جامعة الملك سعود
King Saud University
1957

بحوث جغرافية

المملكة العربية السعودية
الجمعية الجغرافية السعودية
Saudi Geographical Society
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

125

العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء

د. فرحان بن حسين الجعيدي

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1441هـ 2020م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن عبد العزيز القباني	رئيسا
أ.د. سعد بن ناصر الحسين	عضواً.
أ.د. محمد بن صالح الربدي	عضواً.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	عضواً.
د. زين بنت مطلق الجميعى	عضواً.

الهيئة الاستشارية

أ.د. أمل يوسف العذبي الصباح	جامعة الكويت.
أ.د. حسن عبد القادر صالح	الجامعة الأردنية.
أ.د. عبد الله بن ناصر الوليعي	جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
أ.د. ناصر بن عبد الله الصالح	جامعة أم القرى.

المراسلات

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢

بريد إليكترونى: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبيها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

بسم الله الرحمن الرحيم

بحـوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

125

العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء

د. فرحان بن حسين الجعيدي

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1441هـ 2020م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

د. علي بن عبد الله الدوسري	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. ملهي بن علي الغزواني	أمين المجلس.
د. فهد بن عبد العزيز المطلق	أمين المال.
د. تغريد بنت حمدي الجهني	رئيسة وحدة إدارة الأخطار والكوارث.
د. أسماء بنت عبدالعزيز أبا الخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.
أ. سلطان بن عياد الحربي	مقرر وحدة النشر الإلكتروني للرسائل العلمية.
أ. منى بنت صالح العدل	مسؤولة النشرة الجغرافية.

ح **الجمعية الجغرافية السعودية،١٤٤١هـ**

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الجعيدي، فرحان بن حسين
العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء
/ فرحان بن حسين الجعيدي ، الرياض ، ١٤٤١هـ
٦١ ص ؛ ١٧×٢٤ سم.- (سلسلة بحوث جغرافية ؛ ١٢٥)
ردمك: ٣-٤-٩١٢٨٢-٦٠٣-٩٧٨
١ – الينابيع ، السعودية أ. العنوان ب. السلسلة
ديوي ٥٥١.٤٩٨ ١٤٤١/٦٥٠١
رقم الإيداع: ١٤٤١/٦٥٠١
ردمك: ٣-٤-٩١٢٨٢-٦٠٣-٩٧٨

شكر وتقدير

نتقدم بجزيل الشكر للجمعية الجغرافية السعودية على دعم نشر بحثنا ضمن سلسلة بحوث جغرافية.

د. فرحان بن حسين الجعيدي

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

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

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

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.

٤ -يقدم البحث على (على CD) مطبوع بنظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows)، ويترك فراع ونصف بين كل سطر وآخر بخط AL-Hotham للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة)، ويرفق معه ثلاث نسخ مطبوعة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥]صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

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

٦ - يراعى أن تقدم الأشكال في هيئة رقمية تقرأ وتعرض بالحاسب الآلي، على برنامج Adope Photoshop أو على هيئة ESO أو تنسيق TIFF على أن تكون أقل درجة وضوح للصور ٣٠٠ نقطة، ومقاس ١٢٠X١٨٠ ملم، وتكون الأشكال الملونة على صيغة RGB. وتقدم الاشكال بالأبيض والأسود على وضعية التنسيق الرمادي.

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 باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا

تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

أ - الكتـــــب: 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. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.

ب - الدوريـــــات: 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).

ج - الكتب المحـررة : 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 .

د - 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.

١١ -تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعريف بالباحثين: د. فرحان بن حسين الجعيدي، أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.

الملخص

تتركز العيون المائية مكانياً في الحوض الأوسط لوادي السهباء في أربعة مواقع تأتي من الشمال الى الجنوب على النحو التالي: الموقع الأول ويقع في أسفل المنحدرات الغربية لجبال الجبيل ويوجد فيه عينا هيت والجبيل ويمر بالقرب منهما وادي السلي. الموقع الثاني ويقع في أسفل المنحدرات الجنوبية لمرتفعات فرزان ويقع فيه عيون فرزان ويمر بالقرب منها وادي نساح. الموقع الثالث ويقع في أسفل المنحدرات الشمالية لمرتفعات القصيعة ويوجد فيه عيون الضلع وسمحة وأم خيسة ويمر بالقرب منها وادي الخرج. الموقع الرابع ويقع في الجهة الغربية لمرتفعات الخفس ويوجد فيه عيون خفس دغرة ويمر بالقرب منها وادي العقيمي. وتعكس نسبة وجود التريتيوم في مياه عين هيت والضلع (0±2 T.U.) في عام ١٩٧٤م الى وجود تغذية مائية من الأودية المحيطة. ويصرف هذا الحوض ١١ وادياً بمتوسط تدفق سيلي يقدر بحوالي ٥٧.٥ مليون م٣/سنة بمتوسط تغذية لسهل الخرج تقدر بحوالي ١٨٥٠ لتر/ثانية.

وتعد العيون في منطقة الدراسة من العيون الكارستية التي تكونت نتيجة إنهيار وهبوط جزء من طبقات الصخور العلوية بفعل تحللها بالمياه الجوفية وتأثيرها على الرواسب القابلة للذوبان في الماء مثل صخور الحجر الجيري والانهيدرايت في تكوينات العرب والسلي وهيت. وتعد خزانات العيون من الخزانات المحصورة confined aquifer ولذلك تتدفق المياه من فتحات العيون. وترتبط بعض من هذه العيون بخزان جوفي واحد مثل عين الضلع وعين سمحة حيث ينخفض منسوب المياه في العينين عند الضخ من عين واحدة.

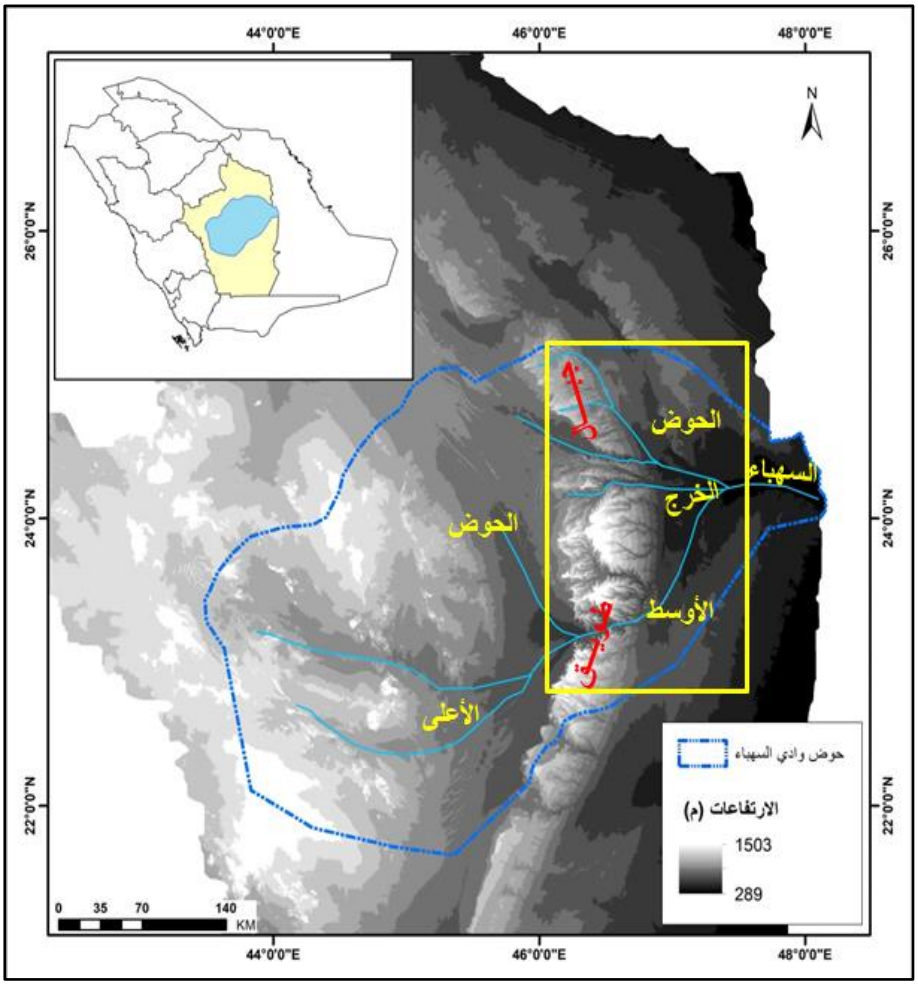
وتعد مياه عيون فرزان أفضل العيون من حيث جودة نوعية المياه وذلك لانخفاض درجة الملوحة وتركيز الأملاح والكبريتات. وتنقسم فترة استغلال مياه العيون للإستخدام الزراعي بواسطة الضخ الميكانيكي الى فترتين: الفترة الأولى من ١٩٣٨ -١٩٨٠م وانخفض فيها منسوب المياه بصورة تدريجية من ٦ أمتار تحت مستوى سطح الأرض الى ١٨م أي بفارق ١٢متراً في ٤٢ عاماً؛ الفترة الثانية من ١٩٨٠ -١٩٩٥م وفيها انخفض منسوب المياه من ١٨م تحت مستوى سطح الأرض الى ما يقارب ١٠٠م أي بفارق ٨٢م تقريباً في ١٥ عاماً. وتعزو الدراسة الإستنزاف الهائل للمياه في الفترة الثانية الى دعم زراعة الأعلاف والقمح والتوسع في زراعة هذه المحاصيل من قبل وزارة الزراعة والمياه في حينها.

المقدمة:

يدل وجود العيون في الحوض الأوسط لوادي السهباء على وفرة المياه الجوفية التي جعلت منه إقليماً زراعياً مهماً في وسط الجزيرة العربية منذ القدم. غير أن هذه المياه ونوعيتها وأعماقها بقيت غير معروفة إلى أن أصدر جلالة المغفور له بأذن الله الملك عبد العزيز أمره الكريم بالتنمية الزراعية في الخرج في منتصف الثلاثينيات الميلادية من القرن الماضي. فقدمت عدد من البعثات الزراعية الإقليمية والدولية للمساهمة في هذه التنمية والتي كان آخرها البعثة الزراعية الأمريكية التي يتكون أفرادها من تخصصات مختلفة ومنهم الجيولوجي جلن براون Glen Brown الذي وصل الى المملكة في عام ١٩٤٥م. وبعد انتهاء مهمة البعثة الأمريكية طلب جلالة الملك عبد العزيز طيب الله ثراه من السيد براون البقاء في المملكة لدراسة عيون المياه ومكامنها والإستفادة منها في الخرج. ونتج عن

ذلك دراسة جيولوجية وهيدرولوجية هي الأولى لمنطقة الخرج بل ونعتقد بأنها الدراسة الأولى في المملكة العربية السعودية في هذا المجال. ولتميز هذه الدراسة وأصالتها فقد قدمها براون الى جامعة نورثويسترن الأمريكية Northwestern University وحصل في ضوئها على درجة الدكتوراه وذلك في عام ١٩٤٨م (Brown, 1948).

ولعب المناخ القديم في عصور المايوسين الجاف بشكل عام والبلايوسين الحار ذو الرطوبة العالية والبلايستوسين البارد نسبياً، دوراً بارزاً في تشكل شبكات التصريف المائي التي تغذي التكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه التي تنتمي لها هذه العيون. فقد استمرت فترة تقطع الأودية في المنحدر الخلفي لظهرة طويق الرسوبية حتى عصر الهولوسين الذي زادت فيه الإرسابات من حصى وحصباء وطمي وعملت فترة الجفاف على تكون الكثبان الرملية. ونتيجةً لهذه الإرسابات تشكّل ما يعرف بسهل الخرج الذي يلتقي فيه العديد من الأودية الفحول التي تمثل الحوض الأوسط لوادي السهباء بينما يتكون حوضه الأعلى من نظامين نهريين قديمين يعودان الى العصور المطيرة في البلايستوسين والهولوسين (شكل رقم ١). وبذلك يمثل وادي السهباء نظاماً نهرياً قديماً يمتد من وسط الجزيرة العربية لينتهي في سبخة مطي ثم الى الخليج العربي بعد ان يخترق رمال الدهناء باتجاه الشرق (Alsayari and Zotl, 1978). ويظهر هذا الوادي على الخرائط القديمة التي رسمت في الفترة من القرن الثاني عشر الميلادي الى القرن التاسع عشر الميلادي بشكل خطي ينتهي في الخليج ويطلق عليه وادي أفنان أو عفتان (AlQasimi, 1999, AlShaikha and Claire, 2010).



شكل رقم (١): دخول الأنظمة النهرية القديمة الى منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحث

وتعد أودية السلي وحنيفة ونساح والعين وماوان ووثيلان والحوطة والعقيمي أكبر هذه الأودية التي يتكون منها الحوض الأوسط لوادي السهباء. وتتطور عند مخارج هذه الأودية عدد من المراوح الفيضية وخاصةً في مخارج أودية

حنيفة ونساح والأودية المنحدرة من جبال عليَة. وتغذي هذه الأودية منكشفات عدد من الخزانات الجوفية بالمياه وبالتالي تظهر هذه المياه على شكل عيون مائية وسيوح في مناطق متفرقة من السهل نتيجة هبوط صخور الإنهايدرايت. وتعد دراسة النشوان (١٤٣١هـ) أكثر الدراسات التي تناولت العيون المائية في منطقة الرياض من حيث حماية البيئة والموارد المائية والعوامل التي أدت الى جفافها. وتركز دراسات أخرى للعيون على جانب التركيب الجيولوجي لصخور المنطقة المحيطة ودور العيون في القطاع الزراعي وخصائص مياهها الكيميائية (Brown, 1948: Crary, 1951: Battal, 1986: Bazuhair, 1986: Alsaaran, 1999, Alomran et.al., 2017: السعران، ٢٠٠٥). وتهدف هذه الدراسة الى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية للعيون وتاريخها ومصادر المياه في جنوب مدينة الرياض وسهل الخرج وتوزيعها المكاني بالنسبة لأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء.

منهجية البحث وأسلوبه:

يستخدم هذا البحث المنهج الوصفي الاستقرائي الذي يقوم على تحليل جيومورفولوجية العيون المائية وتوزيعها المكاني والتغير الذي طرأ على مستوى مياهها منذ عام ١٩١٨م. ولتحقيق هدف هذه الدراسة تم استخدام ما يلي:

أولاً: الاطلاع على البيانات الأولية من كتب ومراجع ومقالات علمية منشورة وبيانات تقارير الشركات الاستشارية غير المنشورة.

ثانياً: جمع ودراسة وتحليل المتغيرات المورفومترية لأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء المنشورة وغير المنشورة.

ثالثاً: تحليل الخرائط والصور الجوية القديمة والمرئيات الفضائية ونموذج الارتفاعات الرقمية للمنطقة DEM (٣٠م).

رابعاً: تجميع الصور الفوتوغرافية للعيون وتصنيفها حسب الأقدم وذلك للتعرف على مقدار التغير في انخفاض منسوب المياه.

