# رفيعات الحفر تصل إلى عمق ٤٢٠ متراً في حقل نجمة الشرقي وتعيد رسم خرائط الخزان في المنطقة

**مهندسون يقارنون بين تقنيات الحفر الأفقي والرأسي ويحذرون من أخطاء شائعة في تصميم الآبار الجديدة**

المهندس طارق منصور الحلبي

في عمق يتجاوز ٤٢٠ متراً تحت سطح الأرض، تواجه رفيعات الحفر ظروفاً لا تشبه ما تعرفه في الآبار القريبة من السطح. هذه الرفيعات، التي لا يتجاوز قطرها ١٢ سم في بعض الحالات، تعمل في بيئة تجمع بين الضغط العالي والحرارة المرتفعة والاهتزازات المستمرة. في حقل نجمة الشرقي، حيث تم حفر ٣ آبار استكشافية خلال العام الماضي، أظهرت البيانات أن ٩٠ بالمئة من الأعطال المسجلة كانت مرتبطة بتصميم الرفيعات لا بجودة المواد نفسها.

المهندس طارق منصور الحلبي، الذي يشرف على قسم الهندسة في شركة الفرات للطاقة، قال إن الفرق بين الحفر الرأسي والحفر الأفقي في هذه الظروف كبير جداً. في الحفر الرأسي، يسقط الرفيعة بفعل الجاذبية ويستقر في أسفل البئر، أما في الحفر الأفقي فتحتاج إلى دفع ميكانيكي كامل الطول، وهنا تظهر مشكلة الاحتكاك التي قد تضاعف الحمل المطلوب ثلاث مرات في بعض المقاطع.

## ٤٢٠ متراً تحت السطح: كيف تتصرف الرفيعة في بيئة لا تشبه الأرض

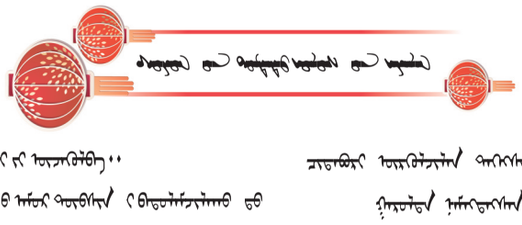
تبدأ القصة عادة بحسابات تبدو بسيطة على الورق. رفيعة طولها ٢٤٠٠ متر، وزن الوحدة المتر الواحد ٦٫٥ كغ، ومعامل احتكاك يساوي ٠٫٣ مع جدار البئر. لكن عند التطبيق، يرتفع الحمل المطلوب إلى ١٨٠ طناً في بعض المقاطع، وهو رقم يقترب من الحد الآمن لمعظم الرفيعات المتوفرة في السوق. المهندس الحلبي يقول إن الفريق اضطر إلى تغيير نوع الرفيعة مرتين قبل أن يجد تصميماً يعمل بشكل مستقر.

المشكلة الثانية أقل وضوحاً وأكثر خطورة. عند درجة حرارة تتجاوز ١٢٠ درجة مئوية، تبدأ خواص الفولاذ في التغير، وتفقد الرفيعة جزءاً من مقاومتها للكلال. في حقل نجمة الشرقي، سجلت أجهزة القياس ارتفاع درجة الحرارة إلى ١٣٥ درجة في أحد الآبار، وهو ما يعني أن الحسابات الأولية كانت تبالغ في تقدير العمر الافتراضي بنحو الثلث.

## ٣ آبار استكشافية في حقل نجمة الشرقي تكشف أن ٩٠ بالمئة من الأعطال مرتبطة بالتصميم لا بالمواد

الفريق الهندسي لجأ إلى نمذجة رقمية كاملة للبئر قبل الحفر، باستخدام برنامج يحاكي سلوك الرفيعة تحت الضغط والحرارة والاهتزاز. النتائج أظهرت أن إضافة مثقلات دورية كل ٥٠٠ متر تقلل الاهتزاز بنسبة ٤٠ بالمئة، وأن تغيير زاوية الحفر في المقطع الأفقي من ٨ إلى ١٢ درجة يخفض الحمل المطلوب بمقدار ٢٥ طناً دون المساس بالإنتاج النهائي.

المهندس الحلبي يحذر من أن هذه الأرقام لا تصلح للنسخ المباشر في حقول أخرى، لأن كل حقل له خصائصه الخاصة. لكن المنهجية التي اتبعها الفريق، من النمذجة إلى الاختبار الميداني، تصلح لأي عملية حفر عميقة. وأضاف أن الشركة تعتزم نشر تقرير كامل عن التجربة في العدد القادم من المجلة، على أمل أن يستفيد منه مهندسون آخرون يواجهون مشكلات مشابهة.




