

1. مبادئ التصميم الهندسي

سيتعرف الطالب في هذه الوحدة على مبادئ التصميم الهندسي وفرص العمل المتاحة في هذا المجال، ثم سيتعرف على القياسات الأساسية وخصائص المواد المستخدمة في التصميم الهندسي، كما سيحلل الطالب دورة حياة المنتج وسيتعرف على الجوانب الفنية لإدارة المشروع، وفي الختام سيطبق الطالب ما تعلمه لإنشاء خطة مشروع بهدف تطوير منتج معين.

أهداف التعلم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على أن:

- < يوضح المقصود بالتصميم الهندسي.
- < يحدد الأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي.
- < يعرف التفكير التصميمي.
- < يميز بين استراتيجيات التصميم المختلفة.
- < يفسر القياسات في مشاريع التصميم الهندسي.
- < يوضح كيفية اختيار المواد في المشاريع.
- < يصنف الأنواع المختلفة لخصائص المواد.
- < يوضح المقصود بدورة حياة المنتج ومراحلها.
- < يحدد عمليات هندسة المنتج وأفضل الممارسات.
- < يحلل عمليات وتقنيات إدارة دورة حياة المنتج.
- < يفسر المقصود بهرم نظم الإنتاج.
- < يعرف المقصود بإدارة المشاريع.
- < يحدد الخصائص التقنية التي يجب على مدير المشروع مراعاتها.
- < ينشئ خطة إدارة مشروع لتطوير منتج تصميم هندسي.

الأدوات

- < قانت بروجكت (GanttProject)



الدرس الأول مقدمة في التصميم الهندسي

ما التصميم الهندسي؟

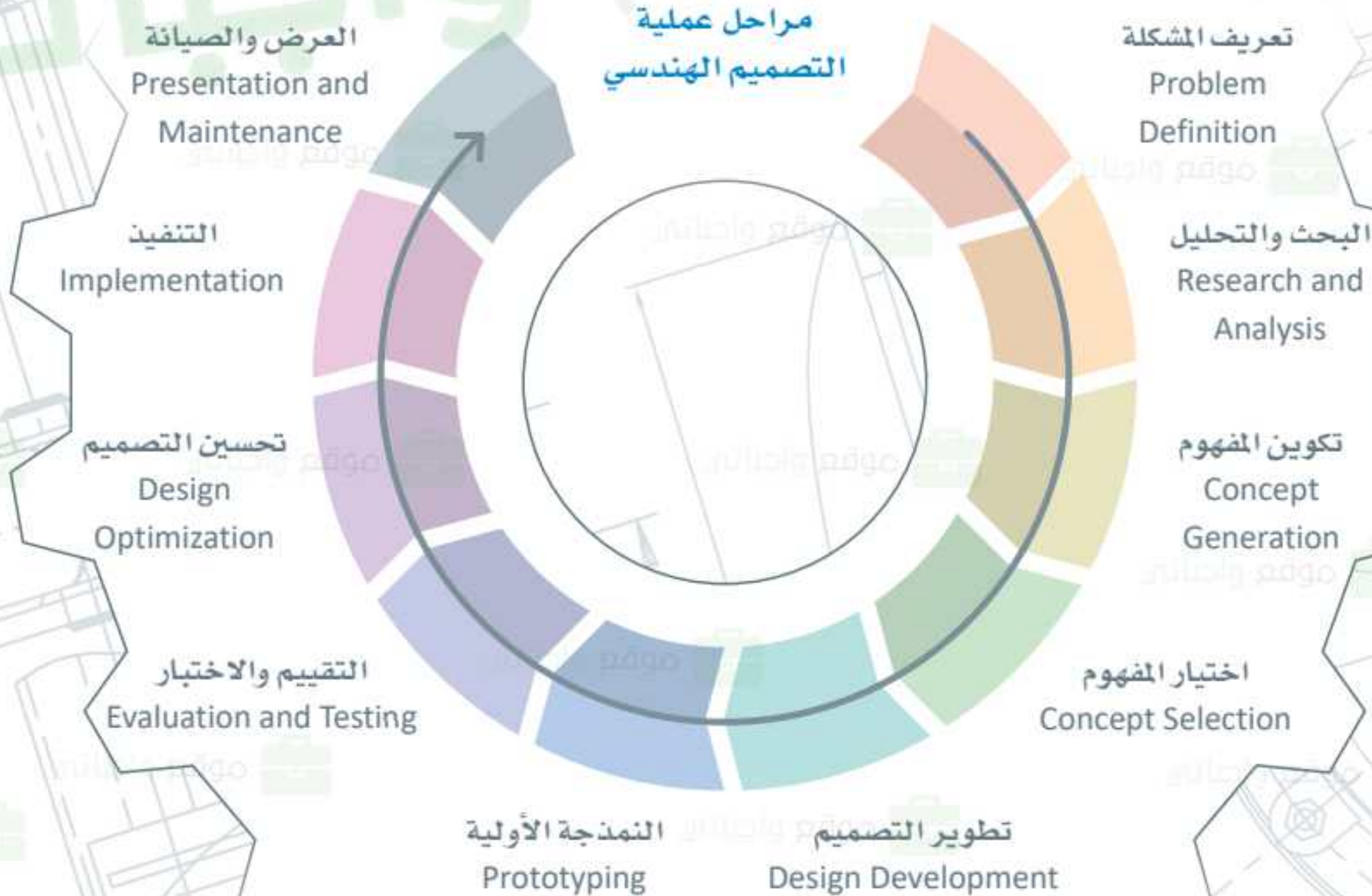
What is Engineering Design

يتضمن التصميم الهندسي إنشاء نظام أو مُكوّن أو عملية لتلبية احتياجات محدّدة، فهو عملية تنطوي على التوظيف الإبداعي للمبادئ العلمية والتحليل الرياضي من أجل تصميم وتطوير وتحسين حلول تلبي الاحتياجات لمشكلة أو مُهمّة معينة مع أخذ القيود المحدّدة في هذا الإطار في الاعتبار. تتضمن عملية التصميم غالباً إنشاء نماذج أولية متكررة وإجراء اختبارات وعمليات تحسينية، كما تتضمن التعاون بين المهندسين والعلماء وأصحاب المصلحة، وتتناول هذه العملية أيضاً قيام المهندسين بالتعرف على مشكلة معينة، ومن خلال سلسلة من الخطوات والعمليات، يقومون بتطوير حل يُمكن إنتاجه واختباره واستخدامه.

تُشير مراحل التصميم الهندسي إلى الخطوات التدريجية المتتالية التي يتبعها مهندسو العمليات عند تطوير نظام أو مُكوّن أو عملية جديدة، مع العلم أنه قد تختلف المراحل المحدّدة لعملية التصميم اعتماداً على المشروع والضبط الهندسي المطلوب، ولكن العديد من عمليات التصميم الهندسي تتضمن المراحل التالية:

عملية التصميم (Design Process)

إن عملية التصميم هي نهج مُنظّم لحل مشكلة، أو تطوير نظام، أو مُكوّن أو عملية جديدة، وتتكون هذه العملية من سلسلة من الخطوات التي يتبعها المهندسون أو المصمّمون لنقل المشروع من المفهوم الأولي إلى التنفيذ النهائي.



شكل 1.1: مراحل عملية التصميم الهندسي

مراحل عملية التصميم الهندسي Stages of the Engineering Design Process

- 1. تعريف المشكلة**
تحديد وتعريف المشكلة أو الحاجة التي سيعالجها التصميم بشكل 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 والمحتملة للتصميم.
- 4. اختيار المفهوم**
تقييم أفضل مفهوم، واختياره بناءً على معايير الجدوى والتكلفة والأداء.
- 5. تطوير التصميم**
تطوير المواصفات والخطط التفصيلية للفكرة المحددة، بما في ذلك المخططات والنماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- 6. النمذجة الأولية**
بناء نماذج واقعية أو افتراضية للتصميم، وتصنيعها.
- 7. التقييم والاختبار**
تقييم النموذج الأولي 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.



تجدر الإشارة إلى أن عملية التصميم غالباً ما تكون تكرارية، حيث يرجع المهندسون إلى المراحل السابقة لإجراء التغييرات والتعديلات حسب الحاجة، مما يؤدي إلى إنشاء تصميم أفضل وأكثر قوة.

الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي Job Roles in Engineering Design

تختلف الأدوار الوظيفية في التصميم الهندسي حسب المجال المحدد والمراحل المختلفة في عملية التصميم، وتشمل بعض الأدوار الوظيفية الشائعة ما يلي:

مهندس تصميم

وهو المسؤول عن إنشاء تصاميم ومُنْتَجَات وأنظمة جديدة، وتطويرها، حيث يستخدم المعرفة والمبادئ الهندسية لإنشاء تصاميم جديدة فعالة وعملية وآمنة.

مهندس مشروع

وهو المسؤول عن إدارة تصميم مشروع معين، وتطويره، حيث يعمل مع المصممين والمهندسين الآخرين لضمان اكتمال المشروع في وقته المحدد، وضمان حدود الميزانية والمواصفات المطلوبة.

مهندس نُظْم

وهو المسؤول عن التصميم الشامل للأنظمة المعقدة وتكاملها، حيث يعمل مع المهندسين والمصممين الآخرين للتأكد من عمل جميع المكونات والأنظمة الفرعية معاً بفعالية وكفاءة.

مهندس باحث

وهو المسؤول عن إجراء البحث والتطوير لتحسين المُنْتَجَات والأنظمة الحالية، أو تطوير مُنْتَجَات وأنظمة جديدة، كما يُعدُّ مسؤولاً عن جمع البيانات وتحليلها واختبار التصاميم الجديدة وتطوير تقنيات جديدة.

مهندس تصنيع

وهو المسؤول عن تصميم عمليات التصنيع الجديدة، والأجهزة والأدوات وتطويرها، حيث يشمل عمله ضمان أن عملية الإنتاج تتسم بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة، وأن بإمكانها إنتاج مُنْتَجَات عالية الجودة.

مهندس جودة

يضمن مهندس الجودة أن التصميم يُلبّي معايير الجودة والمواصفات، ويعمل مع المهندسين والمصممين الآخرين على تحديد المشكلات، وحلّها وتنفيذ ضوابط الجودة في عملية التصميم.

مهندس التصميم بمساعدة الحاسب

يقوم مهندس التصميم بمساعدة الحاسب (Computer-Aided Design – CAD) بإنشاء وصيانة المخططات الفنية التفصيلية للتصميم، والنماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد، والمواصفات الخاصة بالتصميم باستخدام برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD)، كما يتعاون مهندس التصميم بمساعدة الحاسب مع مهندسي التصميم والمشاريع لإنشاء المخططات والنماذج الفنية، وتحديثها.

مهندس الاختبار والتقييم

يُعدُّ مهندس الاختبار والتقييم مسؤولاً عن اختبار التصميم وتقييمه؛ للتأكد من تلبية معايير الأداء والسلامة والموثوقية المطلوبة، حيث يُجري مهندس الاختبار التحليلات والاختبارات على التصميم، ويُقدِّم التغذية الراجعة إلى فريق التصميم لإجراء أي تحسينات ضرورية.

تتضمن عملية التصميم الهندسي العديد من الأدوار الوظيفية الأخرى إلى جانب الأدوار المذكورة هنا، ويمكن أن تختلف الأدوار والمسؤوليات الدقيقة حسب نطاق المشروع والمؤسسة.

التفكير التصميمي Design Thinking

التفكير التصميمي هو نهج يُستخدم لحل مشكلات التصميم الهندسي؛ لتلبية حاجات المستخدم وبناء النماذج الأولية السريعة، ويُعد التفكير التصميمي بمثابة عملية تصميم تتمحور حول المستخدم، وتساعد في إنشاء حلول مبتكرة وفعالة من خلال فهم احتياجات المستخدمين ورغباتهم والقيود المحيطة بالاستخدام، وتتضمن عملية التفكير التصميمي عادةً المراحل التالية:

الفهم

فهم احتياجات المستخدم 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 المستخدم.

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 المتولدة في مرحلة التفكير.

الاختبار

اختبار النماذج الأولية مع المستخدمين، وجمع التعليقات لتحسين التصميم بشكل متكرر.

التفكير التصميمي عملية مرنة وقابلة للتكيف، تسمح بالتكرار والتحسين في أي مرحلة من مراحل عملية التصميم، مع إمكانية عمل التجارب والتكرار وتصميم النماذج الأولية السريعة، مما يسمح لفرق العمل باختبار الافتراضات والتحقق منها، وجمع التغذية الراجعة، وإجراء التعديلات اللازمة. إن التفكير التصميمي عملية تعاونية تتضمن فريقاً متعدد التخصصات من المصممين والمهندسين والباحثين وأصحاب المصلحة الذين يعملون معاً لإنشاء حلول تلبي احتياجات المستخدمين.

يُستخدم التفكير التصميمي على نطاق واسع في عمليات التصميم الهندسي مما يساعد فرق العمل على إنشاء حلول مبتكرة مركزة على المستخدم لتلبية احتياجات المستخدمين وتشجيع الإبداع والتجريب.

استراتيجيات التصميم Design Strategies

اعتمادًا على متطلبات واحتياجات كل مشروع، يمكن اتباع استراتيجيات تصميم مختلفة عند تطوير حل التصميم الهندسي، حيث تتبع كل استراتيجية تصميم عملية محدّدة.

التصميم الخطي Linear Design



شكل 1.2: التصميم الخطي في صناعة السيارات

عملية التصميم الخطي هي نهج متدرّج يتضمن 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 محدّدة والحل متاح وفق متطلبات ثابتة، ومن الأمثلة على ذلك عملية تصميم الجسور، حيث يجب إكمال كل مرحلة من مراحل العملية الخطية قبل الانتقال إلى المرحلة التالية، دون وجود فرص حقيقية للتكرار أو لإجراء تغييرات على التصميم بمجرد بدء الإنشاء.

تُعدُّ عملية التصميم الخطي أقل مرونة من عمليات التصميم الحديثة مثل: التصميم الرشيق، والتصميم المرتكز حول المستخدم، والتفكير التصميمي والتي تتيح التكرارية وتسمح بالاختبار والتغذية الراجعة بشكل متكرر.

التصميم التكراري Iterative Design

يُعدُّ التصميم التكراري بمثابة عملية صقل وتحسين مستمرة، حيث يتم تكرار الخطوات للحصول على تصميم أفضل، ويسمح في هذا النوع بالتغذية الراجعة والتكرار في كل خطوة وفق عملية دورية بطبيعتها، ومن الأمثلة على التصميم التكراري تطوير طائرة دون طيار، حيث يتم تكرار كل خطوة بدءًا من تحديد المشكلة إلى النماذج الأولية والاختبار، وذلك حتى تصبح الطائرة دون طيار جاهزة للتسويق، مع الاستعانة بالتغذية الراجعة من المستخدمين لتحسين تصميمها بشكل مستمر. يُعدُّ التصميم التكراري أكثر مرونة من التصميم الخطي، حيث يتيح جمع التغذية الراجعة والقيام بتغييرات متكررة، ويُستخدم بشكل شائع في التطوير الرشيق (Agile Development) والتصميم المرتكز على المستخدم، والتفكير التصميمي.



شكل 1.3: اختبار الجودة أثناء تصنيع المنتج

التصميم الشامل Inclusive Design

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



شكل 1.4: توفير رصيف منحدر مُخصّص يمكن استخدامه من قبل الأشخاص ذوي الإعاقة الجسدية في وسائل النقل العام

يشارك في التصميم الشامل العديد من المستخدمين وأصحاب المصلحة ضمن عملية تصميم تكرارية محورها المستخدم أو الإنسان، مما يعزّز الاندماج الاجتماعي، وينشئ حلولًا يمكن الوصول إليها من قبل المستخدمين ذوي القدرات أو الخلفيات المتنوعة.

التصميم المرتكز على المستخدم User-Centered Design

يتضمن التصميم المرتكز على المستخدم (User-Centered Design - UCD) فهم احتياجات المستخدم ومعالجتها من خلال الفهم والبحث والتصميم التكراري، وتبدأ عملية التصميم المرتكز على المستخدم بجمع البيانات حول احتياجات المستخدم لتوظيفها في عملية التصميم التي تشمل فهم شخصيات المستخدمين، وسلوكهم، ثم اختبار مفاهيم التصميم معهم، واستخدام التغذية الراجعة لتحسين التصميم بشكل متكرر.

من الأمثلة على هذه العملية: تطوير السيارة، حيث يقوم المصممون بإجراء الأبحاث على المستخدمين لفهم احتياجات السائقين والركاب، ثم تطوير ميزات سهلة الاستخدام مثل: أدوات التحكم البسيطة، والمقاعد القابلة للتعديل، وأنظمة التحكم في درجة الحرارة لتلبية احتياجاتهم.



شكل 1.5: عجلة قيادة فورمولا 1 مثال مميز للتصميم المرتكز على المستخدم

التصميم المستدام Sustainable Design

التصميم المستدام هو نهج تكراري متعدد المجالات يهدف إلى إنشاء حلول صديقة للبيئة وعالية الكفاءة في استخدام الموارد، ويتضمن هذا التصميم عملية تقييم الأثر البيئي للتصميم، والبحث عن فرص الاستخدام الفعال للموارد، وفحص دورة حياة التصميم بدءاً من مصادر المواد المستخدمة إلى التخلص منها في نهاية عمرها الافتراضي. يُعدُّ تطوير مصباح يدوي يعمل بالطاقة الشمسية من أمثلة التصميم المستدام لمنتج مادي، وذلك باعتباره يستخدم إحدى مصادر الطاقة المتجددة التي تساهم في الحد من النفايات والتلوث، وتُعزّز استخدام الموارد بكفاءة.



شكل 1.6: مُنتجات مصنوعة من ورق الكرافت الصديق للبيئة

التصميم المريح Ergonomic Design

يُركّز التصميم المريح على إنشاء مُنتجات وبيئات مُحسّنة تهدف لراحة المستخدمين وسلامتهم وزيادة كفاءتهم، وتتضمن عملية التصميم المريح تقييم المتطلبات المادية والمعرفية للمهام وللمستخدمين، وتحديد فرص التحسين، ودمج الميزات القابلة للتعديل والتخصيص. تُعدُّ فأرة جهاز الحاسب مثالاً على التصميم الناجح المرتكز على المستخدم، حيث تم تطويرها لاستبدال أوامر لوحة المفاتيح الأقل كفاءة، وتم تصميمها وفق حركة اليد الطبيعية للمستخدم من أجل سهولة الاستخدام.



شكل 1.7: كرسي خشبي عصري ذو تصميم مريح

تمرينات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
☒	☐	1. يعتمد التصميم الهندسي حصراً على التحليل الرياضي.
☐	☒	يعتمد التصميم الهندسي على التحليل الفيزيائي أيضاً.
☒	☐	2. تتبع مرحلة تطوير النماذج الأولية مرحلة توليد الأفكار الأولية في التصميم.
☒	☐	3. لا يُمكن تحسين مشروع التصميم الهندسي بعد اكتماله.
☐	☒	التحسين هو جزء أساسي من عملية التصميم الهندسي.
☐	☒	4. يركّز مهندسو النظم على التواصل والتعاون في التطوير مع فرق العمل الأخرى.
☐	☒	5. يراعي التفكير التصميمي تنوع احتياجات المستخدمين المختلفين.
☒	☐	6. لا يشارك أصحاب المصلحة في عملية التفكير التصميمي.
☒	☐	يقدم أصحاب المصلحة مدخلات وتعليقات قيّمة أثناء عملية التصميم الهندسي.
☒	☐	7. يعتمد التصميم الخطّي على خطوات عمل رشيقة (Agile).
☐	☒	خطوات العمل الرشيقة ليست خطية.
☐	☒	8. يولي التصميم الشامل اهتماماً كبيراً بمرحلة بحث وتحليل المشروع.
☒	☐	9. يُستخدم التصميم المرتكز على المستخدم بشكل حصري في مشاريع التصميم الهندسي.
☐	☒	يتم استخدام التصميم المرتكز على المستخدم في مشاريع إبداعية أخرى أيضاً، مثل تطوير مواقع الويب.
☐	☒	10. يركّز التصميم المريح بشكل كبير على قدرات المستخدمين المعرفية والجسدية.

2

وضّح المقصود بالتصميم الهندسي.

يتضمن التصميم الهندسي إنشاء نظام أو مُكوّن أو عملية لتلبية احتياجات محدّدة، فهو عملية تنطوي على التوظيف الإبداعي للمبادئ العلمية والتحليل الرياضي من أجل تصميم وتطوير وتحسين حلول تلبي الاحتياجات لمشكلة أو مُهمّة معينة مع أخذ القيود المحدّدة في هذا الإطار في الاعتبار.

1. تعريف المشكلة: تحديد وتعريف المشكلة أو الحاجة التي سيعالجها التصميم بشكل 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 والمحتملة للتصميم.
4. اختيار المفهوم: تقييم أفضل مفهوم، واختياره بناءً على معايير الجدوى والتكلفة والأداء.
5. تطوير التصميم: تطوير المواصفات والخطط التفصيلية للفكرة المحددة، بما في ذلك المخططات والنماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد.
6. النمذجة الأولية: بناء نماذج واقعية أو افتراضية للتصميم، وتصنيعها.
7. التقييم والاختبار: تقييم النموذج الأولي 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 عدد الأدوار الوظيفية المختلفة في التصميم الهندسي مع توضيح كل منها.

4

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

5 ضَع قائمة بمراحل عملية التفكير التصميمي.

- الفهم: فهم احتياجات المستخدم 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 المستخدم.
- 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 المتولدة في مرحلة التفكير.
- الاختبار: اختبار النماذج الأولية مع المستخدمين، وجمع التعليقات لتحسين التصميم بشكل متكرر.

6 قارن بين استراتيجيات التصميم الخطي والتصميم التكراري.

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

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

يشارك في التصميم الشامل العديد من المستخدمين وأصحاب المصلحة ضمن عملية تصميم تكرارية محورها المستخدم أو الإنسان، مما يعزز الاندماج الاجتماعي، وينشئ حلولاً يمكن الوصول إليها من قبل المستخدمين ذوي القدرات أو الخلفيات المتنوعة.

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

يتضمن التصميم المرتكز على المستخدم (UCD) فهم احتياجات المستخدم ومعالجتها من خلال الفهم والبحث والتصميم التكراري، وتبدأ عملية التصميم المرتكز على المستخدم بجمع البيانات حول احتياجات المستخدم لتوظيفها في عملية التصميم التي تشمل فهم شخصيات المستخدمين، وسلوكهم، ثم اختبار مفاهيم التصميم معهم، واستخدام التغذية الراجعة لتحسين التصميم بشكل 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، ويتضمن هذا التصميم عملية تقييم الأثر البيئي للتصميم، والبحث عن فرص الاستخدام الفعال للموارد، وفحص دورة حياة التصميم بدءاً من مصادر المواد المستخدمة إلى التخلص منها في نهاية عمرها الافتراضي.



الدرس الثاني القياسات والمواد

مقدمة في القياسات في التصميم الهندسي

Introduction to Measurements in Engineering Design

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

جدول 1.1: وحدات القياس الشائعة المستخدمة في الهندسة

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

من المهم ملاحظة الاختلاف في استخدام الوحدات بين الدول والصناعات المختلفة حول العالم، وأن بعض الوحدات أكثر ملاءمة لتطبيق معين 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. يمكن لسياق المشكلة أو التطبيق تحديد الوحدة الأمثل للاستخدام، فعلى سبيل المثال تُستخدم الدرجة المئوية بشكل أكثر شيوعاً 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



عند التعامل بوحدات القياس، لا يستخدم المهندسون وحدات القياس بصورة مستقلة، بل يستخدمون مضاعفاتها الرئيسية والفرعية، فعلى سبيل المثال تُستخدم وحدات المليمتر أو النانومتر لقياس المسافات الصغيرة نسبياً. يوضح الجدول 1.2 المضاعفات الرئيسية والفرعية الأكثر استخداماً مع النظام الدولي للوحدات.

جدول 1.2: المضاعفات الرئيسية والفرعية الأكثر استخداماً في النظام الدولي للوحدات

البادئة	Exa	Peta	Tera	Giga	Mega	Kilo	Hecto	Deca	Deci	Centi	Milli	Micro	Nano	Pico
الرمز	E	P	T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p
معامل الضرب (10^n)	18	15	12	9	6	3	2	1	-1	-2	-3	-6	-9	-12

استخدام القياسات في التصميم الهندسي Using Measurements in Engineering Design

يستخدم المهندسون مجموعة من الحسابات اليدوية والبرامج الحاسوبية المتخصصة لإجراء القياسات والعمليات الحسابية في عملية التصميم، وعلى الرغم من أنه يمكن إجراء بعض الحسابات يدوياً، إلا أن العديد منها يتسم بالتعقيد ويتطلب أدوات برمجية متخصصة لتنفيذها بكفاءة ودقة. على سبيل المثال، تُستخدم برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) على نطاق واسع في الهندسة لإنشاء نماذج تفصيلية ومحاكاة الأنظمة الهندسية والتي يمكن استخدامها لتحليل أدائها وتحسينه، كما يُستخدم برنامج تحليل العناصر المحدودة (Finite Element Analysis - FEA) على نطاق واسع لمحاكاة استجابة الهياكل والمواد لمختلف الأحمال والظروف. يمكن لأدوات البرامج هذه أتمتة العديد من العمليات الحسابية، وتوفير رسومات للأنظمة المعقدة، وإجراء عمليات محاكاة لمساعدة المهندسين على تحسين تصميم مُنتج أو نظام، ويعتمد المهندسون على هذه الأدوات لإجراء حسابات دقيقة وفعالة، حيث يُعد ذلك أمراً بالغ الأهمية لعملية التصميم.

تجدر الإشارة إلى أن استخدام قياسات دقيقة وثابتة ومُحددة يُعد جانباً مهماً من جوانب التصميم الهندسي؛ لأثره الكبير على نجاح المشروع أو المُنتج، ومع ذلك يجب مراعاة بعض الاعتبارات عند التعامل مع القياسات مثل: أخطاء القياس وعدم التأكد من معايرة الأدوات قبل استخدامها في القياسات، وتداخلات الظروف البيئية وتأثيرها على عمليات القياس، حيث يجب على المهندسين الانتباه إلى هذه الاعتبارات واستخدام الأدوات والتقنيات المناسبة لضمان الحصول على قياسات دقيقة وموثوقة، فعلى سبيل المثال: الميزان المنزلي ذو سعة 100 كجم ونسبة خطأ 1% قد يُعطي قراءة خاطئة للوزن بمقدار 1 كجم، ويوضح الجدول 1.3 مزايا واعتبارات استخدام قياسات مُحددة في مشروع تصميم هندسي.

جدول 1.3: مزايا واعتبارات استخدام قياسات دقيقة

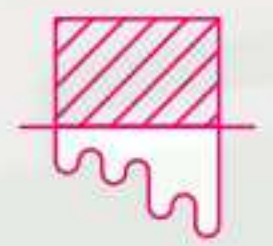
المزايا	الاعتبارات
تسمح بالتوصيف المُحكم والدقيق للمُكونات والأنظمة.	يجب اختيار وحدات القياس بعناية ومراعاة اتساقها طوال عملية التصميم.
تساعد في تمييز قيود التصميم ومتطلباته، وتحديدتها.	يجب مراعاة نسبة الخطأ وعدم التيقن في القياس وتقليلها.
تُمكن من تحليل أداء التصميم وتحسينه.	يجب معايرة معدات وتقنيات القياس وصيانتها بشكل صحيح.
تُسهّل التواصل بين أعضاء فريق التصميم والتعاون بينهم.	قد تتطلب الأنظمة المعقدة أنواعاً متعددة من القياسات والأدوات المتخصصة.
تتيح استخدام برامج التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) وبرامج المحاكاة لتحليل التصميم وتحسينه.	يجب إجراء القياسات في بيئة مناسبة وتحت ظروف خاضعة للرقابة.

