

تم تحميل وعرض هذا المادة من موقع واجبي:

wajibi.com



www.wajibi.net

واجبي موقع تعليمي يوفر مجموعة واسعة من الخدمات والموارد التعليمية، يهدف موقع واجبي إلى تسهيل عملية التعليم ويقدم حلول المناهج للطلاب في جميع المراحل الدراسية.

حمل تطبيق واجبي من هنا  يصلك كل جديد



قررت وزارة التعليم تدرّس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



المملكة العربية السعودية

إنترنت الأشياء

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

يوزع مجاناً للإبلاغ

ح) وزارة التعليم، ١٤٤٤ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
التعليم، وزارة
إنترنت الأشياء - التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الثانية. /
وزارة التعليم - الرياض، ١٤٤٤ هـ
٣٥٢ ص ٢١ x ٢٥ سم
ردمك : ٠٠٧-٥١١-٦٠٣-٩٧٨
١- الحواسيب - تعليم - السعودية ٢- التعليم الثانوي - السعودية -
كتب دراسية أ. العنوان
ديوي ٠٠٤,٠٧ / ١١٦٧٠ / ١٤٤٤

رقم الإيداع : ١١٦٧٠ / ١٤٤٤
ردمك : ٠٠٧-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم
www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



ien.edu.sa

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



fb.ien.edu.sa

الناشر: شركة تطوير للخدمات التعليمية

تم النشر بموجب اتفاقية خاصة بين شركة Binary Logic SA وشركة تطوير للخدمات التعليمية
(عقد رقم 2023/0003) للاستخدام في المملكة العربية السعودية

حقوق النشر © Binary Logic SA 2023

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

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

إشعار بالعلامات التجارية: أسماء المنتجات أو الشركات المذكورة هنا قد تكون علامات تجارية أو علامات تجارية مُسجلة وتُستخدم فقط بغرض التعريف والتوضيح وليس هناك أي نية لانتهاك الحقوق. تنفي شركة Binary Logic وجود أي ارتباط أو رعاية أو تأييد من جانب مالكي العلامات التجارية المعنيين. تُعد Excel علامة تجارية مُسجلة لشركة Microsoft Corporation. تُعد Tinkercad علامة تجارية مُسجلة لشركة Autodesk Inc. تُعد "Python" وشعارات Python علامات تجارية مسجلة لشركة Python Software Foundation. تُعد Jupyter علامة تجارية مُسجلة لشركة Project Jupyter. تُعد PyCharm علامة تجارية مُسجلة لشركة JetBrains s.r.o. تُعد Multisim Live علامة تجارية مُسجلة لشركة National Instruments Corporation. تُعد CupCarbon علامة تجارية مُسجلة لشركة CupCarbon. تُعد Arduino علامة تجارية مُسجلة لشركة Arduino SA. تُعد Micro:bit علامة تجارية مُسجلة لشركة Micro:bit Educational Foundation. ولا ترعى الشركات أو المنظمات المذكورة أعلاه هذا الكتاب أو تصرح به أو تصادق عليه.

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

 binarylogic



إن تقدم الدول وتطورها يقاس بمدى قدرتها على الاستثمار في التعليم، ومدى استجابة نظامها التعليمي لمتطلبات العصر ومتغيراته. وحرصًا من وزارة التعليم على ديمومة تطوير أنظمتها التعليمية، واستجابة لرؤية المملكة العربية السعودية 2030 فقد بادرت الوزارة إلى اعتماد نظام «مسارات التعليم الثانوي» بهدف إحداث تغيير فاعل وشامل في المرحلة الثانوية.

إن نظام مسارات التعليم الثانوي يقدم أنموذجًا تعليميًا متميزًا وحديثًا للتعليم الثانوي بالمملكة العربية السعودية يسهم بكفاءة في:

- تعزيز قيم الانتماء لوطننا المملكة العربية السعودية، والولاء لقيادته الرشيدة حفظهم الله، انطلاقًا من عقيدة صافية مستندة على التعاليم الإسلامية السمحة.
- تعزيز قيم المواطنة من خلال التركيز عليها في المواد الدراسية والأنشطة، انساقًا مع مطالب التنمية المستدامة، والخطط التنموية في المملكة العربية السعودية التي تؤكد على ترسيخ ثنائية القيم والهوية، والقائمة على تعاليم الإسلام والوسطية.
- تأهيل الطلبة بما يتوافق مع التخصصات المستقبلية في الجامعات والكليات أو المهن المطلوبة؛ لضمان انساق مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل.
- تمكين الطلبة من متابعة التعليم في المسار المفضل لديهم في مراحل مبكرة، وفق ميولهم وقدراتهم.
- تمكين الطلبة من الالتحاق بالتخصصات العلمية والإدارية النوعية المرتبطة بسوق العمل، ووظائف المستقبل.
- دمج الطلبة في بيئة تعليمية ممتعة ومحفزة داخل المدرسة قائمة على فلسفة بناءية، وممارسات تطبيقية ضمن مناخ تعليمي نشط.
- نقل الطلبة عبر رحلة تعليمية متكاملة بدءًا من المرحلة الابتدائية حتى نهاية المرحلة الثانوية، وتسهيل عملية انتقالهم إلى مرحلة ما بعد التعليم العام.
- تزويد الطلبة بالمهارات التقنية والشخصية التي تساعدهم على التعامل مع الحياة، والتجارب مع متطلبات المرحلة.
- توسيع الفرص أمام الطلبة الخريجين عبر خيارات متنوعة إضافة إلى الجامعات مثل: الحصول على شهادات مهنية، والالتحاق بالكليات التطبيقية، والحصول على دبلومات وظيفية.
- ويتكون نظام المسارات من تسعة فصول دراسية تُدرّس في ثلاث سنوات، تتضمن سنة أولى مشتركة يتلقى فيها الطلبة الدروس في مجالات علمية وإنسانية متنوعة، تليها سنتان تخصصيتان، يُسكن الطلبة بها في مسار عام وأربعة مسارات تخصصية تتسق مع ميولهم وقدراتهم، وهي: المسار الشرعي، مسار إدارة الأعمال، مسار علوم الحاسب والهندسة، مسار الصحة والحياة، وهو ما يجعل هذا النظام هو الأفضل للطلبة من حيث:
- وجود مواد دراسية جديدة تتوافق مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة والخطط التنموية، ورؤية المملكة 2030، تهدف لتنمية مهارات التفكير العليا وحل المشكلات، والمهارات البحثية.
- برامج المجال الاختياري التي تتسق مع احتياجات سوق العمل وميول الطلاب، حيث يُمكن الطلبة من الالتحاق بمجال اختياري محدد وفق مصفوفة مهارات وظيفية محددة.
- مقياس ميول يضمن تحقيق كفاءة الطلبة وفاعليتهم، ويساعدهم في تحديد اتجاهاتهم وميولهم، وكشف مكامن القوة لديهم، مما يعزز من فرص نجاحهم في المستقبل.
- العمل التطوعي المصمم للطلبة خصيصًا بما يتسق مع فلسفة النشاط في المدارس، ويعد أحد متطلبات التخرج؛ مما يساعد على تعزيز القيم الإنسانية، وبناء المجتمع وتميمته وتماسكه.
- التجسير الذي يمكن الطلبة من الانتقال من مسار إلى آخر وفق آليات محددة.
- حصص الإتيقان التي يتم من خلالها تطوير المهارات وتحسين المستوى التحصيلي، من خلال تقديم حصص إتيقان إثرائية وعلاجية.



- خيارات التعليم المدمج، والتعلم عن بعد، والذي بُني في نظام المسارات على أسس من المرونة، والملاءمة والتفاعل والفعالية.
 - مشروع التخرج الذي يساعد الطلبة على دمج الخبرات النظرية مع الممارسات التطبيقية.
 - شهادات مهنية ومهارية تمنح للطلبة بعد إنجازهم مهامً محددة، واختبارات معينة بالشراكة مع جهات تخصصية.
- وبالتالي فإن مسار علوم الحاسب والهندسة كأحد المسارات المستحدثة في المرحلة الثانوية يساهم في تحقيق أفضل الممارسات عبر الاستثمار في رأس المال البشري، وتحويل الطالب إلى فرد مشارك ومنتج للعلوم والمعارف، مع إكسابه المهارات والخبرات اللازمة لاستكمال دراسته في تخصصات تتناسب مع ميوله وقدراته أو الالتحاق بسوق العمل.
- وتعد مادة إنترنت الأشياء أحد المواد الرئيسة في مسار علوم الحاسب والهندسة، حيث تساهم في توضيح ماهية إنترنت الأشياء والتقنيات المرتبطة بها بما يساعد على توظيف هذه التقنيات في عدة مجالات حياتية مثل المدن الذكية والتعليم والزراعة والطب وغيرها من المجالات الاقتصادية المتنوعة. وتهدف المادة إلى تعريف الطالب بأهمية إنترنت الأشياء ودورها في الجيل الرابع من الصناعة مع التعريف بالسياسات والتشريعات المتعلقة بالاستخدام الآمن والأخلاقي لتقنيات إنترنت الأشياء. وكذلك تركز على تعزيز مهارات الربط بين أجهزة إنترنت الأشياء، وكيفية إرسال واستقبال البيانات فيما بينها، ودورها في منظومة البيئات الذكية. كما تشمل هذه المادة على مشاريع وتمرين تطبيقية لما يتعلمه الطالب؛ لحل مشاكل واقعية تحاكي مستوياته المعرفية، بتوجيه وإشراف من المعلم.
- ويتميز كتاب إنترنت الأشياء بأساليب حديثة، تتوافر فيه عناصر الجذب والتشويق، والتي تجعل الطلبة يقبلون على تعلمه والتفاعل معه، من خلال ما يقدمه من تدريبات وأنشطة متنوعة، كما يؤكد هذا الكتاب على جوانب مهمة في تعليم إنترنت الأشياء وتعلمه، تتمثل في:

- الترابط الوثيق بين المحتويات والمواقف والمشكلات الحياتية.
 - تنوع طرائق عرض المحتوى بصورة جذابة ومشوقة.
 - إبراز دور المتعلم في عمليات التعليم والتعلم.
 - الاهتمام بترابط محتوياته مما يجعل منه كلاً متكاملًا.
 - الاهتمام بتوظيف التقنيات المناسبة في المواقف المختلفة.
 - الاهتمام بتوظيف أساليب متنوعة في تقويم الطلبة بما يتناسب مع الفروق الفردية بينهم.
- ولمواكبة التطورات العالمية في هذا المجال، فإن كتاب مادة إنترنت الأشياء سوف يوفر للمعلم مجموعة متكاملة من المواد التعليمية المتنوعة التي تراعي الفروق الفردية بين الطلبة، بالإضافة إلى البرمجيات والمواقع التعليمية، التي توفر للطلبة فرصة توظيف التقنيات الحديثة والتواصل المبني على الممارسة؛ مما يؤكد دوره في عملية التعليم والتعلم.

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب لأعزائنا الطلبة، نأمل أن يستحوذ على اهتمامهم، ويُلبّي متطلباتهم، ويجعل تعلمهم لهذه المادة أكثر متعة وفائدة.

والله ولي التوفيق



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



الفهرس

الجزء الأول

1. أسس إنترنت الأشياء 10

الدرس الأول

مفاهيم إنترنت الأشياء 11

تمريعات 18

الدرس الثاني

أجهزة إنترنت الأشياء 21

تمريعات 30

المشروع 34

2. إنترنت الأشياء في حياتنا 36

الدرس الأول

منصة إنترنت الأشياء 37

تمريعات 47

الدرس الثاني

تطبيقات وتحديات إنترنت الأشياء 50

تمريعات 62

المشروع 66

3. إنشاء تطبيقات إنترنت الأشياء

باستخدام الأردوينو 68

الدرس الأول

إنشاء نظام منزل ذكي 69

تمريعات 85

الدرس الثاني

إنشاء نظام لري النباتات 88

تمريعات 98

الدرس الثالث

إنشاء نظام تسرب الغاز 100

تمريعات 111

المشروع 114

4. إنشاء تطبيق سحابي لإنترنت

الأشياء 116

الدرس الأول

إعداد بيئة تطوير الأردوينو 117

تمريعات 133

الدرس الثاني

برمجة الأردوينو في البايتون 136

تمريعات 148

الدرس الثالث

التفاعل مع خدمات الويب السحابية 150

تمريعات 161

المشروع 164



5. تطبيقات إنترنت الأشياء

المتقدمة.....168

الدرس الأول

مجالات تطبيق إنترنت الأشياء 169

تمريبات..... 176

الدرس الثاني

تقنيات شبكات إنترنت الأشياء..... 180

تمريبات..... 190

الدرس الثالث

أمان وخصوصية أنظمة إنترنت الأشياء 194

تمريبات..... 200

المشروع 204

6. برمجة إنترنت الأشياء

باستخدام C++.....206

الدرس الأول

تطبيقات الحماية الذكية ولغة C++ 207

تمريبات..... 223

الدرس الثاني

الانتقال من اللبئات البرمجية في

تينكر كاد إلى C++ 228

تمريبات..... 238

الدرس الثالث

برمجة المتحكم الدقيق باستخدام C++ 242

تمريبات..... 258

المشروع 260

7. الرسائل في إنترنت الأشياء ..262

الدرس الأول

المدن الذكية وبروتوكول MQTT..... 263

تمريبات..... 269

الدرس الثاني

تصميم وبرمجة جهاز ذكي لإنترنت الأشياء..... 273

تمريبات..... 289

الدرس الثالث

إنشاء حل ذكي لإدارة النفايات 292

تمريبات..... 304

المشروع 306

8. محاكاة شبكة مُستشعرات

إنترنت الأشياء اللاسلكية308

الدرس الأول

مقدمة إلى كاب كاربون 309

تمريبات..... 320

الدرس الثاني

الاتصال في شبكة إنترنت الأشياء 323

تمريبات..... 335

الدرس الثالث

إنترنت الأشياء والأجهزة المحمولة

المؤتمنة..... 336

تمريبات..... 349

المشروع 350



الجزء الأول

الوحدة الأولى
أسس إنترنت الأشياء

الوحدة الثانية
إنترنت الأشياء في حياتنا

الوحدة الثالثة
إنشاء تطبيقات إنترنت الأشياء باستخدام الأردوينو

الوحدة الرابعة
إنشاء تطبيق سحابي لإنترنت الأشياء



1. أسس إنترنت الأشياء

سيتعرف الطالب في هذه الوحدة على المفاهيم الأساسية لإنترنت الأشياء (IoT) وتطورها على مدار السنوات الأخيرة، وكيف أصبحت جزءاً لا يتجزأ من التقنيات الناشئة. وسيتعرف أيضاً على المكونات الرئيسية للكائنات الذكية، والتي تُعدُّ الأساس لنظام إنترنت الأشياء.

أهداف التعلُّم

- بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على أن:
 - < يُعرِّف مصطلح إنترنت الأشياء.
 - < يُناقش تطور إنترنت الأشياء.
 - < يتعرَّف على الغرض من إنترنت الأشياء.
 - < يُناقش تأثير إنترنت الأشياء على التقنيات الناشئة.
 - < يُحدِّد ماهية الكائن الذكي.
 - < يُصنِّف الكائنات الذكية واستخداماتها.
 - < يُميِّز بين أنواع مُستشعرات الأشياء الذكية المختلفة.
 - < يُميِّز بين أنواع مُشغلات الأشياء الذكية المختلفة.





الدرس الأول مفاهيم إنترنت الأشياء

ما المقصود بإنترنت الأشياء؟

What is the Internet of Things

إنترنت الأشياء (IoT) :

هي شبكة من الأجهزة يستطيع كلٌّ منها استشعار البيئة المحيطة أو مراقبتها أو التفاعل معها، بالإضافة إلى جمع البيانات وتبادلها.

في العصر الحالي، أصبح بإمكان كل الأجهزة والأشياء من حولك أن تتصل بشبكة الإنترنت، وتتواصل بسهولة مع أجهزة أخرى، أو أشخاص، ومن ثم الوصول إلى الخدمات التي تحسن حياتك. يشهد العالم تحولاً تقنياً كبيراً، فقد صار من الممكن توصيل طلبات الطعام باستخدام الطائرات دون طيار، وطوّرت المستشعرات التي يمكن ارتداؤها لمراقبة حالتك الصحية. يُعرف هذا التقدم المتنامي في جميع المجالات باسم إنترنت الأشياء (IoT). إن الهدف الرئيس لإنترنت الأشياء هو توصيل الأجهزة المختلفة بشبكات الحاسوب الخاصة أو العامة (مثل شبكة الإنترنت) لتشارك بياناتها، وتتفاعل مع الأشخاص والأشياء الأخرى من حولك. يُساهم إنترنت الأشياء في إحداث تغيير جوهري في التقنية، يتيح للأجهزة المتصلة إدراك البيئة المحيطة وإدارتها وذلك بدمجها بشكل مستقل في شبكة ذكية.



جهاز إنترنت الأشياء (IoT Device) :

هو كائن مادي يتصل بشبكة، ويصبح معروفاً في تلك الشبكة. يمكن لذلك الجهاز جمع البيانات ونقلها، وكذلك التواصل مع أجهزة إنترنت الأشياء الأخرى ومنصاتها.

عندما تتمكن الأجهزة والمعدات من اكتشاف بيئتها والتحكم فيها عن بُعد عبر الشبكة، فإنه يمكن دمج العالم الواقعي والحوسيب وربطهما معاً. ويسهم هذا الدمج في زيادة الإنتاجية والأتمتة، ويُخفض التكاليف في جميع الجوانب الحياتية تقريباً. إن هدف إنترنت الأشياء هو توصيل الأجهزة بأنواعها المختلفة وتحويلها إلى أجهزة "إنترنت أشياء"، وبالطبع إنشاء تطبيقات جديدة لاستخدام تلك الأجهزة في الشبكة الذكية وإدارتها.

الكائنات الذكية Smart Objects

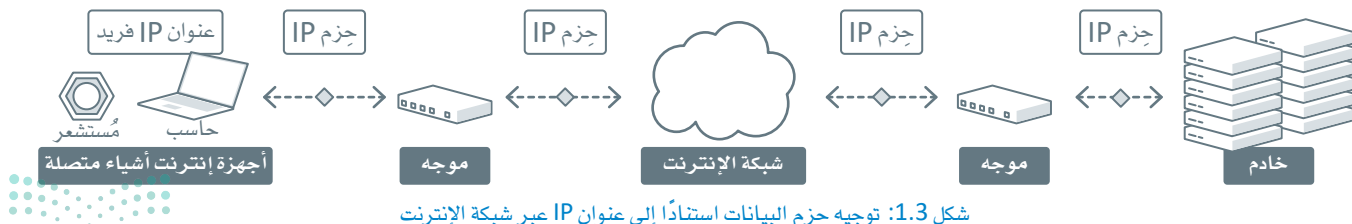
الكائنات المتصلة أو الذكية هي كائنات تتبادل البيانات عبر الشبكة. تحتوي بعض هذه الكائنات على واجهة مستخدم بسيطة، كمفتاح التحكم بالحرارة، في حين تتسم الكثير من تلك الكائنات بالواجهات الأكثر تعقيداً، كتلك الموجودة في السيارات الحديثة أو تطبيقات الهواتف الذكية. وقد تخلو بعض الكائنات الذكية من واجهة المستخدم، حيث تحتوي على مُستشعرات ومُشغلات مستقلة تتفاعل مع بيئتها دون أي تدخل بشري. يتعرف المُستشعر على بيئته وقيس القيم الموجودة بها، ثم يقوم ذلك المُشغّل بتغيير العالم المادي. وتنقسم الكائنات الذكية إلى فئتين: كائنات رقمية، وكائنات مادية (ملموسة). تشمل الكائنات الرقمية أجهزة مثل: الهواتف الذكية والساعات الذكية وأنظمة الإنذار المنزلية، والتي يتم تصميمها لتتفاعل مع البيئة المحيطة، في حين أن الكائنات المادية هي كائنات واقعية تتطلب إضافة مُستشعرات أو مُشغلات لتصبح كائنات ذكية. فالأجهزة المنزلية كالثلاجات والمصاييح لا تستخدم البيانات أو تتبادلها إلا إذا تم تحسينها بإضافة مُستشعرات ووحدات تحكم دقيقة وهوائيات مخصصة لتوصيلها بالعالم الرقمي لإنترنت الأشياء.



شكل 1.2: كائن ذكي مادي (ملموس) وكائن ذكي رقمي

تاريخ إنترنت الأشياء The History of the Internet of Things

إن فكرة إضافة المُستشعرات إلى الأشياء المادية وإتاحة تفاعلها معًا عبر شبكات المعلومات ليست بالجديدة؛ فقد قام بعض طلبة الجامعات في ثمانينيات القرن الماضي بتطوير آلية للتعرف عن بُعد على محتويات آلة بيع المشروبات الغازية. وقد كان استخدام التقنية محدوداً للغاية في تلك الآونة، كما لم تكن شبكة الإنترنت متاحة، ثم ساهم تطور الشبكات لتشمل أي جهاز حاسب حول العالم، كما ساهم إصدار الشركات للأجهزة برفائق مصغرة ووحدات معالجة مركزية ومُستشعرات في تطوير المزيد من التطبيقات التقنية. كما تطوّرت شبكة الإنترنت والشبكة العنكبوتية العالمية (WWW) بواسطة شبكة وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة (W) التي تأسست عام 1969، لتصبح أكبر حجماً وأكثر تعقيداً، وتعتمد أساساً على بروتوكول الإنترنت (IP)، وبروتوكول التحكم في النقل (TCP)، ثم أوقفت الحكومة الأمريكية الدعم عن تلك الشبكة في أبريل 1995، وأنشئ إطار عمل مفتوح للاتصال بالشبكة من جميع أنحاء العالم، مما أدى إلى ظهور شبكة الإنترنت كما هي معروفة اليوم. ويُعدّ عنوان الإنترنت (IP address) أساساً لهذا العالم المتصل، ويُمثّل عنواناً فريداً خاصاً بكل جهاز على الشبكة، ويمكنه باستخدامه من الاتصال بأجهزة أخرى. ومن الأمثلة على هذه الأجهزة: الهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية، وأجهزة الألعاب، والسيارات، والغسالات، وأنظمة الإضاءة، وأقفال الأبواب الأمامية، ومحطات بطاقات الائتمان. تُعيّن عناوين IP لجميع الأجهزة المتصلة بإنترنت الأشياء، وقد يستخدم عنوان IP عاملاً للوصول للجهاز عبر الإنترنت، أو للتعرف على ذلك الجهاز على شبكة محلية. ويحدّد الجهاز الموجه (Router) هذه الأجهزة بناءً على الطلبات الواردة ويوجه الطلبات والبيانات وفقاً لذلك.



شكل 1.3: توجيه حزم البيانات استناداً إلى عنوان IP عبر شبكة الإنترنت

أي مستخدمٍ للحواسيب المكتبية يُدرك أن الهواتف الذكية أصبحت ذات قدرات حاسوبية كبيرة في السنوات الأخيرة، وذلك على الرغم من صغر حجمها؛ بل إن بعضاً منها أصبح يفوق الحواسيب من حيث السرعة وحجم الذاكرة، كما تمتلك تلك الهواتف مصدرها الخاص للطاقة وهي بطارياتها، ويمكن لهذه الهواتف الاتصال بسهولة بالشبكة اللاسلكية. يُدمج في هذه الهواتف العديد من المُستشعرات مثل: الكاميرا، والميكروفون، ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، ومقياس المغناطيسية، ومقياس التسارع، والجيروسكوب، ومُستشعر القرب، ومُستشعر الإضاءة المحيطة. وقد أصبح من الممكن تحويل جهاز حاسب صغير ذي طاقة معالجة وتخزين محدودة، وبضعة مُستشعرات، ليصبح جهازاً صغيراً يمكن دمجه في أشياء مادية أخرى.

في الواقع بدأ عصر إنترنت الأشياء فعلياً حوالي عام 2008. في ذلك الوقت تقريباً، أصبح هناك المزيد من الأجهزة المتصلة بالإنترنت، وأصبح إنترنت الأشياء حقيقة واقعة. يعود الفضل في ذلك إلى عالم الحاسب كيفين أشتون (Kevin Ashton) الذي استخدم مصطلح "إنترنت الأشياء" لأول مرة عام 1999 أثناء عمله في شركة كبيرة متعددة الجنسيات، حيث استخدم هذا المصطلح لوصف مفهوم جديد يتضمن وسوم التتبع وأجهزة الحواسيب المدعّمة بمُستشعرات متصلة بالإنترنت، والتي يمكنها جمع البيانات لتحسين عمليات سلسلة التوريد الخاصة بالشركة.

مراحل التطور The Phases of the Evolution

مرت عملية تطور الإنترنت بأربعة مراحل حددت أيضاً التطور الذي حدث في إنترنت الأشياء.



مرحلة الاتصال Connectivity Phase

في السنوات الأولى لظهور الإنترنت، اقتصر الاتصال بالإنترنت على المؤسسات والجامعات ولم يكن متاحاً لعامة الناس على نطاق واسع. مكّنت هذه المرحلة بعض الأفراد من الحصول على المعلومات بسهولة عند الوصول إلى الويب.



الاقتصاد الشبكي Networked Economy

مع التقدم السريع للتقنية، استمرت سرعات الاتصال بالشبكات بالازدياد، ولم تُعدّ عملية الاتصال هي العقبة الأساسية. ركزت هذه المرحلة على زيادة الكفاءة والربح من خلال الشبكات.



التفاعل مع التقنية Immersive Experiences

تميزت هذه الحقبة الزمنية بظهور وسائل التواصل الاجتماعي والتعاون وانتشار الأجهزة على نطاق واسع. تم فيها رقمنة التفاعلات البشرية، وتحول التطبيقات تدريجياً إلى البنية التحتية السحابية.



إنترنت الأشياء Internet of Things

اهتمت هذه المرحلة الأخيرة بتوفير الاتصال وعمليات البيانات بين جميع الأجهزة المتصلة بالإنترنت تقريباً، وذلك لتقديم حلول تقنية متقدمة لمختلف القطاعات والصناعات.

إنترنت الأشياء

التفاعل مع
التقنية

الاقتصاد الشبكي

الاتصال

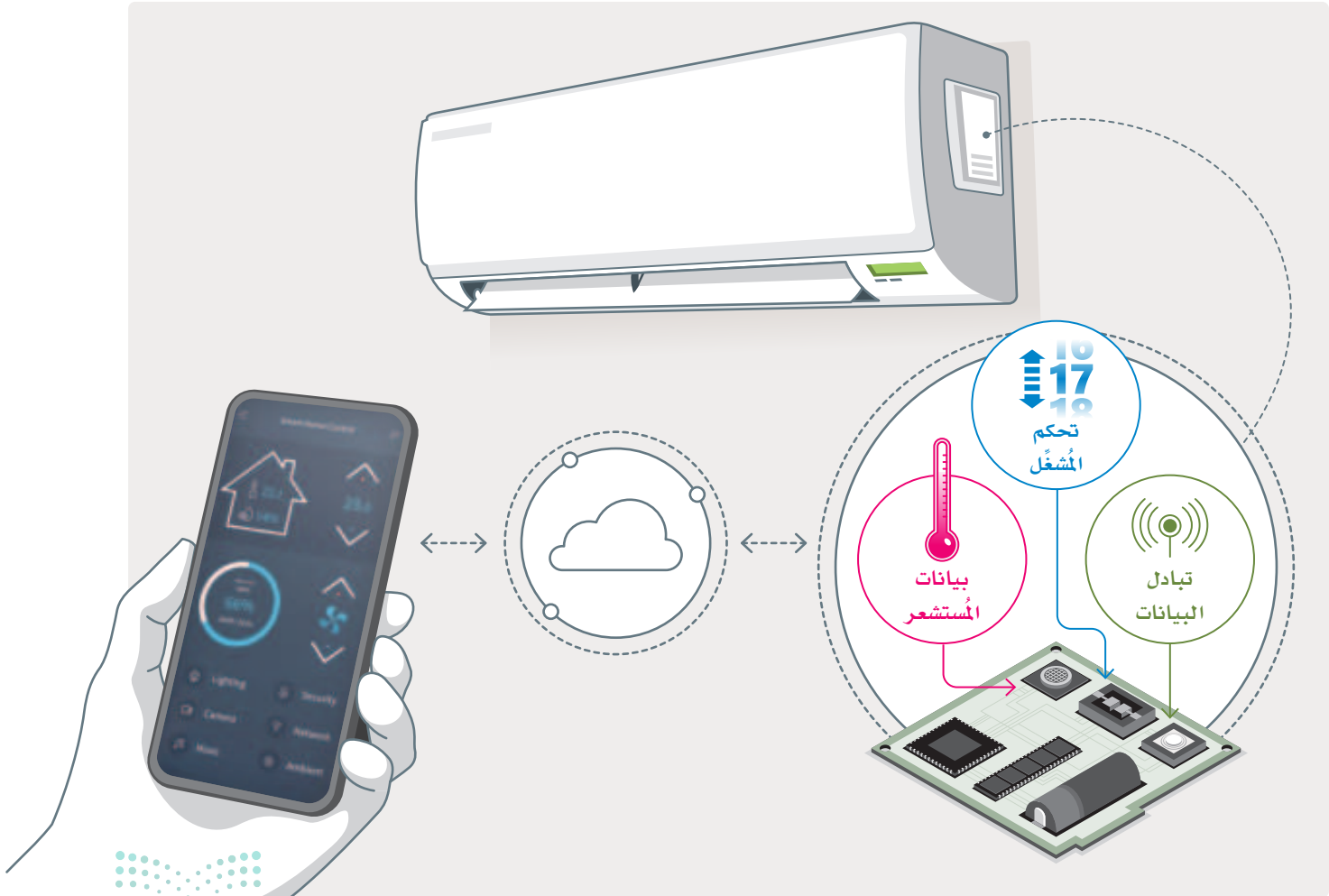
شكل 1.4: ثورة الإنترنت

4.0

من الضروري إدراك أن إنترنت الأشياء هو عبارة عن مجموعة من التقنيات والأطر المترابطة. فكما أن شبكة الإنترنت تربط بين أجهزة الحاسب والمحتوى، فإن إنترنت الأشياء يربط الأجهزة والبيانات والأشخاص معاً. كذلك فإن ازدياد الترابط بين التقنيات والأنظمة، وتسارع عملية جمع البيانات، يُكسب هذا العالم المتصل قوة ويزيده قيمة. تقود التقنيات الناشئة مثل: إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي (AI) والروبوتات، التحول الرقمي والذي يُعرف بالثورة الصناعية الرابعة.

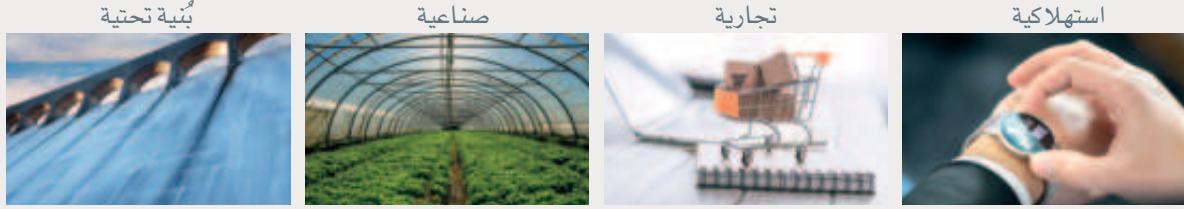
ما الذي يفعله إنترنت الأشياء؟

ساهم إنترنت الأشياء في تحقيق إنجازات تقنية وإنتاج أنواع جديدة من المنتجات والخدمات. وتكمن أهمية إنترنت الأشياء في إتاحة نقل البيانات المُجمّعة (التي تم التوصل إليها) من حيز محدد إلى مركز بيانات، ثم إلى جميع أنحاء العالم. يمكن معالجة البيانات بجانب المعلومات الأخرى في موقع مركزي، ويمكن القيام بهذا الإجراء في الموقع نفسه من خلال مُشغّل. فعلى سبيل المثال، يستشعر منظم الحرارة في غرفتك كلاً من درجة الحرارة ودرجة الرطوبة، وتجمع خوارزمية عملية معالجة هاتين القيمتين مع بيانات الطقس في مدينتك، وذلك لتشغيل نظام تكييف الهواء بناءً على خوارزمية الذكاء الاصطناعي، والتي من شأنها التوفير في استهلاك الطاقة. يحدث كل هذا في الوقت الفعلي ودون أي تدخل بشري.



شكل 1.5: استشعار منظم الحرارة في غرفتك لدرجة الحرارة

تُصنّف تطبيقات إنترنت الأشياء إلى أربعة مجالات رئيسية: استهلاكية، وتجارية، وصناعية، وبُنْيَة تحتية. تُصنّف الأجهزة القابلة للارتداء والمنازل الذكية في مجال إنترنت الأشياء الاستهلاكية، أما إنترنت الأشياء التجارية فيوجد في المدارس والمكاتب ومحلات البيع بالتجزئة. وتستخدم تطبيقات إنترنت الأشياء الصناعية على نطاق واسع في المصانع والمزارع وشبكات النقل، أما إدارة الطاقة والمياه فتُصنّف في مجال إنترنت الأشياء في البُنْيَة التحتية.



شكل 1.6: المجالات الأساسية لتطبيقات إنترنت الأشياء

لقد أصبح إنترنت الأشياء جزءاً لا يتجزأ من الحلول التقنية الحديثة، وبات يُدمج بصورة متزايدة مع التقنيات الأخرى مثل الذكاء الاصطناعي وعلم الروبوت، والتي تُوظف لتحسين تطبيقات إنترنت الأشياء، أو دعمها بالكائنات الإضافية. أتاح هذا الأمر تطبيق مجموعة من التقنيات الحالية والناشئة لحل المشكلات الحالية والجديدة بأكثر الطرائق فعالية. يوضّح الجدول 1.1 تطبيقات التقنيات الناشئة المحسنة بواسطة تقنيات إنترنت الأشياء.

الجدول 1.1: التطبيقات المحسنة من خلال إنترنت الأشياء

الوصف	التطبيق
يمكن العثور على الآليات والتقنيات التي ساعدت في الأتمتة على مدى العصور. غالباً ما تؤدي أتمتة الأنشطة المختلفة إلى زيادة السرعة والكفاءة والسلامة وتقليل التكلفة. تشمل عمليات الأتمتة في الوقت الحاضر المنازل الذكية، والمباني الذكية، والمصانع الذكية، والتي تشتمل على المنتجات الذكية المختلفة مثل: أدوات التحكم في الإضاءة، ومكبرات الصوت الذكية، وأنظمة الأمان، والروبوتات.	الأتمتة (Automation)
تُمكّن المُستشعرات المقترنة بخوارزميات الذكاء الاصطناعي أجهزة الحاسب من فهم الصور ومقاطع الفيديو بالطريقة نفسها التي يقوم بها الإنسان، ولكن بقدراتٍ فائقة. إن تقنيات التعرف على الوجوه ومعالجة الصور تساعد الطائرات دون طيار والمركبات ذاتية القيادة على الملاحة وتجنب الاصطدامات. تقوم هذه التقنيات أيضاً بتحسين نماذج التعلّم الآلي وذلك لتقييم دقة العلاج الكيميائي والعلاجات الأخرى من خلال تحليل الصور والمسح الضوئي، وتُعدّ جميعها تطبيقات تقنية حديثة. يمكن لهذا الجانب من التطبيقات الصناعية زيادة معدل اكتشاف الأخطاء بنسبة 90 بالمائة أو أكثر في العمليات المختلفة.	الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)
يستخدم هذا المجال اللغويات والحوسبة والذكاء الاصطناعي لفهم ومحاكاة اللغة البشرية. تُعدُّ أليكسا (Alexa) وسيري (Siri) ومساعد قوقل (Google Assistant) واجهات مستخدم لمعالجة اللغات الطبيعية القياسية، وقد انتشرت هذه الواجهات الصوتية بوتيرة سريعة في الأجهزة والمعدات المختلفة. تُطبّق هذه التقنية أيضاً على روبوتات المحادثة وخدمات الويب الآلية التي تتطلب الكتابة أو التحدث، كما يقوم الباحثون أيضاً بتطوير أنظمة للتعرف على العواطف والمشاعر.	معالجة اللغات الطبيعية (NLP)

التطبيق	الوصف
تعلم الآلة (Machine Learning)	يُعدُّ تعلمُ الآلة فرعاً من فروع الذكاء الاصطناعي، وتتنبأ التقنية المرتبطة به بالنتائج المستقبلية لسيناريوهات مختلفة، وتفسرها باستخدام نماذج رياضية تُدرَّب باستخدام ما يسمى "بيانات التدريب". يساعد التعلم الآلي الأنظمة الموزعة عالمياً داخل إنترنت الأشياء على إكمال المهام دون برمجة محددة مما يفيد على وجه الخصوص في عمليات المراقبة والتنبؤ وتطبيقات القياس عن بعد.
إيدج للذكاء الاصطناعي (Edge AI)	ازداد عدد الأجهزة الرقمية القادرة على معالجة البيانات بشكل مستقل. حيث تُنقل البيانات من المُستشعرات المدمجة في الأجهزة مثل الروبوت أو السيارات ذاتية القيادة أثناء قيام نظام إيدج للذكاء الاصطناعي (Edge AI) بالعمليات الرياضية، ويقوم الجهاز بتخزين النتائج. في بعض الحالات قد تُنقل هذه البيانات سحائباً. وتتيح هذه البنية للأجهزة العمل بشكل أسرع وبصورة أكثر ذكاءً وبطاقة أقل. لقد ساهم هذا المجال في تغيير آليات تشغيل الأجهزة المستقلة، وأتاح إطالة عمر بطارية المُستشعرات لسنوات.
التحليلات المتقدمة (Advanced Analytics)	نظراً للطبيعة المشتتة للبيانات، تختلف الإجراءات التحليلية لتلك البيانات في إنترنت الأشياء، حيث يقوم البرنامج مثلاً بتجميع وتفسير البيانات المناسبة. يُعدُّ التحليل المرتكز على إنترنت الأشياء مفيداً للغاية في عمليات التصنيع، والرعاية الصحية، والنقل، والخدمات المالية، والطاقة، والاتصالات، وأتمتة المنازل.
علم الروبوت (Robotics)	شهدت الآلات المستقلة مثل الطائرات دون طيار والروبوتات المحمولة والمركبات ذاتية القيادة تطوراً كبيراً بسبب الذكاء الاصطناعي وتقنيات الاستشعار القوية، فظهر مفهوم جديد وهو إنترنت التقنيات الروبوتية (IORT)، والذي يشير إلى الأنظمة التي تراقب الأحداث من حولها، وتحسب البيانات الموجودة داخلياً أو سحائباً، لكي تُستخدم هذه المعلومات في التعامل مع العالم الحقيقي.
الواقع المعزز (AR)	تكمن قوة الواقع المعزز في قدرته على تعديل العالمين الافتراضي والواقعي ودمجهما. تُستخدم تطبيقات الواقع المعزز في الهواتف الذكية في الأعمال التجارية لإدخال التحسينات على الصور، ولتجربة الملابس رقمياً، ولممارسة الألعاب المختلفة. تستخدم نظارات الواقع المعزز المختلفة في التدريب والهندسة والمجالات المختلفة. يُنشأ النص والرسومات في بيئة الواقع المعزز بواسطة محرك تقديم (Rendering Engine) يتلقى البيانات المناسبة من إنترنت الأشياء ويوصلها إلى الجهاز.
الواقع الافتراضي (VR)	أصبحت عمليات المحاكاة ثلاثية الأبعاد الإبداعية المُنشأة بواسطة الحاسب تتطلب وجود البنية التحتية لإنترنت الأشياء. فعلى سبيل المثال، تحولت أنظمة المؤتمرات عبر الفيديو إلى أماكن واقع افتراضي تُمكن الأفراد من جميع أنحاء العالم من الانضمام إلى اجتماع أو المشاركة في ندوة عبر الإنترنت، أو حضور مؤتمر افتراضي من خلال شاشة ثنائية الأبعاد مثل: جهاز حاسب محمول، أو هاتف ذكي، أو نظارات مخصصة. يتيح الواقع الافتراضي دمج مجموعة من الأجزاء من مواقع مختلفة داخل عالم افتراضي واحد.
تقنية سلسلة الكتل (Blockchain)	تلعب تقنية سلسلة الكتل التي ارتبطت في بدايتها بالعملات الرقمية دوراً مهماً في إنترنت الأشياء. فيمكن مراقبة البيانات والمصادقة عليها أثناء مرورها للأجهزة وقواعد البيانات والخدمات المصغرة. وبالتالي يمكن أن تساعد في الأتمتة واكتشاف المخالفات مثل التلاعب أو التزوير. يفيد هذا في سياق إنترنت الأشياء اللامركزي بشكل خاص، حيث تُعزى البيانات باستمرار عبر المؤسسات والخوادم والأنظمة.

مكونات تطبيق إنترنت الأشياء

The Components of an IoT Application

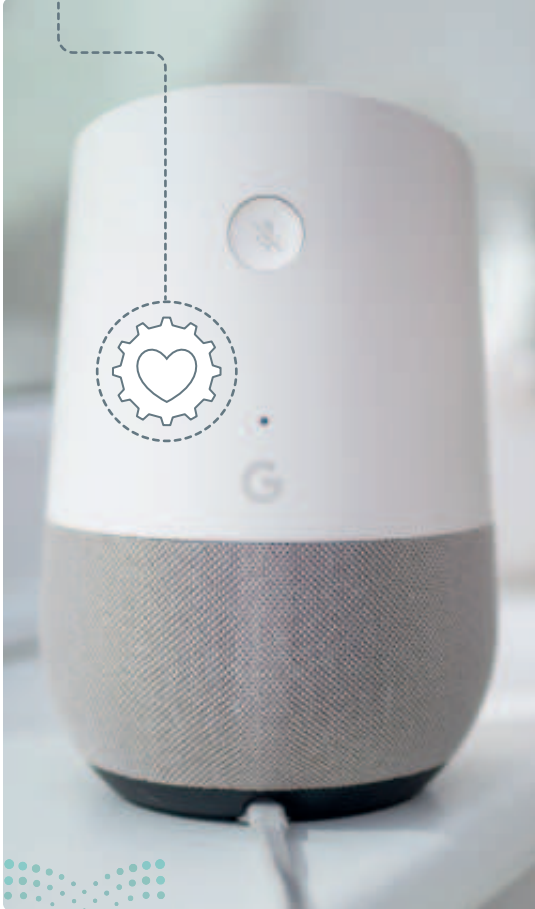
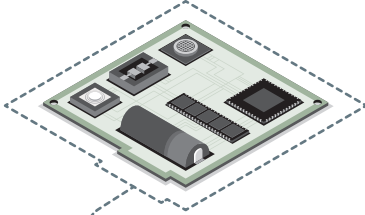
يتكون تطبيق إنترنت الأشياء من أجهزة وبرامج ومكونات بنية تحتية، يُعد بعضها ضروريًا، بينما يعتمد البعض الآخر على نوع التطبيق نفسه. المكون الرئيس هنا هو "الشيء أو الكائن"، أي جهاز إنترنت الأشياء الذي يتفاعل مع بيئته بطرائق مختلفة. قد يحتوي جهاز إنترنت الأشياء على مُستشعرات أو مُشغلات، ولكن يجب تزويده بمتحكم دقيق مُدعم بمصدر للطاقة وذاكرة ووحدة اتصال بالشبكة لتبادل البيانات عبر تلك الشبكة. قد تحتوي بعض أجهزة إنترنت الأشياء على شاشات أو أزرار للتفاعل مع المستخدم. تُعد آلية الاتصال أمرًا بالغ الأهمية، حيث تُنفذ عادةً من خلال بوابات إنترنت الأشياء المتخصصة وبروتوكولات الشبكة المحسنة، فهي تُمكن جهاز إنترنت الأشياء من الاتصال بأجهزة الحوسبة المحلية أو المركزية أو السحابية.

قد تكون مجرد أجهزة حاسب بسيطة، أو خوادم سحابية في مراكز البيانات الضخمة في دولةٍ أخرى. يتعامل الخادم مع البيانات المُخزنة ليعالجها وليحدّد ما إذا كانت ستُرسل أوامر لإجراءات معينة مرة أخرى إلى جهاز إنترنت الأشياء. تُنشأ تحليلات البيانات لتوفير رؤى مفيدة حول استخدام تطبيق إنترنت الأشياء، خاصةً عند مشاركة الآلاف أو ملايين الأجهزة في بعض الحالات. ستستكشف جميع مكونات تطبيق إنترنت الأشياء بالتفصيل في الدروس القادمة.

الجدول 1.2: أمثلة على أجهزة إنترنت الأشياء

تلفاز ذكي.
سماعات أذن ذكية.
تحكم المنزل الذكي مثل أليكسا (Alexa).
نظام الشبكة اللاسلكية (WiFi).
منظم حرارة ذكي مع حساسات للغرفة.
مراقب الصحة أو اللياقة البدنية.
مكيف الهواء الذكي.
أضواء بمفاتيح ومصابيح ذكية.
مقابس الطاقة الذكية.
مراقب جودة الهواء.
مراقب استهلاك الكهرباء.
ثلاجة متصلة بالإنترنت.
نظام الحماية المنزلي المزود بكاميرا جرس الباب الذكية.
باب مرآب بقفل ذكي.

الكائن: جهاز إنترنت الأشياء.



تمرينات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. يتكون إنترنت الأشياء من شبكة من الأجهزة المترابطة التي تتواصل ببعضها.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. يتضمن إنترنت الأشياء الأجهزة غير المتصلة بالإنترنت.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. تعمل الكائنات الذكية بصورة مستقلة دون تدخل بشري.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. الكائنات الرقمية هي الأجهزة التي تُرسل البيانات وتستقبلها فقط.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. تطورت شبكة الإنترنت في البداية من مشروع ARPAnet.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. ساعدت وسائل التواصل الاجتماعي خلال مرحلة التفاعل مع التقنية على تسريع استخدام البيانات الضخمة.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. تقدم أبحاث إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في وقت واحد لتطوير تطبيقات مشتركة.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. لا يمكن استخدام البيانات من مُستشعرات إنترنت الأشياء لتطبيقات الواقع الافتراضي.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. تتواصل الكائنات الذكية حصريًا مع بعضها البعض.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. لا يمكن لشيء بسيط مثل باب المرآب أن يكون جزءًا من نظام إنترنت الأشياء.

2

حدّد السمات الرئيسية لإنترنت الأشياء، والتي تميزها عن التقنيات الناشئة الأخرى. اعرض أفكارك أدناه.



3 هل يمكنك التفكير في التطور التقني الأكثر أهمية في التاريخ الحديث، والذي جعل إنترنت الأشياء ممكناً؟ اعرض أفكارك أدناه.

4 أي من مراحل الإنترنت الأربع تعتقد أنها كانت الأفضل تأثيراً من الناحية التقنية والاقتصادية؟ اعرض أفكارك أدناه.

5 أي من التقنيات الناشئة التي تقود الثورة الصناعية الرابعة هي الأكثر تأثيراً على الاقتصاد؟ اعرض أفكارك أدناه.



6 ابحث في الإنترنت عن مثال لتطبيق إنترنت الأشياء يوظف الرؤية الحاسوبية ومعالجة اللغات الطبيعية. دُون ما عثرت عليه هنا وِقم بوصفه.

7 ابحث في الإنترنت عن معلومات حول تطبيق اللواقح الافتراضي ينشئ بيئات افتراضية مزودة ببيانات مُدخلة من مُستشعرات إنترنت الأشياء.

8 ابحث في الإنترنت عن معلومات حول كيفية مساعدة تقنيات سلسلة الكتل في إنشاء أنظمة إنترنت الأشياء اللامركزية وتطبيقاتها.





الدرس الثاني أجهزة إنترنت الأشياء

ما المقصود "بالأشياء" ؟ "What is a "Thing"

الكائنات الذكية The Smart Objects

إن "الأشياء" أو "الكائنات الذكية" هي اللبنة الأساسية لإنترنت الأشياء، فهي أجهزة محوسبة صغيرة منخفضة التكلفة تتفاعل مع بيئتها المادية المحيطة بها، وذلك بجمع البيانات من المستشعرات، والتفاعل الفوري مع هذه البيانات عبر المُشغلات. تقوم المُستشعرات والمُشغلات بتحويل الأشياء اليومية إلى كائنات ذكية قادرة على الحصول على المعلومات من بيئتها وتتفاعل معها بطريقة مفيدة. وتكمن القوة الحقيقية للكائنات الذكية في حلول إنترنت الأشياء التي تربطها ببعضها، بدلاً من عملها بشكل مستقل كأجهزة قائمة بذاتها.



تُشغّل الكائنات الذكية بواسطة مصدر للطاقة مثل: الشبكة الكهربائية، أو البطارية، أو بمصدر للطاقة الذاتية من خلال الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح. يُعدُّ استهلاك هذه الكائنات للطاقة منخفضاً جداً لدرجة أنه في بعض الأحيان يمكن تشغيل الكائن الذكي لأشهر أو سنوات باستخدام البطاريات. يوجد جيل جديد من الكائنات (المُستشعرات) الذكية الخاصة بالصحة، والتي يمكن تشغيلها بالتيار الكهربائي المنبعث من جسم الإنسان.

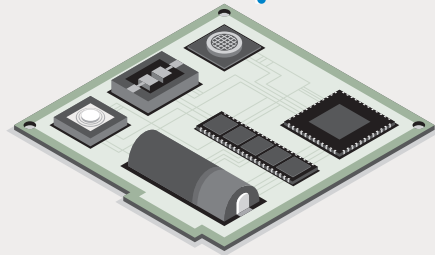


يحتوي كل كائن ذكي على جهاز اتصال يُرسل البيانات التي تُجمع من المُستشعرات ويتلقى التعليمات اللازمة للمُشغلات. ويقوم جهاز الاتصال بتوصيل الكائن الذكي بالتخزين السحابي.

المكون المشترك هو وحدة المعالجة على هيئة جهاز التحكم الدقيق. يقوم جهاز التحكم الدقيق بالتنسيق بين المُستشعرات والمُشغلات وجهاز الاتصال. إن أجهزة التحكم الدقيقة المستخدمة في التطوير أو الأغراض الأكاديمية مثل: الأردوينو (Arduino) أو رازبيري باي (Raspberry Pi)، هي عبارة عن حواسيب صغيرة.

تستخدم تطبيقات إنترنت الأشياء الفعلية وحدات تحكم دقيقة صغيرة الحجم يصل حجمها أحياناً إلى 2x2 ملم. أحد الأمثلة على ذلك شبكة الغبار الذكي (Smart Dust)، وهي شبكة لاسلكية لمنصات حوسبة واستشعار لا يتجاوز حجمها حبة الرمل الواحدة والتي يمكنها أن تعمل بمفردها. يمكن لشبكة الغبار الذكي أن تستشعر أشياء مثل: الإضاءة، ودرجة الحرارة، والصوت، ووجود السموم أو الاهتزازات، ثم تسجّل هذه المعلومات وترسلها لاسلكياً إلى أنظمة الحاسب المركزية.

حاسب صغير منخفض التكلفة
يُدمج في الكائنات لجعلها ذكية،
ويمكن تنظيمها في شبكات.

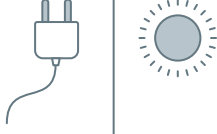


شكل 1.8: حاسب صغير منخفض التكلفة

تصنيفات الكائنات الذكية Classifications of Smart Objects

تعمل بالطاقة الذاتية أو تتصل بمزود للطاقة

قد يحتوي الكائن على مصدر الطاقة الذاتي الخاص به كالبطارية أو الألواح الشمسية، أو يمكن أن يعمل باستمرار بواسطة مصدر خارجي. يمكن للكائنات التي تعمل بالطاقة الذاتية أن تكون متحركة، أما الكائنات التي تزود ببطاريات فتكون مقيدة من حيث فترة استخدامها وقدرتها على جمع البيانات وإرسالها.



متحرك أو ثابت

يمكن للكائن الذكي أن يكون متحركًا، ويمكنه أن يبقى ثابتًا في مكانه. كما يمكن أن يكون الجسم متحركًا إذا تم توصيله بجسم متحرك أكبر.



معدل إرسال بيانات منخفض أو مرتفع

يمكن أن تكون عمليات إرسال البيانات الخاصة بعمليات المراقبة للكائن الذكي منخفضة أو مرتفعة. فمثلًا قد يُرسل مُستشعر الصداً الموجود على أحد الجسور القيم المسجلة شهريًا، وقد يُرسل مُستشعر الحركة في السيارة قيم التسارع مئات المرات في الثانية. تؤدي معدلات التقارير المرتفعة إلى ازدياد استهلاك الطاقة مما قد يفرض قيودًا على مصدر الطاقة.



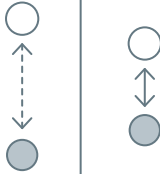
بيانات بسيطة أو معقدة

يعتمد هذا التصنيف على كمية البيانات التي تم جمعها وتبادلها خلال كل دورة تقارير. يمكن لمُستشعر الرطوبة في حقل زراعي تسجيل قيمة يومية غير معقدة، في حين يُسجل مُستشعر المحرك مئات القيم، مثل درجة الحرارة والضغط وسرعة الغاز وسرعة الانضغاط. يُحدّد معدل نقل البيانات بناءً على عاملين هما: تصنيف البيانات (بسيطة أو معقدة)، ومعدل إرسال البيانات (منخفض إلى مرتفع). والنتيجة هنا عبارة عن مقياس مدمج. قد ينقل كائن متوسط الإنتاج بيانات غير معقدة بمعدل مرتفع نسبيًا (في هذه الحالة يظهر مخطط التدفق بصورة متصلة)، أو قد ينقل بيانات كثيرة بمعدل منخفض نسبيًا (وفي هذه الحالة يبدو مخطط التدفق متقطعًا).



نطاق التقرير

تحدّد المسافة بين الكائن الذكي وجامع البيانات نطاق التقرير. فبالنسبة للسوار الرياضي الذي يُرسل البيانات إلى هاتفك على سبيل المثال، يصل نطاق التقرير إلى بضعة أمتار، وفي المقابل قد يحتاج مُستشعر الرطوبة المضمن في سطح الأسفلت في الطريق إلى الاتصال بهوائي يقع على بعد مئات الأمتار أو حتى كيلومترات.



كثافة الكائنات في كل خلية

يعتمد هذا التصنيف على كمية الكائنات الذكية ذات احتياجات الاتصال المتماثلة والمتصلة بنفس البوابة. قد يستخدم خط أنابيب النفط مُستشعرًا واحدًا كل بضعة أميال. وفي المقابل تستخدم تلسكوبات علم الفلك المئات أو حتى الآلاف من المرايا على مساحة صغيرة يزود كل منها بمقاييس الجيروسكوب (أداة لتحديد زاوية الاتجاهات والدوران) ومُستشعرات للجاذبية والاهتزاز.



المكونات الرئيسية للكائن الذكي The Main Components of a Smart Object

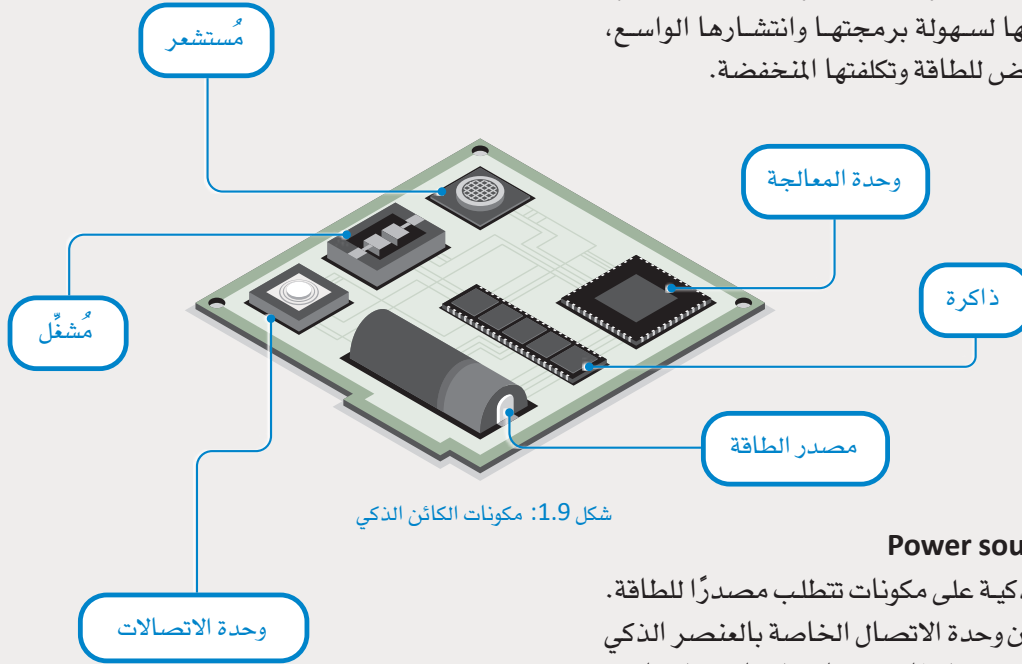
إن الكائن الذكي هو جهاز يمتلك المكونات الأربعة المدرجة أدناه كحد أدنى. قد يحتوي الكائن الذكي على مُستشعر واحد فقط أو على مجموعة من المستشعرات، وكذلك على مُشغّل واحد فقط أو على مجموعة من المشغّلات، وكذلك على مجموعة من المشغّلات والمستشعرات معاً، وذلك حسب الغرض من تطبيق إنترنت الأشياء.

المُستشعرات والمشغّلات Sensors and Actuators

يستطيع الكائن الذكي التفاعل مع العالم المادي عبر المُستشعرات والمشغّلات الخاصة به. فليس ضرورياً أن يضم الكائن الذكي كلاً من المُستشعرات والمشغّلات، فقد يحتوي الكائن الذكي على واحد أو أكثر من المُستشعرات والمشغّلات اعتماداً على نوع التطبيق.

وحدة المعالجة Processing unit

يحتوي الكائن الذكي على وحدة معالجة لجمع البيانات ومعالجتها وتحليل معلومات الاستشعار التي يتلقاها المُستشعر (أو المُستشعرات)، ولتنسيق إشارات التحكم إلى أي مُشغّل، وتشغيل مجموعة متنوعة من العمليات بما فيها أنظمة الاتصالات والطاقة. يمكن أن يختلف نوع وحدة المعالجة المستخدمة بشكل كبير وذلك اعتماداً على متطلبات المعالجة لتطبيق محدد. تُعدّ أجهزة التحكم الدقيقة الأكثر انتشاراً نظراً لحجمها الصغير، وتتعدد استخداماتها لسهولة برمجتها وانتشارها الواسع، ولاستهلاكها المنخفض للطاقة وتكلفتها المنخفضة.



