تم تحميل وعرض المادة من منصة

حقيبتي
www.haqibati.net

منصة حقيبتي التعليمية

منصـــة حقيبتي هو موقع تعليمي يعمل على تســـهيل العملية التعليمية بطريقة بســـيطة وســـهلة وتوفير كل ما يحتاجه المعلم والطالب لكافة الصـــفوف الدراســـية كما يحتوي الموقع على حلول جميع المواد مع الشروح المتنوعة للمعلمين.

1444 - 2022

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

إنترنت الأشياء 1-1

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

طبعة 1444-2022

يُوزع مجاناً ولا يُباع
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ⓒ وزارة التعليم، ١٤٤٤ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
التعليم ، وزارة
إنترنت الأشياء ١-١. / وزارة التعليم.- الرياض، ١٤٤٤ هـ
١٦٢ ص ؛ ٢١ x ٢٥,٥ سم
ردمك : ٢-٣١٨-٥١١-٦٠٣-٩٧٨
١ ـ الانترنت ـ كتب دراسية أ . العنوان
ديوي ٠٠٤,٦٧٠٧١٢ ١٤٤٤ / ٢٤٠٧

رقم الإيداع : ٢٤٠٧ / ١٤٤٤
ردمك : ٢-٣١٨-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي

FB.T4EDU.COM

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الناشر: شركة تطوير للخدمات التعليمية

تم النشر بموجب اتفاقية خاصة بين شركة Binary Logic SA وشركة تطوير للخدمات التعليمية
(عقد رقم 2022/0003) للاستخدام في المملكة العربية السعودية

حقوق النشر © Binary Logic SA 2022

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

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

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

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

binarylogic

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

مقدمة

إن تقدم الدول وتطورها يقاس بمدى قدرتها على الاستثمار في التعليم، ومدى استجابة نظامها التعليمي لمتطلبات العصر ومتغيراته. وحرصاً 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 أنموذجاً تعليمياً متميزاً وحديثاً للتعليم الثانوي بالمملكة العربية السعودية يسهم بكفاءة في:

- تعزيز قيم الانتماء لوطننا المملكة العربية السعودية، والولاء لقيادته الرشيدة حفظهم الله، انطلاقاً من عقيدة صافية مستندة على التعاليم الإسلامية السمحة.
- تعزيز قيم المواطنة من خلال التركيز عليها في المواد الدراسية والأنشطة، اتساقاً 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 اتساق 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 بنائية، وممارسات تطبيقية ضمن مناخ تعليمي نشط.
- نقل الطلبة عبر رحلة تعليمية متكاملة بدءًا من المرحلة الابتدائية حتى نهاية المرحلة الثانوية، وتُسهّل عملية انتقالهم إلى مرحلة ما بعد التعليم العام.
- تزويد الطلبة بالمهارات التقنية والشخصية التي تساعدهم على التعامل مع الحياة، والتجاوب 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، يُسكّن 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 يُمكّن 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 خصيصاً بما يتسق مع فلسفة النشاط في المدارس، ويعد أحد متطلبات التخرج؛ مما يساعد على تعزيز القيم الإنسانية، وبناء المجتمع وتنميته وتماسكه.
- التجسير الذي يمكن الطلبة من الانتقال من مسار إلى آخر وفق آليات محددة.
- حصص الإتقان التي يتم من خلالها تطوير المهارات وتحسين المستوى التحصيلي، من خلال تقديم حصص إتقان 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 مهامَّ محددة، واختبارات معينة بالشراكة مع جهات تخصصية.

وبالتالي فإن مسار علوم الحاسب والهندسة كأحد المسارات المستحدثة في المرحلة الثانوية يسهم 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 التي تقدم في كتابين متتاليين حيث تسهم 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 تشتمل هذه المادة على مشاريع وتمارين 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 علم البيانات 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 متكاملاً.
- 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، ويُلبي متطلباتهم، ويجعل تعلّمهم لهذه المادة أكثر متعة وفائدة.

والله ولي التوفيق

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الفهرس

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

1. أُسس إنترنت الأشياء

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

أهداف التعلم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يعرّف مصطلح إنترنت الأشياء.
- يناقش تطور إنترنت الأشياء.
- يتعرف على الغرض من إنترنت الأشياء.
- يناقش تأثير إنترنت الأشياء على التقنيات الناشئة.
- يحدد ماهية الكائن الذكي.
- يصنّف الكائنات الذكية واستخداماتها.
- يميّز بين أنواع مُستشعرات الأشياء الذكية المختلفة.
- يميّز بين أنواع مُشغّلات الأشياء الذكية المختلفة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

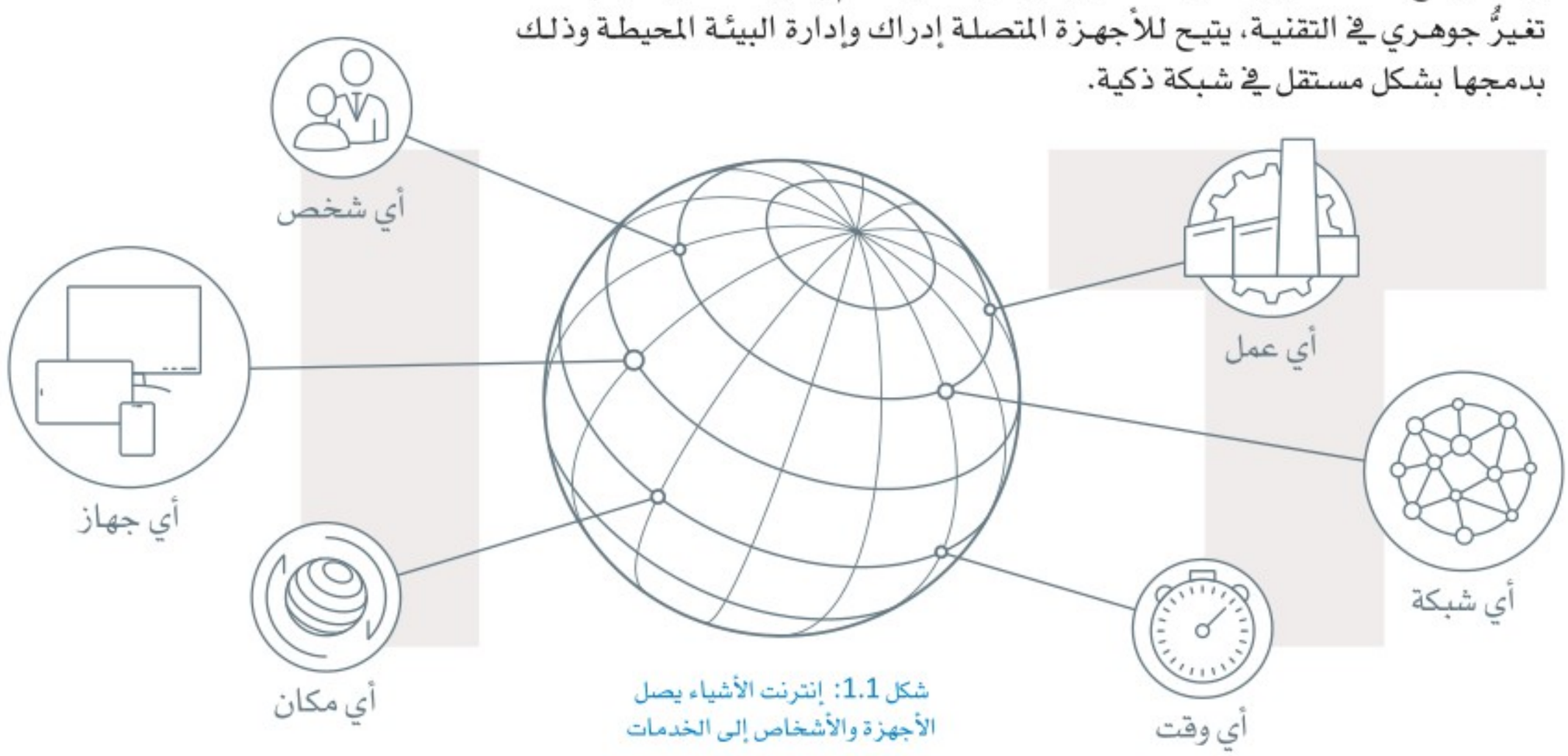
مفاهيم إنترنت الأشياء

ماهو إنترنت الأشياء؟ What is the Internet of Things

في العصر الحالي، أصبح في إمكان كلّ الأجهزة والأشياء من حولك أن تتّصل بشبكة الإنترنت، وتتواصل بسهولة مع أجهزة أخرى، أو أشخاص، ومن ثَم الوصول إلى الخدمات التي تُحسِّن حياتك. يشهد العالم تحولًا تقنيًا كبيرًا، فقد صار من الممكن توصيل طلبات الطعام باستخدام الطائرات دون طيار، وتم تطوير المُستشعرات التي يمكن ارتداؤها لمتابعة 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 تغيرٌ جوهري في التقنية، يتيح للأجهزة المتصلة إدراك وإدارة البيئة المحيطة وذلك بدمجها بشكل مستقل في شبكة ذكية.

إنترنت الأشياء (IoT):

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



شكل 1.1: إنترنت الأشياء يصل الأجهزة والأشخاص إلى الخدمات

عندما تتمكن الأجهزة والمعدات من اكتشاف بيئتها والتحكم فيها عن بُعد عبر الشبكة، فإنه يُمكن دمج العالم الواقعي والحواسيب وربطهما معًا. ويُسهم هذا الدمج في زيادة الانتاجية والأتمتة، ويُخفض التكاليف في جميع الجوانب الحياتية تقريبًا. إن هدف إنترنت الأشياء هو توصيل الأجهزة بأنواعها المختلفة وتحويلها إلى أجهزة "إنترنت أشياء"، وبالطبع إنشاء تطبيقات جديدة لاستخدام وإدارة تلك الأجهزة في الشبكة الذكية.

جهاز إنترنت الأشياء (IoT Device):

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

الكائنات الذكية Smart Objects

الكائنات المتصلة أو الذكية هي كائنات تتبادل البيانات عبر الشبكة. تحتوي بعض هذه الكائنات على واجهة مستخدم بسيطة، كمفتاح التحكّم بالحرارة، في حين تتسم الكثير من تلك الكائنات بالواجهات الأكثر تعقيدًا، كتلك الموجودة في السيارات الحديثة أو تطبيقات الهواتف الذكية. وقد تخلو بعض الكائنات الذكية من واجهة المستخدم، حيث تحتوي على مُستشعرات ومُشغّلات مستقلة تتفاعل مع بيئتها دون أي تدخل بشري. يتعرف المُستشعر على بيئته ويقيس القيم الموجودة بها، ثم يقوم ذلك المُشغِّل 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 مُشغّلات لتصبح كائنات ذكية. فالأجهزة المنزلية كالثلاجات والمصابيح 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 محدودًا للغاية في تلك الآونة، كما لم تكن شبكة الإنترنت متاحة، ثمّ ساهم تطور الشبكات لتشمل أي جهاز حاسب حول العالم، كما ساهم إصدار الشركات للأجهزة برقائق مصغرة ووحدات معالجة مركزية ومُستشعرات في تطوير المزيد من التطبيقات التقنية. كما تطوّرت شبكة الإنترنت و**الشبكة العنكبوتية العالمية** (WWW) بواسطة **شبكة وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة** (ARPAnet) التي تأسست عام 1969، لتصبح أكبر حجمًا وأكثر تعقيدًا، وتعتمد أساسًا على **بروتوكول الإنترنت** (IP)، و**بروتوكول التحكم في النقل** (TCP)، ثمّ أوقفت الحكومة الأمريكية الدعم عن تلك الشبكة في أبريل 1995، وتم إنشاء إطار عمل مفتوح للاتصال بالشبكة من جميع أنحاء العالم، مما أدى إلى ظهور شبكة الإنترنت كما هي معروفة اليوم. ويعدّ **عنوان الإنترنت** (IP address) أساسًا لهذا العالم المتصل، ويُمثِّل عنوانًا فريدًا خاصًا بكل جهاز على الشبكة، ويمكّنه 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. يتم تعيين عناوين IP لجميع الأجهزة المتصلة بإنترنت الأشياء، وقد يستخدم عنوان IP عامًا للوصول للجهاز عبر الإنترنت، أو للتعرف على ذلك الجهاز على شبكة محلية. ويحدد **الجهاز الموجه** (Router) هذه الأجهزة بناءً على الطلبات الواردة ويوجه الطلبات والبيانات وفقًا لذلك.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

أصبح جليًا لأي مستخدم للحواسيب المكتبية أن الهواتف الذكية أصبحت ذات قدرات حاسوبية كبيرة في السنوات الأخيرة، وذلك على الرغم من صغر حجمها؛ بل إن بعضًا 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، و**نظام تحديد المواقع العالمي** (GPS)، ومقياس المغناطيسية، ومقياس التسارع، والجايروسكوب، ومُستشعر القرب، ومُستشعر الإضاءة المحيطة. وقد أصبح من الممكن تحويل جهاز حاسب صغير ذو طاقة معالجة وتخزين محدودة، وبضعة مُستشعرات، ليصبح جهازًا صغيرًا يمكن دمجه في أشياء مادية أخرى.

