

# دورة هندسة إجهادات الأنابيب: الأحمال الحرارية والمسافات بين الدعائم وتثبيت الأنابيب

23 نوفمبر – 4 ديسمبر 2026

برشلونة





## دورة هندسة إجهادات الأنابيب: الأحمال الحرارية والمسافات بين الدعام وتثبيت الأنابيب

المرجع: 32199\_639 التاريخ: 23 نوفمبر – 4 ديسمبر 2026 المكان: برشلونة الرسوم: GBP 8640

### ملخص البرنامج

هندسة إجهادات الأنابيب محور دورة تدريبية تمتد أسبوعين لمهندسي الأنابيب والميكانيكا والإجهادات والمشاريع، ويخرج منها كل مشارك بملف إجهادات ودعائم لمنظومة أنابيب واحدة، تتعطل الخطوط الساخنة ووصلات المضخات والضواغط والمسارات الطويلة على الجسور بسبب أنابيب مجهدة فوق حدها وفوهات محملة بأكثر من طاقتها ودعائم اختيرت دون دراسة، ومع ذلك تؤجل الفحوص كثيرا إلى مراحل متأخرة. وينتقل البرنامج من حالات التحميل وحدود الإجهاد في المدونة إلى النمذجة وتوزيع الدعائم وفحص المعدات والحالات الخاصة، ويطبق ذلك على منظومة يحضرها المشاركون. تقدم مارس للتدريب المملكة المتحدة هذا البرنامج في هندسة إجهادات الأنابيب لمجموعات من منظمات مختلفة.

### المبررات المؤسسية

تنفق المصانع مبالغ كبيرة على أنابيب ودعائم ومعدات دوارة يجب أن تتحمل التسخين والإيقاف والضغط والاهتزاز لعقود. وحين يتأخر فحص الإجهادات يضطر المصممون إلى تغيير المسارات وإضافة حلقات وتبديل الدعائم بعد طلب المواد أو تركيبها. أما الفرق التي تتفق مبكرا على حالات التحميل والحدود المسموحة وفلسفة الدعائم فتحسم الخلافات على الورق، وتسلم أحمالا واضحة لزملاء الأعمال المدنية والمعدات، وتدافع عن قراراتها أمام العملاء والمراجعين.

- إعادة العمل أثناء الإنشاء: تنخفض حين تحسم الحركة الحرارية ومواضع الدعائم قبل التصنيع.
- توقف المعدات: ينخفض حين تفحص أحمال الفوهات مقابل حدود المورد قبل التشغيل.
- دورات المراجعة: تنخفض حين تتبع تقارير الإجهادات بنية واحدة وافتراضات معلنة.

### المبادئ والأساس المعرفي

- ASME B31.3 للأنابيب في المصانع: يوفر فئات الإجهاد والإجهاد المسموح ومعاملات التضخيم المستخدمة في الجلسات 2 و 3 و 4.
- API 610 للمضخات الطاردة المركزية: يوفر حدود أحمال الفوهات المطبقة على وصلات المضخات في الجلسة 7.
- API 617 للضواغط المحورية والطاردة المركزية: يوفر الحدود المطبقة على وصلات الضواغط في الجلسة 7.
- نظرية العوارض والتمدد الحراري: تفسر منطق المرونة وراء المسافات والحلقات والمثبتات في الجلستين 1 و 5.



## المشاركون المستهدفون

- مهندسو الأنابيب الذين يرسمون المسارات ويحتاجون إلى معرفة متى يلزم فحص الإجهادات.
- مهندسو الإجهادات الذين يبنون النماذج ويرفعون النتائج إلى قادة التصميم.
- المهندسون الميكانيكيون المسؤولون عن مضخات وضواغط وأوعية لها حدود للفوهات.
- مهندسو المشاريع الذين ينسقون تصميم الدعائم مع فرق الأعمال المدنية والإنشائية.
- مهندسو الصيانة والسلامة الإنشائية الذين يتحرون أسباب التسرب والاهتزاز وتلف الدعائم.

يأتي المشاركون عادة من التكسير ومعالجة الغاز والبتروكيماويات وتوليد الطاقة.

## مخرجات التعلم

1. سيكون المشاركون قادرين على تصنيف أحمال الأنابيب إلى حالات مستمرة وعارضة وتمددية.
2. سيكون المشاركون قادرين على تقييم الإجهادات المحسوبة مقابل الحدود المسموحة.
3. سيكون المشاركون قادرين على بناء نموذج في CAESAR II يمثل الدعائم والحدود.
4. سيكون المشاركون قادرين على ترتيب أنواع الدعائم ومواضعها وفجواتها لخط معين.
5. سيكون المشاركون قادرين على تشخيص مخاطر زيادة الحمل على الفوهات وتسرب الشفاه.
6. سيكون المشاركون قادرين على تبرير تقرير الإجهادات أمام مراجع من العميل.