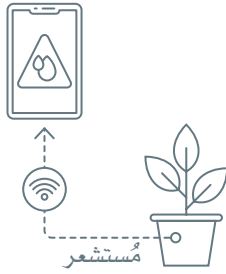
مصدر الطاقة Power source

تحتوي الكائنات الذكية على مكونات تتطلب مصدرًا للطاقة. من المثير للاهتمام أن وحدة الاتصال الخاصة بالعنصر الذكي تستهلك عادةً أكبر قدر من الطاقة. وكما هو الحال مع العناصر الثلاثة الأخرى للأشياء الذكية، تختلف احتياجات الطاقة بشكل كبير حسب التطبيقات. فعادةً تعمل الكائنات الذكية بطاقة محدودة، ويمكنها الاستمرار لمدة زمنية طويلة، وبشكل خاص عندما يكون من الصعب الوصول إليها. ويتطلب هذا المزيج كفاءة الطاقة، وإدارتها بفعالية، وتفعيل أوضاع السكون، ووجود أجهزة استهلاك طاقة منخفضة للغاية وغيرها، خاصةً عند اعتماد الكائن الذكي على طاقة البطارية. عند وجود عناصر ذكية بتركيبات طويلة المدى ولجميع المقاصد والأغراض تُستخدم عادةً مصادر بديلة لتوفير الطاقة.

وحدة الاتصالات Communication unit

وحدة الاتصالات مسؤولة عن ربط العنصر الذكي بأشياء ذكية أخرى وبالعالم الخارجي (بواسطة الشبكة). يمكن أن تكون أجهزة اتصالات الكائنات الذكية سلكية أو لاسلكية. وتُربط العناصر الذكية في شبكات إنترنت الأشياء لاسلكياً لعدة أسباب، أهمها التكلفة ومحدودية توافر البنية التحتية وسهولة التنفيذ. توجد العديد من بروتوكولات الاتصال للعناصر الذكية.

المستشعرات The Sensors



شكل 1.10: مُستشعر يجمع البيانات ويرسلها من أصيص النبات إلى نظام إنترنت الأشياء

يُنْفِذ المُستشعر ما يشير إليه اسمه، فهو يستشعر. فعلى وجه التحديد، يقيس المُستشعر كمية فيزيائية ويحولها إلى بيانات يمررها لتُستخدم بواسطة الأجهزة الذكية أو الإنسان. لا تقتصر وظيفة المُستشعرات على جمع البيانات الحسية المشابهة لحواس الإنسان، فهي توفر مجموعة واسعة من بيانات القياس وبدقة أكبر من الحواس البشرية. يمكن تضمين المُستشعرات في أي كائن مادي وتوصيلها بالإنترنت عن طريق الشبكات السلكية أو اللاسلكية.

تحتوي السيارة الحديثة على مجموعة متنوعة من المُستشعرات التي توفّر كمًا هائلًا من البيانات يمكن استخدامها في أنظمة ذكية، أو مشاركتها مع المركبات الأخرى على الطريق. يمكن للسائق فحص كل شيء بالسيارة والتحكم بها باستخدام مجموعة متنوعة من المُستشعرات مثل: قياس درجة حرارة الماء والزيت، والموقع وضغط الإطارات والسرعة، والتي توفر البيانات ذات العلاقة لتحسين السلامة وصيانة السيارة.



شكل 1.11: مُستشعرات سيارة حديثة

تصنيف المُستشعرات Classification of Sensors

نشطة أو سلبية

يمكن تصنيف المُستشعرات بناءً على مصدر الطاقة، فإذا كانت تتطلب مصدر طاقة خارجي للعمل وتقل الطاقة وتكتشفها في نفس الوقت فهي مُستشعرات (نشطة)، وإذا كانت لا تتطلب توفر أي مصدر طاقة خارجي ولا تنقل الطاقة، ولكن تكتشفها فقط فهي مُستشعرات (سلبية).

توغلية أو غير توغلية

يمكن أن تكون المُستشعرات جزءًا من البيئة التي تقيسها (توغلية)، أو قد تكون مكونًا خارجيًا (غير توغلية).

تلامسية أو غير تلامسية

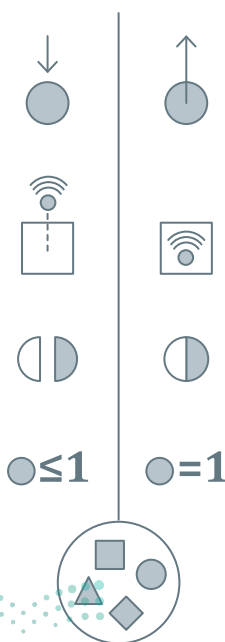
قد تتطلب المُستشعرات ملامسة مادية للجسم الذي يتم قياسه (تلامسية) وقد لا تتطلب ذلك (غير تلامسية).

مطلقة أو نسبية

يمكن للمُستشعرات جمع البيانات وفق مقياس مطلق، أو نسبةً إلى قيمة مرجعية.

مجال التطبيق

يمكن تصنيف المُستشعرات وفقًا للتطبيق المحدد الذي تُستخدم به.



الجدول 1.3: أنواع المُستشعرات وأمثلتها

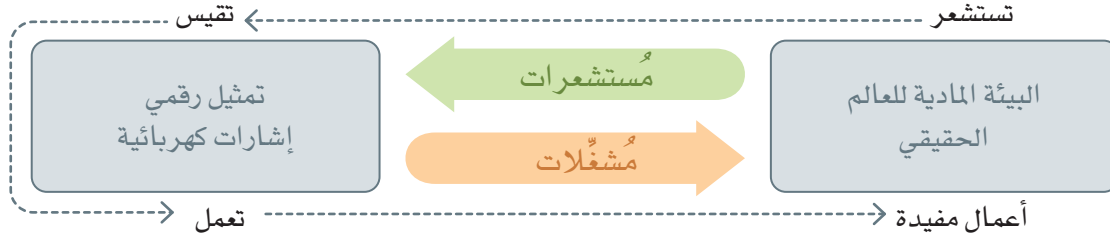
النوع	الوصف	أمثلة
الموضع	يقيس هذا المُستشعر موضع الجسم، فيمكن أن يكون القياس بشكل مطلق أو نسبي. هناك ثلاثة أنواع من مُستشعرات الموضع هي: خطية، وزاوية، ومتعددة المحاور.	مقياس الجهد، ومقياس الميل، ومُستشعر القرب.
الإشغال والحركة	تكتشف مُستشعرات الإشغال وجود الأشخاص والحيوانات في المنطقة التي تُراقب، بينما تكتشف مُستشعرات الحركة حركة الأشخاص والأشياء. وتبعث مُستشعرات الإشغال إشارة حتى عندما يكون الشخص خاملاً، على عكس مُستشعرات الحركة.	عين كهربائية، ورادار.
السرعة والتسارع	قد تكون مُستشعرات السرعة خطية أو زاوية، مما يشير إلى مدى سرعة تحرك الجسم في خط مستقيم أو مدى سرعة دورانه. وتقيس مُستشعرات التسارع تغيرات السرعة.	مقياس التسارع، والجايروسكوب.
القوة	تحدّد مُستشعرات القوة الحالة التي تُطبّق بها قوة فيزيائية معينة.	مقياس القوة، ومقياس اللزوجة، ومُستشعر اللمس.
الضغط	على غرار مُستشعرات القوة، تقيس مُستشعرات الضغط القوة الناجمة عن ضغط السوائل أو الغازات.	بارومتر، وبيزومتر.
التدفق	تكتشف مُستشعرات التدفق معدل تدفق السوائل.	مقياس شدة الريح، ومُستشعر تدفق الكتلة الحرارية، وعداد المياه.

النوع	الوصف	أمثلة
 صوتي	تقيس المُستشعرات الصوتية مستويات الصوت الموجودة في البيئة.	ميكروفون، ومسجل أصوات تحت الأرض، ومسجل أصوات تحت الماء.
 رطوبة	تقيس مُستشعرات الرطوبة كمية الرطوبة في الهواء أو في أي حيز.	مقياس الرطوبة، ومُستشعر الرطوبة، ومُستشعر رطوبة التربة.
 ضوء	تكتشف مُستشعرات الضوء وجود الضوء بأنواعه ودرجاته المختلفة.	مُستشعر الأشعة تحت الحمراء، وكاشف الضوء، وكاشف اللهب.
 إشعاعي	تكتشف مُستشعرات الإشعاع أي إشعاع في البيئة المحيطة.	عداد جيجر مولر، وكاشف النيوترون.
 حراري	تحدّد مُستشعرات درجة الحرارة كمية الحرارة أو البرودة داخل النظام. يجب أن تكون مُستشعرات درجة الحرارة التلامسية على اتصال بالجسم المستهدف. تعمل مُستشعرات درجة الحرارة غير التلامسية على قياس درجة الحرارة من مسافة بعيدة.	ميزان الحرارة، ومقياس السرعات الحرارية، ومقياس درجة الحرارة.
 كيميائي	تحدّد المُستشعرات الكيميائية التركيز الكيميائي داخل النظام.	جهاز قياس الكحول، وكاشف الدخان.
 مؤشرات حيوية	يمكن للمُستشعرات الحيوية اكتشاف الخصائص البيولوجية في الكائنات الحية.	مُستشعر الجلوكوز في الدم، ومقياس أكسجين الدم، وجهاز تخطيط القلب.

المشغلات The Actuators

تُعدُّ المُشغَّلَات مُكَمَّلةً لِلْمُسْتَشْعِرَات.

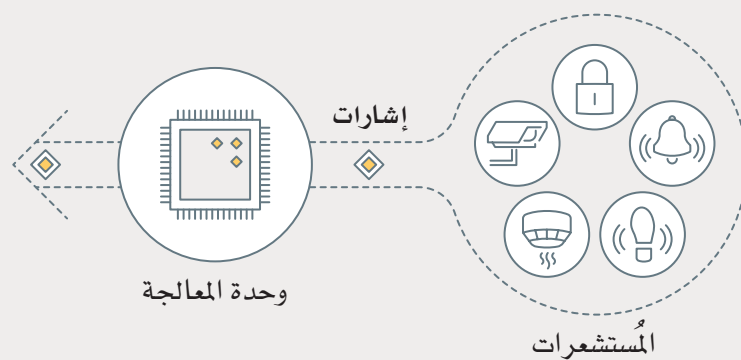
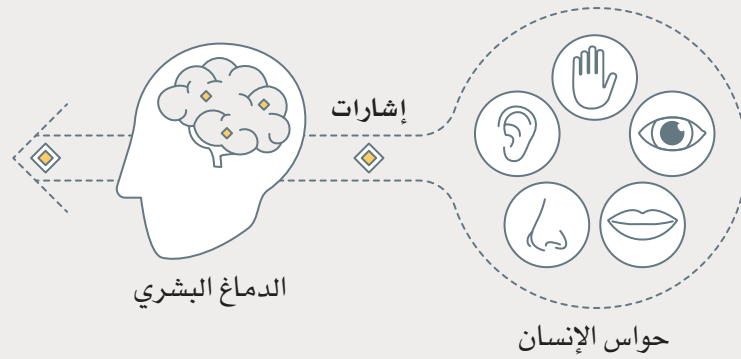
تستقبل المُشغَّلَات إشارة تحكم، وهي غالباً إشارة كهربائية أو أمر رقمي يؤدي إلى تأثير فيزيائي على النظام.



شكل 1.12: العلاقة بين المُستشعرات والمُشغلات

التشابه مع الإنسان Human Analogy

يستخدم البشر حواسهم الخمس لاستشعار بيئتهم المحيطة وقياسها. فتقوم أعضاء الحواس بتحويل هذه المعلومات إلى نبضات كهربائية يُرسلها الجهاز العصبي إلى الدماغ لمعالجتها. وكذلك فإن مُستشعرات إنترنت الأشياء هي أجهزة تستشعر وتقيس العالم الفيزيائي، وترسل قياساتها كإشارات كهربائية إلى معالج دقيق أو وحدة تحكم دقيقة من أجل المزيد من المعالجة. يتحكم الدماغ البشري بالوظيفة والحركة، ويحمل الجهاز العصبي هذه المعلومات إلى الجزء المناسب من الجهاز العضلي. وفي المقابل، يمكن للمعالج إرسال إشارة كهربائية إلى مُشغِّل يحول الإشارة إلى فعل ذي تأثير قابل للقياس في بيئته. يُعدُّ هذا التفاعل بين المُستشعرات والمُشغلات والمعالجات والوظائف المماثلة في الأنظمة البيولوجية الأساس لمجالات علم الروبوت والمؤشرات الحيوية.



شكل 1.13: التشابه مع البشر

تصنيف المشغلات Classification of Actuators

نوع الحركة

يمكن تصنيف المحركات وفقاً لنوع الحركة الصادرة منها.
أمثلة: خطي، ودوراني، وذو محور واحد، وذو محورين، وذو ثلاثة محاور.



القوة الناتجة

يمكن تصنيف المحركات وفقاً للقوة الناتجة.
أمثلة: طاقة عالية، وطاقة منخفضة، وطاقة ضئيلة.



نوع الإنتاج

يمكن تصنيف المحركات وفقاً لطبيعة المخرجات المستقرة.
أمثلة: ثنائية، ومستمرة.



مجال التطبيق

يمكن تصنيف المحركات وفقاً لنوع الصناعة التي تُستخدم فيها المحركات.
أمثلة: التصنيع والمركبات والطب.



نوع الطاقة

يمكن تصنيف المحركات بناءً على نوع الطاقة التي تستخدمها.
أمثلة: كهربائية، وكيميائية، وحركية.



شكل 1.14: مُشغِّل صغير (مفتاح) بحركة ميكانيكية



شكل 1.15: نظام مُشغِّل هيدروليكي (مكبس) للآلات الثقيلة

الجدول 1.4: أنواع المُشغَّلات مع أمثلة

أمثلة	نوع المُشغَّل
رافعة، وجاك لولبي، والساعد اليدوي.	 مُشغَّل ميكانيكي
ثايرستور، وترانزستور ثنائي القطب، والصمام الثنائي.	 مُشغَّل كهربائي
محرك تيار متردد، ومحرك تيار مستمر، ومحرك خطوي.	 مُشغَّل كهروميكانيكي
مغناطيس كهربائي، وملف لولبي خطي.	 مُشغَّل كهرومغناطيسي
إسطوانة هيدروليكية، وإسطوانة هوائية، ومكبس، وصمام التحكم في الضغط.	 مُشغَّل هيدروليكي وهوائي
المواد المغنطة، والشريط ثنائي المعدن، وثنائي الشكل الكهروإجهادي (Piezoelectric Bimorph).	 مُشغَّلات حرارية ومغناطيسية
محرك إلكتروستاتيكي، وصمام مايكروبي، ومُحرك مُشطي.	 مُشغَّلات دقيقة ومُشغَّلات نانوية

تمريبات

1

صحيحة	خاطئة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
●	●	1. الكائنات الذكية هي أجهزة إلكترونية معقدة للغاية تتطلب كميات كبيرة من الطاقة للمعالجة.
●	●	2. يتم تشغيل الكائنات الذكية حصرياً من خلال مصادر الطاقة المتجددة.
●	●	3. يمكن للكائنات الذكية إرسال البيانات من خلال مجموعة متنوعة من ترددات الاتصالات.
●	●	4. تُرسل وحدة المعالجة بيانات المُستشعر التي جُمعت إلى خدمات خارجية على الإنترنت.
●	●	5. يمكن مُستشعرات السرعة الكشف عن وجود أي كائن في البيئة المحيطة.
●	●	6. يمكن للمُستشعرات الإشعاعية الكشف عن أي قراءات حرارية في البيئة المحيطة.
●	●	7. تتماثل العلاقة بين وحدة المعالجة والمُشغل مع العلاقة بين حواس الإنسان والدماغ.
●	●	8. يمكن أن تأخذ المُشغلات مُدخلات بيانات متقطعة فقط.
●	●	9. يمكن أن تأخذ المُشغلات مُدخلات من المُستشعرات مباشرة دون الحاجة إلى خدمات البيانات الخارجية.



2 صف المكونات الرئيسة للكائن الذكي.

3 حلّ أنواع التطبيقات التي تتطلب مُستشعرات تعمل بالطاقة الذاتية، وأيها يتطلب مُستشعرات يجب تزويدها بالطاقة. اعرض أفكارك أدناه.

4 تتطلب تطبيقات إنترنت الأشياء المختلفة أنواعاً مختلفة من الكائنات الذكية. ضع قائمة بالسمات الرئيسة التي تُصنّف الكائنات الذكية بناءً عليها.



5 حدّد ثلاثة أنواع من المُستشعرات المهمة المستخدمة لقياس البيئة المحيطة وناقش استخدامها.

6 كيف يُمكن لدراسة التواصل بين أنظمة جسم الإنسان المختلفة أن تساعد المهندسين على إنشاء حلول أكثر ترابطًا لأنظمة إنترنت الأشياء؟



7 قارن بين أنواع المُشغّلات الأكثر شيوعاً في التطبيقات الروبوتية.

7

8 عدّد المُشغّلات التي تتطلب بيانات أكثر تعقيداً لإنجاز المهام المطلوبة. وضح سبب ذلك.

8



المشروع

تتسع تقنية إنترنت الأشياء لتشمل معظم الجوانب الحياتية اليومية والعملية، فعند دمج إنترنت الأشياء في أحد التطبيقات الحياتية، تصبح الأجهزة شائعة الاستخدام كائنات ذكية مُنتجة ومستهلكة لبيانات إنترنت الأشياء.

1 اختر جهازًا إلكترونيًا شائعًا تستخدمه يوميًا وقدم مُقترحًا لتطبيق إنترنت الأشياء باستخدام هذا الجهاز. سيُرسل هذا الجهاز البيانات ويستقبلها من نظام إنترنت الأشياء لإنشاء التوقعات وتحسين كفاءته.

2 أنشئ عرضًا تقديميًا باستخدام برنامج باوربوينت (PowerPoint) يوضح مُقترحك، ويصف كيفية توسيعه ليشتمل على المزيد من الأجهزة من نفس النوع أو أنواع أخرى من الكائنات الذكية.



ماذا تعلمت

- < تعريف إنترنت الأشياء وتاريخه.
- < التمييز بين الاستخدامات المختلفة لتطبيقات إنترنت الأشياء.
- < فهم مدى مساهمة إنترنت الأشياء في تعزيز التقنيات الناشئة.
- < وصف الكائنات الذكية واستخداماتها.
- < تصنيف المُستشعرات والمُشغلات الموجودة في الكائنات الذكية.

المصطلحات الرئيسية

Actuator	مُشغِّل
Digital-First Objects	الكائنات الرقمية
Internet of Things	إنترنت الأشياء
IoT Device	جهاز إنترنت الأشياء

Physical-First Objects	الكائنات المادية / الملموسة
Sensor	مُستشعر
Smart Object	كائن ذكي
Thing	شيء



2. إنترنت الأشياء في حياتنا

ستتعرف في هذه الوحدة على كيفية تمكين تقنيات الشبكات والاتصالات لأنظمة ومنصات إنترنت الأشياء. ستتعرف أيضًا على تأثير هذه التقنيات على المجتمع، وعلى تطوراتها المتوقعة في المستقبل القريب، وفي الختام سيتم تناول الجوانب الرئيسة لأنظمة إنترنت الأشياء وتحدياتها وكيفية تنظيمها.

أهداف التعلُّم

- بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:
- < يتعرّف على مفاهيم طبقات الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية لتطبيقات إنترنت الأشياء.
- < يصف المُمكّنات الرئيسة لأنظمة إنترنت الأشياء.
- < يتعرّف على بروتوكولات الشبكات والتقنيات التي تُشكّل بنية الاتصالات لإنترنت الأشياء.
- < يُصنّف التطبيقات الرئيسة لحلول إنترنت الأشياء.
- < يتعرّف على أهمية إنترنت الأشياء في المستقبل القريب.
- < يُحدّد المخاطر الأمنية لأنظمة إنترنت الأشياء المعقّدة.
- < يتعرّف على التحديات التقنية لأنظمة إنترنت الأشياء.
- < يتعرّف على مفاهيم الرقابة والتنظيم لتطبيقات إنترنت الأشياء.





الدرس الأول منصة إنترنت الأشياء

الإنترنت في إنترنت الأشياء The Internet in the Internet of Things

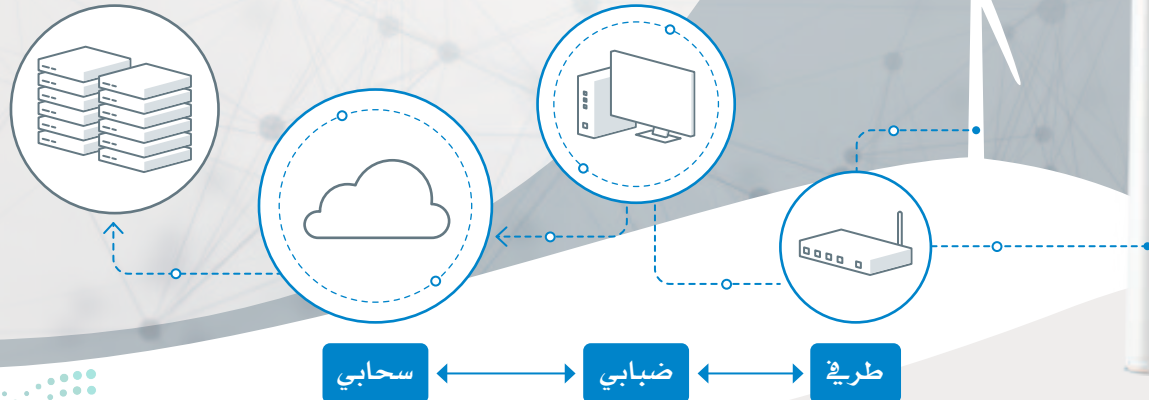
يحتوي مصطلح إنترنت الأشياء على كلمتين رئيسيتين: الإنترنت والأشياء. تم سابقاً شرح ماهية الأشياء (الكائنات الذكية)، وستستكشف الآن الجزء الخاص بالإنترنت في حلول إنترنت الأشياء. تتيح عملية الاتصال والخدمات السحابية للكائنات الذكية جمع القياسات من المستشعرات، وإرسال أوامر للتحكم إلى المشغلات. عادةً ما تتصل أجهزة إنترنت الأشياء بخدمة إنترنت الأشياء السحابية باستخدام بروتوكول اتصال، ومن خلال هذه الخدمة يتخذ تطبيق إنترنت الأشياء الرئيس القرارات بناءً على البيانات المجمعة. ستتعرف في هذا الدرس على بنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية، وشبكاتها وبروتوكولاتها المستخدمة، ونوع البيانات التي يجري تبادلها لدعم حل إنترنت أشياء فعال.

بنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية

Cloud, Fog and Edge

يُطلق على البنية التحتية المحوسبة الأكثر شيوعاً اسم بنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية. يصف هذا النموذج باختصار ثلاثة مستويات من التخزين والاتصال والتطبيقات، حيث تُعد الحوسبة السحابية بمثابة البنية التحتية لمركز البيانات، بينما تُستخدم الحوسبة الطرفية لمعالجة البيانات عند أطراف الشبكة بالقرب من الكائن المادي الذي ينشئ البيانات، وأخيراً فإن الحوسبة الضبابية هي الوسيط ما بين الحوسبة السحابية والطرفية، وذلك للأغراض المتعددة. لقد تعرفت سابقاً على كيفية تمكين الحوسبة السحابية لتخزين ومعالجة البيانات لمجموعة من التطبيقات. ستتعرف الآن على جزأين آخرين من البنية التحتية لحوسبة إنترنت الأشياء.

كائن مادي (ملموس)



شكل 2.1: بنية الحوسبة الطرفية الضبابية السحابية

أساسيات الحوسبة الضبابية

Fog Computing Fundamentals

التأخير الزمني (Latency) :

هو التأخر في معالجة البيانات عبر الشبكة، أو التأخر الزمني ما بين إجراءات المستخدم ووقت الاستجابة.

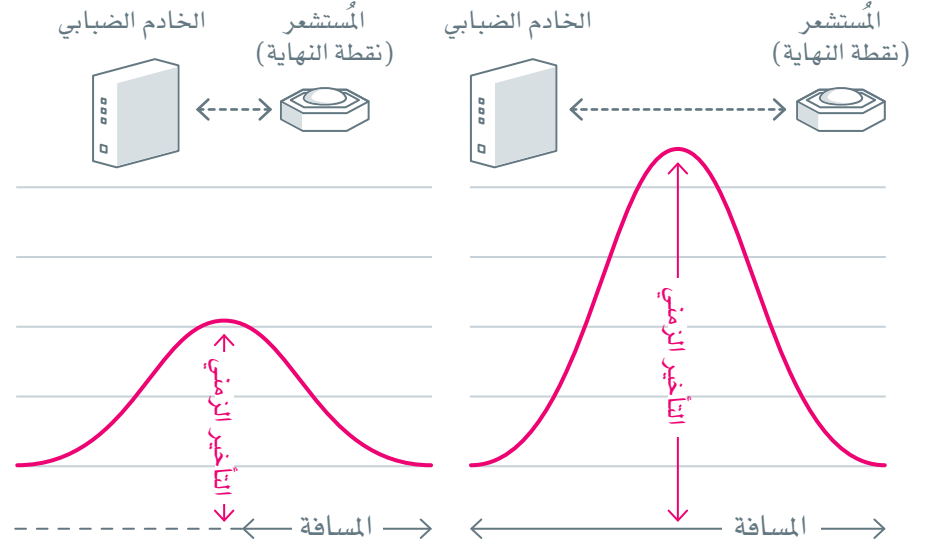
نقطة النهاية (Endpoint) :

هي خدمة توجيه البيانات، والتي تختص بإرسال البيانات واستقبالها من الخدمات الأخرى وإليها. قد تكون هذه النقطة مجرد برنامج أو جهاز حاسوبي متخصص.

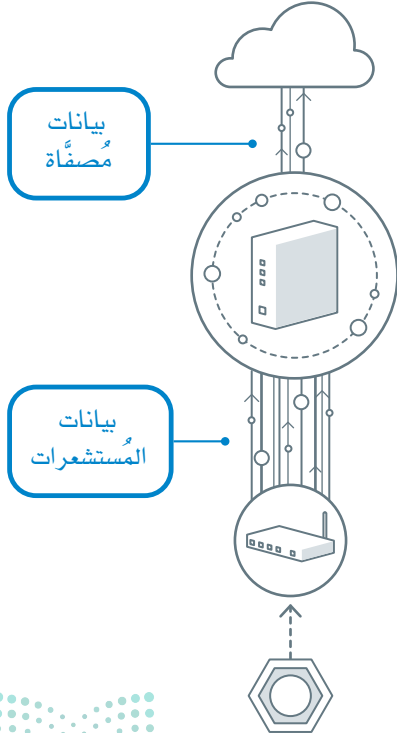
البوابة (Gateway) :

تتيح البوابة القدرة على الاتصال للأجهزة التي لا يمكنها الاتصال مباشرة بالإنترنت. وتعمل نقطة الاتصال اللاسلكي كبوابة أيضاً.

يتمثل الهدف التقني الثابت لأنظمة إنترنت الأشياء في توزيع إدارة البيانات إلى أقرب مدى من عُقد المُستشعر أو المُشغّل. تُعدُّ الحوسبة الضبابية أشهر مثال على الخدمات الطرفية في إنترنت الأشياء، وهي أقرب إلى الأشياء المُنتجة لبيانات إنترنت الأشياء. يمكن لأي جهاز محوسب ذي قدرات تخزين واتصال بالشبكة أن يُشكّل عُقدةً ضبابية. ومن الأمثلة على ذلك وحدات التحكم الصناعية، والمحولات، والموجهات، والخوادم المضمنة، وبوابات إنترنت الأشياء، ويؤدي تحليل بيانات إنترنت الأشياء بالقرب من مصدرها إلى تقليل التأخير الزمني، وتقليص عمليات التحميل الكبيرة للبيانات من الشبكة الأساسية، والحفاظ على البيانات الحساسة داخل الشبكة المحلية.



شكل 2.2: مثال على ازدياد مدة التأخير الزمني حسب المسافة



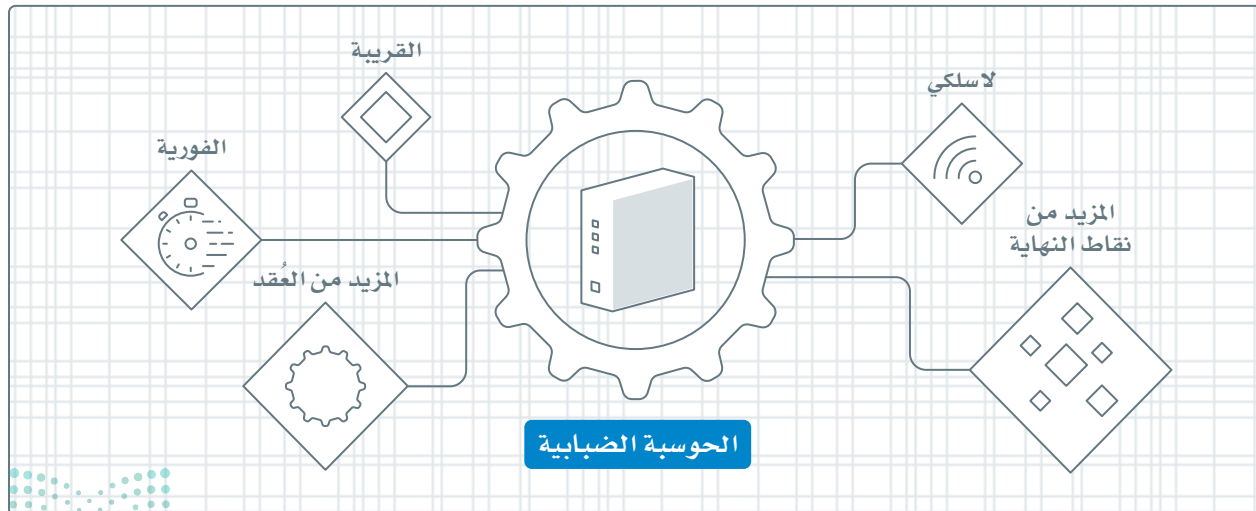
غالبًا ما تُتخذ الخدمات الضبابية بالقرب من جهاز إنترنت الأشياء، وكذلك بالقرب من نقاط النهاية الطرفية. تتمثل إحدى ميزات هذا الأمر في إيجاد معرفة ضمنية للعُقدة الضبابية بالمُستشعرات التي تديرها بسبب قربها المادي بهذه المُستشعرات. ونظراً لأن العُقدة الضبابية يمكنها تحليل بيانات جميع المُستشعرات في هذا الجزء، فيمكن توفير تحليل ضمني للرسائل المُستقبلة بحيث يمكن اختيار إرسال البيانات ذات العلاقة فقط إلى الخدمة السحابية. يقلل هذا من حجم البيانات المُرسلة في المراحل الأولى بشكل كبير، مما يجعلها أكثر فائدة في التطبيقات السحابية وخوادم التحليلات. كذلك فإن توافر المعرفة السابقة يسمح للعقد الضبابية بالاستجابة للأحداث في شبكة إنترنت الأشياء بشكل أسرع بكثير من النموذج السحابي التقليدي الذي عادةً ما يعاني من التأخير الكبير والاستجابة البطيئة في نقل البيانات ومعالجتها. وبذلك تُوفّر الطبقة الضبابية قدرة شبكية موزعة تسمح بمراقبة الأجهزة والتحكم بها وتحليلها في الوقت الفعلي دون انتظار الاتصال من التطبيق المركزي السحابي وخوادم تحليلاته.

مزايا الحوسبة الضبابية Fog Computing Advantages

تتنوع التطبيقات الضبابية كما تتنوع إنترنت الأشياء نفسها، فتشمل مهامها القياسية: اختزال البيانات، والمراقبة، وتحليل البيانات في الوقت الفعلي من قبل الأجهزة المتصلة بالشبكة.

الجدول 2.1: مزايا الحوسبة الضبابية

الميزة	الوصف
المعرفة الضمنية بالموقع، وانخفاض التأخير الزمني	تقع العُقدة الضبابية (Fog Node) في أقرب موقع ممكن من نقطة نهاية إنترنت الأشياء لدعم الحوسبة الموزعة.
التوزيع الجغرافي	على عكس الحوسبة السحابية الأكثر مركزية، تتطلب خدمات وتطبيقات العُقد الضبابية التثبيت على نطاق أوسع وأكثر انتشاراً.
النشر في نقاط نهاية إنترنت الأشياء	يجري في العادة نشر العُقد الضبابية مع العديد من نقاط نهاية إنترنت الأشياء. تتكون عمليات النشر القياسية النموذجية في العادة من 3000 إلى 4000 عُقدة لكل بوابة، وتعمل كعُقدة حوسبة ضبابية أيضاً.
الاتصال اللاسلكي بين الحوسبة الضبابية وجهاز إنترنت الأشياء	على الرغم من إمكانية توصيل العُقد سلكياً، إلا أن الحوسبة الضبابية ذات فائدة أكبر خاصةً عندما يتعلق الأمر بعدد كبير من نقاط النهاية، فيُعد الوصول اللاسلكي أبسط طريقة لتحقيق قابلية التوسع.
استخدام التفاعلات الفورية	تتضمن التطبيقات الضبابية المهمة تفاعلات فورية بدلاً من المُعالجة المُجمعة. وتتيح المُعالجة المسبقة للبيانات في العُقد الضبابية لتطبيقات الطبقة العليا معالجة مجموعة فرعية من حزم البيانات الأكبر.



شكل 2.4: ميزات الطبقة الضبابية

نقاط نهاية الحوسبة الطرفية Edge Computing Endpoints

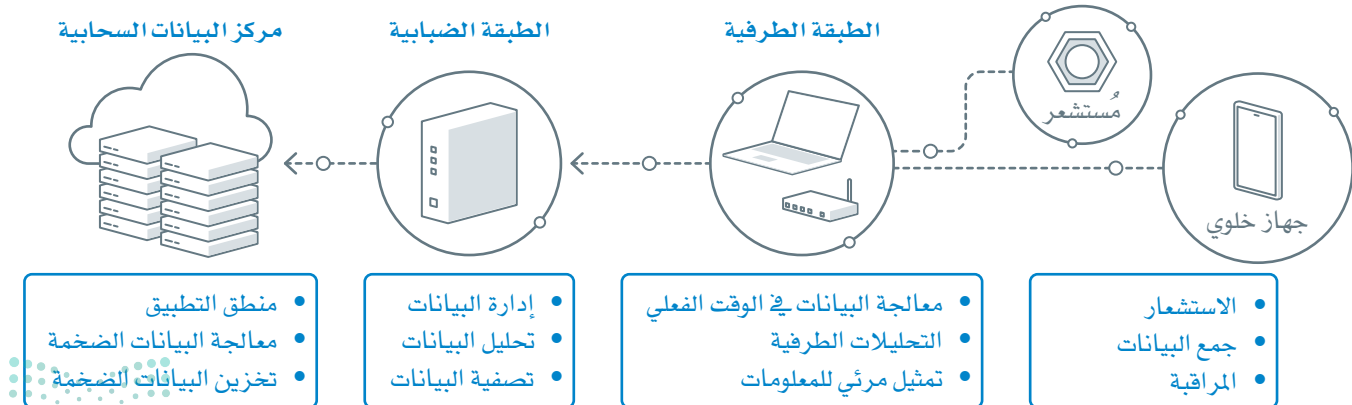
الجهاز الطرفي (Edge device) :

الأجهزة الطرفية هي بوابات ذكية قادرة على معالجة البيانات محلياً. يُمكن لأجهزة إنترنت الأشياء الاتصال بالأجهزة المتطورة عبر الشبكات المحلية مثل الشبكة اللاسلكية المحلية مثل الواي فاي (Wi-Fi) أو عبر تقنية البلوتوث (Bluetooth).

تتمتع الأنواع الأحدث من نقاط نهاية إنترنت الأشياء بقدرة حوسبة كافية لإجراء التحليلات والتصنيف على مستوى منخفض. يُطلق على هذه الأجهزة تسمية نقاط نهاية الحوسبة الطرفية أو الأجهزة الطرفية. توفر هذه الطبقة في البنية الطرفية الضبابية السحابية المزيد من الكفاءة في حلول إنترنت الأشياء. فلا تُستبدل الحوسبة السحابية بالحوسبة الطرفية أو الضبابية، بل تُكمل جميع هذه الطبقات بعضها. تساعد طبقات الحوسبة الطرفية والضبابية في تصفية البيانات وتحليلها وإدارتها. تُحدُّ هذه النقاط من عمليات الاستعلام السحابي المستمرة عن كل حدث من جميع أجهزة إنترنت الأشياء. يشير هذا النموذج إلى أن تنظيم النطاق الترددي للشبكة، والحسابات، وموارد تخزين البيانات يتم بشكل هرمي ويتم جمع البيانات وتحليلها وإرسالها في كل مرحلة بناءً على إمكانيات الموارد المتوفرة في كل طبقة. ينخفض وقت الوصول مع إرسال المزيد من البيانات إلى نقاط النهاية الطرفية الأقرب إلى أجهزة إنترنت الأشياء. وتتمثل فائدة هذا التسلسل الهرمي في سرعة الاستجابة للأحداث من الموارد القريبة من جهاز إنترنت الأشياء وبنتيجة فورية. كما تتوفر أيضاً في الوقت نفسه موارد تخزين البيانات الضخمة ومعالجتها في مراكز البيانات السحابية عند الضرورة.

الحوسبة الطرفية والضبابية معاً Edge and Fog Working Together

تتطلب الحوسبة الطرفية والضبابية استخدام طبقة اختزال لتمكين التطبيقات من التواصل مع بعضها. تعرض طبقة الاختزال واجهات برمجة التطبيقات الموحدة (Application Programming Interfaces – APIs) لمراقبة الموارد المادية وتوفيرها والتحكم بها. ولدعم المرونة والاتساق عبر نظام إنترنت الأشياء، تتطلب طبقة الاختزال أيضاً آلية لدعم المحاكاة الافتراضية، مع القدرة على تشغيل أنظمة تشغيل متعددة أو حاويات خدمة على الأجهزة المادية. من ناحية البنية (أو هندسة الشبكة)، فتقوم العُقد الضبابية الأقرب إلى طرف الشبكة باستقبال البيانات من أجهزة إنترنت الأشياء. ويقوم تطبيق إنترنت الأشياء الضبابي بعد ذلك بتوجيه أنواع البيانات المختلفة إلى أفضل موقع ليتم تحليلها، حيث تُحلل البيانات الأكثر حساسية للوقت بشكل أقرب إلى الكائنات الذكية التي تولد البيانات طرفياً أو إلى العُقد الضبابية، ثم تُوجه البيانات التي يمكن التعامل معها في ثوانٍ أو دقائق إلى عُقد التجميع لتحليلها واتخاذ الإجراءات بشأنها. وتُرسل البيانات ذات الأهمية الزمنية الأقل إلى السحابة للقيام بعمليات التحليل الزمني وتحليلات البيانات الضخمة والتخزين طويل الأجل. على سبيل المثال، يمكن لآلاف العُقد الضبابية إرسال ملخصات البيانات إلى السحابة للتحليل الزمني والتخزين، وتساعد مراعاة هذه العوامل في تحديد ما إذا كانت الحوسبة الطرفية أو الضبابية ستعمل على تحسين كفاءة النظام.



شكل 2.5: الطبقات الطرفية والضبابية في نظام إنترنت الأشياء

مُمكنات إنترنت الأشياء IoT Enablers

بيانات إنترنت الأشياء IoT Data

تُعدُّ البيانات المنشأة بواسطة مليارات من أجهزة إنترنت الأشياء ذات قيمة كبيرة، حيث إنها تسمح للمؤسسات بتحليل تلك البيانات وذلك لتقديم خدمات جديدة تعمل على تحسين تجربة المستخدم أو خفض التكاليف أو خلق مصادر جديدة للإيرادات. على الرغم من أن البيانات غير المنظمة تُمثل غالبية البيانات الناتجة من إنترنت الأشياء، فإن الرؤى التي تقدمها من خلال التحليلات يمكن أن تساعد في ضبط وترشيد العمليات، وكذلك تساهم في تطوير نماذج أعمال جديدة. وقد تكون عملية إدارة هذه البيانات غير المنظمة وتقييمها أمراً صعباً. ولحل هذا المشكلة، تُصمَّم عمليات نشر إنترنت الأشياء بحيث تقوم بتقنين إنتاج البيانات وتصنيفها بالبيانات الأقل أهمية، وكذلك تقليص البيانات الأولية غير الضرورية، والاستجابة للأجهزة بأسرع وقت ممكن.

تخيّل وجود مدينة ذكية تُضاء من خلال شبكةٍ تحتوي على مئات الآلاف من المصابيح الذكية المتصلة عبر نظام إنترنت الأشياء. ستكون معظم المعلومات المنقولة بين وحدات شبكة الإضاءة ومركز التحكم قليلة الأهمية، ورغم ذلك فإن أنماط هذه البيانات يُمكنها أن تُقدم معلوماتٍ تساعد في التنبؤ بالوقت الذي يتوجب فيه إصلاح الإنارة أو التنبؤ بتوقيت تشغيل الإنارة وإطفائها، وذلك لتوفير النفقات التشغيلية.



شكل 2.6: مدينة ذكية بأجهزة ذكية متصلة

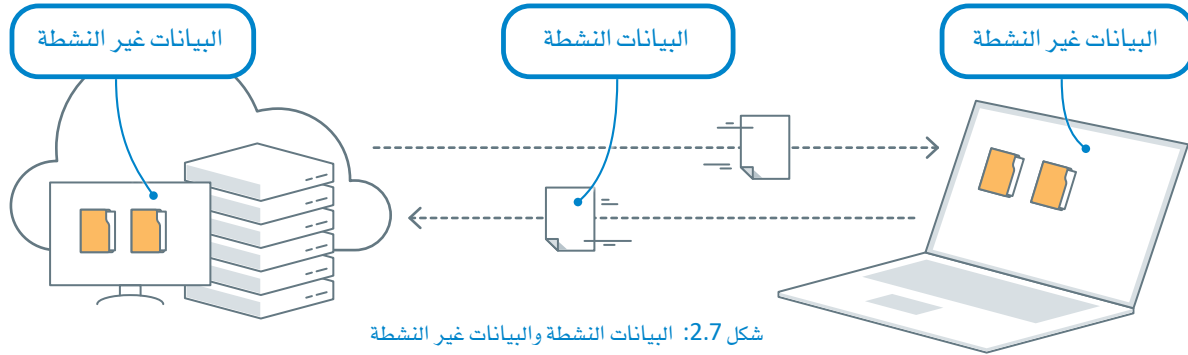


تصنيف البيانات Data Classification

عاماً لا يجب التعامل مع جميع البيانات بالطريقة نفسها؛ بل يمكن تصنيفها وتقييمها بعدة طرائق. يمكن استخدام العديد من أدوات التحليل وتقنيات معالجة البيانات. تشمل التصنيفات المتعلقة بإنترنت الأشياء جميع البيانات، سواء كانت البيانات منظمة أو غير منظمة وسواء كانت البيانات نشطة أو غير نشطة.

البيانات النشطة وغير النشطة Data in Motion and Data at Rest

عندما تكون البيانات قيد النقل فإنه يطلق عليها "البيانات النشطة"، أما حينما تُخزّن في مكان ما فتُسمى "البيانات غير النشطة". يُعدُّ نقل البيانات داخل الشبكة، وتبادل البيانات بين العميل والخادم كعمليات تصفح الويب ونقل الملفات، ورسائل البريد الإلكتروني أمثلةً على البيانات النشطة. تُحفظ البيانات غير النشطة عادةً في محركات أقراص USB، أو محرك أقراص ثابت في حاسبٍ محمول، أو في مركز بياناتٍ سحابي. تُعدُّ البيانات الناشئة من الكائنات الذكية في عالم إنترنت الأشياء بياناتٍ نشطة، وذلك نظراً لانتقالها خلال الشبكة إلى وجهتها النهائية. يتم التعامل مع هذه البيانات بشكل متكرر في الأجهزة الطرفية أو العُقد الضبابية. عندما تُعالج تلك البيانات على جهاز طرفي، يمكن تصفيتها أو التخلص منها، أو يمكن نقلها إلى عُقد ضبابية أو مركز بيانات للمعالجة الإضافية والتخزين المحتمل.



شكل 2.7: البيانات النشطة والبيانات غير النشطة



التحليلات الطرفية Edge Analytics

لقد ساهم التحول إلى الخدمات السحابية في التطور الكبير لإنترنت الأشياء وعمليات تحليلات البيانات في السنوات الأخيرة. تُجمع في عالم إنترنت الأشياء كميات هائلة من البيانات على الأجهزة، ويتعين تحليل تلك البيانات بشكل متكرر لاتخاذ الإجراءات المناسبة بناءً عليها وذلك في الوقت الفعلي. تحتاج البيانات الضخمة التي تُنشأ طرفياً إلى المزيد من النطاق الترددي للشبكة لنقل البيانات سحابياً، وقد تكون تلك البيانات ذات طبيعة حساسة بحيث تتطلب اهتماماً فورياً، وتستدعي تحليلاً عميقاً يستحيل القيام به عبر الخدمات السحابية. وتعمل التقنية الحديثة للتحليلات الطرفية على حل هذه المشكلة من خلال توفير وظائف تحليل البيانات داخل جهاز إنترنت الأشياء ذاته، حيث يجري تحليل البيانات على الجهاز في مدة قياسية مقارنة بتلك التي تتطلبها عملية إرسال البيانات للتحليل في الخدمات السحابية.

شكل 2.8: معالجة التحليلات الطرفية

بروتوكولات الشبكات Networking Protocols

بروتوكولات الشبكات الأساسية Basic Networking Protocols

توفر بروتوكولات شبكات الإنترنت الأساسية: بروتوكول الإنترنت (Internet Protocol – IP)، وبروتوكول التحكم في الإرسال (Transmission Control Protocol – TCP) وبروتوكول حزم بيانات المستخدم (User Datagram Protocol – UDP) الاتصال لشبكات الإنترنت الأشياء. تجري عملية معالجة نقل البيانات بين الكائنات الذكية وأي نظام آخر في تطبيق الإنترنت عبر بروتوكولات عالية المستوى. تم تطوير هذه البروتوكولات لتلبية متطلبات نقل بيانات الإنترنت الأشياء. تعتمد بعض شبكات الإنترنت الأشياء على نموذج شبكة معتمد على دفع البيانات، فعلى سبيل المثال، يقوم المُستشعر بعملية إرسال البيانات على فترات منتظمة، أو من خلال الاستجابة لأحداث مُعينة. يعتمد البعض الآخر على نموذج سحب البيانات، مثل التطبيق الذي يستعلم من المُستشعر عن البيانات في شبكة الإنترنت الأشياء.

الجدول 2.2: آلية عمل بروتوكولات TCP وUDP

بروتوكول حزم بيانات المستخدم (UDP)	بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP)
باستخدام هذا البروتوكول يُمكن إرسال البيانات بسرعة من المصدر إلى الوجهة، ولكن دون ضمان وصولها إلى هناك. يشبه هذا إرسال البريد، حيث تُرسل رسالة بالبريد إلى الشخص المناسب، ولكن دون إمكانية للتأكد من استلامها حتى يشعر المرسل باستلام الرسالة.	يحتاج هذا البروتوكول المُخصص للاتصال إلى إعداد ربط بين المصدر والوجهة قبل إرسال البيانات. يمكن مقارنة هذا البروتوكول بعملية إجراء محادثة هاتفية عادية، حيث يجب توصيل الهاتفين معاً وإنشاء قناة اتصال قبل تمكّن الطرفين من التواصل.

بروتوكولات الوصول اللاسلكي Wireless Access Protocols

الاتصال قريب المدى NFC

هو مجموعة من البروتوكولات بمدى لا يتجاوز 4 سنتيمترات. إن المدى القصير والتكلفة المنخفضة لهذه التقنية يجعلانها مثالية للاستخدام في الأغراض الشخصية اليومية، حيث تراها بشكل كبير في التطبيقات أنظمة الدفع دون اتصال باستخدام بطاقة الائتمان أو الدفع بالهاتف الذكي الذي يدعم تقنية NFC.

البلوتوث Bluetooth

هي تقنية لاسلكية تستخدم الترددات اللاسلكية لتبادل البيانات عبر مسافات قصيرة، مما يُغني عن التوصيلات السلكية. يصل مدى اتصال البلوتوث بين الأجهزة حتى 10 أمتار. توجد تقنية البلوتوث في العديد من الأجهزة والأدوات وحتى السيارات، وتتيح تبادل البيانات بسرعات عالية بين الأجهزة المقترنة مع بعضها. ومن الأجهزة الأخرى التي تستخدم هذه التقنية سماعات الرأس ومكبرات الصوت ولوحات المفاتيح اللاسلكية والأقفال الذكية وساعات المعصم.

IEEE 802.15.4

هي تقنية وصول لاسلكية للأجهزة تتميز بانخفاض تكلفتها وبمعدل نقل بيانات منخفض للأجهزة التي تعمل بالطاقة الكهربية أو البطاريات. تُعد هذه التقنية غير مُكلفة، ويمكنها أن تدعم عمراً أطول للبطارية، كما أنها سهلة الإعداد لاستخدامها مجموعة بروتوكولات قليلة وسهلة ومرنة.



بروتوكولات شبكات إنترنت الأشياء IoT Networking Protocols

يحتوي الجدول 2.3 على بعض أحدث بروتوكولات الشبكات المستخدمة في أجهزة إنترنت الأشياء للتواصل مع بعضها والإنترنت. تعتمد هذه البروتوكولات على البروتوكولات الأساسية لشبكة الإنترنت.

الجدول 2.3: بروتوكولات شبكات إنترنت الأشياء

الميزات	اسم البروتوكول
هو اختصار لبروتوكول IPv6 عبر شبكات المنطقة الشخصية اللاسلكية منخفضة الطاقة. يوفر هذا البروتوكول اتصالات إنترنت أشياء منخفضة التكلفة وأمنة.	6LoWPAN 
هو تطوير لمعيار 6LoWPAN يوفر طريقة اتصال أسهل وأقل تكلفة من البلوتوث (Bluetooth) والواي فاي (Wi-Fi). تشمل التطبيقات الشائعة أتمتة المباني والمنازل والرعاية الصحية.	ZigBee 
بروتوكول ISA100.11a هو معيار للأتمتة الصناعية للأنظمة اللاسلكية، ويستخدم للتحكم في العمليات.	ISA100.11a 
يُعدّ حزمة بروتوكولات لإنشاء بنية شبكية متزامنة زمنياً وذاتية التنظيم والتصحيح.	WirelessHART 
يُعدّ مجموعة بروتوكولات لإنشاء شبكة تشعبية آمنة وموثوقة لربط الأجهزة معاً والتحكم بها خاصة في المنازل.	Thread 

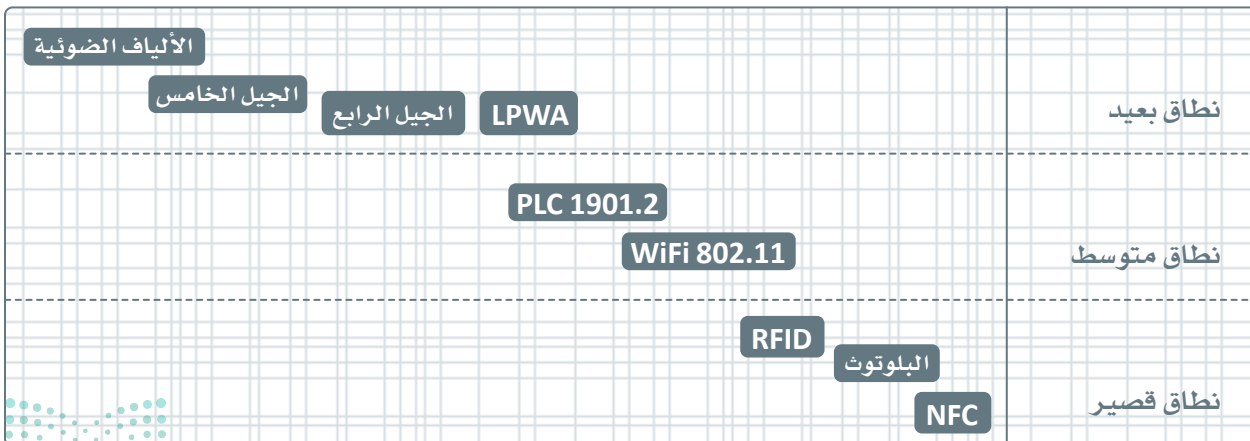


تقنيات اتصال إنترنت الأشياء IoT Communication Technologies

تُصنّف تقنيات الاتصال المختلفة لحلول إنترنت الأشياء حسب نطاق المعلومات والبيانات المنقولة خلالها. يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الأجهزة التي تستخدم تقنيات الاتصالات بعيدة المدى تستهلك طاقة أكثر بكثير من نظيراتها قصيرة المدى.

الجدول 2.4: تصنيف تقنيات اتصالات إنترنت الأشياء حسب المسافة

المسافة	تقنيات اتصالات إنترنت الأشياء
نطاق قصير	يُعدّ الكابل التسلسلي مثالاً تقليدياً على النظام السلكي. عادةً ما تكون الحلول اللاسلكية قصيرة المدى، والتي يبلغ أقصى مدى لها عشرات الأمتار بين جهازين، بديلاً للكابلات التسلسلية. تشمل التقنيات اللاسلكية قصيرة المدى على تقنية البلوتوث والاتصال قريب المدى (Near-Field Communication – NFC) ومُعرف تحديد الترددات الراديوية (Radio Frequency Identification – RFID).
نطاق متوسط	يُعدّ هذا النوع الأكثر شيوعاً في تقنيات الوصول إلى إنترنت الأشياء. فهناك تطبيقات مختلفة في نطاق يتراوح بين عشرات ومئات الأمتار. غالباً ما تكون أقصى مسافة بين الجهازين أقل من كيلومتر واحد، ولكن تقنيات التردد اللاسلكي (Radio Frequency – RF) ليس لها مسافات قصوى محددة سابقاً، حيث أنها تعمل طالما تُبثّ الإشارة اللاسلكية وتُستقبل بشكل صحيح. تشمل التقنيات اللاسلكية متوسطة المدى تقنية الشبكة اللاسلكية IEEE 802.11 Wi-Fi. يمكن أيضاً تصنيف التقنيات السلكية مثل IEEE 802.3 Ethernet واتصالات خطوط الطاقة ضيقة النطاق IEEE 1901.2 (Power Line Communications – PLC) على أنها متوسطة المدى.
نطاق بعيد	تُستخدم التقنيات بعيدة المدى عندما تزيد المسافات بين جهازين عن كيلومترين على الأقل، وتُعدّ التقنيات الخلوية (الجيل الثاني، والجيل الثالث، والجيل الرابع، والجيل الخامس)، وكذلك التقنيات منخفضة الطاقة واسعة النطاق (LPWA) أمثلة على التقنيات اللاسلكية. ويمكن لاتصالات التقنيات منخفضة الطاقة واسعة النطاق أن تغطي منطقة واسعة وذلك بمتطلبات قليلة من الطاقة، ونتيجة لذلك، تُعدّ هذه التقنيات مناسبة لمستشعرات إنترنت الأشياء المزودة ببطارية، ويتم تصنيف كل من IEEE 802.3 عبر الألياف البصرية واتصالات خط الطاقة ذات النطاق العريض (IEEE 1901 Broadband Power Line Communications) على أنها من النطاق البعيد، ولكنها لا تُعدّ تقنيات وصول إلى إنترنت الأشياء تحديداً.



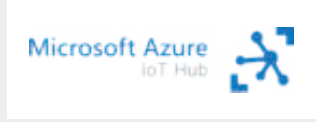
شكل 2.9: نطاق تقنيات الاتصال

بعض المسائل المتعلقة بالاتصالات Connectivity Issues

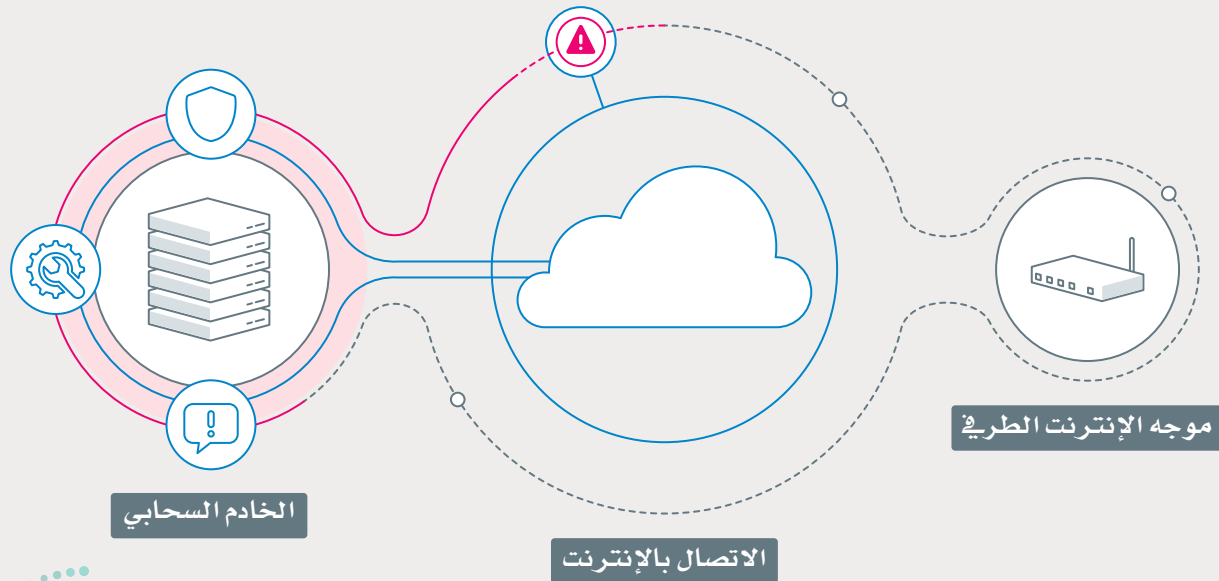


قد يكون الاتصال بالإنترنت غير ثابت، وقد يتعرض لفقدان الاتصال لفترة قصيرة أو طويلة وبصورة غير متوقعة. فما الذي يجب أن يفعله جهاز إنترنت الأشياء عند فقدان الاتصال بالشبكة؟ تتمثل الخيارات في هذه الحالة في الاستغناء عن البيانات أو تخزينها محلياً إلى حين استعادة الاتصال بالشبكة. ويعتمد الاختيار على عدة عوامل أهمها التطبيق نفسه، وأهمية تلك البيانات، وطريقة استخدام البيانات للتحكم في المُشغلات، كما يعتمد أيضاً على مدة فقدان الاتصال بالشبكة.

يمكن تخزين البيانات مؤقتاً محلياً (داخل الجهاز) إذا تمت استعادة الاتصال بسرعة، ولكن لا يمكن لجهاز إنترنت الأشياء الاحتفاظ بكمية كبيرة من البيانات في وسائط التخزين، ويجب أن تكون برمجة جهاز إنترنت الأشياء ذكية بما يكفي للتعامل مع مشكلات الاتصال، ويمكن في بعض الأحيان لأجهزة إنترنت الأشياء اتخاذ قرارات محدودة للتحكم في المُشغلات دون الاتصال بتطبيق إنترنت الأشياء الرئيس، كما يجب أن تكون الخدمات الطرفية أو السحابية قادرة على العمل ببيانات منقوصة أو متأخرة. على سبيل المثال يجب ألا تُرسل أوامر إلى جهاز إنترنت الأشياء بناءً على البيانات التي لم يعد لها أهمية.