في الواقع فإن عصر إنترنت الأشياء بدأ فعليًا حوالي العام 2008. في ذلك الوقت تقريبًا، أصبح هناك المزيد من الأجهزة المتصلة بالإنترنت، وأصبح إنترنت الأشياء حقيقة واقعة. يعود الفضل في ذلك إلى عالم الحاسوب كيفين أشتون الذي استخدم مصطلح "إنترنت الأشياء" لأول مرة عام 1999 أثناء عمله في شركة كبيرة متعددة الجنسيات، حيث استُخدم 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 أيضًا التطور الذي حدث في إنترنت الأشياء.

مرحلة الاتصال Connectivity Phase

في السنوات الأولى لظهور الإنترنت، اقتصر الاتصال بالإنترنت على المؤسسات والجامعات ولم يكن متاحًا لعامة الناس على نطاقٍ 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 تَعُدْ 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 تدريجيًا إلى البنية التحتية السحابية.

إنترنت الأشياء Internet of Things

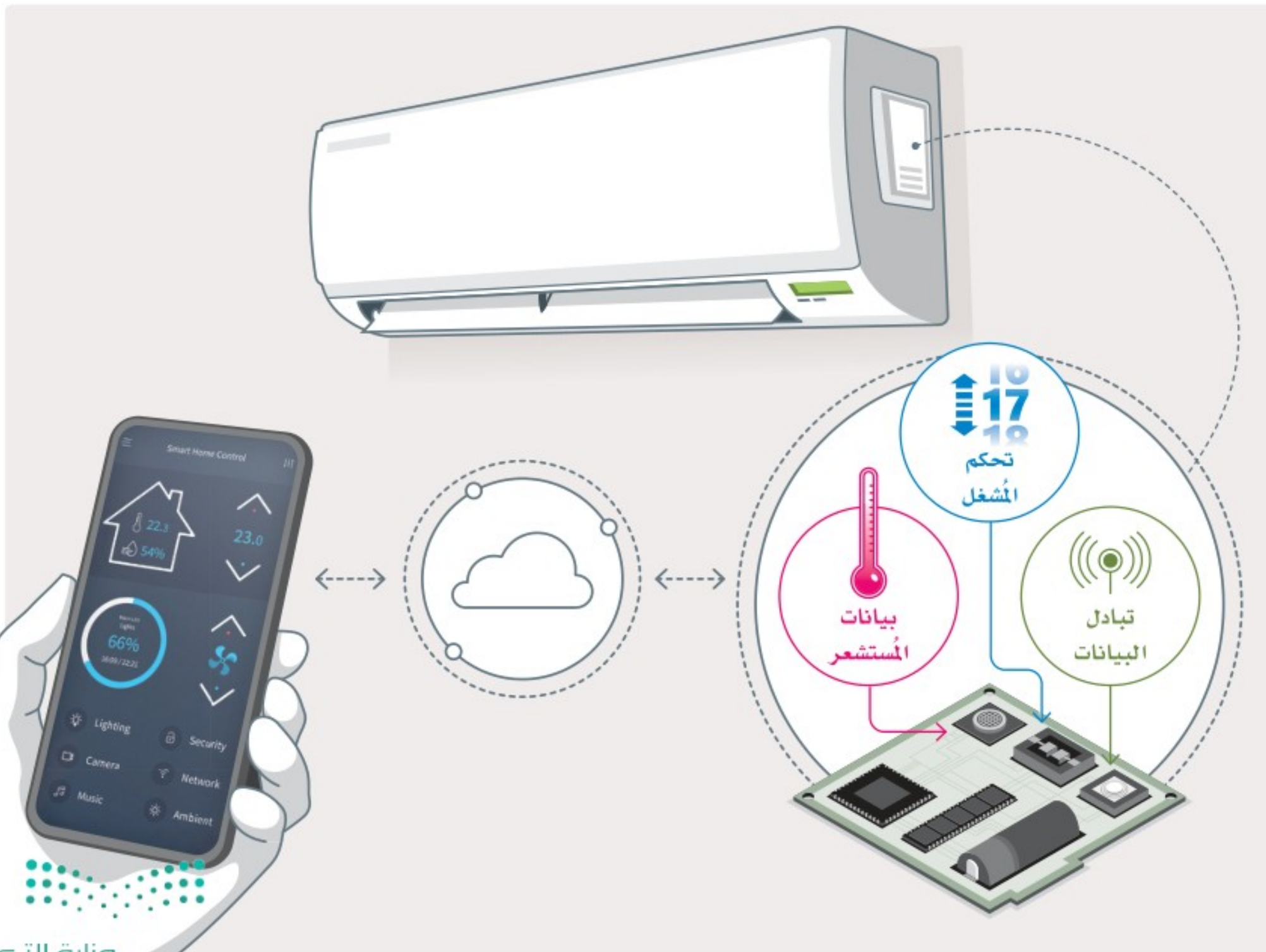
اهتمت هذه المرحلة الأخيرة بتوفير الاتصال وعمليات البيانات بين جميع الأجهزة المتصلة بالإنترنت تقريبًا، وذلك لتقديم حلول تقنية متقدمة لمختلف القطاعات والصناعات.

شكل 1.4: ثورة الإنترنت

من الضروريّ إدراك أنّ إنترنت الأشياء هو عبارة عن مجموعة من التقنيات والأُطر المترابطة. فكما أن شبكة الإنترنت تربط بين أجهزة الحاسب والمحتوى، فإن إنترنت الأشياء يربط الأجهزة والبيانات والأشخاص معًا. 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؟ What the Internet of Things Does

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 مُشغل. فعلى سبيل المثال، يستشعر منظم الحرارة في غرفتك كلًا من درجة الحرارة ودرجة الرطوبة، وتجمع خوارزمية عملية معالجة هاتين القيمتين مع بيانات الطقس في مدينتك، وذلك لتُشغل 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.

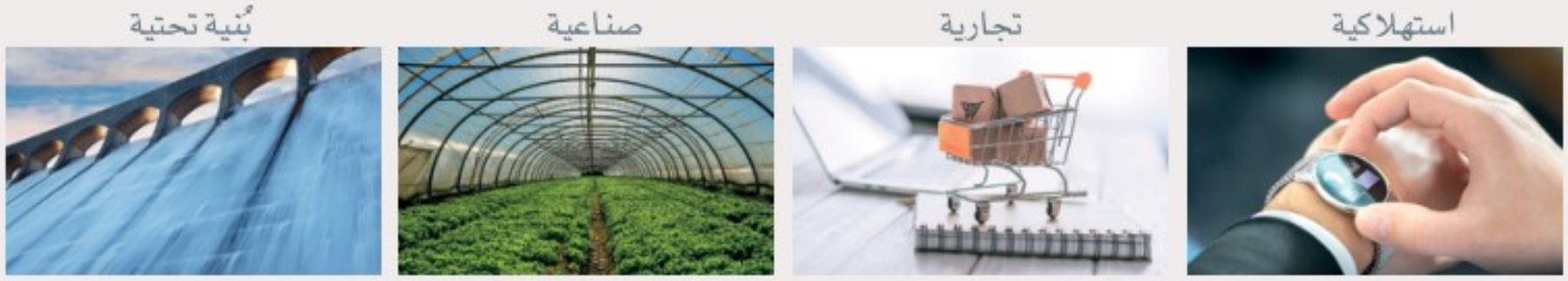


شكل 1.5: استشعار منظم الحرارة في غرفتك لدرجة الحرارة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

يتم تصنيف تطبيقات إنترنت الأشياء إلى أربعة مجالات رئيسة: **استهلاكية وتجارية وصناعية وبُنية تحتية.**

تُصنَّفُ الأجهزة القابلة للارتداء والمنازل الذكية في مجال إنترنت الأشياء الاستهلاكية، أما إنترنت الأشياء التجارية فيوجد في المدارس والمكاتب ومحلات البيع بالتجزئة. وتستخدمُ تطبيقات إنترنت الأشياء الصناعية على نطاق واسعٍ في المصانع والمزارع وشبكات النقل، أما إدارة الطاقة والمياه فتُصنّف في مجال إنترنت الأشياء في البنية التحتية.



شكل 1.6: المجالات الأساسية لتطبيقات إنترنت الأشياء

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

الجدول 1.1: التطبيقات المُحسّنة من خلال إنترنت الأشياء

التطبيق	الوصف
الأتمتة (Automation)	يمكن العثور على الآليات والتقنيات التي ساعدت في الأتمتة على مدى العصور. غالبًا 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: أدوات التحكم في الإضاءة ومكبرات الصوت الذكية، وأنظمة الأمان، والروبوتات.
الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)	تُمكِّن 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 أيضًا بتحسين نماذج التعلم الآلي وذلك لتقييم دقة العلاج الكيميائي والعلاجات الأخرى من خلال تحليل الصور والمسح الضوئي، وتعتبر جميعها تطبيقات تقنية حديثة. يمكن لهذا الجانب من التطبيقات الصناعية زيادة معدل اكتشاف الأخطاء بنسبة 90 بالمائة أو أكثر في العمليات المختلفة.
معالجة اللغات الطبيعية (NLP)	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. يتم تطبيق هذه التقنية أيضًا على روبوتات المحادثة وخدمات الويب الآلية التي تتطلب الكتابة أو التحدث، كما يقوم الباحثون أيضًا بتطوير أنظمة للتعرف على العواطف والمشاعر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

التطبيق	الوصف
تعلُّم الآلة (Machine Learning)	يُعدُّ تعلم الآلة فرعًا من فروع الذكاء الاصطناعي، وتتنبأ التقنية المرتبطة به بالنتائج المستقبلية لسيناريوهات مختلفة، وتفسّرها باستخدام نماذج رياضية يتم تدريبها باستخدام ما يسمى "بيانات التدريب". يساعد التعلم الآلي الأنظمة الموزعة عالميًا 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 بشكلٍ مستقل. حيث يتمّ نقل 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 يتم نقل هذه البيانات سحابيًا. 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)	نظرًا للطبيعة المشتتة للبيانات، تختلف الإجراءات التحليلية لتلك البيانات في إنترنت الأشياء، حيث يقوم البرنامج مثلًا بتجميع وتفسير البيانات المناسبة. يُعدُّ التحليل المرتكز على إنترنت الأشياء مفيدًا 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 تطورًا كبيرًا 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 داخليًا أو سحابيًا، لكي تَستخدِم هذه المعلومات في التعامل مع العالم الحقيقي.
الواقع المعزز (AR)	تكمُن قوة الواقع المعزز في قدرته على تعديل ودمج العالمين الافتراضي والواقعي. تُستخدم تطبيقات الواقع المعزز في الهواتف الذكية في الأعمال التجارية لإدخال التحسينات على الصور، ولتجربة الملابس رقميًا، ولممارسة الألعاب المختلفة. تستخدم نظارات الواقع المعزز المختلفة في التدريب والهندسة والمجالات المختلفة. يتم إنشاء 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 الكُتل (Blockchain)	تلعب تقنية سلسلة الكُتل التي ارتبطت في بدايتها بالعملات الرقمية دورًا مهمًا 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 بشكلٍ خاص، حيث تمر البيانات باستمرار عبر المؤسسات والخوادم والأنظمة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

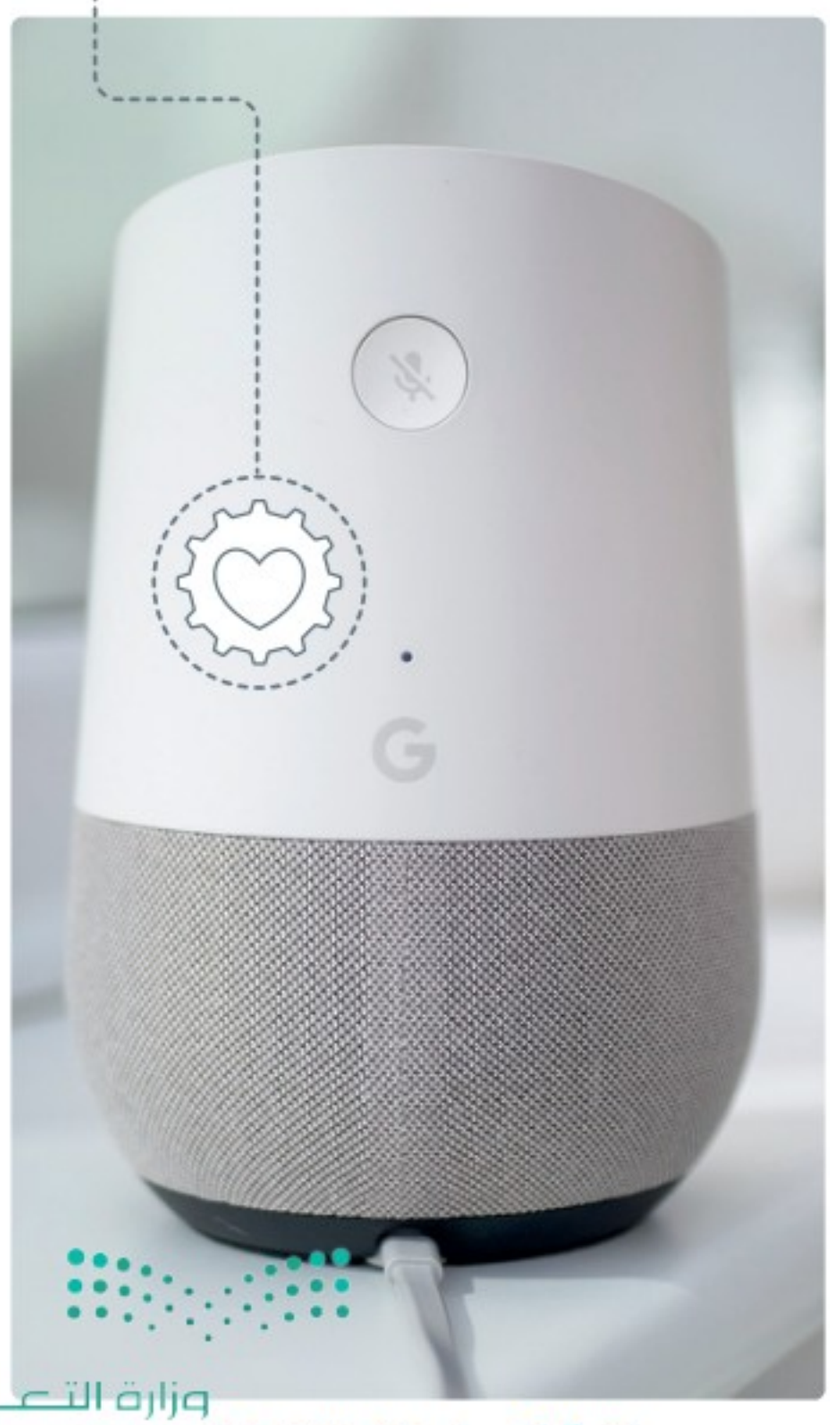
مكونات تطبيق إنترنت الأشياء
The Components of an IoT Application

