

تقييم نوعية مياه الري وأثرها على معدل التسرب المائي للتربة في منطقة الرياض

## Evaluation of Irrigation Water Quality and Its Effect on Soil Infiltration Rate Riyadh Region

إعداد الطالب

سيف بن سعد بن سيف المطرود

# المقدمة

- تعتمد الزراعة المروية على توفر كمية ونوعية مياه الري اللازمة.
- يعتبر تقييم نوعية مياه الري وأثرها على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة من عوامل الإنتاج الهامة التي تساعد المزارع على الحصول على أكبر إنتاج ممكن.
- تعتبر المياه الجوفية المصدر الأساسي لإمداد مناطق المملكة العربية السعودية بالماء اللازم للري الزراعي بصفة خاصة.
- أدى الاستنزاف الهائل لهذا المورد إلى تفاقم مشكلة نقص مياه الري في المملكة .
- لقد بذلت محاولات متعددة لتحديد جودة وملائمة مياه الري

# تابع

- وقد تناول هذا التقييم جودة مياه الري بالنسبة إلى ما قد تسببه من مشاكل ، كزيادة تركيز ملوحة التربة المروية.
- وبالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة فقد أوضحت إحدى الممارسات الرائدة للتخلص من معضلة نقص المياه، حيث إن هذه المياه تمتاز بأنها مصدر متجدد وبكميات كبيرة .
- أنشئت العديد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية.
- تعتمد مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة في أغراض الري الزراعي في تقويمها على المعايير المشار إليها سابقاً في تقويم صلاحية المياه للري من حيث كمية الأملاح و أضرار الصوديوم والعناصر ذات التأثير السام .



# تابع

- يعتبر معدل التسرب المائي أحد المظاهر الفيزيائية الهامة للتربة، ويقصد به السرعة التي يتسرب بها الماء من سطح التربة إلى داخلها أو عمق الماء المتسرب بالنسبة لوحد الزمن.
- تعتمد قيمته على الخواص الفيزيائية للتربة.
- تصميم نظام الري و تحديد فتراته يتطلب توفر معلومات صحيحة ذات دقة عالية عن معدل التسرب المائي .
- معدل التسرب يساعد على التنبؤ بمدى الحاجة لتنفيذ شبكات الصرف في الحقل وتحديد أعماقها المناسبة وهذا يؤدي بالتالي إلى ترشيد استخدام المياه وتحسين إدارة المياه في المزرعة.
- على الرغم من أهمية معرفة خواص ونوعية مياه الري في المناطق الجافة وشبه الجافة إلا أن تقييم نوعية مياه الري بمفهومها الحالي لم يحظى بنصيب وافر من الدراسة والبحث في المملكة العربية السعودية.

# الأهداف

- تقييم نوعية مياه الري في منطقة الرياض بصفة دورية لمدة سنة كاملة لتحديد خواص المياه و الاختلافات فيما بينها، ومعرفة مدى التغيرات التي تحدث خلال فترة الدراسة.
- دراسة تأثير مياه الري ذات تراكيز ملحية متفاوتة على معدل التسرب المائي في الترب الجيرية مختلفة القوام .
- مقارنة تأثير سلوك مياه الصرف الصحي المعالجة على التربة بمياه الآبار.

# الدراسات السابقة

## أ- نوعية مياه الري:

- يرتكز تقييم نوعية مياه الري على التحليل الكيميائي الذي من خلاله يتم الكشف عن تركيز العناصر والخواص الأساسية للمياه المؤثرة على التربة والنبات والمحددة للطريقة الواجب إتباعها عند الري .
- يعتمد الباحثون في تقييم نوعية مياه الري على عدة نظم منها التقسيم العام للملوحة ( Richards, 1954 ) التابع لمعمل الملوحة الأمريكي ، وأيضاً يعتمد الباحثين على التقسيم الحديث نسبياً للفاو ( Ayers and Westcot, 1985 )
- أصبحت هناك دراسات تعني بنوعية مياه الري مما أحدث تغييراً كبيراً في مفهوم وفرة المياه، حيث باتت لا تقاس بالكمية فقط وإنما بالنوعية أيضاً.



# تابع

## ١. مياه الآبار:

تشكل المياه الجوفية أكثر من ٩٠٪ من المياه المستخدمة في الأغراض الزراعية وتعتبر أهم مورد طبيعي للمياه في المملكة العربية السعودية ويوجد قسمان لهذه المياه.

■ مياه جوفية متجددة :

هي المياه التي تتأثر إيجابيا بعد هطول الأمطار نتيجة تغذيتها بمياه السيول وتنقسم هذه المياه بدورها إلى:

✓ المياه المحصورة في طبقات الرواسب الوديانية وفي صخور القاعدة المركبة المتشققة بفعل عوامل التعرية وتعتمد في تغذيتها على تكرار هطول الأمطار وتقدر كمية المياه في هذه الطبقات بحوالي ٩٤٠ مليون م<sup>٣</sup> / سنة ، وتتراوح سماكة هذه الرواسب بين (١٠-١٠٠م).

✓ المياه الموجودة في منكشفات التكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه، ويوجد أكثر من ١٨ طبقة مائية تختلف عن بعضها البعض من حيث الامتداد الجيولوجي والسماكة والخصائص الهيدروجيولوجية وفي كمية ونوعية هذه المياه، وتنقسم

# تابع

إلى طبقات رئيسية وثنائية، وتقدر التغذية السنوية لها من مياه الأمطار بحوالي ٢٠٠٠ مليون م<sup>٣</sup>. ( الطرباق والضويلع، ١٤١٧هـ ؛ عثمان، ١٤٠٤هـ ؛ وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م).

## ■ المياه الجوفية غير المتجددة:

وتعتبر المخزون الاستراتيجي للمياه في المملكة، وتغذيتها من مياه الأمطار تكون قليلة جداً، ويقدر الاحتياطي المؤكد للمياه الجوفية غير المتجددة بحوالي ٥٠٠ ألف مليون م<sup>٣</sup> ( خطة التنمية الرابعة ) وتنقسم الطبقات الحاملة لهذه المياه إلى :

✓ طبقات جيولوجية رئيسية وهي تسع طبقات

✓ طبقات جيولوجية ثانوية ( الطرباق والضويلع، ١٤١٧هـ ؛ عثمان، ١٤٠٤هـ ؛ وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م ؛ وزارة التخطيط، ١٤٠٥هـ - ١٤١٠هـ).



# تابع

- وقد زاد الطلب على المياه للإغراض الزراعية من ٢٠٠٠ مليون م<sup>٣</sup> في عام ١٤٠٠ هـ إلى ١٤٥٨٠ مليون م<sup>٣</sup> في عام ١٤١٠ هـ، ويمثل هذا ما نسبته ٩٠ ٪ من الاستهلاك الكلي للمياه.
- وبلغ الاستهلاك خلال الخطة الخمسية الخامسة (١٤١٠ هـ-١٤١٥ هـ) ١٧٨١٤ مليون متر مكعب في عام ١٤١٥ هـ.
- أدى هذا إلى إحداث خلل في التوازن الطبيعي للمياه الجوفية وتدهور مستمر في نوعيتها، خصوصاً مع التطور الهائل في الميكنة الزراعية (الطرباق والضويع، ١٤١٧ هـ؛ وزارة التخطيط، ١٤١٠ هـ-١٤١٥ هـ).

# تابع

## ٢. تقييم نوعية مياه الآبار :

كان للتدهور في نوعية المياه دور كبير في اتجاه الباحثين في إجراء عدة دراسات في مجال تقييم نوعية مياه الآبار، فعلى سبيل المثال أوضحت نتائج تحليل مياه الآبار في منطقة نينوى بالعراق أن نوع مياه هذه الآبار حسب تقسيم معمل الملوحة الأمريكي يقع ما بين قسم  $S_1-C_3$  و قسم  $C_4-S_3$ ، وكان الكالسيوم هو الكاتيون السائد يليه الصوديوم، بينما كانت السيادة في الأنيونات للكبريت يليه الكلور، ، وكانت قيم SAR منخفضة (الجنابي وآخرون، 1987).

وقد أجرى (فلاته و آخرون، 1999 م ) دراسة على المياه الجوفية المستخدمة للري في ثمانية مناطق زراعية مهمة بالمملكة العربية السعودية ووجدوا أن ملوحة مياه الري ممثلة في قيم التوصيل الكهربائي  $(EC, dS m^{-1})$  تختلف من منطقة إلى أخرى، وتراوح بين (0.17 - 29.31 ديسيمنز / م).

# تابع

كما وجد (Al-Omran, 1987) إن معظم مياه الري الجوفية المستخرجة من بعض الآبار في المنطقة الوسطى كانت متوسطة إلى مرتفعة الملوحة مع انخفاض نسبة الصوديوم فيها. وكان الكالسيوم هو الكاتيون السائد في هذه المياه بينما الكبريتات هو الأنيون السائد فيها. كما دلت قيم (pHc) المحسوبة لهذه المياه على قابليتها لترسيب الكالسيوم في صورة كربونات.

وفي دراسة على بعض عينات آبار مختلفة من المملكة وجد (Mee, 1983) أن العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة (TDS, mg / l) و قيم التوصيل الكهربائي (EC, dS m<sup>-1</sup>) طبقا لمعادلة معمل الملوحة (Richards, 1954) والمعبر عنها كالتالي:

$$(1) \dots\dots\dots TDS \text{ ( ppm )} = EC \times 640$$

لا تنطبق على المياه الجوفية في المملكة، واقترح معادلة جديدة تصف هذه العلاقة كالتالي :

$$(2) \dots\dots\dots TDS \text{ ( ppm )} = ( EC \times 850 ) - 200$$



# تابع

- وقدر متوسط كمية مياه الصرف الصحي المعالجة في ستة عشر محطة معالجة تابعة لوزارة الزراعة والمياه منتشرة في أنحاء المملكة في عام ١٤١٥ هـ بحوالي ١,٤٤ مليون م<sup>٣</sup> / يوم، وهذا يمثل حوالي ٣٠ ٪ من مياه الصرف الصحي الكافية (مجلة مياه الرياض، ١٤٢١ هـ).
- أما ما أعيد استعماله من المياه المعالجة في نفس العام فيقدر بحوالي ٣٣٥,٨ ألف م<sup>٣</sup> / يوم وهو ما يمثل ٢٣ ٪ من المياه المعالجة و ٧ ٪ من مياه الصرف الصحي الكافية (مجلة مياه الرياض، ١٤٢١ هـ).
- وحسب خطة التنمية السادسة (١٤١٥ هـ - ١٤٢٠ هـ) فإن مياه الصرف الصحي المعالجة ساهمت في توفير ٠,٨ ٪ فقط من احتياجات قطاعات التنمية المختلفة للمياه في عام ١٤١٥ هـ (وزارة التخطيط، ١٤١٥ هـ - ١٤٢٠ هـ).
- تستهلك مدينة الرياض من المياه ١,٣ مليون م<sup>٣</sup> / يوم يعود منها ٧٠٠ ألف م<sup>٣</sup> / يوم عبر شبكات الصرف الصحي حيث يتم معالجة جزء من هذه المياه في محطتي الحائر الشمالية والجنوبية بطاقة تشغيلية تبلغ ٢٢٠ ألف م<sup>٣</sup> / يوم لكل محطة (الطخيس، ١٤١٧ هـ).

# تابع

- وبلغ معدل التدفق اليومي لمحطات المعالجة في عام ١٤٢٠هـ ٤٠٤ ألف م<sup>٣</sup> / يوم وبلغت كمية المياه التي تمت معالجتها خلال نفس العام ١٤٥,٥ مليون م<sup>٣</sup> (مجلة مياه الرياض ، ١٤٢١هـ).
- يتم حالياً استغلال ما بين ١٥٠ إلى ١٨٥ ألف م<sup>٣</sup> / يوم من ناتج محطتي الحائر الثلاثية بضخها في شبكة يبلغ طولها ٣٢٤ كم إلى المناطق الزراعية بديراب وعرقه والدرعية والعمارية والحائر والوصيل والجبيلة والعيينة لري حوالي ٩٠ كم<sup>٢</sup> من الأراضي الزراعية (مجلة مياه الرياض ، ١٤٢١هـ).
- استهلك القطاع الزراعي خلال عام ١٤٢١هـ ٥٤ مليون م<sup>٣</sup> / يوم، وتمثل هذه الكمية حوالي ٣٨ ٪ من كمية مياه الصرف المعالجة وحوالي ١٤ ٪ من متوسط استهلاك مياه الشرب بمدينة الرياض يومياً (وزارة الزراعة والمياه ، ١٤٢١هـ).
- وقد وضعت وزارة الزراعة والمياه ضوابط للسيطرة على إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في القطاع الزراعي حيث حدد النظام نوعين من هذه المياه ، وهي الري المقيد وفيه تستخدم مياه الصرف الصحي ثنائية المعالجة والنوع الثاني من الاستخدام هو الري غير المقيد وتكون فيه مياه الصرف الصحي ثلاثية المعالجة (الطخيس ، ١٤١٧هـ).

# تابع

## ٣. مياه الصرف الصحي المعالجة:

تُعرف مياه الصرف الصحي بأنها مياه عادمة ناتجة من استخدام الإنسان للماء في الأنشطة الحياتية الاعتيادية، وتحتوي مياه الصرف الصحي على مواد عضوية وغير عضوية وعناصر حيوية أُضيفت إلى الماء أثناء استعماله مما يجعل هذه المياه غير صالحة للاستعمال دون معالجة (الساعاتي، ١٩٩٥م).

وتهدف معالجة مياه الصرف الصحي بمعناها التقليدي إلى إزالة المواد العضوية والقضاء على الميكروبات المسببة للأمراض للحصول على مياه يمكن استخدامها في الري بشكل آمن يضمن الحفاظ على البيئة وعدم الإضرار بصحة الإنسان (الساعاتي، ١٩٩٥م).

يتوقع أن تصل كمية مياه الصرف الصحي الناتجة في عام ١٤٤٥هـ إلى ٥ بلايين م<sup>٣</sup> حوالي ١٤ مليون م<sup>٣</sup>/يوم، و يستهلك القطاع الزراعي حوالي ٩٠٪ من كمية المياه المستهلكة الكلية لذلك سيكون لمياه الصرف المعالجة دور بارز ومهم في تغطية جزء من احتياجات القطاع الزراعي في المستقبل (مجلة مياه الرياض، ١٤٢١هـ).



# تابع

## ٤ . تقييم نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة:

وقد اتجه الباحثون لدراسة مياه الصرف المعالجة من حيث نوعيتها ومدى تأثير استخدامها في المجال الزراعي على التربة والنبات ، فقد لوحظ عدم صلاحية مياه الصرف الصحي لمدينة حلب بسوريا للري ، إذ أظهرت النتائج سيادة واضحة للبيكربونات بين (6.22-7.82 مليمكافئ / لتر) بين الأيونات، أما في الكاتيونات فكانت السيادة حادة للصوديوم (5.30-6.60 مليمكافئ / لتر) (نعناع ، 1994م) .

كما أوضحت نتائج دراسة قام بها (Al-Omran, 1987) على مياه الصرف الصحي المعالجة في المنطقة الوسطى أن الملوحة كانت متوسطة إلى مرتفعة ، ونسبة الصوديوم كانت منخفضة ، وكان الكالسيوم هو الكاتيون السائد ، بينما كانت السيادة للكبريتات بالنسبة للأيونات

# تابع

وفي دراسة أخرى ذكر (Tahoun and Abd EL-Bary, 1997) أن متوسط ملوحة مياه الصرف الصحي في مدينة الزقازيق بمصر كان (1،28 ديسيمنز /م) وأن نسبة الصوديوم المدمص هي 4.3 ، كما أنها تحتوى على تركيزات منخفضة من العناصر الثقيلة تقل كثيراً عن الحدود الحرجة لهذه العناصر.

# تابع

## ب- تأثير نوعية المياه على التربة:

### ١. تأثير نوعية المياه على ملوحة التربة

تلعب المياه دوراً مهماً في التغيرات التي تطرأ على الترب بعد زراعتها حيث إنها ذات تأثير فاعل على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية ، ويختلف هذا التأثير سلباً أو إيجاباً تبعاً لاختلاف نوعية المياه من حيث تركيز الأملاح ونوع الأيون السائد، وبشكل عام فإن زيادة أو قلة الملوحة تؤدي إلى تدهور التربة شيئاً فشيئاً وبالتالي خروجها من دائرة الاستثمار الزراعي.

وقد ساهم الباحثون بدراسات عديدة لتحديد نوعية التأثيرات التي تحدثها المياه المختلفة على الترب ،



# تابع

وعند استخدام ثلاث نوعيات من مياه الري المالحة ذات قيم (SAR) مختلفة وجد (Afifi, 1985) أن تأثير وحدة العمق من مياه الري على ملوحة التربة يتوقف على ملوحة وكمية المياه المضافة ، واتضح أن قلوية التربة ترتبط معنوياً بقيم (SAR) بمفردها أو في وجود متغيرات مياه الري الأخرى مثل الملوحة والكمية والتي كانت تأثيراتها المنفردة غير معنوية.

كما وجد (Bauder and Brock, 2001) أن الري بمياه عالية الملوحة والصوديوم أدى إلى زيادة التوصيل الكهربائي في التربة إلى (5.5 ديسيمنز / م).