مقدمة في مواد التصميم الهندسي

Introduction to Materials in Engineering Design

تلعب خصائص المواد دوراً خاصاً ومهماً في التصميم الهندسي، ويتمثل ذلك في تحديد أداء وملاءمة مادة معينة لتطبيق معين، ويُعد اختيار المواد خطوة حاسمة في التصميم الهندسي؛ حيث يأخذ المهندسون بالاعتبار خصائص المواد لتحديد أفضلها للتطبيق والتصميم المعينين، ويوضح الجدول 1.4 الاعتبارات الأكثر شيوعاً للمهندسين عند اختيارهم لمواد المشاريع.

جدول 1.4: اعتبارات عند اختيار المواد

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

أنواع خصائص المواد Types of Material Properties

الخصائص الميكانيكية

تُحدّد الخصائص الميكانيكية سلوك المادة عند تعرضها لقوى خارجية، ويوضّح الجدول 1.5 الخصائص الميكانيكية الأكثر شيوعاً للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.5: الخصائص الميكانيكية للمواد

الوصف	الخاصية
مقياس مقاومة المادة للتشوه المرن عند التعرض للقوة.	معامل يونغ (Young's Modulus) أو معامل المرونة (Elastic Modulus)
مقياس مقاومة المادة للانكسار عند التعرض لقوة الشّد.	مقاومة الشّد (Tensile Strength)
الإجهاد الذي تبدأ عنده المادة في التشوه بصورة دائمة.	مقاومة الخضوع للمادة (Yield Strength)
قياس قدرة المادة على تحمّل دورات الأحمال المتكررة.	مقاومة الإجهاد (Fatigue Strength)
مقياس مقاومة المادة لإجهاد القص.	مقاومة القص (Shear Strength)
مقياس مقاومة المادة لإجهاد الضغط.	مقاومة الانضغاط (Compressive Strength)
مقياس قدرة المادة على امتصاص الطاقة قبل الانكسار.	المتانة (Toughness)
مقياس قدرة المادة على التشكل بليونة دون الانكسار.	الليونة (Ductility)
مقياس مقاومة المادة للخدش أو التسنين.	الصلابة (Hardness)

يجب على المهندسين معاينة هذه الخصائص واختيار المادة ذات الخصائص الميكانيكية المناسبة للتطبيق المحدد. على سبيل المثال، تُعدّ المادة ذات المقاومة المرتفعة للشّد والخضوع مناسبة للمكوّنات التي تتعرض لقوى سحب عالية، وفي المقابل تُعدّ المادة عالية المتانة والليونة أكثر ملاءمة للمكوّنات الخاضعة لقوى ذات تأثير مرتفع، كما تُعدّ خاصية الصلابة مهمة للمواد التي تكون عُرضة للتآكل والتلف. يضمن اختيار الخصائص الميكانيكية الصحيحة تمتع مكوّنات التصميم بالقوة والمتانة والاعتمادية لتعمل بشكل فعّال لمدة طويلة.

الخصائص الحرارية

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

جدول 1.6: الخصائص الحرارية للمواد

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

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 كلُّ من التوصيل الحراري والحرارة النوعية و التمدد الحراري من الخصائص المهمة التي يجب مراعاتها لأهميتها، كما تُعدُّ درجتا الانصهار والغليان مهمتين أيضاً؛ لأن المشتت الحراري يجب أن يتحمل درجات حرارة عالية دون أن يفقد كفاءته.

الخصائص الكيميائية

تُحدّد الخصائص الكيميائية سلوك المادة عند تعرضها لمواد كيميائية أو بيئات مختلفة، ويوضح الجدول 1.7 الخصائص الكيميائية الأكثر شيوعاً للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.7: الخصائص الكيميائية للمواد

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

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

الخصائص الكهربائية

تُحدّد الخصائص الكهربائية سلوك المادة عند تعرضها لمجال كهربائي، ويوضّح الجدول 1.8 الخصائص الكهربائية الأكثر شيوعاً للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.8: الخصائص الكهربائية للمواد

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

تُعَدُّ خصائص الموصلية الكهربائية والمقاومة وثابت العزل الكهربائي مهمة في تحديد الأداء الكهربائي للمادة، كما تُعَدُّ مقاومة العزل الكهربائي مهمة في تحديد ملائمة المادة لتطبيقات الجهد العالي للكهرباء، كما يلعب مقدار معامل تبديد الطاقة دوراً هاماً في تحديد ملائمة المادة لتطبيقات الاتصالات اللاسلكية.

الخواص المغناطيسية

تُحدّد الخصائص المغناطيسية سلوك المادة عند تعرضها لمجال مغناطيسي، ويوضّح الجدول 1.9 الخصائص المغناطيسية الأكثر شيوعاً للمواد المستخدمة في التصميم الهندسي.

جدول 1.9: الخصائص المغناطيسية للمواد

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

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 أيضاً في تحديد مدى ملائمة المادة لتطبيقات درجات الحرارة العالية.

المواد المستخدمة في التصميم الهندسي Materials Used in Engineering Design

يمكن تصنيف المواد على نطاق واسع إلى عدة تصنيفات: المعادن والبوليمرات والسيراميك والمواد المركبة 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، ويُعرف السيراميك بصلابته العالية ومقاومته الحرارية، بينما تُعرف المواد الطبيعية بمظهرها ولمسها الطبيعي. يُعدُّ اختيار مادة ما لتطبيق معين خطوة حاسمة في التصميم الهندسي، مما يتطلب فهماً شاملاً لخصائص المواد المختلفة وسلوكها، ويجب على المهندسين مراعاة متطلبات البيئة والسلامة والأداء للمنتج أو الهيكل، وكذلك تكلفة المواد وتوافرها لاتخاذ قرار صحيح، ويوضح الجدول 1.10 تصنيفات المواد المستخدمة في التصميم الهندسي، ويوضح الشكل 1.9 أمثلة على تصنيفات المواد.



المواد المركبة



السيراميك



البوليمرات



المعادن

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 المرتفع، وقدرتها على التشكل.	الحديد، والفولاذ، والألمنيوم، والنحاس والتيتانيوم.
		البناء، والسيارات، وتقنيات الفضاء، والآلات والمعدات، والأجهزة الطبية، والأجهزة التعويضية.

الوصف	أمثلة المواد	أمثلة التطبيقات
البوليمرات		
فئة من المواد تتميز ببنيتها الجزيئية طويلة السلسلة وقدرتها على النمذجة أو التشكيل.	البولي إيثيلين، البولي بروبيلين، كلوريد البولي الفينيل (PVC)، النايلون، المطاط.	التعبئة والتغليف، والسلع الاستهلاكية، والسيارات، والأجهزة الطبية والمكونات 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 والمكونات الكهربائية والإلكترونية.
المواد المركبة		
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.

مثال

يُمثل برج ساعة مكة معلماً معمارياً ورمزاً للثقافة والتراث الإسلامي، فقد تمت كسوة واجهة البرج بالحجر الجيري الطبيعي الذي يُضفي على البرج مظهراً أنيقاً ومميزاً، كما صُنعت نوافذ البرج وقبته من الزجاج الشفاف الذي يسمح بدخول الضوء الطبيعي إليه.



تمريبات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
☐	☒	1. القوة الحصانية (hp) هي وحدة لقياس القوة.
☐	☒	2. تحتاج الأنظمة المعقدة أنواعاً متعددة من القياسات والأجهزة المتخصصة.
☒	☐	3. تناسب المواد منخفضة مقاومة الشدّ والخضوع المكوّنات التي تتعرض لقوى سحب عالية.
☐	☒	4. يُعتبر التمدد الحراري مهماً عند اختبار المواد في ظل ظروف قاسية.
☐	☒	5. يُعدّ 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. يُعدّ السيراميك من المواد اللينة.
☒	☐	9. تقتصر أهمية اختيار المواد على الجدوى الاقتصادية للمنتج.
☐	☒	10. يتم تصنيع المواد المركبة لإنشاء مواد ذات خصائص جديدة.

2

اذكر وحدتي قياس لكل نوع من الوحدات.

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

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

عند التعامل بوحدات القياس، لا يستخدم المهندسون وحدات القياس بصورة مستقلة، بل يستخدمون مضاعفاتها الرئيسية والفرعية، فعلى سبيل المثال تُستخدم وحدات المليمتر أو النانومتر لقياس المسافات الصغيرة نسبياً.

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

المزايا	الاعتبارات
تسمح بالتوصيف المحكم والدقيق للمكونات والأنظمة.	يجب اختيار وحدات القياس بعناية ومراعاة اتساقها طوال عملية التصميم.
تساعد في تمييز قيود التصميم ومتطلباته، وتحديد ها.	يجب مراعاة نسبة الخطأ وعدم التيقن في القياس وتقليلها.
تُمكن من تحليل أداء التصميم وتحسينه.	يجب معايرة معدات وتقنيات القياس وصيانتها بشكل صحيح.

5 صُنِّفِ الاعتبارات الأكثر شيوعاً عند اختيار المواد لمشروع التصميم الهندسي.

يمكنك إيجاد الحل في صفحة 21 من كتاب الطالب

6 حدّد الفرق بين متانة المادة وليونتها.

المتانة	مقياس قدرة المادة على امتصاص الطاقة قبل الانكسار.
الليونة	مقياس قدرة المادة على التشكل بليوننة دون الانكسار.

7 مَيِّز بين سُمية المادة والتوافق الحيوي، واذكر سبب أهميتهما؟

سُمية 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.

تُعَدُّ السُمية والتوافق الحيوي من الاعتبارات المهمة عند اختيار المواد لمختلف التطبيقات نظراً لتأثيرها على صحة الإنسان، وسلامته، والاستدامة البيئية.

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

تُعَدُّ مقاومة العزل الكهربائي مهمة في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الجهد العالي للكهرباء، كما يلعب مقدار معامل تبديد الطاقة دوراً هاماً في تحديد ملاءمة المادة لتطبيقات الاتصالات اللاسلكية.

اكتب ثلاثة تصنيفات من المواد، وقَدِّم وصفاً 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 إيثيلين، البولي بروبيلين، كلوريد البولي الفينيل، النايلون، المطاط.	التعبئة والتغليف، والسلع الاستهلاكية، والسيارات، والأجهزة الطبية والمكونات الكهربائية والإلكترونية.
السيراميك		
تتميز هذه الفئة بصلابتها العالية وقوتها ومقاومتها الحرارية.	أكسيد الألمنيوم، كربيد السيليكون، نيتريد السيليكون، الزركونيا.	أدوات القطع، وقطع غيار السيارات، والسيراميك الحديث والمكونات الكهربائية والإلكترونية.
المواد المركبة		
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.



الدرس الثالث دورة حياة المنتج

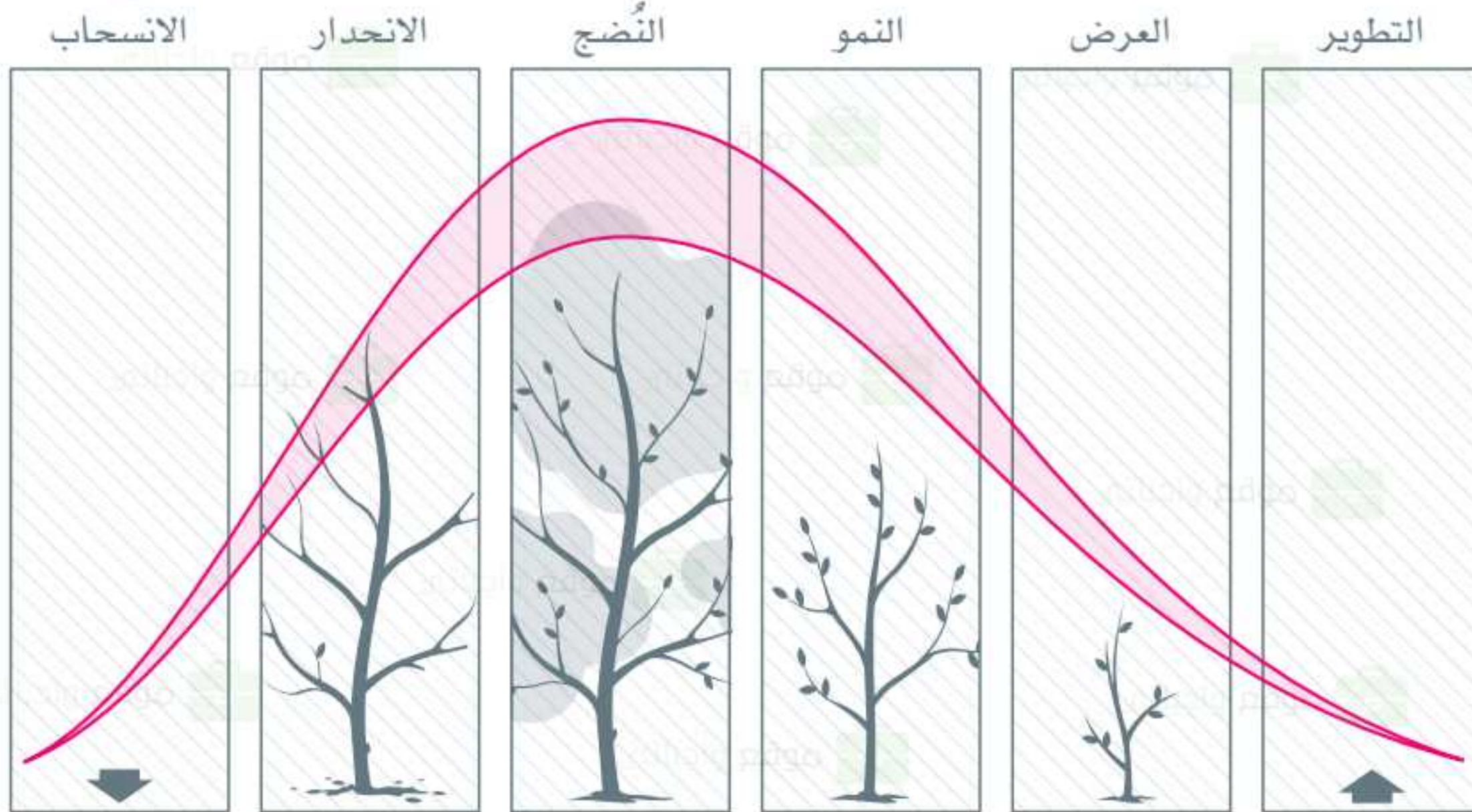
ما دورة حياة المنتج؟ What is the Product Life Cycle

دورة حياة المنتج هي الإطار الذي يصف المراحل التي يمر بها المنتج، بدءاً من تكوين المفهوم الأولي لذلك المنتج وتطويره، وحتى انتهائه أو سحبه من السوق، ويُستخدم مفهوم دورة حياة المنتج بشكل شائع في التسويق والإدارة الاستراتيجية لمساعدة الشركات على التخطيط لتطوير منتجاتها المختلفة، وتحديد موعد تقديم منتجات جديدة والتخلص من المنتجات القديمة، وكيفية تحقيق الحد الأقصى من الربح في المراحل المختلفة، ويوضح الشكل 1.10 مراحل دورة حياة المنتج.

مراحل دورة حياة المنتج Stages of a Product Life Cycle

تمر دورة حياة المنتج بالمراحل التالية:

- التطوير: يتم في هذه المرحلة البحث عن فكرة المنتج وتطويرها واختبارها.
- العرض: يتم طرح المنتج في السوق، ثم تبدأ الشركة في الترويج له وبيعه.
- النمو: يكتسب المنتج قبولاً في السوق وترتفع المبيعات بسرعة.
- النضج: يصل المنتج إلى ذروته من ناحية تحقيق المبيعات والأرباح، ويصبح السوق مشبعاً بمنتجات مماثلة.
- الانحدار: تنخفض مبيعات المنتجات، حيث تتضاءل حصتها في السوق بسبب ظهور منتجات منافسة أو تقنيات جديدة.
- الانسحاب: يتم التخلص التدريجي من المنتج في النهاية وإزالته من السوق، والتوقف عن تصنيعه أو استبداله بمنتج جديد.



شكل 1.10: مراحل دورة حياة المنتج

ما المقصود بهندسة المنتج؟ What is Product Engineering

تتضمن هندسة المنتج وضع تصور للمنتج وتقديمه إلى السوق من خلال التصميم والتطوير، وهو مجال متعدد التخصصات يشتمل على جوانب مختلفة من تطوير المنتجات، تشمل الهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، وهندسة البرمجيات، والتصميم الصناعي وعلوم المواد.

يُعدُّ مهندسو المنتج مسؤولين عن تصميم وتطوير المنتجات التي تلبي احتياجات العملاء ومتطلبات السوق، حيث يعمل هؤلاء المسؤولون عن كُتب مع فرق متعددة الوظائف، تشمل المصممين والمسوقين ومهندسي التصنيع؛ لضمان أن المنتج يؤدي وظيفته وأنه موثوق وفعال من حيث التكلفة.

تتضمن هندسة المنتج العديد من الأنشطة الرئيسية مثل:

- تصور متطلبات المنتج وتحديدتها.
 - تصميم المنتج وإنشاء المواصفات التفصيلية والمخططات الهندسية.
 - إجراء البحث والتطوير للتعرف على التقنيات والمواد الجديدة.
 - إنشاء نماذج أولية واختبار وظائف المنتج، وأدائه، ومدى موثوقيته.
 - إدارة عملية تطوير المنتج، وتشمل العمل مع الموردين والمصنعين.
 - إدارة دورة حياة المنتج، وتشمل الصيانة والدعم.
- تُعدُّ هندسة المنتج جزءاً مهماً من عملية تطويره؛ حيث إنها تضمن أن المنتج النهائي يلبي احتياجات العملاء، وأن تصنيعه يتم بكفاءة وفعالية من حيث التكلفة.

مراحل هندسة المنتج Product Engineering Phases

تتضمن هندسة المنتج بشكل عام المراحل التالية:

1. **تطوير المفهوم:** تتضمن هذه المرحلة تكوين الفكرة الأولية ووضع تصور للمنتج، كما تشمل إجراء أبحاث السوق وتحليل احتياجات العملاء، وعمل دراسات الجدوى لتحديد أهمية المنتج ومتطلباته.
2. **التصميم والتطوير:** تشمل هذه المرحلة تصميم المنتج وتطويره، وتتضمن إنشاء المواصفات التفصيلية والمخططات الهندسية، وتطوير النموذج الأولي.
3. **الاختبار والتحقق:** تشمل هذه المرحلة اختبار المنتج والتحقق من تلبيته للمتطلبات والمواصفات التي تم تحديدها أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمن هذه المرحلة اختبار تصميم المنتج، وأدائه وموثوقيته.
4. **التصنيع والإنتاج:** تشمل هذه المرحلة تصنيع المنتج وإنتاجه، وتتضمن إنشاء أدوات ومعدات الإنتاج وتجميع المنتج النهائي.
5. **الصيانة والدعم:** تتضمن هذه المرحلة صيانة المنتج ودعمه بعد طرحه في السوق، وأيضاً معالجة مشكلات العملاء، وتقديم الدعم الفني، وإصدار التحديثات أو الترقيات.
6. **السحب أو الإلغاء التدريجي:** تمثل هذه المرحلة انتهاء دورة حياة المنتج، إما بالوصول إلى نهاية عمره الافتراضي، أو بالانتقال التدريجي إلى نموذج جديد، ويتضمن ذلك عمليات إيقاف المنتج والتخلص منه بأمان.



قد يكون هناك اختلافات لدى الشركات أو الصناعات المختلفة في هذه المراحل وقد يُعبّر عنها باستخدام مصطلحات أخرى.

أفضل ممارسات هندسة المنتج Product Engineering Best Practices

فيما يلي عرض لبعض أفضل الممارسات لهندسة المنتج من خلال مثال لتطوير وتصنيع سيارة جديدة من قبل إحدى الشركات، ويوضح الجدول 1.11 كيف يمكن لهذه الشركة تطبيق أفضل الممارسات الهندسية لإنتاج السيارة، وتطويرها.

جدول 1.11: تطبيق أفضل الممارسات الهندسية لشركة سيارات

أفضل الممارسات	التطبيق
فهم احتياجات المستهلك ومتطلباته	
إجراء أبحاث السوق ومقابلات العملاء ومجموعات التركيز يمكن أن يساعد مهندسي المنتج على فهم ما يبحث عنه العملاء في المنتج.	قد تنتهي نتيجة أبحاث السوق ومقابلات العملاء ومجموعات التركيز بفكرة إنشاء سيارة كهربائية بدلاً من سيارة عادية تعمل بالوقود.
تحديد متطلبات المنتج	
تضمن المتطلبات المحددة بوضوح أن المنتج قد تم تطويره لتلبية احتياجات السوق المستهدفة، كما تساعد على تحديد المشكلات المحتملة في وقت مبكر من عملية التطوير.	يتم تحديد متطلبات المنتج مثل: المدى المطلوب من السيارة، والسرعة القصوى لها، ووقت الشحن، وتقدير السعر المطلوب لتلبية احتياجات العملاء.
استخدام نهج متعدد التخصصات	
هندسة المنتجات مجال متعدد التخصصات يتطلب تعاون العديد من الخبراء مثل: المهندسين الميكانيكيين، والمهندسين الكهربائيين، ومهندسي البرمجيات، والمصممين الصناعيين وعلماء المواد.	يتم استخدام نهج يضم العديد من الخبراء؛ لإنشاء تصميم السيارة ومكوناتها بشكل مُحسَّن لتحقيق أفضل أداء مع مراعاة السلامة والجماليات.
تنفيذ عملية اختبار وتحقيق قوية	
تضمن هذه العملية أن المنتج يُحقّق المتطلبات والمواصفات المحددة أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمن اختبار تصميم المنتج وأدائه وموثوقيته.	يتم تنفيذ عملية الاختبار والتحقق بدقة للتأكد من مطابقة السيارة للمتطلبات المحددة خلال مرحلة تطوير المفهوم.
الاستفادة من التقنية والابتكار	
يجب أن يبقى مهندسو المنتج على اطلاع دائم بالتقنيات والمواد الجديدة التي يمكن استخدامها لتحسين أداء المنتج وتقليل التكاليف وزيادة الاستدامة.	يتم الاستفادة من التقنية والابتكارات الجديدة لتحسين أداء السيارة وخفض التكاليف وزيادة الاستدامة.
استخدام منهجيات إدارة المشروع	
يضمن نهج إدارة المشروع الجيد التزام المشروع بالمخطط الزمني والميزانية المحددة، وتحقيق الأهداف المحددة خلال مرحلة تطوير المفهوم.	تُستخدم منهجيات إدارة المشروع لموازنة الوقت والتكلفة والجودة أثناء تطوير السيارة.
التحسين المستمر	
هندسة المنتج عملية تكرارية، تتطلب من مهندسي المنتج الاستمرار في جمع ملاحظات العملاء وتحليل البيانات وتحسين المنتج منذ إنطلاقه.	يُعدُّ التحسين المستمر لتصميم السيارة وميزاتها وأدائها بناءً على ملاحظات العملاء أمراً ضرورياً لتلبية التوقعات والاحتياجات المتطورة.

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

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

مراحل إدارة دورة حياة المنتج Product Life Cycle Management Stages

مرحلة بداية الحياة للمنتج

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

أبحاث السوق

فهم احتياجات السوق المستهدفة، وتحديد الفرص المحتملة للمنتج.

التصور

إنشاء فكرة أولية للمنتج، وتقييم احتمالات نجاحه في السوق.

تعريف المتطلبات

تحديد المتطلبات الوظيفية وغير الوظيفية للمنتج، وتعريفها.

التصميم والتطوير

تطوير المواصفات التفصيلية والمخططات الهندسية ونماذج المنتج.

الاختبار والتحقق من الصحة

التأكد من استيفاء المنتج للمتطلبات والمواصفات المحددة خلال مرحلة تطوير المفهوم.

الموافقة

الحصول على الموافقات من أصحاب المصلحة مثل العملاء والجهات التنظيمية.

تُعد هذه المرحلة حاسمة في نجاح المنتج، حيث تُشكّل حَجَرَ الأساس لبقية المراحل في دورة حياة المنتج، فالمنتج المُعرّف جيداً والذي يمكن تطويره وإنتاجه بكفاءة يملك فرصة أكبر للنجاح خلال المراحل اللاحقة من دورة حياة المنتج.

مرحلة منتصف العمر للمنتج

يتم تصنيع المنتج، وإنتاجه، وتسويقه، وإطلاقه على نطاق تجاري في مرحلة منتصف العمر (Middle Of life – MOL)، وتتضمن هذه المرحلة الأنشطة التالية:

التصنيع والإنتاج

إنشاء أدوات ومعدات الإنتاج وتجميع المنتج النهائي.

إدارة الإمدادات

إدارة تدفق المواد والمكونات لدعم عملية الإنتاج.

مراقبة الجودة

التأكد من استيفاء المنتج لمعايير الجودة المطلوبة قبل طرحه في السوق.

الإطلاق والتسويق

طرح المنتج في السوق وإتاحته للاستخدام التجاري، ويشمل ذلك أنشطة التسويق والمبيعات والتوزيع.

التسعير والربحية

وضع استراتيجية التسعير ومراقبة أرباح المنتج.

تحليل السوق

تحليل أداء السوق بالنسبة للمنتج وتحديد فرص التحسين.

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

مرحلة نهاية العمر للمنتج

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

التخلص التدريجي من المنتج.

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

إدارة عمليات البيع الختامية

إدارة إنتاج وتسليم الطلبات الأخيرة من المنتج للعملاء.

إدارة المخزون

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

السحب

سحب المنتج من السوق وإيقاف إنتاجه ودعمه.

التخلص

التخلص مما تبقى من مخزون المنتج ومكوناته بشكل آمن ومتوافق مع الأنظمة البيئية.

الدعم بعد السحب

تقديم الدعم للمنتج لفترة محدودة بعد سحبه.