تتضمن العديد من المشكلات السحابية فقداناً مؤقتاً للاتصال بالشبكة، أو انتهاء الوقت عند عدم توفر الخدمة، ولكن يمكن لأجهزة إنترنت الأشياء التغلب على هذه المشكلات تلقائياً. يدعم مزودو إنترنت الأشياء السحابية مثل AWS IoT Core وMicrosoft Azure IoT Hub إمكانية الكشف عن مشكلات الاتصال المتكررة ومعالجتها عند ظهورها على الأنظمة التي تُنفذ باستخدام هذه التقنيات. يمكن لخدمات إنترنت الأشياء السحابية تشخيص المشكلة وتوفير الحلول المؤقتة والمساعدة في التوجيه لتصحيحها. يُنبه القائمون على نظام إنترنت الأشياء عند تعرض الأجهزة المهمة والبنية التحتية لمثل هذه المشكلات واتخاذ الإجراءات اللازمة.



تمرينات

1

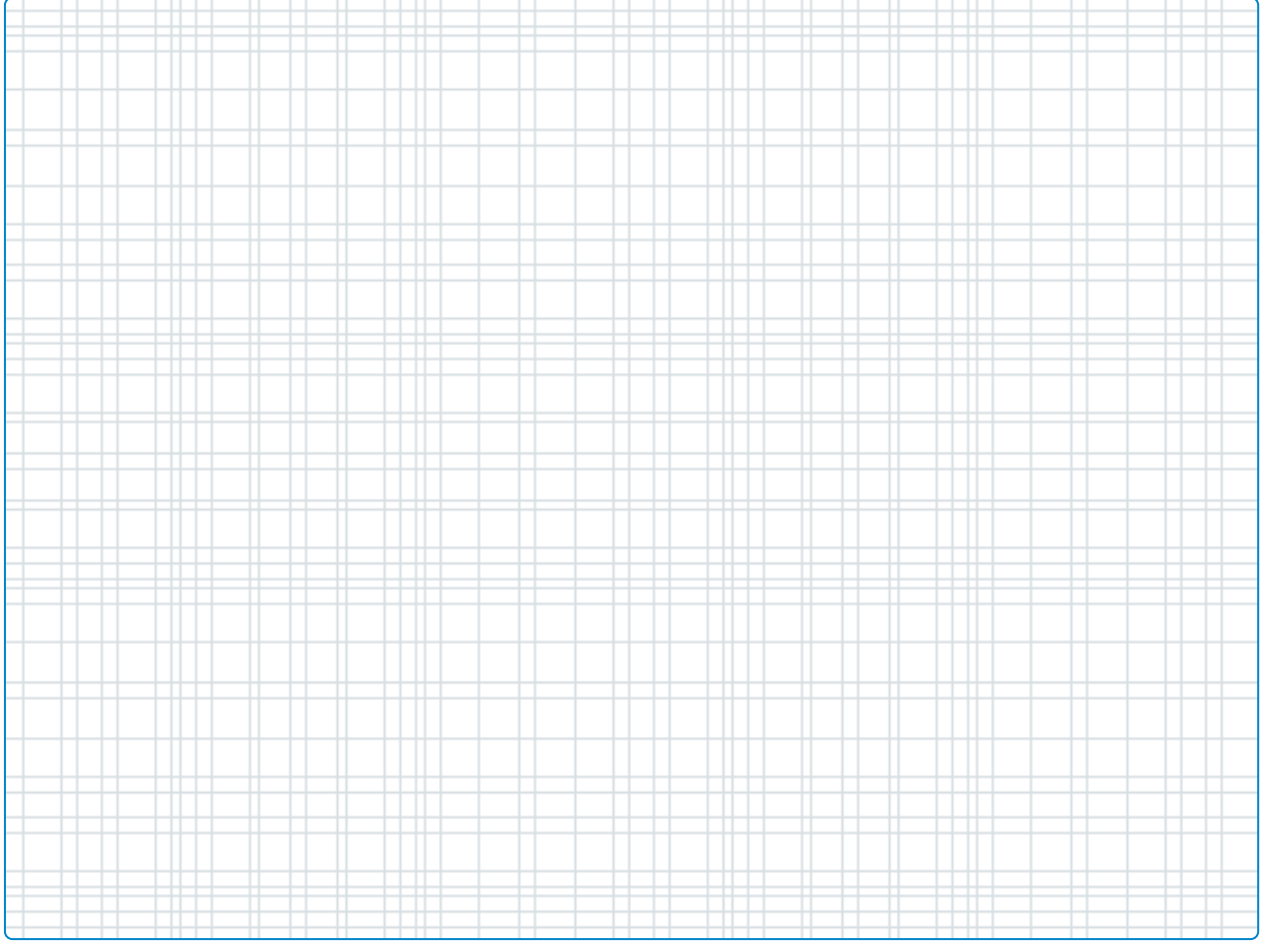
خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. تُعدُّ طبقة الحوسبة الضبابية أقرب إلى الكائنات الذكية من الطبقة الطرفية.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. يمكن للإنترنت الاتصال بطبقة الحوسبة الطرفية مباشرة.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. يمكن للطبقة الضبابية التواصل مباشرة مع الخدمات السحابية.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. يمكن أن تحدث معالجة البيانات في كلٍ من الطبقات الضبابية والسحابية.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. تُعدُّ البيانات المنقولة إلى القرص الصلب "بيانات ثابتة".
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. تحل التحليلات الطرفية محل معالجة البيانات سحابياً.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. ينتظر بروتوكول حزم بيانات المستخدم (UDP) إشعاراً من المُستقبل يؤكد استلامه للحزمة.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. يُرسل بروتوكول (ZigBee) مزيداً من المعلومات حول الكائن المُرسل، وبشكلٍ أكثر من البروتوكولات الأخرى.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. تستخدم الشبكات الخلوية الاتصالات قصيرة المدى بين الكائنات الذكية.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. تفقد كافة بروتوكولات الشبكة البيانات أثناء نقلها عند حدوث مشكلات في الاتصال.

2

وضّح كيف أسهمت إضافة طبقة الحوسبة الضبابية إلى تطبيقات إنترنت الأشياء في تحسين فعاليتها. اكتب أفكارك أدناه.



3 ارسم مخططًا يُمثل العلاقة بين طبقات الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية لبُنية إنترنت الأشياء.



4 ناقش مدى مساعدة التحليلات الطرفية في حلول إنترنت الأشياء المجدية.



5 صَنَّف أنواع التطبيقات التي تستخدم بروتوكولات اتصالات TCP و UDP على التوالي.

6 صَفِّ الخصائص الرئيسة لبروتوكول الشبكة IEEE.802.15.4، والتي تُكسبه أهمية كبيرة في تطبيقات إنترنت الأشياء. اكتب أفكارك أدناه.

7 ابحث في الإنترنت عن معلومات حول الاختلافات الرئيسة في طرائق الاتصال بين الشبكات الخلوية وتقنيات البلوتوث.





تطبيقات وتحديات إنترنت الأشياء

تطبيقات إنترنت الأشياء IoT Applications

تُعدُّ إنترنت الأشياء واحدة من أسرع التقنيات نموًا وتطورًا، وبينما تنتقل البشرية من عصر المنتجات إلى عصر الخدمات؛ فإن إنترنت الأشياء تقوم بدور هام في إحداث هذه الثورة التقنية وربما تشهد حياتك تغيرات في المستقبل القريب، ومنها أنك قد تعود إلى منزلك في سيارة ذاتية القيادة، حيث سيكتشف باب المرآب وجودك ويفتح تلقائيًا، فيما يلي بعض الأمثلة على المجالات التي غيرت فيها إنترنت الأشياء طريقة حياتنا وأعمالنا:

الأجهزة القابلة للارتداء Wearables

تُعدُّ الأجهزة القابلة للارتداء من أكثر العناصر رواجًا بشكلٍ تجاري، ورغم أن عامة الناس يعتقدون بأنها مجرد أجهزة غير معقدة، لكنها في واقع الأمر من أجهزة إنترنت الأشياء المتطورة والتي توفر مجموعة متنوعة من الوظائف المختلفة، وذلك بدءًا من المراقبة الطبية إلى تتبُّع الصحة واللياقة البدنية. يمكن لهذه الأجهزة التواصل مع الخدمات السحابية لتوفير مراقبة صحية فورية لمستخدميها، وكذلك عرض التنبيهات بشأن المشكلات الصحية المحتملة.



شكل 2.11: كائن ذكي قابل للارتداء



شكل 2.12: تطبيق التطبيب عن بُعد

التطبيب عن بُعد Telemedicine

لم يصل مجال التطبيب أو الرعاية الصحية عن بُعد إلى كامل إمكاناته بعد. تُقدِّم خدمة التطبيب عن بُعد المبنية على إنترنت الأشياء من خلال الأجهزة الطبية المتصلة دائمًا، والتي يمكن لمتخصصي الرعاية الصحية مراقبتها. يحدث التشخيص الطبي عن بعد بشكل استباقي، مما يوفر وقتًا ثمينًا لتوفير العلاج المناسب للمرضى. على سبيل المثال، يمكن أن تستشعر أنظمة الكشف عن النبضات القلبية نبضات قلب الشخص بصورة فورية لتُرسل رسائل للطبيب لإنقاذ حياة المريض.

المنزل الذكية Smart Homes

تُعدُّ المنازل الذكية واحدة من أفضل تطبيقات إنترنت الأشياء وأكثرها استخدامًا، وتوفر الكثير من الراحة للأشخاص والحماية المنزلية. توجد مجموعة واسعة من تطبيقات إنترنت الأشياء الخاصة بالمنزل الذكية، ولكن أكثرها كفاءة هو ما يدمج بين أنظمة المرافق الذكية وأغراض الترفيه. وتُعزِّز الحماية المنزلية من خلال أنظمة الأقفال المتطورة وأنظمة المراقبة الشبكية. مع تطور إنترنت الأشياء، يمكنك أن تكون على ثقة بأن منزلك سيصبح أكثر ذكاءً. فعلى سبيل المثال، سيتعرف نظام الإضاءة الأوتوماتيكي بصورة تلقائية على عدم وجود أحد في المنزل؛ ليوفر الطاقة.



شكل 2.13: مراقبة المنزل الذكي

التعليم Education

يمكن للمدرسة أو المؤسسة الدراسية التي تدعم إنترنت الأشياء مساعدة المعلمين والإدارة في تسجيل الحضور اليومي. يمكن للنظام أيضاً إخطار أولياء الأمور بتغيب الطلبة تلقائياً. تُعد أجهزة السبورة الذكية، وأقفال الأبواب، وأنظمة الحرائق والحماية من أبرز أجهزة إنترنت الأشياء الأخرى المستخدمة في قطاع التعليم.



شكل 2.14: تطبيق جامعة سعودية نظام أمان قائم على إنترنت الأشياء

الشبكات الذكية Smart Grids

تعتمد إدارة شبكات الكهرباء على أنظمة معقدة وحيوية، وذلك لأداء مهمتها في توفير الطاقة الكهربائية للمباني والمصانع ووسائل النقل وكل شيء في الحياة اليومية تقريباً. تستخدم شبكة الكهرباء الذكية تقنيات إنترنت الأشياء لتقليل الهدر في الطاقة الكهربائية وتعزيز كفاءة نقلها وتحسين وقت الصيانة وتقليل تكاليف التشغيل.



شكل 2.15: اتصالات الشبكة الذكية

السيارات ذاتية القيادة Self-Driving Cars

تعمل شركات التقنية الكبرى على تطوير إصدارات من السيارات والمركبات الأخرى ذاتية القيادة. على سبيل المثال قامت إحدى شركات الاتصالات في المملكة بتنفيذ خدمة الحافلات الذاتية القيادة لمجمع الرياض. تستخدم جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية حافلة ذاتية القيادة مماثلة في حرمها الجامعي. تزود المستشعرات المتعددة والأجهزة المضمنة المتصلة سحائباً ببيانات ضخمة لاتخاذ القرارات بناءً على خوارزميات التعلم الآلي، ويمكن القول بأنه حتى وإن استغرق تطوير التقنية بأكملها سنوات أخرى، وإن احتاج الأمر إلى قيام الدول بتعديل قوانينها ولوائحها لتنظيم هذه التقنيات، فإن تطبيقات إنترنت الأشياء ستستمر في النمو بشكل سريع للغاية. ويجب على مطوري ومقدمي هذه التقنيات والخدمات التأكد من جاهزيتها وقدرتها على ضمان سلامة البشر ووسائل النقل كافة في الطرق.



شكل 2.16: سيارة ذاتية القيادة على طريق سريع

أسواق التجزئة Retail Shops

شهد العالم مؤخراً ظهور نوع جديد من متاجر البيع بالتجزئة التي تعتمد على إنترنت الأشياء، وتقدم نموذجاً مختلفاً عن المتاجر الفعلية والمتاجر الإلكترونية. يضيف المتجر الذي يدعم إنترنت الأشياء المنتجات إلى عربة التسوق الخاصة بك فور اختيارها، ثم يتيح لك الدفع مقابل مشترياتك بخصم الأموال من محفظتك الرقمية على هاتفك الذكي، كما تتيح التقنية إضافة المنتجات وإزالتها واستبدالها في سلة التسوق، ولا تتطلب عملية الشراء هذه رسوماً أو كلفة إضافية، وبالطبع فإنك لست بحاجة إلى الانتظار في الطابور للدفع.



شكل 2.17: تسوق رقمي فعال

يُعد المعرض السعودي لإنترنت الأشياء (Saudi IoT) حدثاً إقليمياً محوره الأساسي هو تقنيات إنترنت الأشياء وتطورها. يركز المعرض على الفرص الحالية والمستقبلية الناتجة عن تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء وتطبيقاتها وخدماتها. يتماشى إنترنت الأشياء السعودي مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 والتي تنظر إلى التقنيات الناشئة على أنها مطلب ومفتاح لاكتشاف المزيد من الأساليب المبتكرة لإدارة الأعمال وتعزيز الاقتصاد.



شكل 2.18: شبكات سلسلة توريد ذكية

إنترنت الأشياء الصناعي Industrial IoT

يتكون إنترنت الأشياء الصناعي من مُستشعرات وأدوات وأجهزة إنترنت الأشياء الأخرى التي ترتبط بتطبيقات إدارة الإنتاج والطاقة. يتوقع خبراء الصناعة بأن يتمتع إنترنت الأشياء بإمكانيات أكبر في جميع تطبيقات إنترنت الأشياء، وذلك بإمكانية تحسين جودة المنتجات وكفاءة الإنتاج. على سبيل المثال، قامت إحدى الشركات المُصنعة للطائرات التجارية بدمج مُستشعرات في الأدوات والآلات ومنحت العاملين نظارات ذكية لتقليل الأخطاء وتعزيز السلامة في موقع العمل.



شكل 2.19: تطبيق إنترنت الأشياء في الصناعة



شكل 2.20: تطبيق إنترنت الأشياء للحديقة الذكية

الزراعة الذكية Smart Agriculture

تُنبئ التطورات الحالية في إنترنت الأشياء في الصناعة الزراعية بمستقبل واعد، حيث تجري باستمرار عمليات تطوير أدوات الري بالتنقيط، والتعرف على أنماط المحاصيل، وتوزيع المياه، واستخدام الطائرات دون طيار لمراقبة المزارع. تُمكن هذه الابتكارات المزارعين من زيادة الإنتاجية والحد من المخاطر المحيطة بالزراعة بشكلٍ أكثر فعالية.

النقل الذكي Smart Transportation

يُتيح نظام النقل العام الجديد في الرياض الذي يتكون من مترو الرياض ونظام حافلات الرياض السريع للأفراد القدرة على التنقل في المدينة بسهولة. يستخدم مترو الرياض قطارات دون سائق مزودة بإنترنت الأشياء، ويوفر للركاب حلولاً متكاملة تُعزز تجربتهم في التنقل، ويتضمن المشروع مركزاً متطوراً لأنظمة للمراقبة والتحكم للمحطات والخطوط والبنية التحتية الأخرى.



شكل 2.21: شبكات النقل الذكية



شكل 2.22: تطبيق إنترنت الأشياء للطريق السريع

إدارة الحركة المرورية Traffic Management

يمكن تحسين إدارة الحركة المرورية بمساعدة تقنيات إنترنت الأشياء في المدن الكبيرة. يتم ذلك باستخدام الهواتف المحمولة ككائنات ذكية مزودة بمُستشعرات وتطبيقات تحديد المواقع الجغرافية مثل خرائط قوقل، إضافةً إلى المعلومات التي يُحصّل عليها من المركبات من خلال الأنظمة السحابية كنظام الإنذار بالمخاطر الموجود في بعض وسائل النقل. يمكن لتقنيات إنترنت الأشياء تحسين الحركة المرورية والسلامة على الطرق، ويُعدُّ التحليل طويل المدى لأنماط الحركة المرورية تطبيقاً آخر لإنترنت الأشياء، مما يُمكن المسافرين من تجنب الازدحام المروري والحصول على معلومات وافية عن الطرق البديلة خلال ساعات الذروة بصورة أفضل.

تتابع وزارة النقل والخدمات اللوجستية تنفيذ أنظمة النقل الذكية على الطرق السريعة لتحسين السلامة على الطرق وإدارة الحركة المرورية بصورة فعّالة. ستُجهز شبكات الطرق والطرق السريعة بأنظمة إنترنت الأشياء للتحكم في حركة السير والحركة المرورية وتحسين كفاءتها. تحدّد خطة الوزارة الإطار الأساسي للتنفيذ المستقبلي لأنظمة النقل الذكية.



شكل 2.23: مراقبة الحركة المرورية باستخدام إنترنت الأشياء



شكل 2.24: الإدارة الذكية للنفايات للحد من النفايات الصلبة

إدارة المياه / النفايات Water / Waste Management

تقوم العديد من البلديات بتنفيذ إعادة تدوير المياه من خلال استخدام وحدات معالجة المياه. باستخدام تطبيق إنترنت الأشياء يُمكن تحديد كمية المياه المُستهلكة في موقع معين، وكذلك كمية المياه التي تُجمع، ومدى التغير في كمّ النفايات المُنتجة بمرور الوقت. يمكن للبلديات من خلال تقنيات إنترنت الأشياء التنبؤ بكمّ النفايات الناتجة في منطقة معينة، وتحديد كيفية معالجتها وآليات التخلص منها، وكذلك التخطيط المستقبلي لمثل تلك العمليات. يمكن أيضاً تحليل حجم النفايات المُنتجة في كل حي ويمكن استخدام جميع هذه المعلومات للتخطيط لمبادرات تحسين المدينة، وتُقدّم أنظمة تحليل البيانات التخطيط الأمثل لجمع النفايات.

مثال

يشهد شهر رمضان وموسم الحج قدوم أكثر من مليوني مسلم سنوياً لزيارة مكة والمشاعر المقدسة. يتعين على السلطات المحلية التعامل مع الزيادة المتنامية في إنتاج النفايات في تلك الفترة. تهدف استراتيجية رؤية المملكة 2030 إلى تقليل جميع أنواع النفايات بتنفيذ أنظمة إدارة النفايات. يسعى نظام إدارة النفايات الصلبة القائم على تقنيات إنترنت الأشياء إلى تحسين عملية جمع النفايات من مصادرها. قدمت الجامعات السعودية مقترحاً باستخدام الحاويات الذكية التي تسمح بأتمتة عملية تصنيف النفايات مما يسمح بإعادة تدويرها بسهولة.

أهمية إنترنت الأشياء في الوقت الحاضر وفي المستقبل

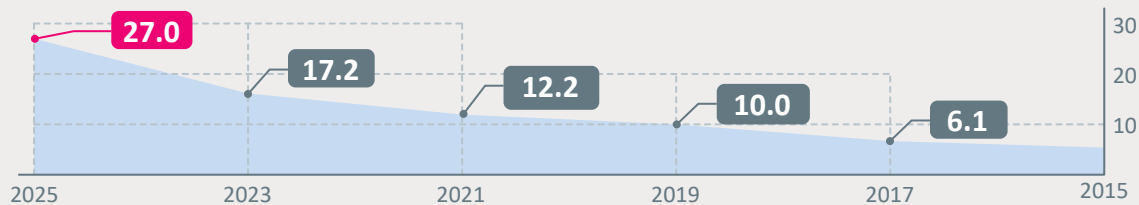
The Importance of the Internet of Things Now and in the Future

مارس البشر لعقود من الزمن عمليات إدخال البيانات في أنظمة الحاسب، حيث تُعالج هذه البيانات لعمليات أتمتة المهام أو للتوصل لمعلومات قيّمة تُسهم في اتخاذ القرارات. تعمل تقنيات إنترنت الأشياء على تغيير نموذج الحوسبة هذا، حيث أصبحت أجهزة الحاسب تدرك البيانات المختلفة بشكل مستقل، وتجمع البيانات من خلال مُستشعراتها الخاصة. تمثل تقنيات إنترنت الأشياء تحولاً تقنياً كبيراً، ولكن توجد عدة اعتبارات تتعلق بتأثيراتها على التطورات التقنية المستقبلية.

يُغيّر إنترنت الأشياء من طريقة تفاعل الأفراد والمؤسسات والشركات مع محيطهم، حيث يوفر استخدام الاتصال الفوري لإدارة الأجهزة الذكية ومراقبتها مستوىً جديداً من اتخاذ القرارات المُستند إلى البيانات، ويؤدي هذا الأمر إلى تحسين الأنظمة والعمليات وتقديم خدمات جديدة توفر الوقت والجهد للأفراد والشركات، وتعزز الجودة الحياتية الشاملة. سيزداد عدد الأشياء الذكية كأجهزة إنترنت أشياء مُستقلة أو مُدمجة في الأشياء المادية في الحياة اليومية بشكل كبير في السنوات القادمة. ومنذ إنشاء أول جهاز لإنترنت الأشياء عام 1990 وهو مَحْمَصَة خبز مُتصلة بالإنترنت، أصبح بالإمكان تحويل أي كائن مادي تقريباً إلى كائن ذكي. تُقدّر مؤسسة تحليلات إنترنت الأشياء (IoT Analytics) الخاصة بأبحاث سوق إنترنت الأشياء بأن هناك حوالي 14 مليار جهاز لإنترنت الأشياء في جميع أنحاء العالم، وتتوقع أن يصل هذا الرقم إلى 27 مليار جهاز بحلول العام 2025. لا تشمل هذه الأرقام أجهزة الحاسب والهواتف الذكية أو المُستشعرات البسيطة جداً أو أجهزة الاتصالات أحادية الاتجاه. وستتبنى الحلول الصناعية في مجالات الطاقة والمياه وإدارة النفايات وتجارة التجزئة والجُملة والنقل استخدام إنترنت الأشياء على نطاق عالمي واسع.

الاتجاهات التقنية في الكائنات الذكية Technological Trends in Smart Objects

- **الحجم في تناقص:** تستمر عملية تصغير حجم وحدات التحكم الدقيقة والمُستشعرات، وقد يصل الحال ببعضها لأن تكون صغيرة جداً لا يمكن رؤيتها بالعين البشرية. يجعل هذا الحجم الصغير دمج الذكاء والاتصال بالشبكة في الكائنات المادية الشائعة أكثر سهولة.
- **خفض استهلاك الطاقة:** أصبحت المكونات المادية لأجهزة إنترنت الأشياء تتطلب طاقةً أقل بمرور الوقت. يُعد هذا ضرورياً للمُستشعرات، حيث إن هناك الكثير من المُستشعرات السلبية. تتمتع بعض المُستشعرات التي تعمل بالبطارية بعمر افتراضي يصل إلى 10 سنوات أو أكثر.
- **رفع قدرة المعالجة:** تستمر قدرات وحدات المعالجة المركزية في الارتفاع مع تصغير حجمها، ويُعد هذا تطوراً مهماً للأشياء الذكية التي تزداد قدراتها المحلية تعقيداً وكذلك إمكانياتها في التحليلات الطرفية كما تعرفت سابقاً.
- **قدرة الاتصال في تحسن:** بالإضافة إلى تحسين سرعة نقل البيانات، تتحسن الاتصالات اللاسلكية أيضاً في مداها مع الحفاظ على انخفاض استهلاك الطاقة.
- **زيادة توحيد الاتصالات:** تعزز إنترنت الأشياء تطوير بروتوكولات الاتصال المتخصصة بشكل متزايد، والتي تدعم حالات الاستخدام المختلفة. تبذل الصناعة جهداً كبيراً لإنشاء معايير مفتوحة لبروتوكولات اتصالات إنترنت الأشياء.




شكل 2.25: اتصالات إنترنت الأشياء النشطة تعد عالمياً بالمليارات باستثناء أجهزة الحاسب، أو الأجهزة المحمولة أو الهواتف الذكية أو الأجهزة اللوحية.

تحديات أنظمة إنترنت الأشياء Challenges of Internet of Things Systems

بينما تهدف مجموعة واسعة من مكونات إنترنت الأشياء إلى تحقيق فوائد كبيرة في الإنتاجية والأتمتة، بيد أن هناك مشكلات جديدة تظهر. فقد أصبح العديد من جوانب إنترنت الأشياء حقيقة واقعة، ولكن يجب معالجة بعض التحديات لكي تصبح إنترنت الأشياء سائدة في مختلف الصناعات وفي حياتنا اليومية. يوضح الجدول 2.5 بعض المشكلات والتحديات الأكثر شيوعاً التي يواجهها كل تقدم تقني بما فيها أنظمة إنترنت الأشياء.

الجدول 2.5: تحديات إنترنت الأشياء الشائعة

الوصف	التحدي
قد تكون شبكات تقنية المعلومات التقليدية كبيرة، ولكن شبكات إنترنت الأشياء يمكنها أن تكون أكبر بعدة مرات. ومع ازدياد عدد الأجهزة في النظام، يزداد تعقد الاتصالات ويصبح حجم الشبكة مشكلة. فتنشأ المشاكل في تأخر الاستجابة ووقت المعالجة بالإضافة إلى تضخم حجم الشبكات مما يجعل من الصعب إدارة أنظمة الوقت الفورية.	 <p>قابلية التوسع</p>
نظراً لارتباط المزيد من الكائنات الذكية ببعضها البعض وبالمستخدمين، يصبح أمان إنترنت الأشياء مهمة صعبة بشكل متزايد. لقد ازدادت المخاطر الأمنية بشكل كبير مع دمج الأجهزة في الشبكات. فأصبح اختراق اتصال أحد أجهزة إنترنت الأشياء يشكل مشكلة كبيرة بذاته، كما يمكن أن يُستخدم هذا الجهاز لمهاجمة أجهزة وأنظمة أخرى.	 <p>الأمن والحماية</p>
نظراً لانتشار المُستشعرات في الحياة اليومية، فإن الكثير من البيانات الخاصة بالأفراد وسلوكياتهم يتم جمعها، وقد تتضمن هذه البيانات معلومات خاصة بصحة الأفراد وأنماط التسوق. يمكن للشركات الاستفادة مادياً من هذه البيانات، وعليه نجد جدلاً واسعاً حول ملكية هذه البيانات وكيفية تمكين الأفراد من إدارة الوصول لبياناتهم الشخصية.	 <p>الخصوصية</p>
ينتج عن إنترنت الأشياء ومُستشعراتها المختلفة كمية هائلة من البيانات التي يجب تحليلها، وإذا عُولجت هذه البيانات بكفاءة، فإنه يمكن الحصول منها على معلومات ورؤى مهمة للغاية. تكمن المشكلة الأساسية في كيفية دمج وتقييم هذه الكميات الضخمة من البيانات المتعددة الأنواع والمصادر، وذلك قبل أن تصبح عديمة القيمة.	 <p>تحليلات البيانات والبيانات الضخمة</p>
كما هو الحال مع أي تقنية ناشئة أو قيد التطوير، تسعى بروتوكولات وبنيات إنترنت الأشياء جاهدة للحصول على توحيد المعايير وزيادة حصتها السوقية. تعتمد بعض البروتوكولات والتطبيقات لإنترنت الأشياء على معايير تجارية، بينما يعتمد بعضها الآخر على معايير مفتوحة.	 <p>التوافقية</p>

معوّقات إنترنت الأشياء الأخرى Other IoT Barriers

يوضح الجدول أدناه المعوّقات الحالية التي تحد من نشر أنظمة إنترنت الأشياء وتطويرها. إن التغلب على هذه المعوّقات يتطلب الاستمرار في تطوير التقنية، ودمج أفضل الممارسات والتجارب، والاستفادة من الدروس السابقة للأنظمة التي واجهت بعض الإخفاقات، وبالطبع السعي الدؤوب لتوفير اللوائح الحكومية الخاصة بإرشادات الأمان والخصوصية.

الجدول 2.6: معوّقات إنترنت الأشياء الشائعة

أمثلة	معوّقات إنترنت الأشياء
يربط إنترنت الأشياء المليارات من الأجهزة الصغيرة، لذلك يجب أن يكون لكل منها عنوان IP فريد، ويمكن فقط لعنوان الإنترنت من الجيل السادس IPv6 دعم العدد الحالي لأجهزة إنترنت الأشياء، وتؤخر عملية الانتقال إلى معيار IP الجديد التطور السريع للنظام البيئي لإنترنت الأشياء، وسيؤدي إلى ازدياد نقاط ضعف أمان الشبكة.	نشر بروتوكول IPv6
يجب أن تعمل مُستشعرات إنترنت الأشياء بشكل شبه مستقل، فتغيير البطاريات مثلاً على مليارات الأجهزة المنتشرة يتطلب الكثير من الوقت والجهد، كما يجب أن تكون المُستشعرات ذات كفاءة أيضاً في استهلاك الطاقة لتجنب ارتفاع التكلفة.	استهلاك طاقة المُستشعر
يتسبب استخدام أجهزة إنترنت الأشياء في العديد من التعقيدات القانونية، وتبرز مشكلات الخصوصية المتعلقة بالإنترنت بشكل خاص، وتُعدّ تحديات نقل البيانات عبر الحدود الدولية من أهم المشكلات التي تواجهها هذه التقنيات الناشئة.	المسائل القانونية والتنظيمية
تواصل المُستشعرات والأجهزة كل يوم توسيع قدراتها، ويؤدي هذا إلى تطوير خدمات جديدة ومحسّنة. أصبحت التطبيقات الحديثة ذات تجربة المستخدم المخصصة التي تدعم هذه الخدمات أكثر تعقيداً وأصبح هناك حاجة ماسة إلى وجود مطورين ومصممي تجربة مستخدم محترفين.	المرونة وتطور التطبيقات
تتدفق العديد من البيانات من مصادرها بما فيها المُستشعرات، والأجهزة المحمولة، وموجزات الشبكات الاجتماعية، وموارد الويب الأخرى، في تطبيقات إنترنت الأشياء التي تُنتج البيانات بتسريقات متنوعة، وتزداد صعوبة تصفية هذه البيانات ومعالجتها بكفاءة.	تكامل البيانات من مصادر متعددة

شكل 2.26: معوّقات إنترنت الأشياء الشائعة

مشكلات أمان إنترنت الأشياء IoT Security Issues

أحد أكبر المشكلات الناشئة عن الاستخدام العالمي للإنترنت، والازدياد المتسارع في الأجهزة في إنترنت الأشياء واستخدام السحابة هو أمان هذه البيئة الرقمية العالمية بأكملها. لقد وُجدت شبكات البيانات منذ عقود عديدة، ولكن معظمها كان يتعذر الوصول إليه علناً، حيث اتسمت تلك الشبكات بوجود معدات وبروتوكولات الأمان الخاصة. إن اتصال مليارات الأجهزة على شبكات البيانات التي أصبحت جزءاً من شبكة الإنترنت هو السبب في ازدياد الاختراقات الأمنية. قد تعمل أجهزة إنترنت الأشياء ببساطة على تشغيل وإطفاء إنارة الشوارع للحفاظ على الطاقة، ولكن بعضها قد يتفاعل أيضاً مع البيانات الحساسة كالبيانات الطبية للأشخاص، ومن الضروري التعامل مع تلك المخاوف الأمنية وذلك بدءاً من مرحلة تصميم النظام. وتعرض شبكات إنترنت الأشياء لمجموعة متنوعة من الهجمات أكثر من الشبكات الأخرى، وتزداد قوة وتعقيد هذه الهجمات بشكل سريع ومتطور.

يجب أن تضمن أنظمة إنترنت الأشياء إجراء تفاعلات المستخدم في بيئة آمنة. يجب على خبراء أمن إنترنت الأشياء تطبيق ومراعاة الأخذ بالاعتبارات الآتية لتجنب الوصول غير المرغوب فيه إلى البيانات الخاصة:

- نماذج مصادقة لا مركزية موثوقة.
- تقنيات التشفير وحماية البيانات الفعالة.
- أمن الحوسبة السحابية وموثوقيتها.
- التحكم في البيانات.
- المخاوف القانونية والمسؤولية.
- نقاط ضعف الاتصالات والشبكات.
- الوصول وحقوق المستخدم وقوانين المشاركة لتقاسم القيمة.
- أجهزة آمنة وغير مكلفة.
- إدارة سياسات الخصوصية.



شكل 2.27: معايير أمان إنترنت الأشياء

أمثلة : مشكلات الأمان الشائعة بتقنيات تحديد الترددات الراديوية

Examples: Security Issues with RFID Technologies

يُعدّ بروتوكول (RFID) أحد بروتوكولات الاتصالات الأكثر استخداماً لمعالجة بيانات تحديد الهوية في الكائنات الذكية. يستخدم (RFID) موجات الترددات اللاسلكية للتفاعل، ولتبادل البيانات دون الحاجة إلى الاتصال الجسدي. يتكون نظام (RFID) من مُكونين، وهما أجهزة إرسال (RFID) وأجهزة استقبال (RFID)، أما رمز المنتج الإلكتروني (EPC) فهو المُعرّف الفريد للكائن الذكي. تتميز رقاقت (RFID) بأنها إما نشطة أو سلبية. تسمح البطارية المدمجة بالرقاقة النشطة بالتفاعل عن بُعد ما بين مُعرف (EPC) الفريد الخاص بها مع المُعرفات (EPCs) المحيطة على مسافة محدودة. تعمل الرقاقت السلبية دون بطارية، ولا تُقرأ البيانات إلا عندما يُنشط جهاز الإرسال والاستقبال الرقاقة في المدى القصير، مما يعرض البيانات الموجودة في رقاقة (RFID) لخطر التلاعب والتخريب والإزالة على الرغم من استخدام تقنيات التشفير لضمان الخصوصية وإثبات صحة البيانات المنقولة.

الجدول 2.7: أمثلة على نقاط الضعف الأمنية لأنظمة إنترنت الأشياء من خلال استغلال RFID

الثغرة الأمنية	أمثلة على الهجوم
هجوم على الموثوقية تعطيل رقاقة غير مُصرَّح به	تتسبب هذه الهجمات في تعطيل رقاقت (RFID) مما يجعل قارئ (RFID) يتصرف بطريقة خاطئة عند قيامه بمسحها. فمُعرف رمز المُنتج الإلكتروني (EPC) سيشير إلى معلومات خاطئة لا تتطابق مع خصائص وجهة رقاقة (RFID). في العادة يُنمذ مثل هذا الهجوم عن بُعد، مما يسمح للمهاجم بتغيير تصرف الرقاقة من مسافة بعيدة.
الهجوم على سلامة البيانات استنساخ الرقاقت غير المُصرَّح به	تدرج سرقة معلومات هوية مُعرفات (EPC)، وتعديل الرقاقت من قبل أجهزة قراءة (RFID) غير مُصرَّح بها ضمن هذه الفئة، ويُمكن نسخ الرقاقة بسهولة بمجرد الحصول على معلومات الهوية الخاصة بها، وبالتالي استخدامها للتحايل على آليات الأمان والحماية أو تزويرها وإنشاء ثغرات أمنية جديدة أثناء عمليات التحقق التلقائي.
الهجوم على السرية	قد يؤدي تتبع رقاقة (RFID) من خلال أجهزة القراءة غير المصرح لها إلى الكشف عن معلومات حساسة تحتويها هذه الرقاقة.
هجوم على الإتاحة (التوفر) هجوم إيقاف الخدمة (DoS)	يتم ذلك بتشويش النظام من خلال التداخلات اللاسلكية أو بحجب الإشارات اللاسلكية أو بتعطيل رقاقة (RFID).



مشكلات الأمان مع تقنيات شبكات الاستشعار اللاسلكية

Security Issues with Wireless Sensor Networks Technologies

تُعدّ شبكات الاستشعار اللاسلكية (WSN) مسؤولة عن نقل البيانات والمعلومات بين الكائنات الذكية في أنظمة إنترنت الأشياء، وتتألف هذه الشبكات من عُقد مستقلة تتواصل بتردد وقدرة محدودة، كما تتكون عُقدة الاتصال من بطارية ومُستشعر وذاكرة وجهاز إرسال واستقبال لاسلكي ومعالج دقيق. ونظراً لمدى الاتصال المحدود، يكون لكل عُقدة مُستشعر. تُرَحَّل المعلومات بين المصدر والمحطة الأساسية في مراحل متعددة، وتقوم المُستشعرات اللاسلكية بجمع ونقل البيانات المطلوبة بالتنسيق مع العُقد الأخرى للتوجيه إلى النظام المركزي، وتتسم المُستشعرات اللاسلكية بقدرات حاسوبية محدودة وطاقة محدودة كذلك، مما يجعل العديد من طرائق الحماية التقليدية صعباً أو مستحيل التنفيذ.

شبكة الاستشعار اللاسلكية (Wireless sensor network) :

تتكون شبكة المُستشعرات اللاسلكية (WSN) من مُستشعرات مستقلة مشتتة تراقب الظروف المادية أو البيئية التي تنقل البيانات بشكل جماعي إلى موقع مركزي؛

مخاوف تتعلق بالأمان والخصوصية Security and Privacy Concerns

يمكن أن يُشكل أي جهاز مُتصل بالشبكة جزءًا محتملاً من البنية التحتية لإنترنت الأشياء وبياناتها الحساسة. تُعدّ المخاوف بشأن أمن البيانات وخصوصيتها مهمة جداً، حيث يرتبط مستوى تعقيد الأنظمة بوجود المزيد من نقاط الضعف المتعلقة بتوفير خدمات إنترنت الأشياء.

الجدول 2.8: المخاطر الأمنية بناءً على مستويات نظام إنترنت الأشياء

المخاطر الأمنية	مستويات نظام إنترنت الأشياء
يجب أن تُثبت أجهزة إنترنت الأشياء هويتها للحفاظ على الموثوقية، وعليها التقليل من البيانات المُخزنة محلياً لحماية الخصوصية. نظراً لوجود أجهزة إنترنت الأشياء في كل مكان في البيئة المحيطة، فإن الأمان المادي مهم أيضاً، ويؤدي هذا إلى الحاجة إلى تصميم حماية لاختراقات الأجهزة بحيث يصعب استخراج العناصر الحساسة مثل البيانات الشخصية أو مفاتيح التشفير أو بيانات الاعتماد، كما يجب تحديث البرامج بشكل مستمر لضمان استمرارية الخدمة لمدة طويلة.	 <p>مستوى الجهاز</p>
يمثل هذا المستوى من نظام إنترنت الأشياء الاتصال والمراسلة بين أجهزة إنترنت الأشياء والخدمات السحابية، وعادةً ما تدمج اتصالات الإنترنت بين الشبكات الخاصة والعامة، لذا فإن تأمين حركة نقل البيانات أمرٌ بالغ الأهمية. تتواصل العديد من أجهزة إنترنت الأشياء أيضاً من خلال بروتوكولات أخرى غير Wi-Fi. تُعدّ بوابة إنترنت الأشياء المسؤولة عن الحفاظ على السرية والسلامة والتوافر عند الترجمة بين البروتوكولات اللاسلكية المختلفة.	 <p>مستوى الشبكة</p>
يمثل هذا المستوى نظام إدارة إنترنت الأشياء، وهو المسؤول عن إدارة الأجهزة والمستخدمين وتنفيذ السياسات والقواعد وتنسيق الأتمتة عبر الأجهزة. يُعدّ التحكم في الوصول القائم على الوظيفة لإدارة هوية المستخدمين والأجهزة والإجراءات المصرح لهم باتخاذها أمراً بالغ الأهمية في هذا المستوى، ويجب تمكين تتبع الإجراءات لضمان إمكانية تحديد الأجهزة التي يُحتمل تعرضها للخطر عند اكتشاف سلوك غير طبيعي.	 <p>مستوى الخدمة</p>
غالباً ما يوصف تحليل البيانات الكبيرة المُجمعة الناتجة عن إنترنت الأشياء بأنه الجانب الأكثر قيمة في إنترنت الأشياء لمقدمي الخدمات، ويُعدّ الحفاظ على خصوصية البيانات أولوية قصوى للهيئات الحكومية كهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية في المملكة العربية السعودية، ولجنة التجارة الفيدرالية (Federal Trade Commission – FTC) في الولايات المتحدة الأمريكية، ووكالة أمن الشبكات والمعلومات في الاتحاد الأوروبي (European Network and Information Security Agency – ENISA) في الاتحاد الأوروبي، حيث تُصدر هذه الهيئات إرشادات متطلبات الأمان المتعلقة بالخصوصية.	 <p>مستوى البيانات</p>



أساليب التغلب على التحديات الأمنية

Approaches to Solving Security Challenges

يجب مراعاة الأمان أثناء مرحلة تصميم نظام إنترنت الأشياء. تبدأ مرحلة حماية النظام في مرحلة التصميم على مستوى الأجهزة والبنية التحتية للاتصالات ومستوى نظام التشغيل، متبوعة بمستوى التصميم لتتوسع حتى نشر التطبيق. يجب على الشركات والمؤسسات الحكومية اتباع سياسات حماية البيانات والامتثال للتشريعات المحلية. ويتعين على مهندسي الشبكات والحماية ذوي الخبرة والمتخصصين في تصميم أنظمة إنترنت الأشياء اختبار وتأمين أجهزة إنترنت الأشياء وشبكاتهما وذلك بتطبيق أفضل الممارسات في مجال الأمن السيبراني. يجب على هؤلاء المهندسين الجمع بين المعرفة التقنية والخبرة الميدانية من مجالات الحوسبة المختلفة.

مخاوف الخصوصية

يختلف مفهوم الخصوصية باختلاف الثقافات، كما يتطور ويتغير بمرور الوقت. ففي الماضي كان أمر تركيب كاميرات المراقبة يُعدّ انتهاكاً للخصوصية، لكنه الآن أصبح أكثر انتشاراً وقبولاً على نطاق واسع، ويُعدّ إنترنت الأشياء مزيجاً من التطبيقات العامة والتجارية التي تنتج عنها الكثير من البيانات، ومن الضروري توجيه الاهتمام بمن لهم حق الوصول والتحكم في تلك البيانات، كما يجب فرض الخصوصية على معلومات التعريف الشخصية في أنظمة إنترنت الأشياء، ويجب فرض القيود على التخزين والكشف عن البيانات، ويجب كذلك وضع إطار ملائم للخصوصية والحماية، ويجب ضمان أن تكون البيانات خاصة وآمنة.

التنظيم الحكومي

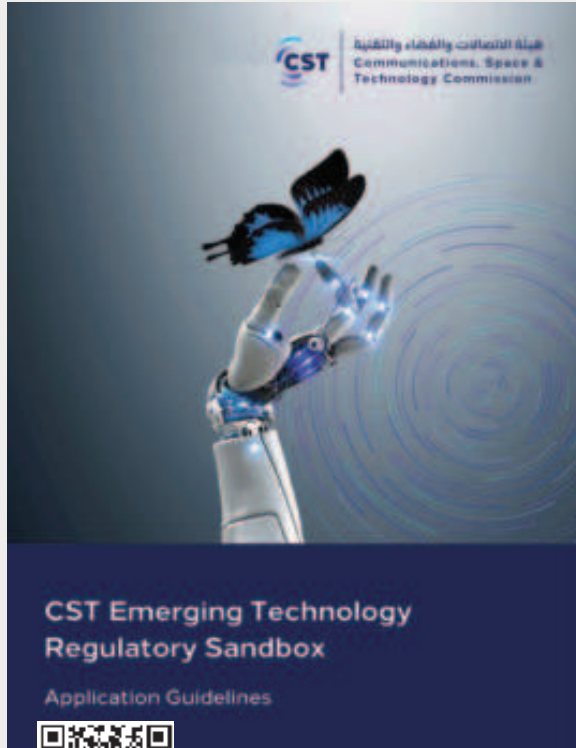
أثار النمو السريع لتطبيقات إنترنت الأشياء العديد من المخاوف حول قضايا خصوصية البيانات والهجمات الضارة التي يمكن أن تعطل العمليات الهامة الحكومية أو الصناعية. بدأت الحكومات في جميع أنحاء العالم بالتركيز على حل هذه المشكلة من خلال المبادرات التنظيمية والتشريعية التي تشمل النظم البيئية لإنترنت الأشياء.



هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space &
Technology Commission

الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء

تهدف المملكة العربية السعودية إلى أن تصبح دولة رائدة في التطوير والتطبيق لتقنيات إنترنت الأشياء وخدماتها. وقد طوّرت هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية (CST) الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء لتنظيم متطلبات توفير خدمة إنترنت الأشياء لدعم هذا المسعى. يحدّد إطار العمل اللوائح الخاصة بمعدات إنترنت الأشياء، ومعرفة إنترنت الأشياء مثل عناوين IP التي تميز الكائنات بصورة فريدة لتسهيل الاتصالات وتقنيات إنترنت الأشياء الأخرى. وبالإضافة إلى ذلك، يتضمن الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء أساسيات أخرى ومعايير مُقدمي خدمات إنترنت الأشياء، مثل التواصل مع المستخدمين فيما يتعلق بأهمية الشبكة وأمن البيانات وإرشادات حمايتها.



شكل 2.28: وثائق هيئة الاتصالات وتقنية معلومات الخاصة بإنترنت الأشياء القابلة للتنزيل

البيئة التنظيمية التجريبية للتقنية الناشئة Emerging Technology Regulatory Sandbox



أنشأت هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية (CST) أيضاً البيئة التجريبية التنظيمية للتقنية الناشئة لتطوير تطبيقات مبتكرة وتقديمها في المملكة العربية السعودية. تأتي هذه المبادرة ضمن مسؤولية الهيئة للإشراف والرقابة على قطاع تقنية المعلومات والاتصالات، بما فيها ترخيص وتنظيم تطبيقات الاتصالات التي تدمج تقنيات إنترنت الأشياء، ويهدف صندوق الحماية التنظيمي هذا إلى دعم وتسهيل واستدامة التوسع في النظام البيئي لتطوير تطبيقات إنترنت الأشياء في المملكة العربية السعودية ونفع جميع أصحاب المصلحة في هذا القطاع بمن فيهم الشركات والعملاء. وتحاول البيئة التجريبية التنظيمية للتقنية الناشئة تقليل الوقت المطلوب لتقديم التطبيقات إلى السوق، وتقليل تكلفة تقديم الخدمة، بينما يُمكن لمطوري التطبيقات اختبار منتجاتهم وخدماتهم الجديدة في بيئة خاضعة للرقابة، وتساهم هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية أيضاً في تطوير نظام بيئي ملائم للابتكار وذلك من خلال تحسين الوصول إلى التمويل، وتتماشى هذه الجهود مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 للمساعدة في نمو القطاع الخاص وتوفير الوظائف المتعلقة بالتقنية.

تمرينات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1. يُعدُّ التطبيب عن بُعد أحد تطبيقات إنترنت الأشياء التي تشهد تراجعاً.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2. تُستخدم تطبيقات الشبكة الذكية لإنترنت الأشياء لتوفير الطاقة فقط.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3. حدثت أهم الابتكارات في تقنيات إنترنت الأشياء في السنوات العشرين الماضية.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4. ستستهلك الكائنات الذكية المزيد من الطاقة في المستقبل.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5. يُعدُّ تطبيق معايير الأمان نفسها لجميع أنظمة إنترنت الأشياء المشكلة الأقل تعقيداً في أنظمة إنترنت الأشياء.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6. لن يتمكن بروتوكول IPv6 من دعم العدد المتوقع للكائنات الذكية في المستقبل.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7. ستزيد كمية مصادر بيانات الإدخال للكائنات الذكية.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8. إن تقنيات RFID وWSN غير معرضة لهجمات قطع الخدمة.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9. تُعدُّ تطبيقات إنترنت الأشياء وأنظمتها غير مُنظمة من قبل السلطات الحكومية.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10. تُعدُّ خصوصية بيانات إنترنت الأشياء مصدر قلق كبير للحكومات والمنظمات.

2

قارن بين السيارات ذاتية القيادة المزودة بتقنية إنترنت الأشياء ووسائل النقل العام الذكية. هل تُعدُّ تطبيقات إنترنت الأشياء هذه مُستقلة أم مُكمّلة لبعضها؟ اعرض أفكارك أدناه.

3

تُوفّر مصادر الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح المتجددة تنوعاً في توليد الطاقة. هل تعتقد بأن تقنيات الشبكة الذكية (Smart Grid) يمكنها جعل توزيع وإدارة الطاقة المتجددة أكثر كفاءة؟ اكتب أفكارك أدناه.

4

حدّد الاتجاه التقني في الكائنات الذكية الذي سيكون الأكثر أهمية في تطوير أنظمة إنترنت الأشياء. اكتب إجابتك أدناه.



5

حسب اعتقادك، ما تحديات إنترنت الأشياء الأكثر شيوعاً والتي تُعدُّ الأكثر صعوبة والأعلى تكلفة للتغلب عليها؟
اكتب إجابتك أدناه.

6

ابحث في الإنترنت عن حدث أدت فيه ثغرة أمنية إلى هجوم إلكتروني على نظام إنترنت الأشياء. ما الأضرار التي
سببتها وكيف يمكن منعها؟ اكتب إجابتك أدناه.



7 باعتبارك ما النقطة الأكثر ضعفًا في شبكات الاستشعار اللاسلكية وما مدى تأثيرها على أنظمة إنترنت الأشياء؟
قدّم أفكارك أدناه.

8 قدّم وصفًا للإجراءات التي اتخذها مجلس إدارة هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية لتنظيم اعتماد تطبيقات إنترنت الأشياء في المملكة العربية السعودية.



المشروع

تُعدُّ تطبيقات إنترنت الأشياء أنظمةً مُعقدة على العديد من المستويات التقنية والتشغيلية، وذلك لكي تعمل بصورة صحيحة وفعالية.

1
اختر صناعة تُستخدم فيها إنترنت الأشياء بشكل شائع، ولكنها عُرضة للهجمات الإلكترونية واستغلال البيانات، ثم صِف كيف يمكن استخدام ثغرة أمنية لمهاجمة هذا النظام، وما التداعيات المُحتملة على المستخدمين النهائيين.

2
أنشئ عرض باوربوينت تقديمي يصفُ الصناعة التي اخترتها، ويوضِّح مشكلة الثغرة الأمنية، ويحتوي على اقتراح لحل هذه المشكلة.

ماذا تعلمت

- < التمييز بين الطبقات السحابية والضبابية والطرفية لتطبيقات إنترنت الأشياء.
- < تصنيف عوامل التمكين التقنية الرئيسة لأنظمة إنترنت الأشياء.
- < تصنيف بروتوكولات الشبكات والأنظمة التي تربط تطبيقات إنترنت الأشياء.
- < تحديد استخدامات تطبيقات إنترنت الأشياء في المجال الاقتصادي والقطاعات الحكومية.
- < وصف مدى تطور تطبيقات إنترنت الأشياء في المستقبل القريب.
- < تحديد التحديات التقنية الرئيسة التي يواجهها مهندسو إنترنت الأشياء.
- < تمييز التحديات الأمنية لأنظمة إنترنت الأشياء.
- < وصف كيفية تنظيم تطبيقات إنترنت الأشياء حالياً.

المصطلحات الرئيسة

Authentication	مصادقة
Authorization	ترخيص
Data at Rest	البيانات غير النشطة
Data in Motion	البيانات النشطة
Denial of Service	إيقاف الخدمة
Edge Analytics	التحليلات الطرفية
Edge Computing	حوسبة طرفية
Edge Device	جهاز طرفي
Electronic Product Code	رمز المنتج الإلكتروني
Endpoint	نقطة النهاية
Fog Computing	حوسبة ضبابية
Gateway	بوابة
Internet Protocol	بروتوكول الإنترنت
Internet Protocol Version 6	بروتوكول الإنترنت الجيل السادس
IoT-Enabler	ممكنات إنترنت الأشياء

IoT Services	خدمات إنترنت الأشياء
Latency	تأخير زمني
Near-Field Communication	الاتصال قريب المدى
Protocols	بروتوكولات
Radio Frequency Identification	تحديد الترددات الراديوية
Regulations	قوانين
Regulatory Framework	الإطار التنظيمي
Smart Grid	شبكة ذكية
Transmission Control Protocol	بروتوكول التحكم في الإرسال
User Datagram Protocol	بروتوكول حزم بيانات المستخدم
Wireless Sensor Networks	شبكات الاستشعار اللاسلكية

3. إنشاء تطبيقات إنترنت الأشياء باستخدام الأردوينو

ستتعرف في هذه الوحدة على الخصائص الرئيسية لتطبيق إنترنت الأشياء وطريقة تصميم وبناء تطبيقات عملية باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق وبيئة محاكاة دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits).

أهداف التعلم

- بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على أن:
 - يتعرف على مكونات جهاز التحكم الدقيق وعلى طريقة برمجته.
 - يقيس البيانات المُجمعة من مُستشعرات الإدخال المختلفة.
 - يفهم كيفية التكامل بين بيانات المُستشعرات وخوارزميات البرمجة وطريقة عملها معاً.
 - يستخدم بيانات المُستشعرات لتشغيل التنبهات والاستجابات الآلية.
 - يُصمم دوائر إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق في بيئة دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits).
 - يُبرمج جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باستخدام لغة برمجة قائمة على اللبنة البرمجية في بيئة دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits).
 - يستخدم مُستشعر الغاز لإنشاء إنذار تُسرب الغاز في البيئات ذات الظروف الخطرة.

الأدوات

- بيئة محاكاة دوائر أوتوديسك تينكر كاد (Autodesk Tinkercad Circuits)



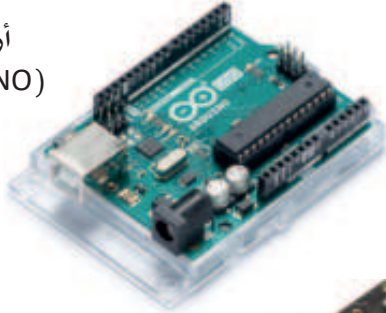


الدرس الأول إنشاء نظام منزل ذكي

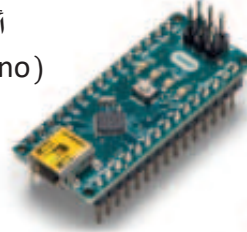
أجهزة تحكم الأردوينو الدقيقة Arduino Microcontrollers

تُصمَّم أجهزة التحكم الدقيقة لاستخدامها في الحواسيب المُصغرة أحادية اللوحة، وذلك على نطاق أوسع بكثير من استخدامها في الحواسيب المكتبية أو الشخصية. فعلى سبيل المثال، تنتج أردوينو مجموعة أجهزة تحكم دقيقة مُستقلة في عملها تماماً، مُدعَّمة بمجموعة من المعالجات الدقيقة المُدمجة، وتتميز أجهزة تحكم الأردوينو الدقيقة بتعدد وظائفها، ورغم هذا تبقى هذه الوظائف محدودة مقارنةً بإمكانات الحواسيب الشخصية، وذلك لأن أجهزة تحكم الأردوينو الدقيقة قد صُمِّمت لأداء مهام بسيطة فقط. من لوحات الأردوينو الأكثر شيوعاً:

أردوينو أونو
(Arduino UNO)



أردوينو نانو
(Arduino Nano)



أردوينو بورتينتا
(Arduino Portenta)



أردوينو ديو
(Arduino Due)



شكل 3.1: لوحات أجهزة تحكم الأردوينو الدقيقة

جدول 3.1: خصائص نماذج لوحات الأردوينو

النموذج	نوع منفذ USB	المدخل / المخرج	سرعة المعالج	ذاكرة فلاش	ذاكرة SRAM
أردوينو نانو 33	Mini-B	26 منفذ	48 MHz	256 KB	32 KB
أردوينو أونو R3	Type B	20 منفذ	16 MHz	32 KB	2 KB
أردوينو ديو	Micro-B	68 منفذ	84 MHz	512 KB	96 KB
أردوينو بورتينتا H7	Type-C	80 منفذ	480 MHz	تصل إلى 128 MB	تصل إلى 64 MB

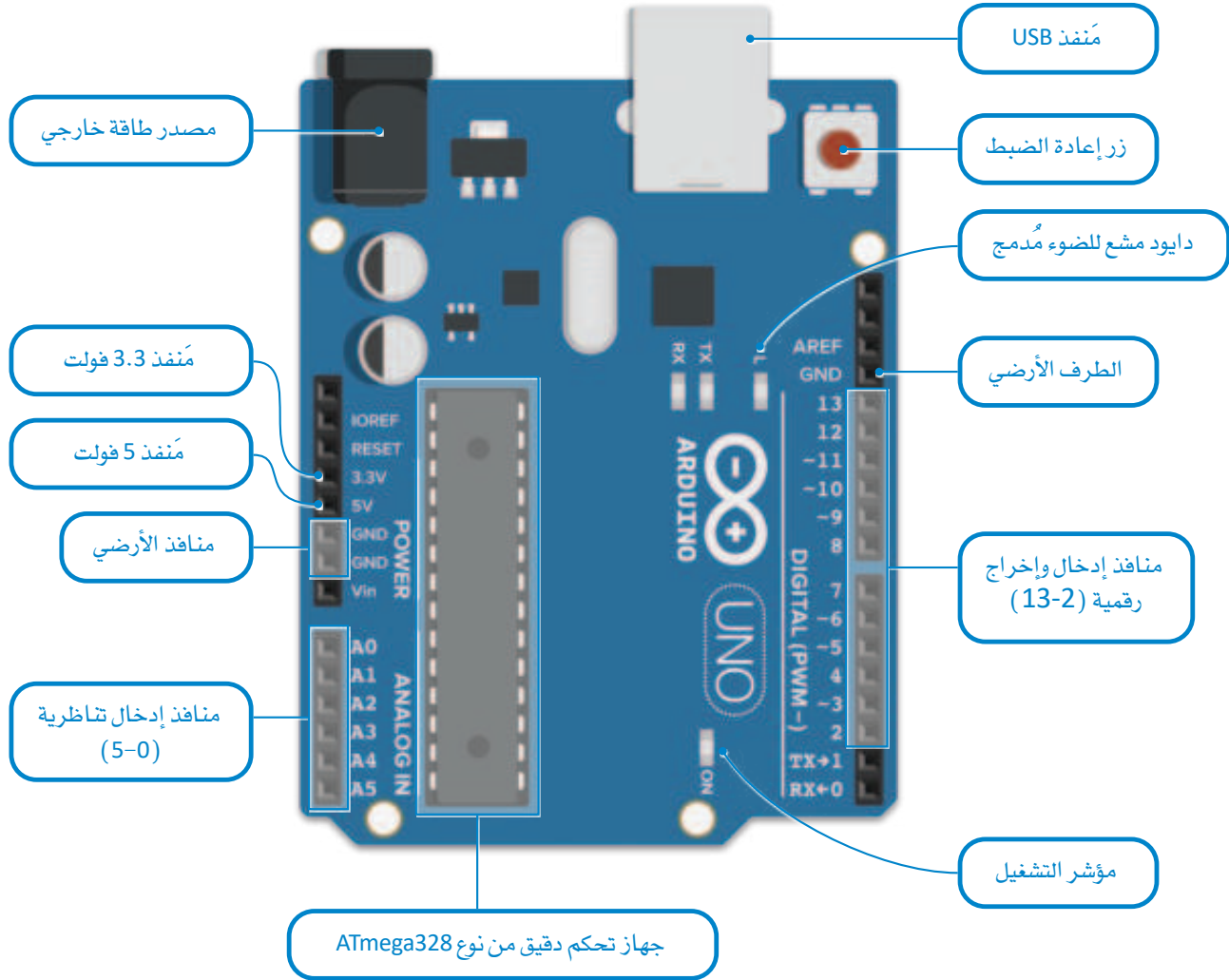
معلومة

يُمكن تصنيع وحدات التحكم الدقيقة بسرعة وسهولة بالمقارنة مع صناعة الحواسيب الشخصية أو المحمولة، مما يُقلل تكلفة الإنتاج بشكل كبير.