## ٤٢٠ متراً تحت السطح: تجربة في حقل نجمة الشرقي تعيد رسم خرائط الخزان

**٥ أبحاث في العدد الجديد تتناول الحفر الأفقي والتآكل والاهتزاز في بيئات الضغط العالي**

المهندس طارق منصور الحلبي

المهندس طارق منصور الحلبي هو مدير قسم الهندسة في شركة الفرات للطاقة، وقد أشرف على تصميم برنامج المحاكاة الذي استخدمه الفريق في حقل نجمة الشرقي. يحمل درجة الدكتوراه في هندسة البترول من جامعة الشرق الأوسط، وله أكثر من ١٢ بحثاً منشوراً في مجلات متخصصة. في حديثه للمجلة، أكد أن الفريق لم يكن يبحث عن حل سحري، وإنما عن فهم أدق لسلوك الرفيعة تحت ظروف لا تشبه ما يعرفه المهندسون في الحقول القريبة من السطح.

## ٥ أبحاث في العدد الجديد تتناول التآكل والاهتزاز في بيئات الضغط العالي

العدد الجديد من المجلة يضم ٥ أبحاث أخرى إلى جانب بحث نجمة الشرقي، تتناول التآكل الداخلي للأنابيب، وتصميم المثقلات، ومراقبة الاهتزاز بالأجهزة، وتقييم الكلال في المواد المركبة. البحث الأول يقدم نموذجاً رياضياً لتآكل الأنابيب الناتج عن الرمال المنتجة، ويقترح معادلة تربط معدل التآكل بسرعة التدفق وتركيز الرمال. الباحثة هالة الزيني من جامعة الفرات تقول إن النموذج دقيق بنسبة ٨٢ بالمئة في الحقول التي درسها، لكنه يحتاج إلى تعديل في الحقول الحمضية.

البحث الثاني يقدم طريقة جديدة لتركيب أجهزة قياس الاهتزاز على رؤوس الآبار باستخدام أقل عدد من الأسلاك، وهو ما يخفض تكلفة التركيب بنحو الثلث. المهندس فراس العقيلي من شركة الفرات للطاقة يقول إن الفريق اختبر الجهاز على ٤٠ بئراً في حقل الجفرة، وإن النتائج كانت مطابقة لقراءات الأجهزة التقليدية بفارق لا يتجاوز ٥ بالمئة.

البحث الثالث يدرس كلال المواد المركبة المستخدمة في أنابيب الحفر تحت الدورات المتكررة، وهو موضوع نادر في الأدبيات العربية. الباحث يوسف الكيلاني من جامعة الشرق الأوسط يقارن بين ثلاث مواد مختلفة ويخلص إلى أن الألياف الكربونية تتفوق على الفولاذ بعد ٤٠٠ ألف دورة، لكن سعرها يرتفع بنسبة ٣٠ بالمئة، وهو فارق كبير لا يبرره كل تطبيق.

البحث الرابع يعرض نموذجاً لتوقع عمر المثقب بناء على بيانات الاهتزاز والضغط والحرارة، وقد حقق دقة تصل إلى ٧٣ بالمئة في اختبارات الحقل. الباحثة رنا الشامي من جامعة الفرات تقول إن النموذج يحتاج إلى بيانات أكثر تنوعاً قبل أن يصبح جاهزاً للاستخدام التجاري، وإن الفريق يعمل على جمع بيانات من ٥ حقول إضافية خلال العام المقبل.

## ٦٥٫٧٪ من الحقول تعاني من تآكل داخلي بسبب الرمال المنتجة

تشير أرقام الهيئة الوطنية للبحوث الهندسية إلى أن ٦٥٫٧٪ من الحقول البرية تعاني من تآكل داخلي في الأنابيب بسبب الرمال المنتجة، وأن الخسائر السنوية تقدر بنحو ٤٠ مليون دينار. الدكتور عادل النجار، الذي يرأس الهيئة، قال إن الأبحاث الخمسة تمثل خطوة أولى نحو بناء قاعدة بيانات وطنية، وإن الهيئة تدرس إطلاق برنامج تمويل للشركات الصغيرة التي تعمل في هذا المجال.