وقد ذكر (Bauder and Brock, 1992) في دراستهما انه لم يكون نوعية المياه تأثير معنوي على المسامية الكلية والكثافة الظاهرية وتوزيع حجم المسام.

# تابع

وقد أدى الري بمياه الصرف الصحي إلى تدهور الترب المروية وتحولها إلى مالحة قلووية وذلك نتيجة زيادة تركيز الصوديوم على معقد الأدمصاص وتراكم الأملاح في قطاع التربة، والى ضعف في النفاذية إلى حد انعدامها (نعناع ، 1994م).

وفي دراسة أخرى وجد (Al-Jaloud,1994) زيادة تركيز النيتروجين في التربة زيادة معنوية كما زاد البوتاسيوم في التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة إلا أن الزيادة لم تكون معنوية مقارنة مع التربة المروية بمياه عادية

# تابع

## ٢. تأثير نوعية المياه على التسرب في التربة:

لابد من توفر معلومات صحيحة عن قدرة التربة على الاحتفاظ الماء لكي نتمكن من إدارة وصيانة التربة والمياه بشكل جيد، ويعتبر معدل التسرب المائي أحد الظواهر الأساسية في نظام التربة وله أهمية كبرى في الدورة الهيدرولوجية ويعتبر أحد المظاهر الفيزيائية الهامة.

كما هو معروف فإن زيادة قيم SAR في المياه تؤدي إلى زيادة تفريق الحبيبات وقلة التوصيل الهيدروليكي وانخفاض معدلات التسرب بالترب (Minhas and Sharma, 1986).

وانخفاض معدلات التسرب يرجع أساسا إلى وجود عنصر الصوديوم في المياه المستخدمة للري والذي يؤدي إلى تفريق الحبيبات ومن ثم تقليل المسامات بينها (Sumner, 1993).



# تابع

وعندما قام (Lima et al., 1990) بدراسة تأثير الملوحة على حركة المياه وجدوا أن زيادة (SAR) في التربة تؤدي إلى تدهور حركة المياه.

بينما ذكر (Minhas et al., 1999) أن الري بمياه متفاوتة في الصوديوم وذات ملوحة ثابتة أدى إلى انخفاض التوصيل الهيدروليكي وذلك في الترب الجيرية.

أما زيادة الأملاح في مياه الري فهي بدورها تزيد من قدرة حركة الماء في التربة وزيادة التوصيل الهيدروليكي ، وبالتالي زيادة معدلات التسرب وزيادة معامل انتشار الماء في التربة عند قيم منخفضة من الصوديوم المتبادل (Shainberg, 1990) .

# تابع

وأوضح (Kim and miller 1996) أن زيادة ملوحة المياه حتى (50 ديسسيمنز/ م) كان كافيا لتجميع حبيبات التربة و خفض الجريان السطحي و فقد التربة وبالتالي زيادة معدل التسرب.

وفي دراسة أخرى ذكر (Abo-Gober, 1993) أن انخفاض قيم معدل التسرب كان اعظم في التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة ، وارجع السبب إلى وجود المواد الصلبة العالقة.

كذلك وجد (Cook et al., 1994) وجد أن هناك انخفاض في قيم معدل التسرب باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائياً.

وعلى النقيض من ذلك وجد (Mathon, 1994) أن هناك زيادة في التوصيل الهيدروليكي بعد إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة، وأنهى الزيادة في معدل التوصيل الهيدروليكي إلى التغير في الصفات الطبيعية في التربة.

# تابع

وفي دراسة أخرى وجد (Magesan *et al.*, 1999) أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائياً وثلاثياً وأضافتها إلى التربة الرملية لم يكن لها تأثير يذكر على معدل التوصيل الهيدروليكي فيها.



# المواد وطرائق العمل

١. جمع 200 عينة مياه من الآبار المختلفة والمنتشرة في منطقة الرياض وقد قيس فيها كل من التوصيل الكهربائي (EC) و رقم الحموضة (pH).
٢. جمع 20 عينة مياه من محطات معالجة مياه الصرف الصحي .
٣. استخدم في هذه الدراسة ثلاثة أنواع من الترب الجيرية مختلفة القوام ، وكانت التربة الأولى رملية تمثل الترب خفيفة القوام ، والثانية تربة رملية طميية تمثل الترب متوسطة القوام ، والثالثة تربة طميية طينية رملية تمثل الترب ثقيلة القوام .
٤. استخدم في هذه التجربة طريقتين من طرق تقييم التسرب للترب وهما طريقة عمر التربة وطريقة الرش.
٥. اجريت التحليلات الكيميائية والميكانيكية اللازمة لعينات التربة والمياه.

# تابع

٦. المعادلات المستخدمة لتقييم نوعية المياه :

$$(3) \dots\dots\dots SSP = \frac{Na^+ (meq / L)}{(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+) (meq / L)} \times 100$$

$$(4) \dots\dots\dots SAR = \frac{Na^+ (meq / L)}{((Ca^{++} + Mg^{++}) (meq / L) / 2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$(5) \dots\dots\dots adj. SAR = SAR (1 + (8.4 - pH_c))$$

$$(6) \dots\dots\dots pH_c = (pK_2 - pKc) + p(Ca + Mg) + p(Alk)$$

# تابع

(7) ..... Saturation index =  $pH - pH_c$

(8) ..... 
$$adjR_{Na} = \frac{Na^+ (meq/L)}{((Ca_x^{++} + Mg^{++})(meq/L)/2)^{\frac{1}{2}}}$$

(9) ..... 
$$ESP = \frac{(-0.0126 + 0.01475SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475SAR)} \times 100$$



# تابع

$$(١٠) \dots\dots RSC = (CO_3^- + HCO_3^-)(meq/L) - (Ca^{++} + Mg^{++})(meq/L)$$

• استخدم نموذج تحليل التباين طبقاً لـ (الإمام ، ١٩٩٤م) على النحو التالي :

$$(١١) \dots\dots Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta (X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

٨. تم تحليل بيانات نتائج عينات المياه والتسرب في الدراسة باستخدام قيم الترابط والانحدار (الإمام ، ١٩٩٤م).

التربة ٣	التربة ٢	التربة ١	الخواص
٥,٩	١,٩	١,٤	ECe (مستخلص العجينة المشبعة) ديسيمنز/ م
٧,٤٤	٧,٣٨	٧,٤٤	pH (مستخلص العجينة المشبعة)
١,٧	٣,٨	٨,٧	K معامل التوصيل الهيدروإيكي المشبع سم / ساعة
<hr/>			
<u>الكاتيونات (ملليمكافئ/ لتر؛ مستخلص العجينة المشبعة)</u>			
٢٦,٣	١١	٥,١٥	Ca <sup>++</sup>
١٢,٢	٤	٢,٩	Mg <sup>++</sup>
١٨,٩	٤,٧	٣,٢	Na <sup>+</sup>
٣,٦	٢	١	K <sup>+</sup>
<u>الايونات (ملليمكافئ/ لتر؛ مستخلص العجينة المشبعة)</u>			
٠,٥	٢,٨	٠,١	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
٨	٥	٣	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
٢١	٦	٤	Cl <sup>-</sup>
٣,٦	٧,٨	٥,٦	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
طمي طيني رمل	رمل طمي	رمل	القوام

جدول ١. الخواص الكيميائية والفيزيائية للترب المستخدمة في الدراسة.

مياه الصرف	مياه البئر	مياه الصنيور	الخواص
١,٧	٤,٧	٠,٤	ECe (مستخلص العجينة المشبعة) ديسيمنز/ م
٦,٩٤	٧,٥	٧	pH (مستخلص العجينة المشبعة)
٤,١٠	٥,١٦	١,١٩	SAR (نسبة الصوديوم المدمص)
			<u>الكاتيونات (ملليمكافئ/ لتر؛ مستخلص العجينة المشبعة)</u>
٤,٧	١٥,٨	٢,١	Ca <sup>++</sup>
٣,١	١١	٠,٣	Mg <sup>++</sup>
٨,١	١٨,٩	١,٣	Na <sup>+</sup>
٠,٧	٠,٥٤	٠,٣٤	K <sup>+</sup>
			<u>الايونات (ملليمكافئ/ لتر؛ مستخلص العجينة المشبعة)</u>
صفر	صفر	صفر	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
١,٢٥	٣,٧٥	٠,٩	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
٨	١٤,٦	١,٤	Cl <sup>-</sup>
٦,٤	٢٧,٩	١,٧	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>

جدول ٢. الخواص الكيميائية للمياه المستخدمة في الدراسة.





الصورة ١. جهاز الغمر المستخدم في تقدير معدل التسرب في معمل فيزياء التربة .



الصورة ٢. جهاز محاكاة المطر المستخدم في تقدير معدل التسرب في معمل الري .

# النتائج والمناقشة

## أ- نوعية المياه:

١. العلاقة بين التوصيل الكهربائي والأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار:

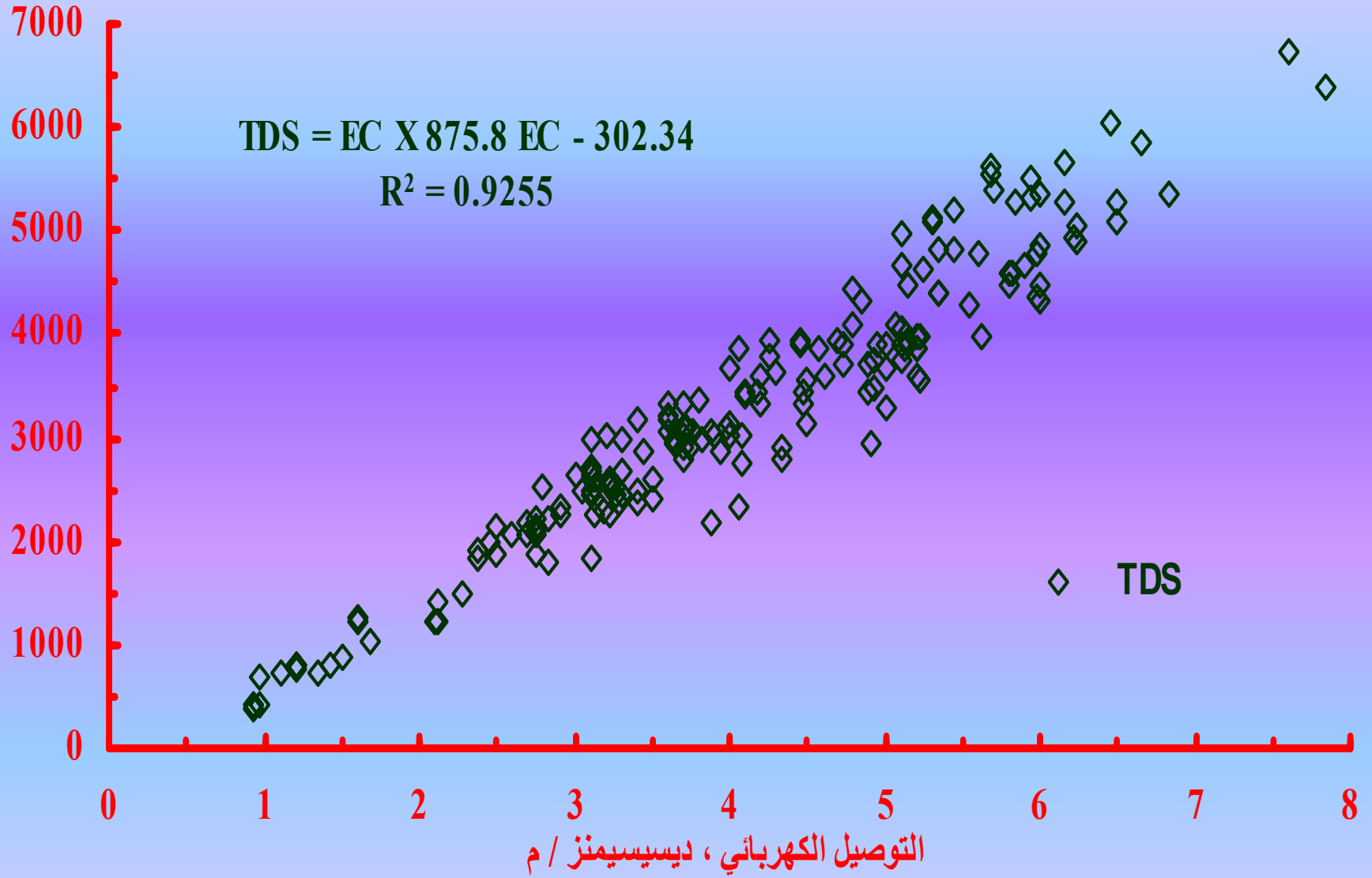
العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدره بالطريقة الوزنية مع التوصيل الكهربائي المقاسة لواقع الآبار في منطقة الرياض وهي علاقة خطية عبر عنها بالمعادلة التالية:

$$TDS ( ppm ) = ( EC \times 875.8 ) - 302.3 \dots\dots\dots (12)$$

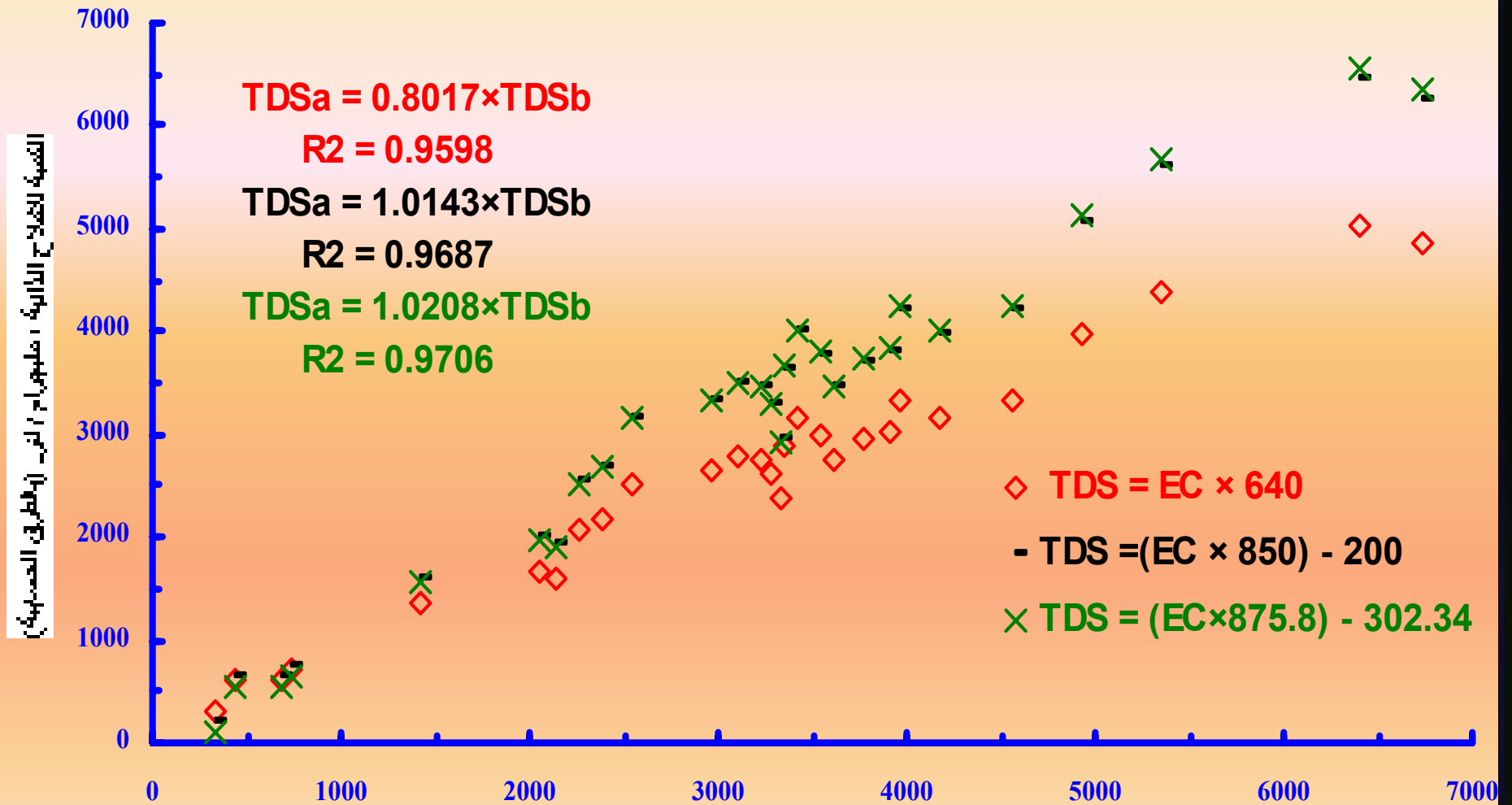
وبلغت قيمة التلازم (  $r^2 = 0.9255$  ).



الكمية الكلية للأملاح الذائبة ، ملليجرام / لتر



الشكل ١: العلاقة بين قيمة التوصيل الكهربائي المقاسة والكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدره بالطريقة الوزنية في مياه الآبار.



الكمية الكلية للأملاح الذائبة ، ملجرام / لتر . (مقدرة بالطريقة الوزنية)

الشكل ٢ . العلاقة بين قيم الكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية و قيم الكمية الكلية للأملاح الذائبة محسوبة من المعادلات في مياه الآبار.

