دور جيوفيزياء الآبار فى دراسة مصادر المياه الجوفية بمصر

د/ حامد سيد محمد صابر

عضو مجلس إدارة الجمعية الجيوفيزيقية المصرية

١ - مقدمة:

يمكن تعريف جسة البئر "well-log" بأنها عبارة عن تسجيل لمعلومات متتالية مع العمق داخل البئر - وتشمل بعض قياسات الآبار (سبر الآبار) جميع تقنيات إنزال أجهزة حساسة داخل بئر أو فتحة داخل الأرض وتسجيل بعض المعاملات الطبيعة والتى يمكن تفسيرها على ضوء خواص الصخور والسوائل الموجودة بها وكذلك الوضع الهندسى للبئر . أما جيو فيزياء الآبار فهى قياسات جيوفيزيقية مختلفة يتم إجرائها داخل الآبار ويمكن تفسير الجسات الجيوفيزيقية داخل الآبار

(Geophysical well-Logs) لتحديد ليثولوجية الصخور المخترقة بالبئر وأبعادها الهندسية ومقاومتها الكهربائية وكثافتها ومساميتها ودرجة نفاذيتها ومحتواها المائى وكمية المياه التى يمكن سحبها من الخزان الجوفى المخترق بالبئر ومعرفة مصدر المياه الجوفية واتجاه حركتها والخواص الكيميائية والطبيعية للمياه الجوفية . وتأتى تكنولوجيا جيوفيزياء الآبار فى المرحلة النهائية لاستخدام الجيوفيزياء فى استكشاف وتنمية المياد الجوفية والتى تبدأ عادة بعمليات المسح الجوى المغناطيسى والأشعاعى لتحديد المناطق المحتمل تواجد خزانات المياه الجوفية بها وعلى ضوء نتائج المسح الجوى الجيوفيزيقى يتم أختيار أنسب المناطق لوجود مياه جوفية بها حيث يتم إجراء جيوفيزيقى أرضى تفصيلى لها لتحديد أنسب المواقع لحفر آبار المياه الاستكشافية وأخيراً يأتى دور جيوفيزياء الآبار لعمل قياسات جيوفيزيقية مختلفة داخل هذه الآبار وتشمل هذه القياسات الطرق الاشعاعية (أشعة جاما الطبيعية - وأشعة جاما (الكثافة) وأشعة النيوترون جاما أو النيوترون نيوترون) وكذلك الطرق الكهربية (المقاومة الكهربية والجهد الذاتى الكهربى والاستقطاب التأثيرى وطرق الكهرومغناطيسية) وأيضاً قياس قطر البئر ودرجة ميله واتجاهه ودرجة الحرارة به وتحديد مكان تدفق المياه بالبئر بالإضافة إلى قياس الموجات الصوتية بالبئر .

٢- نماذج من مناطق الدراسة وأهم النتائج :

١ - منطقة المغارة شمال سيناء :

