المملكة العربية السعودية

رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

وزارة التعليم
Ministry of Education

دليل المعلم

التصميم الهندسي

Engineering Design

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

binarylogic

السنة الثالثة
التعليم الثانوي - نظام المسارات

طبعة 2024-1446

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

التصميم الهندسي

نظام المسارات

السنة الثالثة

دليل المعلم

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446
يُوزع مجاناً ولا يُباع

طبعة 1446-2024

ⓒ وزارة التعليم، ١٤٤٥ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
دليل المعلم لكتاب التصميم الهندسي - التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الثالثة. / وزارة التعليم .- الرياض، ١٤٤٥ هـ
١٤٢ ص؛ ٢١ x ٢٧.٥ سم
ردمك: ٢ - ٥٥٨ - ٥١١ - ٦٠٣ - ٩٧٨
١ - الهندسة - تعليم - السعودية ٢ - التعليم الثانوي - السعودية - كتب دراسية أ.العنوان
ديوي ٦٢٠,٠٠٧ ١١٤٠ / ١٤٤٥

رقم الإيداع: ١١٤٠ / ١٤٤٥
ردمك: ٢ - ٥٥٨ - ٥١١ - ٦٠٣ - ٩٧٨

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الناشر: شركة تطوير للخدمات التعليمية

تم النشر بموجب اتفاقية خاصة بين شركة Binary Logic SA وشركة تطوير للخدمات التعليمية (عقد رقم 0010/2021) للاستخدام في المملكة العربية السعودية

حقوق النشر © Binary Logic SA 2024

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز نسخ أي جزء من هذا المنشور أو تخزينه في أنظمة استرجاع البيانات أو نقله بأي شكل أو بأي وسيلة إلكترونية أو ميكانيكية أو بالنسخ الضوئي أو التسجيل أو غير ذلك دون إذن كتابي من الناشرين.

يُرجى ملاحظة ما يلي: يحتوي هذا الكتاب على روابط إلى مواقع إلكترونية لا تُدار من قبل شركة Binary Logic. ورغم أنَّ شركة Binary Logic تبذل قصارى جهدها لضمان دقة هذه الروابط وحداثتها وملاءمتها، إلا أنها لا تتحمل المسؤولية عن محتوى أي مواقع إلكترونية خارجية.

إشعار بالعلامات التجارية: أسماء المنتجات أو الشركات المذكورة هنا قد تكون علامات تجارية أو علامات تجارية مُسجَّلة وتُستخدم فقط بغرض التعريف والتوضيح وليس هناك أي نية لانتهاك الحقوق. تنفي شركة Binary Logic وجود أي ارتباط أو رعاية أو تأييد من جانب مالكي العلامات التجارية المعنيين. تُعد Excel علامة تجارية مُسجَّلة لشركة Microsoft Corporation. تُعد Tinkercad علامة تجارية مُسجَّلة لشركة Autodesk Inc. تُعد "Python" وشعارات Python علامات تجارية مسجلة لشركة Python Software Foundation. تُعد Jupyter علامة تجارية مُسجَّلة لشركة Project Jupyter. تُعد PyCharm علامة تجارية مُسجَّلة لشركة JetBrains s.r.o. تُعد Multisim Live علامة تجارية مُسجَّلة لشركة National Instruments Corporation. تُعد CupCarbon علامة تجارية مُسجَّلة لشركة CupCarbon. تُعد Arduino علامة تجارية مُسجَّلة لشركة Arduino SA. تُعد Micro:bit علامة تجارية مُسجَّلة لشركة Micro:bit Educational Foundation. تُعد Ultimaker Cura علامة تجارية لشركة PIT Ultimaker Holding B.V. تُعد FreeCAD علامة تجارية مُسجَّلة لشركة FreeCAD Project Association.

ولا ترعى الشركات أو المنظمات المذكورة أعلاه هذا الكتاب أو تصرح به أو تصادق عليه.

حاول الناشر جاهدًا تتبع ملاك الحقوق الفكرية كافة، وإذا كان قد سقط اسم أيٍّ منهم سهوًا فسيكون من دواعي سرور الناشر اتخاذ التدابير اللازمة في أقرب فرصة.

binarylogic

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الفهرس

نظرة عامة على محتوى كتاب التصميم الهندسي للصف الثالث الثانوي 8

مقدمة 8

الاستراتيجيات التعليمية 9

التعليم المباشر (المحاضرة) 9

التعلُّم القائم على حل المشكلات 10

استراتيجية المناقشة والحوار 10

الاستقصاء أو الاستكشاف 11

التعلُّم القائم على المشروع 11

التعلُّم التعاوني 12

استراتيجيات التقويم 13

التقويم التشخيصي 13

التقويم التكويني 14

التقويم الختامي (النهائي) 15

معايير تقييم مشروع وفق سلالم التقدير 16

الوحدة الأولى
مبادئ التصميم الهندسي 18

وصف الوحدة 18

أهداف التعلُّم 18

المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة 19

الوحدة الأولى / الدرس الأول 21

مقدمة في التصميم الهندسي 21

وصف الدرس 21

أهداف التعلُّم 21

نقاط مهمَّة 21

التمهيد 22

خطوات تنفيذ الدرس 22

حل التمرينات 26

الوحدة الأولى / الدرس الثاني 30

القياسات والمواد 30

وصف الدرس 30

أهداف التعلُّم 30

نقاط مهمَّة 30

التمهيد 31

خطوات تنفيذ الدرس 31

حل التمرينات 35

الوحدة الأولى / الدرس الثالث 39

دورة حياة المُنتَج 39

وصف الدرس 39

وزارة التعليم
Ministry of Education
1446 - 2024

أهداف التعلُّم 39
نقاط مهمَّة 40
التمهيد 40
خطوات تنفيذ الدرس 41
حل التمرينات 45
الوحدة الأولى / الدرس الرابع 50
تخطيط المشروع 50
وصف الدرس 50
أهداف التعلُّم 50
نقاط مهمَّة 51
التمهيد 51
خطوات تنفيذ الدرس 52
حل التمرينات 55
الوحدة الأولى / الدرس الخامس 59
برمجيات إدارة المشاريع 59
وصف الدرس 59
أهداف التعلُّم 59
نقاط مهمَّة 59
التمهيد 60
خطوات تنفيذ الدرس 61
حل التمرينات 64
المشروع 66

الوحدة الثانية
التصميم والنمذجة الأوَّلية 70
وصف الوحدة 70
أهداف التعلُّم 70
المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة 71
الوحدة الثانية / الدرس الأول 73
التصميم والنماذج الأوَّلية 73
وصف الدرس 73
أهداف التعلُّم 73
نقاط مهمَّة 73
التمهيد 74
خطوات تنفيذ الدرس 74
حل التمرينات 78
الوحدة الثانية / الدرس الثاني 82
التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد 82
وصف الدرس 82
أهداف التعلُّم 82
نقاط مهمَّة 83
التمهيد 83
خطوات تنفيذ الدرس 84
حل التمرينات 90
الوحدة الثانية / الدرس الثالث 94

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

تصميم التروس ثلاثية الأبعاد 94
وصف الدرس 94
أهداف التعلُّم 94
نقاط مهمَّة 94
التمهيد 95
خطوات تنفيذ الدرس 96
حل التمرينات 100
المشروع **104**

الوحدة الثالثة
تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد **108**

وصف الوحدة 108
أهداف التعلُّم 108
المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة 109
الوحدة الثالثة / الدرس الأول **110**
مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد 110
وصف الدرس 110
أهداف التعلُّم 110
نقاط مهمَّة 110
التمهيد 111
خطوات تنفيذ الدرس 111
حل التمرينات 116
الوحدة الثالثة / الدرس الثاني **121**
تصميم وإنشاء مُنتَج ثلاثي الأبعاد 121
وصف الدرس 121
أهداف التعلُّم 121
نقاط مهمَّة 121
التمهيد 122
خطوات تنفيذ الدرس 122
حل التمرينات 127
الوحدة الثالثة / الدرس الثالث **131**
الاختبار والتنقيح 131
وصف الدرس 131
أهداف التعلُّم 131
نقاط مهمَّة 131
التمهيد 132
خطوات تنفيذ الدرس 132
حل التمرينات 135
المشروع **139**

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

نظرة عامة على محتوى كتاب التصميم الهندسي للصف الثالث الثانوي

مقدمة

تُعدُّ الهندسة من العلوم القديمة، حيث سخرها الإنسان لإيجاد حلول للمشكلات البسيطة والمعقدة التي تواجهه، ومرّ علم الهندسة بتطورات عديدة، وصولًا للعصر الحالي المتسم بالابتكار والاختراعات الهندسية التي ساهمت في تحقيق رفاهية الإنسان، وقدمت المملكة العربية السعودية نماذج عالمية ابتكارية في الهندسة، من آخرها مدينة ذا لاين في مشروع نيوم. ويُعدُّ التصميم الهندسي أحد طرائق تحديد وحل المشكلات الهندسية، وفيه توظيف لمجموعة من المجالات كالرياضيات، والعلوم، والتقنية مما يثري معارف وخبرات الطلبة في هذه المجالات، وينمي مهاراتهم الإبداعية في حل المشكلات، ومهاراتهم الشخصية والاجتماعية، والابتكارية المواكبة لمهارات القرن الحادي والعشرين.

ومن هنا جاءت الحاجة لتدريس مادة التصميم الهندسي كمادة رئيسة في مسار علوم الحاسب والهندسة للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية، حيث تهدف إلى توضيح مفاهيم التصميم الهندسي والتقنيات المرتبطة به، وذلك مع التركيز بشكلٍ خاص على مهارات التصميم والطباعة ثلاثية الأبعاد، كما تهدف المادة إلى تعريف الطلبة بأهمية التصميم الهندسي في مختلف الصناعات مثل: تصميم المُنتَجات والهندسة، كما تغطي أساسيات التصميم الهندسي بما في ذلك التفكير والنماذج الأوَّلية، والنمذجة ثلاثية الأبعاد، والطباعة ثلاثية الأبعاد. وتتضمَّن المادة تمرينات ومشاريع عملية لتعزيز فهم الطلبة للمفاهيم التي يتم تناولها من خلال تطوير نموذج أوَّلي فعلي باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد، ويؤكد الكتاب على أهمية التصميم الذي يركِّز على المُستخدِم والنماذج الأوَّلية الفعلية، واستخدام الأدوات الرقمية في عملية التصميم الهندسي.

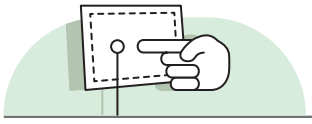
ولمواكبة التطورات العالمية في تدريس هذا المجال فإن دليل مادة التصميم الهندسي يوفِّر للمعلّم مجموعة متكاملة من المواد التعليمية المتنوعة التي تراعي الفروق الفردية بين الطلبة، بالإضافة إلى البرمجيات والمواقع التعليمية التي توفِّر للطلبة فرصة توظيف التقنيات الحديثة والتواصل المبني على الممارسة.

والله ولي التوفيق

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الاستراتيجيات التعليمية

هناك العديد من الاستراتيجيات التعليمية التي يمكن استخدامها أثناء الدرس، وقد صُمّم كتاب الطالب بهذه الطريقة لمساعدتك في تطبيق بعض هذه الاستراتيجيات في الأجزاء النظرية والعملية من الدرس. يمكنك أن ترى في القسم التالي بعض أمثلة الاستراتيجيات التعليمية التي تستطيع استخدامها.



التعليم المباشر (المحاضرة)

يُعدُّ التعليم المباشر في هذه المرحلة العمرية الأكثر فاعلية وكفاءة عند تدريس فكرة أو مفهوم.

أمثلة

> يمكن استخدام استراتيجية التعليم المباشر لتوضيح الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي.

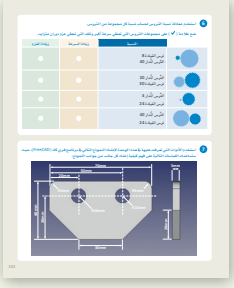
التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 11

التعلُّم القائم على حل المشكلات

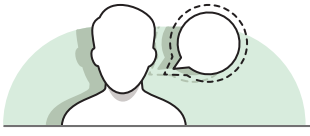
تعتمد استراتيجية حل المشكلات على تقديم عدة حلول مختلفة لمشكلة واحدة، والهدف ليس الحصول على إجابة واحدة صحيحة كما هو الحال مع الاستكشاف الموجه، وإنما الحصول على أكبر عدد ممكن من الحلول المختلفة للتحدي المطروح أمام الطلبة.

أمثلة

> يمكن استخدام استراتيجية التعلُّم القائم على حل المشكلات أثناء إنشاء النماذج الأوَّلية في برنامج فري كاد (FreeCAD).



التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 155



استراتيجية المناقشة والحوار

تتيح استراتيجية التدريس المبنيَّة على إدارة المناقشات فرصةً لتحفيز التفكير الناقد، وتُعدُّ الأسئلة المتكررة (سواء من المعلّم أو من الطلبة) وسيلةً لقياس التعلُّم والاستكشاف العميق للمفاهيم الأساسية الخاصة بالمنهج.

أمثلة

> يمكن استخدام استراتيجية المناقشة والحوار أثناء تعليم الطلبة تخطيط نطاق المشروع.

التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 50

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الاستقصاء أو الاستكشاف

تتيح هذه الاستراتيجية للطلبة بناء المعرفة بمفردهم من خلال المرور بعمليات مختلفة أو تجارب أو إجراء التحقق والاستبعاد.

أمثلة

> يمكن استخدام استراتيجية الاستكشاف في تمرينات متنوعة تتطلب من الطلبة إجراء بحث على الشبكة العنكبوتية وجمع المعلومات لإكمال التمرين.

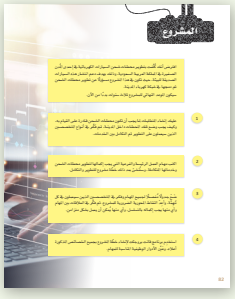
التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 154

التعلُّم القائم على المشروع

يمكن تنفيذ الأنشطة القائمة على المشروعات بصورة مُستقلة أو في إطار تعاوني، ويكون دور المعلّم هو تقديم التوجيه والإرشاد للطلبة من أجل إكمال مشروعاتهم بنجاح، واكتساب فهم عميق للمفاهيم الأساسية.

أمثلة

> في نهاية كل وحدة يمكن للطلبة تطبيق جميع المهارات التي تعلموها من خلال إكمال المشروع باستخدام استراتيجية التعلُّم القائم على المشروع، على سبيل المثال: إنشاء خطة مشروع في برنامج قانت بروجكت لتطوير محطات الشحن الكهربائية.



التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 82

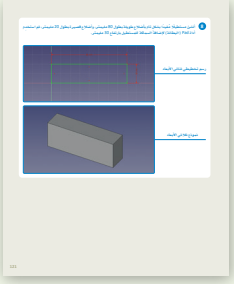
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

التعلُّم التعاوني

يُعدُّ التعلُّم التعاوني استراتيجية تعليمية فعالة تُنفذ من خلال فرق عمل صغيرة، يتكون كل منها من طلبة من مستويات متفاوته في القدرات، ويتمُّ من خلال العملية التربوية تقديم مجموعة متنوعة من الأنشطة التعليمية لتحسين استيعابهم لمفهوم ما وممارسة مهاراتهم.

أمثلة

> يمكن للطلبة التعاون في مجموعات لإكمال المشروعات والتمرينات، على سبيل المثال: يمكنهم التعاون عند إنشاء النماذج والأشكال في برنامج فري كاد (FreeCAD).



التصميم الهندسي | كتاب الطالب | صفحة 121

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

استراتيجيات التقويم

التقويم التشخيصي

يتم تطبيق التقويم التشخيصي قبل البدء في الدرس، وعادة ما يأخذ شكل الاختبارات التمهيدية التي تعمل كمؤشر لقياس المعلومات التي يعرفها الطلبة عن موضوع ما.

تُعدُّ هذه الاختبارات التمهيدية مفيدة للمعلّم (وكذلك الطلبة) لأنها تخبره بمدى معرفتهم بموضوع الدرس، مما يساعده على التخطيط بطريقة أفضل للدرس وتحديد أهداف التعلُّم ومعرفة النقاط التي تحتاج إلى شرح أكثر والعكس.

من الفوائد الأخرى للتقويم التشخيصي إعطاء الطلبة فكرة عما سيتعلموه في نهاية الدرس أو الوحدة وعند دمجه مع التقويم الختامي، يتضح مقدار المعارف والمهارات التي اكتسبوها. ويوفر بيانات مهمة حول تقدم الطلبة على مدار العام.

فيما يلي نلخّص بعض النقاط المهمة حول التقويم التشخيصي وهي:

- تطبيقه قبل بداية الوحدة أو الدرس.
- يهدف إلى تحديد المعرفة الحالية للطلبة.
- تحديد النقاط التي يحتاج فيها الطلبة إلى فهم أكثر.
- تحديد احتياجات الطلبة.
- معرفة الفروق الفردية بين الطلبة.
- بناء مهارة التقدير لدى الطلبة ومساعدتهم على إدراك مدى تقدمهم.
- لا يمثل ضغط على الطلبة (حيث لا يعتد به في الدرجة النهائية).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

التقويم التكويني

التقويم التكويني هو تقويم لأجل التعلُّم وليس من أجل الدَّرجات أو لإصدار الشهادات (مثل التقويم الختامي). يساعد التقويم التكويني كلًّا من الطالب والمعلّم على فهم نقاط الضعف المحتملة ورفع المستوى العلمي.

الغرض من التقويم التكويني هو تزويد الطلبة بالتغذية الراجعة البناءة حول عملهم؛ لتعزيز عملية التعلُّم. وتساعد الملحوظات السريعة أثناء تعلُّم الطلبة للمواد التعليمية على توضيح الأفكار وتصحيح المفاهيم الخطأ في مرحلة مبكرة، ومن المهم تقديم التغذية الراجعة البناءة بشكل مكثف ومستمر وفوري أثناء تعلُّم الطلبة لتحقيق نتائج جيدة.

يُنفذ هذا النوع من التقويم أثناء الدرس بعد إكمال كل جزئية منه، ويُنصَحُ في بعض الأحيان باستخدام الأسئلة الشفوية المختارة بعناية والموجهة جيدًا لفاعليتها الكبيرة في التقويم التكويني.

بعض النقاط الأساسية التي يجيب عنها التقويم التكويني:

- هل يفهم الطالب المصطلحات والمبادئ الأساسية؟ هل هناك طريقة أفضل للتعامل مع المشكلة؟
- يمكن أن تتضمن المهام التكوينية في الدروس التمهيدية أحيانًا تمرينات أو مهام قصيرة نسبيًا، للسماح للطلبة بترسيخ المفاهيم الأساسية واكتساب الممارسة الأولية.

ضع في الاعتبار أنه يمكن استخدام التمرينات القصيرة (الاختيار من متعدد، ملء الفراغات، ونحوها) أثناء الدرس لتقويم فهم الطلبة وتقدمهم وتصحيح الأخطاء. مثل هذه التمرينات متوفرة في جميع الدروس تقريبًا في كتاب الطالب.

مثال التقويم التكويني (تقويم تطور الطلبة)

المرحلة الثانوية - نظام المسارات

(السنة الثالثة)

ص. 16

3 حلّل مراحل عملية التصميم الهندسي.

4 عدّد الأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي مع توضيح كل منها.

16

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

التقويم الختامي (النهائي)

على عكس التقويم التكويني، فإن هدف التقويم النهائي هو تحديد درجة/مدى الإتقان ومنح الدرجات. وعادةً ما يطبق هذا النوع من التقويم مرات قليلة في الفصل الدراسي (مثل الاختبارات الفصلية وبعض المشروعات) أو الاختبار النهائي.

> بعض النقاط الأساسية التي يجيب عنها التقويم النهائي:

- إلى أي مدى أتقن الطالب؟ ما مدى صحة إجابة الطالب أو حل مشكلة أو هل نفذ مشروعًا عمليًا؟ كيف ترتبط جودة هذا العمل بالتوقُّع المعياري؟
- مستوى الفهم من خلال الدرجة الكلية للطالب.

> الأمور التي يحتاج المعلّم مراعاتها في الاختبارات هي:

- الوقت المتاح لإتمام المهام العملية في الاختبار، وخاصة للطلبة الذين يحتاجون وقتًا أطول من متوسط الطلبة الآخرين.
- أن تكون معايير التقويم وما يتوقع من الطلبة تقديمه أثناء الاختبار واضحةً وموجزةً.
- توفير الأدوات البرمجية المطلوبة لكل اختبار والحلول للأعطال المحتملة غير المتوقعة أو أعطال الأجهزة.
- الإعداد السليم لمعمل الحاسب والمستندات المطلوبة للجزء العملي من الاختبار.

ضع في الحسبان ضرورة تواجد مساعد أثناء إجراء الاختبارات في معمل الحاسب. قم بإجراء الاختبار بنفسك للتأكد من عدم وجود مشكلات غير متوقعة في الأجهزة أو البرامج. قم بتحديد الوقت الذي تحتاجه لإكمال الاختبار وفق الفئة العمرية ومهارات الطلبة العملية.

تُعدُّ المشروعات من أدوات التقويم النهائي، وهي ليست تمرينات قصيرة أو أسئلة ذات إجابة محددة مسبقًا، فربما يخرج جميع الطلبة بنتائج مختلفة للمشروع ولكن كلها صحيحة. مما يعني أن تقويم المشروع يجب أن يتَّبِع استراتيجية معينة من شأنها تقويم عمل الطلبة بناءً على معايير محددة مسبقًا مثل: المعرفة والمهارات والإبداع والهدف من المشروع. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام نشاط المشروع لتقويم فهم الطلبة وتقدمهم في إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد. حيث يمكن لجميع الطلبة تقديم نتيجة نهائية للمشروع، لكن بعض النتائج قد تكون أكثر إبداعًا، وبعضها له نتائج فنية أكثر أو بُنْيَة أفضل. قد تتضمن بعض مشروعات الطلبة المزيد من المهارات التي يتم تدريسها في الوحدة، وبالتالي تمثل إتقانًا أكثر للمحتوى التعليمي. وبطبيعة الحال يمكن أن تلعب العديد من العوامل دورًا مهمًا في تقويم المشروع اعتمادًا على الفئة العمرية والموضوع الرئيس للوحدة. يأخذ المعلّم بعين الاعتبار الأهداف والغايات والنتائج المرجوة للدرس، ومدى تعقيد أو تحديات المشروع لتحديد معايير التقويم الخاصة به.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

معايير تقييم مشروع وفق سلالم التقدير

الجدول أدناه يُعدُّ مثالًا على بناء سُلّم تقدير لتقييم مشروع معين:

	غير مقبول	مقبول	جيد	ممتاز
المعرفة	لم تُطبق المعرفة المطلوبة	تم تطبيق جزء من المعرفة المطلوبة	تم تطبيق كل المعرفة المطلوبة	تم تطبيق المعرفة من مختلف المجالات / المستويات
المهارات	لم تُطبق المهارات المطلوبة	تم تطبيق جزء من المهارات المطلوبة	تم تطبيق جميع المهارات المطلوبة	تم تطبيق المهارات من مختلف المجالات / المستويات
الإبداع	لم يتم تسليم المشروع	المشروع لم يكن مميزًا	المشروع مميز	يتضمن المشروع أفكارًا إبداعية
الدقة	المشروع يحتوى على الكثير من الأخطاء	المشروع يحتوي على أخطاء متوسطة	المشروع يحتوي على أخطاء بسيطة	المشروع خالٍ من الأخطاء
تحقق الأهداف	لم يتم تحقيق جميع أهداف المشروع	لم يتم تحقيق غالبية أهداف المشروع	تم تحقيق غالبية أهداف المشروع	تم تحقيق جميع أهداف المشروع

يجب أن يكون الطلبة على دراية بمعايير التقويم وما هو متوقع منهم، وأن يتلقوا تغذية راجعة مفصلة حول تقويم مشروعاتهم؛ للتأكد من فهمهم الكامل لنقاط الضعف وكيف يمكنهم تحسينها في مشروعاتهم المستقبلية.

تلميح: **يُعدُّ سُلّم التقدير أعلاه عام، حيث أن بعض مستويات الأداء تتضمن وصفًا يحتاج إلى تفصيل وفقًا لطبيعة ومتطلبات المشروع.**

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

عدد الساعات الدراسية لكل درس

الوحدة الأولى : مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: مقدمة في التصميم الهندسي	2
الدرس الثاني: القياسات والمواد	2
الدرس الثالث: دورة حياة المُنتَج	3
الدرس الرابع: تخطيط المشروع	3
الدرس الخامس: برمجيات إدارة المشاريع	3
المشروع	3
إجمالي عدد حصص الوحدة الأولى	16
الوحدة الثانية : التصميم والنمذجة الأوَّلية	
الدرس الأول: التصميم والنماذج الأوَّلية	3
الدرس الثاني: التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد	5
الدرس الثالث: تصميم التروس ثلاثية الأبعاد	5
المشروع	3
إجمالي عدد حصص الوحدة الثانية	16
الوحدة الثالثة : تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	
الدرس الأول: مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد	3
الدرس الثاني: تصميم وإنشاء مُنتَج ثلاثي الأبعاد	5
الدرس الثالث: الاختبار والتقنيح	3
المشروع	5
إجمالي عدد حصص الوحدة الثالثة	16
إجمالي عدد حصص جميع الوحدات	**48**

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الوحدة الأولى

مبادئ التصميم الهندسي

وصف الوحدة

عزيزي المعلّم

الغرض العام من الوحدة هو أن يتعرف الطلبة على مبادئ **التصميم الهندسي** (Engineering Design) وفُرص العمل المتاحة في هذا المجال، ويتعرفوا على القياسات الأساسية وخصائص المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي، وأن يتمكنوا من تحليل دورة حياة المُنتَج والجوانب الفنية لإدارة المشروع، وإنشاء خطة مشروع لتطوير مُنتَجٍ معيّن.

أهداف التعلُّم

- توضيح المقصود بالتصميم الهندسي.
- تعداد الأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي.
- تعريف التفكير التصميمي.
- التمييز بين استراتيجيات التصميم المختلفة.
- تفسير القياسات في مشاريع التصميم الهندسي.
- توضيح كيفية اختيار المواد في المشروع.
- تصنيف الأنواع المختلفة لخصائص المواد.
- توضيح المقصود بدورة حياة المُنتَج ومراحلها.
- تحديد عمليات هندسة المُنتَج وأفضل الممارسات.
- تحليل عمليات وتقنيات إدارة دورة حياة المُنتَج.
- تفسير المقصود بهرم نُظُم الإنتاج.
- تعريف المقصود بإدارة المشاريع.
- تحديد الخصائص التقنية التي يجب على مدير المشروع مراعاتها.
- إنشاء خطة إدارة مشروع لتطوير مُنتَج تصميم هندسي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الدروس	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: مقدمة في التصميم الهندسي	2
الدرس الثاني: القياسات والمواد	2
الدرس الثالث: دورة حياة المُنتَج	3
الدرس الرابع: تخطيط المشروع	3
الدرس الخامس: برمجيات إدارة المشاريع	3
المشروع	3
إجمالي عدد حصص الوحدة الأولى	16

المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة

المصادر

كتاب التصميم الهندسي
التعليم الثانوي - نظام المسارات
السنة الثالثة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الملفات الرقمية

يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U1.L5.A.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX1.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX2.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX3.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX4.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX5.gan
- G12.ED.S2.U1_Project.gan

الأدوات والأجهزة

- قانت بروجكت (GanttProject)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

مقدمة في التصميم الهندسي

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على التصميم الهندسي، ومراحله، والأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي، بالإضافة إلى معرفة **التفكير التصميمي** (Design Thinking)، واستراتيجياته.

أهداف التعلُّم

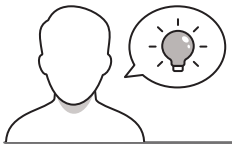
- معرفة التصميم الهندسي.
- تحديد مراحل عملية التصميم الهندسي.
- تصنيف الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي.
- معرفة التفكير التصميمي واستراتيجياته.

الدرس الأول	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: مقدمة في التصميم الهندسي	2

نقاط مهمَّة

- قد يظن بعض الطلبة أن **التصميم الخطّي** (Linear Design) أسهل وأوضح من **التصميم التكراري** (Iterative Design)، بيِّن لهم مناسبة التصميم الخطي عندما تكون المشكلة واضحة ومحددة فقط، وعند عدم وضوحها فيتم استخدام التصميم التكراري.
- قد يخفى على بعض الطلبة أن عملية التصميم غالبًا ما تكون تكرارية، اشرح لهم أهمية عودة المهندسين للمراحل السابقة من عملية التصميم عند الحاجة لإجراء التغييرات والتعديلات.
- قد يظن بعض الطلبة إمكانية إطلاق المُنتَج دون اختباره، بيِّن لهم أهمية الاختبار وتحسين التصميم بصورة متكررة لضمان نجاحه عند الإطلاق الرسمي، فعلى سبيل المثال: التحسينات التي تطرأ على تصاميم السيارات بشكلٍ مستمر حيث يتم خفض وزن السيارة وزيادة انسيابية الهواء من خلال تعديل تحسين التصميم الخارجي للسيارة لتقليل الاحتكاك واستهلاك الوقود، وفي نفس الوقت المحافظة على صلابة ومتانة هيكل السيارة ضد الصدمات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

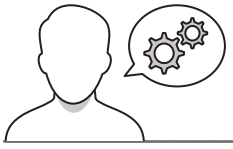


التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما المراحل التي مرَّ بها تصميم أول جهاز آيفون لشركة أبل؟
- ما الوظائف التي تعرفونها في التصميم الهندسي؟
- كيف يمكن تصميم مُنتَج يُراعَى فيه احتياجات المُستخدِمين؟



خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية، ناقِش الطلبة حول مفهوم التصميم الهندسي، وأهدافه وما يتضمنه من تعاون بين المهندسين والعلماء وأصحاب المصلحة.

> اشرح لهم أن مراحل التصميم الهندسي توضِّح الخطوات التدريجية المتتالية التي يتبعها مهندسو العمليات عند تطوير نظام أو مُكوِّن أو عملية جديدة للوصول إلى المُنتَج النهائي.

> اطلب منهم حل التمرين الثاني؛ للتحقق من فهمهم للتصميم الهندسي.

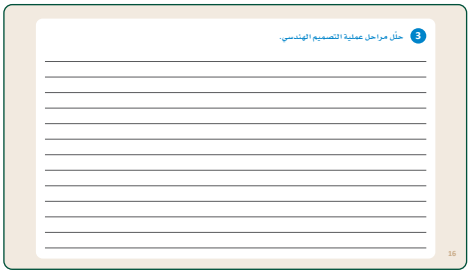
> بيِّن لهم أن عملية التصميم غالبًا ما تكون تكرارية، حيث يعود فيها المهندسون إلى المراحل السابقة لإجراء التغييرات والتعديلات حسب الحاجة.

> اشرح لهم مراحل عملية التصميم الهندسي بدءًا من تعريف المشكلة، ثم البحث والتحليل، وتكوين المفهوم.

> انتقل لاختيار المفهوم، وتطوير التصميم، ثم النمذجة الأوَّلية، وبعدها التقييم والاختبار.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل بعدها إلى تحسين التصميم، ثم التنفيذ، وبعدها العرض والصيانة.
- اطلب منهم حل التمرين الثالث؛ للتحقق من فهمهم لمراحل عملية التصميم الهندسي.



- وضِّح لهم اختلاف الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي، وذلك حسب المجال المحدَّد والمراحل المختلفة في عملية التصميم.
- بيِّن لهم الدور الوظيفي لمهندس التصميم، وهو المسؤول عن إنشاء تصاميم ومُنتَجات وأنظمة جديدة.
- وضِّح لهم دور مهندس النُظُم، وهو المسؤول عن **التصميم الشامل** (Inclusive Design) للأنظمة المعقدة وتكاملها.
- اشرح لهم مهام المهندس الباحث الذي يجري الأبحاث بهدف تطوير وتحسين المُنتَجات والأنظمة الحالية، أو الجديدة.
- انتقل بعد ذلك لمهندس التصنيع ووضِّح أدواره التي ترتكز على تصميم عمليات التصنيع الجديدة، والأجهزة، والأدوات، وتطويرها.
- اشرح لهم أدوار مهندس الجودة، والذي يهتم بضمان أن التصميم يلبي معايير الجودة والمواصفات.
- بيِّن لهم مهام مهندس التصميم بمساعدة الحاسب الذي ينشئ المُخطَّطات الفنية التفصيلية للتصميم، والنماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- وضِّح أدوار مهندس الاختبار والتقييم في اختبار التصميم وتقييمه؛ للتحقق من تلبيته لمعايير الأداء والسلامة والموثوقية المطلوبة.
- اطلب منهم حل التمرين الرابع؛ للتحقق من فهمهم للأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل لمفهوم التفكير التصميمي، وناقشهم حول فوائده ومزاياه في عمليات التصميم المتمحورة حول المُستخدِم.
- بيِّن لهم المراحل التي تتضمنها عملية التفكير التصميمي وهي: الفهم، والتعريف، والتفكير، والنموذج الأوَّلي، والاختبار.
- اشرح لهم المرحلة الأولى وهي الفهم، وبيِّن ما تتضمنه من فهم احتياجات المُستخدِم ورغباته والقيود المحيطة به.
- وضِّح لهم كيفية تحديد المشكلة، وذلك بتكوين معلومات مما تم جمعه في مرحلة الفهم.
- انتقل بعدها لمرحلة التفكير، وفيها يتم ممارسة العصف الذهني وتوليد مجموعة واسعة من الأفكار للبحث عن الحلول.
- اشرح لهم مرحلة النموذج الأوَّلي، وفيها يتم إنشاء نماذج واقعية أو افتراضية للأفكار المتولدة في مرحلة التفكير.
- اشرح لهم المرحلة الأخيرة وهي اختبار النماذج الأوَّلية مع المُستخدِمين، وجمع التعليقات لتحسين التصميم بشكلٍ متكرر.
- وجِّههم لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من فهمهم لمراحل عملية التفكير التصميمي.

التفكير التصميمي Design Thinking

التفكير التصميمي هو نهج يُستخدم لحل مشكلات التصميم الهندسي، انتبه حاجات المُستخدم وبناء النماذج الأوَّلية السريعة. ويُعدُّ التفكير التصميمي بمثابة عملية تصميم تتمحور حول المُستخدم. وتساعد في إنشاء حلول مبتكرة وفعَّالة من خلال فهم احتياجات المُستخدمين ورغباتهم والقيود المحيطة بالاستخدام. وتتضمَّن عملية التفكير التصميمي عادةً المراحل التالية:

الفهم
فهم احتياجات المُستخدم ورغباته والقيود المحيطة به من خلال البحث والملاحظة والمقابلات.

التعريف
تحديد المشكلة عن طريق تكوين معلومات مما تم جمعه خلال مرحلة الفهم، ثم تحديد المشكلة بدقة بناءً على النتائج المرجوة واحتياجات المُستخدم.

التفكير
توليد مجموعة واسعة من الأفكار للبحث عن الحلول من خلال العصف الذهني ورسم الخرائط الذهنية وغيرها من التقنيات.

النموذج الأولي
إنشاء نماذج واقعية أو افتراضية للأفكار المتولِّدة في مرحلة التفكير.

الاختبار
اختبار النماذج الأوَّلية مع المُستخدمين، وجمع التعليقات لتحسين التصميم بشكل متكرر.

التفكير التصميمي عملية مرنة وقابلة للتكييف، تسمح بالتكرار والتحسين في أي مرحلة من مراحل عملية التصميم. مع إمكانية عمل التجارب والتكرار وتصميم النماذج الأوَّلية السريعة، مما يسمح لفرق العمل باختبار الافتراضات والتحقق منها، وجمع التغذية الراجعة، وإجراء التعديلات اللازمة. إن التفكير التصميمي عملية تعاونية تتضمَّن فريقًا متعدد التخصصات من المصمِّمين والمهندسين والباحثين وأصحاب المصلحة الذين يعملون معًا لإنشاء حلولٍ تُلبِّي احتياجات المُستخدمين.

يُستخدم التفكير التصميمي على نطاقٍ واسع في عمليات التصميم الهندسي مما يساعد فرق العمل على إنشاء حلول مبتكرة مرتكزة على المُستخدم لتلبية احتياجات المُستخدمين، وتشجيع الإبداع والتجريب.

12

5 ضع قائمة بمراحل عملية التفكير التصميمي.

17

- انتقل بعد ذلك إلى استراتيجيات التصميم (Design Strategies)، واشرح لهم أهمية اتباع استراتيجيات تصميم مختلفة عند تطوير حل التصميم الهندسي.
- اشرح لهم عملية التصميم الخطِّي التي تعتمد على النهج المتدرِّج والتنقل عبر سلسلة من المراحل بطريقة خطية أحادية الاتجاه.
- وضِّح لهم استخدامات هذا التصميم، وأمثلة استخداماته، وبيِّن لهم انخفاض المرونة فيه مقابل التصاميم الحديثة الأخرى.
- انتقل للتصميم التكراري الذي يتسم بالتحسين المستمر، وتكرار الخطوات؛ للحصول على أفضل التصاميم.
- اشرح لهم التصميم الشامل الذي يأخذ بالاعتبار احتياجات المُستخدِمين بغض النظر عن قدراتهم، أو أعمارهم، أو أجناسهم، أو ثقافتهم، أو وضعهم الاجتماعي والاقتصادي.

استراتيجيات التصميم Design Strategies

اعتمادًا على متطلبات واحتياجات كل مشروع، يُمكن اتِّباع استراتيجيات تصميم مختلفة عند تطوير حل التصميم الهندسي. حيث تتبع كل استراتيجية تصميم عملية محدَّدة.

التصميم الخطِّي Linear Design

عملية التصميم الخطِّي هي نهج متدرِّج يتضمَّن التنقل عبر سلسلة من المراحل بطريقة خطية أحادية الاتجاه، مع تكرار محدود أو دون وجود التكرار. يُستخدم هذا النهج في المشاريع التي تكون فيها المشكلة محدَّدة والحل متاح وفق متطلبات ثابتة. ومن الأمثلة على ذلك عملية تصميم الجسور، حيث يجب إكمال كل مرحلة من مراحل العملية الهندسية قبل الانتقال إلى المرحلة التالية، دون وجود فرص حقيقية للتكرار أو لإجراء تغييرات على التصميم بمجرد بدء الإنشاء.

تُعدُّ عملية التصميم الخطِّي أقل مرونة من عمليات التصميم الحديثة مثل، التصميم الرشيق، والتصميم المرتكز على المُستخدم، والتفكير التصميمي، والتي تتيح التكرارية وتسمح بالاختبار والتغذية الراجعة بشكل متكرر.

شكل 3.2: التصميم الخطِّي في صناعة السيارات

التصميم التكراري Iterative Design

يُعدُّ التصميم التكراري بمثابة عملية مُتكرِّرة وتحسين مستمرة. حيث يتم تكرار الخطوات للحصول على تصميم أفضل. ويُسمح بهذا النوع بالتغذية الراجعة والتكرار في كل خطوة وفق عملية دورية يطبقونها. ومن الأمثلة على التصميم التكراري تطوير طائرة دون طيار، حيث يتم تكرار كل خطوة بدءًا من تحديد المشكلة إلى النماذج الأوَّلية والاختبار، وذلك حتى تصميم الطائرة دون طيار جاهز للتسويق، مع الاستفادة بالتغذية الراجعة من المُستخدمين لتحسين تصميمها بشكلٍ مستمر.

يُعدُّ التصميم التكراري أكثر مرونة من التصميم الخطِّي، حيث يتيح جمع التغذية الراجعة والقيام بتغييرات متكررة. ويُستخدم بشكلٍ شائع في التطوير الرشيق (Agile Development) والتصميم المرتكز على المُستخدم، والتفكير التصميمي.

شكل 3.3: تطوير الجيل القادم لصنع الكتب

التصميم الشامل Inclusive Design

التصميم الشامل هو نهج يأخذ بالاعتبار احتياجات جميع المُستخدمين بغض النظر عن قدراتهم أو أعمارهم أو أجناسهم أو وضعهم الاجتماعي والاقتصادي. ويهدف هذا النوع من التصميم إلى إنشاء حلول مرنة وقابلة للتكيُّف، مع معطيات مختلفة مثل، إمكانية الوصول، وسهولة الاستخدام، وشمولية التصميم. ومن الأمثلة عليه: تطوير جهاز حاسب يمتلئ بتصميم درج يُمكن استخدامه بشكل مناسب من قبل الأشخاص ذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن والأطفال. ويتضمَّن تصميم هذا الحاسب إيجاد ميزات مثل، قابلية تعديل الارتفاع واستخدام بشط كبير للكتابة، وإمكانية تحويل النص إلى كلام ومطوق لتسهيل تفاعل المُستخدمين ذوي الاحتياجات المختلفة مع الحاسب.

يشارك في التصميم الشامل العديد من المُستخدمين وأصحاب المصلحة ضمن عملية تصميم تكرارية مجهدًا المُستخدم أو الإنسان، مما يعزِّز الاندماج الاجتماعي. ويُشكِّل حلولًا يُمكن الوصول إليها من قبل المُستخدمين ذوي القدرات أو الخلفيات المتنوعة.

شكل 3.4: أواني إسعاف منخفض التكلفة يُمكن لكل الأشخاص ذوي الإعاقة الجسدية استخدامها بسهولة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بيِّن لهم **التصميم المرتكز على المُستخدِم** (User-Centered Design - UCD)، ووضِّح لهم ما يتضمنه من فهم لاحتياجات المُستخدِم ومعالجتها من خلال الفهم والبحث والتصميم التكراري، ثم اعرض أمثلة على هذا النوع من التصميم.
- انتقل **للتصميم المُستدام** (Sustainable Design)، وبيِّن لهم أنه تصميم تكراري متعدد المجالات يهدف لإنشاء حلول صديقة للبيئة وعالية الكفاءة في استخدام الموارد.
- انتقل بعدها **للتصميم المريح** (Ergonomic Design)، ووضِّح لهم تركيزه على إنشاء مُنتَجات وبيئات محسنة تهدف لراحة المُستخدِمين وسلامتهم وزيادة كفاءتهم.
- وجِّه الطلبة لحل التمرينات السادس والسابع والثامن والتاسع، بصورة جماعية تعاونية؛ للتحقق من فهمهم لاستراتيجيات التصميم.
- في النهاية، وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم لمبادئ التصميم الهندسي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يعتمد التصميم الهندسي حصرًا على التحليل الرياضي. يعتمد التصميم الهندسي على التحليل الفيزيائي أيضًا .		✓
2. تتبع مرحلة تطوير النماذج الأوَّلية مرحلة توليد الأفكار الأوَّلية في التصميم.	✓	
3. لا يُمكن تحسين مشروع التصميم الهندسي بعد اكتماله. التحسين هو جزء أساسي من عملية التصميم الهندسي.		✓
4. يُركِّز مهندسو النُظُم على التواصل والتعاون في التطوير مع فِرَق العمل الأخرى.	✓	
5. يراعي التفكير التصميمي تنوع احتياجات المُستخدِمين المختلفين.	✓	
6. لا يشارك أصحاب المصلحة في عملية التفكير التصميمي. يقدِّم أصحاب المصلحة مُدخَلات وتعليقات قيِّمة أثناء عملية التصميم الهندسي.		✓
7. يعتمد التصميم الخطِّي على خطوات عمل رشيقة (Agile). خطوات العمل الرشيقة ليست خطية.		✓
8. يولِي التصميم الشامل اهتمامًا كبيرًا بمرحلة بحث وتحليل المشروع.	✓	
9. يُستخدم التصميم المرتكز على المُستخدِم بشكل حصري في مشاريع التصميم الهندسي. يتم استخدام التصميم المرتكز على المُستخدِم في مشاريع إبداعية أخرى أيضًا، مثل تطوير مواقع الويب.		✓
10. يُركِّز التصميم المريح بشكل كبير على قدرات المُستخدِمين المعرفية والجسدية.	✓	

2 وضِّح المقصود بالتصميم الهندسي.

يتضمَّن التصميم الهندسي إنشاء نظام أو مُكوِّن أو عملية لتلبية احتياجات محدَّدة، فهو عملية تنطوي على التوظيف الإبداعي للمبادئ العلمية والتحليل الرياضي من أجل تصميم وتطوير وتحسين حلول تلبي الاحتياجات لمشكلة أو مُهِمَّة معينة مع أخذ القيود المحدَّدة في هذا الإطار في الاعتبار.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 حلّل مراحل عملية التصميم الهندسي.

1. تعريف المشكلة: تحديد وتعريف المشكلة أو الحاجة التي سيعالجها التصميم بشكلٍ واضح.
2. البحث والتحليل: البحث وجمع المعلومات والبيانات حول المشكلة بما في ذلك الحلول والقيود الموجودة.
3. تكوين المفهوم: العصف الذهني واستكشاف الحلول والمفاهيم والأفكار المتعددة والمحتمَلة للتصميم.
4. اختيار المفهوم: تقييم أفضل مفهوم، واختياره بناءً على معايير الجدوى والتكلفة والأداء.
5. تطوير التصميم: تطوير المواصفات والخُطط التفصيلية للفكرة المحدَّدة، بما في ذلك المُخطَّطات والنماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد.
6. النمذجة الأوَّلية: بناء نماذج واقعية أو افتراضية للتصميم، وتصنيعها.
7. التقييم والاختبار: تقييم النموذج الأوَّلي بناءً على متطلبات التصميم والمعايير والقيود، واختبار وظائفه وأدائه.
8. تحسين التصميم: إجراء تحسينات وتعديلات على التصميم بناءً على اختبار النتائج وتقييمها.
9. التنفيذ: إنتاج التصميم النهائي، وتنفيذ ما يتطلبه من تصنيع، وتركيب، وتدريب.
10. العرض والصيانة: مراقبة التصميم وصيانته بصورة دورية، وتقييم أدائه.

4 عَدِّد الأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي مع توضيح كل منها.

1. مهندس تصميم.
2. مهندس مشروع.
3. مهندس نُظُم.
4. مهندس باحث.
5. مهندس تصنيع.
6. مهندس جودة.
7. مهندس التصميم بمساعدة الحاسب.
8. مهندس الاختبار والتقييم.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجزء النظري "الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي" في كتاب الطالب لتوضيح كل منها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024/1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

5 ضَع قائمة بمراحل عملية التفكير التصميمي.

- الفهم: فَهم احتياجات المُستخدِم ورغباته والقيود المحيطة به من خلال البحث والملاحظة والمقابلات.
- التعريف: تحديد المشكلة عن طريق تكوين معلومات مما تم جمعه خلال مرحلة الفهم، ثم تحديد المشكلة بدقة بناءً على النتائج المرجوة واحتياجات المُستخدِم.
- التفكير: توليد مجموعة واسعة من الأفكار للبحث عن الحلول من خلال العصف الذهني ورسم الخرائط الذهنية وغيرها من التقنيات.
- النموذج الأوَّلي: إنشاء نماذج واقعية أو افتراضية للأفكار المتولِّدة في مرحلة التفكير.
- الاختبار: اختبار النماذج الأوَّلية مع المُستخدِمين، وجمع التعليقات لتحسين التصميم بشكلٍ متكرر.

6 قارن بين استراتيجيات التصميم الخطِّي والتصميم التكراري.

يُعدُّ التصميم التكراري أكثر مرونة من التصميم الخطِّي، حيث يتيح جمع التغذية الراجعة والقيام بتغييرات متكررة، ويُستخدم بشكلٍ شائع في التطوير الرشيق والتصميم المرتكز على المُستخدِم، والتفكير التصميمي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

7 اشرح كيف يضع التصميمُ الشاملُ المُستخدِمَ البشريَّ في صدارة عملية التصميم.