يتكون تطبيق إنترنت الأشياء من أجهزة وبرامج ومكونات بنية تحتية، يعتبر 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 بطرقٍ مختلفة. قد يحتوي جهاز إنترنت الأشياء على مُستشعرات أو مُشغّلات، ولكن يجب تزويده بمتحكّم 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. تُعدُّ آلية الاتصال أمرًا بالغ الأهمية، حيث تُنَفّذ عادةً من خلال بوابات إنترنت الأشياء المتخصصة وبروتوكولات الشبكة المحسّنة، فهي تُمكّن 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 وليحدد ما إذا كان سيتم إرسال أوامر لإجراءات معينةٍ مرة أخرى إلى جهاز إنترنت الأشياء. يتم إنشاء تحليلات البيانات لتوفير رؤى مفيدة حول استخدام تطبيق إنترنت الأشياء، خاصةً عند مشاركة الآلاف أو ملايين الأجهزة في بعض الحالات. سوف تستكشف 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.



شكل 1.7: مساعد قوقل المنزلي الذكي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تمرينات

1

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

2 حدد السمات الرئيسة 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 ممكنًا؟ اعرض أفكارك أدناه.

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

6 ابحث في الإنترنت عن مثال لتطبيق إنترنت الأشياء يوظف الرؤية الحاسوبية ومعالجة اللغة الطبيعية. دوّن ما عثرت عليه هنا وقم بوصفه.

7 ابحث في الإنترنت عن معلومات حول تطبيق للواقع 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 وتطبيقات إنترنت الأشياء اللامركزية.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

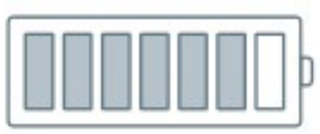
الدرس الثاني

أجهزة إنترنت الأشياء

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

الكائنات الذكية The Smart Objects

إن "الأشياء" أو "الكائنات الذكية" هي اللبنات الأساسية لإنترنت الأشياء، فهي أجهزة محوسبة صغيرة منخفضة التكلفة تتفاعل مع بيئتها المادية المحيطة بها، وذلك بجمع البيانات من المُستشعرات، والتفاعل الفوري مع هذه البيانات عبر المُشغّلات. تقوم المُستشعرات والمُشغّلات 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 بشكلٍ مستقلٍ كأجهزة قائمة بذاتها.

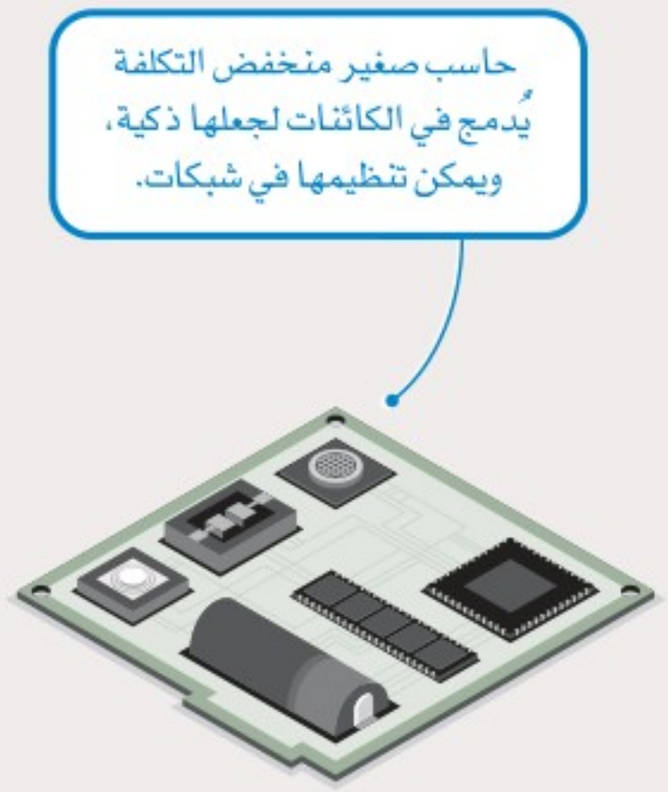


يتم تشغيل الكائنات الذكية بواسطة مصدر للطاقة مثل الشبكة الكهربائية أو البطارية، أو بمصدر للطاقة الذاتية من خلال الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح. يُعدُّ استهلاك هذه الكائنات للطاقة منخفضًا جدًا لدرجة أنه في بعض الأحيان يمكن تشغيل الكائن الذكي لأشهر أو لسنوات باستخدام البطاريات. يوجد جيل جديد من الكائنات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

يحتوي كل كائن ذكي على جهاز اتصال يرسل البيانات التي يتم جمعها من المُستشعرات ويتلقى التعليمات اللازمة للمُشغّلات. ويقوم جهاز الاتصال بتوصيل الكائن الذكي بالتخزين السحابي.

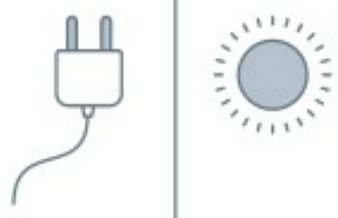
المكون المشترك هو وحدة المعالجة على هيئة جهاز التحكم الدقيق. يقوم جهاز التحكم الدقيق بالتنسيق بين المُستشعرات والمُشغّلات وجهاز الاتصال. إن أجهزة التحكم الدقيقة المستخدمة في التطوير أو الأغراض الأكاديمية مثل: **الأردوينو** (Arduino) أو **رازبيري باي** (Raspberry Pi)، هي عبارة عن حواسيب صغيرة.

تستخدم تطبيقات إنترنت الأشياء الفعلية وحدات تحكم دقيقة صغيرة الحجم يصل حجمها أحيانًا إلى 2×2 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 لاسلكيًا إلى أنظمة الحاسب المركزية.



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، أمّا الكائنات التي تُزود ببطاريات فتكون مقيدةً من حيث فترة استخدامها وقدرتها على جمع البيانات وإرسالها.

متحرك أو ثابت

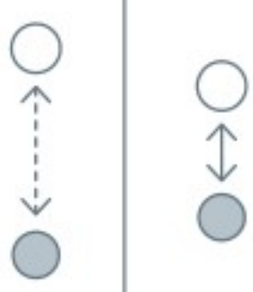
يمكن للكائن الذكي أن يكون متحركًا، ويمكنه أن يبقى ثابتًا في مكانه. كما يمكن أن يكون الجسم متحركًا إذا تم توصيله بجسم متحرك أكبر.

معدل إرسال بيانات منخفض أو مرتفع

يمكن أن تكون عمليات إرسال البيانات الخاصة بعمليات المراقبة للكائن الذكي منخفضة أو مرتفعة. فمثلًا قد يُرسل مُستشعر الصدأ الموجود على أحد الجسور القيم المسجلة شهريًا، وقد يُرسل مُستشعر الحركة في السيارة قيم التسارع مئات المرات في الثانية. تؤدي مُعدلات 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.يتم تحديد معدل نقل البيانات بناء على عاملين هما تصنيف البيانات (بسيطة أو معقدة)، و معدل ارسال 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

تحدد المسافة بين الكائن الذكي وجامع البيانات نطاق التقرير. فبالنسبة للسوار الرياضي الذي يرسل البيانات إلى هاتفك على سبيل المثال، يصل نطاق التقرير إلى بضعة أمتار، وفي المقابل قد يحتاج مُستشعر الرطوبة المضمن في سطح الأسفلت في الطريق 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 مُستشعرا واحدًا كل بضعة أميال. وفي المقابل تستخدم تلسكوبات علم الفلك المئات أو حتى الآلاف من المرايا على مساحة صغيرة يزود كل منها بمقاييس الجايروسكوب (أداة لتحديد زاوية الاتجاهات والدوران) ومُستشعرات للجاذبية والاهتزاز.

المكونات الرئيسة للكائن الذكي The Main Components of a Smart Object

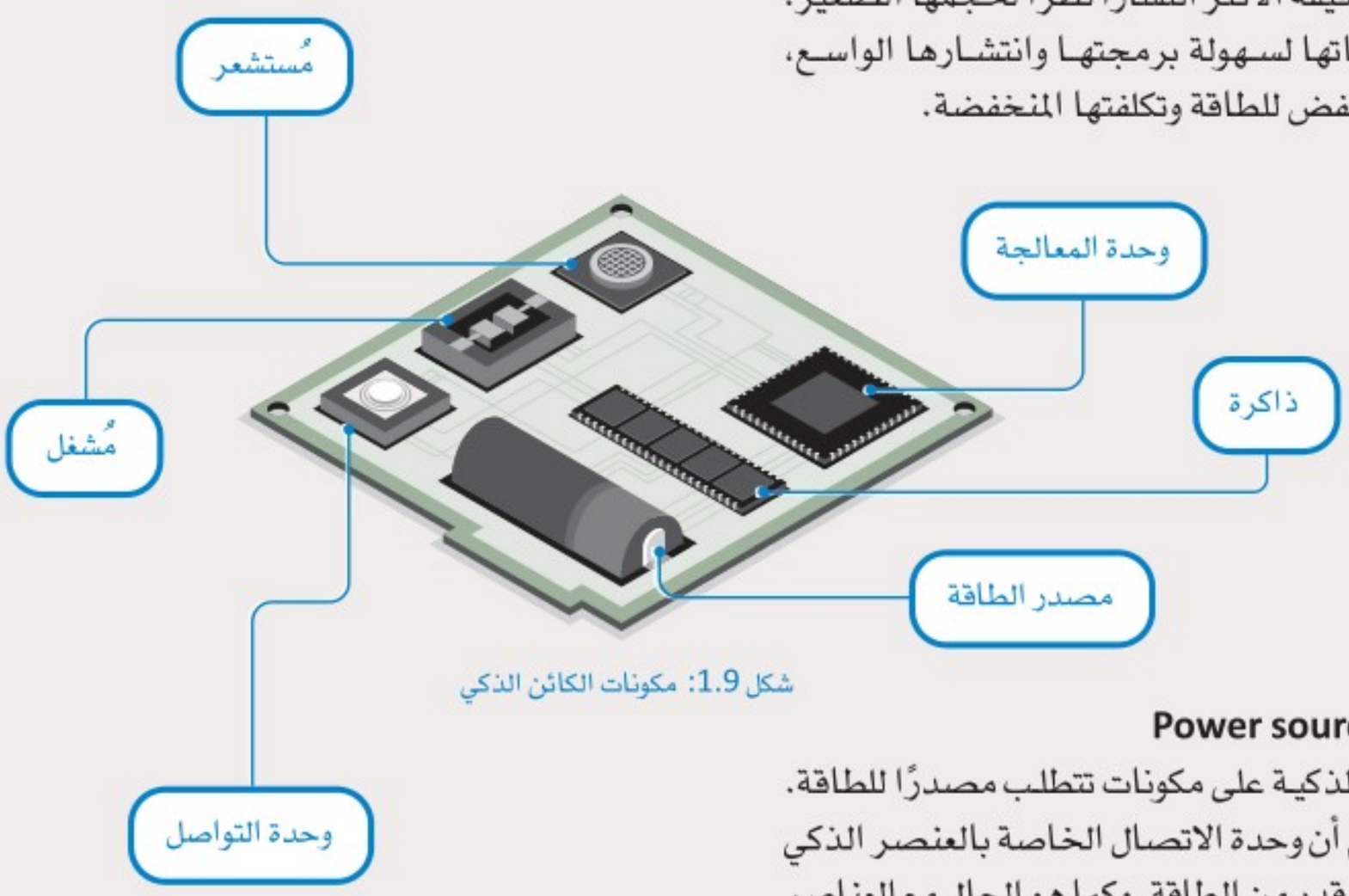
إن الكائن الذكي هو جهاز يمتلك المكونات الأربعة المدرجة أدناه كحد أدنى. قد يحتوي الكائن الذكي على مُستشعر واحد فقط أو على مجموعة من المستشعرات، وكذلك على مُشغل واحد فقط أو على مجموعة من المُشغّلات، وكذلك على مجموعة من المُشغّلات والمستشعرات معًا، وذلك حسب الغرض من تطبيق إنترنت الأشياء.