خامساً: تجميع أول تحاليل كيميائية لمياه العيون منذ بداية الدراسات الهيدرولوجية للعيون التي أجرته شركة أرامكو ١٩٤١م وبراون ١٩٤٨م.

سادساً: الزيارات الميدانية والقياسات الحقلية لمراقبة التغير في مستوى المياه التي تظهر في الصور القديمة. وقد تم استخدام جهاز نقال موجه بالليزر يتم تركيزه على المنسوب الذي يظهر في الصور في التواريخ المختلفة. وقد استخدم ذلك في قياس منسوب المياه في عين سمحة والضلع.

سابعاً: استخدام برنامج ArcGIS لإنشاء قاعدة بيانات تشمل طبقات نموذج الارتفاعات الرقمية DEM وجيولوجية المنطقة وأحواض الأودية ومجاريها ومواقع العيون.

جيولوجية وجيومورفولوجية المنطقة:

يلعب كل من التكوين الجيولوجي والجيومورفولوجي دوراً مهماً في تشكيل هيدروجيومورفولوجية العيون وتغذيتها بالمياه. ويتكون التتابع الطبقي في جنوب مدينة الرياض والخرج (الحوض الأوسط لوادي السهباء) من الطبقات الرسوبية التالية والتي تأتي من الأقدم للأحدث كما يلي: الجبيلة، العرب، السلي، اليمامة، البويب، البياض، الوسيع، العرمة، الخرج، واخيراً رواسب العصر الرباعي. ويوجد في المنطقة عدد من المرتفعات التي تعكس التتابع الطبقي

لصخور الرف العربي، حيث تسيطر صخور العصر الجوراسي الاعلى الكربونية على معظم الجزء الغربي بينما تسيطر صخور العصر الكريتاسي على معظم منطقة الوسط وصخور عصر البالويسين على الجزء الشرقي (Brown, 1948; p28). ففي غرب الخرج توجد هضبة عليّة التي تمثل المنحدر الخلفي لجبال طويق ويصل إرتفاع بعض القمم الجبيلية فيها الى حوالي ١٠٠٠م فوق مستوى سطح البحر. أما من الناحية الشمالية فتبرز في الخرج سلسلة جبلية مقطعة بفعل عوامل التعرية المائية وتبرز فيها حافتان جبليتان مميزتان هما حافة تكوين السلي (جبال الجبيل) وحافة تكوين العرمة (جبال العرمة) والذي يتراوح ارتفاعها ما بين ٥٠٠ -٥٥٠م فوق مستوى سطح البحر. أما من الناحية الجنوبية فيوجد عدد من البروزات الصخرية والحواف والخشوم التي تبدأ بحافة جبلية صغيرة تعرف بمرتفعات القصيعة بالقرب من عيون الخرج وتنتهي بالمرتفعات المطلة على مدينة الدلم. تليها سلسلة من المرتفعات والخشوم باتجاه الجنوب والتي تعرف بجبال الخفس وتصبح أكثر وعورة حتى تصل الى خشم خرطم في جنوب مدينة حوطة بني تميم.

ويتطور بين هذه المرتفعات سهل فيضي غني بالتربة الخصبة والمياه والذي يمتد على مساحة كبيرة تبدأ من مرتفعات علية غرباً حتى التوضحية شرقاً ويعرف جيولوجياً باسم سهل الخرج Al-Kharj Plain. ويبدو السهل اكثر اتساعاً وارتفاعاً بحوالي ٤٥٥م فوق مستوى سطح البحر بالقرب من مخارج الأودية التي تصرف منطقة علية في الغرب بينما ينحدر ويضيق كلما اتجهنا نحو الشرق وبالتحديد في فيضة السهباء حيث يصل الارتفاع الى ٤٢٠م فوق مستوى سطح

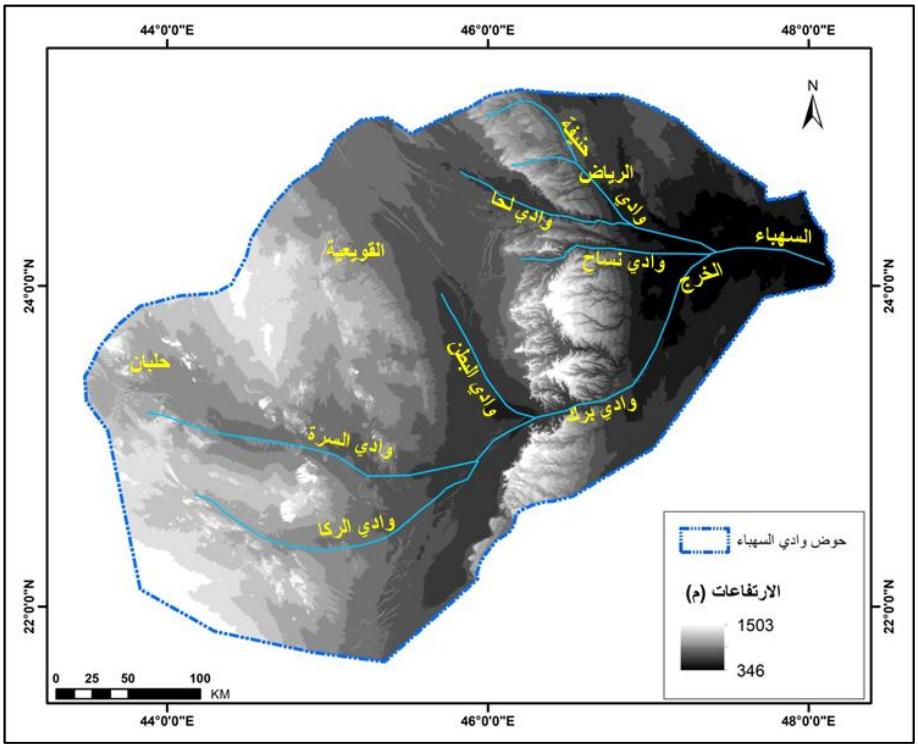
البحر. وقد عملت الكثير من الأودية التي تنحدر من جبال طويق الواقعة الى الشمال الغربي وغرب الخرج على تغذية هذا السهل بالمياه التي تترسب في داخل الطبقات والتي تشكلت عبر العصور الجيولوجية المتعاقبة. وبالتالي تشكلت عدد من البحيرات القديمة في العصور المطيرة من العصر الرباعي والتي تنتشر في سهل الخرج ؛ البحيرة الأولى وتمتد بمحاذاة جبال القصيعة في جنوب سهل الخرج من العيون شرقاً حتى منطقة الرويضة بالقرب من نعجان غرباً، والبحيرة الثانية وتمتد بمحاذاة الجهة الشمالية لمرتفعات فرزان وتشمل منطقة العفجة (Saudi French Archeological Mission, 2016). بالإضافة الى ذلك يحتوي الحوض على سهول حصوية من أحجار الكوارتز اللامعة المستديرة الشكل الذي يتخللها بعض الإرسابات الرملية عالية النفاذية وبالتحديد في جنوب وادي السهباء في منطقة تسمى بصلعة البياض. وتمثل هذه الإرسابات الحصوية بقايا مجاري نهرية قديمة تعود الى أواخر الزمن الثالث (الوليعي، ١٤٢٨هـ). وقد تم العثور في هذه السهول على بقايا أشجار متحجرة لها دلالتها في وجود الغابات في العصر الكريتاسي الاوسط (Brown, 1948).

التحليل والمناقشة:

أولاً: الخصائص الهيدرومورفومترية لأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء:

يوضح الشكل رقم (٢) تأثير أودية النظام النهري القديم على تشكيل حوض وادي السهباء الذي يمتد على مساحة واسعة من وسط المملكة بما في ذلك منطقة ما يعرف بعالية نجد. ويمثل نظام وادي لحا (لحي) النهري القديم للجزء الشمالي من الحوض الأعلى بينما يمثل نظام برك النهري القديم الجزء الجنوبي له.

ويعد الجزء الجنوبي الأكبر مساحةً ويصرفه عدداً من الأودية المنحدرة من وسط المملكة والتي تشمل أودية الركا والسرة والبطن (ال سعود، ١٤٣٨هـ). وبالتالي ساهمت هذه الأودية بشكل فعال في تغذية عدد من منكشفات الخزانات الجوفية بالمياه أثناء فترة العصور المطيرة في البلايستوسين والهولوسين من العصر الرباعي والتي تشكلت على ضوئها عدد من بحيرات المياه العذبة في المملكة ومنها سهل الخرج (McClure, 1976; Whitney et. al. 1983).



شكل رقم (٢): الأودية الرئيسية المؤثرة قديماً في تغذية حوض وادي السهباء

أما الحوض الأوسط لوادي السهباء والذي يمثل حدود منطقة الدراسة كما أسلفنا فيحتوي على عدد من الأودية التي تتفاوت في مساحة أحواض

تصريفها وأطوال محيطها وطول مجراها الرئيس بناءً على التكوين الصخري والصدوع والفوالق التي عملت على تشكيل مجاريها. ويمكن تقسيم هذه الأودية الى ثلاثة مجموعات حسب موقعها بالنسبة لسهل الخرج حيث توجد العيون المائية :

المجموعة الأولى: الأودية الشمالية وتشمل أودية الحنية والسلي وحنيفة:

يصرف وادي الحنية المنطقة الخلفية لظهرة جبال الجبيل والتي تظهر على شكل حافة بين مدينتي الرياض والخرج. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي حوالي ١٣٩٦كم^{٢} ومحيط الحوض حوالي ١٨٨كم بعرض يصل الى ٢٠كم وطول يصل الى ٧٠كم. ويتجه هذا الوادي بشكل عام من الشمال الى الجنوب.

أما وادي السلي فيقع الى الغرب من وادي الحنية ويعتبر أحد أهم الأودية التي تصب في سهل الخرج من الجهة الشمالية والذي ينحدر بشكل عام من الشمال الى الجنوب وبالتحديد بشكل موازي للحافة الغربية لجبال الجبيل الممتدة بين الرياض والخرج. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي ٢٧٥٢كم^{٢} وطول الوادي أكثر من ١٢٣كم وعرضه حوالي ٢٥م ومحيطه حوالي ٣٧٥كم.

وتبلغ عدد المجاري في وادي السلي على أقل تقدير حوالي ٢٥٧٤ مجرى بمجموع أطوال تصل الى حوالي ٣٠٧٨ كم ونسبة تشعب تبلغ٢.٩١ (ال سعود، ١٤٣٥هـ). وتعد كثافة التصريف في الوادي عالية إذ تصل الى ١.٤٧كم/كم مما يدل على تناسب طبيعة الحوض مع تضاريسه والتي أدت بدورها الى امتداد المجاري المائية وتفرعها على الصخور الرسوبية للحوض.

أما وادي حنيفة فيقع الى الغرب من وادي السلي ويعتبر أكبر الأودية التي تصرف المنحدر الخلفي لظهرة جبال طويق الرسوبية في وسط المملكة العربية السعودية. وينحدر هذا الوادي بشكل عام باتجاه الجنوب الشرقي حتى ينتهي في سهل الخرج بالقرب من منطقة البرة وتحديدا الى الشمال الغربي من منطقة السلمية. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي أكثر من ٤٤٤٨كم^{٢} بمحيط يبلغ حوالي ٣٧٨كم وطول حوض يصل الى ٢٣٠كم ومجموع أطوال مجاري يصل الى ٧٦١٢كم بمتوسط نسبة تشعب تصل الى ٢.٩١. ويتراوح عرض الوادي مابي١٠٠ وما يقارب ١٠٠٠م كأقصى اتساع بينما يتراوح عمقه ما بين ١٠ - ١٠٠م كأقصى عمق بمتوسط انحدار يصل الى ٣.٣٪. وتعد كثافة التصريف في الوادي عالية إذ تصل الى ٠.٩٢كم/كم^{٢} مما يدل على تناسب طبيعة الحوض مع تضاريسه التي يطغى عليها السفوح المرتفعة شديدة الانحدار وبذلك أدت هذه الكثافة الى امتداد المجاري المائية وتفرعها بواسطة الحفر الراسي (ال سعود، ١٤٣٨هـ).

المجموعة الثانية: الأودية الغربية وتشمل أودية نساح وبلجان والعين وماوان ووثيلان:

وتصرف هذه الأودية ما يعرف بظهرة عليّة الرسوبية الواقعة الى الغرب من سهل الخرج وتشكل ما يشبه الدرع. ويعد وادي نساح أكبر هذه الأودية حيث تصرف الأحواض العليا منه المنحدر الخلفي لظهرة جبال طويق الرسوبية بينما تصرف بعض الأحواض الوسطى جزء كبير من ظهرة عليّة. ويعتبر هذا الوادي من الأودية الإنكسارية Graben Fault الذي تكثر فيه الصدوع المتوازية ولذلك

انعكست هذه البنية الجيولوجية على نمط التصريف المائي وأصبح يسود النمط الشجري والمتوازي حوض الوادي. وينحدر الوادي بشكل عام باتجاه الشرق حتى ينتهي في سهل الخرج وبالتحديد في شمال غرب مدينة الهياثم. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي ما يقارب ١٧٥٠كم بمحيط يبلغ ما يقارب ٣٥٢كم وطول حوض يصل الى ١٣١كم واستدارة تساوي ٠.١٧ وإستطاله تساوي ٠.٨ وبذلك يميل شكل الحوض الى الإستطاله. وتتألف شبكة التصريف المائي السطحي للوادي من ٦٤٧ رافداً حسب قاعدة شرف Shrieve. ويبدو من تباين خاصية التضرس الكلي للوادي أنه تعرض لمراحل مختلفة من الحت النهري. ولذلك يتأثر النسيج الحوضي في الوادي بالنظام الصدعي للشعيب ومراحل الحت والتعرية المختلفة (ال سعود، ١٩٩٦).

يلي وادي نساح من الجهة الجنوبية حوض وادي صغير الحجم يطلق عليه وادي بلجان ولكنه مؤثر بشكل مباشر في سهل الخرج. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي مايقارب١٣١ كم^{٢} وطول محيطه ٥٢كم وطوله ٢٠كم. وتبلغ نسبة متوسط انحدار الحوض ١.٢٪ بين أقصى ارتفاع (٧٥٥م) وأدنى ارتفاع (٤٩٠م) بمتوسط ارتفاع يصل الى ٦٢٣م. أما خصائص الحوض الشكلية والتضاريسية فيبلغ معامل التضاريس النسبية ١٤.٦ م/كم ونسبة التضرس ٢٧٥ م/كم ومعامل الشكل ٠.٢٠ باستدارة تصل الى ٠.٦٢ واستطالة ٠.٥٠. وينحدر هذا الوادي بشكل عام باتجاه الشرق حتى ينتهي في سهل الخرج بالقرب من مركز الضبيعة.