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

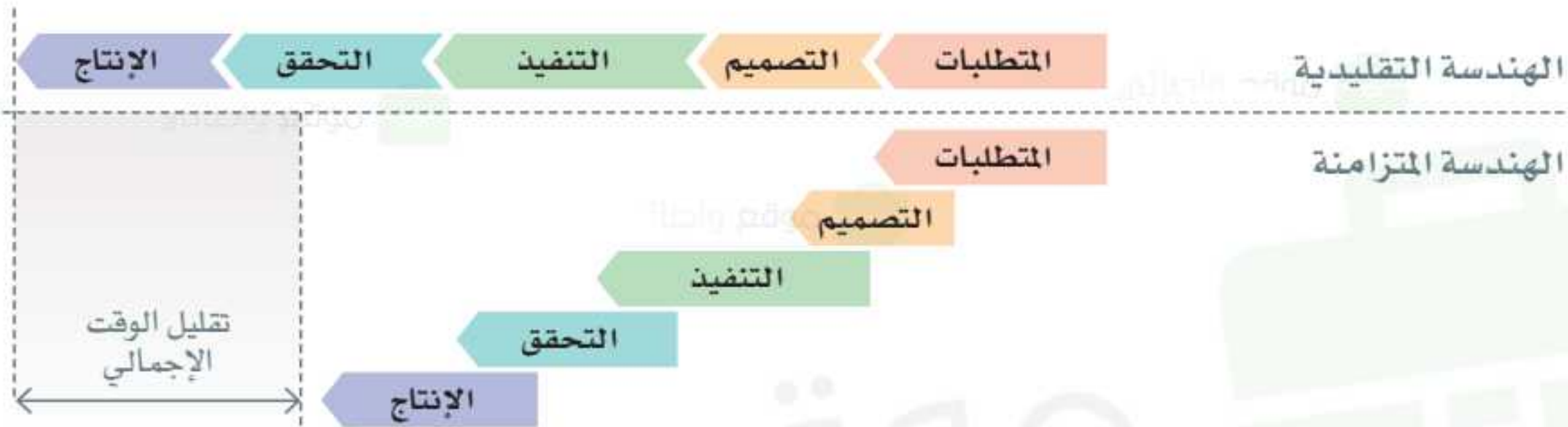


تقنيات إدارة دورة حياة المنتج Product Life Cycle Management Techniques

الهندسة المتزامنة

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

تتبع الهندسة المتزامنة نهجًا قائمًا على تكوين فريق مشترك يشمل المهندسين والمصممين وغيرهم من الخبراء، حيث يعملون معًا لتطوير منتج من مرحلة الفكرة حتى إطلاقه في السوق. تعمل الفرق في الوقت نفسه على جوانب مختلفة من عملية تطوير المنتج وإنتاجه مثل: التصميم والتصنيع والاختبار والتسويق، ويسمح هذا النهج بالتعرف السريع على المشكلات المحتملة وإجراء التغييرات على التصميم أو الخطط المختلفة في مراحل مبكرة من عملية التطوير. يقارن الشكل 1.11 بين المخططات الزمنية للخطّة الهندسية التقليدية والخطّة الهندسية المتزامنة. ستلاحظ 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 المنتج.
- زيادة الكفاءة والتعاون بين الفرق.
- تحسين جودة وموثوقية المنتج.
- خفض التكلفة من خلال الحد من التعديلات على التصميم وإعادة العمل.
- التشخيص المبكر للمشكلات المحتملة وإمكانية إجراء تغييرات في وقت مبكر من عملية التطوير.

التصميم من الأسفل إلى الأعلى

يُعرف نموذج التصميم من الأسفل إلى الأعلى (Bottom-Up Design) بأنه نهج لتصميم المنتج وتطويره بدءًا من المكونات الفردية للنظام وصولاً إلى بناء النظام بأكمله، وتبدأ هذه العملية بإنشاء تصميم مفصل للمكونات من المستوى الأدنى، كالأجزاء الفردية أو المجموعة، ثم دمجها معًا في مجموعات أو أنظمة فرعية أكبر، وتكرر هذه العملية حتى يتم تصميم النظام، ودمجه بالكامل.

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

التصميم من الأعلى إلى الأسفل

يُعرف التصميم من الأعلى إلى الأسفل (Top-Down Design) بأنه نهج لتصميم المنتج وتطويره يبدأ من تصميم النظام بأكمله ثم العمل على المكونات الفردية، وتبدأ هذه العملية بتحديد هيكلية النظام الكلية ثم تقسيمها إلى أنظمة فرعية ومكونات أصغر، ويتم الانتهاء من تصميم المكونات الفردية بعد الانتهاء من التصميم العام للنظام.

الميزة الرئيسة للتصميم من الأعلى إلى الأسفل تتمثل في أنه يسمح بتقديم فهم واضح لمتطلبات النظام الكاملة قبل البدء بتصميم المكونات الفردية، كما يسمح هذا النهج بتحسين النظام بأكمله ومساعدته على ضمان تلبية المنتج النهائي لاحتياجات العميل أو المستخدم النهائي.

التصميم ذو الطرفين المتقابلين

التصميم ذو الطرفين المتقابلين (Both Ends Against the Middle Design) نهج لتطوير المنتج يجمع بين عناصر نظامي التصميم من الأعلى إلى الأسفل ومن الأسفل إلى الأعلى، ويبدأ هذا النهج بتصميم النظام الكامل وكذلك المكونات الفردية، ويستخدم عملية تكرارية لتطوير المنتج من خلال العمل على المستويين في وقت واحد.

الميزة الرئيسة للتصميم ذي الطرفين المتقابلين هي إتاحة إمكانية تحسين كل من النظام العام والمكونات الفردية في الوقت نفسه، وضمان تلبية المنتج النهائي لاحتياجات العميل أو المستخدم النهائي، والكفاءة والموثوقية من حيث التكلفة وسهولة التصنيع.

تصميم التحميل الأمامي وسير العمل

يُعد تصميم التحميل الأمامي وسير العمل (Front Loading Design and Workflow) نهجاً لتطوير المنتج يركز على أهمية التخطيط المبكر والتصميم والتطوير في عملية تطوير المنتج، ويهدف هذا النهج إلى تحديد المشكلات المحتملة وحلها في وقت مبكر من عملية التطوير، قبل استثمار موارد كبيرة في عمليات الإنتاج.

يعتمد نهج التحميل الأمامي وسير العمل على مبدأ تقليل التكلفة من خلال تحديد المشكلات وحلها في وقت مبكر من عملية التطوير وليس في وقت متأخر، كما يقلل هذا النهج من الوقت والتكلفة والمخاطر التي تنطوي عليها عملية تطوير المنتج.

التصميم في سياق

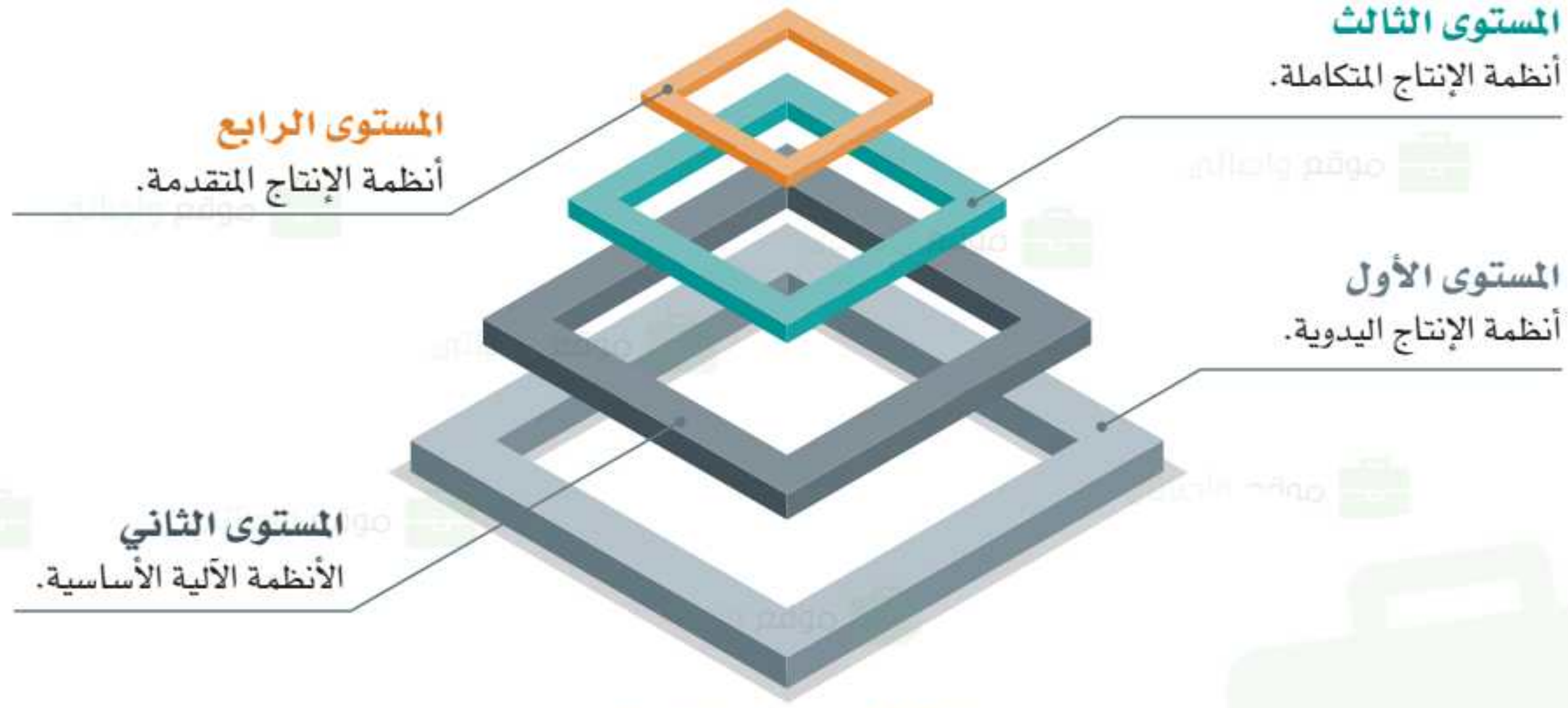
يعتمد نهج التصميم في سياق (Design in Context) على المجال الذي سيستخدم فيه المنتج عند تصميمه، ويتضمن ذلك مراعاة عوامل مختلفة مثل: البيئة والفئة العمرية للمستخدم، وكيفية استخدامه لذلك المنتج، ويهدف التصميم في سياق إلى إنشاء منتجات مناسبة تماماً للسياق الذي سيتم استخدامها فيه، والتي تلبى احتياجات الفئة المستهدفة من المستخدمين.

يُعد التصميم في سياق مهماً في ضمان مناسبة المنتجات للهدف المحدد الذي سيتم استخدامها فيه وتلبية احتياجات الفئة المستهدفة من المستخدمين.

يمكن أن يؤدي اعتماد هذا التصميم إلى تطوير وإنتاج منتجات أكثر قابلية للاستخدام، وأكثر سهولة واستدامة، ويستخدم هذا التصميم على نطاق واسع في تصميم المنتجات في الصناعات عالية التقنية كصناعات الفضاء والسيارات، والإلكترونيات، والمعدات الطبية والتقنيات البيئية.

هرم نظم الإنتاج Pyramid of Production Systems

هرم نظم الإنتاج هو إطار يُستخدم لتصنيف وفهم المستويات المختلفة لأنظمة الإنتاج، فهو نموذج هرمي يمثل تعقيد أتمتة أنظمة الإنتاج ومستوياتها، بدءاً من الأنظمة اليدوية البسيطة التي تقع في المستويات المنخفضة ووصولاً إلى أنظمة آلية أكثر تقدماً في المستوى الأعلى. عادةً ما يتضمن هرم أنظمة الإنتاج المستويات التالية:



شكل 1.12: مستويات أتمتة نظام الإنتاج

المستوى الأول

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

المستوى الثاني

الأنظمة الآلية الأساسية: تستخدم هذه الأنظمة تقنيات الأتمتة الأساسية لأتمتة جوانب معينة من عملية الإنتاج، وتتميز بمستويات أعلى من الأتمتة والإنتاجية مقارنة بالأنظمة اليدوية.

المستوى الثالث

أنظمة الإنتاج المتكاملة: تستخدم هذه الأنظمة تقنيات أتمتة متقدمة مثل: التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) والتصنيع بمساعدة الحاسب (Computer-Aided Manufacturing – CAM) لدمج الجوانب المختلفة من عملية الإنتاج مما يسمح بوجود مستويات عالية من الأتمتة والإنتاجية.

المستوى الرابع

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

على سبيل المثال، تُنتج شركة أثاث كراسي خشبية مصنوعة يدوياً باستخدام أنظمة إنتاج يدوية في ورشة صغيرة، ومع ازدياد الطلب على هذه الكراسي، تستثمر الشركة في نظام آلي من خلال شراء آلة للمساعدة في قطع وتشكيل الخشب بشكل أكثر كفاءة. في النهاية، ستتوسع الشركة إلى نظام إنتاج متكامل من خلال استثمارها في خط إنتاج يستخدم آلات متقدمة لأتمتة عملية التجميع وزيادة حجم الإنتاج، وأخيراً ستبنى الشركة نظام إنتاج متطور من خلال دمج أنظمة روبوتية للمساعدة في عملية التجميع وتحقيق مستويات أعلى من الدقة في المنتج النهائي.

تمرينات

1

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

2 عرّف المقصود بدورة حياة المنتج.

دورة حياة المنتج هي الإطار الذي يصف المراحل التي يمر بها المنتج، بدءاً من تكوين المفهوم الأولي لذلك المنتج وتطويره، وحتى انتهائه أو سحبه من السوق.

3 ضَعُ قائمةً بمراحل دورة حياة المنتج.

• التطوير

• العرض

• النمو

• النضج

• الانحدار

• الانسحاب

4 حَلِّلْ مراحل هندسة المنتج.

1. تطوير المفهوم: تتضمن هذه المرحلة تكوين الفكرة الأولية ووضع تصوُّر للمُنتَج، كما تشمل إجراء أبحاث السوق وتحليل احتياجات العملاء، وعمل دراسات الجدوى لتحديد أهمية المنتج ومتطلباته.

2. التصميم والتطوير: تشمل هذه المرحلة تصميم المنتج وتطويره، وتتضمن إنشاء المواصفات التفصيلية والمخططات الهندسية، وتطوير النموذج الأولي.

3. الاختبار والتحقق من الصحة: تشمل هذه المرحلة اختبار المنتج والتحقق من تلبيته للمتطلبات والمواصفات التي تم تحديدها أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمن هذه المرحلة اختبار تصميم المنتج، وأدائه وموثوقيته.

4. التصنيع والإنتاج: تشمل هذه المرحلة تصنيع المنتج وإنتاجه، وتتضمن إنشاء أدوات ومعدّات الإنتاج وتجميع المنتج النهائي.

5. الصيانة والدعم: تتضمن هذه المرحلة صيانة المنتج ودعمه بعد طرحه في السوق، وأيضاً معالجة مشكلات العملاء، وتقديم الدعم الفني، وإصدار التحديثات أو الترقية.

6. السحب أو الإلغاء التدريجي: تمثل هذه المرحلة انتهاء دورة حياة المنتج، إما بالوصول إلى نهاية عمره الافتراضي، أو بالانتقال التدريجي إلى نموذج جديد، ويتضمن ذلك عمليات إيقاف المنتج والتخلص منه بأمان.

5 قارن بين أفضل ممارسات هندسة المنتج.

أفضل الممارسات	التطبيق
استخدام نهج متعدد التخصصات	
هندسة المنتجات مجال متعدد التخصصات يتطلب تعاون العديد من الخبراء مثل: المهندسين الميكانيكيين، والمهندسين الكهربائيين، ومهندسي البرمجيات، والمصممين الصناعيين وعلماء المواد.	يتم استخدام نهج يضم العديد من الخبراء؛ لإنشاء تصميم السيارة ومكوناتها بشكل مُحسَّن لتحقيق أفضل أداء مع مراعاة السلامة والجماليات.
تنفيذ عملية اختبار وتحقيق قوية	
تضمن هذه العملية أن المنتج يُحقَّق المتطلبات ومواصفات المحددة أثناء مرحلة تطوير المفهوم، وتتضمن اختبار تصميم المنتج وأدائه وموثوقيته.	يتم تنفيذ عملية الاختبار والتحقق بدقة للتأكد من مطابقة السيارة للمتطلبات المحددة خلال مرحلة تطوير المفهوم.

6 وضح المقصود بإدارة دورة حياة المنتج.

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

7 صَنَفُ مراحل إدارة دورة حياة المُنتَج.

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

8 صُعُ قائمة بمزايا استخدام منهجية الهندسة المتزامنة.

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

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 المنتج يجمع بين عناصر نظامي التصميم من الأعلى إلى الأسفل ومن الأسفل إلى الأعلى، ويبدأ هذا النهج بتصميم النظام الكامل وكذلك المكونات الفردية، ويستخدم عملية تكرارية لتطوير المنتج من خلال العمل على المستويين في وقت واحد.

10 اشرح مستويات هرم نظم الإنتاج.

المستوى الأول:

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

المستوى الثاني:

الأنظمة الآلية الأساسية: تستخدم 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: تستخدم 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: تستخدم هذه الأنظمة تقنيات متقدمة مثل: الروبوتات والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتحسين عملية الإنتاج، وتتميز بمستويات عالية جداً من الأتمتة والإنتاجية.

الدرس الرابع تخطيط المشروع

ما المقصود بالمشروع؟ What is a Project

المشروع هو نشاط مؤقت بطبيعته لتحقيق هدف معين أو نتيجة محددة، وتُعد المشاريع فريدة من نوعها، حيث إنها عادةً ما تكون مُستقلة عن العمليات الاعتيادية للمؤسسة، وتهدف إلى إنشاء مُنتج، أو خدمة، أو تحقيق نتيجة معينة.

المشروع (Project) :

المشروع عبارة عن سلسلة من الأنشطة أو المهام التي يتعين إكمالها خلال إطار زمني محدد وضمن ميزانية محددة من أجل إنشاء مُنتج أو خدمة.

خصائص المشروع: Project Characteristics

- له مُخطّط زمني ثابت يُحدّد فيه تاريخ بداية المشروع ونهايته.
- له نطاق عمل محدد وأهداف واضحة.
- مستقل بميزانية وموارد محددة.
- ينطوي على سلسلة من الأنشطة المتسلسلة والمتراصة.
- قد يواجه مخاطر وتحديات يجب الحذر منها.

يمتاز كل مشروع بتاريخ بداية وتاريخ نهاية مُحددين، وعادةً ما يُقيد بميزانية ونطاق محدد للعمل وبمُخطّط زمني، ويتضمن المشروع غالباً مشاركة العديد من أصحاب المصلحة والموارد، والكثير من الاجتماعات والتواصل والاستشارات. أما إدارة المشروع فهي مجال تخطيط وتنظيم وإدارة الموارد لتحقيق أهداف المشروع وغاياته.

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، ويمكن العثور على المشاريع في شتى المجالات والصناعات.

تخطيط المشروع Project Planning

تخطيط المشروع هو عملية تحديد النطاق والأهداف والمهام اللازمة لإكمال المشروع، ويتضمن إنشاء مُخطّط لتحديد الأنشطة المختلفة ونقاطه المحورية والموارد اللازمة لتحقيق أهداف المشروع ضمن إطار زمني محدد.

التصميم الجيد لأي مشروع يتطلب أن تُحدّد خطته، الغرض منه، والموارد المطلوبة، والميزانية، والمُخطّط الزمني لتحقيق ذلك، كما يجب أن تُحدّد أدوار ومسؤوليات أعضاء الفريق، وخطة الاتصال، واستراتيجيات إدارة المخاطر، وطرائق تتبع وتقييم مدى التقدم.

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

يتضمن 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 تحدد المهام، والمُخطّطات الزمنية، والموارد اللازمة لإكمال المشروع.
3. تحديد مخاطر المشروع: من خلال تحديد المخاطر المحتملة التي قد تظهر أثناء تنفيذ المشروع ووضع استراتيجيات للحد منها.



4. تحديد أدوار ومسؤوليات أعضاء المشروع: من خلال تكوين فريق العمل المشارك في المشروع وتحديد الأدوار والمسؤوليات لأعضاء الفريق.



5. تحديد النقاط المحورية (Milestones) للمشروع: من خلال وضع نقاط محددة لتقدم المشروع حيث يمكن قياس مستوى التقدم وتقييمه.



6. مراقبة وتقييم المشروع: من خلال تتبع تقدم المشروع، وتحديد القضايا والاعتبارات المختلفة، واتخاذ الإجراءات التصحيحية حسب الضرورة.



يُعدُّ تخطيط المشروع (Project Planning) مهماً لعدة أسباب، ويشمل:

وضوح الأهداف

يساعد تخطيط المشروع على تحديد أهدافه بوضوح، ويشمل ذلك النتائج المتوقعة والمخططات الزمنية والميزانيات الخاصة به، ويضمن هذا الأمر التوافق بين أصحاب المصلحة، وذلك لتحقيق الهدف المشترك وهو نجاح المشروع.

تخصيص الموارد

يساعد تخطيط المشروع في تحديد الموارد المطلوبة لإكماله، ويشمل ذلك الموظفين والأجهزة والمواد، ويتيح التخطيط السليم تخصيص الموارد بشكل فعال، مما يساعد في تقليل التكاليف وفي تحسين الكفاءة.

إدارة المخاطر

يساعد تخطيط المشروع على تحديد المخاطر المحتملة ووضع استراتيجيات للتخفيف منها، ومن خلال معالجة المشكلات المحتملة قبل ظهورها يمكن لمديري المشاريع تقليل احتمالات التأخير أو تجاوز الميزانيات المحددة وحتى الإخفاق الكامل للمشروع.

يؤدي عدم وجود خطة لإدارة المشروع إلى إضاعة الوقت وضعف الأداء، ولذلك يجب تنظيم المشروع وإدارته بأكثر الطرائق فعالية وكفاءة. يُعدُّ التخطيط الفعال للمشروع أمراً ضرورياً لضمان اكتمال المشروع في الوقت المحدد وفي حدود الميزانية المحددة، وعلى الشكل الذي يرضي أصحاب المصلحة، كما يساهم التخطيط الفعال في تقليل المخاطر وضمان تحقيق أهداف المشروع.

أداة التحليل الرباعي SWOT Analysis

أداة التحليل الرباعي (SWOT) هي إحدى التقنيات التي تستخدم في إدارة المخاطر في المشاريع، حيث تُنتج مخططاً مرئياً يمكن استخدامه لتحليل شركة أو مشروع أو منتج. يتم تقسيم أداة التحليل الرباعي إلى أربعة أقسام: نقاط القوة (Strengths)، ونقاط الضعف (Weaknesses)، والفرص (Opportunities)، والتهديدات (Threats)، يُمثل كل قسم من أقسام أداة التحليل الرباعي جانباً مختلفاً من جوانب التحليل، حيث تشير نقاط القوة والضعف إلى العوامل الداخلية، بينما تشير الفرص والتهديدات إلى العوامل الخارجية التي تكون عادة خارج نطاق سيطرة الشركة أو المشروع.

• نقاط القوة (Strengths) هي الأمور التي تجيدها الشركة أو المشروع أو المنتج أو تتمتع بميزة فيها، وتُعدُّ بمثابة عوامل داخلية بالنسبة للشركة.

• نقاط الضعف (Weaknesses) هي الأمور التي تُشكّل تحدياً للشركة أو المشروع أو المنتج وقد تتسبب بمشكلات لها، وتُعدُّ بمثابة عوامل داخلية بالنسبة للشركة أيضاً.

• الفرص (Opportunities) هي عوامل خارجية تميز الشركة أو المشروع أو المنتج بحيث يمكن الاستفادة منها لتحقيق النجاح.

• التهديدات (Threats) هي عوامل خارجية يمكن أن تؤثر سلباً على الشركة أو المشروع أو المنتج.

يلخص الشكل 1.13 عوامل أداة التحليل الرباعي (SWOT).

عوامل خارجية	عوامل داخلية
التهديدات	نقاط القوة
الفرص	نقاط الضعف

شكل 1.13: المخطط النموذجي لأداة التحليل الرباعي (SWOT)

يمكن للشركة تكوين فهم أفضل لنقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات من خلال القيام بعمليات التحليل الرباعي، كما يمكن أن يساعد ذلك الشركة في اتخاذ قرارات أفضل وتطوير استراتيجيات أكثر فاعلية لتحقيق النجاح. يُظهر الشكل 1.14 مخططاً لأداة التحليل الرباعي (SWOT) في إحدى الشركات.

نقاط القوة	نقاط الضعف	عوامل داخلية
السمعة الجيدة للعلامة التجارية والقدرات المميزة للموظفين.	محدودية ميزانية التسويق، وعدم توفر التقنية الحديثة.	
الفرص	التهديدات	عوامل خارجية
وجود سوق ناشئة، واعدة بالتوسع للمنتج.	وجود منافسة قوية وتغييرات في اللوائح تُصعب العمل.	

شكل 1.14: مثال على أداة التحليل الرباعي (SWOT)

ما المقصود بإدارة المشروع؟

What is Project Management

إدارة المشروع (Project Management) :

إدارة المشروع هي عملية تخطيط الموارد وإدارتها والتحكم فيها؛ لتحقيق الأهداف المحددة ضمن مخطط زمني محدد.

إدارة المشروع هي عملية تخطيط وتنظيم وإدارة الموارد لتحقيق أهداف وغايات معينة ضمن نطاق مشروع محدد ومخطط زمني وميزانية محدّدة، وتضمن إدارة المشروع التنسيق والتحكم في جوانب المشروع بأكمله مثل: النطاق، والوقت، والتكلفة، والجودة، والمخاطر، والاتصالات، والموارد بشكل يضمن اكتمال المشروع بنجاح. تشمل المكونات الرئيسة لإدارة المشروع: تهيئة المشروع، والتخطيط، وتنفيذ الخطة، ومراقبة المشروع والتحكم به وإنهائه، وتتضمن هذه العمليات: تحديد أهداف المشروع، وإنشاء خطته، وتخصيص الموارد، ومراقبة التقدم، وإجراء التعديلات اللازمة، وتقييم نتائج المشروع.

تتطلب الإدارة الفعالة للمشروع مجموعة كبيرة من المهارات، تشمل القيادة والتواصل وحل المشكلات وصنع القرار وإدارة المخاطر، كما تتضمن أيضاً العمل بشكل وثيق مع أصحاب المصلحة في المشروع كالعاملين والجهات الراعية وأعضاء فريق العمل والموردين؛ لضمان تلبية احتياجاتهم وتوقعاتهم. تُستخدم إدارة المشاريع في مجموعة واسعة من الصناعات والمجالات، بما في ذلك مجالات البناء والهندسة وتطوير البرمجيات، والتسويق، والرعاية الصحية، والتعليم، ويمكن للمؤسسات تحسين كفاءتها وإنتاجيتها ونجاحها العام في إنجاز المشاريع من خلال تطبيق أفضل ممارسات إدارة المشاريع.

تتيح إدارة المشروع المزايا التالية :

- توفير الوقت والجهد من خلال التركيز على الأولويات.
- تجاوز الصعوبات والحد من فرص الفشل.
- تحقيق درجة عالية من المتابعة.
- التكيف مع المتغيرات.
- الإدارة الفعالة للميزانية المخصصة للمشروع.

توفر إدارة المشروع إطاراً عاماً للتحكم بالمشروع، وباستخدام بعض التقنيات والأدوات مثل قانت بروجكت (Gantt Project) وكذلك التقنيات الأخرى يمكن قيادة فريق العمل لتحقيق الأهداف المرجوة من المشروع في الوقت المحدد وفي إطار الميزانية المخصصة له.

مثلث إدارة المشروع (النطاق - الوقت - التكلفة) Project Management Triangle (Scope-Time-Cost)

لضمان نجاح المشروع يجب دراسة التغيرات التي قد تحدث في المُحدِّدات الرئيسة المرتبطة به وفهمها والتعامل معها؛ لتحقيق الجودة المطلوبة للمُنتَج أو الخدمة، وهذه المُحدِّدات هي: النطاق (Scope)، والوقت (Time)، والتكلفة (Cost) كما هو موضح في الجدول 1.12.

جدول 1.12: مُحدِّدات إدارة المشروع

النطاق 	المهام المطلوبة لتحقيق أهداف المشروع.
الوقت 	المُخطَّط الزمني للمشروع لإنشاء المُنتَج.
التكلفة 	ميزانية المشروع.