تم إجراء قياسات جيوفزياء الآبار داخل عدد ١٨ بئرا استكشافيا للمياه الجوفية والتى تم حفرها بمنطقة المغارة شمال سيناء - التفسير الكيفى للقياسات السابقة أوضح أنه يوجد خزانين للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة - الخزان الجوفى الأول يوجد بمنطقة وادى المساجد والخزان الآخر يوجد بوادى الصفا . بالنسبة للخزان الجوفى الأول فهو يوجد داخل الحجر الجيرى المتشقق التابع لمتكون المساجد بالعصر الجوارسى وتتراوح نسبة تركيز الأملاح الذائبة بالمياه الجوفية بهذا الخزان من ١٧٠٠ إلى ٦٠٠٠ جزء فى المليون بمتوسط ٣٥٠٠ جزء فى المليون ويصل المستوى الاستياتيكى للمياه الجوفية من ١١٨ إلى ١٢٠ متر تحت سطح الأرض ويصل سمك المنطقة الحاوية للمياه من ٦٠-٩٠ متر بمتوسط ٧٥ متراً - ودرجة المسامية تتراوح من ١٠-٣٩ ٪ بمتوسط حوالى ٢٣ ٪ . أما الخزان الجوفى الثانى فإنه يوجد داخل متكون الصفا بالعصر الجوارسى - وهو موجود داخل نوعين من الصخور . الأول هو الحجر الجيرى المتشقق (سمك من ٢-٨ متر) والصخر الثانى هو طبقات الحجر الرملى الحامل للفحم بالمغارة (سمك من ٦-٨ متر) ويتغير التركيز الكلى للأملاح الذائبة بمياه هذا الخزان الجوفى من ٩٠٠٠ - ١٥٠٠٠ جزء فى المليون بمتوسط ١٠٠٠٠ جزء فى المليون بينما يتراوح المستوى الاستاتيكى للمياه الجوفية من ٢٠٥ إلى ٩٤ متراً تحت سطح الأرض تبعاً لطبوغرافية المكان - ومسامية الحجر الجيرى من ٥-٢٥ ٪ والحجر الرملى من ٢٥ - ٣٥ ٪ .

٢ - المنطقة المحيطة بمفاعل أنشاص التجريبى:

تم استخدام تقنيات جيوفيزياء الآبار فى دراسة المياه الجوفية داخل عشرة آبار استكشافية للمياه الجوفية متوسط عمق البئر منها هو ٢٠٠ متر وذلك بالمنطقة المحيطة بموقع مفاعل أنشاص التجريبى والتى تبلغ مساحتها حوالى ٢٥٠٠ كيلو متر وقد اخترقت الآبار المقاسة خزانات مختلفة للمياه الجوفية يتراوح عمرها من عصر الأيوسين إلى الحقب الرباعى وقد تم تحديد ليثولوجية واستراتجرافية الصخور المخترقة بالآبار وكذلك تحديد الخواص الهيدرولوجية للخزانات الجوفية المحلية داخل الآبار وأيضاً تم تعريف الخواص البتروفيزيقية لكل وحدة استراتجرافية وليثولوجية والموجودة داخل هذه الآبار.

أهم نتائج الدراسة :

(أ) آبار الدراسة اخترقت خزانات مياه جوفية مختلفة (من الأيوسين حتى الحقب الرباعى وليثولوجية هذه الخزانات المحلية عبارة عن رمال وحجر رملى وحصى وبازلت متشقق وحجر جيرى متشقق - وتحتوى هذه الخزانات الجوفية على مياه جوفية مختلفة الأنواع (مياه عذبة ومتوسطة الملوحة ومياه مالحة) حيث تميز الخزان الجوفى للحقب الرباعى بإحتوائه على مياه عذبة - بينما خزانات عصر البليوسين والميوسين فقد احتوت على مياه عذبة إلى مياه متوسطة الملوحة - وأخيراً فقد احتوت خزانات الأوليجوسين والأيوسين على مياه جوفية مالحة.

(ب) متوسط المسامية للخزانات الجوفية المحلية تتراوح من ١٢ ٪ إلى ٣٠ ٪ - بينما تتراوح حجم الطفلة فى طبقات الحجر الرملى الحاوية للمياه الجوفية من صفر٪ للحجر الرملى النظيف إلى ما يقرب من ٤٠ ٪ للخزانات الرملية الطفيلية.

(ج) تم إختراق صفائح البازلت داخل أربعة آبار بمنقطة الدراسة وهى تتبع ثلاثة مراحل - المرحلة العليا وهى بازلت متحول يتبعها مرحلة بازلت متشقق ثم أخيراً البازلت النقى ويحتوى البازلت المتشقق فى العادة على مياه جوفية مالحة (خزان الألوجوسين).

