

تأثير إضافة بعض المخلفات الزراعية تحت التربة على الخواص الهيدروليكية للماء الأرضي

عاطف موسى إبراهيم موسى^{١*} و علوان علي علي درويش^٢

^١ مدرس بقسم هندسة نظم المياه والرى - كلية الهندسة الزراعية - جامعة الأزهر بالقاهرة - مصر.

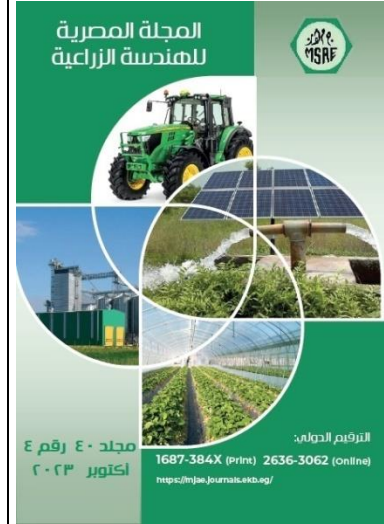
^٢ مدرس بقسم هندسة تصنيع المنتجات الزراعية - كلية الهندسة الزراعية - جامعة الأزهر بالقاهرة - مصر.

المستخلص

نظراً لتغير السياسات العالمية فى مجالى الطاقة والبيئة والوصول إلى التنمية المستدامة فى مجالات الزراعة قد تم تطوير تقنيات جديدة وأفضل لإعادة استخدام المخلفات الزراعية، بناءً على الابتكار الصناعي والتكنولوجيا المتقدمة، والتي ساهمت فى ضمان كفاءة الموارد والإنتاج والاستهلاك المستدامين والحد من التأثير البيئي السلبي. لذلك كان الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير إضافة بعض المخلفات الزراعية تحت التربة وهى: ١- قش الأرز ، ٢- حطب الذرة ، ٣- ومصاصة القصب على الخواص الهيدروليكية للماء الأرضي.

تم عمل تجربتين إحداهما تجربة معملية باستخدام نموذج التربة ووضعت فيها المخلفات بأعماق مختلفة تحت سطح التربة وهى: ٥ ، ١٠ ، ١٥ سم ، والأخرى حقلية ووضعت المخلفات إلى عمقين تحت سطح التربة وهما: ١٥ ، ٣٠ سم. وتم قياس هبوط الماء الأرضي ومعدل التصرف عند أزمنة مختلفة.

أظهرت النتائج أن معدل هبوط منسوب الماء الأرضي عند منتصف المسافة بين المصارف ومعدل التصرف يقل مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية من المخلفات. وتم عمل تحليل بعدى للمتغيرات لاستنتاج المعادلات التى تربط بين هذه المتغيرات وإيجاد ثوابت هذه المعادلات.



© المجلة المصرية للهندسة الزراعية

الكلمات المفتاحية:

قش الأرز؛ معدل التصرف؛
الإنحدار الهيدروليكي.

المقدمة

فى استخدام المياه مع مرور الوقت يؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء الأرضي فى التربة الرملية عند وجود طبقة صماء قريبة من سطح التربة. لذلك ، من الضروري وجود مصارف لتخفيض هذا المنسوب ودراسة الخواص الهيدروليكية لمنسوب الماء

الأرضي فى التربة الرملية الخالية ومع المخلفات الزراعية. إضافة الفحم الحيوى المكون من قش الأرز ومصاصة القصب فى الأرضي الرملية أدى إلى زيادة الكربون فى التربة وزيادة معنوية فى قوة بذور الكوسة والوزن الجاف ومحتوى الكلوروفيل الكلي وطول الجذر والمجموع الخضري (Ihab et al. 2022) .

يؤدي دمج الفحم الحيوي فى التربة الرملية إلى زيادة صافية فى مساحة السطح ، وزيادة فى المسام الصغيرة لتعظيم مساحات الفجوة. إن قدرة الفحم الحيوي على تقليل تصريف الأسمدة من خلال زيادة احتباس الماء يمكن أن تحسن إنتاجية المحاصيل وتقلل من معدل ترشيح المغذيات فى الممارسات الزراعية. لتعزيز الأبحاث فى منتجات الفحم الحيوي ومعالجة آثار زيادة تقلب المناخ، قد تركز الأبحاث المستقبلية على دور الفحم الحيوي فى تعزيز احتباس مياه التربة، وكفاءة استخدام مياه النبات، ومقاومة المحاصيل للجفاف، وإنتاجية المحاصيل (Ling et al. 2021) .

أظهرت الدراسة الحالية إلى أن الاستخدام طويل الأمد للقش الغني بالفيتوليث والحفاظ على منسوب المياه الجوفية يؤثر بشكل كبير على دورة التربة والنبات ويزيد من التوافر البيولوجي للتربة من خلال تعزيز تراكبات المواد العضوية والسليكا فى التربة . ولذلك، فإن إعادة القش الغني بالفيتوليث بالتزامن مع إدارة منسوب المياه الجوفية يجب أن تعتبر مجدية ومفيدة على المدى الطويل (Yang et al. 2020) .

التنبؤ بعمق منسوب المياه الجوفية على المدى الطويل فى المناطق الزراعية يمثل تحديات كبيرة لأن هذه المناطق لها خصائص هيدروجيولوجية معقدة وغير متجانسة، وظروف حدودية، وأنشطة بشرية؛ كما تحدث تفاعلات غير خطية بين هذه العوامل. لذلك، تم تطوير نموذج سلسلة زمنية جديد يعتمد على الذاكرة طويلة المدى (LSTM) فى هذه الدراسة كبديل

للمناذج المادية باهظة الثمن حسابياً. أظهرت النتائج أن طريقة التسرب يمكن أن تمنع التجهيز الزائد بشكل كبير. وبالتالي، يمكن للمرء أن يستنتج أن النموذج المقترح يمكن أن يكون بمثابة نهج بديل للتنبؤ بعمق منسوب المياه الجوفية، وخاصة في المناطق التي يصعب الحصول على البيانات الهيدرولوجية (Zhang et al. 2018).

أجريت دراسة على تقييم لمشكلة الصرف الزراعي بواحة سيوة من خلال العوامل البيولوجية والهيدرولوجية التي تؤثر على الصرف وتشخيص العوامل الأساسية المؤدية إلى تفاقم المشكلة وذلك بغية اتخاذها في الاعتبار عند تخطيط وتصميم نظام الصرف اللازم لحل المشكلات بطريقة سليمة (Rafie 2008). وكانت النتائج المتحصل عليها:

١- تتميز مواقع الدراسة بقطاعات أرضية ذات عمق يتراوح بين الضحل والمتوسط العمق ويختلف مستوى الماء الأرضي من ٥٠ - ١٠٠ سم. عموماً تتميز التربة بالقوام الرملية، باستثناء بعض الحالات القليلة. وتشير الدراسات البيولوجية أيضاً إلى أن أراضي سيوة تتميز بوجود طبقة صماء غير منفذة للماء عند عمق يتراوح بين ١,٧ - ٢,٥ م.

٢- الدراسات الهيدرولوجية للاراضي المزروعة في منتصف وغرب سيوة توضح أن التوصيل الهيدروليكي المقدر بطريقة Auger-hole technique يختلف من ٠,٢٥ إلى ٤,٣ م / يوم مما يدل على قدرة هذه الاراضي على نقل المياه الذي يتراوح من متوسط ألي سريع ما عدا في بعض الحالات القليلة حيث يكون بطيئاً.

٣- يختلف عمق مستوى الماء الأرضي من ٧٣ ألي ١٢٠ سم في الشتاء ومن ٨٣ ألي ١٣٥ سم في الصيف ويرجع ذلك إلى معدل البخر- نتح العالي للنباتات المزروعة ، والبخر العالي من أسطح المياه الحرة.

أظهرت نتائج تأثير إضافة قش الأرز المقطع للتربة المستصلحة حديثاً على أعماق مختلفة ، أن من بين الخصائص الفيزيائية للتربة ، انخفضت صلابة التربة وكثافتها الظاهرية وزادت المسامية مع الاحتفاظ بقش الأرز. انخفضت المواد العضوية ومحتوى السيليكاك المتاح وقدرة تبادل الكاتيونات بشكل كبير عند جمع قش الأرز (Yang et al. 2010).

أظهرت النتائج أن المياه الجوفية الضحلة تؤثر على النظم البيئية الأرضية من خلال الحفاظ على تدفق قاعدة النهر ومياه التربة في منطقة الجذور في غياب الأمطار، ولكن لا يُعرف سوى القليل عن الأشكال الأرضية لعمق منسوب الماء الأرضي (Fan et al. 2013). بشكل عام ، تؤثر المياه الجوفية الضحلة على ٢٢ إلى ٣٢% من مساحة اليابسة العالمية، بما في ذلك ١٥% من المياه السطحية التي تغذيها المياه الجوفية و ٧ إلى ١٧% من منسوب المياه أو هامشها الشعري داخل أعماق جذور النباتات.