يلي وادي بلجان من الجهة الجنوبية والغربية وادي العين الذي يعد من الأودية الكبيرة الحجم والمؤثرة بشكل مباشر في سهل الخرج والتي تصرف المنحدر الخلفي لجبال عليةً الرسوبية. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي مايقارب ٨٢٩ كم^{٢} وبمحيط يصل الى ١٤٩كم وطول الحوض يصل الى ٦٠كم. وتبلغ نسبة متوسط انحدار الحوض ١.١٪ بين أقصى إرتفاع (١١٤٩م) وأدنى ارتفاع (٥٠٠م) بمتوسط ارتفاع يصل الى ٨٢٥م. أما خصائص الحوض الشكلية والتضاريسية فيبلغ معامل التضاريس النسبية ٧.٧ م/كم ونسبة التضرس ١٤٦ م/كم ومعامل الشكل ٠.١٣ باستدارة تصل الى ٠.٤٧ واستطالة ٠.٤١. وتبلغ عدد الأودية والمجاري المائية حوالي ٢٧٠٧ مجرى. وينحدر هذا الوادي بشكل عام باتجاه الشرق حتى ينتهي في سهل الخرج في مركز نعجان.

يلي وادي العين من الجهة الجنوبية وادي ماوان والذي يعد من الأودية الكبيرة الحجم والمؤثرة بشكل مباشر في سهل الخرج والتي تصرف المنحدر الخلفي لجبال عليةً الرسوبية ايضاً. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي ما يقارب ٨٢٤ كم^{٢} وبمحيط يصل الى ١٤٢كم وطول الحوض يصل الى ٥٨كم. كما يبلغ عدد الأودية والمجاري المائية حوالي ٥١١٦ مجرى بمجموع اطوال تصل الى حوالي ١٩٤٠كم. وينحدر هذا الوادي بشكل عام باتجاه الجنوب الشرقي حتى ينتهي في سهل الخرج في منطقة الرغيب. وتبلغ نسبة متوسط انحدار الحوض ١.٢٪ بين أقصى إرتفاع (١١٧٧م) وأدنى إرتفاع (٤٨٢م) بمتوسط إرتفاع يصل الى ٨٣٠م. أما خصائص الحوض الشكلية والتضاريسية فيبلغ معامل التضاريس النسبية ٨.٣

م/كم ونسبة التضرس ١٥٧ م/كم ومعامل الشكل ٠.٢٠ باستدارة تصل الى ٠.٥٢ واستطالة ٠.٥١.

يلي وادي ماوان من الناحية الجنوبية وادي وثيلان والذي يعد من الأودية الكبيرة الحجم والمؤثرة في سهل الخرج والتي تصرف المنحدر الخلفي لجبال عليةً الرسوبية ايضاً. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي ما يقارب ٦٦٤ كم^{٢} وبمحيط يصل الى ١٤١كم وطول الحوض يصل الى ٥٠كم كما يبلغ عدد الأودية والمجاري المائية حوالي ٣١٥٤ مجرى بمجموع اطوال تصل الى حوالي ١٢٧٦كم. وينحدر هذا الوادي بشكل عام باتجاه الجنوب الشرقي حتى ينتهي في وادي السوط. وتبلغ نسبة متوسط انحدار الحوض ١.٢٪ بين أقصى إرتفاع (١١٧١م) وأدنى إرتفاع (٥١٦م) بمتوسط إرتفاع يصل إلى ٨٢٥م. أما خصائص الحوض الشكلية والتضاريسية فيبلغ معامل التضاريس النسبية ٨.٣ م/كم ونسبة التضرس ١٥٧ م/كم ومعامل الشكل ٠.١٧ بإستداره تصل الى ٠.٤٢ واستطالة ٠.٤٦.

المجموعة الثالثة: الأودية الجنوبية وتشمل وادي الحوطة (السوط) والعقيمي والريحان:

يعد وادي السوط إمتداداً لوادي الحوطة الذي يعتبر أحد أكبر الأودية التي تصب في سهل الخرج من الجهة الجنوبية. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي حوالي ٥٠٥٨كم^{٢} ومحيط الحوض حوالي ٤٠٧كم وطول الحوض يصل الى ٨٨كم. حيث يصرف الحوض الأعلى للوادي ظهرة جبل طويق (بارتفاع يصل إلى ١١٥٧م) ويعرف بوادي الحريق الذي يتجه بشكل عام جنوباً حتى

يصب في حوطة بني تميم ثم يلتقي بوادي الحلوة القادم من الجنوب. وبعد أن يلتقي الواديان يكونان ما يسمى بوادي الحوطة الذي ينعطف بشكل حاد الى الشمال الشرقي باتجاه السوط (بارتفاع يصل إلى ٥٢٠م). وفي العصر الرباعي كان وادي برك أحد أهم الأودية التي تشكل الحوض الأعلى لوادي الحوطة(Alsayary and Zotl, 1978).

يلي وادي السوط من جهة الجنوب الشرقي ما يعرف بوادي العقيمي وهو أحد أهم الأودية التي تصب في سهل الخرج من الجهة الجنوبية. حيث يصرف هذا الوادي المرتفعات الواقعة الى الجنوب الشرقي من محافظة حوطة بني تميم. ويمتد هذا الوادي بشكل عام من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي ويغذيه حالياً وادي برك (بارتفاع يصل إلى ١٠٣٥م) وعدد من الروافد المنحدرة من مرتفعات الخفس الجنوبية. ومن الغرب تغذيه عدد من الروافد المنحدرة من جبال شعارا وينتهي في فيضة الهجلة (بارتفاع يصل إلى ٤٧٥م) ورمال الضاحي بالقرب من خفس دغرة. وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي حوالي ٤١٩٦كم^{٢} ومحيط الحوض حوالي ٣٨٧كم وطول الحوض يصل الى ٩٢كم. وقد كان هذا الوادي من أهم مصادر المياه التي تم التركيز عليها في دراسة براون Brown (١٩٤٨م) عن هيدرولوجية الخرج لوجود بعض الآبار وموارد المياه القديمة وخاصةً مشاش النسوان الواقع في الحوض الأعلى للوادي.

يلي وادي العقيمي من الجهة الشرقية وادي الريحان الذي يعد أحد أهم الأودية التي تصب في سهل الخرج من الجهة الجنوبية. حيث يصرف هذا الوادي المنحدر الخلفي لجبال القصيعة الممتدة من خشم القصيعة شمالاً وجبال خفس

دغرة جنوباً (بارتفاع يصل إلى ٥٦٠م). ويمتد هذا الوادي بشكل عام من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي ويطلق على اعاليه وادي ابا الذر واوسطه بوادي الثليماء الذي يشتهر بوفرة المياه ووجود عدد من المزارع التقليدية منذ سالف العصور وينتهي في فيضة السهباء (بارتفاع يصل إلى ٤٢٠م). وتبلغ مساحة حوض التصريف للوادي حوالي ١١٦٦كم^{٢} ومحيط الحوض حوالي ١٨٦كم وطول الحوض يصل الى ٤٩كم.

ثانياً: الطبقات الحاملة للمياه في منطقة الدراسة:

تتنوع مصادر المياه في الخرج ما بين مياه السيول والأمطار ومياه العيون والمياه الجوفية القريبة من السطح (غير العميقة) والمياه الجوفية العميقة. وينحدر سطح الخرج بشكل عام باتجاه الشرق والشمال الشرقي بحوالي ٠.٥ درجة ولذلك تتعرض الأجزاء المنخفضة في السهل إلى فيضانات السيول بشكل مستمر عند حدوث العواصف المطرية وبالتالي تغذية خزانات المياه الجوفية (Bazuhair, 1989). وقد تم تقدير كميات مياه الخزانات الجوفية في الخرج بحوالي ١٠.٠٠٠ مليون م٣ نصفها يوجد على أعماق حوالي ١٠٠م تحت سطح الارض والنصف الآخر يوجد في التكوينات المائية العميقة (الخطيب، ١٩٨٠). وتنقسم المياه الجوفية في الخرج الى نوعين:

النوع الأول: المياه الجوفية تحت سطحية (قابلة للتجديد وغير عميقة): وتتغذى على مياه الأمطار والسيول ومصادر أخرى. وتشير الدراسات الاستشارية والعلمية الى ان أعماق هذه الرواسب تتراوح من بضع مترات الى ما

يقارب ٨٠م في سهل الخرج واستنزفت مياهها منذ منتصف الثمانينيات الميلادية من القرن الماضي (السعران، ٢٠٠٥).

النوع الثاني: المياه الجوفية العميقة غير المتجددة: وهي مياه التكوينات الرئيسية والثانوية الحاملة للمياه في الطبقات الرسوبية وتختلف أعماقها باختلاف عمق التكوين. وقد تمت تغذية هذه الخزانات بالمياه قبل أكثر من ١٠.٠٠٠ سنة عندما كانت الأمطار والسيول أكثر مما هي عليه في الوقت الحاضر. فقد حدد الباحث في دراسة سابقة مع فريق بحثي تأريخ عدد من الفترات المطيرة في الحوض الأعلى لوادي السهباء في منطقة القويعية باستخدام تقنية Optically Stimulated Luminescence OSL. وقد استخدمت هذه التقنية لمعرفة تأريخ دفن الرواسب الفيضية في المراوح الفيضية لأودية الخنقة والحرملية أو ما يعرف محلياً بالحدباء (McLaren et.al. 2009) . وكانت الفترة المطيرة قبل حوالي ٣٨٨٠٠±٣١٠٠ سنة هي الفترة التي قد تكون حدثت فيها التغذية وذلك لتوافقها مع الفترات المطيرة التي جرى تأريخها في عدد من المناطق المحيطة حيث تنتشر البحيرات العذبة في النفود في شمال المملكة والمندفن بالربع الخالي في جنوبها (McClure, 1976; Whitney et al., 1983; Schulz and Whitney, 1986). ومن أشهر التكوينات الجوفية العميقة في منطقة الدراسة ما يلي (جدول رقم ١):

١ -تكوين النيوجين الذي يمتد من وادي الدواسر جنوباً الى وادي السرحان شمالاً وتتكون طبقة الهيدروك منه من الحجر الجيري والحجر الجيري الرملي ويتحول في وسط المملكة الى أصل قاري يسمى بتكوين الخرج بسمك يتراوح

ما بين ٩ -٢٨م (عثمان، ١٩٨٣م). وحيث ان هذا التكوين من أعمق التكوينات المائية العميقة لذلك تستفيد منه الكثير من المزارع في الإقليم.

٢ -تكوين البياض والوسيع اللذان يكونان في منكشفهما وحدة مائية واحدة. ويظهر الوسيع في المناطق الشمالية الشرقية من الخرج بينما يمتد منكشفه على سطح الأرض مسافة تبلغ ١٤٦٠كم على شكل شريط هلالي من وادي الدواسر الى سكاكا شمالاً وتقطع هذا المنكشف أودية السهباء والرمة. وتعد نوعية مياه الوسيع جيدة في منكشفه شرق الخرج من ١٠٠٠ -٣٠٠٠ ملجم/لتر ويعزو خبراء المياه السبب في تغذيته بالمياه الى وادي السهباء (شكل رقم ٣).

جدول رقم (١): التكوينات المائية في اقليم الخرج

التكوين	التغذية السنوية (مليون م٣)	المخزون المؤكد (مليون م٣)	العمر الجيولوجي لمياه التكوين(سنة)	الأملاح Ppm	العسر الكلي TDS
(النيوجين)	٣٢٨	٥٠٠٠	حديث	٣٧٠٠ -٤٠٠٠	٢٦٩٠
البياض والوسيع	٤١٩	٨٩٠٠٠	٨٠٠٠ -١٦٠٠٠	٩٠٠ -١٠٠٠٠	٢٨٢٠ -٤٨٠٠
المنجور وضرما	٨٥	٥٣٤٠٠	٢٥٠٠٠	١١٠٠ -٢٠.٠٠٠	١٣٩٠ -٢٧٤٠
الإجمالي		١٤٧٤٠٠			

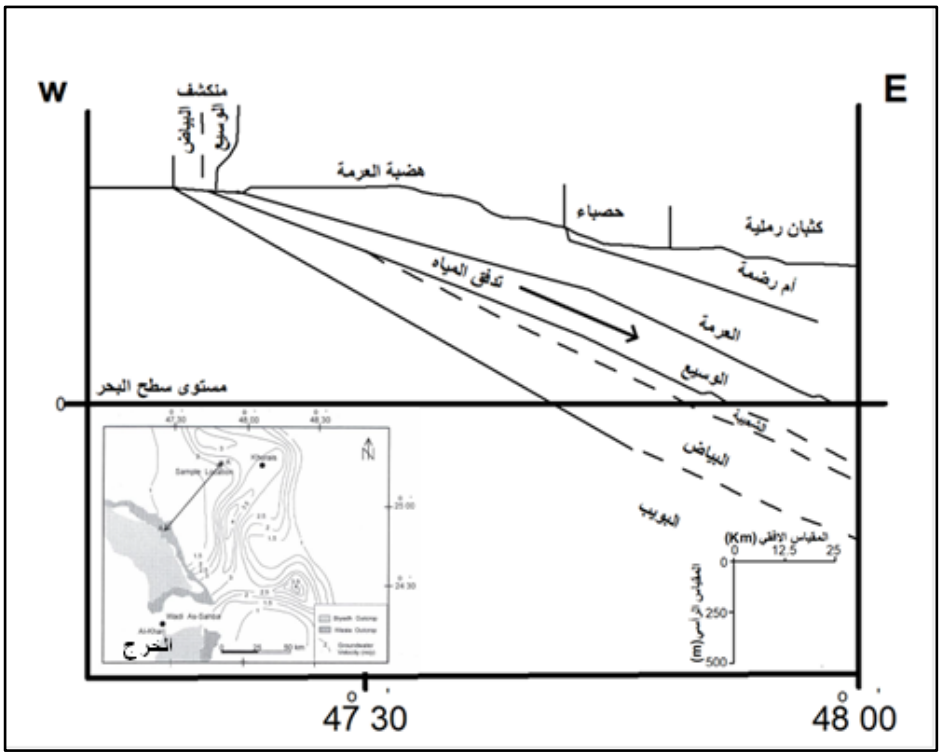
المصدر: الخطيب، (١٩٨٠م)، عثمان (١٩٨٣م) وأطلس المياه، (١٩٨٤م)

وتجدر الإشارة الى ان أعمار المياه وجودتها تختلف باختلاف أعماقها، فعلى سبيل المثال تختلف جودة تكوين مياه البياض في وادي نساح عنها في

وادي الخرج حيث تعد مياه ذات جودة عالية في نساح (تتراوح ما بين ٥٠٠ - ٩٠٠ ملجم/لتر) بينما تقل الجودة في الخرج وتتراوح من جودة جيدة الى ضعيفة كلما زاد العمق. كما يعود عمر المياه في تكوين البياض الى حوالي ٨٠٠٠ سنة. الجدير بالذكر انه في عام ١٩٦٧م تم تقدير تغذية تكوين الوسيع والبياض بحوالي ٤٨٠ مليون م٣/سنة (اطلس المياه، ١٩٨٤). وفي نهاية الستينات الميلادية قامت شركة سوقريا Sogreah بإجراء اختبارات على مياه تكوين البياض في الخرج عبر حفر عدد من الآبار المتفاوتة في العمق. واتضح بعد الحفر ان أعماق الآبار المحفورة على تكوين البياض تصل في وادي حنيفة الى ٢٣٧م وتصل في مغرة الى ٤٤٧م وتصل في السهباء الى ٣٦٢م.