(د) الخواص البتروفيزيقية لصخور الخزانات الجوفية بالمنطقة يمكن تلخيصها كما يلى :

- أقل قيمة لإشعاع جاما الطبيعى هى ٣ وحدة API للرمال والحجر الرملى النظيف والتى تنتمى إلى كل من عنصر الألوجوسين والأيوسين - وكذلك الحجر الجيرى والدولوميت لعصر الأيوسين - بينما أعلى قيمة للإشعاع الطبيعى الأشعة جاما هو ٧٠ وحدة API تم تسجيلها فى مقابل طبقات الطفلة التابعة لعصر الميوسين والألوجوسن والايوسين .

. أقل قيمة لكثافة صخور الآبار هى ١,٨٥ جم/سم ٢ لطفلة ورمال الحقب الرباعى والرمال الطفلية لعصر الميوسين - بينما كانت أعلى كثافة تم تسجيلها بالآبار في مقابل البازلت النقى التابع لعصر الألوجوسين (٢,٨ جم/سم ٣).

. أقل قيمة للمقاومة الكهربية هى ٣ أوم متر لطين النيل من الحقب الرباعى وطفلة البليوسين والميوسين - وكانت قيمة المقاومة الكهربائية هى ١٠ أوم متر للرمال الحاوية للمياه الجوفية من الحقب الرباعى والبليوسين والميوسين - بينما وصلت أعلى قيمة للمقاومة الكهربية للصخور بالآبار إلى قيمة ١٠٠٠ أوم - متر للرمال الجافة وفى مقابل البازلت من الميوسين والألوجوسين بينما وصلت إلى نهايتها العظمى ٢١٢٥ أوم متر فى مقابل البازلت النقى لعصر الألوجوسين.

- أعلى قيمة للمسامية كانت الطفلة ٤٥ ٪ من الحقب الرابع وأقل مسامية للبازلت النقى ٣ ٪ من عصر الألوجوسين.

٣- منطقة مصر القديمة حول كنيسة مارى جرجس :

تم إجراء دراسات جيولوجية وجيوفيزيقية (سبر آبار) داخل عدد خمسة آبار ضحلة بمنطقة كنيسة مارى جرجس بمصر القديمة لدراسة مياه الرشح بالكنيسة لحماية الكنيسة منها وقد تم تحديد ليثولوجية صخور الآبار وكثافتها وخواصها الهيدرولوجية مثل المستوى الاستاتيكى للمياه الجوفية - درجة تركيز الأملاح الذائبة بالمياه الجوفية ومسامية الصخور الحاوية للمياه ومقدار النفاذية (تقريبا) للصخور الحاملة للمياه الجوفية بمنطقة الكنيسة وتم عمل دراسة ميكروسكوبية وبتكريولوجية وكيميائية لعدد ثلاث عينات للمياه لجوفية مأخوذة من الآبار المحفورة وأثبتت هذه الدراسات أن هذه المياه ملوثة بمياه الصرف الصحى ومتوسطة الملوحة ولا تتصف بالمواصفات العالمية لمياه الشرب.

٤- منطقة العباسية (موقع المساحة الجيولوجية):

تم عمل دراسات جيوفيزياء آبار داخل بئر المياه الجوفية بهيئة المساحة الجيولوجية بالعباسية (١٠٠ متر) بهدف تحديد المستوى الاستاتيكى للمياه الجوفية بالمنطقة وتحديد المنقطة الحاملة للمياه الجوفية بالبئر ونوعية هذه المياه ودرجة تركيز الأملاح الذائبة بها بالإضافة إلى تحديد القطاع الليثولوجى للصخور المخترقة بالبئر. اثبتت الدراسة أن صخور البئر تتكون من الطفلة والرمال بنسبة ٥:٢ - وتقع الطبقات الحاملة للمياه الجوفية (رمال) على عمق من ٥٢-٦١ متراً تحت السطح - وأثبت تفسير قياسات جيوفيزياء الآبار أن تركيز الأملاح الذائبة بالمياه الجوفية بالبئر هو ٧٨٥ جزء من المليون - بينما أثبت التحليل الكيميائى لعينات من هذه المياه أن تركيز الأملاح بها يصل إلى ٨٣٠ جزء فى المليون وأثبتت تجارب الضخ التى أجريت على البئر أنه يمكن الحصول على ١٢ متر مكعب كل ساعة من هذا البئر.