التقدير الدقيق لمحتوى مياه التربة وعمق منسوب الماء الأرضي أمرًا مهمًا لاتخاذ تدابير الري والاستخدام الرشيد للمياه الجوفية في المناطق الزراعية الفاحلة ذات عمق منسوب المياه الضحل. تُستخدم نماذج توازن مياه التربة على نطاق واسع بسبب كفاءتها الحسابية العالية، في حين أنها أقل قابلية للتطبيق في المناطق ذات أعماق منسوب المياه الضحلة. ولمعالجة هذه المشاكل ، تم تطوير نموذج تدفق للتربة المشبعة جزئياً وكلياً، والمشار إليه باسم UBMOD المعدل، أظهرت النتائج أن النموذج يمكنه حل المشكلات غير المشبعة بناءً على معلومات متاحة بسهولة أكبر، دون متطلبات صارمة بشأن الخطوات المكانية والزمنية، مع ضمان كامل للتوازن المائي وتكلفة حسابية منخفضة. توفر هذه الدراسة أداة فعالة للدراسات الهيدروديناميكية في المناطق ذات أعماق المياه الضحلة (Zhu et al. 2023).

هذا البحث يهدف إلى دراسة تأثير بعض المخلفات الزراعية على الخواص الهيدروليكية للماء الأرضي ، والتنبؤ بمعدل هبوط منسوب الماء الأرضي مع إضافة المخلفات الزراعية.

المواد والطرق

تم القيام بعمل تجربتين ، إحداهما تجربة معملية باستخدام نموذج مصغر من الأكريليك (Moussa 2015) والثانية تجربة حقلية مع استخدام المخلفات الزراعية كمصارف مساعدة للمصرف الحقل.

أولاً: التجارب المعملية:-

نفذت التجارب في معمل الري بكلية الهندسة الزراعية بجامعة الأزهر عام ٢٠٢٢ م. أبعاد النموذج موضحة بشكل (١) ، المسافة بين المصرفين ٣٠ سم وعمق المصارف ٢٠ سم من سطح التربة.

تم عمل عشر تجارب وهي:

تجربة على التربة الرملية الخالية من المخلفات (كنترول) + تسع تجارب (٣ أعماق للمخلف ٣ × أنواع من المخلفات الزراعية).

تم عمل قطعة مستطيلة من نفس مادة الأكريلك بعرض يساوى المسافة بين المصرفين وبطول يساوى عمق المصارف من سطح التربة ، وتم عمل تجاويف بها بطول القطعة وعلى مسافات ٢,٥ سم ولصقها على أحد الجدران الداخلية للنموذج لتكون أنابيب بيزومترية تستخدم فى قياس منسوب الماء الأرضى (شكل ٢).

تم وصل المصرفين خارج أحد طرفى النموذج بمحبس للتحكم فى تجميع المياه لقياس كمية المياه المنصرفة خلال أزمنة مختلفة ، وقفل المصرفين من الطرف الآخر بواسطة طبتين.

المخلفات الزراعية:

تم استخدام ثلاثة أنواع من المخلفات : ١- عيدان حطب الذرة ، ٢- قش أرز مفروم ، ٣- مصاصة قصب مقطعة. تم وضع المخلفات بقطر ٢,٥ سم على هيئة مصرف بطول النموذج وعلى ثلاثة أعماق مختلفة من سطح التربة : ٥ ، ١٠ ، ١٥ سم.

والشكل (٣) يوضح قطاع فى النموذج لتوضيح وضع المخلف فى التربة كمثال لتجربة. قيست الموصلية الهيدروليكية للمخلفات الزراعية عن طريق أنبوبة النفاذية تحت ضغط ثابت وكانت كما بالجدول الآتى:

K_s (cm/h)		
عيدان حطب الذرة	قش أرز مفروم	مصاصة قصب مقطعة
99.77	512.33	121.69

التربة:

تم عمل التحليل الميكانيكى والموصلية الهيدروليكية عند التشبع (K_s) للتربة فى معمل قسم الأراضى والمياه بكلية الزراعة - جامعة الأزهر وكانت كما بالجدول الآتى:

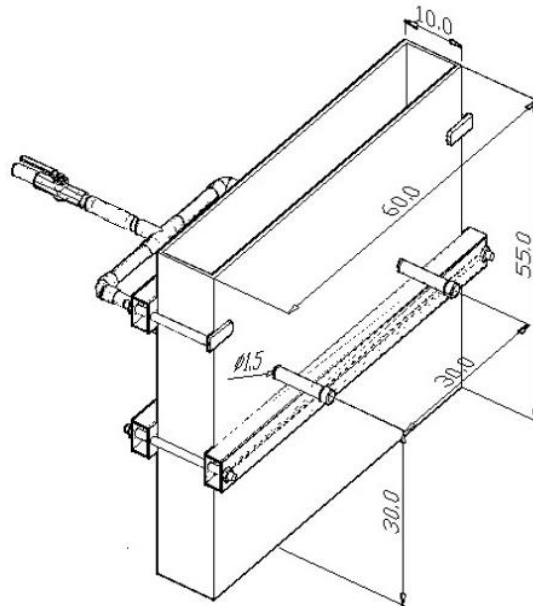
التوزيع الحجمى للحبيبات %			القوام	K_s
Clay	Silt	Sand		(cm/h)
1	1.5	97.5	Sandy	135.13

قياس منسوب الماء الأرضى:

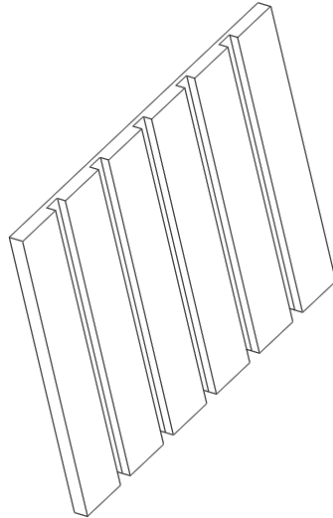
تم قياس هبوط مستوى الماء الأرضى عند المنتصف بعد فتح المصارف عن طريق مسطرة مدرجة تم لصقها على جدار النموذج الخارجى بمحاذاة الأنبوبة البيزومترية. تم أخذ القراءات كل ٦ دقائق لكل التجارب.

قياس التصريف من المصارف:

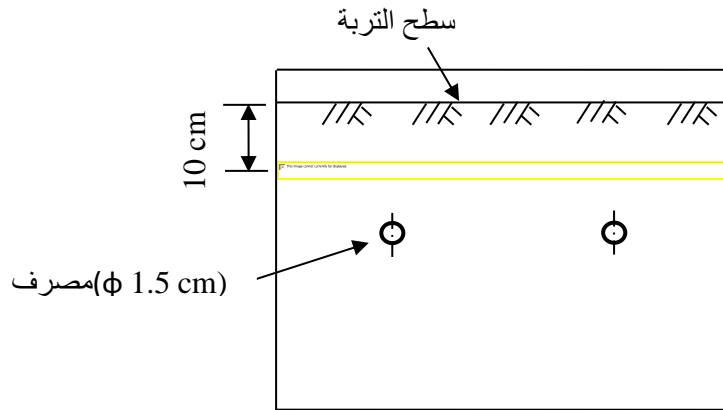
تم جمع المياه من المصارف كل ٦ دقائق وقياس حجمها ، وبقسمة الحجم على الزمن ينتج التصريف.



شكل (١): منظور لنموذج التربة ووضع المصارف.



شكل (٢): أنابيب بيزومترية لقياس هبوط الماء الأرضي



شكل (٣): قطاع فى النموذج لتوضيح طريقة وضع المخلفات الزراعية فى التربة.

ثانياً: التجارب الحقلية:-

نفذت التجارب الحقلية على أرض كلية الزراعة – جامعة الأزهر عام ٢٠٢٢م. تم وضع المصرف على عمق ٤٠ سم من سطح التربة على شيت من البلاستيك تم إحاطة قطعة الأرض به من أسفل ومن الجوانب حتى يمنع تسرب الماء من الأسفل ومن الجوانب ليتجه إلى المصرف مباشرة (شكل ٤). تم وضع أنبوتين ملاحظة إحداهما على بعد ١٥٠ سم من المصرف عند الطرف الآخر من القطعة والأخرى على بعد ٥٠ سم من المصرف وذلك لقياس الإنحدار الهيدروليكي للماء الأرضي. إنتهى المصرف بمحبس داخل غرفة تفتيش لجمع ماء الصرف وقياس معدل التصريف.

تم عمل خمس تجارب وهى:

تجربة على التربة الرملية الخالية من المخلفات (كنترول) + أربع تجارب (٢ أعماق للمخلف $2 \times$ أنواع من المخلفات الزراعية).