٣ - تكوين المنجور وضرما الذي يمتد من الهدار في جنوب المملكة الى عروق المظهور في الشمال ويظهر منكشفه غرب جبال طويق ويقطع هذا المنكشف كل من وادي الرمة ووادي برك. ويصل سمك هذا التكوين الى ٤٠٠م عند مدينة الرياض ويقل سمكه كلما اتجهنا شمالا وجنوبا وشرقا. ويعود عمر المنجور الجيولوجي الى العصر الترياسي الأعلى قاري الترسيب ويتم تغطية صخوره في بعض الأماكن بصخور تكوين ضرما ليشكلا تكوينا واحداً يتألف من الاحجار الرملية خشنة الحبيبات مع طبقة رقيقة من الأحجار الجيرية والطفل (عثمان، ١٩٨٣م). وتعد نوعية مياه المنجور ذات نوعية جيدة حيث تتراوح نسبة الأملاح المذابة في مياهه ما بين ١٠٠٠ -٥٠٠٠ جزء في المليون. كما يعد هذا التكوين من أهم التكوينات المائية العميقة ويصل عمقه الى أكثر من ١٨٠٠م ويزيد عمر المياه فيه عن ٢٥٠٠٠سنة. وتستفيد حالياً من هذا التكوين

الكثير من المزارع في الاقليم وخاصة الشركات الزراعية الكبرى وكذلك تغذية مدينة السيح.



شكل رقم (٣): منكشف تكويني الوسيع والبياض واتجاه تدفق المياه في التكوينات

المصدر: (بتصرف بعد Subyani, 2005).

٤ -تكوينات السلي والعرب الأقل عمقاً وأصغر مساحةً من التكوينات السابقة. وتظهر صخور تكوين السلي في الجهة الشمالية والجنوبية الشرقية للخرج فوق صخور هيت مباشرةً بينما يظهر التكوين فوق صخور تكوين العرب مباشرةً في غرب الخرج. وتعد هذه التكوينات المصدر الرئيسي لمياه العيون كما سيأتي لاحقاً.

جاء بعد دراسة براون للمياه في الخرج عدد من الشركات الاستشارية التي درست التكوينات المائية ومنها: دراسة الشركة الفرنسية سوقريا Sogreah في عام ١٩٦٨م تحت المنطقة (Area V). كما درست شركة فرنسية أخرى تدعى (BRGM) المياه في الخرج في عام ١٩٧٨م. وكان من أهم توصياتها التعمق في التكوينات المتتابعة وضخ المياه من تكوينات الحجر الجيري من العصر الكريتاسي الأدنى والجوراسي الأوسط. كما درس بازهير عام ١٩٨٦م التكوينات المائية بالخرج وكانت من اهم التوصيات في دراسته مراقبة مستوى المياه في التكوينات الحاملة للمياه بشكل مستمر وهي التكوينات التي تشمل من الأحدث الى الأقدم (الوسيع، البياض، السلي، العرب) (Bazuhair, 1986).

بالإضافة الى التكوينات العميقة تشير كثير من الدراسات الهيدرولوجية لوجود تكوينات ثانوية حاملة للمياه في الخرج وهي التكوينات الموجودة في الرواسب الفيضية للأودية ومنها وادي نساح. فقد جرى سابقاً تقدير ما تحتويه رواسب الأودية في منطقة الرياض بما في ذلك وادي نساح بحوالي ١٤x٦١٠م٣. وفي دراسة جيوفيزيائة حديثة أثبتت تشبع رواسب وادي نساح بالمياه ومن المحتمل ان تشكّل خزانات جوفية واعدة حيث تم تقدير مساحة أحد هذه الخزانات ب ٣٠كم^{٢} (Aboud et. a., 2014). وتعد هذه التكوينات في نساح مكان التغذية الرئيس لتكوين البياض (Abdulrazzak, 1976). وتغطي مساحة منكشفات هذه الرواسب في سهل الخرج أكثر من ٧١٦كم^{٢} أي مايمثل ٨٧.٤٪ من المساحة الإجمالية للسهل (السعران، ٢٠٠٩). كما تشير

بعض الدراسات الى ان تكوين الخرج يدخل من ضمن هذه التكوينات والذي يصل سمك صخوره الى حوالي ٢٨م ولكنه يعتمد على التغذية من جريان السيول. ويتم استخراج المياه الجوفية في مزارع الخرج القديمة المحصورة في اليمامة والسلمية والهياثم والدلم من تكويني العرب والسلي. أما المزارع في وادي السهباء فان غالبية المياه الجوفية تستخرج من تكويني البياض والوسيع المذكورة سابقاً.

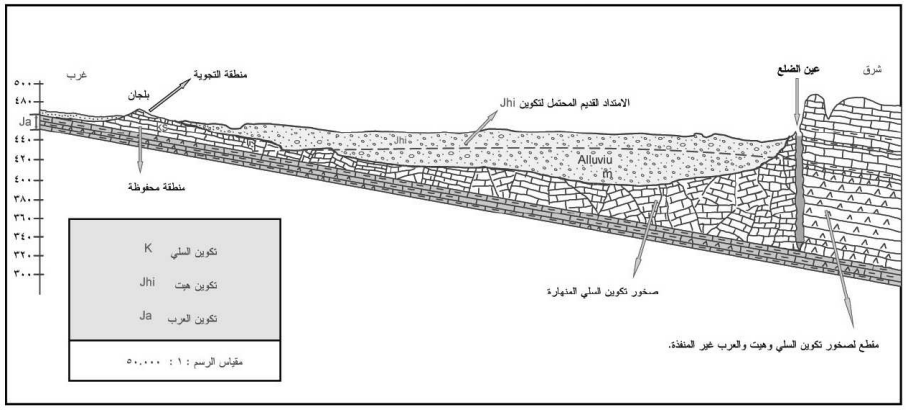
العيون المائية:

تعرف العيون المائية Sinkholes بانها انسياب طبيعي للمياه من داخل الطبقات الصخرية الى سطح الأرض تلقائياً. فالمياه التي تتسرب الى داخل الأرض تتحرك في اتجاه رأسي للأسفل وفي اتجاهات جانبية حتى تلتقي بطبقة المياه الجوفية أو بطبقة صماء غير منفذة وتتحول الى مياه جوفية. وفي الحالة التي يكون فيها سطح الطبقة غير المنفذة مكشوفاً على سطح الأرض تخرج هذه المياه الجوفية الى السطح بطريقة طبيعية وتتدفق على شكل عيون مائية أو ما يسمى بالينابيع. كما يلعب التكوين الصخري دوراً هاماً في ملوحة المياه في العيون حيث تزداد الملوحة بزيادة عمق هذه الصخور وكذلك تختلف نوعية المياه حسب نوعية الصخر الرسوبي (البسام، ٢٠٠١).

وتعد العيون المائية في الحوض الأوسط لوادي السهباء من العيون الكارستية التي تكونت نتيجةً لانهيار وهبوط جزء من طبقات الصخور العلوية للصخور الجيرية. حيث تعمل المياه الجوفية على تحلل هذه الصخور القابلة للذوبان في الماء وخاصةً صخور الانهيدرايت المشققة والمتجوية في تكويني

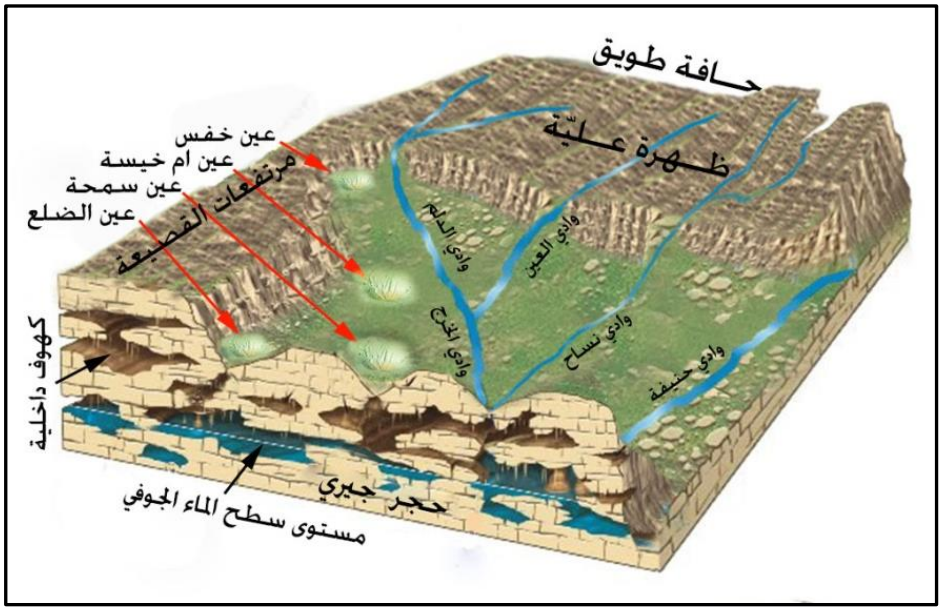
العرب والسلي وهيت (السعران، ٢٠٠٥). وتظهر صخور السلي في الجهة الشمالية والجنوبية الشرقية للخرج فوق صخور هيت مباشرةً بينما يظهر التكوين فوق تكوين العرب مباشرةً في غرب الخرج (شكل رقم ٤). وتبلغ سمك طبقة السلي الحاملة للمياه حوالي ١٧٠م وتتميز بعدم الانتظام وتستغل مياهه أيضاً في محافظة الدلم الواقعة الجنوب من عيون الخرج (ال الشيخ، ١٩٩٥). وتبلغ مساحة منكشف تكوين السلي في منطقة الدراسة حوالي ١١١.٧كم^{٢} أي ما نسبته ١٠.٧٪ من المساحة الإجمالية لمنكشفات التكوينات الجيولوجية في سهل الخرج. أما تكوين العرب فيعد خزاناً ثانوياً حسب تصنيف الخزانات الجوفية في المملكة لأنه لا ينتج إلا كميات محدودة من المياه الجوفية عالية التمعدن. وتبلغ سماكة تكوين العرب حوالي ١٠٠م بالإضافة الى زيادة مساميته الثانوية الناتجة عن التشقق والتصدع وانتشار ظاهرات الكارست الناتجة عن ذوبان الإنهايدرايت في المياه الجوفية (السعران، ٢٠٠٥). وتبلغ مساحة منكشف العرب بحوالي ٧٨.٦ كم^{٢} أي ما نسبته ٨.٤٪ من المساحة الإجمالية لمنكشفات التكوينات الجيولوجية في سهل الخرج (السعران، ٢٠٠٩).

وتعد تكوينات العيون في منطقة الدراسة من الخزانات الجوفية المحصورة Confined Aquifer ولذلك تتدفق المياه من فتحات العيون (السعران، ٢٠٠٥). كما تشترك بعض العيون في منطقة الدراسة في نفس التكوين وترتبط كل منهما بالأخرى عن طريق كهوف تحت الأرض (شكل رقم ٥). ومن الأمثلة على ذلك عيون السيح حيث تم ملاحظة ذلك للمرة الأولى في عام ١٩٤١م بعد ان بدأت عملية ضخ الماء من أحدهما ليتناقص في الأخرى (Crary, 1951). فقد



شكل رقم (٤): مقطع عرضي لتكوينات السلي وهيت والعرب ومنكشفاتها

المصدر: النشوان (١٤٣١هـ)



شكل رقم (٥): رسم تصويري يوضح علاقة العيون بخزانات المياه الجوفية المغذية

المصدر: عمل الباحث

تمت مراقبة التغير في منسوب المياه في خزان العيون بعد الضخ من عين الضلع لمدة ١٦يوماً متواصلة في الفترة من ٦ -٢٢/ ٢/ ١٩٤٦م (Brown, 1948).

وقد تم إجراء أول تحليل للخواص الكيميائية لمياه العيون في منطقة الدراسة في بداية الأربعينيات الميلادية من القرن الماضي. حيث تتراوح درجة الملوحة بالملجرام/لتر ما بين ٨٥١ -٣٠٨٤ (Brown, 1948). حيث تتركز المياه ذات النوعية الضعيفة التي ترتفع فيها نسبة الأملاح على طول الحدود الجنوبية والشرقية لسهل الخرج بينما تتركز المياه ذات النوعية الجيدة في شمال غرب السهل وبالتحديد في شمال الهياثم وأسفل وادي نساح. ولارتباط مياه العيون بالصخور الجيرية فانه يغلب على الأيونات المذابة فيها عناصر الكالسيوم والمغنيسيوم والبيكربونات في حين يقل تركيز ثاني اكسيد السيليكون نتيجة لصعوبة ذوبانه في الماء (البسام، ٢٠٠١).

التوزيع المكاني للعيون في منطقة الدراسة:

تتركز العيون في الحوض الأوسط لوادي السهباء في أربعة مواقع والتي تأتي من الشمال الى الجنوب على النحو التالي (شكل رقم ٦):

الموقع الأول: عيون منطقة السلي

تقع هذه المنطقة في أسفل المنحدرات الغربية لجبال الجبيل الواقعة بين الرياض والخرج ويمر بالقرب منها وادي السلي. ويوجد فيها العيون التالية:

١ -عين هيت

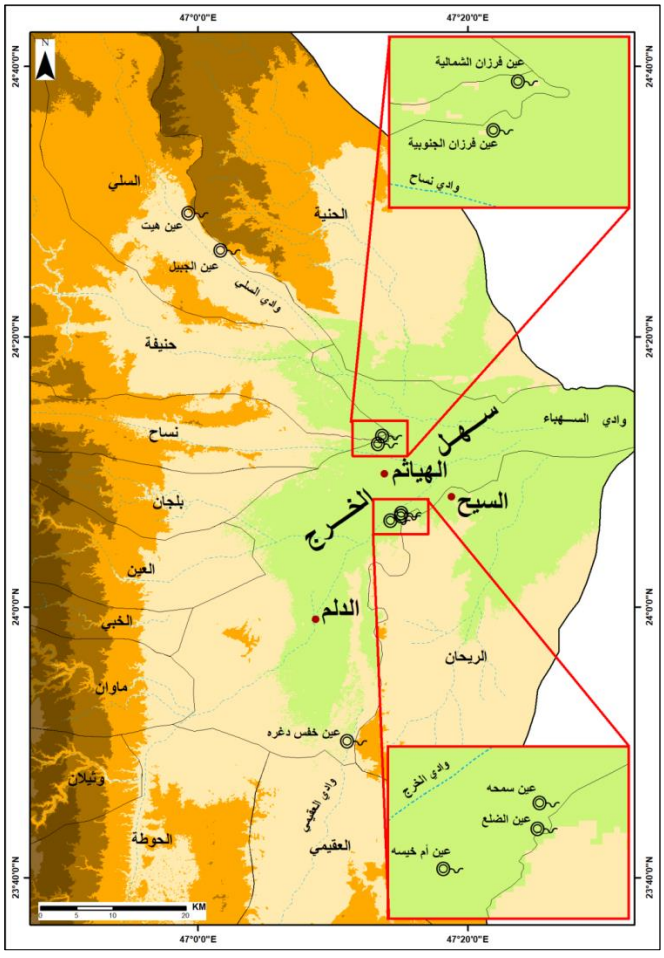
تقع عين هيت (كهف هيت) الى الجنوب الشرقي من مدينة الرياض بالقرب من مدينة الخرج وهي عبارة عن كهف هابط في عرض جبل الجبيل الذي

تكونّ بفعل الاذابة التي أحدثت الانهيار في صخور الانهايدرايت الذي يشكّل الجبس مع الماء ومن ثم يتفكك بالذوبان (Vincent, 2008).

$$CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

anhydrite + water → gypsum

إنهايدرايت + ماء ← جبس



شكل رقم (٦): التوزيع المكاني للعيون في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث.