يُطلق على هذه المُحدِّدات الثلاثة اسم مثلث إدارة المشروع، وتُشكِّل نموذجًا يساعد مديري المشاريع على: تحقيق الجودة من خلال الحفاظ على التوازن بينها، ومراقبة التغييرات التي تحدث على أي منها أثناء سير المشروع، ومعرفة تأثير زيادة أو نقص كل محدد على بقية المُحدِّدات وتأثيره النهائي على الجودة. على سبيل المثال، زيادة نطاق عمل المشروع المراد إنجازه سيؤدي حتمًا إلى زيادة وقت الإنجاز أو التكلفة المطلوبة أو كليهما. قد تبدو هذه المُحدِّدات بسيطة، ولكن يمكن تفسير كل منها بصورة موسعة لاستكشافها.

النطاق

يشير النطاق (Scope) إلى كافة الأعمال والأنشطة التي يجب تنفيذها لإنشاء المُنتَج أو الخدمة المطلوبة، وإذا لم يكن من الممكن التحكم في نطاق المشروع، فلا يمكن تسليمه في الوقت المحدد أو في حدود الميزانية. من المهم تحديد الأولويات للتمكن من تخطيط الموارد وتخصيصها بفعالية، فيجب التأكد من إدارة المهام الأساسية التي تُمكن المشروع من التقدم بسلاسة، وبهذه الطريقة يمكن إسناد مهام المشروع المهمة للأشخاص المناسبين وتمكين التعاون على مستوى المهمة نفسها.

الوقت

يتم احتساب الوقت (Time) عن طريق تدوين جميع المهام المطلوب تنفيذها من بداية المشروع حتى نهايته، ثم يتم تحديد الوقت المطلوب لكل مهمة وأولويات تنفيذ كل من هذه المهام.

التكلفة

تعتمد التكلفة (Cost) المالية للمشروع على عدة متغيرات مثل: الموارد البشرية المطلوبة، والأدوات والمعدات المستخدمة، وتكلفة المواد الخام وغيرها.

يتم تقسيم التكلفة إلى قسمين:

1. تكاليف ثابتة مثل: تكلفة رواتب العمال والإيجار والتكاليف الأخرى.
2. تكاليف متغيرة مثل: تكلفة الكهرباء والمياه والمواد المستخدمة في الإنتاج.



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:
أولاً:

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؟
ثانياً:

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

من هو مدير المشروع؟

Who is a Project Manager?

مدير المشروع هو شخص محترف مسؤول عن قيادة الفريق وإدارة المشروع من بدايته إلى نهايته، فهو المسؤول عن نجاح المشروع، وضمان اكتماله في الوقت المحدد وفي إطار الميزانية المحددة، وبشكل ينال رضا أصحاب المصلحة. يتضمن دور مدير المشروع مجموعة من المسؤوليات، وتشمل:

تخطيط المشروع

من خلال تحديد أهداف المشروع ونطاقه ومتطلباته، وإنشاء خطته والمخطط الزمني لتنفيذه، 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 مخرجات المشروع لمعايير الجودة.

المراقبة والتحكم في المشروع

من خلال تتبع التقدم 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 مخرجاته، كالمُنتَج مثلاً، وإنهاء العقود والاتفاقيات، وأرشفة مستندات المشروع، وجمع الدروس المستفادة.

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

مدير المشروع (Project Manager) :

يؤدي مدير المشروع دوراً رئيساً في المشروع بصفته مسؤولاً بشكل أساسي عن إتمامه بنجاح، وتتمثل مهمة المدير في ضمان تقدم المشروع وفق المخطط الزمني والميزانية المحددة لتحقيق أهدافه، ومن المهم امتلاكه لما يرتبط بالمشروع من خلفية وخبرة كافية.



مدير المشروع

شكل 1.16: مهام مدير المشروع

واجبات مدير المشروع:

- تطوير خطة المشروع.
- تعيين فريق المشروع.
- قيادة وإدارة فريق المشروع.
- تطوير المخطط الزمني للمشروع وتحديد كل مرحلة.
- تعيين المهام لأعضاء فريق المشروع.
- تقديم التقارير بشكل دوري إلى الإدارة العليا.

تقع على عاتق مدير المشروع مسؤولية تحديد دور كل عضو في الفريق، والتأكد من عملهم معاً كفريق واحد، كما يجب عليه تحفيز الفريق، والاستماع إلى أفكار الجميع، والتأكد من التزام كافة أعضاء الفريق بتنفيذ جدول المشروع المحدد.

سمات مدير المشروع الفعال:

- يمتلك مهارات التواصل الفعال.
- يمتلك مهارات القيادة.
- يمتلك مهارات صنع القرار.
- لديه خبرة تقنية.
- لديه القدرة على بناء مهارات الفريق.
- يعمل بشكل جيد تحت ضغط العمل.
- لديه القدرة على النقاش والتفاوض الفعال.
- يراعي الجوانب الإنسانية في العمل.

الخطط الأخرى التي على مدير المشروع تطويرها**Other Plans Needed by the Project Manager**

بالإضافة إلى تحديد نطاق المشروع، توضّح خطة المشروع الفترة الزمنية لتنفيذ المهام والعمليات وتكلفتها المالية، كما تتضمن العديد من العناصر الأخرى التي تساهم في تقدّم العمل وجودة المنتج النهائي للمشروع. تتفرع خطط أخرى من خطة المشروع الأساسية، وتشمل:

- خطة إدارة الموارد.
- الخطة المالية.
- خطة قبول المشروع.
- خطة التواصل.
- خطة المشتريات.
- خطة المخاطر.

تخطيط نطاق المشروع Project Scope Planning

تشير عملية تخطيط نطاق المشروع إلى تحديد جميع الأعمال والمهام المطلوب إنجازها لتنفيذها، وتتكون من:

تحديد نطاق المشروع Determining the Scope of the Project

يتم في هذه المرحلة تحديد المهام الرئيسية التي يجب القيام بها لتنفيذ المشروع.

على سبيل المثال، تمر عملية توظيف شخص لوظيفة معينة بعدة مراحل هي:

- الإعلان عن الوظيفة.
- اختيار المرشح.
- مقابلة المرشح.
- تقديم عرض عمل رسمي للمرشح.



شكل 1.17: تحديد نطاق المشروع

تقسيم المشروع إلى مهام أصغر Breaking the Project into Smaller Tasks

تتمثل فكرة العمل الجماعي في تقسيم فريق العمل إلى مجموعات أصغر تؤدي المهام الفرعية الموكلة لكل منها.

على سبيل المثال، تتضمن عملية التصميم الهندسي لبناء منزل المهام التالية:

- إنشاء المخطط المعماري.
- إعداد مستندات البناء.
- الموافقة على المخطط المعماري.



شكل 1.18: تقسيم المشروع إلى مهام أصغر

المُخطَّط الزمني Timeline

تقدير الوقت Estimating Time

يُعدُّ عامل الوقت أحد المُحدِّدات الأساسية الثلاثة في مثلث إدارة المشروع، ويأتي تخطيط الوقت فور الانتهاء من تحديد نطاق المشروع وأنشطته الرئيسة والمهام التي يتضمنها. يجب على مدير المشروع تقدير الوقت المطلوب لإكمال كل مُهمَّة بالتعاون مع فريق المشروع، وقد يتطلب ذلك الكثير من النقاشات خاصة إذا كان للمشروع مواعيد نهائية للتسليم. على سبيل المثال، يجب أن يوافق كل عضو في فريق بناء المنزل على تقدير الوقت اللازم لإتمام كل نشاط أو مُهمَّة، لذلك يجب على مدير المشروع ومشغل الآلات الثقيلة والمهندس المعماري والبنائين والموظفين الاتفاق على مقدار الوقت المخصص لإنجاز كل مُهمَّة من مهامهم، فإذا كان تقدير المدة التي قد يستغرقها النشاط أمراً صعباً، فسيتم تقدير تلك المدة في أفضل وأسوأ الحالات، والتوصل إلى متوسط تقديري للمدة.

تحديد أولويات المهام حسب الاحتياجات Prioritizing Tasks According to Needs

تحتاج في هذه المرحلة إلى:

- وضع المهام في تسلسل منطقي.
- تقدير مدة تنفيذ كل مُهمَّة.
- التوثيق الكامل لعمليات تقدير الوقت لمساعدتك في وضع مُخطَّط زمني كامل للمشروع.

ترتيب وجدولة المهام

بعد إنشاء قائمة المهام المطلوبة لإكمال المشروع، يحتاج مدير المشروع إلى النظر في تسلسل تلك المهام وكيفية ارتباطها ببعضها، ثم يقرِّر تلك المهام التي تُشكِّل أساساً للمشروع، وتلك التي يجب أن يبدأ تنفيذها أو إكمالها على الفور قبل الانتقال إلى المهام التالية. على سبيل المثال، لا يمكن إنجاز تصميم أو تخطيط مواقع الأثاث أو وضع المعدات المنزلية في البيت قبل اكتمال المُخطَّط المعماري، كما لا يمكن بناء سقف البيت إذا لم يتم الانتهاء من الطابق الأول للبناء. يوضِّح الشكل 1.19 أساسيات ترتيب أولويات المهام.



شكل 1.19: النصائح الأساسية لتحديد أولويات المهام

طرائق تحديد أولويات المهام Methods for Prioritizing Tasks

هناك طريقتان يمكنك استخدامهما لتحديد أولويات مهام مشروعك:

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 وفقاً 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 يتضمن التحليل ABC أكثر من ثلاث مجموعات.

طريقة أيزنهاور (Eisenhower Method)

يتم تقييم جميع المهام وفقاً للمعايير التالية: ذات أهمية أو غير هامة، أو عاجلة أو غير عاجلة، ويتم تقسيمها إلى أربع وفقاً 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 قبل مدير المشروع، في حين يتم تفويض الآخرين للقيام بالمهام غير الهامة والعاجلة، ويتم تعيين تاريخ انتهاء المهام غير العاجلة وجدولتها بواسطة مدير المشروع أيضاً. يوضح الشكل 1.20 مثالاً لطريقة أيزنهاور (Eisenhower).

	غير عاجلة	عاجلة	ذات أهمية
يسمى بصندوق أيزنهاور، ويساعد في تقييم المهام من حيث أهميتها وأولويتها، حيث يمكن وضع العناصر في مكانها المناسب داخل كل مربع في الصندوق. يقال إن هذا الأسلوب استخدمه الرئيس الأمريكي دوايت أيزنهاور (Dwight Eisenhower) ووصف في اقتباس منسوب إليه جاء فيه: "المهم نادراً ما يكون عاجلاً، وما هو عاجل نادراً ما يكون مهماً".	التعرف على إجراءات السلامة.	• مرحلة التخطيط لمشاركة المدرسة في المسابقة. • الاستعداد للمسابقة. • إعداد الأندرويد (Android). • برمجة الأندرويد. • الاختبار النهائي. • حضور المسابقة الوطنية.	غير هامة
	تسمية الفريق.	• المقاطعات من الآخرين. • المشتتات الأخرى.	

شكل 1.20: طريقة أيزنهاور

تحديد النقاط المحورية والمواعيد النهائية للمشروع Determining Project Milestones and Deadlines

ما النقاط المحورية للمشروع؟

تُعدُّ النقاط المحورية في إدارة المشروع حدثاً رئيساً يتطلب اهتماماً خاصاً. على سبيل المثال، تُعدُّ عملية إنشاء الروبوت عند المشاركة في مسابقة الروبوت الوطنية نقطة محورية في المشروع، وتُعدُّ عملية استكمال برمجة الروبوت بشكلها النهائي بمثابة النقطة المحورية الثانية في المشروع.

ما المقصود بالموعد النهائي؟

الموعد النهائي للمهمة أو المشروع هو آخر وقت أو تاريخ يمكن من خلاله إكمال المهمة أو المشروع.

لماذا يُعدُّ الموعد النهائي مهماً؟

يُعدُّ تحديد الموعد النهائي أمراً مهماً للغاية في كل ما تقوم به في حياتك كما هو في المهام والمشاريع أيضاً، وهو ببساطة وسيلة للتعامل مع الوقت بحكمة نظراً لمحدوديته. على سبيل المثال، تشبه المواعيد النهائية من حيث أهميتها التواريخ المحددة للاختبارات المدرسية، فعليك مثلاً الانتهاء من دراسة المادة الدراسية والإعداد للامتحان قبل حلول موعد الامتحان، وللقيام بذلك عليك أن تخطط وتضع جدولاً زمنياً للدراسة، وتلتزم بذلك الجدول، وسيؤدي الفشل في التخطيط السليم أو عدم الالتزام بجدولك الزمني إلى عدم إكمالك لدراسة المادة الدراسية في الوقت المحدد، مما قد ينجّم عنه الفشل في الامتحان وربما تأخير عام دراسي كامل.

خصائص الموعد النهائي : Deadline Features

- يضع جدولاً محدداً للإنتاجية.
- يحسّن الانضباط وأخلاقيات العمل.
- يقربك باستمرار من تحقيق الأهداف.
- يوفر شعوراً بالإنجاز.
- يقلل من التسويف والتردد.

النقاط الواجب مراعاتها عند تحديد الموعد النهائي:

Points to Consider When Setting a Deadline

- يجب أن تكون المواعيد النهائية واقعية، ومتوازنة لتجنب ضغوط العمل أو نُضوب الموارد.
- يجب وضع هامش منطقي للخطأ أو التأخير في تقدير وقت المشروع.
- إعلام الموظفين والعاملين بالخطة الزمنية لتنفيذ المشروع وتذكيرهم بها بشكل دوري.
- التأكد من كفاية موارد المشروع للإنجاز في الوقت المحدد.

إدارة الموارد Resource Management

تشير إدارة الموارد إلى عملية تخصيص الموارد المتاحة، واستخدامها بكفاءة وفعالية من أجل تحقيق أهداف وغايات محددة، وتشمل كلاً من الموارد الملموسة مثل: الموظفين أو العاملين، والأموال، والمعدات، والمواد، وكذلك الموارد غير الملموسة مثل: الوقت والخبرة.

تتضمن الإدارة الفعالة للموارد التخطيط الدقيق، والتنسيق والاستغلال الأمثل للموارد المتاحة؛ لضمان استخدامها بكفاءة وفعالية، ويمكن أن يشمل ذلك تحديد احتياجات ومتطلبات المشروع أو المؤسسة، وتحديد أولويات المهام والأنشطة، وتخصيص الموارد لمهام محددة، ومراقبة استخدامها، وإجراء التعديلات حسب الحاجة لضمان استخدام الموارد بشكل فعال. يمكن أن تكون إدارة الموارد عاملاً حاسماً في نجاح أي مشروع أو مؤسسة، ويمكن أن يؤدي ضعف إدارة الموارد إلى ضعف الكفاءة، والتأخير أو الفشل في إنجاز الأعمال، وتجاوز الميزانيات المحددة، والكثير من المشكلات التي يمكن أن تؤثر سلباً على نتائج المشروع. من ناحية أخرى، تساعد الإدارة الفعالة للموارد في ضمان إنجاز المشاريع في وقتها المحدد وفق حدود الميزانية ومعايير الجودة المطلوبة.

تُستخدم إدارة الموارد وإدارة المشاريع لجدولة أنشطة العمل والتخطيط لها، مما يجعل عملية التخطيط العام للمشروع أكثر كفاءة، ويمكن أن يساعد التنفيذ السليم لتقنيات إدارة الموارد في استخدام الموارد في المؤسسة بشكل أكثر فعالية.

تكاليف المشروع Project Cost

تكتسب إدارة التكاليف أهمية خاصة في إدارة المشاريع، ولفهم هذه الأهمية بشكل أفضل، ستتعرف على مكونات إدارة التكاليف وكيفية تقدير التكاليف والتحديات التي تواجهها، وأنواع الموارد في المشاريع، وعلى الأدوار والمهام التي يتم تعيينها لإدارة التكاليف. ستقوم بإنشاء ميزانية مبسطة للمشروع الذي بدأت في الدرس السابق وذلك باستخدام التطبيقات المناسبة.

هناك نوعان من التكاليف لأي مشروع:

التكاليف المباشرة:

وتشمل نفقات العمالة والمواد والأدوات.

التكاليف غير المباشرة:

وتشمل نفقات التشغيل مثل: الكهرباء والإنترنت والوقود.

أهمية إدارة التكاليف : Importance of Cost Management



العناصر التي تؤخذ في الاعتبار في تقدير تكاليف المشروع: Elements Taken into Account in Project Cost Estimation

الموارد البشرية:

تتمثل في تكلفة أجور أعضاء الفريق ومدة العمل في المشروع.

المواد والمعدات:

تتمثل في تكلفة الاستحواذ على الأدوات، والبرمجيات، وتكلفة المعدات، والتصاريف القانونية وغيرها.

المرافق:

تتمثل في الإيجارات المدفوعة لمساحة العمل.

الموردون:

هم المقاولون الخارجيون أو الداخليون.

التحديات والمخاطر:

تؤدي بعض المشكلات أو التحديات إلى انحراف المشروع عن مساره المحدد مما يؤدي إلى زيادة التكاليف، وبالتالي يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة خلال عملية تقدير التكاليف.

تقدير التكاليف Cost Estimation

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

التحديات التي تواجه عملية تقدير التكاليف

عملية تقدير التكاليف ليست سهلة، وقد تكون غير دقيقة في بعض الأحيان، خاصة في المشاريع التقنية الحديثة، ويوضح الجدول 1.13 بعض المشكلات التي تواجه عملية تقدير التكاليف.

جدول 1.13: التحديات التي تواجه عملية 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؛ لتجنب تجاوز الميزانيات المحددة.	التعجل في تقدير التكاليف
تلعب الخبرة دوراً مهماً في دقة تقدير التكاليف، ويساهم وجود بيانات من مشاريع سابقة أو مشابهة في تقديرها بدقة أكبر.	قلة الخبرة في تقدير التكاليف
قد يميل مدير المشروع إلى تقدير التكاليف بشكل أقل مما هي عليه بالفعل، وذلك مثلاً لعدم إدراكه للجوانب الفنية الدقيقة للمشروع، ومن المهم أن يقوم مدير المشروع بإشراك أعضاء الفريق في عملية تقدير التكاليف؛ للاستفادة من خبراتهم الفردية في الجوانب الفنية المختلفة للمشروع.	ميل الطبيعة البشرية لتقليل التكاليف
تمارس الإدارات وأصحاب المصلحة ضغوطاً على مدير المشروع لخفض التكاليف، ويمكن أن يؤدي هذا الضغط إلى حدوث أخطاء في تقدير التكاليف.	ضغوطات الإدارات وأصحاب المصلحة لخفض التكاليف

تعيين الموارد Resource Mapping

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

أنواع الموارد Resource Types

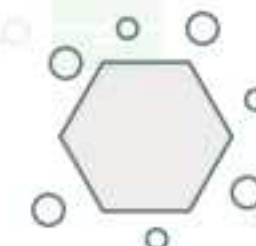
موارد قابلة للتخزين:

هي موارد ملموسة، ويمكن 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 المنتج مثل: التراخيص، والعلامات التجارية، وسمعة الشركة المنفذة للمشروع وغيرها.



الموارد وإدارة المشاريع الناجحة Resources and Successful Project Management

تتسم الموارد بمحدوديتها، ويعتمد تخصيصها للمهام المختلفة على الأولوية الممنوحة لكل مهمة في المشروع، ويتم ترتيب أولويات هذه الموارد باستخدام طريقة المسار الحرج (Critical Path)، والتي ستدرسها بمزيد من التفصيل لاحقاً. يمثل أعضاء فريق بناء المنزل الذين يعملون في المشروع الموارد الحيوية لهذا المشروع، والهدف الأساسي هو إنشاء مخطط زمني أكثر كفاءة. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي فريق بناء المنازل على ما يقرب من ثلاثة بنائين، مما يسمح بتقليل مدة المشروع إلى أقصى حد ممكن.

مفاتيح إدارة المشروع بنجاح

الاستخدام
الأمثل للموارد

الحفاظ على الموارد

جدولة الموارد

شكل 1.21: كفاءة استخدام الموارد

الموارد البشرية (HR) Human Resources

تعد إدارة الموارد البشرية من أهم الإدارات في المؤسسات والشركات، حيث تركز على العنصر البشري الذي سيقوم بتنفيذ المهام والأنشطة في تلك المؤسسة أو الشركة.

فريق المشروع

(Project Team):

فريق المشروع هو فريق تم اختياره لتنفيذ مشروع معين.

العمل كفريق Working as a Team

فوائد العمل الجماعي:

- يعزز الإبداع والتعلم.
- يمزج بين نقاط قوة أعضاء الفريق، مما يخلق نوعاً من التكامل.
- يعزز بناء الثقة.
- يعلم مهارات حل النزاعات.
- يعزز الشعور بالانتماء.

التقسيم إلى فرق عمل فرعية Division into Sub-Teams

للقيام بالعمل بشكل فعال، قد يكون ضرورياً تقسيم فريق العمل إلى فرق فرعية، حيث يساهم تشكيل فرق عمل أصغر في تقسيم العمل إلى أجزاء أصغر وأبسط، مما يعني أن كل فريق فرعي يمكنه أداء مهمته المحددة خلال فترة زمنية محددة. على سبيل المثال، يمكن تنفيذ مهمة إعداد تصميمات بناء المنزل الخارجية بشكل متزامن مع مهمة التصميم الداخلي، وبهذه الطريقة يمكن إكمال المهام غير المرتبطة ببعضها في الوقت نفسه من قبل فرق فرعية مختلفة وبالتالي إنجاز العمل في أقل وقت ممكن.

أهم معايير اختيار فريق العمل

The Most Important Criteria for Selecting a Work Team

التخصص والخبرات السابقة:

ينصح باختيار أعضاء الفريق المتخصصين وذوي الخبرة السابقة في مجالات عملهم في المشروع.

مهارات أعضاء الفريق:

اختيار أعضاء الفريق بمهارات متنوعة ومتكاملة تخدم طبيعة المشروع.

السمات الشخصية لأعضاء الفريق:

مراعاة الجوانب الشخصية لأعضاء الفريق مثل: الالتزام، والحماس، والاستعداد للعمل وغير ذلك من السمات المرغوبة.

نقاط يجب مراعاتها للعمل الجماعي الناجح Points to be Considered for Successful Teamwork

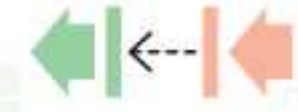
- فريق المشروع هو كيان ديناميكي يتمتع باستقلالية نسبية واتصال داخلي قوي، ويتطلب:
- تنوع التخصصات والمهارات وتكاملها بين أعضاء الفريق.
 - توزيع المهام على الأعضاء بشكل متوازن، والتي لكل منها طبيعتها الخاصة.
 - المشاركة الفعالة للأعضاء في صنع القرار داخل الفريق.
 - وجود قنوات اتصال فعالة بين مدير المشروع وأعضاء الفريق، وكذلك مع الأطراف الأخرى المشاركة في المشروع.
 - توفير بيئة عمل تسمح بالتعبير عن الرأي والنقد البناء وتوليد الأفكار والمقترحات التي تساهم في رفع جودة الأداء في المشروع.
 - حل الخلافات والنزاعات بين الأعضاء بسرعة والحفاظ على وحدة الفريق والتركيز على تحقيق أهداف المشروع.

العلاقات Relationships

ترتبط معظم مهام المشروع ببعضها، فعلى سبيل المثال يجب إكمال مهمة لبدء مهام أخرى؛ حيث تعتمد كثير من المهام على مهام أخرى بشكل يُسمى تبعيات العلاقات بين المهام، وقد يكون المهمة متعددة المهام سابقة وأخرى لاحقة، فالتبعية (Dependency) تعني اعتماد المهمة بشكل كلي أو جزئي على تنفيذ مهام أخرى في المشروع، ويُشار إلى تلك التبعية أيضاً بالعلاقات المنطقية، حيث يمكن أن تكون العلاقة المنطقية تبعية بين مهام المشروع، أو بين النقاط المحورية للمشروع والمهام. يُعد فهم تبعية المهام في إدارة المشروع عنصراً أساسياً في إدارة المسار الحرج للمشروع. على سبيل المثال، أثناء إنشاء مبنى، لا يمكن إعداد مستندات البناء قبل اكتمال المخطط الهندسي للمبنى، ولا يمكن لفريق البناء الموافقة على المخطط الهندسي دون تحضير مستندات البناء. توجد لإدارة المشروع أربعة أنواع من العلاقات المنطقية:

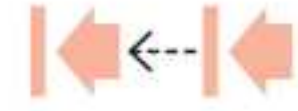
الانتهاء للبداية

يجب إكمال المهمة المحددة قبل أن تبدأ المهمة التالية.



الانتهاء للانتهاء

من الضروري أن تنتهي مهمة محددة حتى تنتهي المهمة الأخرى (تنتهي كلتا المهمتين).



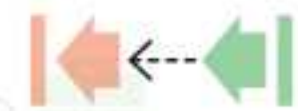
البداية للبداية

يجب أن تبدأ المهمة المحددة حتى تبدأ المهمة الأخرى (تبدأ كلتا المهمتين معاً).



البداية للنهاية

يجب أن تبدأ المهمة المحددة قبل أن تنتهي المهمة الأخرى.



تُعد عملية تقسيم مهام المشروع إلى مجموعة من المهام الفرعية أحد المبادئ الأساسية في إدارة المشروع، وذلك للمساعدة في متابعة سير العمل وضمان اكتمال المشروع في الوقت المحدد، وكذلك لتطوير خطة إدارة المخاطر وتحليلها والاستجابة لها.

خطة إدارة المخاطر Risk Management Plan

تهدف هذه الخطة إلى تقليل أي مشكلات محتملة تنشأ عن المخاطر التي قد تؤثر سلباً على إكمال المشروع، ومن أمثلة المخاطر في العمل تعرّض عامل بناء لحادث أثناء عمله في بناء منزل، أو توقف بطارية الروبوت عن العمل أثناء المشاركة في مسابقة. من المهم ترتيب المخاطر حسب أولويتها، وتحديد مجموعة من الإجراءات؛ لتقليل احتمالية وجود مخاطر والحد من تأثيرها على المشروع في حالة حدوثها.

فيما يلي أبرز المخاطر التي قد تواجهها معظم المشاريع:

أنواع المخاطر وإجراءات الحد منها Types of Risks and Actions to Mitigate them

- التخطيط غير الدقيق للمشروع: يجب مراجعة خطة المشروع وتحديثها بشكل دوري.
- التغييرات المستمرة في نطاق العمل: يجب عقد اجتماعات دورية مع أصحاب المصلحة وفريق المشروع والاتفاق على آلية واضحة لتعديل نطاق العمل، أو تغييره.
- غياب أو استبدال قيادة الفريق أو أعضائه: يجب وضع خطة احتياطية تتضمن بدائل لأعضاء الفريق وخاصة أولئك الذين يعتمد عليهم نجاح المشروع.
- الحساب الخاطئ لتكلفة المشروع: يجب القيام بمراجعة الخطة المالية بشكل دوري، وتخصيص أموال احتياطية من ميزانية المشروع لاحتواء المخاطر أو التكاليف الطارئة.
- سوء تقدير الوقت المطلوب لإنهاء المشروع: مراجعة جدول المشروع، ووضع إجراءات احتياطية لإكمال العمل في الوقت المناسب مثل: زيادة الموارد البشرية، أو استخدام الحلول التقنية لمتابعة العمل عند الحاجة.

