مجلة جامعة الملك سعود، م٢٠، العلوم (١)، ص ص ٣-٢٤ الرياض (٢٠٠٨م/١٤٢٩هـ)

الخواص الهيدروجيولوجية لمنطقة الأمار بإستخدام الإستشعار من البعد والمسح الكهربائي

صلاح مضحي خليف العنزي

قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤٢٧/١٠/١٠هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢٧/١١/٢١هـ)

ملخص البحث. تقع منطقة الدراسة في الجزء الشرقي من الدرع العربي وسط شبه الجزيرة العربية في إقليم الرين وعلى بعد ٢٢٠كم جنوب غرب الرياض وتبعد عن الطريق السريع الرياض – مكة المكرمة حوالي ١١كم باتجاه الجنوب، ما بين خطي '٣٠ ٢٣° – '٤٤ ٢٣° شمالاً وخطي '٠٠ ٤٥° – '٠٧ ٤٥° شرقاً.

تكمن أهمية الدراسة في البحث عن الموارد المائية الجوفية، التي تعد من أهم التحديات التي تواجه التنمية الاقتصادية والنشاط التعديني في المنطقة، فمنجم الأمار سيلعب دوراً في المستقبل القريب في تنويع الدخل الوطني، وسوف يزداد الطلب على المياه في هذه المنطقة، ويعود السبب إلى استخدام المياه في القطاع التعديني وكذلك بناء وحدات سكنية لموظفي الشركة العربية للمعادن — أي كثافة سكانية غير مسبوقة في المنطقة — بالإضافة إلى بعض القرى الصغيرة، والمزارع التي تستهلك من المياه الجوفية المحدودة في المنطقة.

تهدف الدراسة إلى تحديد اتجاه حركة المياه السطحية، وأفضل المناطق لتجمع المياه، وأنماط الصرف والبنيات الخطية، والأنواع الرئيسة لصخور منطقة الدراسة بإستخدام الاستشعار من البعد، وتحديد الطبقات الحاملة للمياه، وعمق صخور القاعدة بإستخدام المسح الجيوكهربي.

أوضحت الدراسة أن الوحدات الليثولوجية الرئيسة في المنطقة تتكون أساساً من سيبريسايت، كلورايت شيست، رخام، جرافيت شيست، مدملك شيست، وحجر رملي (رواسب ناعمة وحجر غرين وحصى). والتراكيب الخطية الأساسية تأخذ اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، وكذلك إتجاه شمال شرق وشمال جنوب. ونظام التصريف الرئيس يتخذ النظام الشجري.

كما أظهرت الدراسة أن المنطقة تتكون أساساً من أربع طبقات تحت سطحية مختلفة، الطبقة الأولى تتكون من رواسب الوادي الجافة الموجودة على السطح مقاوميتها الظاهرية الكهربية أكبر من ١٠٠أوم•متر، الطبقة الثانية تتكونة من الرمل والطين مقاوميتها تتراوح ما بين ٢٥ – ١٠٠ أوم•متر، الطبقة الثالثة رملية مشبعة بالماء مقاوميتها أقل من ٢٥ أوم •متر، أما الطبقة الرابعة تمثل بصخور القاعدة التي تتركب من صخور متحولة (شيست) ومقاوميتها النوعية أكبر من ١٠٠ أوم•متر.

الكلمات المفتاحية: الإستشعار من البعد، جيوكهربي، جيوفيزياء، هيدروجيولوجي، وادي السرداح، الأمار، القويعية، الدرع العربي، مياه جوفية.

مقدمة

تقع منطقة الدراسة في وسط شبه الجزيرة العربية في إقليم الرين وعلى بعد ٢٢٠كم جنوب غرب الرياض وتبعد عن الطريق السريع الرياض – مكة المكرمة حوالي ١١كم باتجاه الجنوب، ما بين خطي '٣٠ ٢٣° – '٤٤ ٢٣° شمالاً وخطي '٠٠ ٤٥° – '٠٧ ٤٥° شرقاً، في الجزء الشرقي من الدرع العربي الذي يتكون بصورة رئيسة من صخور نارية، ومتحولة تتبع ما قبل كامبري. وترتفع عن سطح البحر حوالي ٩٠٠م (الشكل رقم١).

المناخ في المنطقة جاف حار صيفاً ويميل إلى البرودة شتاءً، والأمطار بضع مليمترات في السنة وغير منتظمة وتسقط ما بين نوفمبر إلى إبريل عندما تهب الرياح من الشمال والشمال الشرقي، درجة الحرارة في فصل الصيف تصل إلى أكثر من ٤٥°م وفي فصل الشتاء قد تصل إلى صفر°م في بعض الأحيان، تهب الرياح الموسمية في فصل الصيف من الجنوب وقد تصاحبها بعض الأمطار والرمال[٤].

الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة إلى إستنباط المتكونات الجيولوجية والأنواع الرئيسة للصخور والبنيات الخطية وعمق صخورالقاعدة وتحديد اتجاه حركة المياه السطحية، وأنماط

التصريف، والطبقات الحاملة للمياه، وأفضل المناطق لتجمع المياه بمنطقة الدراسة، بإستخدام تقنيات الاستشعار من البعد والمسح الجيوكهربي.

الشكل رقم(١). موقع منطقة الدراسة.

الطرق المستخدمة في الدراسة

الاستشعار عن البعد

الاستشعار من البعد هو استنتاج المعلومات عن سطح الأرض من يابس وماء باستخدام الصور الفضائية الرقمية الملتقطة بواسطة الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة أو المنعكسة من سطح الأرض، ويرتبط الاستشعار من بعد بقياس الطاقة الكهرومغناطيسية [٢-٤] المنعكسة (٠,٣-٣ ميكرومتر) والمنبعثة (٣-١٥ميكرومتر) من قبل الأجسام،

وتسجل على هيئة حزم مختارة من الأطوال تتفاوت في كمية الطاقة المنبعثة من الأشياء الموجودة على سطح الأرض [٥ ، ص٤٦٩].

في هذه الطريقة يتم تحليل بيانات صور الأقمار الاصطناعية لاندسات TM5 بإستخدام برنامج إيرداس ERDIS Image 8.7 وتتم على مرحلتين :

أولاً: عمل تصحيح هندسي للصور وذلك بالاستعانة بخريطة طبوغرافية تمثل منطقة الدراسة والاستعانة بجهاز تحديد الإحداثيات الجغرافية GPS والذي يعتمد على الأقمار الاصطناعية [٦]، ويتم تسجيل إحداثيات النقاط والتي تستخدم كنقاط تحكم أرضي(GCP) Ground Control Point ونكتب هذه الإحداثيات طبقا لنظام العالمي Universal Transverse Mercator (UTM).