المخلفات الزراعية:

تم استخدام عيدان حطب الذرة وقش الأرز المفروم السابق ذكرهما فى التجربة المعملية. تم وضع المخلفات بقطر ٥ سم على هيئة مصرف بطول القطعة وعلى عمقين مختلفين من سطح التربة : ١٥ ، ٣٠ سم.

التربة:

تم عمل التحليل الميكانيكى والموصلية الهيدروليكية عند التشبع (K_s) للتربة فى معمل قسم الأراضى والمياه بكلية الزراعة – جامعة الأزهر وكانت كما بالجدول الآتى:

التوزيع الحجمى للحبيبات %			القوام	K_s (cm/h)
Clay	Silt	Sand		
5	6	89	Loamy Sand	12.6

قياس منسوب الماء الأرضي:

تم قياس هبوط مستوى الماء الأرضي من خلال أنابيب الملاحظة بعد فتح المصارف عن طريق جهاز صوتي كما هو موضح بشكل (٥). فعندما يلامس المجس سطح الماء يصدر الجهاز صوتاً وعندئذ تقاس مسافة هبوط الماء الأرضي. أخذت القراءات كل ١٥ دقيقة لكل التجارب.

قياس التصريف من المصارف:

تم جمع المياه من المصريف من خلال غرفة التفنيش كل ١٥ دقيقة وقياس حجمها ، وبقسمة الحجم على الزمن ينتج التصريف.

التحليل البعدى لعوامل الدراسة:

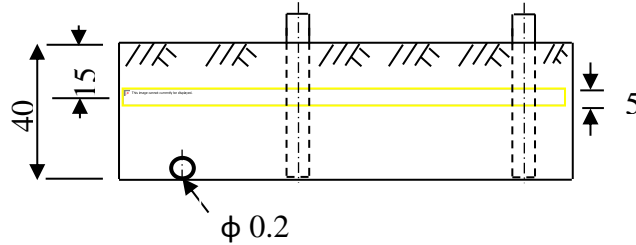
$$h = f(s, k, t, D)$$

حيث: h : هبوط منسوب الماء الأرضي عند منتصف المسافة بين المصارف ، t : الزمن ، s : المسافة بين المصارف ، k : معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة ، D : عمق المخلفات الزراعية تحت سطح التربة.

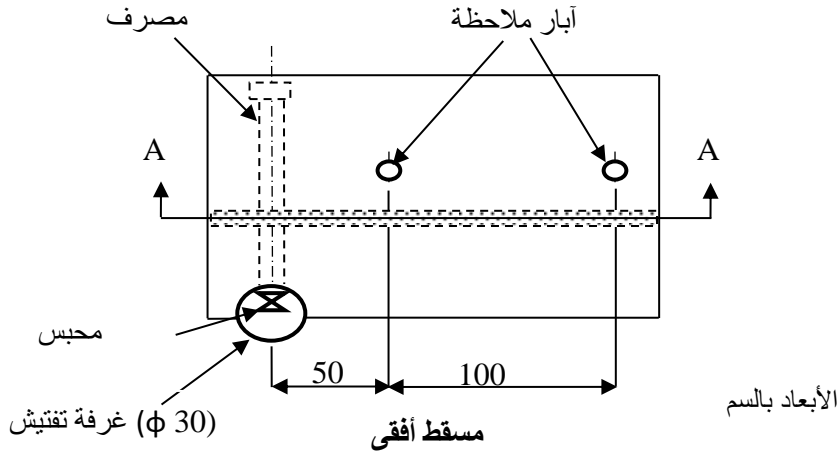
تم عمل تحليل بعدى لدراسة التأثير المشترك لعوامل الدراسة باستخدام نظرية Pi لبكنجهام وحصلنا على المجموعات

$$\pi_1 = tk/s , \quad \pi_2 = h/s , \quad \pi_3 = D/s$$

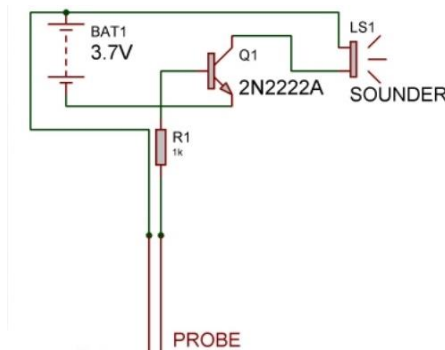
تم عمل التجارب لإيجاد العلاقات بين هذه المجموعات وإيجاد الثوابت.



قطاع رأسى عند A-A مع إضافة المخلف



شكل (٤): توضيح طريقة إضافة المخلفات الزراعية وأماكن أنابيب الملاحظة والمصريف.



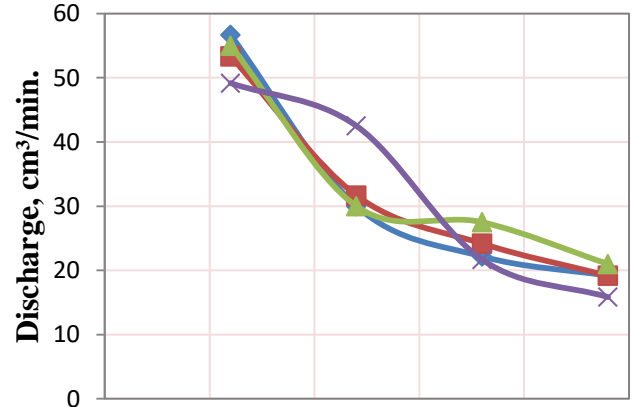
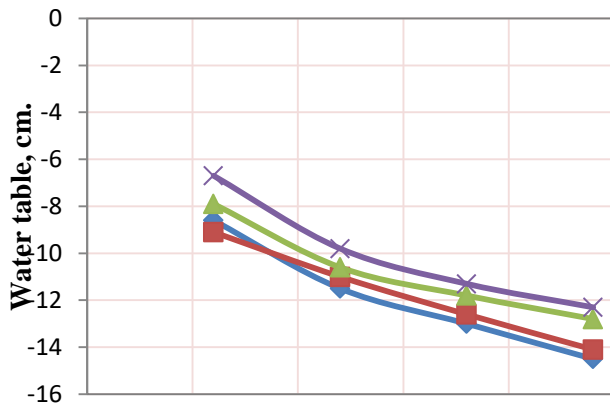
شكل (٥): جهاز صوتي لقياس هبوط الماء الأرضي.

النتائج والمناقشة

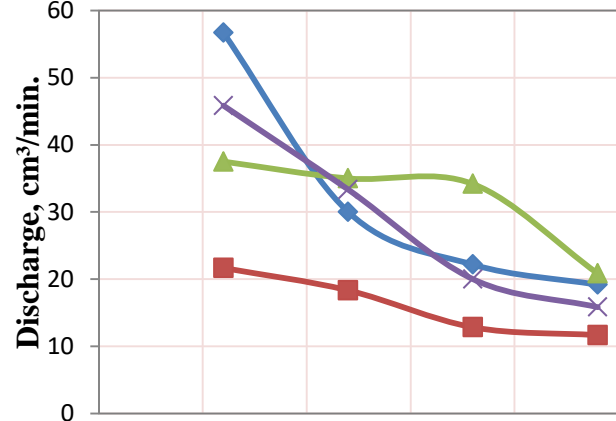
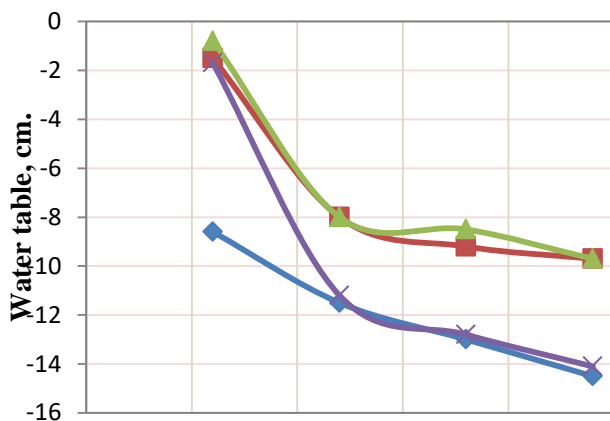
أولاً: التجارب المعملية:-

هبوط منسوب الماء الأرضي:

