بلدية دبي
Dubai Municipality

دليل الطباعة ثلاثية الابعاد

إرشادات التصميم والبناء بتقنية
الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

الإصدار الأول
يونيو 2024

الفهرس

1. الملخص التنفيذي 3
1.1. الغرض من الدليل ونطاقه 3
1.2. نطاق تطبيق الدليل 4
2. نظرة عامة على مزايا وقيود التقنية 5
2.1. مزايا التقنية 5
2.2. قيود التقنية 5
3. نظرة عامة على الطباعة ثلاثية الأبعاد 6
3.1. تعريف الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 6
3.2. المفاهيم والتقنيات الأساسية 6
3.3. مكونات أنظمة الطباعة ثلاثية الأبعاد 6
4. نظرة عامة على عملية الطباعة وأنظمتها 7
5. مبادئ التصميم ومتطلبات الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 8
5.1. متطلبات التصميم الإنشائي 8
5.2. متطلبات التصميم المعماري 8
5.3. متطلبات التصميم الميكانيكي والكهربائي وتمديدات المياه والصرف الصحي 8
6. مواصفات المواد والاختبارات 9
6.1. الخرسانة المخصصة للطباعة ثلاثية الأبعاد 9
6.2. مقاومة الانضغاط لخرسانة الطباعة ثلاثية الأبعاد 9
6.3. الانكماش وتغير الحجم 9
6.4. قوة الترابط بين الطبقات (Inter-layer Bond Strength) 9
7. عملية الطباعة 10
7.1. التحضير والمعالجة المسبقة 10
7.2. استراتيجيات الطباعة (أسلوب الطبقة تلو الطبقة) 10
7.3. السيطرة والمراقبة أثناء عملية الطباعة 10
7.4. مرحلة ما بعد المعالجة والمحافظة على الرطوبة والتشطيب النهائي 11
الملحق أ - متطلبات التصريح بأنشطة الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 12
أ.1. اعتماد الكادر هندسي 12
أ.2. التسجيل في سجل مزاولة المهن الهندسية 12
أ.3. أنشطة الطباعة ثلاثية الأبعاد والمعايير المطلوبة 13
الملحق ب - عملية اعتماد أنظمة البناء بالطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 14
ب.1. الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 14

ب.2. المستندات والمتطلبات اللازمة لطلبات الاعتماد الجديدة 14
ب.3. المستندات والمتطلبات اللازمة لطلبات تجديد الاعتماد 16

الملحق ت - عملية الحصول على ترخيص بناء لمشاريع الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد 17

ت.1. تقديم المشروع للتصريح والوثائق المطلوبة 17
ت.2. الاستشارة الأولية 17
ت.3. اعتماد نظام البناء 17
ت.4. وثائق المشروع 17
ت.5. تقديم طلب الترخيص 17
ت.6. مراجعة الخطة 17
ت.7. التعديلات والتوضيحات 18
ت.8. الموافقة والإصدار 18
ت.9. رسوم التصريح والدفعات 18
ت.10. عملية التقديم على نظام تراخيص البناء 18

الملحق ث - متطلبات السلامة الإنشائية والمهنية للمباني بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد 21

ث.1. أعمال تحضير وتجهيز الموقع 21
ث.2. تنفيذ أعمال البناء باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد 21
ث.3. المواد والخلطات المستخدمة 22
ث.4. الإشراف الفعال من قبل المهندس 23
ث.5. أحكام خاصة بمعايير السلامة لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد 23

الملحق ج - عملية منح الشهادات لمصانع الخلطات الخرسانية المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد 27

ج.1. تعريف المصطلحات والاختصارات 27
ج.2. نطاق التطبيق 28
ج.3. متطلبات منح الشهادات 28
1. تقديم الطلب 28
2. المتطلبات الفنية والإدارية لاعتماد مواد وخلطات الخرسانة الثلاثية الأبعاد 28
3. التدقيق الأولي 29
4. تقييم المواد الأولية والمنتج النهائي 31
ج.4. متطلبات منح الشهادة من إدارة مختبر دبي المركزي 32
1. منح الشهادة من إدارة مختبر دبي المركزي 32
2. إصدار شهادة المطابقة للمصنع وعلامة المطابقة 32
3. مسؤوليات مقدم الطلب/المتعامل الحاصل على شهادة المطابقة 32
4. استخدام علامة المطابقة الخاصة بمختبر دبي المركزي 33
ج.5. التدقيق الدوري 33

8. المراجع العالمية والمواصفات القياسية 34

1. الملخص التنفيذي

1.1. الغرض من الدليل ونطاقه

أصدر صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، بصفته حاكماً لإمارة دبي، نائب رئيس الدولة رئيس مجلس الوزراء، المرسوم رقم (24) لسنة 2021 بشأن تنظيم استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في قطاع البناء في دبي، والذي يدعم الهدف الاستراتيجي للإمارة المتمثل بنظام تشييد 25% من مبانيها باستخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد بحلول عام 2030.

ويهدف المرسوم أيضًا إلى تعزيز مكانة دبي كمركز إقليمي وعالمي لاستخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد كجزء من خطة أوسع لتحفيز النمو الاقتصادي وتشجيع اعتماد التقنيات المتقدمة في الإمارة، ويسعى التشريع الجديد إلى تعزيز الكفاءة في مشاريع البناء، وتعزيز قدرة الصناعة المحلية على المنافسة، والحد من النفايات، وجذب الشركات الرائدة في هذا القطاع إلى إمارة دبي.

يحدد هذا الدليل الإرشادي معايير الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال البناء. وهو يوضح متطلبات الموافقة على التصميم، ومؤهلات الشركات والموظفين العاملين بهذه التقنية، وإصدار الشهادات لمرافق التصنيع، ومعايير التحكم في البناء في الموقع لضمان السلامة والجودة والكفاءة في جميع المشاريع المنفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

ينطبق هذا الدليل على الشركات ذات العلاقة في تصنيع وبناء الخرسانة بالطباعة ثلاثية الأبعاد، بما في ذلك المقاولون المعتمدون المشاركون في هذا النشاط.

لا يضمن هذا الدليل الإرشادي في حد ذاته إصدار تراخيص البناء لمشروع مخصص للتنفيذ بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد. إنما يوفر إرشادات عامة ضرورية لغايات التقييم وإصدار رخص البناء.

الغرض من هذا الدليل الإرشادي هو توفير إطار منظم يحدد أفضل الممارسات والتوصيات والمعايير لاستخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنشاء الهياكل الخرسانية. تهدف هذه الإرشادات إلى ضمان تنفيذ آمن وفعال وبمستوى عالٍ من جودة الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد خلال عمليات التصميم وتشييد المباني.

ملاحظة: يُلحق هذا الدليل بالقرار الإداري رقم (217) لسنة 2023 بتحديد المتطلبات والاشتراطات والمواصفات المتعلقة باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بأعمال البناء في إمارة دبي، ويقرآن معاً.

لتحميل القرار الإداري، يرجى استخدام الرابط التالي:

قرار إداري رقم (217) لسنة 2023

1.2. نطاق تطبيق الدليل

يغطي نطاق هذا الدليل الجوانب التالية:

أ. **التصميم:** يتناول هذا الدليل كيفية تكييف التصاميم المعمارية والإنشائية للطباعة ثلاثية الأبعاد، مع الاستفادة من إمكانيات التكنولوجيا ومع الالتزام بالسلامة الإنشائية والجماليات.

ب. **اختيار المواد واختبارها:** يتم تقديم التوصيات لاختيار الخلطات الخرسانية المناسبة للطباعة ثلاثية الأبعاد. يتضمن ذلك اختبار المواد من حيث قابلية الطباعة وسهولة التنفيذ والعمل وأسلوب الإيناع المناسب.

ت. **مراقبة الجودة والاختبار:** تغطي الإرشادات طرق فحص واختبار المكونات المطبوعة للتحقق من استيفاء مواصفات التصميم وضمان السلامة الإنشائية.

ث. **بروتوكولات السلامة:** توضيح إرشادات السلامة للمشاركين في عملية الطباعة، بالإضافة إلى سلامة الموقع أثناء التثبيت، لتقليل المخاطر.

ج. **الامتثال التنظيمي:** يعد التعامل مع أي متطلبات قانونية وتنظيمية للهياكل المطبوعة ثلاثية الأبعاد، بما في ذلك قوانين البناء والتصاريح، جانبًا رئيسيًا من الإرشادات.

ح. **التوثيق وإعداد التقارير:** تؤكد هذه الإرشادات على أهمية التوثيق الشامل للعملية بأكملها، من التصميم إلى إنجاز المشروع، للرجوع إليها في المستقبل.

خ. **الاستدامة والأثر البيئي:** في بعض الحالات، قد تتناول الإرشادات أيضًا الممارسات المستدامة المرتبطة بالطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد، مثل تقليل نفايات المواد وتقليل استهلاك الطاقة.

يهدف هذا الدليل الإرشادي إلى تسهيل اعتماد الطباعة ثلاثية الأبعاد في قطاع البناء والتشييد من خلال توفير نهج منظم يضمن نتائج ناجحة للمشروع مع معالجة التحديات والاستفادة من الفرص الفريدة التي توفرها هذه التكنولوجيا المبتكرة.

يحتوي هذا الدليل الإرشادي على معلومات خاصة ببلدية دبي، والتي لا يجوز استخدامها في أي سياق أو أغراض مضللة بخلاف الامتثال للمتطلبات ذات الصلة في إمارة دبي.

2. نظرة عامة على مزايا وقيود التقنية

2.1. مزايا التقنية

أ. **حرية التصميم:** تتيح الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد بناء أشكال هندسية معقدة يصعب تحقيقها بالطرق التقليدية.

ب. **تقليل مخلفات البناء:** تؤدي عملية مراكمة المواد على طبقات بشكل دقيق باستخدام تقنية الطباعة إلى تقليل هدر المواد مقارنة بطرق التنفيذ باستخدام قوالب الصب التقليدية (الطوبار).

ت. **السرعة والكفاءة:** سرعة التنفيذ باستخدام الطابعات الآلية تؤدي إلى تقليل المدد الزمنية اللازمة لإنجازه مشاريع البناء

ث. **تقليل العمالة:** تقليل أعداد الأيدي العاملة بالمقارنة مع البناء التقليدي، مما يؤدي إلى وفورات محتملة في التكاليف.

ج. **التخصيص:** تصميم هياكل البناء وتخصيصها حسب الطلب لتلبي احتياجات محددة أصبح أسهل مع تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد الأمر الذي يسمح بتأدية وظائف تلك الهياكل بشكل أمثل.

ح. **الاستدامة:** يساهم تقليل استهلاك المواد وتقليل أنشطة النقل في خفض انبعاثات الكربون.

2.2. قيود التقنية

أ. **تطوير المواد:** يعد تطوير خلطات خرسانية مناسبة لعملية الطباعة مع المحافظة على السلامة الإنشائية تحدياً.

ب. **مراقبة جودة الطباعة:** من المهم جداً ضمان ترابط طبقات الطباعة بشكل متناسق وضمان (الإيناع) الترطيب المناسب طوال عملية الطباعة.

ت. **اللوائح والمعايير:** قد يكون تطوير وتكييف أكواد البناء لتلائم الإنشاءات بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مراً معقداً.