ثانياً: تحسين الصورة Image Enhancement والتي تهدف إلى توضيح محتواها ، وإبراز معالمها حتى يمكن تفسيرها بصرياً (Visual Interpretation) وبالتالي يرفع من دقة التعرف على المعلومات الأرضية. وتعتمد هذه الطريقة على نشر الكثافة للطاقة المنعكسة المسجلة كقيم عددية Digital Number لوحدات تكوين الصورة (Pixel) تغطي غالباً المقاس الرمادي من صفر إلى ٢٥٥ بحيث يحتل الصفر المناطق الأكثر سواداً ويمثل الرقم ٢٥٥ المنطقة الأكثر بياضاً ، وقبل تحسين أي صورة يجب تحديد كثافة القيم العددية لوحدات تكوين الصورة ، وموقع توزيعها على المقياس الرمادي ، وفي العادة ترسم العلاقة بين كثافة القيم العددية لوحدات تكوين الصورة ، وشدتها على المقياس الرمادي ، وبعد ذلك يتم تحويل الصورة الغير ملونة (أبيض وأسود) إلى أخرى ذات ألوان كاذبة [٧ ، ص١٧٦].

المسح الكهربائي

تعتمد الخصائص الكهربائية لغالبية الصخور الموجودة في الجزء العلوي من القشرة الأرضية على كمية المياه الموجودة داخل مسام الصخور ودرجة ملوحة الماء وتوزيعه [٨ ، ص٧٢٧].

وتستخدم الطرق الكهربائية في البحث عن الفلزات والمعادن، وفي الجيولوجية الهندسية وتستخدم أيضاً في قياسات المقاومية النوعية لإيجاد عمق المصدر الصخري وكذلك في الاستكشاف الجيولوجي الحراري وتحديد أماكن وجود المياه [٩]، ولعل أكثر الطرق الكهربائية استخداماً في الاستكشافات الجيوفيزيائية والأعمال الهندسية هي طريقة المقاومية الكهربائية (Electrical Resistivity).

في هذه الدراسة تم تطبيق طريقة الجس (السبر) الكهربائي العمودي Vertical Electrical Sounding (VES)، ويقوم هذا النوع بدراسة التغير العمودي مع العمق لقيم المقاومية الكهربائية للطبقات التحت سطحية وتعتبر طريقة شلمبرجير Schlumberger أفضل وأشهر الطرق المستخدمة لهذا النوع من الدراسات بحيث تتغير المسافات ومركز القياسات ثابت.

وتتطلب إجراء ما بين ١٠ و٢٠ قراءة تم أخذ قياسات المقاومية النوعية (ρ_a) بواسطة جهاز Campus Geopulse لقياس المقاومية الخاصة بالمجسات الكهربائية [١]. تم عمل سبع وعشرون جسة جيوكهربائية مقسمه على خمس مناطق (المنطقة الأولى ٧جسات، المنطقة الثانية ٧ جسات، المنطقة الثالثة ٤ جسات، المنطقة الرابعة ٤ جسات، والمنطقة الخامسة ٥ جسات كهربائية) والمسافة ما بين كل جسة والأخرى ٢٠٠م. وتم أخذ ١٥قراءة في كل جسة عندالمسافات (AB/2) ٢ و٣ و٤ و٨ و١٠ و١٤ و٢٠ و٣٠ و٤٠ و٦٠ و٨٠ و١٠٠ و٢٠٠ و١٠٠٠ و١٤٠٠ م بحيث أن (MN/2) تأخذ القيم ٠,٥ و٢ و٦ و٢٠م عند المسافات (٢ – ١٠م) و(١٠ – ٣٠م) و(٣٠ – ١٠٠م) و(١٠٠ – ٢٠٠م) على التوالي.

النتائج والمناقشة

من خلال نتائج تحليل و تفسير بيانات الصور الفضائية تم التوصل إستنتاج :

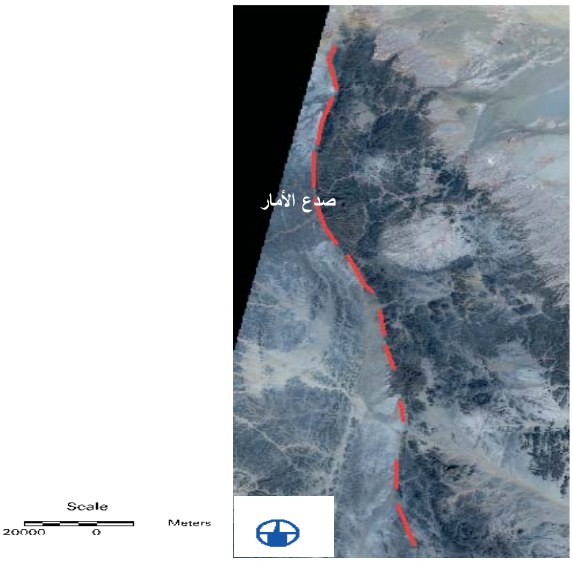
تقع منطقة الدراسة في إقليم الرين وهو الأقل مساحة ما بين الأقاليم في الدرع العربي في الطرف الشرقي للدرع، ويفصل ما بين إقليم الرين والدوادمي ما يعرف بصدع الأمار، بحيث يحتوي اللوح الشرقي منها على تتابع بركاني يتبع مجموعة الأمار إدساس، في حين يحتوي الغربي منها على رواسب متكون الأبت [الأشكال أرقام من٢– ٤].

أولاً: المتكونات الموجودة فى منطقة الدراسة

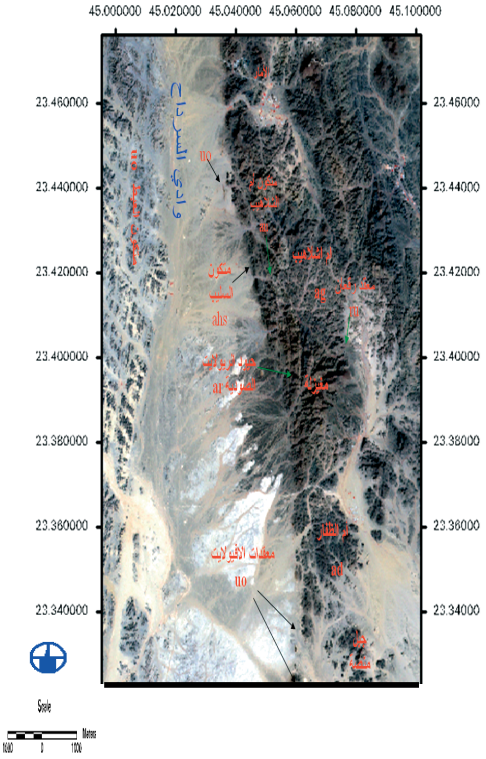
يبين الشكل رقم(٣) المتكونات الموجودة في منطقة الدراسة بالإضافة إلى وادي السرداح الذي يعتبر من أهم الأودية الموجودة بالمنطقة.