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 مُشغل، وتشغيل مجموعة متنوعة من العمليات بما فيها أنظمة الاتصالات والطاقة. يمكن أن يختلف نوع وحدة المعالجة المستخدمة بشكل كبير وذلك اعتمادًا على متطلبات المعالجة لتطبيق محدد. تعتبر أجهزة التحكم الدقيقة الأكثر انتشارًا نظرًا لحجمها الصغير، وتتعدد استخداماتها لسهولة برمجتها وانتشارها الواسع، ولاستهلاكها المنخفض للطاقة وتكلفتها المنخفضة.

المُستشعرات والمُشغّلات Sensors and Actuators

يستطيع الكائن الذكي التفاعل مع العالم المادي عبر المُستشعرات والمُشغّلات الخاصة به. فليس ضروريًا أن يضم الكائن الذكي كلاً من المُستشعرات والمُشغّلات، فقد يحتوي الكائن الذكي على واحد أو أكثر من المُستشعرات والمُشغّلات اعتمادًا على نوع التّطبيق.



شكل 1.9: مكونات الكائن الذكي

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 خاصٍ عندما يكون من الصعب الوصول إليها. ويتطلّب 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. ويتمّ ربط العناصر الذكية في شبكات إنترنت الأشياء لاسلكيًا لعدة أسباب، أهمها التكلفة ومحدودية توافر البنية التحتية وسهولة التنفيذ. توجد العديد من بروتوكولات الاتصال للعناصر الذكية.

المُستشعرات The Sensors

يُنفِّذ 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.

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

تحتوي السيارة الحديثة على مجموعة متنوعة من المُستشعرات التي توفّر كمًّا هائلا 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 وتنقل الطاقة وتكتشفها في نفس الوقت فهي مستشعرات (نشطة)، وإذا كانت لا تتطلب توفر أي مصدر طاقة خارجي ولا تنقل الطاقة، ولكن تكتشفها فقط فهي مستشعرات (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

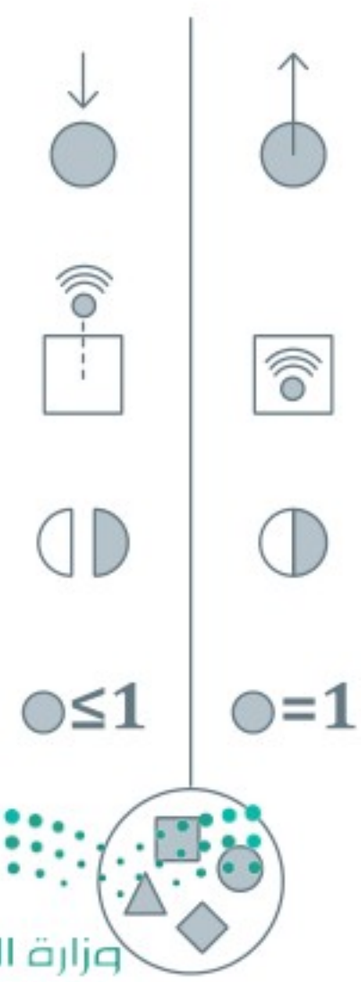
قد تتطلب المُستشعرات ملامسة مادية للجسم الذي يتم قياسه (تلامسية) وقد لا تتطلّب ذلك (غير تلامسية).

مُطلقة أو نسبية

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

مجال التطبيق

يمكن تصنيف المُستشعرات وفقًا للتطبيق المحدد الذي تستخدم به.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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: خطية وزاوِيَّة ومتعددة المحاور.	مقياس الجهد، ومقياس الميل، ومُستشعر القُرب.
الإشغال والحركة	تكتشف مُستشعرات الإشغال وجود الأشخاص والحيوانات في المنطقة التي يتم مراقبتها، بينما تكتشف مُستشعرات الحركة حركة الأشخاص والأشياء. وتبعث مُستشعرات الإشغال إشارة حتى عندما يكون الشخص خاملًا، على عكس مستشعراتِ الحركة.	عين كهربائية، رادار.
السرعة والتسارع	قد تكون مُستشعرات السرعة خطية أو زاويّة، مما يشير إلى مدى سرعة تحرك الجسم في خط مستقيم أو مدى سرعة دورانه. وتقيس مُستشعرات التسارع تغيرات السرعة.	مقياس التسارع، والجايروسكوب.
القوة	تحدد مُستشعرات القوة الحالة التي يتم بها تطبيق قوة فيزيائية معينة.	مقياس القوة، مقياس اللزوجة، مُستشعر اللمس.
الضغط	على غرار مُستشعرات القوة، تقيس مُستشعرات الضغط القوة الناجمة عن ضغط السوائل أو الغازات.	بارومتر، بيزومتر.
التدفق	تكتشف مُستشعرات التدفق معدل تدفق السوائل.	مقياس شدة الريح، مُستشعر تدفق الكتلة الحرارية، عداد المياه.

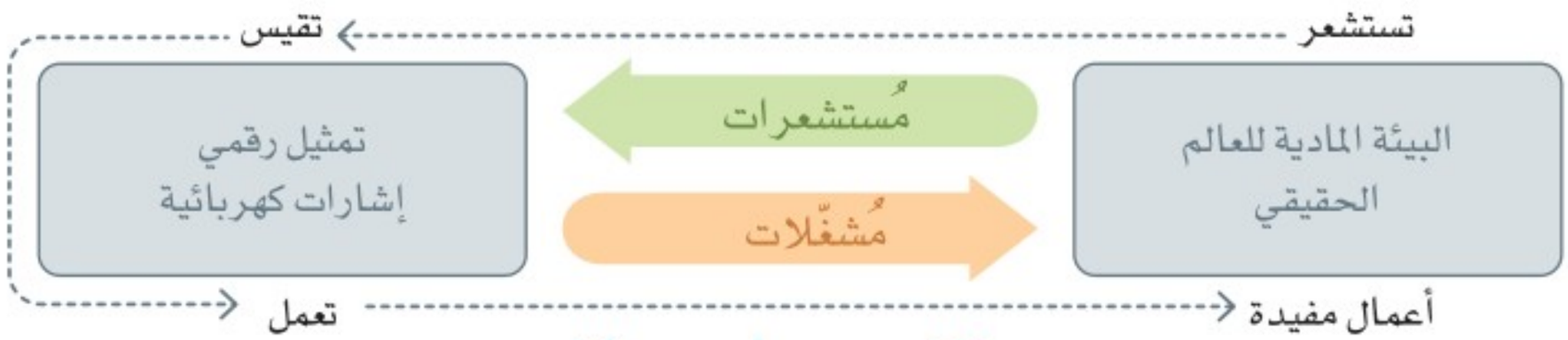
النوع	الوصف	أمثلة
صوتي	تقيس المُستشعرات الصوتية مستويات الصوت الموجودة في البيئة.	ميكروفون، مسجل أصوات تحت الأرض، مسجل أصوات تحت الماء.
رطوبة	تقيس مُستشعرات الرطوبة كمية الرطوبة في الهواء أو في أي حيِّز.	مقياس الرطوبة، مُستشعر الرطوبة، مُستشعر رطوبة التربة.
ضوء	تكتشف مُستشعرات الضوء وجود الضوء بأنواعه ودرجاته المختلفة.	مُستشعر الأشعة تحت الحمراء، كاشف الضوء، كاشف اللهب.
إشعاعي	تكتشف مُستشعرات الإشعاع أي إشعاع في البيئة المحيطة.	عداد جيجر مولر، كاشف النيوترون.
حراري	تحدد 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، مقياس السعرات الحرارية، مقياس درجة حرارة.
كيميائي	تحدد المُستشعرات الكيميائية التركيز الكيميائي داخل النظام.	جهاز قياس الكحول، كاشف الدخان.
مؤشرات حيوية	يمكن للمُستشعرات الحيوية اكتشاف الخصائص البيولوجية في الكائنات الحية.	مُستشعر الجلوكوز في الدم، مقياس أكسجين الدم، جهاز تخطيط القلب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

المُشغّلات The Actuators

تُعدُّ المُشغّلات مكملة للمُستشعرات.

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



شكل 1.12: العلاقة بين المُستشعرات والمُشغّلات

التشابه مع الإنسان Human Analogy

يستخدم البشر حواسهم الخمس لاستشعار بيئتهم المحيطة وقياسها. فتقوم أعضاء الحواس بتحويل هذه المعلومات إلى نبضات كهربائية يرسلها 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 مُشغل يحول الإشارة إلى فعل ذو تأثير قابل للقياس في بيئته. يعتبر هذا التفاعل بين المُستشعرات والمُشغّلات والمعالجات والوظائف المماثلة في الأنظمة البيولوجية الأساس لمجالات علم الروبوت والمؤشرات الحيوية.

شكل 1.13: التشابه مع البشر

تصنيف المُشغّلات Classification of Actuators

نوع الحركة

يمكن تصنيف المحركات وفقًا لنوع الحركة الحركة الصادرة منها.

أمثلة: خطي، ودوراني، وذو محور واحد، وذو محورين، وذو ثلاثة محاور.

القوه الناتجة

يمكن تصنيف المحركات وفقًا للقوة الناتجة.

أمثلة: طاقة عالية، وطاقة منخفضة، وطاقة ضئيلة.

نوع الإنتاج

يمكن تصنيف المحركات وفقًا لطبيعة المخرجات المستقرة.

أمثلة: ثنائية، ومستمرة.

مجال التطبيق

يمكن تصنيف المحركات وفقًا لنوع الصناعة التي يتم استخدام المحركات فيها.

أمثلة: التصنيع والمركبات والطب.

نوع الطاقة

يمكن تصنيف المحركات بناءً على نوع الطاقة التي تستخدمها.

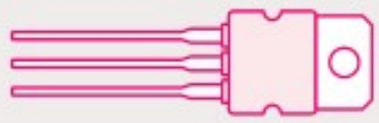
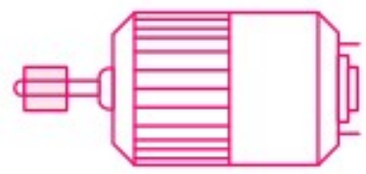
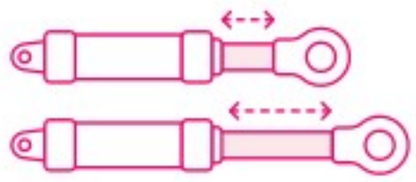
أمثلة: كهربائية، وكيميائية، وحركية.

شكل 1.14: مُشغل صغير (مفتاح) بحركة ميكانيكية

شكل 1.15: نظام مُشغل هيدروليكي (مكبس) للآلات الثقيلة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الجدول 1.4: أنواع المُشغّلات مع أمثلة

نوع المشغل	أمثلة
 مُشغِّل ميكانيكي	رافعة، جاك لولبي، الساعد اليدوي.
 مُشغِّل كهربائي	ثايرستور، ترانزستور ثنائي القطب، الصمام الثنائي.
 مُشغِّل كهروميكانيكي	محرك تيار متردد، محرك تيار مستمر، محرك خطوي.
 مُشغِّل كهرومغناطيسي	مغناطيس كهربائي، ملف لولبي خطي.
 مُشغِّل هيدروليكي وهوائي	إسطوانة هيدروليكية، إسطوانة هوائية، مكبس، صمام التحكم في الضغط.
 مُشغِّلات حرارية ومغناطيسية	المواد الممغنطة، الشريط ثنائي المعدن، ثنائي الشكل **الكهرواجهادي** (piezoelectric bimorph).
 مُشغِّلات دقيقة و مُشغِّلات نانوية	محرك إلكتروستاتيكي، صمام مايكروي، مُحرك مُشطي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تمرينات

1

حدد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. الكائنات الذكية هي أجهزة إلكترونية معقدة للغاية تتطلب كميات كبيرة من الطاقة للمعالجة.	○	○
2. يتم تشغيل الكائنات الذكية حصريًا من خلال مصادر الطاقة المتجددة.	○	○
3. يمكن للكائنات الذكية إرسال البيانات من خلال مجموعة متنوعة من ترددات الاتصالات.	○	○
4. ترسل وحدة المعالجة بيانات المُستشعر التي تم جمعها إلى خدمات خارجية على الإنترنت.	○	○
5. يمكن لمُستشعرات 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 المُشغّلات مدخلات بيانات متقطعة فقط.	○	○
9. يمكن أن تأخذ المُشغّلات مدخلات من المُستشعرات مباشرة دون الحاجة إلى خدمات البيانات الخارجية.	○	○

2 صِف المكونات الرئيسة للكائن الذكي.

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

4 تتطلب تطبيقات إنترنت الأشياء المختلفة أنواعًا مختلفة من الكائنات الذكية. ضع قائمة بالسمات الرئيسة التي يتم تصنيف الكائنات الذكية بناءً عليها.

5 حدد 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 شيوعًا في التطبيقات الروبوتية.

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

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 وقدِّم مُقترحًا لتطبيق إنترنت الأشياء باستخدام هذا الجهاز. سيرسل هذا الجهاز البيانات ويستقبلها من نظام إنترنت الأشياء لإنشاء التوقُّعات ولتحسين كفاءته.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 والمُشغّلات الموجودة في الكائنات الذكية.