# تابع

## ٢. مياه الآبار :

### نتائج تحليل العينات توضح أن :

- أن قيم الرقم الهيدروجيني تراوحت بين 6.60 و 7.79 وهي قيم تقع ضمن الحدود المتوقعة والمسموح باستخدامها للري .
- ملوحة مياه الآبار والممثلة في قيم التوصيل الكهربائي معبراً عنها بالديسيمنز / م (  $EC\ dS\ m^{-1}$  ) قد تراوحت بين ( 1.34 – 7.84 ديسيمنز / م ) ، وكذلك قيم الكمية الكلية للأملاح الذائبة مقدرة بالطريقة الوزنية ومعبراً عنها بالميلجرام / لتر ( $mg\ l^{-1}$ ) فقد تراوحت ما بين ( 740 - 6744 ميلجرام / لتر ) .
- كانت السيادة في الكاتيونات للصوديوم ، حيث تراوحت قيم تركيزه ما بين (6.30 – 34.20 ملليمكافئ/ لتر) ثم تركيز الكالسيوم وتراوحت قيمته (2.40 – 27 ملليمكافئ/ لتر) ، بينما تركيز المغنيسيوم فقد تراوحت ما بين (1.35 - 23.37 ملليمكافئ/ لتر) ، والبوتاسيوم ما بين (0.03 - 0.82 ملليمكافئ/ لتر).



# تابع

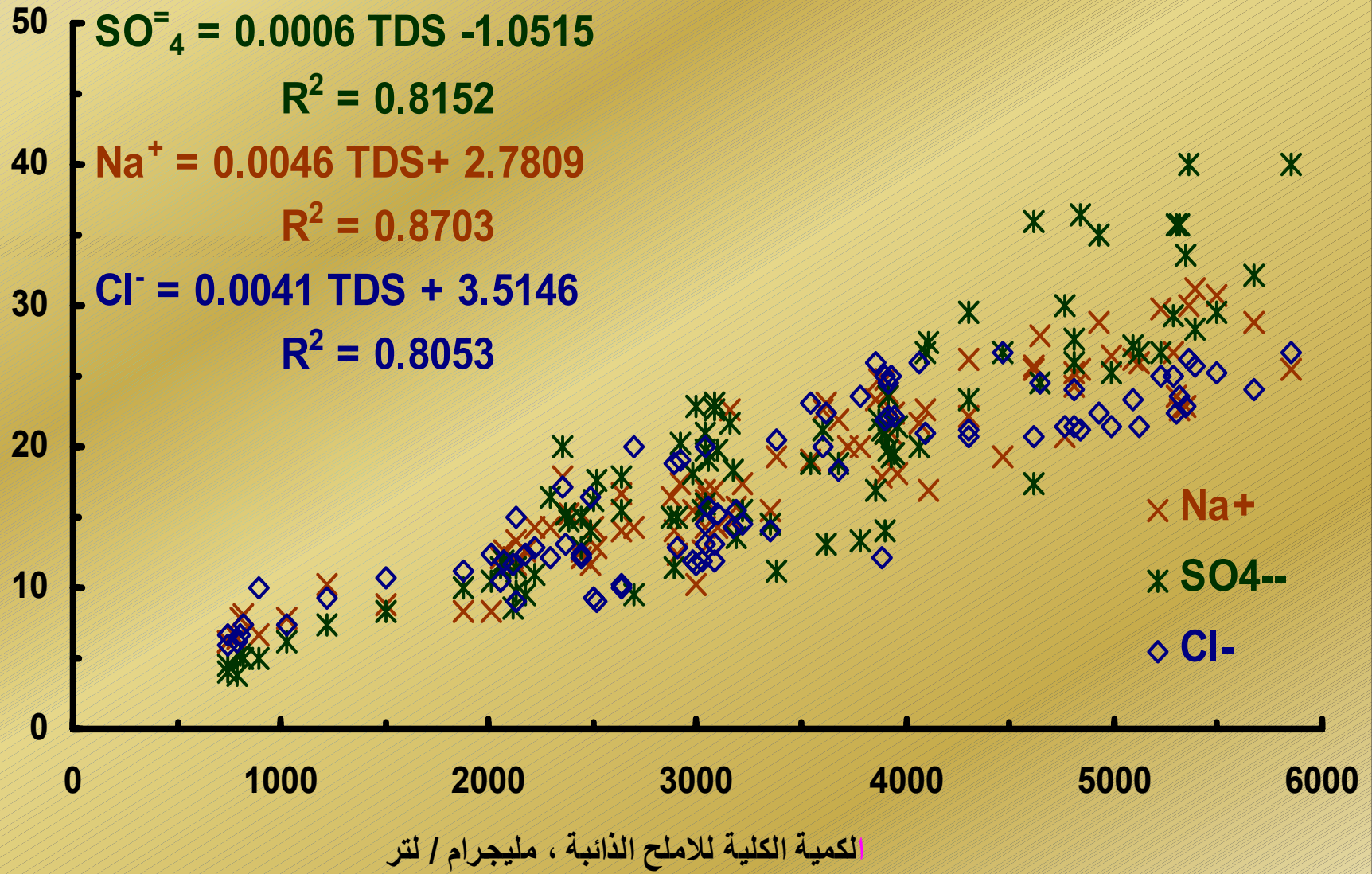
■ تشير النتائج إلى أن الأنيون السائد هو أنيون الكبريتات حيث تراوحت قيمه بين ( 3.92 – 46.33 ملليمكافئ/ لتر) يليه انيون الكلور يد ( 5.9 – 31.5 ملليمكافئ/ لتر) يليه البيكربونات (1.1 و 7.75 ملليمكافئ/ لتر) بينما الكربونات الذائبة كانت منخفضة جداً.

■ مياه الآبار في منطقة الرياض تحتوي على نسب منخفضة جداً من كربونات الصوديوم المتبقية خلال مدة الدراسة. إذ أنها تقل عن الحد الحرج الواقع بين 1.25 و 2.5 ملليمكافئ / لتر لذا فلا يوجد خطورة من المياه عند استخدامها للري.

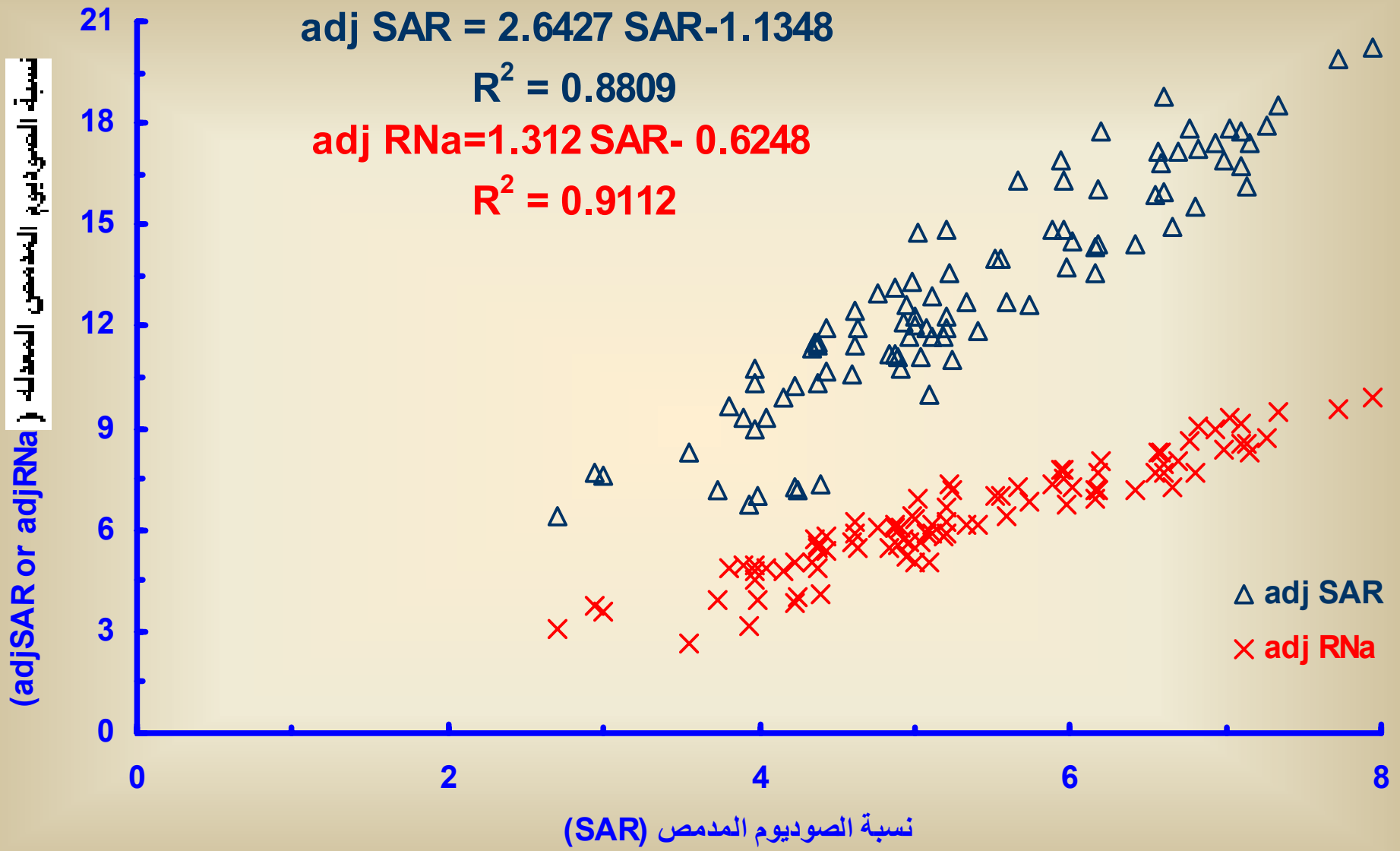
■ معظم مياه الآبار المدروسة ليس لها القدرة على ترسيب كربونات الكالسيوم إذ أن ناتج طرح pH و pHc أقل من الصفر.

■ مياه الآبار المدروسة تحتوي على نسب عالية من الكلوريد (5.9- 31.5 ملليمكافئ/ لتر) تتجاوز الحد الحرج و تشكل خطر السمية على النباتات سواءً باستخدام الري السطحي أو الري بالرش ، أما عنصر البورون فقد تراوحت القيم ما بين ( 0.48 إلى 2.55 مليجرام / لتر) وهذا يعني أن البورون متوسط السمية.

تركيز الصوديوم والكلوريت والكلوريد ، ملليجرام / لتر

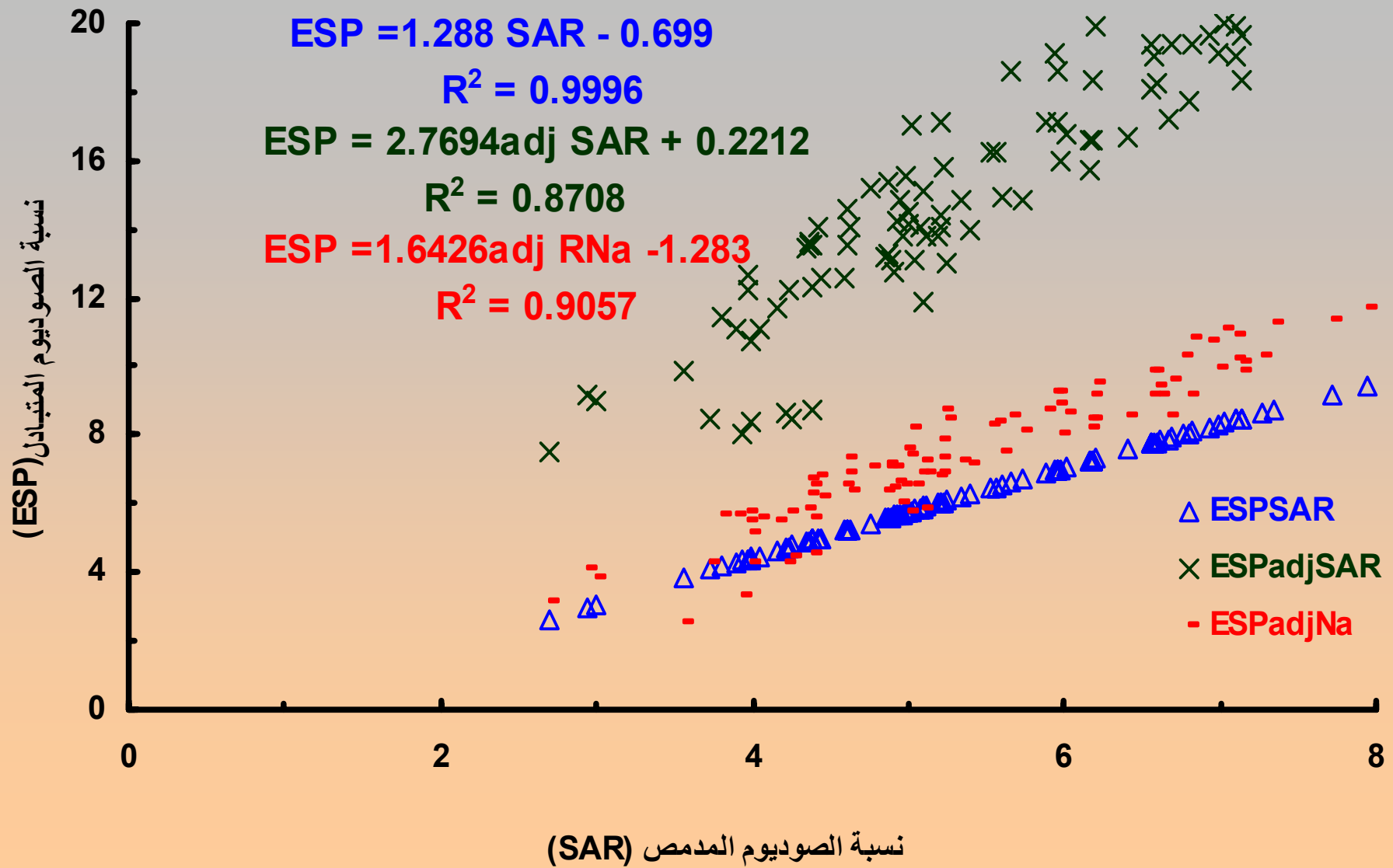


الشكل ٣. العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والكلوريتات في مياه الآبار.



الشكل 4. العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص (SAR) ونسبة الصوديوم المدمص المعدلة (adjSAR) و (adjRNA).





الشكل 5 . العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص (SAR) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP) محسوبة من SAR أو (adjSAR) أو (adjRNa).

pH	EC	المجموعة
٧,١٧	أ ٢,٣٧	1
٧,٢	ب ٣,٥٢	2
٧,١٤	ج ٤,٦٦	3
٧,٠٨	د ٥,٩٥	4
n.s	٣,٠٥	قيمة اقل فرق معنوي ٠,٠٥

\* الحروف تدل على مدى اختلافات متوسط المجموعات الأربع.

الجدول 3: متوسطات قيم الملوحة (EC) ورقم الحموضة (pH).

# تابع

## ٣. تصنيف مياه الآبار:

إستاداً إلى تصنيف منظمة الأغذية الزراعية الدولية في روما ( Ayers and Westcot, 1985 ) نجد أن مياه الآبار المدروسة تصنف بأنها مياه متوسطة إلى مرتفعة الملوحة ومنخفضة إلى متوسطة في نسبة الصوديوم . ويمكن استخدام هذه المياه في الترب جيدة النفاذية على أن يكون هناك غسيل منتظم لمنع تراكم الأملاح في قطاع التربة أو سيادة عنصر الصوديوم على العناصر الأخرى ويجب أن يصاحب الغسيل إضافة بعض المحسنات مثل الأحماض أو الجبس الزراعي سواء للمياه أو إلى التربة .