٥- منطقة حقول الغاز الطبيعى بأبى ماضى بالدلتا:

تم عمل قياسات جيوفيزياء آبار داخل عدد أربعة آبار بمنطقة أبو ماضى بالدلتا بحقول الغاز التابعة لشركة بترول بلاعيم (حقل القرعة) وأهم نتائج هذه الدراسات ما يلى:

(أ) تم تحديد نطاقين للمياه الجوفية داخل آبار الدراسة.

(ب) النطاق الأول يوجد على عمق من ٣٠-٩٠ متر من السطح ويحتوى على مياه جوفية ذات درجة ملوحة عالية - حيث يصل تركيز الأملاح الذائبة إلى حوالى ٣٥٠٠٠ جزء فى المليون وهو يرجع إلى وجود مناطق سبخات وملاحات بالقرب من آبار الدراسة.

(ج) النطاق الثانى وهو يعتبر النطاق الرئيسى للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة وهو أقل فى درجة الملوحة ويقع على عمق من ٩٥ إلى ١٠٠ متر من السطح ومتوسط سمك الطبقة الحاملة للمياه الجوفية هو ٣٢ متراً وتركيز الأملاح الذائبة بها يصل من ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ جزء فى المليون.

(د) لوحظ وجود ظاهرة زيادة ملوحة مياه الآبار بمنطقة أبو ماضى وذلك يرجع إلى تسرب المياه شديد الملوحة من النطاق العلوى (٣٥٠٠٠ جزء فى المليون)

إلى النطاق الثانى الرئيسى (٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ جزء فى المليون) وللتغلب على هذه الظاهرة يجب أحكام عزل النطاقين تماماً بمواسير التبطين وبالأسمنت لمنع التسرب والقضاء على هذه الظاهرة.

٦- دراسة المياه الجوفية بمنطقة البستان بمدينة الخارجة بالوادى الجديد :

تم إجراء قياسات جيوفيزياء آبار داخل بئر البستان رقم ١ (٢٠٠ متر) بمدينة الخارجة بالواحات الخارجة بالوادى الجديد - وأهم نتائج الدراسة ما يلى :

(أ) يتكون القطاع الليثولوجى المخترق بالبئر من تداخلات من الطفلة والحجر الرملى .

(ب) تم تحديد عدد أربعة طبقات حاملة للمياه الجوفية بالبئر .

(ج) أفضل طبقة حاملة للمياه الجوفية بالبئر يصل سمكها إلى ٥ , ٢٧ متر وتوجد على عمق ١٤٠ متر من السطح وتحتوى مياه جوفية يصل تركيز الأملاح الذائبة بها إلى ٦٠٠ جزء فى المليون .

٧ - دراسة المياه الجوفية بموقع بترويل بمدينة نصر :

تم إجراء قياسات جيوفيزياء الآبار داخل بئر بأبحاث المياه الجوفية (سليمان - ١) وعمقة ١٠٠ متر بموقع شركة بترويل بمدينة نصر بالقاهرة - وأهم نتائج الدراسة هى :

(أ) تتكون الصخور المخترقة بالبئر من الرمال والحجر الرملى والطفلة .

(ب) المستوى الاستاتيكى للمياه الجوفية بالبئر هو ٥٢ متر تحت سطح الأرض .

(جـ) يصل سمك الطبقات الحاملة للمياه الجوفية (طبقتان) إلى ٣٣ متر والطبقة الأولى تقع عند عمق ٥٢ متر من السطح ويصل سمكها إلى ١٧ متراً أما الطبقة الثانية فتقع عند عمق ٨٠ متر من السطح ويصل سمكها إلى ١٦ متراً .

