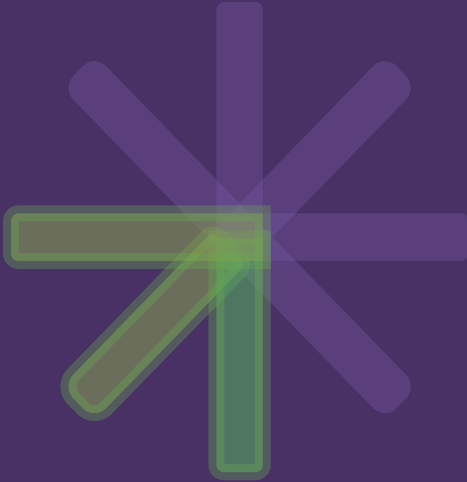


# دورة متانة الخرسانة وأداء الخلطات الخرسانية في مشاريع البنية التحتية





## دورة متانة الخرسانة وأداء الخلطات الخرسانية في مشاريع البنية التحتية

### ملخص البرنامج

متانة الخرسانة وأداء الخلطات الخرسانية في مشاريع البنية التحتية دورة تدريبية تمتد 5 أيام موجهة إلى قيادات الهندسة والإنشاءات على المستوى الإداري، ويخرج منها كل مشارك بمواصفة متانة وخطة جودة لمنشأة ضمن محفظته، فالجسور والأعمال البحرية والأنفاق والمنشآت الصناعية في البيئات الحارة أو العدوانية تتدهور كثيرا قبل بلوغ عمرها التصميمي بعقود، لأن المواد والخلطات وأساليب الصب والمعالجة اختيرت على أساس الكلفة الأولية لا أداء الخدمة. ويربط البرنامج كيمياء الإسمنت وتصميم الخلطات وآليات التدهور وضبط الموقع بقرارات المواصفة. تقدم هذا البرنامج في متانة الخرسانة مارس للتدريب المملكة المتحدة.

### المبررات المؤسسية

تعد إصلاحات الخرسانة والاستبدال المبكر من أكبر التكاليف التي يمكن لمالك البنية التحتية تجنبها، وغالبا ما تعود إلى قرارات اتخذت قبل الصبة الأولى. والقيادات القادرة على تحديد المتطلبات وفق فئات التعرض، والحكم على تصميم الخلطة، وفرض المعالجة السليمة، وقراءة نتائج الاختبارات، تحمي عمر الأصول وتقلل النزاعات حول الأعمال المعيبة، وتخفض في الوقت نفسه الكربون المتجسد فيما تبنيه.

- عمر خدمة الأصول: يطول حين يحدد الغطاء الخرساني ونوع المادة الرابطة والنفاذية وفق التعرض الفعلي.
- كلفة الإصلاح والعيوب: تنخفض حين يمنع التشقق وضعف المعالجة والخرسانة غير المطابقة أو تكتشف مبكرا.
- الكربون المتجسد في المنشآت: ينخفض حين تحل المواد الإسمنتية التكميلية محل جزء من الكلنكر دون فقدان الأداء.

### المبادئ والأساس المعرفي

- دليل ACI 201.2R للخرسانة المعمرة: يوطر آليات التدهور وتدابير الحماية التي تتناولها الجلسة 2.
- فئات التعرض في المواصفة EN 206: تربط الظروف البيئية بالحدود المقررة لتركيب الخلطة عند وضع المتطلبات في الجلستين 2 و3.
- دليل ACI 305R-20 للصب في الأجواء الحارة: يوجه ممارسات الصب وضبط الحرارة والمعالجة التي تراجعها الجلسة 4.
- تصميم عمر الخدمة في fib Model Code: يشكل منهج المواصفة المبنية على الأداء لعمر مستهدف في الجلسة 3.



## المشاركون المستهدفون

- القادة المسؤولون عن الأداء طويل الأمد لأصول البنية التحتية الخرسانية.
- المديرون الذين يعتمدون مواصفات الخرسانة وتصاميم الخلطات واختيار الموردين في المشاريع الكبرى.
- رؤساء المواد والجودة الذين يضعون قواعد الاختبار والقبول وعدم المطابقة.
- ملاك الأصول وممثلو العملاء الذين يقيمون مقترحات المقاولين ومطالبات العيوب.

يخدم البرنامج قطاعات النقل والطرق، والموانئ والأعمال البحرية، ومرافق المياه والصرف الصحي، والمنشآت الصناعية ومنشآت الطاقة.

## مخرجات التعلم

1. سيكون المشاركون قادرين على تقييم أثر الإسمنت والمواد التكميلية والإضافات في الخرسانة الطازجة والمتصلبة.
2. سيكون المشاركون قادرين على تشخيص تدهور الكلوريدات والكبريتات والكرينة وتفاعل القلويات مع السيليكا من شواهد الموقع.
3. سيكون المشاركون قادرين على الحكم على تصميم خلطة مبني على الأداء مقابل متطلبات التعرض وعمر الخدمة.
4. سيكون المشاركون قادرين على ترتيب أولويات ضوابط الصب والمعالجة في الأجواء الحارة لمشروع ما.
5. سيكون المشاركون قادرين على بناء نظام اختبار وقبول لتوريد الخرسانة.
6. سيكون المشاركون قادرين على تبرير مواصفة المتانة وخطة الجودة أمام أصحاب المصلحة في المشروع.

