بحوث جغرافية

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٥٠

العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة بالمملكة العربية السعودية

د. محمد بن عبد الله بن محمد الصالح

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٢هـ - ٢٠٠١م

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٥٠

العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة بالمملكة العربية السعودية

د. محمد بن عبد الله بن محمد الصالح

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٢هـ - ٢٠٠١م

ISSN 1018-1423
Key title=Buhut gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

أ.د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ	رئيس مجلس الإدارة.
أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. بدر بن عادل الفقير	أمين السر.
د. عبد الله بن حمد الصليع	أمين المال.
د. عبد الله بن صالح الرقيبة	عضو مجلس الإدارة.
د. إبراهيم بن صالح الدوسري	عضو مجلس الإدارة.
د. إبراهيم بن محمد علي الفقي	عضو مجلس الإدارة.
د. محمد بن مفرح القحطاني	عضو مجلس الإدارة.
د. خضران بن خضر الثبيتي	عضو مجلس الإدارة.

ح الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٢٣

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الصالح، محمد بن عبد الله بن محمد

العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة بالمملكة العربية السعودية.-الرياض.

٣١ص، ١٧×٢٤سم(سلسلة بحوث جغرافية، ٥٠)

ردمك: ٤-٣١٣-٣٧-٩٩٦٠

ردمد: ١٤٢٣-١٠١٨

١- الأمطار-المنطقة الوسطى (السعودية) ٢- المياه الجوفية أ- العنوان ب- السلسلة

ديوي: ٥٥١,٥٧٨٧٣ ٢٢/٣٥٨٦

رقم الإيداع: ٢٢/٣٥٨٦

ردمك: ٤-٣١٣-٣٧-٩٩٦٠

ردمد: ١٤٢٣-١٠١٨

بسم الله الرحمن الرحيم

قواعد النشر

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسة "بحوث جغرافية"، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير السلسلة .

٤- تقدم جميع الأصول مطبوعة على نظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows) على ورق بحجم A4، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر بخط Arabic Traditional للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين ، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش «بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة» . ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥] صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨سم، وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلصق على أماكنها .

٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين-على الأقل- في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها .

٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي :

يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً برقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف

ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

الكتـــــــــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة-إن وجد- ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر .

الدوريـــــــــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥-١٥) .

الكتـــب المحـــررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها .

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص .

تعريف بالباحث : د. محمد بن عبد الله بن محمد الصالح، أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.

الملخص

يحتوي الدرع العربي فقط على المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة أو صدوع. وبما أن هذا النوع من الخزانات-في الغالب- يشغل مساحات صغيرة تعتمد في تغذيتها على الأمطار المحلية الحالية، فإن كميات المياه فيها تتذبذب بشكل سريع وفقا لمعدلات التغذية والتصريف. ومع أن خزانات رواسب الأودية والصخور المجواة (الخزانات الضحلة) لا تحتوي على كميات كبيرة من المياه إلا أن المياه الجوفية فيها تعد المورد الطبيعي الدائم للمياه في المملكة العربية السعودية. ويعد وادي محيرقة أحد مناطق زراعة النخيل التقليدية في الدرع العربي بمحافظة القويعية، والتي تعتمد الزراعة فيه كلية على المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة وصدوع. ولأن تقدير التغذية السنوية متطلب سابق لتطبيق الإدارة السليمة بهدف تحقيق الاستفادة القصوى، لذا فقد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد العلاقة بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار في حوض وادي محيرقة كمحاولة لاستخلاص نموذج انحدار يمكن استخدامه للحصول على تقديرات تقريبية لتغذية المياه الجوفية. وقد دلت نتائج تحليل الانحدار على وجود علاقة انحدار ذات دلالة بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط كميات الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى. وتوصلت هذه الدراسة إلى نموذج الانحدار التالي:

الارتفاع السنوي لمستوى الماء الجوفي (م) = -٠,٦٨+ ٠,٠٦ × كمية الأمطار السنوية (مم)

مقدمة

يعد التساقط والمياه الجارية والمياه الجوفية الموارد الطبيعية للمياه. والتساقط هو المصدر الأصلي للمياه الجارية والمياه الجوفية، ولذا فإن المشكلة التقليدية التي تشترك فيها جميع البلدان في البيئات الجافة هي النقص الواضح في المياه. وبما أن المملكة العربية السعودية تقع ضمن الأقاليم الجافة وشبه الجافة التي تتصف بقلة وتذبذب الأمطار فيها، فإنها تخلو من الأنهار دائمة الجريان. وعليه تعد المياه الجوفية أهم الموارد الطبيعية للمياه فيها. وكما هو معروف تعتمد كميات المياه الجوفية المخزونة وتغذيتها بشكل رئيس على الخصائص المناخية والجيولوجية والجيومورفولوجية للمنطقة.

تقسم المملكة العربية السعودية إلى إقليمين جيولوجيين رئيسين هما الدرع العربي في الجزء الغربي منها، ويتكون بشكل رئيس من صخور نارية وصخور متحولة قديمة، وإلى الشرق من الدرع العربي يوجد الرف العربي، والذي يتكون من طبقات مائلة من الصخور الرسوبية. وبما أن المملكة العربية السعودية تتكون من إقليمين جيولوجيين، وكان يسود فيها في الماضي مناخ أكثر رطوبة مما هو عليه الآن، لذا فإن المياه الجوفية فيها يمكن تقسيمها إلى نوعين هما المياه الجوفية المتجددة في خزانات المياه الجوفية الضحلة Shallow Aquifers ، والمياه الجوفية الحفرية (غير المتجددة) في خزانات المياه الجوفية العميقة. ويحتوي الدرع العربي فقط على المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة Weathered أو صدوع Fractures. وبما أن هذا النوع من الخزانات-في الغالب- يشغل مساحات صغيرة تعتمد في تغذيتها على الأمطار المحلية الحالية، فإن كميات المياه فيها تتذبذب بشكل سريع وفقا لمعدلات التغذية Recharge والتصريف

Discharge. وتجب الإشارة إلى أن ارتفاع مستوى الماء الجوفي Rise in Water Table في الخزانات الحرة يساوي النسبة بين كمية المياه المتسربة لتغذي الخزان (كمية المياه المغذية Recharge Flux كعمق)، وبين التصريف النوعي (القدرة الإنتاجية) Specific Yield (ارتفاع مستوى الماء الجوفي = كمية المياه المغذية ÷ التصريف النوعي). فعلى سبيل المثال، لو غطت مياه بعمق ٢٠مم مساحة معينة وإلى الأسفل منها كان خزان للمياه الجوفية بنفس المساحة والتصريف النوعي فيه يساوي ٠,١(يعبر عن التصريف النوعي في هذه الحالة كنسبة Fraction وليس كنسبة مئوية)، ثم تسربت جميع هذه المياه لتغذي الخزان فإن مستوى الماء الجوفي فيه سيرتفع ٢٠٠مم (Price 1985). وتعد التغذية بالمياه الجارية أهم أنواع التغذية Recharge Mechanisms لخزانات رواسب الأودية، وذلك لأن لها نفاذية عالية تسمح بتسرب كميات كبيرة من المياه (Abdulrazzak, et al. 1988; Al-Saleh 1988; Basmaci and Hussein, 1988).

على العكس من الدرع العربي، تخزن بعض طبقات الصخور الرسوبية كميات كبيرة من المياه الجوفية الحفرية. وقد أكدت وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٤م) على أن "***المعدل السنوي لتغذية هذه الطبقات بالمياه قد يكون معدوما أو لا يكاد يذكر. ولذلك فإن جميع مياه الطبقات الحاملة للمياه الجوفية تأتي من المياه المخزونة فيها على مدى عدة آلاف من السنين الماضية. ولذلك فإنه أينما يتم سحب المياه الجوفية بصورة كبيرة فإن منسوب المياه آخذ في الانخفاض وسوف يستمر في الانخفاض. وفي الطبقات غير السميكة الحاملة للمياه تصبح إمدادات المياه معرضة للخطر، بينما في الطبقات السميكة فإن ضخ المياه منها يصبح غير اقتصادي بسبب بعد منسوب المياه***"، ص٤٥. وبناء على ذلك فإن المياه الجوفية

الحفرية تعد مورداً هاماً للمياه في المملكة العربية السعودية ولكنها في الحقيقة مورد معرَّض للنضوب.

هدف الدراسة

استخدمت المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية والصخور المجواة لري الزراعة التقليدية في المملكة العربية السعودية منذ زمن بعيد (Al-Turbak and Al-Muttair 1989)، وهي لا تزال المورد الرئيسي للأغراض الزراعية والمنزلية في القرى والهجر الواقعة بالدرع العربي. فمع أن خزانات رواسب الأودية والصخور المجواة (الخزانات الضحلة) لا تحتوي على كميات كبيرة من المياه إلا أن المياه الجوفية فيها تعد المورد الطبيعي الدائم للمياه في المملكة العربية السعودية. ولا شك أن تقدير تغذية الخزان بالمياه يعد مطلباً أساسياً لتطبيق الإدارة السليمة لهذا المورد وتحقيق الاستفادة القصوى منه. ولكن الدراسات السابقة تشير إلى أن كميات مياه التغذية السنوية للخزانات الضحلة في المملكة العربية السعودية لا يعرف عنها إلا القليل، خصوصاً في الجزء الشرقي من الدرع العربي (Dincer, et al, 1974; Dincer, 1980; Abdulrazzak, et al, 1988; Basmaci and Al-Kabir, 1988; Al-Turbak and Al-Muttair, 1989; Sorman and Abdulrazzak, 1993; Abdulrazzak and Sorman, 1994; Alyamani and Hussein, 1995).