العمل عن بُعد Remote Work

يشير مصطلح العمل إلكترونياً (Telecommuting) إلى نوع من المرونة في العمل يُصرّح فيه للموظف بأداء الواجبات والمسؤوليات والأنشطة الوظيفية في موقع مختلف عن موقع الشركة أو الوظيفة التي يعمل بها. على سبيل المثال، في مشروع بناء منزل، قد لا يكون الوجود الفعلي للمهندس المعماري مطلوباً لجميع المهام مثل مهمة اختيار الأثاث، وفي مثل هذه الحالة يمكنه أن يعمل من المنزل، ويؤدي المهام المحددة لذلك.

مزايا وعيوب العمل عن بُعد للشركات:

Advantages and Disadvantages of Remote Work for Companies

المزايا:

- تقليل التكلفة المالية لعدم وجود حاجة لتوفير مقر عمل للموظف.
- يمكن أن يكون العاملون عن بُعد أكثر إنتاجية وذلك لعدم تعرضهم للمقاطعات التي تحدث أثناء العمل في المكتب أو مقر العمل.
- تحسين الدافعية للعمل والالتزام، وخفض مستويات التوتر، والحد من الغياب بسبب المرض.
- استمرار الموظف في العمل بدوام جزئي من المنزل عند مواجهته ظروفًا شخصية معينة.

العيوب:

- زيادة التكاليف على الشركة بسبب الحاجة إلى توفير أجهزة الحاسب ووسائل الاتصال للعمل عن بُعد.
- صعوبة إدارة ومراقبة أداء العاملين عن بُعد.
- يحمل بعض المخاطر الأمنية المتعلقة بالمعلومات التي يستخدمها العامل عن بُعد.
- بعض أنواع الوظائف غير مناسبة للعمل عن بُعد مثل أعمال البناء.

مزايا وعيوب العمل عن بُعد للموظف:

Advantages and Disadvantages of Remote Work for the Employee

المزايا:

- يوفر العمل عن بُعد الوقت الذي يقضيه الموظف كل يوم في الذهاب إلى مكان العمل.
- يوفر العمل عند بُعد تكلفة استخدام السيارات أو وسائل النقل العام للتنقل من وإلى العمل.
- يوفر المرونة في أداء العمل ضمن حدود المسؤولية المهنية.
- يساهم في تحقيق توازن أفضل بين العمل والحياة الأسرية.

العيوب:

- قد يشعر العامل عن بُعد بالعزلة؛ لأنه يفقد قدرًا كبيرًا من التفاعل الاجتماعي مع زملائه في العمل.
- قد لا تكون بيئة المنزل مناسبة للعمل عن بُعد بشكل فعال، وذلك بسبب الإزعاج المتكرر فيها.
- قد لا يحتوي المنزل على المساحة المطلوبة لتوفير بيئة مناسبة للعمل عن بُعد.
- قد تؤدي البيئة المنزلية إلى عدم الانضباط الذاتي للعمل عن بعد دون إشراف.

أمثلة على المخاطر في مشروع بناء المنازل: Examples of Home Construction Project Risks

قد تنشأ في عملية البناء المخاطر التالية، كما هو موضح في الجدول 1.14.

جدول 1.14: المخاطر وأسبابها في مشروع بناء منزل

المخاطر	الأسباب
 المخاطر المالية والاقتصادية	• توافر الميزانيات اللازمة للعمل. • تقلبات أسعار الصرف. • العجز المالي.
 المخاطر المتعلقة بالإنشاء	• النزاعات العمالية. • إنتاجية الموظف. • التغييرات المتكررة في التصميم. • تعطل المعدات.
 المخاطر البيئية	• شروط الحصول على التصاريح اللازمة. • التلوث وقواعد السلامة.
 المخاطر المتعلقة بالتصميم	• نطاق التصميم غير المكتمل. • خلل في التصميم. • حدوث أخطاء وتجاوزات. • متطلبات غير مكتملة.

تمريبات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
☐	☒	1. المشروع هو نشاط مؤقت بطبيعته لتحقيق هدف معين أو نتيجة محدّدة.
☐	☒	2. تتضمن 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.
☐	☒	المواعيد النهائية هي التواريخ التي يجب أن تكتمل فيها التسليمات، بينما تستخدم النقاط المحورية للإشارة إلى مراحل المشروع.
☐	☒	7. تقدير تكاليف المشروع هو أحد المهام الأساسية لمدير المشروع.
☐	☒	8. يمكن تقسيم مهام المشروع إلى مهام فرعية.
☒	☐	9. تقتصر منافع العمل عن بُعد على الموظّفين فقط.
☒	☐	يمكن أن يفيد أيضا أصحاب العمل في الوصول إلى مجموعة أكبر من المواهب.
☐	☒	10. تهدف خطة إدارة المخاطر إلى تقليل المشكلات المحتملة الناشئة عن المخاطر التي قد تؤثر سلباً على إكمال المشروع.

2

اكتب الفرق بين تخطيط المشروع وإدارة المشروع.

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

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

الابتكار: يمكن للمشروع أن ينشئ تصميمًا جديدًا أكثر كفاءة لبطارية السيارة يعمل على تحسين التقنية الحالية. الاستدامة البيئية: إذا نجح هذا المشروع يمكن أن يساهم 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 القوة
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 تطوير 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 تعلم واسعة النطاق ونقصًا في الخبرة في تقنية البطاريات والتصنيع.	نقاط الضعف
السوق المتنامية: ينمو سوق السيارات الكهربائية بسرعة؛ مما يوفر قاعدة عملاء محتملة كبيرة للبطارية الجديدة. الحوافز الحكومية: تقدم العديد من البلدان حوافز لتطوير وإنتاج السيارات الكهربائية التي يمكن أن تساعد في تعويض بعض تكاليف المشروع.	الفرص
المنافسة: قد يقوم مصنعو البطاريات وشركات التقنية الراسخة أيضًا بتطوير تقنيات جديدة، ويمكن أن يكون لديهم المزيد من الموارد والخبرات. التقدم التقني: يمكن للتقدم السريع في تقنية البطاريات أن يجعل المنتج المطور قديمًا بحلول الوقت الذي يصل فيه إلى السوق. العقبات التنظيمية: يجب أن يفي المنتج بجميع لوائح السلامة والأداء في كل بلد يُباع فيه، والتي يمكن أن تكون عملية معقدة وتستغرق وقتًا طويلًا.	التحديات

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

● **المخطط الزمني:** هو تمثيل مرئي لسلسلة من الأحداث أو المهام أو الأنشطة المعروضة بترتيب زمني. في إدارة المشروع، يمثل الجدول الزمني عادة المدة المخططة للمشروع؛ مما يشير إلى متى تبدأ كل مهمة ومتى تنتهي، ويساعد المخطط الزمني في إبقاء جميع أعضاء الفريق على اطلاع 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 المحدد 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، وتمثل نقطة تقدم مثل الانتهاء من مهمة أو مرحلة رئيسية من المشروع. على عكس المهام العادية عادة لا يكون للنقاط المحورية مدة، وبدلاً من ذلك فإنها تمثل نقطة زمنية، وغالباً ما يتم استخدامها كعلامة لمراقبة تقدم المشروع مقابل جدولته الزمني.

5 اشرح الفرق بين الطريقتين الأساسيتين لتحديد أولويات المهام.

● **طريقة أيزنهاور**

يتم تقييم جميع المهام وفقاً للمعايير التالية: ذات أهمية أو غير هامة، أو عاجلة أو غير عاجلة، ويتم تقسيمها إلى أرباع وفقاً 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 قبل مدير المشروع، في حين يتم تفويض الآخرين للقيام بالمهام غير الهامة والعاجلة، ويتم تعيين تاريخ انتهاء المهام غير العاجلة وجدولتها بواسطة مدير المشروع أيضاً.

● **طريقة تحليل ABC**

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

A: مهام ذات أهمية وعاجلة.

B: مهام ذات أهمية وغير عاجلة.

C: المهام غير الهامة وغير العاجلة.

6 اشرح الفرق بين إدارة التكاليف وإدارة الموارد.

● إدارة التكاليف: تتضمن عملية التخطيط والتقدير ووضع الميزانية والتحكم في التكاليف بحيث يمكن إكمال المشروع ضمن الميزانية المعتمدة.

● إدارة الموارد: يشير هذا إلى عملية التخطيط والجدولة وتخصيص الموارد (الأشخاص والمعدات والمواد) بأكثر الطرق كفاءة وفعالية، وذلك لضمان توفر الموارد اللازمة عند الحاجة، واستخدامها بكفاءة وفعالية.

7 كيف تساهم الموارد البشرية في الأداء الفعال للشركة؟

● تعزيز الإبداع والتعلم.

● خلط نقاط القوة لدى أعضاء الفريق، وخلق نوع 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 المهمة المحددة قبل أن تبدأ المهمة التالية.

● الانتهاء للانتهاء: من الضروري أن تنتهي مهمة محددة حتى تنتهي المهمة الأخرى (تنتهي كلتا المهمتين).

● البداية للبداية: يجب أن تبدأ المهمة المحددة حتى تبدأ المهمة الأخرى (تبدأ كلتا المهمتين معاً).

● البداية للنهاية: يجب أن تبدأ المهمة المحددة قبل أن تنتهي المهمة الأخرى.

9 اشرح بإيجاز أهمية خطة 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.



الدرس الخامس برمجيات إدارة المشاريع

خطة المشروع Project Plan

تعد خطة المشروع مستنداً رسمياً يُجهز لغرض مراقبة المشروع ومتابعة تنفيذه، كما أنها بمثابة المفتاح لنجاح المشروع، وتكتسب أهمية خاصة في كونها أهم مستند يجب إعداده قبل البدء بأي مشروع، وهي أيضاً من أهم مكونات عملية إدارة المشروع، ولذلك يجب إنشاؤها بعناية، مع مراعاة تجزئة المشروع إلى مهام فرعية يجب القيام بها لإتمامه.

دورة حياة إدارة المشروع Project Management Life Cycle

يمر كل مشروع بالمراحل التالية:

1. التهيئة وتكوين المفهوم.
2. التعريف والتخطيط.
3. الإطلاق والتنفيذ.
4. الأداء والتحكم.
5. إنهاء المشروع.

برمجيات إدارة المشاريع Project Management Software

يشكل حجم فريق العمل وحجم المشروع نفسه أهم معايير اختيار برمجيات إدارة المشاريع، وتوجد العديد من البرامج المتخصصة للتعامل مع المشاريع الكبيرة مثل مايكروسوفت بروجكت (Microsoft Project)، كما توجد برامج أخرى مخصصة للهواتف الذكية والأجهزة اللوحية، وكذلك تلعب منهجية التطوير التي يتم اختيارها دوراً في اختيار البرنامج المناسب. ستستخدم في مشروعك برنامج قانت بروجكت (Gantt Project) الذي يُستخدم على نطاق واسع في مشاريع البناء، والإعلانات، والمشاريع الصناعية متوسطة الحجم، وفي متابعة المهام اليومية لبعض المشاريع.

شكل 1.22: تخطيط مشروع باستخدام مخططات قانت (Gantt)





مُخطَّط قانت Gantt Chart

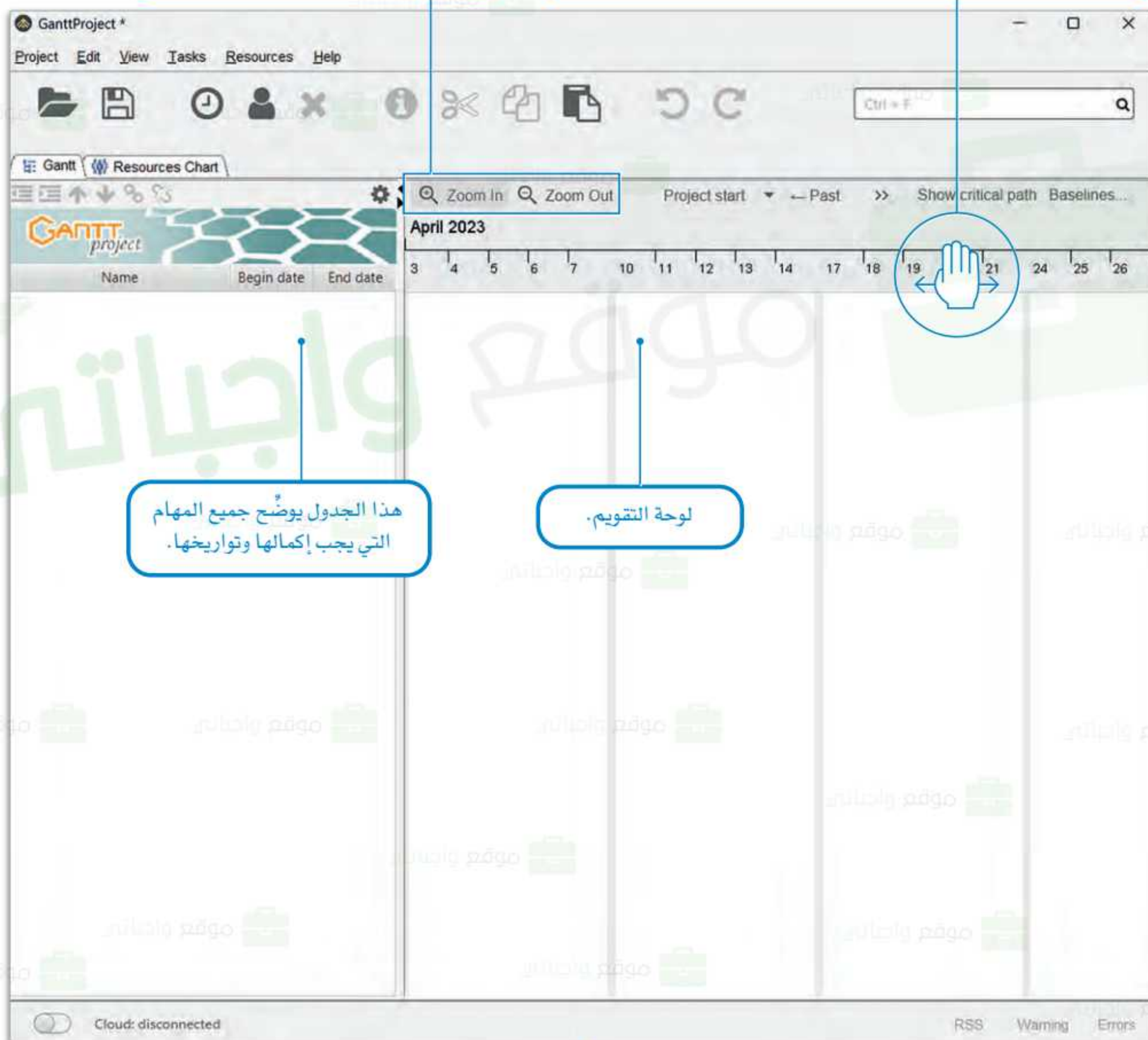
يوفر مُخطَّط قانت (Gantt Chart) نطاقًا زمنيًا يساعد في تخطيط مهام محدَّدة في مشروع ما، وتنسيقها، ومتابعتها.

ستقوم بإنشاء مُخطَّط قانت لمشروع تصميم هندسي نموذجي يتبع المراحل الرئيسة لتطوير المنتج التي تم ذكرها سابقًا في الوحدة، ستستخدم برنامج قانت بروجكت (Gantt Project) لتخطيط المشروع وإنشاء مُخطَّط قانت. يمكن تنزيل أداة قانت بروجكت مجانًا من الرابط التالي: <https://www.ganttproject.biz/>.



يمكنك تغيير طريقة عرض المُخطَّط الزمني إلى مستويات تكبير مختلفة.

يمكنك التنقل عبر المُخطَّط الزمني لمعرفة تاريخ البدء وتاريخ الانتهاء للمهام المدرجة في الجزء الأيسر من الشاشة.



هذا الجدول يوضِّح جميع المهام التي يجب إكمالها وتواريخها.

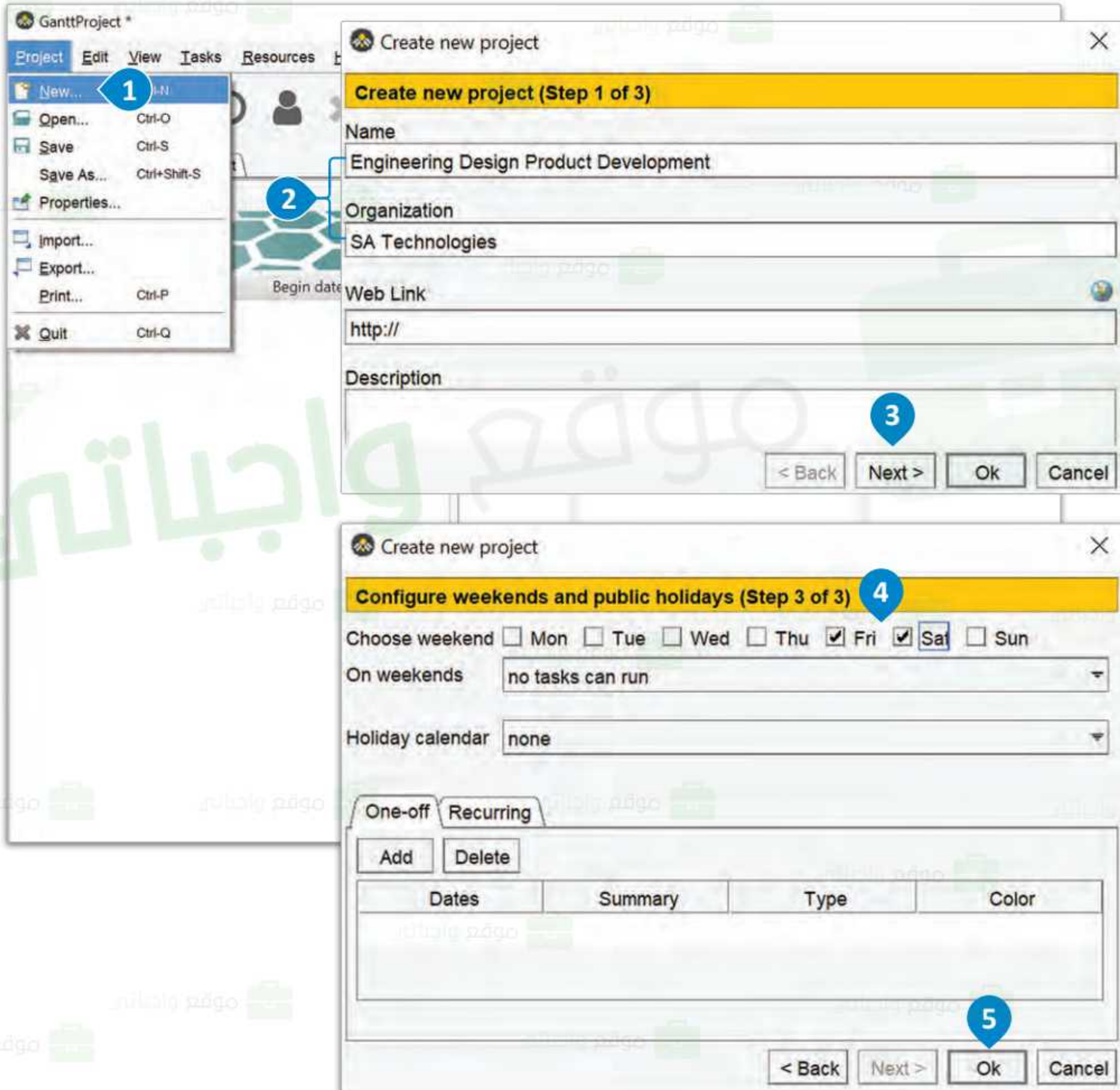
لوحة التقويم.

شكل 1.23: واجهة مُستخدم قانت بروجكت



إنشاء مشروع جديد:

- 1 < اضغط على قائمة Project (المشروع)، ثم اضغط على أمر New (جديد).
- 2 < املأ حقل Name (الاسم) و Organization (المؤسسة).
- 3 < اضغط مرتين متتاليتين على زرّ Next (التالي).
- 4 < اضبط يومي Fri (الجمعة) و Sat (السبت) كتواريخ نهاية الأسبوع.
- 5 < اضغط على Ok (موافق).

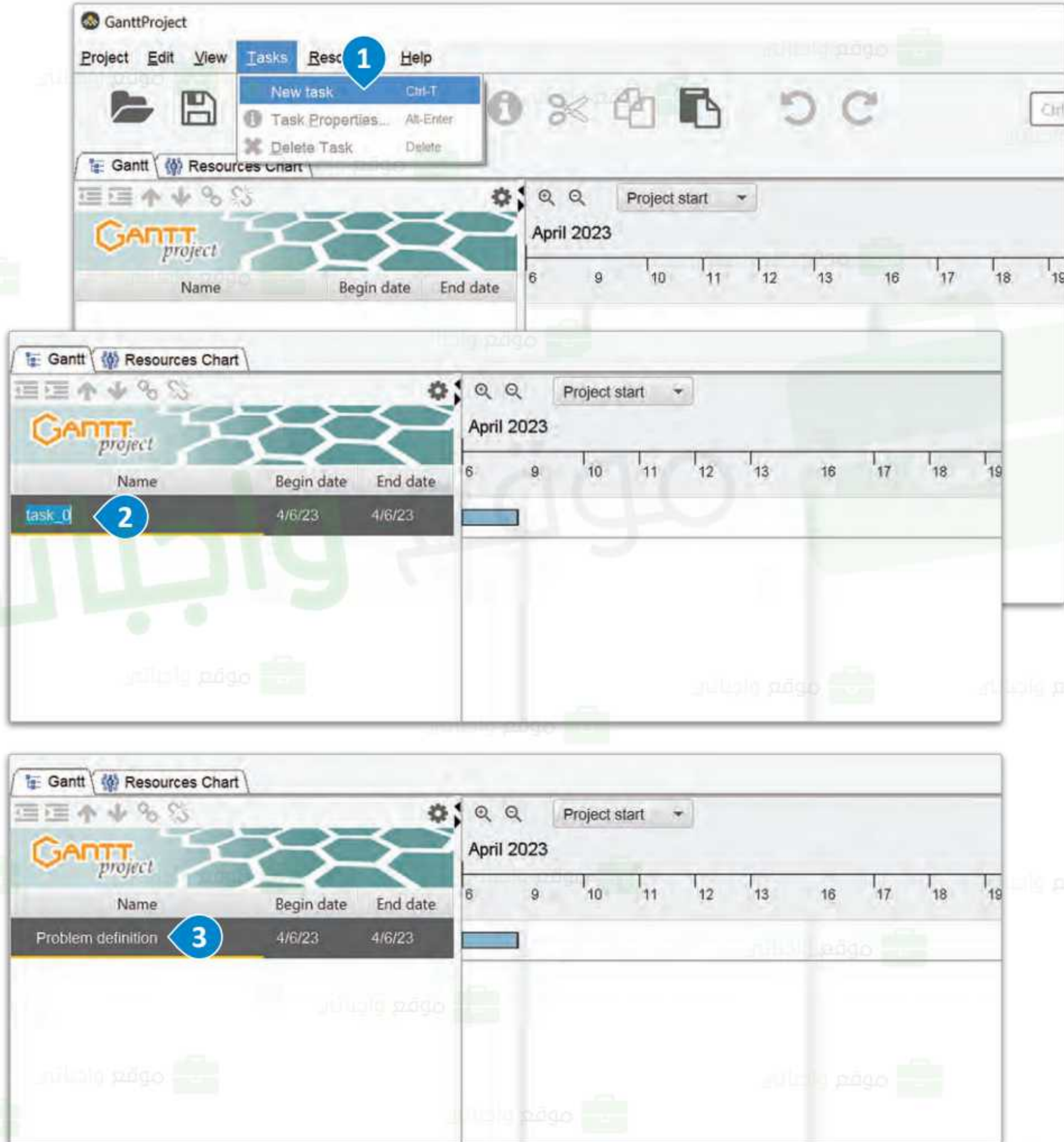


شكل 1.24: إنشاء مشروع جديد



إنشاء مهمة جديدة:

- 1 < اضغط على قائمة Tasks (المهام)، ثم اضغط على أمر New task (مهمة جديدة).
- 2 < سيتم إنشاء مهمة جديدة باسم افتراضي.
- 3 < اكتب اسماً للمهمة الأولى، على سبيل المثال Problem Definition (تعريف المشكلة).