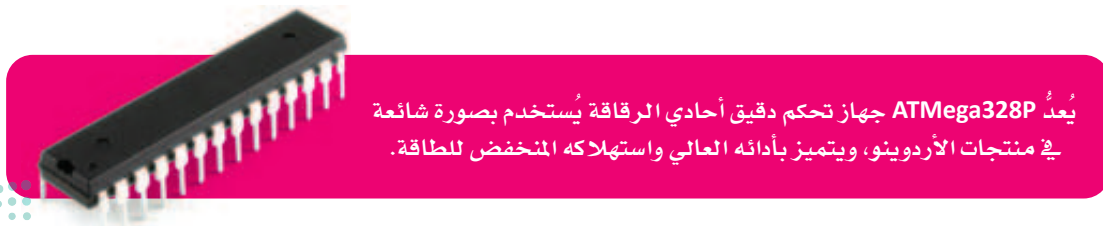


أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3)

تعتمد لوحة أردوينو R3 (Arduino UNO R3) على جهاز تحكم دقيق من نوع ATmega. تحتوي هذه اللوحة على 14 منفذ إدخال وإخراج رقمي، حيث يُمكن استخدام 6 منها كمُخرجات يُطلق عليها تسمية تضمين عرض النبضة (Pulse Width Modulation - PWM)، ويُستخدم 2 منها لإرسال البيانات التسلسلية (1→TX)، ولاستقبالها (0←RX) وتستخدم 6 منها كمدخل تناظرية، ومنفذ لتوصيل USB، ومقبس للطاقة، وزر لإعادة الضبط.



شكل 3.2: لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3)



أمثلة على مُستشعرات خارجية مُلحقة بأجهزة التحكم الدقيقة Some Examples of External Sensors for Microcontrollers



المكوّن في المحاكى



الرمز التخطيطي



مُستشعر رطوبة التربة

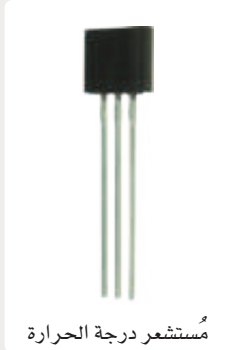
شكل 3.3: مُستشعر رطوبة التربة



المكوّن في المحاكى



الرمز التخطيطي



مُستشعر درجة الحرارة

شكل 3.4: مُستشعر درجة الحرارة TMP36



الرمز
التخطيطي



المكوّن في
المحاكي



مُستشعر الحركة

شكل 3.5: مُستشعر الحركة (PIR sensor)



المكوّن في المحاكى



الرمز التخطيطي



مُستشعر الغاز

شكل 3.6: مُستشعر الغاز

مُستشعرات رطوبة التربة

Soil Moisture Sensors

تقيس مُستشعرات رطوبة التربة حجم الماء الموجود داخل التربة، ونظراً لأن هذا القياس ينطوي على كم كبير من عمليات معالجة التربة، فإن رطوبة التربة تقاس بشكل غير مباشر، وذلك باستخدام خصائص أخرى للتربة مثل المقاومة الكهربائية (كلما زادت الرطوبة قلت المقاومة)، وتُعد مُستشعرات رطوبة التربة ضرورية في مجال الزراعة، كما تُستخدم في تطبيقات المراقبة مثل: التحكم في الري لأغراض الصناعة، والأغراض المنزلية، وري النباتات المكتبية والحدائق الطبيعية.

مُستشعرات درجة الحرارة

Temperature Sensors

يُستخدم مُستشعر درجة الحرارة TMP36 في قياس درجة الحرارة، ويُنتج جهد إخراج تناظري يتناسب مع درجة الحرارة التي يستشعرها، ويحول هذا الجهد إلى قراءة لدرجة الحرارة بالدرجات المئوية. يُمكن لهذا المُستشعر قياس درجات الحرارة في نطاق يتراوح بين 40- وحتى 125 درجة مئوية، ويُستخدم المُستشعر TMP36 بشكل أساسي في التطبيقات التي تتضمن تنظيم درجة الحرارة وقياسها، ويتميز بعدم حاجته إلى المعايرة، وبالتالي يمكن استخدامه دون أي ملحقات إضافية.

مُستشعرات الحركة

PIR Sensors

تستكشف مُستشعرات الحركة (Passive Infrared Sensors – PIR Sensors) الإلكترونيات وجود الأشياء ضمن مجال معين، وتعمل هذه المُستشعرات عن طريق قياس إشارات الموجات تحت الحمراء الموجودة في مجال رؤيتها.

مُستشعرات الغاز

Gas Sensors

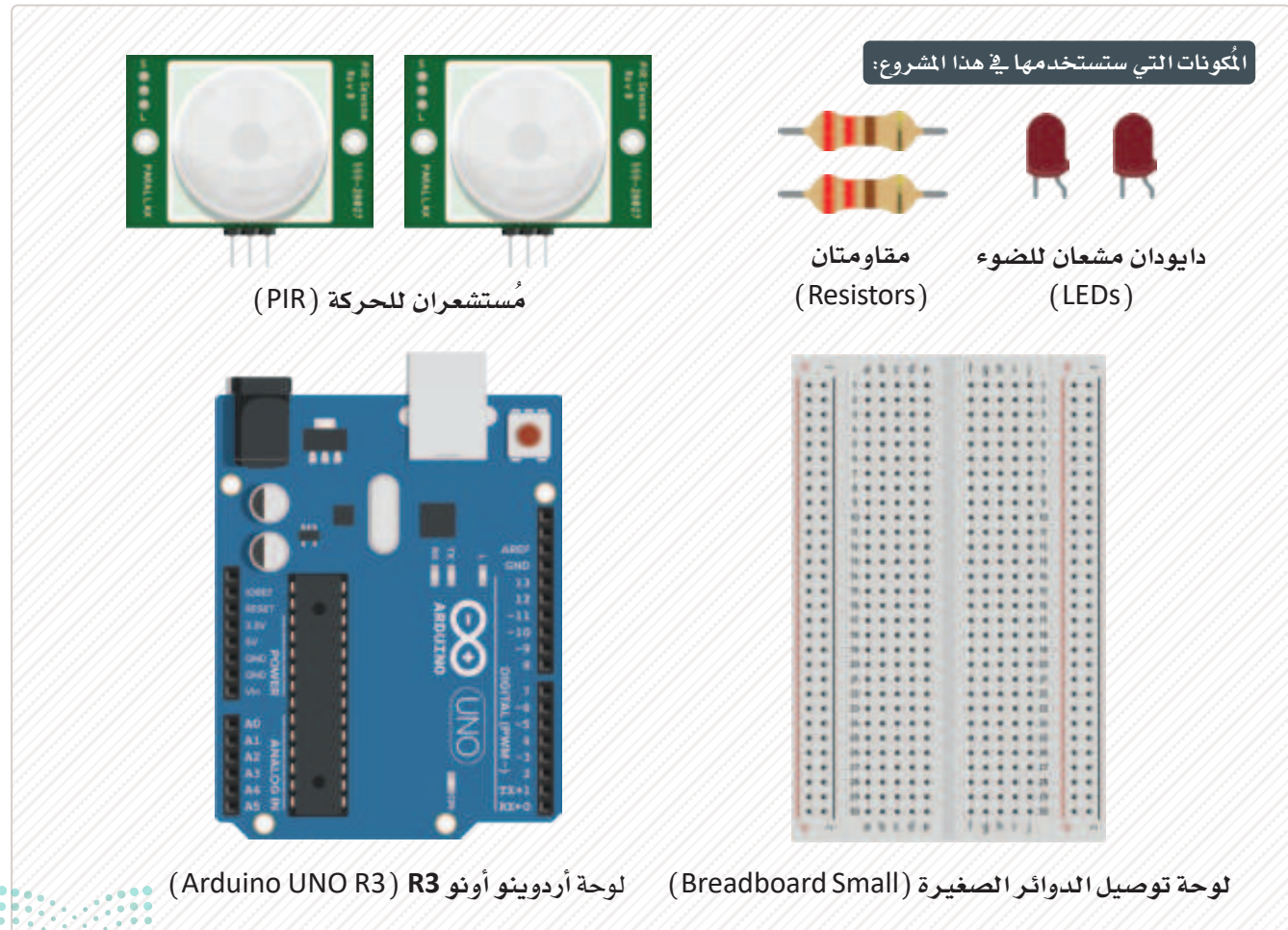
هي مقاومات كيميائية تكتشف وجود مستويات مُرتفعة من الدخان والغازات الأخرى مثل البروبان والهيدروجين وأول أكسيد الكربون، حيث تتغير قيمة المقاومة الكيميائية عند ملامسة الغاز لها ويُمكن لهذه المُستشعرات اكتشاف تركيز غاز بين 200 و 10,000 جزء في المليون، كما تُستخدم مثل هذه المُستشعرات لمراقبة المناطق التي قد تتعرض لخطر الحرائق أو انبعاث غازات سامة.

إنشاء نظام المنزل الذكي Build a Smart Home System

يزداد كل يوم تجهيز المنازل بمُستشعرات ذكية، حيث تُستخدم هذه المُستشعرات لتحسين جودة الحياة وتسهيل القيام بالأعمال المنزلية، وتتمثل إحدى التقنيات "الذكية" في تقنية المصابيح المنزلية الذكية التي يكون تشغيلها وإيقافها تلقائيًا عن طريق استشعار حركة الأشخاص في عُرف المنزل. ستستخدم في هذا المثال لوحة جهاز التحكم الدقيق أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) لمحاكاة نظام تلقائي لإضاءة غرفة في منزل ذكي، وذلك في محاكي تينكر كاد (Tinkercad)، كما ستستخدم مُستشعري حركة (PIR sensors) ليكتشفا وجود أي كائن ضمن مجال رؤيتهما (Field of View) في أي من الغرفتين، وعند وجود شخص في مجال رؤية المُستشعر، سيضيء الدايدود المشع للضوء المُلحق به، وعند مغادرته ستطفئ الإنارة. سيُمثل المُستشعر الثاني غرفة أخرى تنتظر دخول شخصٍ ما.

ستستخدم المكونات الآتية لهذا المشروع:

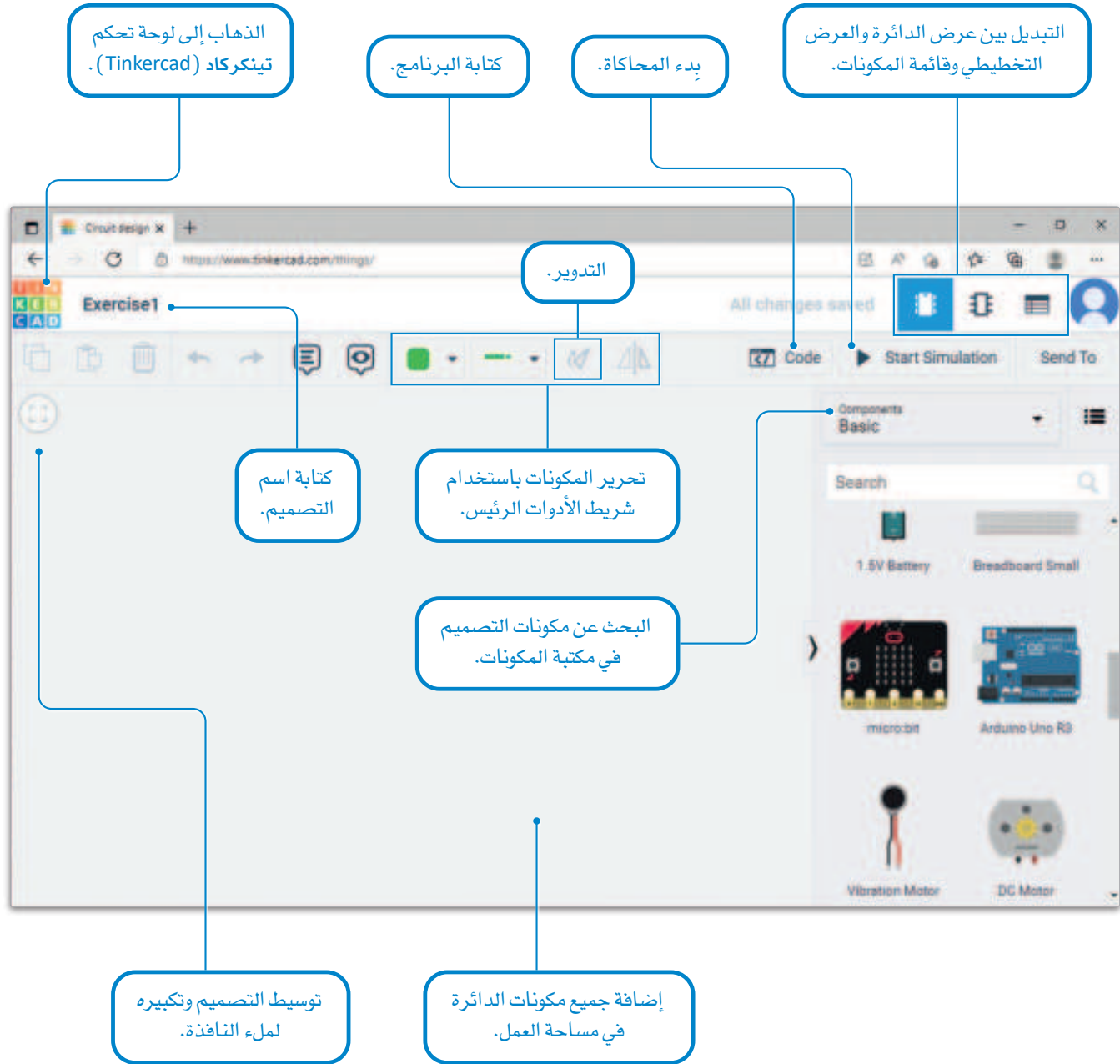
- لوحة أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3).
- مُستشعران للحركة (PIR) يعملان بالموجات تحت الحمراء.
- دايدودان مشعان للضوء (LEDs).
- مقاومتان (Resistors).
- لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small).





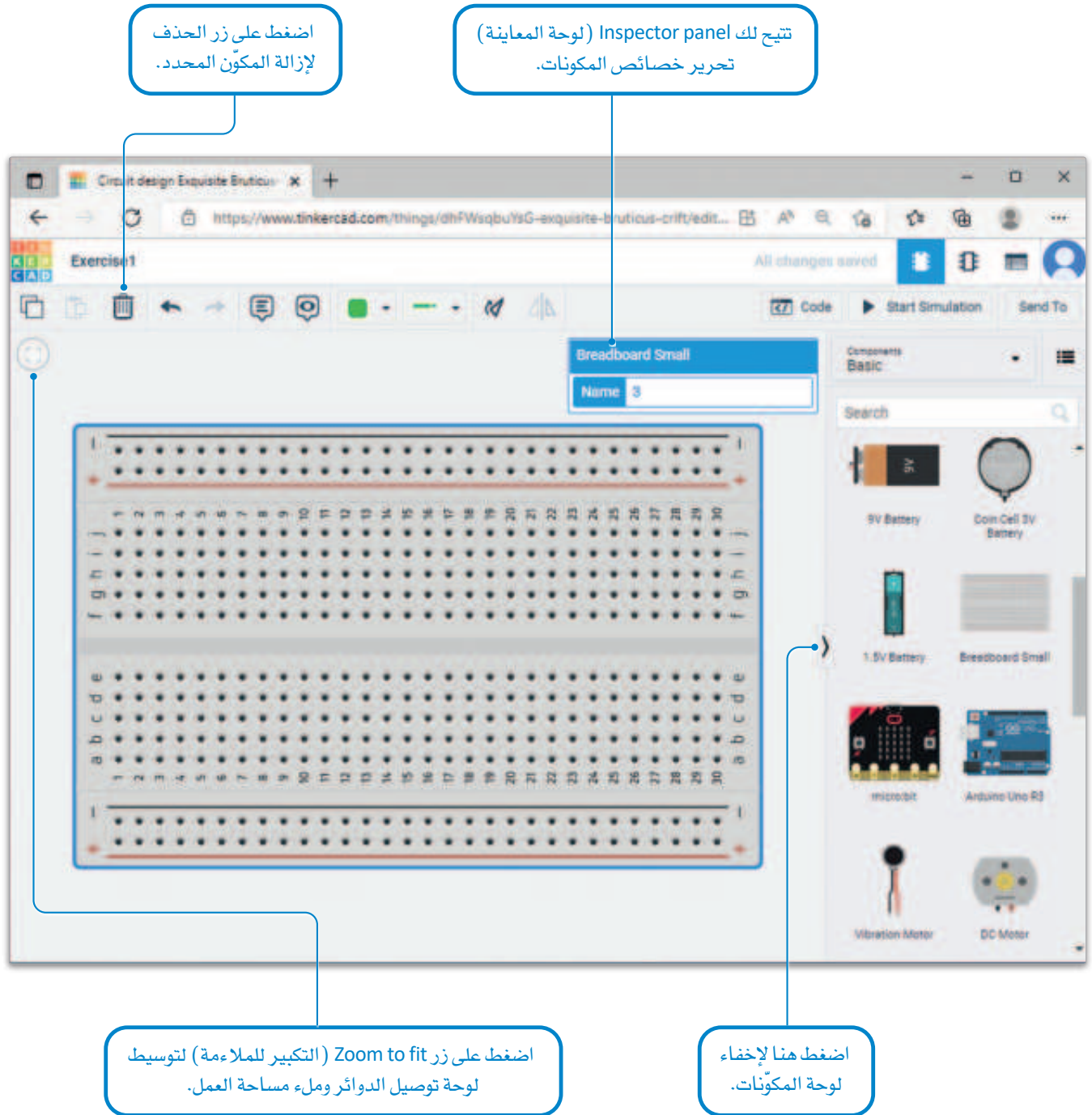
ابدأ الآن بتصميم دائرة جديدة في محاكي تينكر كاد (Tinkercad).

إن دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits) هي محاكي قائم على الويب يُستخدم في إنشاء نماذج أولية للدوائر الإلكترونية، وبرمجتها باستخدام أجهزة تحكم دقيقة مثل الأردوينو. افتح دوائر تينكر كاد من موقع الويب <https://www.tinkercad.com> واختر Circuits (الدوائر) لفتح النافذة الرئيسية للمحاكي.



شكل 3.8: النافذة الرئيسية لمحاكي دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits)

أضف مكوناً إلى التصميم بالضغط على المكون من مكتبة المكونات (Components)، ثم اضغط على أي مكان في مساحة العمل.

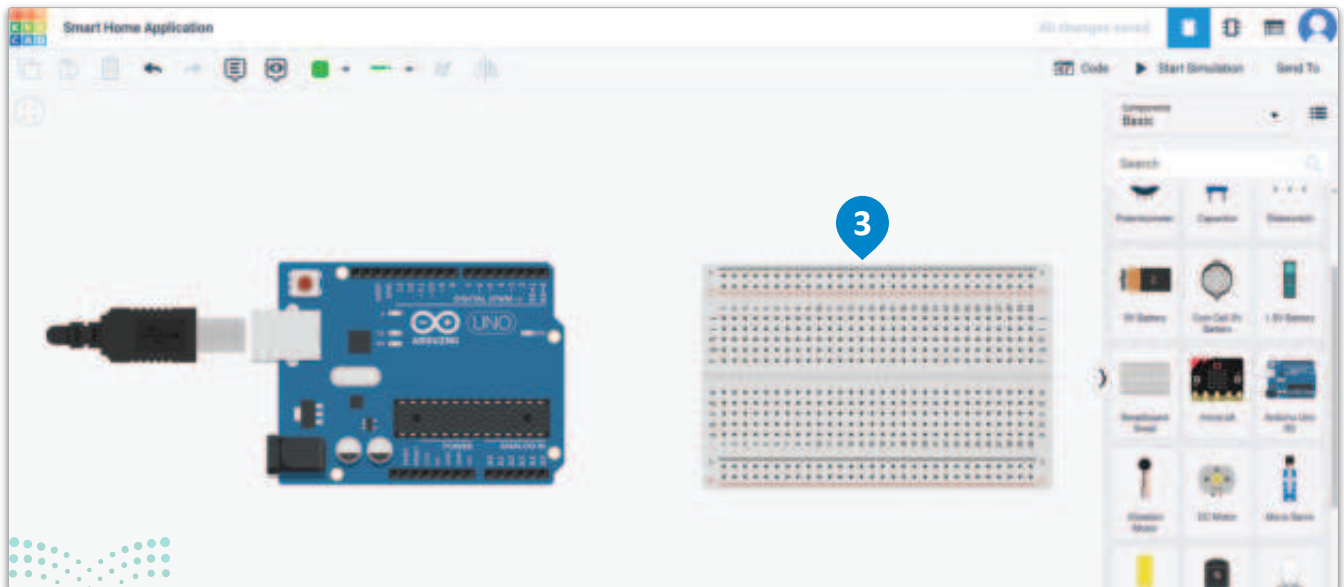
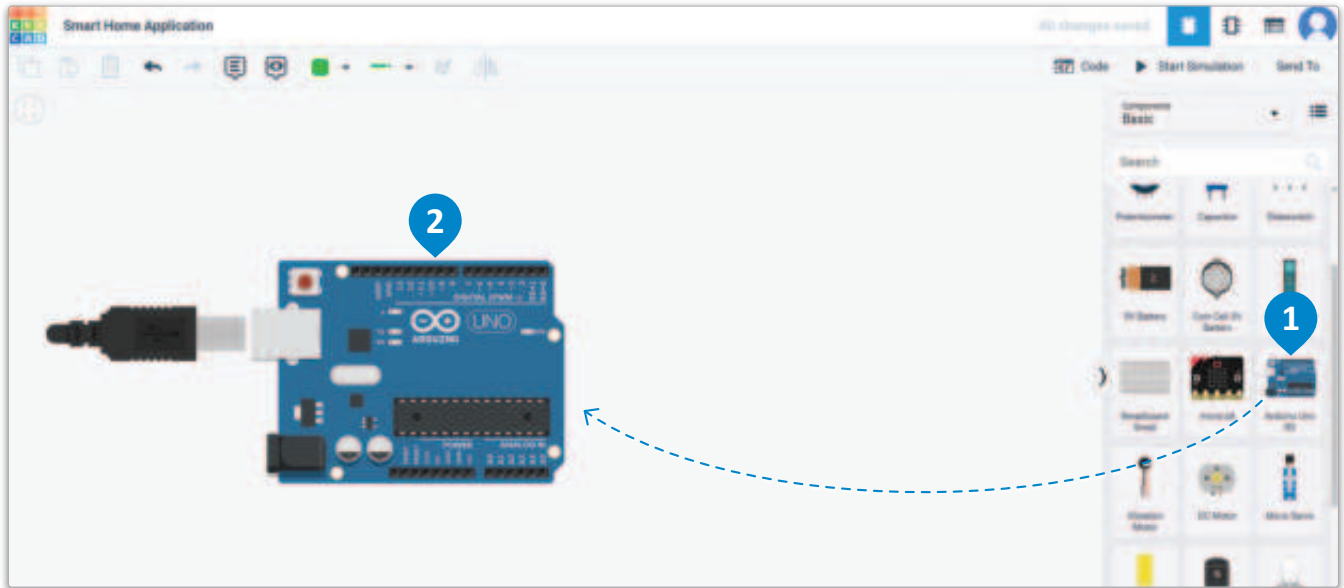


شكل 3.9: تحرير المكونات

ابحث عن المكونات التي ستحتاج إليها لهذا المشروع وانقلها إلى مساحة العمل، ثم ابحث عن لوحة أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) وقم بإضافتها، وكرّر الشيء نفسه لإضافة مُستشعري الحركة (PIR)، واثنين من الدايودات المشعة للضوء (LEDs) ومقاومتين (Resistors)، و لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard small) في مساحة العمل.

لإضافة المكونات إلى مساحة العمل:

- 1 < ابحث عن Arduino UNO R3 (لوحة أردوينو أونو R3) في مكتبة Components (المكونات)، 1 واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 2
- 2 < ابحث عن Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) في مكتبة Components (المكونات)، 2 واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 3

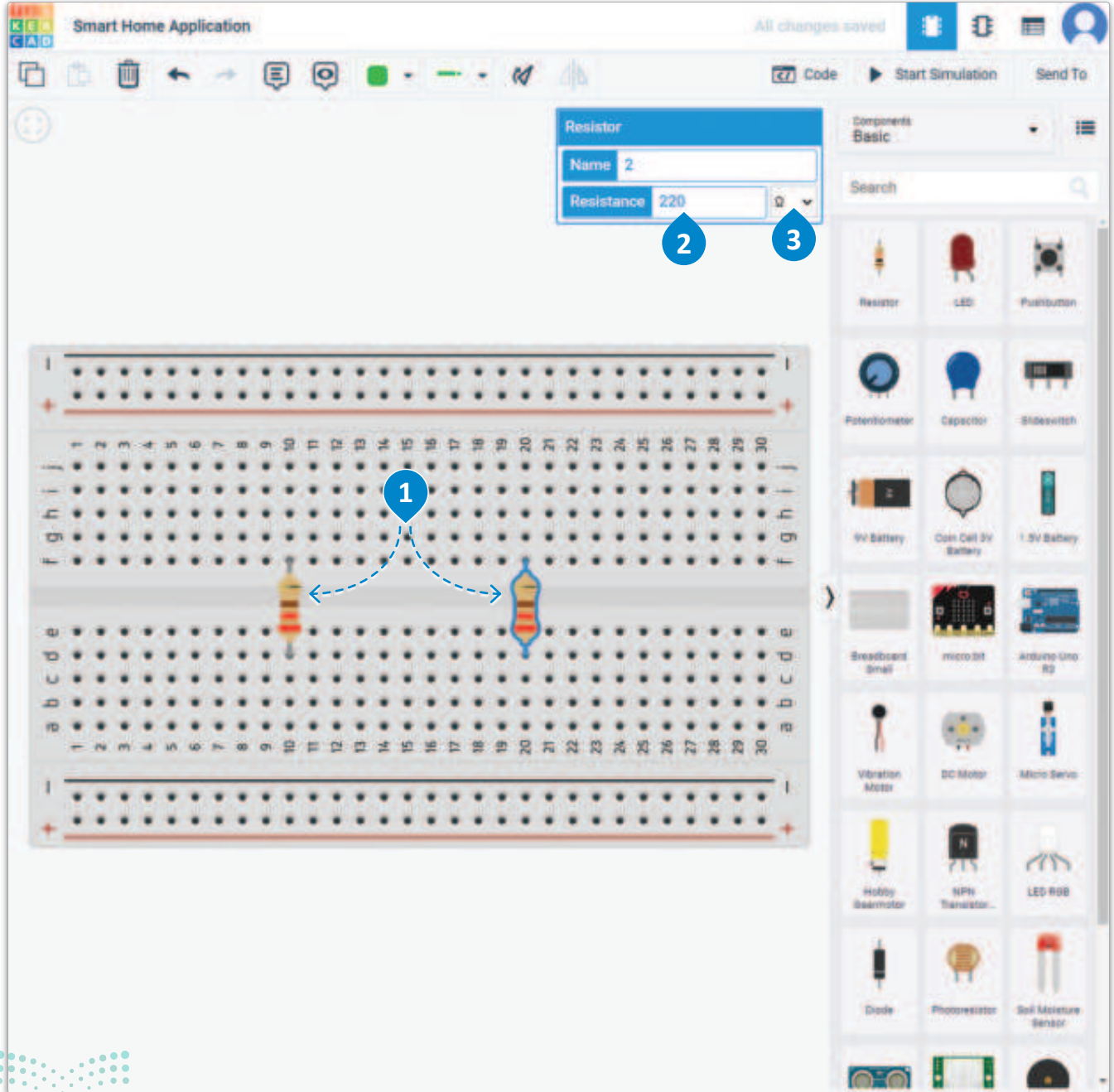


شكل 3.10: إضافة المكونات إلى مساحة العمل

ستضيف الآن مقاومتين إلى لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small).

إضافة المقاومات إلى لوحة توصيل الدوائر:

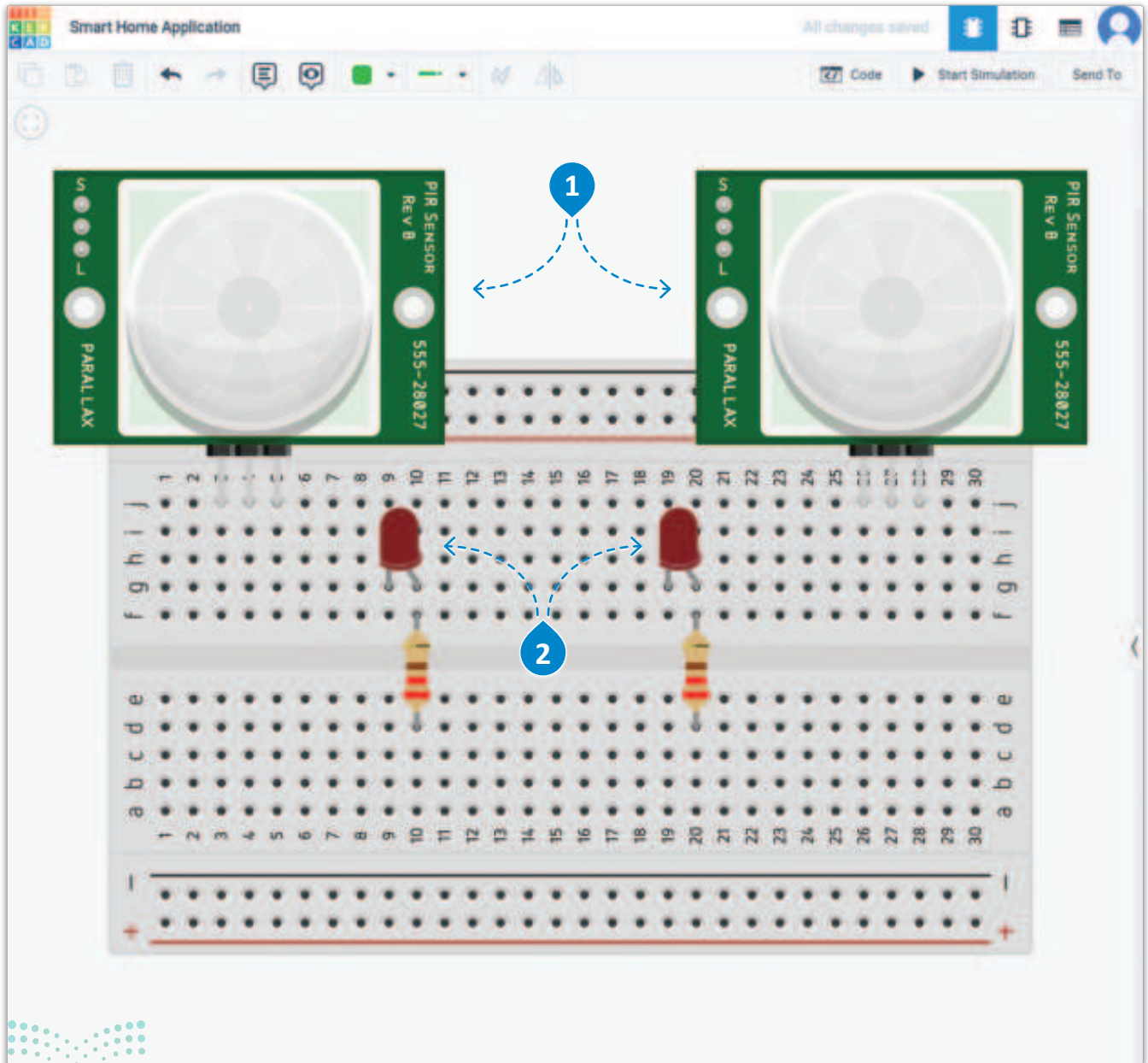
- < اسحب وأفلت Resistors (المقاومتان) من مكتبة Components (المكونات) على Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 1
- < من Inspector panel (لوحة المعاينة)، اضبط قيمة كل مقاومة (Resistor) إلى 220. 2 واضبط الوحدة Ω . 3



استمر بإضافة دايودين مشعين للضوء إلى لوحة توصيل الدوائر، وآخرين من مُستشعرات الحركة. ستحتاج إلى توصيل مصعد كل دايود مشع للضوء على التوالي مع مقاومته المُقابلة.

لإضافة المكونات إلى لوحة توصيل الدوائر:

- < اسحب وأفلت PIR sensors (مُستشعرات الحركة) من مكتبة Components (المكونات) وضعها في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 1
- < اسحب وأفلت LEDs (الدايودات المشعة للضوء) من مكتبة Components (المكونات)، ثم صل مصعد كل دايود مشع للضوء بالتوازي مع مقاومته المقابلة في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 2

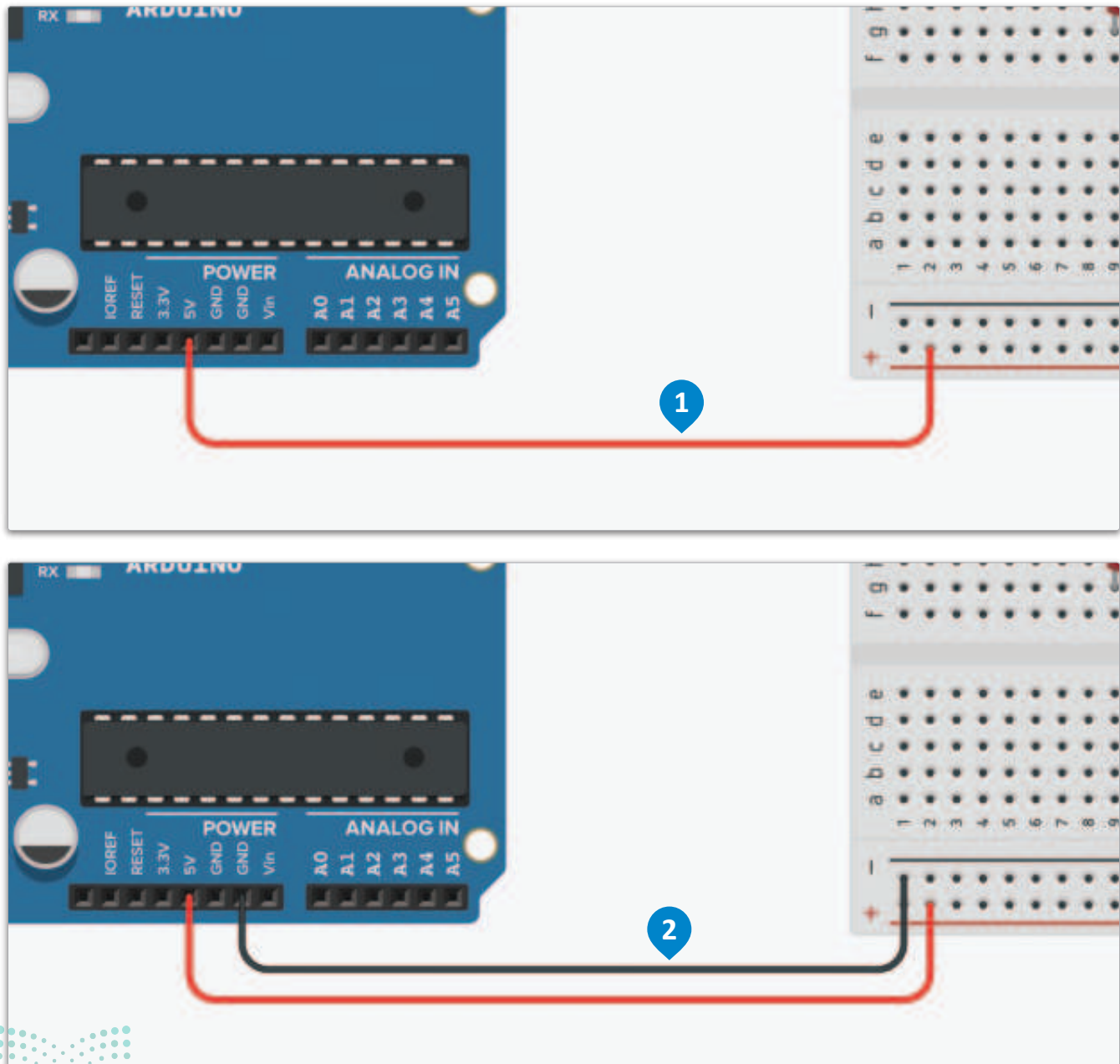


شكل 3.12: إضافة الدايودات المشعة للضوء

قُم بتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small) عن طريق توصيل طرف جهد 5 فولت (5V) بالعمود الموجب، والطرف الأرضي (GND) بالعمود السالب.

لتوصيل الأسلاك بلوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3):

- < قُم بتوصيل 5V (جهد 5 فولت) في لوحة الأردوينو بالعمود الموجب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغير لون السلك إلى Red (الأحمر). ①
- < قُم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) من لوحة الأردوينو أونو R3 بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغير لون السلك إلى black (الأسود). ②

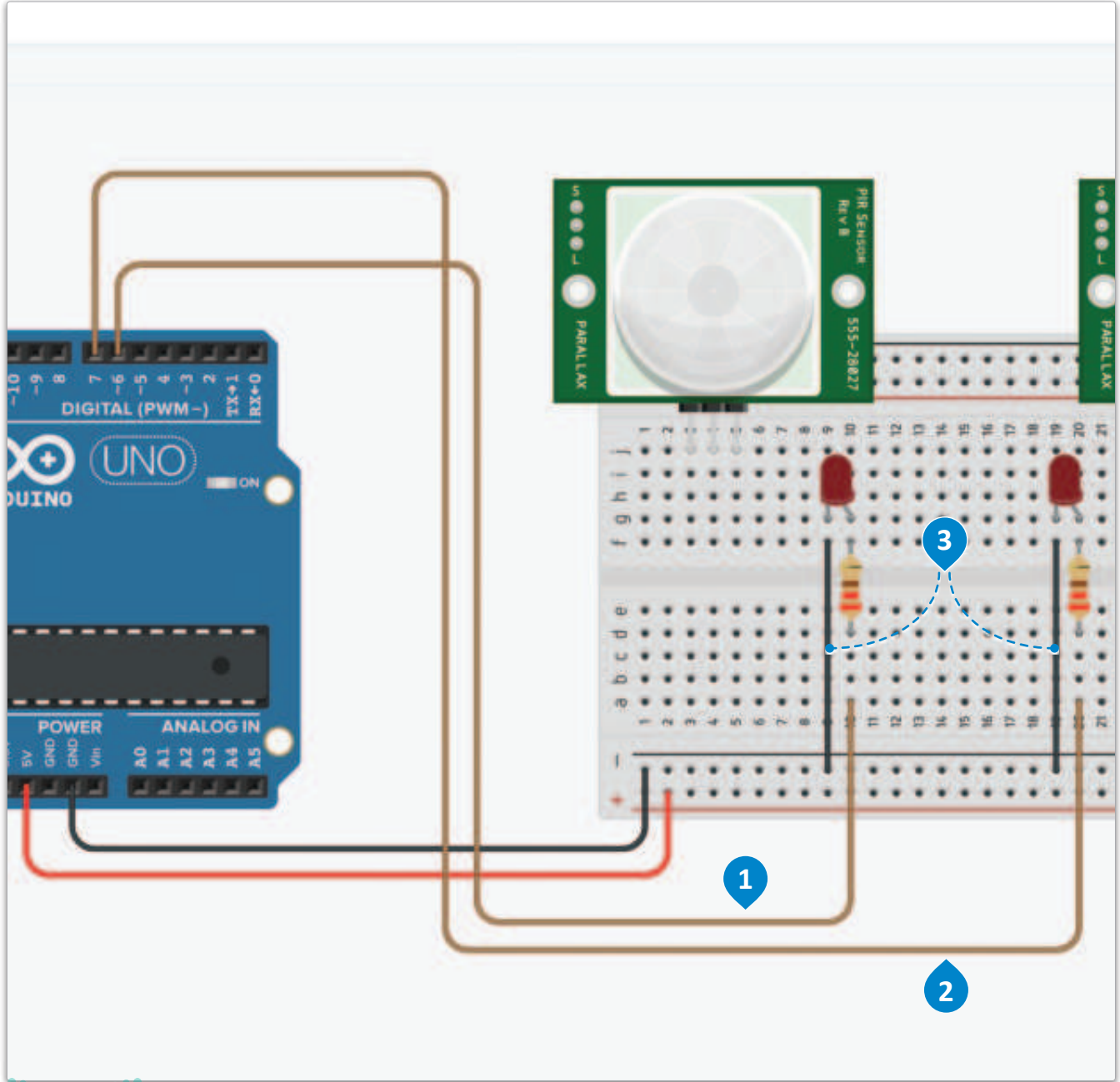


شكل 3.13: توصيل الأسلاك بلوحة الأردوينو

بعد ذلك قُم بتوصيل مقاومات الدايودات المشعة للضوء بمنافذ الأردوينو الرقمية 6 و7.

لتوصيل مقاومات الدايودات المشعة للضوء:

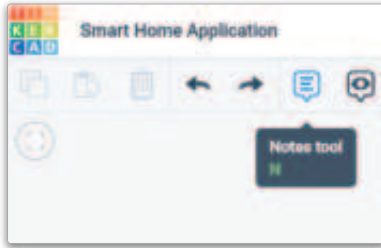
- 1 < قُم بتوصيل أحد المقاومات بـ Digital pin 6 (الطرف الرقمي 6) من لوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى brown (البنّي).
- 2 < قُم بتوصيل المقاومة الأخرى بـ Digital pin 7 (الطرف الرقمي 7) من لوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى brown (البنّي).
- 3 < قُم بتوصيل مهبطي الدايودات المشعة للضوء بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة).



شكل 3.14: توصيل أزواج أسلاك مقاومات الدايودات المشعة للضوء

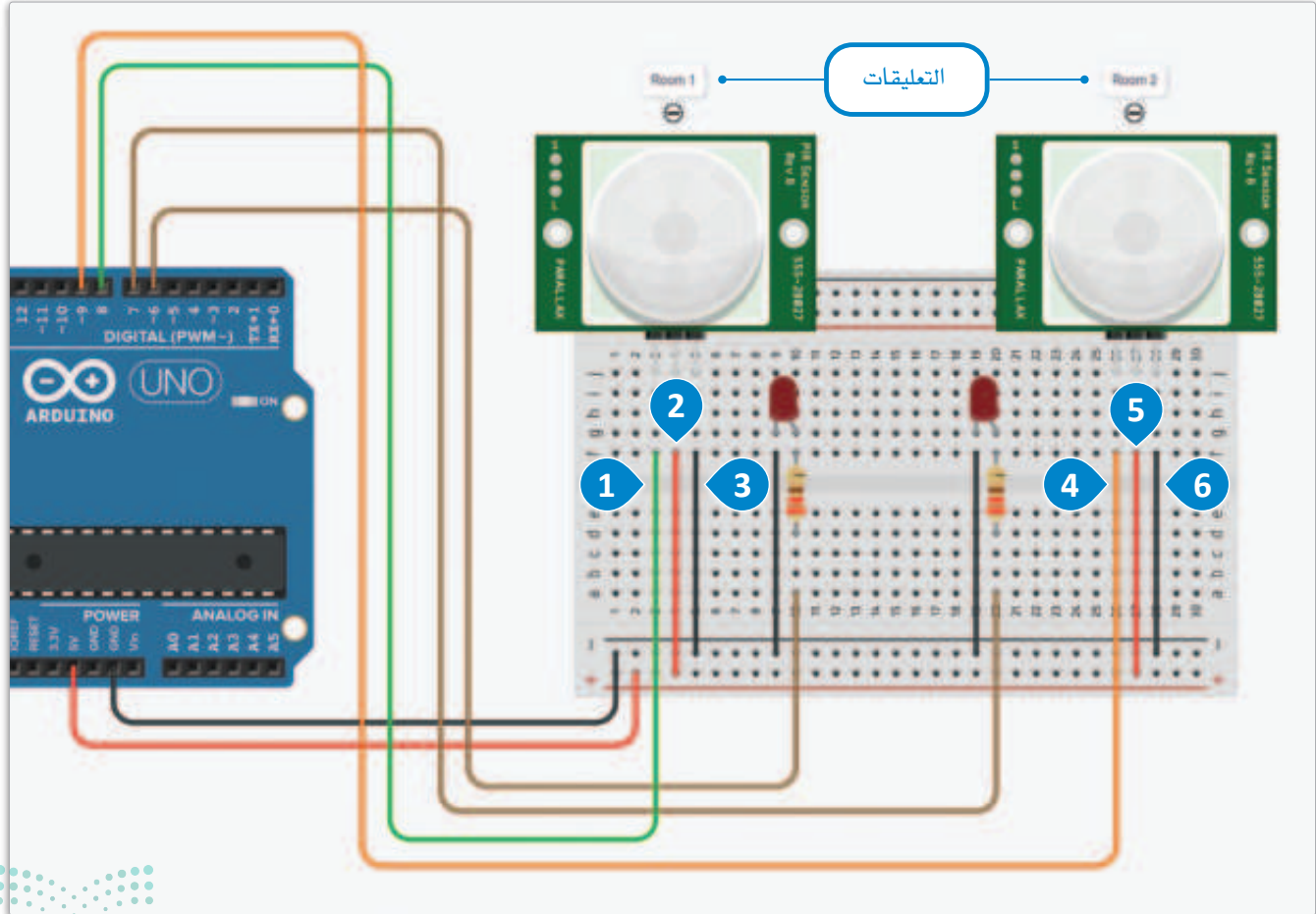
ختاماً وإتمام التوصيلات، ستحتاج إلى توصيل مُستشعر حركة الغرفة الأولى (PIR Room1) ومُستشعر حركة الغرفة الثانية (PIR Room2) بلوحة الأردوينو وبالأمعدة السالبة والموجبة في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

من المهم جداً إضافة التعليقات والملاحظات أثناء عملك كما هو الحال عندما تقوم بالبرمجة. يمكنك في Tinkercad إضافة التعليقات في مساحة العمل. على سبيل المثال، يمكنك إضافة تعليقات للإشارة إلى الغرفتين باستخدام أداة الملاحظات (Note Tool).



لتوصيل مُستشعرات الحركة :

- < قُم بتوصيل طرف إشارة PIR Sensor (مُستشعر الحركة) بـ Digital pin 8 (الطرف الرقمي 8)، وغيّر لون السلك إلى اللون green (الأخضر). ①
- < قُم بتوصيل طرف طاقة PIR Sensor (مُستشعر الحركة) بالعمود الموجب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى اللون red (الأحمر). ②
- < قُم بتوصيل Ground (الطرف الأرضي) لمُستشعر الحركة بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ③
- < قُم بتوصيل طرف إشارة PIR Sensor (مُستشعر الحركة) بـ Digital pin 9 (الطرف الرقمي 9) وغيّر لون السلك إلى اللون orange (البرتقالي). ④
- < قُم بتوصيل طرف طاقة PIR Sensor (مُستشعر الحركة) بالعمود الموجب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى اللون red (الأحمر). ⑤
- < قُم بتوصيل Ground (الطرف الأرضي) لمُستشعر الحركة بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ⑥



شكل 3.15: توصيل مُستشعرات الحركة

لبنات التعليمات البرمجية Code Blocks

الآن وبعد أن انتهت من إعداد المكونات، ستستكشف بيئة البرمجة التي ستستخدمها في هذه الوحدة. يوفر تينكر كاد تقنية البرمجة القائمة على اللبنات البرمجية لتبسيط عملية برمجة وحدة التحكم الدقيقة.



شكل 3.16: اللبنات البرمجية

تصنيفات اللبنات البرمجية

● التحكم Control

تسمح لك فئة لبنات التحكم (Control) بإضافة أحداث وتحديد التكرارات البرمجية لتكرار الإجراءات واستخدام العبارات الشرطية لاتخاذ القرارات.

● العمليات الرياضية Math

تسمح لك فئة اللبنات الرياضية (Math) باستخدام الرموز والعمليات الرياضية.

● المتغيرات Variables

تسمح لك فئة لبنات المتغيرات (Variables) بإنشاء متغيرات.

● الإخراج Output

تسمح لك فئة لبنات الإخراج (Output) بتحديد المنافذ الرقمية (Digital) والتناظرية (Analog) وإرسال الأوامر إلى مكونات وحدة التحكم الدقيقة.

● الإدخال Input

تسمح لك فئة لبنات الإدخال (Input) بقراءة البيانات من وحدة التحكم الدقيقة.

● التعليقات Notation

تسمح لك فئة لبنات التعليقات (Notation) باستخدام التعليقات على التعليمات البرمجية الخاصة بك.

معلومة

تعدُّ لبنات التعليمات البرمجية الرسومية في تينكر كاد مفيدة في إنشاء برامج الأردوينو، كما تساعد في تجنب الأخطاء الشائعة مثل: أخطاء تراكيب الجمل، وأخطاء كتابة أسماء الدوال، ونسيان الفاصلة المنقوطة (:) وغيرها من الأخطاء.

Control



يمكنك العثور على لبّتي forever و if () then else في فئة لبّات التحكم (Control).

يُعدّ عمل لبّنة forever ضروريًا في كل برنامج بصفتها اللبّنة التي تضاف إليها بقية الأوامر. ستشغّل جميع اللبّات الأخرى الموجودة بداخلها إلى الأبد وعلى التوالي، وذلك حتى يتم إيقاف تشغيل جهاز إنترنت الأشياء.

تتحقق لبّنة if () then else مما إذا كانت معايير الشرط مستوفاة. إذا كان الأمر كذلك، فإن جهاز التحكم الدقيق يُنفذ اللبّات بين if () then و else، وبخلاف ذلك تُنفذ اللبّات أدنى else.

Output



يمكن العثور على لبّنة set pin () to () في فئة لبّات الإخراج (Output).

يمكن لللبّنة set pin () to () تعيين الحالة للطرف (pin) الرقمي أو التناظري إلى قيمة مُرتفعة (HIGH) أو مُنخفضة (LOW).

يمكن أن تتراوح قيم المنافذ التناظرية بمجموعة من قيم الجهد من 0 فولت إلى 3.3 فولت أو 5 فولت. يعني هذا أنه عند ترجمتها بواسطة البرنامج فإن قيم الجهد هذه تتوافق مع مجموعة كبيرة ومتنوعة من القيم.

Input

read digital pin 0

read analog pin A0

يمكن العثور على لبّنة read digital pin () ولبّنة read analog pin () في فئة لبّات الإدخال (Input).

لبّنة read digital pin () هي لبّنة منطقية تقرأ حالة الطرف الرقمي للجهاز (مُرتفع (HIGH) أو مُنخفض (LOW)).

يُمكن لللبّنة read digital pin () قراءة مستوى جهد يتراوح بين جهد اللوحة 3.3 فولت أو 5 فولت وصولاً إلى 0 فولت أي الأرضي (GND).

للأطراف الرقمية حالتان: مُرتفع (HIGH) عند مرور جهدٍ خلالها مقداره (3.3 فولت أو 5 فولت)، ومنخفض (LOW) عندما لا يمر أي جهد (0 فولت). تُفسّر هاتان الحالتان بواسطة البرنامج على أنهما 1 (صواب) True و 0 (خطأ) False على التوالي.

إنشاء التعليمات البرمجية Creating the Code

سَيُنْفَذ برنامجك بلا توقف (forever) ، وسيتم تنفيذ لبنتي if /else ، إحداها للغرفة الأولى (Room1) والأخرى للغرفة الثانية (Room2) . ستتحقق مُستشعرات الحركة من وجود أي حركة داخل العُرفتين. إذا اكتشف مُستشعر الحركة أي تحرك، فسيتشغل الدايمود المشع للضوء الخاص به، وعند توقفه عن استشعار الحركة، سيتوقف الدايمود المشع للضوء عن الإضاءة. تُحاكي هذه الدائرة تطبيق المنزل الذكي (Smart Home) الذي يقوم بإنارة الغرفة تلقائيًا بمجرد دخول أي شخص إلى الغرفة.

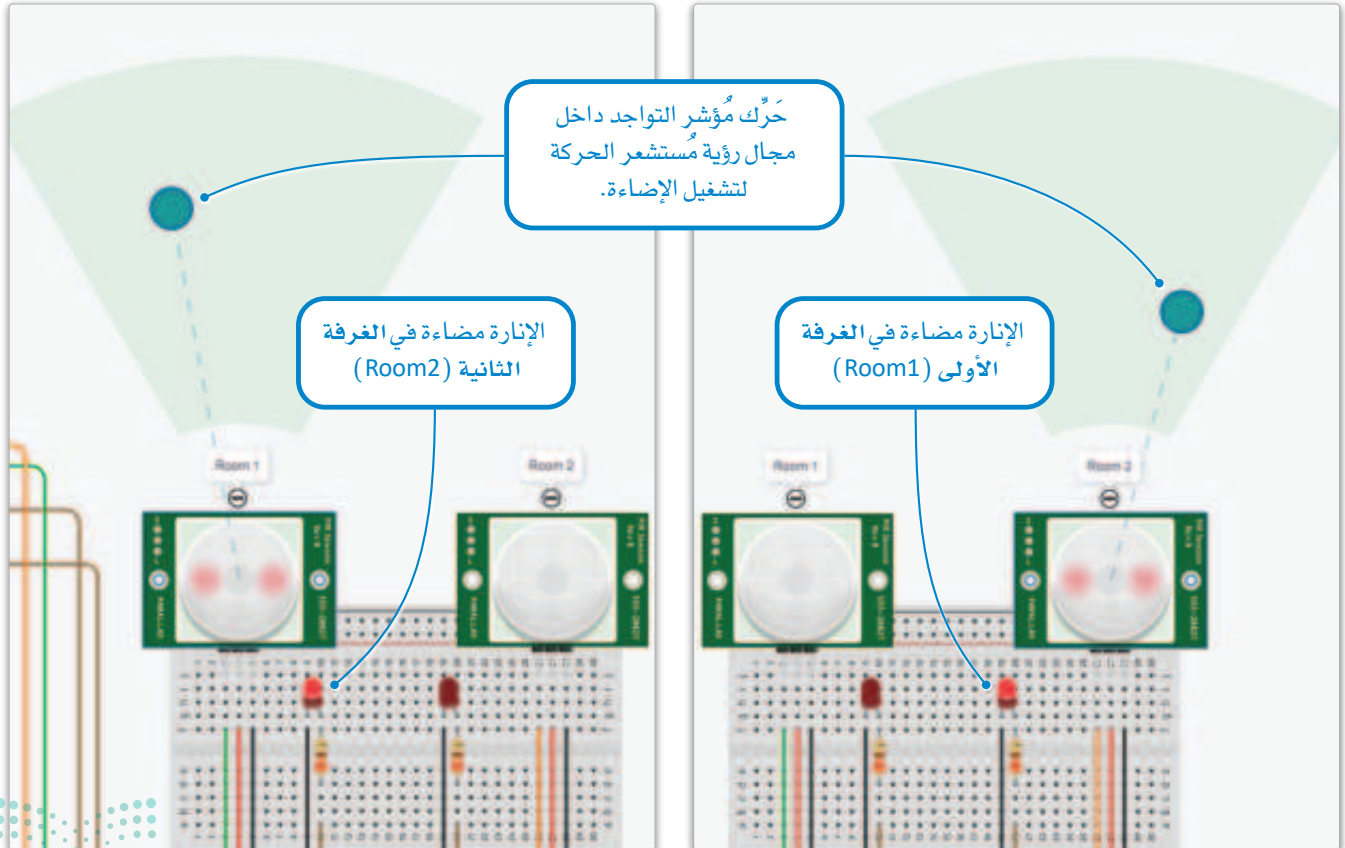
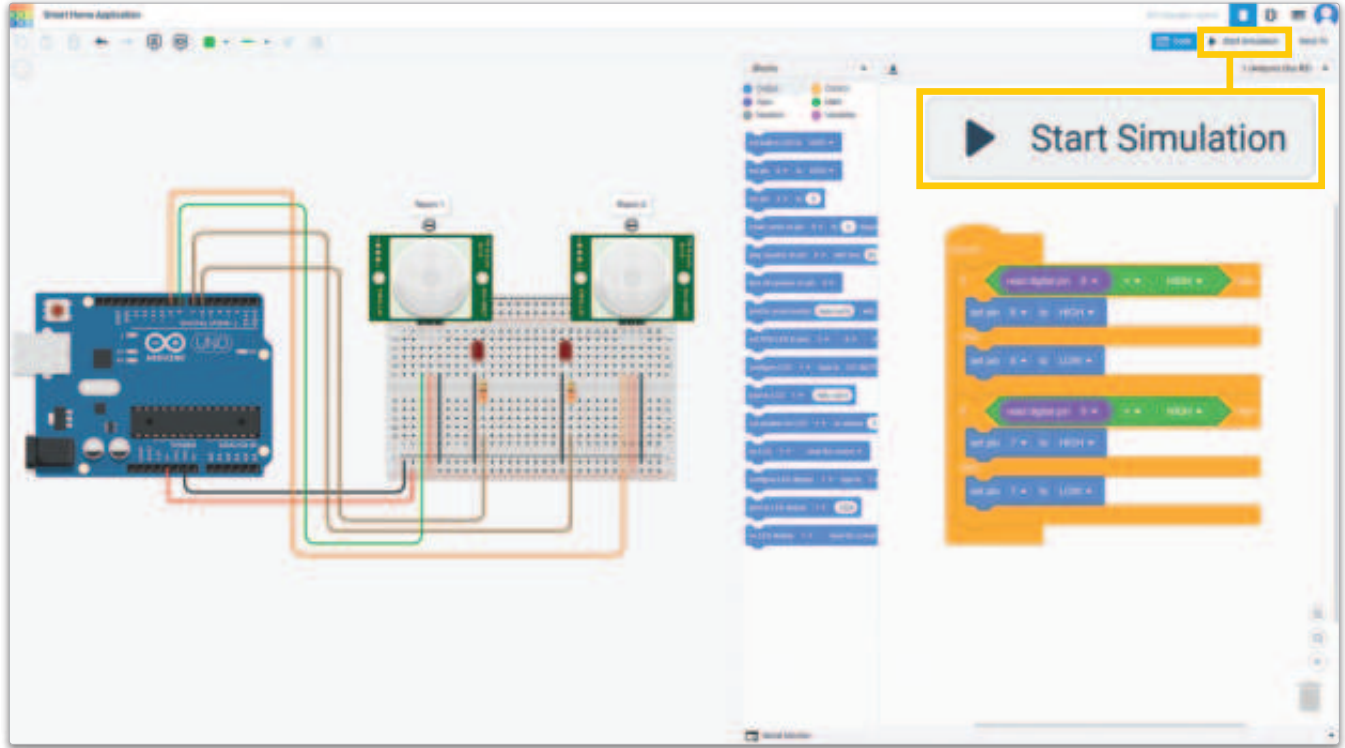
ستُشغّل اللبّنة داخل لبنة forever بشكل مستمر على التوالي حتى توقف المحاكاة.