١- صدع الأمار – إدساس Al Amar-Idsas Fault

يقع هذا الصدع في شرق الدرع العربي آخذاً اتجاه شمال غرب، ويبلغ طوله ٢٠٠كم تقريباً، وعرضه ما بين نصف كم إلى ستة كم حيث نلاحظ تفرعه في وسط المنطقة وغربها إلى نسيج واسع من الشقوق التي تشغلها العريقات المتشابكة من الكوارتز التي تحمل معها البيريت والسفاليريت والكلكوبيريت وتشمل الصخور المضيفة لهذه العروق الريوليت الفتاتي والطف وطبقات من الرخام والتلك [الأشكال أرقام٢ و٣ و٤].



الشكل رقم(٢). صورة فضائية لاندسات TM5 توضح صدع الأمار شمال – جنوب الذي يفصل بين إقليم الرين وإقليم الدوادمي.



الشكل رقم(٣). صورة فضائية من القمر الصناعي لاند سات TM5 تبين مواقع المتكونات الموجودة في منطقة الدراسة بالإضافة إلى وادي السرداح الذي يعتبر من أهم الأودية الموجودة بالمنطقة.

من الناحية الشرقية لخط الصدع نجد صخور الأمار وهي أحزمة متقطعة من الصخور البركانية والرسوبية نجدها مقطوعة بواسطة الصخور المتداخلة القاعدية وفوق القاعدية والمعروف باسم معقد رقعان وكل هذه المنطقة تعرضت للطي في مرحلة الأمار – إدساس.

أما البازلت فيوجد في العديد من الأماكن على طول حزام الأمار – إدساس متحولاً إلى سبيليت ويوجد البازلت مع الشيست في متكون الابت مصاحباً للسربنتينيت والجابرو والكربونات (الشكل رقم٥) [١].

٢- معقدات الافيولايت Ophiolitic Complex (uo)

يوجد الافيولايت على هيئة شريطين يلتقين في جبل منصة ويظهر الافيولايت من الناحية الشرقية كسيربنيتنات، ليستوينايت وهي تتبع خط صدع الأمار ادساس أما الشريط الغربي يمتد جنوباً تابعاً لصدع بئر أم الشوديم، الناحية الشمالية تظهر الافيولايت فوق قاعدية متطبقة تشمل اليوبستيرايت، دونات وهارزبورجايت. في الجهة الجنوبية الغربية تصاحب صخور السيربنتينايت جابرو، لابة وسادية، صوان، رخام طف بركاني مترقق [الشكل رقم٣].

٣- متكون الابت Abt Formation (ua)

عبارة عن تتابعات سميكة مطوية من الشيست الطيني (سحنة خضراء)، ومن الفيليت المكونة من معادن الكلورايت والسيريسيت والكوارتز ورخام متطبقة مع صخور طينية سمكها مائة متر تقريباً، ويعتقد أن أصل هذه الصخور هي صخور متحولة من مصدر رسوبي وهو صخر الجريواكي والغرين Silt وبعض الطفوحات البركانية في تتابعات متناسقة. نجد في صخور الابت قواطع من الترنجميات وتتكون من الالبايت وكلورايت تحوي مسكوفايت تداخلت هذه الحيود في الصخور الرسوبية، وتأثرت بمرحلتي التكتونية التي تعرض لها متكون الابت [الشكلان رقما ٣ و٤].

٤- متكون السدرية Sidriyah Formation (as)

تحوي صخور المتكون توفه، ورواهص أنديزايت، وبورفير، واندزايت دقيق يتدرج إلى طف صواني مخضر اللون، وطبقات رقيقة من الرخام الدولوميتي، وحجر الغرين [الشكل رقم ٣].

٥- متكون شلاهيب Shalahb Formation (au)

يظهر المتكون بين جبل الطيبي وأم الظفار صخوراً متجانسة نسبياً [الشكل رقم ٣] وتتكون من العضو السفلي Lower member ويتكون من طف بلورية خشنة وطف لوبية

تتطبق مع رخام دولوميت وطف صوانية وصوان غني بالبايرايت، والعضو العلوي Upper member ويتكون من توفه مترسبة في الماء تحتوي على بلورات كوارتزوبلاجيوكليز، طف صوانية، وطفوح الآنديزايت.

٦- أنتوءات (حيود) الريولايت الصودية Soda rhyolite protrusions(ar)

توجد انتوءات (حيود) كثيرة من الرايولايت الصودية في منطقة الرين وهذه الصخور متداخلة على عمق ضحل، وتتكون من داسايت ورايولايت صودي وبلورات ظاهرة من الكوارتز والالبايت كما يوجد متداخلاً في وسط الصخور الرسوبية البركانية ونلاحظها الخريطة الجيولوجية في منطقة أم الشلاهيب وكذلك مغزال [الشكل رقم ٣].

٧- معقد رقعان Rugaan complex (ru)

توجد معقد رقعان في منطقة الأمار إدساس بحيث تقطع مجموعة الأمار البركانية الرسوبية، وتتكون من صخور التركتولايت، والبريدوتايت الجابرو، وتورايت الجابرو وألفين جابرو وأحياناً توجد منعزلة تتداخل فيها صخور التونالايت **(ag)** [الشكل رقم٣].

٨- متكون السلب Silb Formation (ahs)

تحتوي هذه المجموعة على أنواع من الحصى، وفيوض بركانية، وبريشيا وجلوميرايت من البازلت، والانديزايت، والريوليت المتطبق مع بعض طبقات الحجر الرملي والحجر الرملي الناعم البركاني الأصل[١١] [الشكل رقم ٣].

وتطابقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة لمنطقة الدراسة، حيث قسم نيبرت [١٠] جيولوجية منطقة غرب القويعية إلى جزئيين هما شيست الأبت ومجموعة حلبان يفصل بينهما صدع الأمار. وفسر زهير نواب [١١] حزام (صدع) الأمار - إدساس في الدرع العربي بأنه خط التحام (درز Suture) بين لوحين يمثل اللوح الشرقي منها جزري يحتوي على تتابع بركاني يتبع مجموعة حلبان (الأمار) ويسمى بإقليم الرين في حين يحتوي الغربي منها على رواسب متكون الابت التي تكونت في خندق محيطي (Oceanic Trench) ويسمى بإقليم الدوادمي. كما قام كليفز بدراسة مجموعة الأمار وتقدير عمر هذه المجموعة بأكثر ٦٦٧مليون

سنة[١٢]، كما قام فازلية وآخرون بتفسير جيولوجية مربع وادي الرين، وأنه يقع فى إقليم الرين في الطرف الشرقي للدرع العربي، والذي تغطية الصخور الرسوبية الفانيروزوية، ويحوي الإقليم صخوراً جوفية متزامنة مع التجبل Synorogenic ومجموعتي صخور متطبقة [١٣].