ث. **عدم توفر الخبرات:** لا تزال التكنولوجيا جديدة نسبيًا، لذلك هناك نقص في المتخصصين المهرة ذوي الخبرة في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

ج. **تكاليف المعدات:** التكاليف الأولية لمعدات الطباعة ثلاثية الأبعاد مرتفعة مما يُعيق الاستثمار في هذه التقنية.

ح. **قيود الحجم:** قد تحد التكنولوجيا الحالية من حجم الهياكل الإنشائية التي يمكن طباعتها بشكل فعال.

خ. **الصيانة والإصلاحات:** يعد تطوير أساليب صيانة أو تعديل الهياكل الإنشائية المنفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تحدياً مستمراً.

يُعد تحقيق التوازن بين هذه الفوائد والقيود أمرا أساسيا لنجاح تنفيذ مشاريع الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتساعد إرشادات الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد في تذليل المعوقات من خلال تبادل المعلومات وأفضل الممارسات المتاحة في هذا المجال.

3. نظرة عامة على الطباعة ثلاثية الأبعاد

3.1. تعريف الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي تقنية بناء متقدمة تستخدم مبادئ التصنيع المضاف (Additive Manufacturing) لإنشاء أجسام وهياكل ثلاثية الأبعاد حيث تعتمد مراكمة المواد على طبقات طبقة تلو الأخرى لبناء جسم مادي استناداً على التصميم الرقمي.

3.2. المفاهيم والتقنيات الأساسية

أ. **التصنيع المضاف (Additive Manufacturing):** يتضمن هذا المفهوم إضافة مادة طبقة بعد طبقة لإنشاء جسيمات، على عكس التصنيع التقليدية (بطرق الطرح مثل الخراطة، القطع، الجلخ ... الخ).

ب. **التصميم الرقمي:** يتم تصميم العناصر باستخدام برنامج التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD)، والذي يقوم بإنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد يوجه عملية الطباعة.

ت. **بثق المواد:** التقنية الأكثر شيوعًا في الطباعة ثلاثية الأبعاد تتضمن بثق المواد بثلاثة أبعاد من خلال فوهة.

ث. **ارتفاع الطبقة ودقتها:** تتم طباعة العناصر طبقة تلو الأخرى، حيث يحدد ارتفاع الطبقة دقة عملية إنهاء (تشطيب) سطح المنتج النهائي.

ج. **المعالجة:** بعد الانتهاء من وضع كل طبقة، تتم معالجة الخرسانة (إيناعها) بالطرق المختلفة والحفاظ على رطوبتها وحمايتها من الفقدان حتى تنضج وتكتسب القوة والمتانة المطلوبة. كما يعد علاج الخرسانة المطبوعة ثلاثية الأبعاد أمرًا ضروريا لتحقيق القوة والمتانة المطلوبة. تكشف عملية البثق المستخدمة في عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد عن مساحة سطحية أكبر للخرسانة، مما يخلق احتمالية أكبر للتشقق. المعالجة الخارجية (المعالجة الرطبة)، والمعالجة الداخلية، والمضافات التي تقلل الانكماش هي طرق معالجة مختلفة يمكن استخدامها. يعتمد اختيار الطريقة الصحيحة على حجم المشروع، والبيئة، والخصائص المرغوبة، والتكلفة.

3.3. مكونات أنظمة الطباعة ثلاثية الأبعاد

أ. **فوهة الطباعة/جهاز البثق:** يقوم هذا الجزء بوضع مادة الخرسانة طبقة تلو الأخرى.

ب. **نظام توصيل المواد:** يقوم بتزويد الفوهة بالمزيج الخرساني من أجل عملية البثق.

ت. **نظام التحكم:** يقوم بتنسيق حركة الفوهة والقاعدة المخصصة للطباعة استناداً إلى التصميم الرقمي.

ث. **وحدة الطاقة والتحكم:** توفر الطاقة وإشارات التحكم اللازمة لنظام الطباعة.

ج. **برنامج التصميم الرقمي:** برنامج CAD الذي يقوم بإنشاء نماذج رقمية ليتم طباعتها.

4. نظرة عامة على عملية الطباعة وأنظمتها

أ. **التصميم الرقمي:** تبدأ العملية بإنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد للعناصر المراد طباعتها باستخدام برامج تصميمية بمساعدة الحاسوب (CAD).

ب. **اختيار الطابعة:**

i. **طابعات جسريه (Gantry Printers):** هذه الطابعات لها إطار كبير يتحرك على طول مسارات المحددة.

ii. **طابعات الذراع الآلية (Robotic Arms):** تُستخدم الأذرع الآلية ذات المؤثرات النهائية المتخصصة للقيام بعملية وضع الخرسانة بدقة في مكانها، مما يتيح تنفيذ أشكال هندسية معقدة.

ت. **تحويل التصميم الرقمي:** يتم تحويل التصميم رقميا إلى بيانات قابلة للقراءة بواسطة برنامج إلكتروني خاص بالطباعة ثلاثية الأبعاد يحول التصميم إلى شرائح. يتم تقسيم النموذج الرقمي إلى طبقات أفقية رفيعة باستخدام البرنامج المذكور، والذي يقوم بإعطاء التعليمات للطابعة.

ث. **الإعداد للطباعة:** تتم معايرة الطابعة، ويتم وضع والقاعدة المخصصة للطباعة والفوهة/وجهاز البثق المناسب في موقع الطباعة.

ج. **الطباعة:** يتم بثق خليط الخرسانة ومراكمته طبقة فوق طبقة حسب التعليمات الصادرة من البرنامج الإلكتروني الذي يحول التصميم إلى شرائح.

ح. **المعالجة:** يحتاج الهيكل الخرساني المطبوع إلى الخضوع لعملية معالجة الخرسانة (إيناعها) بالطرق المختلفة بشكل خاضع للرقابة والحفاظ على الرطوبة ومنع فقدانها حتى تنضج وتكتسب القوة والمتانة المطلوبة.

خ. **مرحلة ما بعد المعالجة:** حسب طبيعة المشروع، قد يتم القيام بعمليات إضافية مثل التنعيم والتدعيم وإضافة حديد التسليح وصب الخرسانة والعزل واللمسات النهائية.

د. **التجميع:** إذا لزم الأمر يتم تجميع مكونات مطبوعة مثل بلاطات الأسقف والأعتاب وما إلى ذلك لتشكيل بناء متكامل.

توجد تقنيات وأساليب مختلفة في مجال طباعة الخرسانة ثلاثية الأبعاد، ولكل منها اختلافاتها الخاصة من حيث تركيب المواد وطرق الطباعة والمعدات. تتطور التكنولوجيا باستمرار، الأمر الذي يوفر إمكانيات جديدة للابتكار المعماري وكفاءة عمليات البناء.

5. مبادئ التصميم ومتطلبات الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

في مرحلة ترخيص المشروع، يجب أن تثبت المستندات المقدمة والرسومات التنفيذية والتفاصيل الامتثال لأسلوب البناء المعتمد الذي تم تقييمه كجزء من عملية اعتماد نظام البناء.

في حال عدم إمكانية تطبيق أسلوب البناء المعتمد في أي جزء من المبنى، يتم التقدم إلى قسم الأبحاث وأنظمة البناء في بلدية دبي لاعتماد الأسلوب الجديد.

5.1. متطلبات التصميم الإنشائي

تسري أحكام كود دبي للبناء على التصميم الإنشائي للهياكل بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد. كما يجب الالتزام بشروط ومتطلبات اعتماد أنظمة البناء.

5.2. متطلبات التصميم المعماري

يجب أن يكون التصميم المعماري للمباني بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد ملتزماً بأحكام التصميم المعماري المنصوص عليها في كود دبي للبناء.

5.3. متطلبات التصميم الميكانيكي والكهربائي وتمديدات المياه والصرف الصحي

يجب أن يكون التصميم الميكانيكي والكهربائي وتصميم تمديدات المياه والصرف الصحي للمباني بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد ملتزماً بالأحكام المنصوص عليها في كود دبي للبناء. بالإضافة إلى ذلك يجب الالتزام بشروط ومواصفات نظام البناء المعتمد.

للدخول إلى كود دبي للبناء، يرجى الضغط على الرابط أدناه:

كود دبي للبناء – إصدار 2021

6. مواصفات المواد والاختبارات

6.1. الخرسانة المخصصة للطباعة ثلاثية الأبعاد

الخلطة الخرسانية المعدة للطباعة ثلاثية الأبعاد عبارة عن مادة أسمنتية خاصة تتكون من الأسمنت والألياف (حسب الحاجة) والمواد الأسمنتية المساعدة (إذا لزم الأمر) والركام الناعم و/أو الخشن والمواد المضافة (حسب الحاجة). ولا يجوز توريد الخلطات الخرسانية للطباعة ثلاثية الأبعاد إلا من خلال المصانع التي تحمل شهادة/علامة المطابقة الصادة من مختبر دبي المركزي بموجب نظام إصدار الشهادات لمصنعي خلطات الطباعة ثلاثية الأبعاد الخرسانية. في حالة استخدام خرسانة الطباعة ثلاثية الأبعاد للقيام بوظيفة الطوبار الدائم لأي من العناصر الخرسانية المسلحة، فلا تعتبر جزءاً من ذلك العنصر الإنشائي الحامل. وبالإضافة إلى المتطلبات المنصوص عليها في نظام مختبر دبي المركزي لإصدار الشهادات لمصنعي خلطات الطباعة ثلاثية الأبعاد الخرسانية، يجب تطبيق المتطلبات التالية:

6.2. مقاومة الانضغاط لخرسانة الطباعة ثلاثية الأبعاد

عند تصميم الخلطات يجب اختبار مقاومة الانضغاط لكل خلطة خرسانية يتم تصميمها استناداً للمواصفة القياسية ASTM C31 أو ASTM C109. بحيث يتم اختبار ما لا يقل عن 5 عينات عند مضي 28 يومًا على أخذها، ويجب ألا يقل متوسط مقاومة الانضغاط عندها عن 17 ميجا باسكال (للعينة الأسطوانية) أو 20 ميجا باسكال (للعينة المكعبة).

أثناء الطباعة ثلاثية الأبعاد لأي عنصر في المبنى يجب أخذ عينات من الخرسانة المستخدمة لطباعة ذلك العنصر لاختبار مقاومة انضغاطها، بحيث يتم أخذ ما لا يقل عن 5 عينات لكل عنصر. وإذا كانت عملية الطباعة مستمرة بنفس الخلطة الخرسانية على مدار يوم كامل فيجب أخذ ما لا يقل عن ثلاث مجموعات من العينات في كل يوم عمل مقسمة على مدار اليوم وكل مجموعة منها مكونة من خمس عينات. وفي كل الأحوال يجب ألا يقل متوسط مقاومة الانضغاط عن 17 ميجا باسكال (للعينات الأسطوانية) أو 20 ميجا باسكال (للعينات المكعبة) بعد 28 يوم من أخذها.

6.3. الانكماش وتغير الحجم

عند تصميم الخلطات يجب تقييم كل خلطة خرسانية مخصصة للطباعة من حيث الاستجابة للشروخ (التصدعات) الناجمة عن الانكماش واختبار ما لا يقل عن 3 عينات لكل خلطة يتم تصميمها بالاستناد إلى المواصفة القياسية ASTM C157. يجب أن يكون متوسط التغير في القياسات الناجم عن إجهاد الخرسانة لجميع عينات خرسانة الطباعة ثلاثية الأبعاد عند 28 يومًا أقل مما يلي:

- 0.065% للخلطات مع الألياف أو التي يزيد حجم الركام فيها على 1.25 ملم.
- 0.05% للخلطات التي لا تحتوي على ألياف أو التي يقل حجم الركام فيها عن 1.25 ملم.