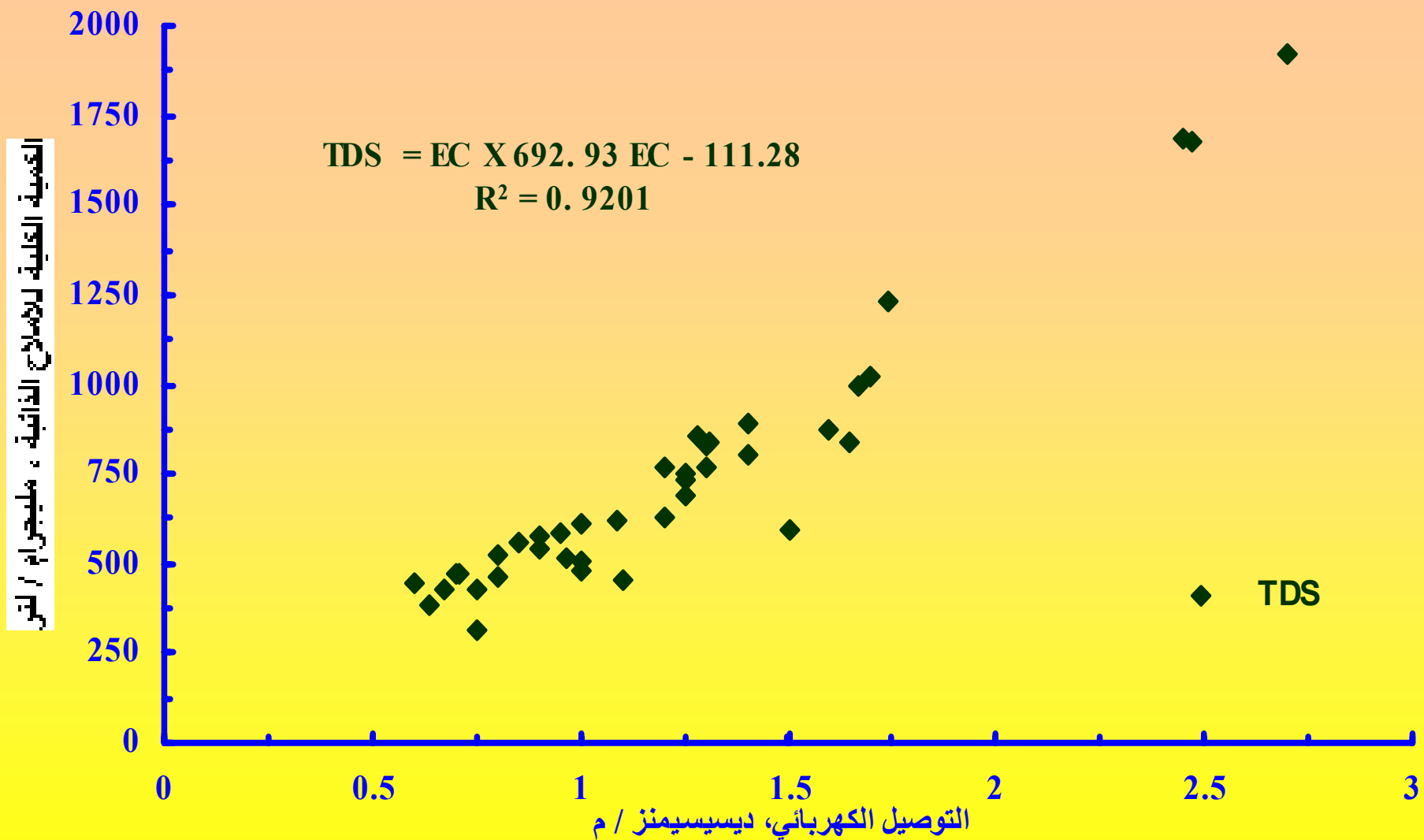


## تابع

٤ . العلاقة بين التوصيل الكهربائي والأملاح الكلية الذائبة في مياه الصرف الصحي المعالجة :

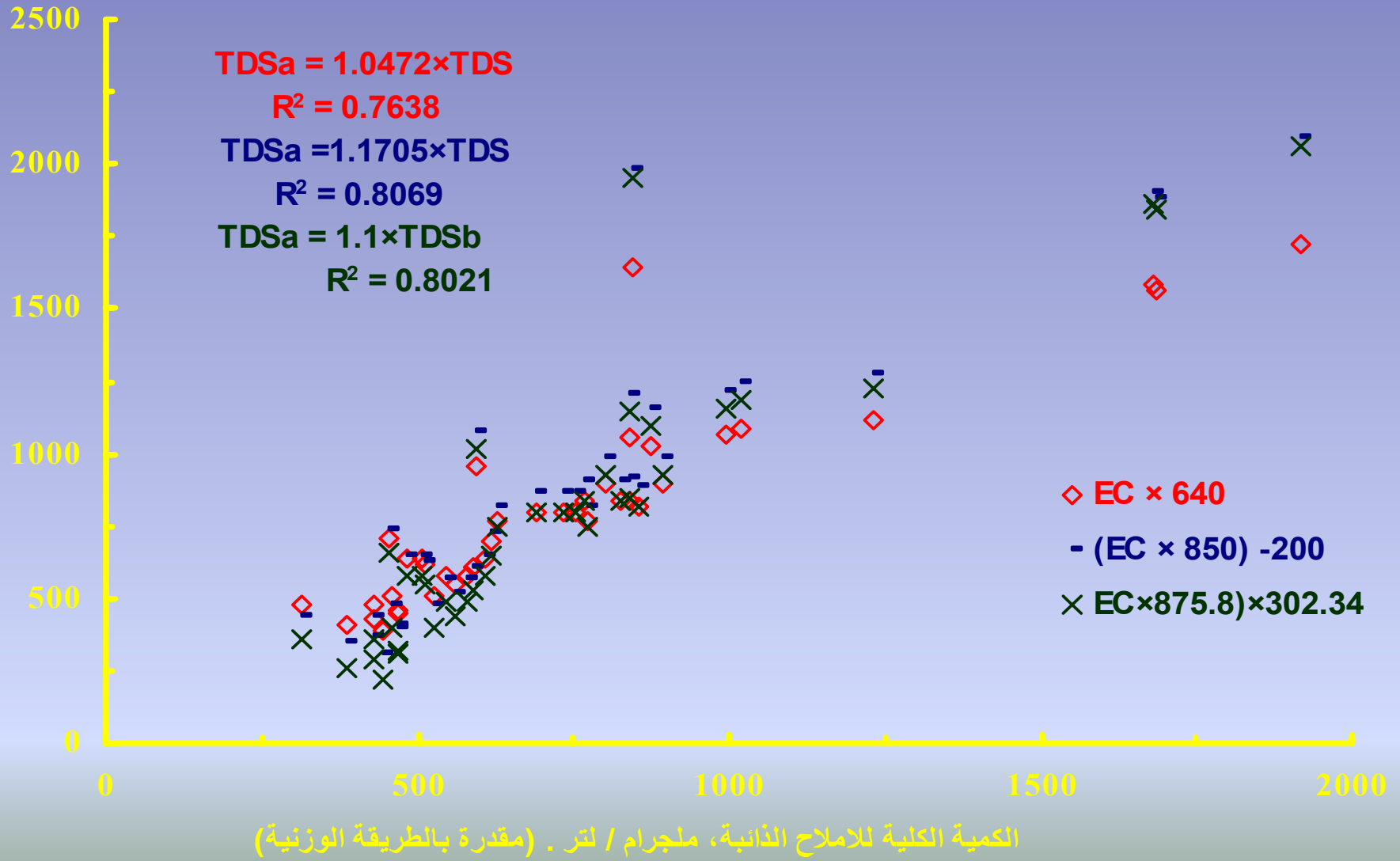
العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة (TDS) المقطرة بالطريقة الوزنية معبراً عنها بالميلجرام / لتر مع التوصيل الكهربائي (EC) المقاسة معبراً عنها بالديسيمنز/ م (  $EC \text{ dS m}^{-1}$  ) لمياه الصرف الصحي المعالجة في منطقة الرياض :

$$(13)..... \quad TDS(ppm) = (EC \times 692.93) - 111.28$$



الشكل ٦. العلاقة بين قيمة التوصيل الكهربائي المقاسة والكمية الكلية للأملاح الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية في مياه الصرف .

الكمية الكلية للأصلاح الذائبة ، ملليجرام / لتر. (بالطريق الحسابية)



الشكل ٧: العلاقة بين قيم الكمية الكلية للأصلاح الذائبة المقطرة بالطريقة الوزنية و قيم الكمية الكلية للأصلاح الذائبة محسوبة من المعادلات في مياه الصرف.

# تابع

## ٥. مياه الصرف الصحي المعالجة:

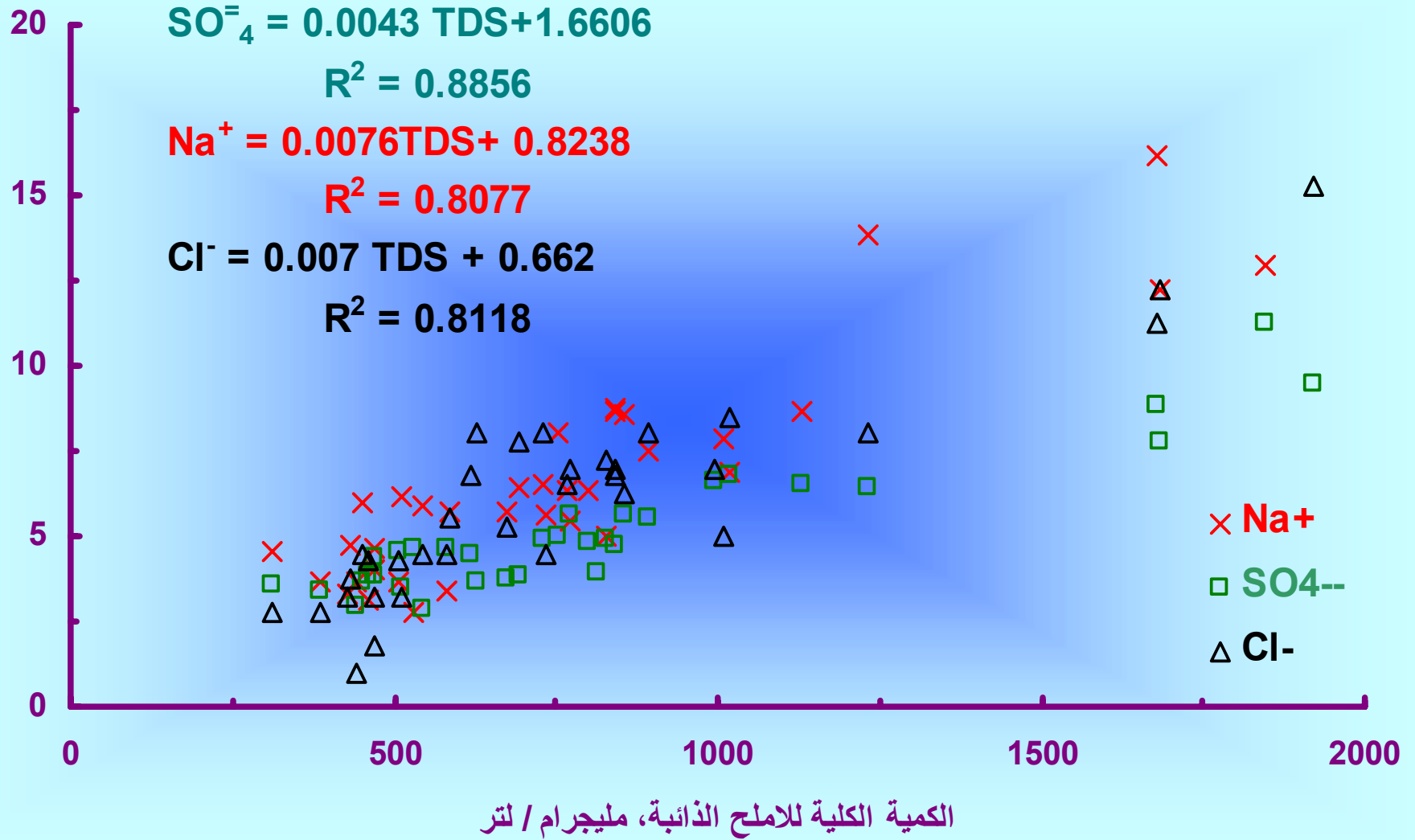
- أوضحت النتائج أن قيم الرقم الهيدروجيني في مياه الصرف الصحي المعالجة تراوحت بين (٦,٢١ - ٧,٩٥).
- تراوحت قيم التوصيل الكهربائي ما بين (٠,٧ إلى ٢,٧) . بينما تراوحت قيم الكمية الكلية للأملاح الذاتية مقدرة بالطريقة الوزنية بين (٣١٢ - ١٩٢٠ ميلجرام / لتر).
- كانت السيادة في الكاتيونات للصوديوم . حيث تراوحت القيم فيه ما بين (٢,٧٤ - ١٦,٢ ملليمكافئ/ لتر) ثم الكالسيوم وكانت بين (١,٣ - ٨,٣٥ ملليمكافئ/ لتر) . أما الأنيونات فقد كانت السيادة فيها للكلوريد و الكبريتات وكانت القيم بين (١ - ١٥,٢٥ ملليمكافئ/ لتر) للكلوريد و ما بين (٢,٧ - ١١,٢١ ملليمكافئ/ لتر) للكبريتات.
- مياه الصرف الصحي المعالجة في منطقة الرياض تحتوي على نسب منخفضة جداً من كربونات الصوديوم المتبقية.



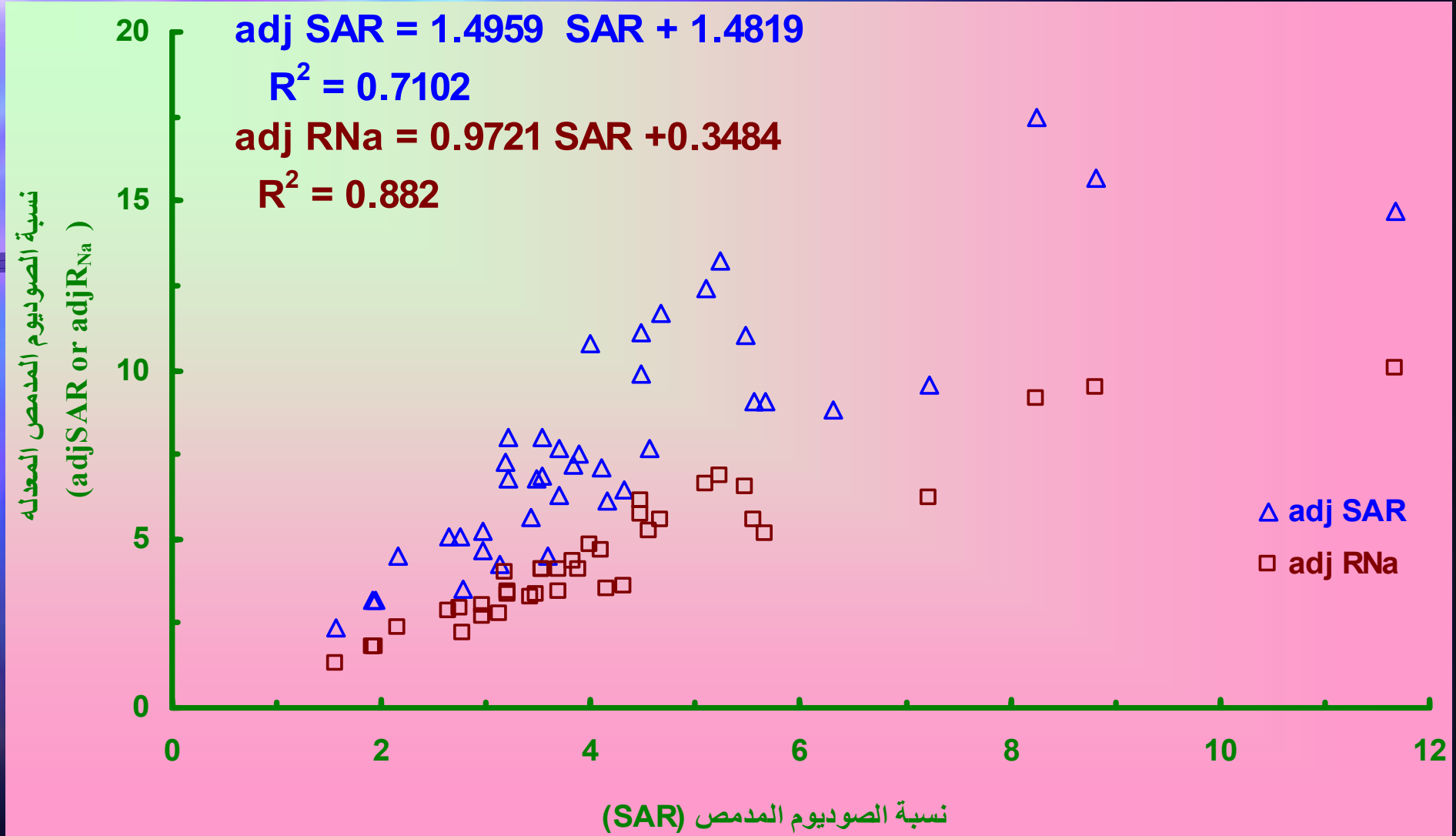
# تابع

- معظم مياه الصرف الصحي المعالجة غير قادرة على ترسيب كربونات الكالسيوم حيث كانت قيم معامل التشبع (SI) سالبة.
- مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة تحتوي على نسب منخفضة من الكلوريد (1 – 15.25 ملليمكافئ/ لتر) لا تتجاوز الحد الحرج وذلك عندما يكون الري سطحي، بيد أنه عند استخدام طريقة الري بالرش فقد يكون هناك سمية على النباتات، أما عنصر البورون فقد تراوحت القيم ما بين ( 0.01 إلى 1.56 مليجرام / لتر) وتقل معظم قيم البورون عن 0.7 مليجرام / لتر لذلك فلا يوجد خطورة من سمية البورون تشكلها مياه الصرف الصحي المعالجة، فيما تراوحت قيم النترات ما بين ( صفر إلى 15.2 مليجرام / لتر) وتشكل معظم الكميات الموجودة في مياه الصرف الصحي خطورة متوسطة. وبالنسبة للبيكربونات فإنها تراوحت بين (0.75-8.25 ملليمكافئ/ لتر) وهي في معظمها متوسطة الخطورة.