ونتيجةً لهذا الهبوط الأرضي تكونّ مدخل الخزان الجوفي على شكل كهف واسع بينما توجد المياه على أعماق بعيدة تحت سطح الأرض ويسمى محلياً بالدحل. ويعود اكتشاف وجود صخور الانهايدريت على السطح لأول مرة في المملكة في هذا الموقع الذي وصله عدد من الجيولوجيين من ارامكو بدعوة من جلالة المغفور له الملك عبد العزيز في عام ١٩٤٥م لدراسة إمكانية الاستفادة من مياه عين هيت (شكل رقم ٧). ويظهر في الصورة الجيولوجي ماكس ستاينكي Max Steinekeمكتشف النفط في المملكة وهو يتفحص صخور الانهايدرايت في مدخل الكهف بينما يظهر الماء باللون الأسود (SaudiAramco, 2011). وتعود كتلة الانهيدرايت الضخمة في مدخل هيت الى العصر الجوراسي الأعلى وتظهر بوضوح متصلة مع تكوين السلي (Schyfsma, 1978).

شكل رقم (٧): صخور الانهايدرايت في مدخل عين هيت عندما تم اكتشافها في الاربعينات الميلادية ويظهر في الصورة ماكس ستانكي بينما يظهر الماء باللون الأسود

المصدر: SaudiAramco, 2011

وتعد جودة المياه في عين كهف هيت ذات جودة متوسطة حسب تحليل الخواص الكيميائية التي أجرته شركة ارامكو في عام ١٩٤٥م. فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة بالملجرام/لتر الى ٢٩٣٠ ، وتركيز الكالسيوم الى ٦٦٥ ، وتركيز الماغنسيوم الى ٩١ ، وتركيز الصوديوم ٧٥ وتركيز الكبريتات الى حوالي ١٧٠٤ ، وتركيز البيكربونات ٩٣ وتركيز الكلورايد الى ٢٤٦ والعسر الكلي ٢٠٣٢ (Brown, 1948). ويشير وجود نسبة عالية من المعادن ونظائر الاكسجين ووجود نسبة عالية من النترات (٣٩١) وقلة وجود التريتيوم (2±0 T.U.) في عام ١٩٧٤م الى وجود تغذية من الأودية المحيطة (Job et. al., 1978). أما مستوى المياه في الخزان الجوفي لعين هيت فقد تعرض الى الاستنزاف إسوةً بغيره من مياه التكوينات المختلفة. ففي عام ١٤٠٢هـ يصل المستوى الى حوالي ٢٠م تحت مستوى المنطقة المحيطة وأستمر في الانخفاض حتى وصل في عام ١٤٣١هـ الى ١١٠م (النشوان، ١٤٣١هـ). ويحتاج الارتفاع الذي طرأ على منسوب المياه في العين مؤخراً الى مزيد من الدراسات الهيدرولوجية لنوعية المياه ومكامن التغذية. وقد جرت عدة محاولات للوصول الى أقصى عمق لمياه بحيرة الكهف التحت سطحية عبر عدد من الغواصين الغربيين حتى عمق ١٧٤م (Gregory et. al. 2002).

٢ -عين جبل الجبيل

تقع هذه العين أيضاً في أسفل منحدرات جبال الجبيل بين الواقعة بين مدينتي الرياض والخرج وبالتحديد على بعد ٥.٦كم جنوب شرق عين هيت السابقة. ويبلغ قطر العين حوالي ١٥م وعمقها حوالي ٢٠م. ويعد جلن براون

Glen Brown أول من أشار الى هذه العين التي لا تحمل إسماً معروفاً في المنطقة على غرار العيون الأخرى التي تحمل اسماء معروفة في الخرج. ولعل من الأهمية بمكان ان تأخذ هذه العين اسم عين الجبيل لوقوعها في أسفله. ويعود سبب حدوث هذه العين جيولوجياً نتيجةً لذوبان صخور الانهايدرايت تحت الحافة الرسوبية (Brown, 1948). ويبدو بروز هذه العين كظاهرة جيومورفولوجية في أسفل منحدرات جبل الجبيل مختلفةً عن محيطها (شكل رقم ٨). حيث يشير الشكل إلى صورة فوتوغرافية إلتقطها الجيولوجي براون عام ١٩٤٨م، بينما يظهر مجموعة من المواطنون يحيطون بحافة العين كمقياس لحجمها. وفي الأسفل صورة أخرى للمقارنة التقطها الباحث للوضع الحالي للعين في عام ٢٠١٨م من نفس زاوية التقاط الصورة السابقة التي التقطها براون قبل ٧٠ سنة.

الموقع الثاني: عيون منطقة فرزان

تقع هذه المنطقة في أسفل المنحدرات الجنوبية لمرتفعات فرزان ويوجد فيها عيون فرزان التي يمر بالقرب منها وادي نساح. وتفصل مرتفعات فرزان بين كل من وادي نساح الذي يقع جنوبها عن وادي حنيفة الواقع الى الشمال منها. ويصل عمق هذه العين في بداية القرن العشرون الى ما يقارب أربع قامات (حوالي ٧.٢م) حسب وصف الرحالة فيلبي الذي زارها في عام ١٩١٨م وأشار الى انها كانت معطلة بجذوع النخل والأحجار لأسباب الصراعات التي سبقت حكم الملك عبد العزيز (Philby, 1922). وبعد سيطرة الملك عبد العزيز استصلحت العيون لاحقاً عبر والده الأمام عبد الرحمن بن فيصل لسقيا مزارعه في السلمية (الجوير، ١٤٣٨هـ). وتنقسم هذه العيون الى قسمين:

شكل رقم (٨): عين جبل الجبيل جنوب هيت: الصورة في الاعلى من تصوير Brown عام ١٩٤٨م وفي الأسفل من تصوير الباحث عام ٢٠١٨م

العين الجنوبية: والتي ورد لها أكثر من تسمية؛ فقد أوردتها شركة سوقريا تحت مسمى الغائمية (Sogreah, 1969) بينما أوردها الجوير (١٤٣٨هـ ص١٩٣) تحت مسمى عين عرهة نسبةً الى جبل عرهان الواقع جنوب غرب جبل فرزان. وتقع هذه العين بالقرب من قويد فرزان وهو الجبل الممتد والواقع الى الشمال من مدينة الهياثم. ويصل منسوب المياه في هذه العين في عام ١٩٤٥م الى ٩م تحت مستوى السطح.

العين الشمالية: وتعرف بعين فرزان وتقع في أسفل جبل مفرود فرزان وهو الجبل الذي يشاهده القادم الى الخرج بالقرب من حي الفيحاء ويعتليه برج اتصالات. ويصل منسوب المياه في هذه العين في عام ١٩٤٥م الى ٧م تحت مستوى السطح (Sogreah, 1969). ويخرج من هاتين العينين قنوات مائية تعرف بالخرز ويلتقيان فيما يعرف بالمقرن على بعد ٥٠٠م الى الجنوب من مفرود فرزان ليشكلان قناة مائية واحدة تتجه الى السلمية وقبل وصولها يتفرع منها قناة أخرى تتجه الى اليمامة.

وتعد نوعية المياه في عين فرزان ذات جودة عالية حسب تحليل الخواص الكيميائية التي أجرته شركة ارامكو في عام ١٩٤١م. فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة بالملجرام/لتر ٨٥١، وتركيز الكالسيوم الى ١١٣، وتركيز الماغنسيوم الى ٤٤، وتركيز الصوديوم والبوتاسيوم الى ٨٠ وتركيز الكبريتات الى حوالي ٢٥٦، وتركيز الكلورايد الى ١٤٥ (Brown, 1948). وقد أخذت هذه العينة من مياه الخرز (القناة المائية تحت الأرض) على بعد ٢كم من العين ولذلك قد يكون هناك تأثير من مياه تسربت الى الخرز عبر الرواسب الفيضية التي يخترقها الساقي في

رحلته الى المصب. فقد أظهر تحليل آخر للمياه أخذ من العين مباشرةً في عام ١٩٤٦م قراءات مختلفة. فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة ١٨٠٥ ، تركيز الكالسيوم الى ١٨٨ ، وتركيز الماغنسيوم الى ١٠٣ ، وتركيز الصوديوم والبوتاسيوم الى ٢٨٩ وتركيز الكبريتات الى حوالي ٨٠٧ ، وتركيز الكلورايد الى ٢٣٠ والبيكربونات ٤٢٨ والنترات ٠.٢ والعسر الكلي ٨٩٢.

الموقع الثالث: عيون منطقة السيح (الخرج)

تعد عيون السيح من أشهر العيون في المملكة العربية السعودية وتقع حالياً في مدينة السيح (الخرج) وبالتحديد في أسفل المنحدرات الشمالية لمرتفعات القصيعة. ويوجد في هذه المنطقة ثلاث عيون متجاورة هي: عين الضلع وعين سمحة وعين أم خيسة ويمر بالقرب منها وادي الخرج. وقد وصف فيلبي الذي زار المنطقة في عام ١٩١٨م هذه العيون وصفاً دقيقاً في ذلك الوقت الذي تنبأ فيه بأهميتها للتنمية الزراعية في الخرج لوجود القنوات التي كانت تخرج منها وتسقي مزارع السيح (Philby, 1922). ومع بداية الضخ الميكانيكي للمياه من هذه العيون، تم ملاحظة إرتباط عيون الخرج (سمحة والضلع) كل منهما بالأخرى بعد أن بدأت عملية ضخ الماء من إحداهما ليتناقص في الأخرى (Brown, 1948: Crary, 1951). وتعتبر هذه العيون مصدر المياه في سقيا مشروع الخرج الزراعي على مدى ٥٠ عاماً حتى استنزفت بشكل شبه كامل في نهاية التسعينات الميلادية من القرن الماضي. وفي تلك الفترة تدرج إنخفاض مستوى المياه من ٦ امتار تحت مستوى السطح في عام ١٩١٨م حتى وصل الى ما يقارب ١٠٠م في الوقت الحالي. وتأتي العيون على النحو التالي:

أولاً: عين سمحة

تقع عين سمحة على مسافة ٣٠٠م تقريبا الى الشمال من عين الضلع ويبلغ قطرها حوالي ٦١ متراً. ويعد فيلبي الذي زار الخرج في عام ١٩١٨م أول من أشار الى هذه العين كظاهرة جيولوجية بارزة في منطقة الصخور الجيرية بجانب وادي الخرج وليست بسبب مضرب نجم كما كان الاعتقاد السائد لسكان المنطقة. وتعد الصورة التي نشرها في عام ١٩٢٢م من أهم الوثائق على منسوب المياه في هذه العين والذي ينخفض عن السطح المحيط بحوالي ٢٠قدماً أي ما يعادل ٦ أمتار (Philby, 1922). كما وصف وجود فتحة في عرض جدار العين تعمل على تصريف المياه عبر قنوات تحت سطحية (قنوات مائية تحت الأرض) لسقيا مزارع السيح والقرين الواقعة الى الشرق والشمال الشرقي منها. وتعتبر عين سمحة أول العيون المائية في الخرج التي يضخ الماء منها ميكانيكياً لسقيا مزارع مشروع الخرج الزراعي. فقد تم تركيب أول مضخة مياه ميكانيكية لضخ المياه من عين سمحة في تاريخ ١٣٥٧/٩/٢٠هـ الموافق ١٩٣٨/١١/١٢م (العيسى، ١٤٢٤هـ). ويشير شاكر (١٣٦٠هـ) الذي زار الخرج في معية جلالة المغفور له بأذن الله الملك عبد العزيز في رحلة الربيع ان هناك ثلاث مضخات تضخ الماء من عين سمحة بمقدار ٦٠٠٠جالون في الدقيقة. ويذكر فان دير ميلون Van Der Meulen الذي زار المنطقة في عام ١٩٤٥م بان أول مضخة تم تركيبها كانت بمساعدة مهندسين بريطانيين ثم تم تسليمها للبعثة الزراعية العراقية في عام ١٩٣٩م والتي تعد أول بعثة زراعية تساهم في التنمية الزراعية في مشروع الخرج الزراعي. كما أشار الى ان بعضاً من هذه المضخات وقع في العين نتيجةً لانهيار جزء من

جدار العين قبل ان يتم تثبيت المنصة بالحديد والإسمنت (Van Der Meulen, 1957). كما جاءت الصورة التي إلتقطها البريطاني De Guary من أهم الصور التي توثق هذه المرحلة من تركيب أول مضخة على عين سمحة والتي يعتقد بأن إلتقاطها كان في بداية الأربعينيات الميلادية (شكل رقم ٩).

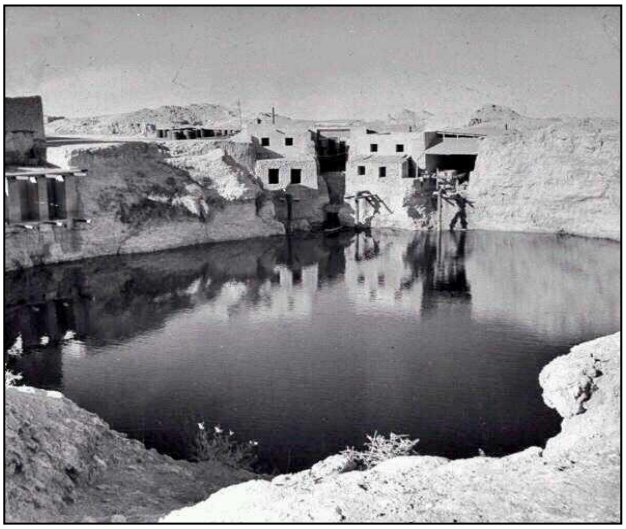
شكل رقم ٩ : مستوى المياه في عين سمحة (٦م) إلتقطها دي جوري في عام ١٩٤١م تقريباً. ويظهر أول موقع للمضخات على الجزء الشمالي من العين.

المصدر : De Guary, (1941)

ومنذ تركيب المضخات على هذه العين طرأ عدد من التغيرات على مستوى المياه فيها. فقد ظهرت هذه التغيرات على جدار العين التي تظهرها عدد من الصور والتي يظهر فيها تأثير ضخ المياه التي استنزفت الخزان الجوفي المغذي لها للاستخدام الزراعي.