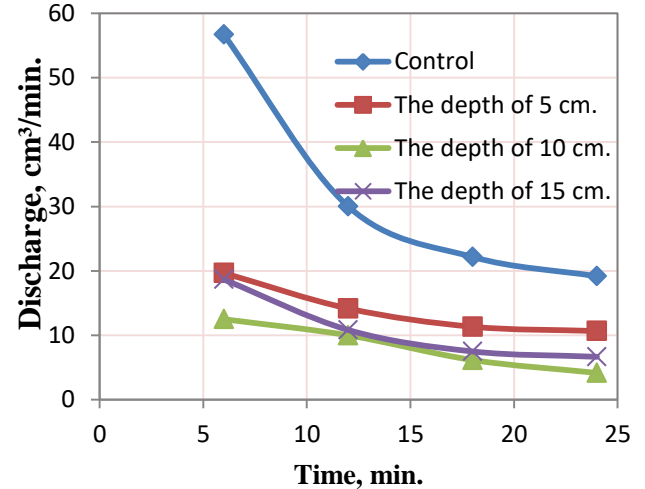
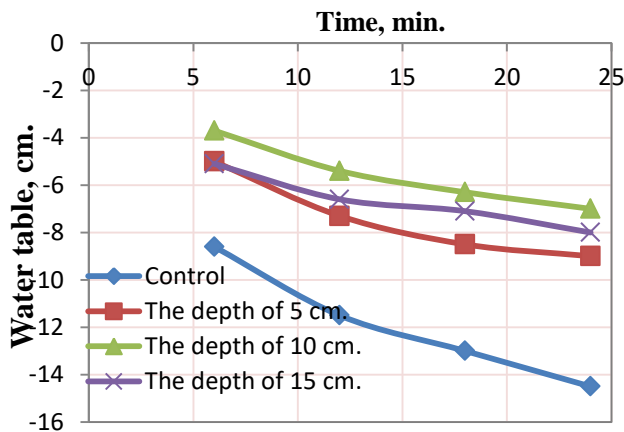
شكل (٦أ) يوضح هبوط منسوب الماء الأرضي مع الزمن أثناء عملية الصرف من التربة الرملية الخالية من المخلفات ولأعماق مختلفة (٥، ١٠ و ١٥ سم) من المخلفات الزراعية (عيدان حطب الذرة، قش الأرز الفروم ومصاصة القصب المقطعة).



حطب الذرة



قش الأرز



أ

مصاصة القصب

ب

شكل (٦): أ- معدل هبوط منسوب الماء الأرضي ، ب- معدل التصريف مع أعماق مختلفة للمخلفات الزراعية

وضحت النتائج أن معدل هبوط منسوب الماء الأرضي عند منتصف المسافة بين المصارف يقل مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية من المخلفات. حيث كانت التربة مع إضافة مصاصة القصب المقطعة هي أقل معدل لهبوط منسوب الماء الأرضي خاصة عند عمق ١٠ سم من سطح التربة ، فهبط إلى ٧ سم تحت سطح التربة بعد ٢٤ دقيقة من فتح المصرف. بينما كان أعلى معدل لهبوط منسوب الماء الأرضي مع إضافة عيدان حطب الذرة خاصة عند عمق ٥ سم من سطح التربة ، فهبط إلى ١٤,١ سم تحت سطح التربة بعد ٢٤ دقيقة من فتح المصرف. وكان هذا الهبوط مقارباً للتربة الخالية من المخلفات ، حيث كان هبوط منسوب الماء الأرضي فيها ١٤,٥ سم تحت سطح التربة بعد ٢٤ دقيقة من فتح المصرف.

معدل التصريف من المصرف:

شكل (٦ب) يوضح معدلات التصريف من التربة الرملية الخالية من المخلفات و لأعماق مختلفة (٥ ، ١٠ ، ١٥ سم) من المخلفات الزراعية (عيدان حطب الذرة ، قش الأرز المفروم ، مصاصة القصب المقطعة).

وضحت النتائج أن معدلات التصريف من المصرف تقل مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية من المخلفات. حيث كانت التربة مع إضافة مصاصة القصب المقطعة هي أقل معدلات للتصريف من المصرف خاصة عند عمق ١٠ سم من سطح التربة ، فكان أقل معدل للتصريف هو ٤,١٧ سم^٢/دقيقة بعد ٢٤ دقيقة من فتح المصرف. بينما كانت أعلى معدلات للتصريف مع إضافة عيدان حطب الذرة خاصة عند عمق ١٠ سم من سطح التربة ، فكان أعلى معدل للتصريف هو ٥٥ سم^٢/دقيقة بعد ٦ دقائق من فتح المصرف. وكان هذا المعدل مقارباً للتربة الخالية من المخلفات ، حيث كان معدل التصريف لها هو ٥٦,٦٧ سم^٢/دقيقة بعد ٦ دقائق من فتح المصرف.

هذه النتائج ربما تكون بسبب أن المخلفات الزراعية تمتص جزء من المياه مع الزمن فيقل معدل تسرب المياه تجاه المصرف. وحيث أن عيدان حطب الذرة وضعت سليمة بدون تقطيع فلذلك كانت أعلى هبوطاً لمنسوب الماء الأرضي وأعلى معدلاً للتصريف مقارنة بالمخلفات الأخرى.

أما بالنسبة للتربة المضاف إليها قش الأرز المفروم فيتأخر هبوط الماء الأرضي في البداية مقارنة بالمخلفات الأخرى نظراً لأنه يمتص المياه ويحتفظ بها ثم يفقدها عندما تقل الرطوبة في التربة لذلك نجد العمق ١٥ سم من القش يأخذ هبوطاً ومعدلاً للتصريف أعلى من العمقين ٥ ، ١٠ سم.

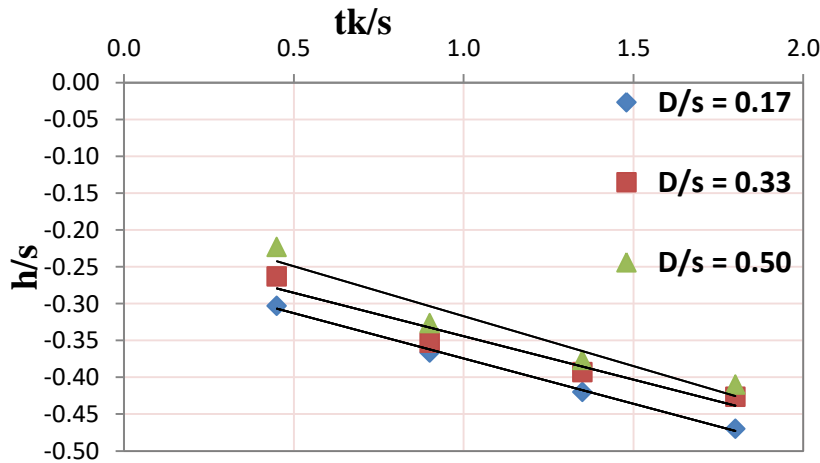
التحليل البعدى للمتغيرات:

تم استخدام النتائج في الربط بين المجموعتين h/s (والتي تمثل هبوط الماء الأرضي)، و tk/s (والتي تمثل الزمن) عند تغير D/s (والتي تمثل عمق المخلف).

١- عيدان حطب الذرة:

شكل (٧) يوضح العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة وهي علاقة خطية وتأخذ الشكل التالي:

$$h/s = a (tk/s) + b$$



شكل (٧): العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة.

ولإيجاد الثابتين a ، b نربط بينهما وبين D/s ، تم أخذ متوسط a وعمل علاقة بين b و D/s كما هو موضح بشكل (٨). فتكون المعادلة كالتالي:

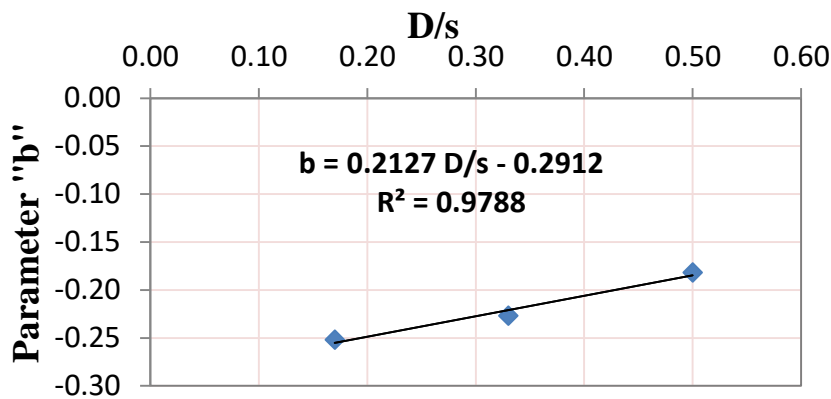
$$h/s = -0.126 tk/s + 0.213 D/s - 0.291$$