6.4. قوة الترابط بين الطبقات (Inter-layer Bond Strength)

يجب إجراء اختبارات الترابط المرن بالاستناد إلى القسم 5.2 (الطريقة A) من المواصفة القياسية ASTM E518 على ثلاث مجموعات من العينات المصبوبة عند أدنى وأقصى فاصل زمني لبثق الخرسانة بين الطبقات. يجب إجراء الاختبار على عينات ممثلة لطبقات عنصر البناء المطبوع ثلاثي الأبعاد. كما يجب أن تكون نتائج الاختبارات متساوية لكل من أدنى وأقصى فاصل زمني لبثق الخرسانة بين الطبقات.

7. عملية الطباعة

تتضمن عملية طباعة الخرسانة ثلاثية الأبعاد عدة مراحل، بما في ذلك مرحلة التحضير ومرحلة الطباعة ومرحلة المراقبة ومرحلة المعالجة اللاحقة للطباعة. وفيما يلي نظرة عامة على كل مرحلة:

7.1. التحضير والمعالجة المسبقة

أ. **تصميم الخلطة الخرسانية:** تطوير خليط خرساني مناسب للطباعة ثلاثية الأبعاد، مع الأخذ في الاعتبار خصائص المواد وقابلية التشغيل (سهولة التشكيل والتحكم بالخرسانة الخام الجديدة دون فقدان تجانسها وقوتها وجودتها ومظهرها) وقابلية الطباعة.

ب. **النموذج الرقمي:** إنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد لهيكل البناء المراد طباعته باستخدام برنامج التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD).

ت. **التقطيع:** تقسيم النموذج الرقمي إلى طبقات (شرائح) باستخدام البرنامج المذكور، والذي يقوم بإعطاء التعليمات للطابعة.

ث. **تخطيط المسار:** إنشاء مسارات تحدد ترسيب خلطة الطباعة لكل طبقة، مما يؤدي إلى تحسين السرعة والسلامة الإنشائية.

7.2. استراتيجيات الطباعة (أسلوب الطبقة تلو الطبقة)

أ. **ترسيب المواد:** تقوم الطابعة ثلاثية الأبعاد بترسيب الخرسانة طبقة تلو الأخرى، باتباع المسارات التي تم إنشاؤها في مرحلة التحضير والمعالجة المسبقة.

ب. **البثق:** تستخدم معظم طابعات الخرسانة ثلاثية الأبعاد البثق، حيث يقوم رأس الطباعة (بترسيب) مراكمة طبقات من الخرسانة فوق بعضها بشكل متتالي.

ت. **تحسينات بين الطبقات:** قد تكون هناك حاجة إلى تعزيز القوة بين الطبقات بعمل أخاديد صغيرة في أعلى الطبقة السفلية لترطيبها برش الماء أو إضافة روبة أسمنتية رطبة إلى سطحها لضمان التماسك والتجانس مع الطبقة التي تليها وبالتالي التماسك بين كل الطبقات. كذلك يتم تطبيق هذه الطريقة أيضًا في حالة توقف العمل وإعادة الطباعة.

ث. **هياكل الدعم:** قد تكون هناك حاجة إلى هياكل دعم مؤقتة (طوبار) إلى جانب الهيكل الرئيسي لمنع تراكم الأحمال والحفاظ على الثبات أثناء الطباعة. وعادةً تكون هياكل الدعم في الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد مطلوبة عند طباعة العناصر الهندسية المعقدة أو المتدلية التي لا تدعم نفسها ذاتياً أثناء عملية الطباعة.

7.3. السيطرة والمراقبة أثناء عملية الطباعة

أ. **مراقبة الجودة:** يمكن لأجهزة الاستشعار والكاميرات مراقبة عملية الطباعة خلال القيام بالطباعة فعلياً في وقتها، والتحقق من حدوث أي تناقضات أو عيوب ومنعها.

ب. **تدفق المواد:** مراقبة عملية البثق (خروج خلطة الطباعة من الفوهة) لضمان التدفق المتناسق والمستمر للخلطة وضمان التصاق الطبقة الجديدة بشكل كافٍ ومناسب بالطبقة التي تحتها.

ت. **درجة الحرارة والرطوبة:** رصد الظروف البيئية والتحكم فيها لمنع الحاجة لمعالجة مبكرة للخلطة الخرسانية حفاظاً على رطوبتها وحمايتها من الفقدان أو منع أية مشكلات متعلقة بالمواد المستخدمة في الطباعة.

ث. **التصاق الطبقة:** ضمان الترابط السليم بين الطبقات المتتالية من أجل السلامة الهيكلية.

7.4. مرحلة ما بعد المعالجة والمحافظة على الرطوبة والتشطيب النهائي

أ. **إزالة الدعم:** إذا تم استخدام هياكل الدعم، فيجب إزالتها بعناية دون الإضرار بالهيكل المطبوع.

ب. **المعالجة:** يحتاج الهيكل المطبوع إلى الخضوع لعملية معالجة خاضعة للرقابة لتحقيق القوة والمتانة المرغوب بها. علاوة على ذلك، غالباً ما يتم تسريع عملية (الإيناع) التجفيف مع المحافظة على مستوى مناسب من الرطوبة للمزيج الخرساني المستخدم في الطباعة ثلاثية الأبعاد حتى تنضج باستخدام الخلطات والمواد المضافة المحسنة. ومع ذلك، يمكن أن يتراوح وقت نضوج الخرسانة واكتسابها القوة والمتانة المطلوبة من بضع ساعات إلى بضعة أيام اعتمادًا على تركيبة الخلطة مما يجعل من الضروري اتباع توصيات الشركة المصنعة وأفضل الممارسات المتبعة في هذا المجال بالطرق المختلفة بشكل خاضع للرقابة والحفاظ على الرطوبة ومنع فقدانها حتى تنضج وتكتسب القوة والمتانة المطلوبة.

ت. **التشطيب السطحي:** اعتماداً على المظهر المطلوب، يمكن القيام بعمليات تشطيب إضافية مثل الصنفرة أو الطلاء.

ث. **التقوية:** يمكن إضافة مواد تقوية إضافية مثل حديد التسليح أو الألياف لتعزيز قوة الهيكل المطبوع إذا لزم الأمر.

ج. **الفحص:** يتم فحص الهيكل المطبوع بشكل شامل ودقيق للتأكد من مطابقته لمعايير الجودة قبل استخدامه.

من المهم ملاحظة أن التفاصيل المحددة لكل مرحلة يمكن أن تختلف بناءً على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة، ونوع الخليط الخرساني، ومدى تعقيد الهيكل الذي تتم طباعته. بالإضافة إلى ذلك، مع استمرار تطور هذه التقنية وممارساتها قد تتغير أو تتحسن الخطوات والاستراتيجيات المتبعة في طباعة الخرسانة ثلاثية الأبعاد بمرور الوقت.

الملحق أ - متطلبات التصريح بأنشطة الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

أ.1. اعتماد الكادر هندسي

1. إنشاء حساب في نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ) عن طريق الدخول إلى الرابط التالي:
   نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ)
2. املأ بيانات السجل الفردي:
   - البيانات العامة
   - المؤهلات
   - الخبرات العملية
3. التقديم على "خدمة طلب اعتماد الكوادر الهندسية" من خلال نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ) تحت مسمى "طلب اعتماد مهندس جديد" واختيار النشاط المناسب حسب الدرجة العلمية والتخصص والخبرة العملية للمهندس.
4. حجز موعد للاختبار (تختلف الاختبارات حسب النشاط)؛ سيكون شكل الاختبار عبارة عن أسئلة متعددة الخيارات تُعقد في مراكز الاختبار المحددة.
5. بعد اجتياز الاختبار، ستتوفر شهادة مزاولة المهن الهندسية تلقائياً في السجل الشخصي للمهندس في نظام DEQ.

أ.2. التسجيل في سجل مزاولة المهن الهندسية

1. الحصول على الموافقة المبدئية وشهادة الاسم التجاري من دائرة الاقتصاد والسياحة (الموافقة المبدئية تحتوي على تفاصيل الأنشطة المطلوب ترخيصها + والجهات المرخص لها).
2. إنشاء حساب في نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ) عن طريق الدخول إلى الرابط التالي:
   نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ)
3. التقديم على خدمة "تسجيل تصريح مزاولة الأنشطة الهندسية" وتعبئة بيانات الموافقة المبدئية الصادرة من دائرة الاقتصاد والسياحة.
4. تتم دراسة الطلب من قبل بلدية دبي، وبعد الموافقة عليه يتم إنشاء وتفعيل تصريح مزاولة المهنة الهندسية تلقائياً في نظام DEQ (يمكن الاطلاع على كامل تفاصيل السجل والخدمات المتوفرة في النظام – Vision 360).
5. بعد إصدار تصريح مزاولة المهنة ستظهر المعايير المهنية في قائمة الفحص (Health Checkup List) في نظام DEQ حسب أنشطة الرخصة (مديرين + مهندسين معتمدين + مكتب + عمال) لمساعدة أصحاب الترخيص في إدارة شركاتهم الهندسية.

أ.3. أنشطة الطباعة ثلاثية الأبعاد والمعايير المطلوبة

#	رمز النشاط	نوع الرخصة	النشاط الرئيسي	اسم النشاط	الدرجة العلمية	تخصص المهندس	الخبرة الأكاديمية	الخبرة المهنية العملية
1	7110213	مهنية	استشارات	استشارات هندسة البناء بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد	بكالوريوس	مهندس مدني – عدد 1 و مهندس معماري – عدد 1	5 سنوات	5 سنوات
2	2395014	صناعية	مورد / مصنع	صناعة الخرسانة المعدة لتقنية البناء بالطباعة ثلاثية الأبعاد	بكالوريوس	مهندس مدني – عدد 1	3 سنوات	3 سنوات
3	4330025	تجارية	مقاولات	تصميم الديكور وتنفيذه باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد	بكالوريوس	مهندس مدني / معماري – عدد 1 أو دبلوم مدني / معماري – عدد 1	3 سنوات (بكالوريوس) أو 5 سنوات (دبلوم)	3 سنوات (بكالوريوس) أو 5 سنوات (دبلوم)
4	100192	تجارية	مقاولات	مقاولات البناء بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد	بكالوريوس	مهندس مدني – عدد 1	5 سنوات	5 سنوات

للمزيد من المعلومات حول متطلبات ترخيص المهندسين يرجى الضغط على الرابط التالي:

الدليل الإرشادي لكيفية استخدام نظام دبي للتأهيل الهندسي

الملحق ب - عملية اعتماد أنظمة البناء بالطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

ب.1. الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

معلومات مهمة

1. سيتم إصدار الموافقة لشركات مقاولات الطباعة ثلاثية الأبعاد المسجلة في السجل لدى قسم تأهيل الاستشاريين والمقاولين في بلدية دبي من خلال نظام دبي للتأهيل الهندسي (DEQ) تحت نشاط (مقاولات تشييد المباني بالطباعة ثلاثية الأبعاد).
2. ستتم مراجعة الحسابات والتصاميم الإنشائية في مرحلة الترخيص لكل مشروع.
3. تصدر الموافقة النهائية (الاعتماد) على التصور المبدئي والطريقة المتبعة لنظام الطباعة ثلاثية الأبعاد ولا تختص بمشروع معين.
4. يتم تقديم تصميم المشروع إلى الجهة المعنية للحصول على رخصة البناء.