ويوضح الشكل رقم (١٠) مقارنة بين صورتين لمستوى المياه في الأربعينيات الميلادية مع وضعها الحالي. فقد تم التقاط الصورة الأولى في عام ١٩٤٣م عبر الصحفيان الأمريكيان نويل بوش Noel Busch وروبرت لاندري Robert Landry اللذان التقيا جلالة المغفور له بأذن الله الملك عبد العزيز في قصر مشرف بالخرج ونشرتها مجلة LIFE الأمريكية في ٣١ مايو ١٩٤٣م. ويظهر مستوى الماء بحوالي ٧م تحت مستوى السطح المجاور. أما الصورة الأخرى فقد إلتقطها الباحث في تأريخ ٢٠١٨/٤/١٠م حيث يظهر اختفاء الماء كلياً من زاوية التقاط الصور السابقة الواقعة في الجهة الجنوبية الغربية للعين. كما اختفت وللأسف الغرف والمباني التراثية التي كانت موجودة بالصورة القديمة ونتمنى ان لا تختفي المضخات التي لاتزال باقية وشاهدة على حقبة زمنية من وفرة المياه في الخرج.

الجدير بالذكر أن ضخ المياه من هذه العين قد توقف كلياً في عام ١٩٤٥م بعد حدوث الإنهيارات في جوانبها وتم تحويل ضخ المياه في ساقي الخرج إلى عين الضلع المجاورة لها لإرتباطهما بخزان جوفي واحد (Brown, 1948; Crary, 1951)، ويوضح الشكل رقم (١١) صورة التقطها جلن براون Glen Brown في عام ١٩٤٦م أثناء اختبار الضخ الذي استمر لمدة ٢٦يوماً متواصلة لفحص مياه الخزان الجوفي وقوة الضغط.



المصدر: Busch and Landry (1943)

شكل رقم (١٠): مستوى الماء في عين سمحة عام ١٩٤٣م في الأعلى والوضع الحالي للعين في عام ٢٠١٨م في الأسفل.

المصدر: تصوير الباحث

فقد تم ملاحظة انخفاض مستوى المياه بشكل واضح بعد زيادة الضخ في العين الأخرى لري مزارع مشروع الخرج. ويشير براون الى ان منسوب المياه في ذلك الوقت يصل الى ١٣م تحت مستوي السطح لكنه لا يعكس المنسوب الحقيقي للمياه في العين وانما يعكس منسوب المياه وقت التقاط الصورة فقط. كما يشير تقريراً آخر لشركة سوقريا الى ان مستوى المياه في عين سمحة يصل في تاريخ ١٩٦٨/٤/٢٣م الى -١٨.٨م تحت مستوى السطح وقد ارتفع بعد إيقاف الضغط لبضع ساعات الى -١٧.٣م ثم ارتفع الى -١٠.٣م بعد إيقاف الضخ لعدة أيام (Sgreah, 1969).

شكل رقم (١١): بداية ظهور تأثير ضخ الماء من عين سمحه عام ١٩٤٦م بسبب التوسع في مشروع الخرج الزراعي (-١٣م).

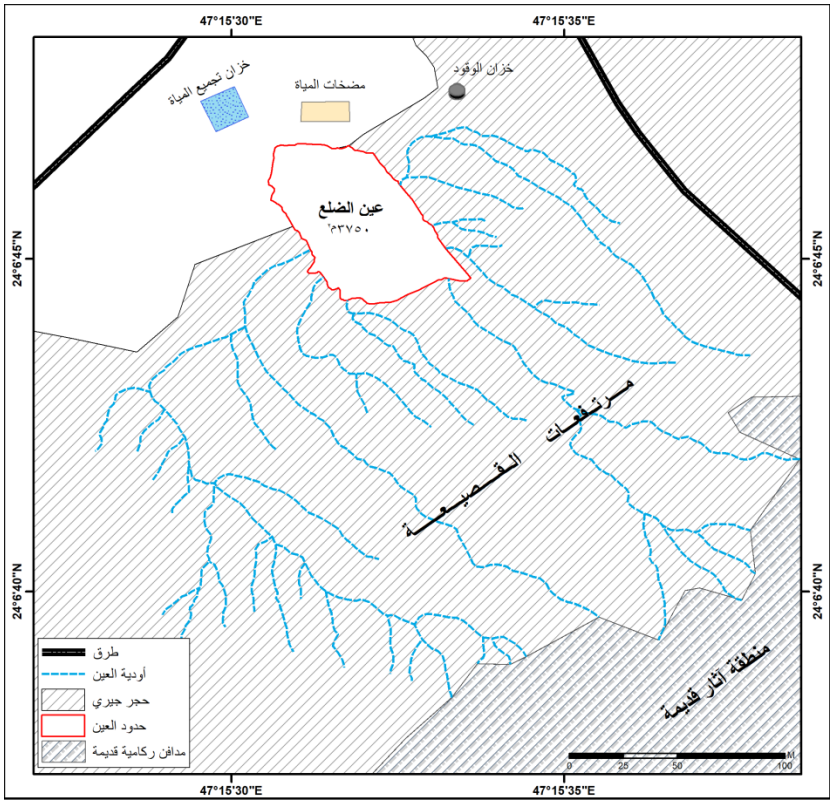
المصدر: Brown, 1948

ثانياً: عين الضلع

تقع عين الضلع (التي تأخذ اسمها من الضلع وهو التل المرتفع) في أسفل مرتفعات القصيعة الواقعة الى الجنوب من سهل الخرج. ويعلو هذه المرتفعات عدد من المواقع الأثرية ذات القيمة العلمية العالية والتي تناولتها الكثير من الدراسات الأثرية لدلالتها على قدم الاستيطان بالقرب من هذه العيون (شكل رقم ١٢). فالمياه في هذه العين تعتبر قريبة من السطح في بداية القرن العشرون الميلادي حيث ينخفض مستوى سطح الماء عن حافة جدار العين الجنوبي (المرتفع) بنحو ٤٠ قدماً (-١٢م) بينما ينخفض الماء عن حافة جدار العين الشمالي بنحو ٣٠ قدماً (-٩م) (Philby, 1922).

وتعد عين الضلع من أشهر العيون في الخرج والتي كانت تستخدم في سقيا مشروع الخرج الزراعي على مدى ٥٠ عاماً. ففي عام ١٩٤٤م استكمل مهندسي شركة أرامكو حفر ٢٠ بئر اختبار بالقرب من هذه العين لمعرفة سبب التشققات في صخور الحجر الجيري التي تظهر على حواف العين وذلك بعد انهيار بعض الجدران الساندة للمضخات في عين سمحة. وتوصل الفريق بعد ذلك الى ان المكان المناسب هو الجهة الشمالية لعين الضلع مع تركيب المضخات بعيداً عن الحافة حيث جرى تركيب ٤ مضخات تنتج كل واحدة منها ١١قدم٣/ث (Brown, 1948). كما تدرج انخفاض مستوى المياه من متوسط (-١٠م) تحت مستوى السطح في عام ١٩٣٨هـ الى (-١٨م) في ١٩٦٨/٤/٢٣م (تحت الضخ) حسب قياس شركة سوقريا. أما في الوقت الحالي فتكاد تخلو العين من المياه حيث وصل المنسوب الى أكثر من ١٠٠م تحت السطح. ويوضح الشكل رقم

(١٣) مستوى الماء في عين الضلع قبل وبعد الطفرة الزراعية التي شهدتها المملكة مع بداية الثمانينات الميلادية وأدت الى استنزاف المياه.



شكل رقم (١٢): خارطة لعين الضلع وعلاقتها بالأودية المحيطة بها حالياً

المصدر: إعداد الباحث

شكل رقم (١٣): مستوى المياه في عين الضلع قبل وبعد الطفرة الزراعية التي أدت الى استنزاف المياه.

المصدر: Tor Eigeland, 1975 والباحث ٢٠١٨م

وحول الخواص الكيميائية للمياه في عين الضلع فقد تم تحليلها في أكثر من دراسة منشورة. ويوضح الجدول رقم (٢) مقارنة بين تحليل هذه الخواص في فارق زمني يصل الى ٥٢ عاماً: الأول أجرته شركة ارامكو في عام ١٩٤١م (Brown, 1948) والتحليل الآخر أجرته مصلحة المياه بالخرج في عام ١٩٩٣م (حسب نسبة التركيز بجزء من المليون) (الدريهم، ١٤١٣هـ). فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة بالملجرام/لتر في عام ١٩٤١م الى ٢٨٤٥ بينما زاد التركيز في عام ١٩٩٣م ليصل الى حوالي ٣٤٠٠. أما تركيز الكالسيوم في عام ١٩٤١م فيصل الى ٦٠٢ بينما زاد التركيز في عام ١٩٩٣م ليصل الى ٦٥٦. ووصل تركيز الماغنسيوم في عام ١٩٤١م الى ٩٤ بينما قل التركيز في عام ١٩٩٣م ليصل الى ٩١.٢.

ووصل تركيز الكبريتات في عام ١٩٤١م الى حوالي ١٧٣٧ بينما زاد التركيز في عام ١٩٩٣م ليصل الى حوالي ١٨٤٢. ووصل تركيز الكلورايد عام ١٩٤١م الى ١٥٦ بينما زاد التركيز في عام ١٩٩٣م ليصل الى ٣٠٩. ويشير وجود النترات (١٥.٤) في تحليل المياه عام ١٩٩٣م الى بداية التلوث في مياه العيون. كما تشير قلة وجود التريتيوم (T.U. 2±0) في مياه العين في عام ١٩٧٤م الى وجود تغذية للعين من الأودية المحيطة (Job et. al., 1978).

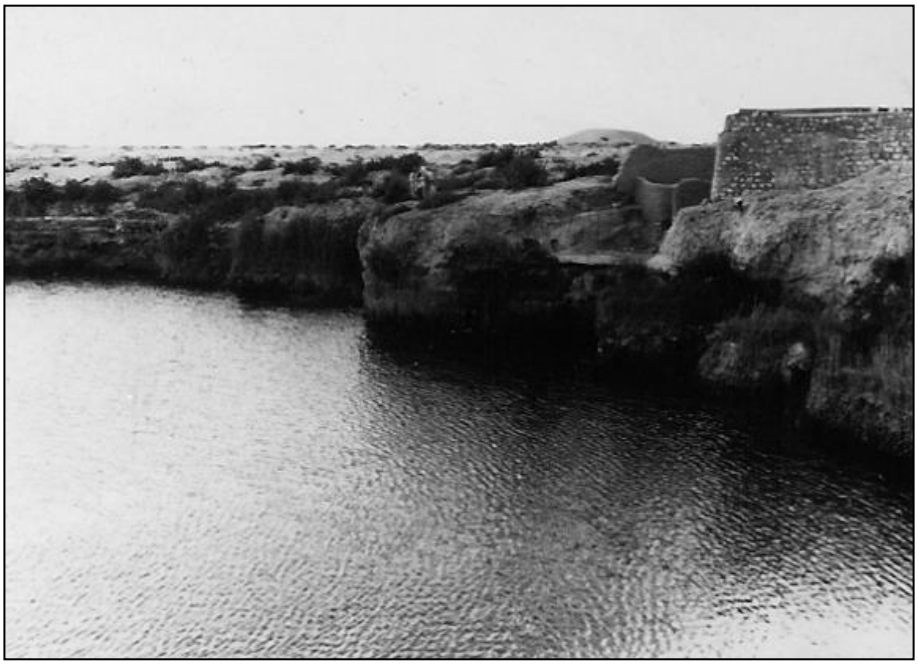
جدول رقم (٢): الخواص الكيميائية لمياه عين الضلع بين عامي ١٩٤١م و١٩٩٣م

العنصر	١٩٤١م	١٩٩٣م
الأملاح الذائبة	٢٨٤٥	٣٤٠٠
الكالسيوم	٦٠٢	٦٥٦
الماغنسيوم	٩٤	٩١.٢
الكبريتات	١٧٣٧	١٨٤٢
الكلورايد	١٥٦	٣٠٩
النترات	٠	١٥.٤
العسر الكلي	١٨٩٠	٢٠٢٠

ثالثاً: عين أم خيسة

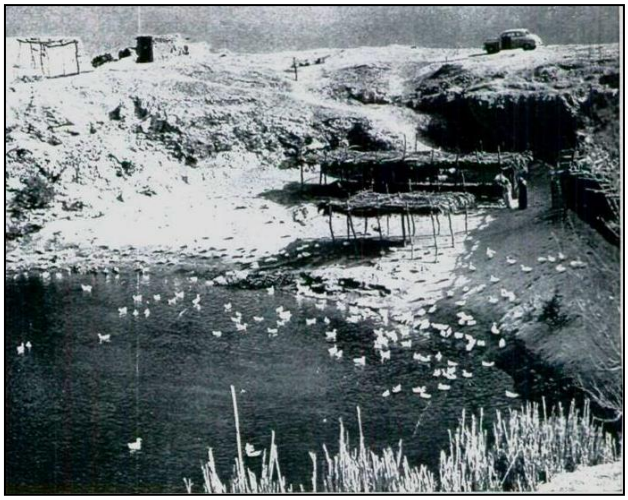
تقع عين أم خيسة على مسافة ٢كم تقريباً الى الغرب من العيون السابقة (شكل رقم ١٤). ويبلغ قطر العين حوالي ١٢٢م وعمقها يصل الى ١٣.٧م وبذلك تختلف عن سابقاتها بضحالتها (Brown, 1948). ويعد مصدر مياه هذه العين من المياه المختزنة في الرواسب الفيضية وليست كمياه العيون الأخرى التي يأتي مصدرها من المياه المختزنة في التكوينات الجيولوجية في جوف الأرض (Sogreah, 1969). أما من حيث جودة المياه في عين أم خيسة فتعد ضعيفة الجودة حسب تحليل الخواص الكيميائية التي أجرته شركة ارامكو في عام ١٩٤١م. فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة الى ٣٠٨٤، ووصل تركيز الكالسيوم الى ٦٤٢ ، ووصل تركيز الماغنسيوم الى ١٠٤ ، ووصل تركيز الصوديوم والبوتاسيوم الى ١٢١ ، ووصل تركيز الكبريتات الى حوالي ١٨٤٥ ، ووصل تركيز الكلورايد الى ١٥٦ (Brown, 1948). ويشير الشكل رقم (١٥)

الى صورة التقطت في عام ١٩٥٣م وتوضح سرعة انخفاض المياه في هذه العين مقارنةً بالعيون الأخرى (مجلة قافلة الزيت، ١٩٥٣م). ولذلك يشير Crary (١٩٥١م) الى إيقاف الضخ من عين أم خيسة في عام ١٩٤٩م بعد استنزافها في ري مزارع المشروع وعدم وجود المياه الكافية التي من الممكن التعويل عليها في الري. ويشير الشكل رقم (١٦) الى الوضع الحالي لعين أم خيسة وذلك في تأريخ ١٠ -٤ -٢٠١٨م بعد دفنها وتحويلها الى أرض فضاء دون الاكتراث بقيمتها التاريخية.



صورة رقم (١٤): المياه في عين أم خيسة كما تظهر في عام ١٩٤٨م

المصدر: Brown, 1948



صورة رقم (١٥): عين أم خيسة عام ١٩٥٣م ويظهر بوضوح سرعة انخفاض منسوب المياه نتيجة استنزافها زراعياً حيث لا يتجاوز عمقها ١٣م.