المصطلحات الرئيسة

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 التعلم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يتعرف على مفاهيم طبقات الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية لتطبيقات إنترنت الأشياء.
- يصف المُكِّنات الرئيسة لأنظمة إنترنت الأشياء.
- يتعرف على بروتوكولات الشبكات والتقنيات التي تُشكِّل بُنية الاتصالات لإنترنت الأشياء.
- يصنِّف التطبيقات الرئيسة لحلول إنترنت الأشياء.
- يتعرف على أهمية إنترنت الأشياء في المستقبل القريب.
- يحدد المخاطر الأمنية لأنظمة إنترنت الأشياء المعُقَّدة.
- يتعرف على التحديات التقنية لأنظمة إنترنت الأشياء.
- يتعرف على مفاهيم الرقابة والتنظيم لتطبيقات إنترنت الأشياء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

منصة إنترنت الأشياء

الإنترنت في إنترنت الأشياء The Internet in the Internet of Things

يحتوي مصطلح إنترنت الأشياء على كلمتين رئيستين: الإنترنت والأشياء. تم مُسبقًا شرح ماهية الأشياء (الكائنات الذكية)، وستستكشف الآن الجزء الخاص بالإنترنت في حلول إنترنت الأشياء. تتيح عملية الاتصال والخدمات السحابية للكائنات الذكية جمع القياسات من المُستشعرات، وإرسال أوامر للتحكم إلى المُشغّلات. 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 المُجمَّعة. ستتعرف في هذا الدرس على بُنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية، وشبكاتها وبروتوكولاتها المستخدمة، ونوع البيانات التي يتم تبادلها لدعم حل إنترنت أشياء فعّال.

بُنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية

Cloud, Fog and Edge

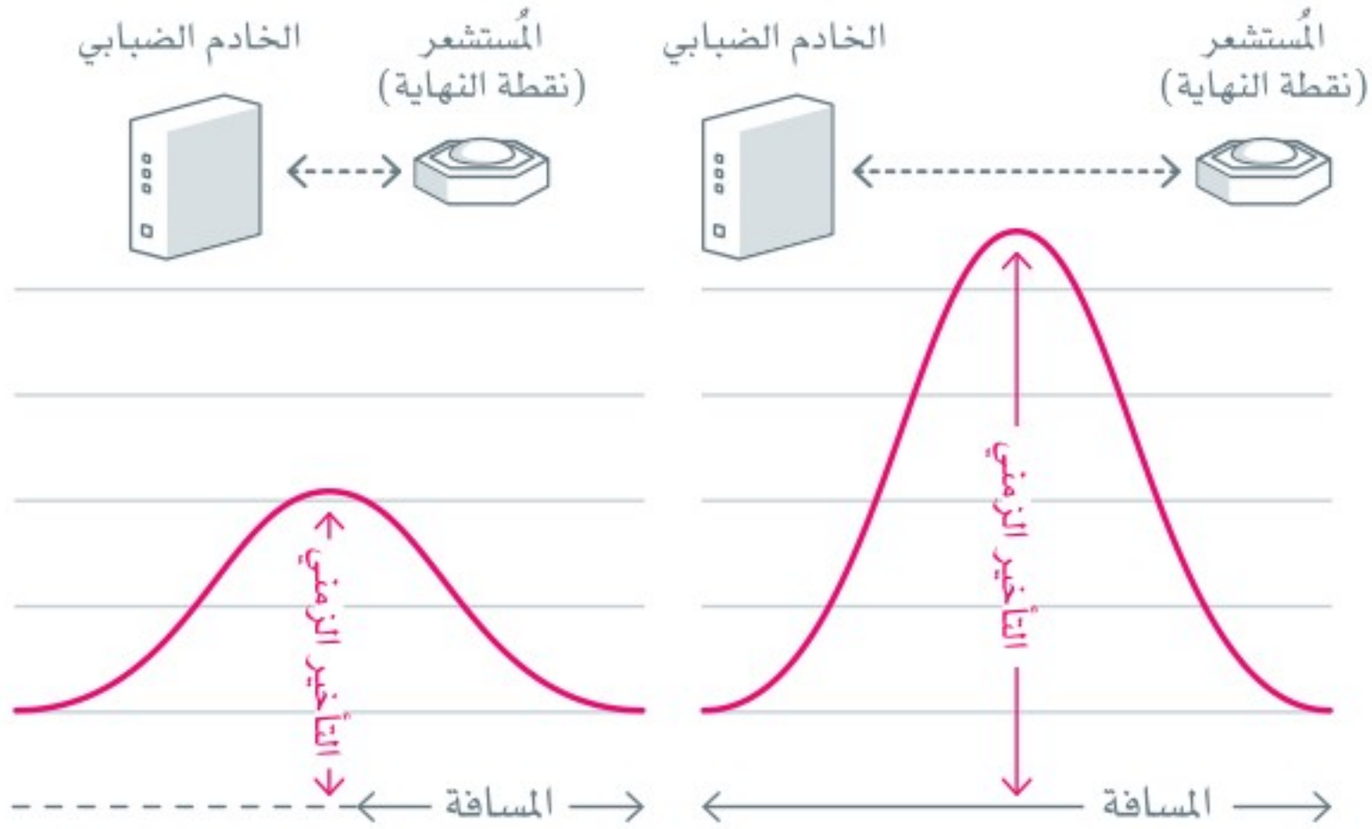
يُطلق على البُنية التحتية المحوسبة الأكثر شيوعًا اسم بنية الحوسبة السحابية والضبابية والطرفية. يصِف هذا النموذج باختصار ثلاثة مستويات من التخزين والاتصال والتطبيقات، حَيث تُعَدُّ الحوسبة السحابية بمثابة البُنية التحتية لمركز البيانات، بينما تُستخدم الحوسبة الطرفية لمعالجة البيانات عند أطراف الشبكة بالقرب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

شكل 2.1: بُنية الحوسبة الطرفية الضبابية السحابية

أساسيات الحوسبة الضبابية

Fog Computing Fundamentals

يتمثل الهدف التقني الثابت لأنظمة إنترنت الأشياء في توزيع إدارة البيانات إلى أقرب مدى من عُقَد المُستشعر أو المُشغّل. تُعدُّ الحوسبة الضبابية أشهر مثالٍ على الخدمات الطرفية في إنترنت الأشياء، وهي أقرب إلى الأشياء المُنتجة لبيانات إنترنتِ الأشياء. يمكن لأي جهاز محوسب ذو قدرات تخزين واتصال بالشبكة أن يُشكِّل 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 يتم تنفيذ 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. ونظرًا لأن العُقدة الضبابية يمكنها تحليل بيانات جميع المُستشعرات في هذا الجزء، فيمكن توفير تحليل ضمني للرسائل المُستقبَلة 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 ومعالجة البيانات. وبالتالي، توفر الطبقة الضبابية قدرة شبكية موزعة تسمح بمراقبة الأجهزة والتحكم بها وتحليلها في الوقت الفعلي دون انتظار الاتصال من التطبيق المركزي السحابي وخوادم تحليلاته.

التأخير الزمني (Latency):

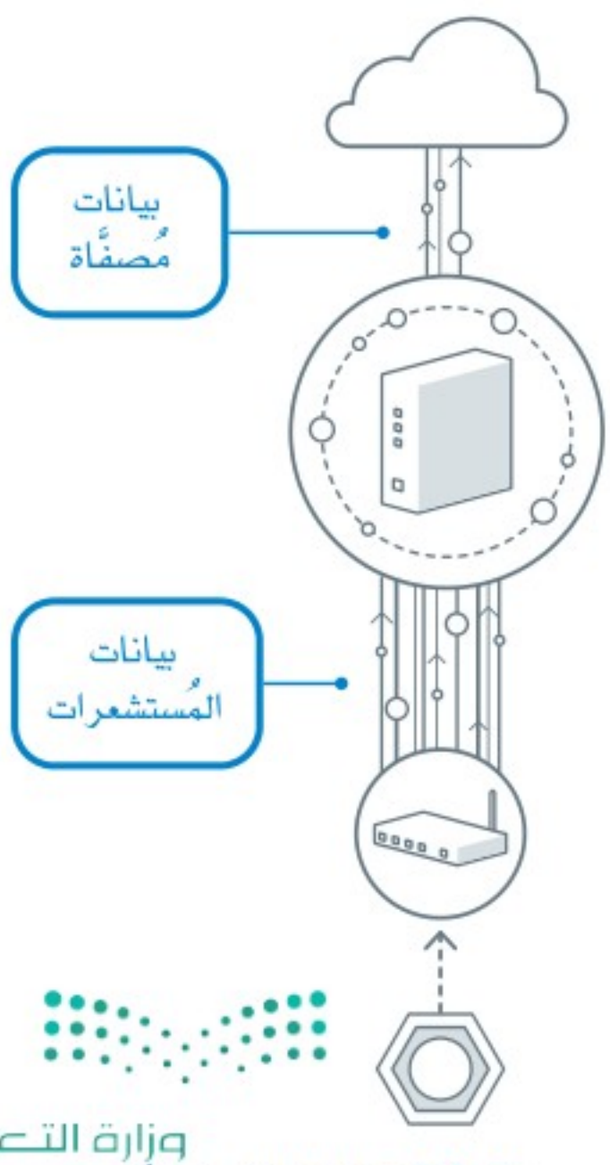
هو التأخر في معالجة البيانات عبر الشبكة، أو التأخر الزمني ما بين إجراءات المستخدم ووقت الاستجابة.

نقطة النهاية (Endpoint):

هي خدمة توجيه البيانات، والتي تختص بإرسال واستقبال البيانات مِن وإلى الخدمات الأخرى. قد تكون هذه النقطة مجرد برنامجٍ أو جهازٍ حاسوبي متخصص.

البوابة (Gateway):

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



شكل 2.3: تحليل البيانات ضبابيًا

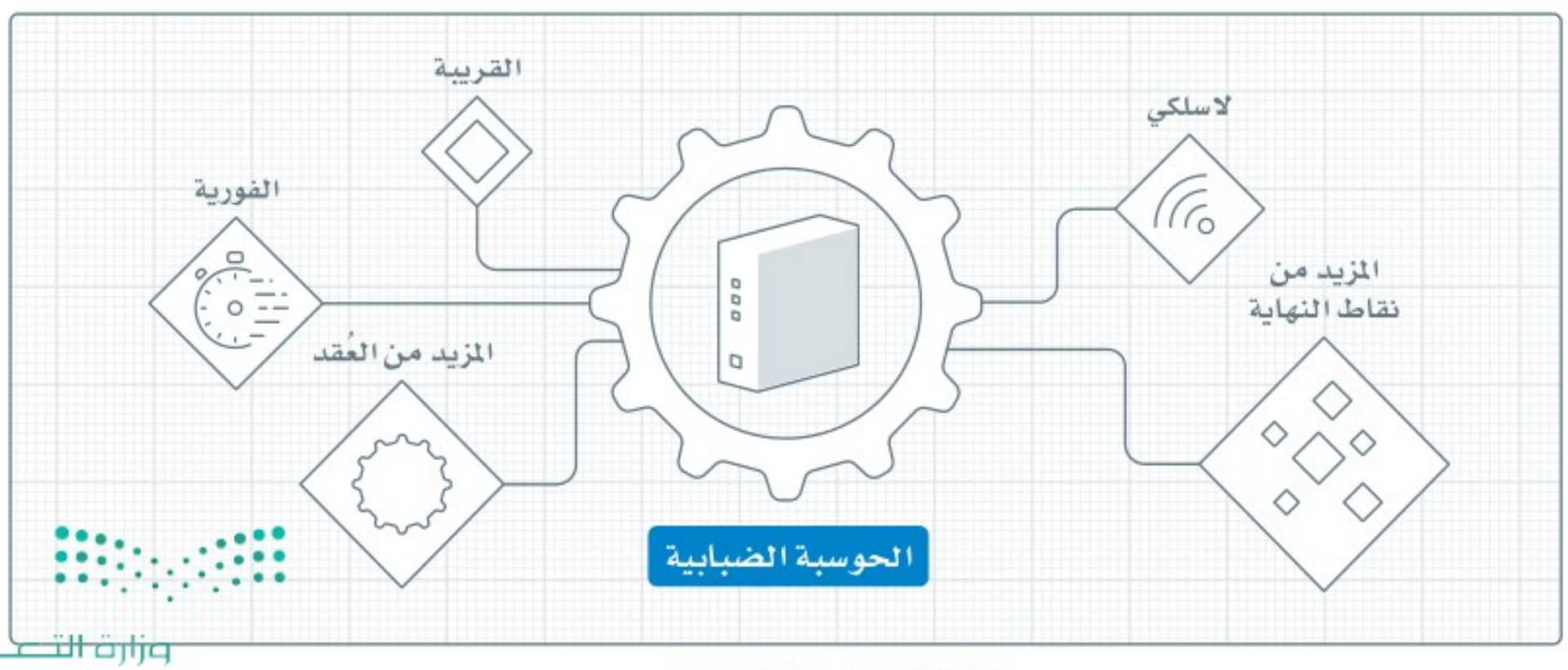
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 قِبل الأجهزة المتصلة بالشبكة.

الجدول 2.1: مزايا الحوسبة الضبابية

الميزة	الوصف
المعرفة الضمنية بالموقع، وانخفاض التأخير الزّمني	تقع العُقدة الضبابية (fog node) في أقرب موقع ممكن من نقطة نهاية إنترنت الأشياء لدعم الحوسبة الموزّعة.
التوزيع الجغرافي	على عكس الحوسبة السحابية الأكثر مركزية، تتطلب خدمات وتطبيقات العُقد الضبابية التثبيت على نطاق أوسع وأكثر انتشارًا.
النشر في نقاط نهاية إنترنت الأشياء	يتم 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 أيضًا.
الاتصال اللاسلكي بين الحوسبة الضبابية وجهاز إنترنت الأشياء	على الرغم من إمكانية توصيل العُقد سلكيًا، إلا أن الحوسبة الضبابية ذات فائدة أكبر خاصةً عندما يتعلق الأمر بعدد كبير من نقاط النهاية، فيُعدُّ الوصول اللاسلكي أبسط طريقة لتحقيق قابلية التوسع.
استخدام التفاعلات الفورية	تتضمن التطبيقات الضبابية المهمة تفاعلات فورية بدلًا من المُعالجة المُجمّعة. وتتيح المعالجة المسبقة للبيانات في العُقد الضبابية لتطبيقات الطبقة العليا معالجة مجموعة فرعية من حِزم البيانات الأكبر.