الشكل رقم(٤). صورة فوتوغرافية توضح متكون الأبت في الجهة الغربية من صدع الأمار.

البنيات الخطية Lineament: البنية الخطية ظاهرة طبيعية خطية مستقيمة أو منحنية قليلا ذات أصل جيولوجي يمكن ملاحظتها على الصورة الفضائية على شكل مستقيم أو شبه مستقيم من مجرى وادٍ. وتمثل من الناحية البنائية كسر أو انقطاع في صخر القشرة الأرضية ويمكن أن يحدث بأي اتجاه وأطوال مختلفة[١٤، ص ص ١٥-٢٠]، فالعلاقة ما بين التراكيب الخطية وتواجد المياه الجوفية يعتمد على مسامية الصخور وكثافة الكسور التي تكتسب الصخور النفاذية الثانوية مما يجعلها ذات كفاءة عالية لتجمع المياه السطحية وتسربها إلى الخزانات الجوفية.

مجموع التراكيب الخطية الأساسية في منطقة الدراسة ٢٤٤ خطاً وتأخذ فى معظمها اتجاه شمال غرب – جنوب شرق نفس اتجاه الصدوع الموجودة في البحر الأحمر، وصدوع نجد، وكذلك اتجاه شمال شرق وشمال جنوب. باستخدام برنامج Rose diagram تم تمثيل التوزيع الاتجاهي النسبي للكثافة العددية والطولية للتراكيب الخطية [الشكلان رقما ٦ و٧].

زيادة كثافة الشقوق والكسور ومواقع الضعف في القشرة الأرضية والظاهرة على شكل التراكيب الخطية تم الاعتماد عليها لتعيين المواقع التي تتصف بالنفاذية العالية التي تساعد الصخور على اصطياد وتجميع المياه الجوفية.

ثانياً: تصريف الوادي (نظام الصرف في منطقة الدراسة) Drainage System

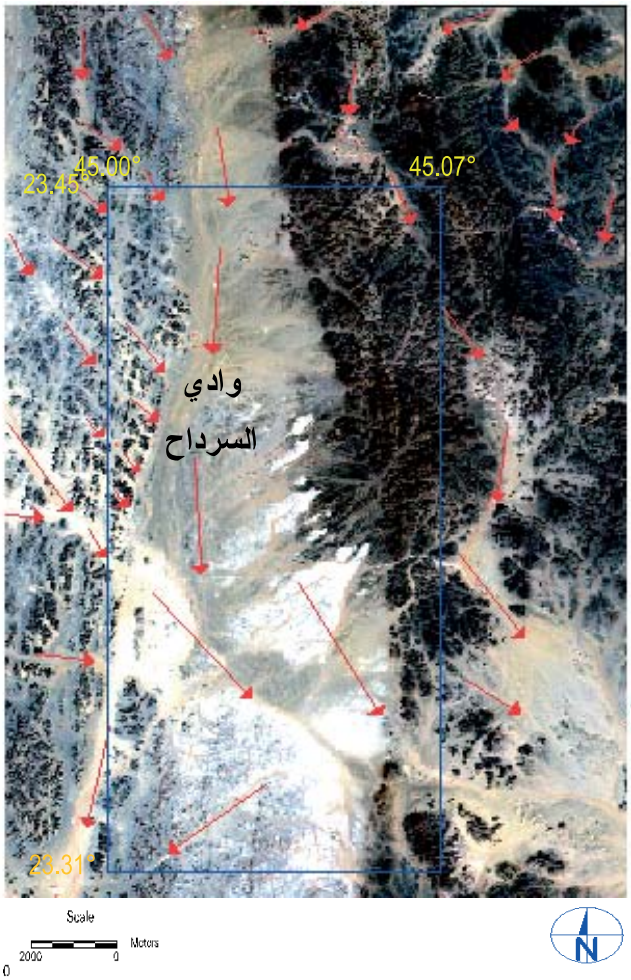
إن الاتجاهات التي يتخذها مجرى أي وادٍ لتكوين التصريف المائي تتخذ أشكالاً متعددة تبعاً للعوامل التي تؤثر على تكوينه: منها التراكيب الجيولوجية، وطبيعة الصخور التي تجري عليها مياه الوادي، وأثر الحركات التكتونية، والصدوع، وكمية الأمطار.

تم استنباط خارطة لشبكة الصرف المائي لمنطقة الدراسة من صورالقمر الاصطناعي لاندسات حيث تتجمع الروافد، والتي تعد بدايات المسيلات بعضها مع بعض وتنمو طولاً وعرضاً إلى أن تصب في المجرى الرئيس(وادي السرداح) (الشكل رقم٦)، فنظام الصرف في المنطقة يتخذ النظام الشجري، وترتبط روافد الوادي في منطقة الدراسة ارتباطاً وثيقاً مع البنيات الخطية Lineaments حيث تحدد اتجاهاً بشكل كبير مع اتجاه هذه التراكيب. وتتفاوت كثافة الصرف حيث تتميز في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة بكثافة في التصريف عن الأجزاء الشرقية (الشكل رقم٧).