يشارك في التصميم الشامل العديد من المُستخدِمين وأصحاب المصلحة ضمن عملية تصميم تكرارية محورها المُستخدِم أو الإنسان، مما يعزّز الاندماج الاجتماعي، ويُنشئُ حلولًا يمكن الوصول إليها من قِبل المُستخدِمين ذوي القدرات أو الخلفيات المتنوعة.

8 اشرح سبب تركيز التصميم المرتكز على المُستخدِم على التغذية الراجعة في مرحلة الاختبار.

يتضمَّن التصميم المرتكز على المُستخدِم (UCD) فهم احتياجات المُستخدِم ومعالجتها من خلال الفَهم والبحث والتصميم التكراري، وتبدأ عملية التصميم المرتكز على المُستخدِم بجمع البيانات حول احتياجات المُستخدِم لتوظيفها في عملية التصميم التي تشمل فهم شخصيات المُستخدِمين، وسلوكهم، ثمّ اختبار مفاهيم التصميم معهم، واستخدام التغذية الراجعة لتحسين التصميم بشكلٍ متكرر.

9 اشرح سبب اعتبار التصميم المُستدام النموذج الأكثر أهمية في الوقت الحاضر.

التصميم المُستدام هو نهج تكراري متعدد المجالات يهدف إلى إنشاء حلول صديقة للبيئة وعالية الكفاءة في استخدام الموارد، ويتضمَّن هذا التصميم عملية تقييم الأثر البيئي للتصميم، والبحث عن فُرص الاستخدام الفعّال للموارد، وفحص دورة حياة التصميم بدءًا من مصادر المواد المُستخدَمة إلى التخلص منها في نهاية عمرها الافتراضي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 1446

القياسات والمواد

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على وحدات القياس الشائعة في التصميم الهندسي، واستخداماتها، وتمييز الفرق بين مواد التصميم الهندسي، والاعتبارات المتخذة عند اختيار هذه المواد، وتمييز خصائصها المختلفة، وكذلك تحديد المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي.

أهداف التعلُّم

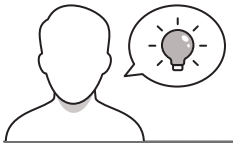
- معرفة وحدات القياس الشائعة في التصميم الهندسي، واستخداماتها.
- تمييز الفرق بين مواد التصميم الهندسي.
- تحديد الاعتبارات المتخذة عند اختيار مواد التصميم الهندسي.
- وصف خصائص المواد ووظائفها الميكانيكية، والحرارية، والكيميائية، والكهربائية، والمغناطيسية.
- تحديد المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي.

الدرس الثاني	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثاني: القياسات والمواد	2

نقاط مهمَّة

- قد يخفى على بعض الطلبة اختلاف الوحدات المُستخدَمة بين الدول، اشرح لهم أنواعها المختلفة، وأماكن استخدامها.
- قد يظن بعض الطلبة أن المهندسين يستخدِمون وحدة القياس بصورة ثابتة ومستقلة، بيِّن لهم استخدام مضاعفات وحدات القياس بحسب الحاجة، فعلى سبيل المثال: يُستخدم المليمتر والنانومتر في قياس المسافات القصيرة، والكيلومتر، والمتر لقياس المسافات الكبيرة.
- قد يظن بعض الطلبة أن اختيار مواد المُنتَج يقتصر على الجدوى الاقتصادية للمُنتَج، بيِّن لهم أهمية الانتباه لعوامل أخرى كالتوافر، وامتثاله بالمعايير واللوائح مثل: معايير السلامة، والمعايير الصناعية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما وحدات القياس التي يمكن استخدامها لقياس غرفة الصف، ومحتوياتها من طاولات وأثاث؟
- ما المُنتَجات التي تستخدمونها ولديها قابلية إعادة التدوير أو سهولة التخلص أو التحلل؟
- ما المواد الأساسية التي صُنعت منها الطاولة في الفصل؟

خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية، ناقِش الطلبة حول القياسات الشائعة التي يعرفونها مثل: الطول، والوقت، والكتلة، والحرارة.

> وضِّح لهم وحدات القياس الشائعة مستخدمًا الجدول 1.1، ووضِّح أهمية مراعاة استخدام الوحدات بين الدول والصناعات المختلفة حول العالم.

> بيِّن لهم استخدام المهندسين لمضاعفات وحدات القياس الرئيسة والفرعية، واشرح لهم المضاعفات في الجدول 1.2.

> اشرح لهم الفرق بين استخدام الحسابات اليدوية والحسابات باستخدام برامج الحاسب الآلي، وذلك عند إجراء القياسات والعمليات الحسابية.

> اعرض لهم مزايا واعتبارات استخدام قياسات دقيقة في المشاريع الهندسية كما في الجدول 1.3.

الدرس الثاني
القياسات والمواد

www.ceri.edu.sa

مقدمة في القياسات في التصميم الهندسي
Introduction to Measurements in Engineering Design

تُحدَّد القياسات في التصميم الهندسي حجم وشكل وموقع المُكوِّنات والأنظمة. وتُجرى هذه القياسات عادةً باستخدام أدوات متخصصة مثل: المساطر، والمسماك (Calipers)، والمُستشعرات الحرارية (Thermocouples)، وأجهزة قياس الضغط (Pressure Gauges)، وخلايا قياس الحمل (Load Cells)، ومُستشعرات عزم الدوران (Torque Sensors)، بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) لإنشاء نماذج مُفصّلة ومحاكاة الأنظمة الهندسية، والتي يُمكن استخدامها لتحليل الأداء وتحسينه.

جدول 1.1: وحدات القياس الشائعة المستخدمة في التصميم الهندسي

	النظام الدولي للوحدات (SI Units)	النظام الأمريكي للوحدات (US Units)
الطول	متر (m)، وسنتيمتر (cm)، وملليمتر (mm)	بوصة (in)، وقدم (ft)
الكتلة	كيلوجرام (kg)، جرام (g)	رطل (lb)
الوقت	ثانية (s)، ودقيقة (min)، وساعة (hr)	ثانية (s)، ودقيقة (min)، وساعة (hr)
درجة الحرارة	درجة مئوية (°C)	درجة فهرنهايت (°F)
الضغط	باسكال (Pa)	رطل لكل بوصة مربعة (psi)
القوة	نيوتن (N)	رطل قوة (lbf)
القدرة	واط (W)	قوة حصانية (hp)
الطاقة	جول (J)	واط ساعة (Wh)

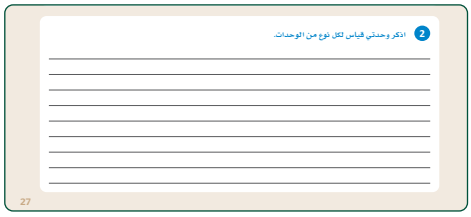
من المهم ملاحظة الاختلاف في استخدام الوحدات بين الدول والصناعات المختلفة حول العالم، وأن بعض الوحدات أكثر ملاءمة لتطبيق معيّن دون غيره. فعلى سبيل المثال: يتم اعتماد النظام الدولي للوحدات (SI Units) على نطاق واسع في العديد من المناطق في جميع أنحاء العالم بما فيها المملكة العربية السعودية. بينما يتم اعتماد النظام الأمريكي للوحدات (US Units) في الولايات المتحدة الأمريكية. يُمكن لسياق المشكلة أو التطبيق تحديد الوحدة الأنسب للاستخدام. فعلى سبيل المثال: تُستخدم الدرجة المئوية بشكل أكثر شيوعًا لقياس درجة الحرارة في الأجهزة الإلكترونية وذلك مقارنة بالفهرنهايت. ويوضّح الجدول 1.1 وحدات القياس المختلفة في النظام الدولي والنظام الأمريكي للوحدات.

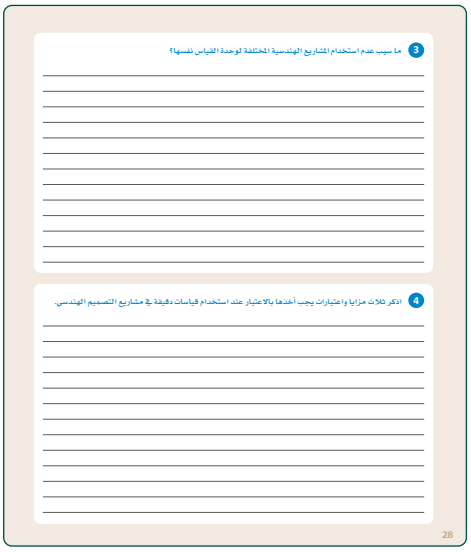
شكل 1.8: استخدام المسمك الإلكتروني للقياسات الدقيقة

19

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اطلب منهم حل التمرينات الثاني والثالث والرابع؛ للتحقق من فهمهم لوحدات القياس، والاعتبارات الواجب اتخاذها عند استخدام قياسات دقيقة.





- انتقل بعد ذلك لمواد التصميم الهندسي، وبيِّن لهم دورها المهم في التصميم الهندسي، وتحديد أدائها وملاءمتها لتطبيقٍ معيّن.
- اشرح لهم الاعتبارات الهامة عند اختيار المواد في الجدول 1.4 مثل: خصائصها الميكانيكية، والفيزيائية، والكيميائية، بالإضافة للتكلفة، والتوافر، ومدى إمكانية إعادة تدويرها والتخلص منها، والمقاييس والاعتبارات التي تمتلكها هذه المواد كمعايير السلامة.
- وضِّح لهم أنواع خصائص المواد الميكانيكية، ووصفها كما في الجدول 1.5.
- بيِّن لهم المُعامِلات الميكانيكية المختلفة، والمقاومات، بالإضافة للمتانة والليونة والصلابة.
- اطلب منهم حل التمرينين الخامس والسادس؛ للتحقق من فهمهم لآلية اختيار المواد في مشاريع التصميم الهندسي وتمييز الفرق بين متانة المواد وليونتها.

جدول 1.4: الاعتبارات عند اختيار المواد

	الاعتبار	الوصف
	الخصائص الميكانيكية	تُحدِّد الخصائص الميكانيكية مثل: القوة، والصلابة، ومعامل يونغ (معامل المرونة)، واللّيونة، والمتانة قُدرةَ المادة على تحمُّل الأثقال والنشوهات.
	الخصائص الفيزيائية	تُحدِّد خصائص المواد مثل: الكثافة، ودرجة الانصهار، والتمدد الحراري، والخصائص الكهربائية والمغناطيسية الأخرى مدى ملاءمة استخدام المادة في بيئات وتطبيقات محدَّدة.
	الخصائص الكيميائية	تُحدِّد الخصائص الكيميائية للمادة مثل: مقاومة التآكل، وقابلية الاشتعال، والتفاعلية، والسُّمية، والتوافق الحيوي مدى ملاءمتها للاستخدام المباشر مع البشر أو البيئة.
	التكلفة	تلعب تكلفة المواد بما فيها تكلفة الشراء والمعالجة والتصنيع دورًا هامًا في اختيارها لأغراض مختلفة.
	التوافر	يشير إلى توافر المواد وجاهزيتها للتطبيق المحدَّد، بما في ذلك سلسلة التوريد ووقت التسليم.
	إعادة التدوير والتخلص	يشير إلى الأثر البيئي للمادة بما في ذلك سهولة إعادة التدوير أو سهولة التخلص منها ونهاية عمرها الافتراضي.
	المعايير واللوائح	من المهم للغاية الامتثال للمعايير واللوائح ذات العلاقة، كمعايير السلامة والبيئة والمعايير الصناعية الأخرى.

21

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اشرح لهم مفهوم الخصائص الحرارية التي تحدِّد سلوك المادة عند تعرضها للتغيرات في درجة الحرارة مثل: التوصيل الحراري، والانتشار الحراري، والتمدد الحراري.
- وضِّح لهم الخصائص الحرارية المختلفة للمواد، ووصفها كما في الجدول 1.6.
- انتقل لخصائص المواد الكيميائية التي تحدِّد سلوك المادة عند تعرُّضها لمواد كيميائية أو بيئات مختلفة.
- وضِّح لهم أنواع خصائص المواد الكيميائية، ووصفها كما في الجدول 1.7.
- بيِّن لهم أن اختيار المواد الكيميائية يراعَى فيه تلامسها مع الإنسان أو البيئة المحيطة به.
- اعرض لهم الخصائص الكهربائية للمواد ووصفها كما في الجدول 1.8.
- بيِّن لهم أن خصائص التوصيل والمقاومة وثابت العزل مهمة في تحديد الأداء الكهربائي للمادة.
- اطلب منهم حل التمرينين السابع والثامن؛ للتحقق من فهمهم لخصائص المواد الكيميائية والكهربائية.
- انتقل لخصائص المواد المغناطيسية ووصفها، واعرض لهم الجدول 1.9.
- بيِّن لهم أهمية أخْذ هذه الخصائص بالاعتبار في التطبيقات التي تستخدِم مواد في مجالات مغناطيسية، أو الأجهزة الكهرومغناطيسية مثل: المحركات والمحولات.

الخصائص الحرارية

الخصائص الحرارية هي مجموعة من الصفات التي تُحدِّد سلوك المادة عند تعرضها للتغيرات في درجة الحرارة، وتشمل هذه الخصائص التوصيل الحراري، والانتشار الحراري، والحرارة النوعية، والتمدد الحراري، ودرجتي الانصهار والغليان. ومن المهم أخذ هذه الخصائص بالاعتبار في التصميم الهندسي وذلك لتأثيرها الكبير على أداء وملاءمة مادة ما لتطبيق معين. يوضِّح الجدول 1.6 الخصائص الحرارية الأكثر شيوعًا للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.6: الخصائص الحرارية للمواد

الخاصية	الوصف
التوصيل الحراري (Thermal Conductivity)	قابلية المادة لتوصيل الحرارة.
الانتشار الحراري (Thermal Diffusivity)	قابلية انتقال الحرارة خلال مادة ما.
الحرارة النوعية (Specific Heat)	كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة وحدة واحدة من كتلة المادة بمقدار درجة واحدة.
التمدد الحراري (Thermal Expansion)	التغيُّر في طول المادة أو مساحتها أو حجمها بتغير درجة حرارتها.
درجة الانصهار (Melting Point)	درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.
درجة الغليان (Boiling Point)	درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.

تبرز أهمية هذه الخصائص عند استخدام المواد في بيئات ذات درجة حرارة عالية أو لأغراض العزل الحراري. على سبيل المثال: عند تصميم المشتت الحراري (Heat Sink) لمعالج الحاسب يُعدُّ كلٌّ من التوصيل الحراري والحرارة النوعية و التمدد الحراري من الخصائص المهمة التي يجب مراعاتها لأهميتها. كما تُعدُّ درجتا الانصهار والغليان مهمتين أيضًا؛ لأن المشتت الحراري يجب أن يتحمل درجات حرارة عالية دون أن يفقد كفاءته.

الخصائص الكيميائية

تُحدِّد الخصائص الكيميائية سلوك المادة عند تعرُّضها لمواد كيميائية أو بيئات مختلفة. ويوضِّح الجدول 1.7 الخصائص الكيميائية الأكثر شيوعًا للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.7: الخصائص الكيميائية للمواد

الخاصية	الوصف
مقاومة التآكل (Corrosion Resistance)	قُدرة المادة على مقاومة التآكل أو التلف عند تعرضها لبيئات مختلفة مثل: الهواء أو الماء أو المواد الكيميائية.
قابلية الاشتعال (Flammability)	قُدرة المادة على الاحتراق أو الاشتعال.
التفاعلية (Reactivity)	قُدرة مادة ما على التفاعل مع مواد أخرى مثل: المواد الكيميائية أو الغازات؛ لتكوين مُركَّبات جديدة.
السُّمِّيَّة (Toxicity)	قُدرة مادة ما على التسبب في ضرر أو إصابة الكائنات الحية، سواء من خلال الاتصال المباشر أو من خلال إطلاق مواد سامة.
التوافق الحيوي (Biocompatibility)	قُدرة المادة على التوافق مع الأنسجة الحية دون التسبب في آثار أو ردود فعل سلبية.

7 ميِّز بين سُمية المادة والتوافق الحيوي، واشرح سبب أهميتهما.

8 متى يتم أخذ مقاومة العزل الكهربائي ومعامل تبديد الطاقة في الاعتبار عند اختيار المادة؟

يكون اختيار المواد أمرًا بالغ الأهمية في التطبيقات التي تُستخدم فيها مواد تكون على تلامس مع الإنسان أو البيئة المحيطة به، كما أن خصائص هذه المواد مهمة أيضًا في تصنيع المواد والتخلص منها أو إعادة تدويرها.

الخصائص الكهربائية

تُحدِّد الخصائص الكهربائية سلوك المادة عند تعرضها لمجال كهربائي. ويوضِّح الجدول 1.8 الخصائص الكهربائية الأكثر شيوعًا للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.8: الخصائص الكهربائية للمواد

الخاصية	الوصف
الموصلية الكهربائية (Electric Conductivity)	قُدرة المادة على توصيل الكهرباء.
المقاومة الكهربائية (Electric Resistivity)	قُدرة المادة على مقاومة التيار الكهربائي.
ثابت العزل الكهربائي (Dielectric Constant)	قُدرة مادة ما على تخزين الطاقة الكهربائية في مجال كهربائي وهو ما يُعرف أيضًا بالسعة.
مقاومة العزل الكهربائي (Dielectric Strength)	المجال الكهربائي الأقصى الذي يُمكن للمادة أن تتحمله دون تلف.
معامل تبديد الطاقة (Loss Tangent)	نسبة الطاقة المفقودة إلى الطاقة المخزَّنة في مادة ما عند مرور تيار متردِّد.

تُعدُّ خصائص الموصلية الكهربائية والمقاومة وثابت العزل الكهربائي مهمة في تحديد الأداء الكهربائي للمادة. كما تُعدُّ مقاومة العزل الكهربائي مهمة في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الجهد العالي للكهرباء، كما يلعب مقدار معامل تبديد الطاقة دورًا هامًا في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الاتصالات اللاسلكية.

الخواص المغناطيسية

تُحدِّد الخصائص المغناطيسية سلوك المادة عند تعرضها لمجال مغناطيسي. ويوضِّح الجدول 1.9 الخصائص المغناطيسية الأكثر شيوعًا للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.9: الخصائص المغناطيسية للمواد

الخاصية	الوصف
المغنطة (Magnetization)	قُدرة المادة على أن تصبح مُمغنطة عند تعرضها لمجال مغناطيسي.
القابلية المغناطيسية (Magnetic Susceptibility)	نسبة مغنطة مادة ما إلى شدة المجال المغناطيسي.
النفاذية المغناطيسية (Magnetic Permeability)	نسبة شدة المجال المغناطيسي داخل المادة إلى شدة المجال المغناطيسي خارجها.
درجة حرارة كوري (Curie Temperature)	درجة الحرارة التي تفقد عندها المادة خصائصها المغناطيسية الدائمة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل إلى المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي، وبيِّن تصنيفاتها، وكذلك تطبيقاتها.
- اعرض لهم الجدول 1.10، واشرح لهم المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين التاسع؛ للتحقق من فهمهم لتصنيفات المواد المُستخدَمة في التصميم الهندسي.
- اطلب منهم حل التمرين الأول؛ للتحقق من فهمهم لقياسات ومواد التصميم الهندسي.

يتم أخذ هذه الخصائص في الاعتبار في التطبيقات التي يتم فيها استخدام المواد في المجالات المغناطيسية أو الأجهزة الكهرومغناطيسية كالمحركات والمولدات والمحولات. وتُعدُّ خصائص المغنطة، والقابلية المغناطيسية، والنفاذية المغناطيسية، والتوصيل الكهربائي جميعها مهمة في تحديد الأداء المغناطيسي للمادة، كما تُعدُّ درجة حرارة كوري مهمة أيضًا في تحديد مدى ملاءمة المادة لتطبيقات درجات الحرارة العالية.

المواد المستخدَمة في التصميم الهندسي Materials Used in Engineering Design

يُمكن تصنيف المواد على نطاق واسع إلى عدة تصنيفات: المعادن والبوليمرات والسيراميك والمواد المركَّبة والمواد الطبيعية. يوجد لكل فئة مجموعة فريدة من الخصائص والمزايا والقيود التي يجب مراعاتها عند اختيار مادة ما لتطبيق معين. على سبيل المثال، تُعرف المعادن بقوتها العالية ومتانتها، بينما تُعرف البوليمرات بمرونتها وسهولة تشكيلها. وتُعرف السيراميك بصلابته العالية ومقاومته الحرارية، بينما تُعرف المواد الطبيعية بمظهرها وملمسها الطبيعي.

يُعدُّ اختيار مادة ما لتطبيق معين خطوة حاسمة في التصميم الهندسي، مما يتطلب فهمًا شاملًا لخصائص المواد المختلفة وسلوكها. ويجب على المهندسين مراعاة متطلبات البيئة والسلامة والأداء للمُنتَج أو الهيكل. وكذلك تكلفة المواد ونواتجها لاتخاذ قرار صحيح. ويوضِّح الجدول 1.10 تصنيفات المواد المستخدَمة في التصميم الهندسي. ويوضِّح الشكل 1.9 أمثلة على تصنيفات المواد.

شكل 1.9: تصنيفات المواد

جدول 1.10: المواد في التصميم الهندسي

الوصف	أمثلة المواد	أمثلة التطبيقات
المعادن		
فئة من المواد تتميز بترابطها المعدني، وتوصيلها الحراري والكهربائي المُرتفع، وقدرتها على التشكل.	الحديد، والفولاذ، والألمنيوم، والنحاس والتيتانيوم.	البناء، والسيارات، وتقنيات الفضاء، والآلات والمعدات، والأجهزة الطبية، والأجهزة التعويضية.

25

9 اكتب ثلاثة تصنيفات من المواد، وقدِّم وصفًا لكل منها. ثم اذكر بعض الأمثلة والتطبيقات.

30

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. القوة الحصانية (hp) هي وحدة لقياس القوة.	○	○
2. تحتاج الأنظمة المعقدة أنواعًا متعددة من القياسات والأجهزة المتخصصة.	○	○
3. تناسب المواد منخفضة مقاومة الشَّد والخضوع المُكوِّنات التي تتعرض لقوى سحب عالية.	○	○
4. يُعدُّ التمدد الحراري مهمًا عند اختبار المواد في ظل ظروف قاسية.	○	○
5. يُعدُّ التوافق الحيوي أحد الخصائص الكيميائية للمواد.	○	○
6. نقطة الانصهار للمادة هي درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة إلى غاز.	○	○
7. ترمز درجة حرارة كوري إلى الدرجة التي تكتسب عندها المادة خصائص مغناطيسية.	○	○
8. يُعدُّ السيراميك من المواد اللينة.	○	○
9. تقتصر أهمية اختبار المواد على الجدوى الاقتصادية للمُنتَج.	○	○
10. يتم تصنيع المواد المركَّبة لإنشاء مواد ذات خصائص جديدة.	○	○

27

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حَدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. القوة الحصانية (hp) هي وحدة لقياس القوة.	✓	
2. تحتاج الأنظمة المعقدة أنواعًا متعددة من القياسات والأجهزة المتخصصة.	✓	
3. تناسب المواد منخفضة مقاومة الشَّد والخضوع المُكوِّنات التي تتعرض لقوى سحب عالية. تناسب المواد مرتفعة مقاومة الشد والخضوع مكوِّنًا يتعرض لقوى سحب عالية.		✓
4. يُعدُّ التمدد الحراري مهمًا عند اختبار المواد في ظل ظروف قاسية.	✓	
5. يُعدُّ التوافق الحيوي أحد الخصائص الكيميائية للمواد.	✓	
6. نقطة الانصهار للمادة هي درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة إلى غاز.		✓
7. ترمز درجة حرارة كوري إلى الدرجة التي تكتسب عندها المادة خصائص مغناطيسية. يعرض النقطة التي تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.	✓	
8. يُعدُّ السيراميك من المواد اللينة. إنها مادة صلبة.		✓
9. تقتصر أهمية اختيار المواد على الجدوى الاقتصادية للمُنتَج. من المهم مراعاة عوامل أخرى مثل سلامة المستخدمين.		✓
10. يتم تصنيع المواد المركّبة لإنشاء مواد ذات خصائص جديدة.	✓	

2

اذكر وحدتي قياس لكل نوع من الوحدات.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 1.1 من كتاب الطالب للحصول على الإجابة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 ما سبب عدم استخدام المشاريع الهندسية المختلفة لوحدة القياس نفسها؟

عند التعامل بوحدات القياس، لا يستخدِم المهندسون وحدات القياس بصورة مستقلة، بل يستخدِمون مضاعفاتها الرئيسة والفرعية، فعلى سبيل المثال: تُستخدم وحدات المليمتر أو النانومتر لقياس المسافات الصغيرة نسبيًا.

4 اذكر ثلاث مزايا واعتبارات يجب أخذها بالاعتبار عند استخدام قياسات دقيقة في مشاريع التصميم الهندسي.

المزايا	الاعتبارات
تسمح بالتوصيف المُحكَم والدقيق للمُكوِّنات والأنظمة.	يجب اختيار وحدات القياس بعناية ومراعاة اتساقها طوال عملية التصميم.
تساعد في تمييز قيود التصميم ومتطلباته، وتحديدها.	يجب مراعاة نسبة الخطأ وعدم التيقّن في القياس وتقليلها.
تُمكّن من تحليل أداء التصميم وتحسينه.	يجب معايرة معدات وتقنيات القياس وصيانتها بشكلٍ صحيح.

28

5 صَنِّف الاعتبارات الأكثر شيوعًا عند اختيار المواد لمشروع التصميم الهندسي.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 1.4 من كتاب الطالب للحصول على الإجابة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

29

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 حَدِّد الفرق بين متانة المادة وليونتها.

المتانة	مقياس قُدرة المادة على امتصاص الطاقة قبل الانكسار.
الليونة	مقياس قُدرة المادة على التشكل بليونة دون الانكسار.

29

7 ميِّز بين سُمية المادة والتوافق الحيوي، واشرح سبب أهميتهما.

سُمِّيَّة المادة	قُدرة مادة ما على التسبب في ضرر أو إصابة الكائنات الحية، سواء من خلال الاتصال المباشر أو من خلال إطلاق مواد سامة.
التوافق الحيوي	قُدرة المادة على التوافق مع الأنسجة الحية دون التسبب في آثار أو ردود فعل سلبية.

تُعدُّ السمية والتوافق الحيوي من الاعتبارات المهمة عند اختيار المواد لمختلف التطبيقات؛ نظرًا لتأثيرها على صحة الإنسان، وسلامته، والاستدامة البيئية.

8 متى يتم أخذ مقاومة العزل الكهربائي ومعامل تبديد الطاقة في الاعتبار عند اختيار المادة؟

تُعدُّ مقاومة العزل الكهربائي مهمة في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الجهد العالي للكهرباء، كما يلعب مقدار معامل تبديد الطاقة دورًا هامًا في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الاتصالات اللاسلكية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

9 اكتب ثلاثة تصنيفات من المواد، وقَدِّم وصفًا لكل منها، ثم اذكر بعض الأمثلة والتطبيقات.

الوصف	أمثلة المواد	أمثلة التطبيقات
البوليمرات		
فئة من المواد تتميز ببنيتها الجزيئية طويلة السلسلة وقدرتها على النمذجة أو التشكيل.	البولي ايثيلين، البولي بروبيلين، كلوريد البولي الفينيل، النايلون، المطاط.	التعبئة والتغليف، والسلع الاستهلاكية، والسيارات، والأجهزة الطبية والمُكوِّنات الكهربائية والإلكترونية.
السيراميك		
تتميز هذه الفئة بصلابتها العالية وقوتها ومقاومتها الحرارية.	أكسيد الألمنيوم، كربيد السيليكون، نيتريد السيليكون، الزركونيا.	أدوات القَطع، وقطع غيار السيارات، والسيراميك الحديث والمُكوِّنات الكهربائية والإلكترونية.
المواد المركّبة		
فئة من المواد تتكون من مادتين مختلفتين أو أكثر، يتم مزجها لإنشاء مادة جديدة بخصائص مُحسَّنة.	الألياف الزجاجية، الألياف الكربونية، ألياف كيفلار الصناعية.	تقنيات الفضاء، وصناعة السيارات، والأجهزة الرياضية، ومواد البناء وشفرات توربينات الرياح.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

دورة حياة المُنتَج

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على دورة حياة المُنتَج ومراحلها، ومعرفة هندسة المُنتَج ومراحلها، بالإضافة لتحديد أفضل ممارسات هندسة المُنتَج، ومعرفة المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج ومراحلها، وتمييز التقنيات المختلفة لإدارة دورة حياة المُنتَج، وتحديد مستويات هرم نُظُم الإنتاج.

أهداف التعلُّم

- معرفة دورة حياة المُنتَج ومراحلها.
- معرفة هندسة المُنتَج ومراحلها.
- تحديد أفضل ممارسات هندسة المُنتَج .
- معرفة المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج ومراحلها.
- تمييز التقنيات المختلفة لإدارة دورة حياة المُنتَج.
- تحديد مستويات هرم نُظُم الإنتاج.

الدرس الثالث	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثالث: دورة حياة المُنتَج	3

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

نقاط مهمَّة

- قد يظن بعض الطلبة أن مراحل هندسة المُنتَج موحدة وثابتة، وضِّح لهم احتمالية اختلافها بين الشركات وفق احتياجات كل شركة.
- في تطبيق أفضل الممارسات الهندسية، قد يظن بعض الطلبة ضرورة تطبيق جميع الممارسات، بيِّن لهم أن المثال الموضَّح لشركة سيارات، ولو كان ما سيطرح هو مُنتَج أو خدمة أخرى فالممارسات قد تتغير.
- في الهندسة المتزامنة، ربما يتوقع بعض الطلبة إمكانية تسريع الإجراءات وتقليل الوقت، وتداخُل العمليات دون دراسة وترتيب مسبق، بيِّن لهم ضرورة التحقق من أن عملية التداخل لن تسبب مشكلة في عملية تطوير المُنتَج، فمثلًا: يمكن بدء التصميم دون اكتمال المتطلبات، لكن لا يمكن الانتهاء من التصميم دون اكتمال المتطلبات وبخاصة المتطلبات الأساسية.

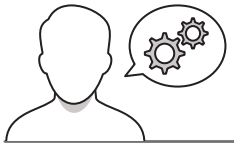
التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

- اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

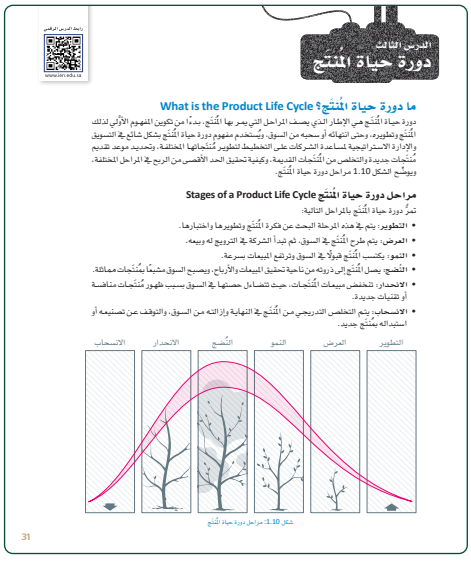
  - لماذا تستمر بعض المُنتَجات لفترة طويلة، وبعضها يختفي سريعًا من السوق رغم تشابه ما تقدمه هذه المُنتَجات للمُستهلكين؟
  - كيف يمكن الحفاظ على جودة المُنتَج لفترة طويلة بالسوق؟
  - هل يمكن إطلاق المُنتَجات دون اختبار؟ ولماذا؟

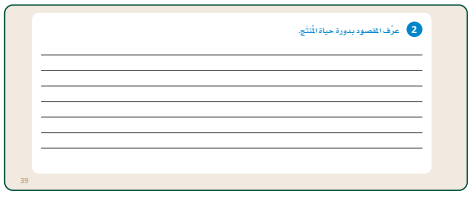
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



خطوات تنفيذ الدرس

- في البداية ناقِش الطلبة حول المقصود بدورة حياة المُنتَج، واستخدامات المفهوم في التسويق والإدارة الاستراتيجية.
- وضِّح لهم هدف دورة حياة المُنتَج، وهو مساعدة الشركات على التخطيط لتطوير مُنتَجاتها المختلفة.
- بيِّن لهم مراحل دورة حياة المُنتَج، والتي تبدأ بالتطوير، ثم العرض، وبعدها النمو، ثم النُضج، ثم الانحدار، وأخيرًا الانسحاب.
- اعرض لهم شكل مراحل دورة حياة المُنتَج في الشكل 1.10.
- وجِّه الطلبة لحل التمرينين الثاني والثالث؛ للتحقق من فهمهم لدورة حياة المُنتَج ومراحلها.


الدرس الثالث
دورة حياة المنتج
ما دورة حياة المُنتَج؟ What is the Product Life Cycle
دورة حياة المُنتَج هي الإطار الذي يصف المراحل التي يمر بها المُنتَج، بدءًا من تكوين المفهوم الأولي لذلك المُنتَج وتطويره، وحتى انتهائه أو سحبه من السوق. وتُستخدم مفهوم دورة حياة المُنتَج بشكل شائع في التسويق والإدارة الاستراتيجية لمساعدة الشركات على التخطيط لتطوير مُنتَجاتها المختلفة. وتحديد موعد تقديم مُنتَجات جديدة والتخلص من المُنتَجات القديمة، وكيفية تحقيق الحد الأقصى من الربح في المراحل المختلفة. ويوضِّح الشكل 1.10 مراحل دورة حياة المُنتَج.
مراحل دورة حياة المنتج Stages of a Product Life Cycle
تمرُّ دورة حياة المُنتَج بالمراحل التالية:
- التطوير: يتم في هذه المرحلة البحث عن فكرة المُنتَج وتطويرها واختبارها.
- العرض: يتم طرح المُنتَج في السوق، ثم تبدأ الشركة في الترويج له وبيعه.
- النمو: يكتسب المُنتَج قبولًا في السوق وترتفع المبيعات بسرعة.
- النُضج: يصل المُنتَج إلى ذروته من ناحية تحقيق المبيعات والأرباح، ويصبح السوق مشبعًا بمُنتَجات مماثلة.
- الانحدار: تنخفض مبيعات المُنتَجات، حيث تتضاءل حصتها في السوق بسبب ظهور مُنتَجات منافسة أو تقنيات جديدة.
- الانسحاب: يتم التخلص التدريجي من المُنتَج في النهاية وإزالته من السوق، والتوقف عن تصنيعه أو استبداله بمُنتَج جديد.
التطوير العرض النمو النُضج الانحدار الانسحاب
شكل 1.10: مراحل دورة حياة المُنتَج
31


2 عرِّف المقصود بدورة حياة المُنتَج.
39

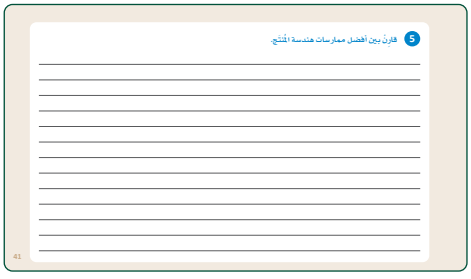
3 ضع قائمة بمراحل دورة حياة المُنتَج.
40

- انتقل إلى هندسة المُنتَج ووضِّح لهم ما تتضمَّنه من أنشطة رئيسة لتلبية احتياجات العملاء.
- بيِّن لهم مراحل هندسة المُنتَج وهي: تطوير المفهوم، والتصميم والتطوير، والاختبار والتحقق، والتصنيع والإنتاج، والصيانة والدعم، والسحب أو الإلغاء التدريجي.
- اشرح لهم ما تتضمَّنه كل مرحلة من المراحل، وبيِّن احتمالية وجود اختلافات بين الشركات في هذه المراحل، وأنه قد يكون لها مسميات أخرى.

ما المقصود بهندسة المُنتَج؟ What is Product Engineering
تتضمَّن هندسة المُنتَج وضع تصوُّر للمُنتَج وتقديمه إلى السوق من خلال التصميم والتطوير. وهو مجال متعدد التخصصات يشتمل على جوانب مختلفة من تطوير المُنتَجات تشمل الهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، وهندسة البرمجيات، والتصميم الصناعي وعلوم المواد.
يُعدُّ مهندسو المُنتَج مسؤولين عن تصميم وتطوير المُنتَجات التي تُلبِّي احتياجات العملاء ومتطلبات السوق، حيث يعمل هؤلاء المهندسون عن كثب مع فرق متعددة الوظائف، تشمل المصمِّمين والمسوِّقين ومهندسي التصنيع، لضمان أن المُنتَج يؤدي وظيفته وأنه موثوق وفعَّال من حيث التكلفة.
تتضمَّن هندسة المُنتَج العديد من الأنشطة الرئيسة مثل:
- تصوُّر متطلبات المُنتَج وتحديدها.
- تصميم المُنتَج وإنشاء المواصفات التفصيلية والمُخطَّطات الهندسية.
- إجراء البحث والتطوير للتعرف على التقنيات والمواد الجديدة.
- إنشاء نماذج أولية واختبار وظائف المُنتَج، وأدائه، ومدى موثوقيته.
- إدارة عملية تطوير المُنتَج، وتشمل العمل مع المورِّدين والمصنِّعين.
- إدارة دورة حياة المُنتَج، وتشمل الصيانة والدعم.
تُعدُّ هندسة المُنتَج جزءًا مهمًا من عملية تطويره؛ حيث إنها تضمن أن المُنتَج النهائي يُلبِّي احتياجات العملاء، وأن تصنيعه يتمُّ بكفاءة وفعالية من حيث التكلفة.
مراحل هندسة المُنتَج Product Engineering Phases
تتضمَّن هندسة المُنتَج بشكل عام المراحل التالية:
1. تطوير المفهوم: تتضمَّن هذه المرحلة تكوين الفكرة الأولية ووضع تصوُّر للمُنتَج، كما تشمل إجراء أبحاث السوق وتحليل احتياجات العملاء، وعمل دراسات الجدوى لتحديد أهمية المُنتَج ومتطلباته.
2. التصميم والتطوير: تشمل هذه المرحلة تصميم المُنتَج وتطويره، وتتضمَّن إنشاء المواصفات التفصيلية والمُخطَّطات الهندسية، وتطوير النموذج الأولي.
3. الاختبار والتحقق: تشمل هذه المرحلة اختبار المُنتَج والتحقق من تلبيته للمتطلبات والمواصفات التي تم تحديدها أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمَّن هذه المرحلة اختبار تصميم المُنتَج وأدائه وموثوقيته.
4. التصنيع والإنتاج: تشمل هذه المرحلة تصنيع المُنتَج وإنتاجه، وتتضمَّن إنشاء أدوات ومعدات الإنتاج وتجميع المُنتَج النهائي.
5. الصيانة والدعم: تتضمَّن هذه المرحلة صيانة المُنتَج ودعمه بعد طرحه في السوق، وإيجاد معالجة مشكلات العملاء، وتقديم الدعم الفني، وإصدار التحديثات أو الترقيات.
6. السحب أو الإلغاء التدريجي: تمثِّل هذه المرحلة انتهاء دورة حياة المُنتَج، إما بالوصول إلى نهاية عمره الافتراضي، أو بالانتقال التدريجي إلى نموذج جديد، ويتضمَّن ذلك عمليات إيقاف المُنتَج والتخلص منه بأمان.
قد يكون هناك اختلافات لدى الشركات أو الصناعات المختلفة في هذه المراحل وقد يُعبَّر عنها باستخدام مصطلحات أخرى.
32

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وجِّه الطلبة لحل التمرين الرابع؛ للتحقق من فهمهم لمراحل هندسة المُنتَج.
- انتقل إلى أفضل ممارسات هندسة المُنتَج باستخدام مثال تطوير وتصنيع سيارة جديدة.
- ناقشهم حول تطبيق أفضل الممارسات في مثال تطوير السيارة في الجدول 1.11.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من فهمهم لأفضل ممارسات هندسة المُنتَج.



- بعد ذلك، اشرح لهم المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج، والتي تُستخدم لإدارة حياة المُنتَج من بدايته حتى نهايته.
- وضِّح لهم هدف دورة حياة المُنتَج وهو تحسين الكفاءة والتعاون في جميع مراحل تطوير المُنتَج.
- اعرض لهم مراحل إدارة دورة حياة المُنتَج بدءًا من مرحلة بداية الحياة للمُنتَج.
- وضِّح لهم أن مرحلة بداية الحياة للمُنتَج تتضمَّن تطوير مفهوم المُنتَج وتصميمه وتطويره، وفيها إنشاء فكرة المُنتَج ودراسة جدواه، وتحديد متطلباته.
- اعرض لهم ما تتضمَّنه مرحلة بداية حياة المُنتَج من أنشطة تتمثل في: أبحاث التسويق، والتصور، وتعريف المتطلبات، والتصميم والتطوير، والاختبار والتحقق من الصحة، والموافقة.
- بيِّن لهم أن هذه المرحلة حاسمة في نجاح المُنتَج، حيث إنها تشكل حجر الأساس لبقية المراحل.

ما المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج؟ What is Product Life Cycle Management?

إدارة دورة حياة المُنتَج (Product Life cycle Management – PLM) هي عملية تُستخدم لإدارة دورة حياة المُنتَج الكاملة من البداية إلى النهاية. وتتضمَّن هذه الدورة تنسيق وإدارة جميع البيانات والوثائق والعمليات المتعلقة بالمُنتَج، ويشمل ذلك التصميم، والهندسة، والإنتاج، والدعم. وتهدف دورة حياة المُنتَج إلى تحسين الكفاءة والتعاون في جميع مراحل تطوير المُنتَج. والتأكد من إمكانية وصول جميع أصحاب المصلحة إلى أحدث المعلومات عن المُنتَج وأكثرها دقة.

مراحل إدارة دورة حياة المُنتَج Product Life Cycle Management Stages

مرحلة بداية الحياة للمنتج

تتضمَّن هذه المرحلة تطوير مفهوم المُنتَج وتصميمه وتطويره، وهي المرحلة التي يتم فيها إنشاء فكرة المُنتَج وتقييمه من حيث الجدوى. بالإضافة إلى تحديد متطلباته. كما تتضمَّن هذه المرحلة الأنشطة التالية:

أبحاث السوق
فهم احتياجات السوق المستهدفة، وتحديد الفُرص المحتملة للمُنتَج.

التصور
إنشاء فكرة أوَّلية للمُنتَج، وتقييم احتمالات نجاحه في السوق.

تعريف المتطلبات
تحديد المتطلبات الوظيفية وغير الوظيفية للمُنتَج، وتعريفها.

التصميم والتطوير
تطوير المواصفات التفصيلية والمُخطَّطات الهندسية ونماذج المُنتَج.

الاختبار والتحقق من الصحة
التأكد من استيفاء المُنتَج للمتطلبات والمواصفات المحدَّدة خلال مرحلة تطوير المفهوم.

الموافقة
الحصول على الموافقات من أصحاب المصلحة مثل: العملاء والجهات التنظيمية.

تُعدُّ هذه المرحلة حاسمة في نجاح المُنتَج، حيث تُشكِّل حَجَرَ الأساس لبقية المراحل في دورة حياة المُنتَج. فالمُنتَج المُعرَّف جيدًا والذي يُمكن تطويره وإنتاجه بكفاءة يملك فرصة أكبر للنجاح خلال المراحل اللاحقة من دورة حياة المُنتَج.

مرحلة منتصف العمر للمنتج

يتم تصنيع المُنتَج، وإنتاجه، وتسويقه، وإطلاقه على نطاق تجاريّ في مرحلة منتصف العمر (Middle Of life – MOL). وتتضمَّن هذه المرحلة الأنشطة التالية:

التصنيع والإنتاج
إنشاء أدوات ومعدات الإنتاج وتجميع المُنتَج النهائي.

إدارة الإمدادات
إدارة تدفق المواد والمُكوِّنات لدعم عملية الإنتاج.

34

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وضِّح لهم أن مرحلة منتصف العمر للمُنتَج يتم فيها تصنيع المُنتَج وإنتاجه، وتسويقه، وإطلاقه على نطاق تجاري.
- اشرح لهم الأنشطة التي تتضمَّنها هذه المرحلة، من التصنيع والإنتاج، وإدارة الإمدادات، ومراقبة الجودة، والإطلاق والتسويق، والتسعير والربحية، وتحليل السوق.
- بيِّن لهم أن هذه المرحلة يُطرح فيها المُنتَج على نطاق واسع، ويكون فيها تركيز على أداء المُنتَج وتحسينه ومعالجة كافة المشكلات.
- انتقل إلى مرحلة نهاية العمر للمُنتَج، وبيِّن أنها المرحلة الأخيرة من تطوير المُنتَج، وفيها يصل لنهاية عمره الافتراضي، ويتم التخلص منه بشكلٍ تدريجي.
- وضِّح لهم ما تتضمَّنه المرحلة من أنشطة وهي التخلص التدريجي من المُنتَج، وإدارة عمليات البيع الختامية، وإدارة المخزون، والسحب، والتخلص، والدعم بعد السحب.
- بيِّن لهم تركيز فريق الإنتاج في هذه المرحلة على إدارة نهاية عمر المُنتَج، وضمان الانتقال السلس للمُنتَج أو الإصدار التالي.
- اطلب منهم حل التمرينين السادس والسابع؛ للتحقق من فهمهم لإدارة دورة حياة المُنتَج.

مراقبة الجودة
التأكد من استيفاء المُنتَج لمعايير الجودة المطلوبة قبل طرحه في السوق.

الإطلاق والتسويق
طرح المُنتَج في السوق وإتاحته للاستخدام التجاري. ويشمل ذلك أنشطة التسويق والمبيعات والتوزيع.

التسعير والربحية
وضع استراتيجية التسعير ومراقبة أرباح المُنتَج.

تحليل السوق
تحليل أداء السوق بالنسبة للمُنتَج وتحديد فُرص التحسين.

يتم طرح المُنتَج تجاريًا على نطاق واسع خلال هذه المرحلة، ويكون من المهم تحسين المبيعات والتكاليف وسلاسل التوريد، وخفض التكاليف لزيادة الأرباح. كما يُركِّز فريق المُنتَج على الحفاظ على أدائه وتحسينه ومعالجة كافة المشكلات. وتُعدُّ هذه المرحلة مهمة أيضًا في تحديد الفُرص المحتملة لتحسينات المُنتَج أو الإصدارات الجديدة والتوسع في أسواق جديدة.

مرحلة نهاية العمر للمنتج

إن المرحلة الأخيرة من تطوير المُنتَج هي وصوله إلى نهاية عمره الافتراضي، والتخلص منه بشكل تدريجي ينتهي بالتوقف عن إنتاجه والتخلص منه بأمان. وتتضمَّن هذه المرحلة الأنشطة التالية:

التخلص التدريجي من المنتج
التخطيط للتخلص التدريجي من المُنتَج، ويشمل ذلك تحديد توقيت مناسب للتوقف عن إنتاجه مع تحديد طريقة ذلك.

إدارة عمليات البيع الختامية
إدارة إنتاج وتسليم الطلبات الأخيرة من المُنتَج للعملاء.

إدارة المخزون
إدارة المخزون المتبقي من المُنتَج والتأكد من بيعه قبل التوقف عن توزيعه.

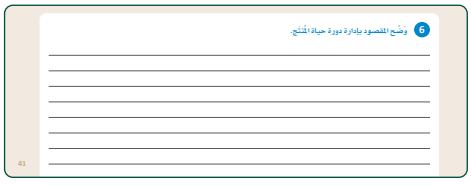
السحب
سحب المُنتَج من السوق وإيقاف إنتاجه ودعمه.