(د) درجة تركيز الأملاح الذائبة بالمياه الجوفية بالبئر يصل من ٥٠٠ إلى ٥٤٠ جزء فى المليون .

(هـ) درجة المسامية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية تراوحت من ٢٧ - ٣٢ ٪ .

٨ - دراسة المياه الجوفية بمنطقة خليج أبو سومة بسفاجا بالبحر الأحمر :

تم إجراء قياسات جيوفيزياء الآبار داخل بئر أبحاث المياه الجوفية بمنطقة أبو سومة بسفاجا بالبحر الأحمر وأهم نتائج الدراسة ما يلى :

(أ) تم تحديد القطاع الاستراتيجرافى (من العصر الحديث حتى البليوسين) وكذلك القطاع الليثولوجى للصخور بالبئر (١٦٧ متراً) وكانت الصخور المخترقة بالبئر عبارة عن رمال وحصى ٦ ٪ وحجر جيرى ٣٨ ٪ وطفله ٢١ ٪ وحجر رملى ٣٥ ٪ .

(ب) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية بالبئر عبارة عن الحجر الجيرى المتشقق والحجر الرملى أو الحجر الرملى الطفلى ويتراوح سمك الطبقات من ١,٥ إلى ٥ , ١١ متراً .

(جـ) المياه الجوفية الموجودة بالبئر عبارة عن مياه متوسطة الملوحة إلى مياه مالحة ويصل تركيز الأملاح الذائبة بها من ٢٢٠٠ إلى ١٣٠٠٠ جزء فى المليون .

(د) الطبقة الرئيسية للمياه الجوفية بالبئر (أقل ملوحة) تقع بين عمق ١٥٠ متر إلى ٥ , ١٦١ متر حيث يصل سمكها إلى ٥ , ١١ متر وتحتوى مياه تركيز الأملاح بها من ٢٢٠٠ إلى ٢٧٠٠ جزء فى المليون .

(هـ) حجم الطفلة بالطبقات الحاملة للمياه يتراوح من صفر ٪ إلى ٣٠ ٪ .

٩ - منطقة محطة الرفع بتوشكا جنوب وادى النيل :

تم عمل قياسات سبر آبار داخل بئر أبحاث المياه (توشكا - ١) بعمق ٤٣٧ متراً عند موقع محطة رفع المياه بمدخل قناة توشكى وأهم النتائج التى تم التوصل إليها هى :

(أ) القطاع الجيولوجى للبئر أخترق أربعة مكونات جيولوجية تنتمى إلى العصر الطباشيرى وهى من أعلى إلى أسفل كما يلى :

١ - مكون التمساح (سمكه ٥٧ متراً).
٢ - مكون البرج (سمكه ١٩١,٥ متراً).
٣ - مكون البلاص (سمكه ١١١,٥ متراً).
٤ - مكون أبو سمبل (سمكه ٢ , ٧١ متراً)

كما أخترق البئر صخور القاعدة (جرانيت مجوى) تنتمى إلى عصر ما قبل الكامبرى والسمك المخترق هو ٦,٣٠ مترا .

(ب) الصخور المخترقة بالبئر عبارة عن حجر رملى (٥٧,٢ ٪) وحجر رملى طفلى بنسبة ١٤ ٪ وحجر طفلى بنسبة ٣ ٪ وطفلة رملية بنسبة ٤,٥٪ وحجر طفلى رملى بنسبة ٣,٨ ٪ ورواسب وديانية بنسبة ٠,٤٪ وكونجلوميرات بنسبة ٠,٦٪ وراق صغير من الفحم بنسبة ٠,١ ٪ .

(جـ) المستوى الاستاتيكى للمياه الجوفية بالبئر هو ٢٢ متراً من سطح الأرض (١٦٠ متراً من سطح البحر).

(د) متوسط المسامية للصخور الحاوية للمياه الجوفية (طبقات الحجر الرملى) هو ١٨ ٪ .