$$h = -0.126 tk + 0.213 D - 0.291 s \dots\dots\dots (1)$$

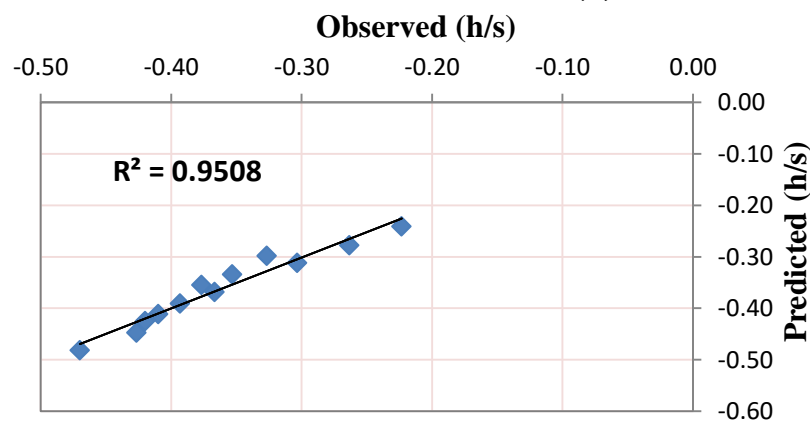
والشكل (٩) يوضح الارتباط بين هبوط منسوب الماء الأرضي h/s الملاحظ من التجارب والمنتبأ به من المعادلة السابقة. وعند حساب المسامية المصرفية (f) بقسمة حجم المياه التي تم صرفها على حجم التربة لوحظ أنها تتغير مع إضافة المخلفات الزراعية لأعماق مختلفة. ولذلك تم عمل علاقة بين f و D/s وإيجاد f بدلالة D/s كما هو موضح بشكل (١٠). وعند التعويض بالمسامية في معادلة هبوط منسوب الماء الأرضي (h/s) وجد أن معامل ارتباط هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمنتبأ يساوى ٩١% كما هو موضح بشكل (١١)، ولذلك يمكن التعويض في المعادلة بدلالة f بدلاً من D/s فتصبح المعادلة كالآتي:

$$h/s = -0.126 tk/s + 0.213 ((f - 0.087) / 0.038) - 0.291$$

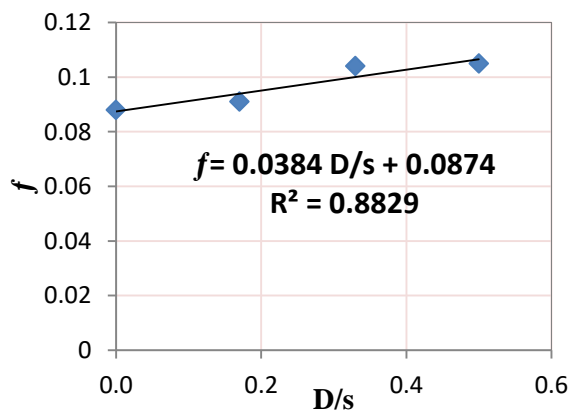
$$h = -0.126 tk + 0.213 s ((f - 0.087) / 0.038) - 0.291 s \dots\dots\dots(1-a)$$



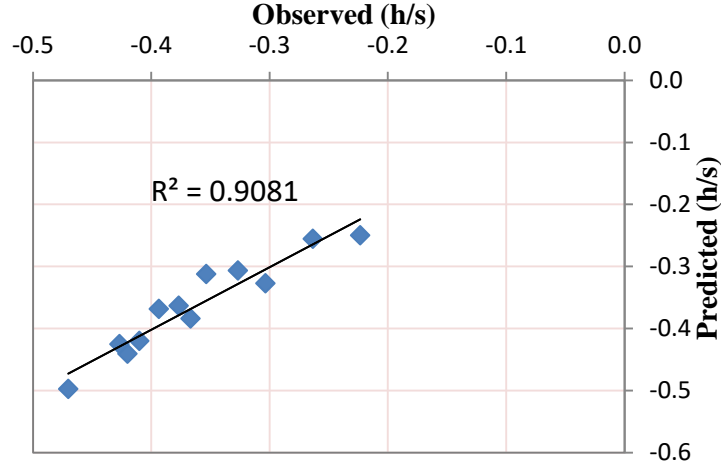
شكل (٨): العلاقة بين الثابت b و المجموعة الثالثة D/s .



شكل (٩): هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمنتبأ.



شكل (١٠): العلاقة بين D/s و f



شكل (١١): هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمتنبأ بدلالة f .

٢- قش الأرز المفروم:

شكل (١٢) يوضح العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة وهي علاقة لوغاريتمية وتأخذ الشكل التالي:

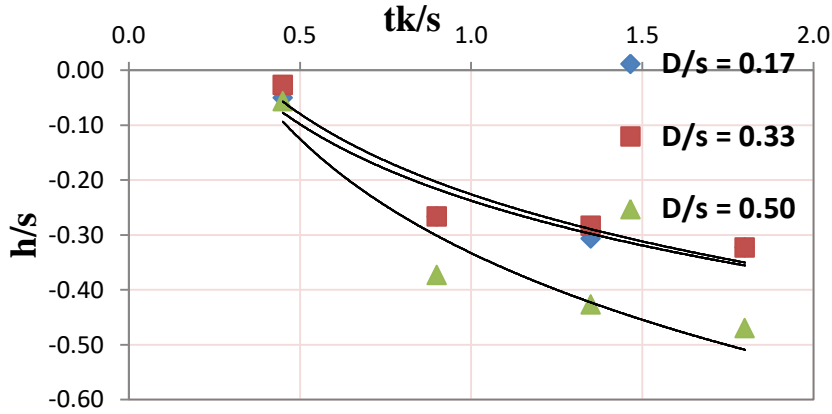
$$h/s = a \ln tk/s + b$$

ولإيجاد الثابتين a ، b نربط بينهما وبين D/s كما هو موضح بالشكلين (١٣) ، (١٤). فتكون المعادلة كالتالي:

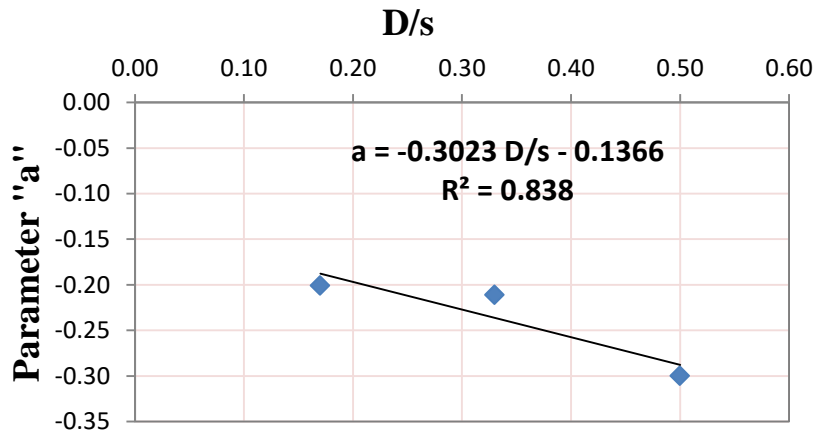
$$h/s = (-0.3 D/s - 0.14) \ln tk/s - 2.13 (D/s)^2 + 1.14 D/s - 0.37$$

$$h = (-0.3 D - 0.14 s) \ln tk/s - 2.13 D^2/s + 1.14 D - 0.37 s \quad \dots\dots\dots (2)$$

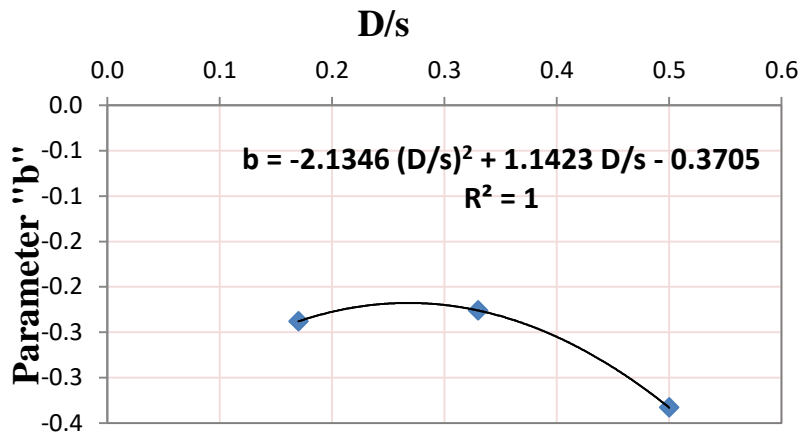
والشكل (١٥) يوضح الإرتباط بين هبوط منسوب الماء الأرضي h/s الملاحظ من التجارب والمتنبأ به من المعادلة السابقة.



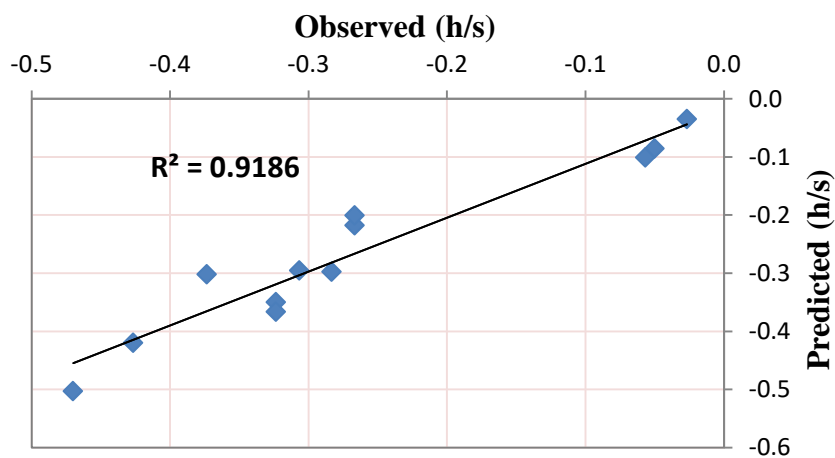
شكل (١٢): العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة.