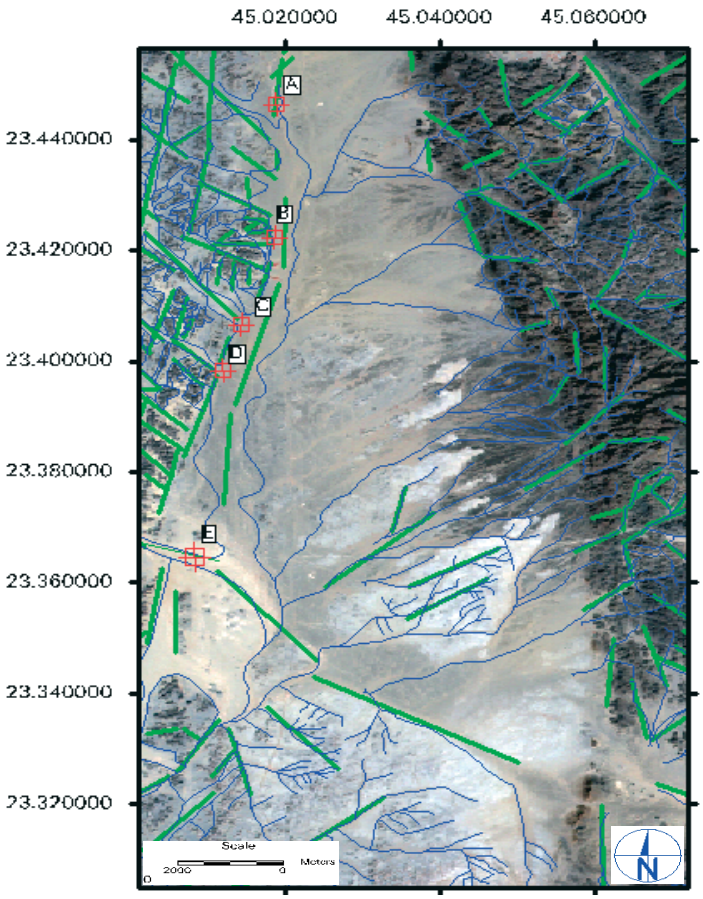
ثالثاً: المناطق المقترحة لتجمع المياه

يوضح الشكل رقم(٧) أفضل خمس مناطق مقتوقعة لتجمع المياه بناءً على اتجاه حركة المياه السطحية والبنيات الخطية وتحديد الأنواع الرئيسة لصخور منطقة الدراسة وتحديد الصرف. وبإجراء عمليات المسح الكهربائي لهذه المناطق، وعمل مقطع جيوكهربي

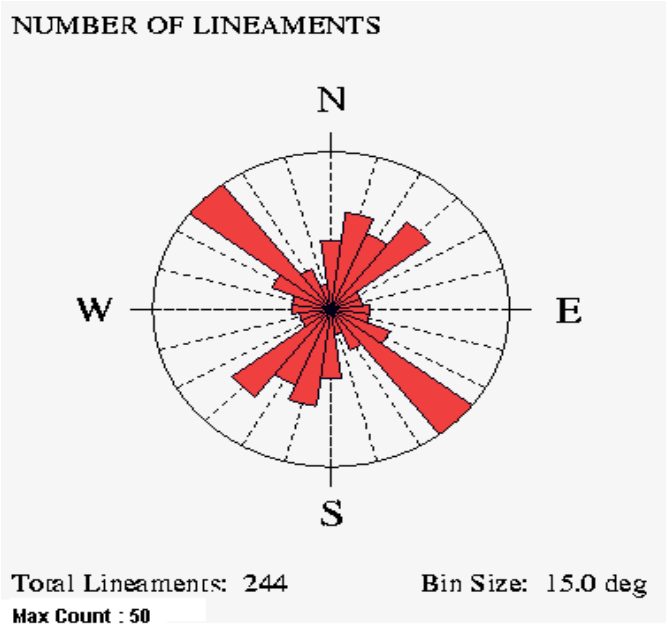
تحت سطحي، وذلك لتوضيح توزيع الصخور تحت سطح الأرض (صخورالقاعدة) وأعماقها وأماكن وجود المياه وتحديد الطبقات الحاملة للمياه.



الشكل رقم(٥). صورة فضائية من القمر الصناعي لاند سات TM5 تبين اتجاهات مجارى الأودية بالمنطقة.



الشكل رقم(٦). صورة فضائية من القمر الصناعي لاند سات TM5 تبين البنيات الخطية – التصريف المائي – المناطق المقترحة للمسح الكهربائي.

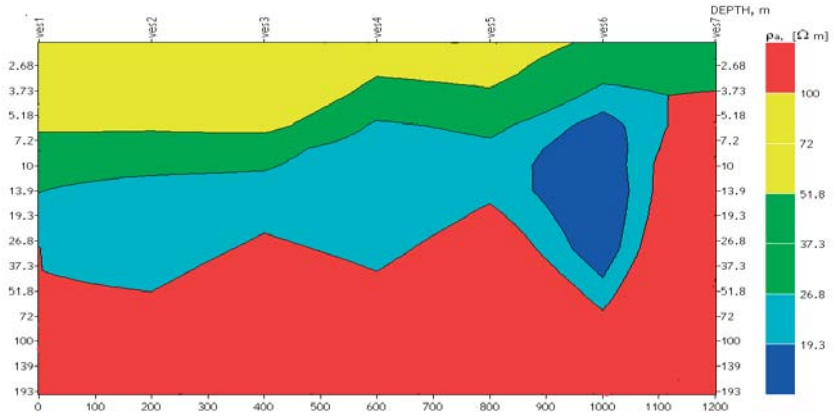


الشكل رقم(٧). وردة التوزيع الاتجاهي النسبي للكثافة العددية والطولية للتراكيب الخطية.

١- المنطقة الأولى (A)

يمتد المقطع الجيوكهربي في هذه المنطقة بطول الوادي من جهة الشمال إلى الجنوب ويبلغ طوله ١٢٠٠م، ويوضح هذا المقطع توزيع الطبقات وامتدادها في هذه المنطقة (الشكل رقم٨)، وتتكون هذه المنطقة من أربع طبقات متتالية في هذا المقطع. الطبقة الأولى هي الطبقة الموجودة على السطح، وتتكون من رواسب الوادي الجافة (رمل - حصى - كسر صخور) وهي ذات مقاوميه عالية تصل إلى أكثر من ١٠٠ أوم•متر تقل أحياناً، وهي موجودة تحت الجسات ١ ، ٢ و٣ وتصل إلى عمق ٢,٥م. الطبقة الثانية وتتميز بمقاومة نوعية تتراوح مابين ٢٠ أوم•متر إلى ١٠٠ أوم•متر، وسمكها يختلف من موقع إلى آخر وتصل إلى عمق ٣٢م تحت الجسة ١ وتظهر أحياناً على السطح تحت الجسات ٤ و٥ و٦ و٧، وتقل تحت هذه الجسات وتصل إلى عمق ٢م وهي ممثلة برواسب رمل رطبة. الطبقة

الثالثة وهي طبقة رملية مشبعة بالماء مقاومتها النوعية أقل من ٢٠ أوم•متر ويختلف سمكها من موقع إلى آخر، وتقل مقاومتها الظاهرة تحت الجسة ٦ وتصل إلى أقل من ١٠ أوم•متر مما يجعل احتمالية تواجد الماء فقط تحت هذه الجسة. الطبقة الرابعة وتتميز بمقاومة نوعية أعلى من ١٠٠ أوم•متر، وتتمثل هذه الطبقة بصخور القاعدة Basement وهي ظاهرة في جميع مواقع الجسات وهي عبارة عن صخور متحولة (شيست)، مما سبق نلاحظ تواجد المياه في هذا القطاع قليله وغير مجد للإنتاج (الشكل رقم٨).