شكل 2.4: ميزات الطبقة الضبابية

نقاط نهاية الحوسبة الطرفية

Edge Computing Endpoints

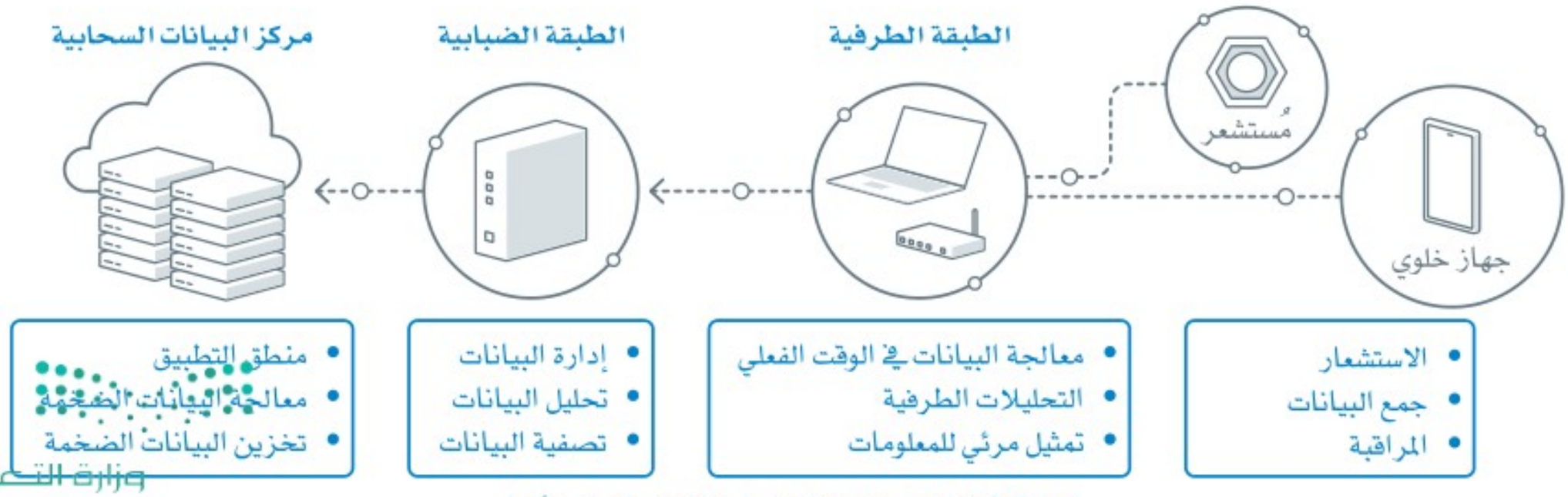
تتمتع الأنواع الأحدث من نقاط نهاية إنترنت الأشياء بقدرة محوسبة كافية لإجراء التحليلات والتصفية على مستوىً منخفض. يُطلق على هذه الأجهزة تسمية نقاط نهاية الحوسبة الطرفية أو الأجهزة الطرفية. توفر هذه الطبقة في البُنية الطرفية الضبابية السحابية المزيد من الكفاءة في حلول إنترنت الأشياء. فلا يتم استبدال الحوسبة السحابية بالحوسبة الطرفية أو الضبابية، بل تُكمل جميع هذه الطبقات بعضها. تساعد طبقات الحوسبة الطرفية والضبابية في تصفية البيانات وتحليلها وإدارتها. تَحُدُّ 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 ويتمّ 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. وتتمثّل فائدة هذا التسلسل الهرمي في سرعة الاستجابة للأحداث من الموارد القريبة من جهاز إنترنت الأشياء وبنتيجة فورية. كما تتوفر أيضًا في الوقت نفسه موارد تخزين ومعالجة البيانات الضخمة في مراكز البيانات السحابية عند الضرورة.

الجهاز الطرفي (Edge device):

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

الحوسبة الطرفية والضبابية معًا 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 أيضًا آلية لدعم المحاكاة الافتراضية، مع القدرة على تشغيل أنظمة تشغيل متعددة أو حاويات خدمة على الأجهزة المادية. من ناحية البنية (أو هندسة الشبكة)، فتقوم العقد الضبابية الأقرب الى طرف الشبكة باستقبال البيانات من أجهزة انترنت الأشياء. ويقوم تطبيق إنترنت الأشياء الضبابي بعد ذلك بتوجيه أنواع البيانات المختلفة إلى أفضل موقع ليتم تحليلها، حيث يتمّ تحليل البيانات الأكثر حساسية للوقت بشكل أقرب إلى الكائنات الذكية التي تولِّد البيانات طرفيًا أو إلى العُقدة الضبابية، ثم توجّه البيانات التي يمكن التعامل معها في ثوانٍ أو دقائق إلى عُقدة التجميع لتحليلها واتخاذ الإجراءات بشأنها. ويتم إرسال البيانات ذات الأهمية الزمنية الأقل إلى السحابة للقيام بعمليات التحليل الزمني وتحليلات البيانات الضخمة والتخزين طويل الأجل. على سبيل المثال، يمكن لآلاف العقد 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

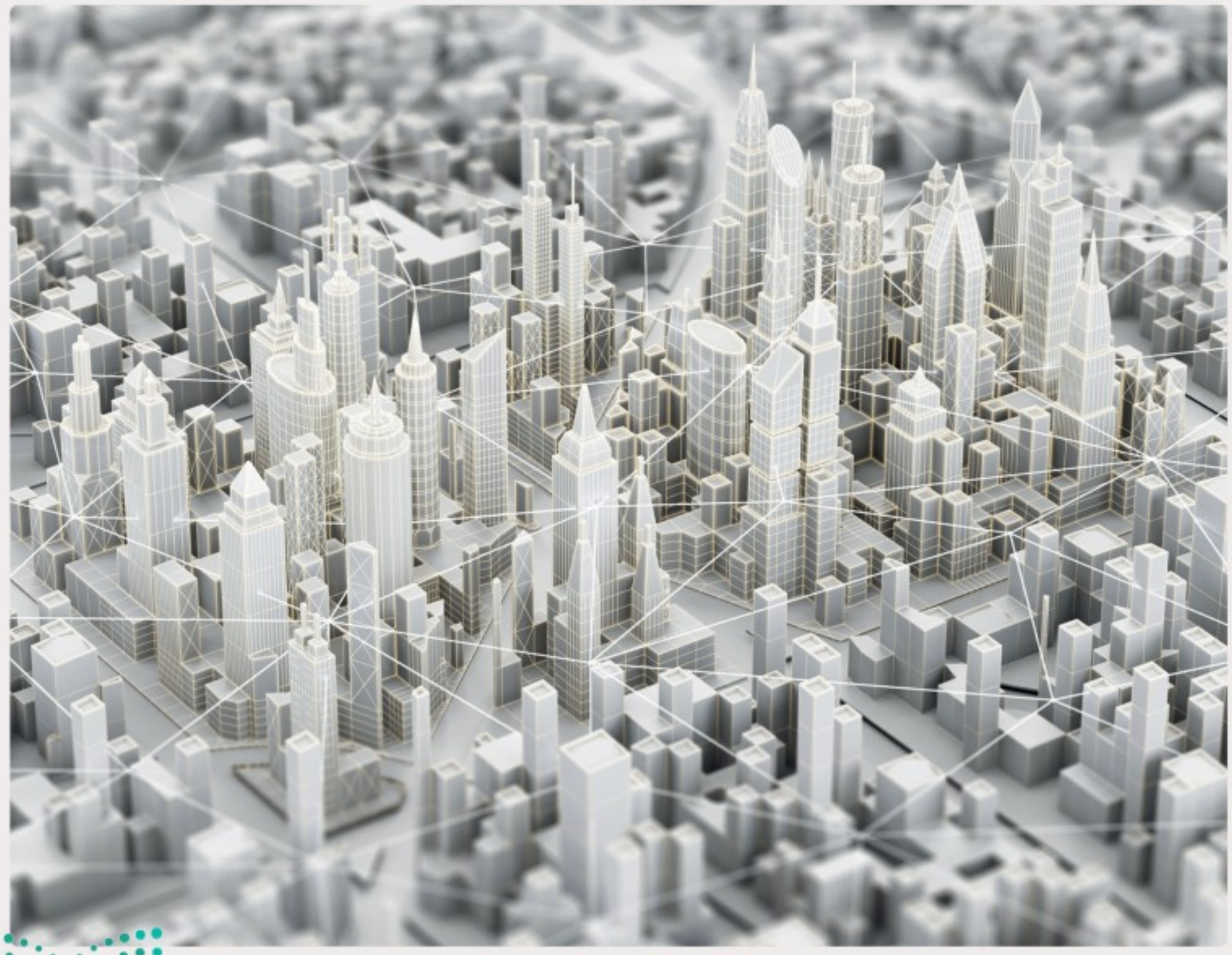
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

مُمكِنات إنترنت الأشياء IoT Enablers

بيانات إنترنت الأشياء IoT Data

تُعدُّ البيانات المُنشأة 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 المنظّمة 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 وتقييم هذه البيانات غير المنظّمة أمرًا صعبًا. ولحل هذا المشكلة، يتم تصميم عمليات نشر إنترنت الأشياء بحيث تقوم بتقنين إنتاج البيانات وتصفية البيانات الأقل أهمية، وكذلك تقليص البيانات الأولية غير الضرورية، والاستجابة للأجهزة بأسرع وقت ممكن.

تخيّل وجود مدينة ذكية تتم إضاءتها من خلال شبكة 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 معلومات تساعد في التنبؤ بالوقت الذي يتوجب فيه إصلاح الإنارة أو التنبؤ بتوقيت تشغيل وإطفاء الإنارة ، وذلك لتوفير النفقات التشغيلية.



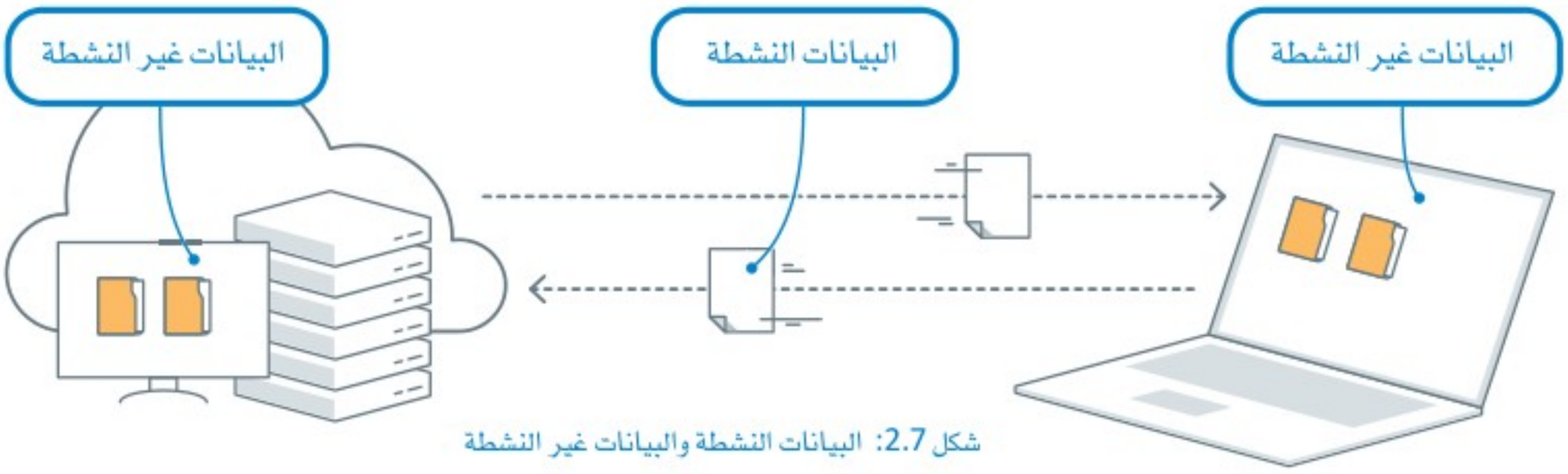
شكل 2.6: مدينة ذكية بأجهزة ذكية متصلة

تصنيف البيانات Data Classification

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

البيانات النشطة وغير النشطة Data in Motion Vs. at Rest

عندما تكون البيانات قيد النقل فإنه يطلق عليها "البيانات النشطة"، أما حينما يتم تخزينها 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 حاسب محمول، أو في مركز بيانات سحابي. تُعدُّ البيانات الناشئة من الكائنات الذكية في عالم إنترنت الأشياء بيانات نشطة، وذلك نظرًا لانتقالها خلال الشبكة إلى وجهتها النهائية. يتم التعامل مع هذه البيانات بشكل متكرر في الأجهزة الطرفية أو العُقد الضبابية. عندما تتم عمليات معالجة لتلك البيانات على جهاز طرفي، يمكن تصفيتها أو التخلص منها، أو يمكن نقلها إلى عُقدة ضبابية أو مركز بيانات للمعالجة الإضافية والتخزين المحتمل.