شكل (١٣): العلاقة بين الثابت a و المجموعة الثالثة D/s .



شكل (١٤): العلاقة بين الثابت b و المجموعة الثالثة D/s .



شكل (١٥): هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمتنبأ.

٣- مصاصة القصب المقطعة:

شكل (١٦) يوضح العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة وهى علاقة خطية وتأخذ الشكل التالى:

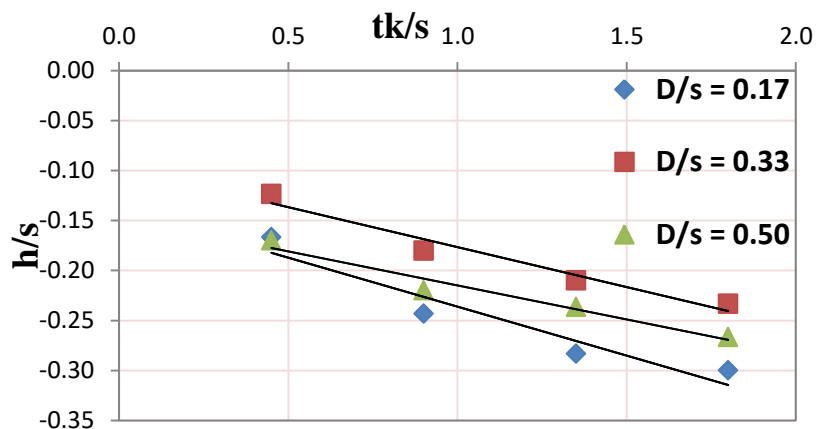
$$h/s = a tk/s + b$$

ولإيجاد الثابتين a ، b نربط بينهما وبين D/s ، تم أخذ متوسط a وعمل علاقة بين b و D/s كما هو موضح بشكل (١٧). فتكون المعادلة كالتالى:

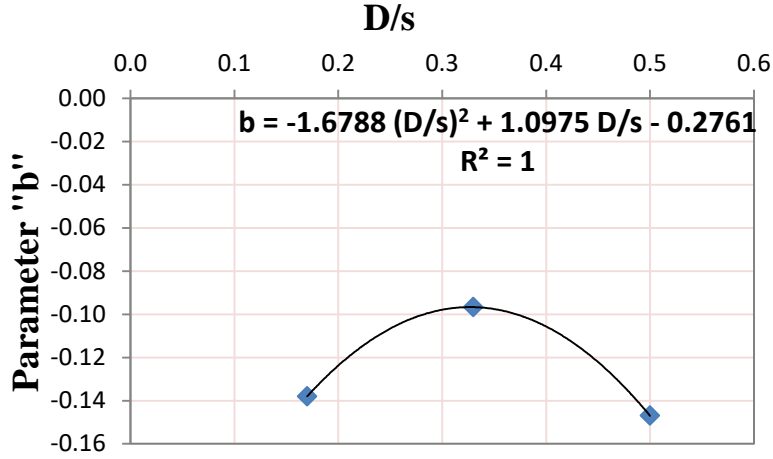
$$h/s = -0.082 tk/s - 1.68 (D/s)^2 + 1.1 D/s - 0.28$$

$$h = -0.082 tk - 1.68 D^2/s + 1.1 D - 0.28 s \quad \dots\dots\dots (3)$$

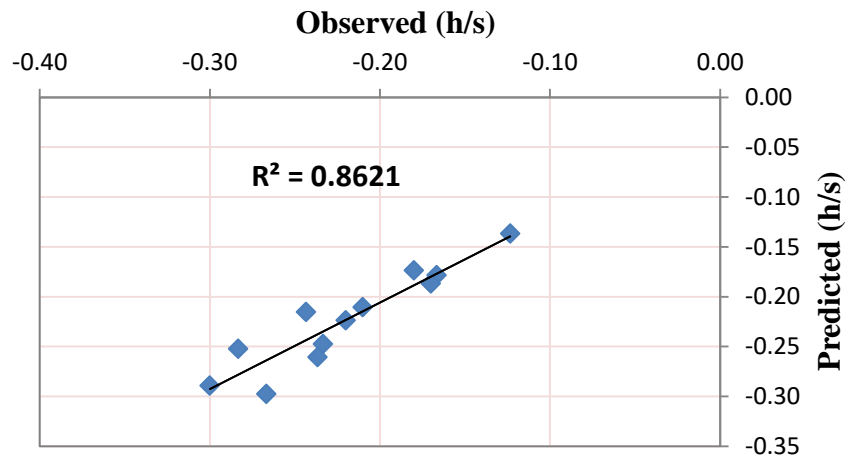
والشكل (١٨) يوضح الإرتباط بين هبوط منسوب الماء الأرضي h/s الملاحظ من التجارب والمتنبأ به من المعادلة السابقة.



شكل (١٦): العلاقة بين h/s و tk/s عند D/s مختلفة.



شكل (١٧): العلاقة بين الثابت b و المجموعة الثالثة D/s .

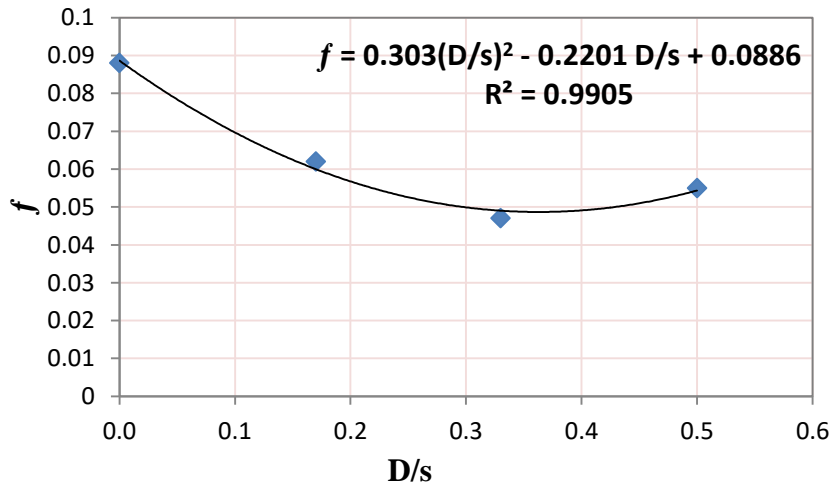


شكل (١٨): هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمتنبأ.

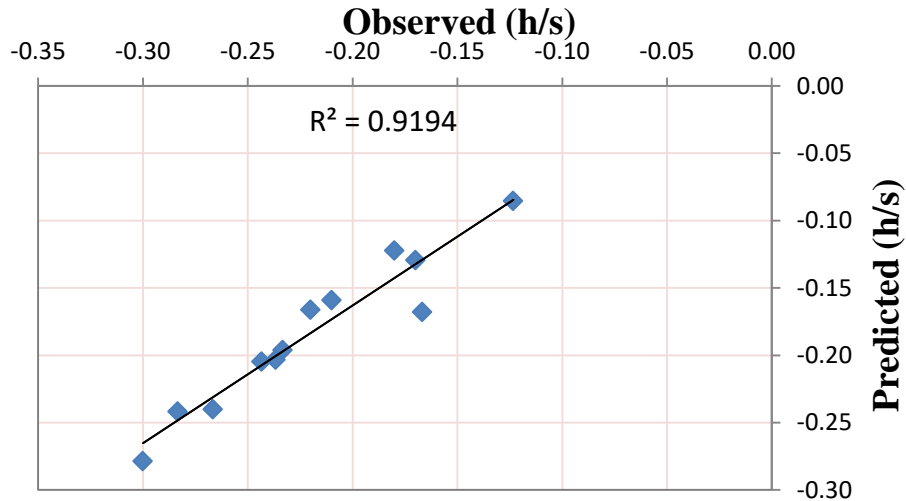
وعند التعويض بالمسامية في معادلة هبوط منسوب الماء الأرضي (h/s) وجد أن معامل إرتباط هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمتنبأ يساوى ٩٢% كما هو موضح بشكل (٢٠) ، ولذلك يمكن التعويض في المعادلة بدلالة f بدلاً من D/s فتصبح المعادلة كالآتى:

$$h/s = -0.082 tk/s - 5.5 f + 0.21$$

$$h = -0.082 tk - 5.5 f s + 0.21 s \dots\dots\dots (3-a)$$



شكل (١٩): العلاقة بين D/s و f



شكل (٢٠): هبوط منسوب الماء الأرضي الملاحظ والمتنبأ بدلالة f .