تختلف كميات المياه المغذية للخزانات من مكان إلى آخر، وذلك بسبب الاختلاف في العوامل المؤثرة في عملية التغذية مثل المناخ والهيدرولوجيا، والجيولوجيا والجيومورفولوجيا. وعليه فإن الحصول على تقديرات دقيقة لتغذية المياه الجوفية يتطلب معلومات وقياسات جيدة للمتغيرات المؤثرة في هذه العملية.

ولكن غياب مثل هذه المعلومات والقياسات في محافظة القويعية يعد عائقاً كبيراً عند محاولة القيام بتقديرات لتغذية المياه الجوفية. إذ أنه لا يوجد في محافظة القويعية (حوالي ٥٠٠٠٠ كيلومتر مربع) محطات مناخية سوى ثلاث محطات لقياس الأمطار اليومية Non-recording Rain Gauge. كما أن المعلومات والقياسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية قليلة جداً إن لم تكن معدومة (شكل رقم ١).

تشير بعض الدراسات السابقة إلى أن كمية المياه الجوفية في خزانات رواسب الأودية بالمملكة العربية السعودية تعتمد بدرجة عالية على الأمطار المحلية وأن ارتفاع مستوى الماء الجوفي في الخزانات مرتبط بها، وبما ينتج عنها من سيول (Beaumont 1981; Kollmann 1984; Al-Saleh 1988). ونظراً لأهمية هذا المورد المائي لسكان الدرع العربي بمحافظة القويعية، ولاعتماد تغذية المياه الجوفية فيها على الأمطار وما ينتج عنها من سيول. لذا فإن الهدف من هذه الدراسة هو تحديد العلاقة بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار في حوض وادي محيرقة، كمحاولة لاستخلاص نموذج انحدار يمكن استخدامه للحصول على تقديرات تقريبية Rough لتغذية المياه الجوفية. فكمية المياه المغذية للخزان (كعمق) تساوي ارتفاع مستوى الماء الجوفي مضروبا في التصريف النوعي.

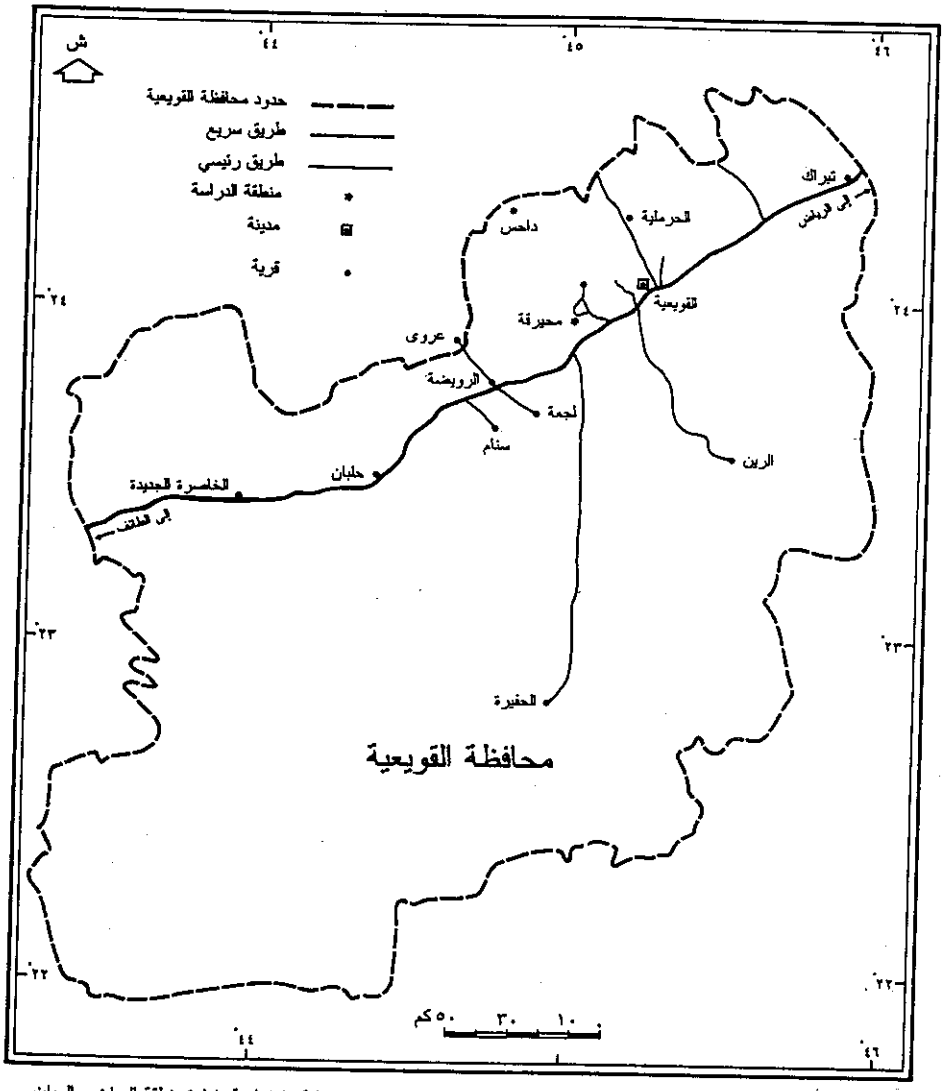
أساليب الدراسة

لتحقيق هدف هذه الدراسة تم اتباع الخطوات التالية:

١- تم اختيار أعلى بئر في قرية محيرقة لمراقبة وقياس مستوى الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة. وقد تم أخذ القياسات من هذه البئر شهريا (أخذت القراءات في نهاية الأسبوع الأقرب لمنتصف الشهر) وذلك للفترة من شهر ديسمبر ١٩٨٤م إلى شهر

شكل رقم (١)

محافظة القويعية



المصدر: الوليعي، عبدالله ناصر، (محرر)، (١٩٩٩م)، منطقة الرياض: دراسة تاريخية وجغرافية واجتماعية، إمارة منطقة الرياض، الرياض.

يولية ١٩٩٨م. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه البئر من الآبار التقليدية المنتشرة في الدرع العربي، المحفورة باليد في رواسب الوادي وما تحتها من صخور مجواة، ويبلغ اتساعها حوالي ٤×٤م وعمقها ٢١,٧٠م، وتمثل سماكة الصخور المجواة فيها حوالي ١٢م من العمق الكلي لها.

٢- لعدم وجود محطة قياس للأمطار في حوض وادي محيرقة، فقد استخدمت بيانات الأمطار المتوافرة لأقرب محطتين للحوض وهما محطة القويعية (٠٥َ ٢٤ْ شمالاً ١٤َ ٤٥ْ شرقاً)، ومحطة عروى (٥٤َ ٢٣ْ شمالاً و٤٠َ ٤٤ْ شرقاً) والتي تم الحصول عليها من وزارة الزراعة والمياه وذلك للفترة من ١٩٨٤م إلى ١٩٩٨م. وتجدر الإشارة هنا إلى أن محطة القويعية تقع إلى الشرق من حوض وادي محيرقة بمسافة تبلغ تقريبا ٢٥كم، ومحطة عروى تقع إلى الغرب من الحوض بمسافة تقارب ٥٠كم.

٣- تطبيق معادلة خط الانحدار لتكوين الصيغة الرياضية للعلاقة الانحدارية بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي كمتغير تابع، وكميات الأمطار كمتغير مستقل.