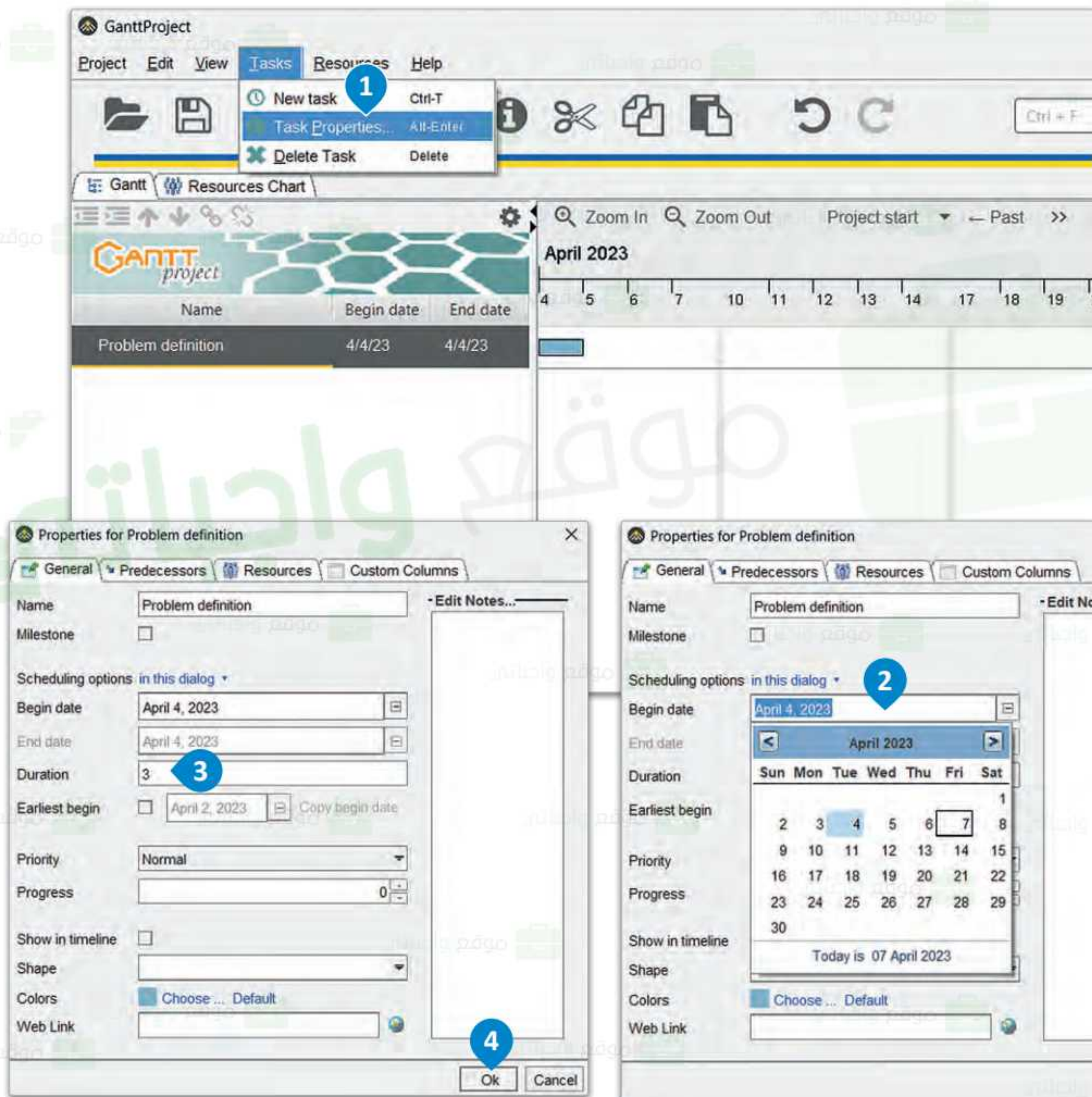


شكل 1.25: إنشاء مهمة جديدة



لتغيير خصائص المهمة :

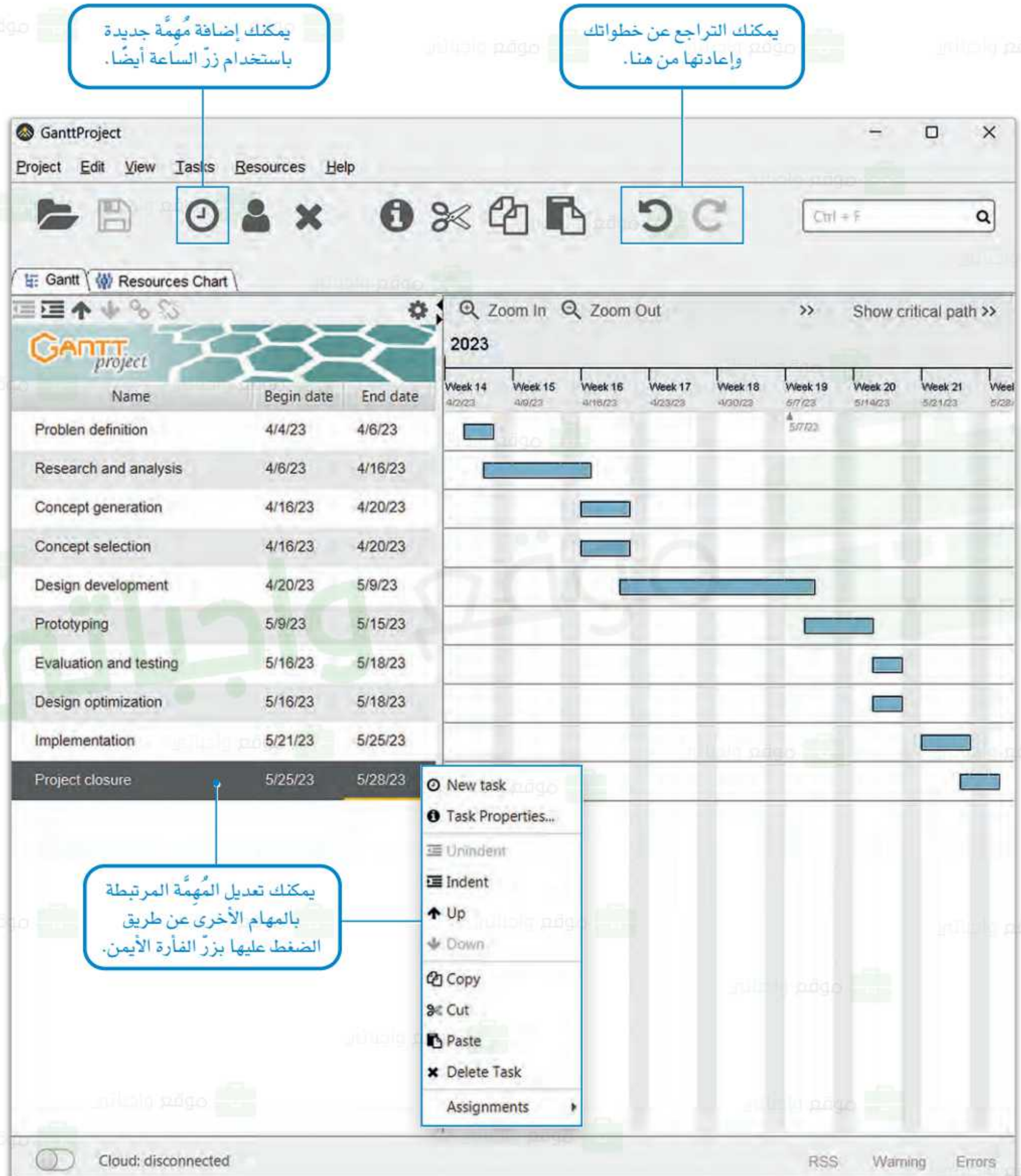
- 1 < من قائمة Tasks (المهام) ، حدد أمر Task Properties (خصائص المهمة) .
- 2 < اضغط Begin Date (تاريخ البدء) من خلال الضغط على الزر المجاور لحقل النص.
- 3 < أضف Duration (مدة المهمة) المهمة لتكون عدد أيام العمل.
- 4 < اضغط على Ok (موافق) .



شكل 1.26: تغيير خصائص المهمة



املاً باقي المخطط بالمرحلة التالية لعملية تطوير مُنتج التصميم الهندسي وبفترات زمنية متوافقة، وسيظهر المخطط بالشكل التالي:

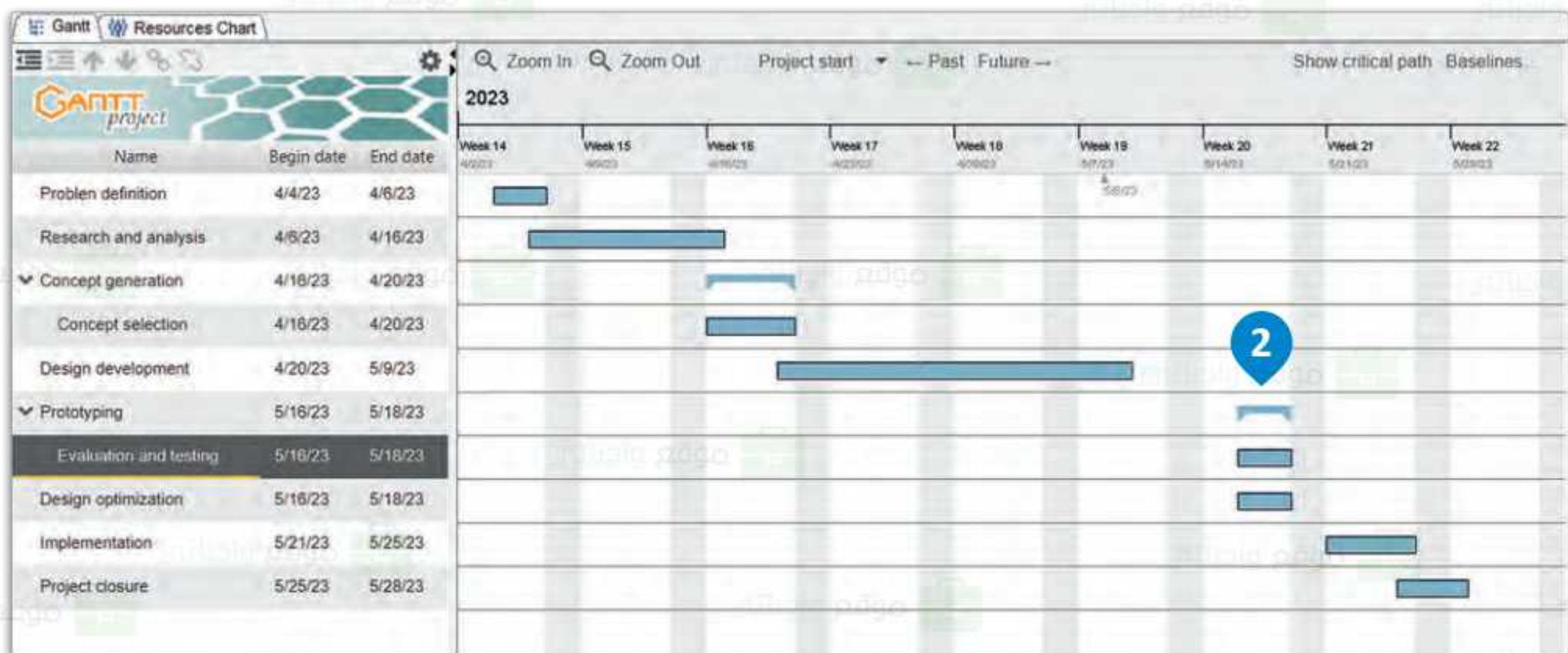
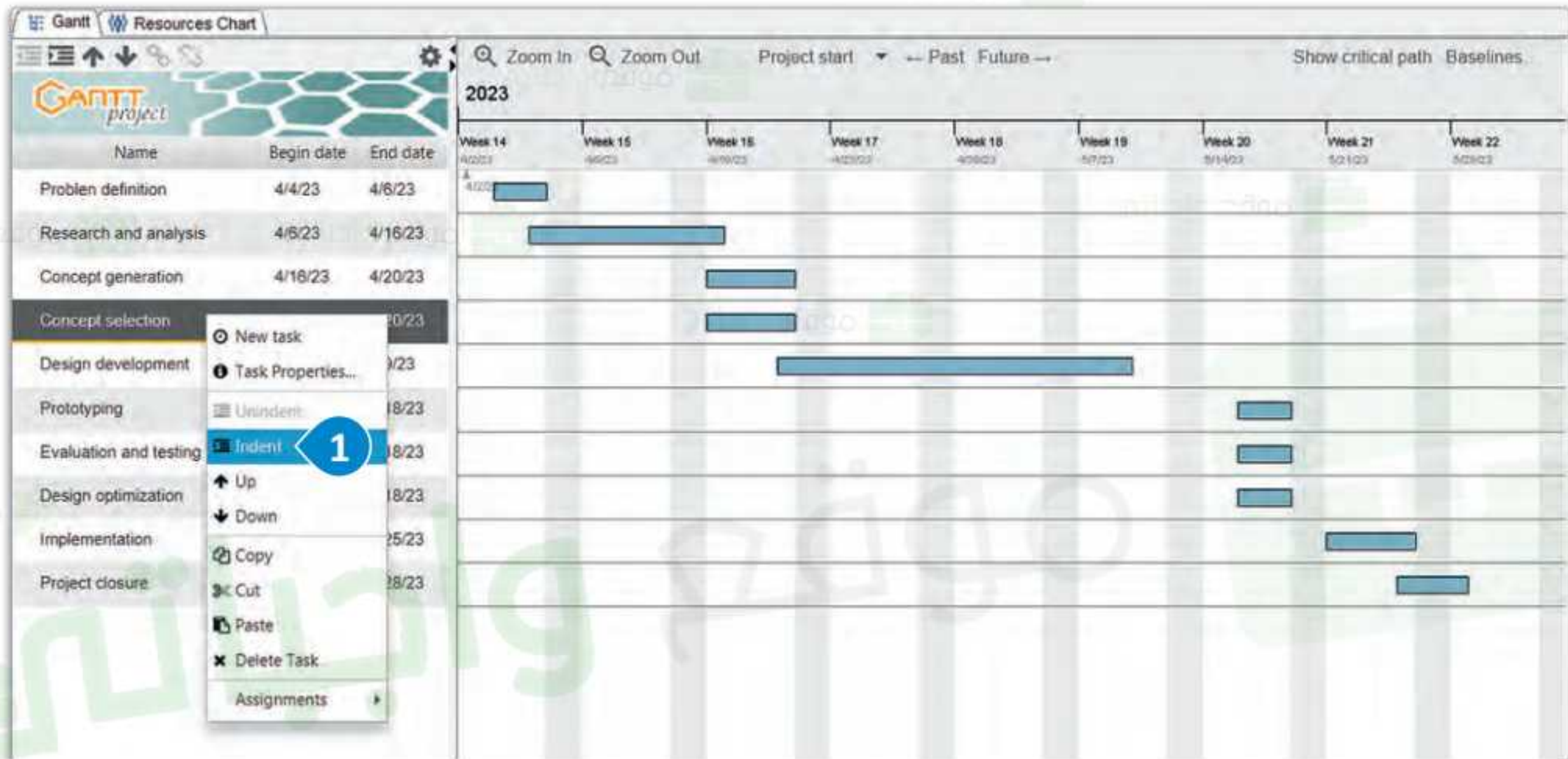


شكل 1.27: تغيير تسلسل المهام

قد تتضمن المهمة الرئيسية مهام فرعية أخرى أيضاً، حيث يتيح لك برنامج قانت بروجكت تحديد المهام الرئيسية والمهام الفرعية أيضاً، وفي هذا المثال ستدمج مهام تكوين المفهوم (Concept Generation)، والنماذج الأولية (Prototyping)، والاختبار (Testing)، وتحسين العمليات (Optimizing Processes) في مهمتين رئيسيتين تتضمنان مهام فرعية.

لإنشاء المهام الفرعية:

- < اضغط بزرّ الفأرة الأيمن على المهمة التي تريدها، ثم اضغط على خيار Indent (المسافة البادئة) لجعلها مهمة فرعية للمهمة أعلاه. ¹
- < افعل الشيء ذاته بالنسبة لبقية المهام التي لها مهام فرعية. ²



شكل 1.28: إنشاء المهام الفرعية

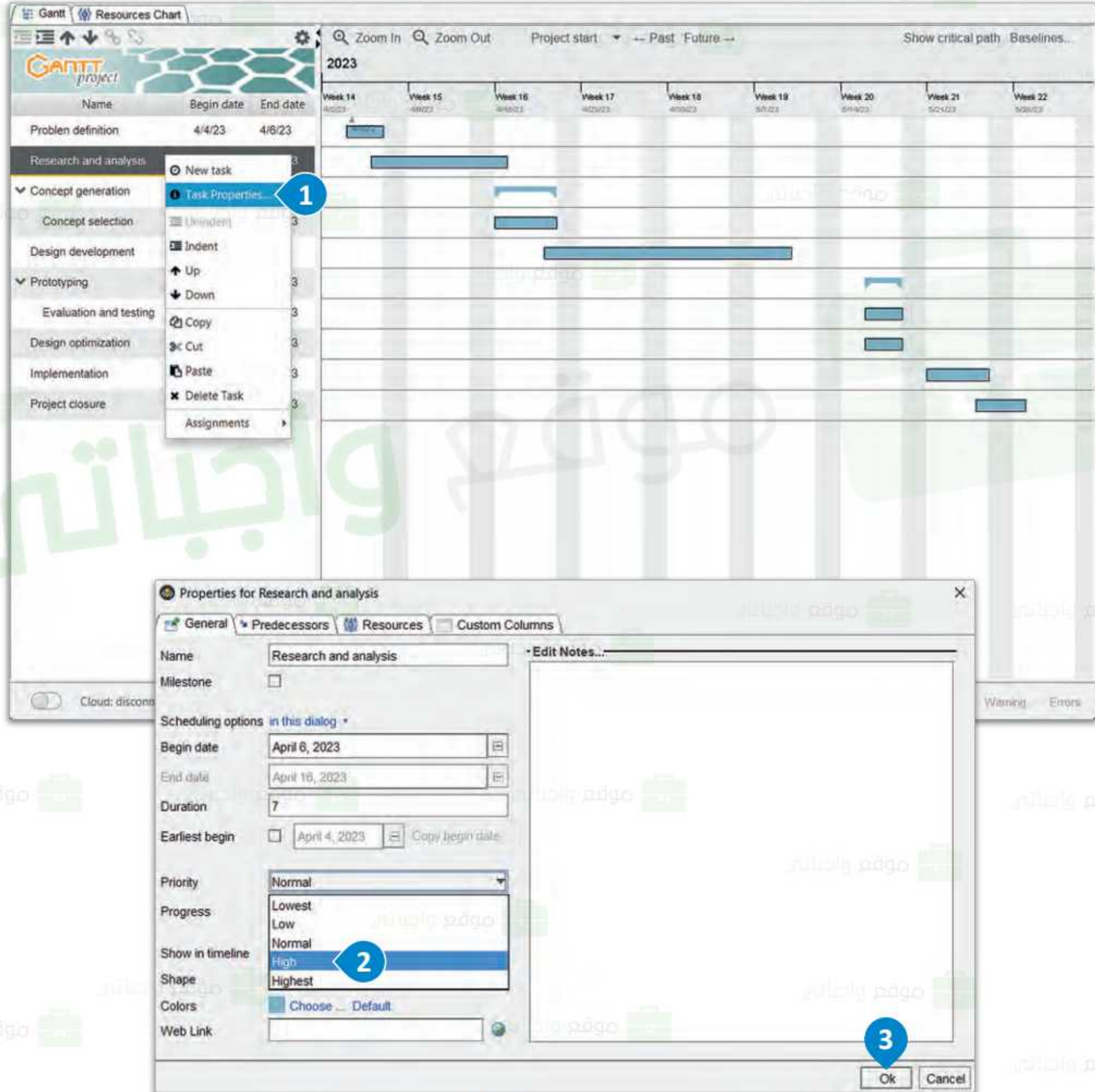


لتغيير أولوية المهمة :

< اضغط بزرّ الفأرة الأيمن على المهمة التي تريدّها، ثم اضغط على خيار Task Properties (خصائص المهمة). 1

< غير أولوية المهمة من خلال الاختيار من قائمة Priority (الأولوية) المنسدلة. 2

< اضغط على Ok (موافق). 3



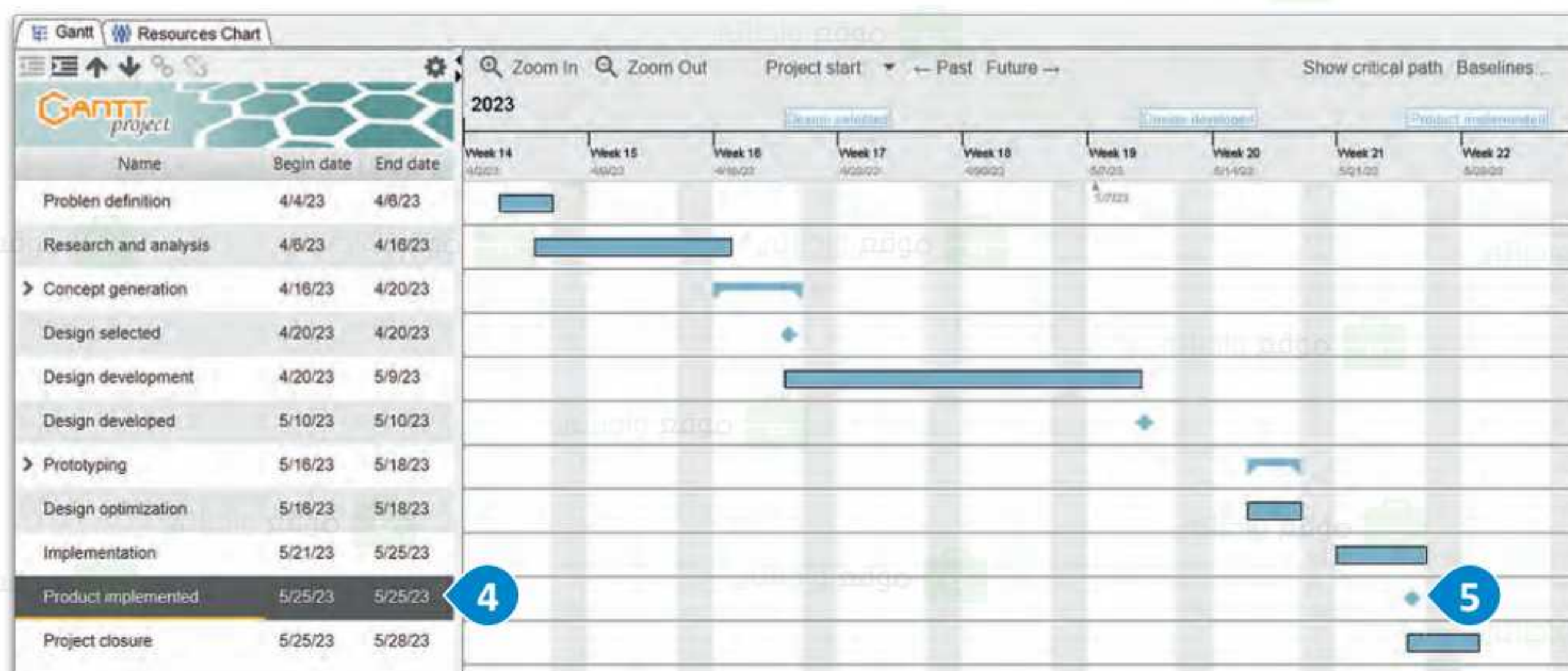
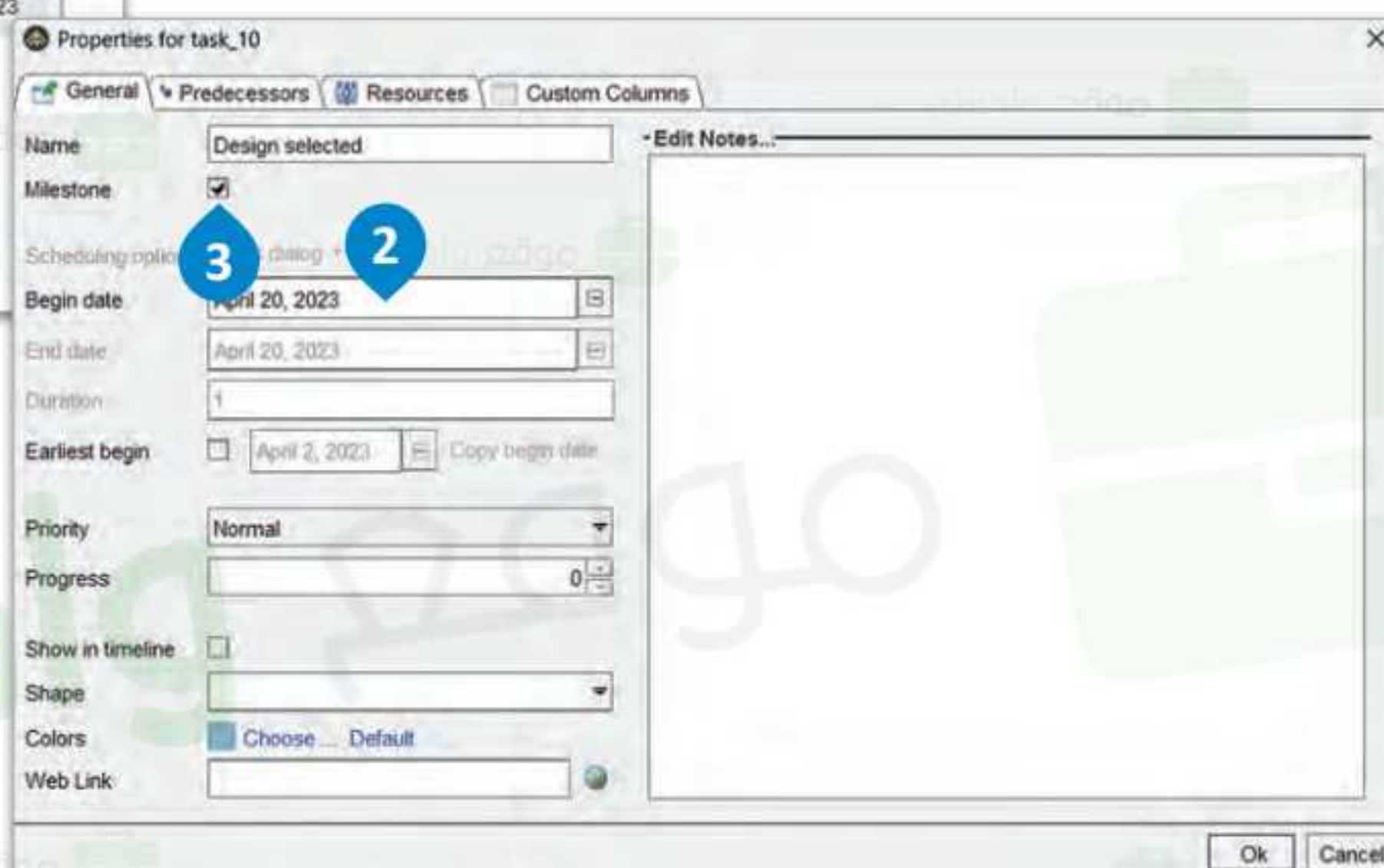
شكل 1.29: تغيير أولوية المهمة

سُتُنشئ الآن النقاط المحورية للمشروع، وتتمثل في النقاط الهامة في المشروع وهي: اختيار مفهوم التصميم، وتطوير التصميم، ومراحل التنفيذ النهائية.



لإنشاء النقاط المحورية (Milestones):

- < أنشئ مهمة جديدة أسفل المهمة التي تريدها أن تكون الأخيرة قبل النقطة المحورية. **1**
- < من نافذة Properties (الخصائص)، حدّد التاريخ المناسب، **2** ثم حدّد مربع اختيار Milestone (النقطة المحورية). **3**
- < اضغط على Ok (موافق). **4**
- < أنشئ بقية النقاط المحورية. **5**

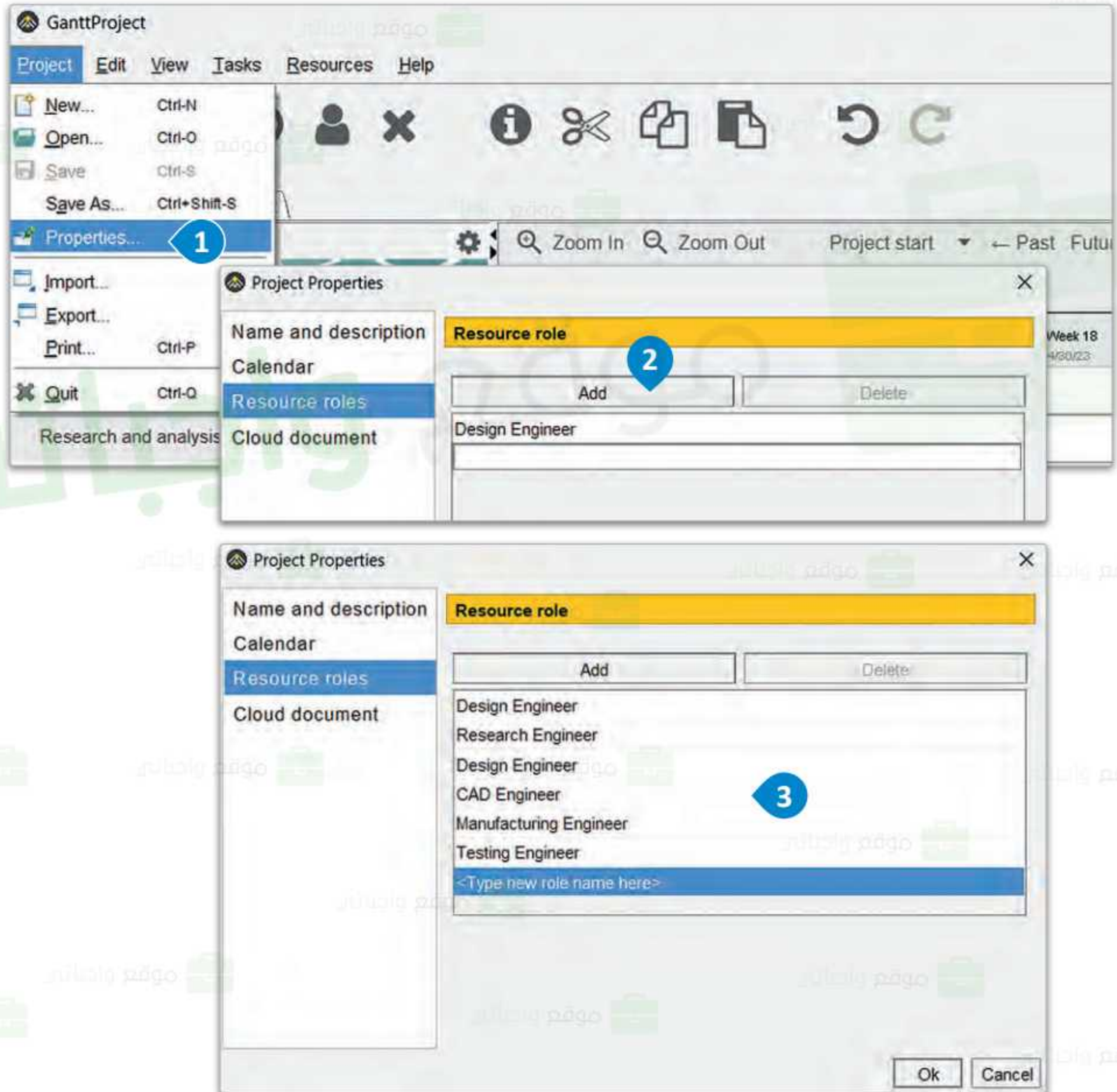


شكل 1.30: إنشاء النقاط المحورية

في برنامج قانت بروجكت، يتم تقديم الأدوار (Roles) في شكل موارد (Resources)، ولتعيين شخص ما إلى دور محدد، ستحتاج أولاً إلى إنشاء أنواع الموارد ثم إضافة الأشخاص مع اختيار نوع المورد المناسب. الدور الوظيفي الافتراضي في برنامج قانت بروجكت هو مدير المشروع.