ب.2. المستندات والمتطلبات اللازمة لطلبات الاعتماد الجديدة

من الجانب الإداري

1. الترخيص الصادر من دائرة الاقتصاد والسياحية في إمارة دبي (DET).
2. التسجيل في السجل لدى قسم تأهيل الاستشاريين والمقاولين في بلدية دبي.
3. قائمة المشاريع المنجزة والمستمرة داخل دولة الإمارات العربية المتحدة أو الإقليمية، إن وجدت. ويجب أن تتضمن القائمة، حيثما ينطبق ذلك، اسم المشروع ووصفه وموقعه ورقم قطعة الأرض والمساحة والمالك والاستشاري والمقاول الرئيسي ونوع العناصر المستخدمة وحالة المشروع/مكتمل أو قيد الإنشاء.
4. قائمة الموظفين الرئيسيين العاملين في التصميم، الإنتاج (إذا توفر مصنع)، التنفيذ الموقعي، مراقبة الجودة في الموقع ومؤهلاتهم (المسمى الوظيفي، التعليم، التدريب المهني، والخبرة).
5. تفاصيل التدريب والشهادات المعتمدة لمشغلي الطابعة من قبل الشركة المصنعة للطابعة.

من الجانب التقني

1. نبذة عن التقنية المعتمدة والطابعة وطريقة الطباعة.
2. مقاطع عرضية تفصيلية عالية الدقة للعناصر المطبوعة بما في ذلك سماكة العنصر، وشكله وتكوينه، وسماكة طبقة الطباعة، وعناصر التقوية، وما إلى ذلك.
3. إجراءات مراقبة جودة عملية الإنتاج في المصنع (إذا لزم الأمر).
4. إجراءات مراقبة الجودة والاختبار في الموقع.
5. تفاصيل الربط بين الجدران والعناصر الأخرى.
6. مواصفات المواد وكشوف البيانات بالإضافة إلى تقارير الاختبار ذات الصلة.

7. شهادة مطابقة المنتج من مختبر دبي المركزي (DCL) لخليط ملاط (مادة) الطباعة ثلاثية الأبعاد.
8. شهادات مطابقة المنتج من مختبر دبي المركزي (DCL) لمواد العزل.

من جانب الأداء

1. تفاصيل العزل الحراري للجدران الخارجية والأسقف.
2. حسابات قيمة النفاذية الحرارية (U- Value) باستخدام حاسبة قيمة النفاذية الحرارية (U- Value) لبلدية دبي للجدران الخارجية والأسقف.
3. تقديم تقارير اختبار الصوتيات المتوافقة مع متطلبات السعفات (لجميع الجدران). ويجب أن تُقدم نتائج الاختبار لكل مقطع جدار ومقارنتها مع متطلبات السعفات.
4. بيان طريقة التنفيذ (Method Statement) للأعمال الميكانيكية والكهربائية وأعمال تمديدات المياه والصرف الصحي.
5. موافقة الدفاع المدني بدبي على المواد العازلة بالإضافة إلى شهادات المطابقة وتقارير الاختبار ذات الصلة.
6. تفاصيل العزل المائي حيثما ينطبق ذلك.
7. تفاصيل أنظمة الإنهاء (التشطيبات) وأنظمة العزل الخارجية بالإضافة إلى عملية التنفيذ/التثبيت والتركيب بما يتوافق مع متطلبات كود دبي للبناء الخاصة بغلاف المبنى.

قد يتم طلب مستندات/معلومات إضافية أثناء عملية المراجعة.

ب.3. المستندات والمتطلبات اللازمة لطلبات تجديد الاعتماد

1. رخصة صناعية/تجارية/مهنية.
2. سجل التسجيل لدى قسم تأهيل الاستشاريين والمقاولين في بلدية دبي.
3. قائمة بمشاريع الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد (المنجزة والمستمرة) من قبل الشركة المحلية القائمة في دبي خلال العام الماضي بالطريقة التالية:

اسم المشروع	وصف المشروع (النوع، عدد الطوابق...)	الموقع ورقم قطعة الأرض	المالك	الاستشاري	المقاول الرئيسي	نوع العناصر	حالة المشروع (مكتمل / قيد الإنشاء...)

4. قائمة الموظفين الرئيسيين العاملين في التصميم، الإنتاج (إذا توفر مصنع)، التنفيذ الموقعي، مراقبة الجودة في الموقع ومؤهلاتهم (المسمى الوظيفي، التعليم، التدريب المهني، والخبرة). باستخدام التنسيق أدناه:

الاسم	المسمى الوظيفي	الوصف الوظيفي (المسؤوليات)	سجل الخبرة (عدد سنوات العمل في الوظيفة)

5. شهادة مطابقة المنتج من مختبر دبي المركزي (DCL) لخليط ملاط(مادة) الطباعة ثلاثية الأبعاد.
6. شهادات مطابقة المنتج من مختبر دبي المركزي (DCL) لمواد العزل.
7. موافقة الدفاع المدني بدبي على المواد العازلة.

للمزيد من المعلومات حول اعتمادات أنظمة البناء يرجى مراجعة خدمة "طلب اعتماد نظام بناء جديد" أو زيارة الموقع الإلكتروني باستخدام الرابط التالي:

طلب اعتماد نظام بناء جديد

الملحق ت - عملية الحصول على ترخيص بناء لمشاريع الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

ت.1. تقديم المشروع للتصريح والوثائق المطلوبة

تتضمن عملية تصريح البناء لمشاريع الطباعة ثلاثية الأبعاد عدة خطوات للتأكد من امتثال المشروع للوائح المحلية ومعايير السلامة والمتطلبات الأخرى. فيما يلي الخطوط العريضة لما قد يتضمنه الأمر:

ت.2. الاستشارة الأولية

المشاركة في المناقشات مع السلطات المحلية أو الإدارات والجهات أو الهيئات التنظيمية ذات الصلة لفهم المتطلبات واللوائح المحددة لمشاريع الطباعة ثلاثية الأبعاد. قد يتضمن ذلك اجتماعات أو مراسلات لتوضيح أي استفسارات حول عملية التصريح.

ت.3. اعتماد نظام البناء

يجب الحصول على موافقة من قسم البحوث وأنظمة البناء واعتماد نظام الطباعة ثلاثية الأبعاد قبل البدء بإجراءات ترخيص البناء.

ت.4. وثائق المشروع

إعداد وثائق المشروع التفصيلية، والتي تتضمن المخططات المعمارية والهندسية والحسابات الإنشائية ومواصفات المواد والتفاصيل الأخرى ذات الصلة. يجب أن توضح هذه المستندات بدقة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وطرق استخدامها.

ت.5. تقديم طلب الترخيص

التقدم إلى السلطة التنظيمية المختصة بطلب رخصة بناء ويتضمن هذا الطلب عادةً وثائق المشروع والجدول الزمني المقترح للبناء ومعلومات حول التكنولوجيا المستخدمة ودفع أية رسوم مطلوبة.

ت.6. مراجعة الخطة

تقوم الهيئة التنظيمية المختصة بمراجعة المستندات المقدمة للتأكد من التزامها بكود دبي للبناء والأنظمة التخطيطية، ومعايير السلامة والمتطلبات الأخرى المعمول بها. تتم هذه المراجعة من خلال عدة لجان، مثل اللجنة الإنشائية واللجنة المعمارية واللجنة الإلكتروميكانيكية والصحية والسلامة من الحريق وغيرها.

ت.7. التعديلات والتوضيحات

أثناء مراجعة المخططات، قد يُطلب منك إجراء تعديلات على وثائق المشروع لمعالجة أي مشكلات أو مخاوف تراها الهيئة التنظيمية. وقد يستدعي الأمر تقديم معلومات إضافية أو توضيح جوانب معينة من المشروع.

ت.8. الموافقة والإصدار

بمجرد اكتمال عملية المراجعة واعتبار وثائق مشروعك متوافقة مع المتطلبات، ستتلقى الموافقة على تصريح البناء الخاص بك. قد تأتي هذه الموافقة مع الشروط أو المتطلبات التي يجب عليك الالتزام بها أثناء البناء.

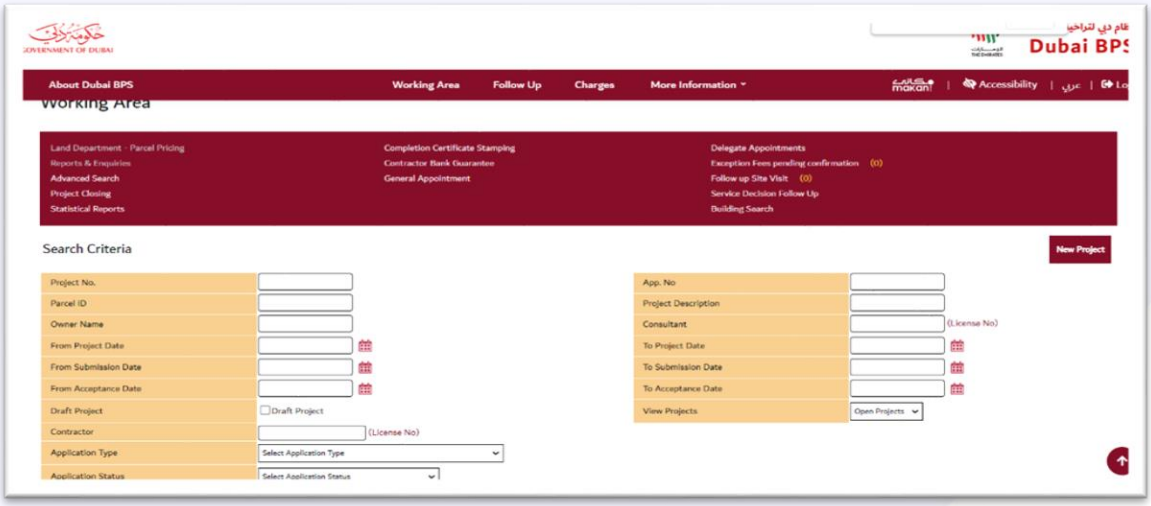
ت.9. رسوم التصريح والدفعات

دفع أي رسوم تصريح مطلوبة قبل البدء في عملية البناء. تعتمد الرسوم عادةً على نوع المشروع وحجمه.

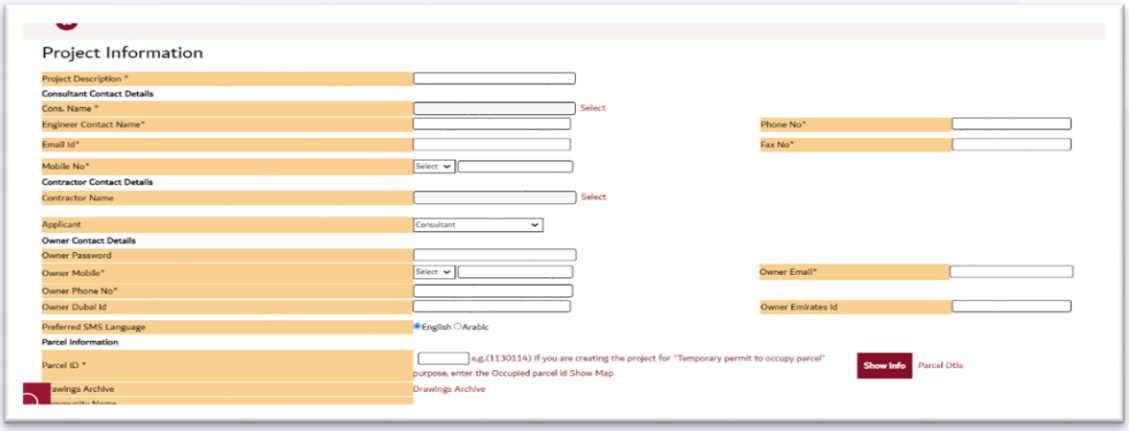
من المهم ملاحظة أن المتطلبات المحددة يمكن أن تختلف اعتمادًا على الموقع وحجم وطبيعة المشروع وأي لوائح خاصة تتعلق بالطباعة ثلاثية الأبعاد، ومع ذلك فإن العملية مشابهة لأي طلب جديد يتم تقديمه على نظام تراخيص البناء (BPS) الإلكتروني.