منطقة الدراسة

تقع قرية محيرقة في الدرع العربي بمحافظة القويعية والتي تعد إحدى المناطق التقليدية لزراعة النخيل في محافظة القويعية، حيث تمتد العديد من المزارع التقليدية ذات الحيازات الصغيرة على طول المجرى الرئيسي بمسافة ٢,٥كم تقريبا في الأجزاء السفلية من حوض وادي محيرقة. وتعتمد هذه المزارع على المياه الجوفية التي تستخرج من الآبار المحفورة باليد، والتي غالباً تحفر بالقرب من منتصف بطن الوادي. ويعد حوض وادي محيرقة، الواقع إلى الأعلى من البئر التي اختيرت لمراقبة

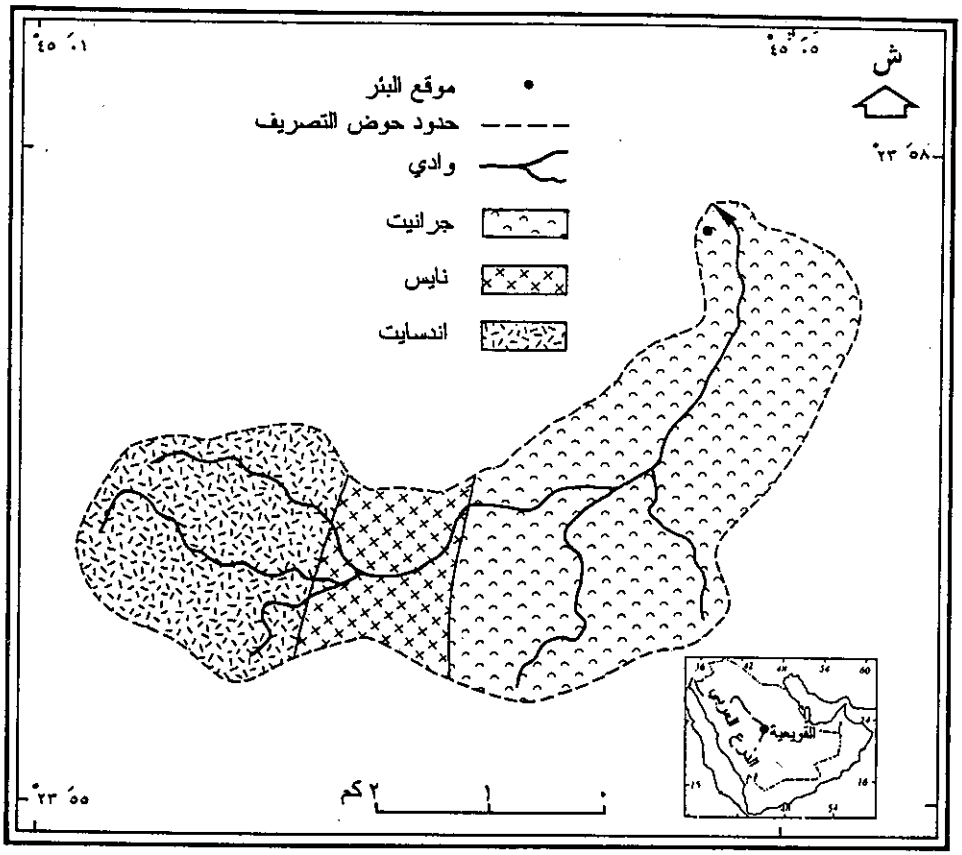
وقياس مستوى الماء الجوفي من أحواض التصريف الصغيرة نسبيا إذ تبلغ مساحته حوالي ١٤كيلومتراً مربعاً ممتدة بين دائرتي عر ض ٥٥َ ٢٣ْ و٥٨َ ٢٣ْ شمالاً، وخطي طول ١٠َ ٤٥ْ و٦٠َ ٤٥ْ شرقاً (شكل رقم٢). ويتكون هذا الحوض من صخور نارية ومتحولة قديمة تغطيها جزئيا مواد صخرية مفككة (رواسب). فالأجزاء العليا من الحوض تتكون من صخور الأندسايت ومن صخور النايس، بينما الأجزاء الواقعة إلى الأسفل منها تتكون من صخور الجرانيت. ويبلغ طول المجرى الرئيسي فيه حوالي ٨,٥كم منحدرا بشكل عام نحو الشرق، ولكنه في الأجزاء السفلية ينحرف باتجاه الشمال. وبطن هذا الوادي مملوء بالرواسب الفيضية التي تتكون بشكل عام من مواد خشنة، ويزداد سمكها باتجاه الأجزاء السفلية من الحوض. وفي الوقت نفسه هذه الرواسب تغطي طبقة من الصخور المجواة. وتعمل هذه الرواسب وما تحتها من صخور مجواة كخزان صغير (ضيق وطويل نسبياً) للمياه الجوفية، وذلك لأنها ذات نفاذية ومسامية جيدة تسمح بمرور الماء فيها وخزنه في مساماتها، ويمكن استخراجه منها بكميات اقتصادية. وبما أن الزراعة في الدرع العربي بمحافظة القويعية تعتمد كلية على المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة وصدوع فإن هذا الوادي يعطي مثالا جيدا لمشكلة تذبذب ونقص كميات المياه في مناطق زراعة النخيل بالدرع العربي من محافظة القويعية.

العلاقة بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار

مع أن مزارع النخيل التقليدية التي تمتد على ضفاف الأودية تعتمد على الري بالمياه الجوفية إلا أنها في أوقات الجريان السطحي تروى بمياه السيول

شكل رقم (٢)

حوض وادي محيرقة



المصدر: وزارة البترول والثروة المعدنية، (١٩٨٩م)، لوحة القويع مقياس ١:٥٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.

مباشرة. إذ تكون هذه المزارع، في الغالب، محاطة بجدران أو حواجز ترابية (عقوم) تسمح بحجز مياه السيول التي توجه إليها عبر مداخل أعدها المزارعون لهذا الغرض. ولا شك أن معظم هذه المياه المحتجزة يتسرب ليغذي المياه الجوفية. ولتفادي تأثير مثل هذه التغذية الصناعية تم اختيار أعلى بئر (بعمق ٢١,٧م) في حوض وادي محيرقة لمراقبة مستوى الماء الجوفي في الحوض. وبما أن تعرض وسط المملكة العربية السعودية لمنخفضات البحر المتوسط والمنخفضات المدارية المسببة للأمطار ليس منتظماً مما يجعل بعض السنين تمر دون سقوط للأمطار أو تسقط كميات قليلة، فإن تحديد العلاقة بين ارتفاع مستوى الماء الجوفي والأمطار في وادي محيرقة يتطلب توافر قياسات تمتد لفترة طويلة نسبياً. وبما أن قياس الأمطار يتطلب نصب جهاز خاص تسجل من خلاله القياسات على الأقل يومياً، وهذه الدراسة غير ممولة، ومنطقة الدراسة تبعد غربا عن مدينة الرياض بمسافة تقارب ٢٠٠ كم، فإن القيام بمثل هذه المهمة أمر يفوق الإمكانات الفردية. ولأنه لا توجد محطة لقياس الأمطار بالقرب من منطقة الدراسة فقد تم اللجوء إلى استخدام البيانات المتوافرة لمحطة القويعية التي تقع إلى الشرق من الحوض، ومحطة عروى التي تقع إلى الغرب منه. ولاشك أن استخدام بيانات الأمطار لمحطات بعيدة نسبياً في منطقة تتسم بالاختلاف المكاني للأمطار (الصالح ١٩٩٤م)، من الممكن أن يكون له تأثير سلبي في هذه الدراسة. ومع أن هذه الحقيقة لم تكن غائبة عن الذهن إلا أنه من المؤمل أن يتم الحصول على نتائج تقريبية.

إن ارتفاع مستوى الماء الجوفي لا يحدث إلا بعد مرور وقت معين من سقوط الأمطار. ويختلف الفارق الزمني (التخلف الزمني Time Lag) بين حدوث الأمطار وارتفاع مستوى الماء الجوفي من مكان إلى آخر وفقا لعدة عوامل في

مقدمتها سمك المنطقة غير المشبعة Unsaturated Zone ونفاذيتها. فقد ذكر Fetter (1988) أن الفارق الزمني قد يكون فقط ساعات قليلة في بعض خزانات المناطق الرطبة التي تتكون من مواد صخرية خشنة مفككة، ويكون فيها مستوى الماء الجوفي قريباً من السطح، بينما قد يصل إلى سنوات في بعض خزانات المناطق الجافة التي قلما يحدث فيها تغذية ويكون مستوى الماء الجوفي على عمق كبير. وفي حوض وادي محيرقة تتصف المنطقة غير المشبعة بأنها غير سميكة (في الغالب أقل من ٢٠م) وذات نفاذية جيدة، الأمر الذي يدعو إلى الاعتقاد بأن ارتفاع مستوى الماء الجوفي بعد سقوط الأمطار وحدوث الجريان لن يستغرق وقتاً طويلاً.

سقطت كميات كبيرة من الأمطار على محافظة القويعية في منتصف شهر ديسمبر من عام ١٩٨٤م. فقد سجلت محطة القويعية في اليوم الثالث عشر واليوم الرابع عشر من شهر ديسمبر حوالي ٣٥,٤مم، وسجلت محطة عروى في اليوم الرابع عشر واليوم الخامس عشر ٤٦,٥مم. ونتيجة لذلك حدث جريان سطحي في معظم أجزاء محافظة القويعية أدى إلى ارتفاع مستوى الماء الجوفي المخزون في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة وصدوع. وبما أن تحديد الفاصل الزمني Interval لأخذ قياسات مستوى الماء الجوفي يجب أن يكون مناسبا لتحقيق هدف البحث وفي حدود إمكانات الباحث، لذا فقد أخذت القياسات في البداية اسبوعياً، وذلك في محاولة لتحديد الحد الأعلى للفارق الزمني Maximum Time Lag بين حدوث الأمطار وارتفاع مستوى الماء الجوفي. وتجب الإشارة هنا إلى أن مستوى الماء الجوفي في البئر التي اختيرت للمراقبة كان عند الحد الأدنى، إذ كان على عمق ٢١,١٥م وذلك قبل سقوط الأمطار في منتصف شهر ديسمبر من عام ١٩٨٤م. ونتيجة لتلك الأمطار وما حدث عنها من جريان سطحي ارتفع مستوى الماء

الجوفي في بئر المراقبة، فقد كان على عمق ١٩,٩م في يوم ٢٠ ديسمبر، وعلى عمق ١٨,٤٥م في يوم ٢٧ ديسمبر، وعلى عمق ١٨,٥٥م في يوم ٣ يناير ١٩٨٥ م. وتدل هذه القياسات على أن مستوى الماء الجوفي بدأ يرتفع في الأسبوع الأول، واستمر في الارتفاع في الأسبوع الثاني، بينما أظهرت قياسات الأسبوع الثالث انخفاضاً بسيطاً في مستوى الماء الجوفي. ويتضح من هذه القياسات أن الحد الأعلى للفارق الزمني كان أقل من ثلاثة أسابيع. وبناء على ذلك فإن القياسات الشهرية لمستوى الماء الجوفي ربما تكون مقبولة لفحص العلاقة بين مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار.