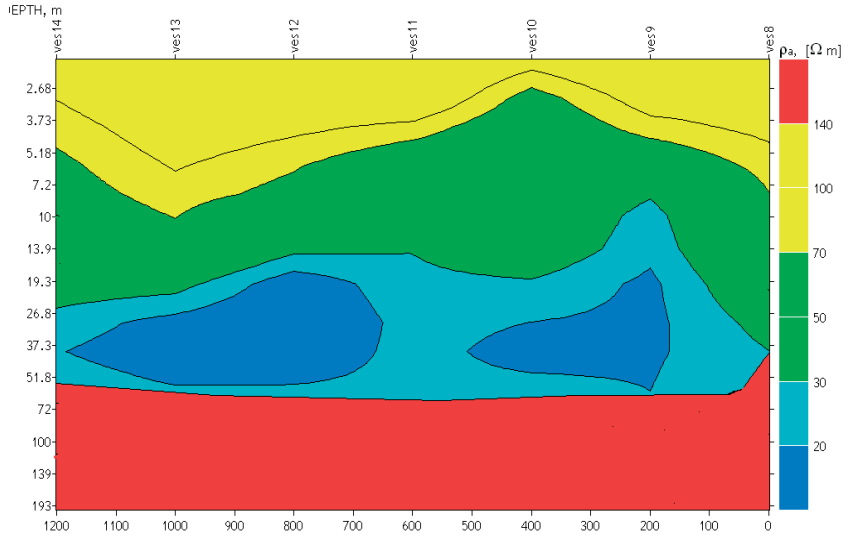


الشكل رقم(٨). يوضح المقطع الجيوكهربي للمنطقة A باتجاه شمال – جنوب.

٢– المنطقة الثانية (B)

يمتد المقطع الجيوكهربي في هذه المنطقة بطول الوادي من جهة الشمال إلى الجنوب ويبلغ طوله ١٢٠٠م. ويوضح هذا المقطع توزيع الطبقات وامتداها في هذه المنطقة، وتتكون هذه المنطقة من أربع طبقات متتالية في هذا المقطع الطبقة الأولى وهي طبقة رملية جافة ممثلة برواسب الوادي، وهي ذات مقاومية أعلى من ١٠٠ أوم•متر، وتظهر هذه الطبقة في جميع مواقع الجسات، ويختلف سمكها من موقع إلى آخر من١–٣م. الطبقة الثانية وهي طبقة رملية رطبة مقاومتها تتراوح مابين ٣٠–١٠٠ أوم•متر، ويختلف سمكها من موقع إلى

آخر تصل إلى عمق ١٦م تحت الجسة ١١ ، وتظهر هذه الطبقة تحت جميع الجسات. الطبقة الثالثة تتميز بمقاومة نوعية أقل ٣٠ أوم.متر تصل إلى عمق ٤٧م تحت الجسة ٩ ، وهي طبقة من الرمل والطين، وتتميز بمقاومة نوعية أقل من ١٠ أوم•متر تحت الجسات ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ مما يجعل فرص تواجد المياه أكبر تحت هذه الجسات. الطبقة الرابعة تتميز بمقاومية عالية تصل إلى أكثر من ٣٠٠ أوم•متر، وتظهر في جميع الجسات وهي عبارة عن صخور القاعدة (الشكل رقم٩).

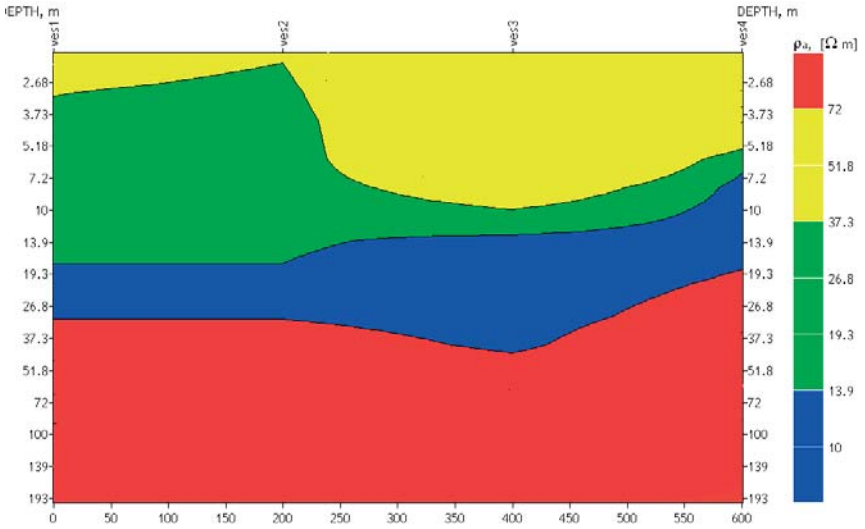


الشكل رقم(٩). يوضح المقطع الجيوكهربي للمنطقة B باتجاه شمال – جنوب.

٣– المنطقة الثالثة (C)

يمتد المقطع الجيوكهربي في هذه المنطقة بعرض الوادي من الغرب إلى الشرق ويبلغ طوله ٨٠٠ م، ويوضح هذا المقطع توزيع الطبقات وامتداها في هذه المنطقة، وتتكون هذه المنطقة من أربع طبقات متتالية في هذا المقطع. الطبقة الأولى تتكون من رواسب الوادي الجافة مقاومتها النوعية أكبرمن ١٠٠ أوم•متر، وهي موجده تحت الجسات ٢ ، ٣ ، ٤ ،

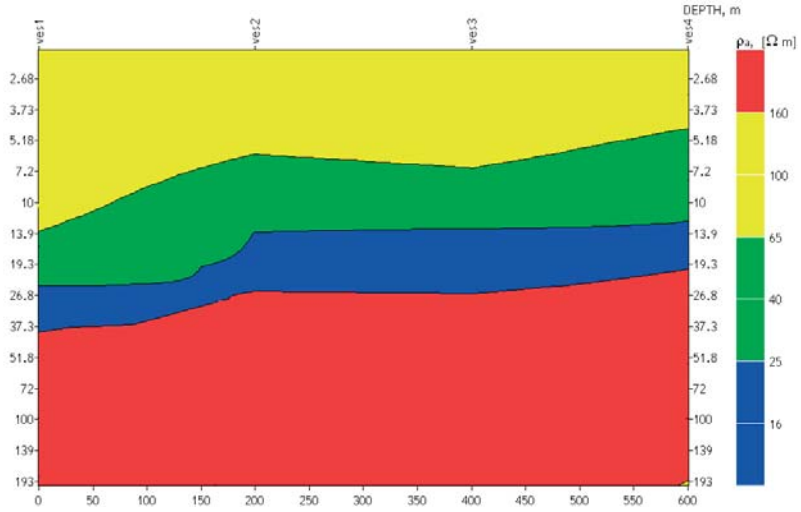
ويختلف سمكها من موقع إلى آخر، ويتراوح ما بين ٠,٥-١,٥م وتختفي تحت الجسة ١. الطبقة الثانية تتكون من الرمل الناعم، والطين الرطب ومقاومتها النوعية تتراوح مابين ٣٠-١٠٠أوم•متر، وتظهر على السطح تحت الجسة ١وتختفي تحت الجسة ٢ و٤ وتصل إلى عمق٤م تحت الجسة ٣. الطبقة الثالثة وهي طبقة رملية رطبة مقاومتها أقل من ٣٠ أوم•متر مشبعة بالماء يختلف سمكها من موقع إلى آخر حيث يتراوح ما بين ١-٣٢ م تحت الجسة ٤ وتظهر تحت جميع الجسات وتكون مقاومتها النوعية أقل من ١٠ أوم.متر تحت الجسة ١، ٢، ٣ وهي الطبقة المنتجة في هذا المقطع. الطبقة الرابعة وتظهر في جميع الجسات وهي ضخور القاعدة ولها مقاومية أكبر ١٠٠ أوم•متر، وتظهر عند عمق ٢٤م تحت الجسة ٤. فى هذا المقطع من المحتمل تواجد المياه عند العمق ١١تحت الجسة١ إلى ٣٤ تحت الجسة ٣، ويفضل أن يتم الحفر في هذه المنطقة (الشكل رقم١٠).