لإنشاء أدوار الموارد:

- 1 < من قائمة Project (المشروع)، حدد الأمر Properties (الخصائص).
- 2 < من علامة تبويب Resource roles (أدوار الموارد)، اكتب اسم الدور في مربع النص، ثم اضغط على زر Add (إضافة).
- 3 < أضف بقية أدوار الموارد بالطريقة نفسها.



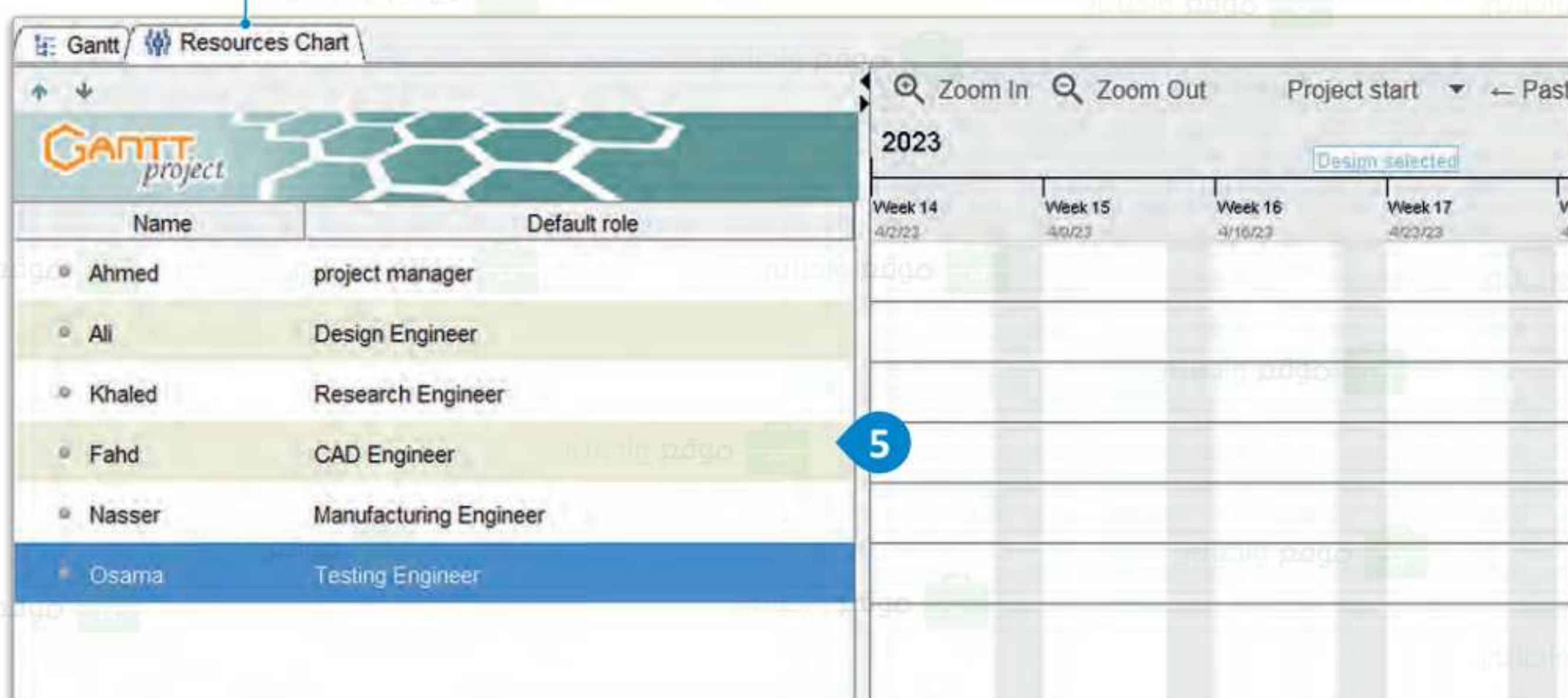
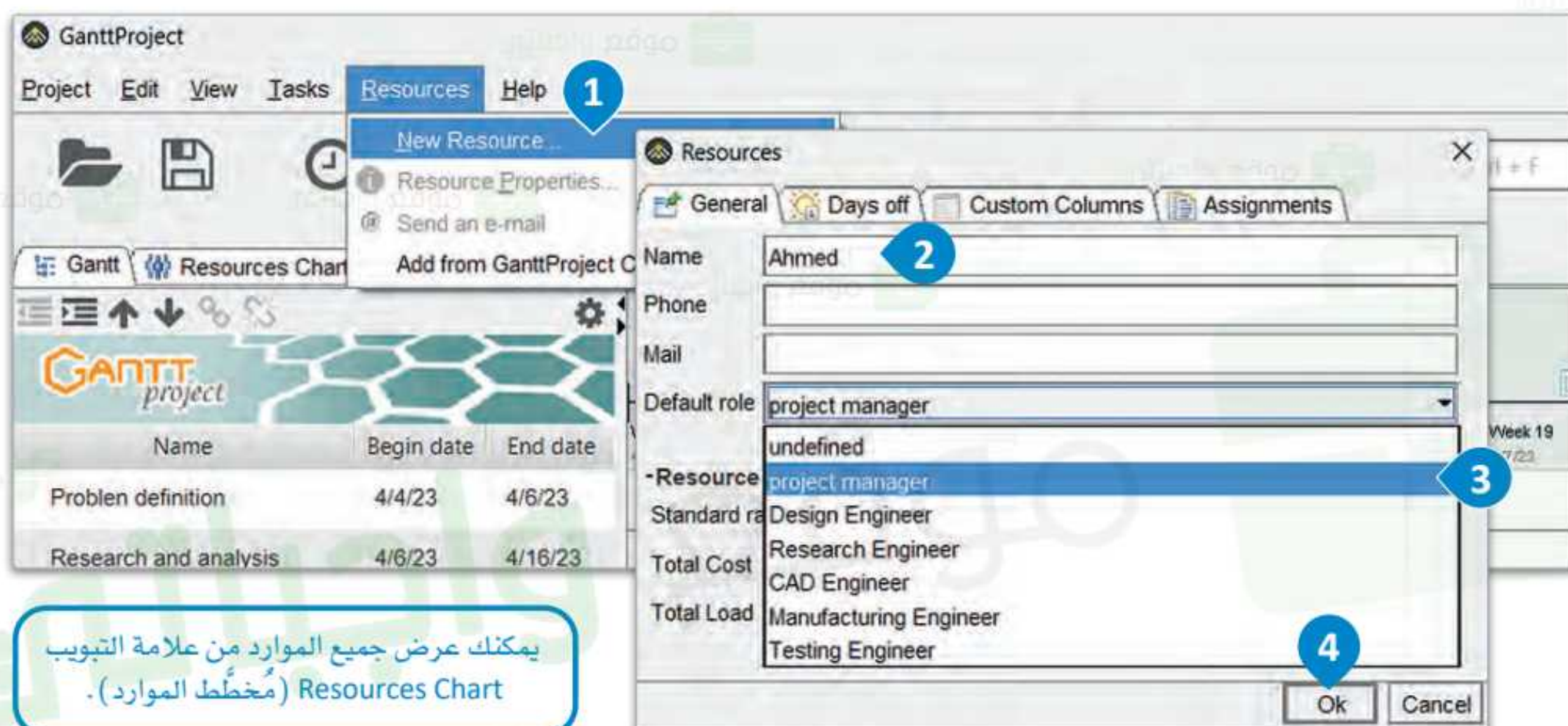
شكل 1.31: إنشاء أدوار الموارد



سُتُنشَى الآن الأدوار المناسبة للأشخاص الذين سيتم تعيينهم كموارد لكل مُهمَّة.

لإنشاء الموارد:

- 1 < من قائمة Resources (الموارد) ، اختر الأمر New Resource (مُورِد جديد) .
- 2 < اكتب Name (الاسم) .
- 3 < أضف دورًا للمُورِد الجديد .
- 4 < اضغط على Ok (موافق) .
- 5 < أضف شخصًا واحدًا لكل دور .





لتعيين موارد للمهام:

- 1 < في Properties (خصائص) المهمة، انتقل إلى علامة تبويب Resources (الموارد)، ثم اختر Resource Name (اسم المورد) للمورد الذي تريد تعيينه لهذه المهمة.
- 2 < اضغط على Ok (موافق).
- 3 < عين الموارد لبقية المهام.

Properties for Problem definition

General Predecessors Resources Custom Columns

Add Delete

ID	Resource Name	Unit	Coordinator	Role
1	Ahmed	person		
	Ahmed			
	Ali			
	Khaled			
	Fahd			
	Nasser			
	Osama			

Task cost

Calculated: 0.0

Set explicitly: 0.0

Ok Cancel

Resources Chart

Name	Default role
Ahmed	project manager
Ali	Design Engineer
Khaled	Research Engineer
Fahd	CAD Engineer
Nasser	Manufacturing Engineer
Osama	Testing Engineer

2023

Week 13 Week 14 Week 15 Week 16 Week 17 Week 18 Week 19 Week 20 Week 21 Week 22

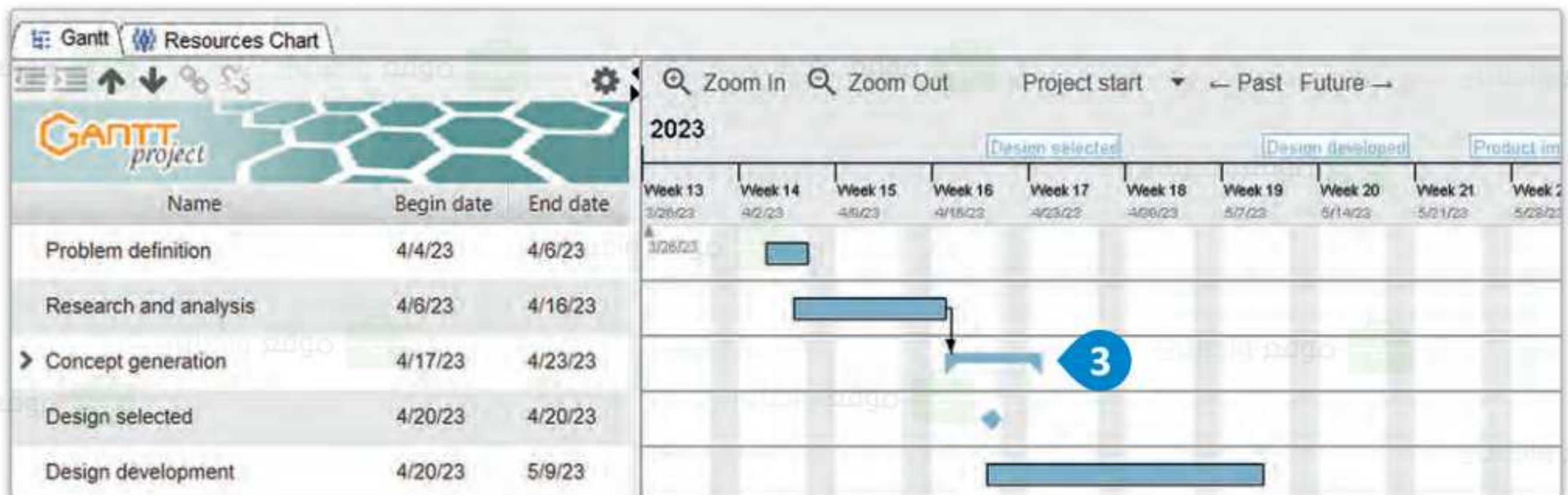
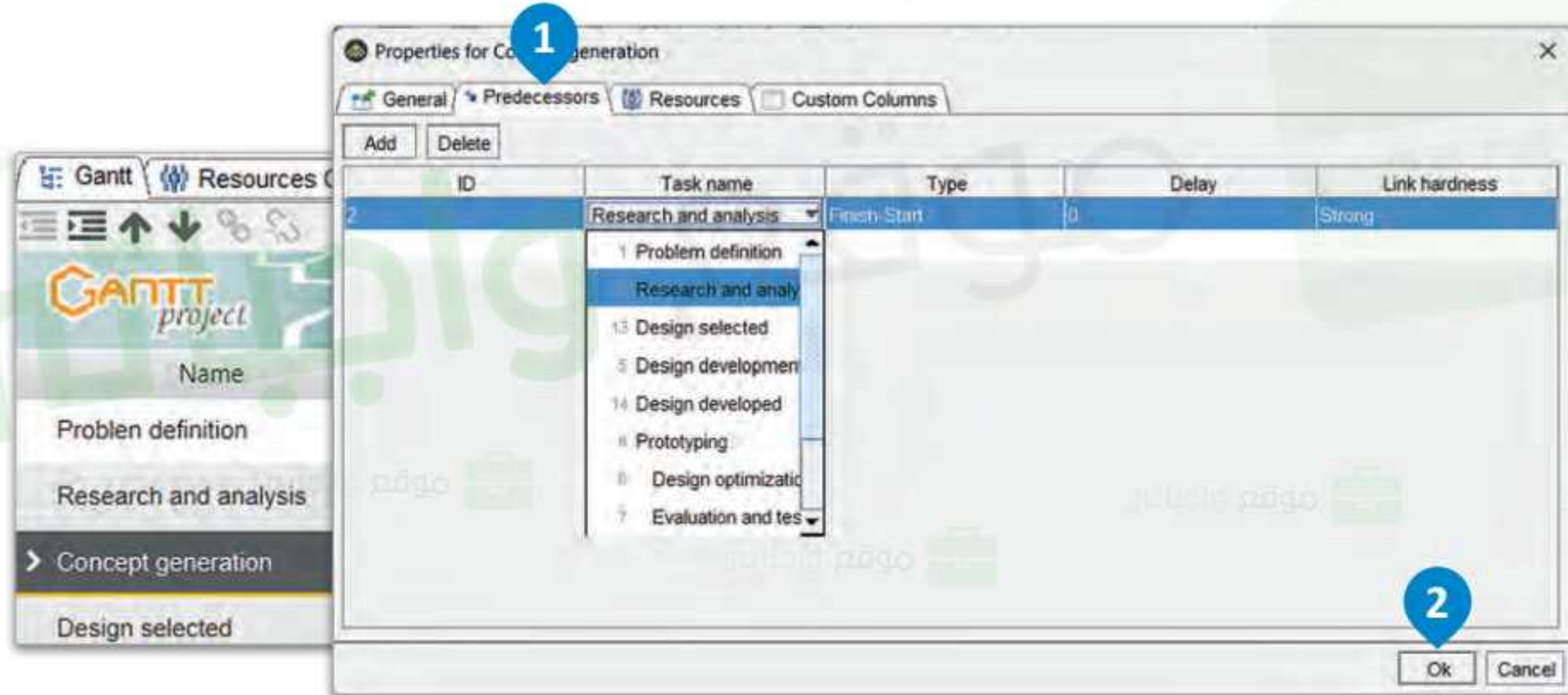
Design selected Design developed Product implemented

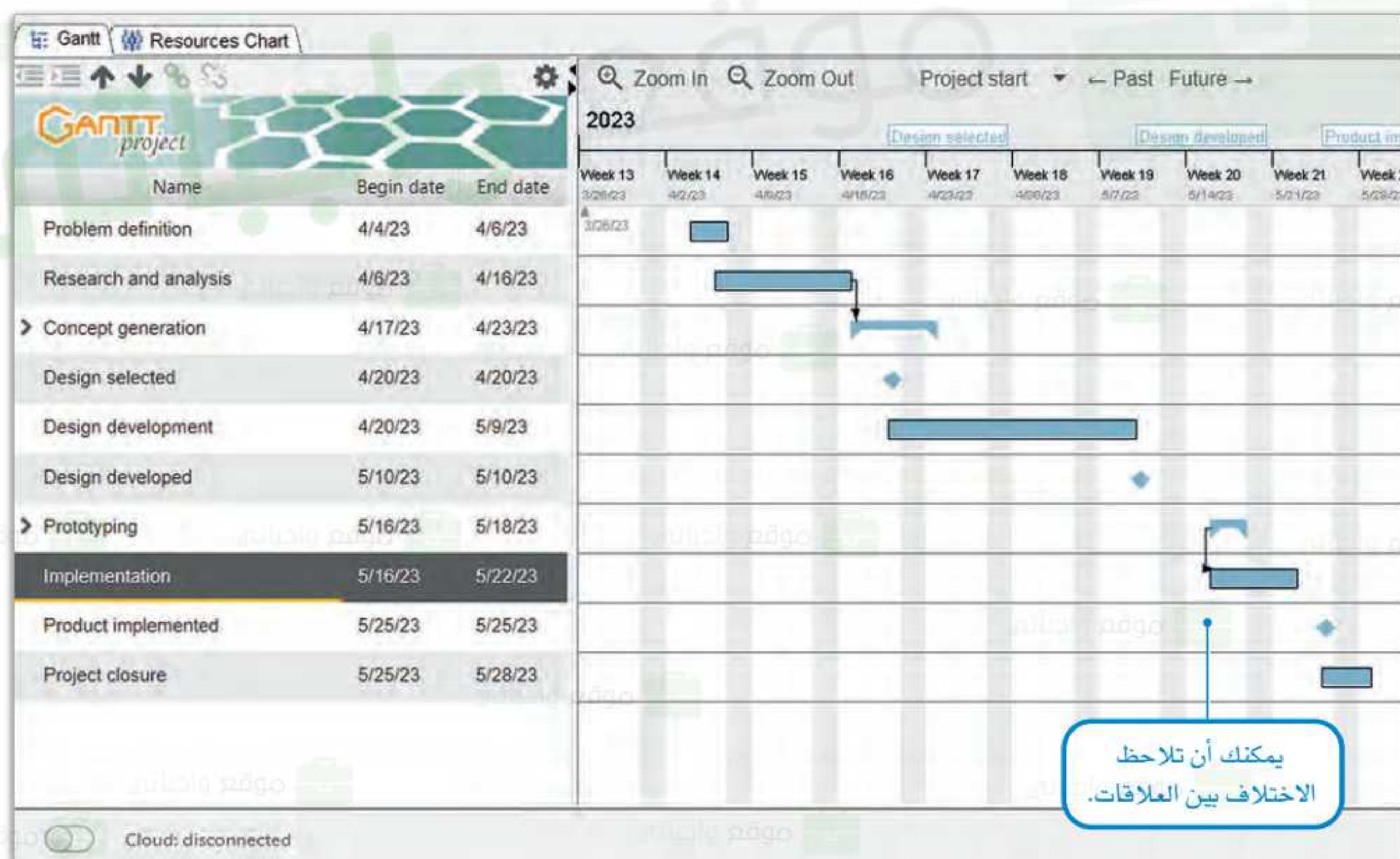
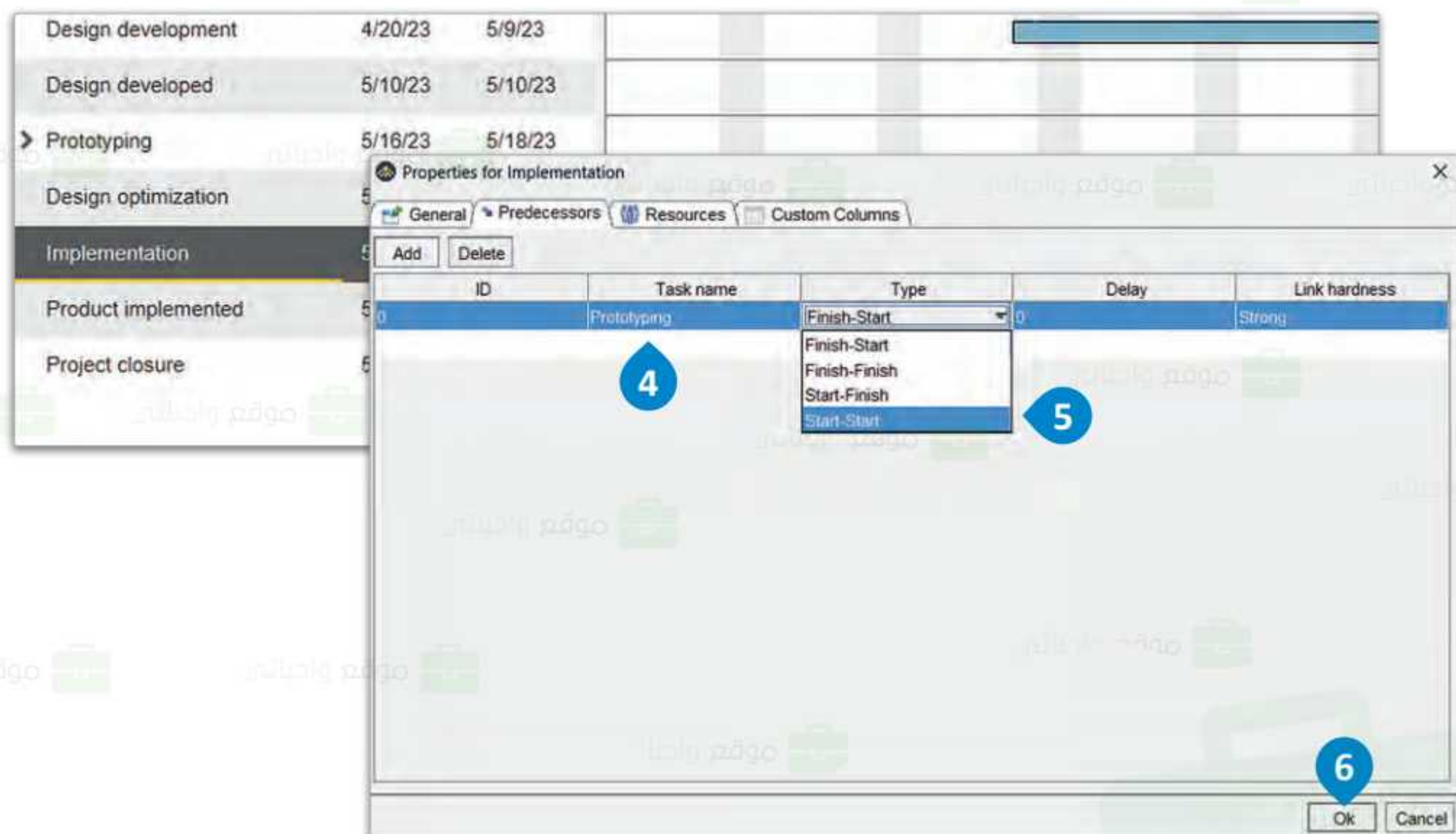
شكل 1.33: تعيين الموارد للمهام

ستضيف الآن العلاقات بين المهام، وستنشئ علاقة الانتهاء للبداية (Finish to Start) والبداية للبداية (Start to Start). ستبدأ مهمة تكوين المفهوم (Concept generation) بعد انتهاء مهمة البحث والتحليل (Research and analysis)، ولذلك ستكون علاقتهما الانتهاء للبداية (Finish to Start)، كما يمكنك أن تبدأ بمهمتي النماذج الأولية (Prototyping) والتنفيذ (Implementation) بشكل متزامن بسبب طبيعتهما التكرارية، ولهذا السبب ستكون علاقتهما البداية للبداية (Start to Start).

لإضافة علاقات بين المهام:

- 1 < من Properties (الخصائص) لمهمة Concept generation (تكوين المفهوم)، انتقل إلى علامة تبويب Predecessors (السابقة) وأضف Task name (اسم المهمة) للمهمة التي تريد أن تسبقها.
- 2 < اضغط على Ok (موافق).
- 3 < العلاقة الافتراضية بين المهام هي Finish to Start (الانتهاء للبداية).
- 4 < من Properties (الخصائص) لمهمة Implementation (التنفيذ)، انتقل إلى علامة تبويب Predecessors (السابقة) وأضف Task name (اسم المهمة) للمهمة التي تريد أن تسبقها.
- 5 < اضبط نوع العلاقة ليكون Start to Start (البداية للبداية).
- 6 < اضغط على Ok (موافق).