شكل 2.7: البيانات النشطة والبيانات غير النشطة

التحليلات الطرفية

لقد ساهم التحول إلى الخدمات السحابية في التطور الكبير لإنترنت الأشياء وعمليات تحليلات البيانات في السنوات الأخيرة. يتم في عالم إنترنت الأشياء جمع 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 يتم إنشاؤها طرفيًا إلى المزيد من النطاق الترددي للشبكة لنقل البيانات سحابيًا، وقد تكون تلك البيانات ذات طبيعة حساسة بحيث تتطلب اهتمامًا فوريًا، وتستدعي تحليلًا عميقًا 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 يتم إجراء 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 (Internet Protocol – IP)، و (Transmission Control Protocol – TCP) و (User Datagram Protocol – UDP) الاتصال لشبكات إنترنت الأشياء. تتم عملية معالجة نقل البيانات بين الكائنات الذكية وأي نظام آخر في تطبيق إنترنت الأشياء عبر بروتوكولات عالية المستوى. تم تطوير هذه البروتوكولات لتلبية متطلبات نقل بيانات إنترنت الأشياء. تعتمد بعض شبكات إنترنت 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 إنترنتً الأشياء.

الجدول 2.2: آلية عمل بروتوكولات TCP وUDP

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

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 التي يتم اقترانها معًا. 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 الكهربائية أو بالبطاريات. تُعدُّ هذه التقنية غير مُكلفة، ويمكنها أن تدعم عمرًا أطول للبطارية، كما أنها سهلة الإعداد لاستخدامها مجموعة بروتوكولات قليلة وسهلة ومرنة.

بروتوكولات شبكات إنترنت الأشياء IoT Networking Protocols

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

الجدول 2.3: بروتوكولات شبكات إنترنت الأشياء

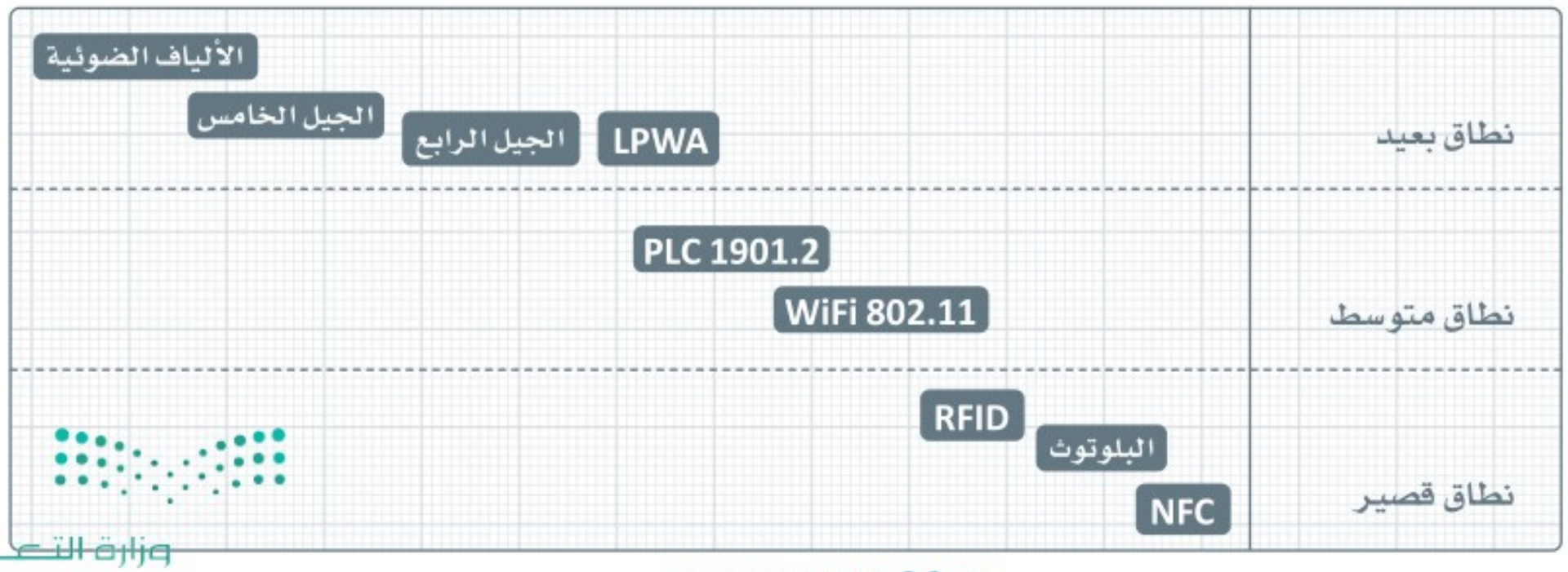
اسم البروتوكول	الميزات
6LoWPAN	هو اختصار لبروتوكول IPv6 عبر شبكات المنطقة الشخصية اللاسلكية منخفضة الطاقة. يوفر هذا البروتوكول اتصالات إنترنت أشياء منخفضة التكلفة وآمنة.
ZigBee	هو تطوير لمعيار 6LoWPAN يوفر طريقة اتصال أسهل وأقل تكلفة من **البلوتوث** (Bluetooth) **والواي فاي** (Wi-Fi). تشمل التطبيقات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

تقنيات اتصال إنترنت الأشياء IoT Communication Technologies

يتم تصنيف 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	يعتبر الكابل التسلسلي مثالًا تقليديًا على النظام السلكي. عادةً ما تكون الحلول اللاسلكية قصيرة المدى، والتي يبلغ أقصى مدى لها عشرات الأمتار بين جهازين، بديلًا للكابلات التسلسلية. تشتمل التقنيات اللاسلكية قصيرة المدى على تقنية البلوتوث **والاتصال قريب المدى** (Near-Field Communication – NFC) ومُعرف **تحديد الهوية بموجات الراديو** (Radio Frequency IDentification – RFID).
نطاق متوسط	يعدّ هذا النوع الأكثر شيوعًا في تقنيات الوصول إلى إنترنت الأشياء. فهناك تطبيقات مختلفة في نطاق يتراوح بين عشرات ومئات الأمتار. غالبًا ما تكون أقصى مسافة بين الجهازين أقل من كيلومتر واحد، ولكن تقنيات **التردد اللاسلكي** (Radio Frequency – RF) ليس لها مسافات قصوى محددة سابقًا، حيث أنها تعمل طالما يتم بث الإشارة اللاسلكية واستقبالها بشكل صحيح. تشمل التقنيات اللاسلكية متوسطة المدى تقنية الشبكة اللاسلكية IEEE 802.11 Wi-Fi. يمكن أيضًا تصنيف التقنيات السلكية مثل IEEE 802.3 Ethernet و اتصالات 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، وتُعدُّ التقنيات الخلوية (الجيل الثاني، والجيل الثالث، والجيل الرابع، والجيل الخامس)، وكذلك **التقنيات منخفضة الطاقة واسعة النطاق** (LPWA) أمثلة على التقنيات اللاسلكية. ويُمكن لاتصالات التقنيات منخفضة الطاقة واسعة النطاق أن تغطي منطقة واسعة وذلك بمتطلبات قليلة من الطاقة، ونتيجة لذلك، تُعدُّ هذه التقنيات مناسبة لمُستشعرات 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 تعتبر تقنيات وصول إلى إنترنت الأشياء تحديدًا.



شكل 2.9: نطاق تقنيات الاتصال

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

بعض المسائل المتعلقة بالاتصالات Connectivity Issues

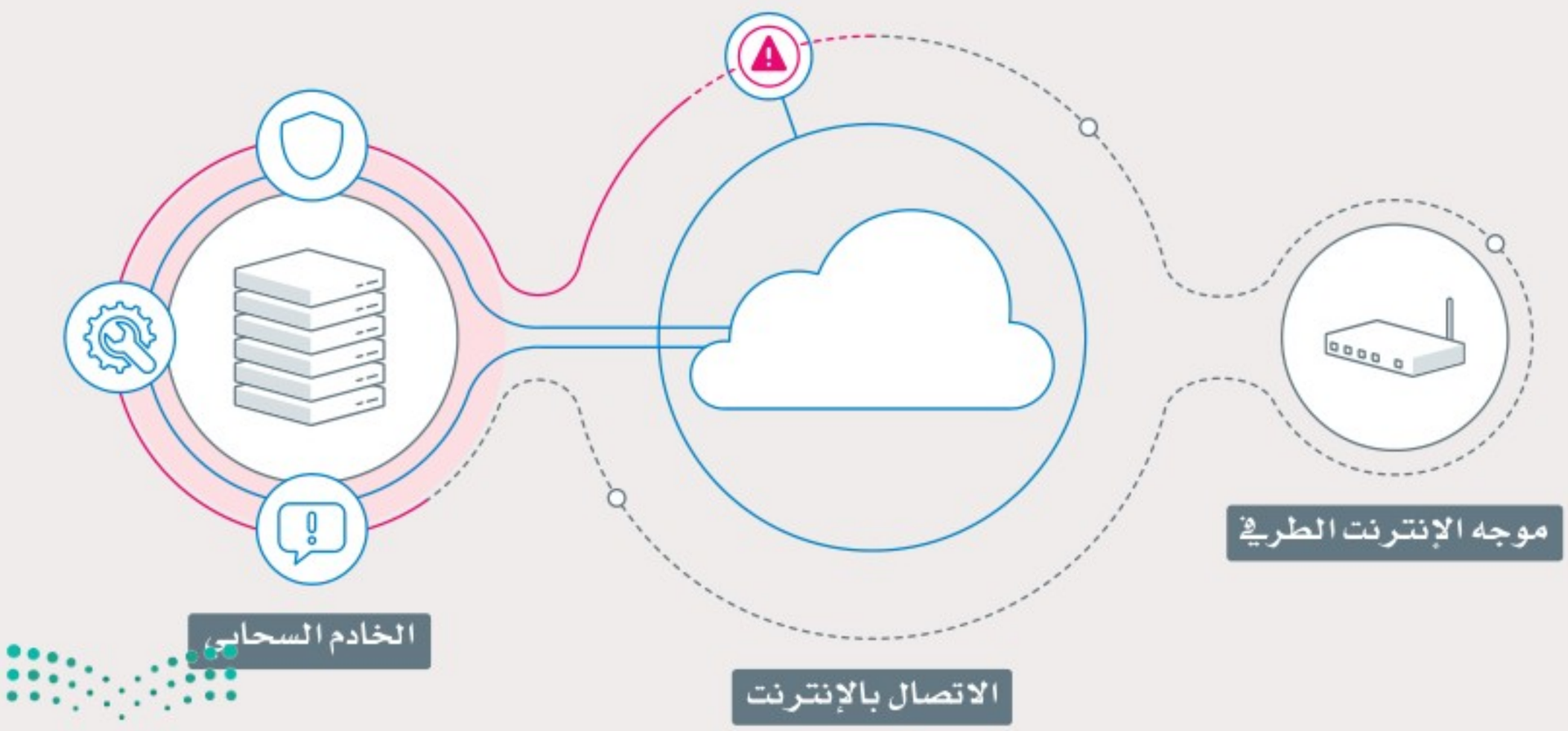
قد يكون الاتصال بالإنترنت غير ثابت، وقد يتعرض لفقدان الاتصال لفترة قصيرة أو طويلة وبصورة غير متوقعة. فما الذي يجب أن يفعله جهاز إنترنت الأشياء عند فقدان الاتصال بالشبكة؟ تتمثل الخيارات في هذه الحالة في الاستغناء عن البيانات أو في تخزينها محليًا إلى حين استعادة الاتصال بالشبكة. ويعتمد الاختيار على عدة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

يمكن تخزين البيانات مؤقتًا محليًا (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 المُشغّلات دون الاتصال بتطبيق إنترنت الأشياء الرئيس، كما يجب أن تكون الخدمات الطرفية أو السحابية قادرة على العمل ببيانات منقوصة أو مُتأخرة. على سبيل المثال يجب ألا يتم إرسال أوامر إلى جهاز إنترنت الأشياء بناءً على البيانات التي لم يعد لها أهمية.

AWS IoT Core

Microsoft Azure IoT Hub

تتضمن العديد من المشكلات السحابية فقدانًا مؤقتًا للاتصال بالشبكة، أو انتهاء الوقت عند عدم توفر الخدمة، ولكن يُمكن لأجهزة إنترنت الأشياء التغلب على هذه المشكلات تلقائيًا. يدعم مزودو إنترنت الأشياء السحابية مثل AWS IoT Core وMicrosoft Azure IoT Hub إمكانية الكشف عن مشكلات الاتصال المُتكررة ومعالجتها عند ظهورها على الأنظمة التي تم تنفيذها باستخدام هذه التقنيات. يمكن لخدمات إنترنت الأشياء السحابية تشخيص المشكلة وتوفير الحلول المؤقتة والمساعدة في التوجيه لتصحيحها. يتم تنبيه القائمين على نظام إنترنت الأشياء عند تعرُّض الأجهزة المهمة والبُنية التحتية لمثل هذه المشكلات واتخاذ الإجراءات اللازمة.



شكل 2.10: توفير خدمات إنترنت الأشياء السحابية إجراءات الاسترداد التلقائي

تمرينات

1

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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

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

5 صَنِّف أنواع التطبيقات التي تستخدم بروتوكولات اتصالات TCP وUDP على التوالي.