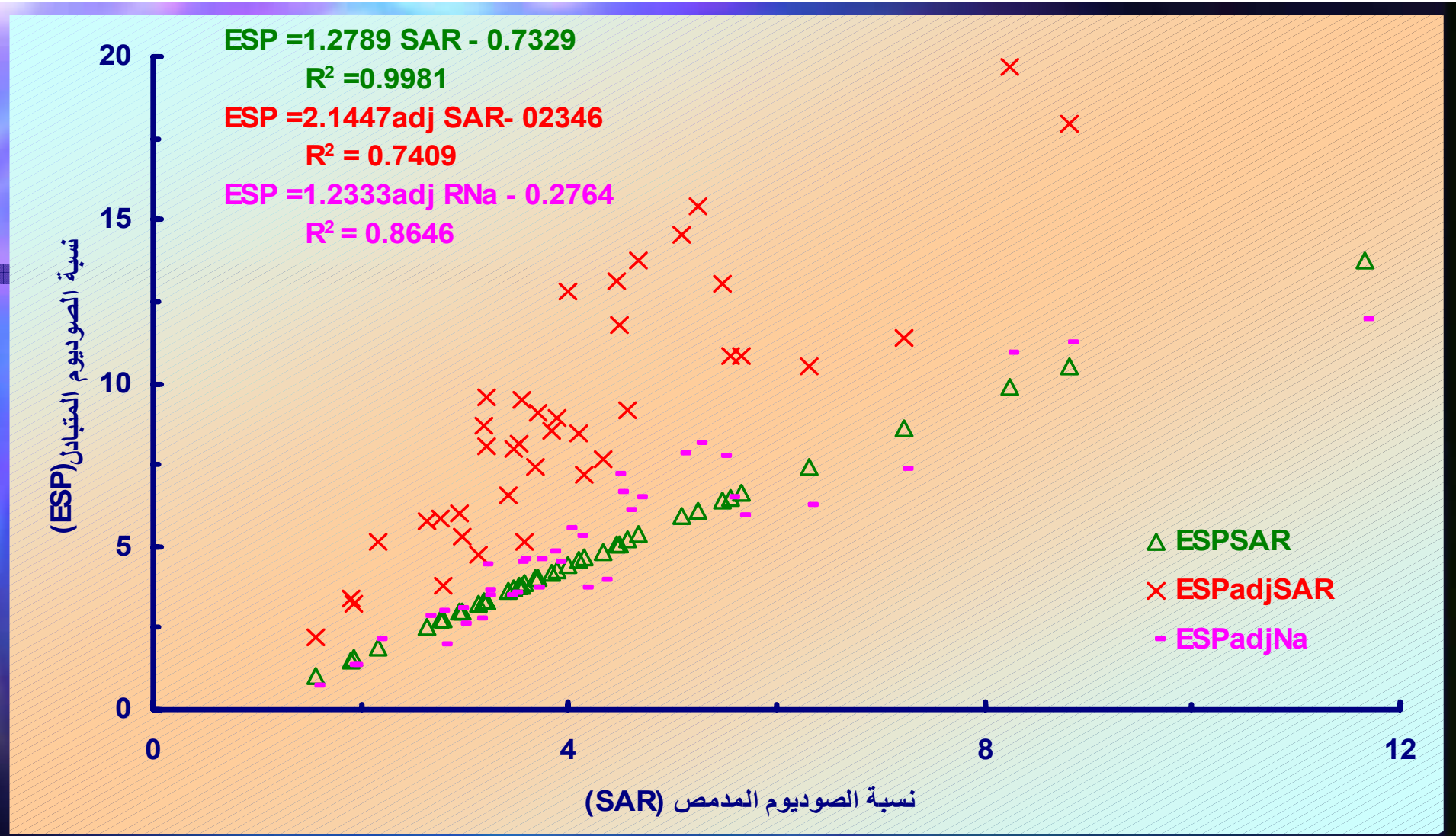
تركيز الصوديوم والكبريت والكلوريد ، ملليجرام / لتر



الشكل ٨. العلاقة بين الكمية الكلية للأملاح الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والكبريتات في مياه الصرف.

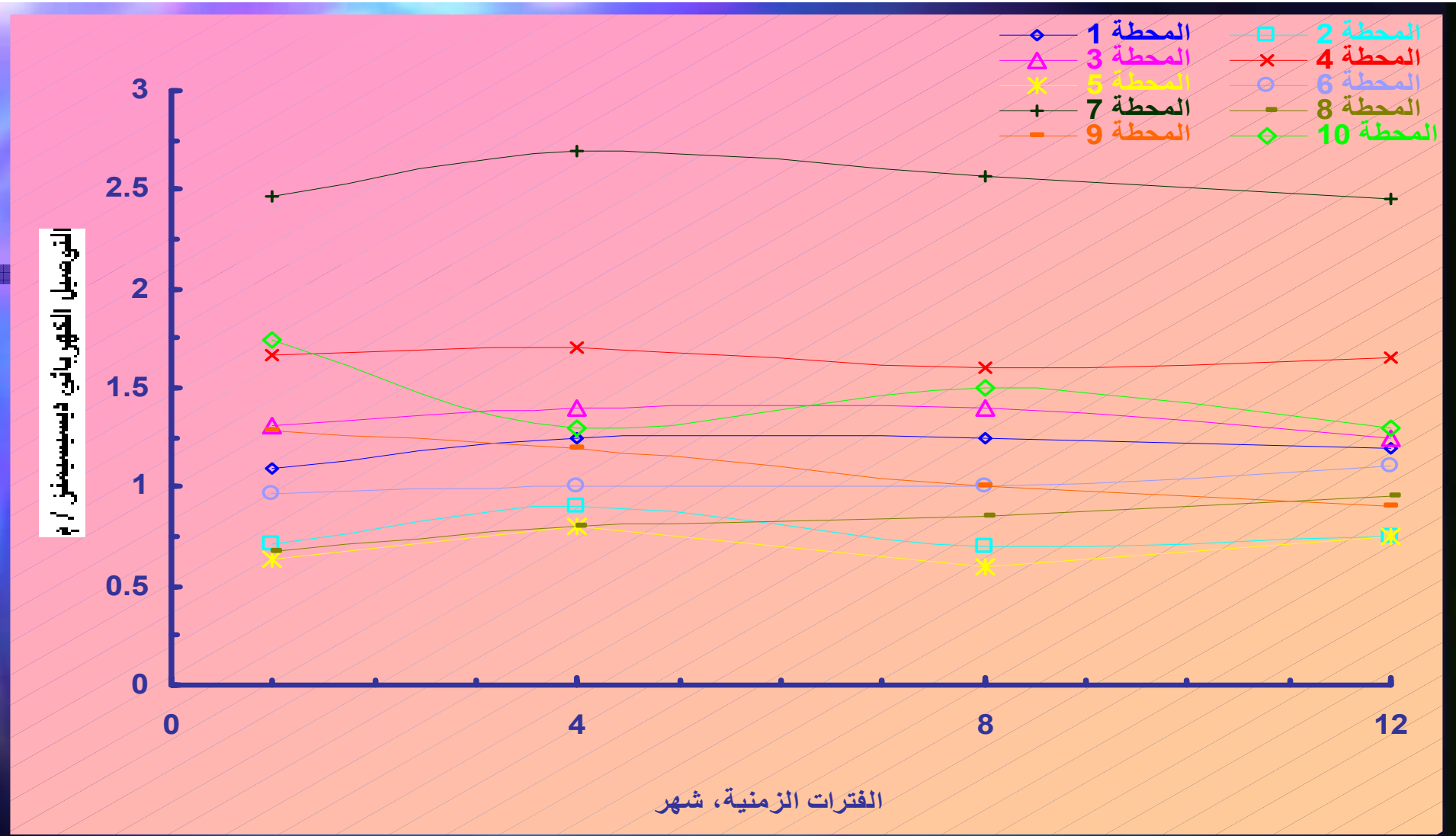


الشكل رقم 9. العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص (SAR) ونسبة الصوديوم المدمص المعدلة (adjSAR) أو (adjRNA).



الشكل 10 . العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص (SAR) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP) محسوبة من SAR أو (adjSAR) أو (adjRN a).





الشكل ١١. تغير التوصيل الكهربائي مع الزمن للمحطات العشرة خلال فترة الدراسة.

# تابع

## ٦. تصنيف مياه الصرف الصحي المعالجة:

إستادا إلى تصنيف منظمة الأغذية الزراعية الدولية (Ayers and Westcot, 1985) نجد أن مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة تصنف بأنها مياه متوسطة إلى مرتفعة الملوحة ومنخفضة إلى متوسطة في نسبة الصوديوم .

# تابع

## أ- التسرب:

### ١. تقدير التسرب باستخدام جهاز الغمر

■ عند أي نوعية من المياه أو التربة هناك زيادة في التسرب التراكمي مع الزمن ولكن هناك اختلافات في التسرب التراكمي بين أنواع التربة المستخدمة في الدراسة.

■ نوعية المياه ليس لها تأثير كبيراً على قيم التسرب التراكمي في الترب الرملية والرملية الطميية.

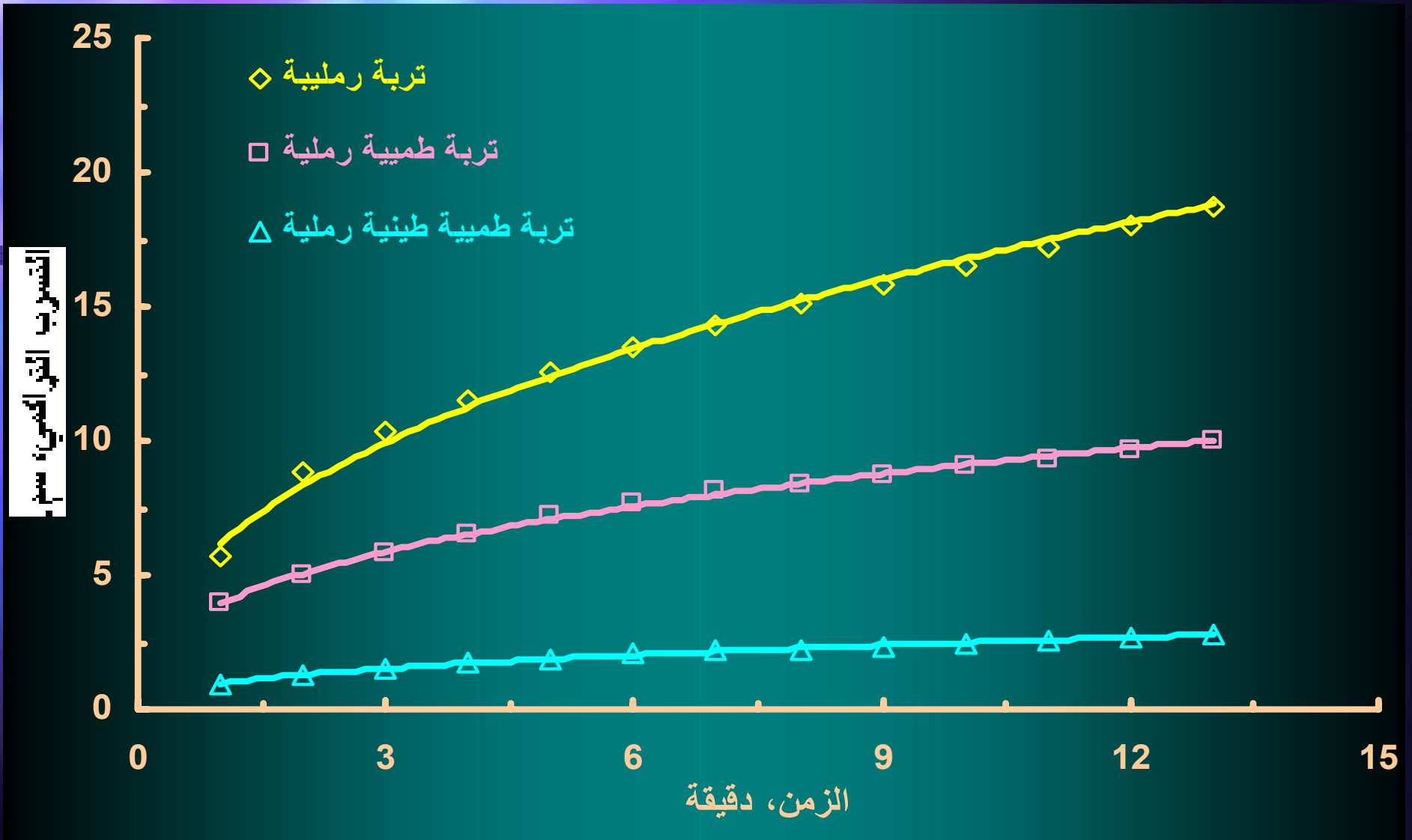
■ يعزى عدم الاختلاف في قيم التسرب باستخدام النوعية المختلفة من الماء إلى محتوى التربة والمياه من عنصر الصوديوم حيث كانت قيم SAR منخفضة. أما الاختلاف في قيم التسرب التراكمي بين الترب المختلفة فسببه اختلاف قوام التربة.

■ التسرب التراكمي في الترب الطمية الطينية الرملية باستخدام مياه الآبار كانت أعلى نسبياً وقد يعزى ذلك لارتفاع ملوحة مياه البئر المستخدمة (  $EC = 4.7$  dS/m ) حيث أدى إلى تجميع حبيبات التربة.

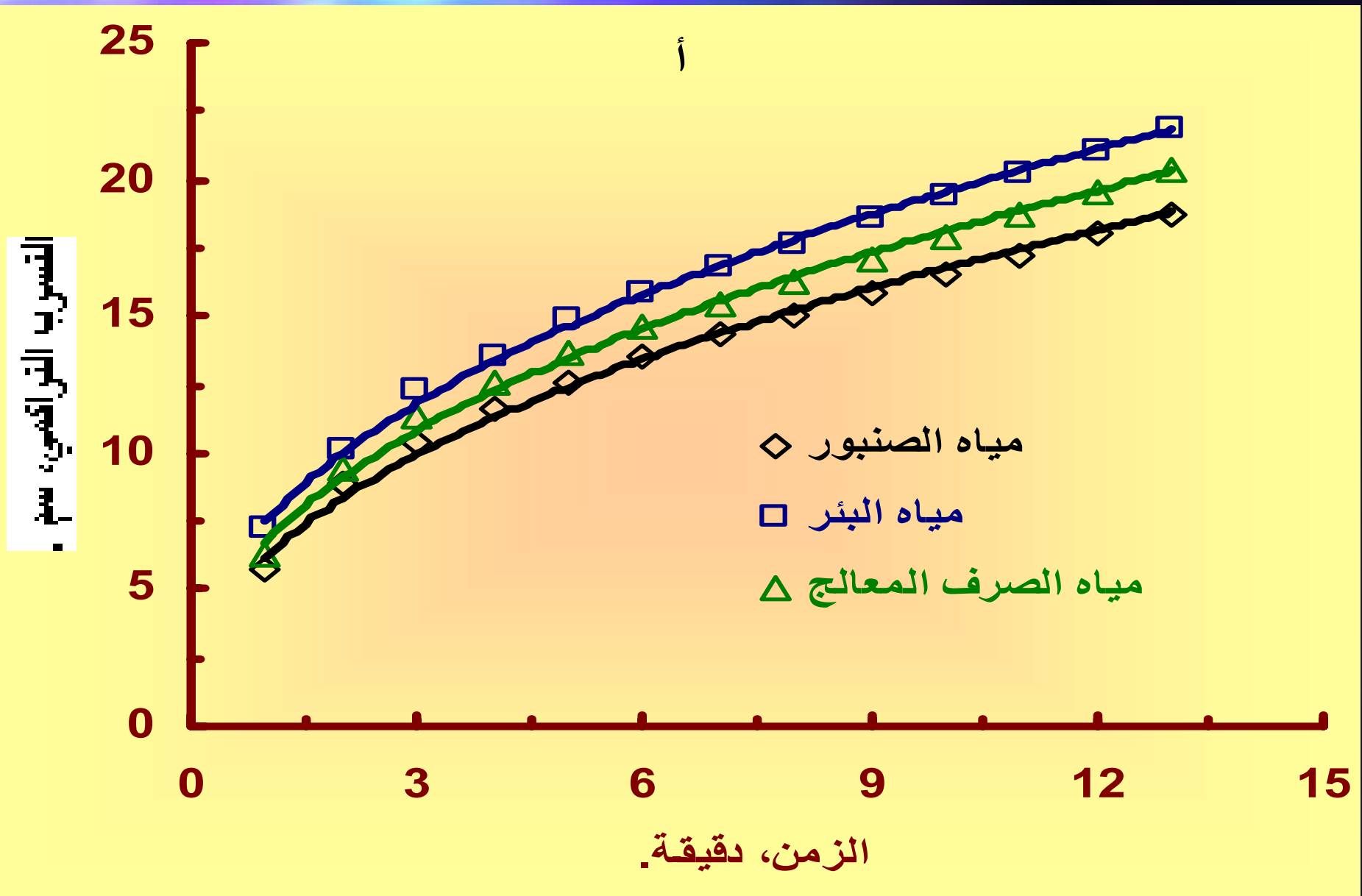
n	$\beta$	$R^2$	نوعية التربة	نوعية المياه
٠,٤٣	٦,١٨	٠,٩٩٠	تربة رملية	ماء الصنبور
٠,٣٦	٣,٩	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٤٠	٠,٩٨	٠,٩٩٩	تربة طميية طينية رملية	
٠,٤٢	٧,٤٦	٠,٩٩٧	تربة رملية	ماء البئر
٠,٣٥	٤,١٤	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٥٣	١,٠٨	٠,٩٩٥	تربة طميية طينية رملية	
٠,٤٣	٦,٧٥	٠,٩٩٣	تربة رملية	ماء معالج
٠,٣٤	٣,٨٦	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٣٨	٠,٩٢	٠,٩٩٧	تربة طميية طينية رملية	

جدول ٣ : ثوابت معادلة كوستيكوف المستخدمة في توضيح العلاقة بين التسرب التراكمي ونوعية المياه لترب مختلفة القوام في تجربة جهاز الغمر.