التخلص
التخلص مما تبقى من مخزون المُنتَج ومُكوِّناته بشكل آمن ومتوافق مع الأنظمة البيئية.

الدعم بعد السحب
تقديم الدعم للمُنتَج لفترة محدودة بعد سحبه.

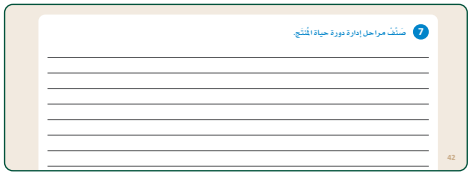
يُركِّز فريق الإنتاج خلال هذه المرحلة على إدارة نهاية عمر المُنتَج، وضمان الانتقال السلس إلى المُنتَج أو الإصدار التالي. كما يتم العمل أيضًا على استرداد أكبر قدر ممكن من قيمة المُنتَج قبل أن يتم سحبه عن طريق بيع المخزون المتبقي. وتُعدُّ هذه المرحلة مهمة أيضًا للتخطيط لنهاية أي خدمات أو أي دعم مقدَّم للمُنتَج.

35



6 وضِّح المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج.

41



7 صنِّف مراحل إدارة دورة حياة المُنتَج.

42

- انتقل إلى تقنيات إدارة دورة حياة المُنتَج، ووضِّح أنواعها: الهندسة المتزامنة، والتصميم من أسفل لأعلى، والتصميم من أعلى لأسفل، والتصميم ذو الطرفين المتقابلين، وتصميم التحميل الأمامي وسير العمل، والتصميم في سياق.
- اشرح كل نوع من هذه التقنيات، ومزاياها، وناقشهم حول الفرق بينها.
- وجِّه الطلبة لحل التمرينين الثامن والتاسع؛ للتحقق من فهمهم لتقنيات إدارة دورة حياة المُنتَج.

تقنيات إدارة دورة حياة المُنتَج Product Life Cycle Management Techniques

الهندسة المتزامنة
يُعرَف الهندسة المتزامنة (Concurrent Engineering) والمعروفة أيضًا باسم الهندسة التعاونية بأنها نهج لتطوير المُنتَج يتضمَّن قيام فِرَق عمل متعددة بالعمل بشكل متزامن على جوانب مختلفة من المُنتَج. ويهدف هذا النهج إلى تسريع عملية تطوير المُنتَج، وذلك بالحد من التأخير الذي يَنتُج عادة عن العمل بالتتابع في مراحل مختلفة من هذه العملية.

تتبع الهندسة المتزامنة نهجًا قائمًا على تكوين فريق مشترك يشمل المهندسين والمصمِّمين وغيرهم من الخبراء، حيث يعملون معًا لتطوير مُنتَج من مرحلة الفكرة حتى إطلاقه في السوق. تعمل الفِرَق في الوقت نفسه على جوانب مختلفة من عملية تطوير المُنتَج وإنتاجه مثل: التصميم والتصنيع والاختبار والتسويق. ويسمح هذا النهج بالتعرف السريع على المشكلات المحتملة وإجراء التغييرات على التصميم أو المُخطَّط المختلفة في مراحل مبكرة من عملية التطوير. يقارن الشكل 1.11 بين المُخطَّطات الزمنية للخطَّة الهندسية التقليدية والخطَّة الهندسية المتزامنة. وسنلاحظ في هذا الشكل ميزة تقليل الوقت الإجمالي الذي تقدمه تقنية الهندسة المتزامنة.

شكل 1.11: تقليل التأخير في عملية التطوير باستخدام الهندسة المتزامنة

تشمل مزايا الهندسة المتزامنة ما يلي:
- تقليل وقت تطوير المُنتَج.
- زيادة الكفاءة والتعاون بين الفِرَق.
- تحسين جودة ومولوقية المُنتَج.
- خفض التكلفة من خلال الحدّ من التعديلات على التصميم وإعادة العمل.
- التشخيص المبكر للمشكلات المحتملة وإمكانية إجراء تغييرات في وقت مبكر من عملية التطوير.

التصميم من الأسفل إلى الأعلى
يُعرَّف نموذج التصميم من الأسفل إلى الأعلى (Bottom-Up Design) بأنه نهج لتصميم المُنتَج وتطويره بدءًا من المُكوِّنات الفردية للنظام وصولًا إلى بناء النظام بأكمله. وبدلًا من البدء بالنظام ككل، يركِّز هذا النهج على تصميم وتطوير المُكوِّنات على المستوى الأدنى، كالأجزاء الفردية أو المُجمَّعة. ثم دمجها معًا في مُجمَّعات أو أنظمة فرعية أكبر، وتتكرر هذه العملية حتى يتم تصميم النِّظام بأكمله ودمجه بالكامل.

إن الميزة الرئيسة للتصميم من الأسفل إلى الأعلى هي إمكانية إكمال تصميم المُكوِّنات الفردية والأنظمة الفرعية قبل الانتهاء من تصميم النظام الكلي. ويسمح هذا الأمر بتحسين المُكوِّنات الفردية والكشف عن أي مشكلات قد تنشأ خلال جمع المُكوِّنات وتكامل الأنظمة الفرعية.

36

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل بعدها لهرم نُظُم الإنتاج، وبيِّن أنه إطار يُستخدم لتصنيف وفهم المستويات المختلفة لأنظمة الإنتاج.
- وضِّح مستويات هرم أنظمة الإنتاج الأربعة، واشرح ما يستخدِمه كل مستوى، وآليات الإنتاج فيه، ومميزاته.
- اطلب منهم حل التمرين العاشر؛ للتحقق من فهمهم لمستويات هرم نُظُم الإنتاج.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم لمفاهيم الدرس.

تمرينات

1

حدد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تقتصر دورة حياة المُنتَج على عمليتي البحث الأولي وتصميم المُنتَج.		
2. تهتم مرحلة التصنيع بـ هندسة المُنتَج بكيفية تجميع مُنتَج لإنتاجه بالجملة.		
3. يجب أن يتعاون المهندسون من المجالات المختلفة مع مهندسي البرمجيات لإنتاج مُنتَجات ذات جودة أعلى.		
4. يتواصل مديرو إدارة دورة حياة المُنتَج مع إدارة المستوى الأعلى أيضًا.		
5. تشتمل مرحلة بداية الحياة للمُنتَج فحوصات مراقبة الجودة.		
6. تختص مرحلة نهاية العمر للمُنتَج بسحب المُنتَج من السوق.		
7. تُركِّز الهندسة المتزامنة على فصل العمليات الهندسية.		
8. تسبق المُنتَجات التي تم تطويرها مع تصميم التحميل الأمامي وسير العمل الكثير من الوقت في المراحل الأولى من التخطيط والتصميم.		
9. يُستخدم نهج التصميم في سياق تطوير المُنتَجات ذات الأغراض العامة.		
10. يهتم المستوى الرابع من هرم نُظُم الإنتاج بموضوعات الجيل الرابع من الصناعة.		

39

8 ضع قائمة بمزايا استخدام منهجية الهندسة المتزامنة.

42

9 كيف يساهم التصميم ذو الطرفين المتقابلين في الجمع بين نموذجي التصميم من الأسفل إلى الأعلى ومن الأعلى إلى الأسفل؟

10 اشرح مستويات هرم نُظُم الإنتاج.

43

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حَدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تقتصر دورة حياة المُنتَج على عمليتي البحث الأوَّلي وتصميم المُنتَج.		✓
تتضمَّن أيضًا اختبار المُنتَج وتحسينه.		
2. تهتم مرحلة التصنيع في هندسة المُنتَج بكيفية تجميع مُنتَج لإنتاجه بالجملة.	✓	
3. يجب أن يتعاون المهندسون من المجالات المختلفة مع مهندسي البرمجيات لإنتاج مُنتَجات ذات جودة أعلى.	✓	
4. يتواصل مديرو إدارة دورة حياة المُنتَج مع إدارة المستوى الأعلى أيضًا.	✓	
5. تشتمل مرحلة بداية الحياة للمُنتَج فحوصات مراقبة الجودة.		✓
يحدث هذا خلال مرحلة منتصف العمر للمُنتَج (MOL).		
6. تختص مرحلة نهاية العمر للمُنتَج بسحب المُنتَج من السوق.	✓	
7. تُركِّز الهندسة المتزامنة على فصل العمليات الهندسية.		✓
تُركِّز على العمليات التي تحدث بالتوازي.		
8. تستغرق المُنتَجات التي تم تطويرها مع تصميم التحميل الأمامي وسير العمل الكثيرَ من الوقت في المراحل الأولى من التخطيط والتصميم.	✓	
9. يُستخدم نهج التصميم في سياق لتطوير المُنتَجات ذات الأغراض العامة.		✓
يتم استخدامه لمنتَجات متخصصة ومحددة للغاية.		
10. يهتم المستوى الرابع من هرم نُظُم الإنتاج بموضوعات الجيل الرابع من الصناعة.	✓	

2 عرِّف المقصود بدورة حياة المُنتَج.

دورة حياة المُنتَج هي الإطار الذي يصف المراحل التي يمر بها المُنتَج، بدءًا من تكوين المفهوم الأوَّلي لذلك المُنتَج وتطويره، وحتى انتهائه أو سحبه من السوق.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 ضَعْ قائمة بمراحل دورة حياة المُنتَج.

- التطوير
- العرض
- النمو
- النُضج
- الانحدار
- الانسحاب

4 حَلِّلْ مراحل هندسة المُنتَج.

1. تطوير المفهوم: تتضمَّن هذه المرحلة تكوين الفكرة الأوَّلية ووضع تصوُّر للمُنتَج، كما تشمل إجراء أبحاث السوق وتحليل احتياجات العملاء، وعمل دراسات الجدوى لتحديد أهمية المُنتَج ومتطلباته.
2. التصميم والتطوير: تشمل هذه المرحلة تصميم المُنتَج وتطويره، وتتضمَّن إنشاء المواصفات التفصيلية والمُخطَّطات الهندسية، وتطوير النموذج الأوَّلي.
3. الاختبار والتحقق من الصحة: تشمل هذه المرحلة اختبار المُنتَج والتحقق من تلبيته للمتطلبات والمواصفات التي تم تحديدها أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمَّن هذه المرحلة اختبار تصميم المُنتَج، وأدائه وموثوقيته.
4. التصنيع والإنتاج: تشمل هذه المرحلة تصنيع المُنتَج وإنتاجه، وتتضمَّن إنشاء أدوات ومعدَّات الإنتاج وتجميع المُنتَج النهائي.
5. الصيانة والدعم: تتضمَّن هذه المرحلة صيانة المُنتَج ودعمه بعد طرحه في السوق، وأيضًا معالجة مشكلات العملاء، وتقديم الدعم الفني، وإصدار التحديثات أو الترقيات.
6. السحب أو الإلغاء التدريجي: تمثِّل هذه المرحلة انتهاء دورة حياة المُنتَج، إما بالوصول إلى نهاية عمره الافتراضي، أو بالانتقال التدريجي إلى نموذج جديد، ويتضمَّن ذلك عمليات إيقاف المُنتَج والتخلص منه بأمان.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

5 قارِنْ بين أفضل ممارسات هندسة المُنتَج.

أفضل الممارسات	التطبيق
استخدام نهج متعدد التخصصات	
هندسة المُنتَجات مجال متعدد التخصصات يتطلب تعاون العديد من الخبراء مثل: المهندسين الميكانيكيين، والمهندسين الكهربائيين، ومهندسي البرمجيات، والمصمِّمين الصناعيين وعلماء المواد.	يتم استخدام نهج يضم العديد من الخبراء؛ لإنشاء تصميم السيارة ومُكوِّناتها بشكلٍ مُحسَّن لتحقيق أفضل أداء مع مراعاة السلامة والجماليات.
تنفيذ عملية اختبار وتحقق قوية	
تضمن هذه العملية أن المُنتَج يُحقِّق المتطلبات والمواصفات المحدَّدة أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمَّن اختبار تصميم المُنتَج وأدائه وموثوقيته.	يتم تنفيذ عملية الاختبار والتحقق بدقة للتأكد من مطابقة السيارة للمتطلبات المحدَّدة خلال مرحلة تطوير المفهوم.

6 وَضِّح المقصود بإدارة دورة حياة المُنتَج.

إدارة دورة حياة المُنتَج (PLM) هي عملية تُستخدم لإدارة دورة حياة المُنتَج الكاملة من البداية إلى النهاية، وتتضمَّن هذه الدورة تنسيق وإدارة جميع البيانات والوثائق والعمليات المتعلقة بالمُنتَج، ويشمل ذلك التصميم، والهندسة، والإنتاج، والدعم، وتهدف دورة حياة المُنتَج إلى تحسين الكفاءة والتعاون في جميع مراحل تطوير المُنتَج، والتأكد من إمكانية وصول جميع أصحاب المصلحة إلى أحدث المعلومات عن المُنتَج وأكثرها دقة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024/1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

7 صَنِّفْ مراحل إدارة دورة حياة المُنتَج.

- مرحلة بداية الحياة للمُنتَج (BOL): تتضمَّن هذه المرحلة تطوير مفهوم المُنتَج وتصميمه وتطويره، وهي المرحلة التي يتم فيها إنشاء فكرة المُنتَج وتقييمه من حيث الجدوى، بالإضافة إلى تحديد متطلباته.
- مرحلة منتصف العمر للمُنتَج (MOL) : هذه هي المرحلة التي يتم فيها تصنيع المُنتَج، وإنتاجه، وتسويقه، وإطلاقه على نطاق تجاريّ، وتشمل التصنيع والإنتاج بالإضافة إلى الإطلاق والتسويق.
- مرحلة نهاية العمر للمُنتَج (EOL) : المرحلة الأخيرة من تطوير المُنتَج هي وصوله إلى نهاية عمره الافتراضي، والتخلص منه بشكلٍ تدريجي ينتهي بالتوقف عن إنتاجه والتخلص منه بأمان.

8 ضَعْ قائمة بمزايا استخدام منهجية الهندسة المتزامنة.

- تقليل وقت تطوير المُنتَج.
- زيادة الكفاءة والتعاون بين الفِرَق.
- تحسين جودة وموثوقية المُنتَج.
- خفض التكلفة من خلال الحدّ من التعديلات على التصميم وإعادة العمل.
- التشخيص المبكر للمشكلات المحتملة وإمكانية إجراء تغييرات في وقت مبكر من عملية التطوير.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

9 كيف يساهم التصميم ذو الطرفين المتقابلين في الجمع بين نموذجي التصميم من الأسفل إلى الأعلى ومن الأعلى إلى الأسفل؟

التصميم ذو الطرفين المتقابلين هو نهج لتطوير المُنتَج يجمع بين عناصر نظامي التصميم من الأعلى إلى الأسفل ومن الأسفل إلى الأعلى، ويبدأ هذا النهج بتصميم النظام الكامل وكذلك المُكوِّنات الفردية، ويستخدِم عملية تكرارية لتطوير المُنتَج من خلال العمل على المستويَين في وقت واحد.

10 اشرحْ مستويات هرم نُظُم الإنتاج.

المستوى الأول:

أنظمة الإنتاج اليدوي: تعتمد هذه الأنظمة على العمل اليدوي وتتميز بطبيعتها التي تفتقر للتشغيل الآلي وبإنتاجيتها المنخفضة، وتُستخدم هذه الأنظمة لمهام الإنتاج البسيطة منخفضة الحجم.

المستوى الثاني:

الأنظمة الآلية الأساسية: تستخدِم هذه الأنظمة تقنيات الأتمتة الأساسية (التشغيل الذاتي) لأتمتة جوانب معينة من عملية الإنتاج، وتتميز بمستويات أعلى من الأتمتة والإنتاجية مقارنة بالأنظمة اليدوية.

المستوى الثالث:

أنظمة الإنتاج المتكاملة: تستخدِم هذه الأنظمة تقنيات أتمتة متقدمة، مثل التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) والتصنيع بمساعدة الحاسب (CAM) لدمج الجوانب المختلفة من عملية الإنتاج مما يسمح بوجود مستويات عالية من الأتمتة والإنتاجية.

المستوى الرابع:

أنظمة الإنتاج المتقدمة: تستخدِم هذه الأنظمة تقنيات متقدمة مثل: الروبوتات والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتحسين عملية الإنتاج، وتتميز بمستويات عالية جدًا من الأتمتة والإنتاجية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024/1446

تخطيط المشروع

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على المشروع وخصائصه، وفهم أداة **التحليل الرباعي** (SWOT Analysis)، وكذلك معرفة إدارة المشروع ومزاياها، ومُحدِّدات **إدارة المشروع** (Project Management)، وتحديد مسؤوليات مدير المشروع، وآليات تخطيط نطاق المشروع، ومعرفة المُخطَّط الزمني، وكيفية إدارة الموارد وتعيينها وأنواعها، ومعرفة الموارد البشرية وإدارتها، وفهم العلاقات المنطقية في المشروع، وكذلك معرفة خطة إدارة المخاطر، ومزايا وعيوب العمل عن بُعد.

أهداف التعلُّم

- معرفة المقصود بالمشروع وخصائصه.
- فهم أداة التحليل الرباعي.
- شرح المقصود بإدارة المشروع ومزاياها.
- تحديد مثلث إدارة المشروع وآليات الحفاظ على توازن المثلث.
- وصف مسؤوليات مدير المشروع وسماته.
- شرح عمليات تخطيط نطاق المشروع.
- شرح عمليات المُخطَّط الزمني للمشروع.
- معرفة مهام إدارة موارد المشروع.
- تحديد أنواع الموارد في المشروع.
- وصف نشاطات إدارة الموارد البشرية في المشروع.
- تمييز العلاقات المنطقية في المشروع.
- شرح كيفية إدارة المخاطر في المشروع.
- تحديد مزايا وعيوب العمل عن بُعد للموظفين والشركات.

الدرس الرابع	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الرابع: تخطيط المشروع	3

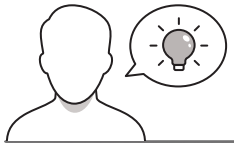
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

نقاط مهمَّة

> قد يخلط بعض الطلبة بين المُنتَج والمشروع، بيِّن لهم أن المُنتَج بالغالب هو نتاج المشروع.

> قد يظن بعض الطلبة أن الحفاظ على ميزانية المشروع وتقليل تكلفته دليل على نجاحه، وضِّح لهم أن التعجل في تقدير التكاليف وتقليلها قد يؤدي لانخفاضٍ في الجودة؛ ومن ثم إعادة العمل وصرف تكاليف أكبر.

> قد يرى بعد الطلبة بأن خطة **إدارة المخاطر** (Risk Management) ليست مهمة، وضِّح لهم أهمية بناء هذه الخطة لتقليل أي مشكلات محتملة قد تؤثر سلبًا على إكمال المشروع.



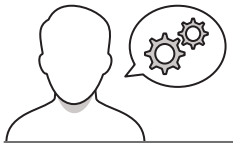
التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما العلاقة بين المُنتَج والمشروع؟
- ماذا نعني بإدارة المشروع؟
- على ماذا تعتمد ميزانية المشروع؟
- ما السمات التي يجب أن يتحلى بها مدير المشروع؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



خطوات تنفيذ الدرس

- في البداية ناقِش الطلبة حول ماهية المشروع، وخصائصه المختلفة.
- اشرح لهم آلية **تخطيط المشروع** (Project Planning)، وما يتضمَّنه من خطوات متعددة.
- ناقِشهم حول أهمية تخطيط المشروع، وما يتسم به المشروع المخطط له مقابل المشروع غير المخطط له.
- وضِّح لهم **أداة التحليل الرباعي** (SWOT)، وكيفية استخدامها في إدارة المخاطر في المشاريع.
- اطلب منهم حل التمرين الثالث؛ للتحقق من قدرتهم على التحليل باستخدام **أداة التحليل الرباعي** (SWOT).
- انتقل لإدارة المشروع، ووضِّح لهم ماهيتها، وما تتيحه من مزايا لتحسين الإنتاجية وتحقيق النجاح.
- ناقشهم حول مثلث إدارة المشروع، وما يتضمَّنه من مُحدِّدات: النطاق، والوقت، والتكلفة.
- اشرح لهم كيفية الحفاظ على التوازن في مثلث إدارة المشروع.

الدرس الرابع
تخطيط المشروع

ماالمقصود بالمشروع؟ What is a Project

المشروع هو نشاط مؤقت بطبيعته لتحقيق هدف معين أو نتيجة محدَّدة. وتُعدُّ المشاريع فريدةً من نوعها، حيث إنها عادةً ما تكون مُستقلةً عن العمليات الاعتيادية للمؤسسة. وتهدف إلى إنشاء مُنتَج، أو خدمة، أو تحقيق نتيجة معينة.

المشروع (Project)،
المشروع عبارة عن سلسلة من الأنشطة أو المهام التي يتعين إكمالها خلال إطار زمني محدَّد وبضمن ميزانية محدَّدة من أجل إنشاء مُنتَج أو خدمة.

يمتاز كل مشروع بتاريخ بداية وتاريخ نهاية مُحددين، وعادة ما يُموَّل بميزانية ونطاق محدَّد للعمل ويُخطَّط زمنيًا. ويتضمَّن المشروع غالبًا مشاركة العديد من أصحاب المصلحة والموارد، والكثير من الاجتماعات والتواصل والاستشارات. أما إدارة المشروع فهي مجال تخطيط وتنظيم وإدارة الموارد لتحقيق أهداف المشروع وغاياته.

خصائص المشروع:
- له تُخطَّط زمني ثابت يُحدَّد فيه تاريخ بداية المشروع ونهايته.
- له نطاق عمل محدَّد وأهداف واضحة.
- مستقل بميزانية وموارد محدَّدة.
- ينطوي على سلسلة من الأنشطة المتسلسلة والمترابطة.
- قد يواجه مخاطر وتحديات يجب الحذر منها.

تختلف أهداف المشاريع وطبيعتها، فقد يكون المشروع عبارة عن إنشاء جسر جديد، أو تطوير تطبيق برمجي، أو تنظيم حدث أو مهرجان، أو إجراء بحث، أو إطلاق حملة تسويقية. وهناك مشاريع كبيرة وأخرى صغيرة، ومنها البسيطة ومنها المعقدة. ويُمكن العثور على المشاريع في شتى المجالات والصناعات.

تخطيط المشروع Project Planning

تخطيط المشروع هو عملية تحديد النطاق والأهداف والمهام اللازمة لإكمال المشروع. ويتضمَّن إنشاء تُخطَّط لتحديد الأنشطة المختلفة وتفاعله المحورية والموارد اللازمة لتحقيق أهداف المشروع ضمن إطار زمني محدَّد.

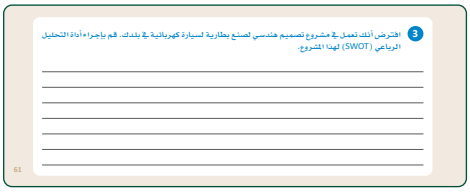
التصميم الجيد لأي مشروع يتطلب أن تُحدِّد خطتَّه، والفرض منه، والموارد المطلوبة، والميزانية، والتُخطَّط الزمني لتحقيق ذلك، كما يجب أن تُحدِّد أدوار ومسؤوليات أعضاء الفريق، وخطة الاتصال، واستراتيجيات إدارة المخاطر، وطرائق تتبع وتقييم مدى التقدم.

يساعد التخطيط الفعَّال للمشروع على ضمان وجود فهم واضح لدى كافة أعضاء الفريق لأهداف المشروع ومتطلباته. ويسمح لهم بالعمل معًا بشكل أكثر كفاءة وفعالية لتحقيق تلك الأهداف. كما أنه يساعد على تحديد المخاطر والعقبات المحتملة، مما يسمح للفريق المشروع بتفاديها بشكل استباقي ومنع التأخير أو الآثار السلبية الأخرى على المشروع.

يتضمَّن **تخطيط المشروع** (Project Planning) عادةً الخطوات التالية:

1. **تحديد نطاق المشروع:** من خلال تحديد متطلبات المشروع، والنتائج المتوقعة، وأصحاب المصلحة المعنيين.
2. **تطوير خطة المشروع:** من خلال إنشاء خطة مشروع مفصلة تحدِّد المهام، والمُخطَّطات الزمنية، والموارد اللازمة لإكمال المشروع.
3. **تحديد مخاطر المشروع:** من خلال تحديد المخاطر المحتملة التي قد تظهر أثناء تنفيذ المشروع ووضع استراتيجيات للحد منها.

44



3 افترض أنك تعمل في مشروع تصميم هندسي لصنع بطارية لسيارة كهربائية في بلدك. قم بإجراء أداة التحليل الرباعي (SWOT) لهذا المشروع.

61

- انتقل إلى شرح مسؤوليات مدير المشروع المتنوعة وهي: تخطيط المشروع، وتنفيذ المشروع، والمراقبة والتحكم في المشروع، وإغلاق المشروع.
- بيِّن لهم واجبات مدير المشروع وسماته، والخُطط التي يجب عليه تطويرها.
- بعدها، بيِّن لهم تخطيط نطاق المشروع، وما يتضمَّنه من تحديد نطاق المشروع، وكذلك تقسيم المهام إلى مهام أصغر.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الثاني؛ للتحقق من تمييزهم بين تخطيط المشروع وإدارته.
- انتقل بعدها للمُخطَّط الزمني، ووضِّح لهم آليات تقدير الوقت، وتحديد أولويات المهام المختلفة.

الحفاظ على التوازن في مثلث إدارة المشروع:
Maintaining Balance in the Project Management Triangle

عندما تدير مشروعًا ما، وتجد مشكلة قد تؤثر على جودة المشروع أو أهدافه، فيجب عليك:

أولًا،
تحديد تأثير تلك المشكلة بالنسبة لعناصر المُحدِّدات الثلاثة وفق ما هو ثابت وما هو متغير. وهل تتعلق المشكلة بالوقت المتاح لتنفيذ المشروع؟ أم أنها تتعلق بازدياد حجم المشروع، ونطاقه؟ أو ربما يتعلق الأمر بنقص التمويل والموارد المطلوبة؟

ثانيًا،
إجراء التعديلات الممكنة لتحقيق التوازن اللازم للوصول إلى الجودة المطلوبة لتحقيق أهداف المشروع.

مَنْ هو مدير المشروع؟
What is a Project Manager?

مدير المشروع هو شخص محترف مسؤول عن قيادة الفريق وإدارة المشروع من بدايته إلى نهايته. فهو المسؤول عن إنجاز المشروع وضمان اكتماله في الوقت المحدد وفي إطار الميزانية المحدَّدة، وبشكل يناسب أصحاب المصلحة.

يتضمَّن دور مدير المشروع مجموعة من المسؤوليات، وتشمل:

تخطيط المشروع
من خلال تحديد أهداف المشروع ونطاقه ومتطلباته، وإنشاء خطته والتُخطَّط الزمني للتنفيذ، وتحديد الموارد وتخصيصها، ووضع خطة الاتصال.

تنفيذ المشروع
من خلال إدارة أعضاء فريق المشروع والموارد والتنسيق بينهم، ومراقبة التقدم الذي يتم إحرازه وفق الخطة، وحل القضايا والخلافات. والتأكد من تلبية مُخرَجات المشروع لمعايير الجودة.

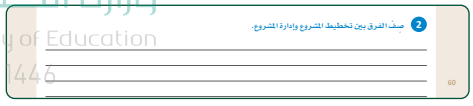
المراقبة والتحكم في المشروع
من خلال تتبُّع التقدُّم في المشروع ومراقبته وتحديد أي اختلاف عن الخطة، وإجراء التعديلات على خطته حسب الحاجة. وإدارة مخاطر المشروع، والتواصل مع أصحاب المصلحة لتقديم التقارير حول حالة المشروع.

إغلاق المشروع
من خلال إجراء مراجعة نهائية للمشروع، والحصول على الموافقة على مُخرجاته، كالتُنتَج مثلًا، وإنهاء العقود والاتفاقيات، وإنشاء مستندات المشروع، وجمع الدروس المستفادة.

يجب أن يمتلك مدير المشروع التاجح مجموعة مهمة وواسعة من المهارات وهي: مهارات القيادة، والتواصل، وحل المشكلات، وصُنع القرار، وإدارة المخاطر. كما يجب أن يمتلك فهمًا عميقًا لمنهجيات وأدوات إدارة المشاريع، إضافة إلى المعلومات التقنية المتعلقة بمجال المشروع.

شكل 1.16: مهام مدير المشروع

48



2 صف الفرق بين تخطيط المشروع وإدارة المشروع.

60

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اشرح لهم **طريقة أيزنهاور** (Eisenhower Method) في تقييم المهام: عاجلة أو غير عاجلة، وذات أهمية أو غير هامة.
- اطلب منهم حل التمرين الخامس؛ للتحقق من فهمهم لآليات تحديد أولويات المهام.
- وضِّح آلية تحديد **النقاط المحورية** (Milestones) وأهمية معرفة **المواعيد النهائية** (Deadlines) للمشروع.
- اشرح لهم خصائص الموعد النهائي، والنقاط الواجب مراعاتها عند تحديد الموعد النهائي.
- اطلب منهم حل التمرين الرابع؛ للتحقق من تمييزهم بين المُخطَّط الزمني والموعد النهائي، والنقطة المحورية.

- انتقل بعدها لإدارة الموارد، وبيِّن لهم ماهيتها، ووضِّح نوعي التكاليف: المباشرة، وغير المباشرة.
- اشرح للطلبة أهمية تحديد **إدارة التكاليف** (Cost Management)، وماذا سيحدث عند استخدامها من عدمه.
- بيِّن لهم العناصر التي تؤخذ بالاعتبار في تقدير تكاليف المشروع.
- اشرح لهم مفهوم تقدير التكاليف، وبيِّن التحديات التي تواجه عملية تقدير التكاليف.
- انتقل بعد ذلك لتعيين الموارد، ووضِّح لهم أنواعها، وكيفية ارتباطها بالمشاريع الناجحة.
- بيِّن لهم أهمية **إدارة الموارد البشرية** (Human Resource)، وأدوارها في بناء التعاون والتكامل في فريق العمل.
- اشرح للطلبة أهم معايير اختيار فريق العمل، وبيِّن النقاط الواجب مراعاتها للعمل الجماعي الناجح.
- اشرح لهم العلاقات في إدارة المشاريع، ووضِّح الأنواع الأربعة من العلاقات المنطقية لإدارة المشروع.
- اطلب منهم حل التمرينين السادس والسابع؛ للتحقق من فهمهم لإدارة التكاليف وإدارة الموارد البشرية.

تقدير التكاليف Cost Estimation

تقدير التكاليف في إدارة المشاريع هي عملية التنبؤ بالموارد المالية وغيرها من الموارد المطلوبة لإكمال المشروع ضمن نطاقه المحدَّد.

التحديات التي تواجه عملية تقدير التكاليف

عملية تقدير التكاليف ليست سهلة، وقد تكون غير دقيقة في بعض الأحيان، خاصةً في المشاريع التقنيّة الحديثة. ويوضِّح الجدول 1.13 بعض المشكلات التي تواجه عملية تقدير التكاليف.

جدول 1.13: التحديات في عملية تقدير التكاليف

التعجُّل في تقدير التكاليف	قد يتم في كثير من الحالات تقدير التكاليف قبل وضوح متطلبات المشروع بشكل كامل. وبالتالي يجب مراجعة التكاليف بشكل دوري أثناء سير المشروع؛ لتجنّب تجاوز الميزانيات المحدَّدة.
قلة الخبرة في تقدير التكاليف	للعب الخبرة دورًا مهمًا في دقة تقدير التكاليف، ويساهم وجود بيانات من مشاريع سابقة أو مشابهة في تقديرها بدقة أكبر.
ميل الطبيعة البشرية لتقليل التكاليف	قد يميل مدير المشروع إلى تقدير التكاليف بشكل أقل مما هي عليه بالفعل، وذلك متأثرًا لعدم إدراكه للجوانب الفنية الدقيقة للمشروع، ومن المهم أن يقوم مدير المشروع وبشكل أساسي أعضاء الفريق في عملية تقدير التكاليف؛ للاستفادة من خبراتهم الفردية في الجوانب الفنية المتعلقة للمشروع.
ضغوطات الإدارات وأصحاب المصلحة لخفض التكاليف	تمارس الإدارات وأصحاب المصلحة ضغوطًا على مدير المشروع لخفض التكاليف، ويُمكن أن يؤدي هذا الضغط إلى حدوث أخطاء في تقدير التكاليف.

تعيين الموارد Resource Mapping

يتطلب تنفيذ مهام المشروع الكثير من الموارد، ويُمكن أن تكون هذه الموارد الضرورية لإنجاز مهام المشروع على شكل معدات أو مرافق أو تمويل أو موارد بشرية (موظفو المشروع)، حيث يُمثِّل العجز أو عدم كفاية بعض هذه الموارد عائقًا أمام إكمال مهام المشروع. على سبيل المثال، في مشروع بناء المنزل لا يُمكن إنشاء مُخطَّط هندسي له دون مدير المشروع والمهندس المعماري.

أنواع الموارد Resource Types

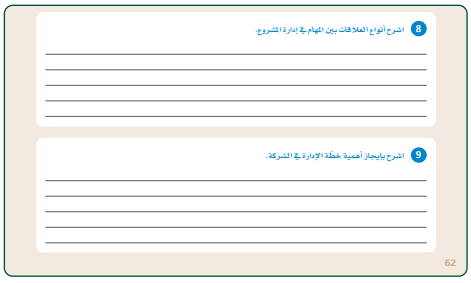
موارد قابلة للتخزين:
هي موارد ملموسة، ويُمكن تخزينها أو تحويلها إلى أموال عند الحاجة مثل: الأدوات، والآلات، والمعدات.

موارد غير قابلة للتخزين:
هي موارد غير ملموسة، ويصعب تقدير قيمتها المالية، ولكنها تساهم في تنفيذ عمليات المشروع وجودة المُنتَج مثل: التراخيص، والعلامات التجارية، وسمعة الشركة المنفِّذة للمشروع وغيرها.

55

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اطلب منهم حل التمرينين الثامن والتاسع؛ للتحقق من فهمهم لأنواع العلاقات بين المهام، وخطّة إدارة الشركة.
- انتقل لخطّة المخاطر، واشرح لهم أنواع المخاطر وإجراءات الحدّ منها.
- وضِّح لهم مفهوم العمل عن بُعد، وناقش مزاياه وعيوبه للموظفين والشركات.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم للمفاهيم الواردة بالدرس.


8 اشرح أنواع العلاقات بين المهام في إدارة المشروع.

9 اشرح بإيجاز أهمية خطة الإدارة في الشركة.

62

تمرينات

1

حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. المشروع هو نشاط مؤقت بطبيعته لتحقيق هدف معين أو نتيجة محدّدة.	○	○
2. تتضمّن إدارة المشروع إنشاء خريطة طريق تحدد المهام المختلفة والنقاط المحورية له، والموارد اللازمة لتحقيق أهدافه ضمن إطار زمني محدّد.	○	○
3. يشمل تخطيط المشروع البدء والتخطيط والتنفيذ والمراقبة والتحكم وإغلاق المشروع.	○	○
4. مدير المشروع هو شخص محترف مسؤول عن قيادة فريق العمل وإدارة المشروع من البداية إلى النهاية.	○	○
5. يجب مراعاة العناصر الأساسية للمشروع، وهي النطاق والوقت والتكلفة، قبل تحديد أولويات المهام.	○	○
6. تشير النقاط المحورية والمواعيد النهائية للمشروع إلى الأمر ذاته.	○	○
7. تقدير تكاليف المشروع هو أحد المهام الأساسية لمدير المشروع.	○	○
8. يُمكن تقسيم مهام المشروع إلى مهام فرعية.	○	○
9. تقتصر منافع العمل عن بُعد على الموظفين فقط.	○	○
10. تهدف خطّة إدارة المخاطر إلى تقليل المشكلات المحتملة الناشئة عن المخاطر التي قد تؤثر سلبًا على إكمال المشروع.	○	○

60

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حَدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. المشروع هو نشاط مؤقت بطبيعته لتحقيق هدف معين أو نتيجة محدَّدة.	✓	
2. تتضمَّن إدارة المشروع إنشاء خريطة طريق تحدد المهام المختلفة والنقاط المحورية له، والموارد اللازمة لتحقيق أهدافه ضمن إطار زمني محدَّد.	✓	
3. يشمل تخطيط المشروع البدء والتخطيط والتنفيذ والمراقبة والتحكم وإغلاق المشروع.	✓	
4. مدير المشروع هو شخص محترف مسؤول عن قيادة فريق العمل وإدارة المشروع من البداية إلى النهاية.	✓	
5. يجب مراعاة العناصر الأساسية للمشروع، وهي النطاق والوقت والتكلفة، قبل تحديد أولويات المهام.	✓	
6. تشير النقاط المحورية والمواعيد النهائية للمشروع إلى الأمر ذاته. المواعيد النهائية هي التواريخ التي يجب أن تكتمل فيها التسليمات، بينما تُستخدم النقاط المحورية للإشارة إلى مراحل المشروع.		✓
7. تقدير تكاليف المشروع هو أحد المهام الأساسية لمدير المشروع.	✓	
8. يُمكن تقسيم مهام المشروع إلى مهام فرعية.	✓	
9. تقتصر منافع العمل عن بُعد على الموظَّفين فقط. يمكن أن يفيد أيضًا أصحاب العمل في الوصول إلى مجموعة أكبر من المواهب.		✓
10. تهدف خطّة إدارة المخاطر إلى تقليل المشكلات المحتملة الناشئة عن المخاطر التي قد تؤثر سلبًا على إكمال المشروع.	✓	

2 صِفْ الفرق بين تخطيط المشروع وإدارة المشروع.

يهتم تخطيط المشروع بالعمليات قبل بدء تنفيذ المشروع، بينما تغطي إدارة المشروع مراحل المراقبة والتنفيذ والإغلاق.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024/1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 افترض أنك تعمل في مشروع تصميم هندسي لصنع بطارية لسيارة كهربائية في بلدك. قم بإجراء أداة التحليل الرباعي (SWOT) لهذا المشروع.

نقاط القوة	الابتكار: يُمكن للمشروع أن ينشئ تصميمًا جديدًا أكثر كفاءة لبطارية السيارة، ويعمل على تحسين التقنية الحالية. الاستدامة البيئية: إذا نجح هذا المشروع، يمكن أن يسهم في تقليل انبعاثات الكربون وتعزيز الاستخدام المستدام للطاقة. الإنتاج المحلي: يمكن أن يؤدي إنتاج البطارية محليًا إلى خفض التكاليف المرتبطة بالاستيراد والنقل من الموردين الخارجيين.
نقاط الضعف	القيود التقنية: قد يفرض الوضع الحالي لتقنية البطاريات قيودًا على ما يمكن أن يحققه المشروع، فعلى سبيل المثال: القيود المفروضة على سرعة الشحن ودورة الحياة. تكاليف التطوير المرتفعة: قد يكون تطويرُ تصميم بطارية جديد مكلفًا، وقد تشمل التكاليف، البحث، والتطوير ، والاختبار، وإعداد التصنيع، والامتثال لمعايير السلامة. نقص الخبرة: إذا كان هذا مجالًا جديدًا للفريق، فقد يكون هناك عملية تعلُّم واسعة النطاق ونقصًا في الخبرة في تقنية البطاريات والتصنيع.
الفُرص	السوق المتنامية: ينمو سوق السيارات الكهربائية بسرعة؛ مما يوفِّر قاعدة عملاء محتَملة كبيرة للبطارية الجديدة. الحوافز الحكومية: تقدِّم العديد من البلدان حوافز لتطوير وإنتاج السيارات الكهربائية التي يمكن أن تساعد في تعويض بعض تكاليف المشروع.
التهديدات	المنافسة: قد يقوم مصنعو البطاريات وشركات التقنية الراسخة أيضًا بتطوير تقنيات جديدة، ويمكن أن يكون لديهم المزيد من الموارد والخبرات. التقدُّم التقني: يمكن للتقدُّم السريع في تقنية البطاريات أن يجعل المُنتَج المطوَّر قديمًا بحلول الوقت الذي يصل فيه إلى السوق. العقبات التنظيمية: يجب أن يفي المُنتَج بجميع لوائح السلامة والأداء في كل بلد يُباع فيه، والتي يمكن أن تكون عملية معقدة وتستغرق وقتًا طويلًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

4 اشرح الفرق بين مصطلحات المُخطَّط الزمني، والموعد النهائي، والنقطة المحورية.

- المُخطَّط الزمني: هو تمثيل مرئي لسلسلة من الأحداث أو المهام أو الأنشطة المعروضة بترتيب زمني. في إدارة المشروع، يمثِّل الجدول الزمني عادة المدة المخططة للمشروع؛ مما يشير إلى موعد بداية كل مهمة ونهايتها، ويساعد المُخطَّط الزمني في إبقاء جميع أعضاء الفريق على اطّلاع بالجدول الزمني العام للمشروع وتواريخ استحقاق المهام الفردية.
- الموعد النهائي: هو التاريخ أو الوقت الذي يجب أن تكتمل فيه مهمة أو حدث رئيس أو مشروع. المواعيد النهائية مهمة لضمان اكتمال المهام الفردية في الوقت المحدَّد، بحيث يمكن أن تبدأ المهام اللاحقة التي تعتمد عليها، وإذا لم يتم الالتزام بالمواعيد النهائية، فقد يتأخر المشروع.
- النقطة المحورية: هي حدث أو إنجاز مهم داخل المشروع، وتمثِّل نقطةَ تقدُّم مثل الانتهاء من مهمة أو مرحلة رئيسة من المشروع. على عكس المهام العادية عادة لا يكون للنقاط المحورية مدة، وبدلًا من ذلك فإنها تمثِّل نقطة زمنية، وغالبًا ما يتم استخدامها كعلامة لمراقبة تقدُّم المشروع مقابل جدوله الزمني.

5 اشرح الفرق بين الطريقتين الأساسيتين لتحديد أولويات المهام.

- طريقة تحليل ABC

تُستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع منذ زمن طويل لتصنيف البيانات الضخمة إلى مجموعات، وعادةً ما يتم تمييز هذه المجموعات بالعلامات: A و B و C متبوعة بالاسم، ويتم تصنيف الأنشطة وفقًا لهذه المعايير العامة إلى:

A: مهام ذات أهمية وعاجلة.

B: مهام ذات أهمية وغير عاجلة.

C: المهام غير الهامة وغير العاجلة.

ثم يتم ترتيب أولويات كل مجموعة، ولتحديد الأولويات يختار البعض إعادة تصنيف جميع العناصر في المجموعة B إلى A أو C، وقد يتضمَّن التحليل ABC أكثر من ثلاث مجموعات

- طريقة أيزنهاور

يتم تقييم جميع المهام وفقًا للمعايير التالية: ذات أهمية أو غير هامة، أو عاجلة أو غير عاجلة، ويتم تقسيمها إلى أرباع وفقًا لذلك.

يتم في هذه الطريقة إضافة المهام غير الهامة وغير العاجلة في المرتبة الأخيرة من حيث الأولوية، ويتم تحديد أولويات المهام ذات الأهمية والعاجلة ليتم تنفيذها على الفور من قِبَل مدير المشروع، في حين يتم تفويض الآخرين للقيام بالمهام غير الهامة والعاجلة، ويتم تعيين تاريخ انتهاء المهام غير العاجلة وجدولتها بواسطة مدير المشروع أيضًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 اشرح الفرق بين إدارة التكاليف وإدارة الموارد.

- إدارة التكاليف: تتضمَّن عملية التخطيط والتقدير ووضع الميزانية والتحكم في التكاليف بحيث يمكن إكمال المشروع ضمن الميزانية المعتمدة.
- إدارة الموارد: تشير إلى عملية التخطيط والجدولة وتخصيص الموارد (الأشخاص والمعدات والمواد) بأكثر الطرائق كفاءةً وفعالية، وذلك لضمان توفّر الموارد اللازمة عند الحاجة، واستخدامها بكفاءة وفعالية.

7 كيف تساهم الموارد البشرية في الأداء الفعّال للشركة؟

- تعزيز الإبداع والتعلُّم.
- خلط نقاط القوة لدى أعضاء الفريق، مما يخلق نوعًا من التكامل.
- تعزيز بناء الثقة.
- تعليم مهارات حل النزاعات.
- تعزيز الشعور بالانتماء.

8 اشرح أنواع العلاقات بين المهام في إدارة المشروع.

- الانتهاء للبداية: يجب إكمال المُهِمَّة المحدَّدة قبل أن تبدأ المُهِمَّة التالية.
- الانتهاء للانتهاء: من الضروري أن تنتهي مُهِمَّة محدَّدة حتى تنتهي المُهِمَّة الأخرى (تنتهي كلتا المُهِمَّتين).
- البداية للبداية: يجب أن تبدأ المُهِمَّة المحدَّدة حتى تبدأ المُهِمَّة الأخرى (تبدأ كلتا المُهِمَّتين معًا).
- البداية للنهاية: يجب أن تبدأ المُهِمَّة المحدَّدة قبل أن تنتهي المُهِمَّة الأخرى.

9 اشرح بإيجاز أهمية خطّة الإدارة في الشركة.

يجب إدارة المجالات المختلفة خلال دورة حياة المشروع، مثل: النطاق، والجدول الزمني، والتكلفة، والموارد، والمخاطر. ولتخطيط المشروع ومراقبته وتنفيذه بنجاح، يجب أن تكون هناك خطة لإدارة المشروع والتي تؤدي لاستكمال المشروع وفق المتطلبات المحددة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

برمجيات إدارة المشاريع

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو استخدام برمجيات إدارة المشاريع في بناء خطّة المشروع، وتصميم **مُخطَّط قانت** (Gantt Chart)، وإضافة بيانات المشروع وتعديلها، وحفظ خطّة المشروع وتصديرها.

أهداف التعلُّم

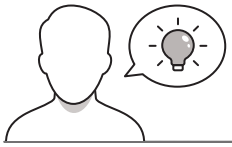
- تصميم خطّة مشروع في أداة قانت بروجكت.
- إنشاء مشروع جديد في أداة قانت بروجكت.
- إنشاء المهام وتعديلها، وبناء أولويات المهام في أداة قانت بروجكت.
- إنشاء الموارد وتعيين الأدوار المناسبة للأشخاص.
- إضافة علاقات بين المهام وحالاتها.
- حفظ خطّة المشروع وتصديرها.

