# الدورة التدريبية: تقنيات التخزين تحت الأرض للغاز الطبيعي: تصميم، تشغيل، وإدارة المستودعات الاستراتيجية

**#OG6319**

# الدورة التدريبية: تقنيات التخزين تحت الأرض للغاز الطبيعي: تصميم، تشغيل، وإدارة المستودعات الاستراتيجية

## مقدمة الدورة التدريبية / لمحة عامة:

يُعد تخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض مكونًا حيويًا ومحوريًا في سلسلة قيمة الغاز، حيث يضمن استقرار الإمدادات، ومرونة الاستجابة للتقلبات الموسمية واليومية في الطلب، ويعزز الأمن الطاقي للدول. مع تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعي كمصدر طاقة انتقالي، أصبحت الحاجة إلى فهم عميق لتقنيات التخزين تحت الأرض وإدارة مستودعاته الاستراتيجية أكثر إلحاحًا. تتناول هذه الدورة التدريبية الشاملة كافة الجوانب المتعلقة بتخزين الغاز الطبيعي في التكوينات الجيولوجية المختلفة، بدءًا من أساسيات جيولوجيا الخزانات، مرورًا بعمليات التصميم والتشغيل الفني لمواقع التخزين، وصولاً إلى التحديات التنظيمية والاقتصادية. سيتعلم المشاركون كيفية تقييم المواقع المحتملة للتخزين، تصميم أنظمة الحقن والسحب، ومراقبة أداء المستودعات لضمان كفاءتها وسلامتها. يهدف BIG BEN Training Center إلى تزويد المتدربين بالمعرفة والمهارات المتقدمة اللازمة لإدارة هذه الأصول الاستراتيجية بفعالية، والمساهمة في تحقيق استقرار أسواق الغاز. ستغطي الدورة أيضاً التقنيات الحديثة في مراقبة وتحسين أداء مرافق التخزين. من أبرز الأكاديميين في هذا المجال البروفيسور Robert A. Watte barger، الذي قدم إسهامات كبيرة في فهم سلوك الخزانات، وكتابه "Natural Gas Hydrates: A Guide for Engineers" للمؤلف Arthur H. Johnson يُعد مرجعاً مهماً في فهم التحديات المرتبطة بخصائص الغاز، مما يؤكد أهمية هذه الدورة في بناء قدرات تقنية وإدارية متكاملة.

## الفئات المستهدفة / هذه الدورة التدريبية مناسبة لـ:

- مهندسو الخزانات.
- مهندسو الإنتاج.
- مهندسو الغاز.
- مديرو عمليات التخزين.
- مخططو الطاقة.
- المحللون الاقتصاديون في قطاع الغاز.
- المسؤولون عن الأمن الطاقي.
- خبراء البنية التحتية للغاز.
- الفنيون المتخصصون في صيانة مرافق التخزين.

## القطاعات والصناعات المستهدفة:

- صناعة النفط والغاز (الاستكشاف، الإنتاج، النقل، التخزين).
- شركات توزيع الغاز.
- مرافق تخزين الغاز المستقلة.
- شركات الطاقة المتكاملة.
- البنوك والمؤسسات المالية المتخصصة في تمويل البنية التحتية للطاقة.
- الجهات الحكومية والوزارات المعنية بالطاقة.
- شركات الاستشارات الهندسية في قطاع الغاز.
- الهيئات الحكومية وما في حكمها.

## الأقسام المؤسسية المستهدفة:

- إدارة الخزانات والجيولوجيا.
- إدارة العمليات والتشغيل.
- قسم تخطيط الغاز وتوازنه.
- إدارة مشاريع البنية التحتية.
- قسم السلامة والصحة والبيئة.
- إدارة الهندسة والتصميم.

- قسم البحث والتطوير.
- إدارة الأصول والاستراتيجيات.

## أهداف الدورة التدريبية:

بنهاية هذه الدورة التدريبية، سيكون المتدرب قد أتقن المهارات التالية:

- فهم المبادئ الجيولوجية والهندسية لتخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض.
- تصميم أنظمة حقن وسحب الغاز لمختلف أنواع مستودعات التخزين.
- تقييم الخصائص الهيدروكربونية والجيوميكانيكية لمواقع التخزين المحتملة.
- تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لمرافق التخزين.
- تطبيق أفضل الممارسات في تشغيل وصيانة مستودعات الغاز تحت الأرض.
- تحليل المخاطر التشغيلية والبيئية المرتبطة بالتخزين تحت الأرض.
- الامتثال للمعايير التنظيمية والقوانين المتعلقة بتخزين الغاز.
- استخدام التقنيات الحديثة لمراقبة وتحسين كفاءة التخزين.

## منهجية الدورة التدريبية:

تعتمد هذه الدورة التدريبية على منهجية شاملة تجمع بين المعرفة النظرية والتطبيقات العملية لضمان فهم عميق لتقنيات تخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض. يتم تقديم المحتوى من خلال محاضرات تفاعلية تُدعم بالرسوم التوضيحية ثلاثية الأبعاد، والخرائط الجيولوجية، والبيانات الفنية لتبسيط المفاهيم المعقدة. تُركز الدورة بشكل كبير على ورش العمل التطبيقية، حيث يقوم المتدربون بتحليل دراسات حالة لمواقع تخزين حقيقية، وإجراء حسابات هندسية لتقييم سعة الخزانات ومعدلات الحقن والسحب. تُعد دراسات الحالة جزءاً محورياً من المنهجية، حيث تُحلل مشاريع تخزين غاز عالمية من مراحلها المختلفة (الاختيار، التصميم، التشغيل، الإدارة) لتقييم جدواها التقنية والاقتصادية. يتم تشجيع العمل الجماعي من خلال مشاريع جماعية تحاكي بيئة العمل الفعلية، مما يُعزز مهارات التواصل وحل المشكلات. يقدم BIG BEN Training Center تغذية راجعة فردية وجماعية لتقييم تقدم المتدربين، مع التركيز على تطوير القدرة على تصميم، تشغيل، وإدارة مستودعات الغاز تحت الأرض بفعالية، لضمان استقرار الإمدادات والأمن الطاقي.