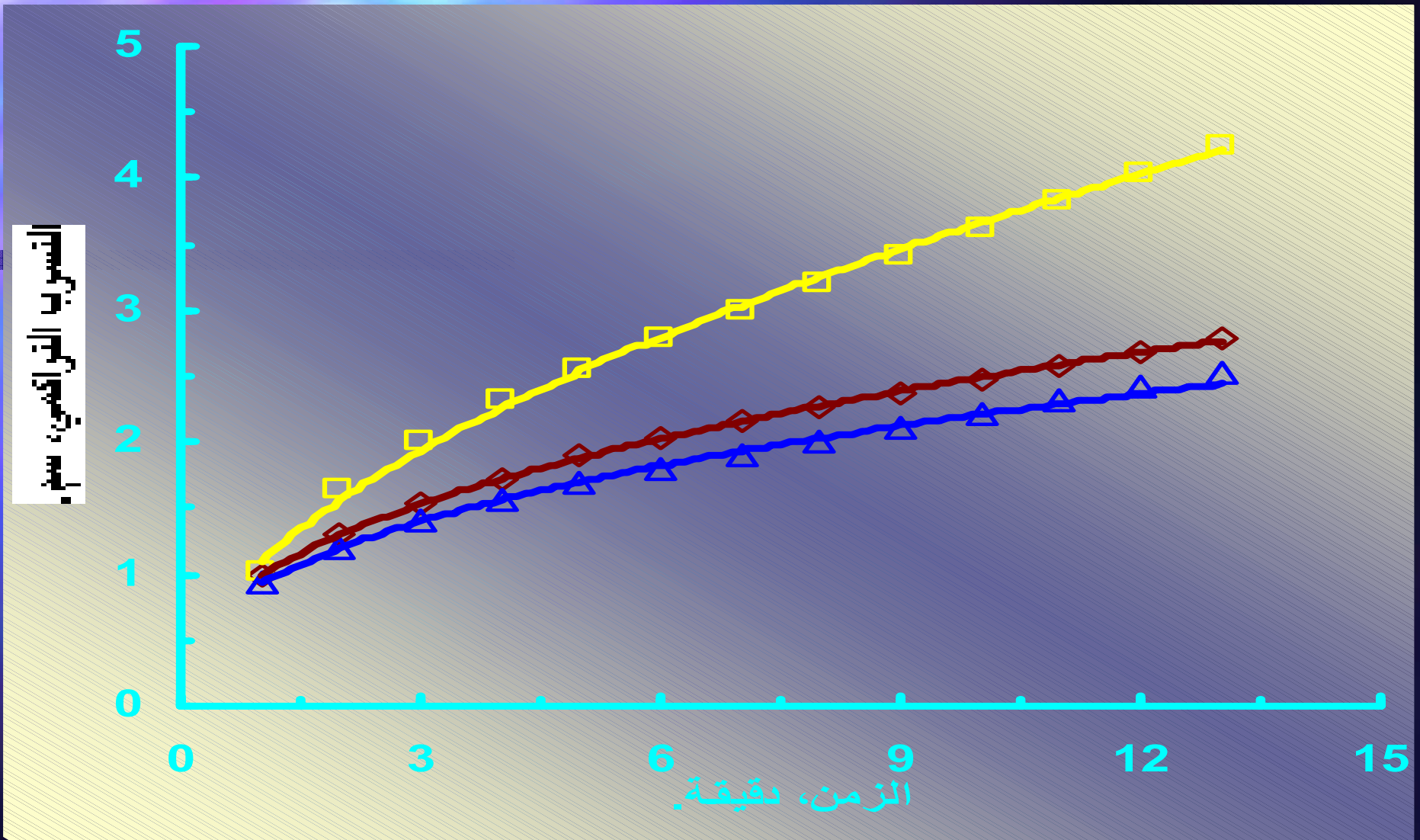




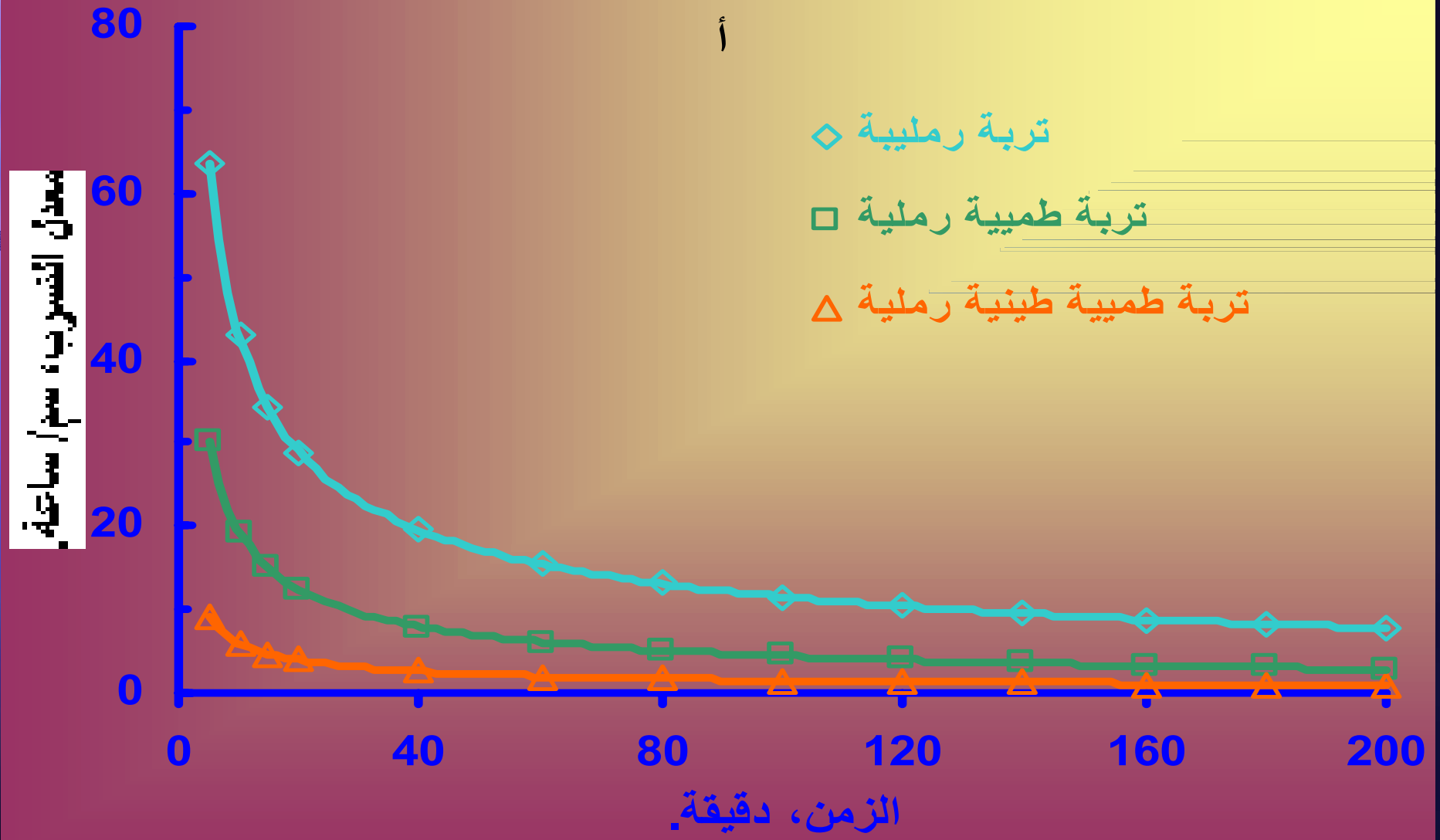
الشكل ١٢. تأثير اختلاف القوام على معدل التسرب التراكمي للتربة مع مياه البئر.



الشكل ١٣. تأثير اختلاف نوعية المياه على التسرب التراكمي لتربة رملية.

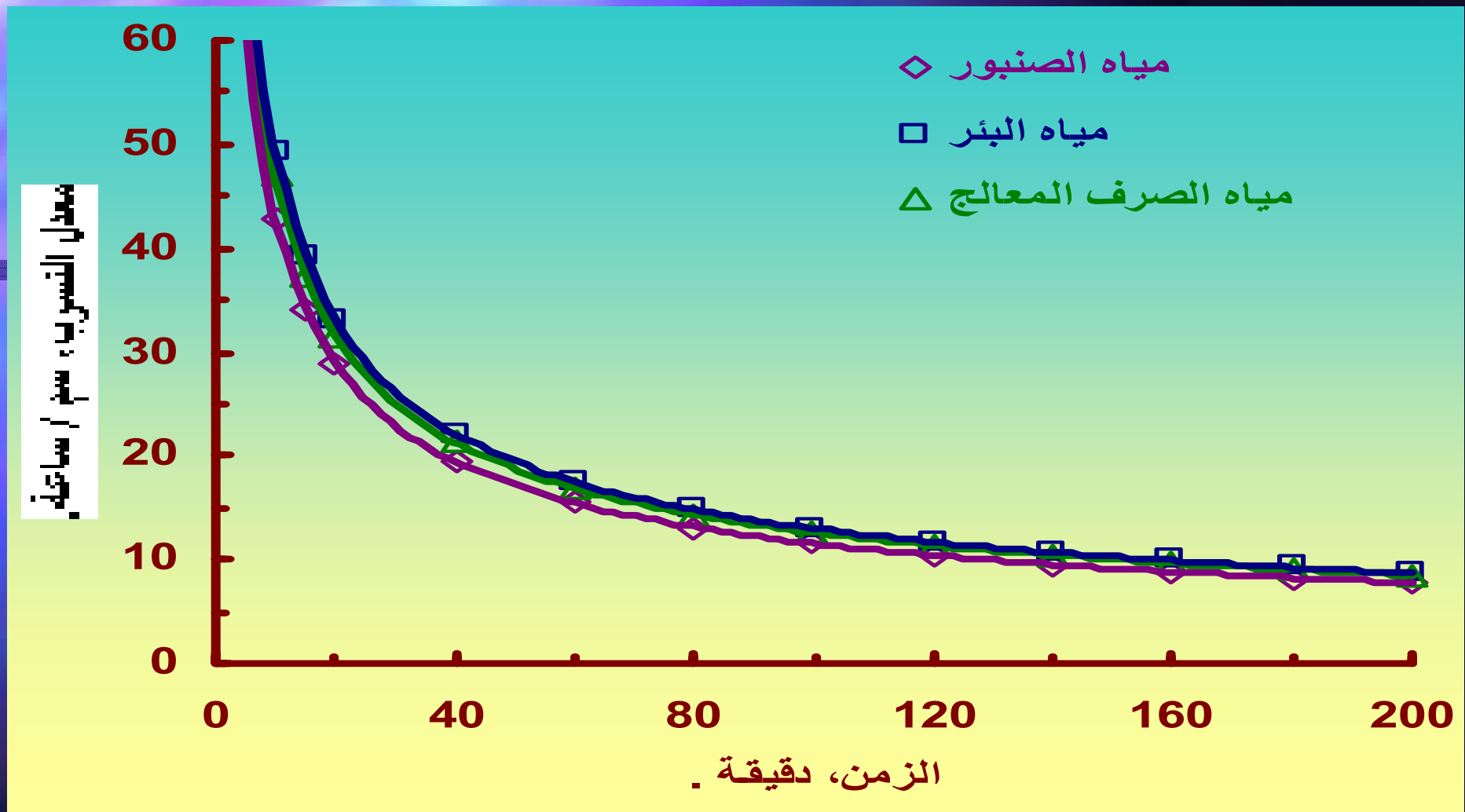


الشكل ١٤. تأثير اختلاف نوعية المياه على التسرب التراكمي لتربة طميية طينية رملية .

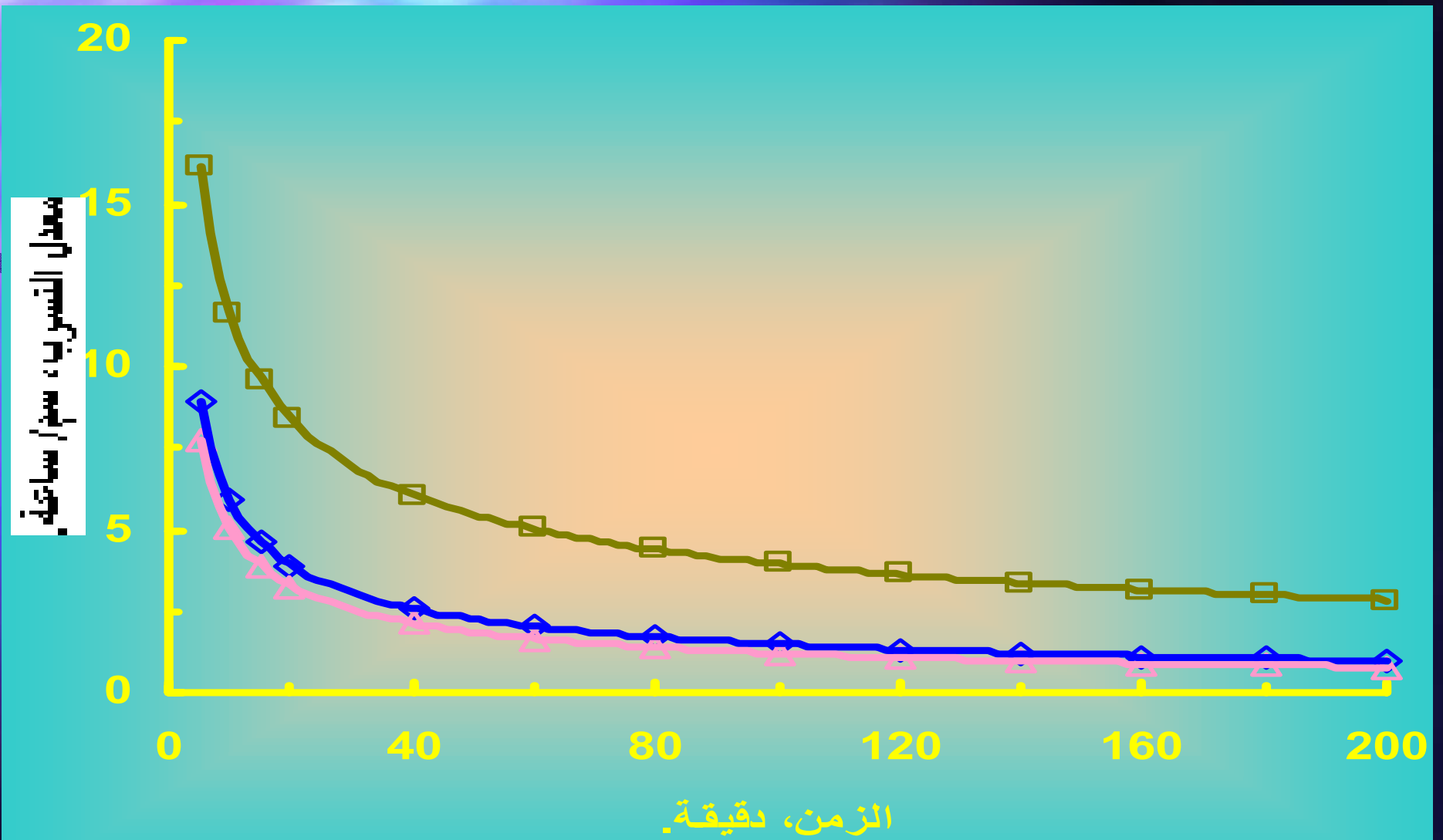


الشكل ١٦. تأثير اختلاف القوام على معدل التسرب مع مياه الصنبور.