الدرس الخامس	
الوحدة الأولى: مبادئ التصميم الهندسي	عدد الحصص الدراسية
الدرس الخامس: برمجيات إدارة المشاريع	6

نقاط مهمَّة

- قد يضيف بعض الطلبة بعض المهام الفرعية كمهام رئيسة في قانت بروجت، اشرح لهم كيفية تعديلها وإضافتها كمهام فرعية تابعة لمُهِمَّة رئيسة.
- قد يبدأ بعض الطلبة العمل على قانت بروجكت قبل وضوح نطاق المشروع، وضِّح لهم أن استخدام الأداة يأتي بعد اتضاح النطاق وتعيين الموارد وتحديد المهام والخطة الزمنية، مع إمكانية التعديل بعد الإضافة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

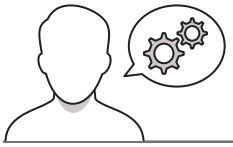
> يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U1.L5.A.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX1.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX2.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX3.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX4.gan
- G12.ED.S2.U1.L5.EX5.gan
- G12.ED.S2.U1_Project.gan

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- هل من الضروري تصميم خطّة المشروع في برامج حاسوبية؟ وما المتوقع أن يحدث عند عدم استخدامها؟
- ما البرامج التي يمكن استخدامها في إنشاء خُطط المشروع؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

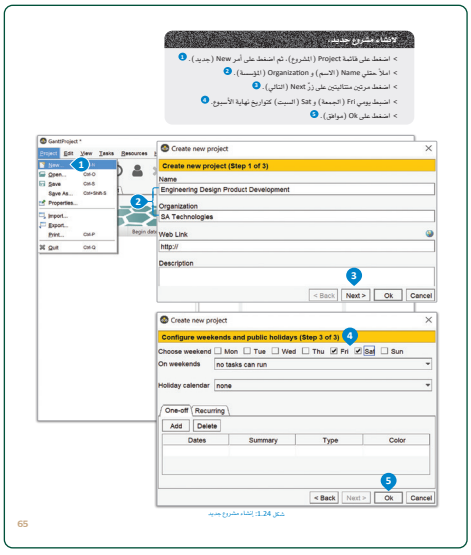


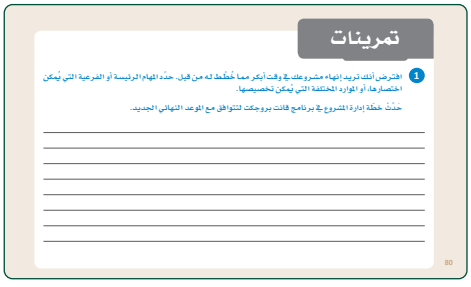
خطوات تنفيذ الدرس

- في البداية بيِّن للطلبة أن التقنية سهّلت كثيرًا من المهام ومنها إدارة المشاريع.
- بيِّن لهم دورة حياة إدارة المشروع، والمراحل التي يمرّ بها كل مشروع.
- بيِّن لهم برمجيات إدارة المشاريع، وأنواعها المختلفة: فمنها المخصص للتعامل مع المشاريع الكبيرة مثل **مايكروسوفت بروجكت** (Microsoft Project)، وبرامج مخصصة للهواتف الذكية والأجهزة اللوحية.
- وضِّح لهم استخدامات برنامج **قانت بروجكت** (Gantt Project) الواسعة في مشاريع البناء، والإعلانات، والمشاريع الصناعية متوسطة الحجم.
- اعرض لهم موقع أداة قانت بروجكت، واشرح لهم طريقة تنزيله.
- اشرح لهم واجهة البرنامج، وكيفية التنقل عبر المُخطَّط الزمني لمعرفة تاريخ البدء وتاريخ الانتهاء للمهام المدرجة.
- وضِّح لهم طريقة تغيير عرض المُخطَّط الزمني لمستويات التكبير المختلفة.

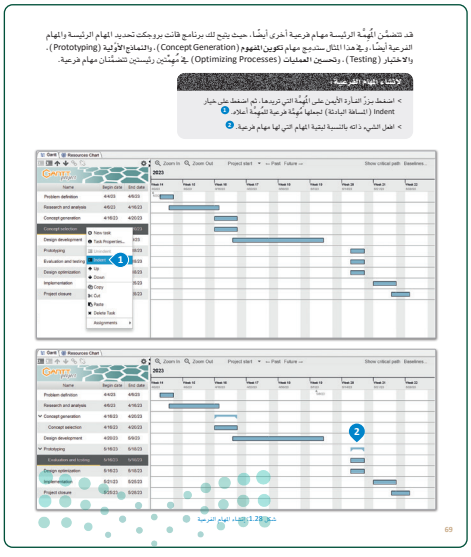
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل لتوضيح كيفية إنشاء مشروع جديد: بالضغط على قائمة المشروع ثم جديد، واستكمال بقية الخطوات.
- وضِّح لهم كيفية إنشاء مهمة جديدة: بالضغط على قائمة المهام، ثم مُهِمَّة جديدة، واستكمال بقية الخطوات.
- اشرح لهم بعدها كيفية تغيير خصائص المُهِمَّة، وتعديل تاريخ بدئها ومدتها.
- اطلب منهم حل التمرين الأول؛ للتحقق من قدرتهم على تحديد الموعد النهائي في أداة قانت بروجكت.





- بيِّن لهم أن المُهِمَّة الرئيسة قد تتضمَّن مهام فرعية، ويتيح برنامج قانت بروجكت إضافتها.
- انتقل لتوضيح كيفية إنشاء المهام الفرعية، وربط المهام الفرعية بالرئيسة.
- وضِّح لهم كيفية تغيير أولوية المُهِمَّة، وتحديد مستويات الأولوية.
- انتقل إلى شرح كيفية إنشاء **النقاط المحورية** (Milestones)، وذلك من نافذة الخصائص وتحديد التاريخ المناسب.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

> انتقل إلى توضيح كيفية إنشاء أدوار الموارد، ثم إنشاء الموارد وربط الأدوار المناسبة للأشخاص الذين سيتم تعيينهم كموارد لكل مُهِمَّة.

> وضِّح بعدها كيفية تعيين موارد للمهام: وذلك من خصائص المُهِمَّة ثم اختيار اسم المورد.

> اشرح بعدها كيفية إضافة علاقات بين المهام، ووضِّح العلاقة الافتراضية بين المهام.

> وجِّه الطلبة لحل التمرين الثاني؛ للتحقق من قدرتهم على تطبيق المهارات الواردة في الدرس

> بيِّن طريقة حفظ جدول المشروع، ووضِّح كيفية تغيير مكان حفظ الملف، واعرض لهم التنسيق الذي يُحفظ فيه المشروع.

> اشرح لهم كيفية تصدير خطة المشروع كصورة، وبيِّن الخيارات المختلفة لامتداد الملف.

> وجِّه الطلبة لحل التمرينات الثالث والرابع والخامس كواجب منزلي؛ للتحقق من قدرتهم على تطبيق مهارات الدرس.

> في نهاية الحصة، ألقِ الضوء على ما تعلَّمَه الطلبة في هذه الوحدة، واختبر مدى فهمهم لمصطلحاتها.

> وفي الختام يُمكنك تذكير الطلبة بمصطلحات الوحدة المهمة التي وردت في فهرس المصطلحات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1 افترض أنك تريد إنهاء مشروعك في وقت أبكر مما خُطِّط له من قبل. حدِّد المهام الرئيسة أو الفرعية التي يُمكن اختصارها، أو الموارد المختلفة التي يُمكن تخصيصها.

حَدِّثْ خطّة إدارة المشروع في برنامج قانت بروجكت لتتوافق مع الموعد النهائي الجديد.

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.S2.U1.L5.EX1.gan.

2 ضَعْ خطّةً لجمع التبرعات المدرسية من خلال القيام ببعض الأنشطة كبيع المخبوزات أو غسيل السيارات، وأنشئ خطّة مشروع تتضمَّن مهامًا ذات علاقة مثل: تنظيم المتطوعين، والترويج للحدث، وجمع التبرعات، وإعداد الطعام أو اللوازم، وحساب الأموال التي يتم جمعها. استخدِم برنامج قانت بروجكت لتخصيص الموارد وتعيين المهام وتتبُّع التقدم في العمل.

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.S2.U1.L5.EX2.gan.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 خطِّط لمشروع تجديد غرفة في منزل، وأنشئ خطّة المشروع التي تتضمَّن مهامَّ مثل: البحث عن التصاميم والمواد، وشراء اللوازم، وإعداد المساحة، والقيام بأعمال الصيانة. استخدِم برنامج قانت بروجكت لتعيين المواعيد النهائية وتعيين المهام وتتبُّع التقدم.

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.S2.U1.L5.EX3.gan.

4 خطِّط لمشروع تصميم موقع ويب كمدونة شخصية مثلًا، وأنشئ خطّة المشروع التي تتضمَّن مهامَّ مثل: اختيار المنصة أو البرنامج المناسب، وإعداد مُخطَّط الموقع وتجهيز المحتوى، وبرمجة موقع الويب، واختباره، ونشر المُنتَج النهائي. استخدِم برنامج قانت بروجكت لتحديد المواعيد النهائية وتخصيص الموارد وتتبُّع التقدم في العمل.

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.S2.U1.L5.EX4.gan.

5 خطِّط لمشروع بحثي حول موضوع مثير للاهتمام مثل استخدام وسائل التواصل الاجتماعي، وأنشئ خطّة المشروع التي تتضمَّن مهامَّ مثل: تحديد الموارد، وجمع البيانات وتحليلها، وتنظيم النتائج، وعرضها. استخدِم برنامج قانت بروجكت لتحديد المواعيد النهائية وتخصيص الموارد وتتبُّع التقدم.

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.S2.U1.L5.EX5.gan.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024-1446

المشروع

أهداف المشروع:

- بحث وتحديد متطلبات محطات الشحن الكهربائية (المواقع – المتخصصين – الخدمات – ربط الخدمات).
- تحديد المهام الرئيسة والفرعية لتطوير محطة الشحن.
- تحديد المتخصصين الذين سيعملون في المحطة.
- ربط المتخصصين بمهامهم.
- تحديد العلاقات بين المهام (متسلسل – متزامن).
- إنشاء خطّة المشروع في قانت بروجكت.

- قسِّم الطلبة لمجموعات متكافئة، واطلب منهم تخطيط المشروع قبل البدء فيه.
- وجِّههم للرجوع للمفاهيم النظرية والخطوات العملية في الوحدة عند الحاجة.
- ضع معايير مناسبة لتقييم أعمال الطلبة في المشروع، وتأكّد من فهمهم لمتطلبات المشروع.
- يمكنك الاسترشاد بمعايير تقييم المشاريع الواردة في الدليل العام.
- قيِّمهم وَفْقَ معايير التقييم، وقدِّم لهم التغذية الراجعة للوصول لأفضل نتيجة.
- أخيرًا، حدِّد موعد تسليم المشروع ومناقشة أعمال المجموعات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

سُلّم التقدير

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
المهارة: بحث وتحديد متطلبات محطات الشحن الكهربائية (المواقع-المتخصصين-الخدمات-ربط الخدمات)	بحَثَ بشكلٍ جزئي، ولم يحدِّد المتطلبات.	بحَثَ بشكلٍ جزئي، وحدَّدَ واحدًا من المتطلبات.	بحَثَ وحدَّدَ اثنين من المتطلبات.	بحَثَ وحدَّدَ جميع المتطلبات.
المعرفة: تحديد المهام الرئيسة والفرعية لتطوير محطة الشحن	حدَّدَ مُهِمَّة واحدة أو لم يحدِّد شيئًا من المهام الرئيسة والفرعية.	حدَّدَ ما بين مُهِمَّتين إلى ثلاث مهام رئيسة وفرعية.	حدَّدَ ما بين أربع إلى خمس مهام رئيسة وفرعية.	حدَّدَ أكثر من خمس مهام رئيسة وفرعية.
المعرفة: تحديد المتخصصين الذين سيعملون في المحطة	لم يحدِّد أي متخصص.	حدَّدَ متخصصًا واحدًا.	حدَّدَ اثنين من المتخصصين.	حدَّدَ ثلاثة متخصصين فأكثر.
المعرفة: ربط المتخصصين بمهامهم	لم يربط أي مُهِمَّة بالمتخصصين.	ربطَ مُهِمَّة واحدة بمتخصص واحد أو أكثر من متخصص.	ربطَ مهمتين بمتخصص واحد أو أكثر من متخصص.	ربطَ ثلاث مهام فأكثر بمتخصصين.
المعرفة: تحديد العلاقات بين المهام (متسلسل-متزامن)	حدَّدَ علاقة واحدة بين المهام.	حدَّدَ علاقتين بين المهام.	حدَّدَ ثلاث علاقات بين المهام.	حدَّدَ أكثر من ثلاث علاقات بين المهام.
المهارة: إنشاء خطّة المشروع في قانت بروجكت بجميع الخصائص الخمس	أنشَأَ خطّة تضمنت خاصية واحدة من الخصائص.	أنشَأَ خطّة تضمنت خاصيتين من الخصائص.	أنشَأَ خطّة تضمنت ثلاثًا من الخصائص.	أنشَأَ خطّة تضمنت أربعًا من الخصائص.

تلميح: محكات المعرفة والمهارات تُعدُّ أساسية لاستيفاء أهداف المشروع بينما يمكن للمعلّم استخدام محكات (التفكير الناقد/ الإبداع/ العمل مع الآخرين/ العرض) حسب ما يراه مناسب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
التفكير الناقد	لا يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة، وينظر لها بشكلٍ سطحي، ويقبل المعلومات من غير تقييم لمصداقيتها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة. يحاول دمج المعلومات التي تم جمعها. يدرك أهمية مصداقية المعلومات لكن لا يتخذ إجراءات للتأكد من ذلك.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد ما يجب معرفته، وطرح الأسئلة حسب الحاجة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها ويقيم مصداقيتها، ويميز بين الحقيقة والرأي. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها. ويبرر سبب القبول أو الرفض وفق معايير محددة وواضحة.
الإبداع	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي لا ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي قد ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة أو يتضمن توظيف أكثر من طريقة معروفة مسبقًا.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة. يتضمن المنتج بعض الجوانب المبتكرة، ويتصف بالفائدة العملية.	يولد عددًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة، ويستخدمها لتطوير حل للمشكلة أو تحقيق أهداف المهمة. يتصف المنتج بالأصالة والابتكار والفائدة العملية.
العمل مع الآخرين	غير مستعد للعمل والتعاون مع الآخرين، لا يشارك في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم ببعض المهام في المشروع ويتعاون مع الفريق، ولكن قد لا يساهم بنشاط في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم بأداء مهامه في المشروع، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات، ويعطي ملاحظات لمساعدة الفريق.	يقوم بأداء مهامه في المشروع ويكملها في الوقت المحدد، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات بناءً على الأدلة، ويعطي ملاحظات بناءة لمساعدة الفريق وتحسين العمل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
العرض	لا يفي بمتطلبات ما يجب تضمينه في العرض، لا يقدم معلومات واضحة، يستخدم أسلوبًا غير مناسب لأهداف المهمة والجمهور.	يلبي بعض المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة)، يقدم بعض المعلومات الواضحة، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا نوعًا ما لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بمعظم المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة)، يقدم المعلومات بوضوح، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بجميع المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة ومثيرة للاهتمام، ينظم الوقت بشكلٍ جيد)، يقدم جميع المعلومات بوضوح ودقة وفق تسلسل منطقي، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الوحدة الثانية

التصميم والنمذجة الأوَّلية

وصف الوحدة

عزيزي المعلّم

الغرض العام من الوحدة هو أن يتعرّف الطلبة على أساسيات تصميم المُنتَجات وإنشاء نماذجها الأوَّلية، ويستخدِموا برنامج **فري كاد** (FreeCAD) لإنشاء أشكال بسيطة ثلاثية الأبعاد، ويتعرّفوا على أهمية التروس وآلية عملها، ويصمِّموا تروسًا بسيطة، ويتعرّفوا على كيفية تحديد حجمها وموضعها واتجاهها الصحيح، وكذلك التأكد من عملها.

أهداف التعلُّم

- وصف دورة التصميم الرئيسة لإنشاء نموذج أوَّلي.
- تحليل عملية تحويل النماذج الأوَّلية من أفكار إلى مجسّمات ملموسة.
- تعريف مفهوم التصميم الهندسي والنماذج الأوَّلية.
- تمييز الاختلافات بين الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- استخدام برنامج فري كاد للنمذجة.
- استخدام أسطح العمل في برامج التصميم بمساعدة الحاسب.
- إنشاء أشكال أساسية ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- تمييز الاختلاف بين البطانة والبثق.
- تحديد القيود في عمليات التصميم ودورها في ابتكار تصاميم دقيقة.
- استخدام أسطح العمل للرسم الهندسي في تحديد موضع المجسّمات، واتجاهها.
- التعرف على طرائق العرض ثلاثية الأبعاد المختلفة.
- ذِكر أساسيات تصميم التروس وكيفية عملها.
- تمييز كيفية استخدام هياكل متعددة لإنشاء تصميم ثلاثي الأبعاد أكثر تعقيدًا.
- استنتاج كيفية حساب المسافة المركزية بين ترسين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الدروس	
الوحدة الثانية : التصميم والنمذجة الأوَّلية	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: التصميم والنماذج الأوَّلية	3
الدرس الثاني: التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد	5
الدرس الثالث: تصميم التروس ثلاثية الأبعاد	5
المشروع	3
إجمالي عدد حصص الوحدة الثانية	16

المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة

المصادر

كتاب التصميم الهندسي

التعليم الثانوي – نظام المسارات

السنة الثالثة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الملفات الرقمية

يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U2.L2.A.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L2.EX8.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L2.EX9.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L3.A.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L3.EX7.FCStd
- G12.ED.S2.U2_Project.FCStd

الأدوات والأجهزة

- فري كاد (FreeCAD)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

التصميم والنماذج الأوَّلية

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على دورة التصميم، ومراحلها المختلفة، وكذلك بناء النماذج الأوَّلية، والتعرف على تقنيات الرسم ثلاثي الأبعاد، وعرض وتصنيع النموذج الأوَّلي.

أهداف التعلُّم

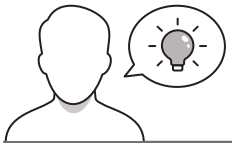
- معرفة دورة التصميم ومراحلها الأربع.
- فهم ماهية النمذجة الأوَّلية.
- تحديد تقنيات الرسم ثلاثي الأبعاد.
- شرح كيفية عرض وتصنيع النموذج الأوَّلي.

الدرس الأول	
الوحدة الثانية: التصميم والنمذجة الأوَّلية	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: التصميم والنماذج الأوَّلية	3

نقاط مهمَّة

- قد يظن بعض الطلبة أن الجماليات في المُنتَجات أمر غير ضروري، بيِّن لهم أن مُصمِّمي المُنتَجات يحرصون على جمالية المُنتَج وجاذبية شكله بالإضافة إلى اهتمامهم بوظائفه الأساسية.
- قد يظن بعض الطلبة أن مرحلة التحسين تقتصر على التعديلات على النموذج الأوَّلي فقط، وضِّح لهم أنها تعتمد على التعديلات وتمتد إلى إعادة تصميم النموذج الأوَّلي وتغييره بالكامل أكثر من مرة للوصول لأفضل حل.
- قد يظن بعض الطلبة أنه يجب استخدام جميع أنواع تقنيات الرسم ثلاثي الأبعاد عند عرض النموذج الأوَّلي، وضِّح لهم أن استخدامها يكون بحسب نوعية المُنتَج، ورغبة أصحاب المصلحة، وإمكانيات البرنامج المُستخدم في التصميم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

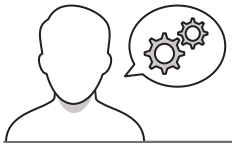


التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما معنى النموذج الأوَّلي؟ وبماذا يفيدنا؟
- هل سبق أن شاهدتَ نموذجًا أوَّليًا لمُنتَجٍ ما أو مبنى أو مشروعٍ كامل؟ وما المواد الأساسية فيه؟
- ما المُنتَجات التي يمكن بناء نموذج أوَّلي لها؟



خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية، ناقِش الطلبة حول أهمية تصميم النماذج الأوَّلية، وتوفيرها للوقت والجهد والمال.

> بيِّن لهم أن دورة التصميم تتضمَّن أربع مراحل وهي: البحث، ثم النموذج الأوَّلي، ثم الاختبار، ثم التحسين.

> وضِّح لهم أن مرحلة البحث هي الخطوة الأولى في دورة التصميم، وتهدف لتحديد الغرض من المُنتَج، وغاياته.

> بيِّن لهم الخصائص التي تؤخذ بالاعتبار عند إنشاء مُنتَج لحل مشكلة معينة وهي: الجماليات، والعوامل الإنسانية، وعِلم القياسات البشرية، والسلامة.

> وجِّه الطلبة لحل التمرين الثاني؛ للتحقق من قدرتهم على تصنيف الأنواع الرئيسة للأبحاث خلال مرحلة البحث.

الدرس الأول
التصميم والنماذج الأولية

عملية التصميم Design Process

يتبع المهندسون والمُصمِّمون منهجية تُسمّى دورة التصميم (Design Cycle)؛ لتصميم مُنتَج وإنشاء نموذج أوَّلي له. ويُعرف دورة التصميم كذلك باسم عملية التصميم الهندسي، وهي بطبيعتها عملية تكرارية تسمح للشخص بحل مشكلة ووضع خطّة فعّالة لتطوير المُنتَج. وتتبع دورة التصميم أربعة مراحل كما هو موضّح في الشكل 2.1.

البحث
التحسين
النموذج الأوَّلي
الاختبار

شكل 2.1: عملية التصميم

مرحلة البحث Research Phase

وهي الخطوة الأولى في دورة التصميم، وتهدف إلى تحديد الغرض من المُنتَج، ووصف المشكلة التي يحلها، والاحتياجات المتوقَّعة للمستخدمين. ويجب أخذ الخصائص التالية في الاعتبار عند إنشاء مُنتَج لحل مشكلة معيَّنة:

الجماليات

تُحدِّد الجماليات مظهر المُنتَج بالنسبة لحواس الإنسان المختلفة. حيث تشير إلى شكل المُنتَج ولونه وملمسه وتناسقه وأبعاده وشكله العام. ويسعى مُصمِّمو المُنتَجات الموجهة للمُستهلك إلى إنشاء مُنتَجات جذابة، وذلك للفت أنظار العملاء إليها وتعزيز المبيعات. مع التركيز على عدم حصر الاهتمام بالجانب الجمالي على حساب الوظائف الأساسية للمُنتَج. بل إيجاد التوازن بين مظهر المُنتَج ووظيفته. ويولي التصميم الهندسي اهتمامًا بالغًا بوظيفة المُنتَج قبل مظهره، وذلك على الرغم من التداخل الكبير بينهما. حيث أصبحت الكثير من التصاميم الشائعة تدمج بين المظهر الجمالي الممتع والوظائف الجيدة للمُنتَج على حد سواء.

شكل 2.2: أريكة ذات تصميم جمالي

العوامل الإنسانية

تهتم العوامل الإنسانية بدراسة كيفية استخدام البشر للأشياء والتفاعل مع البيئة، وتأخذ بالاعتبار شكل المُنتَج وحجمه وهندسته، بالإضافة إلى قابليته للاستخدام. حيث يجب أن يكون المُنتَج سهل الاستخدام وبديهيًا ومناسبًا لحاجات المُستخدم. وبما أن البشر يتفاوتون في أحجامهم فمنهم القصير والطويل والنحيل وغير ذلك، فإنه يجب أن تكون المُنتَجات قابلة للتخصيص لتناسب مختلف المُستهلكين. فعلى سبيل المثال: إذا كان كرسي المكتب مصمَّمًا بطريقة مريحة، فلن يسبب جلوس المُستخدم علية جلوس أي إجهاد أو إصابات. ومن المهم تصميم الأشياء لتكون مريحة عند الاستخدام بغض النظر عن صغرها أو بساطتها. وينطبق هذا الأمر مثلًا على تصميم المُنتَجات الصحية. وعلى تصميم أدوات المائدة التي يتم تصميمها لتناسب اليدين بحيث يُمكن للشخص إمساكها والتحكم بها بسهولة. تتطلب المُنتَجات المعقدة أيضًا تصميمًا مريحًا، فالسيارة مثلًا تحتوي على كثير من أدوات التحكم وعلى واجهة مُستخدم معقدة. فالتصميم الجيد للسيارة يتيح للسائق الوصول إلى جميع أدوات التحكم بسهولة.

شكل 2.3: كرسي مكتبي ذو تصميم مريح

85

2 صنِّف الأنواع الرئيسة للأبحاث خلال مرحلة البحث في دورة التصميم.

93

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل لمرحلة النموذج الأوَّلي، وبيِّن لهم الخطوات الأساسية لمرحلة النموذج الأوَّلي.
- بيِّن لهم ما تتضمَّنه مرحلة النموذج الأوَّلي من خطوات وهي: تصميم النموذج الأوَّلي، واختيار المواد، وإنشاء النموذج الأوَّلي، والتنقيح، وتكرار العملية، وأخيرًا النماذج الفعلية.
- انتقل إلى مرحلة الاختبار، وبيِّن لهم أهمية وجود اختبارات دقيقة ومعايير واضحة في هذه المرحلة؛ لاختبار وإصلاح المشكلات أو الخلل في التصميم أو النموذج الأوَّلي.
- اشرح لهم أنواع الاختبارات التي تتضمَّنها المرحلة وهي: اختبار قابلية الاستخدام، واختبار الأداء.
- بيِّن لهم الاختبار غير المدمر، وتحليل العناصر المحدودة، وديناميكا الموائع الحسابية.
- اطلب منهم حل التمرينين الثالث والسادس؛ للتحقق من فهمهم لآليات اختبار المُنتَج الأوَّلي.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الرابع؛ للتحقق من استيعابهم لأهمية التكامل بين المُصمِّمين والمصنِّعين.

مرحلة النموذج الأوَّلي Prototype Phase

تشمل الخطوات الرئيسة في مرحلة إنشاء النموذج الأوَّلي ما يلي:

تصميم النموذج الأوَّلي. يقوم المُصمِّمون بإنشاء تصميم نموذج أوَّلي مبدئي يُحدِّد الميزات والمواصفات الرئيسة بناءً على الأفكار التي تم توليدها خلال المراحل المبكرة من دورة التصميم.

اختيار المواد. يُعدُّ اختيار المواد المناسبة للنموذج الأوَّلي أمرًا ضروريًا لتمثيل المُنتَج النهائي بدقة، حيث يُمكن للمُصمِّمين الاختيار من بين المواد المختلفة، بما فيها البلاستيك والمعادن والأخشاب والمواد الرغوية السائلة.

إنشاء النموذج الأوَّلي. بعد تصميم النموذج واختيار المواد، يتم إنشاء النموذج الأوَّلي بشكل يدوي، أو باستخدام تقنيات التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing Techniques). كذلك التي تعتمد على تطوير النماذج الأولية السريعة من خلال الطباعة ثلاثية الأبعاد. أو بتقنيات التصنيع من خلال الإزالة (Subtractive Manufacturing Techniques) مثل: آلات التحكم الرقمي باستخدام الحاسب (Computer Numerical Control – CNC). وآلات السحب والحفر، وآلات القطع بالليزر.

ويجب إنشاء النموذج الأوَّلي على مستوى عالٍ من الدقة للتأكد من أنه يمثِّل المُنتَج النهائي بدقة.

التنقيح. يتم تنقيح النموذج الأوَّلي وتحسينه بناءً على التغذية الراجعة من المُستخدم. وقد يتضمَّن ذلك إجراء تعديلات على التصميم، أو اختيار مواد مختلفة لإنتاج المُنتَج، أو إجراء تغييرات أخرى لضمان أن النموذج الأوَّلي يمثِّل المُنتَج النهائي بدقة.

تكرار العملية. بناءً على درجة تعقيد التصميم والتغذية الراجعة المستمرة من العميل، قد يتطلب الوصول إلى التصميم النهائي للمُنتَج تكرار مرحلة النموذج الأوَّلي عدة مرات. فكل تكرار للعملية يُقرِّب التصميم إلى النتيجة المرجوة لإنتاج المُنتَج النهائي الذي يلبي احتياجات المُستخدم وتوقعاته.

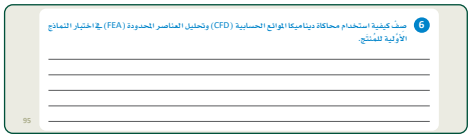
شكل 2.6: رسم تخطيطي لجهاز باستخدام برنامج تصميم بمساعدة الحاسب للأجزاء الأعلى

86

3 وضِّح الاختلاف بين الاختبار الحقيقي والاختبار الافتراضي للمُنتَج أثناء مرحلة الاختبار في دورة التصميم.

4 صِف كيف يعمل المُصمِّمون جنبًا إلى جنب مع المصنِّعين في مرحلة النموذج الأوَّلي لدورة التصميم.

94



6 صِف كيفية استخدام محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) وتحليل العناصر المحدودة (FEA) في اختبار النماذج الأولية للمُنتَج.

95

- انتقل إلى مرحلة التحسين، وبيِّن للطلبة ما يتم في هذه المرحلة من عمليات لتحسين التصميم المقترح للوصول لأفضل حل ممكن.
- اشرح لهم عملية التصنيع بالإضافة، ففي مثال السيارات يتم فيها إنشاء مجسّمات صلبة ثلاثية الأبعاد بإضافة طبقة تلو الأخرى.
- بيِّن لهم عملية التصنيع من خلال الإزالة التي يتم فيها إنشاء مجسّمات ثلاثية الأبعاد عن طريق إزالة المواد من قطعة أو مادة لها كتلة أكبر باستخدام أدوات القطع مثل: المناشير، أو المثاقب، أو المخارط.

على سبيل المثال، يمرّ الجناح الخلفي لسيارة السباق في الفورمولا 1 (F1) بمراحل إنتاج متعددة لتحسين الديناميكا الهوائية، حيث يصنع المُصمِّمون نماذج أجنحة متعددة لاختبارات التصاميم المختلفة، ثم يجرون تغييرات طفيفة على التصاميم، ويُدْمِجون نماذج أولية جديدة، ويقومون باختبارها للوصول إلى أفضل تصميم. ويتطلب تحسين التصميم تقديم بعض التنازلات ووضع بعض القيود على حدود عملية التحسين، حيث أن مشاريع تطوير المُنتَجات غالبًا ما تكون مقيدة بجدول زمني وميزانية محدَّدة وموارد محدودة أخرى، وفي الحالات التي تتطلب أعلى معايير السلامة للمُنتَج، تكتسب فيها مرحلة عملية التحسين أهمية خاصة في الحدّ من أي تأخير في تطوير المُنتَج.

هناك عملية أخرى تتضمَّنها مرحلة التحسين، وهي تحسين عمليات التصنيع واستخدام المواد الجديدة، كما يُمكن أن يؤدي التصنيع بالإضافة والأتمتة الذكية إلى تغيير أداء التصميم.

شكل 2.11: نموذج أوَّلي داخل النفق الديناميكي الهوائي

التصنيع بالإضافة Additive Manufacturing

التصنيع بالإضافة هو عملية إنشاء مجسّمات صلبة ثلاثية الأبعاد من خلال إضافة طبقة تلو الأخرى. ويسمح التصنيع بالإضافة بالتخلص من الكثير من القيود الهندسية التي تقيِّد طرائق التصنيع التقليدية. كما يُمكن لتبسيط تعليمات التصميم للسماح بتصنيع النموذج الأوَّلي بشكل أكثر كفاءة بواسطة الآلات المؤتمتة الذكية. وفي حال تم تصنيع المُنتَج بكميات كبيرة، فسيتمكن المُصمِّم أيضًا من تحسين عملية تجميعه.

شكل 2.12: عملية التصنيع بالإضافة

التصنيع من خلال الإزالة Subtractive Manufacturing

التصنيع من خلال الإزالة هو عملية إنشاء مجسّمات ثلاثية الأبعاد عن طريق إزالة المواد من قطعة أو مادة لها كتلة أكبر. ويتم ذلك باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات القطع مثل: المناشير والمثاقب والمخارط والمخارط وغيرها من الأدوات المتخصصة، والتي تُستخدم لإزالة المواد تدريجيًا من القطعة أو الكتلة حتى يتشكل المُنتَج النهائي. كما تبدأ هذه العملية عادةً باستخدام كتلة من المادة الخام أكبر من حجم المُنتَج النهائي، ثم إزالة أجزاء من المادة تدريجيًا حتى يتم الوصول إلى الشكل المطلوب.

شكل 2.13: عملية التصنيع من خلال الإزالة

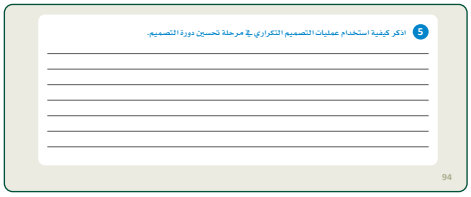
الإنتاج الآلي الذكي Smart Automated Production

يتطلب الإنتاج الآلي الذكي استثمارًا ماليًا كبيرًا في شراء أجهزة التصنيع الحديثة، ولذلك يجب على المُصمِّمين النظر إلى تقييم هذا الاستثمار بشكل جيد، ودراسة تأثيره على سعر البيع النهائي للمُنتَج، وكثيرًا ما يفكر المُصمِّمون في المواد ذات الخواص المتقدمة التي يُمكن استخدامها لتحسين مُنتَجاتهم، واحد الأمثلة على ذلك تصنيع الشاحنات، حيث تعمل محركات الشاحنات التقليدية بالوقود الأحفوري مثل: الديزل أو البنزين، ولكن الانتقال لتشغيلها بالمحركات الكهربائية يعني الحاجة لتركيب بطاريات ليثيوم أيون ثقيلة، لذلك، بدأ مصنعو الشاحنات بتصميمها باستخدام مواد مركبة خفيفة مثل الألياف الكربونية للتخفيف من أثر الوزن الزائد للبطاريات الكهربائية على الوزن العام للشاحنات.

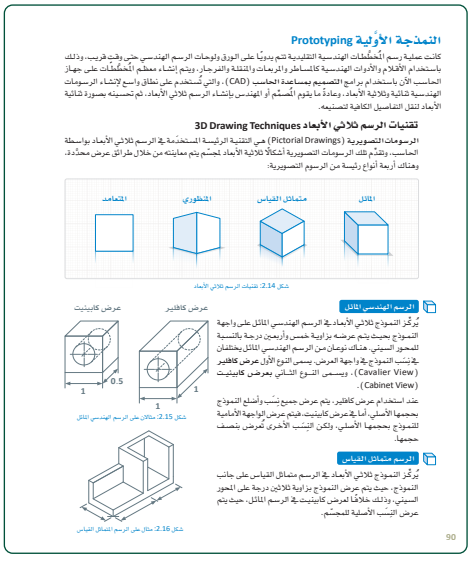
89

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وضِّح لهم عملية الإنتاج الآلي الذكي، والذي يتطلب استثمارًا ماليًا كبيرًا لشراء أجهزة التصنيع.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من فهمهم لعمليات التصميم التكراري بمرحلة التحسين.



- انتقل بعد ذلك إلى النمذجة الأوَّلية، وبيِّن للطلبة أن رسم المُخطَّطات الهندسية التقليدية كانت على الورق وباستخدام الأقلام والأدوات الهندسية اليدوية، والآن أصبحت باستخدام برامج **التصميم بمساعدة الحاسب** (CAD).
- بيِّن لهم تعددية تقنيات الرسم ثلاثي الأبعاد، وتنوُّعَها، ثم اشرح مفهوم الرسومات التصويرية، وهي التقنية الرئيسة المُستخدَمة في الرسم ثلاثي الأبعاد.
- اعرض لهم الأنواع الأربعة الرئيسة من الرسوم التصويرية: الرسم الهندسي المائل، والرسم متماثل القياس، والإسقاط المنظوري، والإسقاط المتعامد.
- بعدها، اشرح لهم تركيز الرسم الهندسي المائل على واجهة النموذج بحيث يعرضه على زاوية خمس وأربعين درجة بالنسبة للمحور السيني.
- وضِّح لهم تركيز الرسم متماثل القياس على جانب النموذج، بحيث يعرض النموذج بزاوية ثلاثين درجةٍ على المحور السيني.
- بيِّن لهم عرض النموذج في الإسقاط المنظوري بطريقة تحاكي العمق المكاني.
- بعدها، اشرح لهم الأنواع الثلاثة للرسم المنظوري وهي: منظور ببؤرة تلاشي واحدة، ومنظور ببؤرتَي تلاشي، ومنظور بثلاث بؤر تلاشي.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل للإسقاط المتعامد، وبيِّن للطلبة أنه يوفِّر عرضًا ثنائي الأبعاد للمُنتَج من الجهات الثلاث: الأمامية، والجانبية، والعلوية.
- بعد ذلك، اشرح لهم الرسم التجميعي الذي يُعدُّ طريقة تجميع مُنتَج مكوَّن من عناصر مترابطة متعددة، بهدف إنتاج المُنتَج النهائي.
- وجِّه الطلبة لحل التمرينين السابع والثامن؛ للتحقق من فهمهم للرسومات ثلاثية الأبعاد.

7 وضِّح أوجه الاختلاف بين أنواع الرسومات ثلاثية الأبعاد المائلة، ومتماثلة القياس، وإسقاطية المتطور.

8 صنِّف الأنواع الثلاثة لطرائق الرسم المنظوري للنماذج ثلاثية الأبعاد.

95

- وضِّح بعد ذلك للطلبة مفهوم **العرض التفصيلي** (Exploded Views)، والذي يُظهر ارتباط كل جزء من المُنتَج وعلاقته بالأجزاء الأخرى.
- اشرح لهم الاعتبارات المتبعة عند عرض وتصنيع النموذج الأوَّلي، وبيِّن أن تصنيع النموذج الأوَّلي هو الخطوة الأخيرة باستخدام تقنيات التصنيع منخفضة التكلفة مثل: الطابعات ثلاثية الأبعاد.
- اطلب من الطلبة حل التمرين التاسع؛ للتحقق من فهمهم لوظيفة العرض التفصيلي.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم للمفاهيم الواردة بالدرس.

العرض التفصيلي

العرض التفصيلي هو رسومات تجميع تُظهر كل جزء من المُنتَج على حدة، وعلاقاته بالأجزاء الأخرى، وكيفية تجميعه بشكل نهائي. عادةً ما يتم ترقيم كل جزء من أجزاء المُنتَج بما يتوافق مع قائمة الأجزاء، وعلى الرغم من استخدام رسومات التجميع والرسومات التفصيلية لفهم طبيعة المُنتَج، إلا أنها لا توفِّر المعلومات الكافية واللازمة لآلات التصنيع لإنتاج الأجزاء المختلفة للمُنتَج.

توفِّر الرسومات ثنائية الأبعاد تفاصيل محدَّدة حول نِسَب المكوِّنات التي يجب تصنيعها.

شكل 2.21: عرض تفصيلي لتجميع سيارة

عرض وتصنيع النموذج الأوَّلي Prototype Rendering and Manufacturing

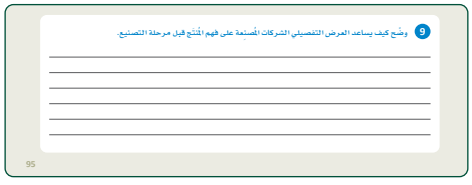
يجب عرض النموذج ثلاثي الأبعاد للمُنتَج بعد تجهيزه، وبتم تطبيق نوع المواد، والنسب المختلفة لها، وتتابع عمليات المحاكاة الفيزيائية أثناء مرحلة العرض لإنشاء نموذج أوَّلي افتراضي يبدو أقرب ما يُمكن إلى المُنتَج الحقيقي. ويُستخدم هذا النموذج الأوَّلي لعرضه على أصحاب المصلحة والمُصمِّمين. ومن الطبيعي أن تتم هذه مرحلة العرض مراجعات أخرى قبل تصنيع النموذج الأوَّلي، مما يوفِّر المال والوقت.

شكل 2.22: اختلاف طرائق عرض النموذج الأوَّلي

يُعدُّ تصنيع النموذج الأوَّلي الخطوة الأخيرة في هذه العملية، ويُمكن القيام بذلك من خلال استخدام تقنيات التصنيع منخفضة التكلفة مثل الطابعات ثلاثية الأبعاد، أو استخدام طرائق التصنيع بالإضافة، أو استخدام **التحكم الرقمي** باستخدام الحاسب (CNC) عند الحاجة لإنتاج نماذج أوَّلية أكثر واقعية. ويمعلي النموذج الأوَّلي المعلي المثيل الأكثر دقة للمُنتَج، مما ينتج لدورة التصميم التكراري (Iterative Design Cycle) أن تستمر حتى نهايتها.

شكل 2.23: طباعة ثلاثية الأبعاد لنموذج أوَّلي باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد

92


9 وضِّح كيف يساعد العرض التفصيلي الشركات المُصنِعة على فهم المُنتَج قبل مرحلة التصنيع.

95

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يُمكن إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد فقط باستخدام أدوات التصميم الهندسي بمساعدة الحاسب (CAD).	○	○
2. لا يتم استخدام المواد المركَّبة في مرحلة التحسين من دورة التصميم.	○	○
3. تُعدُّ محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) جزءًا من الاختبار الافتراضي للنموذج الأوَّلي.	○	○
4. تُستخدم الرسومات متماثلة القياس لإنتاج نماذج ثنائية الأبعاد.	○	○
5. لا تقدِّم طريقة عرض كابينيت النِسَب الأصلية للنموذج ثلاثي الأبعاد.	○	○
6. لا تُعدُّ طرائق العرض التفصيلية نوعًا من الرسم التجميعي.	○	○
7. تُستخدم الرسومات الفنية والهندسية ثنائية الأبعاد مع معلومات التجميع لتصنيع المكوِّنات.	○	○
8. يقتصر استخدام الإسقاط المنظوري على الخطوط الأفقية لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد.	○	○
9. يتطبق مصطلح العرض (Rendering) على عملية إنتاج مواد النموذج الأوَّلي فقط.	○	○
10. لا يُمكن إنشاء النماذج الأوَّلية باستخدام التحكم الرقمي باستخدام الحاسب (CNC).	○	○

93

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يُمكن إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد فقط باستخدام أدوات التصميم الهندسي بمساعدة الحاسب (CAD). هي ليست الخيار الوحيد لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، فهناك أدوات مثل أجهزة المسح الضوئي ثلاثي الابعاد (3D Scanner).		✓
2. لا يتم استخدام المواد المركَّبة في مرحلة التحسين من دورة التصميم. يتم استخدامها في مرحلة التحسين لخصائصها الفريدة.		✓
3. تُعدُّ محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) جزءًا من الاختبار الافتراضي للنموذج الأوَّلي.	✓	
4. تُستخدم الرسومات متماثلة القياس لإنتاج نماذج ثنائية الأبعاد. يتم استخدامها لإنتاج رسومات ثلاثية الأبعاد.		✓
5. لا تقدِّم طريقة عرض كابينيت النِسَب الأصلية للنموذج ثلاثي الأبعاد.	✓	
6. لا تُعدُّ طرائق العرض التفصيلية نوعًا من الرسم التجميعي. هي من أنواع الرسم التجميعي ثلاثي الأبعاد.		✓
7. تُستخدم الرسومات الفنية والهندسية ثنائية الأبعاد مع معلومات التجميع لتصنيع المكوِّنات.	✓	
8. يقتصر استخدام الإسقاط المنظوري على الخطوط الأفقية لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد. يستخدِم الخطوط الرأسية والقطرية والأفقية.		✓
9. ينطبق مصطلح العرض (Rendering) على عملية إنتاج مواد النموذج الأوَّلي فقط. يتم استخدامه على نطاق واسع أثناء عملية التصميم مثل، اختلاف طرائق عرض النموذج الأوَّلي.		✓
10. لا يُمكن إنشاء النماذج الأوَّلية باستخدام التحكم الرقمي باستخدام الحاسب (CNC). يتم استخدامه على نطاق واسع لبناء نماذج أوَّلية أيضًا.		✓

2

صنِّف الأنواع الرئيسة للأبحاث خلال مرحلة البحث في دورة التصميم.

خلال مرحلة البحث في عملية التصميم والنماذج الأوَّلية، يتم إجراء بحث حول الجماليات، والعوامل الإنسانية، وعِلم القياسات البشرية، والسلامة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 وضِّح الاختلاف بين الاختبار الحقيقي والاختبار الافتراضي للمُنتَج أثناء مرحلة الاختبار في دورة التصميم.

يتضمَّن اختبار المُنتَج الحقيقي بناء نموذج أوَّلي مادي أو نموذج للمُنتَج واختباره في الواقع، بينما يتضمَّن اختبار المُنتَج الافتراضي (المعروف أيضًا باسم المحاكاة أو الاختبار بمساعدة الحاسب) إنشاء نموذج للمُنتَج باستخدام الحاسب ومحاكاة أدائه في ظل مجموعة من الظروف.

4 صِفْ كيف يعمل المُصمِّمون جنبًا إلى جنب مع المصنِّعين في مرحلة النموذج الأوَّلي لدورة التصميم.

توجد أسباب عديدة تجعل من إنشاء النماذج الفعلية أمرًا ضروريًا، فيمكن مثلًا إنشاء نموذج أوَّلي فعلي لتمكين العميل أو المُستخدِم من الاطلاع على الجوانب الجمالية للمُنتَج قبل بدء إنتاجه، وفي حالات أخرى قد يحتوي المُنتَج على مكوِّنات متعددة، مما يولد الحاجة إلى إنشاء نماذج أوَّلية فعلية لضمان تجميع تلك المكوِّنات بشكلٍ سليم؛ لتكوين المُنتَج المناسب والتأكد من عملها معًا بشكل متناسق. يحتاج تطوير أغلب المُنتَجات التي يستخدمها الإنسان بشكلٍ مباشر إلى نماذج أوَّلية قبل الانتقال إلى المُنتَج النهائي، ويتم في بعض الأحيان إنشاء نموذج أوَّلي فعلي يُمكن للشخص استخدامه وتقديم تغذية راجعة للمسؤولين عن عملية تصميمه، كما يُمكن للمُصمِّمين تعديل مظهر بعض الميزات أو إدخال بعض التعديلات لجعلها أكثر مناسبةً أو راحةً للمُستخدِم، ويتم تطوير بعض النماذج الأوَّلية لتكون نسخًا طبق الأصل من المُنتَج النهائي، وذلك بسبب الحاجة إلى إنتاجها من المادة نفسها التي ستُستخدم لتصنيع المُنتَج النهائي. يتيح ذلك اختبار النماذج لاحقًا في دورة التصميم في ظل ظروف واقعية، مما يعطي المُصمِّم الثقة بأن المُنتَج آمِن لترويجه وبيعه، وتوجد طرائق مختلفة لتصنيع النماذج الأوَّلية المادية، ولكن أكثرها شيوعًا هو التصنيع من خلال التحكم الرقمي باستخدام الحاسب ، والتصنيع بالإضافة بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد.

5 اذكر كيفية استخدام عمليات التصميم التكراري في مرحلة تحسين دورة التصميم.

تُستخدم عمليات التصميم التكراري التالية في مرحلة تحسين دورة التصميم:

الاختبار: يتم اختبار النماذج الأوَّلية لتقييم الأداء والكفاءة والمتانة والوظائف وسهولة الاستخدام من خلال عمليات المحاكاة واختبار المُستخدِم لها وطرائق أخرى.

التحليل: يتم تحليل البيانات والتغذية الراجعة لتحديد المشكلات والتحسينات المحتملة في التصميم، حيث يبحث الفريق في سبب عدم نجاح بعض الخصائص، وفي الصعوبات التي يواجهها المُستخدِمون، وكيفية تحسين التصميم.

التنقيح: بناءً على التحليل يتم تنقيح التصميم فيما بعد، وقد يتضمَّن ذلك تصحيح المشكلات، أو إضافة ميزات جديدة، أو إزالة العناصر غير الضرورية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 صِفْ كيفية استخدام محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) وتحليل العناصر المحدودة (FEA) في اختبار النماذج الأوَّلية للمُنتَج.

باستخدام أدوات التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) وتقنيات المحاكاة الحديثة، يمكن للنماذج الافتراضية تقليل وقت التطوير والتكلفة، ولكنها نادرًا ما تصلح كبديل عن النماذج الأوَّلية الفعلية، وتوضِّح الاختبارات الافتراضية كيفية عمل الآليات المختلفة في المُنتَج من خلال تقنية تحريك الصور للمُكوِّنات المجمَّعة، واختبارات المحاكاة باستخدام تحليل العناصر المحدودة (FEA) وذلك بشكلٍ أساسي لتحليل إجهاد المواد وتأثير القوى الخارجية، ولتحليل الموائع باستخدام ديناميكا الموائع الحسابية (CFD).

7 وضِّح أوجه الاختلاف بين أنواع الرسومات ثلاثية الأبعاد المائلة، ومتماثلة القياس، وإسقاطيّة المنظور.