(هـ) المياه الجوفية الموجودة بالبئر من النوع العذب ودرجة تركيز الأملاح الذائبة بها هو ٥٠٠ جزء فى المليون .

(و) مصدر المياه الجوفية بالبئر هو بحيرة ناصر الموجودة بالقرب من موقع البئر .

(ز) أهم الخواص البتروفيزيقية للصخور الموجودة بالبئر هى :

- اقل قيمة للإشعاع الطبيعى (أشعة جاما) هو ١٢ وحدة API للرمال النظيفة - بينما أعلى قيمة للإشعاع الطبيعى بالبئر كانت ١٣٠ وحدة API كانت فى مقابل طبقات الحجر الطفلى .
- أقل قيمة كثافة للصخور المخترقة بالبئر هى ١٨ ,٢ جم/سم ٣ للحجر الرملى المتشقق - بينما كانت أعلى قيمة لكثافة صخور البئر هى ٥ ,٢ جم/سم ٣ فى مقابل صخور القاعدة بالبئر .
- اقل قيمة للمقاومة الكهربية لصخور البئر هى ٣ أوم - متر فى مقابل طبقات الحجر الطفيلى - وكانت أعلى قيمة للمقاومة الكهربائية مسجلة بالبئر هى ٥٥ أوم - متر فى مقابل صخور القاعدة المشققة والمشبعة بالمياه الجوفية والموجودة فى قاع البئر .
- أعلى قيمة للمسامية كانت ٣٦ ٪ تم تسجيلها فى مقابل طبقات الحجر الطفيلى بالبئر - بينما كانت أقل قيمة للمسامية هى ١٠ ٪ كانت فى مقابل الحجر الرملى .

(ح) عمق صخور القاعدة فى منطقة الدراسة هو ٤٣١,٢٠ متراً من السطح .

المراجع العلمية المنشورة للباحث فى مجال البحث :

١ - استخدام تكنولوجيا سبر الابار فى دراسة المياه الجوفية بمنطقة فحم المغارة بشمال سيناء - المؤتمر الثانى للاستغلال الأمثل للثروات الطبيعية بالوطن العربى . جمعية المهندسين المصريين - ١٩٩٤.

٢ - دراسة المياه الجوفية حول منطقة انشاص باستخدام تقنيات سبر الابار . المؤتمر السنوى للجمعية الجيوفيزيقية المصرية . أبريل ٢٠٠١.

٣ - دراسة المياه الجوفية بمنطقة مصر القديمة حول كنيسة مارى جرجس . تقرير داخلى . المساحة الجيولوجية . ١٩٨٤.

٤ - دراسة المياه الجوفية بمنطقة موقع المساحة الجيولوجية بالعباسية - تقرير داخلى - المساحة الجيولوجية . ١٩٨٣.

٥ - دراسة ظاهرة زيادة ملوحه مياه الأبار بمنطقة ابو ماضى - شمال الدلتا بمصر - باستخدام تكنولوجيا سبر الأبار - المؤتمر الثانى للاستغلال الامثل للثروات الطبيعية بالوطن العربى - جمعية المهندسين المصريين - ١٩٩٤.

٦ - دراسة المياه الجوفية بمنطقة البستان بمدينة الخارجة بالوادى الجديد باستخدام قياسات سبر الأبار - تقرير داخلى - المساحة الجيولوجية - ١٩٩٠.

٧ - دراسة المياه الجوفية بموقع شركة بترويل بمدينة نصر - القاهرة - تقرير داخلى - المساحة الجيولوجية - ١٩٩٢.

٨ - دراسة المياه الجوفيه بمنطقة خليج أبو سومه بسفاجه - البحر الأحمر - شركة خليج أبو سومه للتنمية السياحية - المساحة الجيولوجية - ١٩٩٦.

٩ - دراسة المياه الجوفية بمنطقة محطة الرفع بتوشكى - جنوب الوادى الجديد - تقرير داخلى - المساحة الجيولوجية - ١٩٩٢.