ت.10. عملية التقديم على نظام تراخيص البناء

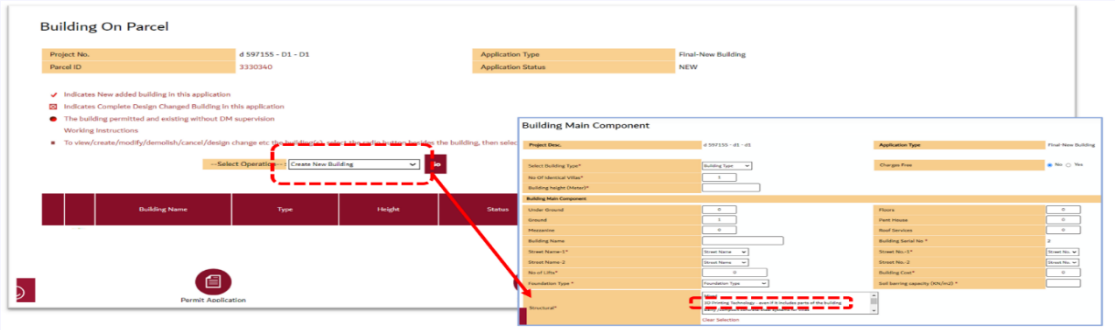
- الوصول إلى النظام
- إنشاء مشروع جديد في صفحة منطقة العمل:



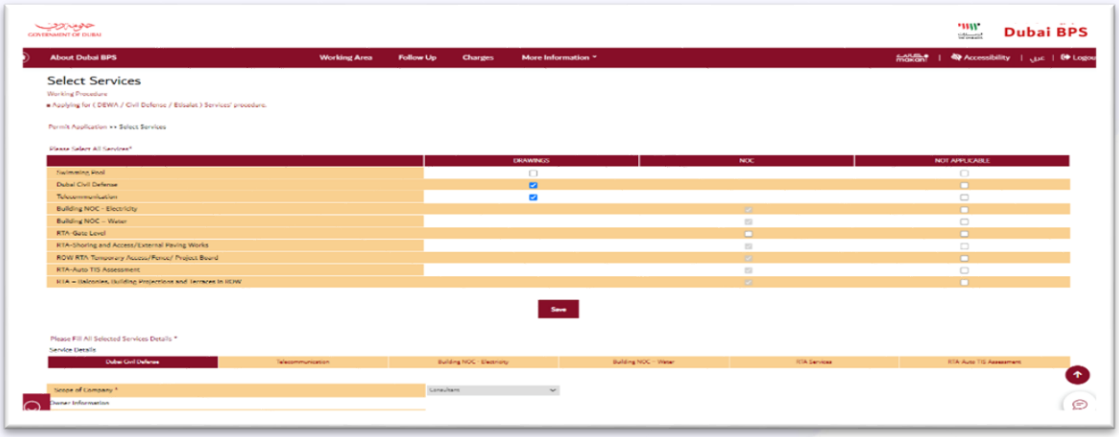
- قم بملء معلومات المشروع:
  - إنشاء مشروع جديد
  - تعبئة بيانات المشروع.
  - إنشاء طلب تقديم جديد.



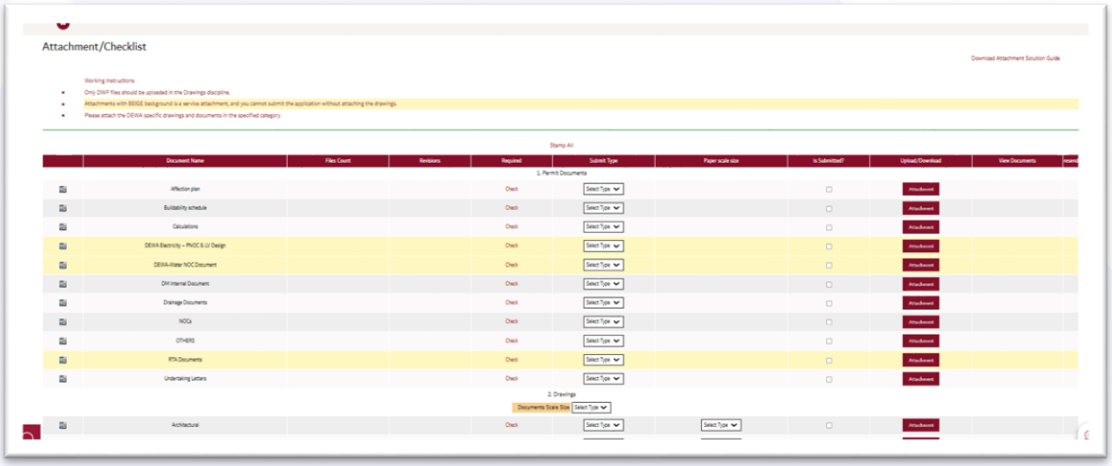
- قم بتعبئة بيانات الطلب بالترتيب التالي:
  - أضف تفاصيل بطاقة البناء واختر (تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد) كما هو موضح:



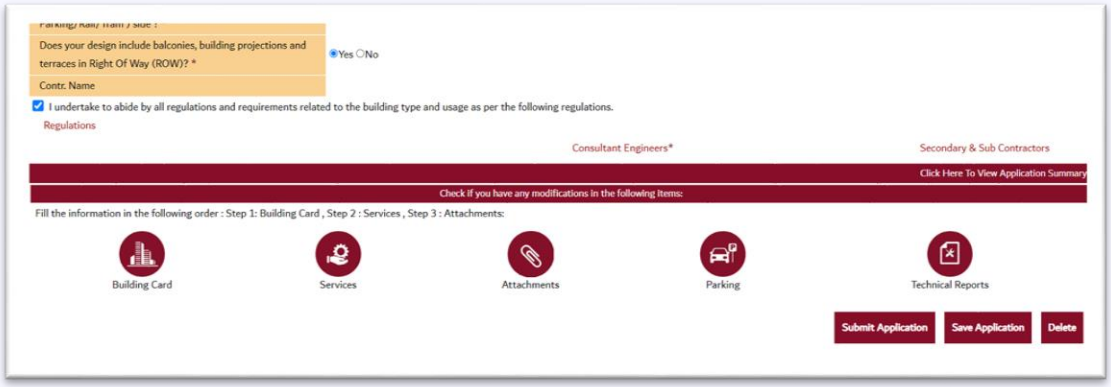
- قم بتعبئة تفاصيل الخدمات



- إرفاق المستندات والرسومات



- تقديم طلب التصريح



للمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى رابط خدمة تراخيص البناء الجديد المتوفر على موقع بلدية دبي والذي يتضمن إجراءات قسم التراخيص للحصول على وثيقة رخصة البناء:

[طلب ترخيص بناء جديد]

الملحق ث - متطلبات السلامة الإنشائية والمهنية للمباني بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

ث.1. أعمال تحضير وتجهيز الموقع

يشترط على المقاول الرئيسي قبل الشروع في تنفيذ الأعمال الإنشائية في المباني بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد الالتزام الآتي:

1. الحصول على التصاريح والموافقات وشهادات عدم الممانعة من الجهات المعنية.
2. تجهيز مخطط الموقع لتحديد أماكن المكاتب المؤقتة وأماكن المخازن والتشوينات واستراحة العمال وتجهيز الممرات اللازمة لحركة الآليات والمعدات المستخدمة في عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد.
3. الحصول على الموافقات اللازمة من الجهات المعنية قبل استغلال حرم الطريق وأراضي الجوار.
4. إعداد خطة السلامة وتقييم المخاطر قبل البدء بالعمل متضمنة جميع النشاطات الرئيسية والثانوية مشتملة على المخاطر المحتملة نتيجة استخدام معدات ومواد الطباعة ثلاثية الأبعاد مع ضرورة اعتماد الخطة من قبل المهندس.
5. تثبيت السياج المؤقت ولوحة بيانات المشروع مع ضرورة تضمينها المعلومات الآتية:
   - أ. رقم الخط الساخن وشعار بلدية دبي
   - ب. رقم ارض المشروع
   - ت. رقم الترخيص
   - ث. بيانات الرخصة
   - ج. نوع المشروع (مبنى منفذ بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد)
   - ح. اسم المالك
   - خ. اسم الاستشاري
   - د. اسم المقاول الرئيسي
   - ذ. اسم المقاول الثانوي للطباعة ثلاثية الأبعاد

ث.2. تنفيذ أعمال البناء باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد

بالإضافة إلى ما هو منصوص عليه في الأنظمة والتشريعات المنظمة لأعمال البناء، يجب على المهندس والمقاول التقيّد بالمتطلبات والاشتراطات التالية:

1. الالتزام بالمناسيب وفقا للمخططات المعتمدة.
2. تنفيذ أعمال الحفريات وأعمال تحسين التربة (إن وجدت) وفق المخططات المعتمدة مع ضرورة تأكيد قوة تحمل التربة ومنسوب التأسيس قبل التقديم بطلب التدقيق الإنشائي لأعمال الأساسات.
3. تنفيذ جميع العناصر المكونة للمبنى مثل الأساسات والأعمدة والبلاطات الخرسانية والعناصر المطبوعة حسب المخططات المعتمدة والمواصفات والأصول الهندسية.

4. الالتزام بالطريقة والآلية المنصوص عليها بالمخططات المعتمدة لتنفيذ العناصر بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

5. يجب الالتزام بالإطار الزمني المحدد لمعالجة الخرسانة حسب المواصفات المحددة من الشركة المصنعة للخلطة الخرسانية المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

6. على المقاول التقدم بطلب التدقيق الإنشائي للمباني المنفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد عند المراحل التالية:
   - **أ.** قبل صب الأساسات والأسقف وأعمال سند جوانب الحفر (إن وجدت) وذلك حسب النظام المتبع للمباني التقليدية.
   - **ب.** قبل المباشرة بأعمال الطباعة ثلاثية الأبعاد.
   - **ت.** بعد اكتمال العناصر المنفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

7. عند وجود عناصر مسبقة الصنع منفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد يجب مراعاة اشتراطات التحميل والتنزيل ومتطلبات التركيب.