الشكل رقم(١٠). يوضح المقطع الجيوكهربي للمنطقة C باتجاه غرب – شرق.

٤- المنطقة الرابعة (D)

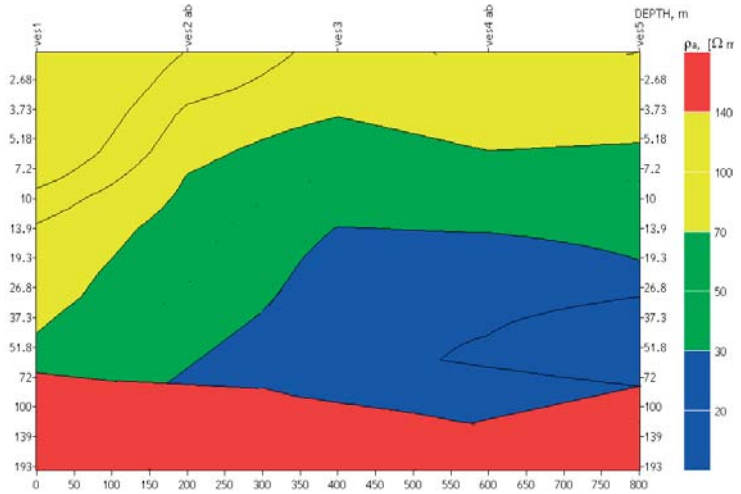
يمتد المقطع الجيوكهربي في هذه المنطقة بعرض الوادي من الغرب إلى الشرق ويبلغ طوله ٨٠٠ م، ويوضح هذا المقطع توزيع الطبقات وامتداها في هذه المنطقة، وتتكون هذه المنطقة من أربع طبقات متتالية في هذا المقطع. الطبقة الأولى وهي رملية جافة مكونة من رواسب الوادي حصى ورمل ومقاومتها النوعية أعلى من ١٠٠ أوم•متر وهي موجودة تحت جميع الجسات، وتصل إلى عمق ٥م تحت الجسة ١. الطبقة الثانية وتتكون من الرمل الناعم، والطين الرطب ومقاومتها النوعية تتراوح ما بين ٣٠-١٠٠ أوم•متر، ويصل عمقها إلى ٤م تقريباً تحت الجسة ٢ وتختفي تحت الجسة ١ و٤. الطبقة الثالثة وتتميز بمقاومه نوعية أقل من ٣٠ أوم•متر، وهي عبارة عن طبقة رملية مشبعة بالماء تظهر تحت الجسة ١ و٢ وتصل إلى عمق ٣٠م تحت الجسة الأولى وهي صالحة لحفر بئر تحت هذه الجسة. الطبقة الرابعة وتظهر تحت جميع الجسات وهي عبارة عن صخور القاعدة الممثلة في صخور الشيست، وتتميز بمقاومية نوعية عالية تصل إلى أكثر من ٣٠٠ أوم•متر (الشكل رقم١١).



الشكل رقم(١١). يوضح المقطع الجيوكهربي للمنطقة D باتجاه غرب – شرق.

٥- المنطقة الخامسة (E)

يمتد المقطع الجيوكهربي في هذه المنطقة بعرض الوادي من الغرب إلى الشرق ويبلغ طوله ١٠٠٠ م، ويوضح هذا المقطع توزيع الطبقات وامتداها في هذه المنطقة، وتتكون هذه المنطقة من أربع طبقات متتالية في هذا المقطع. الطبقة الأولى وهي رملية جافة مكونة من رواسب الوادي حصى ورمل، ومقاومتها النوعية أعلى من ١٠٠ أوم•متر، وهي موجودة تحت جميع الجسات، وتصل إلى عمق٠,٥- ٢,٥م. الطبقة الثانية وتتكون من الرمل الناعم والطين الرطب ومقاومتها النوعية تتراوح ما بين ٥٠-١٠٠ أوم•متر، ويصل عمقها إلى ٢٩م تحت الجسة الأولى وتختفي هذه الطبقة تحت الجسات٥,٤,٣ تقريباً. الطبقة الثالثة وتتميز بمقاومه نوعية أقل من ٥٠ أوم•متر وهي عبارة عن طبقة رملية مشبعة بالماء تظهر تحت الجسة ٣ و٤ و٥ وتصل إلى عمق ٥٠ م تحت الجسة الأولى وتصل في بعض الأحيان إلى أقل من ٢٠أوم.متر تحت الجسات ٢ و٣ و٤ و٥ مما يجعلها أكثر إحتمالية لتواجد المياه تحت هذه الجسة. الطبقة الرابعة وتظهر تحت جميع الجسات وهي عبارة عن صخور القاعدة الممثلة في صخور الشيست وتتميز بمقاومية نوعية عالية تصل إلى أكثر من ٣٠٠ أوم•متر (الشكل رقم١٢).



الشكل رقم(١٢). يوضح المقطع الجيوكهربي للمنطقة E باتجاه غرب – شرق.

الخلاصة والتوصيات

١- تعرضت منطقة الدراسة لعدة حركات تكتونية في عصور مختلفة أدت إلى حدوث كثير من التراكيب الخطية (صدوع، كسور، قواطع).

٢- تأخذ البنيا الخطية اتجاهات مختلفة في منطقة الدراسة منها ما يأخذ اتجاه شرق - غرب واتجاه شمال - غرب، وهذا هو الاتجاه العام لنظام صدوع نجد وهي من عصر ما قبل الكامبري وتعتبر آخر حدث تكتوني في الدرع العربي، وكذلك وجود مجموعة أخرى من الخطوط التركيبية التي تأخذ الاتجاه شمال - جنوب وشمال - شرق.