يحتوي الجدول رقم (١) على ثلاثة متغيرات، أولها الارتفاعات increments الشهرية لمستوى الماء الجوفي في بئر المراقبة المختارة، والتي تمثل الفروق بين مستوى الماء الجوفي في الشهر الذي ارتفع فيه مستوى الماء والشهر السابق له وهكذا. والمتغير الثاني هو كمية الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى الموافقة لارتفاعات مستوى الماء الجوفي. أما المتغير الثالث، فهو كمية الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى للشهر السابق لارتفاع مستوى الماء الجوفي. ولتفادي اللبس يعتقد أنه من المناسب إيضاح الطريقة التي استخدمت للحصول على قيم متغيرات الأمطار في الجدول السابق. فعلى سبيل المثال، عندما حدث ارتفاع لمستوى الماء الجوفي في شهر يناير من عام ١٩٨٦م، فإن المقصود بالأمطار الموافقة له هي كمية الأمطار التي سقطت في شهر يناير للعام نفسه. أما أمطار الشهر السابق له، فالمقصود بها كمية الأمطار التي سقطت في شهر ديسمبر لعام ١٩٨٥م وهكذا.

يتبين من الجدول رقم (١) أيضاً أن ارتفاعات مستوى الماء الجوفي حدثت فقط في شهور موسم الأمطار (من أكتوبر إلى مايو)، مما يؤكد الترابط بين تغذية الميـــاه

جدول رقم (١)

الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار الشهريةفي محطتي القويعية وعروى

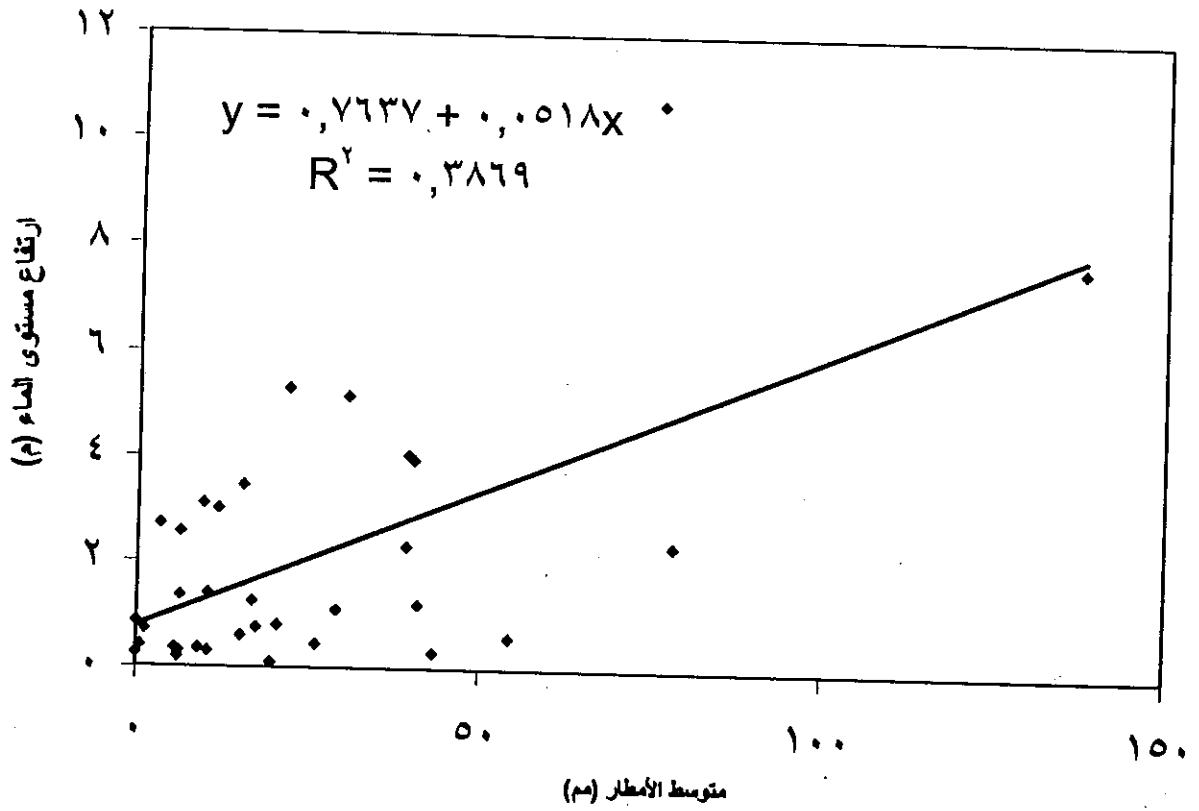
التاريخ	الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي(م)	الأمطار الشهرية الموافقة للارتفاعات(مم)			الأمطار الشهرية للاشهر السابقة للارتفاعات(مم)		
		محطة القويعية	محطة عروى	المتوسط	محطة القويعية	محطة عروى	المتوسط
١٩٨٤/١٢م	٢,٧	٣٨,١٠	٤٨,٥	٤٣,٣	٦,٥	٠,٠٠	٣,٣٠
١٩٨٥/١م	٠,٣	٦,٢	٢٠,٠٠	١٣,١	٣٨,١٠	٤٨,٥٠	٤٣,٣٠
١٩٨٦/١م	١,١	١٢,٦	٠,٠٠	٦,٢٥	٣٥,٥	٢٢,٥٠	٢٩,٠٠
١٩٨٦/٢م	٠,٣	١١,٢	٠,٠٠	٥,٦٠	١٢,٥	٠,٠٠	٦,٢٠
١٩٨٦/٣م	٠,٣٥	٧٨,٦	M	٣٩,٣	١١,٢	٠,٠٠	٥,٦٠
١٩٨٦/٤م	٤,٠٥	٢٢٥,٢	٥١,٠٠	١٣٨,١٠	٧٨,٦٠	M	٣٩,٣٠
١٩٨٦/٥م	٧,٧	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢٢٥,٢٠	٥١,٠٠	١٣٨,١٠
١٩٨٦/١٢م	٠,٣٥	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١٨,١٠	٠,٠٠	٩,٠٥
١٩٨٧/٣م	٠,٣	٢٨,٧	٢,٠٠	١٥,٣٠	٢٠,٨٠	٠,٠٠	١٠,٤٠
١٩٨٧/٤م	٣,٤٥	٠,٠٠	١٢,٠٠	٦,٠٠	٢٨,٧٠	٢,٠٠	١٥,٣٠
١٩٨٨/٣م	٣,٩٥	٧,٣	١٨,٠٠	١٢,٦	٦٥,٣٠	١٥,٠٠	٤٠,١٠
١٩٨٩/٤م	٠,٤٥	٦٦,٢	١٥,٧٠	٤٠,٩	٢٠,٤٠	٣١,٩٠	٢٦,١٠
١٩٨٩/٥م	١,٢	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٦٦,٢٠	١٥,٧٠	٤٠,٩٠
١٩٩٠/١م	٠,٨	١٢,٤	٢١,٢٠	١٦,٨٠	١٣,٦٠	٢٧,٤٠	٢٠,٥
١٩٩٠/٢م	١,٢٥	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١٢,٤٠	٢١,٢٠	١٦,٨٠
١٩٩١/١م	٠,٢٥	٠,٠٠	١٣,٦٠	٦,٨٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
١٩٩٢/١م	٠,٨٥	٠,٠٠	٢,٥٠	١,٢٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
١٩٩٢/٢م	٠,٧	٠,٠٠	١٣,٨٠	٦,٩٠	٠,٠٠	٢,٥٠	١,٢٠
١٩٩٢/٥م	١,٣٥	٠,٠٠	٤٠,٨٠	٢٠,٤٠	٣,٨٠	٨,٨٠	٦,٣٠
١٩٩٣/١م	٠,٢	٣,٩	٣٩,٦٠	٢١,٧	١,٨٠	١٠,٥٠	٦,١٠
١٩٩٣/٢م	٥,٣	٢,٥	٩,٣٠	٥,٩	٣,٩٠	٣٩,٦٠	٢١,٧٠
١٩٩٣/٤م	٢,٥٥	٧,٧	١٤٨,٨٠	٧٨,٢	٦,٥٠	٦,٠٠	٦,٢٠
١٩٩٣/٥م	٢,٣٥	٦,١	٢٩,٠٠	١٧,٥	٧,٧٠	١٤٨,٨٠	٧٨,٢٠
١٩٩٣/٦م	٠,٧٥	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٦,١٠	٢٩,٠٠	١٧,٥٠
١٩٩٤/٥م	٣,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢٣,٥٠	٠,٠٠	١١,٧٠
١٩٩٥/٤م	١٠,٧٠	٥,٣	١٠٣,٥٠	٥٤,٤٠	٩١,٣٠	٦١,٠٠	٧٦,٠٠
١٩٩٥/٥م	٠,٦	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٥,٣٠	١٠٣,٥٠	٥٤,٤٠
١٩٩٦/٤م	٥,١٥	٤,٣	٣٥,٠٠	١٩,٦٠	٠,٤٠	٦٠,٢٠	٣٠,٣٠
١٩٩٦/٥م	٠,١٠	١,٤	M	٠,٧٠	٤,٣٠	٣٥,٠	١٩,٦٠
١٩٩٧/٢م	١,٤٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١١,٢٠	٩,٥٠	١٠,٣٠
١٩٩٧/١١م	٣,١	٧٨,٥	M	٣٩,٢٠	١٩,٠٠	٠,٠٠	٩,٥٠
١٩٩٧/١٢م	٢,٣	١,٣	٠,٠٠	٠,٦٠	٧٨,٥٠	M	٣٩,٢٠
١٩٩٨/١م	٠,٤٠	٢,٥	٦٧,٠٠	٣٤,٧٠	١,٣٠	٠,٠٠	٠,٦٠
١٩٩٨/٥م	٠,٦٠	٠,٠٠	٣٠,٥٠	١٥,٢٠	٤,٤٠	٢٦,٠٠	١٥,٢٠