8. عند تنفيذ العناصر بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد يجب الالتزام الاتي:
   - **أ.** اتباع الاشتراطات الفنية والمعايير الهندسية واتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان جودة التنفيذ.
   - **ب.** الالتزام بتنفيذ التفاصيل الإنشائية وفقا للقطاعات المعتمدة للمخططات حسب نوع وطبيعة العنصر.
   - **ت.** التقيد بتنفيذ العناصر المطبوعة وفقا للأبعاد والسماكة المعتمدة بالمخططات وارتفاع كل طبقة والفاصل الزمني بينها.
   - **ث.** الالتزام بالأصول الفنية والهندسية فيما يتعلق بطريقة ربط العناصر الإنشائية مع العناصر المطبوعة حسب النظام المعتمد.

9. يجب عدم الشروع في تنفيذ أي تعديلات أو إضافات قبل مراجعة واعتماد التعديلات من الإدارة المختصة.

10. يجب وضع خطة لضبط الجودة وفحص العناصر المطبوعة لضمان سلامتها وخلوها من العيوب الفنية.

11. في حال ظهور أي عيوب فنية يجب إعداد طرق المعالجة المناسبة واعتمادها من قبل المهندس مع ضرورة إبلاغ الإدارة المختصة، وفي حال كانت تلك العيوب تؤثر على السلامة الإنشائية للمبنى فعلى المهندس ضرورة اعتماد طريقة المعالجة من الإدارة المختصة.

ث.3. المواد والخلطات المستخدمة

يجب الالتزام بالاشتراطات التالية في المواد والخلطات المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد:

1. أن تكون جميع المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد معتمدة من مختبر دبي المركزي وحاصلة على شهادات وعلامات المطابقة.

2. استخدام المواد المسموح بها في تجهيز الخلطات، وتقديم ما يثبت سلامة هذه المواد من اختبارات أو شهادات.

3. تصنيع الخلطات ضمن النسب والمعايير المعتمدة لطباعة المبنى وعناصره.

4. ضرورة استيفاء الخلطات المجهزة من المصنع معايير ومواصفات المباني الخضراء.

5. توفير نتائج الفحوصات والاختبارات التي تتوافق مع المعايير المعتمدة والمتطلبات المنصوص عليها في الدليل بالموقع.

6. اعتماد الخلطة الخرسانية التجريبية (Trial Mix) لمواد الطباعة ثلاثية الأبعاد بواسطة المهندس مع ضرورة توفير نتائج الاختبارات بالموقع.

7. لا يجوز للمقاول استخدام الخلطات المورّدة من خارج الإمارة في الموقع الإنشائي، إلا إذا توفرت الشروط التالية:
   - **أ.** ثبوت عدم توفر الخلطات في أسواق الإمارة، أو ثبوت عدم كفايتها.
   - **ب.** الحصول على موافقة الإدارة المختصة، قبل توريد الخلطات للموقع الإنشائي.
   - **ت.** إجراء الاختبارات التي تثبت أن الخلطات مجهزة ضمن النسب والمعايير اللازمة لطباعة المبنى وعناصره، وبأنها ذات مواصفات فنية كفيلة مطابق للمعايير واللوائح والمواصفات الهندسية المعتمدة في الإمارة.
   - **ث.** الحصول على رسالة إعفاء صادرة من مختبر دبي المركزي توضح استيفاء الشروط السابقة.

ث.4. الإشراف الفعال من قبل المهندس

يتناول هذا الفصل دور المهندس في تحقيق الإشراف الفعال للتحقق من سلامة تنفيذ الأعمال ومطابقتها للمخططات المعتمدة، والمعايير، والمواصفات الفنية، والهندسية. يجب على المهندس التدقيق على الاشتراطات التالية:

1. مطابقة الأعمال المنفذة للمخططات الإنشائية والمعمارية المعتمدة.

2. مطابقة الأعمال المنفذة للمواصفات الهندسية والأصول الفنية وطريقة التنفيذ المعتمدة.

3. التدقيق الإنشائي على جميع العناصر الإنشائية الأفقية والرأسية قبل الصب بالإضافة إلى أعمال سند جوانب الحفر (إن وجدت).

4. الاختبارات المطلوبة على العناصر الإنشائية والأجزاء المطبوعة واستيفاءها للنتائج المطلوبة حسب المعايير.

5. فحص واستلام العناصر المطبوعة والتأكد من خلوها من العيوب الفنية.

6. التدقيق على مواد البناء المستخدمة والتأكد من حصولها على شهادات المطابقة من مختبر دبي المركزي.

ث.5. أحكام خاصة بمعايير السلامة لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

يوضح هذا الفصل المتطلبات والترتيبات الضرورية الواجب إتباعها خلال جميع مراحل الإنشاء والبناء باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد والتي تشمل أعمال التصميم والإشراف والتنفيذ للحفاظ على حياة العاملين وسلامتهم.

آليات الطباعة والتدريب المهني

يجب على المقاول مراعاة الاشتراطات التالية:

1. الحصول على شهادة السلامة للآليات والمعدات المستخدمة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من إحدى شركات السلامة المعتمدة من الجهة المعنية.

2. الحصول على شهادة سلامة لمشغلي الآليات المستخدمة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من إحدى شركات السلامة المعتمدة من الجهة المعنية.

3. اتباع الإرشادات والتوصيات الواردة بدليل الاستخدام المرفق مع الطابعات.

4. توفير شهادة الجهة المصنعة للطابعات بالموقع.

5. الالتزام بتدريب العدد الكافي من الكوادر الفنية من مهندسين وفنيين لتشغيل الطابعات.

6. توفير العدد اللازم من الكوادر الفنية اللازمة بالموقع بما يتناسب مع طبيعة وحجم العمل ووفقا الاشتراطات المنصوص عليها بدليل السلامة الإنشائية في المواقع قيد الإنشاء.

7. إرشاد وتوعية العمال بالموقع باحتياطات ومحاذير التعامل مع الطابعات وبالقرب منها.

بيئة العمل الخاصة بالطابعات

1. يجب على المقاول متابعة حالة الأرصاد الجوية بصفة يومية أثناء تنفيذ العمل للتأكد من العوامل الجوية المختلفة مثل درجات الحرارة وسرعة الرياح وتوقعات سقوط الأمطار لما لها من تأثير سلبي على تنفيذ تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد واتخاذ الإجراءات الاحترازية اللازمة لتفادي وقوع أضرار تؤثر على سلامة الأفراد والآليات والعناصر المطبوعة.

2. يجب أن تشمل خطة تقييم المخاطر على الاحتياطات الواجب اتخاذها من المقاول لمنع تأثير العوامل الجوية على تقنية الطباعة وعمل الطابعات بالموقع وكيفية معالجة الأثار السلبية الناشئة عن العوامل الجوية في حال وقوعها.

3. في حال حصول تقلبات جوية من رياح أو أمطار أو عواصف قد تؤثر على سلامة العناصر المطبوعة يجب على المهندس تقديم تقرير للإدارة المختصة يوضح الحالة الفنية للعناصر المطبوعة ومدى سلامتها الإنشائية.

درجات الحرارة

1. على المقاول رصد درجات الحرارة الجوية بشكل يومي والتأكد من عدم تجاوزها للحدود المسموح بها طبقاً لمواصفات واشتراطات الطابعات والآليات المستخدمة بعملية الطباعة.

2. على المقاول مراعاة أقصى درجة حرارة مسموح بها للعمل وفقاً لتوصيات الإرشادات الخاصة لمواد البناء المستخدمة بعملية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

3. يجب على المقاول استخدام الأساليب المناسبة لتخفيض درجة حرارة الجو بتوفير مكان مكيف ومعزول حول أماكن الطابعات في حال زيادة درجة الحرارة عن الحدود المسموح بها.

الأمطار

1. يجب على المقاول اتخاذ الاحتياطات اللازمة أثناء عمل الطابعات في حال توقع سقوط الأمطار من وسائل حماية مناسبة من مظلات وخلافه لمنع التأثير السلبي لهطول الأمطار على آليات الطباعة والعناصر المطبوعة أثناء أو بعد الطباعة.

2. يجب على المقاول إيقاف العمل بالطابعات بالموقع في حال هطول الأمطار بكثافة قد تؤثر على سلامة الطابعات والعناصر المطبوعة.

3. يجب على المهندس فحص العناصر المطبوعة في حال تعرضها المباشر لكثافة هطول الأمطار لتقييم حالتها ومدى تضررها نتيجة تأثير الأمطار.

الرياح

1. على المقاول توفير جهاز قياس سرعة الرياح بالموقع.

2. على المقاول اتخاذ الاحتياطات اللازمة بتوفير وسائل حماية مناسبة لمنع تأثير الرياح على عمل الطابعات.

3. يجب على المقاول إيقاف عمل الطابعات بالموقع في حال زيادة سرعة الرياح عن المعدل المسموح بها طبقاً لدليل استخدام الجهة المصنعة للطابعة.

4. على المقاول مراعاة تأثير الرمال والغبار على تشغيل الطابعات واتخاذ الاحتياطات لمنع تضرر الطابعات.

الاهتزازات

1. على المقاول تنسيق العمل بالموقع لتجنب تزامن الأعمال المسببة للاهتزازات مع عمل الطابعات بالموقع.

2. يجب على المقاول إيقاف العمل بالطابعات في حال زيادة معدل الاهتزاز الناتجة عن عمل المعدات المجاورة عن الحدود المسموح بها طبقاً لتوصيات دليل استخدام الطابعات.

3. في حال تعرض العناصر المطبوعة أثناء أو بعد التنفيذ لاهتزازات مباشرة فعلى المهندس عمل الفحص اللازم للتأكد من عدم تضرر العناصر المطبوعة.

4. يمنع مرور الآليات والمعدات الثقيلة بالقرب من أماكن عمل الطابعات وعلى المقاول اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول المعدات لأماكن عمل الطابعات.

احتياطات السلامة لمواد البناء المستخدمة بعملية الطباعة

1. على المقاول إتباع توصيات النشرة الإرشادية الخاصة بكيفية التعامل مع مواد البناء المستخدمة بعملية الطباعة.

2. يجب على المقاول توفير المخازن المناسبة لمواد البناء المستخدمة بأعمال الطباعة ثلاثية الأبعاد للحفاظ عليها من تأثير العوامل الجوية المختلفة.

3. عدم السماح بتشوين المواد المستخدمة بأعمال الطباعة على الأرض مباشرة ويجب وضعها على أرضيات جافة ومرتفعة عن الأرض.

4. يجب اتخاذ احتياطات السلامة أثناء تحميل ومناولة المواد المستخدمة بالطباعة.

5. على المقاول استخدام خزانات مناسبة لتخزين المياه الباردة والثلج المستخدم بتخفيض درجة حرارة الخلطات المستخدمة بالطباعة.

6. يجب على العمال ومشغلي الطابعات ارتداء معدات الحماية اللازمة للوقاية من التأثيرات الضارة لمواد الطباعة.