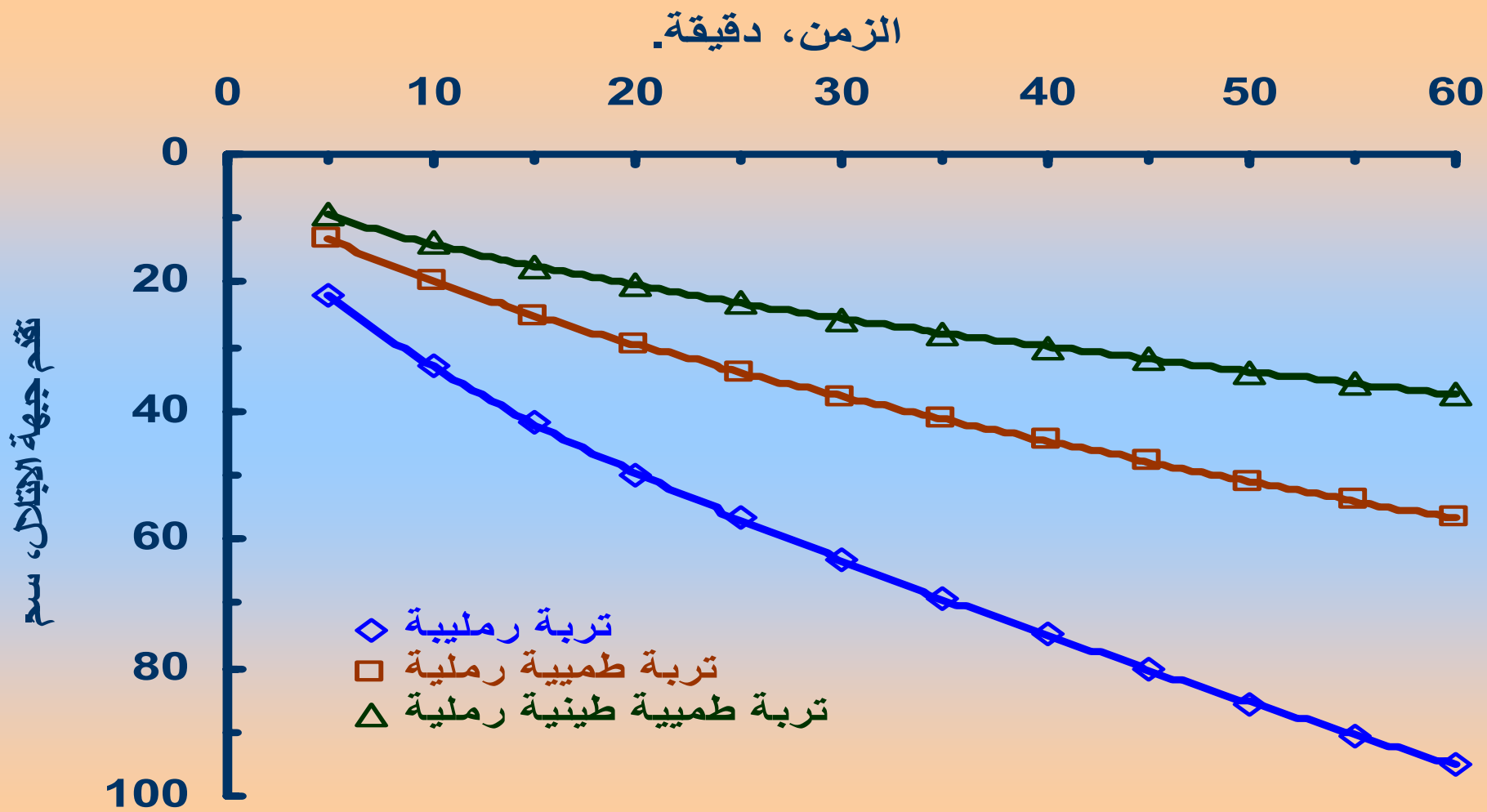




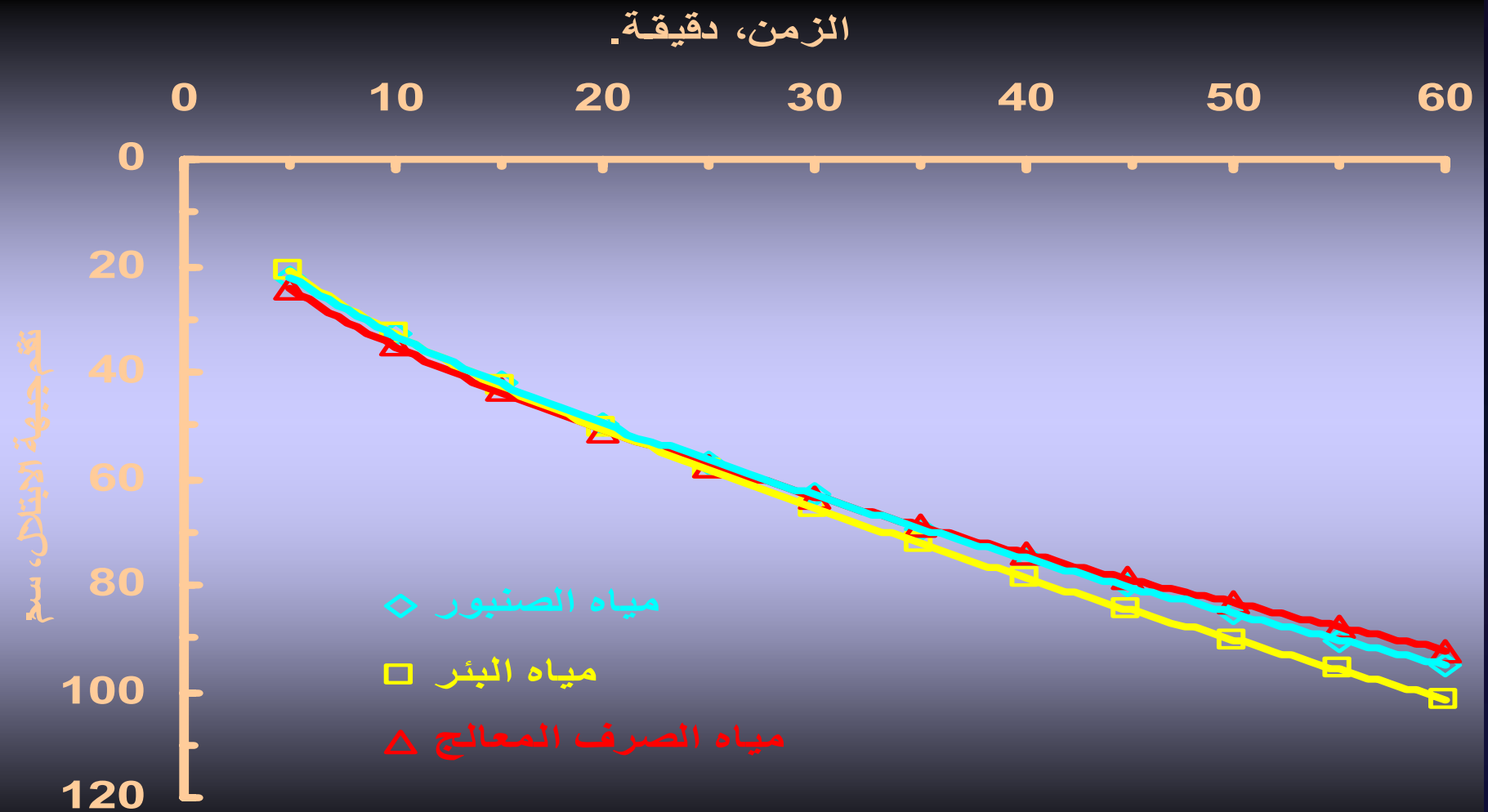
الشكل ١٧. تأثير نوعية المياه على معدل التسرب للتربة رملية.



الشكل ١٨. تأثير نوعية المياه على معدل التسرب للتربة طميية طينية رملية .

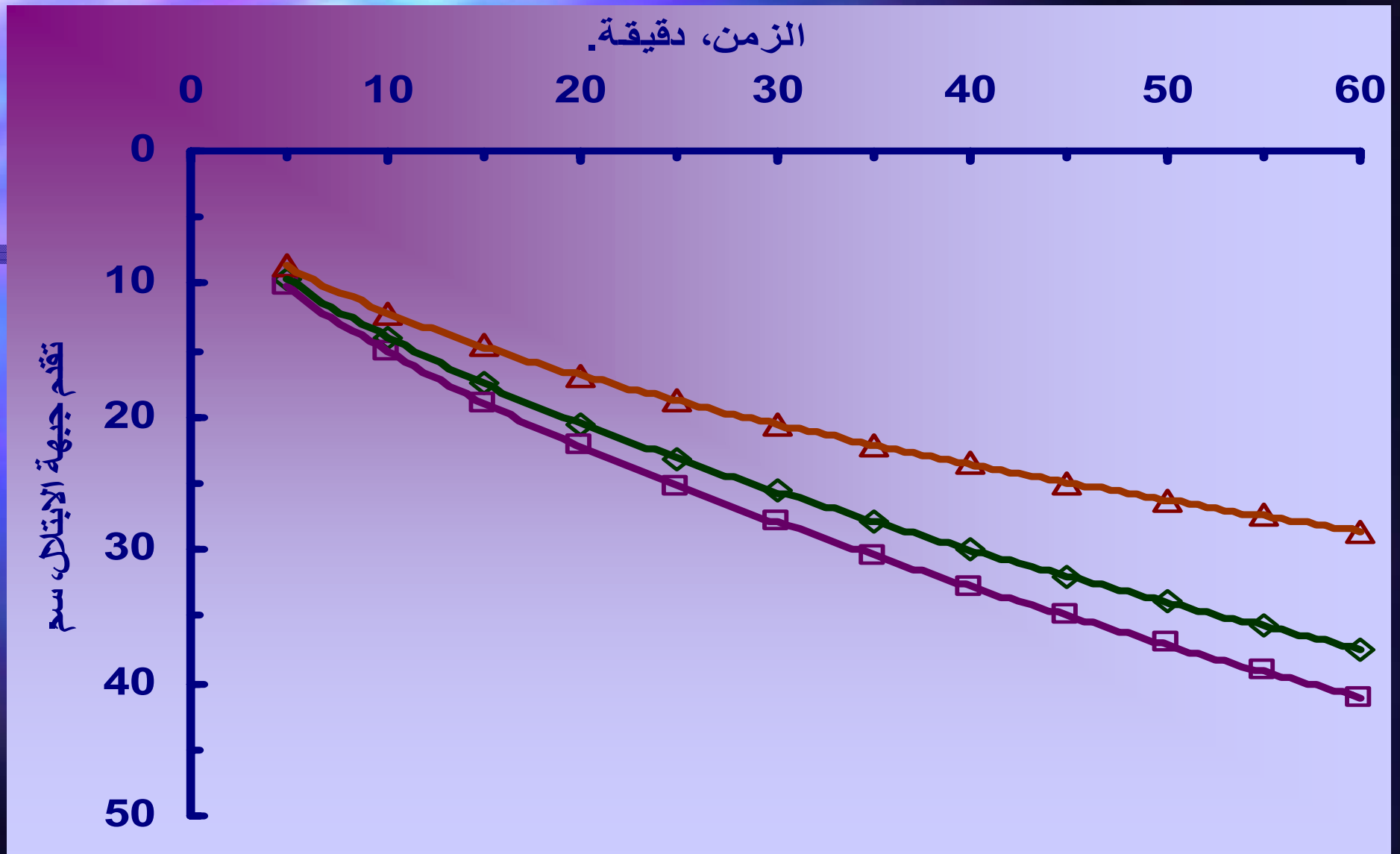


الشكل ١٦. تأثير اختلاف القوام على تقدم جبهة الابتلال مع مياه الصنبور.



الشكل ١٧. تأثير اختلاف نوعية المياه على تقدم جبهة الابتلال للتربة رملية.





الشكل ١٨. تأثير اختلاف نوعية المياه على تقدم جبهة الابتلال للتربة طميية رملية.

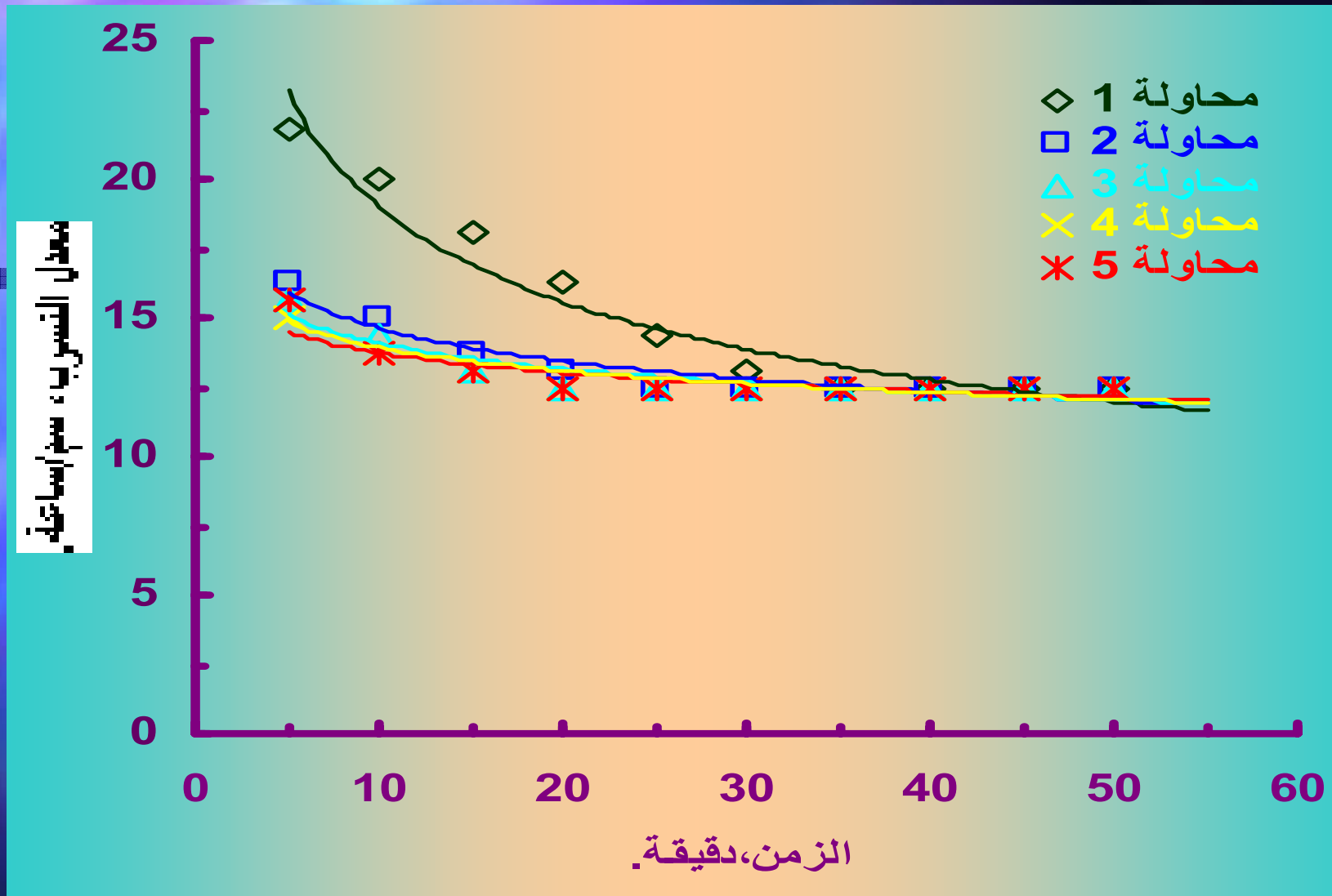
نوعية المياه	نوعية التربة	R <sup>2</sup>	a	b
ماء الصنبور	تربة رملية	٠,٩٩	٨,٥	٠,٥٩
	تربة رملية طميية	٠,٩٩٨	٥,٠٧	٠,٥٩
	تربة طميية طينية رملية	٠,٩٩٩	٣,٩٤	٠,٥٥
ماء البئر	تربة رملية	٠,٩٩٩	٧,٦٩	٠,٦٣
	تربة رملية طميية	٠,٩٩	٥,٧٥	٠,٥٨
	تربة طميية طينية رملية	٠,٩٩٧	٤,١٥	٠,٥٦
ماء معالج	تربة رملية	٠,٩٩٦	١٠,١	٠,٥٤
	تربة رملية طميية	٠,٩٩٤	٦,٤٢	٠,٤٩
	تربة طميية طينية رملية	٠,٩٩٨	٤,٠١	٠,٤٨

جدول ٤ : ثوابت معادلة كوستيكوف المستخدمة في توضيح العلاقة بين تقدم جبهة الابتلال ونوعية المياه لترب مختلفة القوام في تجربة جهاز الغمر.