M: بيانات مفقودة. (الجدول من إعداد الباحث).

الجوفية والأمطار، ولكن يتضح جليا من هذا الجدول أن قيم ارتفاعات مستوى الماء الجوفي لا تنسجم بشكل جيد مع ما يوافقها من قيم للأمطار الشهرية، ولا مع قيم الأمطار الشهرية في الشهر السابق لها. وللتعرف على درجة الارتباط بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي في الحوض وبين متغيرات الأمطار الشهرية استخرجت قيم معامل الارتباط. وقد أظهر هذا التحليل أن أعلى قيمة لمعامل الارتباط (ر) بلغت ٠,٦٢ وذلك بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي وبين متوسط الأمطار الشهرية السابقة للارتفاعات في محطتي القويعية وعروى (شكل رقم ٣). ولاختبار معنوية (دلالة) معامل الارتباط بين هذين المتغيرين تم حساب قيمة "ت" t-value. وبمقارنة "ت" المحسوبة (٥,٦) مع قيمتها الحرجة من الجدول (٢,٧٥) عند مستوى الدلالة ٠,٠١ فإنه يمكن الحكم بوجود ارتباط بين المتغيرين. وتتفق هذه النتيجة (على الأقل جزئيا) مع ما توقعته الدراسة بوجود علاقة طردية وثيقة بين تغذية المياه الجوفية في الحوض وكميات الأمطار.

وبما أن تطبيق معادلة الانحدار يمكن من استخلاص نموذج رياضي يمكن استخدامه للحصول على تقديرات تقريبية لتغذية المياه الجوفية في الحوض من خلال ما هو متاح من قياسات للأمطار، لذا فقد استخدمت هذه الطريقة لتكوين الصيغة الرياضية للعلاقة الانحدارية بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي كمتغير تابع ومتوسط الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى للشهر السابق للارتفاعات كمتغير مستقل. ويلخص الجدولان رقما (٢) و (٣) نتائج تحليل الانحدار لهذين المتغيرين. ويتبين من هذين الجدولين أن قيمة "ت" للانحدار تساوي ٤,٤٩، وأن قيمة "ف" F-ratio للنموذج تساوي ٢٠,١٩. وبمقارنة قيمة "ف" الحرجة من الجدول (٧,٥٦) وقيمة "ت" الحرجة من الجدول (٢,٧٥) عند

شكل رقم (٣) العلاقة بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى للشهر السابق لارتفاع مستوى سطح الماء الجوفي (١٩٨٤-١٩٩٨م)



جدول رقم (٢)

نتائج تحليل الانحدار للارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي مقابل متوسط الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى للشهر السابق لارتفاع مستوى الماء الجوفي (١٩٨٤-١٩٩٨م)

الثوابت	تقدير الثوابت	الخطأ المعياري	قيمة "ت"	احتمالية "ت"
الجزء المقطوع	٠,٧٦٣٧١٦	٠,٤٣١٦٨	١,٧٦٩١٧	٠,٠٨٦٣٩٧
معامل الانحدار	٠,٠٥١٨١٥	٠,١١٥٣١	٤,٤٩٣٣٩	٠,٠٠٠٠٨٦

المصدر: الجدول من عمل الباحث.

جدول رقم (٣)

نتائج تحليل التباين للعلاقة الانحدارية بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط الأمطار الشهرية في محطتي القويعية وعروى للشهر السابق لارتفاع مستوى الماء الجوفي (١٩٨٤-١٩٩٨م)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	التباين	قيمة "ف"	
				المحسوبة	الجدولية
الانحدار	٧١,١٥٥١	١	٧١,١٥٥١	٢٠,١٩	٧,٥٦
الخطأ	١١٢,٧٧٣٧	٣٢	٣,٥٢٤٢		مستوى المعنوية
المجموع الكلي	١٨٣,٩٢٨٨	٣٣			٠,٠١
قيمة معامل الارتباط = ٠,٦٢ مربع معامل الارتباط = ٠,٣٨ الانحراف المعياري للتقدير = ١,٨٧٧					

المصدر: الجدول من عمل الباحث.

مستوى الدلالة ٠,٠١ يتضح أن القيم المحسوبة أكبر من القيم الحرجة، الأمر الذي يدل على وجود انحدار بين المتغيرين. ولكن معامل التحديد Coefficient of Determination (مربع معامل الارتباط)لنموذج الانحدار ليس قوياً، إذ بلغ٠,٣٨. وهذا يعني أن المتغير المستقل يفسر فقط ٣٨% من التباين في المتغير التابع. وربما يعزى جزئيا ضعف الارتباط بين المتغيرين المستخدمين إلى استخدام بيانات الأمطار في محطات بعيدة نسبيا عن الحوض. فالاختلاف المكاني يعد من السمات الرئيسة للأمطار في المملكة العربية السعودية(Alyamani and Sen 1993؛الصالح ١٩٩٤م، ١٩٩٧م). ولكن الصالح (١٩٩٧م) أشار إلى أن درجة الاختلاف المكاني للأمطار على المستويين اليومي والشهري أكبر منها على المستوى السنوي. عليه فإن استخدام البيانات السنوية ربما يكون مناسبا للقيام بمحاولة أخرى لتحديد العلاقة بين تغذية المياه الجوفية والأمطار.

لقد تمت جدولة البيانات السنوية لارتفاعات مستوى الماء الجوفي (مجموع الارتفاعات الشهرية في السنة) وللأمطار ومعالجتها إحصائيا وفقاً للسنة الميلادية، ووفقاً لموسم الأمطار أو ما يمكن تسميته بالسنة الهيدرولوجية جدول رقم(٤). واستخدام السنة الهيدرولوجية في هذه الدراسة راجع إلى أن موسم الأمطار في الأجزاء الوسطى من المملكة العربية السعودية يمتد من أكتوبر إلى مايو، أي أنه يتضمن الشهور الثلاثة الأخيرة من السنة، والشهور الخمسة الأولى من السنة اللاحقة لها. ولا شك أن الأمطار لا تسقط بانتظام في هذه البيئة الجافة، ولكن سقوطها متوقع خلال هذا الموسم. عليه فإن مجموع الأمطار السنوية لسنة ميلادية معينة قد تكون سقطت خلال موسمين. ومما يدعو أيضا إلى استخدام السنة الهيدرولوجية هو أنه قد يحدث تراكب (تداخل) Superimposition للمياه المغذية

جدول رقم (٤)

الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى

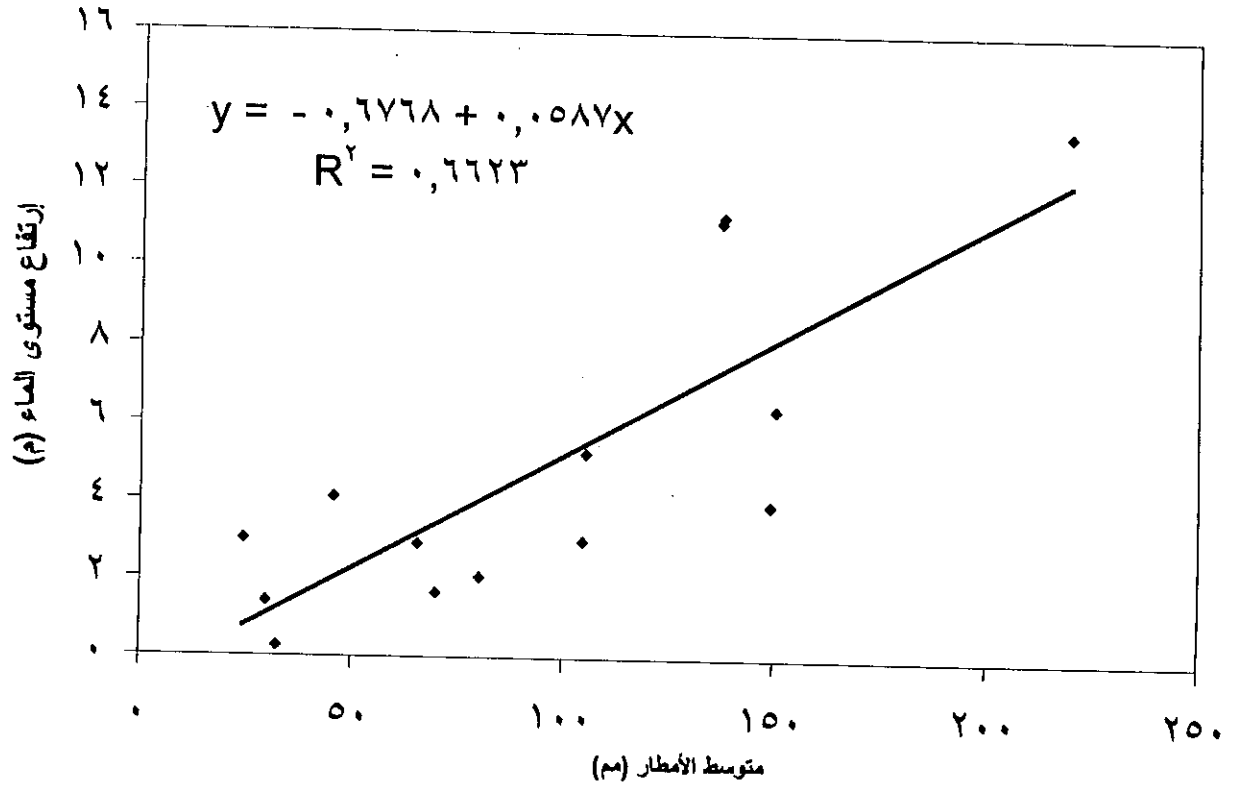
السنة الميلادية				السنة الهيدرولوجية			
السنة	الارتفاعات لمستوى الماء الجوفي(م)	الأمطار(مم)			السنة الهيدرولوجية	الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي(م)	الأمطار(مم)		
		القويعية	عروى	المتوسط			القويعية	عروى	المتوسط
١٩٨٤	٢,٧٠	٩٥,٦	٦٣,٠	٧٩,٣	٨٥/٨٤	٣,٠٠	١٠٥,٩	١٠٣,٥	١٠٤,٧
١٩٨٥	٠,٣٠	٩٩,٥	٧٧,٥	٨٨,٥	٨٦/٨٥	١٣,٥٠	٣٦٥,٧	٧٣,٥	٢١٩,٦
١٩٨٦	١٣,٨٥	٣٤٥,٦	٥١,٥	١٩٨,٣	٨٧/٨٦	٤,١٠	٧٧,٣	١٤,٠	٤٥,٦
١٩٨٧	٣,٧٥	٥٩,٢	١٣٥,٧	٩٧,٥	٨٨/٨٧	٣,٩٥	٧٢,٦	٢٢٥,٧	١٤٩,١
١٩٨٨	٣.٩٥	٧٦,١	١٠٦,٢	٩١,٢	٨٩/٨٨	١,٦٥	٩٠,١	٤٩,٨	٦٩,٩
١٩٨٩	١,٦٥	١٠٠,٢	٧٥,٠	٨٧,٦	٩٠/٨٩	٢,٠٥	٨٣,٠	٧٧,٥	٨٠,٢
١٩٩٠	٢,٠٥	٦٩,٤	٥٠,١	٥٩,٨	٩١/٩٠	٠.٢٥	٤,٧	٦٠,٤	٣٢.٥
١٩٩١	٠,٢٥	٤,٧	٦٣,٤	٣٤,١	٩٢/٩١	٢,٩٠	١٤,٣	١١٦,٨	٦٥,٥
١٩٩٢	٢,٩٠	١٩,٠	١٢٤,٣	٧١,٧	٩٣/٩٢	١١,١٥	٣١,٤	٢٤٣,٢	١٣٧,٣
١٩٩٣	١١,١٥	٢٧,٥	٢٤١,٧	١٣٤,٦	٩٤/٩٣	٣,٠٠	١,٤	٤٧,٦	٢٤,٥
١٩٩٤	٣,٠٠	٠,٦	٤٢,١	٢١,٤	٩٥/٩٤	١١,٣٠	١٠٤,٦	١٧١,٠	١٣٧,٨
١٩٩٥	١١,٣٠	١١٠,٨	٢٥٩,٠	١٨٤,٩	٩٦/٩٥	٥,٢٥	١٧,٩	١٩٢,٧	١٠٥,٣
١٩٩٦	٥,٢٥	٢٠,٧	١٤٠,٧	٨٠,٧	٩٧/٩٦	١,٤٠	٢٠.٢	٣٩,٥	٢٩,٨
١٩٩٧	٦,٨٠	١١١,٧	٣٣,٥	٧٢,٦	٩٨/٩٧	٦,٤	١٠٩,٠	١٩١,٥	١٥٠,٢
١٩٩٨	١,٠٠	٨,٥	١٩٩,٥	١٠٤,٠					

المصدر: الجدول من عمل الباحث.

للخزانات الناتجة عن العواصف المطرية المتتابعة، وذلك لأن الفارق الزمني بين حدوث الأمطار وارتفاع مستوى الماء الجوفي قد يصل إلى ثلاثة أسابيع. إضافة إلى ذلك، تميل المنطقة (النطاق) غير المشبعة Unsaturated Zone إلى الجفاف في الشهور التي لا تسقط فيها الأمطار، وبسقوط الأمطار وحدوث الجريان لأول مرة بعد فترة الجفاف فإن كميات كبيرة من المياه المتسربة تمتصها المنطقة غير المشبعة. عليه فإن سقوط الأمطار اللاحقة، حتى وإن كان أقل كمية، ربما تسهم بقدر أكبر في تغذية المياه الجوفية.

للتعرف على درجة الارتباط بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتغيرات الأمطار السنوية تم حساب معامل الارتباط. وقد تبين أن أعلى قيمة لمعامل الارتباط وفقا للسنة الميلادية، ووفقاً للسنة الهيدرولوجية متقاربة جداً حيث بلغتا ٠,٨٠٨ و٠,٨١٤ (معامل التحديد يساوي ٠,٦٦) على التوالي، وذلك بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى. ولاختبار معنوية (دلالة) معاملي الارتباط السابقين تم حساب قيمة "ت" T-value. ونظراً لأن قيمتي "ت" المحسوبة (٦,٣٩ للسنة الميلادية و٦,٢٦ للسنه الهيدرولوجية) أكبر من قيمتها الحرجة من الجدول (٢,٦٥) عند مستوى الدلالة ٠,٠١ عليه فإن معاملي الارتباط لهما دلالة إحصائية. وبما أن قيمة معامل الارتباط بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي والأمطار في السنة الهيدرولوجية أعلى منها في السنة الميلادية، وبما أن ارتفاعات مستوى الماء الجوفي حدثت فقط في شهور موسم الأمطار، فإنه من المستحسن أن تستخدم بيانات السنة الهيدرولوجية لتطبيق معادلة الانحدار (شكل رقم٤). ويلخص الجدولان رقم (٥) ورقم (٦) نتائج تحليل الانحدار للارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي

شكل رقم (٤) العلاقة بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط الأمطار السنوية لمحطتي القويعية وعروى في الفترة ١٩٨٤-١٩٩٨م



جدول رقم (٥)

نتائج تحليل الانحدار للارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي مقابل متوسط الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى (١٩٨٤-١٩٩٨م)

الثوابت	تقدير الثوابت	الخطأ المعياري	قيمة "ت"	احتمالية "ت"
الجزء المقطوع	-٠,٦٧٦٨	١,٣٤٥٧	-٠,٥٠٢٩	٠,٦٢٤١
معامل الانحدار	٠,٠٥٨٧	٠,٠١٢١	٤,٨٥١٥	٠,٠٠٠٤

المصدر: الجدول من عمل الباحث.

جدول رقم (٦)

نتائج تحليل التباين للعلاقة الانحدارية بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى (١٩٨٤-١٩٩٨م)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	التباين	قيمة"ف"	
				المحسوبة	الجدولية
الانحدار	١٤٦,٧٤١٣	١	١٤٦,٧٤١٣	٢٣,٥٤	٩,٣٣
الخطأ	٧٤,٨١٣٠	١٢	٦,٢٣٤٤		مستوى المعنوية
المجموع الكلي	٢٢١,٥٥٤٣	١٣			٠,٠١

قيمة معامل الارتباط = ٠,٨١ مربع معامل الارتباط = ٠,٦٦ الانحراف المعياري للتقدير = ٢,٤٩٧

المصدر: الجدول من عمل الباحث.