المصدر: قافلة الزيت، ١٩٥٣م

صورة رقم (١٦): عين أم خيسة كما تظهر في تاريخ ١٠ -٤ -٢٠١٨م بعد دفنها وتحويلها إلى أرض فضاء

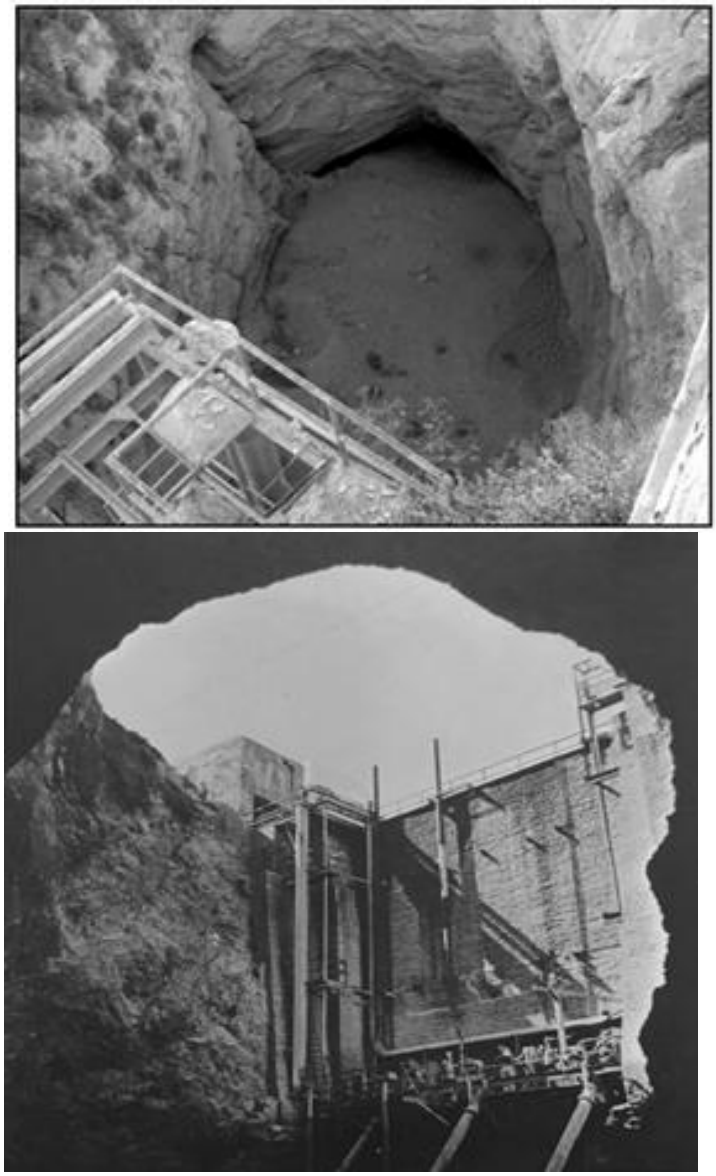
المصدر: الباحث

الموقع الرابع: منطقة الخفس

تقع منطقة الخفس في جنوب مدينة الدلم في أسفل مرتفعات القصيعة ويعود تكوينها الجيولوجي الى نفس الفترة الجيولوجية للعيون الأخرى. ويوجد في هذه المنطقة عينان تسمى بعيون خفس دغرة ويمر بالقرب منها وادي العقيمي. وقد وصفها فيلبي في زيارته عام ١٩١٨م بوجود عينان الأولى العين الشمالية وهي معطلة ومهجورة منذ زمن واستدل في ذلك على تراكم الحجارة بداخلها. أما العين الأخرى فتقع الى الجنوب منها ويوجد بها الماء الذي يتم سحبه منها بالطرق البدائية التقليدية عبر الغروب والمحاحيل الموضوعة على سبعة أعمدة ومزودة ببكرات خشبية تعرف بالسواني (Philby, 1922).

وفي عام ١٣٥٤هـ أمر جلالة الملك عبد العزيز رحمه الله في البحث في استغلال مياه العين لري فيضة خفس دغرة ضمن مشروع الخرج الزراعي (البراك، ١٤٢٥هـ). فقد تم ضخ المياه عبر انابيب تخرج من العين مباشرة الي القنوات المائية لري حقول الأعلاف والحبوب. ويوضح الشكل رقم (١٧) صورتان إحداهما حديثة التقطت للعين من الأعلى في عام ٢٠١٠م (١٤٣١هـ) بعد جفافها، والأخرى التقطت في عام ١٩٥٠م من داخل العين أثناء تجارب الضخ. ويظهر في الصورة الأولى مدخل الكهف المؤدي الى التكوين الجوفي أو ما يعرف بخزان العين والذي يظهر في الصورة الحديثة باللون الأسود. ويشير Crary (١٩٥١م) الى ان منسوب المياه في عين خفس دغره في نهاية الأربعينات الميلادية أقل من منسوب المياه في عين الضلع وعين سمحه. حيث ينخفض المنسوب في عين خفس دغره عن السطح بحوالي ٧٠ قدماً (-٢١.٥م) بينما يصل المنسوب

في عين الضلع وعين سمحه الى حوالي ٤٠ قدماً (-١٢م) ويصل مقدار ضخ المياه الى حوالي ٢٠٠٠ جالون في الدقيقة. وفي تاريخ ١٩٦٨/٤/٢٣م وصل منسوب المياه الى ٢٣م تحت مستوى السطح مما يعني ان الاستنزاف كان بطيئاً مما يدل على عمق التكوين المائي الجوفي (Sogreah, 1969). وتعد جودة المياه في عين خفس دغرة ذات نوعية جيدة حسب تحليل الخواص الكيميائية الذي أجراه براون في عام ١٩٤٦م. فقد وصل إجمالي الأملاح الذائبة الى ٢٦١٩ ، ووصل تركيز الكالسيوم الى ٥٣٧ ، ووصل تركيز الماغنسيوم الى ١٠٨ ، ووصل تركيز الصوديوم والبوتاسيوم الى ١١٩ ووصل تركيز الكبريتات الى حوالي ١٥٤٣ ، ووصل تركيز الكلورايد الى ٢٤٠ ، واما النترات فقد وصل تركيزها الى ٠.٩ (Brown, 1948).



شكل رقم (١٧): صورة حديثة لعين الخفس عام ١٤٣١هـ من الأعلى. وفي الأسفل صورة من داخل كهف العين ١٩٥٠م الذي يظهر باللون الأسود في الصورة الأعلى

المصدر: النشوان، ١٤٣١هـ Aramco world,2011

النتائج:

تتركز العيون المائية مكانياً في الحوض الأوسط لوادي السهباء في أربع مواقع تأتي من الشمال الى الجنوب على النحو التالي: الموقع الأول ويقع في أسفل المنحدرات الغربية لجبال الجبيل ويوجد فيه عين هيت وعين الجبيل ويمر بالقرب منهما وادي السلي. الموقع الثاني ويقع في أسفل المنحدرات الجنوبية لمرتفعات فرزان ويقع فيه عيون فرزان ويمر بالقرب منهما وادي نساح. الموقع الثالث ويقع في أسفل المنحدرات الشمالية لمرتفعات القصيعة ويوجد فيه عيون الضلع وسمحة وأم خيسة ويمر بالقرب منها وادي الخرج. الموقع الرابع ويقع في الجهة الغربية لمرتفعات الخفس ويوجد فيه عيون خفس دغرة ويمر بالقرب منهما وادي العقيمي. ويغذي الخزانات الجوفية التي تمد هذه العيون بالمياه أحد عشر وادياً يبلغ فيها التدفق حوالي ٥٧.٥ مليون م٣/سنة من المياه بمتوسط تغذية لسهل الخرج بحوالي ١٨٥٠ لتر/ثانية (Sogreah,1969). ويعد وادي الحوطة (الذي تغذيه أودية الحريق وبرك) أكبر هذه الأودية حيث تبلغ مساحة حوضه ٥٠٥٨كم٢ وطول حوضه ٨٨كم يليه وادي حنيفة بمساحة للحوض تصل الى أكثر من ٤٤٤٨كم٢ وطول حوض يصل الى ٢٣٠كم، ووادي السلي بمساحة للحوض تصل الى أكثر من ٢٧٥٢كم٢ وطول حوض يصل الى ١٢٣كم. ويعد بلجان أصغر أحواض الأودية بمساحة تصل الى ١٣٢ كم٢ وطول حوض يصل الى ٢٠كم.

وتعد هذه العيون من العيون الكارستية التي تكونت نتيجة انهيار وهبوط جزء من طبقات الصخور العلوية بفعل تحللها بالمياه الجوفية وتأثيرها على الرواسب

القابلة للذوبان في الماء مثل صخور الحجر الجيري والانهيدرايت المشققة والمتجوية في تكويني العرب وهيت. وتعد خزانات مياه العيون من الخزانات المحصورة Confined Aquifer ولذلك تتدفق المياه من فتحات العيون. وترتبط كل من عين الضلع وعين سمحة بخزان جوفي واحد وذلك لانخفاض منسوب المياه في العينيين عند الضخ من عين واحدة. فقد تمت مراقبة منسوب المياه في خزان العيون بعد الضخ من عين الضلع لمدة ١٦يوماً متواصلة في الفترة من ٦ -٢/٢٢/ ١٩٤٦م (Brown,1948). وتعد مياه عيون فرزان أفضل العيون من حيث جودة نوعية المياه وذلك لانخفاض درجة الملوحة وتركيز الأملاح والكبريتات.

ويمكن تقسيم فترة استغلال مياه العيون للاستخدام الزراعي بواسطة الضخ الميكانيكي الى فترتين: الفترة الأولى من ١٩٣٨ -١٩٨٠م وفيها انخفض منسوب المياه بصورة تدريجية من ٦ أمتار تحت مستوى سطح الأرض الى ١٨م أي بفارق ١٢متراً في ٤٢ عاماً؛ الفترة الثانية من ١٩٨٠ -١٩٩٥م وفيها انخفض منسوب المياه من -١٨م تحت مستوى سطح الأرض الى ما يقارب -١٠٠ م أي بفارق ٨٢م تقريباً في ١٥ عاماً. وتعزو الدراسة الإستنزاف الهائل للمياه في الفترة الثانية الى دعم زراعة الأعلاف والقمح والتوسع في زراعة هذه المحاصيل من قبل وزارة الزراعة سابقاً. وفي الآونة الأخيرة شهد منسوب المياه إرتفاعاً ملحوظاً في عين سمحة لأكثر من ٢م في عام ٢٠١٩م مقارنة بعام ٢٠١٦م وقد يعود ذلك إلى قرار إيقاف زراعة القمح والأعلاف (شكل رقم ١٨).

شكل رقم ١٨ : إرتفاع منسوب المياه في عين سمحة في عام ٢٠١٩م مقارنةً بالعام ٢٠١٦م مع وجود بعض التغذية في جدار العين. لاحظ أن العمق يصل إلى أكثر من ٧٠م.

المصدر: تصوير الباحث

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- **أطلس المياه** (١٩٨٤م) وزارة الزراعة والمياه، المملكة العربية السعودية، الرياض.
- آل الشيخ، نورة (١٩٩٥م)، كفاءة الري وجدولة المياه في منطقة الخرج - المملكة العربية السعودية، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، الكويت.
- آل سعود، مشاعل (١٤٣٥هـ)، دراسة هيدرولوجية وادي السلي بمنطقة الرياض، **الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض**.
- آل سعود، مشاعل (١٤٣٨هـ)، دراسة الانظمة الهيدرولوجية للسيول المتصلة بمحافظات منطقة الرياض، **الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض**.
- آل سعود، مشاعل (١٩٩٦م)، التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي السطحي بحوض شعيب نساح، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، قسم الجغرافيا جامعة الملك سعود.
- البسام، عبد العزيز محمد (٢٠٠١م) **المياه الجوفية**، الطبعة الاولى، الرياض.
- الجوير، عبد العزيز بن سعد (١٤٣٩هـ/٢٠١٨م)، **من تاريخ السلمية**، الطبعة الثانية.
- الخطيب، عبد الباسط (١٩٨٠م)، سبع سنابل خضر، **التنمية المائية الزراعية**، وزارة الزراعة والمياه، المملكة العربية السعودية
- الدريهم، سعد (١٤١٣هـ/١٩٩٣م)، الخرج، **سلسلة هذه بلادنا**، الرئاسة العامة لرعاية الشباب، عدد ٤٠.

- السعران، ناصر (٢٠٠٥م)، انموذج رياضي لتقدير نسبة امتصاص الصوديوم في المياه الجوفية بمنطقة الخرج، **مركز بحوث كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، عدد ١٠٦.
- السعران، ناصر (٢٠٠٩م)، تقييم اداء اساليب التقدير البيئي المكاني لسعة الماء المتاح في ترب منطقة الخرج، **بحوث جغرافية الجمعية الجغرافية السعودية**، الرياض.
- شاكر، فؤاد (١٩٩٩م)، رحلة الربيع، **دارة الملك عبد العزيز**، مكتبة الدارة المئوية.
- عثمان، مصطفى نوري (١٩٨٣م)، **المياه ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية**، الطبعة الأولى، جده.
- **قافلة الزيت**، مجلة (١٣٨٣هـ/١٩٦٣م)، تقرير عن الخرج، شركة الزيت العربية الامريكية، الظهران.
- النشوان، عبد الرحمن (١٤٣١هـ/٢٠١٠م)، جفاف العيون في منطقة الرياض دراسة في حماية البيئة والموارد المائية، **دارة الملك عبد العزيز**، عدد ١٤٩.

ثانياً: المراجع غير العربية :

- Abdulrazzak, M. (1976), Groundwater System Evaluation For Wadi Nisah-Saudi Arabia, unpublished thesis, **university of Arizona**. US.
- Aboud, E., Saud, R., Asch T., Aldamegh K. and M. (2014), Water Exploration Using Magnetotelluric And Gravity Data Analysis; Wadi Nisah, Riyadh, Saudi Arabia. **NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics**, 3, 184–191.
- Al Saaran, (1999): Temporel And Spatial Variability Of Potential Evapotranspiration In Saudi Arabia, **Journal of the Golf and Arabian Peninsula studies**, Vol. XXIV, NO 92: 229-245 pp.
- Al-Omran, A., Aly, A., Al-Wabel, M., Al-Shayaa, M., Sallam, A., and Nadeem, M. (2017) Geostatistical methods in evaluating spatial variability of groundwater quality in Al-Kharj Region, Saudi Arabia, **Applied Water Science** November 2017, Volume 7, Issue 7, pp 4013–4023.
- Abdulrazzak, M. (1976), Groundwater System Evaluation For Wadi Nisah-Saudi Arabia, unpublished thesis, **university of Arizona**. US .
- Aboud, E., Saud, R., Asch T., Aldamegh K. and M. (2014), Water Exploration Using Magnetotelluric And Gravity Data Analysis; Wadi Nisah, Riyadh, Saudi Arabia. **NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics**, 3, 184–191.
- Al Saaran, (1999): Temporel And Spatial Variability Of Potential Evapotranspiration In Saudi Arabia, **Journal of the Golf and Arabian Peninsula studies**, Vol. XXIV, NO 92: 229-245 pp.