- في الرسم الهندسي المائل: يُركِّز النموذج ثلاثي الأبعاد على واجهة النموذج بحيث يتم عرضه بزاوية خمس وأربعين درجة بالنسبة للمحور السيني، وهناك نوعان من الرسم الهندسي المائل يختلفان في نِسَب النموذج في واجهة العرض، حيث يسمى النوع الأول عرض كافلير، ويسمى النوع الثاني بعرض كابينيت.
- في الرسم متماثل القياس: يُركِّز النموذج ثلاثي الأبعاد على جانب النموذج، حيث يتم عرض النموذج بزاوية ثلاثين درجة على المحور السيني.
- في الإسقاط المنظوري: يتم عرض النموذج ثلاثي الأبعاد بطريقة تُحاكي العمق المكاني.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

8 صنِّف الأنواع الثلاثة لطرائق الرسم المنظوري للنماذج ثلاثية الأبعاد.

هناك ثلاثة أنواع لطرائق الرسم المنظوري للنماذج ثلاثية الأبعاد وهي:

- منظور ببؤرة تلاشي واحدة: يتم عرض النماذج ثلاثية الأبعاد على سطح ثنائي الأبعاد باستخدام خطوط رأسية وأفقية متقاطعة، وتبدأ هذه الخطوط من نقطة واحدة على السطح تسمى بؤرة التلاشي، وتُعرَّف بؤرة التلاشي بأنها نقطة في الرسم المنظوري، حيث تبدو الخطوط المتوازية متقاربة وتلتقي عند نقطة واحدة في الأفق.
- منظور ببؤرتَي تلاشي: تبدأ الخطوط الأفقية من نقطتين مختلفتين على السطح.
- منظور بثلاث بؤر تلاشي: تبدأ الخطوط الأفقية من ثلاث نقاط مختلفة على السطح.

9 وضِّح كيف يساعد العرض التفصيلي الشركات المُصنِعة على فهم المُنتَج قبل مرحلة التصنيع.

العرض التفصيلي هو رسومات تجميع تُظهر كل جزء من المُنتَج على حدة، وعلاقته بالأجزاء الأخرى، وكيفية تجميعه بشكلٍ نهائي، وعادةً ما يتم ترقيم كل جزء من أجزاء المُنتَج بما يتوافق مع قائمة الأجزاء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على عالم التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد بصورة مُفصَّلة، واستخداماتها في الهندسة، وإنشاء أشكال أساسية ثنائية وثلاثية الأبعاد.

أهداف التعلُّم

- تمييز الفرق بين الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- استخدام برنامج فري كاد للنمذجة.
- استخدام أسطح العمل في برامج التصميم بمساعدة الحاسب.
- إنشاء أشكال أساسية ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- تمييز الفرق بين البطانة والبثق.
- معرفة طرائق العرض ثلاثية الأبعاد المختلفة.

الدرس الثاني	
الوحدة الثانية: التصميم والنمذجة الأوَّلية	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثاني: التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد	5

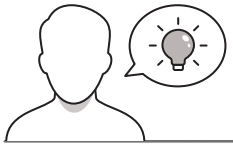
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

نقاط مهمَّة

> قد يقتصر بعض الطلبة على استخدام التصميم ثلاثي الأبعاد دون التصميم ثنائي الأبعاد، اشرح لهم ما يقدِّمه التصميم ثنائي الأبعاد من معلومات دقيقة عن التصميم، بالإضافة لسهولة إنشائه ومشاركته، وعند الحاجة لمحاكاة المُنتَج النهائي يُستخدم التصميم ثلاثي الأبعاد.

> قد يخفى على بعض الطلبة الفرق الجوهري بين الشكل ثنائي الأبعاد والشكل ثلاثي الأبعاد، اعرض لهم صندوقًا حقيقيًا، وورقة على شكل مربع، واشرح الفرق بين الشكلين، وتحديدًا أنّ في الورقة بُعدين، وفي الصندوق ثلاثة أبعاد.

> قد يتداخل لدى بعض الطلبة أسطح عمل الرسم الهندسي في برنامج فري كاد، اعرض لهم أسطح العمل المختلفة (XY وYZ وXZ)، ووضِّح استخدام كل نوع منها.



التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

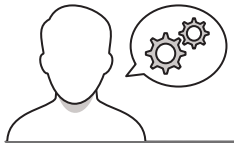
> يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U2.L2.A.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L2.EX8.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L2.EX9.FCStd

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال عرض صندوق حقيقي، وورقة على شكل مربع واسألهم:

- ما الفرق بينهما؟
- أيهما ثنائي الأبعاد وأيهما ثلاثي الأبعاد؟
- متى نستخدم الشكل ثلاثي الأبعاد، ومتى نستخدم الشكل ثنائي الأبعاد؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



خطوات تنفيذ الدرس

- في البداية، ذكّر الطلبة بمفهوم النموذج الأوّلي، وفوائده، وأنواعه.
- اشرح لهم مفهوم التصميم ثنائي الأبعاد، والتصميم ثلاثي الأبعاد، وبيّن لهم أن الحاسب يتيح استخدام النماذج الرياضية لإنشاء رسومات ثلاثية الأبعاد.
- اعرض لهم أمثلة الأشكال ثنائية الأبعاد في الجدول 2.1، وبيّن خصائصها، وصورتها.
- اعرض لهم أمثلة الأشكال ثلاثية الأبعاد في الجدول 2.2، وبيّن خصائصها، وصورتها.

الدرس الثاني

التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد

ستتعرّف في هذا الدرس على عالم التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد بشكلٍ مُفصّل. تُستخدم الرسومات ثنائية الأبعاد والرسومات ثلاثية الأبعاد في الهندسة لعرض مواصفات التصميم ومعلوماته. وتُستخدم الرسومات ثنائية الأبعاد، والتي تُعرف أيضًا بالرسومات الفنية أو المُخطّطات، لنقل المعلومات حول التصميم بوضوح ودقة. كما توفّر الرسومات ثلاثية الأبعاد، والتي تُعرف أيضًا بالنماذج ثلاثية الأبعاد تمثيلًا أكثر واقعية لمجسّم أو هيكل معيّن.

التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد 2D and 3D Design

يشير التصميم ثنائي الأبعاد (Two-Dimensional – 2D) إلى تمثيل مجسّم باستخدام بُعدَين، وهما الطول والعرض دون العمق، ويُمكن تمثيل هذا التصميم على سطح مستوٍ، كقطعة من الورق أو شاشة الحاسب. وتُعدُّ الرسومات واللوحات والنصوص المكتوبة على الورق من أمثلة النماذج ثنائية الأبعاد.

يشير التصميم ثلاثي الأبعاد (Three-Dimensional –3D) إلى تمثيل مجسّم باستخدام ثلاثة أبعاد: الطول والعرض والعمق، ويُمكن تمثيل هذا التصميم في العالم الواقعي على شكل مجسّم ذي حجم، مثل المكعب أو الكرة.

يتيح الحاسب استخدام النماذج الرياضية لإنشاء رسومات تمثّل النماذج والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن عرض هذه النماذج على شاشة ثنائية الأبعاد، مما يعطي نوعًا من الإحساس بالعمق. تتضمّن أمثلة النماذج ثلاثية الأبعاد التماثيل والمنحوتات والمباني. وتتضمّن كذلك شخصيات الأفلام والعاب الفيديو الكرتونية ثلاثية الأبعاد، والتي يتم إنشاؤها بواسطة الحاسب أيضًا.

مقارنة بين الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد Comparing 2D and 3D Drawings

يتم في الهندسة استخدام كل من الرسومات ثنائية الأبعاد والرسومات ثلاثية الأبعاد؛ لتوصيل معلومات ومواصفات التصميم، ومع ذلك توجد بعض الاختلافات الرئيسة بينهما.

الرسومات ثنائية الأبعاد

تُقدّم الرسومات ثنائية الأبعاد (الرسومات الفنية والمُخطّطات) معلومات دقيقة حول التصميم، وغالبًا ما تُستخدم في عملية التصنيع لإنشاء الأجزاء والتجميعات (Assemblies) في المشاريع المعمارية والإنشائية. وعادة ما يتم إنشاء الرسومات ثنائية الأبعاد باستخدام برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD)، ويُعدُّ إنشاؤها ومشاركتها أمرًا سهلًا نسبيًا. كما يُمكن طباعتها أو عرضها على شاشة الحاسب.

الرسومات ثلاثية الأبعاد

تسمح الرسومات ثلاثية الأبعاد، والتي تعرف أيضًا بالنماذج ثلاثية الأبعاد، للمهندسين والمُصمّمين بتصور التصميم من كافة زواياه. كما أنها توفّر هذه الرسومات تمثيلًا أكثر واقعية للمجسّم، بحيث يُمكن استخدامها لمحاكاة سلوك المُنتج النهائي. ويتم إنشاء هذا النوع من الرسومات عادةً باستخدام برامج حاسوبية خاصة للتصميم ثلاثي الأبعاد؛ لإنشاء صور ورسوم متحركة واقعية تُستخدم غالبًا في تصميم المُنتجات وتطويرها، و تُستخدم هذه الرسومات كذلك في المشاريع المعمارية والإنشائية. ومع ذلك يُمكن أن يكون إنشاء رسومات ثلاثية الأبعاد أكثر تعقيدًا واستهلاكًا للوقت مقارنة بإنشاء رسومات ثنائية الأبعاد، كما يُمكن أن يكون أكثر استهلاكًا للموارد عند تخزينها ومشاركتها.

شكل 2.24: رسم ثنائي الأبعاد ونموذج ثلاثي الأبعاد لمحرك V2

96

في الجدولين 2.1 و 2.2 نستعرض بعض الأمثلة على الأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد.

جدول 2.1: أمثلة على أشكال ثنائية الأبعاد

الاسم	الخصائص	الصورة
الدائرة	شكل ذو خط منحنٍ يُشكّل حلقة مغلقة، بحيث تقع النقاط الموجودة على هذه الحلقة على مسافة متساوية من نقطة المركز.	○
المربع	شكل ذو أربعة أضلاع مستقيمة متساوية الطول، وأربع زوايا قائمة.	□
المثلث	شكل ذو ثلاثة أضلاع مستقيمة وثلاث زوايا.	△
المستطيل	شكل ذو أربعة أضلاع مستقيمة وأربع زوايا قائمة، بحيث تتساوى فيه الأضلاع المتقابلة في الطول.	▭

جدول 2.2: أمثلة على أشكال ثلاثية الأبعاد

الاسم	الخصائص	الصورة
الكرة	شكل ذو سطح منحنٍ متماثل حول نقطة مركزية، بحيث تقع جميع النقاط الموجودة على السطح على مسافة متساوية من نقطة المركز.	
المكعب	شكل ذو ستة أوجه مربّعة، واثنا عشر ضلعًا، وثمانية رؤوس.	
الأسطوانة	شكل ذو طرفين دائريين، وجانب واحد منحنٍ.	
المخروط	شكل ذو قاعدة دائرية وجانب منحنٍ واحد يتناقص تدريجيًا إلى نقطة معيّنة.	
الهرم	شكل ذو قاعدة متعدّدة الأضلاع، وجوانب مثلثة تلتقي عند نقطة واحدة تسمى قمة الهرم.	

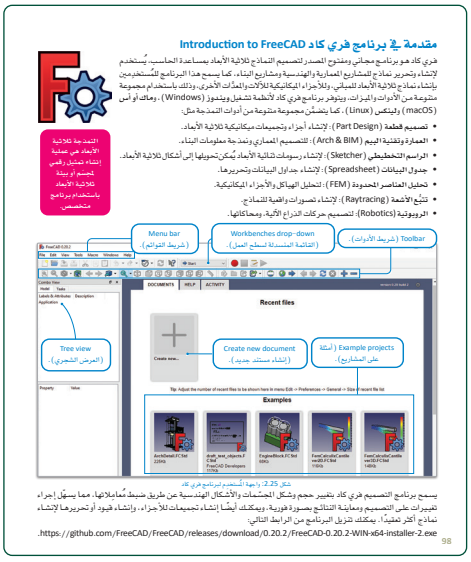
معلومة

تشير الأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد في الهندسة إلى عدد الأبعاد الخاصة بالشكل أو المجسّم.

97

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل إلى برنامج **فري كاد** (FreeCAD)، وبيِّن للطلبة أنه برنامج مجاني ومفتوح المصدر ويُستخدم لتصميم النماذج ثلاثية الأبعاد.
- وضِّح لهم ما يتضمَّنه البرنامج من أدوات النمذجة وهي: تصميم قطعة، والعمارة وتقنية البيم، والراسم التخطيطي، وجدول البيانات، وتحليل العناصر المحدودة، وتتبُّع الأشعة، والروبوتية.
- بيِّن لهم أن النمذجة ثلاثية الأبعاد هي عملية إنشاء تمثيل رقمي لمجسّم أو بيئة ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج مخصص.
- افتح موقع برنامج فري كاد، ووضِّح للطلبة كيفية تحميل البرنامج وتشغيله.
- وضِّح لهم أسطح العمل في فري كاد، واعرض الجدول 2.3، ثم بيِّن لهم وصف أسطح العمل.



مقدمة في برنامج فري كاد Introduction to FreeCAD

فري كاد هو برنامج مجاني ومفتوح المصدر لتصميم النماذج ثلاثية الأبعاد بمساعدة الحاسب. يُستخدم لإنشاء وتحرير نماذج للمشاريع المعمارية والهندسية ومشاريع البناء، كما يسمح هذا البرنامج للمستخدمين بإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للميكانيكا ثلاثية الأبعاد والأجزاء الأخرى. وذلك باستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات والميزات. ويتوفر برنامج فري كاد لأنظمة تشغيل ويندوز (Windows)، وماك او اس (macOS) ولينكس (Linux)، كما يتضمَّن مجموعة متنوعة من أدوات النمذجة مثل:

- تصميم قطعة (Part Design): لإنشاء أجزاء وتجميعات ميكانيكية ثلاثية الأبعاد.
- العمارة وتقنية البيم (Arch & BIM): للتصميم المعماري ونمذجة معلومات البناء.
- الراسم التخطيطي (Sketcher): لإنشاء رسومات ثنائية الأبعاد يُمكن تحويلها إلى أشكال ثلاثية الأبعاد.
- جدول البيانات (Spreadsheet): لإنشاء جداول البيانات وتحريرها.
- تحليل العناصر المحدودة (FEM): لتحليل الهياكل والأجزاء الميكانيكية.
- تتبُّع الأشعة (Raytracing): لإنشاء تصورات واقعية للنماذج.
- الروبوتية (Robotics): لتصميم حركات الذراع الآلية ومحاكاتها.

النمذجة ثلاثية الأبعاد هي عملية إنشاء تمثيل رقمي لمجسم أو بيئة ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج متخصص.

شكل 2.25: واجهة المستخدم لبرنامج فري كاد

يسمح برنامج التصميم فري كاد بتغيير حجم وشكل المجسّمات والأشكال الهندسية عن طريق ضبط مُعاملاتها، مما يسهّل إجراء تغييرات على التصميم ومعاينة النتائج بصورة فورية. ويمكنك أيضًا إنشاء تجميعات للأجزاء، وإنشاء قيود أو تحريرها لإنشاء نماذج أكثر تعقيدًا. يمكنك تنزيل البرنامج من الرابط التالي:

.https://github.com/FreeCAD/FreeCAD/releases/download/0.20.2/FreeCAD-0.20.2-WIN-x64-installer-2.exe

98

أسطح العمل Workbenches

يُعرَّف سطح العمل في برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) بأنه مجموعة الأدوات والميزات التي يتم تنظيمها وتجميعها معًا لأداء مُهمَّة أو مجموعة من المهام المحدَّدة. وتوفر لك أسطح العمل في برامج التصميم بمساعدة الحاسب مجموعة من الأدوات المُصمَّمة خصيصًا لنوع محدَّد من الأعمال أو الأنشطة في ذلك البرنامج، مما يتيح الوصول بسرعة وسهولة إلى الأدوات التي تحتاجها لمُهمَّة معيَّنة دون الحاجة إلى التنقل عبر مجموعة كبيرة من الأدوات التي قد لا تكون ذات علاقة بمُهمَّتك الحالية. يوجد في برنامج فري كاد مجموعة متنوعة من أسطح العمل المُصمَّمة لمهام ووظائف محدَّدة. ويمكنك استكشاف بعض أسطح العمل الرئيسة في هذا البرنامج من خلال الجدول أدناه.

جدول 2.3: أسطح عمل فري كاد

الاسم	الوصف
البداية	هذا هو سطح العمل الافتراضي عند بدء تشغيل برنامج فري كاد، ويوفِّر سطح العمل هذا واجهة بسيطة لفتح وإنشاء مستندات جديدة.
تصميم قطعة	يُستخدم سطح العمل هذا لإنشاء أجزاء وتجميعات صلبة ثلاثية الأبعاد. ويتضمَّن أدوات لرسم الأشكال ثنائية الأبعاد، وتدويرها وسحبها وتشكيلها لإنشاء أجزاء ثلاثية الأبعاد، كما يتضمَّن أدوات لإنشاء وتحرير ميزات المواد مثل: التيطين وعمل الثقوب وقص الحواف.
الراسم التخطيطي	يُستخدم سطح العمل هذا لإنشاء رسومات ثنائية الأبعاد. ويتضمَّن أدوات لإنشاء وتحرير الأشكال الهندسية مثل: الخطوط والدوائر والأقواس. بالإضافة إلى أدوات لتطبيق القيود من أجل تحديد شكل الرسم التخطيطي.
مسودة	يُستخدم سطح العمل هذا لإنشاء رسومات ثنائية الأبعاد ورسومات تقنية. ويتضمَّن أدوات لإنشاء وتحرير الأشكال مثل: الخطوط، والدوائر، والمضلعات والأدوات لإنشاء الأبعاد والتعليقات التوضيحية والتظليل.
العمارة	يُستخدم سطح العمل هذا لإنشاء العناصر المعمارية مثل: الجدران والأبواب والنوافذ. ويتضمَّن أدوات لإنشاء وتحرير المجسّمات، وكذلك أدوات معمارية لإنشاء وتحرير هياكل المباني.
قطعة	يُستخدم سطح العمل هذا لإنشاء الأشكال ثلاثية الأبعاد وتحريرها وتحليلها. ويتضمَّن أدوات لإنشاء وتحرير الأشكال مثل: الصناديق، والأسطوانات والكرات. بالإضافة إلى أدوات للقيام بالعمليات المنطقية وإنشاء التشابكات وتحريرها.

99

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل إلى تحويل الأشكال ثنائية الأبعاد إلى نماذج ثلاثية الأبعاد، ووضِّح للطلبة مفهوم الرسم التخطيطي، والبطانة.
- وضِّح لهم إمكانية رسم شكل بسيط مثل المربع، ثم وضِّح كيفية تحويله إلى مكعب باستخدام الرسم التخطيطي، وتقنية البطانة.
- وضِّح لهم إمكانية استيراد وتصدير تنسيقات ملفات مختلفة في البرنامج، وكذلك استخدام البرنامج في إجراء عمليات المحاكاة والعرض.
- ابدأ بإنشاء مستند جديد وذلك من شريط الأدوات، والضغط على أيقونة جديد، ثم الاختيار من القائمة المنسدلة لسطح العمل.
- بيِّن لهم أن برنامج فري كاد يستخدِم أدوات الكتابة الرقمية بدلًا من الرسم على الورق.
- وضِّح لهم أن نظام الإحداثيات الثلاثي المُستخدَم في برنامج فري كاد هو تمثيل مرئي للمحاور الثلاثة (X وY وZ).
- انتقل إلى توضيح مصطلح الهيكل في سياق برامج التصميم بمساعدة الحاسب، وبيِّن لهم أن الهياكل قد تكون بسيطة، أو معقدة.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء هيكل في برنامج فري كاد، وذلك من قائمة جزء البداية، ثم إنشاء هيكل.

تحويل الأشكال ثنائية الأبعاد إلى نماذج ثلاثية الأبعاد
Transforming 2D Shapes into 3D Models

سنتعلَّم في هذا الدرس كيفية استخدام برنامج فري كاد لإنشاء أشكال ثنائية الأبعاد، ثم تحويلها إلى أشكال ثلاثية الأبعاد. وسنقوم بإنشاء أشكال ثلاثية الأبعاد من البداية. وذلك بدلًا من استخدام الأشكال الموجودة سابقًا في سطح العمل.

سنبدأ أولًا بإنشاء شكل بسيط مثل المربع، وسنتعلَّم كيفية تحويله إلى شكل ثلاثي الأبعاد مثل المكعب. كما سنستخدم تقنية تسمى الرسم التخطيطي (Sketching)، حيث سنرسم الشكل على سطح مستوٍ يسمى المستوى. ثم سنتعلَّم كيفية استخدام أدوات مختلفة لرسم الشكل، وضبط حجمه وموضعه. سنتعلَّم أيضًا خلال عملية الرسم كيفية تطبيق القيود على الأشكال، وهي بمثابة القواعد التي يمكنك استخدامها للحفاظ على اتساق الرسم التخطيطي.

بمجرد أن يصبح الشكل ثنائي الأبعاد جاهزًا، سنتعلَّم كيفية إضافة العمق لتحويل إلى شكل ثلاثي الأبعاد. وسنستخدم تقنية تسمى البطانة (Padding) لإضافة سماكة موحَّدة للشكل ثنائي الأبعاد.

عند إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، من المفيد إنشاء رسم تخطيطي ثنائي الأبعاد للشكل الذي تريد إنشاءه، حيث ينبع لك ذلك العمل مع الشكل الأساسي وتَبْنَب الشكل قبل إضافة البُعد الإضافي للنموذج، مما يوفِّر لك الوقت والجهد على المدى الطويل. لأنه من الأسهل إجراء التغييرات على الرسم ثنائي الأبعاد بدلًا من المجسَّم ثلاثي الأبعاد الذي تم تصميمه بالكامل. وعند إتمامك العمل على الرسم ثنائي الأبعاد، يمكنك استخدام تقنيات مثل البطانة (Padding) أو البثق (Extrusion) لتحويله إلى شكل ثلاثي الأبعاد.

الرسم التخطيطي (Sketching):
الرسم التخطيطي هو تقنية مستخدَمة في برنامج التصميم بمساعدة الحاسب لإنشاء أشكال ثنائية الأبعاد، وتتضمَّن العملية الأساسية في الرسم التخطيطي إنشاء تمثيل ثنائي الأبعاد يجتمع على سطح مستوٍ يسمى المستوى، كما يُمكن استخدام هذا التمثيل كأساس لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للمجسَّم.

البطانة (Padding):
البطانة هي تقنية مستخدَمة في برنامج التصميم بمساعدة الحاسب لإنشاء مجسَّم ثلاثي الأبعاد بناءً على شكل ثنائي الأبعاد، وذلك عن طريق إضافة السماكة لذلك الشكل، وتتم عملية تحويل الشكل ثنائي الأبعاد إلى مجسَّم ثلاثي الأبعاد عن طريق تحديد سماكة أو قيمة لتلك السماكة، ينتج عن ذلك مجسَّم وسماكة متناسقة في كافة أجزائه. تُستخدم هذه التقنية بشكل واسع في إنشاء مجسَّمات مثل: الصناديق والأسطوانات وكذلك الأشكال الأساسية الأخرى.

معلومة
تُنشئ البطانة شكلًا ثلاثي الأبعاد بسماكة ثابتة من شكل ثنائي الأبعاد، بينما ينشئ البثق شكلًا ثلاثي الأبعاد بسماكة متغيرة من شكل ثنائي الأبعاد، من خلال سحبه على طول محور معيَّن.

100

إنشاء شكل ثنائي الأبعاد Creating a 2D Shape
التصميم والنمذجة الأولية Design and Prototyping

يُعدُّ كل من التصميم والنمذجة الأولية من المفاهيم المهمة في عملية إنشاء المُنتَجات وتطويرها. وتبرز أهميتهما أيضًا من خلال استخدام برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد مثل برنامج فري كاد، حيث ينبع هذا البرنامج إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد التي يُمكن استخدامها في تصميم وإنشاء النماذج الأولية، وتحريرها، وتعديلها. ويمكنك من خلال هذا البرنامج إنشاء رسومات ثنائية الأبعاد، وأشكال ثلاثية الأبعاد، وإجراء عمليات متطلبة وتطبيق تحويلات مختلفة، كما يمكنك استيراد وتصدير تنسيقات ملفات مختلفة، وكذلك استخدام البرنامج لإجراء عمليات المحاكاة والعرض. وإنشاء نموذج أولي افتراضي للتصميم واختباره قبل إنشاء النموذج الأولي الفعلي.

سنقوم الآن بإنشاء مستند جديد لبدء العمل مع برنامج فري كاد.

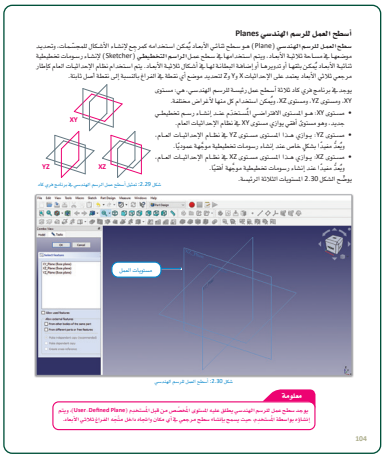
إنشاء مستند جديد:
> من Toolbar (شريط الأدوات)، اضغط على أيقونة New (جديد).
> من drop-down Workbenches (القائمة المنسدلة لسطح العمل)، اختر Part Design (تصميم قطعة).

ينبغي استخدام برنامج فري كاد استخدامك لأدوات الكتابة الرقمية، فبدلًا من الرسم على الورق، سترسم بالقلم الرقمي على الحاسب.

101

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وضِّح للطلبة المقصود **بسطح العمل للرسم الهندسي** (Plane)، واستخدامه في سطح عمل الرسم التخطيطي.
- وضِّح لهم أنواع أسطح العمل الرئيسة للرسم الهندسي، وهي مستوى XY، ومستوى YZ، ومستوى XZ.
- أشِر للطلبة إلى وجود سطح عمل للرسم الهندسي يُطلَق عليه **المستوى المخصَّص من قِبل المُستخدِم** (User – Defined Plane).
- بعدها، وضِّح لهم كيفية اختيار مستوى العمل، من علامة تبويب المهام ثم عرض المجموعة.



أسطح العمل للرسم الهندسي Planes

سطح العمل للرسم الهندسي (Plane) هو سطح ثنائي الأبعاد يُمكن استخدامه كمربع لإنشاء الأشكال المجسّمات، وتعديلها، موجهها بمساعدة ثلاثية الأبعاد. ويتم استخدامها في سطح عمل الرسوم التخطيطي (Sketcher) لإنشاء رسومات تخطيطية ثنائية الأبعاد، ويمكن بثقها أو تدويرها أو إضافة المعالجة لها في أشكال ثلاثية الأبعاد. يتم استخدام نظام الإحداثيات العام لإظهار مرجعي للأي الأبعاد يعتمد على الإحداثيات X و Y و Z لتحديد موضع أي نقطة في الفراغ بالنسبة إلى نقطة أصل ثابتة.

يوجد في برنامج فري كاد ثلاثة أسطح عمل رئيسة للرسم الهندسي، هي: مستوى XY، ومستوى YZ، ومستوى XZ. ويُمكن استخدام كل منها لأغراض مختلفة.

- مستوى XY: هو المستوى الافتراضي المُستخدم عند إنشاء رسم تخطيطي جديد، وهو مستوى أفقي يوازي مستوى XY في نظام الإحداثيات العام.
- مستوى YZ: يوازي هذا المستوى مستوى YZ في نظام الإحداثيات العام. ويُعدّ مفيدًا عندما تفكر خاص عند إنشاء رسومات تخطيطية موجّهة عموديًا.
- مستوى XZ: يوازي هذا المستوى مستوى XZ في نظام الإحداثيات العام. ويُعدّ مفيدًا عند إنشاء رسومات تخطيطية موجهة أفقيًا.

يوضح الشكل 2.30 المستويات الثلاثة الرئيسة.

شكل 2.29: أسطح العمل للرسم الهندسي في برنامج فري كاد

شكل 2.30: أسطح العمل للرسم الهندسي

معلومة

يوجد سطح عمل للرسم الهندسي يطلق عليه المستوى المخصص من قبل المستخدم (User- Defined Plane) ويتم إنشاؤه بواسطة المستخدم، حيث يستطيع بالنقر بالماوس وضع سطح عمل في أي مكان واتجاه داخل مجسّمه الفراغ ثلاثي الأبعاد.

- بعد ذلك، اشرح للطلبة كيفية تفعيل الشبكة، والتي تسمح بإنشاء المجسّمات وتعديلها بدقة أكبر.
- بعدها، وضِّح لهم سطح عمل الرسم التخطيطي، وبيِّن أن السطح يوفِّر مجموعة أدوات وميزات تسمح بإنشاء الرسومات ثنائية الأبعاد، وتحريرها.
- بيِّن لهم أدوات العرض التي تتيح التحكم في عرض الرسم التخطيطي مثل: التكبير، والتصغير، والتحريك، والتدوير.
- وضِّح لهم أدوات الرسم التخطيطي التي تتيح بدء رسم تخطيطي أو الخروج منه.
- اعرض لهم أدوات الرسم التخطيطي الهندسية التي تُمكّن من إنشاء الأشكال الأساسية للرسم مثل: الخطوط، والأقواس، والدوائر، والمستطيلات.
- اشرح لهم أدوات **القيود** (Constraints) التي تتيح تطبيق قيود على نقاط وخطوط الرسم التخطيطي مثل: قيود المسافة، والزوايا، والتماثل.
- بعدها، بيِّن لهم كيفية إنشاء مستطيل، وذلك من شريط الأدوات ثم اختيار إنشاء مستطيلات واستكمال رسم المستطيل.

الشبكة The Grid

يُعدّ تفعيل الشبكة عند استخدام برنامج فري كاد أمرًا ضروريًا؛ لأنه يسمح لك بإنشاء المجسّمات وتعديلها بدقة أكبر. حيث تتكون الشبكة من مجموعة خطوط يتم عرضها على الشاشة، وتساعد هذه الخطوط على محاذاة النقاط والحواف وأوجه المجسّم بخطوط الشبكة، مما يجعل تطبيق عملية النمذجة أكثر سهولة ودقة.

تفعيل الشبكة

- من علامة تبويب Tasks (المهام)، اضغط على Edit Controls (تحرير عناصر التحكم).
- من علامة تبويب Tasks (المهام) في علامة تبويب Edit Controls (تحرير عناصر التحكم)، اختر Show grid (عرض الشبكة) و/أو اختر Grid snap (جذب الشبكة).
- من علامة تبويب Tasks (المهام)، اضغط على Edit Controls (تحرير عناصر التحكم) لتصغير علامة التبويب.

جذب الشبكة (Grid snap) هو ميزة تسمح بتحديد الأوضاع إلى خطوط الشبكة.

شكل 2.32: تفعيل الشبكة

سطح عمل الرسم التخطيطي Sketcher Workbench

لكي تُنشئ شكلًا ثنائي الأبعاد، ستعمل على سطح عمل الرسم التخطيطي (Sketcher). حيث يوفّر هذا السطح مجموعة أدوات وميزات تسمح لك بإنشاء الرسومات ثنائية الأبعاد، وتحريرها، وتطبيق قيود هندسية على نقاط الرسم التخطيطي، وخطوطه. سنتعرّف فيما يلي على بعض الأدوات الرئيسة في شريط أدوات سطح عمل الرسوم التخطيطي (Sketcher) قبل البدء بإنشاء المربع:

أدوات العرض

تتيح لك هذه الأدوات التحكم في عرض الرسم التخطيطي مثل: التكبير والتصغير، والتحريك والتدوير.

أدوات الرسم التخطيطي

تتيح لك هذه الأدوات بدء رسم تخطيطي أو الخروج منه.

أدوات الرسم التخطيطي الهندسية

تتيح لك هذه الأدوات إنشاء الأشكال الأساسية للرسم مثل: الخطوط، والأقواس، والدوائر والمستطيلات.

أدوات القيود

تتيح لك هذه الأدوات تطبيق قيود على نقاط وخطوط الرسم التخطيطي مثل: قيود المسافة والزوايا والتماثل.

سنستخدم الآن أداة المستطيل (Rectangle) لإنشاء مستطيل في الرسم التخطيطي.

تتيح لك أداة Rectangle (المستطيل) في برنامج فري كاد إنشاء مستطيلات على مستوى ثنائي الأبعاد بمواضع وأبعاد دقيقة. تتوفر خيارات لاحقة عند استخدام هذه الأداة:

- Rectangle (مستطيل): يُنشئ هذا الخيار مستطيلًا قياسيًا. ويمكنك تحديد الضغط على نقطة ثم سحب المؤشر لتحديد الزاوية المقابلة للمستطيل. أو الضغط على زر الفأرة مرتين متتاليتين لتحديد.
- Centered rectangle (مستطيل مركزي): ينشئ هذا الخيار مستطيلًا مع خيار تحديد نقطة المركز. حيث يمكنك ضبط نقطة المركز وكذلك المسافة من مركز المستطيل إلى الزوايا لإنشاء المستطيل.
- Rounded rectangle (مستطيل مستدير الزوايا): ينشئ هذا الخيار مستطيلًا بزوايا مستديرة. حيث يمكنك ضبط نصف قطر الزوايا لإنشاء مستطيل بزوايا مستديرة وفقًا لتطلباتك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل إلى قيود المجسّمات، ووضِّح للطلبة مفهوم القيد، ومواضع استخدام قيود المجسّمات، وآلية تطبيقها على الأشكال.
- اعرض لهم أدوات القيود في الجدول 2.4، وبيِّن أيقونة كل أداة من الأدوات، ووظيفة كل أداة.
- اشرح لهم كيفية إضافة تقييد المسافة، وذلك من شريط أدوات القيود، ثم تقييد المسافة الأفقية.
- وضِّح لهم طريقة التنقل والحركة بصورة تفاعلية مع نموذج ثلاثي الأبعاد في برنامج فري كاد.
- بعد ذلك، اشرح للطلبة كيفية جعْل الأضلاع متساوية، وكذلك كيفية تقييد النقاط، وبيِّن أنه بعد تقييد الشكل لا يمكن تغيير شكله أو حجمه دون تجاوُز قيد واحد أو أكثر.
- اطلب منهم حل التمرينين الرابع والخامس؛ للتحقق من فهمهم لأدوات قيود المجسّمات.

قيود المجسّمات Object Constraints

تُستخدم القيود لتعريف الخصائص الهندسية والعلاقات المختلفة للرسم مثل: التقاطع والخطوط والأشكال. كما تُستخدم القيود لتعريف سلوك مجسّم والتأكد من محافظته على شكله وموضعه أثناء تطبيق تغيرات عليه. فعندما نُمثل شكلًا كالمستطيل مثلًا في برنامج فري كاد، فإن هذا الشكل يتضمّن مجموعة محدّدة سابقًا من القيود. ويتم تطبيق هذه القيود تلقائيًا على المستطيل لضمان احتفاظه بخصائصه الهندسية وإمكانية تعديله وتغييره بشكل مناسب ومتناسق.

درجات الحرية (DoF) Degrees of Freedom

تشير درجات الحرية (DoF) إلى عدد التغيرات المستقلة التي يمتلكها الرسم أو العنصر المحدَّد. كما تحدِّد عدد الاتجاهات التي يمكنه التحرك بها، وإمكانية تعديلها. يتم تحديد عدد درجات الحرية (DoF) من خلال عدد القيود الهندسية المطبّقة على رسم أو عنصر. وعدد الأبعاد التي تحدّده.

ومن خلال الجدول 2.4. يمكنك التعرّف بشكل تفصيلي على بعض أدوات القيود في برنامج فري كاد.

جدول 2.4: أدوات القيود

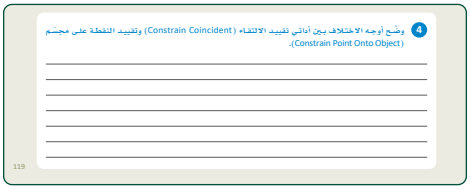
الأيقونة	الأداة
	تقييد الالتقاء: تُستخدم هذه الأداة لجعل نقطتين أو خطين معًا، فهي تضمن تطابق النقاط أو الخطوط المحدّدة (في الموقع نفسه).
	تقييد النقطة على مجسّم: تُستخدم هذه الأداة لتقييد نقطة لتظهر على مجسّم معيّن.
	التقييد الأفقي: تُستخدم هذه الأداة لجعل الخط المحدّد أفقيًا وضمان أن الخط المحدّد موازٍ للمحور X.
	التقييد العمودي: تُستخدم هذه الأداة لجعل الخط رأسيًا وضمان أن الخط المحدّد موازٍ للمحور Y.
	التقييد بالتساوي: تُستخدم هذه الأداة لتقييد خطين أو قوسين أو دائرتين ليكون لهما الطول نفسه، أو نصف القطر أو الزاوية نفسها بينهما.
	تقييد التناظر: تضمن هذه الأداة أن يكون المجسّم متناظرًا (متماثلًا) عند نقطة أو خط معيّن.
	تقييد المسافة الأفقية: تُستخدم هذه الأداة لتعيين مسافة أفقية ثابتة بين نقطتين أو خطين، حيث تضمن بأن النقاط أو الخطوط المحدّدة تحافظ على مسافة أفقية ثابتة.
	تقييد المسافة العمودية: تُستخدم هذه الأداة لتعيين مسافة رأسية ثابتة بين نقطتين أو خطين، فهي تضمن أن النقاط أو الخطوط المحدّدة تحافظ على مسافة عمودية ثابتة.
	تقييد الزاوية: تضمن هذه الأداة احتفاظ خطين بزاوية ثابتة بينهما.

القيد (Constraint):
القيد هو قاعدة أو شرط يتم تطبيقه على مجسّم للتحكم في كيفية تعديله أو نقله.

لم يتم تعريف المستطيل بشكل كامل.

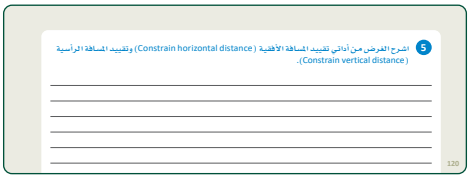
يجب توفير رسم تخطيطي مُعرف بالكامل دون أية درجات حرية لاستخدام أدوات إنشاء الأشكال ثلاثية الأبعاد.

110



4 وضّح أوجه الاختلاف بين أداتي تقييد الالتقاء (Constrain Coincident) وتقييد النقطة على مجسّم (Constrain Point Onto Object).

119



5 اشرح الغرض من أداتي تقييد المسافة الأفقية (Constrain horizontal distance) وتقييد المسافة الرأسية (Constrain vertical distance).

120

- بعدها، وضِّح لهم كيفية إغلاق الرسم التخطيطي بعد تقييد الشكل، ليصبح جاهزًا للاستخدام كقاعدة لعمليات أخرى.
- اشرح لهم محتويات علامة تبويب النموذج في الجدول 2.5، وبيِّن شجرة النموذج وعرض الخصائص.
- وجِّه الطلبة لحل التمرينين الثاني والثالث؛ للتحقق من فهمهم لقيود المجسّمات، وإضافة العمق لها.

عندما تنتهي من رسم المربع وتطبيق القيود، ستظهر التغييرات التي أجريتها في علامة تبويب النموذج (Model). بحيث يمكنك معاينة الهيكل العام للتصميم.

سترى المربع الذي أنشأته كإضافة جديدة في شجرة النموذج بالخصائص والقيود نفسها التي طبقتها في الرسم التخطيطي. وسيكون للمربع اسم فريد أيضًا. يمكنك عرض خصائص المجسّم في عرض الخصائص (Properties View). حيث يمكنك رؤية طول المجسّم وعرضه وموضعه وخصائص أخرى.

إذا كنت تريد استخدام المربع كمرجع لأشكال أو ميزات أخرى، فيمكنك تحديده من شجرة النموذج واستخدامه كأساس لعملك التالي.

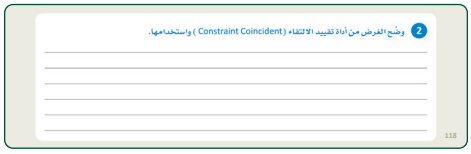
جدول 2.5: علامة تبويب النموذج (Model)

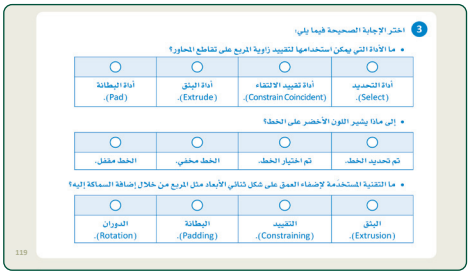
الاسم	الوصف
شجرة النموذج (Model Tree)	هي عرض هرمي لجميع المجسّمات في تصميمك، فهي تعرض بنية النموذج بدءًا من المستوى الأعلى والذي يُمثل المستند أو الملف، ونزولًا إلى الأشكال والعناصر والميزات الفردية لكل شكل.
عرض الخصائص (Properties View)	هي لوحة تعرض خصائص المجسّم المحدّد، حيث يتم عرض الاسم والموضع والحجم والخصائص الأخرى له. ويمكنك استخدام لوحة العرض لتغيير خصائصه.

114

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

> وجِّه الطلبة لحل التمرينين الثاني والثالث؛ للتحقق من فهمهم لقيود المجسّمات، وإضافة العمق لها.





> انتقل إلى إنشاء شكل ثلاثي الأبعاد أمام الطلبة، وابدأ بتوضيح تقنية البطانة التي تضيف العمق لشكل ثنائي الأبعاد فيتم تحويله لشكل ثلاثي الأبعاد.

> اشرح لهم طرائق العرض ثلاثية الأبعاد في الجدول 2.6، ووضِّح الاسم، والأيقونة، والوصف لكل منها.

> وجِّه الطلبة لحل التمرين السادس؛ للتحقق من فهمهم لكيفية إنشاء شكل ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية البطانة.

> بيِّن لهم وجود أداة أخرى تُستخدم لتغيير طريقة العرض وهي مكعب التنقل.

> وضِّح لهم أن مكعب التنقل مفيد عند التعامل مع نموذج معقد يلزم معاينته من مناظير مختلفة؛ لإجراء تعديلات أو للتحقق من الأخطاء.

> اطلب من الطلبة تطبيق ماورد في التمرينين السابع والثامن؛ للتحقق من اكتسابهم لمهارات الدرس.

> وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من فهمهم لمفاهيم الدرس.

الآن وبعد أن أنشأت النموذج ثلاثي الأبعاد، ألقِ نظرة على طرائق العرض المختلفة للنماذج ثلاثية الأبعاد التي يمكنك من خلالها الاطلاع على نموذجك بشكلٍ أفضل.

طرائق العرض ثلاثية الأبعاد 3D Views

تُقدِّم طريقة العرض ثلاثية الأبعاد نموذجًا ثلاثي الأبعاد يتم التفاعل معه من منظور معيَّن، وتتيح طرائق العرض ثلاثية الأبعاد للمُصمِّمين والمهندسين في عمليتي التصميم والنَّمذجة عرض نماذجهم ومعالجتها من زوايا مختلفة.

يُمكن في برنامج فري كاد استخدام العديد من طرائق العرض ثلاثية الأبعاد لتحريك المجسّم ثلاثي الأبعاد ومعالجته.

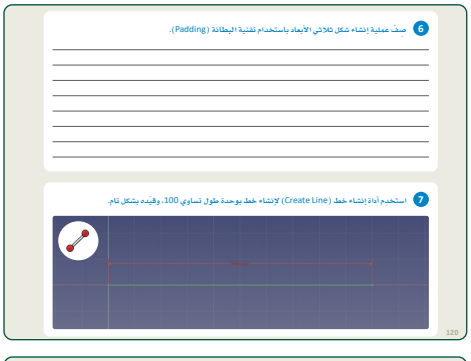
جدول 2.6: طرائق العرض ثلاثية الأبعاد

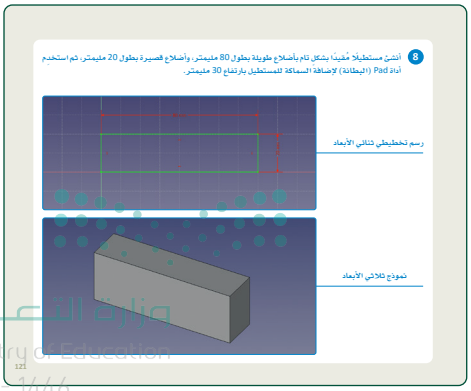
الاسم	الأيقونة	الوصف
المتماثل		طريقة عرض توضِّح النموذج ثلاثي الأبعاد بزاوية 45 درجة، مما يوفِّر تمثيلًا أكثر واقعية لشكل المجسّم وحجمه.
الأمامي		طريقة عرض توضِّح النموذج من الأمام مع إظهار محوري X وY.
العلوي		طريقة عرض توضِّح النموذج من الأعلى مع إظهار محوري X وZ.
الأيمن		طريقة عرض توضِّح النموذج من الجانب الأيمن مع إظهار محوري Y وZ.
الخلفي		طريقة عرض توضِّح النموذج من الخلف مع إظهار محوري X وY.
السفلي		طريقة عرض توضِّح النموذج من الأسفل مع إظهار محوري X وZ.
الأيسر		طريقة عرض توضِّح النموذج من الجانب الأيسر مع إظهار محوري Y وZ.

هناك أداة أخرى يمكنك استخدامها لتغيير طريقة العرض وهي مكعب التنقل (Navigation Cube)، وتتميز برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد بهذه الأداة التي تسمح بتغيير طريقة عرض النموذج بسرعة وسهولة، فمن خلال ضغط الأوجه المختلفة للمكعب وسحبها، يمكنك تدوير النموذج لمشاهدته من زوايا مختلفة.

يُعدّ مكعب التنقل (Navigation Cube) مفيدًا عند التعامل مع نموذج معقد يلزم معاينته من مناظير مختلفة لإجراء التعديلات أو التحقق من وجود أخطاء.

117





وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. أبعاد الرسومات ثنائية الأبعاد تقتصر على الطول والعرض دون العمق.	✓	
2. تُستخدم الرسومات ثنائية الأبعاد لتقديم المعلومات حول التصميم بطريقة دقيقة وواضحة.	✓	
3. يُمكن استخدام النماذج ثلاثية الأبعاد لمحاكاة سلوك المُنتَج النهائي.	✓	
4. المثلث هو شكل ثلاثي الأبعاد ذو ثلاثة أضلاع مستقيمة وثلاث زوايا. المثلث هو شكل ثنائي الأبعاد 2D ذو ثلاث أضلاع مستقيمة وثلاث زوايا.		✓
5. عند إتمام تقييد المربع، لا يُمكن تغيير شكله أو حجمه دون الإخلال بقيد واحد أو أكثر.	✓	
6. شجرة النموذج (Model Tree) هي عرض هرمي لجميع مجسّمات التصميم، حيث يظهر هيكل النموذج من المستوى الأعلى وصولًا إلى الأشكال والعناصر والميزات الفردية.	✓	
7. عرض الخصائص (Properties View) هو لوحة تعرض خصائص المجسّم المحدَّد، بما في ذلك طول المجسّم وعرضه وموضعه وخصائص أخرى.	✓	
8. تتيح طرائق العرض ثلاثية الأبعاد للمُصمِّمين والمهندسين عرض نماذجهم دون إمكانية التعديل عليها. تسمح طرائق العرض ثلاثية الأبعاد للمُصمِّمين والمهندسين بعرض نماذجهم ومعالجتها في مساحة ثلاثية الأبعاد.		✓
9. مكعب التنقل (Navigation Cube) هو ميزة في برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد تتيح تغيير طريقة عرض النموذج بسرعة وسهولة.	✓	
10. طريقة العرض المتماثل (Isometric View) في برنامج فري كاد تعرض النموذج ثلاثي الأبعاد بزاوية 90 درجة. تعرض النموذج ثلاثي الأبعاد بزاوية 45 درجة.		✓

2

وضِّح الغرض من أداة تقييد الالتقاء (Constraint Coincident) واستخدامها.