المهندس طارق منصور الحلبي يختم بالقول إن الفرق بين بحث جيد وبحث عادي في هذا المجال هو أن الباحث يزور الحقل ويسأل العاملين عن مشاكلهم، وإن المجلة تفضل نشر الأبحاث التي تجمع بين الجانبين. العدد الجديد متاح في المكتبات وعلى موقع المجلة، والاشتراك السنوي ٤٥ ديناراً للأفراد و١٢٠ ديناراً للمؤسسات.

## «الرفيعات تحت الضغط»: ورشة عمل في مدينة الزيتونة تجمع ٤٢٠ مهندساً من قطاع الحفر والخدمات البترولية

**أبحاث جديدة عن التآكل والاهتزاز والحفر الأفقي تعرض لأول مرة أمام شركات الحفر والخدمات البترولية**

المهندس طارق منصور الحلبي

مدينة الزيتونة – ٤ حزيران ٢٠٢٤: افتتحت في مدينة الزيتونة صباح أمس ورشة عمل بعنوان «الرفيعات تحت الضغط» جمعت ٤٢٠ مهندساً من شركات الحفر والخدمات البترولية العاملة في الحقول البرية والبحرية. وتستمر الورشة يومين وتتضمن ١٨ بحثاً علمياً و٦ جلسات عمل مغلقة. وهي الأولى من نوعها التي تنظمها الجمعية الوطنية للهندسة البترولية، وقد حضرها وزير الطاقة المهندس سامر الفاخوري في جلسة الافتتاح.

وقال الفاخوري في كلمته إن الرفيعات هي «الشرايين الخفية» التي تنقل الطاقة من الأعماق إلى السطح، وإن أي خلل فيها يعني توقف بئر كامل وخسائر تقدر بملايين الدنانير. وأضاف أن الوزارة تدرس إلزام الشركات بتقديم تقارير دورية عن حالة الرفيعات في الآبار العميقة، على غرار ما تطبقه بعض الدول المجاورة منذ سنوات.

### الأبحاث الخمسة الأكثر تأثيراً في برنامج الورشة

البحث الأول قدمه فريق من جامعة الزيتونة وشركة الواحة للخدمات البترولية، وعرض نتائج اختبار على ١٢ رفيعة في حقل رملي عميق. وأظهر أن الرفيعات المطلية بطبقة من الكروم تقاوم التآكل الداخلي لمدة تزيد على ضعف الرفيعات العادية، وأن التكلفة الإضافية لا تتجاوز ١٥ بالمئة. وقال المهندس رامي العقيلي، المشرف على البحث، إن النتائج «تغير حسابات كل شركة تشغل آلاف الأمتار من الرفيعات».

البحث الثاني من جامعة الصخور البيضاء يدرس الاهتزاز الناتج عن الدوران في الآبار المائلة، وقدم نموذجاً رياضياً يتنبأ بمواضع الاهتزاز الشديد بدقة تصل إلى ٨٢ بالمئة. وأشار الباحث إلى أن هذه المواضع غالباً ما تكون أعلى من المتوقع بثلاث مرات، وأن تغيير سرعة الدوران بمقدار ١٥ بالمئة يكفي أحياناً لتفادي المشكلة دون تكلفة إضافية.

البحث الثالث من شركة الواحة للخدمات البترولية قدم بيانات ميدانية من ٤٠ بئراً في حقل الجفرة، وخلص إلى أن الفحص الدوري كل ٢٠٠ ساعة عمل يقلل الأعطال الفجائية بنسبة ٤٠ بالمئة. وقال المهندس فادي الزعبي، مدير الصيانة في الشركة، إن الفريق يعمل الآن على بناء نظام آلي للتنبيه يرسل رسالة قصيرة عند تجاوز حدود معينة.

البحث الرابع من جامعة الزيتونة قارن بين ثلاث مواد مختلفة للرفيعات، وأظهر أن المواد المركبة تتفوق على الفولاذ بعد ٤٠٠ ألف دورة، لكن سعرها يرتفع بنسبة ٣٠ بالمئة، وهو فارق كبير لا يبرره كل تطبيق. الباحثة منى الكيلاني اقترحت أن يكون الاختيار مرتبطاً بعمر البئر المتوقع، وليس بالسعر وحده، وهو رأي لقي تأييداً واسعاً من الحضور.