- Al-Omran, A., Aly, A., Al-Wabel, M., Al-Shayaa, M., Sallam, A., and Nadeem, M. (2017) Geostatistical methods in evaluating spatial variability of groundwater quality in Al-Kharj Region, Saudi Arabia, **Applied Water Science** November 2017, Volume 7, Issue 7, pp 4013–4023.
- Al-Qasimi, Sultan (1996), **The Gulf In Historic Maps** 1493-1931. Leicester, England.
- Alsayari, S. and Zotl, J., (1978), **Quaternary Period in Saudi Arabia**, Sedimentological, Hydrogeological, Hydrochemical, Geomorphological, and Climatological Investigations in Central and Eastern Saudi Arabia. Springer Verlag, New York.
- Al-Shaik, N and Claire R., (2010), The "River Aftan": an old Caravan/Trade Route Along Wādī Al-Sahbā?. **Proceedings of the Seminar for Arabian Studies** 40: 321–336.
- Battal, H., (1986), Water Resources Allocation in Saudi Arabia: the Case Study of AlKharj District, **Unpublished Ph.D thesis**, University of Nebraska-Lincoln USA.
- Bazuhair, Abdulghaffar, (1986), comparative study of Alkharj and Alyamamah of Saudi Arabia, **unpublished PhD. Thesis**, University college of London, UK.
- Bazuhair, Abdulghaffar. (1989) Optimum Aquifer Yield of Four Aquifers in AI-Kharj Area, Saudi Arabia. **Journal of KAU Earth science**. Vol. 02 pp 37-49.
- Brown, G., (1948), The geology and ground water of AlKharj District, Nejd Saudi Arabia, **Unpublished Ph.D thesis**, University of Northwestern, Illinois USA.
- Bush & Landry, (1943) The king of Arabia, **Life Magazine**. May 1943.

- Crary, D., (1951) Recent agricultural developments in Saudi Arabia. **The geographical review**, vol.xl. p363-383.
- De Guary G. (1940) American engineers at first anyway. Saudi Arabia. https://www.gettyimages.ae/detail/news-photo/al-kharj-developed-by-kings-orders-gerald-de-gaury-was-a-news-photo/1124466908?adppopup=true,
- Eigeland, T. (1975) **The Historic Heartland**, Aramco. https://www.photoarchive.aramcoworld.com/SlideDetail.aspx?id=24970&mode=search&keyword=JF75
- Gregory G., Killey C. and Stewart S. (2002) **Dahl Heet undersurface map Saudi Arabia**. http://www.saudicaves.com/ainhit/index.html ,
- JOB, C MOSER, H. RAUERT, W. and STICHLER W. (1978) Chemistry and Isotope Content of Some Wadi Groundwaters in the Central Parts of the Tuwayq Mountains. In Quaternary Period in Saudi Arabia, Sedimentological, Hydrogeological, Hydrochemical, Geomorphological, and Climatological Investigations in Central and Eastern Saudi Arabia. Edited by Alsayari and Zotel, Springer Verlag, New York.
- McClure HA. 1976. Radiocarbon chronology of late Quaternary lakes in the Arabian Desert. **Nature** 263: 755–756.
- McLaren, S., Al-Juaidi, F., Bateman, M. and Millington, A., (2009). First evidence for episodic flooding in the arid interior of central Saudi Arabia over the last 60 ka. **J. Quat. Sci**. 24, 198–207.
- Philby. J. (1922) the **heart of Arabia**, Vol. 2. Constable and Company LTD. London

- Saudi French Archeological Mission (2016) Fifth season of the Saudi-French mission in al-Kharj- Province of Riyadh -5 January - 5February 2016. Supervised by Jérémie Schiettecatte **Unpublished preliminary report**, Riyadh, Saudi Arabia.
- SaudiAramco, (2011) **Energy to the world The story of SaudiAramco**, Vol. 1., Aramco services company, Houston, Texas, USA
- Schulz E, Whitney JW. 1986. Upper Pleistocene and Holocene lakes in the An Nafud, Saudi Arabia. **Hydrobiologia** 143: 175–190.
- SCHYFSMA, E. (1978) Cuesta Region of the Tuwayq Mountains, General Geology and Stratigraphy, In Quaternary Period in Saudi Arabia, Sedimentological, Hydrogeological, Hydrochemical, Geomorphological, and Climatological Investigations in Central and Eastern Saudi Arabia. Edited by Alsayari and Zotel, Springer Verlag, New York.
- Sogreah, (1969) Water and agricultural development study: Area V. Final report Part 2, **Alkharj plain**, Grenoble-France.
- Subyani, A. (2005) Methods of groundwater recharge estimation in arid regions. **WASAseventh gulf water conference**. Water in the GCC-towards an integrated management. conference proceedings vol. -1. pp 437-447.
- Van dear muelen, (1957) **The Wells of Ibn Sa'ud**, Frederick A. Praeger. New York.
- Vincent, P. (2008) **Saudi Arabia An environmental overview**. Taylor & Francis/Balkema, Leiden, The Netherlands

- Whitney JW, Faulkender DJ, Rubin M. 1983. The environmental history and present condition of the northern sand sea of Saudi Arabia. **United States Geological Survey Open File Report**, USGS-of-03-95, USGS: Reston, VA.

عزيـــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف

بإنتاجك العلمي وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي

يمكن ان تخدم الجغرافيين والجغرافيا.

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية
الاسم: ..... العنوان: ..... ص. ب..... المدينة والرمز البريد..... البلد..... الاتصالات الهاتفية: عمل: ..... منزل: .....جوال: ..... بريد إلكتروني: .....
ترسل على العنوان الآتي: الجمعية الجغرافية السعودية ص. ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥١ المملكة العربية السعودية هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ ١١ ٠٠٩٦٦ - فاكس: ٤٦٧٧٧٣ ١١ ٠٠٩٦٦ بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الانترنت على الرابط الآتي: www.saudigs.org

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية:

١٠٣ -اشتقاق المعادلات التجريبية لتصميم منحنيات كثافة الأمطار في المملكة، د. محمد بن فضيل بوربه.

١٠٤ -تغير الأمطار في منابع النيل وأثره في الاحتياجات المائية في مصر، د. مسعد بن سلامة مندور.

١٠٥ -الاتجاهات الحديثة لنمو السكان وآثارها في منطقة المدينة المنورة، أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي.

١٠٦ -البطالة في المملكة العربية السعودية تطور معدلاتها وتباينها، أ. نوال بنت حجي الحربي، أ.د. رشود بن محمد الخريف.

١٠٧ -البلديات الحدودية الجزائرية بين الواقع والتطلعات، د. سليم براقدي بن العايش.

١٠٨ -التحليل الكمي للطرق البرية بين المدن الإدارية في اليمن، د. عبد الولي بن محسن العرشي

١٠٩ -واقع نقل التلاميذ والتلميذات ذوي الإعاقة الحركية في مدارس التعليم العام بمدينة الرياض، أ.د.عامر بن ناصر المطير، أ.د. عبد العزيز بن سعد بن حمد المقرن، د. زيد بن عبد الله المسلط المشاري، د. عبدالرحمن بن محمد بن عبد الكريم الصالح.

١١٠ -خصائص بعض عناصر مناخ المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، أ.د. عبد الله بن أحمد الطاهر.

١١١ -مدن وادي فرناغة ودورها الحضاري في العالم الإسلامي (خلال القرون الأربعة الهجرية الأولى)، د. خليفة بن مصطفى غرايبة.

١١٢ -الخصائص الديموغرافية للقوى العاملة السعودية وتخطيها ومستقبلها. د. أيمن أحمد شلضم.

١١٣ -نمو السكان وتوزيعهم في محافظة بني سويف بجمهورية مصر العربية. د. أشرف محمد عبد المعطي.

١١٤ -تقدير متطلبات غسيل التربة من مياه الري للمحاصيل الزراعية في الأحساء. أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعران

١١٥ -مستوى الخصوبة والعوامل المؤثرة فيها في مدينة عنيزة بمنطقة القصيم د. أحمد محمد البسام

١١٦ -الصناعات الصغيرة والمتوسطة في المملكة العربية السعودية. د. صفاء بنت صبح صبابحة

١١٧ -التباين المكاني لأسعار الأراضي في مدينة الرياض أ. نورة بنت قاعد العتيبي

١١٨ -هجرة يهود أوروبا الشرقية الى فلسطين في الفترة من ١٨٨٢ -١٩٤٨م د. عبد العزيز بن راشد المطيردي

١١٩ -المؤسسات القفية في المشرق ودورها في خدمة الرحالة الجغرافيين د. أحمد بن محمد الشبعان

١٢٠ - تحليل الانماط المكانية لتوطن صناعة البلوك والخرسانة في منطقة القصيم دراسة في جغرافية الصناعة ، أ. هديل بنت محمد الفوزان، د. محمد بن إبراهيم الدغيري.

١٢١ - انماط المناخ السياحي في المملكة العربية السعودية بتطبيق معادلة ميكوسكي د. مطيرة بنت خويتم المطيري

١٢٢ - العمالة الوافدة في الأحياء القديمة في مدينة بريدة د. أحمد بن محمد عبد الرحمن البسام

١٢٣ - التحليل المكاني للعمر المتوقع عند الميلاد في المملكة العربية السعودية أ. زهور المعلم، د. مفرح بن ضايم القرادي

١٢٤ - مدى اسهام القوى العاملة الوطنية في القطاعات السياحية بمدينة جدة وسبل تعزيزها، د. جميلة بنت ناصر آل محيا، د.محمد بن سعد المقري.

أسعار البيع:

سعر النسخة الواحدة للأفراد: ١٥ ريالاً سعودياً.

للمؤسسات: ٢٠ ريالاً سعودياً.

❖ تضاف الى هذه الأسعار أجرة البريد.

Price:

Individuals: 15 S.R.

Institutions: 20 S.R.

*Handing & Mailing Charges Are Added on the Above Listing.

Solution Pits and their Relation with the Middle Basin Wadis of Wadi Alsahba

Abstract

The southern area of Riyadh city and Alkharj plain have many sinkholes in the form of pits and caves. The area forms the upper catchment of Wadi Al-Sahba. Alkharj plain is the start of the main channel of Wadi Alsahba which receives water from 11 major wadi systems with the mean annual runoff is estimated at 57.5x106 m3/annum. There are four sinkholes (pits and caves) locations: firstly, the area at Jabal Al-Jubail which have two sinkholes, Heet cave and Jubail nearby Wadi AlSulyi. Secondly, the area at Jabal Farzan which has two sinkholes, north Ain and South Ain nearby Wadi Nisah. Thirdly, , the area at Jabal Qusa'iah which has three sinkholes, Ain Dhila, Semha, and Umm Khisa nearby Wadi AlKharj. Fourthly, the area at Jabal Khafs which has two sinkholes, north Ain and South Ain nearby Wadi Aqaimi. Samples collected from Ain AlDhali and Heet showed contains a little tritium (0±2 T.U.) which is caused by infiltration through the wadi surface. The occurrence of these pits formed by the solution of anhydrite from the natural limestone and containing vast quantities of water at the Arab, Sulai and Heet formations. These aquifers are confined because the water is flowing toward the sinkholes.

Chemically, the Firzan water is the highest quality water amongst those sinkholes. The mechanical water pumped for agricultural usage from these pits can be divided into two periods: the first period is from 1938-1980, where the water level is lowered from 6m to 18m (12m difference) within 42years. The second period is from 1980-1995, where the water level is lowered from 18m to 100m (82m difference) within 15years. The dramatic drop in water level in second period can be ascribed to the water is depleted by expansions of wheat farms.The twin pits of Ain Dhila and Ain Semha are connected by underground caverns is shown by the fact that when one sinkhole is pumped, the water level in the other shows a corresponding decrease.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Ali A. Al Dosari	Assis. Prof.	Chairman.
Mohammed A. Mishkhes	Assoc. Prof.	Vice-Chairman.
Malhi A. Al-Gazwani	Assis. Prof.	Secretary General.
Fahad A. Almutlaq	Assis. Prof.	Treasurer.
Tagreed H. Al-Juhani	Assis Prof.	Head of Risk and Disaster Management Unit.
Asma A. Aba Al Khail	Assis. Prof.	Member
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member
Sultan A. Alharbi	Assis. Mr.	**Head of unit of The electronic publishing vessel for scientific message.**
Mona S. Aladel	Assis. Mrs.	Editor of Geographical Newsletter

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

125

Solution Pits And Their Relation With The Middle Basin Wadis Of Wadi Alsahba

Dr. Farhan H. AL-Juaidi

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1441 A.H. - 2020 A.D.

بسم الله الرحمن الرحيم

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

Editorial Board

Editor-in-Chief:	Mohammed A. Al-Gabbani	(Ph.D.).
Editorial Board:	Saad N. Alhussein	(Ph.D.).
	Mohammed S. Al-Rebdi	(Ph.D.).
	Mohammed A. Mishkhes	(Ph.D.).
	Zain M. Al-Gemei	(Ph.D.).

Advisory Board

Amal Yusof A. Al-Sabah, Ph.D., Professor	University of Kuwait.
Hassan A. Saleh, Ph.D., Professor	The University of Jordan.
Abdullah N. Al-Welaie, Ph.D., Professor	Imam Mohammed Bin Saud Islamic Univ.
Nasser. A. Al-Saleh, Ph.D., Professor	Umm Al-Qura University.

Correspondence Address

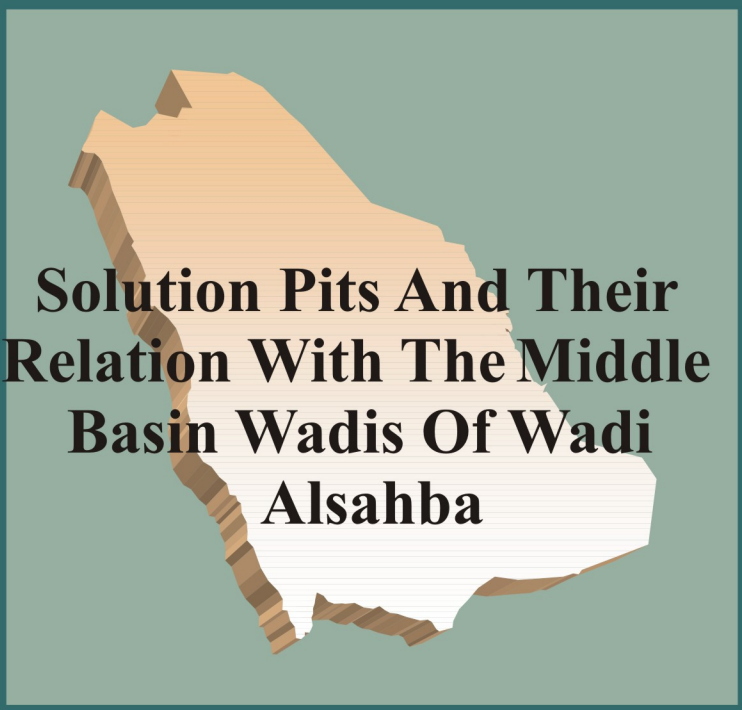
All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or the Saudi Geographical Society

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

125



Solution Pits And Their Relation With The Middle Basin Wadis Of Wadi Alsahba

Dr. Farhan H. AL-Juaidi

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1441 A.H. - 2020A.D.