ثانياً: التجارب الحقلية:-

هبوط منسوب الماء الأرضي:

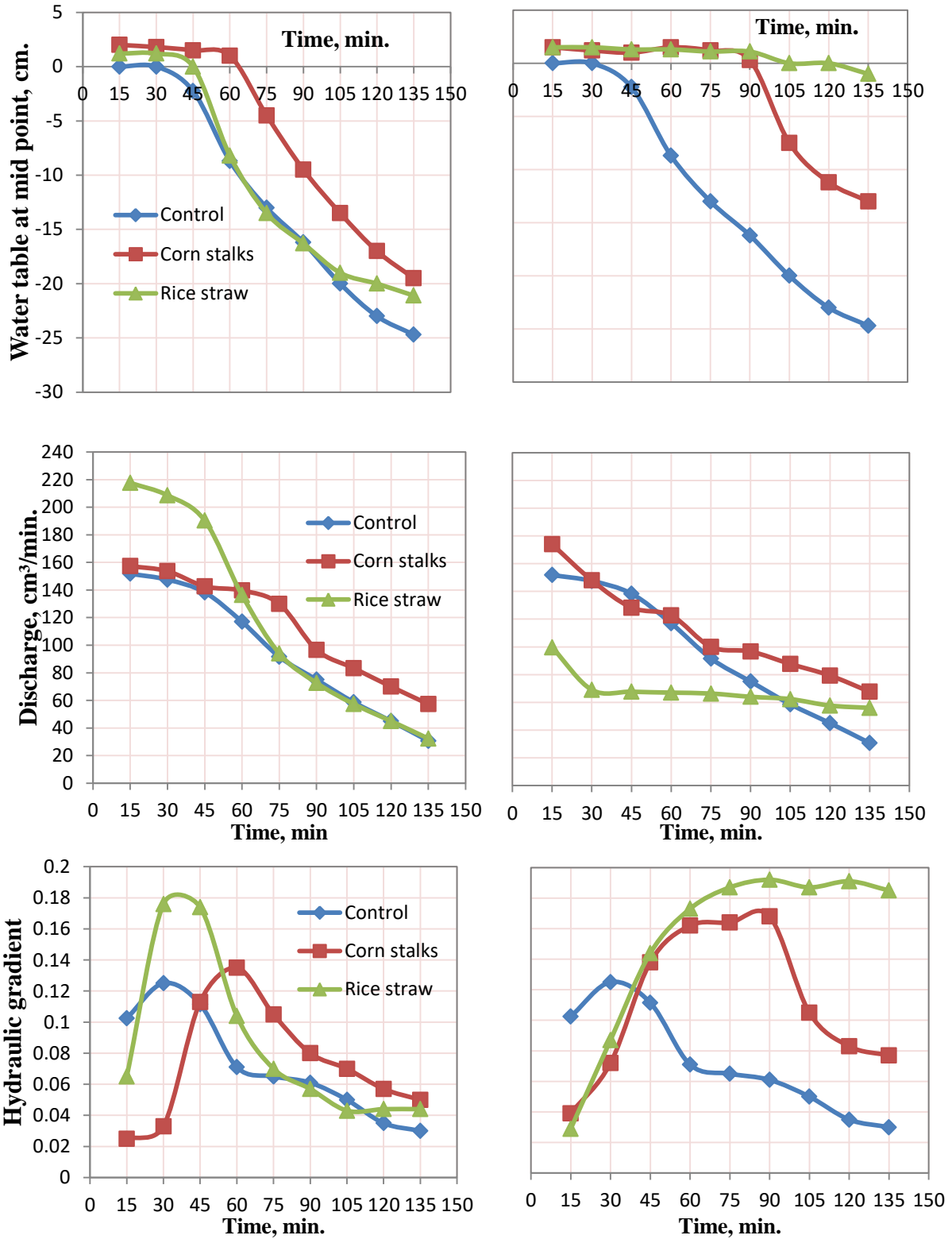
شكل (٢١) يوضح هبوط منسوب الماء الأرضي مع الزمن أثناء عملية الصرف من التربة الخالية من المخلفات و لعمقين مختلفين (١٥ ، ٣٠ سم) من المخلفات الزراعية (عيدان حطب الذرة ، قش الأرز الفروم). أظهرت النتائج أن معدل هبوط منسوب الماء الأرضي عند منتصف المسافة بين المصارف يقل مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية من المخلفات. حيث كان أقل معدل هبوط للمنسوب الأرضي عند عمق ٣٠ سم من سطح التربة خاصة مع قش الأرز المفروم فهبط إلى ١ سم تحت سطح التربة بعد ١٣٥ دقيقة من فتح المصرف. بينما كان أعلى معدل لهبوط منسوب الماء الأرضي مع إضافة قش الأرز المفروم عند عمق ١٥ سم من سطح التربة ، فهبط إلى ١,٢١ سم تحت سطح التربة بعد ١٣٥ دقيقة من فتح المصرف. وكان هذا الهبوط مقارباً للتربة الخالية من المخلفات ، حيث كان هبوط منسوب الماء الأرضي فيها ٢٤,٧ سم تحت سطح التربة بعد ١٣٥ دقيقة من فتح المصرف.

معدل التصريف من المصرف:

شكل (٢١) يوضح معدلات التصريف من التربة الخالية من المخلفات و لعمقين مختلفين (١٥ ، ٣٠ سم) من المخلفات الزراعية (عيدان حطب الذرة ، قش الأرز الفروم). أظهرت النتائج أن معدلات التصريف من المصرف تزيد مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية من المخلفات فيما عدا التربة المضاف إليها قش الأرز لعمق ٣٠ سم. حيث كانت التربة مع إضافة قش الأرز المفروم هي أعلى معدلات للتصريف من المصرف عند عمق ١٥ سم من سطح التربة خلال أول ٦٠ دقيقة من فتح المصرف. فكان أعلى معدل للتصريف هو ٢١٧,٦٧ سم^٣/دقيقة بعد ١٥ دقيقة من فتح المصرف. بينما كان أقل معدل للتصريف للتربة المضاف لها قش الأرز المفروم لعمق ٣٠ سم هو ٣٢ سم^٣/دقيقة بعد ١٣٥ دقيقة من فتح المصرف. وكان هذا المعدل مقارباً للتربة الخالية من المخلفات ، حيث كان معدل التصريف لها هو ٣٠,٦٧ سم^٣/دقيقة بعد ١٣٥ دقيقة من فتح المصرف. هذه النتائج تكون بسبب أن إضافة المخلفات للعمق ١٥ سم من سطح التربة وهو العمق الوسط تقريباً بين سطح التربة والمصرف المغطى يزيد من المسامية المصرفية للتربة.

الإنحدار الهيدروليكي للماء الأرضي:

شكل (٢١) يوضح أن إضافة المخلفات الزراعية تقلل من الإنحدار الهيدروليكي في الأوقات الأولى من الصرف ثم يزداد الإنحدار ثم يقل في الأوقات الأخيرة حتى يصل للثبات ، بخلاف التربة الخالية من المخلفات حيث يبدأ الإنحدار عالياً ثم ينخفض بالتدرج حتى يصل للثبات. وهذا يكون بسبب انخفاض معدل هبوط الماء الأرضي والذي يكون ناتجاً عن إمتصاص المخلفات الزراعية للماء مع الزمن والإحتفاظ بها ثم فقدها عند انخفاض الرطوبة في التربة. كانت أعلى قيم للإنحدار الهيدروليكي للتربة المضاف لها قش الأرز المفروم خاصة عند عمق ٣٠ سم من سطح التربة. وهذه النتائج ربما تكون بسبب النفاذية الكبيرة لقش الأرز المفروم.



عمق المخلف ١٥ سم

عمق المخلف ٣٠ سم

شكل (٢١): معدل هبوط منسوب الماء الأرضي ومعدل التصريف والإنحدار الهيدروليكي للماء الأرضي للتربة الخالية ولعمق ١٥ ، ٣٠ سم من المخلفات.

التحليل البعدي للمتغيرات:

تم استخدام النتائج في الربط بين المجموعتين h/s و tk/s مع تغير المسامية المصرفية (f) والمرتبطة بالمجموعة D/s ، وذلك للتربة الخالية من القش والعمق ١٥ سم حيث تم استبعاد العمق ٣٠ سم بسبب انحراف القيم.