التحقق من وجود أي حركة في الغرفة الأولى.

التحقق من وجود أي حركة في الغرفة الثانية.

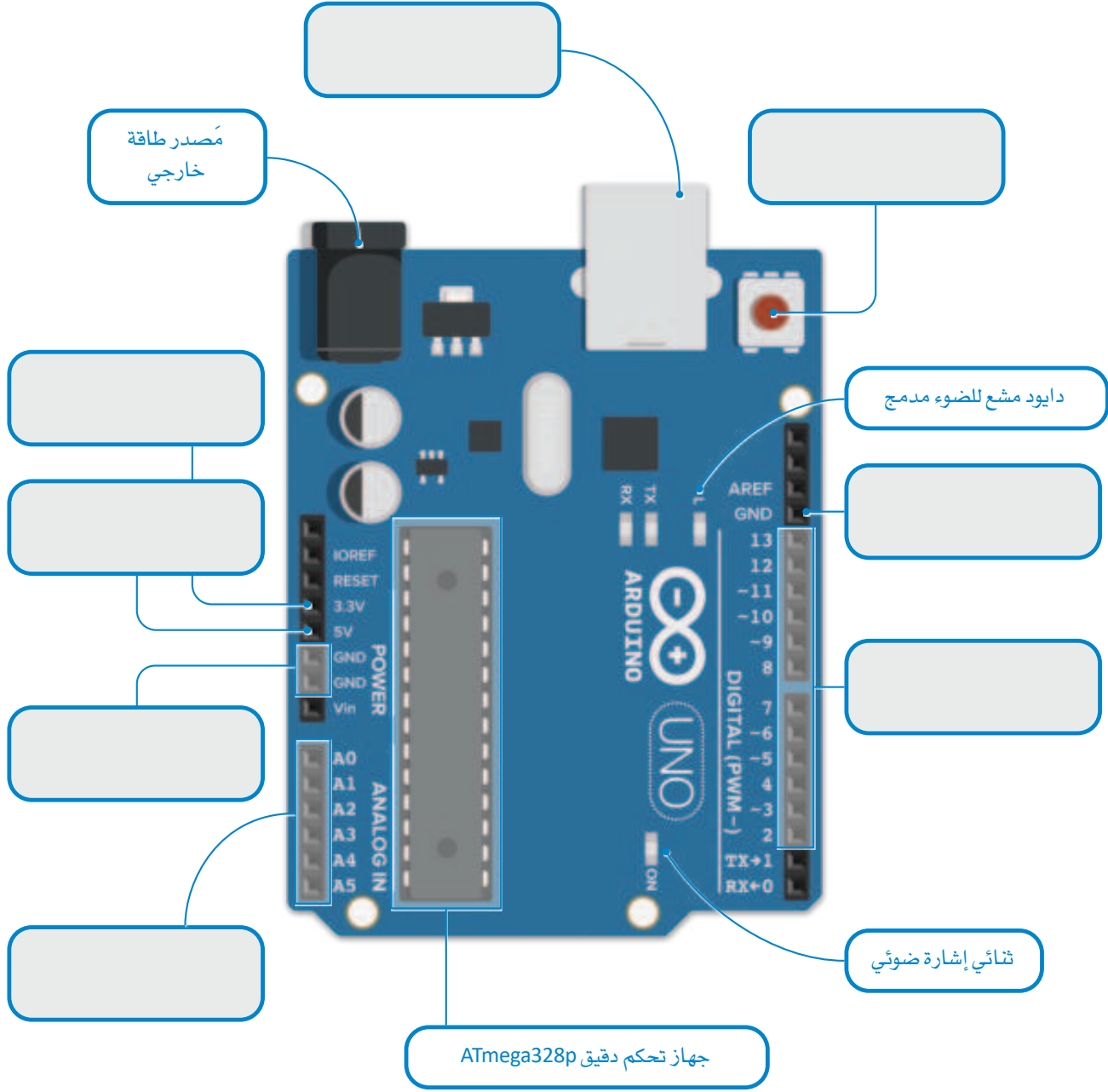
شكل 3.17: تنفيذ البرنامج

ابدأ المحاكاة بالضغط على زر بدء المحاكاة (Start Simulation) لاختبار برنامجك.



تمرينات

1 املأ المربعات الفارغة بأسماء المكونات الناقصة.



2 صل العناصر في السطر الأول بمسمياتها في السطر الثاني.



مُستشعر رطوبة التربة



مُستشعر الغاز



مُستشعر درجة الحرارة

المُكون في المحاكى

الاسم

اكتب الحالات التي يمكنك فيها استخدام مُستشعر:

1. درجة الحرارة

2. الغاز

3. رطوبة التربة

3 ما الفرق بين المداخل الرقمية والتناظرية؟



4 ابحث في الإنترنت عن الاختلافات الرئيسية بين مجموعة الأردوينو أونو (Arduino Uno) ومجموعة الأردوينو نانو (Arduino Nano). ما أنواع التطبيقات التي تُستخدم في كل مجموعة؟ اكتب إجابتك أدناه.

5 ما ميزة برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باللبينات البرمجية بدلاً من كتابة التعليمات البرمجية نصياً في تينكر كاد؟ اذكر ما تتوقعه من سلبيات استخدام هذه الطريقة.

6 قم بتوسعة نظام المنزل الذكي لمراقبة ثلاث عُرفٍ بدلاً من اثنتين.

7 غير نظام المنزل الذكي ليحتوي على دايودين مشعين للضوء (أحمر وأخضر) ومُستشعر الحركة. عند اكتشاف المُستشعر لحركة يشتغل الدايود المشع للضوء الأخضر فقط، وعند عدم اكتشاف حركة، يشتغل الدايود المشع للضوء الأحمر فقط.





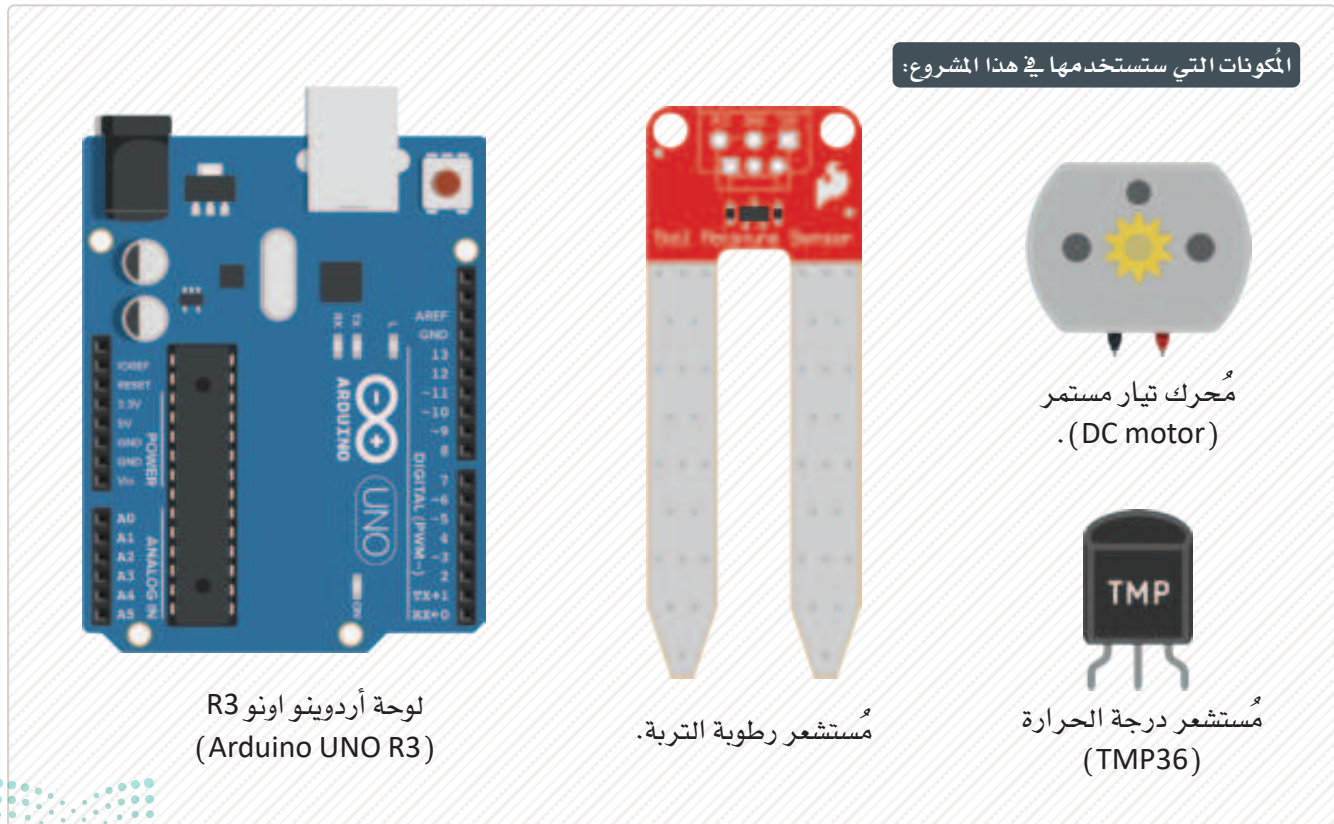
إنشاء نظام لري النباتات Build a Plant Watering System

أدت الزيادة الكبيرة في عدد السكان خلال القرن الماضي إلى ظهور الحاجة الماسة لتوفير المزيد من المحاصيل لتأمين الغذاء والمنتجات الأساسية الأخرى. وتطلب هذا الأمر توسعاً كبيراً في زراعة المحاصيل والنباتات لتلبية حاجات البشر. إلا أن عملية التوسع هذه واجهت صعوبة الاعتناء بهذه الأراضي الزراعية بشكل يدوي.

طوّرت الأنظمة الآلية للري لزيادة فاعليته وتحسين كفاءة الإنتاج الزراعي بصورة كبيرة. ستستخدم في هذا الدرس لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) لمحاكاة نظام آلي لري النبات. وسيستخدم النظام مُحركًا لتشغيل نظام الري عند اكتشاف المُستشعرات انخفاض رطوبة التربة وارتفاع درجة الحرارة.

ستحتاج في هذا المشروع إلى المكونات الآتية:

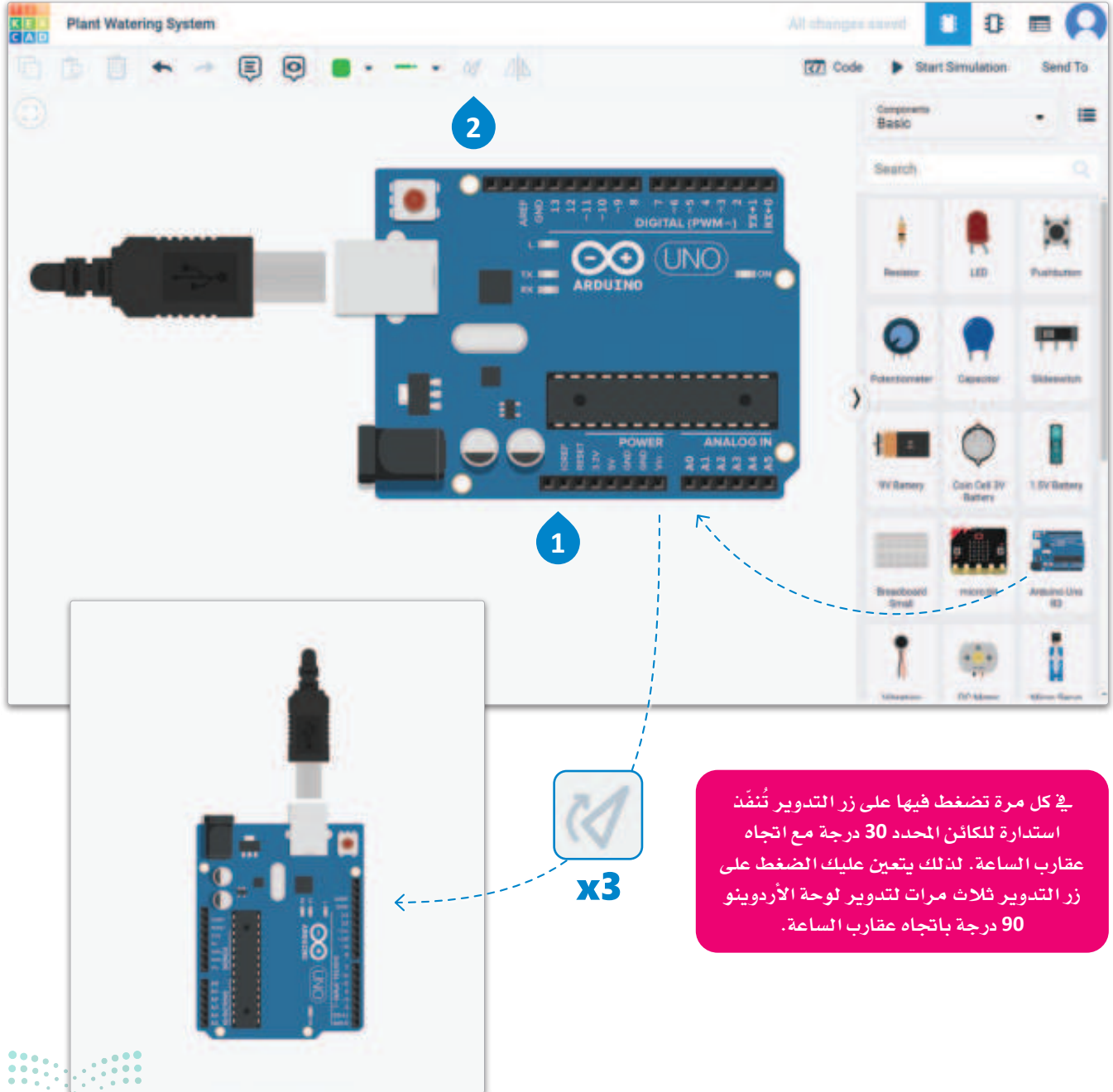
- مُحرك تيار مستمر (DC motor).
- مُستشعر درجة الحرارة (TMP36).
- مُستشعر رطوبة التربة.
- لوحة أردوينو اونو R3 (Arduino UNO R3).



ابدأ بإضافة المكونات التي ستحتاج إليها لهذا المشروع في مساحة العمل. أولاً، ابحث عن لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) وأضفها إلى مساحة العمل، وقم بتدويرها 90 درجة.

لإضافة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق:

- < اسحب وأطّل Arduino UNO R3 (لوحة أردوينو أونو R3) من مكتبة Components (المكونات) في مساحة العمل. 1
- < اضغط على زر التدوير ثلاث مرات. 2



شكل 3.20: إضافة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق

ابحث بعد ذلك عن بقية المكونات، وهي مُحرك تيار مستمر (DC motor)، ومُستشعر درجة الحرارة (TMP36)، ومُستشعر رطوبة التربة (Soil Moisture Sensor). أضف هذه المكونات إلى مساحة العمل كما يلي:



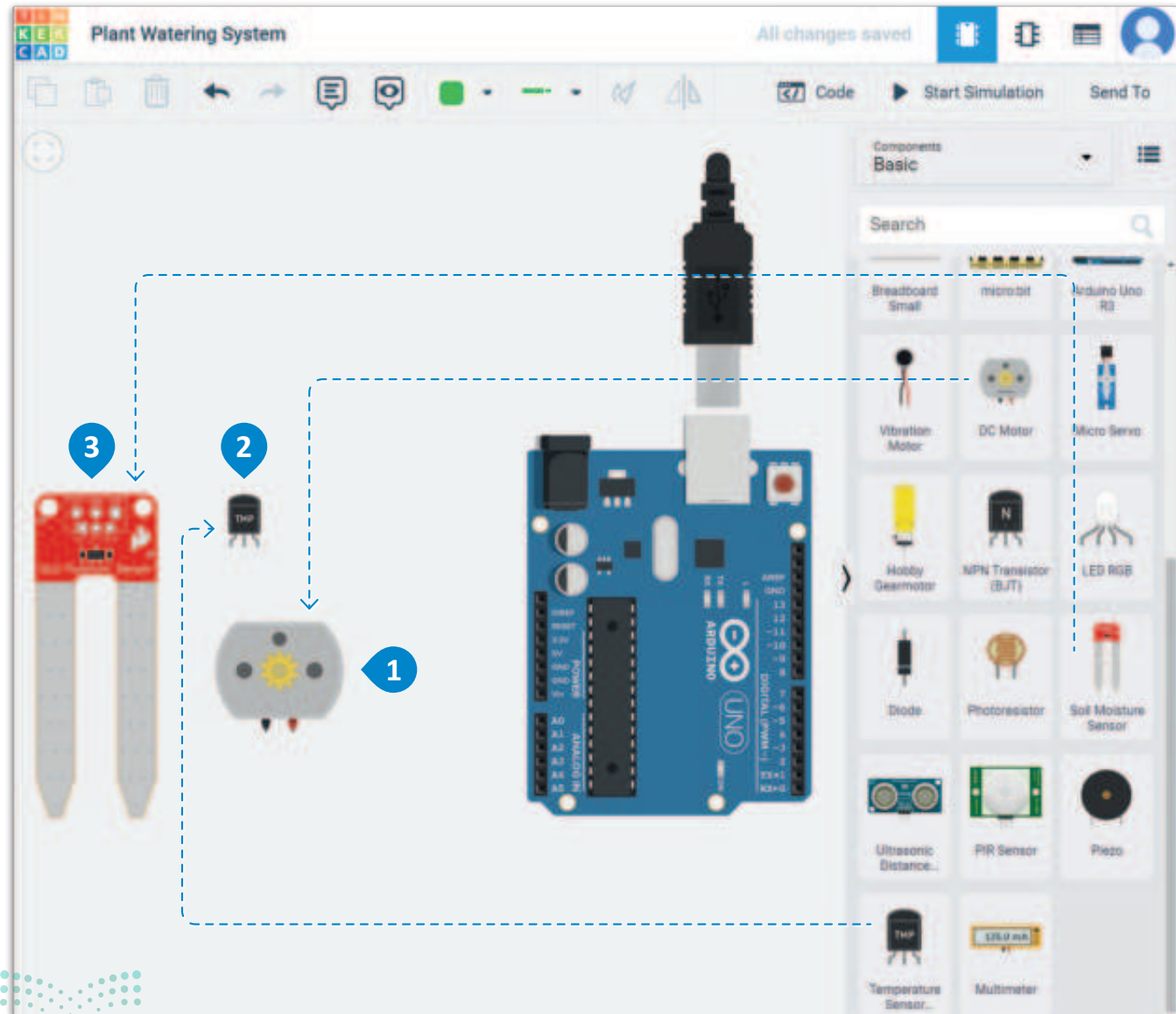
يُستخدم في هذا المشروع محرك التيار المستمر (DC motor) كوسيلة لتشغيل مضخة المياه التي تزود النباتات بالمياه.

لإضافة المكونات إلى مساحة العمل:

< ابحث عن DC motor (مُحرك تيار مستمر) من مكتبة Components (المكونات) واسحبه وأقلته في مساحة العمل. 1

< ابحث عن TMP36 Temperature Sensor (مُستشعر درجة الحرارة TMP36) من مكتبة Components (المكونات) واسحبه وأقلته في مساحة العمل. 2

< ابحث عن Soil Moisture Sensor (مُستشعر رطوبة التربة) من مكتبة Components (المكونات) واسحبه وأقلته في مساحة العمل. 3

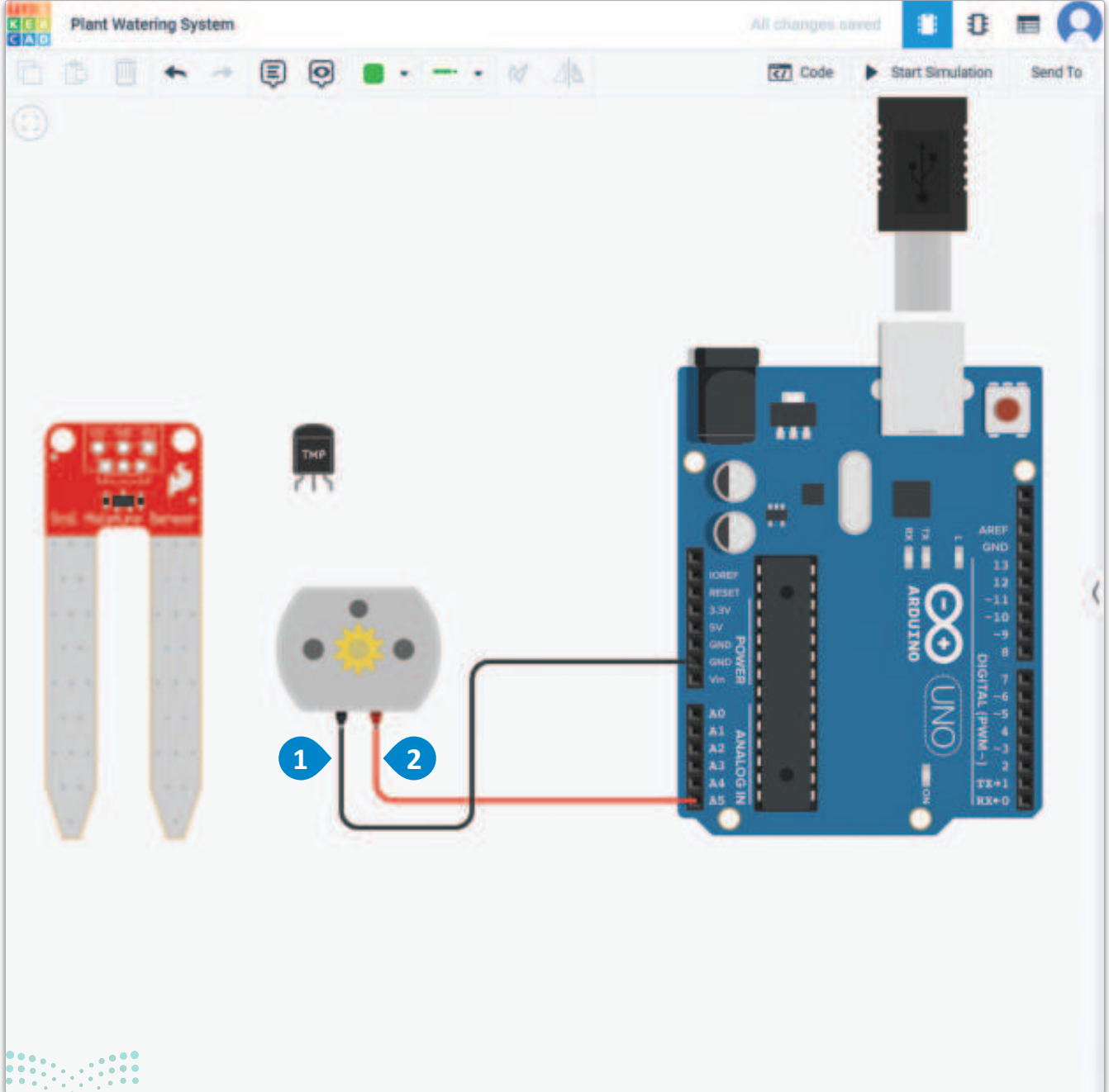


شكل 3.21: إضافة المكونات إلى مساحة العمل

الآن، قُم بتوصيل محرك تيار مستمر (DC motor) إلى لوحة أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3).

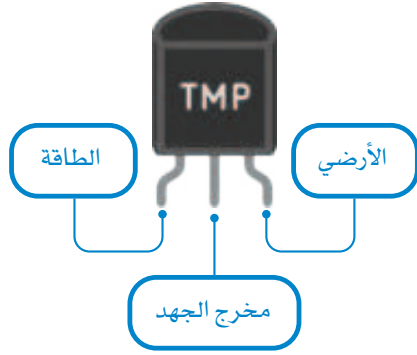
لتوصيل محرك التيار المستمر (DC motor):

- < قُم بتوصيل الطرف 1 من محرك التيار المستمر بـ GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو أونو R3 وغيّر لون السلك إلى اللون black (الأسود). ①
- < قُم بتوصيل الطرف 2 من محرك التيار المستمر إلى الطرف التناظري A5 للوحة الأردوينو أونو R3 وغيّر لون السلك إلى اللون red (الأحمر). ②



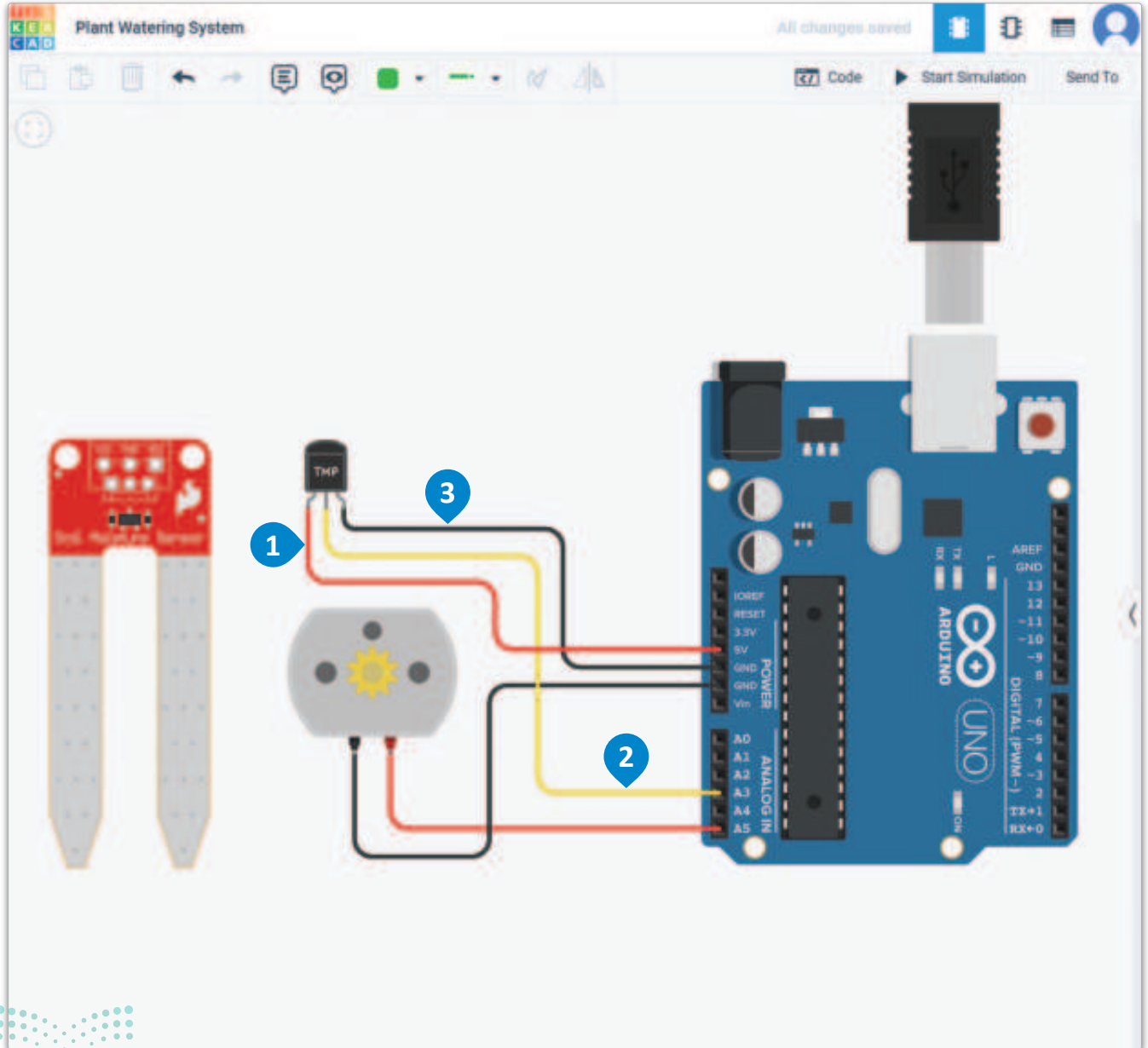
شكل 3.22: توصيل محرك التيار المستمر

بعد ذلك قُم بتوصيل مُستشعر درجة الحرارة بلوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3).

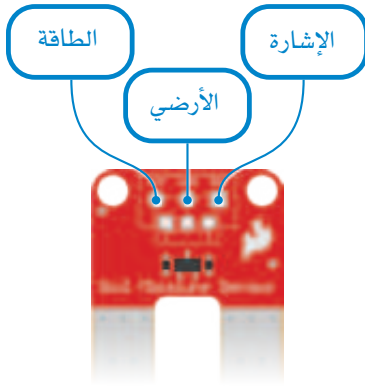


لتوصيل مُستشعر درجة الحرارة:

- < قُم بتوصيل طرف Power (الطاقة) الخاص بمُستشعر درجة الحرارة بالطرف 5V (جهد 5 فولت) من لوحة الأردوينو، وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ①
- < قُم بتوصيل طرف مخرج Vout (الجهد) الخاص بمُستشعر درجة الحرارة بالطرف التناظري A3 للوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى اللون yellow (الأصفر). ②
- < قُم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) الخاص بمُستشعر درجة الحرارة بـ GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو أونو وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ③

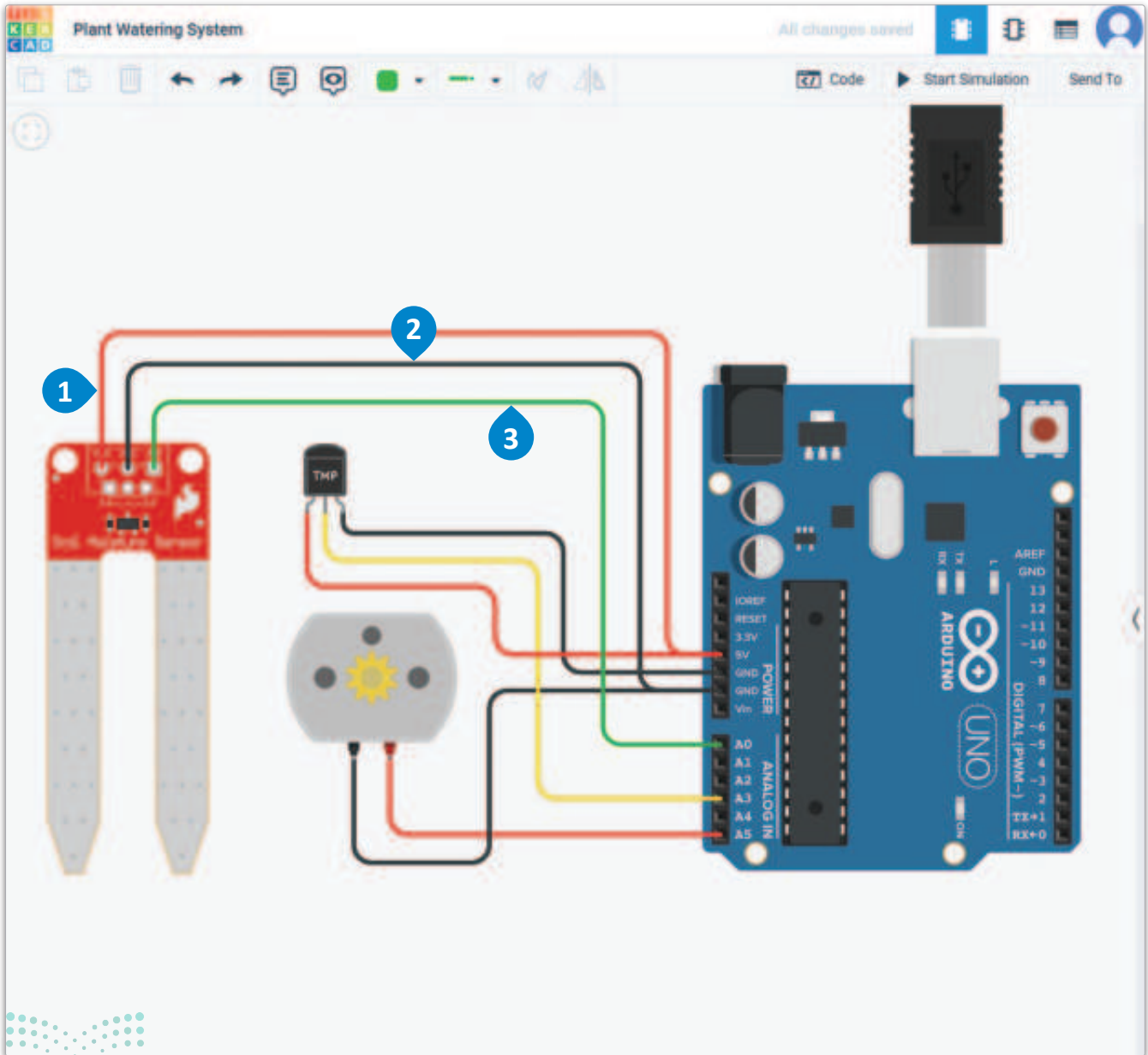


ثم أكمل العملية بتوصيل مُستشعر رطوبة التربة بلوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3).



لتوصيل مُستشعر رطوبة التربة:

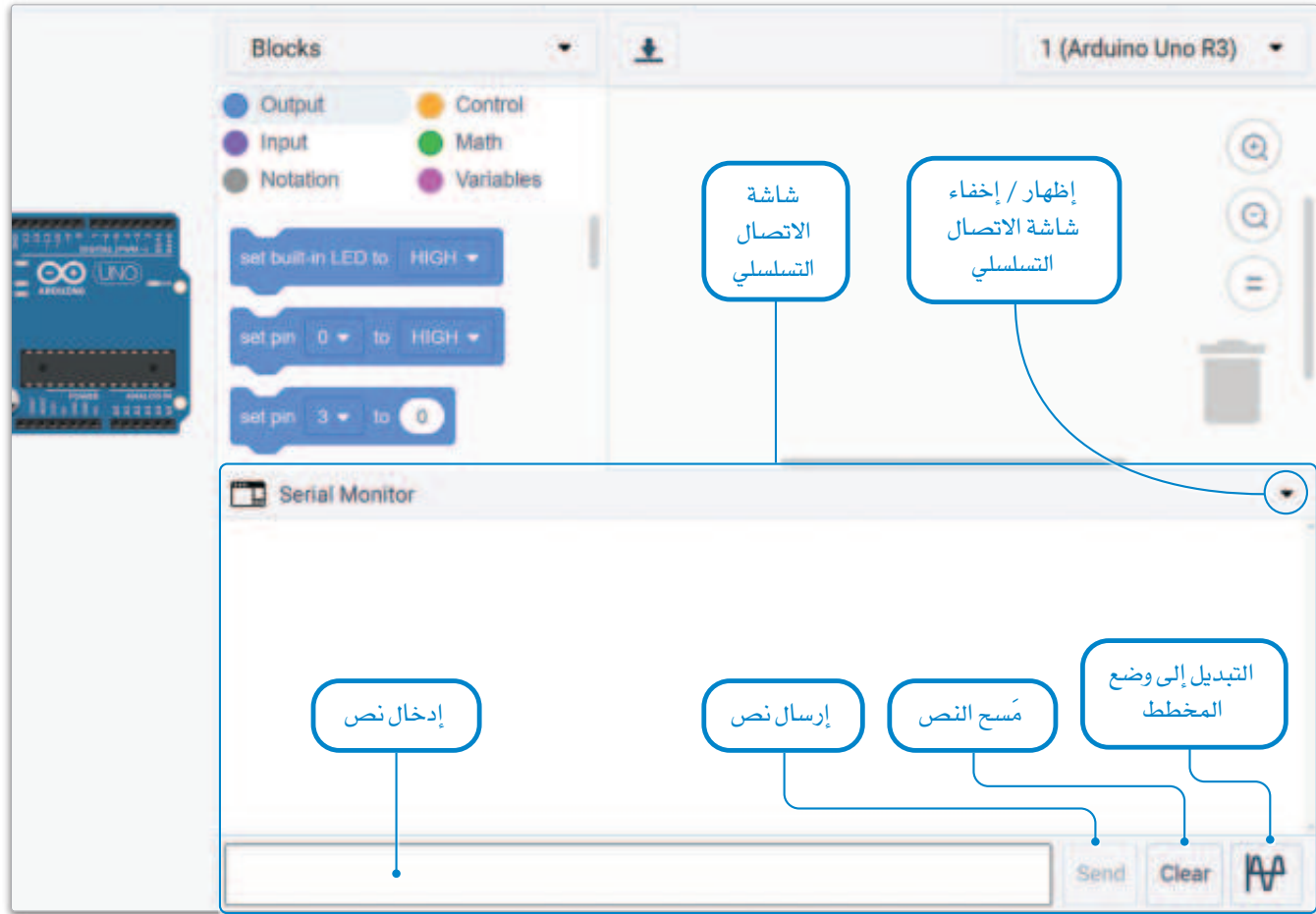
- < قُم بتوصيل طرف Power (الطاقة) الخاص بمُستشعر رطوبة التربة بالطرف 5V (جهد 5 فولت) من لوحة الأردوينو، وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ①
- < قُم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) الخاص بمُستشعر رطوبة التربة بـ GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو أونو R3 وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ②
- < قُم بتوصيل طرف Signal (الإشارة) الخاص بمُستشعر رطوبة التربة بالطرف A0 للوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى اللون green (الأخضر). ③



شكل 3.24: توصيل مُستشعر رطوبة التربة

شاشة الاتصال التسلسلي Serial Monitor

تُستخدم شاشة الاتصال التسلسلي كأداة مراقبة للقيم التي يتم تلقيها من المُستشعرات. تُسهّل هذه الأداة عملية تحديد مشكلات الدوائر، وكذلك حل المشاكل البرمجية من خلال سماحها للمستخدم بمعاينة قيم الإخراج الناتجة من المُستشعرات والبرنامج. يمكن استخدامها أيضًا لطباعة رسالة خاصة للمستخدم، أو لعرض معلومات وإرشادات مفيدة. يمكن الوصول إلى شاشة الاتصال التسلسلي (Serial Monitor) أسفل لوحة البرمجة.



شكل 3.25: شاشة الاتصال التسلسلي

اختر "with" لبدء سطر جديد بعد رسالة اللبنة، أو "without" للمتابعة بنفس السطر.

print to serial monitor hello world with newline

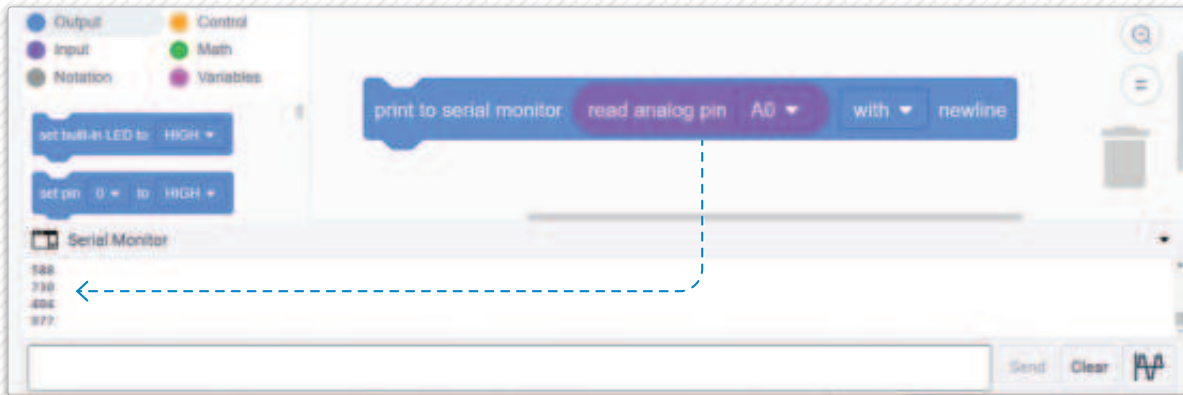
يمكن استخدام لبنة print to serial monitor () () newline لطباعة الرسائل على شاشة الاتصال التسلسلي، حيث يمكن أن تكون الرسائل نصية أو قيمًا رقمية.

مثال

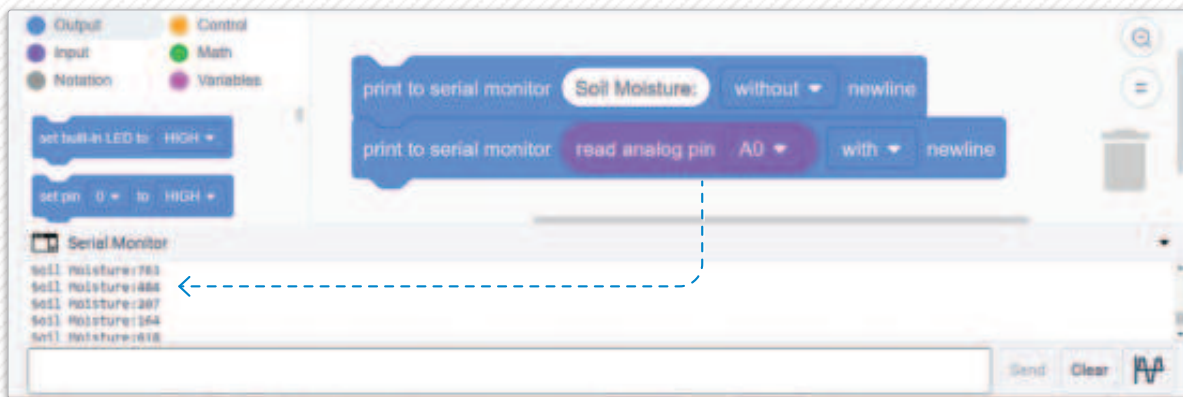
على سبيل المثال، إذا أردت طباعة النص "Soil Moisture" دون سطر جديد، استخدم اللبنة أدناه:



وإذا كنت تريد طباعة قيمة الطرف التناظري A0 في سطر جديد، استخدم اللبنة أدناه:



إذا دمجت هاتين اللبنتين، ستكون مخرجات شاشة الاتصال التسلسلي أكثر تنظيماً.



تعمل لبنة () wait () على إضافة تأخير زمني على تنفيذ البرنامج ومُخرجات طباعته، مما يوفر إخراجاً أوضح للمستخدم. ويمكن لهذه اللبنة إضافة تأخير للبرنامج لعدد مُحدد من الثواني أو أجزاء من الثانية (مللي ثانية).



يبحث مُستشعر درجة الحرارة إشارات تناظرية، ولكنه يستخدم لبيانات خاصة به ليتمكن من تحديد وحدة درجة الحرارة المطلوبة (مئوية أو فهرنهايت). لقراءة درجة الحرارة بالدرجة المئوية من الطرف التناظري A3، استخدم اللبنة أدناه:

```
print to serial monitor Temperature: without newline
print to serial monitor read temperature sensor on pin A3 in units °C with newline
```

تنفيذ التعليمات البرمجية Code Implementation

يقوم البرنامج أولاً بطباعة قيم رطوبة التربة ودرجة الحرارة على شاشة الاتصال التسلسلي، ثم يتحقق مما إذا كان كلا الشرطين صحيحين، فإذا كان الأمر كذلك، يقوم بتشغيل المحرك، وإلا فإنه يوقف تشغيله. في النهاية، ينتظر البرنامج ثانية واحدة لتجنب امتلاء الشاشة التسلسلية بالمُخرجات في نفس الوقت.

تساعدك لبنة الطباعة إلى شاشة الاتصال التسلسلية (print to serial monitor) على معاينة القيم التي تكتشفها المُستشعرات بشكل واضح في بيئتها.

تتحقق لبنة if () then else مما إذا كانت رطوبة التربة أقل من 150، ومما إذا كانت درجة الحرارة تزيد عن 30. إذا كان كلا الشرطين متحققين، يُشغل المحرك عن طريق ضبط طرفه بقيمة HIGH، وإلا فإنه يوقف تشغيله عن طريق ضبط طرفه بقيمة LOW.

تساعد لبنة wait () في تخفيف ازدحام شاشة الاتصال التسلسلية بالمُخرجات وذلك بإيقاف التنفيذ مؤقتاً.

قد يكون الشرط المراد التحقق منه أحياناً داخل لبنة if () then else أكثر تعقيداً من مجرد مقارنة بسيطة بين القيم.

شكل 3.27: تنفيذ البرنامج

الجدول 3.2: قيم مُدخلات النظام وحالات المُخرجات

المُخرج إلى المحرك (الطرف A5)	درجة الحرارة (الطرف A3)	مستوى رطوبة التربة (الطرف A0)
منخفض (LOW)	≤ 30	≥ 150
منخفض (LOW)	> 30	≥ 150
منخفض (LOW)	≤ 30	< 150
مرتفع (HIGH)	> 30	< 150

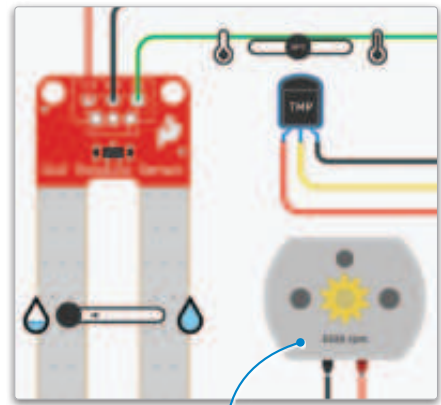
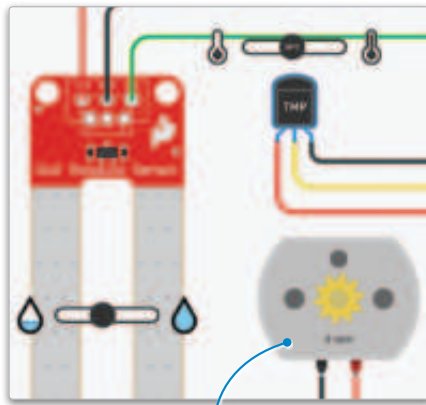
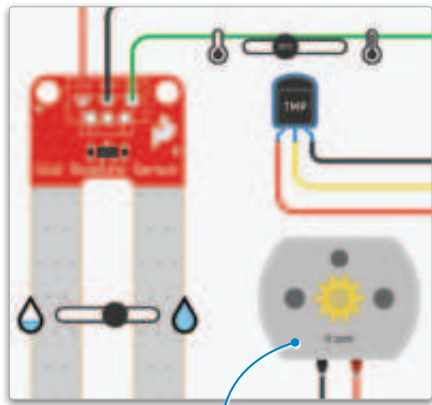
الآن وبعد أن انتهيت من إضافة اللبانات البرمجية المناسبة، حان الوقت لتنفيذ البرنامج. ابدأ المحاكاة بالضغط على زر بدء المحاكاة (Start Simulation). يمكنك تجربة الحالات المختلفة للدائرة ومعاينتها عن طريق تمرير شريط قيم المُستشعر وتحديد قيمته:



رطوبة التربة 600
ودرجة الحرارة 25 درجة مئوية

رطوبة التربة 300
ودرجة الحرارة 38 درجة مئوية

رطوبة التربة 0
ودرجة الحرارة 38 درجة مئوية



عدد لفات المحرك 0 دورة في الدقيقة

عدد لفات المحرك 0 دورة في الدقيقة

عدد لفات المحرك 5555 دورة في الدقيقة

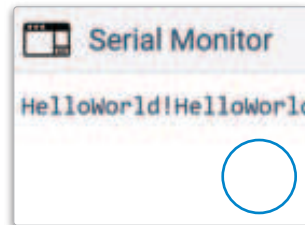
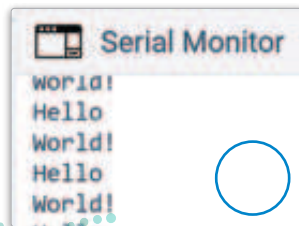
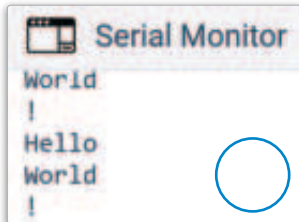
شكل 3.28: سرعة المحرك بقيم رطوبة ودرجات حرارة مختلفة

تمريبات

1 إذا أردت إنشاء نظام ري ذكي في منطقة يكون الجو فيها أكثر جفافاً، والماء أسرع تبخراً، فما التغييرات التي يجب أن تقوم بها؟ ضع حلاً ممكناً واعررض أفكارك أدناه.

2 لا تتطلب المستشعرات والمشغّل في مشروع هذا الدرس توصيل لوحة توصيل الدوائر مع الأردوينو على عكس المشاريع الأخرى. وضح أسباب ذلك.

3 تحقق من مخرجات اللبّيات الآتية بوضع إشارة ✓ بجوار المخرج الصحيح:



4 قِيم الشروط الآتية للبيانات التعليمات البرمجية إما بصواب أو خطأ مع الأخذ بالاعتبار قيم الأطراف التناظرية المُعطاة:

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 180، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:32
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 167، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:43
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 255، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:35
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 58، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:41
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 150، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:35

5 وسّع نظام الري الذكي بحيث يتمّ إعلام المستخدم برسالة عند ريّ النبات "Watering Plant Now!" وذلك عندما تكون قيمة الرطوبة أقل من 150، ولا تزيد درجة الحرارة عن 30 درجة مئوية. لا تنسَ إضافة سطر جديد في الرسالة المعروضة لزيادة وضوح الشاشة.

6 وسّع نظام الري الذكي بحيث يعمل محرك التيار المستمر لفترة أطول إذا كانت مستويات رطوبة التربة منخفضة للغاية (أقل من 50). استخدم لبنة الانتظار (wait) لجعل محرك التيار المستمر يعمل لفترة أطول.



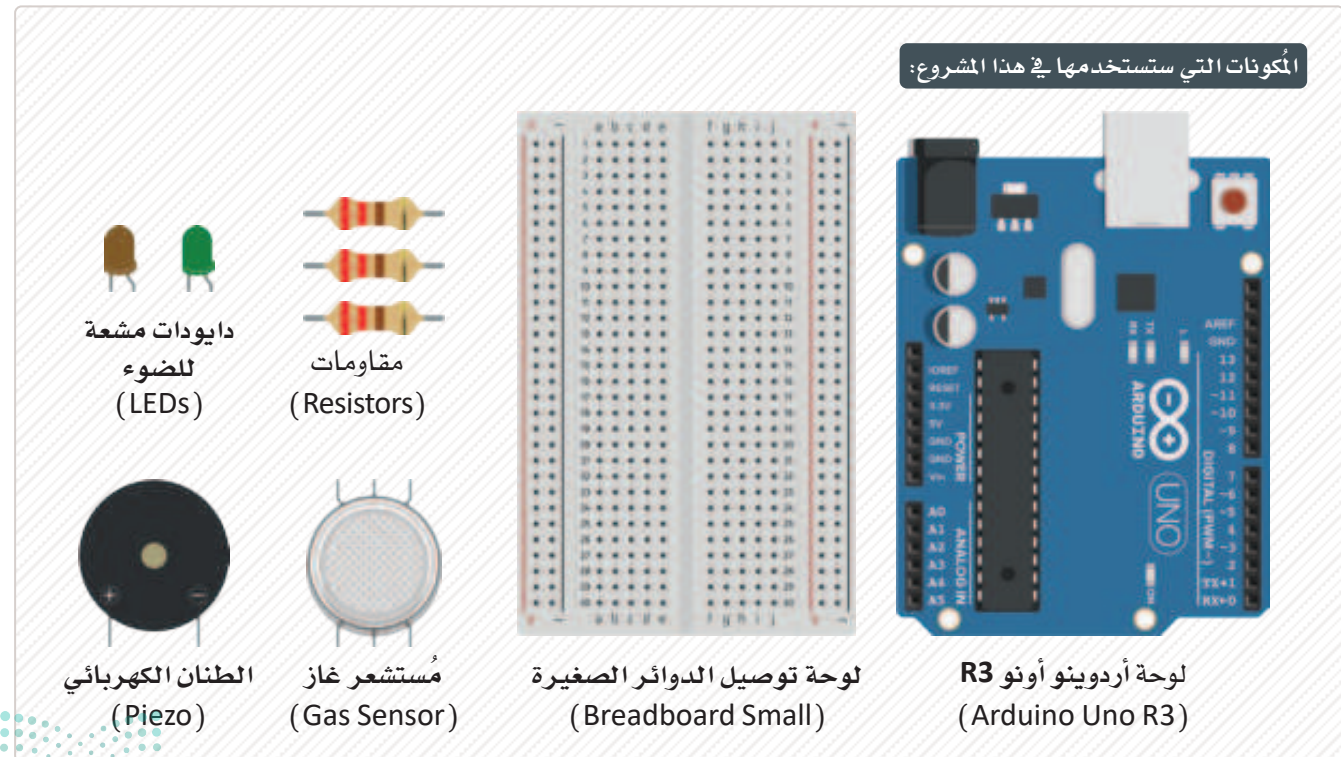
الدرس الثالث إنشاء نظام تَسْرِب الغاز

إنشاء نظام إنذار تَسْرِب الغاز Build a Gas Leak Alarm System

تواجه العديد من المرافق مثل المنازل والمصانع خطر تَسْرِب الغاز من الأجهزة أو المواد القابلة للاشتعال، ما قد يتسبب في اندلاع الحرائق، وتمثل إحدى طرائق منع مثل هذه الحوادث في تزويد تلك المرافق بأنظمة ذكية تكشف عن تَسْرِب الغاز. تستخدم هذه الدائرة لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) لمحاكاة نظام إنذار تَسْرِب الغاز، فعندما تستقبل لوحة الأردوينو إشارة من مُستشعر الغاز تشير إلى ارتفاع تركيز انبعاثات الدخان، فإنها تبعث إشارة إلى مجموعة من الدايدات المشعة للضوء لتومض بالتناوب، وكذلك إلى طنان كهربائي لإصدار صوت صفير متقطع.

ستستخدم في هذا المشروع المكونات الآتية:

- طنان كهربائي.
- مُستشعر غاز.
- دايدان مشعان للضوء.
- ثلاثة مقاومات.
- لوحة أردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3).
- لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

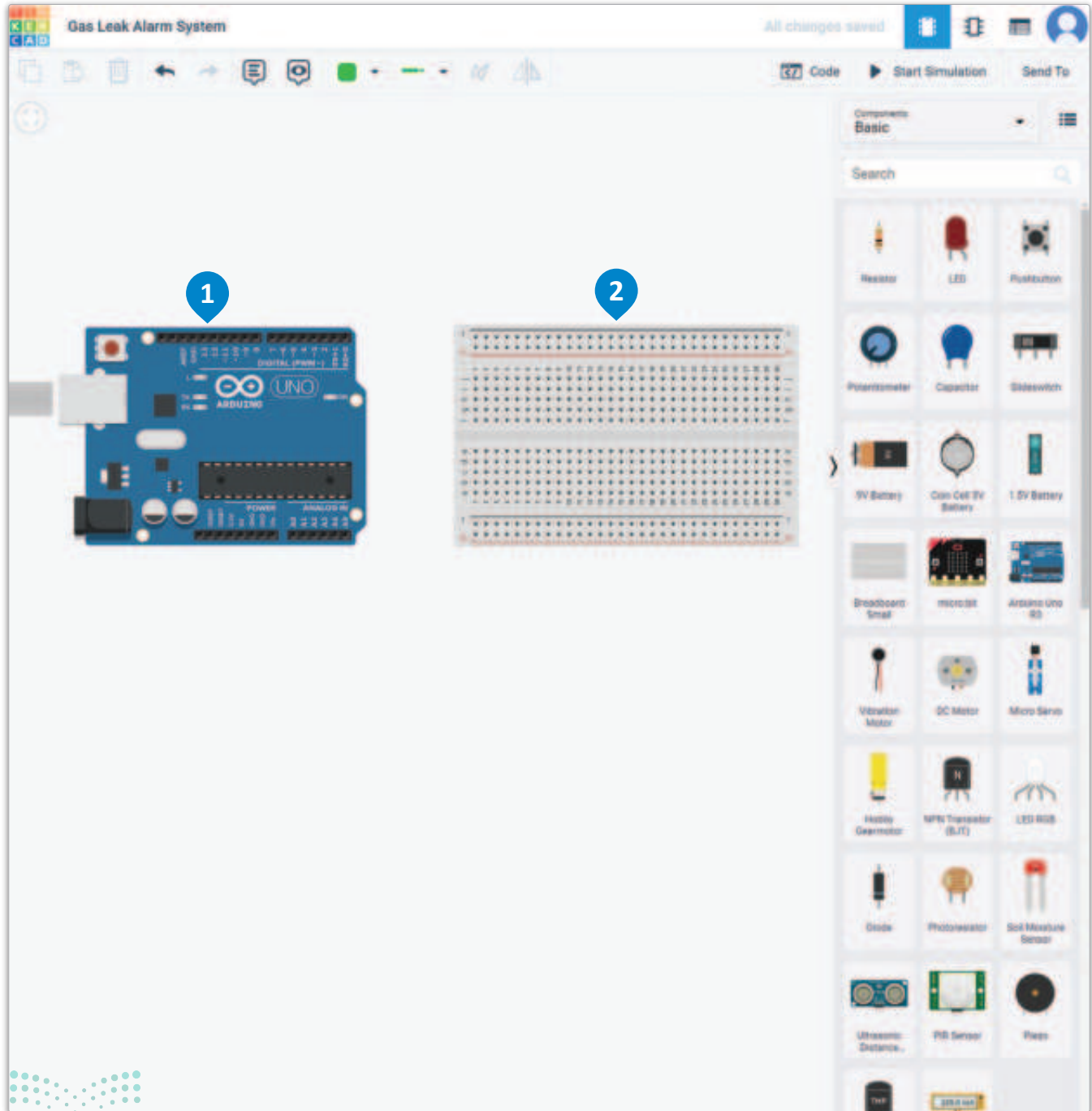


شكل 3.29: مكونات المشروع

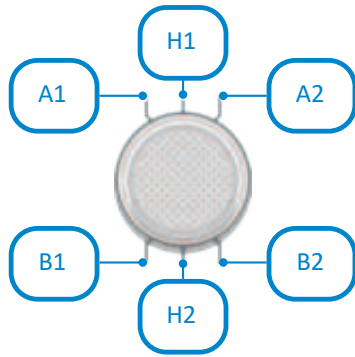
ابدأ بإضافة المكونات التي ستحتاج إليها في هذا المشروع إلى مساحة العمل. أولاً، ابحث عن لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small) ولوحة أردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3).

لإضافة لوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard small) ولوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3) :

- 1 < اسحب وأفلت Arduino Uno R3 (لوحة الأردوينو أونو R3) من مكتبة Components (المكونات) إلى مساحة العمل.
- 2 < اسحب وأفلت Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) من مكتبة Components (المكونات) إلى مساحة العمل.