## هيكل البرنامج

### اليوم 1: مواد الخرسانة وأداء الخلطات

كيف تحدد المواد الرابطة والركام والإضافات سلوك الخرسانة؟

- إلمام الإسمنت والبنية المجهرية
- الرماذ المتطاير وخبث الأفران وغبار السيليكا بوصفها مواد تكميلية
- جودة الركام وتدرجه
- الإضافات الكيميائية وقابلية التشغيل
- نسبة الماء إلى المواد الرابطة وتطور المقاومة

### اليوم 2: آليات تدهور متانة الخرسانة

لماذا تتدهور الخرسانة، وكيف تميز كل آلية؟



- تغلغل الكلوريدات وتآكل حديد التسليح
- الكربنة وسماكة الغطاء الخرساني
- هجوم الكبريتات والهجوم الكيميائي
- تفاعل القلويات مع السيليكا
- التشقق اللدن والتشقق الحراري

### اليوم 3: مواصفة الخرسانة لعمر الخدمة

كيف يتحول التعرض والعمر التصميمي إلى متطلبات للخلطة؟

- تصنيف التعرض للعناصر الإنشائية
- المواصفة الوصفية مقارنة بالمواصفة المبنية على الأداء
- مؤشرات المتانة: النفاذية وانتشار الكلوريدات والمقاومية الكهربائية
- الخرسانة عالية الأداء والخرسانة ذاتية الدمك
- خيارات الخلطات منخفضة الكربون وحدودها

### اليوم 4: الصب في الأجواء الحارة والمعالجة وضبط الجودة

كيف يتحقق الأداء المحدد في الموقع تحت الظروف الصعبة؟

- ضبط حرارة الخرسانة ومؤخرات الشك
- الصب والدمك والضبط الحراري للخرسانة الكتلية
- طرق المعالجة ومدتها
- أخذ العينات والاختبار والقبول الإحصائي
- قرارات عدم المطابقة واختبار اللباب

### اليوم 5: تطبيق مواصفة المتانة وخطة الجودة

كيف تجمع المواد والآليات والمواصفة وضبط الموقع لمنشأة واحدة؟

- مراجعة التعرض لمنشأة أحد المشاركين
- خيارات الخلطة والمواصفة
- أولويات ضبط الموقع والاختبار
- مراجعة الزملاء لخطط المتانة
- عرض مواصفة المتانة وخطة الجودة



## المنهجية

يقوم البرنامج على تحليل الحالات مدعوماً بتمارين على البيانات، إذ يفحص المشاركون مواصفات وتصاميم خلطات وسجلات اختبار ومسوح حالة من جسور ومنشآت بحرية ومصانع، ويتتبعون العيوب إلى أسبابها، ثم يعيدون صياغة المتطلبات التي كانت ستمنعها.

- نشاط مقترح: تحديد فئات التعرض لعناصر منشأة ساحلية.
- نشاط مقترح: مقارنة ثلاثة تصاميم خلطات من حيث المتانة والكلفة والكربون.
- نشاط مقترح: البت في قبول دفعة خرسانة غير مطابقة من بيانات الاختبار.

## المخرج الختامي

يعد كل مشارك مواصفة متانة وخطة جودة لمنشأة يملكها أو ينفذها، تحدد فئات التعرض، ومتطلبات الخلطة والغطاء الخرساني، وضوابط الصب في الأجواء الحارة والمعالجة، ونظام الاختبار والقبول، جاهزة للاستخدام في وثائق المناقصة أو مراجعة عروض المقاولين.

## الأسئلة الشائعة

### هل تناسب دورة متانة الخرسانة المديرين من غير المتخصصين في المواد؟

نعم، فهي تناسب قيادات الهندسة والإنشاءات والأصول التي تقرر مواصفات الخرسانة وجودتها، وتفترض خبرة في مشاريع الإنشاء دون اشتراط تدريب متخصص في تكنولوجيا الخرسانة.

### ما الأدلة التي تقوم عليها متانة الخرسانة وأداء الخلطات في هذه الدورة؟

تستند إلى دليل ACI 201.2R للخرسانة المعمرة، وفئات التعرض في EN 206، ودليل ACI 305R-20 للصب في الأجواء الحارة، ومنهج تصميم عمر الخدمة في fib Model Code.

### كيف تستخدم مواصفة متانة الخرسانة وخطة الجودة في العمل؟

تعود بخطة لمنشأة فعلية يمكن إدراجها في وثائق المناقصة أو استخدامها لمراجعة مقترحات المقاولين.

### بم تختلف دورة متانة الخرسانة عن دورات التصميم الإنشائي؟

تركز على المواد والخلطات والتدهور وجودة الموقع، لا على حساب العناصر الإنشائية وحديد التسليح.