كمتغير تابع، ومتوسط الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى وفقا للسنة الهيدرولوجية كمتغير مستقل. ويتبين من هذين الجدولين أن قيمة "ف" F-ratio للنموذج تساوي ٢٣,٥٤ وأن قيمة "ت" للانحدار تساوي ٤,٨٥. وبمقارنة قيمة "ف" الحرجة من الجدول (٩,٣٣) وقيمة "ت" الحرجة من الجدول (٣,٠٦) عند مستوى الدلالة ٠,٠١ يتضح أن القيم المحسوبة أكبر من القيم الحرجة، الأمر الذي يدل على وجود انحدار بين المتغيرين. وعليه يمكن كتابة معادلة خط الانحدار للحصول على تقديرات تقريبية لتغذية المياه الجوفية السنوية في الحوض على النحو التالي:

الارتفاع السنوي لمستوى الماء الجوفي (م) = −٠,٦٨ + ٠,٠٦ × كمية الأمطار السنوية (مم)

الخلاصة والخاتمة

انطلاقاً من أهمية المياه الجوفية لسكان الدرع العربي بمحافظة القويعية، ولاعتماد تغذيتها على الأمطار المحلية فقد تم في هذه الدراسة تحديد العلاقة بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار في حوض وادي محيرقة كمحاولة لاستخلاص نموذج انحدار يمكن استخدامه للحصول على تقديرات تقريبية لتغذية المياه الجوفية في هذا الحوض، وأحواض التصريف المماثلة له في الخصائص. وباستخراج قيم معامل الارتباط بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي في الحوض، وبين متغيرات الأمطار الشهرية تبين من هذا التحليل أن أعلى قيمة لمعامل الارتباط بلغت ٠,٦٢ وذلك بين الارتفاعات الشهرية لمستوى الماء الجوفي، وبين متوسط كميات الأمطار الشهرية السابقة للارتفاعات في محطتي القويعية وعروى. وقد دلت نتائج تحليل الانحدار لهذين المتغيرين على وجود علاقة انحدارية ذات دلالة بينهما. ولكن معامل التحديد لنموذج الانحدار ليس قوياً، إذ بلغ ٠,٣٨. ويعزى ضعف الارتباط

بين المتغيرين المستخدمين جزئياً إلى استخدام بيانات الأمطار في محطات بعيدة نسبياً عن الحوض، لأن الاختلاف المكاني يعد من السمات الرئيسة للأمطار في وسط المملكة العربية السعودية. وبما أن درجة الاختلاف المكاني للأمطار على المستويين اليومي والشهري أكبر منها على المستوى السنوي، لذا فقد استخدمت بيانات الأمطار السنوية في محاولة أخرى للحصول على علاقة أفضل.

باستخراج قيم معامل الارتباط بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي، وبين متغيرات الأمطار السنوية تبين أن أعلى قيمة لمعامل الارتباط بلغت ٠,٨١٤ (معامل التحديد يساوي ٠,٦٦) وذلك بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي، ومتوسط كميات الأمطار السنوية في محطتي القويعية وعروى. وباختبار نتائج تحليل الانحدار اتضح أن هناك انحداراً بين المتغيرين. وتجب الإشارة إلى أن تغذية المياه الجوفية لا تتأثر فقط بكميات الأمطار اليومية، بل تتأثر بعدة عوامل في مقدمتها الخصائص المناخية والجيولوجية والجيومورفولوجية. وفي الختام يمكن القول إن النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة مشجعة، وإن نموذج الانحدار المستخلص فيها يمكن استخدامه للحصول على تقديرات تقريبية لتغذية المياه الجوفية السنوية في الحوض باستخدام بيانات الأمطار المتوافرة. ولكن من المعتقد أن استخدام بيانات الأمطار لمحطات بعيدة نسبياً في منطقة تتسم بالاختلاف المكاني للأمطار له تأثير سلبي في قوة الارتباط بين متغيرات الدراسة. ولذا فان القيام بدراسة مماثلة (ممولة من قبل إحدى المؤسسات المعنية بدعم البحوث) تكون مبنية على قياسات طويلة نسبيا لارتفاعات مستوى الماء الجوفي وقياسات جيدة لعدد مناسب من محطات الأمطار الآلية، التي تعطي معلومات تفصيلية عن كميات وخصائص الأمطار في الحوض، ستعطي بالتأكيد نتائج أفضل، وبالتالي تقديرات أدق.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- أحمد، بدرالدين يوسف محمد، (١٩٩٣م)، مناخ المملكة العربية السعودية، **سلسلة رسائل جغرافية**، العدد رقم ١٥٧، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت.

- الصالح، محمد عبدالله، (١٩٩٤م)، التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية، **سلسلة بحوث جغرافية**،العدد رقم ١٧، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض.

- الصالح، محمد عبدالله، (١٩٩٧م) التوزيع الزماني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، **سلسلة رسائل جغرافية**، العدد رقم ٢٠٣، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت.

- الوليعي، عبدالله ناصر، (محرر)، (١٩٩٩م)، **منطقة الرياض: دراسة تاريخية وجغرافية واجتماعية**، إمارة منطقة الرياض، الرياض.

- وزارة البترول والثروة المعدنية، (١٩٨٩م)، **لوحة القويع مقياس ١:٥٠٠٠٠٠**، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.

- وزارة الزراعة والمياه، (١٩٨٤م)، **أطلس المياه للمملكة العربية السعودية**، وزارة الزراعة والمياه، الرياض.

ثانياً: المراجع غير العربية

- Abdulrazzak, M.J., et al., (1988), Estimation of Natural Groundwater Recharge Under Saudi Arabian Arid Climatic Conditions, In: Simmers. I. (ed.), **Estimation of Natural Groundwater Recharge,** p.p.125-138 .

- Abdulrazzak, M.J., and A.U. Sorman., (1994), Transmission Losses from Ephemeral Stream in Arid Region, **Journal of Irrigation and Drainage Engineering,** vol.120, p.p.669-675 .

- Abu Rizaiza, O. S., and M.N. Allam, (1989), Water Requirements Versus Water Availability in Saudi Arabia, **Journal of Water Resources Planning and Managemen,** vol. 115, p.p.64-74 .

- Al-Muttair, F.F., and A.S. Al-Turbak, (1989), Estimation of Recharge from A Reservoir Using Two Water Budget Models, **Water Resources Bulletin,** vol. 25, p.p. 727-732 .

- Al-Saleh, M. A., (1988), The Application of the Systematic Mapping of Geomorphology for Groundwater Assessment in Wadi Al-Khanagah, **Central Saudi Arabia,** Ph.D. Thesis, University of Southampton, Southampton, England.

- Al-Saleh, M. A., (1992), Declining groundwater level of the Minjur Aquifer. Tebrak area. Saudi Arabia, **The Geographical Journal,** vol. 158, p.p.215-222 .

- Al-Turbak, A.S., and F.F. Al-Muttair, (1989), Effect of Precipitation Variability on Recharge in Unconfined Aquifers, **International Seminar on Climatic Fluctuations and Water Management**. Cairo, Egypt.

- Alyamani, M.S., and M.T. Hussein, (1995), Hydrochemical Study of Groundwater in Recharge Area, Wadi Fatimah basin. Saudi Arabia. **GeoJournal,** vol. 37, p.p. 81-89 .

- Alyamani, M.S., and Z. Sen, (1993), Regional Variations of Monthly Rainfall Amounts in the Kingdom of Saudi Arabia, **Journal of King Abdulaziz University**- Earth Sciences, vol. 6, p.p.113-133 .

- Basmaci, Y., and M., Al-Kabir, (1988), Recharge Characteristics of Aquifers of Jeddah-Makkah Taif Region. In: Simmers. I. (ed.), **Estimation of natural groundwater recharge**. pp. 367-375 .

- Basmaci, Y., and J.,A.A. Hussein, (1988), Groundwater Recharge Over Western Saudi Arabia. In: Simmers, I., (ed.), **Estimation of Natural Groundwater Recharge**. pp. 395-403 .

- Beaument, P., (1981), Water Resources and their Management in the Middle East. In: Clarke, J.I., and H., Bowen-Jones (eds.). **Change and Development in the Middle East**, pp. 41-72. Methuen, London.

- Dincer, T., (1980), Use of environmental Isotopes in Arid-Zone Hydrology, In: **Arid-Zone Hydrology-Investigations with Isotope Techniques**, IAEA, Vienna, pp. 23-30 .

- Dincer, T., et al, (1974), Study of the Infiltration and Recharge Through the Sand Dunes in Arid Zones With Special Reference to the Stable Isotopes and Thermonuclear Tritium, **Journal of Hydrology** , vol. 23, p.p.79 -109 .

- Fetter, C.W., (1988), Applied Hydrogeology, **Merrill Publishing Company**. Columbus, Ohio .

