقة	قيم عمق الارتشاح الاولي (سم) D= 0.11 T= -0.54	قيم عمق الارتشاح التراكمي (سم) D= 0.1 T= 0.63
1	0.19	0.28	1	0.17	0.28	1	0.11	0.1
2	0.128	0.404	2	0.101	0.372	2	0.075	0.154
3	0.102	0.501	3	0.075	0.43	3	0.060	0.199
4	0.087	0.583	4	0.060	0.494	4	0.052	0.239
5	0.077	0.657	5	0.051	0.541	5	0.046	0.275
6	0.069	0.723	6	0.045	0.583	6	0.041	0.309
7	0.063	0.785	7	0.040	0.621	7	0.038	0.340
8	0.059	0.842	8	0.036	0.656	8	0.035	0.370
16	0.040	1.217	16	0.021	0.872	16	0.024	0.573
32	0.027	1.575	32	0.013	1.159	32	0.016	0.887
64	0.018	2.537	64	0.007	1.540	64	0.011	1.373
90	0.015	3.040	90	0.006	1.771	90	0.009	1.702
120	0.013	3.540	120	0.004	1.993	120	0.008	2.041

الجدول (٤) معدل الارتشاح الاساس والتراكمي خلال (١٢٠) دقيقة (سم) في منطقة الدراسة

الزمن / دقيقة	رقم التجربة	الموقع	عمق الارتشاح الاولي (سم) كوستاكوف	عمق الارتشاح التراكمي (سم) كوستاكوف
١٢٠	١	طاق ميخائيل	٠.٠٠٦	٢.٠٨٨
١٢٠	٢	شيخ ملوان	٠.٠١٢	٤.٣٤١
١٢٠	٣	كاني ساردك	٠.٠٠٦	٢.٣٨٩
١٢٠	٤	قولان تبة	٠.٠٠٤	١.٣٥٢
١٢٠	٥	النوران	٠.٠٠٦	١.٦٨٤
١٢٠	٦	كليجة	٠.٠٠٤	٢.٥١٠
١٢٠	٧	بحزاني	٠.٠٢٠	٥.٣٦٠
١٢٠	٨	بخاي	٠.٠٠٤	٢.١٨٤
١٢٠	٩	شيخ شيلة	٠.٠٠٦	٤.٤٠٩
١٢٠	١٠	دوبردان كبير	٠.٠٠٥	١.٩٤١
١٢٠	١١	محمد رشان	٠.٠٠٥	٢.٨٤٧
١٢٠	١٢	عين الصفرة	٠.٠٠٦	١.٦٠٥
١٢٠	١٣	حسن شامي	٠.٠٠٤	١.٥٤٩
١٢٠	١٤	الدراويش	٠.٠٠٦	١.٨١٠
١٢٠	١٥	جبل بعشيقة	٠.٠٠٥	١.٣١٤
١٢٠	١٦	خورسيباط	٠.٠١٣	٣.٥٤٠
١٢٠	١٧	اورطة خراب	٠.٠٠٤	١.٩٩٣
١٢٠	١٨	كوري غريبان	٠.٠٠٨	٢.٠٤١

المصدر: بالاعتماد على العمل الحقلي.

٤- مناقشة النتائج :

ومن خلال ملاحظة الجدول (٣) يتبين ان كل التجارب التي اجريت في منطقة الدراسة يكون فيها معدل الارتشاح عالي في الدقائق الاولى لكل عملية ارتشاح ، بينما تقل هذه المعدلات مع تقادم الوقت، ويعود السبب في انخفاض معدلات عمق الارتشاح إلى الانخفاض في قيم المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة الذي يسبق كل تجربة من التجارب التي اجريت في الحقل، وان انخفاض معدلات المحتوى الرطوبي في التربة تؤدي إلى قلة وانخفاض شديد في السعة الترشيحية (Firld Capacity) في التربة السفلية.

ويبين الجدول (٤) ان معدل الارتشاح الاساس في التجارب التي اجريت في منطقة الدراسة بلغ (٠.٠٠٦) بعد (١٢٠) دقيقة من بداية عملية الارتشاح، فضلا عن وجود اختلاف في تلك النسب من تجربة إلى اخرى في الحقل، فقد سجلت اقل نسبة وهي (٠.٠٠٤) سم / دقيقة في مواقع (قولان تبة،

كليجة، حسن شامي، اورطة خراب)، بينما بلغت اعلى نسبة وهي (٠.٠٢٠) سم / دقيقة في موقع (بحزاني).