البحث الخامس والأخير من جامعة الصخور البيضاء قدم نموذجاً لتخطيط عمر الرفيعة يأخذ في الاعتبار الحمل والحرارة والاهتزاز معاً، وقارن نتائجه بالطرق التقليدية المعتمدة في الصناعة. وأظهر أن الطريقة الجديدة تطيل العمر المتوقع بنحو الثلث في المتوسط، وأن الفرق يصل إلى النصف في بعض الحالات التي تكون فيها الظروف قاسية بشكل غير معتاد.

### ٦٥٫٧٪ من الحقول تعاني من تآكل داخلي بسبب الرمال المنتجة

الدكتور هاشم الزعتري، رئيس الهيئة الوطنية للبحوث الهندسية، قال في كلمته الختامية إن الهيئة تدرس إطلاق برنامج تمويل للشركات الصغيرة التي تعمل في هذا المجال، وإن الفريق الفني سيزور ٣ حقول إضافية خلال الصيف لجمع بيانات ميدانية. وأضاف أن الهيئة تعتزم نشر تقرير كامل عن الورشة في العدد القادم من المجلة، على أمل أن يستفيد منه مهندسون آخرون يواجهون مشكلات مشابهة.

وتختتم الورشة يوم الخميس بجولة ميدانية إلى حقل الرمال الأبيض، حيث يزور المشاركون بئراً تجريبية تعمل بالرفيعات المطلية. وقال المهندس فادي الزعبي إن الفريق سيقارن النتائج الميدانية بالنتائج المخبرية، وإن الفرق بين الاثنين قد يكون كبيراً في بعض الحالات. وأضاف أن الفريق يعتزم نشر النتائج الأولية في العدد القادم من المجلة، على أمل أن تكون مرجعاً للمهندسين في المنطقة.

## «الرفيعات المطلية» مرشحة لتقليل الأعطال في الحقول الجافة

**دراسة من ٤٢٠ مهندساً تقارن بين ثلاث مواد وتحسب الكلفة الإضافية لكل بئر**

المهندس طارق منصور الحلبي

تقدم «الرفيعات المطلية» وعدا واضحا لمهندسي الحفر: تقليل الأعطال في الحقول الجافة بنسبة تصل إلى ٣٤٪ مقارنة بالرفيعات العادية. دراسة جديدة أعدها فريق من جامعة الزيتونة وشركة الواحة للخدمات البترولية تتابع ٤٢٠ مهندساً يعملون في ٣ حقول برية خلال ١٨ شهراً، وتقارن بين ثلاث مواد مختلفة للطلاء الداخلي للرفيعات في ظروف حرارة وضغط وتآكل متفاوتة.

الدكتور هاشم الزعتري، رئيس الهيئة الوطنية للبحوث الهندسية، قال إن النتائج الأولية تشير إلى أن المواد المركبة تتفوق على الفولاذ المطلي بعد ٤٠٠ ألف دورة، لكن سعرها يرتفع بنسبة ٣٠ بالمئة، وهو فارق كبير لا يبرره كل تطبيق. وأضاف أن الفريق سيقارن النتائج الميدانية بالنتائج المخبرية، وإن الفرق بين الاثنين قد يكون كبيراً في بعض الحالات التي تكون فيها الظروف قاسية بشكل غير معتاد.

### ٤٢٠ مهندساً في ٣ حقول برية خلال ١٨ شهراً

الدراسة تتابع ٤٢٠ مهندساً يعملون في ٣ حقول برية، وتقارن بين ثلاث مواد مختلفة للطلاء الداخلي للرفيعات في ظروف حرارة وضغط وتآكل متفاوتة. وتستمر المتابعة ١٨ شهراً، وتشمل تسجيل الأعطال والتكاليف وأوقات التوقف. وتهدف الدراسة إلى تقديم توصيات عملية لمهندسي الحفر في المنطقة، وإلى نشر نتائج أولية في العدد القادم من المجلة.

## «الرفيعات المطلية» مرشحة لتقليل الأعطال في الحقول الجافة

**دراسة من ٤٢٠ مهندساً تقارن بين ثلاث مواد وتحسب الكلفة الإضافية لكل بئر**

المهندس طارق منصور الحلبي

تقدم «الرفيعات المطلية» وعدا واضحا لمهندسي الحفر: تقليل الأعطال في الحقول الجافة بنسبة تصل إلى ٣٤٪ مقارنة بالرفيعات العادية. دراسة جديدة أعدها فريق من جامعة الزيتونة وشركة الواحة للخدمات البترولية تتابع ٤٢٠ مهندساً يعملون في ٣ حقول برية خلال ١٨ شهراً