# تابع

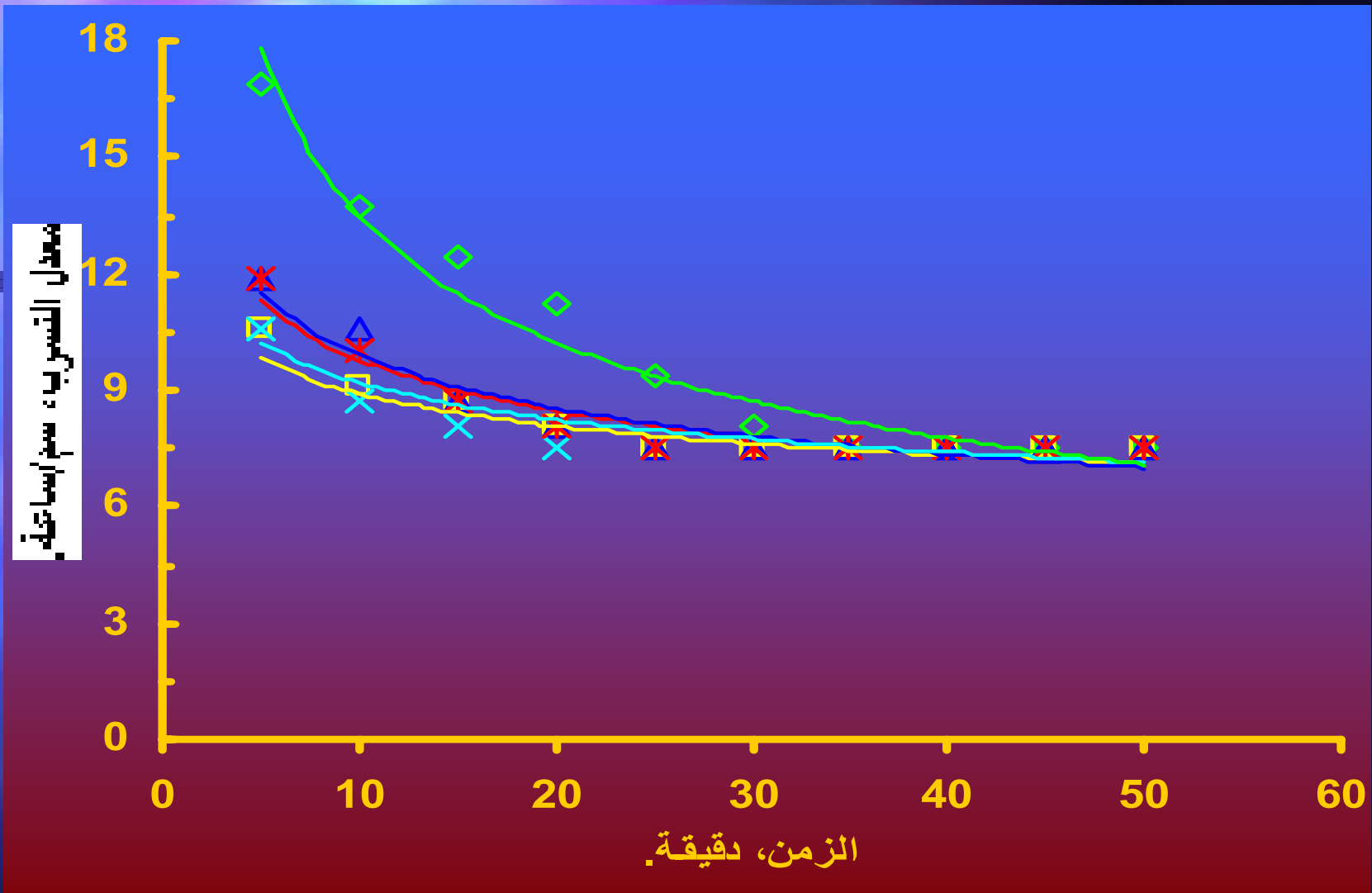
## ٢. تقدير التسرب باستخدام جهاز محاكاة المطر :

معدلات التسرب في الاضافة الأولى كانت عالية في البداية ثم تنخفض معدلات التسرب باستمرار التجربة. هذا الاتجاه لوحظ لكل نوعية من الماء اختبرت باستخدام التربة الرملية والتربة الرملية الطميية والتربة الطميية الطينية الرملية . الانخفاض في معدلات التسرب مع زيادة عدد الإضافات في التجربة إلى الخامسة مثلاً قد يرجع إلى مستوى الرطوبة الأساسي في التربة حيث يلاحظ أن معدلات التسرب كانت اقل مع سطح التربة الرطب مقارنة بـ سطح التربة الجاف حيث الرطوبة تؤدي إلى استقرار الحبيبات الناعمة للتربة عند إضافته لها.

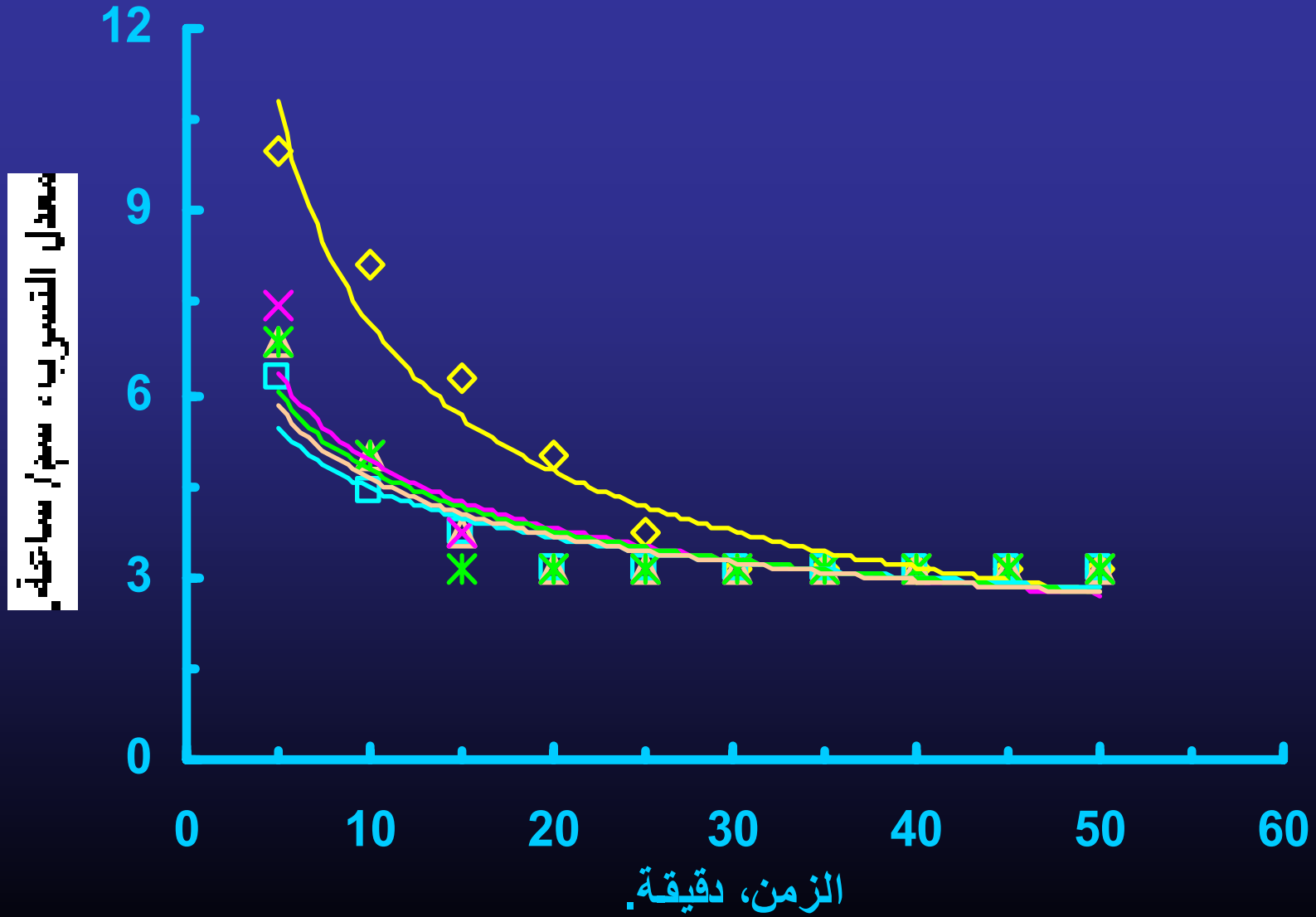


شكل ١٩. خمس مكررات تبين تأثير نوعية المياه على معدل التسرب في تربة رملية مع مياه الصنبور.

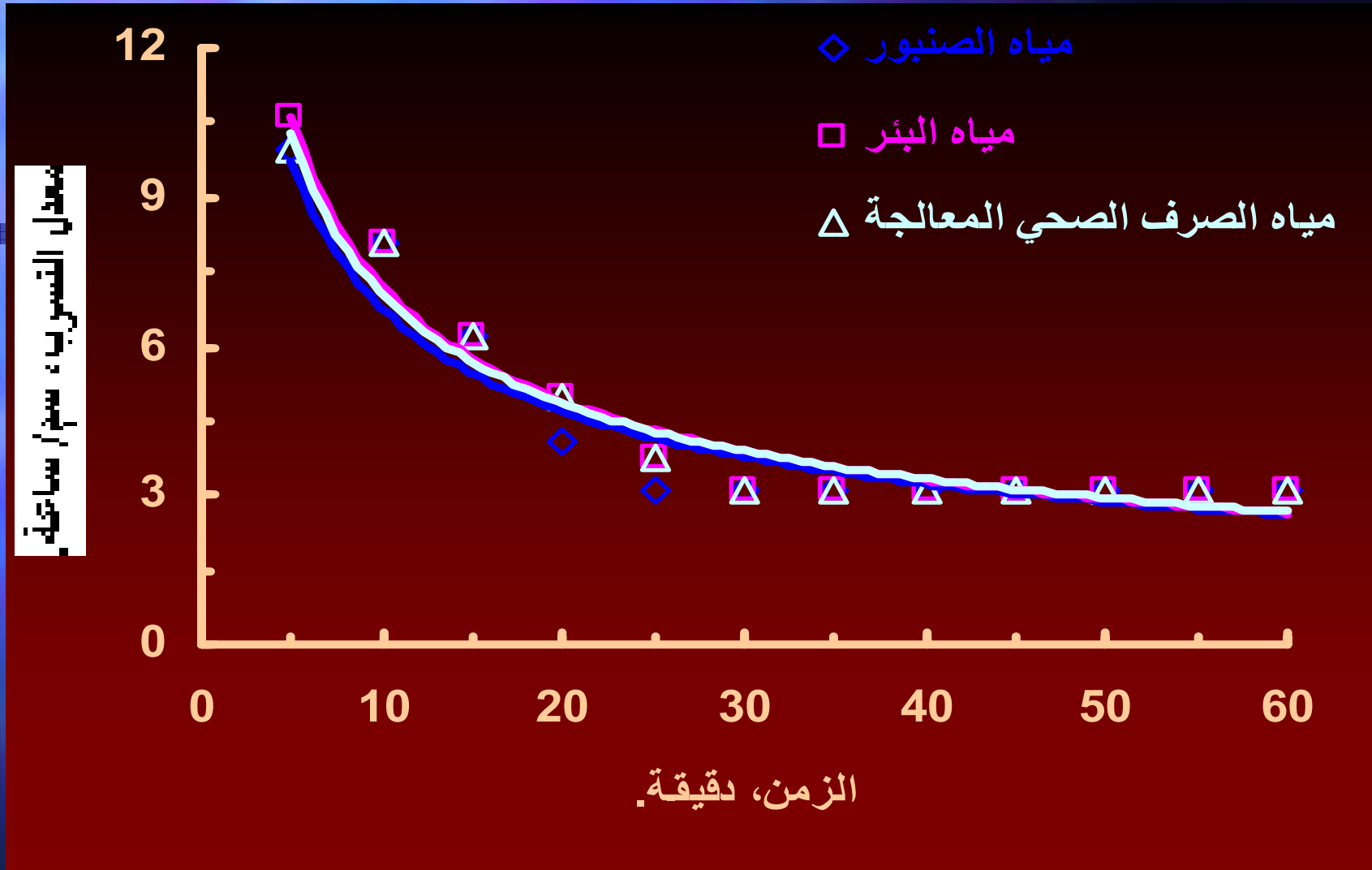




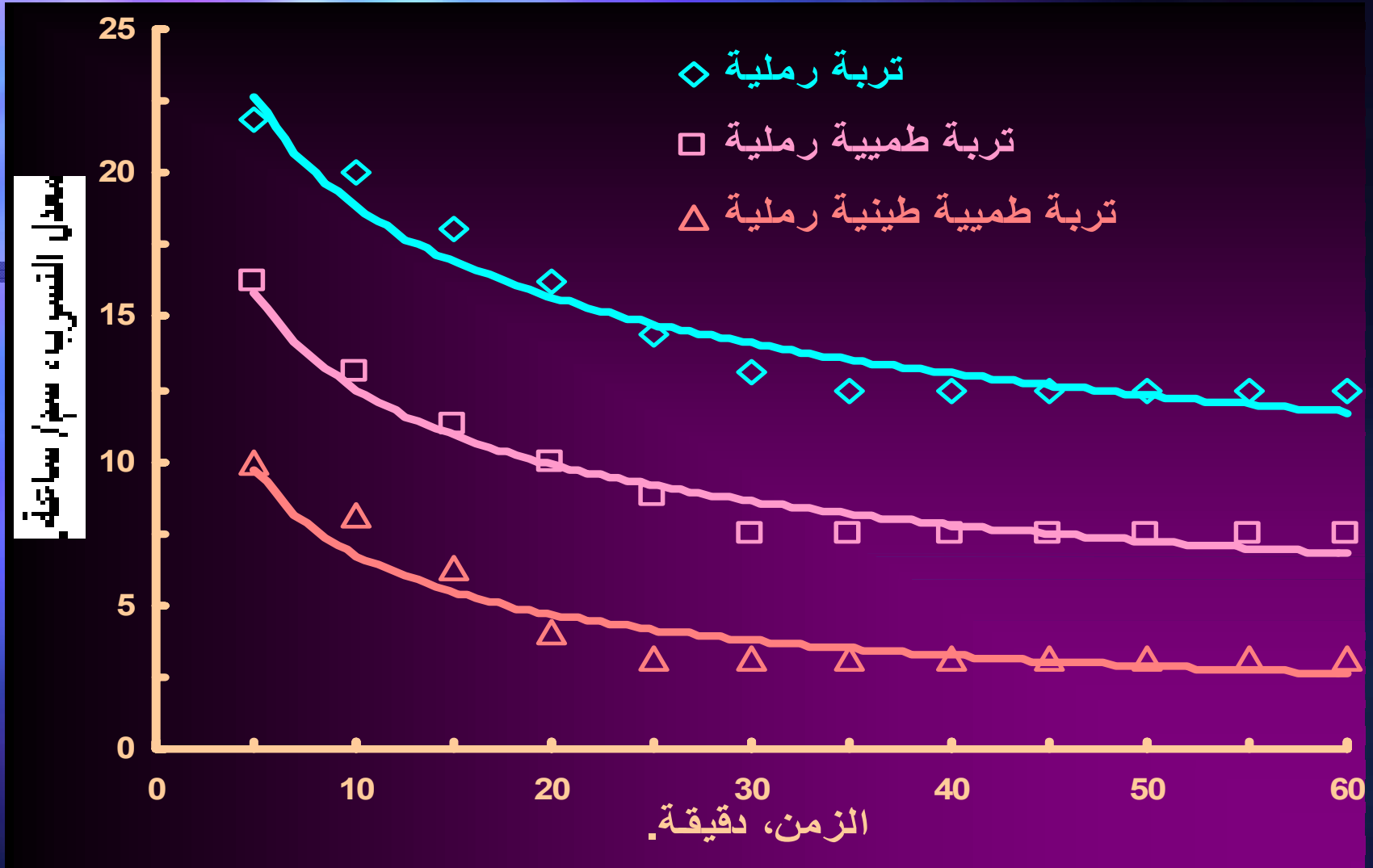
شكل ٢٠. خمس مكررات تبين تأثير نوعية المياه على معدل التسرب في تربة رملية طميية مع مياه البئر.



شكل ٢١. خمس مكررات تبين تأثير نوعية المياه على معدل التسرب في تربة طميية طينية رملية مع مياه الصرف الصحي المعالجة .



شكل ٢٢. تأثير نوعية المياه على معدل التسرب في تربة طميية طينية رملية.



شكل ٢٢. تأثير القوام على معدل التسرب في التربة في مياه الصنبور.



n	$\beta$	$R^2$	نوعية التربة	نوعية المياه
٠,٧١	٤,٣	٠,٩٩٩	تربة رملية	ماء الصنبور
٠,٦٣	٣,٩٥	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٤١	٥,٥٤	٠,٩٩٩	تربة طميية طينية رملية	
٠,٧١	٤,٥٥	٠,٩٩٩	تربة رملية	ماء البئر
٠,٦٠	٤,٧٠	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٣٩	٦,٥	٠,٩٩٩	تربة طميية طينية رملية	
٠,٧٢	٤,٣٥	٠,٩٩٩	تربة رملية	ماء معالج
٠,٦٢	٤,٢٥	٠,٩٩٩	تربة رملية طميية	
٠,٤١	٥,٧	٠,٩٩٩	تربة طميية طينية رملية	

جدول ٣ : ثوابت معادلة كوستيكوف المستخدمة في توضيح العلاقة بين التسرب التراكمي ونوعية المياه لترب مختلفة القوام في تجربة جهاز محاكات المطر.

# التوصيات

- يمكن استخدام هذه المياه سواءً مياه الآبار أو مياه الصرف الصحي المعالجة لإغراض الري خاصة في الترب الجيدة النفاذية مع ضرورة توفير المصارف وإضافة كمية من المياه تكفي لغسيل وإزالة الأملاح المتوقع تراكمها في التربة.
- إدارة التربة بشكل جيد وذلك بإضافة المحسنات والمواد العضوية لضمان استمرار استخدام هذه المياه للري.
- يوجد في مياه الري بعض العناصر التي قد تشكل سمية مثل الكلوريد والبورون فيجب متابعة نسبها في التربة لاتخاذ التدابير اللازمة قبل تفاقم المشكلة.
- مياه الصرف الصحي تحتوي على مواد عالقة قد تؤدي إلى إغلاق المسام خصوصاً في الترب ثقيلة القوام لذلك يجب متابعة نسبتها في مياه الري.
- عند تصميم مدة وفترات الري يجب مراعاة نوعية قوام التربة حيث أثبتت هذه الدراسة أن القوام يلعب دوراً مهماً في تحديد معدل التسرب لذلك فمن المهم إجراء قياسات على التربة لمعرفة معدل التسرب الأساسي لها لأن ذلك يضمن أن تكون كمية المياه المضافة للتربة اقل من قدرتها على اخذ الماء مما يحد من ظاهرة الجريان السطحي والتي تعمل على انجراف الطبقة السطحية، كما يقلل من هدر المياه.

## تابع

■ يجب الأخذ بعين الاعتبار عامل الزمن في علاقة نوعية المياه بالتربة فتراكم الأملاح أو صودية التربة قد تكون في بدايتها غير ملحوظة لذلك يجب الاهتمام بتحليل المياه والتربة بشكل دوري وربط النتائج بما هو حاصل في الحقل، ويمكن الاعتماد على معدل التسرب المائي كمؤشر عام على تغير خواص التربة الفيزيائية نتيجة للتغيرات الكيميائية.