تُستخدم أداة تقييد الالتقاء في برنامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) لمحاذاة نقطتين أو خطين معًا، فهي تضمن تطابق النقاط أو الخطوط المحدَّدة في الموقع نفسه.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

- ما الأداة التي يُمكن استخدامها لتقييد زاوية المربع على تقاطع المحاور؟

○	✓	○	○
أداة التحديد (Select).	أداة تقييد الالتقاء (Constrain Coincident).	أداة البثق (Extrude).	أداة البطانة (Pad).

- إلى ماذا يشير اللون الأخضر على الخط؟

○	✓	○	○
تم تحديد الخط.	تم اختيار الخط.	الخط مخفي.	الخط مقفل.

- ما التقنية المستخدَمة لإضفاء العمق على شكل ثنائي الأبعاد مثل المربع من خلال إضافة السماكة إليه؟

○	○	✓	○
البثق (Extrusion).	التقييد (Constraining).	البطانة (Padding).	الدوران (Rotation).

4 وضّح أوجه الاختلاف بين أداتي تقييد الالتقاء (Constrain Coincident) وتقييد النقطة على مجسّم (Constrain Point Onto Object).

خلال مرحلة النموذج الأوَّلي لدورة التصميم يعمل المُصمّمون بشكل وثيق مع الشركات المصنعة للتأكد من إمكانية التصميم والإنتاج باستخدام تقنيات وموارد التصنيع المتاحة، وقد يزود المُصمِّم الشركة المصنعة بنموذج ثلاثي الأبعاد أو رسومات للنموذج الأوَّلي يمكن للشركة المصنعة استخدامها لتقييم التصميم وتحديد كيفية إنتاجه.

وزارة التعليم
Ministry of Education
202119446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

5 اشرح الغرض من أداتي تقييد المسافة الأفقية (Constrain horizontal distance) وتقييد المسافة الرأسية (Constrain vertical distance).

تُستخدم أداة تقييد الالتقاء وأداة تقييد النقطة على مجسّم في برنامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) لإنشاء قيود بين أجزاء مختلفة من التصميم، وتُستخدمان لأغراض مختلفة، حيث تُستخدم أداة تقييد الالتقاء لمحاذاة نقطتين أو خطين معًا بحيث يكونان في الموقع نفسه، ويمكن استخدام ذلك لمحاذاة زوايا المربع إلى مركز المحور، فعلى سبيل المثال: تُستخدم هذه الأداة لتقييد موضع نقطة أو حافة إلى نقطة أو حافة أخرى، بينما تُستخدم أداة تقييد النقطة على مجسّم لتقييد نقطة لتظهر على سطح أو مجسّم معيَّن، ويمكن استخدامها لتقييد قمة نموذج ثلاثي الأبعاد لتظهر على مستوى معين.

6 صِفْ عملية إنشاء شكل ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية البطانة (Padding).

تُستخدم أداة تقييد المسافة الأفقية وأداة تقييد المسافة الرأسية لتحديد المسافة بين نقطتين في رسم تخطيطي أو رسم. تتيح أداة تقييد المسافة الأفقية تحديد مسافة أفقية بين نقطتين في رسم تخطيطي، ويمكن أن يفيد ذلك عند الحاجة إلى الحفاظ على نفس المسافة بين نموذجين بغض النظر عن أي تغييرات قد تحدث في الرسم، بينما تتيح أداة تقييد المسافة الرأسية تحديد المسافة الرأسية بين نقطتين في رسم تخطيطي، ويفيد ذلك عند الحاجة إلى الحفاظ على مسافة محدّدة بين نموذجين في المستوى الرأسي.

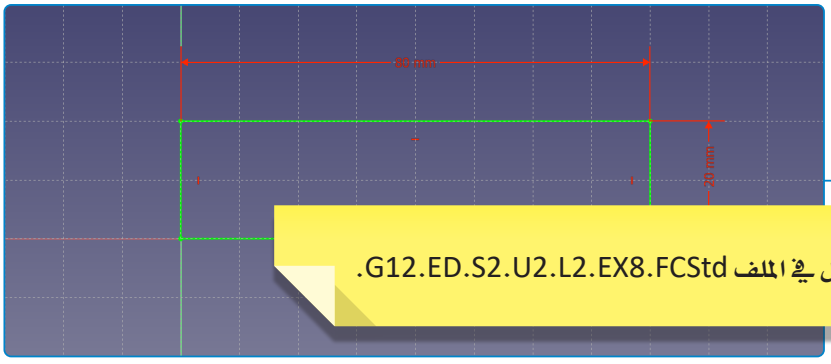
7 استخدِم أداة إنشاء خط (Create Line) لإنشاء خط بوحدة طول تساوي 100، وقيّده بشكل تام.

تتضمَّن عملية إنشاء شكل نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية البطانة الخطوات التالية:

1. افتح برنامج بناء نموذج ثلاثي الأبعاد مثل: فري كاد (FreeCAD)، وأنشئ مستندًا جديدًا.
2. اختر مستوى لإنشاء الشكل عليه.
3. أنشئ رسمًا تخطيطيًّا للشكل باستخدام الخطوط والأقواس والدوائر وأشكال ثنائية الأبعاد.
4. استخدِم أداة البطانة لتحويل الشكل ثنائي الأبعاد إلى شكل ثلاثي الأبعاد.
5. اختر اتجاه ومسافة البثق.

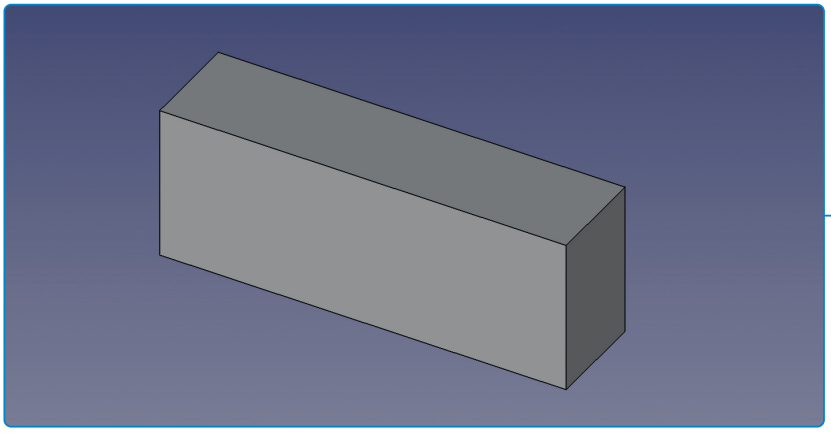
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

8 أنشئ مستطيلًا مُقيدًا بشكل تام بأضلاع طويلة بطول 80 مليمتر، وأضلاع قصيرة بطول 20 مليمتر، ثم استخدِم أداة Pad (البطانة) لإضافة السماكة للمستطيل بارتفاع 30 مليمتر.



رسم تخطيطي ثنائي الأبعاد

تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.ED.S2.U2.L2.EX8.FCStd.



نموذج ثلاثي الأبعاد

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1446

تصميم التروس ثلاثية الأبعاد

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو تصميم التروس ثلاثية الأبعاد، وذلك بتصميم وإنشاء قاعدة أسطوانية ثنائية التروس لإنشاء حركة آلية، وتصدير التصميمات الخاصة بها للطابعة ثلاثية الأبعاد.

أهداف التعلُّم

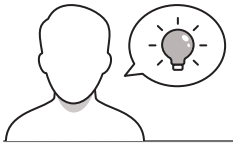
- تحديد أساسيات تصميم التروس وكيفية عملها.
- تمييز كيفية استخدام هياكل متعددة لإنشاء تصميم ثلاثي الأبعاد معقد.
- تصميم تروس مختلفة الأحجام وثقبها والتحكم بها.
- تصميم قاعدة لربط التروس.
- توضيح كيفية حساب المسافة المركزية بين ترسين.

الدرس الثالث	
الوحدة الثانية: التصميم والنمذجة الأوَّلية	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثالث: تصميم التروس ثلاثية الأبعاد	8

نقاط مهمَّة

- قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تحديد الأبعاد عند تصميم التروس، بيِّن لهم أهمية تفعيل **الشبكة** (Grid) و**جذب الشبكة** (Grid snap) للمساعدة في التصميم.
- قد يظن بعض الطلبة ضرورة إضافة القيود لجميع الرسوم التخطيطية، بيِّن لهم أن ذلك يعتمد على الحاجة لإضافة القيود على الرسوم، فقد لا تحتاج بعض الرسوم لأي قيد.
- بعد تصميم الترس الصغير والترس الكبير، قد يصعب على الطلبة ربطهما ببعض، اشرح بالتطبيق العملي كيفية محاذاة ربط محوري الترسَين ببعضهما.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

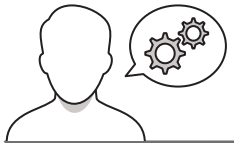
> يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U2.L3.A.FCStd
- G12.ED.S2.U2.L3.EX7.FCStd
- G12.ED.S2.U2_Project.FCStd

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- كيف تسير الدراجة الهوائية؟ وعلى ماذا تعتمد عجلاتها في الحركة؟
- ما طرائق ربط التروس ببعضها؟
- ما الأداة التي تُستخدم في تحويل الشكل ثنائي الأبعاد إلى شكل ثلاثي الأبعاد؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



خطوات تنفيذ الدرس

- في البداية ذكِّر الطلبة باستخدامات برنامج فري كاد في تصميم النماذج الأوَّلية للمُنتَجات.
- وضِّح لهم مفهوم الترس، وبيِّن محدِّدات تصميم الترس وهي: نوع الحركة التي يمكن نقلها، وسرعة الحركة، والعزم الذي يمكن نقله.
- وضِّح لهم وجود أشكال متنوعة للتروس مثل: التروس الأسطوانية القائمة، والتروس الحلزونية، والتروس المخروطية، والتروس الدودية، ثم بيِّن لهم أن الدرس سيركز على أكثر الأنواع شيوعًا وهي التروس الأسطوانية المنحنية.
- اشرح لهم قانونَي القُدرة وعزم الدوران، وناقِشهم حول التأثيرات الناتجة عن زيادة عزم الدوران وانخفاضه.
- بيِّن لهم المعلومات الأساسية حول التروس مثل: كيفية قياسه، وكيفية تجميعه، واعرض لهم الشكل 2.40.
- اطلب منهم حل التمرينين الثاني والثالث؛ للتحقق من فهمهم للتروس وآلية عملها.

الدرس الثالث

تصميم التروس ثلاثية الأبعاد

مقدمة في التروس Introduction to Gears

التُّرس هو عجلة مسنَّنة تتصل بترس آخر فعادل عادةً ما يكون أكبر أو أصغر منها. كُمِّلَ التروس جزءًا مهمًّا من الأنظمة الميكانيكية. وقد تم استخدامها على مدى قرون طويلة لنقل الطاقة والحركة، حيث تعمل التروس معًا لنقل الحركة الدورانية من ترس إلى آخر. ويحدِّد تصميم التروس: نوع الحركة التي يُمكن نقلها، وسرعة الحركة، والعزم الذي يُمكن نقله. تأتي التروس بأشكال وأحجام مختلفة. وتشمل: التروس الأسطوانية القائمة، والتروس الحلزونية، والتروس المخروطية، والتروس الدودية. وفي هذا الدرس سيتم التركيز على النوع الأكثر شيوعًا من التروس وهي التروس الأسطوانية المنحنية.

يُمكن استخدام التُّرس لتغيير السرعة أو الاتجاه أو عزم الدوران، حيث تؤدي زيادة عزم الدوران في آلة مثل الدراجة أو السيارة إلى خفض السرعة، بينما يؤدي انخفاض عزم الدوران إلى زيادة السرعة دون الحاجة إلى زيادة القُدرة في المُحرِّك. وذلك حسب القانون التالي:

القُدرة (واط) = عزم الدوران (نيوتن متر) × السرعة الزاوية (راديان/ ثانية)

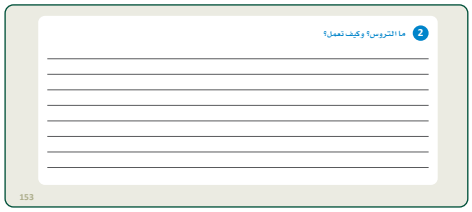
عزم الدوران (نيوتن متر) = القُدرة (واط) / السرعة الزاوية (راديان/ ثانية)

فيما يلي بعض المعلومات الأساسية حول التروس:

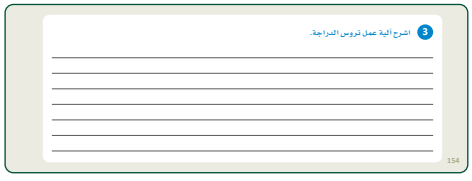
- يمكنك قياس التُّرس عن طريق عدّ أسنانه.
- يتم تجميع التروس معًا حسب نصف قطرها وسماكتها.
- تحتوي التروس على ثقب يقع في مركزها يُمكن وضعها من خلاله على المحاور ونقل الدوران من محور إلى آخر.
- عادةً ما يتم توصيل ترس القيادة (باللون الأزرق في الرسم التخطيطي) بمصدر حركة (على سبيل المثال: مُحرِّك).
- يتحرك التُّرس المُدار (باللون الأبيض في الرسم التخطيطي) بناءً على حركة ترس القيادة، وغالبًا ما يتصل بجزء الآلة الذي ينفذ المُهمَّة الأساسية للآلة (مثل: رأس المثقاب، أو المنشار الدائري، أو عجلة الدراجة).

شكل 2.40 زيادة عزم الدوران مقابل زيادة السرعة

122

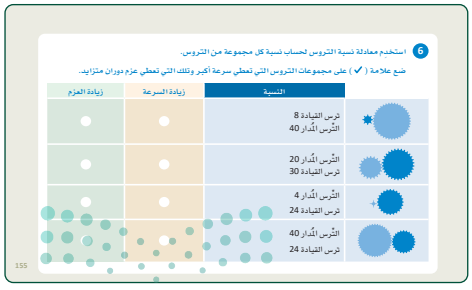

2 ما التروس؟ وكيف تعمل؟

153


3 اشرح آلية عمل تروس الدراجة.

154

- انتقل إلى إنشاء آلة حركية بسيطة، وبيِّن لهم أن الخطوات التالية ستوضِّح كيفية تصميم وإنشاء قاعدة اسطوانية بسيطة ثنائية التروس، وبعدها تصدير التصميمات للطابعة ثلاثية الأبعاد.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين السادس؛ للتحقق من فهمهم للعزم في التروس وسرعتها.


6 استخدم معادلة نسبة التروس لحساب نسبة كل مجموعة من التروس.

ضع علامة (✓) على مجموعات التروس التي تعطي سرعة أكبر وتلك التي تعطي عزم دوران متزايد.

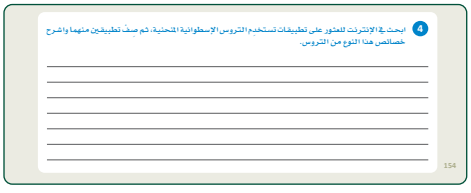
النسبة	زيادة السرعة	زيادة العزم
ترس القيادة 8 / التُّرس المُدار 40		
التُّرس المُدار 20 / ترس القيادة 30		
التُّرس المُدار 4 / ترس القيادة 24		
التُّرس المُدار 40 / ترس القيادة 24		

155

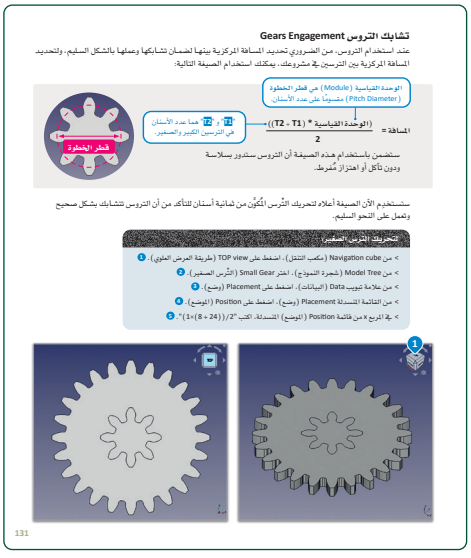
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بعدها افتح للطلبة برنامج فري كاد، وابدأ بتصميم ترس ذي ثمانية أسنان باستخدام ميزة الترس الأسطواني المنحني.
- وضِّح لهم ماهية الترس الأسطواني المنحني، وما تقدمه أسنان هذا الترس من تقليل الإجهاد والتآكل.
- اطلب منهم حل التمرين الرابع؛ للتحقق من فهمهم للتروس الأسطوانية المنحنية.
- ابدأ بالتطبيق أمام الطلبة بإنشاء هيكل الترس المكوَّن من ثمانية أسنان، وذلك من شريط الأدوات ثم إنشاء هيكل.
- بعدها أنشئ الهيكل الصلب باستخدام أداة الترس الأسطواني المنحني بالدخول على تصميم قطعة ثم ترس أسطواني منحني.
- بعد إنشاء الترس ثنائي الأبعاد المُكوَّن من ثمانية أسنان، يمكن استخدام أداة البطانة وتغييره إلى ترس ثلاثي الأبعاد.
- انتقل إلى تصميم ترس ذي أربعة وعشرين سنًّا، ثم أضف الترس الأسطواني المنحني، وبعدها قم بتحويله إلى شكل ثلاثي الأبعاد.

شكل 2.43: إنشاء مستند جديد.

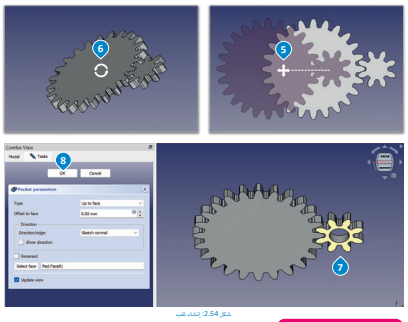


- انتقل إلى تشابُك التروس، وبيِّن للطلبة أنه عند استخدام التروس من الضروري تحديد المسافة المركزية بينها؛ لضمان تشابُكها وعملها بكفاءة.
- بيِّن لهم كيفية تحديد المسافة المركزية بين الترسين في المشروع باستخدام الصيغة المحدَّدة لها.
- اشرح لهم كيفية تحريك الترس الصغير، وبيِّن مفهوم المسافة المركزية، ووجوب تحديد هذه المسافة حتى يتشابك الترسان بشكلٍ صحيح.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من استيعابهم لأهمية تحديد المسافة المركزية بين ترسين.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- طبِّق أمام الطلبة كيفية إنشاء ثقوب داخل التروس، وابدأ بإنشاء ثقب في الترس الصغير ثم إضافة الرسم التخطيطي في السطح العلوي للترس الصغير.
- حدِّد مكان الثقب، وابدأ بإنشاء دائرة ثم إنشاء الثقب.
- بيِّن لهم أيقونات خيارات العرض، ووصفها في الجدول 2.7 للتحكم بخيارات العرض.
- انتقل لإنشاء ثقب في الترس الكبير، وكرِّر الخطوات السابقة عند إنشاء ثقب في الترس الصغير.



شكل 2.54: إنشاء ثقب

جدول 2.7: خيارات العرض

الأيقونة	الوصف
+	يمكنك الضغط باستمرار على زر الفأرة الأوسط (عجلة التمرير) وتحريك الفأرة لتحريك العرض.
	يمكنك الضغط باستمرار على مفتاح Shift والضغط على زر الفأرة الأيمن وسحبه لتدوير طريقة العرض.

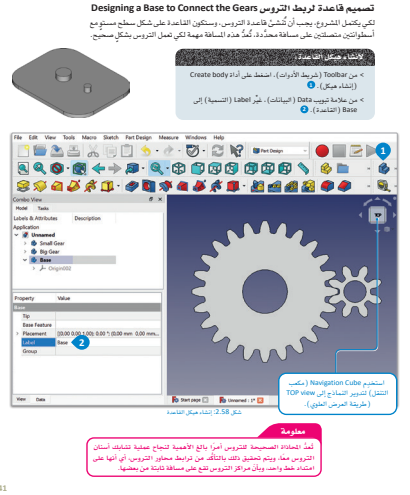
من خلال ضبط نوع التجويف (Pocket) إلى (Up to face)، فإنك تحدد أن التجويف (Pocket) سيمتد حتى الوجه المحدد، ويقف هنا مثلما لإنشاء الثقوب في التروس، حيث يتيح لك توصيلها بأجزاء أخرى في المستقبل.

معلومة

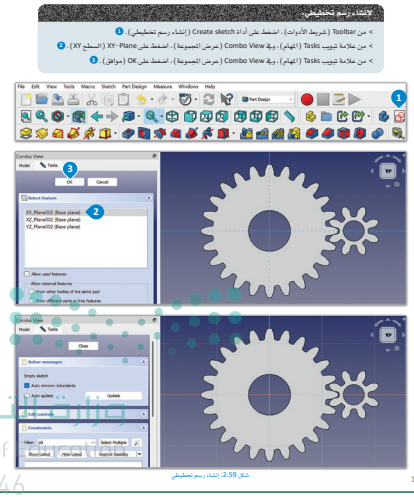
يمكنك تمرير عجلة الفأرة لأعلى ولأسفل للتكبير والتصغير، أو استخدام زري التكبير والتصغير من شريط الأدوات.

137

- بعد الانتهاء من الخطوات السابقة، طبِّق أمام الطلبة كيفية تصميم قاعدة لربط التروس، وذلك لاستكمال المشروع، وبيِّن لهم أن القاعدة ستكون على سطح مستوٍ مع أسطوانتين متصلتين.
- وضِّح لهم كيفية إنشاء هيكل القاعدة من خلال الدخول على أداة إنشاء هيكل.
- بيِّن لهم أهمية محاذاة التروس بطريقة صحيحة لنجاح عملية تشابك أسنان التروس معًا.
- ابدأ بعدها بإنشاء رسم تخطيطي في سطح العمل للرسم الهندسي XY، ثم ابدأ برسم المستطيل ليمثِّل محيط القاعدة.
- استخدم أداة البطانة لتحويل المستطيل إلى شكل ثلاثي الأبعاد.
- استخدم أداة "إنشاء رسم تخطيطي" لإنشاء رسم تخطيطي على السطح العلوي للقاعدة.



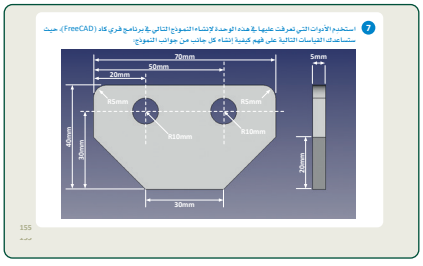
شكل 2.58: إنشاء هيكل القاعدة



شكل 2.59: إنشاء رسم تخطيطي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اشرح لهم كيفية إنشاء دائرة كبيرة باستخدام أداة إنشاء دائرة، ثم إنشاء مركز الدائرة الصغيرة، وبعدها إنشاء الدائرة الصغيرة.
- استخدم أداة البطانة لتحويل الدوائر ثنائية الأبعاد إلى أسطوانات ثلاثية الأبعاد.
- بعد الانتهاء من بناء النموذج، ابدأ بتحريك الترسين إلى الأعلى بمقدار 2 مليمتر على المحور z.
- استخدم أداة شريحة لتحسين مظهر القاعدة، وجعْل القاعدة منحنية.
- بعد الانتهاء، وضِّح للطلبة كيفية حفظ الملف على جهاز الحاسب.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم لمفاهيم الدرس.
- اطلب منهم تطبيق التمرين السابع؛ للتحقق من قدرتهم على استخدام أدوات برنامج فري كاد.



- في نهاية الحصة، ألقِ الضوء على ما تعلَّمه الطلبة في هذه الوحدة، واختبر مدى فهمهم لمصطلحاتها.
- وفي الختام يُمكنك تذكير الطلبة بمصطلحات الوحدة المهمة التي وردت في فهرس المصطلحات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تعمل التروس معًا لنقل الطاقة والحركة.	✓	
2. يُمكن استخدام التِّرس لتغيير السرعة وعزم الدوران. والاتجاه.		✓
3. يمكنك قياس التِّرس عن طريق عَدِّ أسنانه.	✓	
4. عادةً ما يتم توصيل ترس القيادة بمصدر الحركة (مثل: المُحرِّك).	✓	
5. يتحرك ترس القيادة بناءً على حركة التِّرس المُدار، ويتم توصيله بوجهة الحركة (محور حركة أو أداة قطع). يتحرك التِّرس المُدار بناءً على حركة ترس القيادة.		✓
6. تزداد السرعة عندما يكون ترس القيادة أكبر من التِّرس المُدار.	✓	
7. يتم التعبير عن العلاقة بين التروس من خلال النسبة بين عدد أسنانها.	✓	
8. التِّرس الأسطواني المنحني هو نوع من التروس التي لها أسنان ذات شكل منحنٍ.	✓	
9. تناسب التروس الأسطوانية المنحنية التطبيقات التي تتطلب عزم دوران عالٍ.	✓	
10. الوحدة القياسية (Module) هي قطر الخطوة مقسومًا على عدد الأسنان.	✓	

2 ما التروس؟ وكيف تعمل؟

التروس هي مكونات ميكانيكية ذات أسنان تتشابك مع بعضها البعض لنقل الطاقة والحركة بين الأعمدة الدوارة، وتعمل عن طريق نقل عزم الدوران وسرعة الدوران من ترسٍ إلى آخر، فعندما يتشابك ترسان معًا، يؤدي دوران أحد الترسين إلى دوران الترس الآخر في الاتجاه المعاكس.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 اشرح آلية عمل تروس الدراجة.

تُستخدم التروس لمساعدة الراكب في الحفاظ على سرعة مناسبة في ظروف مختلفة مثل: الصعود، أو الانحدار، أو الرياح المعاكسة، حيث تَنقل سلسلة الدراجة الطاقة من ترس القيادة إلى الترس المُدار، وعندما يدوس الراكب يدور الترس الأمامي، مما يؤدي إلى تدوير السلسلة والتروس الخلفية. يحدِّد حجم التروس الأمامية والخلفية نسبة الدوران بين الدواسات والعجلة الخلفية.

4 ابحث في الإنترنت للعثور على تطبيقات تستخدِم التروس الإسطوانية المنحنية، ثم صِفْ تطبيقين منهما واشرح خصائص هذا النوع من التروس.

تُستخدم التروس الأسطوانية المنحنية في مجموعة واسعة من التطبيقات نظرًا لخصائصها الفائقة مثل: الكفاءة العالية، والضوضاء المنخفضة، والتشغيل السلس. فيما يلي مثالان على التطبيقات التي تستخدِم التروس الأسطوانية المنحنية:

- ناقل حركة السيارات: تُستخدم التروس الأسطوانية المنحنية على نطاق واسع في ناقل حركة السيارات نظرًا لكفاءتها العالية وموثوقيتها، حيث تم تصميم أسنان التروس ليكون لها مظهر جانبي منحني، مما يسمح بنقلٍ سلس وفعّال للطاقة من المحرِّك إلى العجلات، بالإضافة إلى ذلك يساعد استخدام التروس المنحنية على تقليل الضوضاء والتآكل، مما يؤدي إلى عمر أطول لناقل الحركة.
- الآلات الصناعية: تُستخدم التروس الأسطوانية المنحنية بشكلٍ شائع في الآلات الصناعية مثل: المعدات الثقيلة، والمضخات، والضواغط، حيث تم تصميم هذه التروس لنقل عزم الدوران العالي والقوة، مما يجعلها مثالية للتطبيقات التي تتطلب رفعًا ثقيلًا أو معالجة، ويسمح المظهر الجانبي المنحني لأسنان التروس بنقلٍ سلس للطاقة، مما يقلل من الاهتزاز والتآكل على الآلة، بالإضافة إلى ذلك يمكن تشكيل التروس الأسطوانية المنحنية وتصنيعها بسهولة، مما يجعلها حلًّا فعالًا من حيث التكلفة للعديد من التطبيقات الصناعية.

5 ما أهمية تحديد المسافة المركزية بين ترسين؟

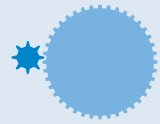
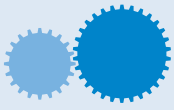
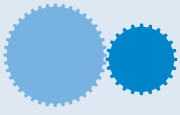
يُعدُّ تحديد المسافة المركزية بين ترسين أمرًا مهمًّا؛ لأنه يضمن تشابك التروس بشكلٍ صحيح ونقل الطاقة بكفاءة. إذا كانت المسافة المركزية صغيرة جدًّا، فسوف تتشابك التروس بإحكام شديد وتنشئ تآكلًا مفرطًا وضوضاءً وحرارةً، أما إذا كانت المسافة المركزية كبيرة جدًّا، فلن تتشابك التروس بشكلٍ صحيح وقد تنزلق أو تفشل في نقل الطاقة تمامًا. بالإضافة إلى ذلك تؤثر المسافة المركزية على نسبة التروس التي تحدِّد سرعة وعزم دوران الترس المُدار بالنسبة لترس القيادة، ولذلك يُعدُّ الحساب الدقيق للمسافة المركزية بين الترسين أمرًا مهمًّا لتصميم أنظمة تروس فعّالة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021544446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 استخدِم معادلة نسبة التروس لحساب نسبة كل مجموعة من التروس.

ضع علامة (✓) على مجموعات التروس التي تعطي سرعة أكبر وتلك التي تعطي عزم دوران متزايد.

	النسبة	زيادة السرعة	زيادة العزم
	ترس القيادة 8 التِّرس المُدار 40	○	✓
	التِّرس المُدار 20 ترس القيادة 30	✓	○
	التِّرس المُدار 4 ترس القيادة 24	✓	○
	التِّرس المُدار 40 ترس القيادة 24	○	✓

تلميح: أذكر للطلبة أن ترس القيادة لونه غامق لتمييزه.

تلميح:

النسبة 1/5 = 8/40 زيادة العزم.

النسبة 1.5 = 30/20 زيادة السرعة.

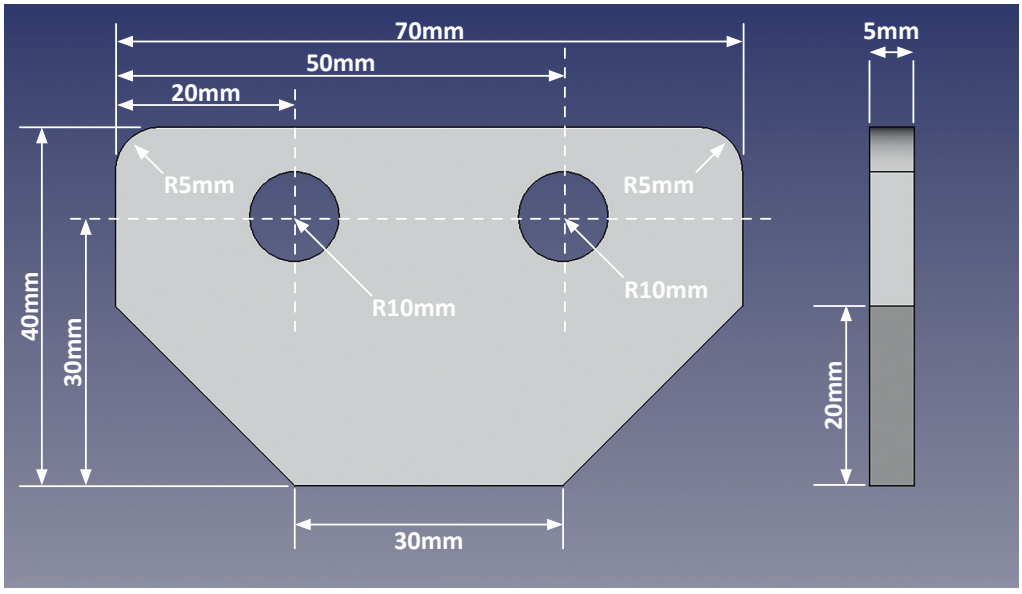
النسبة 6 = 24/4 زيادة السرعة.

النسبة 0.6 = 24/40 زيادة العزم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

7 استخدِم الأدوات التي تعرفت عليها في هذه الوحدة لإنشاء النموذج التالي في برنامج فري كاد (FreeCAD)، حيث ستساعدك القياسات التالية على فهم كيفية إنشاء كل جانب من جوانب النموذج:



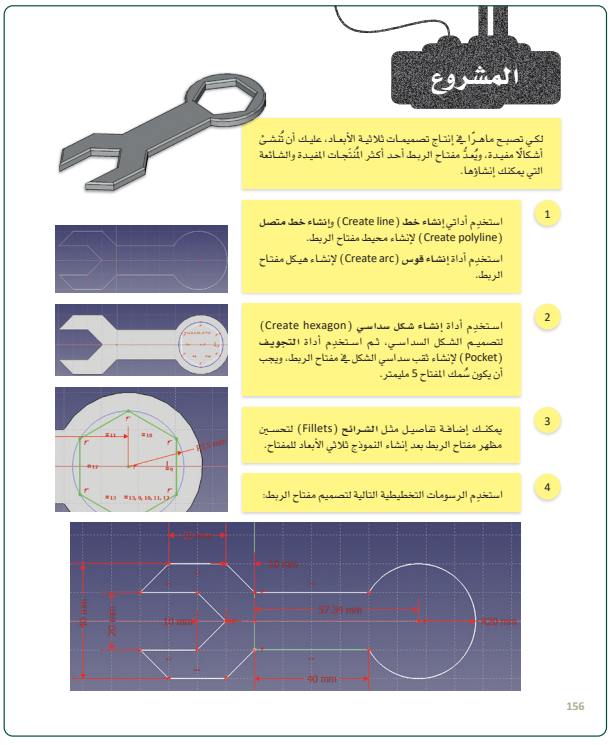
تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.ED.S2.U2.L3.EX7.FCStd.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021554446

المشروع

أهداف المشروع:

- تصميم مفتاح الربط باستخدام أدوات برنامج فري كاد.
- إضافة تفاصيل على مفتاح الربط لتحسين مظهره.



- قسِّم الطلبة لمجموعات متكافئة، واطلب منهم تخطيط المشروع قبل البدء فيه.
- وجِّههم للرجوع للمفاهيم النظرية والخطوات العملية في الوحدة عند الحاجة.
- ضع معايير مناسبة لتقييم أعمال الطلبة في المشروع، وتأكّد من فهمهم لمتطلبات المشروع.
- يمكنك الاسترشاد بمعايير تقييم المشاريع الواردة في الدليل العام.
- قيِّمهم وَفْقَ معايير التقييم، وقدِّم لهم التغذية الراجعة للوصول لأفضل نتيجة.
- أخيرًا، حدِّد موعد تسليم المشروع ومناقشة أعمال المجموعات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

سُلّم التقدير

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
المهارة: تصميم مفتاح الربط باستخدام أدوات برنامج فري كاد	استخدَمَ أداةً واحدة في برنامج فري كاد.	استخدَمَ أداتين في برنامج فري كاد.	استخدَمَ ثلاث أدوات في برنامج فري كاد.	استخدَمَ أكثر من ثلاث أدوات في برنامج فري كاد.
المهارة: إضافة تفاصيل على مفتاح الربط لتحسين مظهره	لم يُضف أي تفاصيل على مفتاح الربط.	أضافَ أحد التفاصيل لتحسين مظهر مفتاح الربط.	أضافَ نوعين من التفاصيل لتحسين مظهر مفتاح الربط.	أضافَ أكثر من نوعين من التفاصيل لتحسين مظهر مفتاح الربط.

تلميح: محكات المهارات تُعدُّ أساسية لاستيفاء أهداف المشروع بينما يمكن للمعلّم استخدام محكات (التفكير الناقد/ الإبداع/ العمل مع الآخرين/ العرض) حسب ما يراه مناسب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
التفكير الناقد	لا يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة، وينظر لها بشكلٍ سطحي، ويقبل المعلومات من غير تقييم لمصداقيتها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة. يحاول دمج المعلومات التي تم جمعها. يدرك أهمية مصداقية المعلومات لكن لا يتخذ إجراءات للتأكد من ذلك.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد ما يجب معرفته، وطرح الأسئلة حسب الحاجة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها ويقيم مصداقيتها، ويميز بين الحقيقة والرأي. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها. ويبرر سبب القبول أو الرفض وفق معايير محددة وواضحة.
الإبداع	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي لا ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي قد ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة أو يتضمن توظيف أكثر من طريقة معروفة مسبقًا.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة. يتضمن المنتج بعض الجوانب المبتكرة، ويتصف بالفائدة العملية.	يولد عددًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة، ويستخدمها لتطوير حل للمشكلة أو تحقيق أهداف المهمة. يتصف المنتج بالأصالة والابتكار والفائدة العملية.
العمل مع الآخرين	غير مستعد للعمل والتعاون مع الآخرين، لا يشارك في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم ببعض المهام في المشروع ويتعاون مع الفريق، ولكن قد لا يساهم بنشاط في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم بأداء مهامه في المشروع، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات، ويعطي ملاحظات لمساعدة الفريق.	يقوم بأداء مهامه في المشروع ويكملها في الوقت المحدد، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات بناءً على الأدلة، ويعطي ملاحظات بناءة لمساعدة الفريق وتحسين العمل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
العرض	لا يفي بمتطلبات ما يجب تضمينه في العرض، لا يقدم معلومات واضحة، يستخدم أسلوبًا غير مناسب لأهداف المهمة والجمهور.	يلبي بعض المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة)، يقدم بعض المعلومات الواضحة، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا نوعًا ما لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بمعظم المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة)، يقدم المعلومات بوضوح، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بجميع المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة ومثيرة للاهتمام، ينظم الوقت بشكلٍ جيد)، يقدم جميع المعلومات بوضوح ودقة وفق تسلسل منطقي، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الوحدة الثالثة

تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد

وصف الوحدة

عزيزي المعلّم

الغرض العام من الوحدة هو أن يتعرّف الطلبة على تقنية **الطباعة ثلاثية الأبعاد** (3D Printing) وتطبيقاتها، وعلى أنواع الطابعات، والمواد المُستخدَمة فيها، ويميِّزوا بين المراحل المختلفة لاختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد المطبوعة، وتنقيحها، كما يميِّزوا بين الأدوات المُستخدَمة في هذه العملية، ويصمِّموا نماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج **فري كاد** (FreeCAD)، ويستخدِموا برنامج **كيورا** (Cura) لطباعته، ويتعرّفوا على القيود الخاصة باختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد المطبوعة وكيفية تنقيحها، ويدركوا أهمية مراقبة الجودة في هذه العملية.

أهداف التعلُّم

- وصف استخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- تصنيف أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد.
- تحديد أنواع مواد الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- تحليل تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- طباعة مجسّم معقَّد ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج كيورا (Cura).
- وضع قائمة بالمراحل المختلفة لاختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد المطبوعة وتنقيحها.
- تحديد الأدوات المُستخدَمة لاختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد المطبوعة وتنقيحها.
- تحديد قيود اختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد المطبوعة وتنقيحها.

الدروس	
الوحدة الثالثة: تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد	3
الدرس الثاني: تصميم وإنشاء مُنتَج ثلاثي الأبعاد	5

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الدروس	
الوحدة الثالثة: تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثالث: الاختبار والتنقيح	3
المشروع	5
إجمالي عدد حصص الوحدة الثالثة	16

المصادر والملفات والأدوات والأجهزة المطلوبة

المصادر

كتاب التصميم الهندسي

التعليم الثانوي – نظام المسارات

السنة الثالثة

الملفات الرقمية

يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U3.L2.A.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX4.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX5.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX6.FCStd
- G12.ED.S2.U3_Project.FCStd

الأدوات والأجهزة

- فري كاد (FreeCAD)
- كيورا (Cura)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على أساسيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وأنواع طابعاتها، ومزايا تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وعيوبها، واستكشاف المواد المُستخدَمة للطباعة، والتعرف على تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتطبيق عملية طباعة نموذج ثلاثي الأبعاد.

أهداف التعلُّم

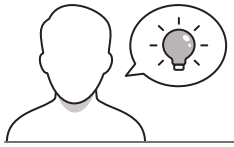
- معرفة تاريخ الطباعة ثلاثية الأبعاد، وأنواع طابعاتها.
- تحديد مزايا تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وعيوبها.
- استكشاف المواد المختلفة للطباعة ثلاثية الأبعاد.
- تحديد فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- استكشاف تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- تطبيق الطباعة لنموذج ثلاثي الأبعاد.

الدرس الأول	
الوحدة الثالثة: تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	عدد الحصص الدراسية
الدرس الأول: مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد	3

نقاط مهمَّة

- قد يخلط بعض الطلبة بين الطباعة الحجرية المجسَّمة والطباعة بمعالجة الضوء الرقمي، وضِّح لهم الفرق بينهما باختلاف مصدر الإضاءة الذي يجعل الطباعة بمعالجة الضوء الرقمي أسرع من الطباعة الحجرية المجسَّمة.
- قد يخلط بعض الطلبة بين تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، والمواد المُستخدَمة في الطباعة، بيِّن لهم أن تعدُّد الأنواع لتعدّد الاستخدامات، وعند الحاجة لطباعة مُنتَج ثلاثي الأبعاد، فمن الضرورة التحقق من الطابعة والمواد المناسبة لهذا المُنتَج.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

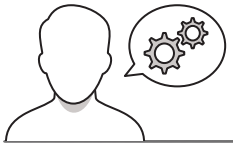


التمهيد

عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما المُنتَج الذي تود طباعته باستخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد؟
- ما المُنتَجات التي شاهدتها وتمت طباعتها بواسطة طابعة ثلاثية الأبعاد؟ وما المواد المُستخدَمة للطباعة؟



خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية ذكِّر الطلبة بالنموذج ثلاثي الأبعاد، والفرق بينه وبين النموذج ثنائي الأبعاد.

> وضِّح لهم إمكانية طباعة النموذج ثلاثي الأبعاد، بعد تصميمه بأحد برامج التصميم ثلاثي الأبعاد.

> بيِّن لهم استخدام المهندسين والمُصمِّمين للطابعات ثلاثية الأبعاد لاختبار النماذج الأوَّلية، وكذلك الشركات لتصنيع بعض الأجزاء المعقدة لمُنتَجاتها.

> وضِّح لهم تاريخ الطباعة ثلاثية الأبعاد، والتي بدأت بمسمى **التصميم السريع للنماذج الأوَّلية** (Rapid Prototyping - RP).

> اطلب منهم حل التمرين الثاني؛ للتحقق من فهمهم لماهية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

الدرس الأول

مقدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد

أساسيات الطباعة ثلاثية الأبعاد Basics of 3D Printing

تُنتج الطابعات ثلاثية الأبعاد مجسَّمًا واقعيًا من ملف النموذج الرقمي ثلاثي الأبعاد، عن طريق تطبيق عدة طبقات رفيعة من المواد المحدَّدة بالتتابع. وتكمن الخطوة الأولى في الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للمجسَّم المطلوب طباعته. ويمكنك تصميم هذا النموذج باستخدام برنامج خاص بالنمذجة ثلاثية الأبعاد، أو بمسح المجسَّم باستخدام ماسح ضوئي ثلاثي الأبعاد. وتختلف المُخرجات وفقًا لنوع الطابعة والمواد المستخدمة. وتُعدُّ دائن البلاستيك، والمعادن، والسيراميك، والرمل من أكثر مواد الإنتاج والنمذجة شيوعًا في الطباعة ثلاثية الأبعاد. وتجري حاليًا أبحاث متقدمة على استخدام المواد الحيوية لصناعة الأغذية باستخدام هذا النوع من الطباعة، كما تتوفر عدَّة طابعات من هذا النوع بسعر مناسب للمستخدمين.

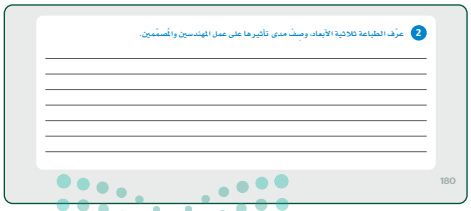
يستخدم المهندسون والمُصمِّمون الطابعات ثلاثية الأبعاد لاختبار النماذج الأوَّلية. كما تستخدم شركات التصنيع هذه الطابعات لتصنيع بعض الأجزاء المعقدة لمُنتَجاتها. إضافةً إلى ذلك، يمكن للأفراد والشركات استخدام هذه الطابعات للتصنيع الذاتي (Do It Yourself - DIY)، حيث يشير هذا المصطلح إلى إنشاء أو بناء شيء ما باستخدام الأدوات والمواد والتقنيات المتاحة بشكل شائع من قِبل الأفراد، دون الحاجة إلى التدريب المهني أو المعدات المتخصصة. مما ينتج للأشخاص لتصنيع أشياء وتُنتَجات لم يكن بإمكانهم إنشاؤها من قبل. تُعدُّ الطباعة ثلاثية الأبعاد عملية تصنيع دون استخدام اليدين، حيث كان على المهندسين استخدام آلات الحفر والطحن، والمخارط، إضافةً إلى تقنيات الحذاة والقياس، وكذلك معالجة قطع العمل يدويًا، الأمر الذي كان تُرجمةً للأخطاء البشرية وواجه تحديات كبيرة في سبيل تحقيق دقة عالية، بينما تسمح الطباعة ثلاثية الأبعاد بإنتاج مجسَّمات معقدة ومركَّبة، مع تقليل احتمالية حدوث خطأ بشري مثل: معايرة سطح الطباعة فيها، وضبط الإعدادات المناسبة لبرنامج المقطع (Slicer) وتحديد إعدادات التصنيع المناسبة.

تاريخ الطباعة ثلاثية الأبعاد History of 3D Printing

في الثمانينيات كانت الطباعة ثلاثية الأبعاد تُسمَّى بالتصميم السريع للنماذج الأوَّلية (Rapid Prototyping – RP). ويصف هذا المصطلح عملية إنشاء تمثيل سريع لجزء أو نظام قبل إصداره النهائي أو صناعته على نطاق تجاري. وكانت تلك التقنية تهدف بشكل أساسي إلى إيجاد طريقة سريعة وفعَّالة من حيث التكلفة لإنشاء نماذج صناعية أوَّلية. كان الدكتور هيديو كودما (Hideo Kodama) أول من تقدم بطلب براءة اختراع للتصميم السريع للنماذج الأوَّلية (RP)، وذلك في مايو 1980 في اليابان. وكانت الطباعة الحجرية المجسَّمة (Stereolithography – SLA) أول عملية طباعة تجارية ثلاثية الأبعاد تم تطويرها في الثمانينيات.

شكل 3.1: الفطة مطرزة لأداة طباعة ثلاثية الأبعاد لتطبيع نموذج مجسَّم بلاستيكي

159


2 عرِّف الطباعة ثلاثية الأبعاد، وصِف مدى تأثيرها على عمل المهندسين والمُصمِّمين.

180

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بعدها استعرض للطلبة أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد، وبيِّن لهم أنها تعتمد على **التصنيع بالإضافة** (Additive Manufacturing)، ثم وضِّح لهم تصنيفات عمليات التصنيع بالإضافة.
- اشرح لهم تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد المختلفة وهي: الطباعة الحجرية المجسَّمة، ومعالجة الضوء الرقمي، والتلبيد والانصهار بالليزر، ونمذجة الترسيب المنصهر، والطباعة ثلاثية الأبعاد بالحبر النفَّاث، والترسيب الانتقائي التدريجي بالطبقات، وكذلك اللحام بالشعاع الإلكتروني.
- اعرض لهم أشكال كل نوع من هذه التقنيات، وطريقة عملها.
- اطلب منهم حل التمرينين الثالث والخامس؛ للتحقق من تمييزهم لتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد.

أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد Types of 3D Printers

تُعدُّ الطباعة ثلاثية الأبعاد أحد أنواع **التصنيع بالإضافة** (Additive Manufacturing)، حيث تتم خلالها إضافة المواد طبقة تلو الأخرى لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد. وتُصنَّف عمليات التصنيع بالإضافة إلى عدة أنواع، وتتضمَّن عملية **صهر طبقة المسحوق** (Powder Bed Fusion)، وعملية **بثق المواد** (Material Extrusion)، وعملية **البلمرة** (Polymerization)، وتجميع **الرقائق** (Sheet Lamination)، و**الربط الطبقي** (Binder Jetting)، و**الترسيب بالطاقة الموجهة** (Directed Energy Deposition). حيث تتضمَّن هذه العمليات ترسيب ودمج طبقات من المواد باستخدام تقنيات مختلفة مثل: الليزر عالي الطاقة، أو الأشعة الإلكترونية عالية الطاقة، أو التسخين، أو استخدام الصمغ السائل، أو قطع رقائق المواد وربطها، أو ترسيب مادة رابطة، أو صهر وترسيب المواد باستخدام مصدر طاقة مرتفعة.

الطباعة الحجرية المجسَّمة Stereolithography

الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA) هي طريقة تعتمد على الليزر واستخدام أصماغ البوليمرات الضوئية لصنع أجزاء دقيقة، حيث توضع البوليمرات الضوئية في حاوية مع منصة مدعمة قابلة للحركة. وينبعث ليزر سانحي في محوري X-Y على سطح الصمغ في النموذج ثلاثي الأبعاد، مما يؤدي إلى تصلُّب الصمغ بشكل دقيق حيث يقع شعاع الليزر، وبمجرد اكتمال الطبقة، تتحرك المنصة والحاوية في المحور Z، وينتشر الليزر الطبقة التالية، وتستمر هذه العملية حتى يكتمل النموذج ويُمكن جنيها إزالة المنصة. بعد الطباعة باستخدام هذا النوع من الطابعات، لابد من تنظيف المجسَّمات التي تم إنشاؤها ومعالجتها، وتُستخدم في عملية المعالجة إضاءة شديدة من خلال آلية تشبه الفرن لتقوية الصمغ. وتُعدُّ الطباعة الحجرية المجسَّمة واحدة من أكثر تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد دقة وسلاسة. وتظهر بعض التحديات أمام هذه الطريقة في إجراءات المعالجة المطلوبة بعد الطباعة، ومشاشة النموذج مع مرور الوقت. ويوضِّح الشكل 3.2 مجسَّمًا مطبوعًا بطريقة الطباعة الحجرية المجسَّمة.

شكل 3.2: مجسَّم مطبوع بالبوليمرات الضوئية بواسطة طابعة ثلاثية الأبعاد

معالجة الضوء الرقمي Digital Light Processing

معالجة الضوء الرقمي (DLP – Digital Light Processing) هي تقنية طباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم البوليمرات الضوئية، كما هو الحال في **الطباعة الحجرية المجسَّمة** (SLA)، مع اختلاف مصدر الإضاءة المُستخدم في كل منهما. حيث يتم في هذه التقنية استخدام مصدر إضاءة عام مع لوحة شاشة العرض البلوري السائل (LCD – Liquid Crystal Display) أو جهاز مرآة قابل للتعديل (DMD – Deformable Mirror Device) يتم تطبيقه في مسار واحد على الحاوية التي تحتوي على صمغ البوليمر الضوئي، مما يجعلها أسرع من **الطباعة الحجرية المجسَّمة** (SLA). تُشبِّهُ **معالجة الضوء الرقمي** (DLP) نماذج عالية الدقة، ولكنها تتطلب هيكل الدعم ومتطلبات ما بعد المعالجة نفسها التي تتطلَّبها **الطباعة الحجرية المجسَّمة** (SLA)، وتتميز تقنية **معالجة الضوء الرقمي** (DLP) بحاجتها إلى حاوية صغيرة من الصمغ فقط، مما يقلل من المخلفات ومن نفقات التشغيل. ويوضِّح الشكل 3.3 عملية الطباعة **بمعالجة الضوء الرقمي** (DLP).

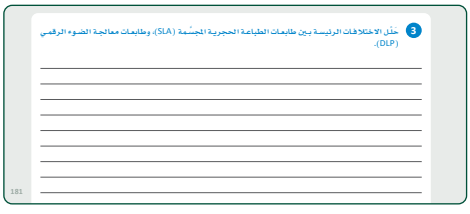
شكل 3.3: طباعة ثلاثية الأبعاد بمعالجة الضوء الرقمي

التلبيد والانصهار بالليزر Laser Sintering and Laser Melting

يُستخدم الليزر في عملية التلبيد والإنصهار المعروفة أيضًا باسم تقنية ذوبان الليزر الانتقائي (Selective Laser Melting – *SLM*)، لدمج مادة المسحوق المُستخدم في طباعة الجسم الصلب طبقةً تلو الأخرى. وتعمل حاوية المسحوق كهيكل داعم مما يسمح بتنفيذ التصميمات المعقدة. تشكِّل المسامية وأوقات التبريد الطويلة أهم التحديات لهذه التقنية، ولكن تم إحراز تقدم في طباعة مجسَّمات بكثافة عالية. كما يُمكن أن يعالج التلبيد بالليزر كلًا من البلاستيك والمعدن، حيث يتطلب المعدن ليزرًا بطاقة أكبر ودرجات حرارة أعلى، وتُنتج هذه الطريقة أجزاء مطبوعة أقوى من تلك التي تُنتجها **الطباعة الحجرية المجسَّمة** (SLA) و**الطباعة بمعالجة الضوء الرقمي** (DLP)، ولكن بدقة ولمعان أقل. ويوضِّح الشكل 3.4 قطعة من محرك مطبوع بتقنية التلبيد بالليزر.

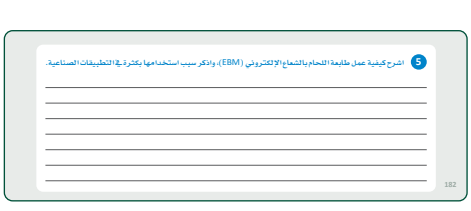
شكل 3.4: مجسَّم مطبوع بواسطة آلة تلبيد بالليزر

160



3 حلِّل الاختلافات الرئيسة بين طابعات **الطباعة الحجرية المجسَّمة** (SLA)، وطابعات معالجة الضوء الرقمي (DLP).

181



5 اشرح كيفية عمل طابعة التلحام بالشعاع الإلكتروني (EBM)، واذكر سبب استخدامها بكثرة في التطبيقات الصناعية.

182

- استعرض للطلبة مزايا تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وعيوبها، ثم اعرض لهم الجدول 3.1، وناقِشهم حول المعلومات الواردة فيه.
- بعد ذلك وضِّح لهم مواد الطباعة ثلاثية الأبعاد: البلاستيك، والمعادن، والورق، والسيراميك، والمواد الحيوية والغذاء.
- بعدها اشرح لهم فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد، ووجِّههم لاستكشاف المزايا في الجدول 3.2، وناقشهم حول ماورد فيه.

اللحام بالشعاع الإلكتروني Electron Beam Melting

تعتمد تقنية **اللحام بالشعاع الإلكتروني** (Electron Beam Melting – EBM) على استخدام شعاع إلكتروني وليس ليزري كمصدر حراري، ولذلك يجب استخدام هذه التقنية في بيئة خالية من الهواء (فراغ)، ويستخدم في تلك التقنية يُمكن إنشاء أجزاء كثيفة كاملة من سبائك معدنية مختلفة، مما يسمح بصناعة المُنتَج بدقة وتخصيصه. كما يُستخدم **اللحام بالشعاع الإلكتروني** (EBM) بكثافة في صناعات السيارات والطيران لتصنيع الأجزاء المعقدة. ويوضِّح الشكل 3.9 مكوِّنًا كرويًا معقدًا مطبوعًا باستخدام تقنية اللحام بالشعاع الإلكتروني.

شكل 3.9: مكوِّن سبيكة التحام بالشعاع الإلكتروني

يوضِّح جدول 3.1 المزايا والعيوب الرئيسة لكل من تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد.

جدول 3.1: مزايا وعيوب تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد

المزايا	العيوب
الطباعة الحجرية المجسَّمة	
تتميَّز بالدقة والوضوح العالي، وبالأسطح الناعمة. وإمكانية إنتاج أشكال هندسية معقَّدة.	خيارات المواد محدودة، وتكلفة التشغيل مرتفعة. كما تتطلب معالجة لاحقة.
معالجة الضوء الرقمي	
تتميَّز بالسرعة العالية، والدقة والأسطح المصقولة جيدًا.	خيارات المواد محدودة، وتكلفة المعدات عالية، بالإضافة إلى أن المعالجة اللاحقة لازمة.
التلبيد والانصهار بالليزر	
يُمكن أن يُنتج أجزاء قوية ومتينة. كما يُمكن أن يستخدم مجموعة متنوعة من المواد بما فيها المعادن. ويُعدُّ جيدًا لإنتاج أشكال هندسية معقدة.	تكلفة المعدات مرتفعة. ويحتاج إلى وقت طويل لتبريد المُنتَج، مع تشطيب سطحي منخفض الجودة.
نمذجة الترسيب المنصهر	
تتميَّز بانخفاض تكلفة الأجهزة، وتوفُّر مجموعة كبيرة ومتنوعة من المواد الناتجة، وتتميز بسرعة طباعة عالية.	تتطلب سطحي منخفض الجودة، ودقة محدودة، وبطيئة عند إعادة إنتاج الأشكال الهندسية المعقَّدة.
الربط الطبقي	
يُنتج طباعة أجسام وهياكل كبيرة الحجم، وتتميز بانخفاض تكلفة المعدات، وتنتج نماذج بألوان متعددة.	خيارات المواد محدودة، وأجزاؤه ضعيفة نسبيًا، كما أنه منخفض الدقة.
النفث المادي	
يتميَّز بالدقة العالية والوضوح، وتتطلب جيد للأسطح، وإمكانية طباعة مُنتجات تحتوي على مواد متعددة.	خيارات المواد محدودة، وتكلفة المعدات عالية، وغير مناسب لإنتاج أجسام أو هياكل كبيرة.
الترسيب الانتقائي التدريجي بالطبقات	
يُنتج طباعة أجسام وهياكل كبيرة، ويتميز بانخفاض تكلفة المعدات، وينتج نماذج بألوان متعددة.	خيارات المواد محدودة، وأجزاؤه ضعيفة نسبيًا، مع تشطيب سطحي منخفض الجودة.
اللحام بالشعاع الإلكتروني	
يُمكن أن يُنتج أجزاء معدنية معقَّدة وعالية الأداء، بدقة وضوح عالٍ، وتشطيب سطحي جيد.	تكلفة المعدات عالية، وخيارات المواد محدودة، مع الحاجة إلى المعالجة اللاحقة.

162

فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد Benefits of 3D Printing

هناك فوائد عديدة للطباعة ثلاثية الأبعاد في المجالات المختلفة، سواءً الشخصية أو التجارية أو الصناعية. ويوضِّح الجدول 3.2 المزايا الرئيسة للطباعة ثلاثية الأبعاد.

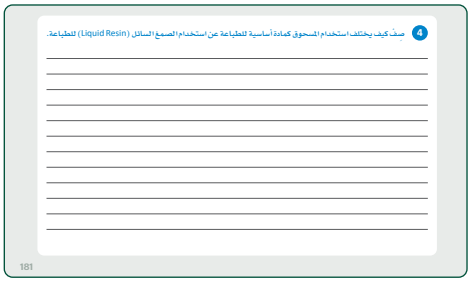
جدول 3.2: مزايا الطباعة ثلاثية الأبعاد

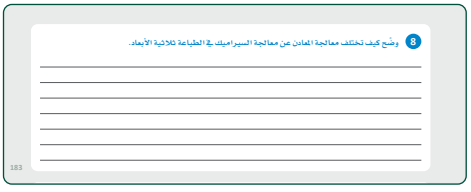
الميزة	الوصف
السرعة	توفِّر الطباعة ثلاثية الأبعاد القدرة على إنتاج نموذج أو مُنتَج معيَّن في غضون ساعات أو حتى دقائق، وذلك مقارنة بأساليب التصنيع التقليدية التي قد تستغرق أيامًا أو أسابيع.
القدرة على التخصيص	تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد التخصيص الشامل للمُنتَجات حسب الاحتياجات المحدَّدة، كما تسمح بتصنيع العديد من المُنتَجات في الموقع نفسه دون أي تكلفة إضافية.
تصنيع المكوِّنات المعقَّدة	تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد إنشاء مجسَّمات معقَّدة لا يُمكن صنعها بأي طريقة أخرى، وقد استخدم المُصمِّمون والفنانون هذه الميزة بشكل كبير، وكان لها تأثير كبير على التطبيقات الصناعية التي تهدف إلى إنتاج مكوِّنات معقَّدة تكون أخفّ وأقوى من سابقاتها.

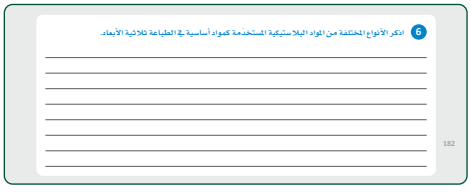
164

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وجِّه الطلبة لحل التمرينين الرابع والسادس؛ للتحقق من فهمهم لمواد الطباعة.
- اطلب منهم حل التمرين الثامن؛ للتحقق من تمييزهم للفرق بين معالجة المعادن ومعالجة السيراميك في الطباعة ثلاثية الأبعاد.


4 صِف كيف يختلف استخدام المسحوق كمادة أساسية للطباعة عن استخدام الصمغ السائل (Liquid Resin) للطباعة.
181


8 وضِّح كيف تختلف معالجة المعادن عن معالجة السيراميك في الطباعة ثلاثية الأبعاد.
183


6 اذكر الأنواع المختلفة من المواد البلاستيكية المستخدمة كمواد أساسية في الطباعة ثلاثية الأبعاد.
182

- انتقل إلى شرح تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في المجالات المختلفة، وبيِّن للطلبة بدايتها في الرعاية الصحية، واستخدامها في الروبوتية، والفضاء والسيارات، والمجوهرات، والفن، والبناء.
- اشرح لهم تطبيقات كل مجال من المجالات، وناقِشهم حول توقعاتهم المستقبلية للاستخدامات في نفس المجالات أو مجالات أخرى.
- اطلب منهم حل التمرينات السابع والتاسع والعاشر؛ للتحقق من فهمهم لتطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد.

تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد Applications of 3D Printing

الرعاية الصحية Healthcare

كان القطاع الطبي من أوائل القطاعات التي بدأت باستخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وذلك نظرًا لإمكانية تخصيص المُنتجات حسب حاجة كل مريض، ولإمكانية استخدامها المحتملة لتحسين حياة الإنسان. وذلك مع التقدم السريع في العمليات الجراحية والحاجة لإنشاء مواد طبية مختلفة. وتشمل استخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد صنع تيجان الأسنان، وأجهزة تقويمها. وتُستخدم هذه التقنية أيضًا لتصنيع مفاصل الورك والركبة الاصطناعية، وسماعات الأذن الطبية، والأقمال التقويمية للأحذية، والأطراف الصناعية المخصصة، والأطراف الصناعية للمرضى ذوي الاحتياجات الخاصة.

تساعد المجسمات الجراحية المطبوعة ثلاثية الأبعاد الجراحين في علاج المرضى خلال مراحل التعامل من الجراحة. ويوضِّح الشكل 3.15 فكًا علويًا وسفليًا تم طباعته بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

شكل 3.15: فك علوي وسفلي مطبوعان على طابعة ثلاثية الأبعاد

الروبوتية Robotics

تُستخدم تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد على نطاق واسع في الروبوتات. وذلك لقدرتها على إنشاء أجزاء مخصصة بسرعة وسهولة. مما يسمح بعمل نماذج أولية بشكل أسرع وبتخصيص أكبر. تتيح هذه التقنيات إنتاج أشكال معقدة وخفيفة الوزن. مما ينتج عنه تطوير أنظمة روبوتية أكثر تعقيدًا، ولكنها أكثر رشاقة وأفضل أداءً. ويوضِّح الشكل 3.16 ذراع روبوت مطبوع بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد أثناء تنفيذ مهمة آلية في خط الإنتاج.

شكل 3.16: استخدام ذراع آلية مطبوعة ثلاثية الأبعاد في خط إنتاج لتطوير دوائر إلكترونية

165

9 صِف كيفية استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لتطوير تطبيقات الرعاية الصحية.

10 ناقش كيف تستخدم صناعات الطيران والسيارات الطباعة ثلاثية الأبعاد في النواحي المختلفة من عملها.
183

7 ضع قائمة بالفوائد الرئيسة للطباعة ثلاثية الأبعاد في الاستخدامات الصناعية والشخصية.
182

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بعد ذلك انتقل لعملية طباعة نموذج ثلاثي الأبعاد، واشرح للطلبة كيفية فتح ملف محفوظ سابقًا للنموذج، ثم تصدير الملفات من برنامج فري كاد بالتنسيق "OBJ" أو "STL" الذي تتعرف عليه الطابعة.
- بعدها وضِّح لهم كيفية استيراد جميع الهياكل لبرنامج التقطيع الخاص بالطباعة ثلاثية الأبعاد مثل برنامج **التيميكر كيورا** (Ultimaker Cura).
- أعطِ الطلبة تعريفًا بسيطًا عن برنامج التيميكر كيورا، ومميزاته، وآلية تنزيله، ثم اشرح لهم واجهة البرنامج.
- وضِّح لهم كيفية فتح ملف النموذج ثلاثي الأبعاد في برنامج كيورا، ووضِّح بعض الأدوات المُستخدَمة فيه كالتقطيع والتصفح والتنقل.
- انتقل لأدوات الإدارة، واشرح لهم أدوات إدارة الطباعة في الجدول 3.3.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بيِّن لهم كيفية حفظ المشروع بتنسيق ".gcode" لتمكين الطابعة من طباعة النموذج ثلاثي الأبعاد، واشرح لهم الطرائق المختلفة لنقل الملف من الحاسب للطابعة.
- انتقل للجدول 3.4، وناقِشهم حول النصائح المفيدة للطباعة، والممارسات السليمة لتشغيل الطابعة ثلاثية الأبعاد.
- بيِّن لهم إعدادات الطباعة الموصى بها في برنامج كيورا، واستعرض معهم إعدادات الدقة في البرنامج كما في الجدول 3.5.
- اشرح لهم إعدادات الطباعة المخصَّصة، ووصفها كما في الجدول 3.6.
- بعد ذلك بيِّن لهم إعدادات الطباعة في برنامج كيورا، كما في الجدول 3.7.
- اطلب منهم حل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم لمفاهيم الدرس.

بعد أن حصلت على الملف بتنسيق ".gcode"، عليك نقله من حاسبك إلى الطابعة ثلاثية الأبعاد. ويمكنك توصيل حاسبك بالطابعة عبر سلك يو إس بي (USB)، أو نقل الملف إلى شريحة التخزين إس دي (SD Card) وإدخاله في الطابعة. ويمكنك استخدام واجهة الطابعة لتحديد الملف وبدء الطباعة بمجرد نقل الملف.

من المهم مراقبة عملي الطابعة خلال الطباعة، وذلك للتأكد من عملها بشكل صحيح

شكل 3.30: النماذج المطبوعة

شكل 3.31: النماذج المطبوعة معجّنة

في الجدول 3.4 يمكنك التعرف على الممارسات السليمة لتشغيل الطابعة ثلاثية الأبعاد:

جدول 3.4: نصائح مفيدة للطباعة

النصيحة	الوصف
تسوية لوحة التصميم	يُعدُّ تسوية لوحة التصميم أمرًا بالغ الأهمية لجودة الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لذلك تأكد من استواء لوحة التصميم بشكل صحيح قبل بدء أي طباعة.
مراقبة الطباعة	راقب حالة تقدُّم الطباعة للتأكد من أنها تسير بسلاسة. للتحقق من وجود أي مشكلات قد تتطلَّب تدخلًا منك لحلها، مثل الالتواء أو وجود إزاحة للطبقة أو انحشار خيوط الطباعة.
تنظيف قاعدة الطباعة	تأكد قبل بدء الطباعة من أن لوحة التصميم نظيفة وخالية من بقايا المواد وبصمات الأصابع والزيوت، حيث يساعد هذا على تجنب المشكلات الناجمة عن الالتصاق وبضمن لك الحصول على سطح أملس.
استخدام خيوط الطباعة الصحيحة	استخدم الخيوط المناسبة لمهمة الطباعة، حيث تتطلب المواد المختلفة إعدادات ودرجات حرارة مختلفة.
ضبط إعدادات الطباعة	قم بتعديل إعدادات الطباعة لتحقيق النتيجة المرجوة، حيث يتضمَّن ذلك ضبط ارتفاع الطبقة وسرعة الطباعة ودرجة الحرارة.
معايرة الطابعة	قم بمعايرة الطابعة بانتظام لضمان دقَّة المطبوعات، حيث يتضمَّن ذلك معايرة الباث والقاعدة والمحور.
التهوية المناسبة	استخدم الطابعة في منطقة جيدة التهوية؛ لتجنب استنشاق الأبخرة التي قد تنبعث أثناء عملية الطباعة.
تخزين الخيوط بطريقة سليمة	خزِّن خيوط الطباعة في مكان بارد وجاف؛ لمنع امتصاصها للرطوبة، الأمر الذي قد يؤدي إلى طباعة رديئة المستوى.
استخدام الهياكل السليمة	استخدم الهياكل الداعمة للأشكال المتدلية، أو الأشكال الهندسية المعقدة لضمان طباعة ناجحة.
الصيانة الجيدة	نظِّف الطابعة، واحرص على صيانتها بانتظام لضمان طول عمرها والحصول على الأداء الأمثل.

175

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. لا يُمكن إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد إلا باستخدام أدوات التصميم بمساعدة الحاسب (CAD).	○	○
2. يُمكن للطابعات ثلاثية الأبعاد العمل على محورَي X-Y فقط.	○	○
3. تُقلِّل الطابعات ثلاثية الأبعاد من مخاطر الأخطاء البشرية.	○	○
4. تُعالِج الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA) مادة الصمغ السائل بشعاع الليزر.	○	○
5. يستخدم التلبيد بالليزر المسحوق كمادة أساسية.	○	○
6. يُستخدم الورق في الطابعات ثلاثية الأبعاد كمادة أساسية للطباعة.	○	○
7. لا يُمكن طباعة الأنسجة البشرية الحية ثلاثية الأبعاد.	○	○
8. تمتاز المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد ببصمة كربونية أقل من تلك التي تُصنَع بالطرائق التقليدية.	○	○
9. لا يُمكن استخدام المجسَّمات المطبوعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج قطع الغيار.	○	○
10. يُمكن استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد لطباعة نماذج جديدة من الأعمال الفنية القديمة.	○	○

180

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. لا يُمكن إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد إلا باستخدام أدوات التصميم بمساعدة الحاسب (CAD). يتم إنشاؤها باستخدام أنواع أخرى من البرامج أيضًا.		✓
2. يُمكن للطابعات ثلاثية الأبعاد العمل على محورَي X-Y فقط. يُمكنها العمل على المحور Z أيضًا.		✓
3. تُقلِّل الطابعات ثلاثية الأبعاد من مخاطر الأخطاء البشرية.	✓	
4. تُعالِج الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA) مادة الصمغ السائل بشعاع الليزر.	✓	
5. يستخدِم التلبيد بالليزر المسحوق كمادة أساسية.	✓	
6. يُستخدم الورق في الطابعات ثلاثية الأبعاد كمادة أساسية للطباعة.	✓	
7. لا يُمكن طباعة الأنسجة البشرية الحية ثلاثية الأبعاد. يُمكن طباعتها.		✓
8. تمتاز المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد ببصمة كربونية أقل من تلك التي تُصنع بالطرائق التقليدية.	✓	
9. لا يُمكن استخدام المجسّمات المطبوعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج قطع الغيار. يتم استخدامها على نطاق واسع لإنشاء قطع غيار.		✓
10. يُمكن استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد لطباعة نماذج جديدة من الأعمال الفنية القديمة.	✓	

2

عرِّف الطباعة ثلاثية الأبعاد، وصِفْ مدى تأثيرها على عمل المهندسين والمُصمِّمين.

هي طابعة تنتج مجسّمًا واقعيًا من ملف النموذج الرقمي ثلاثي الأبعاد، عن طريق تطبيق عدة طبقات رقيقة من المواد المحدَّدة بالتتابع. يستخدِم المهندسون والمُصمِّمون الطابعات ثلاثية الأبعاد لاختبار النماذج الأوَّلية، كما تستخدِم شركات التصنيع هذه الطابعات لتصنيع بعض الأجزاء المعقدة لمُنتَجاتها. إضافةً إلى ذلك، يُمكن للأفراد والشركات استخدام هذه الطباعة للتصنيع الذاتي (Do It Yourself - DIY)، حيث يشير هذا المصطلح إلى إنشاء أو بناء شيء ما باستخدام الأدوات والمواد والتقنيات المتاحة بشكلٍ شائع من قِبل الأفراد، دون الحاجة إلى التدريب المهني أو المعدات المتخصصة، مما يتيح للأشخاص تصنيع أشياء ومُنتَجات لم يكن بإمكانهم إنشاؤها من قبل. تُعدُّ الطباعة ثلاثية الأبعاد عملية تصنيع دون استخدام اليدين، حيث كان على المهندسين استخدام آلات الحفر والطحن، والمخارط، إضافةً إلى تقنيات الحاذاة والقياس، وكذلك معالجة قِطع العمل يدويًا، الأمر الذي كان عُرضةً للأخطاء البشرية وواجه تحديات كبيرة في سبيل تحقيق دقة عالية، بينما تسمح الطباعة ثلاثية الأبعاد بإنتاج مجسّمات معقّدة ومركّبة، مع تقليل احتمالية حدوث خطأ بشري.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 حَلِّل الاختلافات الرئيسة بين طابعات الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA)، وطابعات معالجة الضوء الرقمي (DLP).

- الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA) هي طريقة تعتمد على الليزر واستخدام أصماغ البوليمرات الضوئية لصنع أجزاء دقيقة، حيث توضع البوليمرات الضوئية في حاوية مع منصة مدعمة قابلة للحركة، وينبعث ليزر ساخن في محورَي X-Y على سطح الصمغ في النموذج ثلاثي الأبعاد، مما يؤدي إلى تصلُّب الصمغ بشكلٍ دقيق حيث يقع شعاع الليزر، بينما طابعات معالجة الضوء الرقمي (DLP) هي تقنية طباعة ثلاثية الأبعاد تستخدِم البوليمرات الضوئية كما هو الحال في الطباعة الحجرية المجسَّمة.
- الفرق بين الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA)، ومعالجة الضوء الرقمي (DLP) هو في مصدر الإضاءة، حيث تستخدِم طابعات معالجة الضوء الرقمي (DLP) مصدر إضاءة عام مع لوحة شاشة العرض البلوري السائل (LCD) أو جهاز مرآة قابل للتعديل (DMD) يتم تطبيقه في مسار واحد على الحاوية التي تحتوي على صمغ البوليمر الضوئي، مما يجعلها أسرع من الطباعة الحجرية المجسَّمة (SLA).

4 صِفْ كيف يختلف استخدام المسحوق كمادة أساسية للطباعة عن استخدام الصمغ السائل (Liquid Resin) للطباعة.

يعتمد استخدام المسحوق على الترابط الطبقي، حيث تُرش مادة من مسحوق أساسي لإنشاء طبقة تندمج بشكلٍ انتقائي مع طبقة أخرى لتكوين النموذج النهائي، وفي الوقت نفسه يدخل الصمغ السائل في الطباعة مثل: الطباعة الحجرية المجسَّمة التي تستخدِم أصماغ البوليمرات الضوئية.

عند استخدام المسحوق يكون لديك تحكم أكبر في كمية مادة الطباعة المنبعثة، ويكون هيكل المُنتَج المطبوع أكثر كثافة وغير قابل للكسر بشكلٍ أكبر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1814 46

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

5 اشرح كيفية عمل طابعة اللحام بالشعاع الإلكتروني (EBM)، واذكر سبب استخدامها بكثرة في التطبيقات الصناعية.

تعتمد تقنية اللحام بالشعاع الإلكتروني (EBM) على استخدام شعاع إلكتروني وليس ليزري كمصدر حراري، ولذلك يجب استخدام هذه التقنية في بيئة خالية من الهواء (فراغ)، وباستخدام تلك التقنية يمكن إنشاء أجزاء كثيفة كاملة من سبائك معدنية مختلفة، مما يسمح بصناعة المُنتَج بدقة وتخصيصه، كما تُستخدم بكثافة في صناعات السيارات والطيران لتصنيع الأجزاء المعقدة.

6 اذكر الأنواع المختلفة من المواد البلاستيكية المستخدَمة كمواد أساسية في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

- يُستخدم النايلون البلاستيكي على شكل مسحوق في عملية التلبيد والإنصهار وذلك في نمذجة الترسيب المنصهر (FDM)، ويتميّز هذا النوع من البلاستيك بالقوة والمتانة والمرونة في عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتتوفَّر المادة عادةً باللون الأبيض، ولكن يمكن تلوينها قبل الطباعة أو بعدها، كما يُمكن استخدامها مع مسحوق الألومنيوم لصنع مواد طباعة ثلاثية الأبعاد.
- مادة أكريلونيتريل بوتادين ستايرين (ABS) التي تُستخدم على نطاق تجاري واسع وتتوفَّر على شكل خيوط في طابعات نمذجة الترسيب المنصهر (FDM) الأساسية، وتتميز هذه المادة البلاستيكية بالقوة، وتتوفَّر منها ألوان عديدة.
- تُستخدم مادة حمض اللبنيك (PLA) كمادة لاصقة للطباعة في تقنية الطباعة الحجرية (SLA) وتقنية معالجة الضوء الرقمي (DLP) وفي خيوط نمذجة الترسيب المنصهر (FDM)، وتتميّز هذه المادة البلاستيكية بأنها قابلة للتحلل، وتتوفَّر بعدة ألوان بما فيها اللون الشفَّاف، وتُعدُّ مثالية للطباعة ثلاثية الأبعاد على الرغم من أنها أقل متانة ومرونة من سابقتها أكريلونيتريل بوتادين ستايرين (ABS).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

7 ضَع قائمة بالفوائد الرئيسة للطباعة ثلاثية الأبعاد في الاستخدامات الصناعية والشخصية.

- السرعة: توفِّر الطباعة ثلاثية الأبعاد القدرة على إنتاج نموذج أو مُنتَج معيَّن في غضون ساعات أو حتى دقائق، وذلك مقارنة بأساليب التصنيع التقليدية التي قد تستغرق أيامًا أو أسابيع.
- القدرة على التخصيص: تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد التخصيص الشامل للمُنتَجات حسب الاحتياجات المحدَّدة، كما تسمح بتصنيع العديد من المُنتَجات في الموقع نفسه دون أي تكلفة إضافية.
- تصنيع المكوِّنات المعقَّدة: تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد إنشاء مجسّمات معقَّدة لا يمكن صنعها بأي طريقة أخرى، وقد استخدَم المُصمِّمون والفنانون هذه الميزة بشكلٍ كبير، وكان لها تأثير كبير على التطبيقات الصناعية التي تهدف إلى إنتاج مكوِّنات معقَّدة تكون أخفّ وأقوى من سابقاتها.
- استخدام أقل للأدوات والآلات: يُعدُّ إنتاج الأدوات والآلات المُستخدَمة في تطوير المُنتَجات الصناعية أمرًا مكلِّفًا وشاقًا، إلا أن الطباعة ثلاثية الأبعاد يُمكن أن تساعد في خفض تكاليف الإنتاج، وتقليص عدد العمّال والوقت المستغرَق في إنتاج المُنتَجات المتوسطة وصغيرة الحجم. لذا فقد قامت العديد من الشركات باستغلال هذه الميزات، مما أتاح لها تصميم المُنتَجات والمكوِّنات دون الحاجة للتصميم المعقَّد هندسيًا للأجزاء المختلفة، وبالتالي التقليل بشكلٍ كبير من الحاجة للعمالة للتجميع والتكاليف الأخرى للإنتاج.
- الاستدامة: تُعدُّ الطباعة ثلاثية الأبعاد تقنية موفرة للطاقة، حيث يُمكن الحدّ من مخلّفات التصنيع، وصناعة مُنتَجات تدوم لوقت أطول، وتتضمَّن تصميمًا أخف وأقوى وبصمة كربونية أقل من المُنتَجات التي يتم إنشاؤها تقليديًا.
- سهولة الاستخدام: تتَّسِم عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد بخطواتها البسيطة، مما يسمح للأفراد ذوي المعرفة التقنية المحدودة بتصميم الأشياء وطباعتها دون الحاجة إلى مهارات أو تدريب مخصص.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1824 46

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

8 وضِّح كيف تختلف معالجة المعادن عن معالجة السيراميك في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

يُعدُّ مسحوق الفولاذ المقاوم للصدأ أحد أقوى المعادن وأكثرها استخدامًا لتطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد المختلفة، ويُمكن طلاء الفولاذ ليبدو كالذهب أو البرونز، كما يُمكن طباعة الذهب والفضة باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد مباشرة بغرض صناعة المجوهرات، ويتوفَّر التيتانيوم على شكل مسحوق أيضًا، ويُعدُّ واحدًا من أقوى المعادن للتلبيد الصناعي والطباعة ثلاثية الأبعاد في تقنية اللحام بالشعاع الإلكتروني (EBM).

يُمكن طباعة السيراميك ثلاثي الأبعاد لأغراض الزينة المنزلية، أو للمُنتَجات التي تحتاج إلى مادة متخصصة، ويجب حرق أجزاء السيراميك وصقلها بعد الطباعة تمامًا كما هو الحال في التطبيقات التقليدية لمواد السيراميك.

9 صِفْ كيفية استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لتطوير تطبيقات الرعاية الصحية.

كان القطاع الطبي من أوائل القطاعات التي بدأت باستخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وذلك نظرًا لإمكانية تخصيص المُنتَجات حسب حاجة كل مريض، ولإمكانية استخداماتها المحتملة لتحسين حياة الإنسان، وذلك مع التقدم السريع في العمليات الجراحية والحاجة لإنشاء مواد طبية مختلفة، وتشمل استخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد صنع تيجان الأسنان، وأجهزة تقويمها، وتُستخدم هذه التقنية أيضًا لتصنيع مفاصل الورك والركبة الاصطناعية، وسماعات الأذن الطبية، والنِّعال التقويمية للأحذية، والأطراف الصناعية المخصصة، والأطراف الصناعية للمرضى ذوي الاحتياجات الخاصة، وتساعد المعينات الجراحية المطبوعة ثلاثية الأبعاد الجراحين في علاج المرضى خلال مراحل التعافي من الجراحة.

10 ناقش كيف تستخدِم صناعات الطيران والسيارات الطباعة ثلاثية الأبعاد في النواحي المختلفة من عملها.

تنطوي صناعة الطيران ومجال تطوير الطائرات على معايير صناعية صارمة، ولذلك يتم استخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد الصناعية على نطاق واسع لإنشاء أجزاء وأدوات دقيقة، وأدّى التطور السريع في عمليات التّصنيع وموادّه إلى استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج بعض الأجزاء البسيطة للطائرات وجعله أمرًا واقعًا. اتبع العديد من صانعي السيارات مسار صناعة الطيران، وقد لجأ المصنِّعون أولًا إلى استخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج النماذج الأوَّلية، ثم تكييف إجراءات التصنيع لأجزاء السيارات وتطويرها؛ للاستفادة من هذه التقنيات في تصنيع أجزائها المختلفة، وينظر العديد من صانعي السيارات إلى الطباعة ثلاثية الأبعاد كوسيلة لإنتاج أجزاء وقطع غيار بديلة للسيارات عند الطلب، وذلك بدلًا من الاحتفاظ بمخزون احتياطي من هذه الأجزاء والقطع في المخازن.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

تصميم وإنشاء مُنتَج ثلاثي الأبعاد

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو تصميم مُنتَج ثلاثي الأبعاد، حيث يتم تصميم هيكل صندوق أقراص الدواء، وإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للصندوق، وإضافة نظام برايل (Braille System) على الصندوق، وتصميم غطاء للصندوق.

أهداف التعلُّم

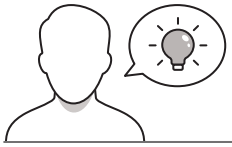
- تصميم مُنتَج ثلاثي الأبعاد.
- تصميم هيكل صندوق أقراص الدواء.
- إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد لصندوق أقراص الدواء.
- استخدام نظام برايل للكتابة اللمسية.
- تصميم غطاء لصندوق أقراص الدواء.

الدرس الثاني	
الوحدة الثالثة: تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثاني: تصميم وإنشاء مُنتَج ثلاثي الأبعاد	5

نقاط مهمَّة

- قد يظن بعض الطلبة أن تصميم المُنتَجات ثلاثية الأبعاد وطباعتها يقتصر على الشركات، بيِّن لهم إمكانية استخدامها للاحتياجات المنزلية والشخصية مثل صندوق أقراص الدواء.
- قد يبدأ بعض الطلبة بتصميم مُنتَج في برنامج فري كاد قبل ضبط أبعاده ورقيًا، بيِّن لهم أهمية معرفة أبعاد المُنتَج وشكله قبل البدء في تصميمه.
- قد يحاول بعض الطلبة استخدام أداة النَّسخ أو النقل في برنامج فري كاد دون تحديد الشكل المراد نسخه، وضِّح لهم ضرورة تحديد الشكل أولًا ثم تحديد خيار النَّسخ أو النقل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



التمهيد

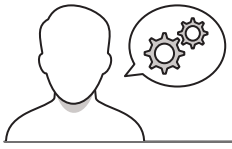
عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12.ED.S2.U3.L2.A.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX4.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX5.FCStd
- G12.ED.S2.U3.L2.EX6.FCStd

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- ما المُنتَجات المنزلية والشخصية التي يمكن تصميمها ثم طباعتها بواسطة الطابعة ثلاثية الأبعاد؟
- ما المواد التي يمكن استخدامها لطباعة المُنتَجات المنزلية؟



خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية ذكِّر الطلبة بالمجالات المتعددة لاستخدامات الطابعات ثلاثية الأبعاد.

> اعرض لهم صندوق أقراص الدواء، وبيِّن لهم ماهيته وإمكانية تصميمه وطباعته باستخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد.

> اطلب منهم الاطلاع على الرسم التوضيحي لأبعاد صندوق أقراص الدواء في الشكل 3.35.

> وضِّح لهم مُكوِّنَي نموذج صندوق أقراص الدواء وهما: هيكل صندوق أقراص الدواء، وغطاء الصندوق.

> اشرح لهم مفهوم المُكوِّنَين، وأبعادهما، واعرض لهم الهيكلين.

> اطلب منهم حل التمرين الثاني؛ للتحقق من فهمهم لأهمية اختيار الحجم المناسب للنموذج ثلاثي الأبعاد عند تصميمه.

تصميم وانشاء منتج ثلاثي الأبعاد

تصميم صندوق أقراص الدواء Design a Pill Box

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- بعدها، وضِّح لهم كيفية تصميم هيكل صندوق أقراص الدواء من خلال إنشاء مستند جديد في برنامج فري كاد، ثم البدء بإنشاء الهيكل.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء رسم تخطيطي واختيار السطح XY.
- وضِّح لهم أهمية ضبط الشبكة على 1 مليمتر، ليكون التصميم أكثر دقة، وتظهر التفاصيل بدقة عالية.
- أرشدهم إلى كيفية تغيير حجم الشبكة، وبيِّن لهم أن العمل مع شبكة أصغر يسهم في تطوير مهارات التصميم.
- اطلب منهم حل التمرين الثالث؛ للتحقق من فهمهم لكيفية الاستفادة من استخدام حجم شبكة أصغر.
- بعدها، اشرح لهم كيفية إنشاء المستطيل، ثم تقييد المسافة الأفقية والرأسية.
- اشرح لهم كيفية تقييد النقاط، وذلك من شريط الأدوات، واختيار أداة تقييد التلاقي.
- انتقل لأداة البطانة، واشرح كيفية استخدامها في تحويل المستطيل لشكل ثلاثي الأبعاد.

في البداية عليك أن تنشئ هيكل صندوق أقراص الدواء (Pillbox-Body).

تصميم هيكل صندوق أقراص الدواء
Design the Pillbox-Body

يُمثِّل هيكل صندوق أقراص الدواء (Pillbox-Body) حاوية مقسّمة إلى سبعة صناديق منفصلة لتخزين الأقراص لكل يوم من أيام الأسبوع. وستحتوي الحاوية أيضًا على نقاط تستخدم نظام برايل للإشارة إلى الأرقام من 1 إلى 7 لأيام الأسبوع. سنبدأ أولًا بإنشاء مستند جديد لتصميم نموذج ثلاثي الأبعاد.

شكل 3.38 صندوق أقراص الدواء

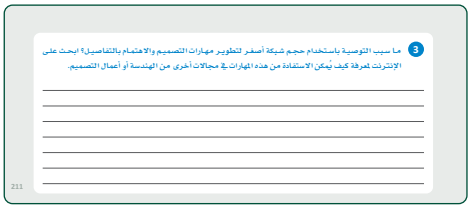
إنشاء مستند جديد:

> من Toolbar (شريط الأدوات)، اضغط على أيقونة New (جديد) 1.

> من Workbenches drop-down (القائمة المنسدلة لسطح العمل)، اختر Part Design (تصميم قطعة) 2.

شكل 3.39 إنشاء مستند جديد

186

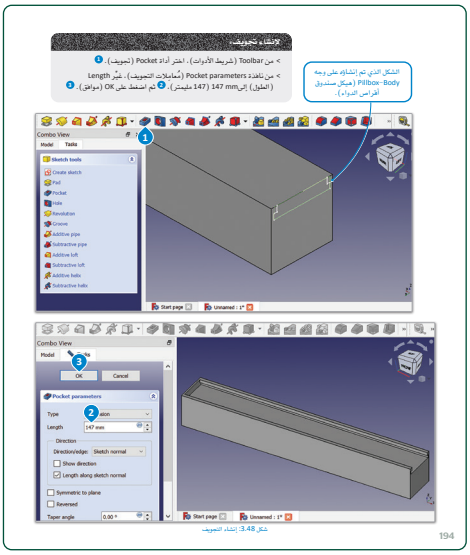

3 ما سبب التوصية باستخدام حجم شبكة أصغر لتطوير مهارات التصميم والاهتمام بالتفاصيل؟ ابحث على الإنترنت لمعرفة كيف يمكن الاستفادة من هذه المهارات في مجالات أخرى من الهندسة أو أعمال التصميم.

211

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- اشرح للطلبة استخدام أداة الخط المتصل في إنشاء سلسلة خطوط مترابطة تُكوِّن شكلًا مغلقًا، حيث تمكّن هذه الأداة من إنشاء رسومات معقدة.
- وضِّح لهم كيفية إنشاء رسم تخطيطي على السطح العلوي، وذكِّرهم بضبط حجم الشبكة.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء التجويف باستخدام أداة تجويف.
- اشرح لهم أن إنشاء الصناديق السبعة لأقراص الدواء يتم باستخدام أداة المستطيل، والضغط على الوجه الطويل والمجوف لهيكل صندوق أقراص الدواء المصمَّم سابقًا.
- أرشدهم لكيفية إنشاء المربعات السبعة مع ضبط أبعادها.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء التجاويف لإنشاء الصناديق السبعة.

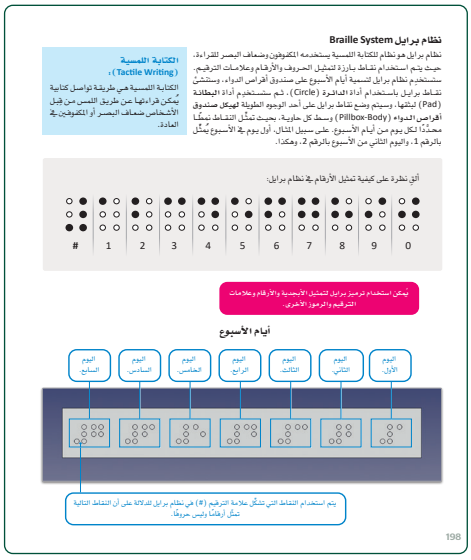
شكل 3.47: إنشاء رسم تخطيطي على السطح العلوي
193



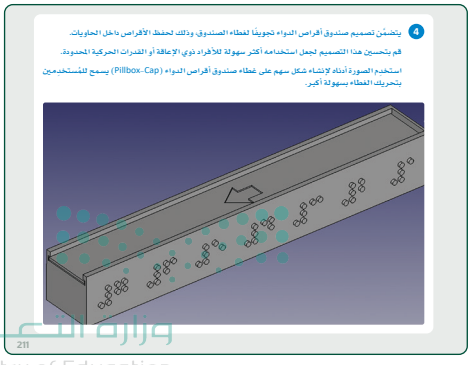
شكل 3.48: إنشاء التجويف
194

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل بعدها لنظام برايل والكتابة اللمسية، واشرح للطلبة ماهيتها، وكيفية إنشاء النقاط في نظام برايل.
- وضِّح لهم آلية إنشاء رسم تخطيطي على سطح الصندوق، وكذلك كيفية نسخ رسم تخطيطي.
- ناقِشهم حول الفرق بين الاستنساخ والنَّسخ، والنقل، وذكِّرهم بأنه عند عدم تحديد أي شكل فلن تستطيع استخدام الأدوات.
- اشرح لهم عملية نسخ الرسم التخطيطي لإنشاء الأرقام الممثِّلة لأيام الأسبوع السبعة.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء الشكل ثلاثي الأبعاد، ووضِّح أن نظام برايل يستخدِم نقاطًا مرتفعة أو نتوءات يمكن الإحساس بها بأطراف الأصابع لتمثيل الحروف والرموز الأخرى.
- انتقل بعدها لتوضيح كيفية تصميم غطاء صندوق أقراص الدواء لإغلاق الصندوق والحفاظ على الدواء.

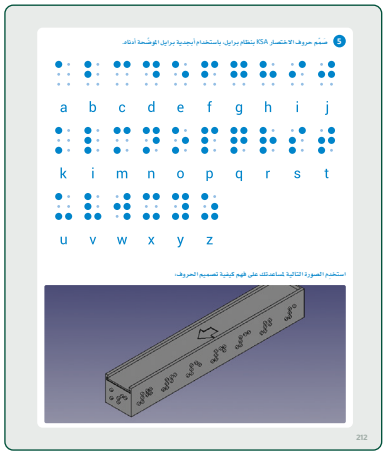


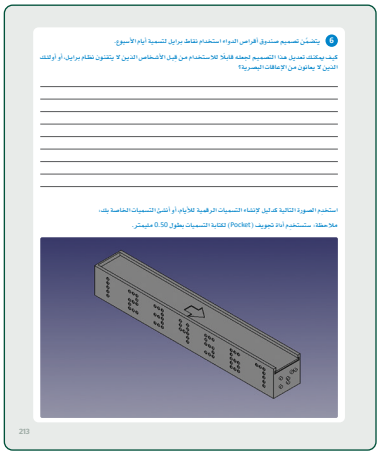
- اطلب منهم حل التمرين الرابع؛ للتحقق من قدرتهم على استكمال تصميم صندوق أقراص الدواء.