فوجد أن شكل (٢٢) يوضح العلاقة بين h/s و tk/s عند تغير f وهى علاقة خطية وتأخذ الشكل التالى:

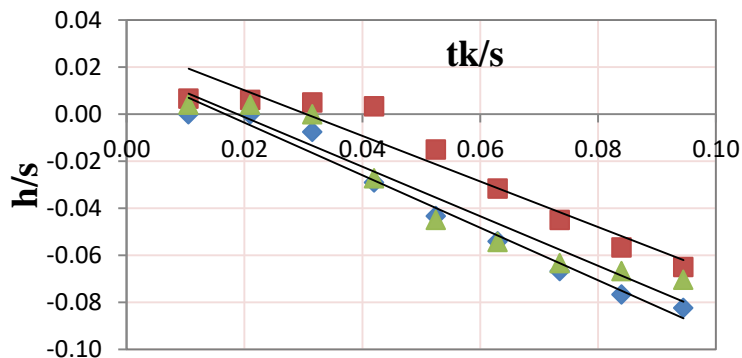
$$h/s = a (tk/s) + b$$

ولإيجاد الثابتين a ، b نربط بينهما وبين f ، تم أخذ متوسط b وعمل علاقة بين a و f كما هو موضح بشكل (٢٣). فتكون المعادلة كالتالى:

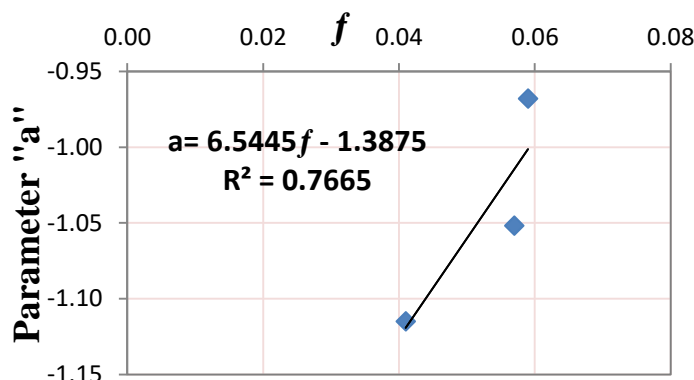
$$h/s = (6.54 f - 1.39) tk/s + 0.023$$

$$h = (6.54 f - 1.39) tk + 0.023 s \dots\dots\dots (4)$$

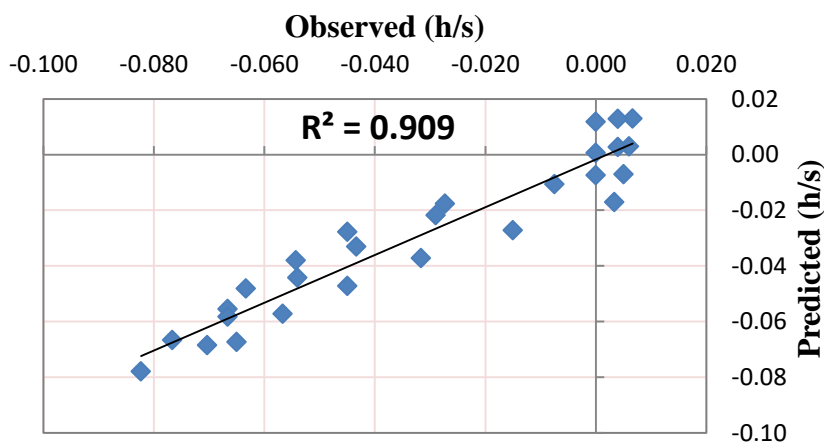
والشكل (٢٤) يوضح الإرتباط بين هبوط منسوب الماء الأرضى h/s الملاحظ من التجارب والمتنبأ به من المعادلة السابقة.



شكل (٢٢): العلاقة بين tk/s و h/s عند f مختلفة.



شكل (٢٣): العلاقة بين الثابت a و f .



شكل (٢٤): هبوط منسوب الماء الأرضى الملاحظ والمتنبأ.

الخلاصة والتوصية:

- إن إضافة المخلفات الزراعية للتربة الرملية يؤثر بشكل كبير على الخواص الهيدروليكية للماء الأرضي فنجد أن:
- ١- معدل هبوط مستوى الماء الأرضي عند منتصف المسافة بين المصارف يقل مع إضافة المخلفات الزراعية مقارنة بالتربة الخالية في كل التجارب المعملية والحقلية فيما عدا قش الأرز المفروم عند عمق ٣٠ سم من سطح التربة في التجربة الحقلية.
 - ٢- معدل التصريف من المصارف يقل مع إضافة المخلفات الزراعية في كل التجارب المعملية ويزيد في التجارب الحقلية فيما عدا قش الأرز المفروم عند عمق ٣٠ سم من سطح التربة.
 - ٣- إضافة المخلفات الزراعية تقلل من الإنحدار الهيدروليكي في الأوقات الأولى من الصرف ثم يزداد الإنحدار ثم يقل في الأوقات الأخيرة حتى يصل للنبات ، بخلاف التربة الخالية من المخلفات حيث يبدأ الإنحدار عالياً ثم ينخفض بالتدرج حتى يصل للنبات.
 - ٤- المسامية المصرفية تتغير مع تغير عمق وضع المخلف في التربة.
- يمكن التنبؤ بمستوى هبوط الماء الأرضي عند المنتصف عن طريق معادلات تربط بين المتغيرات المستخدمة في التجربة تم استنتاجها عن طريق التحليل البعدى للنتائج.

REFERENCES

- Fan Y. H. and G. M. Macho (2013) 'Global patterns of groundwater table depth', Science, 339, 940.
- Ihab M., et al. (2022) 'Co composted biochar derived from rice straw and sugarcane bagasse improved soil properties, carbon balance, and zucchini growth in a sandy soil: A trial for enhancing the health of low fertile arid soils', Chemosphere, 292: 133389.
- Ling L., et al. (2021) 'Role of Biochar in Improving Sandy Soil Water Retention and Resiliene to Drought, Water, 13: 407.
- Moussa M. (2015) 'Some engineering factors that control groundwater level', Misr J. Ag. Eng., 32 (4): 1553 - 1576.
- Rafie M. (2008) 'Studies on some agricultural drainage problems in siwa oasis', Ph.D. Thesis, Dep. of Soils and Water Fac. of Agric. Al-Azhar U.
- Yang C. H., et al. (2010). Effect of rice straw application on soil physic chemical properties' World Congress of Soil Sci., Soil Solution for a Changing World', Brisbane. Australia, 13-15.
- Yang X., et al. (2020) 'Phytolith-rich straw application and groundwater table management over 36 years affect the soil-plant silicon cycle of a paddy field', Plant Soil, 454:343–358.
- Zhang J., et al. (2018) 'Devel- oping a Long Short-Term Memory (LSTM) based model for predicting water table depth in agricultural area', Journal of Hydrology, 561: 918-929.
- Zhu Y., et al. (2023) 'Development of flow model for partly and fully saturated soils using water balance and water table depth fluctuation analysis', Journal of Hydrology, 618: 129259.

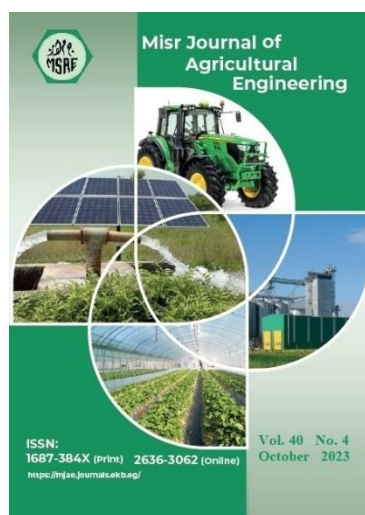
EFFECT OF ADDING SOME AGRICULTURAL WASTES UNDER THE SOIL ON THE HYDRAULIC PROPERTIES OF WATER TABLE

A. M. Moussa^{1&*} and E. A. Darwish²

¹ Assist. Prof. of Water Sys. and Irr. Eng. Dept., Fac. of Ag. Eng., Al-Azhar U. Cairo, Egypt.

² Assist. Prof. of Ag. Products Processing Eng. Dept., Fac. of Ag. Eng., Al-Azhar U. Cairo, Egypt.

* E-mail: atifmoussa@azhar.edu.eg



© Misr J. Ag. Eng. (MJAE)

Keywords:

Rice straw; discharge; hydraulic gradient.

ABSTRACT

Due to changing global policies in the fields of energy and environment and achieving sustainable development in the fields of agriculture, new and better technologies have been developed to reuse agricultural waste, based on industrial innovation and advanced technology, which has contributed to ensuring resource efficiency, sustainable production and consumption, and reducing negative environmental impact. Therefore, the aim of this research was to study the effect of adding some agricultural wastes under the soil, which: 1- rice straw, 2- corn stalks, 3- and bagasse, on the hydraulic properties of water table.

Groups of experiments were carried; one of which was a laboratory experiment using a soil model, in which the waste was placed at different depths below the soil surface, namely: 5, 10, and 15 cm, and the other was a field experiment, in which the waste was placed to two depths below the soil surface, namely: 15, 30 cm. Water table falling and the rate of discharge were measured at different times.

The results showed that the rate of water table falling at mid point and the rate of drainage decrease with the addition of agricultural wastes compared to soil without waste. The dimensional analysis of the variables was used to deduce the equations correlation these variables and to find the constants of these equations.