## هيكل البرنامج

### اليوم 1: أسس هندسة إجهادات الأنابيب

لماذا يتعرض أنبوب لا يحمل ثقلا ظاهرا لإجهاد زائد؟

- أنواع التحميل على الأنابيب
- سلوك التمدد الحراري
- مبدأ المرونة
- معايير الفرز الأولي للإجهادات
- بنية تقرير الإجهادات

### اليوم 2: فئات الإجهاد في المدونة

كيف تفصل المدونة بين الإجهاد المستمر والإجهاد الذي يخف من تلقاء نفسه؟



- فئات الإجهاد في ASME B31.3
- معادلة الإجهاد المستمر
- معادلة الإجهاد العارض
- مدى الإجهاد التمددي
- تحديد الإجهاد المسموح

### اليوم 3: الوصلات والتضخيم والكلال

أين تركز الانحناءات والتفريعات الإجهاد وتقصّر العمر؟

- معاملات تضخيم الإجهاد
- معاملات المرونة للانحناءات
- مراجعة وصلات التفريع
- تقييم الخدمة الدورية
- عد دورات الكلل

### اليوم 4: تحديد حالات التحميل

أي تركيبات من الوزن والضغط والحرارة والرياح تحكم التصميم؟

- حالات الوزن والضغط
- حالات حرارة التشغيل والتصميم
- حالات حمل الرياح
- حالات الحمل الزلزالي
- جدول تركيب حالات التحميل

### اليوم 5: النمذجة في CAESAR II

كيف يتحول خط حقيقي إلى نموذج يوثق به؟

- تخطيط العقد والعناصر
- إدخال شروط الحدود
- نمذجة القيود والفجوات
- فحص أخطاء النموذج
- روتين تفسير النتائج



## اليوم 6: اختيار دعائم الأنابيب

أي نوع من الدعائم تحتاجه كل نقطة على الخط، وأين يوضع؟

- اختيار دعائم الارتكاز
- اختيار الموجهات وموقفات الخط
- اختيار المثبتات
- اختيار الحوامل النابضة
- حساب المسافة بين الدعائم

## اليوم 7: فحص فوهات المعدات

هل تتحمل فوهة المضخة أو الضاغط الأحمال التي يسلمها الخط؟

- مراجعة حدود الفوهات عند المورد
- فحص حدود المضخات وفق API 610
- فحص حدود الضواغط وفق API 617
- مراجعة أحمال فوهات الأوعية
- فحص تسرب الشفاه

## اليوم 8: الحالات الديناميكية والخاصة

ماذا يتغير حين يحمل الخط نبضات أو سدادات سائلة أو تصرف أمان؟

- قوة دفع صمام الأمان
- تقدير قوة التدفق المتقطع
- فرز الظواهر العابرة للموائع
- مراجعة مصادر الاهتزاز
- اختيار القيود الديناميكية

## اليوم 9: تحسين المسار والدعائم

كيف يصلح خط متعثر بأقل قدر من التعديلات؟



- تحديد مقاس حلقة التمدد
- جدول المفاضلة في إعادة التمرير
- ملخص أحمال الدعائم لفرق الأعمال المدنية
- مراجعة الشد المسبق
- ترتيب خيارات التعديل

## اليوم 10: ملف الإجهادات والدعائم لمنظومة واحدة

هل يتماسك تحليل المنظومة الواحدة من الأحمال إلى الدعائم؟

- تطبيق جدول تركيب حالات التحميل من الجلسة 4
- اختبار روتين تفسير النتائج من الجلسة 5
- مراجعة حساب المسافة بين الدعائم من الجلسة 6
- فحص مراجعة حدود الفوهات عند المورد من الجلسة 7
- إنجاز ملف الإجهادات والدعائم

## المنهجية

يقوم البرنامج على التمارين المنظمة اعتمادا على حالة مشتركة لخط عمليات ساخن يمتد من سخان إلى مضخة وجسر أنابيب. يبني المشاركون كل مخرج على الحالة ثم على منظومة من مصنعهم، ويتلقون ملاحظات مكتوبة من الميسرين ويقارنون نتائجهم بنتائج أقرانهم في كل جلسة.

- نشاط مقترح: تصنيف الأحمال على خط جسر وحساب مدى إجهاده التمددي.
- نشاط مقترح: وضع الموجّهات والمثبتات والنوابض على خط مرسوم والدفاع عن الاختيار.
- نشاط مقترح: عرض فحص لحمل الفوهة أمام مراجع تمثيلي من العميل.

## المخرج الختامي

يعد كل مشارك ملف إجهادات ودعائم لمنظومة أنابيب واحدة. ويضم الملف جدولا لحالات التحميل وملخصا للإجهادات مقابل الحدود المسموحة وجدولا للدعائم بمواضعها وأنواعها وفحصا للفوهات وقائمة بالتعديلات المقترحة. ويستخدم الملف في العمل لافتتاح مراجعات التصميم وإحاطة فرق التصنيع وتوجيه الطلبات إلى موردي المعدات.



## الأسئلة الشائعة

### هل يناسب تدريب هندسة إجهادات الأنابيب المهندسين الجدد في تحليل الإجهادات؟

نعم، فهندسة إجهادات الأنابيب تدرس من المبادئ بحالات محلولة، ويفترض البرنامج أساسا جامعا في الميكانيكا أو خبرة في المصانع دون استخدام سابق لبرامج الإجهادات.

### على أي معايير يقوم تدريب هندسة إجهادات الأنابيب؟

يقوم تدريب هندسة إجهادات الأنابيب على ASME B31.3 لحدود الإجهاد و API 610 و API 617 لفوهات المضخات و API 617 لفوهات الضواغط، مع النمذجة في CAESAR II.

### كيف يستخدم ملف تدريب هندسة إجهادات الأنابيب في العمل؟

تستخدم ملف الإجهادات والدعائم لافتتاح مراجعات التصميم وإحاطة المصنعين والاتفاق على أحمال الدعائم مع زملاء الأعمال المدنية ومراجعة موردي المعدات.

### بماذا تختلف هندسة إجهادات الأنابيب عن تدريب تصميم الأنابيب وتخطيطها؟

تفحص هندسة إجهادات الأنابيب قدرة الخط الممرر على تحمل الأحمال والحرارة والحركة، بينما يركز تدريب تصميم الأنابيب وتخطيطها على التمرير والمسافات وإعداد المخططات.