شكل 3.30: إضافة لوحة الأردوينو أونو ولوحة توصيل الدوائر الصغيرة

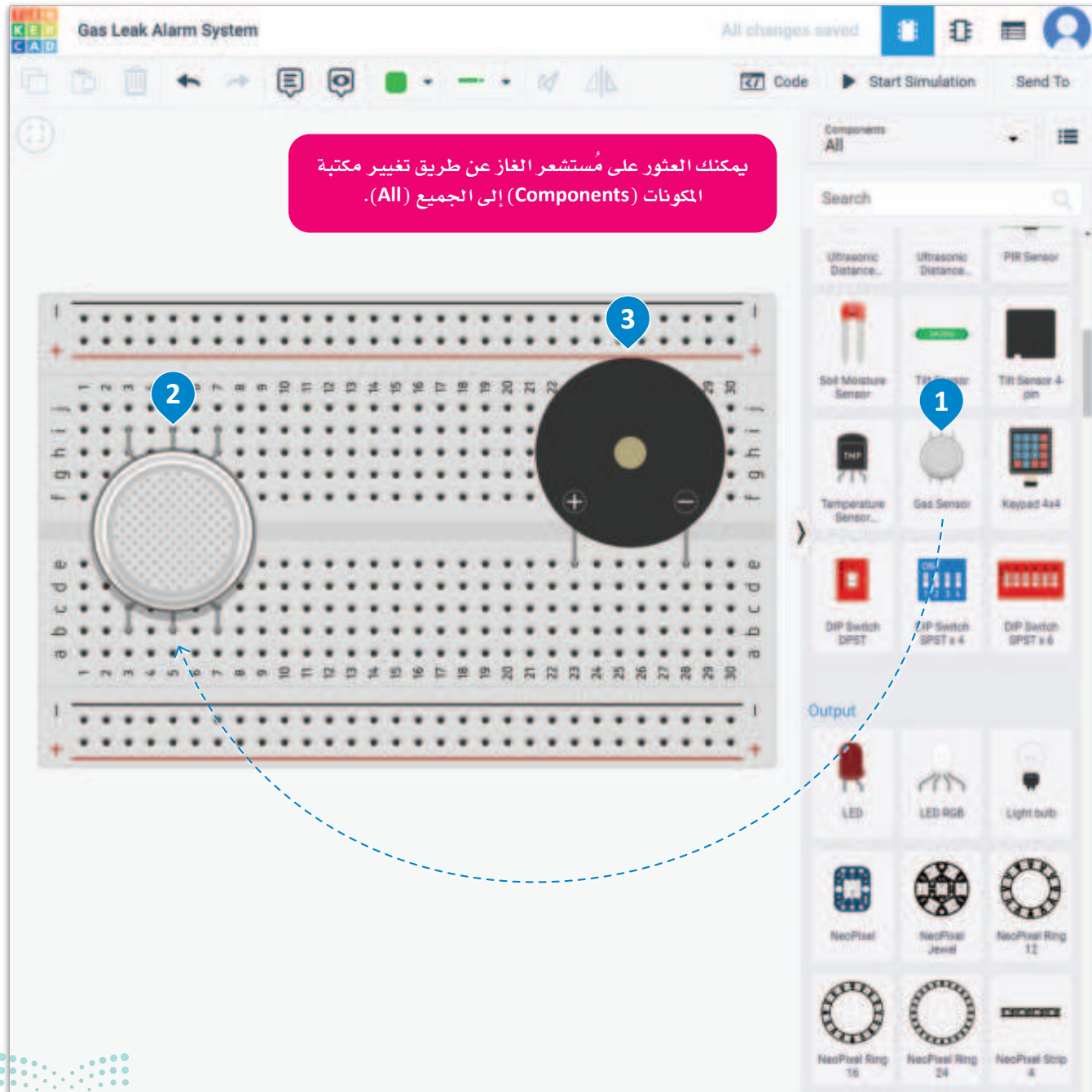


شكل 3.31: مُستشعر الغاز

ثم قم بتوصيل مُستشعر الغاز والطنان الكهربائي في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

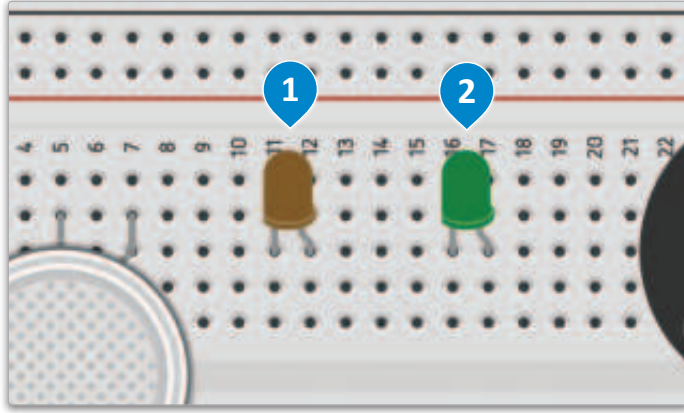
إضافة المكونات إلى لوحة توصيل الدوائر الصغيرة:

- 1 < ابحث عن Gas sensor (مُستشعر الغاز) من مكتبة Components (المكونات)،
- 2 واسحبه وأفلته في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة).
- 3 < اسحب وأفلت Piezo (الطنان الكهربائي) من مكتبة Components (المكونات) في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة).



شكل 3.32: إضافة المكونات إلى لوحة توصيل الدوائر الصغيرة

استمر بالعمل وقم بإضافة دايودين مشعين للضوء في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغير ألوانهما.



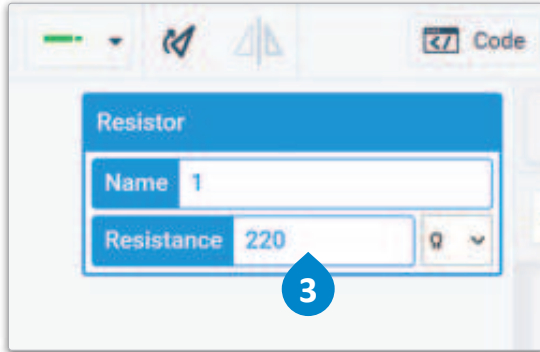
شكل 3.33: إضافة الدايودات المشعة للضوء

إضافة الدايودات المشعة للضوء (LED):

- < اسحب وأفلت LED (الدايود المشع للضوء) من مكتبة Components (المكونات) في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغير لونه إلى اللون orange (البرتقالي). 1
- < اسحب وأفلت دايود مشع للضوء آخر في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغير لونه إلى اللون green (الأخضر). 2

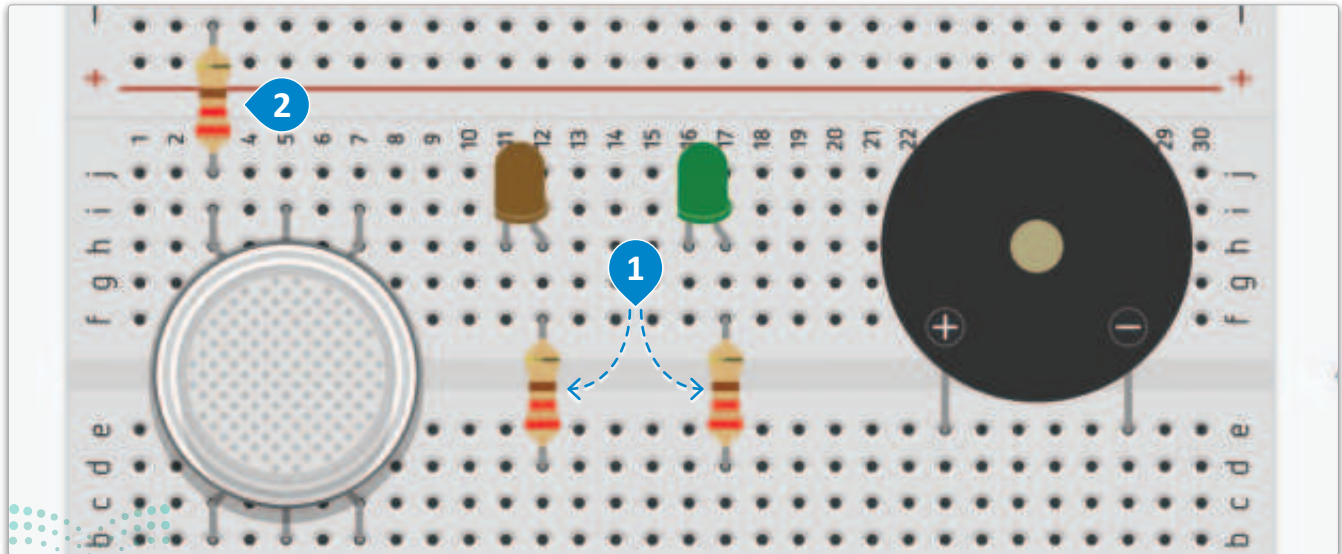
تحتوي جميع الدايودات المشعة للضوء على حالتين إما تشغيل (On) أو إيقاف (Off). وعندما تكون في وضع الإيقاف، يكون لونها أغمق. على سبيل المثال يكون لون الدايود المشع للضوء البرتقالي أقرب إلى اللون البني.

أضف المقاومات إلى الدائرة وغير قيمها إلى 220Ω . ستحتاج إلى ثلاث مقاومات؛ واحدة لكل دايود مشع للضوء، وواحدة لمستشعر الغاز.



إضافة المقاومات (Resistors):

- < اسحب وأفلت resistors (مقاومتين) من مكتبة Components (المكونات) ووصلهما بالدايودات المشعة للضوء. 1
- < اسحب وأفلت resistor (مقاومة) أخرى من مكتبة Components (المكونات) ووصلها بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وبالطرف A1 لـ Gas sensor (مُستشعر الغاز). 2
- < اضبط قيمة كل مقاومة على 220Ω . 3

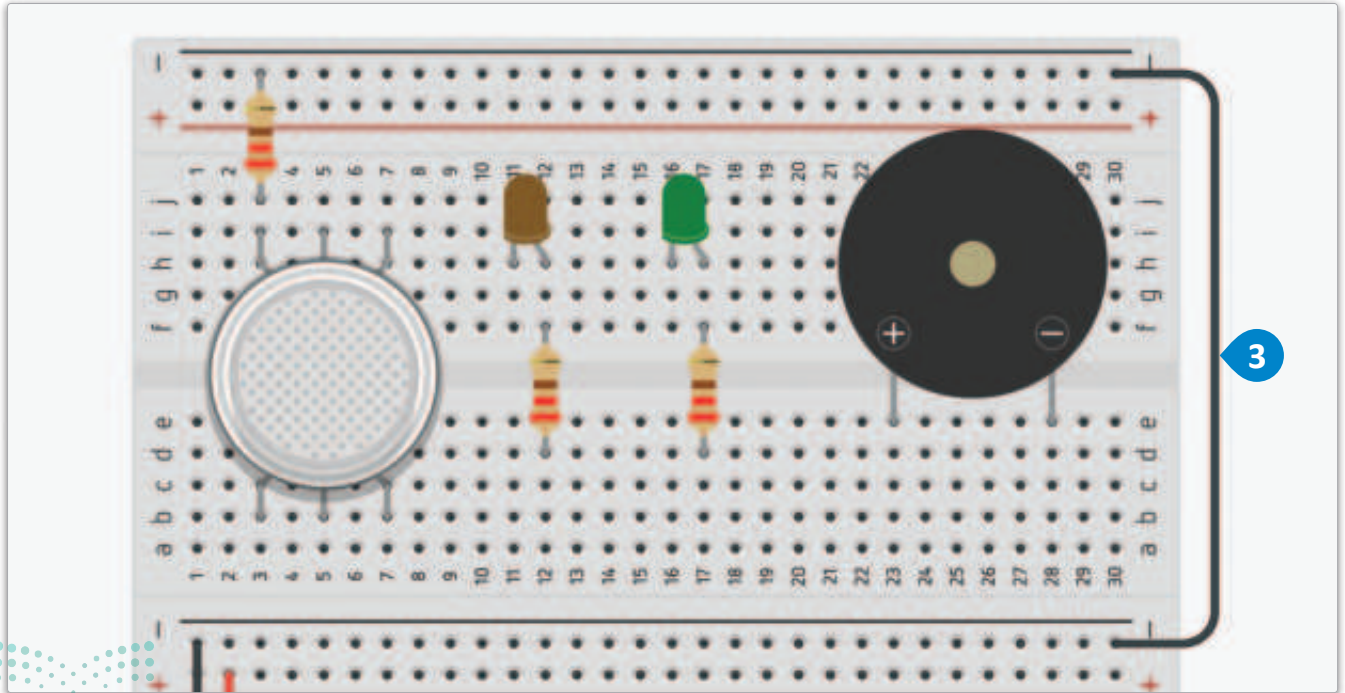
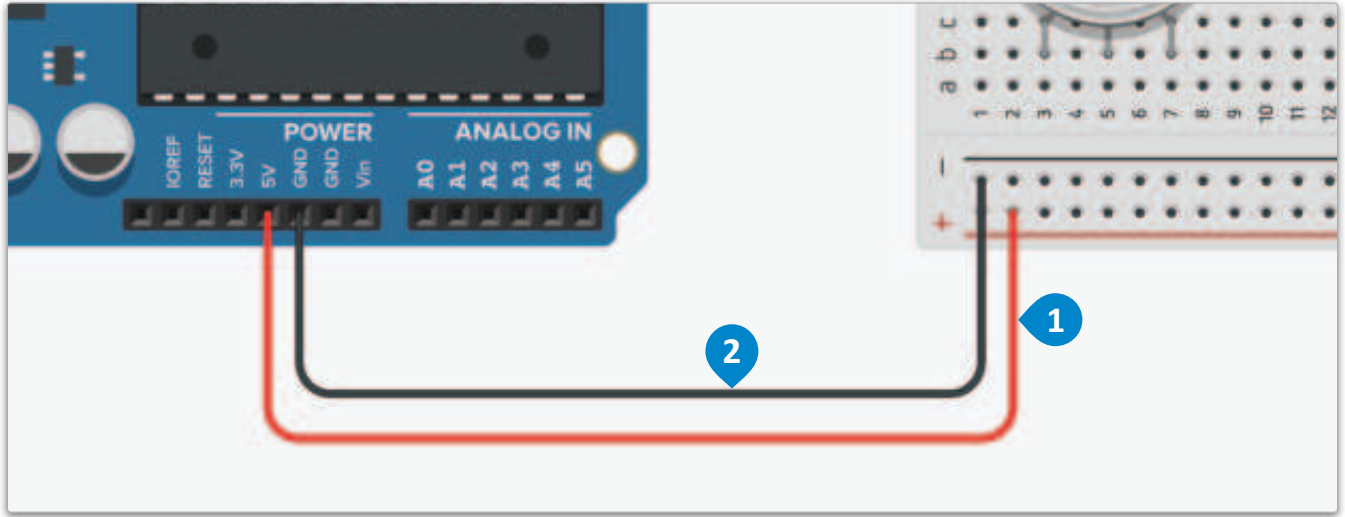


شكل 3.34: إضافة المقاومات

استمر في توصيل أسلاك الدائرة. أولاً ستقوم بتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

لتوصيل لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3) :

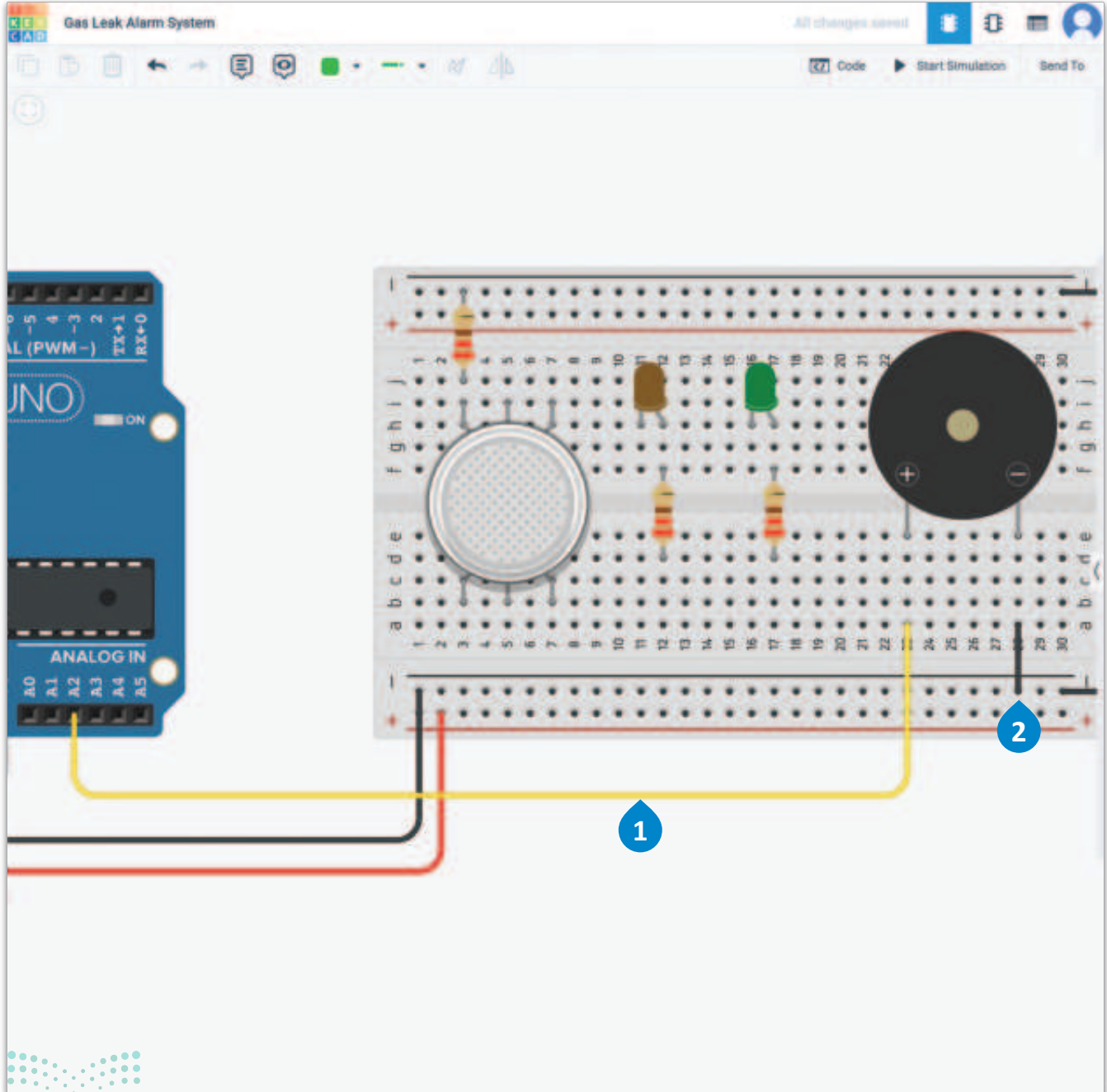
- < قُم بتوصيل الطرف 5V (جهد 5 فولت) في لوحة الأردوينو بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة، وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ①
- < قُم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) من لوحة الأردوينو أونو R3 بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ②
- < قُم بتوصيل العمودين السالبين من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ③



استمر بتوصيل أسلاك الطنان الكهربائي.

لتوصيل الطنان الكهربائي:

- < قُم بتوصيل الطرف الموجب من Piezo (الطنان الكهربائي) بالطرف التناظري A2 للوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى yellow (الأصفر). ①
- < قُم بتوصيل الطرف السالب من Piezo (الطنان الكهربائي) بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ②

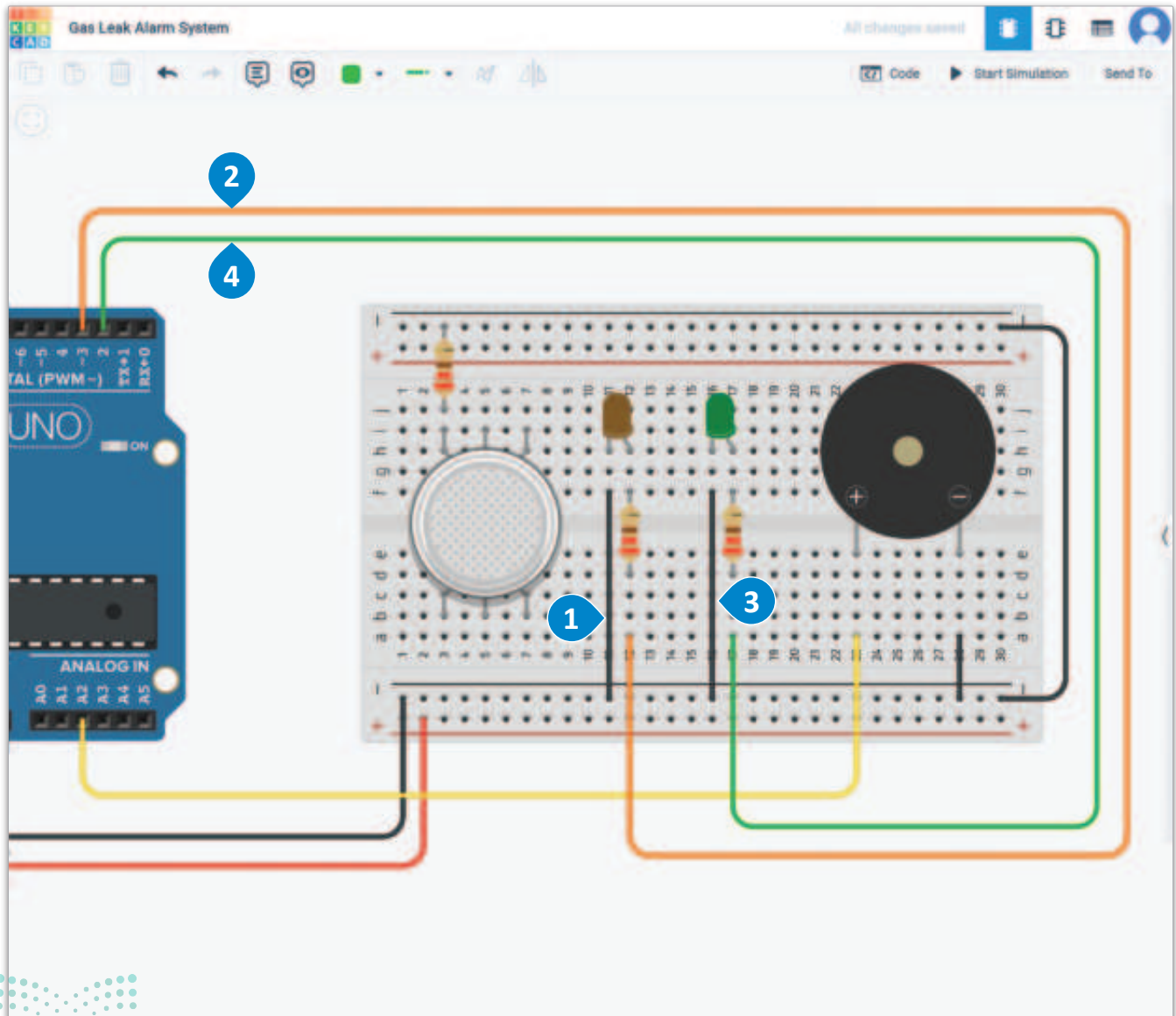


شكل 3.36: توصيل الطنان الكهربائي

ستوصل بعد ذلك الدايودات المشعة للضوء.

لتوصيل الدايودات المشعة للضوء:

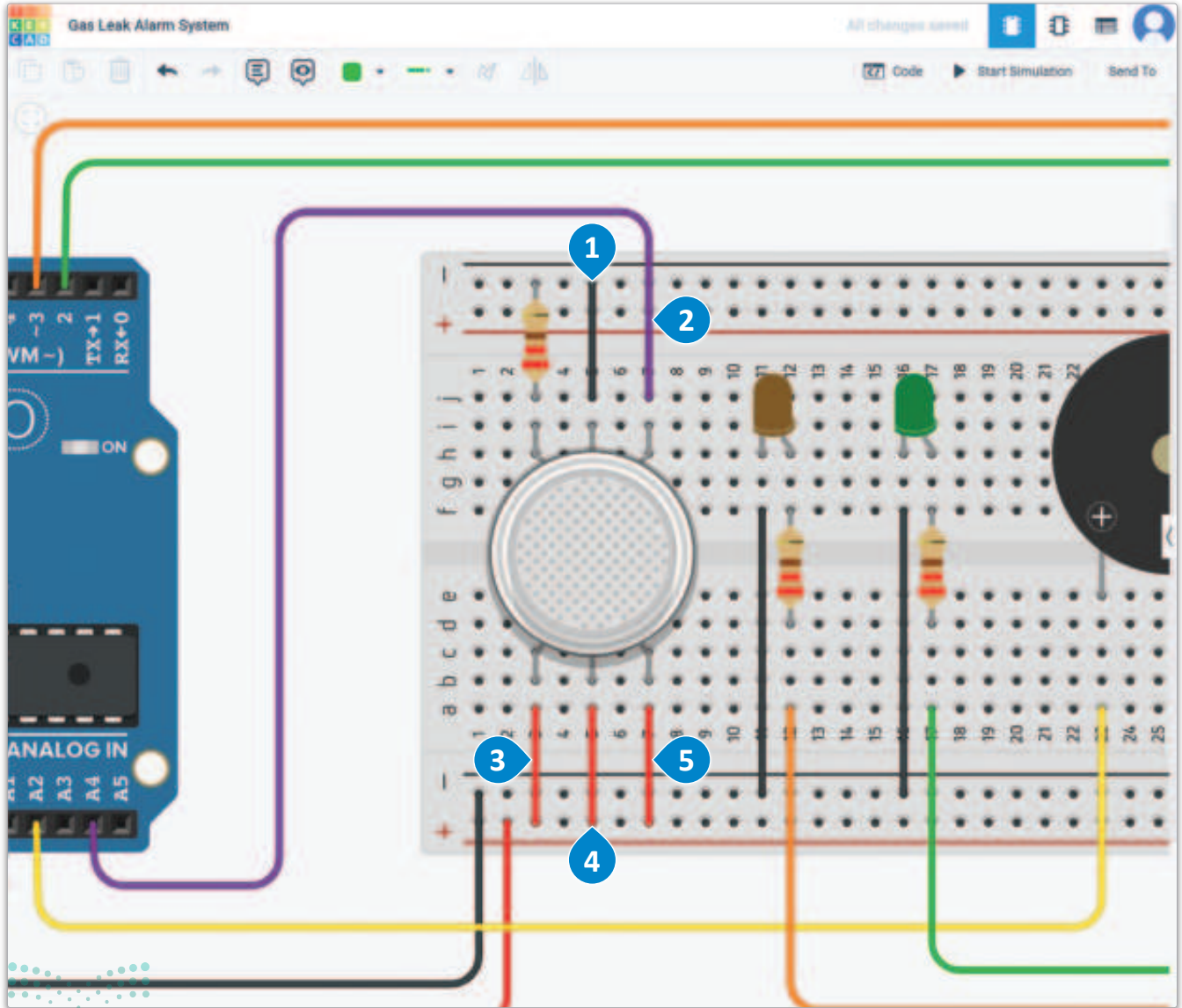
- < قُم بتوصيل مهبط الدايود المشع للضوء البرتقالي بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة)، وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ①
- < قُم بتوصيل مقاومة الدايود المشع للضوء البرتقالي إلى Digital pin 3 (الطرف الرقمي 3)، وغيّر لون السلك إلى اللون orange (البرتقالي). ②
- < قُم بتوصيل المهبط الخاص بالدايود المشع للضوء الأخضر بالعمود السالب للوحة توصيل الدوائر الصغيرة (Breadboard Small) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ③
- < قُم بتوصيل مقاومة الدايود المشع للضوء الأخضر بـ Digital pin 2 (الطرف الرقمي 2)، وغيّر لون السلك إلى green (الأخضر). ④



في الختام، ستقوم بتوصيل مُستشعر الغاز.

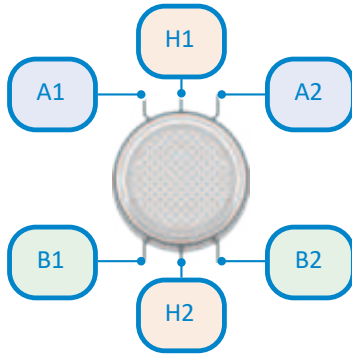
توصيل مُستشعر الغاز:

- < قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز H1 بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ①
- < قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز A2 بـ Arduino Analog pin A4 (طرف الأردوينو الرقمي 4)، وغيّر لون السلك إلى اللون purple (البنفسجي). ②
- < قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز B1 بالعمود الموجب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى اللون red (الأحمر). ③
- < قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز H2 بالعمود الموجب للوحة توصيل الدوائر الصغيرة. ④
- < قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز B2 بالعمود الموجب للوحة توصيل الدوائر الصغيرة. ⑤



شكل 3.38: توصيل مُستشعر الغاز

كيف يعمل مُستشعر الغاز How the Gas Sensor Works



شكل 3.39: مُستشعر الغاز

يحتوي مُستشعر الغاز على ستة أطراف؛ طرفان بحرف A، وطرفان بحرف B، وآخران بحرف H. يعمل المُستشعر من خلال الكشف عن جزيئات الغاز وتحويل تركيز الغاز المُستشعر إلى جهد كهربائي مختلف.

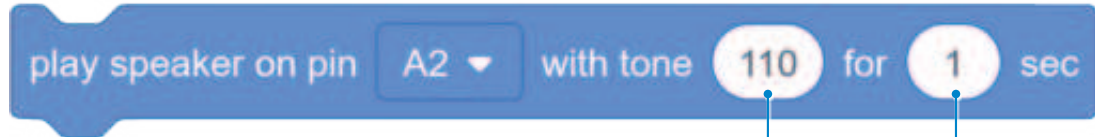
أما الغرض من الأطراف ذات الحرف H فهو تسخين ملف سخان، والذي بدوره يُنشّط المُستشعر الكهروكيميائي. يجب توصيل طرف H واحد بمصدر جهد (VCC)، على سبيل المثال 5 فولت (5V) أو 3.3 فولت (3.3V) وطرف H الآخر إلى الأرضي.

لنقل البيانات من مُستشعر الغاز إلى لوحة الأردوينو، يجب استخدام زوجي الطرفين A أو زوجي الطرفين B، حيث يُوصل أحد أطراف الزوج المستخدم بمصدر الجهد (VCC)، ويُوصل الطرف الآخر بالأرضي من خلال المقاومة، وذلك حتى يُمكن ضبط حساسية المُستشعر. يجب توصيل الأطراف غير المستخدمة بمصدر الجهد (VCC).

الطنان الكهربائي The Piezo Buzzer

يمكن أن يُنتج الطنان الكهربائي مجموعة واسعة من نغمات الأصوات وبمدة مختلفة لكل منها.

لجعل السماع المتصلة بالطرف A2 تصدر نغمة بتردد 110 هرتز لمدة ثانية واحدة، استخدم اللبنة البرمجية الآتية:



تُكتب المدة بالثواني، ولكن قد لا يمكنك التعرف على نغمات الطنان ووحدها. يوجد بالجدول أدناه مجموعة من القيم تتوافق مع ترددات النوتات الموسيقية المقاسة بالهيرتز (Hz). يمكنك تجربة بعض النوتات الموسيقية ونغماتها كما يعرض هنا:

النغمة

المدة

جدول 3.3: النغمات الصوتية

الترددات	النغمة
110 Hz	لا (LA)
131 Hz	دو (DO)
147 Hz	ري (RE)
175 Hz	فا (FA)

برمجة نظام إنذار تسرب الغاز Gas Leak Alarm System Code

بعد أن قمت بعمل التوصيلات اللازمة للنظام، وتعرفت على طريقة عمل مُستشعر الغاز والطنان الكهربائي، فإن الخطوة التالية هي برمجة نظام الإنذار الذي قمت بتصميمه. يراقب البرنامج مُخرجات مُستشعر الغاز للتحقق من وجود خطر حدوث حريق. وإذا اكتُشف خطر، فسيصدر صوت إنذار من الطنان الكهربائي مع وميضٍ من الدايودات المشعة للضوء، أما إذا لم يكن الأمر كذلك، فإن البرنامج سينتظر بعض الوقت.

أنشئ البرنامج الآتي في منطقة البرمجة، ثم اضغط على بدء المحاكاة (Start Simulation) لمحاكاة تشغيل نظام إنذار تسرب الغاز.

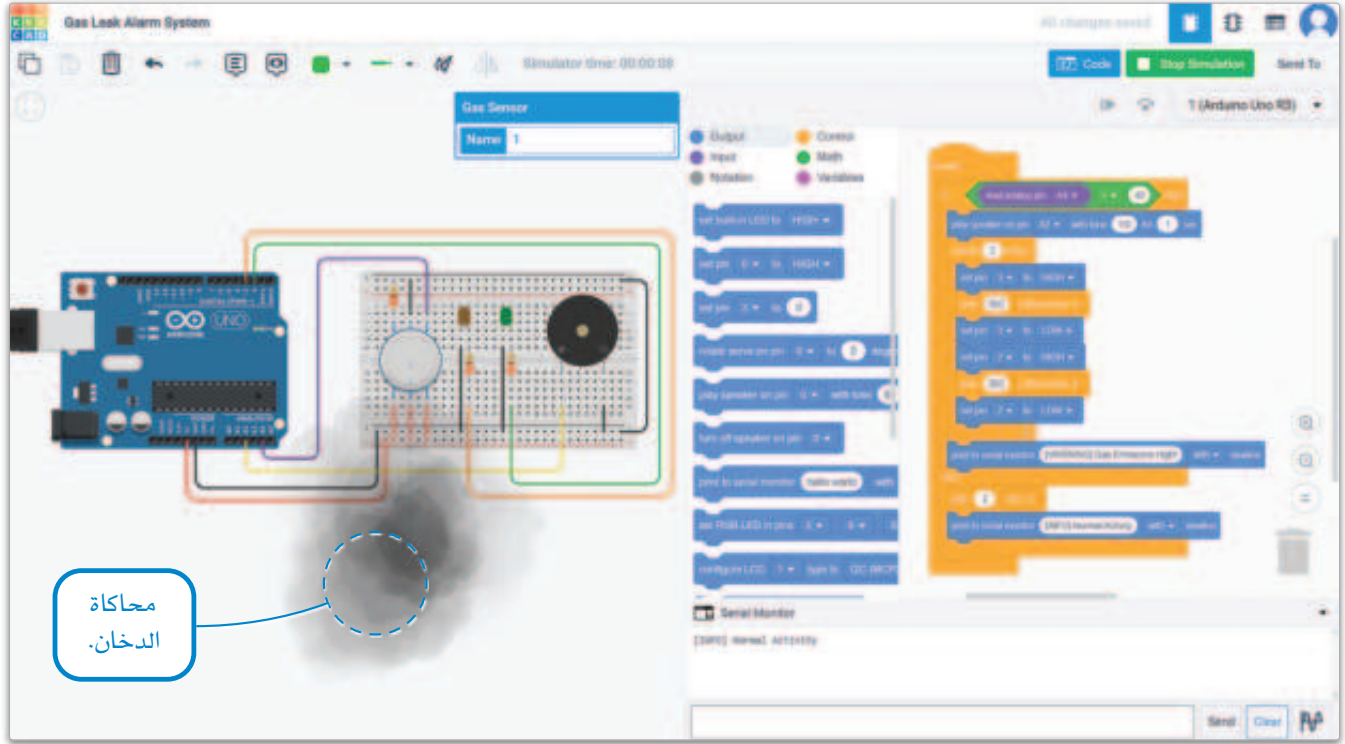
في البداية ستقوم لينة () if بتقييم ما إذا كان مدخل مُستشعر الغاز يتجاوز 40، وهي القيمة التي تدل على انبعاث غازات خطيرة. إذا كانت النتيجة صواب، فسيصدر الطنان الكهربائي نغمة بتردد 110 هرتز لمدة ثانية واحدة لتثبيبه المستخدم، ثم ستومض الدايودات المشعة للضوء مرتين بالتناوب ولمدة نصف ثانية لكل منهما.

إذا كان الشرط صحيحًا، فسيطبع البرنامج رسالة تحذيرية إلى شاشة الاتصال التسلسلية لإبلاغ المستخدم بوجود خطر بعد إصدار صوت الطنان الكهربائي ووميض الدايودات المشعة للضوء.

إذا كان الشرط غير صحيح، فسينتظر البرنامج لثانيتين ويطبع رسالة على شاشة الاتصال التسلسلي تبلغ المستخدم بعدم وجود خطر.

شكل 3.40: برنامج نظام إنذار تسرب الغاز

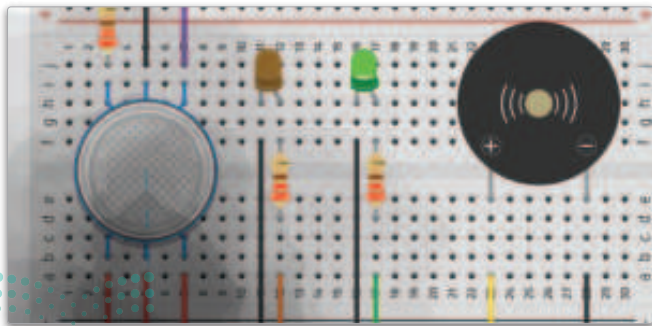
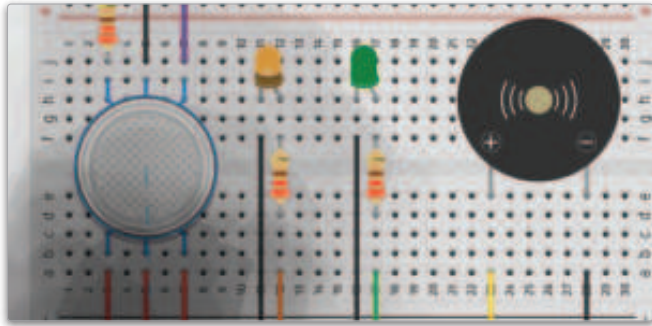
قم بتشغيل البرنامج لاختباره.



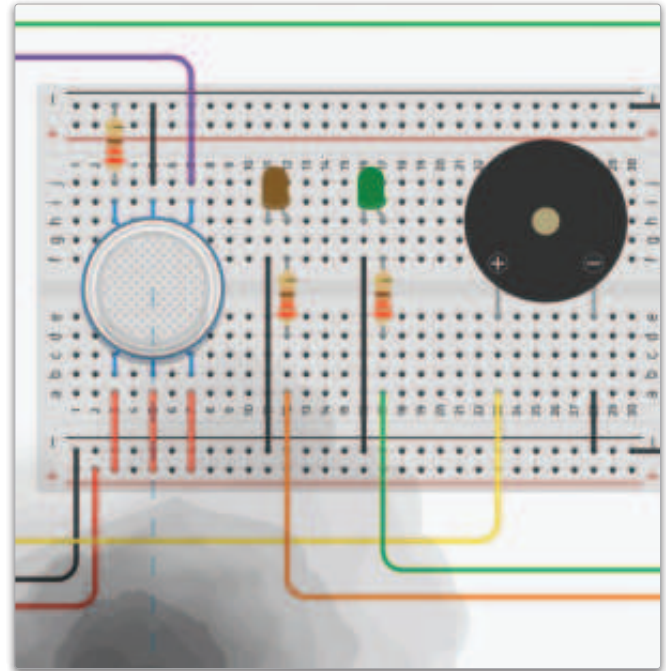
شكل 3.41: تنفيذ البرنامج

عندما يكون الدخان قريباً من المُستشعر، فسبيدُ الطنان الكهربائي في إصدار صوت صفير، وستومض الدايودات المشعة للضوء البرتقالية والخضراء بالتناوب.

عندما يكون الدخان بعيداً عن مُستشعر الغاز، فلن يصدر الطنان الكهربائي أي صوت، ولن تومض الدايودات المشعة للضوء.



شكل 3.43: تم اكتشاف تسرب الغاز



شكل 3.42: لم يتم اكتشاف تسرب الغاز

تمرينات

1 ابحث في الإنترنت عن أنواع مختلفة لمخاطر الغاز التي يمكن مُستشعر الغاز اكتشافها وتحليلها. اعرض نتائج بحثك أدناه.

2 كيف يُمكن للطنان الكهربائي إصدار نغماتٍ مختلفة كإشاراتٍ للأشياء المختلفة من المخاطر؟ اعرض أفكارك أدناه.



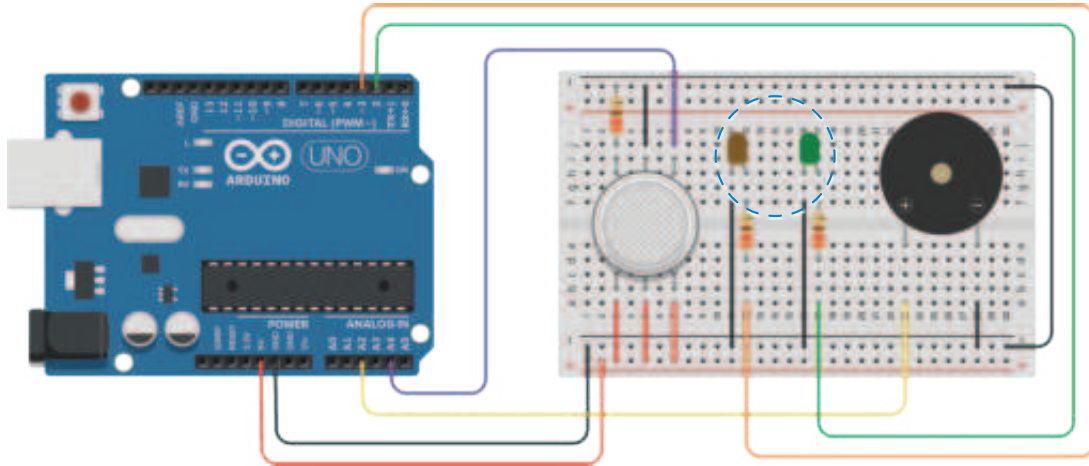
3 صِفِ الاستِخداماتِ الممكنةَ للطنانِ الكهربائيِّ بخلافِ نظامِ الإنذارِ.

4 يفوق عدد أطراف مُستشعر الغاز والتي تُوصَل وتُربطُ بجهاز التحكم الدقيق عدد الأطراف المُستخدمة في المُستشعرات الأخرى. راجع المعلومات والإشارات التي يُصدرها مُستشعر الغاز وعلّل سبب اختلافه عن الأنواع الأخرى من المُستشعرات.



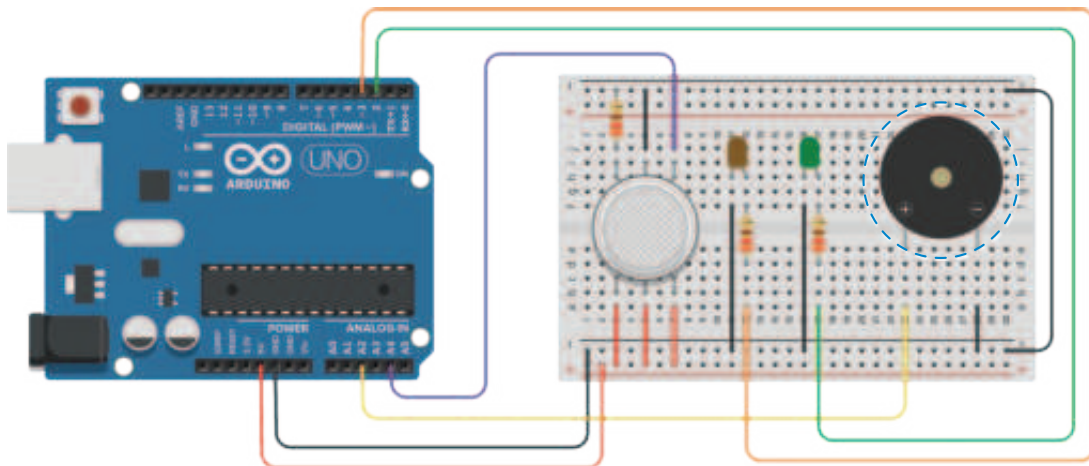
5

قم بتغيير نمط وميض الدايودات المشعة للضوء، فبدلاً من تشغيل كل دايود مشع للضوء وإيقافه مرتين لمدة 500 ميلي ثانية، سيتم تشغيل وإيقاف تشغيل الدايود المشع للضوء الأخضر فقط ثلاث مرات ولمدة ثانية واحدة كل مرة.



6

قم بتغيير نمط صفير الطنان الكهربائي بحيث يُصدر صفيراً بنغمة بتردد 220 هرتز لمدة 700 ميلي ثانية بدلاً من إصدار نغمة بتردد 110 هرتز لمدة ثانية واحدة.



7

قم بتوسيع الدائرة بحيث يصدر الطنان تحذيراً إضافياً عند زيادة قيمة الغاز عن 100.



المشروع

تحتل المحميات الزراعية أهمية في مجال الزراعة، لاسيما في المناخ والظروف التي تُعيق الاستثمار الزراعي. يجب مراقبة المحميات الزراعية لضبط الظروف بداخلها وحمايتها.

صُمم ونفذ دائرة في بيئة محاكاة تينكر كاد باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق والدايودات المشعة للضوء والمستشعرات لمحاكاة وحدة مراقبة محمية زراعية لإشعار المستخدم بوجود تغيرات في بيئتها مثل: الحركة، وتغير درجة الحرارة، ورطوبة التربة، ووجود الدخان.

استخدم ألواناً مختلفة للدايودات المشعة للضوء الخاصة بكل مُستشعر لتتيح للمستخدم تمييز التغير المحدد.

قم بتوسيع التصميم بحيث يقوم أيضاً بإصدار الرسائل في وحدة التحكم عند استيفاء الشروط. على سبيل المثال، عندما يكتشف مُستشعر الغاز دخاناً، فقد تظهر رسالة خطر الحريق (Fire Hazard!).

1

2

3



ماذا تعلمت

- < التعرف على مكونات جهاز التحكم الدقيق وبرمجته.
- < قياس البيانات التي جُمعت من مُستشعرات الإدخال المختلفة.
- < فهم كيفية عمل بيانات المُستشعرات والخوارزميات معاً في البرمجة.
- < استخدام تنبيهات التشغيل والاستجابات الآلية.
- < تصميم دوائر إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق في بيئة محاكاة تينكر كاد.
- < برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باستخدام لغة لبنات التعليمات البرمجية في بيئة محاكاة تينكر كاد.

المصطلحات الرئيسية

Gas Sensor	مُستشعر الغاز	Soil Moisture Sensor	مُستشعر رطوبة التربة
Pulse-Width Modulation	تضمين عرض النبضة	Temperature Sensor	مُستشعر الحرارة



4. إنشاء تطبيق سحابي لإنترنت الأشياء

ستتعلم في هذه الوحدة خطوات إنشاء تطبيق لإنترنت الأشياء يراقب البيئة المحيطة، ويقوم بجمع البيانات وإرسالها عبر الإنترنت إلى منصة سحابية، كما ستُنشئ دائرة باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق، وستُبرمجها باستخدام لغة البايثون.

أهداف التعلُّم

- بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على أن:
- ك يُستخدم البايثون لبرمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق مع بروتوكول PyFirmata.
- ك يُصمّم دائرة لتطبيق إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق.
- ك يُراقب البيئة المحيطة ويجمع بيانات المُستشعر في الزمن الفعلي.
- ك يُستخدم خدمة الويب لإرسال بيانات مُجمعة إلى منصة سحابية.
- ك يُراقب بيئة بعيدة من خلال بيانات على منصة سحابية.
- ك يتعرّف على طريقة توظيف بيانات المُستشعر والبيانات السحابية في اتخاذ قرارات وفق تلك البيانات المُجمعة.
- ك يتعرّف على طريقة توسيع نطاق تطبيقات إنترنت الأشياء لتشمل حلول معقدة.

الأدوات

- ك بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو (Arduino IDE)
- ك أداة جيت برينزباي تشارم (JetBrains PyCharm)
- ك منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud

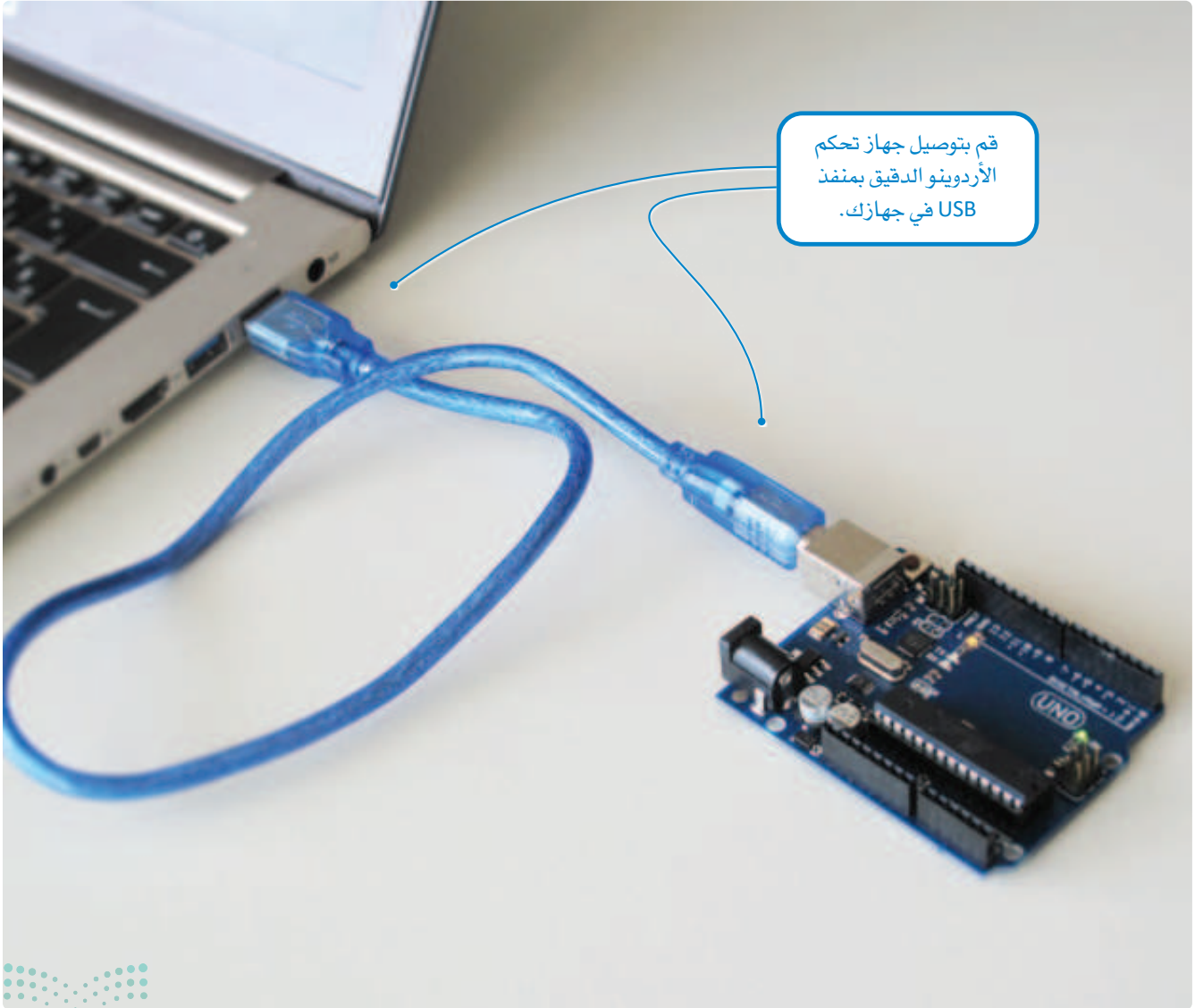




الدرس الأول إعداد بيئة تطوير الأردوينو

استخدام لغة البايثون في برمجة لوحة الأردوينو Using Python with Arduino

تعدُّ لغة C++ بمثابة لغة البرمجة الرسمية لجهاز تحكم الأردوينو الدقيق، ولكن يُمكن استخدام لغةٍ أخرى مثل البايثون لبرمجته وذلك من خلال بروتوكول **Firmata**. تُعدُّ البايثون لغة برمجة عالية المستوى، وتكمن قوتها في العدد الكبير من المكتبات التي يُمكن استخدامها لكي تدعم هذه اللغة وتجعلها شاملة للأغراض المختلفة والمتعددة، ويقوم بروتوكول **Firmata** بتوفير الاتصال بين جهاز التحكم الدقيق وبين الأوامر التي تزوده بها لغة البرمجة. ستستخدم هنا لغة البايثون مع مكتبة **PyFirmata**، والتي تُشكّل واجهة بروتوكول **Firmata**.



شكل 4.1: توصيل لوحة الأردوينو بمنفذ USB للحاسب المحمول

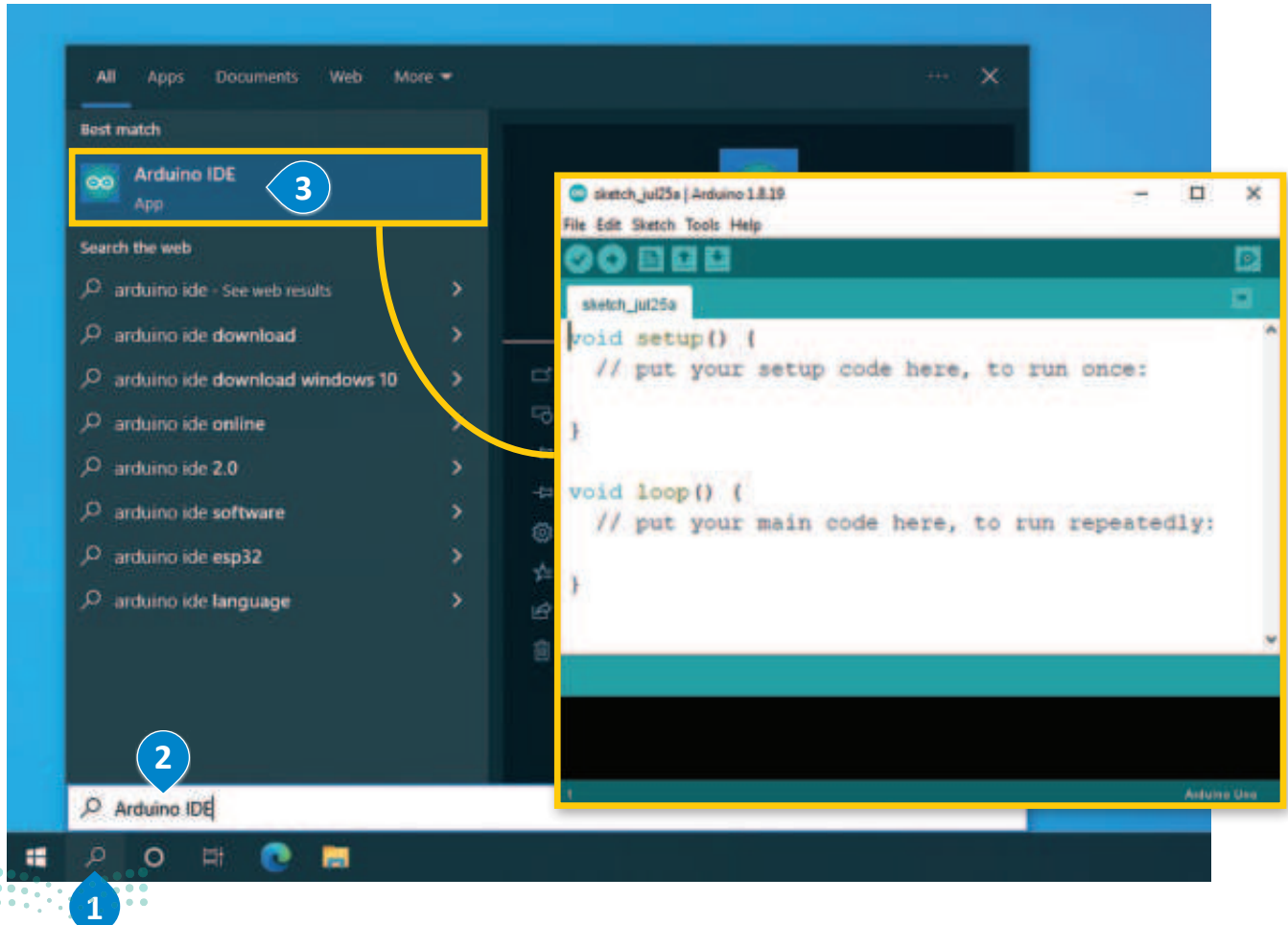
تُعدُّ بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو (Arduino IDE) بمثابة مُحررٍ نصي صُمِّم خصيصًا لأجهزة التحكم الدقيقة في الأردوينو، وتزوّد هذه البيئة بأدوات إضافية للتفاعل مع الأردوينو، وتحتوي على برامج مُعدّة مسبقًا لأداء مهام مُحدّدة في الأردوينو. لتثبيت بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو، انتقل إلى الموقع الإلكتروني <https://www.arduino.cc/en/software> وقم بتنزيل أحدث إصدار، ثم قم بعملية التثبيت من خلال تشغيل برنامج التثبيت. وبعد ذلك ستظهر بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو لتقوم بتحميل المكتبة القياسية StandardFirmata لإجراء عملية الاتصال بين الأردوينو وبرنامجك في البايثون. تأكد من أن إصدار بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو الذي تقوم بتنزيله متوافق مع جهاز تحكم الأردوينو الدقيق الخاص بك.