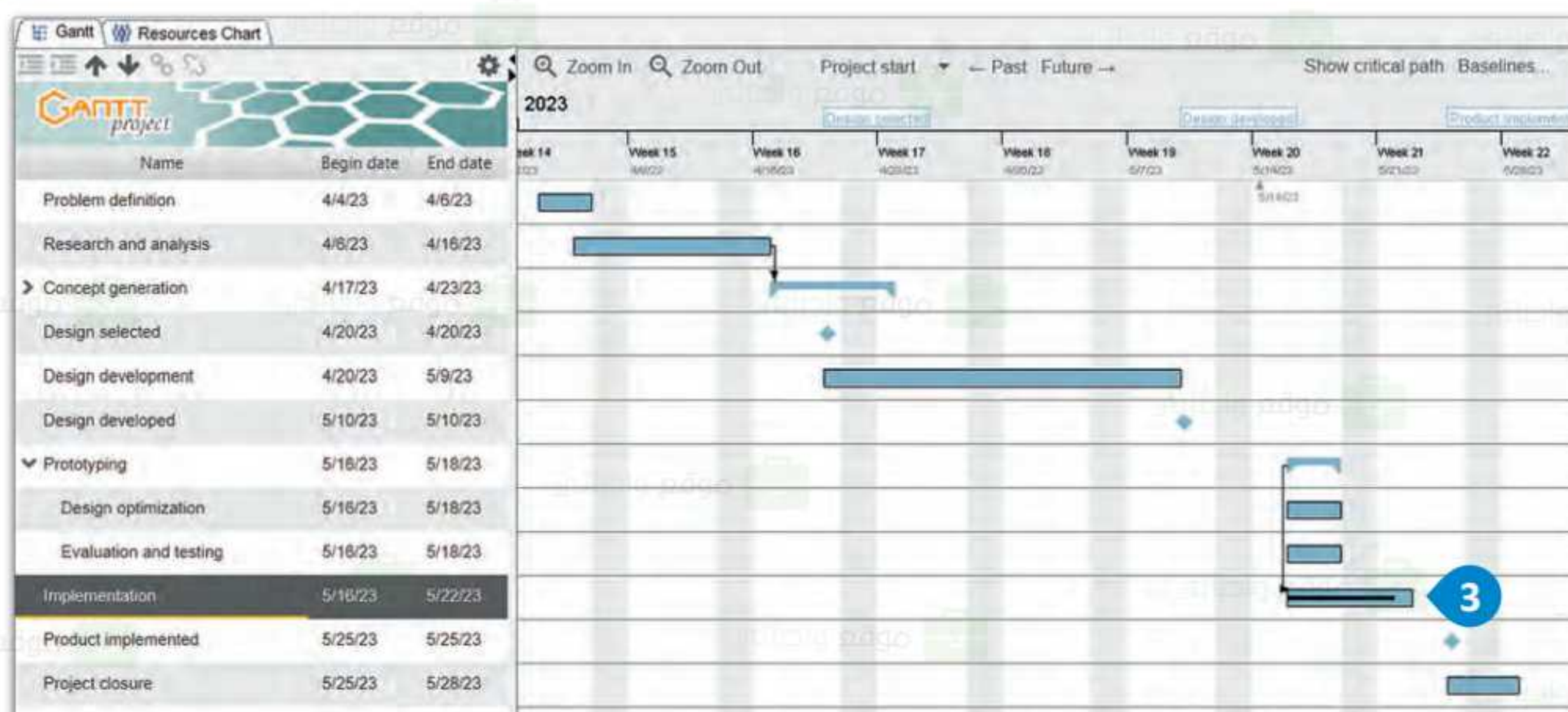
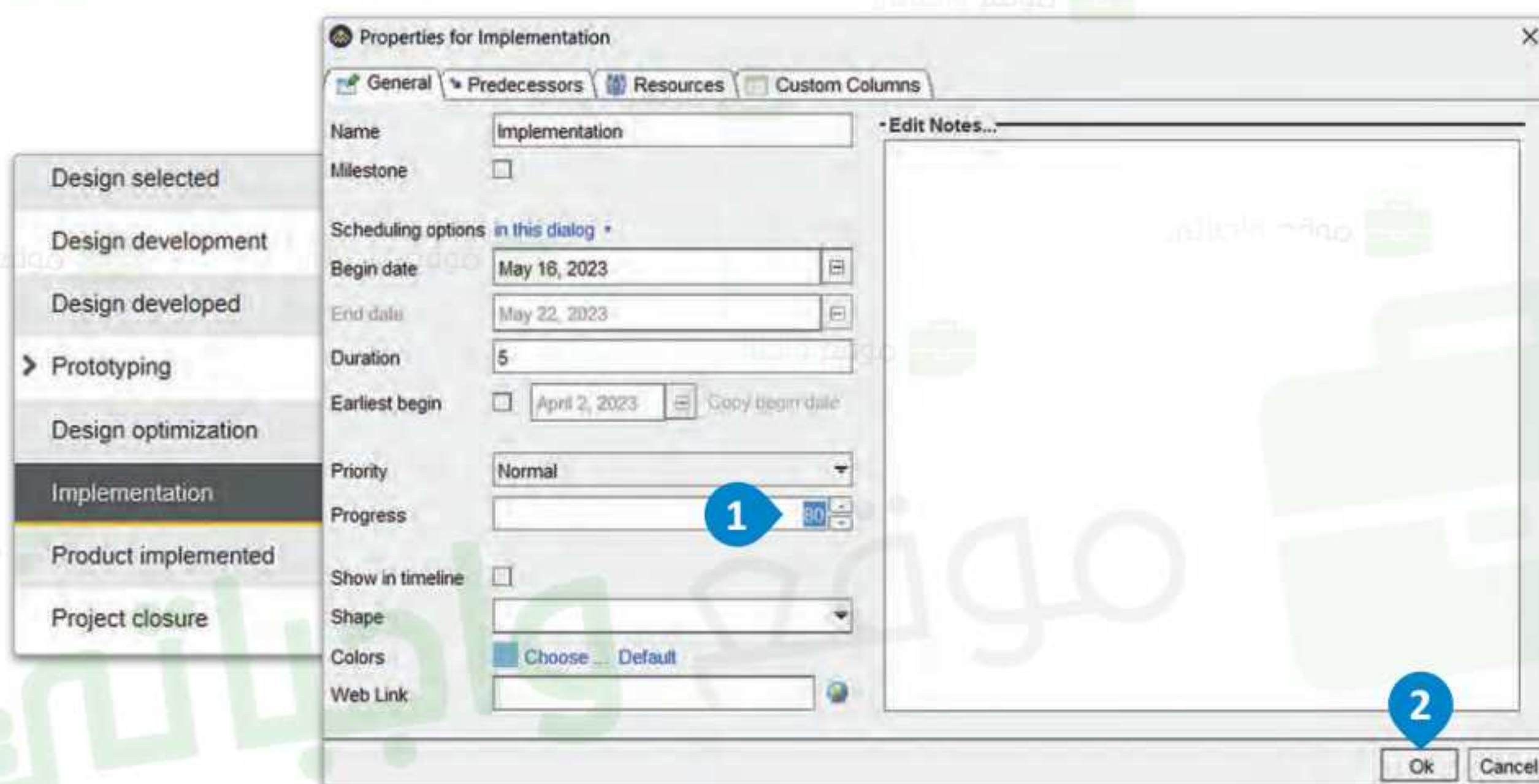
شكل 1.34: إضافة العلاقات بين المهام



ستحتاج إلى إضافة نسب الإكمال إلى المهام لمعاينة حالة جميع المشاريع.

لإضافة حالة إكمال المهمة:

- < من Properties (خصائص) المهمة، انتقل إلى مربع Progress (التقدم)، وعيّن حالة المهمة كنسبة مئوية. ¹
- < اضغط على Ok (موافق). ²
- < يمثل الشريط الأسود حالة إكمال المهمة. ³



شكل 1.35: إضافة حالة إكمال المهمة



يتم تغيير الجداول الزمنية في خطة المشروع وتكرارها باستمرار، لذا من المهم جدًا حفظ جدول خطتك بشكل متكرر.

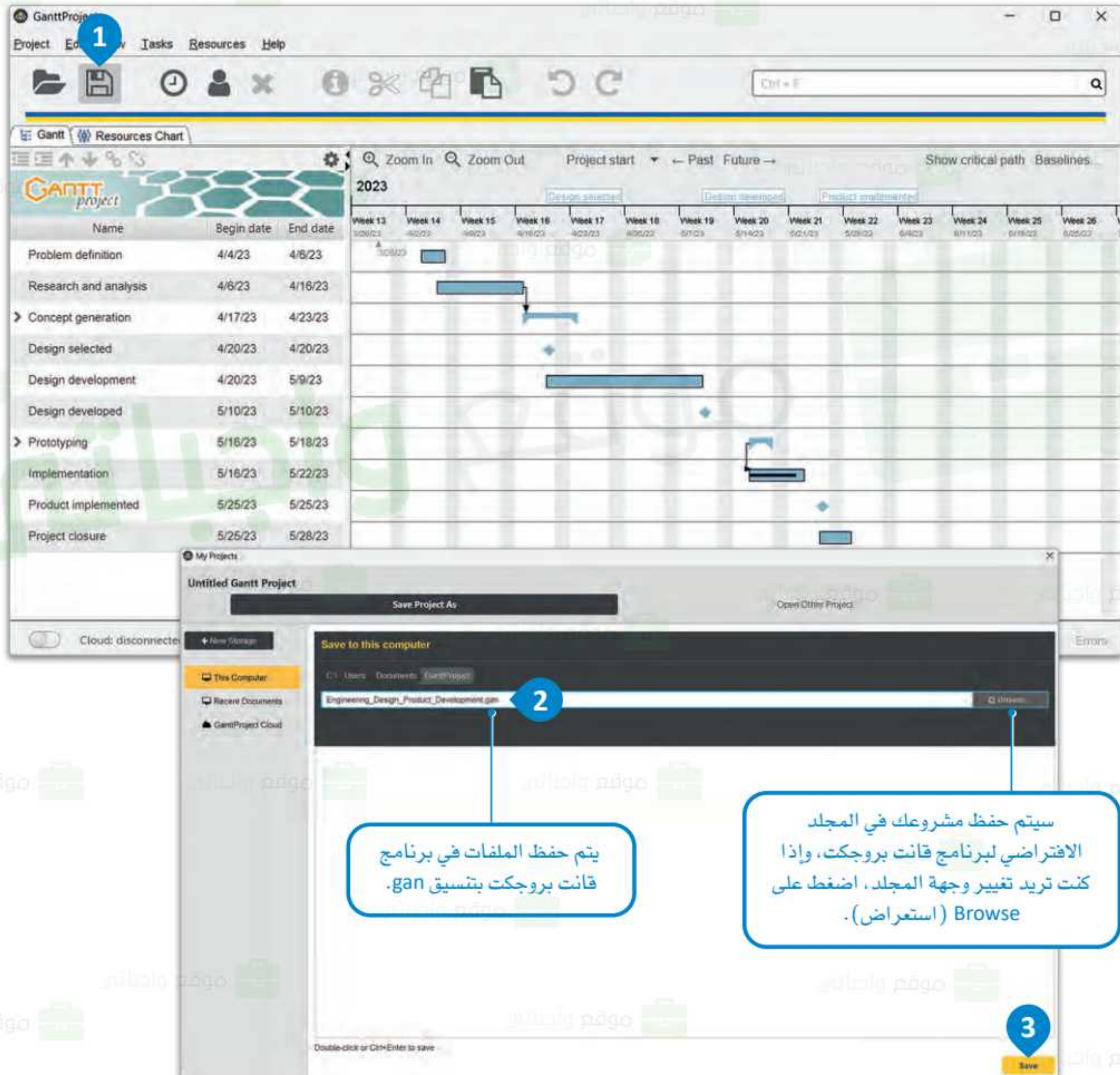
لحفظ مشروعك:

< لحفظ جدول خطة مشروعك، اضغط على أيقونة القرص

المرن في الزاوية اليسرى العلوية من النافذة. ¹

< اكتب اسمًا من اختيارك. ²

< اضغط على Save (حفظ). ³



يتم حفظ الملفات في برنامج قانت بروجكت بتنسيق .gan.

سيتم حفظ مشروعك في المجلد الافتراضي لبرنامج قانت بروجكت، وإذا كنت تريد تغيير وجهة المجلد، اضغط على Browse (استعراض).

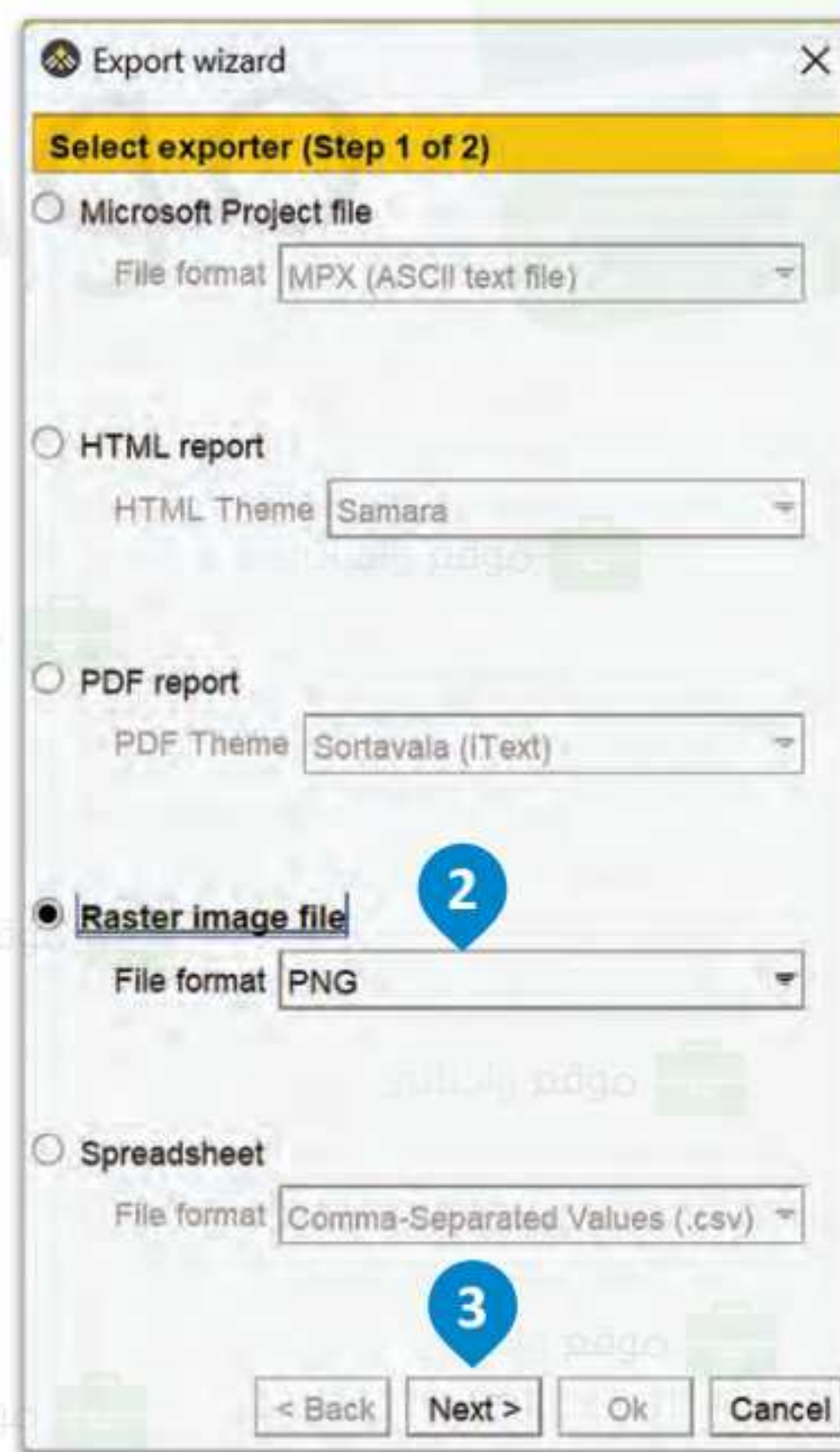
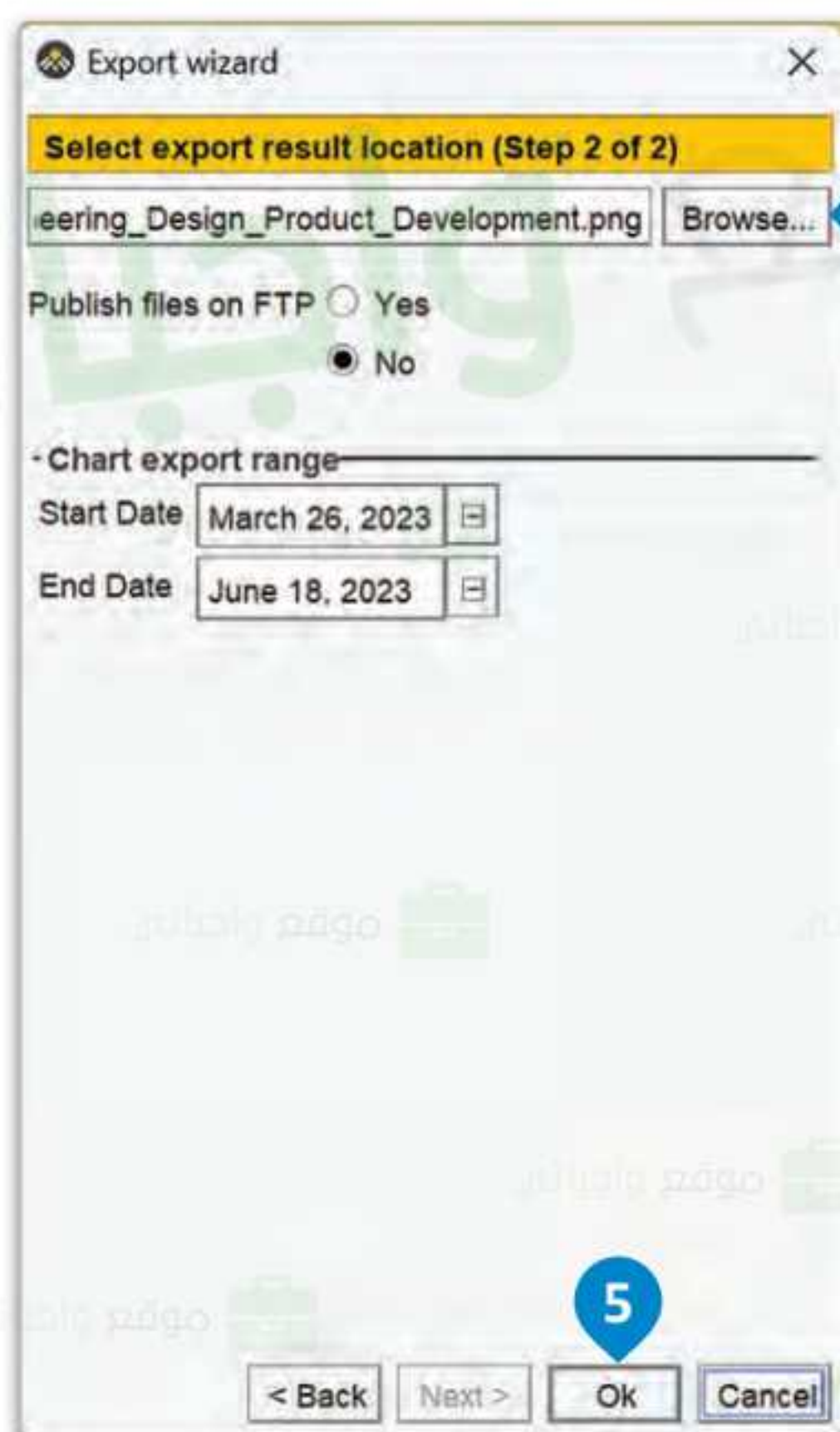
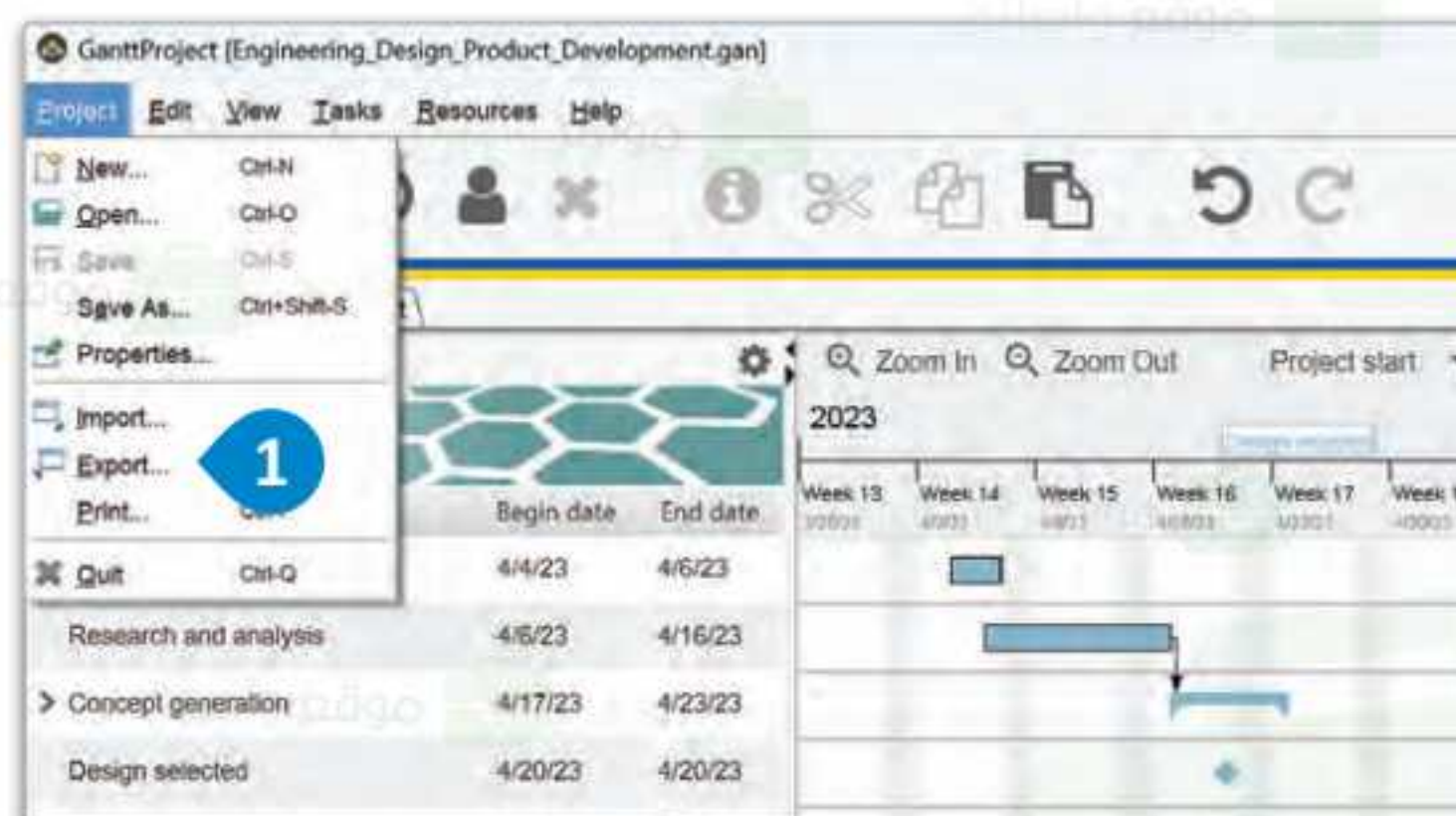
شكل 1.36: حفظ مشروعك



يمكنك تصدير مخططك بتنسيق صورة بحيث يُمكن مشاركته مع أشخاص آخرين في فريق عملك.

لتصدير خطة مشروعك كصورة:

- < من قائمة Project (المشروع)، اختر أمر Export (تصدير). ¹
- < حدّد خيار Raster image file (ملف صورة نقطية)، ² ثم اضغط على زرّ Next (التالي). ³
- < من النافذة التالية، اختر المجلد الذي تريد حفظ مشروعك فيه، ⁴ ثم اضغط على Ok (موافق). ⁵



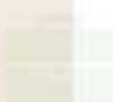
شكل 1.37: تصدير مشروعك كصورة

تمرينات

1 افترض أنك تريد إنهاء مشروعك في وقت أبكر مما خطط له من قبل. حدّد المهام الرئيسية أو الفرعية التي يمكن اختصارها، أو الموارد المختلفة التي يمكن تخصيصها.

حدّد خطة إدارة المشروع في برنامج قانت بروجكت لتتوافق مع الموعد النهائي الجديد.

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



3

خطّط لمشروع تجديد غرفة في منزل، وأنشئ خطة المشروع التي تتضمن مهامّ مثل: البحث عن التصميم والمواد، وشراء اللوازم، وإعداد المساحة، والقيام بأعمال الصيانة. استخدم برنامج قانت بروجكت لتعيين المواعيد النهائية وتعيين المهام وتتبع التقدم.

4

خطّط لمشروع تصميم موقع ويب كمدونة شخصية مثلاً، وأنشئ خطة المشروع التي تتضمن مهامّ مثل: اختيار المنصة أو البرنامج المناسب، وإعداد مخطط الموقع وتجهيز المحتوى، وبرمجة موقع الويب، واختباره، ونشر المنتج النهائي. استخدم برنامج قانت بروجكت لتحديد المواعيد النهائية وتخصيص الموارد وتتبع التقدم في العمل.

5

خطّط لمشروع بحثي حول موضوع مثير للاهتمام مثل استخدام وسائل التواصل الاجتماعي، وأنشئ خطة المشروع التي تتضمن مهامّ مثل: تحديد الموارد، وجمع البيانات وتحليلها، وتنظيم النتائج، وعرضها. استخدم برنامج قانت بروجكت لتحديد المواعيد النهائية وتخصيص الموارد وتتبع التقدم.

المشروع

افتراض أنك كُلفت بتطوير محطات شحن السيارات الكهربائية في إحدى المدن الصغيرة في المملكة العربية السعودية، وذلك بهدف دعم انتشار هذه السيارات الصديقة للبيئة، حيث تكون في هذا المشروع مسؤولاً عن تطوير محطات الشحن ثم دمجها في شبكة كهرباء المدينة. سيكون الموعد النهائي للمشروع ثلاث سنوات بدءاً من الآن.

1 عليك إنشاء المتطلبات لما يجب أن تكون محطات الشحن قادرة على القيام به، وكيف يجب وضع تلك المحطات داخل المدينة، ثم فكّر في أنواع المتخصصين الذين سيعملون على التطوير ثم التكامل بين الخدمات.

2 اكتب مهام العمل الرئيسية والفرعية التي يجب إكمالها لتطوير محطات الشحن وخدماتها المتكاملة، وستنشئ بعد ذلك خطة مشروع للتطوير والتكامل.

3 ضَعْ جدولاً مفصلاً لجميع المهام وفكر في المتخصصين الذين سيعملون في كل مهمة، وأعدّ النقاط المحورية الضرورية للمشروع، ثم فكّر في العلاقات بين المهام وأي منها يجب إكمالها بالتسلسل، وأي منها يمكن أن يعمل بشكل متزامن.

4 استخدم برنامج قانت بروجكت لإنشاء خطة المشروع بجميع الخصائص المذكورة أعلاه، وعيّن الأدوار الوظيفية المناسبة للمهام.

ماذا تعلّمت

- < تحديد المقصود بالتصميم الهندسي.
- < التمييز بين الأدوار الوظيفية في مشروع التصميم الهندسي.
- < تعريف التفكير التصميمي.
- < تحليل استراتيجيات التصميم المختلفة للمشروع.
- < التدقيق في القياسات في مشاريع التصميم الهندسي.
- < تقييم كيفية اختيار المواد في المشاريع.
- < استكشاف أنواع مختلفة من خصائص المواد.
- < تحليل دورة حياة المنتج ومراحلها.
- < سرد عمليات هندسة المنتج وأفضل الممارسات.
- < تحديد عمليات وتقنيات إدارة دورة حياة المنتج.
- < تفسير هرم نظم الإنتاج.
- < تقديم لمحة عامة عن إدارة المشروع.
- < تحليل التفاصيل الفنية لخطة المشروع.
- < تصميم خطة مشروع مفصلة لمنتج تصميم هندسي.

المصطلحات الرئيسية

Budget	الميزانية
Cost Management	إدارة التكاليف
Deadlines	المواعيد النهائية
Design Process	عملية التصميم
Design Strategies	استراتيجيات التصميم
Design Thinking	التفكير التصميمي
Human Resource Management	إدارة الموارد البشرية
Integration	التكامل
International System of Units (SI)	النظام الدولي للوحدات
Product Engineering	هندسة المنتج
Product Life Cycle Management (PLM)	إدارة دورة حياة المشروع

Project Management	إدارة المشروع
Project Milestones	النقاط المحورية للمشروع
Project Planning	تخطيط المشروع
Project Timeline	المخطط الزمني للمشروع
Pyramid of Production Systems	هرم نظم الإنتاج
Resource Management	إدارة الموارد
Resource Mapping	تعيين الموارد
Risk Management	إدارة المخاطر
Scope	النطاق
Stakeholders	أصحاب المصلحة