## خريطة المحتوى التدريبي (محاور الدورة التدريبية):

### الوحدة الأولى: مقدمة إلى تخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض وأنواعه.

- أهمية تخزين الغاز الطبيعي في سلسلة القيمة.
- أنواع مستودعات التخزين تحت الأرض: المستنفدة، طبقات المياه الجوفية، قباب الملح.
- الخصائص الجيولوجية والهيدروليكية لأنظمة التخزين.
- مفاهيم الغاز الأساسي والغاز العامل.
- القدرة التخزينية ومعدلات الحقن والسحب.
- التحديات والفرص في تطوير مواقع التخزين.
- الاعتبارات البيئية والسلامة في عمليات التخزين.

### الوحدة الثانية: جيولوجيا الخزانات وتقييم مواقع التخزين.

- خصائص صخور الخزان: المسامية، النفاذية، التشبع.
- أنواع الفخاخ الجيولوجية المناسبة للتخزين.
- تقنيات المسح السيزمي والاستكشاف الجيوفيزيائي.
- حفر آبار الاستكشاف وتقييم التكوينات.
- دراسة سلوك الموائع في الخزانات.
- نمذجة الخزان لتقدير السعة والأداء.
- المخاطر الجيولوجية المرتبطة بالتخزين.

**الوحدة الثالثة: تصميم وتشغيل مرافق تخزين الغاز.**

- تصميم آبار الحقن والسحب.
- اختيار وتصميم ضواغط الغاز.
- نظم معالجة الغاز السطحية.
- أنظمة التحكم والمراقبة الآلية.
- إدارة الضغط ودرجة الحرارة في الخزان.
- برامج التشغيل والصيانة الوقائية.
- تخطيط الطوارئ والاستجابة للحوادث.

**الوحدة الرابعة: ديناميكية تدفق الغاز وتقييم الأداء.**

- معادلات تدفق الغاز في الأوساط المسامية.
- منحنيات الأداء (IPR) لآبار التخزين.
- تحليل اختبارات الآبار لتقييم خصائص الخزان.
- نمذجة ديناميكية التدفق لتقدير سلوك المستودع.
- تأثير تكوين الغازات المصاحبة على أداء التخزين.
- تحسين معدلات الحقن والسحب.
- تقنيات الحقن والسريع والتخزين الموسمي.

**الوحدة الخامسة: اقتصاديات، تنظيم ومستقبل تخزين الغاز.**

- التحليل الاقتصادي لمشاريع تخزين الغاز.
- تكاليف التطوير والتشغيل لمستودعات التخزين.
- نماذج تسعير خدمات التخزين.
- الإطار التنظيمي والقوانين الحاكمة لتخزين الغاز.
- تخزين ثاني أكسيد الكربون (CCS) كتقنية مستقبلية.
- دور تخزين الغاز في التحول الطاقي.
- التحديات والفرص لنمو تخزين الغاز عالمياً.

## الأسئلة المتكررة:

### ما هي المؤهلات أو المتطلبات اللازمة للمشاركين قبل التسجيل في الدورة؟

لا توجد شروط مسبقة.

### كم تستغرق مدة الجلسة اليومية، وما هو العدد الإجمالي لساعات الدورة التدريبية؟

تمتد هذه الدورة التدريبية على مدار خمسة أيام، بمعدل يومي يتراوح بين 4 إلى 5 ساعات، تشمل فترات راحة وأنشطة تفاعلية، ليصل إجمالي المدة إلى 20–25 ساعة تدريبية.

### سؤال للتأمل:

مع تزايد الطلب العالمي على الهيدروجين كوقود مستقبلي، كيف يمكن للبنية التحتية الحالية لتخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض أن تُعدل أو تُستخدم لتخزين الهيدروجين، وما هي التحديات الجيولوجية والهندسية والاقتصادية التي قد تنشأ عن هذا التحول؟

## ما الذي يميز هذه الدورة عن غيرها من الدورات؟

تتميز هذه الدورة بتقديمها منهجاً متكاملاً وشاملاً لتقنيات تخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض، يجمع بين الأسس الجيولوجية، والهندسية المتقدمة، والجوانب التشغيلية، والإدارية. على عكس الدورات التي قد تركز على جانب واحد، توفر هذه الدورة فهماً معمقاً لكافة مراحل دورة حياة مستودعات التخزين، من الاختيار والتقييم إلى التشغيل والصيانة والإدارة الاستراتيجية. نُقدم أمثلة عملية ودراسات حالة

واقعية لمواقع تخزين عالمية، مما يُعزز الفهم التطبيقي للمفاهيم النظرية ويُمكن المتدربين من التعامل مع تحديات حقيقية. الدورة لا تكتفي بشرح "كيف يعمل" التخزين تحت الأرض، بل تقدم رؤى حول "كيف يمكن تحسينه وإدارته بفعالية" لضمان الأمن الطاقي والمرونة. كما تُسلط الضوء على التطورات المستقبلية، مثل دور التخزين في التحول الطاقي وتقنيات التقاط الكربون وتخزينه. هذا المزيج من العمق الفني، الشمولية الإدارية، والرؤية المستقبلية يجعل هذه الدورة متميزة في إعداد متخصصين قادرين على المساهمة بفعالية في قطاع الطاقة.