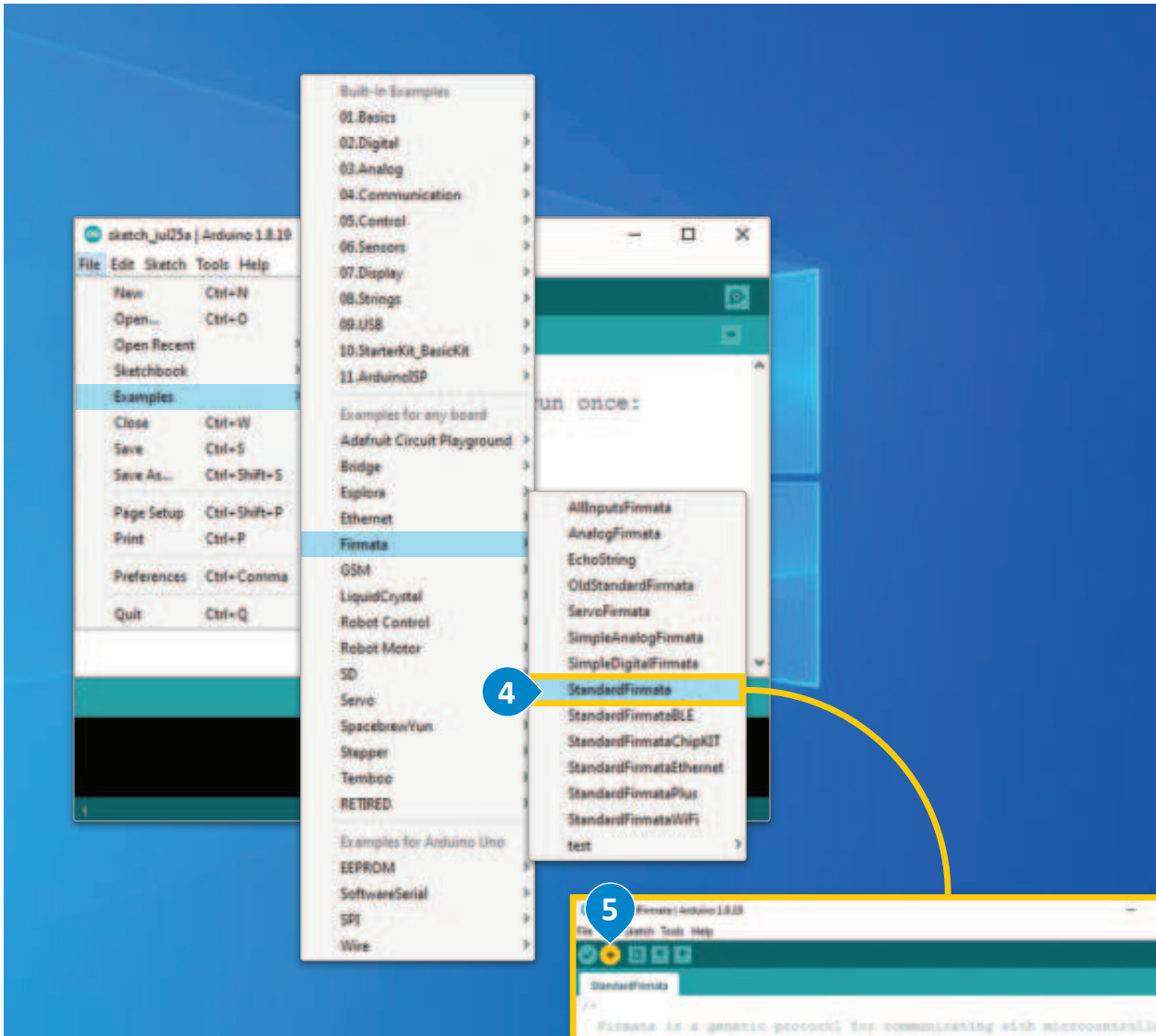
يمكنك العثور على بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو (Arduino IDE) بواسطة أيقونة البحث في حاسوبك.



لتحميل StandardFirmata :

- 1 < اضغط على أيقونة البحث في ويندوز، واكتب Arduino IDE.
- 2 < افتح Arduino IDE (بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو).
- 3 < حمل StandardFirmata في Arduino IDE (بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو) بالضغط على File (ملف) < Examples (أمثلة) < Firmata < StandardFirmata.
- 4 < قم بتحميل المكتبة إلى الأردوينو.
- 5

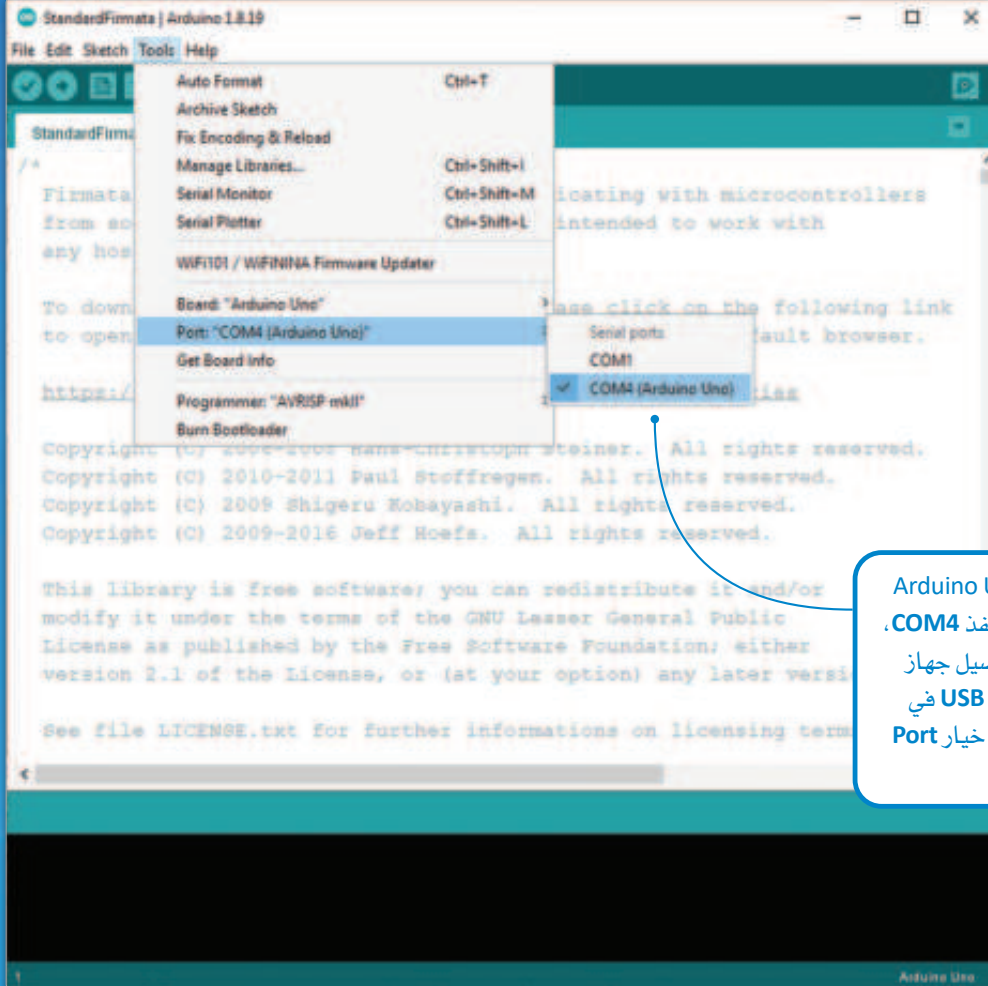




Firmata هو بروتوكول يُمكن البرامج الموجودة في حاسوبك من الاتصال بأجهزة التحكم الدقيقة، ويُمكن استخدام هذا البروتوكول في سائر أجهزة التحكم الدقيقة.

شكل 4.2: تحميل مكتبة Firmata

يمكنك الوصول إلى مَنفذ الاتصال من حاسوبك إلى لوحة الأردوينو بالضغط على **Tools** (أدوات) ، ثم **Port** (منفذ) ، ثم **Serial Ports** (منافذ تسلسلية) كما هو موضح أدناه. عيّن مَنفذ الاتصال في هذا المثال إلى COM4. قد يختلف المنفذ في حاسوبك، فعلى سبيل المثال قد يكون COM3 أو COM5. تدكّر أن تُدوّن مَنفذ الاتصال، حيث ستستخدمه في برنامج البايثون للاتصال بلوحة الأردوينو.



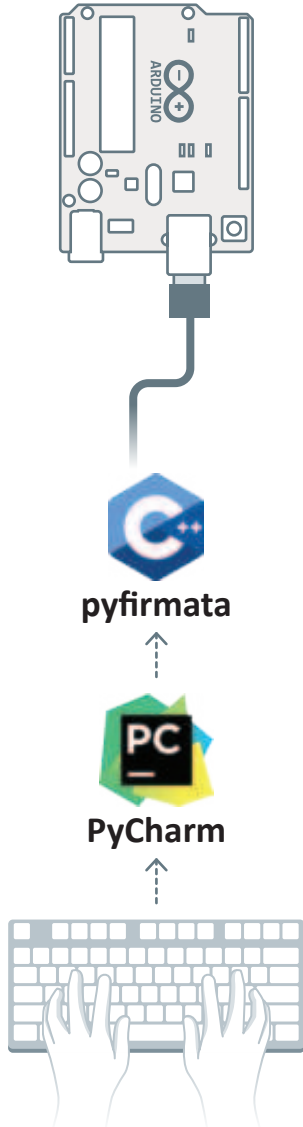
توصيل لوحة Arduino Uno (أردوينو أونو) بمنفذ COM4، وإذا لم تقم بتوصيل جهاز الأردوينو بمنفذ USB في جهازك فلن يكون خيار Port فعالاً.

شكل 4.3: عرض منفذ اتصال الأردوينو

عند تشغيل جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باستخدام لغة البايثون، عليك إبقاء مكتبة StandardFirmata قيد التشغيل لكي يتمكن برنامج البايثون الذي تكتبه من الاتصال بالأردوينو.



الآن وبعد أن قمت بتحميل StandardFirmata على جهاز تحكم الأردوينو الدقيق، عليك اتباع الخطوات الآتية مع كل مشروع تقوم بتنفيذه باستخدام لغة البايثون:



شكل 4.4: برمجة الأردوينو في البايثون من خلال pyfirmata

على الرغم من أن الاتصال يبدو من خلال منفذ USB، إلا أن الواقع هو استخدام ويندوز لمنفذ تسلسلي قياسي لتبادل البيانات مع جهاز الأردوينو، حيث يقوم نظام التشغيل بإنشاء منفذ افتراضي تسلسلي.

افتح باي تشارم (PyCharm) وقم بتثبيت حزمة pyfirmata من خلال نظام مدير الحزم (pip). في باي تشارم، افتح الواجهة الطرفية (Terminal) في مُجلد عملك، وقم بإدخال الأمر الآتي:

```
pip install pyfirmata
```

أنشئ ملف بايثون جديد، وفي بداية تعليماتك البرمجية، استدع حزمة pyfirmata البرمجية بالسطر البرمجي أدناه:

```
import pyfirmata
```

أنشئ مُنغيراً باسم *communication-port* (مَنفذ الاتصال)، يقوم بتخزين اسم مَنفذ الاتصال بحاسوبك حيث يتم توصيل لوحة الأردوينو:

```
communication_port = "COM4"
```

استخدم الأوامر الآتية لإجراء الاتصال بين برنامج البايثون ولوحة الأردوينو الخاصة بك، وللوصول إلى أطراف لوحة الأردوينو:

```
# Set the Arduino port to read from
board = pyfirmata.Arduino(communication_port)

# Set up access to the inputs of the circuit
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()
```

يتعين عليك استخدام تكرار لا نهائي تُنفذ من خلاله أوامرك بصورة مستمرة في الأردوينو.

```
while True:
    # write your code here
```

تبدأ كافة برامج البايثون للوحة الأردوينو بما يلي:

```
import pyfirmata

communication_port = "COM4"

# Set the Arduino port to read from
board = pyfirmata.Arduino(communication_port)

# Set up pyfirmata to access the status of the inputs of the circuit
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()

while True:
    # write your code here
```

يُشغّل البرنامج الذي تقوم بتطبيقه على حاسوبك، وليس على الأردوينو، مما يعني أنه يمكنك الوصول إلى كافة الوظائف التي قد لا تتوافر في جهاز تحكم الأردوينو الدقيق.



شكل 4.5: برمجة الأردوينو في البايثون من خلال pyfirmata

التعامل مع PyFirmata

الوظائف الرئيسية التي تحتاج إلى تنفيذها في البايتون بواسطة PyFirmata هي قراءة القيم وكتابتها لكافة الأطراف التناظرية والرقمية لجهاز تحكم الأردوينو الدقيق. يُنفذ الإجراء أعلاه في pyfirmata بواسطة الدالة (`board.get_pin()`)، والتي تُستقبل **مُعامِلات** (Parameters) مُكونة من ثلاثة أحرف تفصل بين كلٍّ منهما نقطتان رأسيّتان.

المُعامِل الأول هو "a" أو "d" ويعني طرف تناظري (analog) أو رقمي (digital).

- المُعامِل الثاني هو رقم الطرف الذي تريده.
- تُرقّم الأطراف الرقمية من 0-12.
- وتُرقّم الأطراف التناظرية من A0-A5.

المُعامِل الثالث هو طريقة التفاعل مع جهاز تحكم الأردوينو الدقيق.

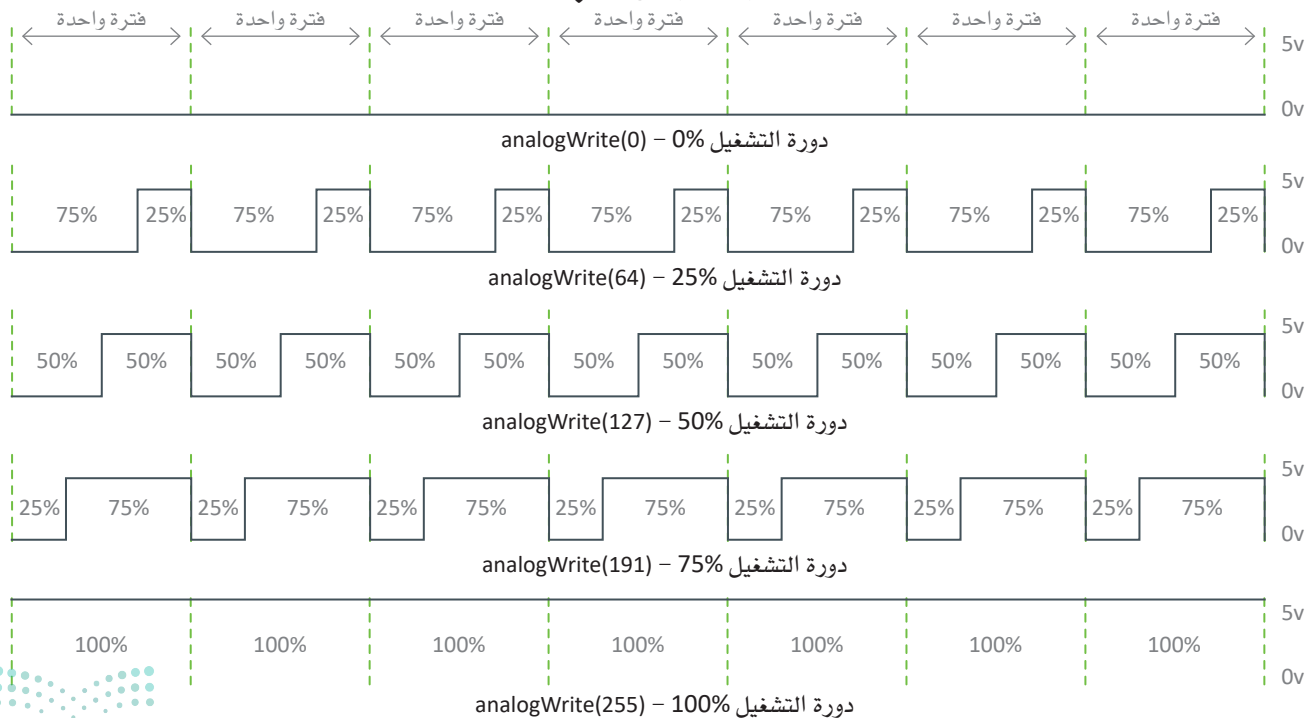
- بالنسبة للأطراف الرقمية، يُشير الحرف "i" إلى **input** (مُدخلات)، والحرف "o" إلى **output** (مُخرجات).
- بالنسبة للأطراف التناظرية، يُشير الحرف "i" إلى **input** (مُدخلات) والحرف "p" إلى **Pulse Width Modulation** (تضمين عرض النبضة).

تضمين عرض النبضة

(Pulse Width Modulation - PWM)

هو عملية تعديل تستخدم الإخراج الرقمي لإصدار إشارة تناظرية بقوة متغيرة.

تضمين عرض النبضة



شكل 4.6: تضمين عرض النبضة

التفاعل مع الأطراف الرقمية Interacting with Digital Pins

قراءة قيمة من الطرف الرقمي 10 (digital pin 10).

```
digital_pin = board.get_pin("d:10:i")
pin_value = digital_pin.read()
```

كتابة قيمة إلى الطرف الرقمي 10 (digital pin 10).

```
digital_pin = board.get_pin("d:10:o")
digital_pin.write(1)
digital_pin.write(0)
```

التفاعل مع الأطراف التناظرية Interacting with Analog Pins

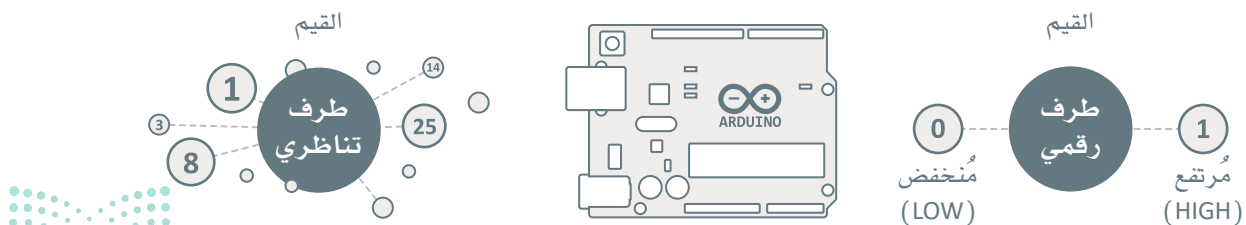
قراءة قيمة من الطرف التناظري 4 (analog pin 4).

```
analog_pin = board.get_pin("a:4:i")
pin_value = analog_pin.read()
```

كتابة قيمة إلى الطرف التناظري 4 (analog pin 4).

```
analog_pin = board.get_pin("a:4:p")
analog_pin.write(0.75)
```

يتطلب كل مُستشعر
أو مُشغل قيمًا مختلفة
ليعمل بصورة صحيحة.



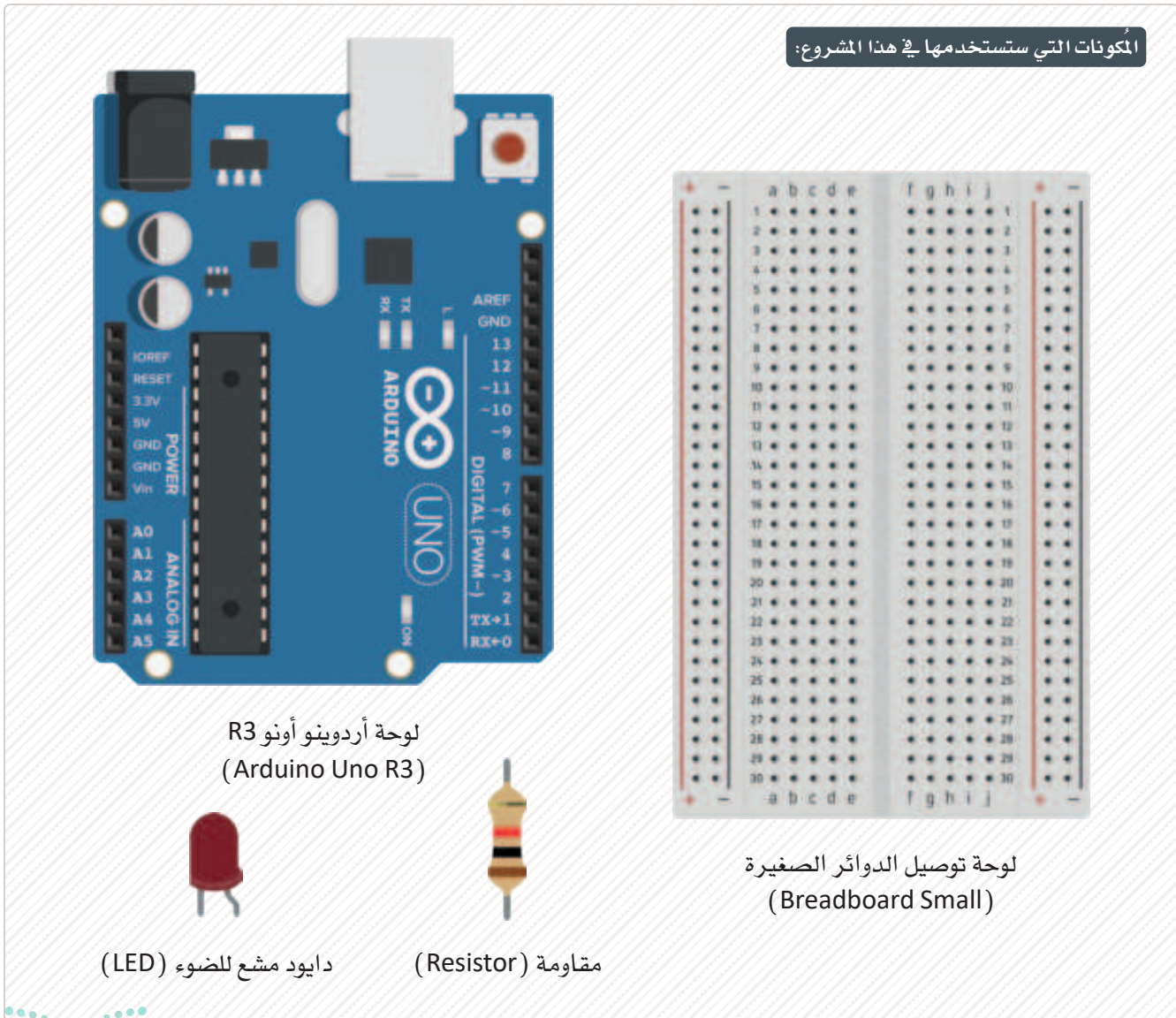
شكل 4.7: الاختلاف بين قراءة البيانات من الأطراف الرقمية والأطراف التناظرية

مشروع أردوينو مبسط مع PyFirmata

A Simple Arduino Project with PyFirmata

لكي تتعرف على طريقة استخدام مكتبة PyFirmata، ستُنشئ مشروع أردوينو مبسطاً يستخدم دايوداً خارجياً مشعاً للضوء، بالإضافة إلى طرف الدايود المشع للضوء المُدمج في الأردوينو. ستستخدم البايثون لبرمجة كل دايود مشع للضوء ليومض بالتناوب. ستُنشئ أولاً محاكاة للدائرة في دوائر تينكر كاد (Tinkercad Circuits)، وستحتاج في هذا المشروع إلى المكونات الآتية:

- لوحة أردوينو أونو R3.
- لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.
- دايود مشع للضوء.
- مقاومة.



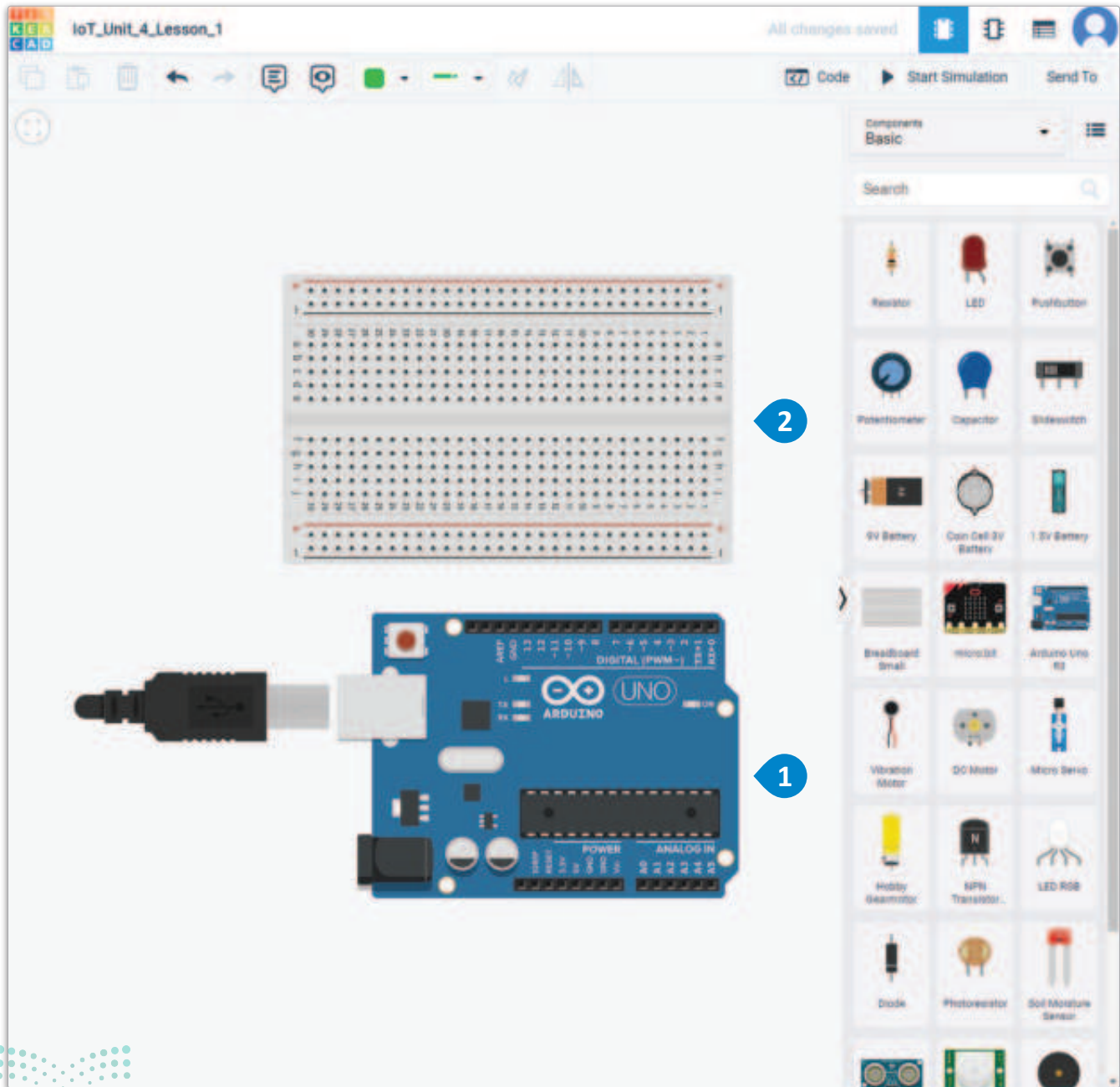
شكل 4.8: مكونات المشروع

ابدأ بوضع المكونات المطلوبة في مساحة عمل محاكي دوائر تينكر كاد.

لتحميل المكونات:

< ابحث عن Arduino Uno R3 (لوحة أردوينو أونو R3) من مكتبة Components (المكونات) ، واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 1

< ابحث عن Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) من مكتبة Components (المكونات) ، واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 2



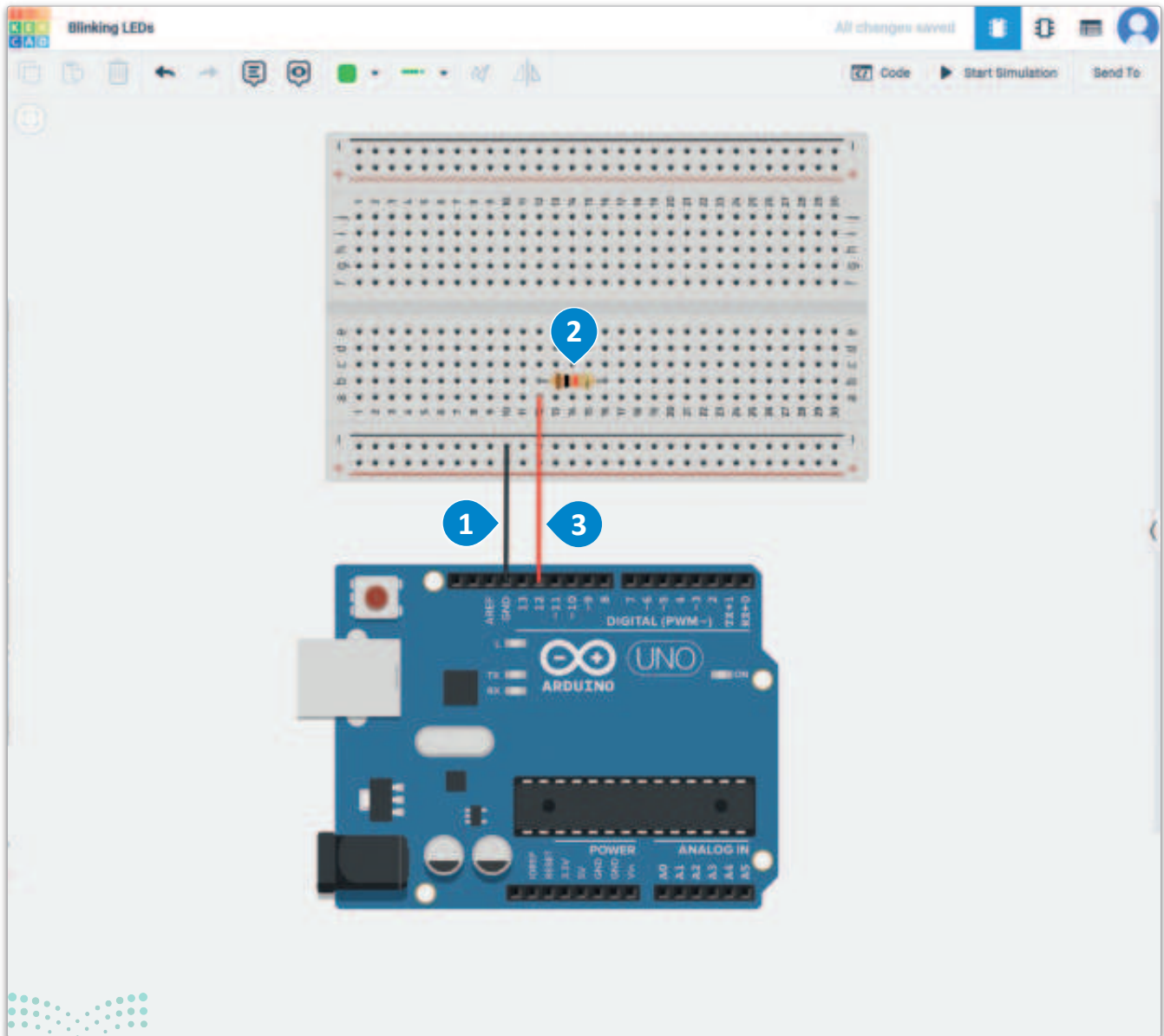
شكل 4.9: تحميل المكونات

ستكمل الآن توصيل الأردوينو بدايود خارجي مشع للضوء.

التوصيل الأردوينو:

< وصل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة)، وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ①

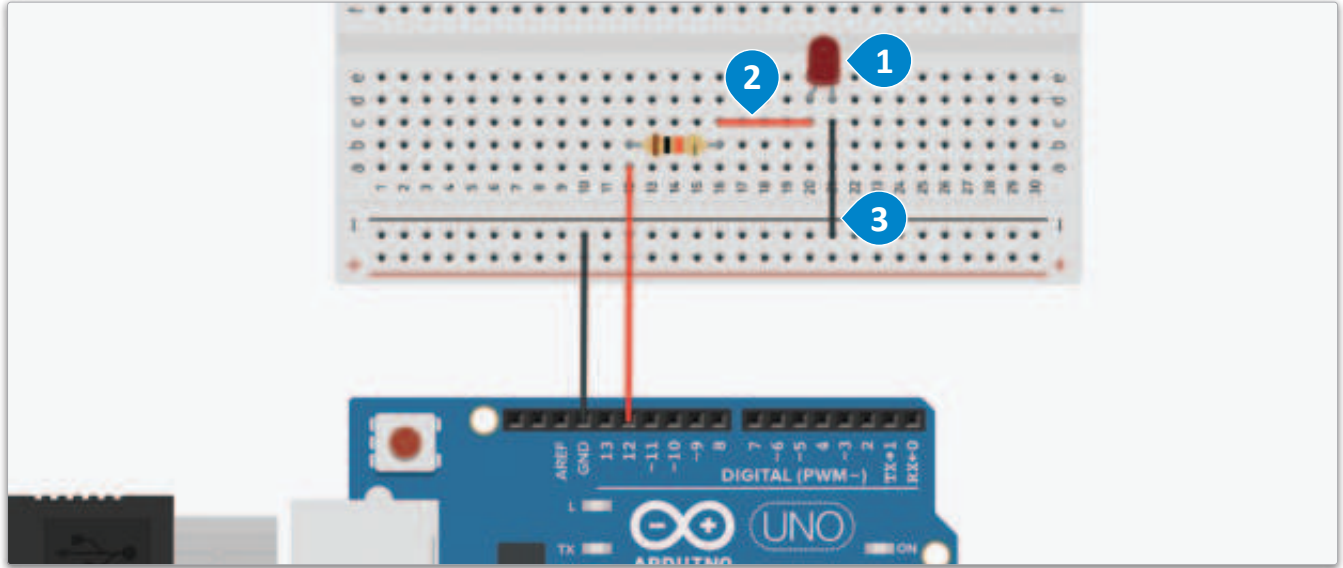
< ابحث عن Resistor (المقاومة) من مكتبة Components (المكونات)، وضعها على Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة)، ② ثم قم بتوصيل Digital pin 12 (الطرف الرقمي 12) بـ Terminal 1 (الطرف 1) من المقاومة وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ③



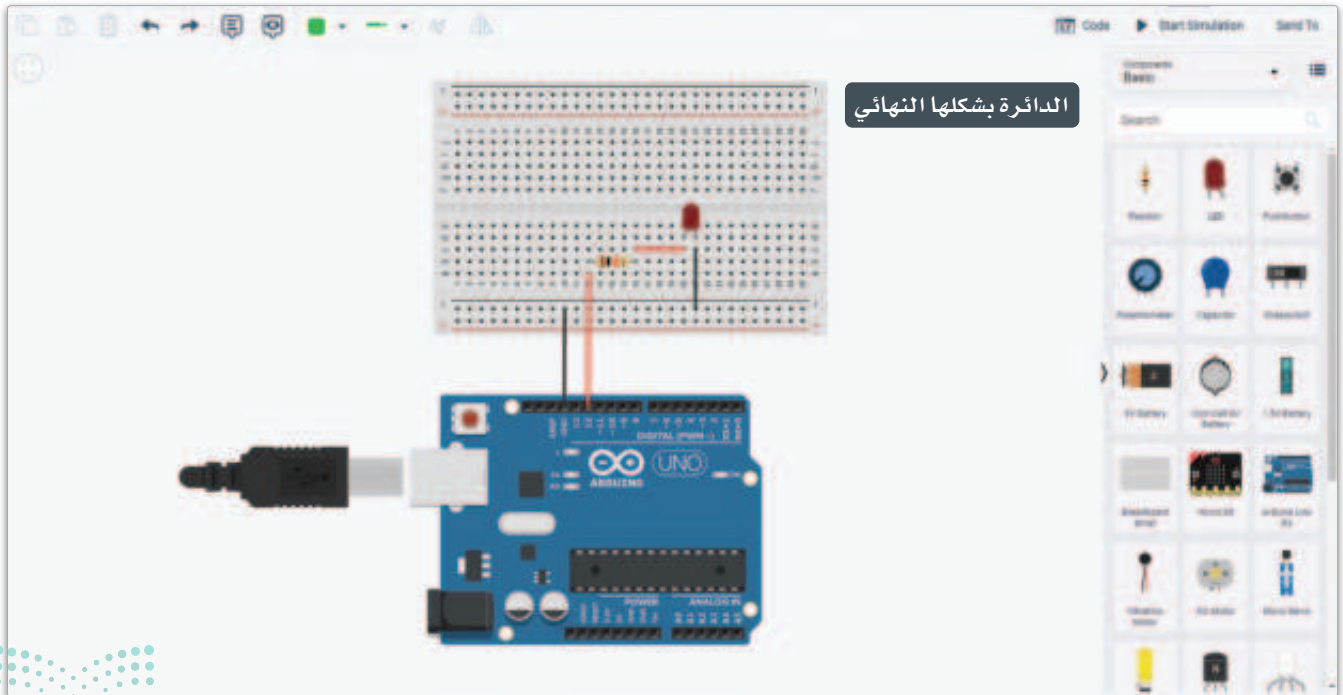
شكل 4.10: توصيل الأردوينو

لتوصيل الدايود المشع للضوء:

- < ابحث عن LED (الدايود المشع للضوء) من مكتبة Components (المكونات)، وضعه على Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). **1**
- < قم بتوصيل Terminal 2 (طرف 2) من المقاومة بالدايود المشع للضوء. **2**
- < قم بتوصيل مهبط الدايود المشع للضوء بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة التوصيل الصغيرة). **3**



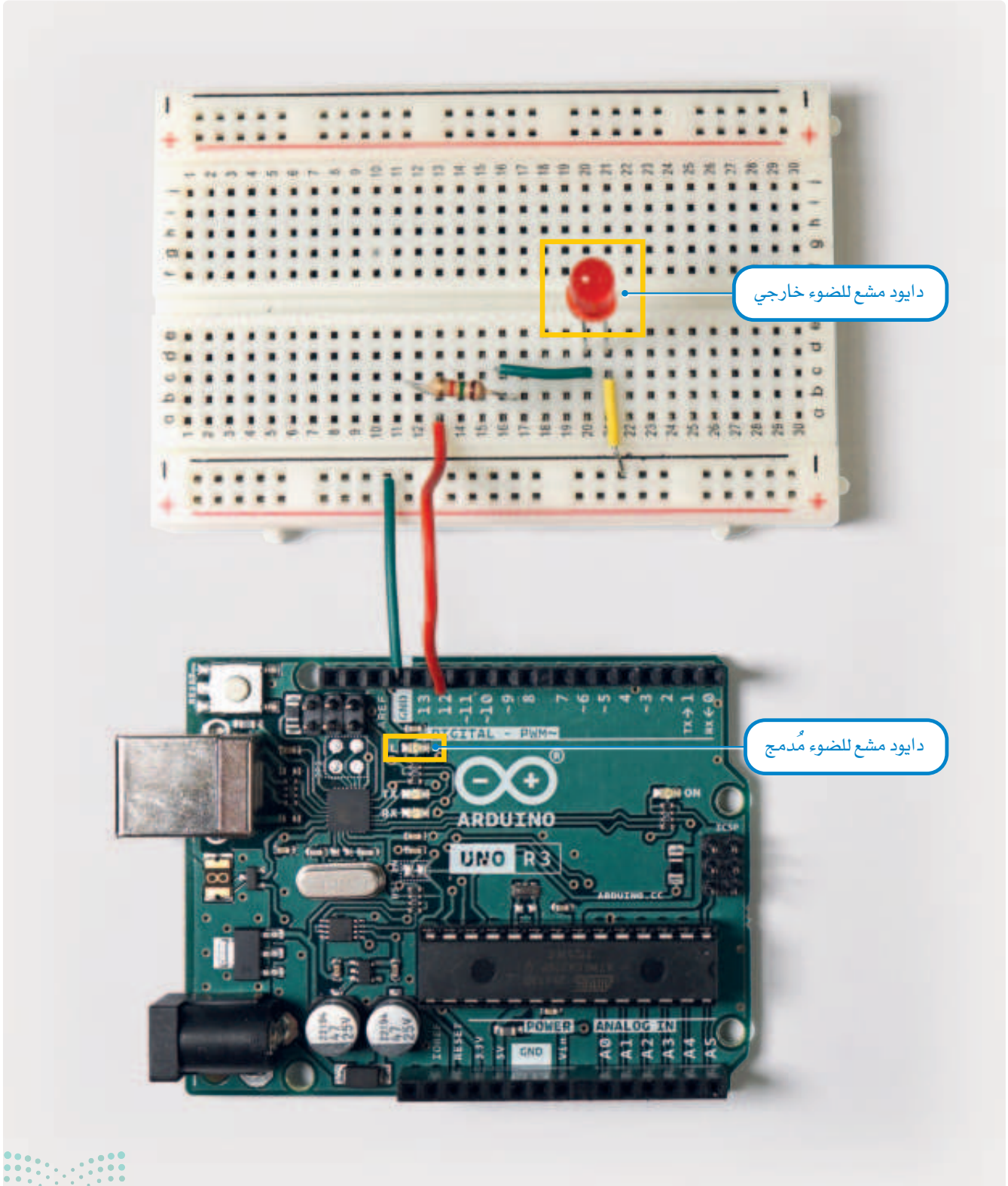
شكل 4.11: توصيل الدايود المشع للضوء



شكل 4.12: الدائرة بشكلها النهائي في دوائر تينكر كاد

الدائرة المادية Physical Circuit

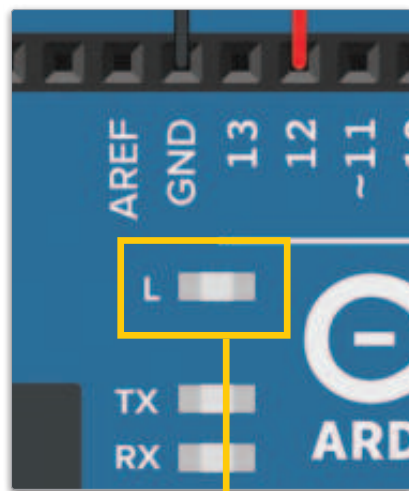
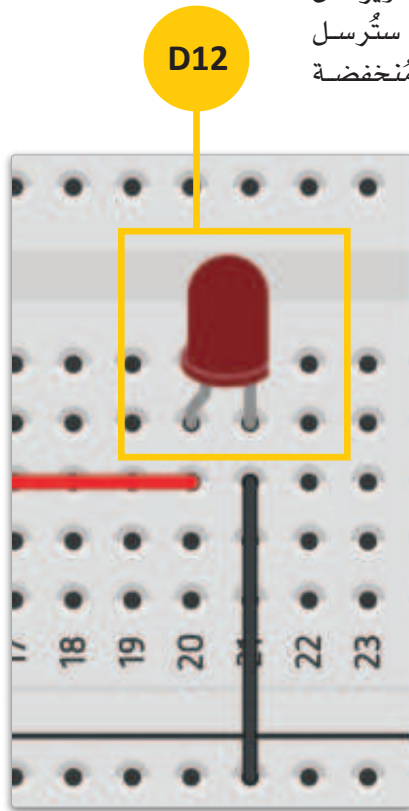
تمثل هذه الصورة شكل الدائرة الفعلية.



شكل 4.13: صورة الدائرة الفعلية

برمجة الأردوينو للوميض Programming the Arduino to Blink

ستبرمج الدايودين المشعين للضوء ليومضوا واحداً تلو الآخر، وذلك بفارق زمني ثانية واحدة. يُوصَل الدايود المشع للضوء المُدمج في الأردوينو بالطرف الرقمي 13، ويُوصَل الدايود المشع للضوء الخارجي بالطرف الرقمي 12. ثم بواسطة تكرار لانهائي سترسل إشارة مُرتفعة (1) HIGH إلى الدايود المشع للضوء الذي سيومض، وإشارة مُنخفضة (0) LOW إلى الدايود المشع للضوء الآخر. ستعكس الإشارات بعد ثانية واحدة.



شكل 4.14: توصيل الأطراف بالمكونات

افتح باي تشارم، وأنشئ ملف بايثون جديد، واستورد المكتبات الضرورية.

```
import pyfirmata
import time
```

قم بإعداد منفذ الاتصال.

```
communication_port = 'COM4'
```

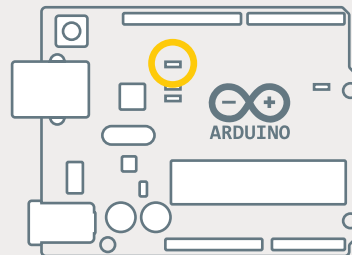
قم بإعداد الاتصال بين PyFirmata ولوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

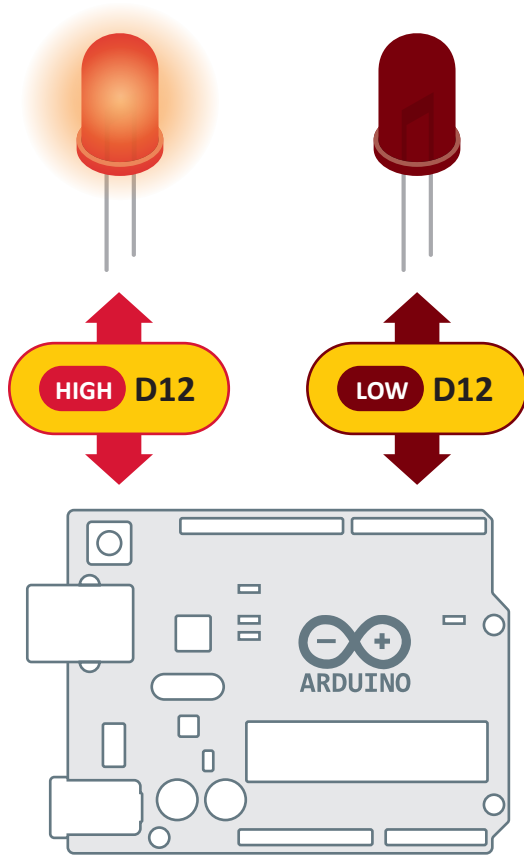
```
board = pyfirmata.Arduino(communication_port)
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()
```

عين الأطراف الخاصة بالدايود المشع للضوء الخارجي والداخلي.

```
external_led = board.get_pin("d:12:o")
internal_led = board.get_pin("d:13:o")
```

D13





شكل 4.15: إرسال إشارة رقمية من الأردوينو إلى الأطراف

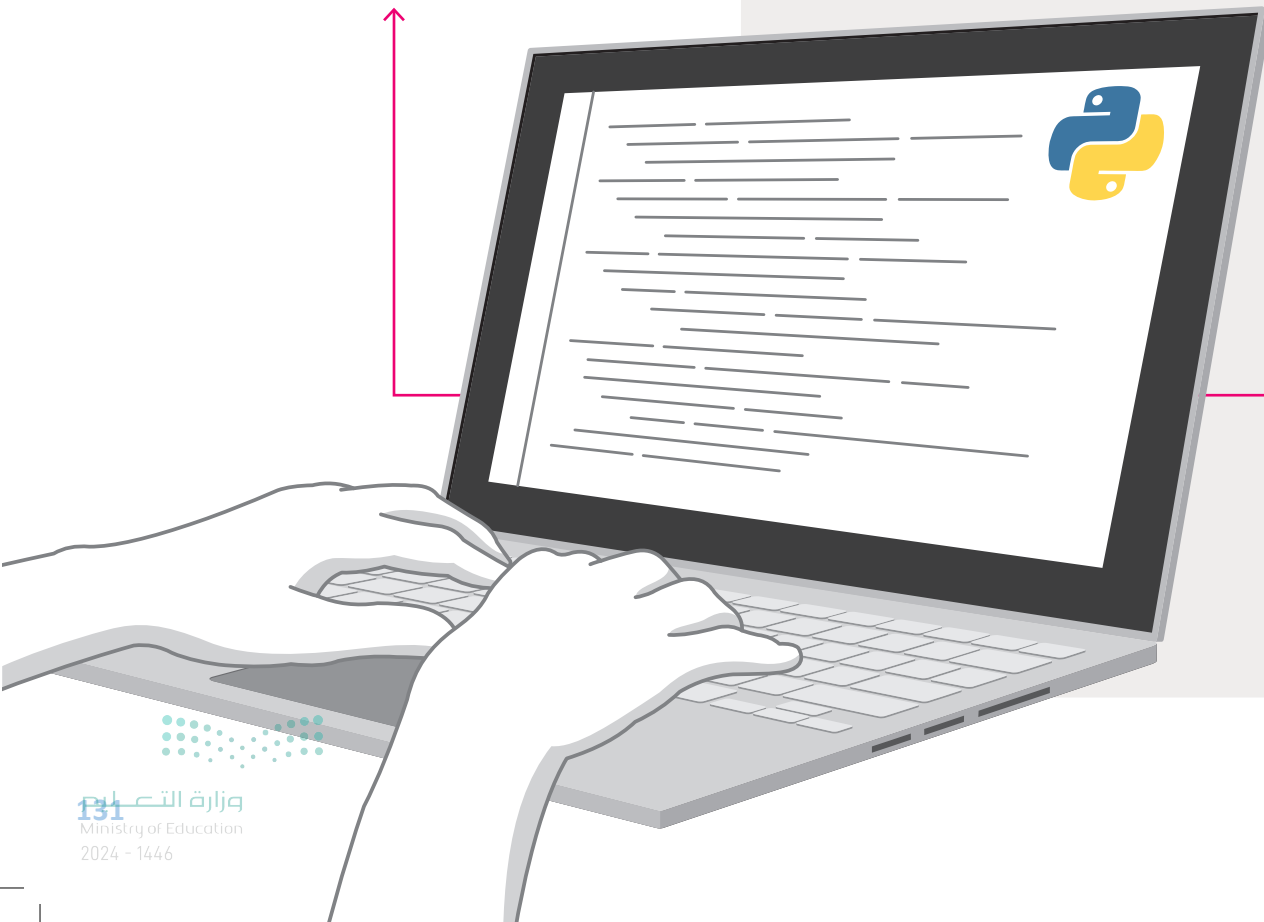
اكتب منطق الدائرة لتشغيل وميض الدايودات المشعة للضوء.

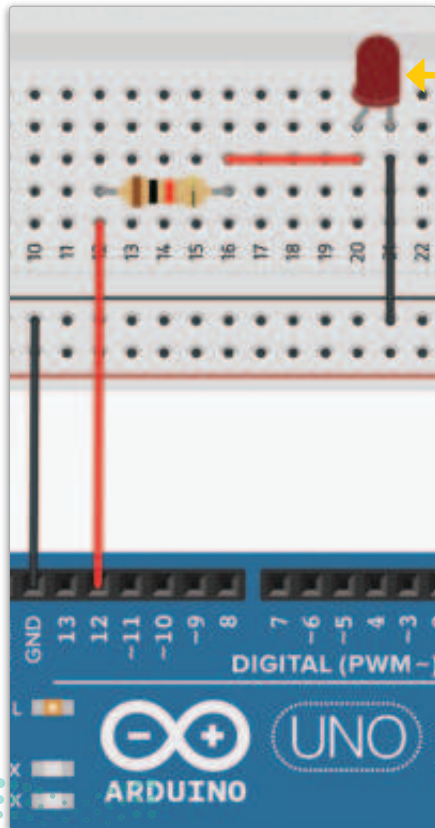
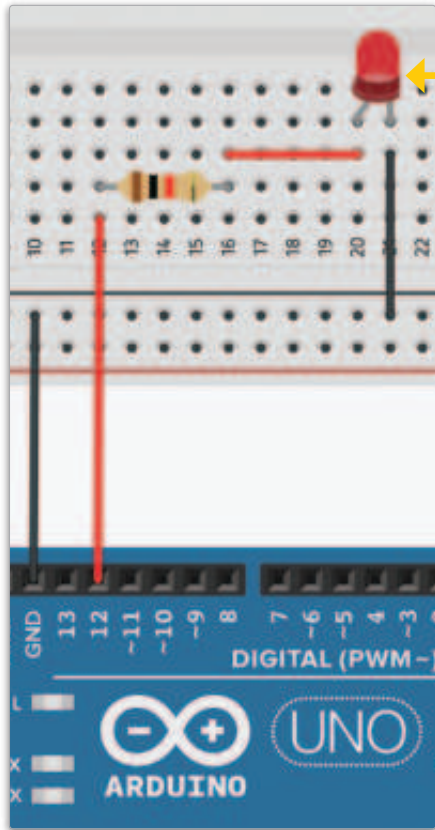
```
while True:
    external_led.write(1)
    internal_led.write(0)

    time.sleep(1)

    external_led.write(0)
    internal_led.write(1)

    time.sleep(1)
```





البرنامج بشكله النهائي Complete Code

```

import pyfirmata
import time

communication_port = 'COM4'

board = pyfirmata.Arduino(communication_port)
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()

external_led = board.get_pin("d:12:o")
internal_led = board.get_pin("d:13:o")

while True:
    external_led.write(1)
    internal_led.write(0)

    time.sleep(1)

    external_led.write(0)
    internal_led.write(1)

    time.sleep(1)

```

تمرينات

1

خاطئة	صحيحة	حدّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:
●	●	1. يمكن برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق بواسطة لغة C++ فقط.
●	●	2. يُعدّ بروتوكول Firmata أحد بروتوكولات التشفير.
●	●	3. تُوظّف مكتبة PyFirmata باستخدام لغة البايثون فقط.
●	●	4. لإنشاء اتصال بين الأردوينو والحاسب، ستحتاج إلى تحميل مكتبة ServoFirmata.
●	●	5. تتعرف برمجة PyFirmata تلقائياً على منفذ الاتصال الذي تستخدمه لوحة الأردوينو.
●	●	6. تستخدم الأطراف التناظرية تضمين عرض النبضة بدلاً من طريقة الإخراج القياسية.
●	●	7. يُمكن للدايودات المشعة للضوء الخارجية أن تضيء بإشارات رقمية وتناظرية.
●	●	8. يتصل الدايدود المشع للضوء المُدمج داخل الأردوينو بالطرف الرقمي 10.
●	●	9. يعمل برنامج البايثون مع PyFirmata على جهاز تحكم الأردوينو الدقيق.
●	●	10. تتركز أهمية استخدام لوحة تجارب حقيقية في أنه إذا رُكبت المكونات بشكل غير صحيح على اللوحة، فيمكن نقلها ببساطة إلى مكانها الصحيح على اللوحة.

2 صِفْ عملية إعداد بيئة تطوير الأردوينو، واذكر بيئات البرامج والأجهزة المطلوبة.

3 ما مزايا برمجة الأردوينو بواسطة البايثون؟ علل إجابتك.

4 ما سلبيات التعامل مع بروتوكول Firmata ومكتبة PyFirmata معاً؟



5 ما وظيفة التعليقات البرمجية الآتية؟

```
pin = board.get_pin("a:4:p")  
pin.write(0.75)
```

6 اذكر مثالين على مُستشعرات أو مُشغلات تعمل بصورة أفضل مع الإشارات الرقمية، ومثالين آخرين على مُستشعرات تعمل بصورة أفضل مع الإشارات التناظرية، آخذاً في اعتبارك المُستشعرات والمُشغلات التي تعلمتها.





الدرس الثاني برمجة الأردوينو في البايثون

مشروع الحديقة الذكية بالأردوينو Smart Garden with an Arduino

المنصة السحابية (Cloud Platform)

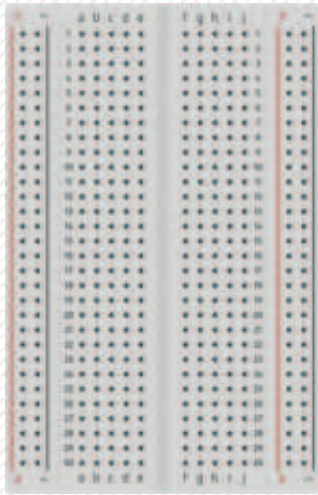
المنصة السحابية هي خادم في مركز بيانات قائم على الإنترنت، يُمكن خدمات البرامج والأجهزة من العمل معاً عن بُعد وفي توزيعات كبيرة.

نظراً للتغير المناخي في أنحاء الكرة الأرضية، فقد ازداد الطلب على البستنة الذكية كطريقة للزراعة المُستدامة والقابلة للتطوير. أصبحت هناك حاجة ماسة لتلبية الاحتياجات الزراعية لدى العدد المتزايد من السكان، وبالتالي ضرورة وجود طرائق زراعة أكثر كفاءة مثل البستنة الذكية. ستقوم بمحاكاة دائرة أردوينو تراقب حديقة ذكية، وترسل البيانات إلى منصة سحابية عبر الإنترنت. سيرسل الأردوينو البيانات باستمرار إلى التخزين السحابي، وعند استيفاء مجموعة معينة من الظروف المتعلقة بدرجة الحرارة والرطوبة، سيتم محاكاة تشغيل نظام للري. ستقوم أولاً بمحاكاة الدائرة في دوائر تينكر كاد لاستعراض توصيلات الدائرة بوضوح، ثم ستستخدم المحاكاة لإرشادك في إنشاء الدائرة نفسها باستخدام جهاز تحكم أردوينو حقيقي.

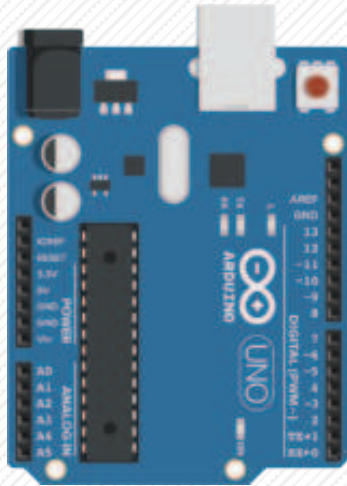
ستحتاج إلى المكونات الآتية:

- لوحة أردوينو أونو R3 (Arduino Uno R3).
- لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.
- مُستشعر رطوبة التربة.
- مُستشعر درجة الحرارة.
- مُحرك تيار مُستمر.