٣- اتجاه حركة المياه السطحية من الشمال إلى الجنوب ونظام صرف المياه فيها شجري.

٤- المناطق الخمس المقترحة لتجمع المياه الجوفية تتكون كل منها من أربع طبقات تحت سطحية مختلفة، فالطبقة الأولى تتكون من رواسب الوادي الجافة الموجودة على السطح مقاومتها الظاهرية أكبر من ١٠٠أوم•متر، أما الطبقة الثانية فهي طبقة مكونة من الرمل والطين مقاومتها تتراوح ما بين ٢٥ - ١٠٠ أوم•متر، الطبقة الثالثة هي طبقة رملية مشبعة بالماء مقاومتها أقل من ٢٥ أوم•متر وهذه الطبقة هي الطبقة الحاملة للمياه، أما الطبقة الرابعة فهي ممثلة بصخور القاعدة التي تتركب من صخور متحولة (شيست) ومقاومتها النوعية أكبر من ١٠٠ أوم•متر.

٥- يزداد سمك الرواسب كلما اتجهنا إلى جنوب من الوادي.

٦- تزداد المياه الجوفية كلما اتجهنا إلى الجنوب من منطقة الدراسة.

٧- المنطقتين C وD الواقعتين في غرب منطقة الدراسة هما من أفضل الأماكن التي يمكن أن تتوفر بها مياه جيدة وبوفرة، ثم يأتي بعد ذلك المنطقة E الواقعة في جنوب منطقة الدراسة، وبعد ذلك تأتي المنطقة B الواقعة غرب منطقة الدراسة.

٨- تقدم هذه الدراسة تصور تقريبي للتغير في عمق صخور القاعدة التي لها دور مهم عند اختيار موقع حفر آبار المياه الجوفية.

المراجع

[١] العنزى، صلاح بن مضحي. "تقييم المصادر المائية لمنطقة الأمار (القويعية) بالطرق الجيوفيزيائية والاستشعار عن بعد"، *رسالة ماجستير، قسم الجيولوجيا - كلية العلوم، جامعة الملك سعود*، الرياض ٢٠٠٦م.

[٢] James, B.C. *Introduction to Remote Sensing*. 2nd ed., New York: John Wiley and Sons, 1996.

[٣] El-Bardan, O.A. "Long and Short Term Geological Evaluation of El-Dabaa Coast, Mediterranean Sea". *M.Sc. Thesis, Faculty of Science, Alexandria University*, Egypt, 1999.

[٤] Sheko, K. and Al-Asfoor, S. *Ground Water Exploration Using Satellite Imagery and GIS*. Final Report, Riyadh: King Abdulaziz City for Science and Techonlogy, 2003.

[٥] الداغستاني، نبيل صبحي. *الاستشعار عن بعد الأساسيات والتطبيقات*، عمان ٢٠٠٣م.

[٦] Singh, A. "Digital Change Detections Techniques Using Remotely Sensed Data." *International Journal of Remote Sensing*, 34 (1989), 989-1033.

[٧] عبدالهادي، عبد رب النبي محمد. *المدخل في علم الاستشعار عن بعد*، القاهرة ١٩٩٢م، الدار العربية للنشر والتوزيع.

[٨] البسام، عبدالعزيز محمد. *المياه الجوفية*، الرياض ٢٠٠١م، مكتبة الملك فهد الوطنية.

[٩] Dobrin, M.B. and Savit C.H. *Introduction Geophysical Prospecting*. 4th ed., Singapore: McGraw-Hill Inc., 1988.

[١٠] Nebert, K. "Geology of the Jabal Samran and Jabal Farasan Region." *Saudi Arabia Deputy Ministry for Mineral Resource Bulletin*, 4 (1970), 32 p.

[١١] Nawab, Z.A.H. "Evolution of the Al-Amar Idasas Region of the Arabian Shield." *Thesis, University of Western Ontario*, Canada, 1978.

[١٢] Calves, J.Y.; Alasc, C.; Delfour, J.; Kemp, J. and Pallaton, C. "Geologic Evolution of Western, Central and Eastern Parts of the Northern Precambrian Shield." *Saudi Arabian Deputy Ministry for Mineral Resources*, Open–File Report BRGM-OF-03-17, (1983), 57 p.

[١٣] Vaslet, D.; Delfourt, J.; Manivit, J.; Le Nindre, Y.M.; Brosse, J.M. and Fourniguet, J. "Geologic Map of the Wadi Ar-Rayn Quadrangle." Sheet 23 H, (1984), Kingdom of Saudi Arabia (with text): Saudi Arabian Deputy Ministry for Mineral Resources, Geosciences Map GM-63A, scale 1:250,000.

[١٤] رجب، رفعت. *تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة الموارد المائية والزراعية والمياه بالمناطق الجافة في الوطن العربي*، دمشق، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، العدد١٠، ١٩٨٩م.

Hydrogeology of Al-Amar Region Using Remote Sensing and Geoelectric Survey

Salah Modhy Khalif El-Anzy
Geology Department, College of Science, King Saud University,
P.O. Box 20999, Kharj, Saudi Arabia

(Received 10/10/1427H.; accepted for publication 21/11/1427H.)

Abstract. The study area is located at the eastern side of the Arabian Plate and extends for about 220 km SW Al-Riyadh. This area lies between longitudes 45º 00` - 45º 07` E and latitudes 23º 30` - 23º 44` N.

The current objectives of this present study can be summarized as follows: identify geology, lithology, lineaments, drainage system, depth of basement rocks, direction of surface water flow, layers of holder water as well as the best areas of water aggregation in the study area by using remote sensing technologies and geoelectric surveys.

The geological features of the study area are characterized by Al-Amar-Idsas Fault, Ophiolitic Complex, Abt Formation, Al-Amar Group, Sidriyah Formation, Shalahb Formation, Soda Rhyolite Protrusions, Rugaan Complex, Hamir Group, and Silb Formation.

The main lithostratigraphic features of the study area consist of water-laid crystal and lapilli tuff, chert, cherty tuffite, siliceous calcdolomitic marble, andesite, quartz keratophyre, dacite and locally welded tuff and breccia.

The principal lineaments in the study area are characterized by north west, south east, north east and north south directions. The main drainage system is the dendrite type.

The study area consists of four subsurface layers; the first one "surface layer" is dry wadi deposits (electric resistance > 100 ohm*m), the second layer includes sand and mud (electric resistance 25-100 ohm*m), the third one is wet sand saturated by water (electric resistance <25 ohm*m) and the fourth lowermost layer is "metamorphic rocks" (electric resistance > 100 ohm*m).

This study concluded that the groundwater increased toward the south direction of the study area. Also, the south and south east side of the study area are the best areas of water aggregation.