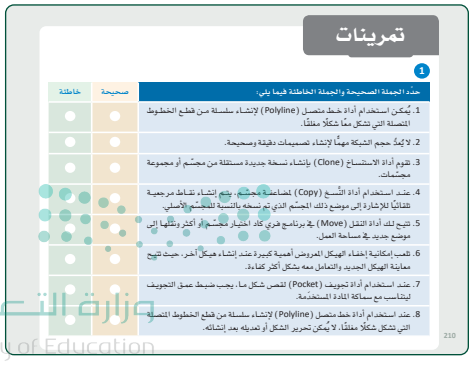
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- وجِّههم لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من قدرتهم على تصميم صناديق بأحرف بنظام برايل.
- كلِّف الطلبة بحل التمرين السادس كواجب منزلي؛ للتحقق من قدرتهم على تصميم صناديق يحمل التسميات الرقمية للأيام.





- وضِّح للطلبة كيفية إخفاء هيكل صندوق أقراص الدواء، بهدف التحكم بهيكل غطاء الصندوق والتعامل معه بكفاءة.
- بيِّن لهم كيفية إنشاء الغطاء من خلال إنشاء مستطيل، ثم تقييد المسافة الأفقية والرأسية.
- بعدها وضِّح لهم كيفية استخدام أداة البطانة لتحويل المستطيل لشكل ثلاثي الأبعاد.
- انتقل بعدها لشرح كيفية إنشاء ملف طباعة، وذلك بحفظ الملف بصيغة "OBJ"، ثم استخدام برنامج ألتيميكر كيورا لإنشاء ملف "GCODE" اللازم للطابعة ثلاثية الأبعاد.
- وجِّه الطلبة لحل التمرين الأول؛ للتحقق من فهمهم لما ورد بالدرس.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يُمكن استخدام أداة خط متصل (Polyline) لإنشاء سلسلة من قطع الخطوط المتصلة التي تشكل معًا شكلًا مغلقًا.	✓	
2. لا يُعدُّ حجم الشبكة مهمًّا لإنشاء تصميمات دقيقة وصحيحة. يُعدُّ حجم الشبكة في برنامج فري كاد مهمًا لإنشاء تصميمات دقيقة، ويجب تعيينه على قيمة مناسبة لحجم التصميم وتعقيده.		✓
3. تقوم أداة الاستنساخ (Clone) بإنشاء نسخة جديدة مستقلة من مجسّم أو مجموعة مجسّمات. تنشئ أداة الاستنساخ نسخة من مجسّم أو مجموعة مجسّمات، لكنها تبقى مرتبطة بالمجسّم الأصلي، مما يعني أن أي تغييرات يتم إجراؤها على النموذج الأصلي ستنعكس على النموذج المستنسخ أيضًا.		✓
4. عند استخدام أداة النَّسخ (Copy) لمضاعفة مجسّم، يتم إنشاء نقاط مرجعية تلقائيًا للإشارة إلى موضع ذلك المجسّم الذي تم نسخه بالنسبة للمجسّم الأصلي.	✓	
5. تتيح لك أداة النقل (Move) في برنامج فري كاد اختيار مجسّم أو أكثر ونقلها إلى موضع جديد في مساحة العمل.	✓	
6. تلعب إمكانية إخفاء الهيكل المعروض أهمية كبيرة عند إنشاء هيكل آخر، حيث تتيح معاينة الهيكل الجديد والتعامل معه بشكل أكثر كفاءة.	✓	
7. عند استخدام أداة تجويف (Pocket) لقص شكل ما، يجب ضبط عمق التجويف ليتناسب مع سماكة المادة المستخدَمة.	✓	
8. عند استخدام أداة خط متصل (Polyline) لإنشاء سلسلة من قطع الخطوط المتصلة التي تشكل شكلًا مغلقًا، لا يُمكن تحرير الشكل أو تعديله بعد إنشائه. عند استخدام أداة خط متصل (polyline) في برنامج فري كاد لإنشاء سلسلة من قطع الخطوط المتصلة التي تشكل شكلًا مغلقًا، فإنه يمكن تحرير الشكل أو تعديله بمجرد إنشائه.		✓

2

وضِّح أهمية اختيار الحجم المناسب لصندوق أقراص الدواء عند تصميمه في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

الحجم عامل أساسي يجب مراعاته عند تصميم صندوق أقراص الدواء للطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لأنه يمكن أن يؤثر على جودة وقوة الطباعة النهائية، فقد يتطلب صندوق الأقراص ذو الحجم الكبير هياكل دعم إضافية أو جدرانًا أكثر سُمكًا للحفاظ على السلامة الهيكلية، وقد يتطلب صندوق الأقراص ذو الحجم الصغير دقة طباعة أعلى لضمان تمثيل التفاصيل بدقة، بالإضافة إلى ذلك قد يستغرق صندوق الأقراص الكبير وقتًا أطول في الطباعة ويتطلب المزيد من المواد.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 0446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

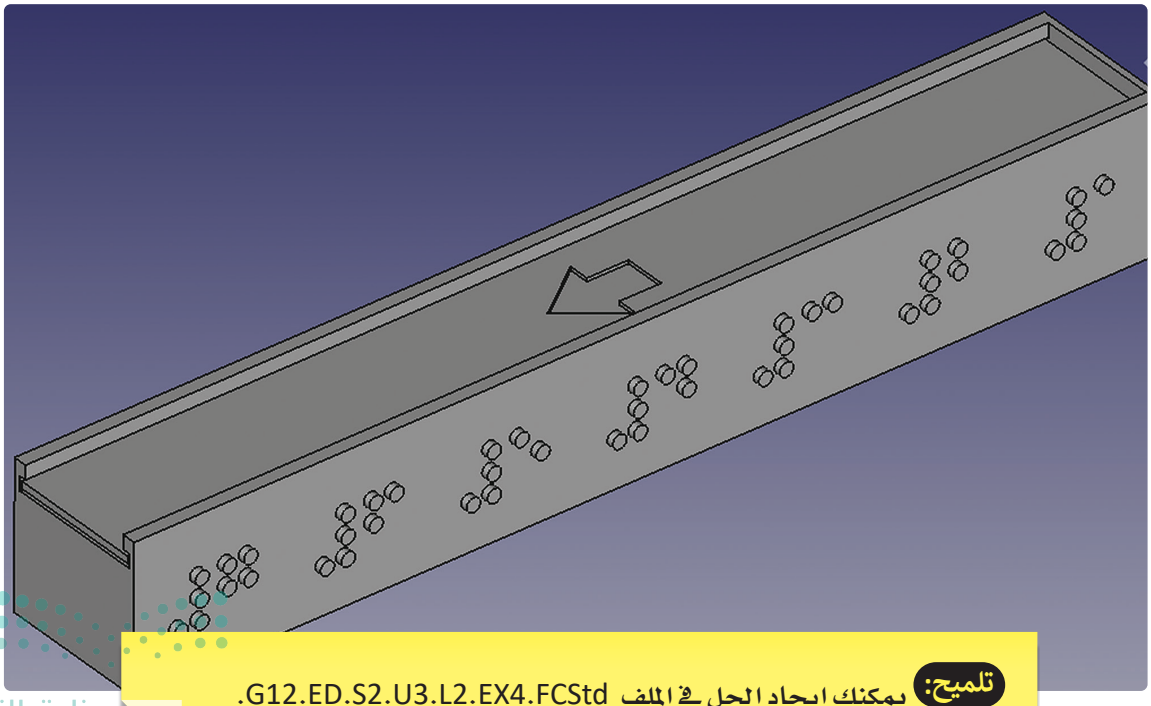
3 ما سبب التوصية باستخدام حجم شبكة أصغر لتطوير مهارات التصميم والاهتمام بالتفاصيل؟ ابحث على الإنترنت لمعرفة كيف يُمكن الاستفادة من هذه المهارات في مجالات أخرى من الهندسة أو أعمال التصميم.

يمكن أن يساعد استخدام حجم شبكة أصغر في تطوير مهارات التصميم والاهتمام بالتفاصيل من خلال السماح للمُصمِّمين بإنشاء تفاصيل أصغر وأكثر تعقيدًا، ويمكن أن تكون هذه المهارات مفيدة في مجالات أخرى من الهندسة أو أعمال التصميم مثل: إنشاء المُخطَّطات الفنية التفصيلية أو تصميم الأنظمة الميكانيكية المعقدة.

4 يتضمَّن تصميم صندوق أقراص الدواء تجويفًا لغطاء الصندوق، وذلك لحفظ الأقراص داخل الحاويات.

قم بتحسين هذا التصميم لجعل استخدامه أكثر سهولة للأفراد ذوي الإعاقة أو القدرات الحركية المحدودة.

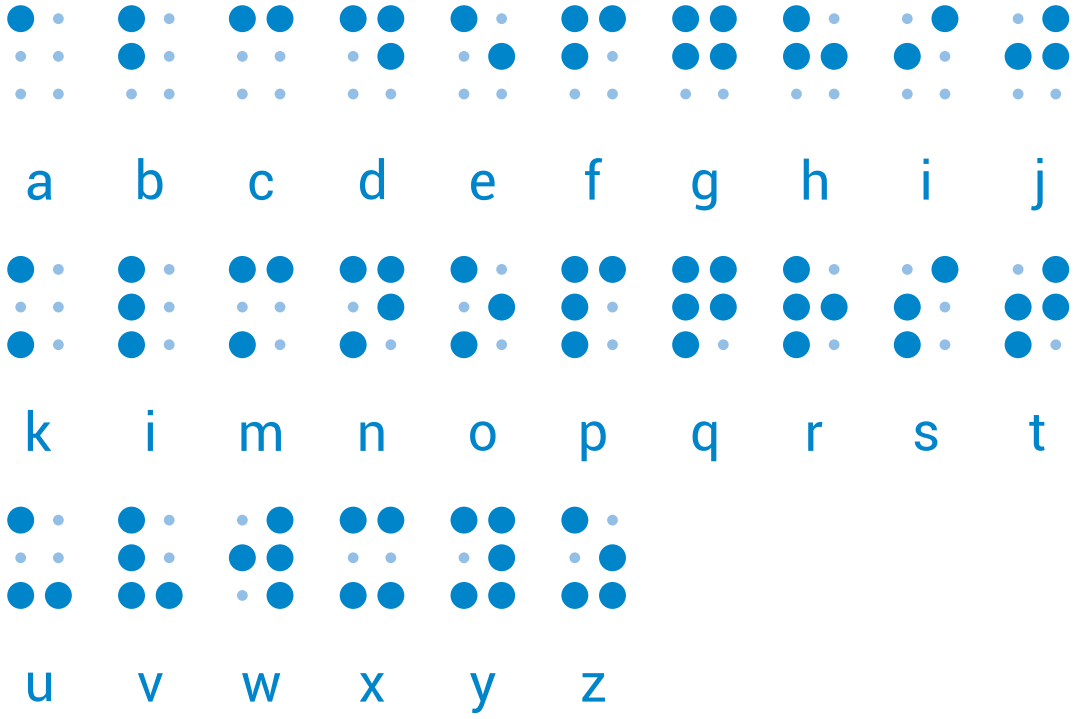
استخدِم الصورة أدناه لإنشاء شكل سهم على غطاء صندوق أقراص الدواء (Pillbox-Cap) يسمح للمُستخدِمين بتحريك الغطاء بسهولة أكبر.



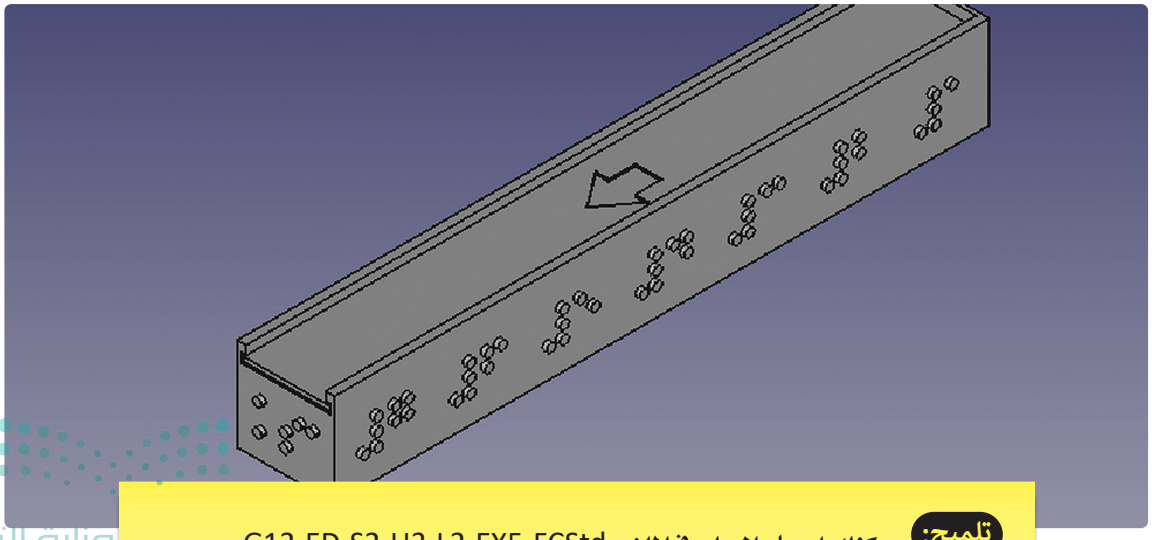
تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.ED.S2.U3.L2.EX4.FCStd.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

5 صَمِّم حروف الاختصار KSA بنظام برايل، باستخدام أبجدية برايل الموضَّحة أدناه.



استخدِم الصورة التالية لمساعدتك على فهم كيفية تصميم الحروف:



تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.ED.S2.U3.L2.EX5.FCStd.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022212446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

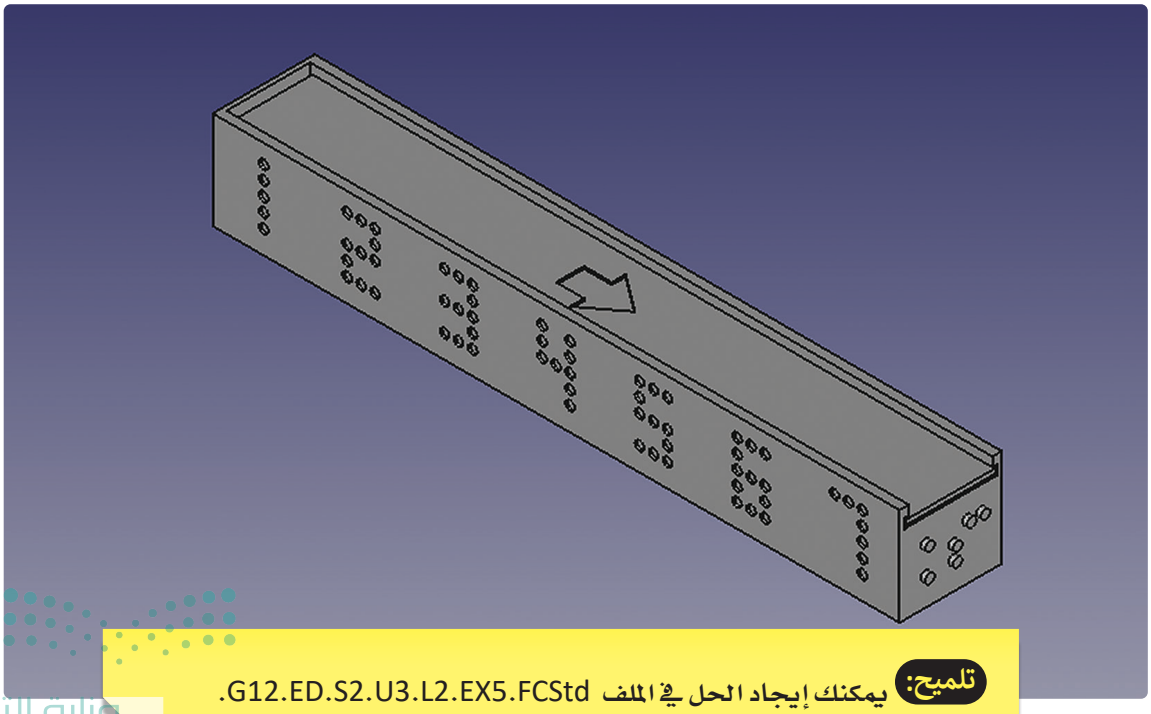
6 يتضمَّن تصميم صندوق أقراص الدواء استخدام نقاط برايل لتسمية أيام الأسبوع.

كيف يمكنك تعديل هذا التصميم لجعله قابلًا للاستخدام من قِبل الأشخاص الذين لا يتقنون نظام برايل، أو أولئك الذين لا يعانون من الإعاقات البصرية؟

لجعل تصميم صندوق أقراص الدواء قابلًا للاستخدام من قِبل الأشخاص الذين لا يتقنون نظام برايل، أو أولئك الذين لا يعانون من الإعاقات البصرية فإنه يمكن استخدام طرائق بديلة لوضع التسميات، حيث أن أحد الخيارات هو كتابة الحروف أو الأرقام البارزة على الصناديق باستخدام نقاط برايل، حيث يسمح هذا للأشخاص الذين يعانون من الإعاقات البصرية بتحديد أيام الأسبوع من خلال اللمس، والخيار الآخر هو استخدام الترميز اللوني (Color-Coding) أو غيره من الإشارات المرئية لتمييز أيام الأسبوع، فعلى سبيل المثال: يمكن تلوين الصناديق بظلال أو أنماط مختلفة لكل يوم من أيام الأسبوع، حيث يسمح ذلك للأفراد الذين لا يعانون من إعاقات بصرية بالتمييز بين الصناديق بناءً على لونها أو نمطها.

استخدِم الصورة التالية كدليل لإنشاء التسميات الرقمية للأيام، أو أنشئ التسميات الخاصة بك:

ملاحظة: ستستخدِم أداة تجويف (Pocket) لكتابة التسميات بطول 0.50 مليمتر.



تلميح: يمكنك إيجاد الحل في الملف G12.ED.S2.U3.L2.EX5.FCStd.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الاختبار والتنقيح

وصف الدرس

الهدف العام من الدرس هو التعرف على كيفية اختبار وتنقيح مُنتَج مطبوع ثلاثي الأبعاد، ومعرفة أدوات اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد، واستكشاف القيود الشائعة عند اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد وتنقيحها.

أهداف التعلُّم

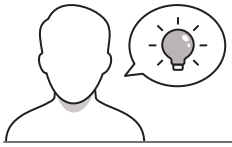
- معرفة خطوات اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.
- تحديد آلية تنقيح المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.
- معرفة أدوات اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.
- استكشاف القيود الشائعة عند اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.

الدرس الثالث	
الوحدة الثالثة: تطوير المُنتَجات ثلاثية الأبعاد	عدد الحصص الدراسية
الدرس الثالث: الاختبار والتنقيح	8

نقاط مهمَّة

- قد يبدأ بعض الطلبة اختبار المُنتَج المطبوع قبل تحديد خطّة للاختبار، بيِّن لهم أهمية تخطيط اختبار المُنتَجات قبل اختبارها؛ لضمان جودة الاختبار وفعاليته.
- قد يخفى على بعض الطلبة التحقق من إمكانية إجراء الاختبار الافتراضي للمُنتَجات، اشرح لهم أن الاختبار الافتراضي يختصر الوقت والجهد قبل إجراء الاختبار الفعلي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



التمهيد

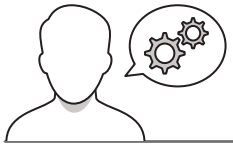
عزيزي المعلّم، إليك بعض الاقتراحات التي يمكن أن تساعدك في تحضير الدرس، والإعداد له، إضافة إلى بعض النصائح الخاصة بتنفيذ المهارات المطلوبة في الدرس:

> يمكنك الوصول للحلول أو الملفات النهائية للتمرينات التي يمكن استخدامها على منصة عين الإثرائية، وهي:

- G12·ED.S2·U3_Project.FCStd

> اجذِب اهتمام الطلبة من خلال طرح الأسئلة التالية:

- كيف يمكن التحقق من جودة المُنتَجات المطبوعة بالطابعات ثلاثية الأبعاد؟
- ما فائدة اختبار النموذج الأوّلي المطبوع باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد في وقت مبكِّر؟



خطوات تنفيذ الدرس

> في البداية ناقِش الطلبة حول التحديات والصعوبات التي يتوقعونها عند تصميم المُنتَجات ثلاثية الأبعاد.

> بيِّن لهم أن تشخيص المشكلات وتصحيحها بصورة كاملة في وقت مبكِّر يوفِّر الوقت والتكلفة قبل التصنيع الرسمي للمُنتَج بمواد ذات تكلفة كبيرة.

> اشرح لهم أهمية إجراء الاختبار وضرورة التهيئة له، وبناء خطّة الاختبار قبل البدء فيه.

> اطلب منهم حل التمرين الثالث؛ للتحقق من فهمهم للفرق بين الطباعة ثلاثية الأبعاد، وأساليب التصنيع التقليدية.

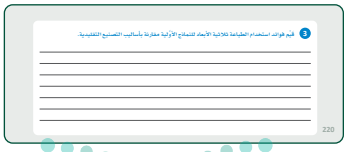
> بيِّن لهم النقاط الواجب مراعاتها عند بناء خطّة لاختبار المُنتَجات ثلاثية الأبعاد وهي: تحديد أهداف الاختبار، ووضع معايير الاختبار، وتحديد عمليات الاختبار، ثم تحديد موارد الاختبار، وإنشاء مُخطَّط زمني للاختبار، وأخيرًا إعداد تقرير للاختبار.

الفصل الثالث
الاختبار والتنقيح

اختبار وتنقيح مُنتَج مطبوع ثلاثي الأبعاد
Testing and Refining a 3D Printed Product

الاختبار Testing

التهيئة للاختبار



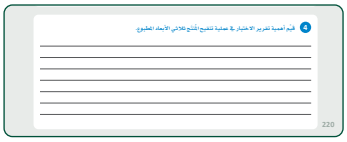
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

> وضِّح لهم كيفية إجراء الاختبار الافتراضي، واشرح ما يتضمَّنه ذلك الاختبار للطرف الصناعي وتمثيله من خلال المحاكاة.

> وجِّه الطلبة لحل التمرين الثاني؛ للتحقق من فهمهم لمعايير الاختبار.

> انتقل للاختبار الفعلي، واشرح لهم ما يتضمَّنه هذا النوع من الاختبارات، وذلك لتقييم أداء النوذج الأوَّلي وتحديد أي مشكلات تحتاج لمعالجة.

> اطلب منهم حل التمرين الرابع؛ للتحقق من فهمهم لأهمية تقرير الاختبار.



> انتقل إلى تنقيح المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد، ووضِّح للطلبة مراحل التنقيح وهي: صَّقل الأجزاء المطبوعة، وتحليل نتائج الاختبار، وتحديد تعديلات التصميم، وتعديلات التصميم المتكررة، والمراجعة والموافقة، ثم التوثيق.

> وجِّههم لحل التمرين الخامس؛ للتحقق من فهمهم لفعالية عملية التصميم التكراري.

> اطلب منهم حل التمرين السادس؛ للتحقق من معرفتهم بأهمية التوثيق في مرحلة توثيق المُنتَج.

تنقيح المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد Refining a 3D Printed Product

تُعدُّ مرحلة التنقيح في تطوير المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد خطوة حاسمة في هذه العملية. حيث تتم خلال هذه المرحلة مراجعة تصميم المُنتَج وتحسينه بناءً على التجربة الرحلة من عمليات الاختبار والتقييم، وغالبًا في سياق عرض مراحل تنقيح المُنتَج المطبوع

خطوات الأجزاء المطبوعة ثلاثية الأبعاد

تُعدُّ عملية صَقل الأجزاء المطبوعة ثلاثية الأبعاد خطوة مهمة خلال مرحلة التنقيح. حيث يمكنها أن تساعد بشكل كبير في الحصول على سطح أملس وجميل للمُنتَج النهائي. كما يمكن استخدام تقنيات مختلفة بناءً على المادة التي تم استخدامها للطباعة للمُنتَج وعلى مستوى التنقيح النهائي المطلوب. وتتضمن تلك التقنيات: الحشو والتجليخ والتلميع والطلاء الكيميائي. وتُعدُّ كل مهمة مناسبة لحد ما، استخدم تقنيات الطباعة ما يتوافق القيود الاقتصادي (SLM) . حيث يكون سطح المُنتَج في العادة خشنًا وحبيبيًا بسبب طبيعة العملية.

تحليل نتائج الاختبار

تشكل الخطوة الأولى في عملية تنقيح الطرف الصناعي ثلاثي الأبعاد هي تحليل نتائج الاختبار. وبالطبع، ذلك دون أخذ الملاحظات التي تم جمعها أثناء الاختبار بالحسبان. أي مؤشر أو مشكلات يجب معالجتها. على سبيل المثال، إذا لم يكن الطرف الصناعي مناسبًا أو مريحًا للمستخدم، فسيحتاج الفريق إلى تحديد أجزاء الطرف الصناعي التي تحتاج إلى تعديل أو إعادة تصميم. وتظهر هذه العملية في الشكل 3.66.

تحديد تعديلات التصميم

بناءً على تحليل نتائج الاختبار، سيحدد الفريق التعديلات المطلوبة في التصميم التي يجب إجراؤها على النموذج ثلاثي الأبعاد. ويُمكن أن تشمل هذه التعديلات إجراء تغييرات في أبعاد الطرف الصناعي، أو مساراته، أو المادة التي يُستخدم لإنشاءه، أو أي من عناصر التصميم الأخرى. على سبيل المثال، إذا كان الطرف الصناعي قليلاً جدًا، فقد يقوم الفريق بتعديل التصميم لتقليل الوزن مع الحفاظ على القوة والمتانة الضرورية له.

تعديلات التصميم المتكررة

يتضمن تحديد التعديلات على التصميم بتنفيذ تعديلات على النموذج ثلاثي الأبعاد. بذلك التعديلات، وطباعة نموذج أولي جديد للطرف الصناعي. سيكون الفريق بعد ذلك عملية الاختبار مع النموذج الأولي الجديد للتحقق من أن التغييرات عالجت المشكلات المحددة. ويُمكن تكرار هذه العملية عدة مرات حتى الوصول إلى التصميم النهائي للطرف الصناعي.

المراجعة والموافقة

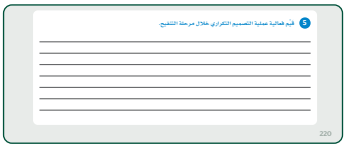
تتم مراجعة تصميم الأطراف الصناعية خلال مرحلة التنقيح من قبل فريق المختصين، بالعملية وأصحاب المصلحة، بما في ذلك أخصائيين والمهندسين والعملاء. ويتم جمع التعليقات وإجراء التغييرات لتأكد من أن الطرف الصناعي النهائي يلبي جميع المتطلبات. ويستمر الفريق في تم أجراء التصميم وتعديله حتى الوصول إلى الجودة المطلوبة واعتماده من قبل أصحاب المصلحة.

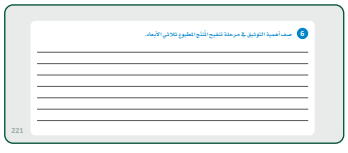
التوثيق

في النهاية، يقوم فريق التطوير بتوثيق جميع التعديلات التي تم إجراءها على التصميم، وكذلك نتائج الاختبارات للتأكد من أن الطرف الصناعي النهائي يلبي جميع المواصفات. ويُمكن أيضًا إنشاء وثائق بما في المستقبل. يُمكن أن تتضمن هذه الوثائق نماذج ثلاثية الأبعاد، ورسومات الاختبار، والمعلومات. الدعم حول عملية تصميم الأطراف الصناعية وتطويرها. ويُعدُّ التوثيق ضروريًا، لأنه يساعد في ضمان أن الطرف الصناعي النهائي يلبي باستمرار المتطلبات الأصلية وتوافق بشكل كبير مع مواصفات التصميم.

شكل 3.66: تحديد النموذج الأولي للأطراف الصناعية

216





> وضِّح للطلبة تنوّع الأدوات لاختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.

> ناقِشهم حول الأدوات المختلفة، وبيِّن لهم أن استخدام كل أداة يتم وفق احتياج المُنتَج المطبوع.

> اطلب منهم حل التمرين السابع؛ للتحقق من فهمهم لاستخدام مجهر المسح الإلكتروني.

أدوات اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد
Testing Tools for 3D Printed Products

برنامج تحليل العناصر المحدودة

يعاني برنامج تحليل العناصر المحدودة (FEA) ، بتوفير المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد تحت أحمال وضغوط محكمة. ويُمكن لهذا البرنامج تحديد المشكلات المحتملة ومجالات التحسين في تصميم المُنتَج قبل إجراء الاختبار الفعلي عليه.

الفرجار الرقمي

تُعدُّ الفرجارات الرقمية (Digital Calipers) أداة أساسية في قياس أبعاد المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن استخدامها لضمان مطابقة قياسات المُنتَج المطبوع للنموذج ثلاثي الأبعاد. ومطابقته للمواصفات المطلوبة.

جهاز اختبار مقاومة الشد

يُمكن جهاز اختبار مقاومة الشد (Tensile Testing Machine) اختبار قوة وسلامة المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن لهذا الجهاز تطبيق القوة على المُنتَج حتى يفهار أو ينكسر. مما يسمح للمزيل الاختبار بتحديد نقاط الضعف التي يجب معالجتها في التصميم.

جهاز الفحص بالأشعة السينية

يُمكن جهاز الفحص بالأشعة السينية (X-ray Machine) فحص الهيكل الداخلي للمُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن أن يساعد ذلك في تحديد العيوب التي قد لا تكون مرئية من الخارج.

جهاز اختبار خشونة السطح

يُمكن جهاز اختبار خشونة السطح (Surface Roughness Tester) قياس درجة ملمس السطح للمُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن أن يساعد ذلك في ضمان أن يكون المُنتَج سطح أملس يرضخل المواصفات المطلوبة.

مجهر المسح الإلكتروني

يُمكن استخدام مجهر المسح الإلكتروني (Scanning Electron Microscope) لفحص أسطح المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. على المستوى المجهر. ويُمكن أن يساعد هذا في تحديد العيوب الصغيرة جدًا التي لا يُمكن رؤيتها بالعين المجردة.

مقياس الطيف الضوئي

يُعدُّ مقياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer) أداة يمكنها قياس لون المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن أن يكون هذا مفيدًا، بشكل خاص للمُنتَجات التي تتطلب مطابقة ملونة للألوان. كالمُنتَجات الاستهلاكية أو إنشاء نماذج أولية.

اختبار اختراق الصبغة

يُعدُّ اختبار اختراق الصبغة (Dye Penetrant Testing) طريقة اختبار غير تدميرية تُستخدم لتحديد العيوب السطحية في المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويتم خلال المُنتَج بالصبغة التي يمكنها اختراق العيوب والشقوق السطحية. إن وجدت. ثم تتم بعد ذلك إزالة الصبغة الزائدة وإضافة مادة مانعة للتبر العيوب أو الشقوق على السطح.

آلة قياس الإحداثيات

آلة قياس الإحداثيات (Coordinate Measuring Machine - CMM) هي جهاز يُمكنه قياس أبعاد المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد بدقة. ويُمكن لهذه الآلة قياس طول المُنتَج وعرضه وارتفاعه وأبعاده الأخرى.

آلة اختبار التأثير

آلة اختبار التأثير (Impact Testing Machine) هي جهاز يُمكنه اختبار مقاومة المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد للصدمات وتحديد مدى قدرة الآلة على تحمل الصدمات على المُنتَج وقياس درجة متانته.

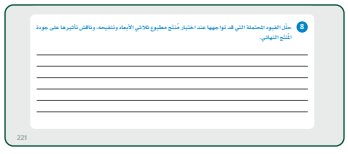
الاختبار بالموجات فوق الصوتية

الاختبار بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Testing) هو طريقة اختبار غير تدميرية تستخدم موجات صوتية عالية التردد لفحص الهيكل الداخلي للمُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد. ويُمكن لهذه الطريقة أن تساعد. بالتحديد. العيوب أو الشقوق الموجودة في الهيكل الداخلي للمُنتَج. والتي قد لا تكون ظاهرة من الخارج أو العيان.

217

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

- انتقل للقيود الشائعة عند اختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد، وبيِّن للطلبة أهمية تحديد القيود المحتملة أثناء عمليتَي الاختبار والتنقيح.
- بيِّن لهم القيود المختلفة وهي: قيود المادة، وقيود الطباعة، وتوافر مُعدَّات الاختبار، وقيود الوقت والميزانية، والخطأ البشري، وقيود المِلكية الفكرية.
- اطلب منهم حل التمرين الثامن؛ للتحقق من فهمهم للقيود المحتملة عند اختبار مُنتَج مطبوع ثلاثي الأبعاد، وتأثيرات القيود.
- اطلب منهم حل التمرين الأول؛ للتحقق من استيعابهم لمفاهيم الدرس.



- في نهاية الحصة، ألقِ الضوء على ما تعلَّمَه الطلبة في هذه الوحدة، واختبر مدى فهمهم لمصطلحاتها.
- وفي الختام يُمكنك تذكير الطلبة بمصطلحات الوحدة المهمة التي وردت في فهرس المصطلحات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تسمح الطباعة ثلاثية الأبعاد بإنشاء التصميم السريع للنماذج الأوَّلية.	✓	
2. تتضمَّن مرحلة التهيئة للاختبار الاختبار الفعلي للنموذج الأوَّلي. عادة ما تتضمَّن التخطيط للاختبارات نفسها.		✓
3. يجب وضع معايير واضحة للاختبار قبل بدء عملية الاختبار.	✓	
4. لا يُعدُّ وضع مُخطَّط زمني للاختبار أمرًا ضروريًا لعملية الاختبار الفعَّالة. من الضروري وجود عملية اختبار سلسة والمتابعة بشكل صحيح.		✓
5. لا يُمكن الاستعانة بأطراف أو خبراء خارجيين عند إجراء الاختبارات. تقوم العديد من الشركات في مختلف الصناعات بالاستعانة بأطراف أو خبراء خارجيين عند إجراء الاختبارات، وهو خيار صالح لاختبار النماذج الأوَّلية المطبوعة ثلاثية الأبعاد.		✓
6. تُعدُّ مرحلة تحليل النتائج أول خطوة في مرحلة تنقيح المُنتَج.	✓	
7. لا تُعدُّ التغييرات المتكررة على التصميم ضرورية عند تنقيح المُنتَج ثلاثي الأبعاد المطبوع. تُعدُّ جزءًا أساسيًا عند تنقيح المُنتَج.		✓
8. لا تُعدُّ التغذية الراجعة الواردة من الخبراء أو أصحاب المصلحة ضرورية في مرحلة التنقيح. التغذية الراجعة من أصحاب المصلحة هي مُدخَلات مهمة للغاية خلال مرحلة التنقيح.		✓
9. يُمكن استخدام غرف الاختبار البيئي لمحاكاة الظروف البيئية المختلفة لاختبار المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد.	✓	
10. لا توجد قيود على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من حيث حجم ودقة المُنتَج ودرجة وضوحه. تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لها قيود من حيث الحجم والدقة.		✓

2 وضِّح الغرض من وضع معايير للاختبار قبل إجرائه.

لابد أن يتم تجهيز خطّة للاختبار قبل البدء بتنفيذ أي اختبار، ويجب أن تُحدِّد هذه الخطّة الاختبارات والمعايير والمعلومات الأخرى المتعلقة بعملية الاختبار، كما يجب أن تُحدِّد الموارد اللازمة للاختبار، كالمواد والمعدَّات والموظفين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 9446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 قَيِّم فوائد استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد للنماذج الأوَّلية مقارنة بأساليب التصنيع التقليدية.

- السرعة: توفِّر الطباعة ثلاثية الأبعاد القدرة على إنتاج نموذج أو مُنتَج معيَّن في غضون ساعات أو حتى دقائق، وذلك مقارنة بأساليب التصنيع التقليدية التي قد تستغرق أيامًا أو أسابيع.
- القدرة على التخصيص: تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد التخصيص الشامل للمُنتَجات حسب الاحتياجات المحدَّدة، كما تسمح بتصنيع العديد من المُنتَجات في الموقع نفسه دون أي تكلفة إضافية.
- تصنيع المكوِّنات المعقَّدة: تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد إنشاء مجسّمات معقَّدة لا يمكن صنعها بأي بطريقة أخرى، وقد استخدَم المُصمِّمون والفنانون هذه الميزة بشكلٍ كبير، وكان لها تأثير كبير على التطبيقات الصناعية التي تهدف إلى إنتاج مُكوِّنات معقَّدة تكون أخفّ وأقوى من سابقاتها.

4 قَيِّم أهمية تقرير الاختبار في عملية تنقيح المُنتَج ثلاثي الأبعاد المطبوع.

ضمان الجودة: يوثق تقرير الاختبار نتائج الاختبارات المختلفة التي تم إجراؤها على المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد، مما يسمح بإجراء تقييم منهجي لأداء المُنتَج مقابل المتطلبات المحدَّدة، وهذا يضمن جودة المُنتَج ووظائفه، وهو أمر حيوي لضمان الجودة.

تحديد العيوب والمشكلات: يمكن تحديد كافة العيوب والمشكلات في المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد من خلال الاختبار، حيث يقدِّم التقرير سجلًّا مفصَّلًا له، مما يساعد فريق التصميم على فهم ما يحتاج إلى تنقيح أو تصحيح في التكرار التالي.

التحقق من صحة تغييرات التصميم: إذا تم إجراء تغييرات على تصميم المُنتَج، فإن تقرير الاختبار يقدِّم دليلًا على ما إذا كانت هذه التغييرات قد أدت إلى التحسينات المتوقَّعة أو تحتاج مزيدًا من التعديلات.

5 قَيِّم فعالية عملية التصميم التكراري خلال مرحلة التنقيح.

الابتكار والإبداع: الطبيعة التكرارية لهذه العملية تشجِّع التفكير الإبداعي؛ لأنها تسمح باستكشاف حلول التصميم المختلفة، مما يسمح للمهندسين بالإبداع وتجريب الأفكار المختلفة، كما يمكن تحديد أي مشكلات ومعالجتها في التكرارات اللاحقة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 صِف أهمية التوثيق في مرحلة تنقيح المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد.

- نقل المعرفة: إذا كان المشروع بحاجة إلى أن يتم تسليمه إلى فريق آخر أو إذا انضم أعضاء جُدد إلى المشروع، فإن التوثيق المُفصّل يجعل عملية الانتقال أكثر سلاسة، حيث يضمن عدم فقدان قرارات التصميم والتغييرات، مما يمكّن الأعضاء الجُدد من فهم الوضع الحالي للتصميم وتاريخه.
- الامتثال القانوني والتنظيمي: في العديد من الصناعات يُعدُّ التوثيق الشامل ضروريًا للامتثال للمعايير القانونية والتنظيمية، وقد يكون أيضًا مهمًا لطلبات براءة الاختراع، حيث يلزم وجود سجل مفصّل للتصميم وتطويره.
- مرجِع للمشاريع المستقبلية: يمكن أن يكون التوثيق لعمليات التصميم السابقة بمثابة موارد قيّمة للمشاريع المستقبلية، كما يمكنه تقديم رؤى وأن يكون بمثابة دروس مستفادة لتجنب أخطاء الماضي وتكرار النجاح.

7 اشرح كيف يُستخدم مجهر المسح الإلكتروني أثناء عملية تنقيح المُنتَج ثلاثي الأبعاد المطبوع.

يمكن استخدام مجهر المسح الإلكتروني لفحص أسطح المُنتَجات المطبوعة ثلاثية الأبعاد على المستوى المجهر، ويُمكن أن يساعد هذا في تحديد العيوب الصغيرة جدًا التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

8 حلِّل القيود المحتملة التي قد تواجهها عند اختبار مُنتَج مطبوع ثلاثي الأبعاد وتنقيحه، وناقش تأثيرها على جودة المُنتَج النهائي.

- قيود المادة: يؤثِّر نوع المواد المُستخدَمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد على جودة المُنتَج النهائي، فقد لا تناسب بعض المواد متطلبات مُنتَج معيَّن، أو قد يكون توافرها محدودًا أو مرتفع التكلفة.

- قيود الطباعة: تحدّ قيود التصميم المختلفة كالحجم والدقة ودرجة الوضوح من إمكانيات استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد للأغراض المختلفة، وقد تحدّ أيضًا من القدرة على استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لمُنتَجاتٍ معيَّنة ذات طبيعة معقَّدة.

- توافر مُعدَّات الاختبار: قد لا تُتاح بعض مُعدَّات الاختبار المطلوبة للاختبار الفيزيائي بسهولة، أو قد يكون الحصول عليها أو تشغيلها باهظ التكلفة، ومن المحتمل أن يقيِّد هذا الأمر طبيعة الاختبارات التي يُمكن إجراؤها، كما قد يؤدي إلى نتائج اختبار ناقصة أو غير دقيقة.

- قيود الوقت والميزانية: يُمكن أن يستغرق اختبار المُنتَج المطبوع ثلاثي الأبعاد وتنقيحه وقتًا طويلًا وكذلك تكلفة عالية، ويُمكن لمحدودية الوقت أو الميزانية تقييد عدد الاختبارات التي يمكن إجراؤها، وأنواعها، وبالتالي الحصول على نتائج اختبار ناقصة أو على مُنتَج نهائي لم يتم اختباره بالشكل الكافي.

- الخطأ البشري: يُمكن أن تؤدي الأخطاء البشرية أثناء عمليات الاختبار والتنقيح إلى جمع أو تحليل البيانات بشكلٍ غير دقيق، ومن هنا تنبع أهمية وجود الموظفين المهَرة الذين تلقوا التدريب الكافي لإجراء الاختبار والتحليل، وذلك لتقليل مخاطر الخطأ البشري.

- قيود المِلكية الفكرية: قد تتطلب عملية التنقيح التعاون مع الخبراء وأصحاب المصلحة الآخرين، بما في ذلك المُصمِّمين والمهندسين والعملاء. يُمكن أن يؤدي ذلك إلى إنشاء قيود على الملكية الفكرية لبعض المُكوِّنات أو التصميمات مثلًا، مما يوجب إدارة هذه العملية بعناية لحماية مصالح جميع الأطراف المعنية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

المشروع

أهداف المشروع:

- إنشاء قاعدة (حامل) وثقبها.
- إنشاء ترس أسطواني منحني.
- طباعة الترس والقاعدة لإنشاء جهاز سبيروجراف.

- قسِّم الطلبة لمجموعات متكافئة، واطلب منهم تخطيط المشروع قبل البدء فيه.
- وجِّههم للرجوع للمفاهيم النظرية والخطوات العملية في الوحدة عند الحاجة.
- ضع معايير مناسبة لتقييم أعمال الطلبة في المشروع، وتأكّد من فهمهم لمتطلبات المشروع.
- يمكنك الاسترشاد بمعايير تقييم المشاريع الواردة في الدليل العام.
- قيِّمهم وَفْقَ معايير التقييم، وقدِّم لهم التغذية الراجعة للوصول لأفضل نتيجة.
- أخيرًا، حدِّد موعد تسليم المشروع ومناقشة أعمال المجموعات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

سُلّم التقدير

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
المهارة: إنشاء قاعدة (حامل) وثقبها	لم يصمِّم القاعدة.	صمَّمَ بعض أجزاء القاعدة، ولم يثقبها.	أكمَلَ تصميم القاعدة، ولم يثقبها.	أكمَلَ تصميم القاعدة، وثقبها.
المهارة: إنشاء ترس أسطواني منحني	لم يصمِّم الترس.	صمَّمَ بعض أجزاء الترس، ولم يثقبه.	أكمَلَ تصميم الترس، ولم يثقبه.	أكمَلَ تصميم الترس، وثقبه.
المهارة: طباعة الترس والقاعدة لإنشاء جهاز سبيروجراف	لم يطبع الترس والقاعدة.	طَبعَ الترس أو القاعدة، ولم يُكمل جهاز سبيروجراف.	أكمَلَ طباعة الترس والقاعدة، ولم يُكمل جهاز سبيروجراف.	أكمَلَ طباعة الترس والقاعدة، وأكمَلَ تركيب جهاز سبيروجراف.

تلميح: محكات المهارات تُعدُّ أساسية لاستيفاء أهداف المشروع بينما يمكن للمعلّم استخدام محكات (التفكير الناقد/ الإبداع/ العمل مع الآخرين/ العرض) حسب ما يراه مناسب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
التفكير الناقد	لا يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة، وينظر لها بشكلٍ سطحي، ويقبل المعلومات من غير تقييم لمصداقيتها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة. يحاول دمج المعلومات التي تم جمعها. يدرك أهمية مصداقية المعلومات لكن لا يتخذ إجراءات للتأكد من ذلك.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد بعض الجوانب لما يجب معرفته وطرح الأسئلة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها.	يظهر فهمًا للمشكلة أو أهداف المهمة من خلال تحديد ما يجب معرفته، وطرح الأسئلة حسب الحاجة والنظر في وجهات النظر المختلفة. يدمج المعلومات التي تم جمعها ويقيم مصداقيتها، ويميز بين الحقيقة والرأي. يقيم الحجج من خلال تقييم الأدلة الداعمة لها. ويبرر سبب القبول أو الرفض وفق معايير محددة وواضحة.
الإبداع	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي لا ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار التي قد ترتبط بالمشكلة أو أهداف المهمة. المنتج نسخة لأمثلة أو إجابات نموذجية سابقة أو يتضمن توظيف أكثر من طريقة معروفة مسبقًا.	يولد عددًا محدودًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة. يتضمن المنتج بعض الجوانب المبتكرة، ويتصف بالفائدة العملية.	يولد عددًا من الأفكار ذات الصلة المباشرة بالمشكلة أو أهداف المهمة، ويستخدمها لتطوير حل للمشكلة أو تحقيق أهداف المهمة. يتصف المنتج بالأصالة والابتكار والفائدة العملية.
العمل مع الآخرين	غير مستعد للعمل والتعاون مع الآخرين، لا يشارك في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم ببعض المهام في المشروع ويتعاون مع الفريق، ولكن قد لا يساهم بنشاط في حل المشكلات أو طرح الأسئلة أو المناقشات.	يقوم بأداء مهامه في المشروع، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات، ويعطي ملاحظات لمساعدة الفريق.	يقوم بأداء مهامه في المشروع ويكملها في الوقت المحدد، يتعاون مع الفريق ويساهم في حل المشكلات وطرح الأسئلة والمناقشات بناءً على الأدلة، ويعطي ملاحظات بناءة لمساعدة الفريق وتحسين العمل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024

المستويات / المحكات	ضعيف	جيد	جيد جدًا	متميز
العرض	لا يفي بمتطلبات ما يجب تضمينه في العرض، لا يقدم معلومات واضحة، يستخدم أسلوبًا غير مناسب لأهداف المهمة والجمهور.	يلبي بعض المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة)، يقدم بعض المعلومات الواضحة، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا نوعًا ما لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بمعظم المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة)، يقدم المعلومات بوضوح، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.	يفي بجميع المتطلبات لما يجب تضمينه في العرض التقديمي (توجد مقدمة وخاتمة واضحة ومثيرة للاهتمام، ينظم الوقت بشكلٍ جيد)، يقدم جميع المعلومات بوضوح ودقة وفق تسلسل منطقي، ويستخدم أسلوبًا مناسبًا لأهداف المهمة والجمهور.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

رقم الإيداع : ١٤٤٥/١١٤٠
ردمك : ٢-٥٥٨-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

التعليمية
TALEMIA

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الاسم : .....

المدرسة : .....