المكونات التي ستستخدمها في هذا المشروع:



لوحة توصيل الدوائر الصغيرة
(Breadboard Small)



لوحة أردوينو أونو R3
(Arduino Uno R3)

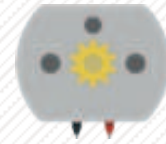


مُستشعر رطوبة التربة
(Soil Moisture Sensor)

مُستشعر الحرارة
(Temperature Sensor)

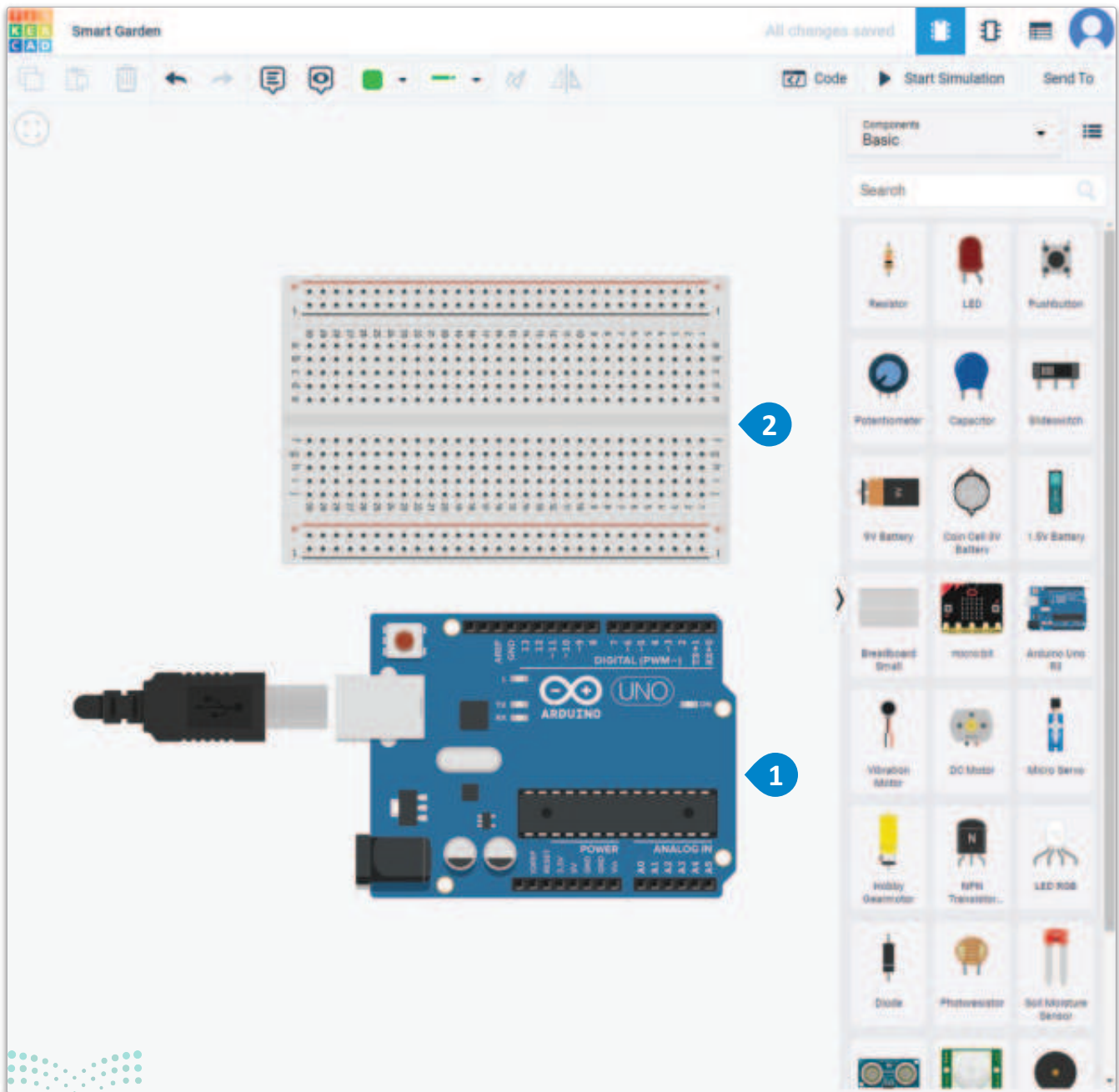


مُحرك تيار مستمر
(DC Motor)



تحميل المكونات

- < ابحث عن Arduino Uno R3 (لوحة أردوينو أونو R3) من مكتبة Components (المكونات)، واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. **1**
- < ابحث عن Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) من مكتبة Components (المكونات)، واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. **2**

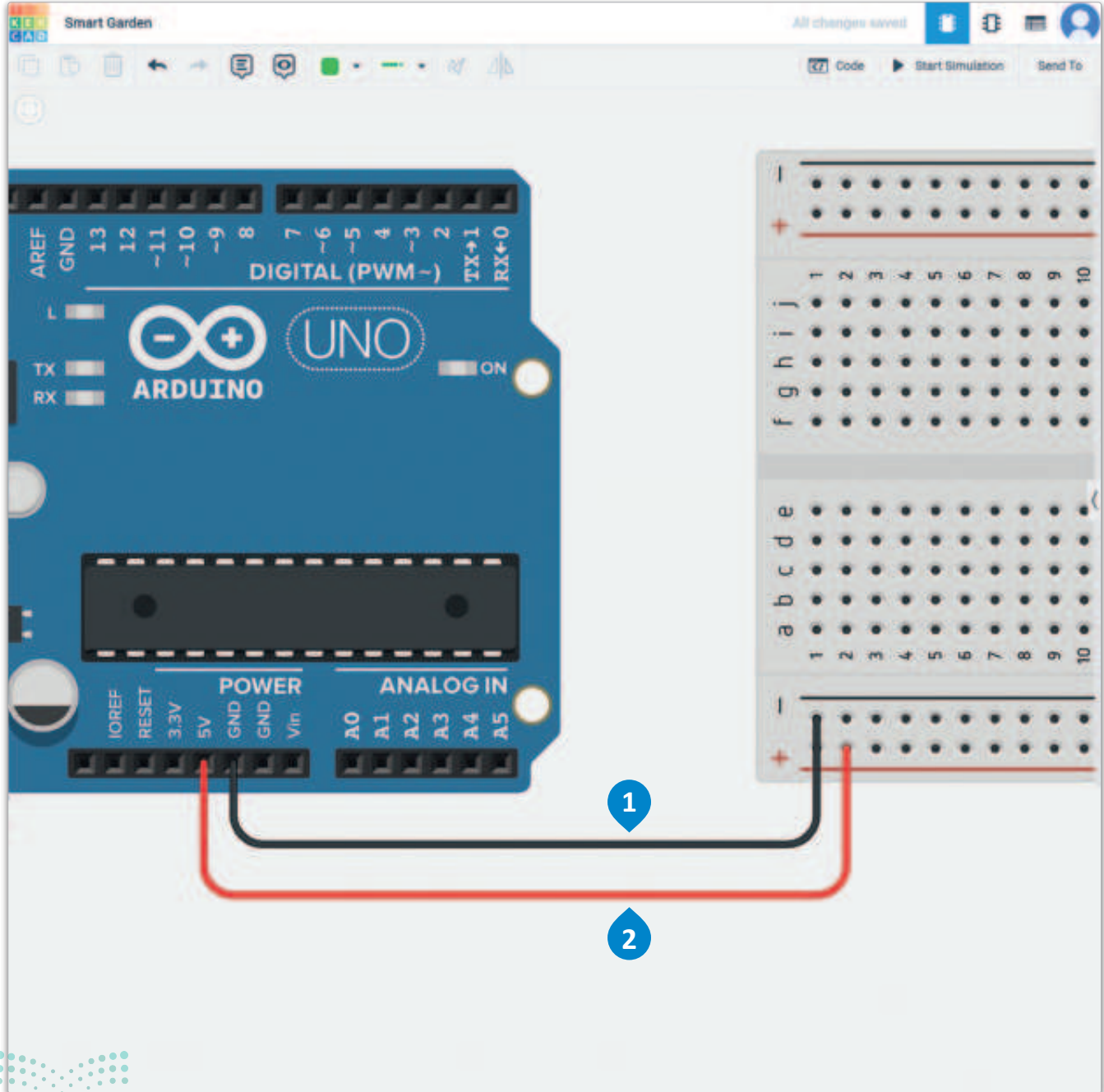


شكل 4.18: تحميل المكونات

ستقوم الآن بتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

لتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة:

- < قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة، وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ①
- < قم بتوصيل طرف الجهد 5V (5 فولت) للوحة الأردوينو بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ②

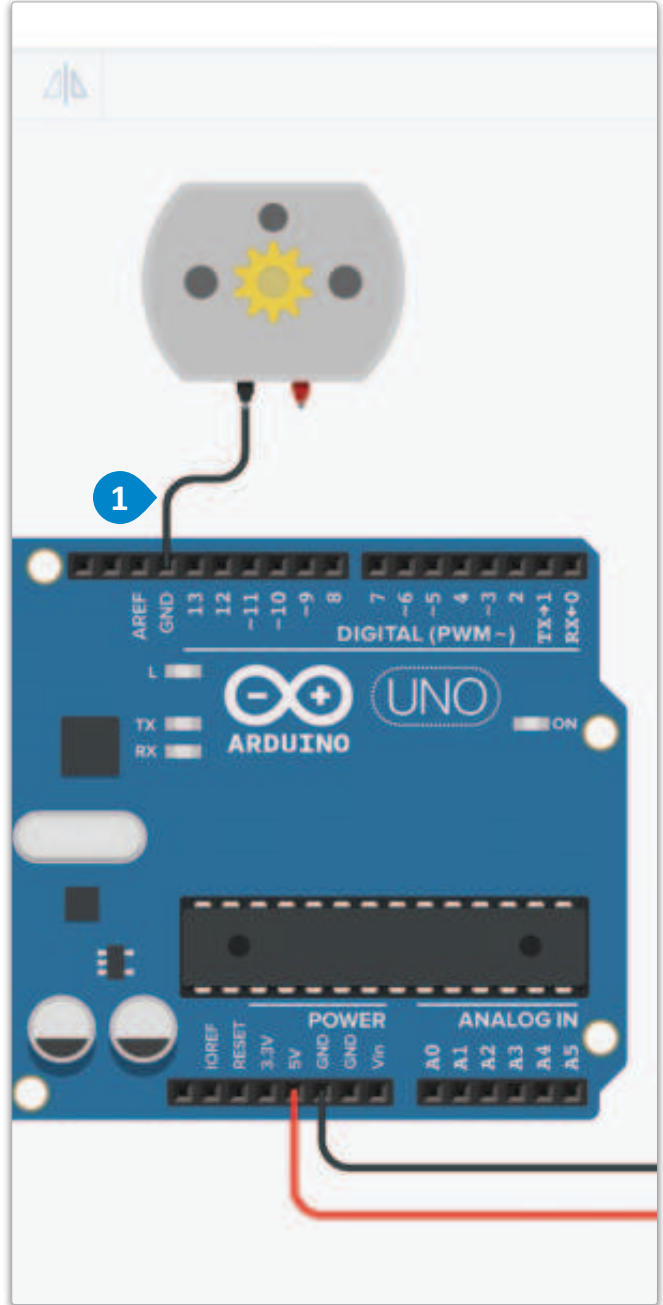
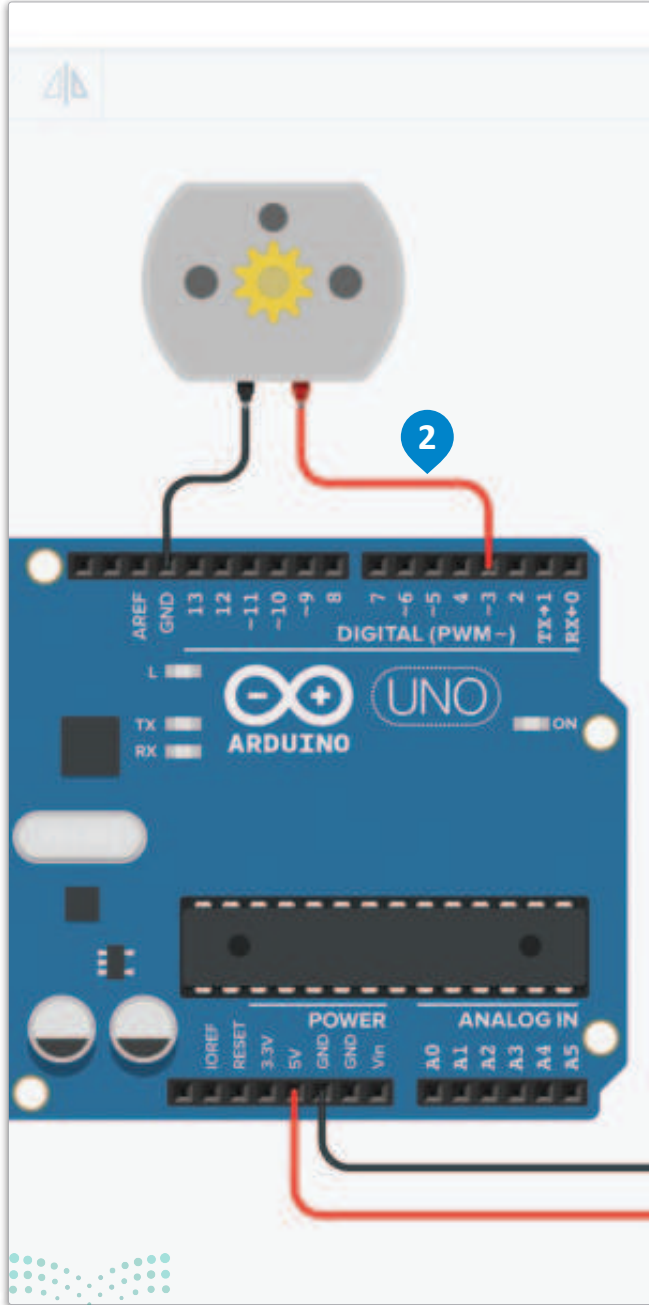


ستقوم الآن بتوصيل محرك التيار المستمر بمنفذ رقمي في لوحة الأردوينو.

لتوصيل محرك التيار المستمر:

- < قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالطرف 1 لمحرك التيار المستمر وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ①
- < قم بتوصيل Digital pin 3 (الطرف الرقمي 3) بـ Terminal 2 (الطرف 2) لمحرك التيار المستمر، وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ②

سيحاكي محرك التيار المستمر عملية فتح صمام نظام الري والذي سيُنشَط عند استيفاء مجموعة معينة من الشروط.

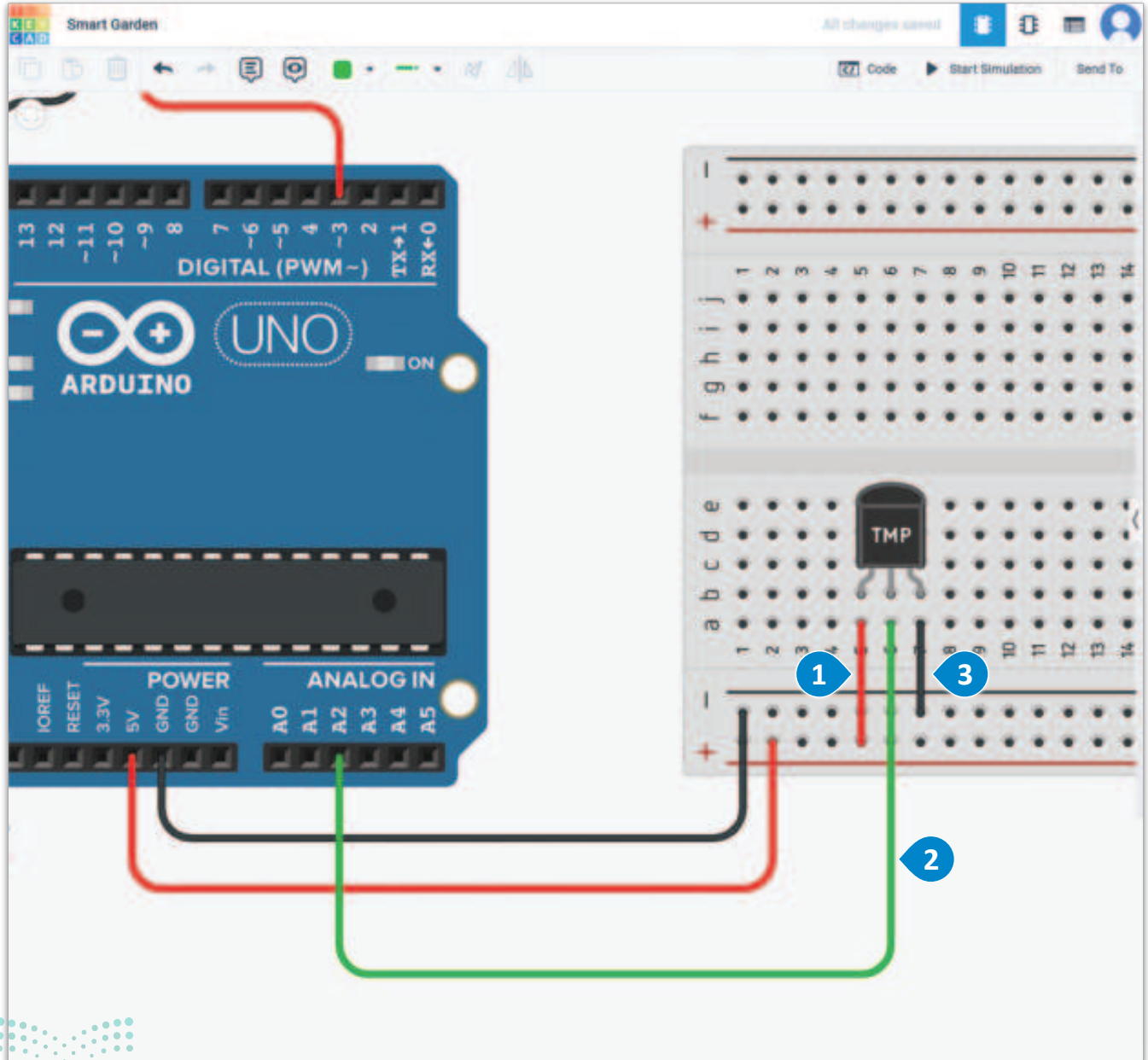


شكل 4.20: توصيل محرك التيار المستمر

ستقوم الآن بتوصيل مُستشعر درجة الحرارة بمُنفذ تناظري في الأردوينو.

لتوصيل مُستشعر درجة الحرارة:

- < قم بتوصيل طرف Power (الطاقة) مُستشعر درجة الحرارة بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). ①
- < قم بتوصيل طرف مخرج Vout (الجهد) مُستشعر درجة الحرارة بالطرف التناظري A2 في لوحة الأردوينو، وغيّر لون السلك إلى green (الأخضر). ②
- < قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) مُستشعر درجة الحرارة بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). ③

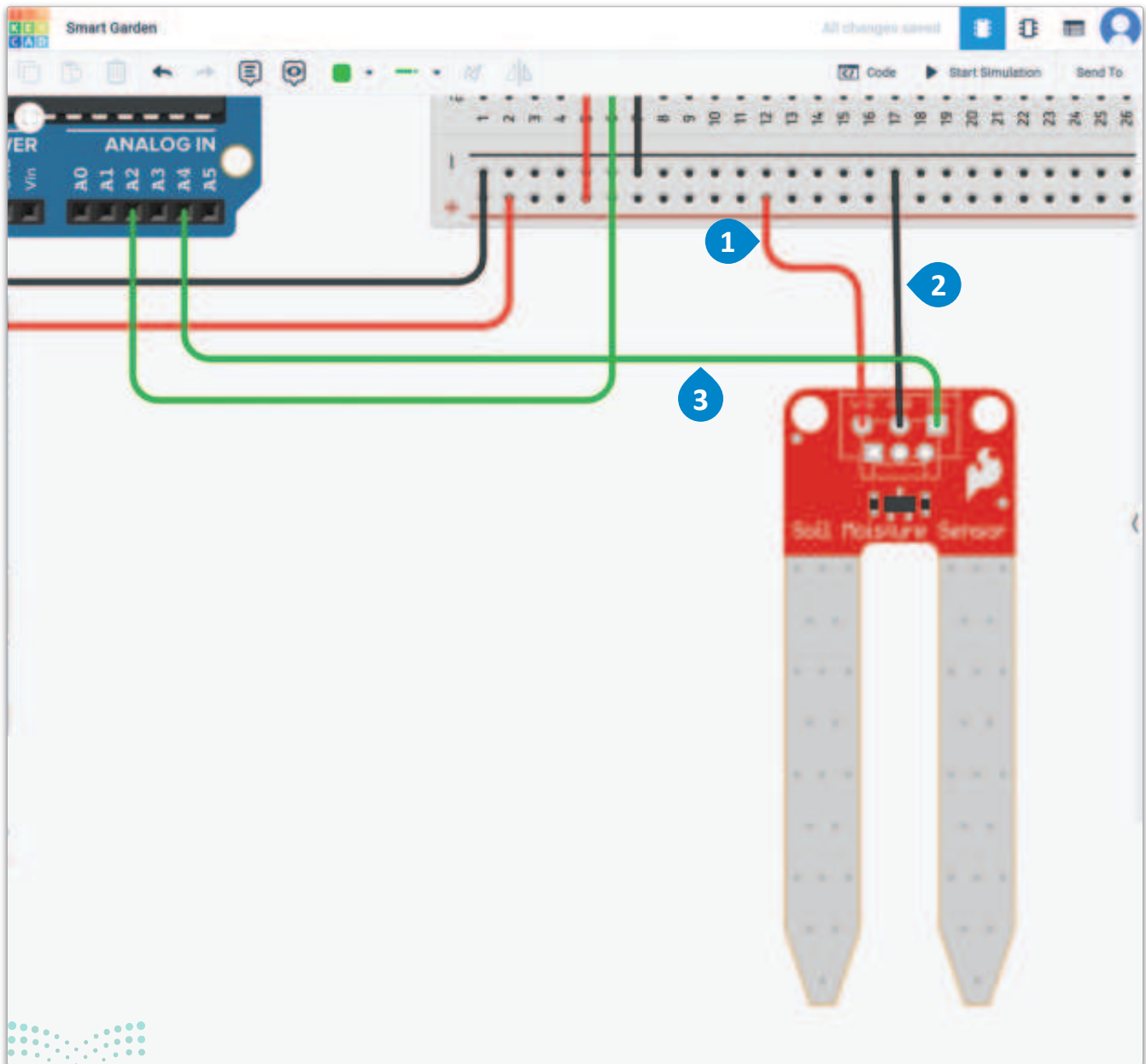


شكل 4.21: توصيل مُستشعر درجة الحرارة

ستقوم في الختام بتوصيل مُستشعر رطوبة التربة بمنفذ تناظري في الأردوينو.

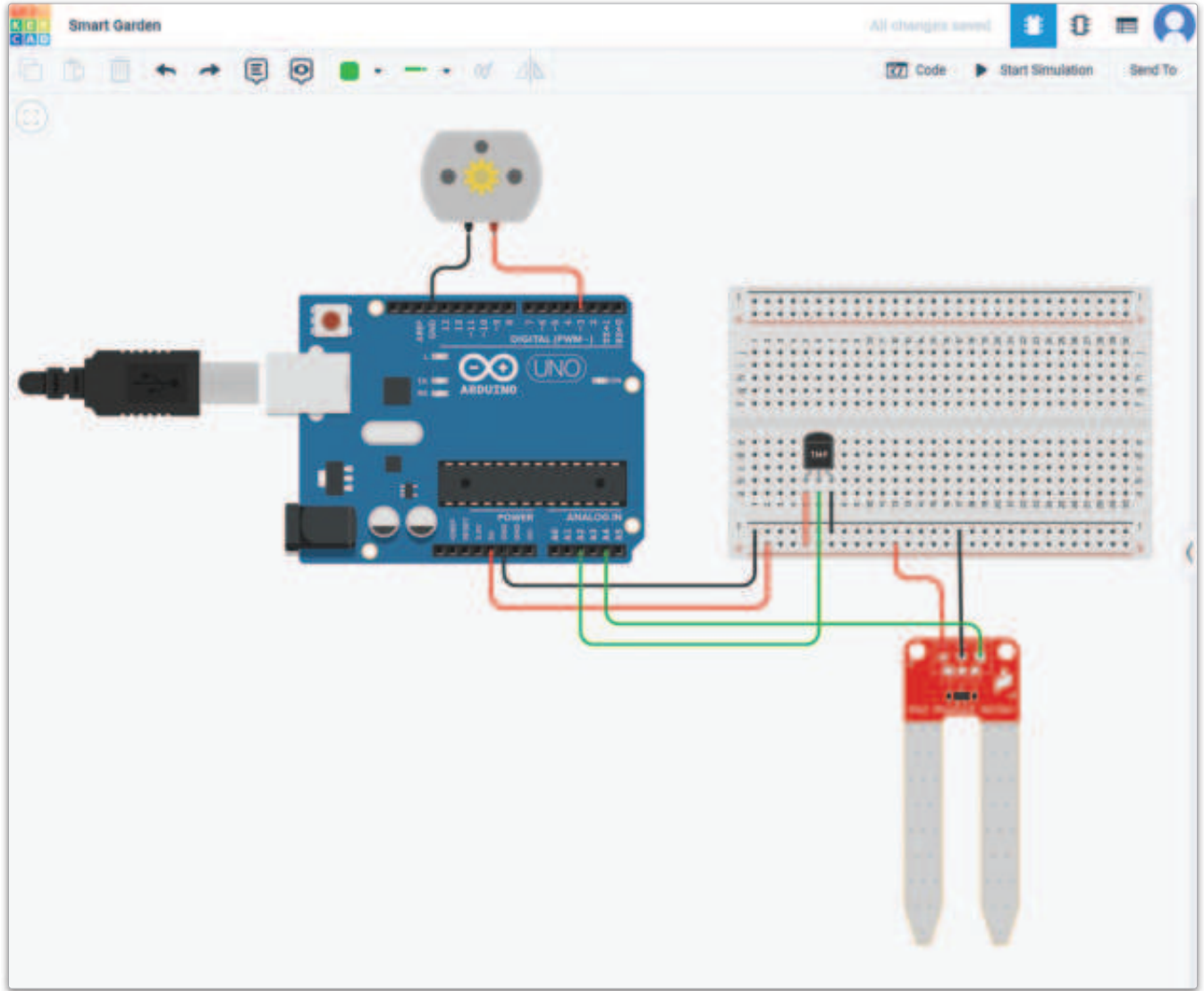
التوصيل مُستشعر رطوبة التربة.

- < قم بتوصيل طرف Power (الطاقة) مُستشعر رطوبة التربة بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغير لون السلك إلى red (الأحمر). ①
- < قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) مُستشعر رطوبة التربة بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغير لون السلك إلى black (الأسود). ②
- < قم بتوصيل طرف Signal (الإشارة) مُستشعر رطوبة التربة بالطرف التناظري A4 في لوحة الأردوينو، وغير لون السلك إلى green (الأخضر). ③

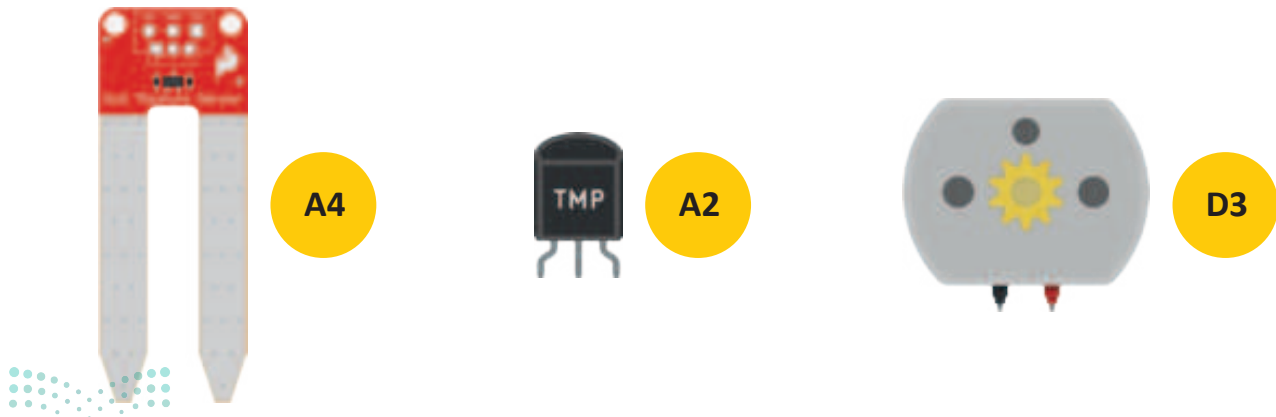


شكل 4.22: توصيل مُستشعر رطوبة التربة

الدائرة بصورتها النهائية Complete Circuit



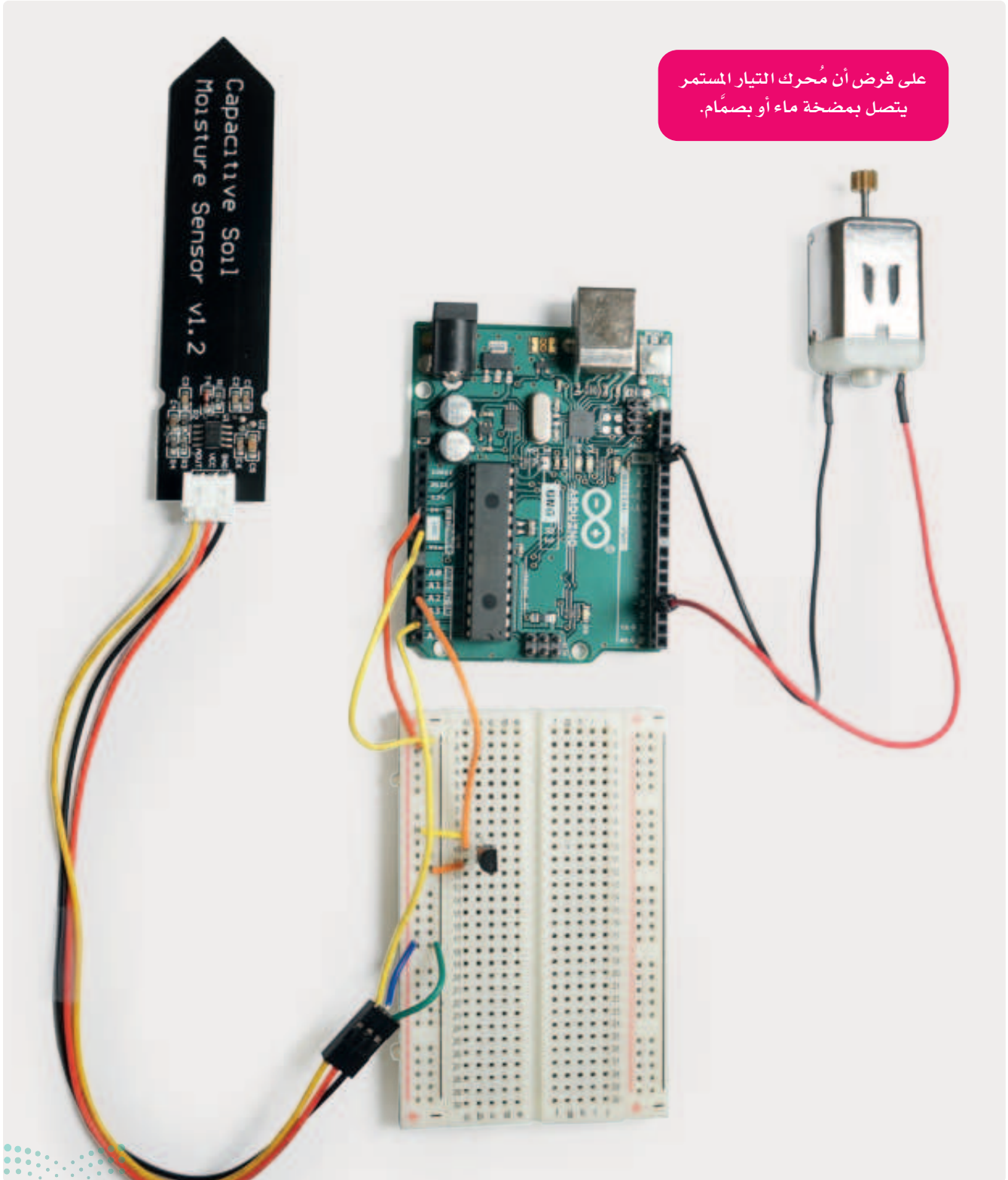
تتصل المكونات بالأطراف الآتية:



شكل 4.23: توصيل الأطراف بالمكونات

الدائرة المادية Physical Circuit

تُمثّل هذه الصورة الشكل الذي تبدو عليه الدائرة الحقيقية.



شكل 4.24: صورة الدائرة بمكوناتها المادية

برمجة مُستشعرات ومُحرك ري الحديقة الذكية في الأردوينو

Programming the Arduino Smart Garden Sensors and Motor

ستقوم الآن ببرمجة الأردوينو لقراءة قيم أطراف مُستشعرات درجة الحرارة ورطوبة التربة. عند الوصول إلى تكوين مُحدد لقيم درجة الحرارة والرطوبة، سيُنشَط مُحرك التيار المستمر وذلك باستخدام الدالة، ليعمل لمدة 5 ثوانٍ، ثم يتوقف، وذلك في محاكاة لعملية المراقبة والري التلقائي للنباتات في الحديقة الذكية.

افتح باي تشارم، وأنشئ ملف بايثون جديد، وإستدع المكتبات المطلوبة.

```
import pyfirmata
import time
```

قم بتكوين مَنفذ الاتصال والأطراف المطلوبة.

```
communication_port = 'COM4'
dc_motor_pin = board.get_pin('d:3:o')
temperature_sensor_pin = board.get_pin('a:2:i')
moisture_sensor_pin = board.get_pin('a:4:i')
```

قم بإعداد الاتصال بين PyFirmata واللوحة.

```
board = pyfirmata.Arduino(communication_port)
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()
```

نفذ الدالة الآتية للتحكم في مُحرك التيار المستمر.

```
def water_plant(dc_motor_pin):
    print("--- Watering plant ---")
    dc_motor_pin.write(1)
    time.sleep(5)
    dc_motor_pin.write(0)
```

تُرسل هذه الدالة إشارة رقمية مُرتفعة (HIGH) لمدة 5 ثوانٍ إلى محرك التيار المستمر، ثم تُرسل إشارة رقمية مُنخفضة (LOW) لإيقاف حركته.



أنشئ تكراراً لا نهائياً، وقم بكتابة الأوامر البرمجية أدناه.

```
while True:  
    # write your code here
```

اقرأ قيم إدخال درجة الحرارة والرطوبة غير المُعالجة التي تتلقاها من الأطراف التناظرية.

```
temperature_value = temperature_sensor_pin.read()  
moisture_value = moisture_sensor_pin.read()
```

تحقق مما إذا كانت قيم الإدخال من الأطراف فارغة. يُنفذ منطق البرنامج أدنى هذا الشرط.

```
if (temperature_value is not None) and (moisture_value is not None):
```

تُرسل مُستشعرات جهاز التحكم الدقيق قيماً فارغة في بعض الأحيان، ولذلك علينا إضافة طريقة تحقق لتجنب حدوث الأخطاء في البرنامج.

أنشئ المتغيرات الآتية التي تُعين قيم المُدخلات غير المُعالجة لقيم درجة الحرارة والرطوبة المناسبة باستخدام الصيغ الرياضية. بالنسبة لدرجة الحرارة، تُستخدم أول 3 أرقام عشرية للإشارة التناظرية القادمة من مُستشعر درجة الحرارة، ثم تُحوّل هذه القيمة إلى الجهد المُطبق بواسطة مُستشعر درجة الحرارة على طرف الإشارة. تقوم الخطوة الآتية بتحويل الجهد إلى درجات مئوية، وفق الصيغة الخاصة بهذا النوع من المُستشعرات.

```
temperature_value = float(temperature_value) * 1000  
voltage = (temperature_value / 1024) * 5  
temperature = (voltage - 0.5) * 100  
moisture = (1.0 - float(moisture_value)) * 100
```

تحويل درجة الحرارة إلى درجات مئوية، وتحويل مستوى الرطوبة إلى نسبة مئوية.



أدخل شروط درجة الحرارة والرطوبة اللازمة لري النبات.

```
if (temperature >= 24.0) and (moisture <= 40.0):  
    water_plant(dc_motor_pin)
```

إذا كانت درجة الحرارة أعلى من 24 درجة مئوية، وكان مستوى رطوبة التربة أقل من 40٪، فستُنشَط آلية ري النبات.

أنشئ رسائل تقارير تُعرض من خلال الواجهة الطرفية عند تشغيل البرنامج وجمع البيانات.

```
temperature_report = "Temperature : " + str(temperature) + " C"  
moisture_report = "Moisture : " + str(round(moisture, 2)) + "%"  
  
print(temperature_report)  
print(moisture_report)
```

البرنامج بشكله النهائي Complete Code

```
import time  
import pyfirmata  
  
board = pyfirmata.Arduino('COM4')  
it = pyfirmata.util.Iterator(board)  
it.start()  
  
dc_motor_pin = board.get_pin('d:3:o')
```

```

temperature_sensor_pin = board.get_pin('a:2:i')
moisture_sensor_pin = board.get_pin('a:4:i')

def water_plant(dc_motor_pin):
    print("--- Watering plant ---")
    dc_motor_pin.write(1)
    time.sleep(5)
    dc_motor_pin.write(0)

while True:
    temperature_value = temperature_sensor_pin.read()
    moisture_value = moisture_sensor_pin.read()

    if (temperature_value is not None) and (moisture_value is not None):

        temperature_value = float(temperature_value) * 1000
        voltage = (temperature_value / 1024) * 5
        temperature = (voltage - 0.5) * 100
        moisture = (1.0 - float(moisture_value)) * 100

        if (temperature >= 24.0) and (moisture <= 40.0):
            water_plant(dc_motor_pin)

        temperature_report = "Temperature : " + str(temperature) + " C"
        moisture_report = "Moisture : " + str(round(moisture, 2)) + "%"

        print(temperature_report)
        print(moisture_report)

        time.sleep(10)

```



تمرينات

1 هل تعتقد أن استخدام الإخراج التناظري بواسطة تضمين عرض النبضة (PWM) أكثر كفاءة في التحكم بمحرك التيار المستمر؟ فسّر إجابتك أدناه.

2 بالنظر إلى عدد أطراف الإدخال والإخراج في الأردوينو والميكروبت (micro: bit)، أي منهما يُعدُّ أفضل كجهاز تحكم دقيق في نظام الحديقة الذكية؟ اعرض أفكارك أدناه.

3 اشرح سبب معالجة قيم إدخال المُستشعر المأخوذة من الأطراف التناظرية باستخدام صيغة رياضية مختلفة اعتماداً على المُستشعر؟



4 ما أهمية إجراء عمليات فحص البيانات المُجمَّعة لمعرفة ما إذا كانت المُستشعرات تُرسل بيانات فارغة أو تالفة؟

5 هل تعتقد أنّ استخدام مُحرك السيرفو (Servo Motor) هو الأفضل لري النباتات بشكل أكثر دقة وكفاءة؟
اعرض أفكارك أدناه.

6 قم بإعادة كتابة برنامج البايثون باستخدام أوامر الطباعة لإنشاء تقرير حول قراءات البيئة المحيطة كل 30 ثانية.





التفاعل مع خدمات الويب السحابية

التعامل مع خدمات الويب Interacting with Web Services

ستتابع العمل على مشروع الدرس السابق وستعمل على تطويره في هذه المرحلة لترسل البيانات عبر خدمة الويب السحابية من منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud. تتيح هذه المنصة التعليمية السحابية عبر الإنترنت عرض البيانات عن البيئة المحيطة المٌجمعة بواسطة دائرة الأردوينو التي أنشأتها في الدرس السابق.

منصة الحوسبة السحابية
Binary IoT Cloud



ستحتاج في البداية إلى التسجيل في المنصة السحابية وإنشاء مستخدم جديد.

للتسجيل في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت:



< انتقل إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud من خلال الموقع الإلكتروني:
<https://ksa-iot.azurewebsites.net/Login.aspx>، ومن صفحة الترحيب

1 اضغط على Register (تسجيل).

< اكتب في Username اسم المستخدم، 2 وفي Password كلمة مرور من اختيارك، 3
وفي PIN (رقم التعريف الشخصي) اكتب: 174563. 4

< اضغط على زر Register (تسجيل). 5

شكل 4.26: التسجيل في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud



واجهة برمجة تطبيقات الويب (Web API) :

واجهة برمجة تطبيقات الويب هي نقطة وصل تسمح لبرنامج ما بالوصول إلى خدمة من برنامج آخر موجود على خادم على شبكة الإنترنت.

جسون أو ترميز الكائنات باستعمال جافا سكريبت (JavaScript Object Notation - JSON) :

هي نوع مفتوح لتنسيق البيانات يُستخدم لنقل البيانات بين الخدمات. الكائنات في جسون هي أزواج تتكون من (مفتاح - قيمة) يُمكنها تخزين أنواع البيانات مثل: السلاسل النصية، والأعداد الصحيحة، والأعداد العشرية، والمصفوفات وكائنات أخرى.

استدعاء واجهة برمجة تطبيقات الويب باستخدام البايثون Calling a Web API with Python

ستقوم بإنشاء كائن جسون (JSON) يحتوي على بيانات البيئة المحيطة، وُيرسلها إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud من خلال دالة تتفاعل مع واجهة برمجة تطبيقات الويب (Web API).

قم بتثبيت حزمة طلبات البايثون (Python requests) من خلال نظام إدارة الحزم (pip). افتح الواجهة الطرفية (Terminal) في مُجدد العمل الخاص بك، وأدخل الأمر الآتي:

```
pip install requests
```

في بداية برنامج البايثون الخاص بك، استدع حزمة الطلبات (requests) بالسطر البرمجي الآتي:

```
import requests
```

احصل على التاريخ والوقت الحالي، وحولهما إلى نص باستدعاء الوحدة القياسية (datetime) بالطريقة الآتية:

```
from datetime import datetime
```

```
date_time = str(datetime.now())
```

أنشئ متغيرين باسم username (اسم المستخدم) و password (كلمة المرور)، بحيث يتطابقان مع البيانات التي استخدمتها سابقاً للتسجيل في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud.

```
username = "your_username_here"  
password = "your_password_here"
```

أنشئ دالة جديدة باسم send_data() تستقبل المُعاملات الآتية:

```
def send_data(username, password, temperature, moisture):
```



شكل 4.27: تطبيق يتصل بمنصة سحابية من خلال واجهة برمجة تطبيقات الويب.

أنشئ متغيراً جديداً باسم `api_url` بواسطة الرابط الآتي حيث يُعدُّ نقطة وصل واجهة برمجة تطبيقات الويب للمنصة السحابية:

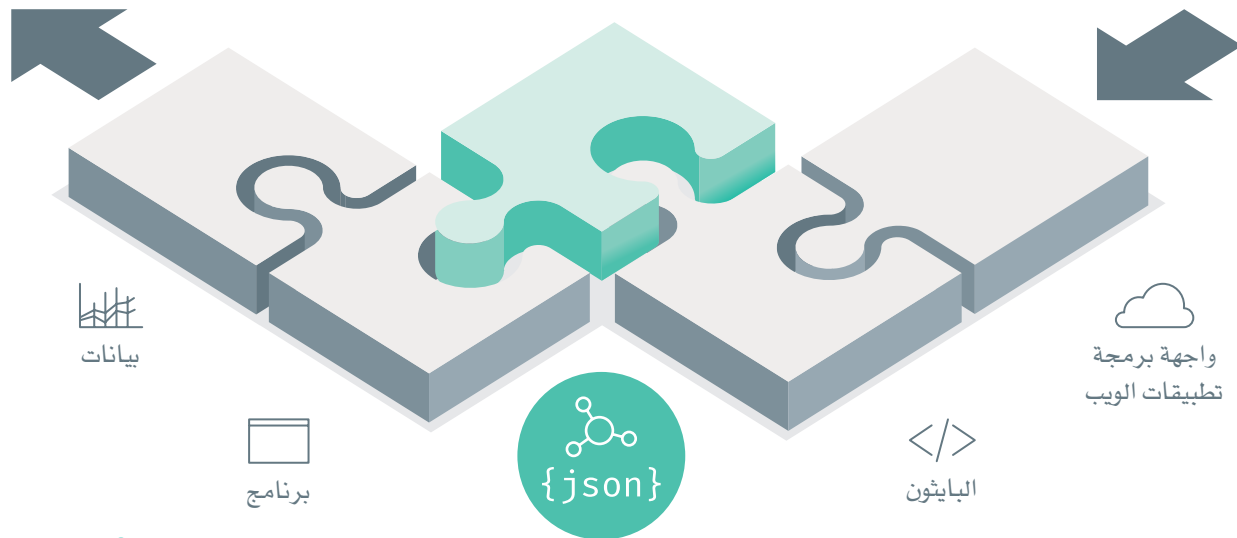
```
api_url = "https://ksa-iot-api.azurewebsites.net/api/readings"
```

أنشئ كائنًا بمتغيرات الدالة التي ستُمرَّر إلى واجهة برمجة تطبيقات الويب كجزء الطلب الرئيس:

```
reading = {  
    "username": username,  
    "password": password,  
    "temperature": temperature,  
    "moisture": moisture,  
    "datetime": date_time  
}
```

استدع واجهة برمجة تطبيقات الويب باستخدام دالة `request.post()` والتي تحتوي على مُعاملات كلِّ من رابط واجهة برمجة تطبيقات الويب (API URL) وكائن جسون الرئيس (JSON body object):

```
response = requests.post(api_url, json=reading)
```



شكل 4.28: جسون هو نوع تسيق بيانات مفتوح لنقل البيانات بين الخدمات

تُعرض هنا كافة التعليمات البرمجية للدالة `send_data()` :

```
def send_data(username, password, temperature, moisture):
    api_url = "https://ksa-iot-api.azurewebsites.net/api/readings"
    date_time = str(datetime.now())

    reading = {
        "username": username,
        "password": password,
        "temperature": temperature,
        "moisture": moisture,
        "datetime": date_time
    }
    response = requests.post(api_url, json=reading)
```

أضف دالة `send_data()` في البرنامج الرئيس لإرسال البيانات عن البيئة المحيطة التي جُمعت كل 30 ثانية:

```
send_data(username, password, temperature, moisture)
time.sleep(30)
```

البرنامج بشكله النهائي Complete Code

```
from datetime import datetime

import time
import requests
import pyfirmata

board = pyfirmata.Arduino('COM4')
```

```

it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()

dc_motor_pin = board.get_pin('d:3:o')
temperature_sensor_pin = board.get_pin('a:2:i')
moisture_sensor_pin = board.get_pin('a:4:i')

username = "your_username_here"
password = "your_password_here"

def send_data(username, password, temperature, moisture):
    api_url = "https://ksa-iot-api.azurewebsites.net/api/readings"
    date_time = str(datetime.now())

    reading = {
        "username": username,
        "password": password,
        "temperature": temperature,
        "moisture": moisture,
        "datetime": date_time
    }

    response = requests.post(api_url, json=reading)

def water_plant(dc_motor_pin):
    print("--- Watering plant ---")
    dc_motor_pin.write(1)
    time.sleep(5)
    dc_motor_pin.write(0)

while True:
    temperature_value = temperature_sensor_pin.read()

```



```

moisture_value = moisture_sensor_pin.read()

if (temperature_value is not None) and (moisture_value is not None):

    temperature_value = float(temperature_value) * 1000
    voltage = (temperature_value / 1024) * 5
    temperature = (voltage - 0.5) * 100
    moisture = (1.0 - float(moisture_value)) * 100

    if (temperature >= 24.0) and (moisture <= 40.0):
        water_plant(dc_motor_pin)

    temperature_report = "Temperature : " + str(temperature) + " C"
    moisture_report = "Moisture : " + str(round(moisture, 2)) + "%"

    print(temperature_report)
    print(moisture_report)

    send_data(username, password, temperature, moisture)

    time.sleep(30)

```

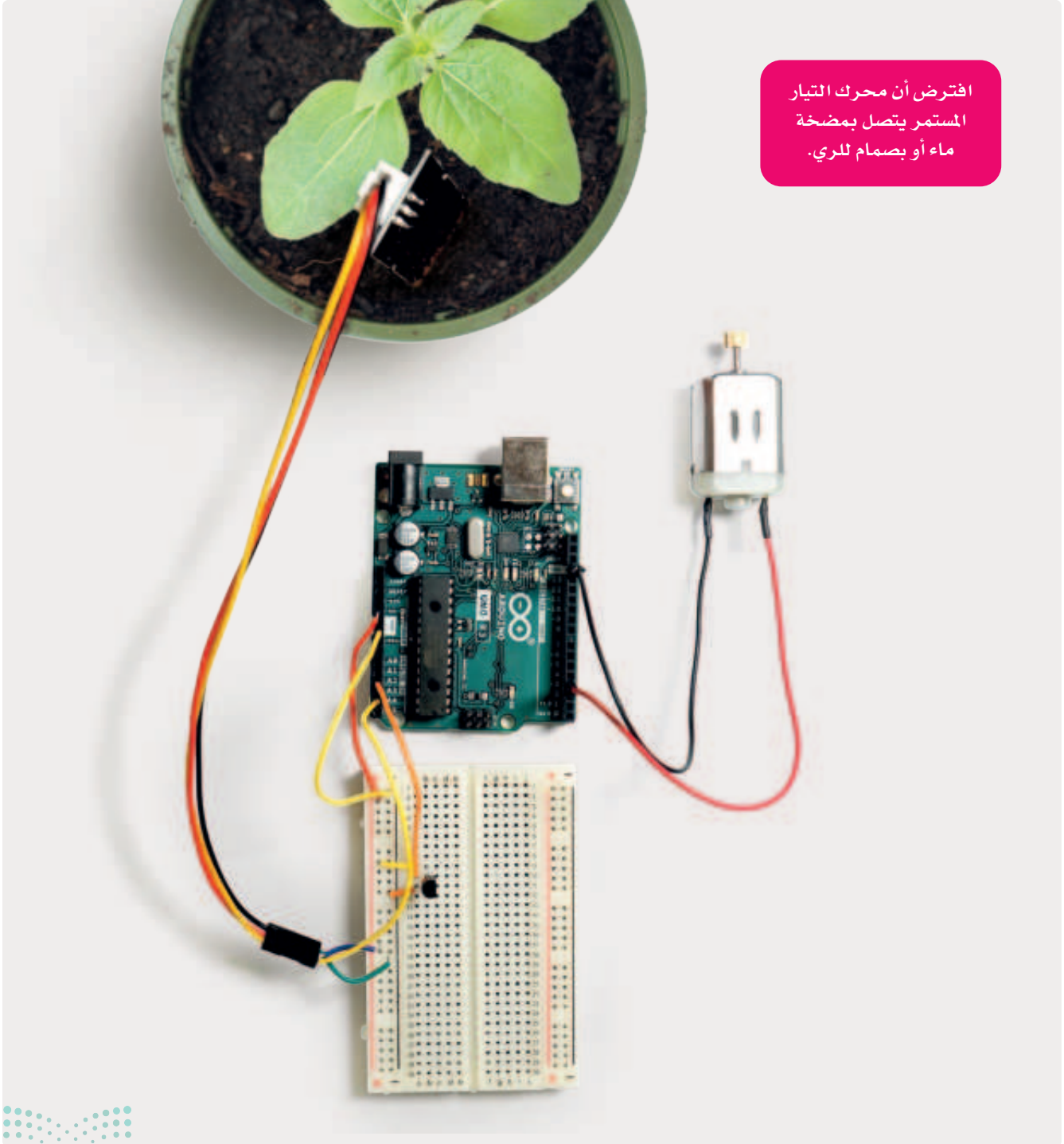


شكل 4.29: تواصل الأردوينو مع الحاسب الشخصي ومُنصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud

استكمال المشروع Complete Project

بعد الانتهاء من كتابتك للبرنامج، ضع مُستشعر رطوبة التربة في تربة النبتة، وقم بتشغيل برنامجك في البيثون من حاسوبك، وستلاحظ قراءة البيانات المُخرجة من البيئة إلى الحاسب.

افتراض أن محرك التيار المستمر يتصل بمضخة ماء أو بصمام للري.



شكل 4.30: الحديقة الذكية باستخدام الأردوينو

عرض بيانات الحديقة الذكية Viewing the Smart Garden Data

قم بتشغيل برنامجك بأكمله في البايثون، ودعه يعمل لبضع دقائق ليجمع بعض البيانات التي سيتم تحميلها بعد ذلك إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud.

ولتتمكن من عرض البيانات المجمعة حول بيئتك النباتية؛ سجّل دخولك إلى المنصة باستخدام بياناتك.



تسجيل الدخول إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت:

< اذهب إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت من الرابط:

1. <https://ksa-iot.azurewebsites.net/Login.aspx>

< أدخل Username (اسم المستخدم) و Password (كلمة المرور) التي أنشأتها سابقاً. 2

< اضغط على زر Login (تسجيل الدخول). 3

binarylogic Binary IoT Cloud

Username
sharif73

Password

LOGIN

Register >

شكل 4.31: تسجيل الدخول إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت

Welcome sharif73

Date	Temperature	Moisture
15/08/2022 11:24	25.41	39.80
15/08/2022 11:24	25.42	39.40
15/08/2022 11:25	25.43	39.70
15/08/2022 11:25	25.41	39.60
15/08/2022 11:26	25.40	39.50
15/08/2022 11:26	25.40	39.43
15/08/2022 11:27	25.40	39.42
15/08/2022 11:27	25.41	39.41
15/08/2022 11:28	25.36	39.39
15/08/2022 11:28	25.40	42.34

Page 1 of 2 (16 items) < 1 2 >

إن البيانات المعروضة في هذا الجدول هي القراءات التي جُمعت من البيئة المحيطة بالنبات وذلك بواسطة الأردوينو، والتي أرسلت إلى المنصة السحابية من خلال برنامج البايثون الذي يعمل على حاسوبك.

EXPORT TO XLSX EXPORT TO CSV LOGOUT

تصدير بياناتك إلى ملفات .xlsx أو .csv.

قيم مفصولة بفواصل

(Comma Separated Values - CSV)

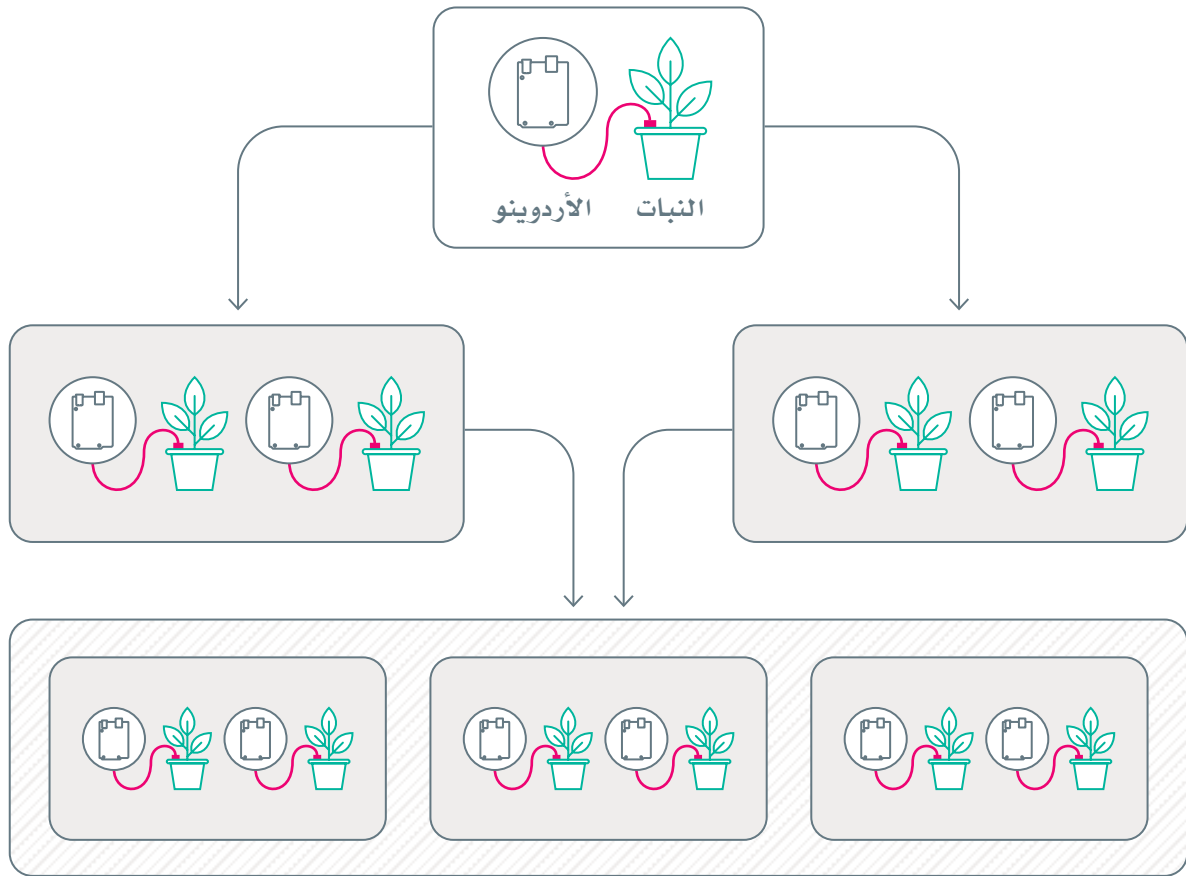
هو ملف نصي يتم الفصل بين القيم المُدرجة فيه بالفواصل، ويُمثّل كل سطر في الملف سجل بيانات.

استخدام بيانات المستشعرات ومجموعات البيانات الضخمة لاتخاذ القرارات وفق تلك البيانات المُجمعة

Using Sensor Data and Big Datasets for Data-Driven Decision Making

لقد كانت مراقبة الحديقة الذكية هي محور المشروع السابق، وهو يُشكّل مثلاً مُصغراً على عملية المراقبة الذكية في الزراعة، حيث يتكون من جهاز واحد فقط يجمع البيانات ويرسلها إلى منصة عبر الإنترنت، ولكن وجود حديقة كبيرة يتطلب المزيد من الأجهزة لتكون المراقبة شاملة لكافة النباتات والبيئات المختلفة، حيث يتطلب كل نوع وصنف من النباتات إعداد بيئية مختلفة لمراقبته. كما أنّ عملية جمع البيانات المختلفة قد تكشف عن وجود أنماط مختلفة في بيئة الحديقة تُشكّل معاً نظاماً مُتكاملاً.

افترض الآن وجود عدة حدائق في أنحاء مختلفة من المدينة. يتعين على إدارة الحدائق في البلدية مراقبة ورعاية كل من هذه الحدائق من خلال أنظمة مختلفة. تجمع هذه الحدائق كميات هائلة من البيانات، والتي يمكن تحليلها بدورها لتوفير رؤى وأنماط شاملة حول إدارة وتشغيل جميع تلك الحدائق من خلال إجراء المقارنة بين كل منها مثلاً.



شكل 4.33: توسيع نطاق مشروع الحديقة الذكية

إن الإدارة الذكية للحدائق باستخدام هذه التقنيات تساهم بشكلٍ فاعلٍ في تحسين الحدائق الذكية وتطويرها، وذلك من خلال زيادة فاعلية تلك النظم، والمحافظة على توازنها واستمراريتها.



تمرينات

1 ما الغرض من استخدام واجهة برمجة تطبيقات الويب؟

2 لماذا يُعدُّ اسم المستخدم وكلمة المرور ضروريان للاتصال بواجهة برمجة تطبيقات الويب؟ اذكر سببين لذلك.



3 ما الأسطر البرمجية التي يتعين عليك إجراء تغييرات عليها في البرنامج لتعديل الشروط المطلوبة لبداية الري النبات ومدة الري؟

4 صف البيانات التي يمكن جمعها - بخلاف درجة الحرارة والرطوبة - في بيئة الحديقة الذكية.



5

على قَرَضُ أنه توفرت لك بيانات وقراءات تتعلق بمراقبة البيئة في الحديقة الذكية على المدى الطويل من الماضي، إضافة إلى البيانات الحالية التي تحصل عليها من المنصة السحابية. اشرح كيف يُمكن لهذه البيانات مساعدتك في ري حديقتك الذكية بكفاءة أكبر، واعرِض أفكارك أدناه.

6

قارن بين أنواع تنسيقات البيانات JSON و CSV.



المشروع

تتصف الحقائق الذكية بأنها أنظمة مُعقدة تتضمن أنواعًا مختلفة من النباتات في البيئة نفسها، وتتم مراقبتها بنظام واحد.

1 صمّم دائرة باستخدام الأردوينو في محاكي دوائر تينكر كاد قائمة على الدائرة التي أنشأتها سابقاً لمراقبة وري عدد أكبر من النباتات.

2 استخدم الأطراف التناظرية المتبقية لتوصيل ثلاث نباتات أخرى باستخدام مستشعرات رطوبة التربة.

3 قم بتطوير برنامج البايثون للحصول على قيم الرطوبة من النباتات الجديدة، وإنشاء ظروف بيئية مختلفة لري كل نبات.

4 أنشئ الدائرة الفعلية وأعد كتابة برنامج البايثون ليطمن النباتات الجديدة.

ماذا تعلمت

- < تثبيت مكتبة pyfirmata واستخدام البايثون لبرمجة أجهزة تحكم الأردوينو.
- < إنشاء تطبيقات عملية لإنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو والدقيق.
- < استخدام المنصات السحابية لإرسال البيانات المُجمعة وتقييمها .
- < تمييز مدى تأثير البيانات المُجمعة من حلول إنترنت الأشياء في عمليات صنع القرار.
- < التعرف على طريقة إنشاء حلول إنترنت أشياء موسعة من تطبيقات بسيطة.

المصطلحات الرئيسية

Comma Separated Values	ملف قيم مفصولة بفواصل
Communication Port	منفذ الاتصال
Firmata Library	مكتبة فيرماتا
JavaScript Object Notation	ترميز الكائنات باستعمال جافا سكريبت

Protocol	بروتوكول
Pulse Width Modulation	تضمين عرض النبضة
Web API	واجهة برمجة تطبيقات الويب
Web Service	خدمة ويب