احتياطات السلامة العامة أثناء أعمال التنفيذ باستخدام الطابعات

1. على المقاول تقديم مخطط عام يوضح خطة العمل مع تحديد أماكن تمركز وحركة الطابعات والآليات ومسارات كل منها أثناء خطة العمل لمنع حدوث تتداخل بين نطاق عمل الطابعات.
2. على المقاول اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمعالجة وإصلاح أي عطل قد يطرأ بالطابعات أو بنظام التشغيل مع وضع خطة بديلة تضمن استمراريه العمل واعتمادها من المهندس.
3. عدم السماح بتنفيذ أعمال الحفر بالقرب من أماكن عمل الطابعات على ألا تقل المسافة بين قطاع الحفر وموقع الطابعة عن 3 متر أو ما ينص عليه الدليل الإرشادي لتشغيل الطابعة.
4. على المقاول التأكد من عمل أرضيات صلبة مستوية من الخرسانة أو مواد جاسئة تصلح لوقوف وثبات الطابعات عليها بدون حدوث ميول أو هبوط أسفلها مع التأكد من دمك التربة أسفل الأرضيات.
5. يجب على المقاول عدم السماح للعمال والأشخاص غير المختصين بالتواجد في منطقة عمل الطابعات.
6. يمنع مرور وحركة المواد المحملة بالرافعات أعلى نطاق عمل الطابعات والعناصر والمنشآت المطبوعة.
7. على المقاول تثبيت حواجز حول أماكن عمل الطابعات ووضع اللوحات الإرشادية والتحذيرية.
8. على المقاول توفير مسارات آمنه خالية من المعوقات لضمان سلامة حركة آليات الطباعة.
9. على المقاول توفير وسائل الحماية اللازمة لمنع تساقط وتتطاير المواد من المباني قيد الإنشاء المجاورة لأماكن عمل الطابعات.
10. يجب عدم تنفيذ أي أعمال مسببة للاشتعال بالقرب من أماكن عمل الطابعات (مثل أعمال اللحام).

يجب على المقاول والمهندس الاطلاع والالتزام بالأنظمة والقوانين والتعاميم المحدثة.

الملحق ج - عملية منح الشهادات لمصانع الخلطات الخرسانية المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد

ج.1. تعريف المصطلحات والاختصارات

للاستخدام الحصري لهذا الدليل الإرشادي، تنطبق المصطلحات والعبارات والمختصرات والتعاريف التالية بالإضافة إلى تلك الواردة في المعايير/المراجع المعيارية المعمول بها والأحكام العامة لإصدار الشهادات وفقًا لبرنامج تقييم المصانع DM-DCLD-RD- DP21-2001(IC).

المصطلح	التعريف / الإيضاح
جهة منح الشهادات - بلدية دبي	قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات أحد أقسام مختبر دبي المركزي في بلدية دبي المعروف ب (CQPS) والمسؤول عن خدمات منح الشهادات للمنتجات.
المنتج	المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد: مادة إسمنتية خاصة تتكون من الأسمنت والألياف والمواد الأسمنتية التكميلية (إن وجدت)، والركام الناعم و/أو الخشن، والمضافات (إن وجدت).
الإنتاج	عملية إنتاج/تصنيع المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد.
مقدم الطلب/العميل	الشركة المصنعة (المصنع) المنتجة للخلطة الخرسانية معدة للطباعة ثلاثية الأبعاد.
نظام مراقبة إنتاج المصنع - FPC (خطة ضمان جودة المنتج)	نظام موثق ومتفق عليه من قبل كل من مقدم الطلب/العميل وقسم منح الشهادات في مختبر دبي المركزي - بلدية دبي، لضمان الامتثال المستمر للمنتج/العملية/الخدمة المعتمدة مع متطلبات الشهادة.
نظام إدارة الجودة - QMS	نظام إدارة الجودة الموثق، المتوافق مع متطلبات المواصفة ISO 9001، والذي يتم تنفيذه ومتابعته من قبل المتعامل.
المدقق المعتمد	المدقق المعتمد من قبل قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات في مختبر دبي المركزي - بلدية دبي سواء كان داخلي أو خارجي وفق عقد مبرم.
المراحل الحرجة	مجموعة من إعدادات النظام والمراحل التشغيلية الحرجة المستخدمة أثناء عملية تصميم وتصنيع الخلطة الخرسانية ثلاثية الأبعاد.
شهادة مختبر دبي المركزي	هي شهادة وعلامة مطابقة المصنع والتي يتم منحها من قبل إدارة مختبر دبي المركزي لمقدم الطلب بعد استيفائه واستكمال مطابقته بنجاح لمتطلبات منح الشهادات.

ج.2. نطاق التطبيق

تتضمن عملية تصنيع المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد، على سبيل المثال لا الحصر، عملية تصنيع المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد بالإضافة إلى تصميم المزيج ومراقبة الجودة بدءاً من المواد الخام الواردة إلى المزيج الخرساني النهائي المصمم للطباعة ثلاثية الأبعاد.

يتم منح شهادة وعلامة المطابقة الخاصة بمختبر دبي المركزي للمصنع الوراد ضمن نطاق هذا الدليل الإرشادي الى مقدم الطلب، وستغطي عملية تصنيع المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد بما في ذلك نوع المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد الذي تم تقييمه بنجاح وفقًا للمتطلبات أدناه

هذا الملحق بحد ذاته لا يعتبر سماح باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مواقع البناء. وإنما يوفر معايير تقييم المطابقة العامة اللازمة لتقييم وإصدار شهادة وعلامة المطابقة المصنع من قبل إدارة مختبر دبي المركزي لمقدم الطلب.

ج.3. متطلبات منح الشهادات

1. تقديم الطلب

1.1. يجب على أي مقدم طلب/ متعامل على النحو المحدد في هذا الدليل التقدم بالطلب إلى قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات في إدارة مختبر دبي المركزي التابع لبلدية دبي من أجل الحصول على شهادة وعلامة المطابقة وفقًا للنطاق المذكور أعلاه.

1.2. يجب على مقدم الطلب/المتعامل تقديم طلبه عبر البوابة الإلكترونية أو الموقع الإلكتروني الخاص ببلدية دبي وفقًا لتعليمات جهة إصدار الشهادات في مختبر دبي المركزي – بلدية دبي، والموافقة على جميع الشروط والأحكام الموضحة ضمن الطلب.

1.3. يمكن لمقدم الطلب تقديم أكثر من خلطة مزيج خرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد في الطلب واحد للتقييم والموافقة.

2. المتطلبات الفنية والإدارية لاعتماد مواد وخلطات الخرسانة الثلاثية الأبعاد

2.1. نظام إدارة الجودة

يجب أن يكون مقدم الطلب/ المتعامل يمتلك نظام إدارة جودة موافق لمتطلبات المواصفة القياسية العالمية ISO9001.

ملاحظة: لا يشترط على المصانع الحصول على شهادة ISO9001 لكن يجب أن يكون المصنع مطبق للمبادئ الأساسية لهذه المواصفة.

2.2. الأدوات والمصادر اللازمة

يجب على المتعامل (المصنع) أن يمتلك أو يضمن التالي:

2.2.1. التحكم الكامل والمراقبة للمرافق والموارد اللازمة لتصميم وإنتاج الخلطة الخرسانية اللازمة للطباعة ثلاثية الأبعاد.

2.3. الإنتاج والسيطرة النوعية

يجب على مقدم الطلب/المتعامل تشغيل و/أو اتباع نظام FPC (نظام مراقبة إنتاج المصنع) المحدد لضمان استمرار مطابقة المنتج مع متطلبات منح الشهادة. ويجب أن تشمل على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

2.3.1. إجراءات تأهيل وتدريب جميع الموظفين المشاركين في التصنيع وعملية خلط الخرسانة للطباعة ثلاثية الأبعاد والغرض من استخدامه.

2.3.2. إجراءات اختيار وتقييم جميع المواد الخام المستخدمة في تصنيع الخلطة الخرسانية ثلاثية الأبعاد.

2.3.3. أينما ينطبق، إجراء الصيانة والتحكم ومعايرة أجهزة المراقبة.

2.3.4. أينما ينطبق، إجراءات تصميم خلطات الخرسانة ثلاثية الأبعاد حسب المتطلبات الفنية ومواصفات المشروع المراد تنفيذه.

2.4. يجب الاحتفاظ بجميع السجلات المتعلقة بالمتطلبات الفنية والإدارية

3. التدقيق الأولي

3.1. التدقيق على نظام إدارة الجودة

3.1.1. يجب أن يتم إجراء التدقيق الأولي من قبل مدقق (مدققين) معتمدين حسب الأصول بما يتماشى مع إرشادات المواصفة- ISO 19011 الخاصة بأنظمة إدارة التدقيق، والتي ستغطي بنود التدقيق المعمول بها في نظام إدارة الجودة للتحقق من مطابقتها لمتطلبات ISO 9001 بالإضافة إلى التحقق من تنفيذ متطلبات الجهة المانحة لشهادة بلدية دبي.

3.1.2. حيثما يعتبر ذلك ضروريا؛ يمكن أيضًا إجراء التدقيق عن بعد وفقًا لـ DM- DCLD-RD-DP21-2098 (IC) المبادئ التوجيهية للتدقيق عن بعد، أو وفقًا للإرشادات المعتمدة ذات الصلة والتي يتبعها جهات التقييم ومنح الشهادات المعتمدة التي تم تعهيد عملية التدقيق لها.

ملاحظة: يمكن اعتبار الشهادة المستقلة لـ ISO 9001 الصادرة عن جهة منح شهادات لأنظمة إدارة الجودة المعترف بها من قبل جهة منح الشهادات في بلدية دبي مستوفية لهذا المتطلب. ومع ذلك، فإن لدى قسم منح الشهادات في مختبر دبي المركزي – بلدية دبي الخيار في إجراء تدقيق التحقق للتأكد من مطابقة المصنع لمتطلبات وأحكام منح الشهادات، وبشكل رئيسي عملية مراحل الإنتاج ومراقبة مراحل تكوين المنتج وضبط الجودة واختبار المنتج النهائي وتقييمه.

3.2. تدقيق مراحل الإنتاج والرقابة على الجودة

3.2.1. يجب على المدقق المعتمد إجراء التقييم اللازم على مقدم الطلب/المتعامل لنظام الرقابة على إنتاج المصنع (FPC)؛ للتأكد من أن المزيج الخرساني للطباعة ثلاثية الأبعاد يتوافق مع خصائص الأداء المفصح عنها. يجب أن يستوفي نظام FPC البنود الواردة أدناه (البنود 3.2.2 و3.2.3) بالإضافة إلى تلك الواردة في البند [2.3] أعلاه.

3.2.2. يجب أن يحتوي على إجراءات وعمليات تفتيش واختبارات للتحكم في جميع جوانب التصميم والتصنيع بدءًا من فحص المواد الخام وحتى تسليم المنتج النهائي وقبوله من قبل المتعامل.

3.2.3. يجب أن يغطي خطة الرقابة على الإنتاج التالي:

أ. الموارد البشرية

يجب أن يكون مقدم الطلب/المتعامل قادراً على إثبات أن الموظفين المعينين لتنفيذ المهام التي ستؤثر على جودة ومطابقة المنتج النهائي يتمتعون بالكفاءات والمسؤوليات والسلطات المناسبة.

- يجب توثيق المهام والمسؤوليات
- يتم الاحتفاظ بسجلات التدريب والتقييم بما في ذلك تأهيل المشغلين وجميع الموظفين الآخرين المشاركين في عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد للخلطة الخرسانية.
- يتم تحديد الاحتياجات التدريبية وإعداد خطط التدريب وتنفيذها.

ب. المعدات

يجب أن يكون المتعامل قادراً على إثبات أن المعدات التي تؤثر على تصنيع الخلطة الخرسانية للطباعة ثلاثية الأبعاد قد تم التحقق منها/أو معايرتها وفحصها وصيانتها بشكل صحيح. يجب توثيق إجراءات الصيانة والمعايرة والتفتيش. يجب الاحتفاظ بجميع السجلات ذات الصلة لفترة محددة في إجراء FPC الخاصة بمقدم الطلب/المتعامل.