كما يبين الجدول (٤) ارتفاعا ملحوضا في قيم الارتشاح التراكمي بعد مرور (١٢٠) دقيقة من بدء عملية الارتشاح، اذ بلغ المعدل العام للارتشاح التراكمي (٢.٤٩٧) سم / ساعة مع وجود تباين في هذه المعدلات بين التجارب التي اجريت في منطقة الدراسة، فقد بلغت اقل قيم معدلات الارتشاح التراكمي بعد مرور (١٢٠) دقيقة (١.٣١٤) سم / ساعة في موقع (جبل بعشيقة)، بينما بلغت اعلاها (٥.٣٦٠) سم / ساعة في موقع (بحزاني).

٥- الاستنتاجات والمقترحات

الاستناجات :

١- كانت نتائج عمق الارتشاح الاولي متفاوتة ما بين (٠.٠٠٤) سم/ دقيقة في مواقع (قولان تبة , كليجة , بخاي , حسن شامي , اورطة خراب) كاقل نسبة وبين (٠.٠٢٠) سم/ دقيقة في موقع (بحزاني) كاعلى نسبة مع متوسط قدره (٠.٠٠٦٨٨) % .

٢- بينت نتائج عمق الارتشاح التراكمي انها متفاوتة مابين (١.٣١٤) سم/ دقيقة في موقع (جبل بعشيقة) كاقل نسبة وبين (٥.٣٦٠) سم/ دقيقة في موقع (بحزاني) كاعلى نسبة وبمتوسط قدره (٢.٤٩٧٦١) % .

المقترحات :

١- من توصيات الدراسة الحالية هو تطبيق هكذا نوع من الدراسات على مساحات اوسع ونماذج اشمل وبالتالي الوصول إلى نتائج اكثر تمثيل للواقع.

٢- الاهتمام بالتربة والمحافظة عليها وتحديد نوعية استثمارها في المجالات المختلفة بما يتناسب مع خصائصها المختلفة.

٣- الاستفادة من التقانات الرقمية الحديثة وبصورة خاصة نظم المعلومات الجغرافية (Gis) لانها تدعم الدراسة بنتائج دقيقة وبالتالي تحقيق الهدف المطلوب من الدراسة.

٤- اجراء دراسات متعددة تختص بدراسة التربة وتحليل خصائصها الفيزيائية والكيميائية والتوسع في هذا التخصص من الدراسة.

٦- المصادر :

١- ججو، نوال محمد، النموذج الفيزيائي الاساس لتشرب الماء في المروز، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة الموصل، ١٩٩٧, ص ٣-٥ .

2- POESEN, J, The influence of slope angle on infiltration rate and Hortonion overland flow volume. Geomorph., vol. 49. 1984, 117- 13.

٣- WLL, SON, G. V. ; LUXM00RE, R. J. Infiltration, macroporosity, and mesoporosity distributions on two forested wastersheds. Soil Sciences Society of America Joumal, vol. 52, 1988, 329-335.

٤- بركات، منى، اثر استخدام مركبي كاربوكسي مثيل سيلوز والجبس في الحد من تشكيل القشرة والانجراف تربتين باستخدام الامطار الصناعية، مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيلوجية، المجلد ٣٢، العدد ٢، ٢٠١٠.

5- MIN GBIN, H. ; LEE BARBOUR, S ; ELSHORBAGY, A ; ZETTL,JD ; CHENG, SB. Infiltration and drainage processes in multi- layed coarse soils. Canadian Joumal of soil Science, VOL. 91(2), 2011, 169- 183.

6- P. D. Fitz. Grald, G.G. Cossens and D. S. Rickord, 1971 ; infiltration and soil physical properties. J. of Hydrology (NZ) VOL. (10). N (2).P.P. 120 – 126.

٧- حاجم، احمد يوسف، حقي اسماعيل ياسين، هندسة نظم الري الحقلي، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، العراق، ١٩٩٢, ص٥٧ .

٨- صهيب حسن خضر، بناء انموذج جغرافي للجريان المائي السطحي في الجزء الشمالي من منطقة الجزيرة / العراق, ٢٠٠٥، مصدر سابق، ص ٨١.

9- Russe. L. G. Mein and Curtis. L, Larson. (1973): Modeling Infitration during asteedy rain. Water Resouces Research, V (9)، N. (2), PP. 382- 394.

10- Israelsen, O. W., Hansen, V. E. (1972): Irrigation principples, John Willy and Sons, PP. 189 – 201.