- Hamill, L. and F.G. Bell, (1986), Groundwater Resources Development. **Butterworths**, London.

- Jinquan, W,. et a., (1996), Analysis of Rainfall-Recharge Relationships, **Journal of Hydrology**, vol. 177, p.p.143-160 .

- Jones, K.R., (1981), Arid Zone Hydrology for Agricultural Development, **FAO**, No.37 .

- Kollmann, W., (1984), Hydrogeological Studies in the Upper Wadi Bishah. In: Jado. A. and J. Zotl (eds.), **Quaternary Period in Saudi Arabia**, Vol. 2, p.p.226-245. Springer-Verlag. Wien. New York.

- Llyod, J. W., (1980), A Review of Various Problems in the Estimation of Groundwater Recharge, **Proceedings of the Groundwater Recharge Conference**, Townsvile, Queensland.

- Mandel, S., and Z., L. Shiftan, (1981), Groundwater Resources Investigation and Development, Academic Press. London.

- Ministry of Planning, (1990). Fifth development plan. Ministry of Planning, Riyadh.

- Pike, John G., (1983), Groundwater Resources Development and the Environment in the Central Region of the Arabian Gulf, **Water Resources Development** , vol.1, p.p. 115-132 .

- Ponce, V.M., et al., (1999), Groundwater recharge by channel infiltration in El Barbon basin Baja California, **Journal of Hydrology**, Mexico, Vol. 214, pp 1-7.

- Price, M, (1985), **Introducing groundwater**. George Allen & Unwin, London.

- Shaw, G., and Wheeler, D., (1985), **The Statistical Techniques in Geographical Analysis**, Jhon Wiley & Sons, New York.

- Sorman, A.U., and M.J., Abdulrazzak, (1993), Infiltration-Recharge Through Wadi Beds in Arid Regions, **Hydrological Sciences Journal**, vol. 38. p.p.173-186.

- Wood, W. W., and W., E. Sanford, (1995), Chemical and Isotopic Methods for Quantifying Ground-Water Recharge in a Regional, Semiarid Environment, Groundwater, vol. 33, p.p.458-468.

- Yair, A., (1990), Runoff Generation in a Sandy Area: The Nizzana Sands. Western Negev. Israel, **Earth Surface Processes and Landforms**, vol, 15.p.p. 597-609.

صفحة الإعلانات

عزيـــزي الباحث وصاحب العمل والمؤســـسة ، تتـــيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف بإنـــتاجك العـــلمي وأجهـــزتك ومؤسستك وبرامجك التي يمكن أن تخدم الجغرافيين والجغرافيا .

أسعار الإعلانات

- ربع صفحة ٢٥٠ ريال
- نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي
- صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية

٢٥- أنماط توزيع الأراضي في المنطقة المركزية لمدينة الرياض .	د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ
٢٦- الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين الفيجة : سوريا .	د. محمد بن فائد حاج حسن.
٢٧- تقييم طريقة الري بالرش المحوري : دراسة حالة في الجغرافيا الزراعية لمنطقة وادي الدواسر.	د. عبد الله بن سليمان الحديثي.
٢٨- خصائص تربة الكثبان الرملية ومدى ملاءمتها للزراعة الجافة في واحة الاحساء بالمملكة العربية السعودية.	أ.د. عبد الله بن أحمد سعد الظاهر.
٢٩- جغرافية التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية .	د. فريال بنت محمد الهاجري.
٣٠- أهمية الأطلس المدرسي في تدريس مادة الجغرافيا في مراحل التعليم العام.	د. ناصر بن محمد عبد الله سلمي.
٣١- العلاقات المكانية والزمنية للأسواق الأسبوعية وخصائصها الجغرافية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.	د. محمد بن طاهر اليوسف.
٣٢- المسح الميداني الإليكتروني باستخدام تقنية تحديد المواقع ونظام الربط الأرضي الخرائطي - G.P.S-GEOLINK .	د. غازي عبد الواحد مكي المكي.
٣٣- تقويم الوضع الايكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالمملكة العربية السعودية .	أ.د. عبدالله بن أحمد سعد الطاهر.
٣٤- التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية بنفوذ الثويرات: دراسة في محافظة الغاط.	د. يحي بن محمد شيخ أبو الخير
٣٥- الأسواق الدورية في منطقة جازان : دراسة تحليلية عن التنظيم المكاني والدور الاقتصادي.	د. محمد بن عبد الكريم حبيب.
٣٦- أثر استخدام المياه الجوفية على التربة وإنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بمنطقة تبراك .	د. ناصر بن عبد العزيز السحران .
٣٧- التوزيع المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية السعودية ١٣٩٤هـ- ١٤١٣هـ.	د. محمد بن عبد العزيز القباني.
٣٨- الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة .	د. إبراهيم بن محمود الدوعان .
٣٩- مواقع المدارس وسبل رفع مستوى سلامة التلاميذ المرورية في مدينة الرياض .	د. عامر بن ناصر المطير .
٤٠- تردد الرياح الشمالية وتتابعها في المملكة العربية السعودية.	د. جهاد بن محمد قربة.
٤١- القوى العاملة في المملكة العربية السعودية:أبعادها الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية.	د. رشود بن محمد الخريف.
٤٢- خصائص السياح بمنطقة عسير وأهميتها للتخطيط والاستثمار السياحي.	د. محمد بن مفرح شبلي القحطاني.
٤٣- تطور إنتاج خرائط المملكة العربية السعودية: نصف قرن في دعم التنمية والتخطيط.	د. صبحي بن قاسم السعيد.
٤٤- تغيرات الحمولة الصلبة وعلاقاتها بالأمطار والجريان السطحي بالحوض الهيدروغرافي. لوادي الكبير الرمال(التل القسنطيني-الجزائر).	د. محمد فضيل بوروبه.
٤٥- نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نساح.	د. مشاعل بنت محمد آل سعود.
٤٦- موفولوجية كويستات هضبة نجد: دراسة تطبيقية على جال الوطاة.	أ.د. محمد فائد بن شوكت حاج حسن.
٤٧- الاتصال المناخي السطحي بين المملكة العربية السعودية ونصف الكرة الشمالي.	د. فهد بن محمد عبد الله الكليبي.
٤٨- دور خطط التنمية في معالجة قضية التوازن الإقليمي في المملكة العربية السعودية: دراسة تقويمية لتجربة التنمية الإقليمية ما بين عامي ١٣٩٠-١٤١٥هـ.	د. محمد بن عبد الحميد مشخص.
٤٩- تطور التوزيع الجغرافي لمرض السل وانتشاره في العالم	د. فاطمة بنت أحمد محمد البيوك.

THE RELATIONSHIP BETWEEN RAINFALL AND RISE IN WATER TABLE IN WADI MUHAYRIGAH BASIN, SAUDI ARABIA

Mohammed A. M. Al-Saleh

Associate Prof. of Physical Geography.
Dept. of Geography. King Saud University.
P O Box 2456. Riyadh 11451. Saudi Arabia

ABSTRACT

The Arabian Shield contains only shallow alluvial aquifers along wadi systems sometimes underlain by weathered bedrock. Such aquifers are mostly unconfined and of limited thickness and areal extent. These aquifers are recharged by local rain water. Water supplies from shallow aquifers are not of large volumes. however. this perennial resource is locally important for domestic and agricultural uses.

Wadi Muhayrigah basin is one of the main basin in the shield area of the Al-Quwayiyah region where irrigated palm groves are the main crop. Agriculture in this wadi depends on groundwater of the shallow alluvial aquifers along the wadi system underlain by weathered bedrock.

Since the estimation of groundwater recharge to a reasonable degree of accuracy is essential and vitally needed for the proper assessment and management of groundwater resources. the objective of this study is to examine the relationships between rise in water table and rainfall in Wadi Muhayrigah basin in an attempt to derive a regression model for rough prediction of groundwater recharge. The relationship between annual water level increments and annual rainfall has been assessed. The coefficient of determination is 0.66. the values of F-ratio and t-test for correlation coefficient have been found to be significant at a better than 0.01 level. The predicting regression model can be written in the following form:

Annual rise in water table = -0.68 + 0.06× annual rainfall

الله
بسم الله الرحمن الرحيم

ISSN 1018-1423

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Abdulaziz A. Al-Shaikh	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Makki	Prof.	Vice-Chairman.
Badr A. Al-Faqir	Ass. Prof.	Secretary General.
Abdulah H. Al-Solai	Ass. Prof.	Treasurer.
Abdullah S. Al-Roqaybah	Ass. Prof.	Member.
Ibrahim S. Al-Dosari	Ass. Prof.	Member. Mohsen
Ibrahim M.A. Al-Faqqy	Ass. Prof.	Member.
Mohammed M. Al-Qahtani	Ass. Prof.	Member.
Khadran K. Al-Thobeti	Ass. Prof.	Member.

RESEARCH PAPER IN GEOGRAPHY

OCCASIONAL REFEREED PAPERS PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

50

The Relationship Between Rise in Water Table and Rainfall in Wadi Muhayrigah Basin Saudi Arabia

Dr. Mohammed A. M. Al-Saleh

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1422 A.H. - 2001 A.D.