ت. عملية تصميم الخلطة الخرسانية الثلاثية الأبعاد

يجب أن يضمن نظام FPC الامتثال لموجز التصميم من خلال تحديد إجراءات التحقق من الحسابات وتلك المتعلقة بالأفراد المسؤولين عن التصميم. يجب أن تكون السجلات مفصلة ودقيقة بما فيه الكفاية لإثبات أن تصميم المنتج قد تم تنفيذه بشكل مقبول ومرض.

يجب الاحتفاظ بجميع سجلات التصميم لفترة محددة في إجراء FPC لمقدم الطلب/المتعامل.

ث. المواد الأولية والمنتج النهائي للخلطة الخرسانية ثلاثية الأبعاد

يجب أن يكون لدى مقدم الطلب/المتعامل نظام للتحقق والتأكد من أن المواد الأساسية / الخام، بالإضافة إلى مزيج الخرسانة الناتج عن الطباعة ثلاثية الأبعاد، تتوافق مع المواصفات وفقًا للحدود المقبولة والتفاوتات المحددة في مجموعة المواصفات الداخلية وFPC. يجب أن تشمل مواصفات المواد الأولية، على سبيل المثال لا الحصر، جميع إجراءات FPC التالية:

- إجراءات الشراء والبيع المحددة والموثقة والمنفذة.
- إجراءات فحص المواد الخام الواردة ومراقبة الجودة لكل من المواد الخام والمنتج النهائي.
- الحفاظ على نظام تعريف المنتج وإمكانية تتبعه.
- يتم اتباع جميع الإجراءات والاحتفاظ بالسجلات ذات الصلة.

ج. عملية التصنيع

يجب على المتعامل الاحتفاظ بإجراءات موثقة مفصلة لعملية تصنيع المنتج بما يتوافق مع الأحكام ذات الصلة في هذا الدليل الإرشادي.

ح. المنتجات غير المطابقة

يجب أن يكون لدى مقدم الطلب/المتعامل إجراءات مكتوبة تحدد كيفية التعامل مع المنتج/العملية غير المطابقة. يجب تسجيل مثل هذه الحالات فور حدوثها ويجب الاحتفاظ بهذه السجلات للفترة المحددة في إجراءات المصنع المكتوبة.

4. تقييم المواد الأولية والمنتج النهائي

4.1. يجب تحديد جميع اختبارات مراقبة الجودة في

4.2. يجب إجراء الاختبارات التالية أثناء التقييم والتدقيق الأولي على الخلطات الخرسانية ثلاثية الأبعاد:

- **أ.** فحص الكثافة الجافة
- **ب.** فحص قابلية الالتصاق
- **ت.** فحص الامتصاص
- **ث.** فحص قابلية التشغيل
- **ج.** فحص مقاومة الخضوع
- **ح.** فحص مقاومة الانضغاط
- **خ.** فحص القساوة
- **د.** فحص قابلية امتصاص الماء
- **ذ.** فحص اختبار هجرة الكلوريد
- **ر.** اختبار نسبة الكلورايد
- **ز.** اختبار نسبة الأملاح الكبريتية

4.3. يجب على الشركة المصنعة للخلطة الخرسانية المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد إجراء خلطات تجريبية أثناء التدقيق الأولي وإجراء الاختبارات المطلوبة وفقًا للمعايير المفصح عنها لضمان مطابقة المنتج.

4.4. يجب أن يشتمل تصنيع الخلطة الخرسانية ذات الطباعة ثلاثية الأبعاد على قائمة كاملة لاختبارات مراقبة الجودة التي سيتم إجراؤها على المواد الخام المختلفة، مع اتباع مجموعة مقبولة من حدود التحكم والتفاوتات وطرق الاختبار.

4.5. يتحمل مقدم الطلب/المتعامل المسؤولية الكاملة عن ضمان اتساق ومطابقة الخلطة الخرسانية المطبوعة ثلاثية الأبعاد وفقاً لهذا الدليل الإرشادي وأي قواعد وأحكام أخرى ذات صلة تحددها بلدية دبي.

4.6. ربما يكون هناك داعي للتحقق من تصميم الخلطة الخرسانية للطباعة ثلاثية الأبعاد من قبل جهة منح الشهادات في بلدية دبي في أي من مختبراتها المستقلة المعتمدة.

ج.4. متطلبات منح الشهادة من إدارة مختبر دبي المركزي

1. منح الشهادة من إدارة مختبر دبي المركزي

1.1. يجب أن يتم منح مقدم الطلب/المتعامل شهادة المطابقة المصنع والتصريح له باستخدام علامة المطابقة DCLD؛ بمجرد أن تظهر نتائج التدقيق الأولي (البند [3] - القسم 1) وتقييم المنتج (البند [4] القسم 1) ومطابقته مع المتطلبات المحددة في الأحكام العامة وهذا الدليل الإرشادي.

2. إصدار شهادة المطابقة للمصنع وعلامة المطابقة

2.1. في حال إذا تم استيفاء الشروط المذكورة في البند [1.1] أعلاه، وتم دفع الرسوم المستحقة، فسيتم إصدار شهادة المطابقة لمقدم الطلب/المتعامل مع نطاق الشهادة الذي يغطي نطاق العمليات التي تم تقييمها ووجدت أنها مطابقة مع هذا الدليل الإرشادي وأية أحكام إضافية تحددها بلدية دبي.

2.2. ويتم التصريح لمقدم الطلب/المتعامل أيضاً باستخدام علامة المطابقة بناءً، حيثما ينطبق ذلك؛ وفقًا للشروط والأحكام الخاصة باستخدام العلامة (راجع البند [1.4 أدناه]).

2.3. تكون شهادة المطابقة للمصنع والترخيص باستخدام العلامة صالحة لمدة [1] سنة واحدة ويجوز تجديدها بشرط استمرار المطابقة مع متطلبات منح الشهادة واستمرار الحصول على النتائج المرضية في تدقيق المتابعة الدوري.

3. مسؤوليات مقدم الطلب/المتعامل الحاصل على شهادة المطابقة

3.1. يجب على مقدم الطلب/المتعامل التأكد من أن منتجه الذي تم منحه شهادة المطابقة يتوافق في جميع الأوقات مع متطلبات الأحكام العامة وهذا الدليل الإرشادي ويجب أن يحافظ على صيانة نظام مراقبة الإنتاج المعتمد للمصنع، بالشكل المرضي المطابق لمتطلبات إجراءات جهة منح الشهادات في بلدية دبي.

3.2. يجب على مقدم الطلب/المتعامل منح المدققين المعتمدين من بلدية دبي كافة الصلاحيات والتصاريح اللازمة وخلال ساعات العمل، دون إشعار مسبق، إلى الدخول الى مباني المصنع أو أي مواقع أخرى ذات الصلة بالمنتجات الحاصلة على شهادة مطابقة، لغرض تقييم المواد الأولية وعمليات الإنتاج والمنتج النهائي ومرافق ضمان الجودة والسجلات وغيرها، وفقًا لمتطلبات هذا الدليل وأي متطلبات أخرى ذات العلاقة التي تحددها بلدية دبي.

3.3. يجب على مقدم الطلب/المتعامل إبلاغ قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات في مختبر دبي المركزي كتابيًا بأية تغييرات في الإدارة أو نقل موقع المصنع أو تعديل في المنتج أو عملية التصنيع أو نظام إدارة جودة المصنع.

3.4. عند نقل موقع المصنع، تعتبر شهادة الصادرة عن المختبر صالحة فقط بعد اكتمال عملية التدقيق في الموقع الجديد بشكل مقبول ومرضي.

3.5. أي مخالفة منصوص عليها في الشروط والأحكام الخاصة باستخدام علامة مطابقة المختبر يجب أن تشكل أسبابًا كافية لتعليق وسحب وإنهاء شهادة المختبر وفقًا للأحكام الواردة في الإجراءات DM-DCLD-RD-DP21-2070 (IC) الخاصة بتعليق وسحب وإنهاء شهادة المختبر.

3.6. يجب تسوية أي نزاع قد ينشأ فيما يتعلق بشروط وأحكام متطلبات نظام منح الشهادات وفقًا لـ DM-DCLD-RD-IC-0026 – الأدلة الخاصة بإدارة المنازعات والتظلمات والشكاوى.

3.7. يجب على مقدم الطلب/المتعامل دفع جميع الرسوم المستحقة المتعلقة بعملية منح الشهادات.

4. استخدام علامة المطابقة الخاصة بمختبر دبي المركزي

4.1. يجب أن يكون تصميم علامة المطابقة واستخدامها متوافقًا مع شروط وأحكام DM-DCLD-RD-DP21-2069 (IC)استخدام علامة المطابقة الخاصة بمختبر دبي المركزي.

4.2. يجب على مقدم الطلب/المتعامل تقديم عينات من الملصق/العلامة التي تظهر علامة مطابقة مختبر دبي المركزي، للموافقة عليها من قبل قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات ويجب أن تتضمن العينة رسومات و/أو رسوم بيانية توضح موقع العلامة وحجمها.

4.3. الترخيص باستخدام علامة مطابقة مختبر دبي المركزي غير قابل للتحويل أو النقل.

ج.5. التدقيق الدوري

1. يقوم قسم منح الشهادات وضبط جودة المنتجات من خلال المدققين المعتمدين لديها بإجراء تدقيق متابعة دورية لضمان استدامة استمرارية المطابقة مع متطلبات نظام منح الشهادات وفقًا لـ DM-DCLD-RD-DP21-2096(IC)الخاص بتدقيق المتابعة عل المتعاملين الحاصلين على شهادة مطابقة طبقاً لنظام تقييم المصانع.

2. أينما ينطق، يجب أن يتضمن تدقيق المتابعة اختبار المنتج وفقًا لخطة الاختبارات المستقلة التي تم الاتفاق عليها بين جهة منح الشهادات في بلدية دبي ومقدم الطلب/ المتعامل.

8. المراجع العالمية والمواصفات القياسية

1. ISO 9001 المواصفة الخاصة بمتطلبات إدارة الجودة.
2. ISO 19011 المواصفة والدليل الإرشادي الخاص بإدارة عملية التدقيق
3. DMS-026 المواصفات الفنية الخاصة بنظام التقييم مصانع الخرسانة الجاهزة في بلدية دبي
4. ISO/ASTM 52900تصنيع المضافات- المبادئ العامة– المصطلحات
5. ACI 304 دليل قياس وخلط ونقل وصب الخرسانة
6. BS EN 206 الخرسانة - المواصفات والأداء والإنتاج والمطابقة
7. ICC-ES، AC 509، معايير القبول لتقنية البناء الآلي ثلاثي الأبعاد للجدران المطبوعة ثلاثية الأبعاد
8. ASTM C31 الممارسة القياسية لصنع ومعالجة عينات اختبار الخرسانة في الميدان
9. ASTM C109 طريقة الاختبار القياسية لقوة الضغط لملاط الأسمنت الهيدروليكي (باستخدام عينات مكعبة مقاس 2 بوصة أو [50 مم])
10. ASTM C157 طريقة الاختبار القياسية لتغيير طول ملاط الأسمنت والخرسانة المتصلبة
11. ASTM E518 طرق الاختبار القياسية لقوة رابطة الانحناء للبناء

ملاحظة: من الممكن التطرق إلى مراجع ومعايير عالمية موازية أخرى شرط أن تخضع لمراجعة وموافقة الإدارات المختصة لدى بلدية دبي.