6 صِفْ 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 طرق الاتصال بين الشبكات الخلوية وتقنيات البلوتوث.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

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

تعتبر الأجهزة القابلة للارتداء من أكثر العناصر رواجًا بشكل 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 تتبّع 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

التطبيب عن بعد Telemedicine

لم يصل مجال التطبيب أو الرعاية الصحية عن بعد إلى كامل إمكاناته بعد. يتم تقديم خدمة التطبيب عن بعد 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 النوبات القلبية نبضات قلب الشخص بصورة فورية لترسل رسائل للطبيب لإنقاذ حياة المريض.

شكل 2.12: تطبيق التطبيب عن بعد

المنازل 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 بالمنازل الذكية، ولكن أكثرها فاعلية هو ما يدمج بين أنظمة المرافق الذكية وأغراض الترفيه. ويتم تعزيز 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 ما إذا لم يكن أحدٌ في المنزل ليوفر الطاقة.

شكل 2.13: مراقبة المنزل الذكي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

التعليم Education

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

شكل 2.14: تطبق 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 تقريبًا. 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 المُستشعرات المتعددة والأجهزة المضمنة المتصلة سحابيًا بيانات ضخمة لاتخاذ القرارات بناءً على خوارزميات التعلم الآلي، ويمكن القول بأنه حتى وإن استغرق تطوير التقنية بأكملها سنوات أخرى، وإن احتاج الأمر قيام الدول بتعديل قوانينها ولوائحها لتنظيم هذه التقنيات، فإن تطبيقات إنترنت الأشياء ستستمرّ في النمو بشكلٍ سريعٍ 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 مؤخرًا ظهور نوعٍ جديد من متاجر البيع بالتجزئة التي تعتمد على إنترنت الأشياء، وتقدم نموذجًا مختلفًا 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 وإزالة المنتجات واستبدالها في سلة التسوق، ولا تتطلب عملية الشراء هذه رسومًا أو كلفةً إضافية، وبالطبع فإنك لست بحاجة إلى الانتظار في الطابور للدفع.

شكل 2.17: تسوق رقمي فعال

يعتبر المعرض السعودي لإنترنت الأشياء (Saudi IoT) حدثًا إقليميًا محوره الأساسي هو تقنيات إنترنت الأشياء وتطويرها. يركز المعرض على الفرص الحالية والمستقبلية الناتجة عن تطبيق تقنيات وتطبيقات وخدمات إنترنت الأشياء. 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.

إدارة سلسلة التوريد الذكية

Smart Supply-Chain Management

يجب أن تتسم شبكات التوريد بالفعالية وأن تعمل بالشكل الأمثل، وإلا فإنها ستزيد من تكلفة البضائع. توفر إنترنت الأشياء حلولا لتتبع العناصر أثناء وجودها في المستودعات أو أثناء النقل، وذلك باستخدام رقاقات إلكترونية توفر معلومات فورية، مما يسهم في الحد من حدوث الأخطاء، والتقليل من التأخير في عملية توريد المنتجات.

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

الزراعة الذكية

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

شكل 2.20: تطبيق إنترنت الأشياء للحديقة الذكية

النقل الذكي

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 متكاملةً تُعزز تجربتهم في التنقل، ويتضمن المشروع مركزًا متطورًا لأنظمة للمراقبة والتحكم للمحطات والخطوط والبُنية التحتية الأخرى.

شكل 2.21: شبكات النقل الذكية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 يتم الحصول 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، ويعدُّ التحليل طويل المدى لأنماط الحركة المرورية تطبيقًا آخر لإنترنت الأشياء، مما يُمكِّن المسافرين من تجنب الازدحام المروري والحصول على معلومات وافية عن الطرق البديلة خلال ساعات الذروة بصورة أفضل.

شكل 2.22: تطبيق إنترنت الأشياء للطريق السريع

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

شكل 2.23: مراقبة الحركة المرورية باستخدام إنترنت الأشياء

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 يتم جمعُها، ومدى التغير في كَمِّ النفايات المُنتجة بمرور الوقت. يمكن للبلديات من خلال تقنيات إنترنت الأشياء التنبؤ بكَمِّ النفايات الناتجة في منطقة معينة، وتحديد كيفية معالجتها وآليات التخلص منها، وكذلك التخطيط المستقبلي لمثل تلك العمليات. يمكن أيضًا تحليل حجم النفايات المُنتجة في كل حي ويمكن استخدام جميع هذه المعلومات للتخطيط لمبادرات تحسين المدينة، وتُقدم أنظمة تحليل البيانات التخطيط الأمثل لجمع النفايات.

شكل 2.24: الإدارة الذكية للنفايات للحد من النفايات الصلبة

مثال

يشهد شهر رمضان وموسم الحج قدوم أكثر من مليوني مسلم سنويًا 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 مقترحًا 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 تتم معالجة 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 البيئات المختلفة بشكل مستقل، وتجمع البيانات من خلال مُستشعراتها الخاصة. تمثل تقنيات إنترنت الأشياء تحولًا تقنيًا كبيرًا، ولكن توجد عدة اعتبارات تتعلق بتأثيراتها على التطورات التقنية المستقبلية.

يُغيِّر إنترنت الأشياء من طريقة تفاعل الأفراد والمؤسسات والشركات مع محيطهم، حيث يوفر استخدام الاتصال الفوري لإدارة الأجهزة الذكية ومراقبتها مستوىً جديدًا 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 مِحمصَة خبز مُتصلة بالإنترنت، أصبح بالإمكان تحويل أي كائن مادي تقريبًا إلى كائن ذكي. تُقدِّر 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 جدًا 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 جدًا 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. يُعدُّ هذا ضروريًا للمُستشعرات، حيث إن هناك الكثير من المستشعرات 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، ويُعدُّ هذا تطورًا مهمًا للأشياء الذكية التي تزداد قدراتها المحلية تعقيدًا وكذلك إمكانياتها في التحليلات الطرفية كما تعرفت سابقًا.
- **قدرة الاتصال في تحسن:** بالإضافة إلى تحسين سرعة نقل البيانات، تتحسن الاتصالات اللاسلكية أيضًا 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 جهدًا كبيرًا لإنشاء معايير مفتوحة لبروتوكولات اتصالات إنترنت الأشياء.

شكل 2.25: اتصالات إنترنت الأشياء النشطة تعد عالميًا 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 جدول 2.5 بعض المشكلات والتحديات الأكثر شيوعًا التي يواجهها كل تقدُم تقني بما فيها أنظمة إنترنت الأشياء.

الجدول 2.5: تحديات إنترنت الأشياء الشائعة

التحدي	الوصف
قابلية التوسع	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.
الأمن والحماية	نظرًا 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 ويُمكن أن يتم استخدام هذا الجهاز لمهاجمة أجهزة وأنظمة أخرى.
الخصوصية	نظرًا 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 ماديًا من هذه البيانات، وعليه نجد جدلًا واسعًا حول ملكية هذه البيانات وكيفية تمكين الأفراد من إدارة الوصول لبياناتهم الشخصية.
تحليلات البيانات والبيانات الضخمة	ينتج عن إنترنت الأشياء ومُستشعراتها المختلفة كمية هائلة من البيانات التي يجب تحليلها، وإذا تمت معالجة 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.
التوافقية	كما هو الحال مع أي تقنية ناشئة أو قيد التطوير، تسعى بروتوكولات وبُنيات 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.

معوّقات إنترنت الأشياء الأخرى Other IoT Barriers

يوضح الجدول أدناه المعوّقات الحالية التي تحد من نشر وتطوير أنظمة إنترنت الأشياء. 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

معوّقات إنترنت الأشياء	أمثلة
نشر بروتوكول IPv6	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.
استهلاك طاقة المُستشعر	يجب أن تعمل مُستشعرات إنترنت الأشياء بشكلٍ شبه مستقل، فتغيير البطاريات مثلًا على مليارات الأجهزة المنتشرة يتطلب الكثير من الوقت والجهد، كما يجب أن تكون المُستشعرات ذات كفاءة أيضًا في استهلاك الطاقة لتجنب ارتفاع التكلفة.
المسائل القانونية والتنظيمية	يتسبب استخدام أجهزة إنترنت الأشياء في العديد من التعقيدات القانونية، وتبرز مشكلات الخصوصية المتعلقة بالإنترنت بشكلٍ خاص، وتُعتبر تحديات نقل البيانات عبر الحدود الدولية من أهم المشكلات التي تواجهها هذه التقنيات الناشئة.
المرونة وتطور التطبيقات	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 تعقيدًا وأصبح هناك حاجة ماسة إلى وجود مطورين ومصممي تجربة مستخدم محترفين.
تكامل البيانات من مصادر متعددة	تتدفق العديد من البيانات من مصادرها بما فيها المُستشعرات، والأجهزة المحمولة، وموجزات الشبكات الاجتماعية، وموارد الويب الأخرى، في تطبيقات إنترنت الأشياء التي تُنتج البيانات بتنسيقات متنوعة، وتزداد صعوبة تصفية هذه البيانات ومعالجتها بشكل فعال.

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 علنًا، حيث اتسمت تلك الشبكات بوجود معدات وبروتوكولات الأمان الخاصة. إن اتصال مليارات الأجهزة على شبكات البيانات التي أصبحت جزءًا 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 أيضًا مع البيانات الحساسة كالبيانات الطبية للأشخاص، ومن الضروري التعامل مع تلك المخاوف الأمنية وذلك بدءًا من مرحلة تصميم النظام. وتتعرض شبكات إنترنت الأشياء لمجموعة متنوعة من الهجمات أكثر من الشبكات الأخرى، وتزداد قوة وتعقيد هذه الهجمات بشكلٍ سريعٍ ومتطور.

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

- نماذج مُصادقة 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 الهوية بموجات الراديو

Examples: Security Issues with RFID Technologies

يعتبر بروتوكول (RFID) أحد بروتوكولات الاتصالات الأكثر استخدامًا 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 المُعرِّف الفريد للكائن الذكي. تتميز رقاقات (RFID) بأنها إما نَشطة أو سَلبية. تسمح البطارية المدمجة بالرقاقة النشطة بالتفاعل عن بُعد ما بين مُعرف (EPC) الفريد الخاص بها مع المُعرفات (EPCs) المحيطة على مسافة محدودة. تعمل الرقاقات السلبية دون بطارية، ولا يتم قراءة البيانات إلا عندما يُنشِّط 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	مثال على الهجوم
هجوم على الموثوقية تعطيل رقاقة غير مُصرَح به	تتسبب هذه الهجمات في تعطيل رقاقات (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 يتم تنفيذ مثل هذا الهجوم عن بُعد، مما يسمح للمهاجم بتغيير تصرف الرقاقة من مسافة بعيدة.
الهجوم على سلامة البيانات استنساخ الرقاقات غير المُصرَح به	تندرج سرقة معلومات هوية مُعرفات (EPC)، وتعديل الرقاقات من قِبل أجهزة قراءة (RFID) غير مُصرح 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

تعتبر شبكات الاستشعار اللاسلكية (WSN) مسؤولة عن نقل البيانات والمعلومات بين الكائنات الذكية في أنظمة إنترنت الأشياء، وتتألف هذه الشبكات من عُقَد مستقلة تتواصل بتردد وقدرة محدودة، كما تتكون عُقدة الاتصال من بطارية ومُستشعِر وذاكرة وجهاز إرسال واستقبال لاسلكي ومعالج دقيق. ونظرًا لمدى الاتصال المحدود، يكون لكل عُقدة مُستشعر. يتم ترحيل المعلومات بين المصدر والمحطة الأساسية في مراحل متعددة، وتقوم المُستشعرات اللاسلكية بجمع ونقل البيانات المطلوبة بالتنسيق مع العقد الأخرى للتوجيه إلى النظام المركزي، وتتسم المُستشعرات اللاسلكية بقدرات حاسوبية محدودة وطاقة محدودة كذلك، مما يجعل العديد من طرق الحماية التقليدية صعبة أو مستحيلة 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 محتملًا من البُنية التحتية لإنترنت الأشياء وبياناتها الحساسة. تعتبر المخاوف بشأن أمن البيانات وخصوصيتها مُهمة جدًا 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

مستويات نظام إنترنت الأشياء	المخاطر الأمنية
مستوى الجهاز	يجب أن تُثبت أجهزة إنترنت الأشياء هويتها للحفاظ على الموثوقية، وعليها التقليل من البيانات المُخزنة محليًا لحماية الخصوصية. نظرًا لوجود أجهزة إنترنت الأشياء في كل مكان في البيئة المحيطة، فإن الأمان المادي مُهم أيضًا، 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 استمراريّة الخدمة لمدّة طويلة.
مستوى الشبكة	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 أيضًا من خلال بروتوكولات أخرى غير Wi-Fi. تُعدُّ بوابة إنترنت الأشياء المسؤولة عن الحفاظ على السرية والسلامة والتوافر عند الترجمة بين البروتوكولات اللاسلكية المختلفة.
مستوى الخدمة	يمثل هذا المستوى نظام إدارة إنترنت الأشياء، وهو المسؤول عن إدارة الأجهزة والمستخدمين وتنفيذ السياسات والقواعد وتنسيق الأتمتة عبر الأجهزة. يُعدُّ التحكم في الوصول القائم على الوظيفة لإدارة هوية المستخدمين والأجهزة والإجراءات المصرح لهم باتخاذها أمرًا بالغ الأهمية في هذا المستوى، ويجب تمكين تتبع الإجراءات لضمان إمكانية تحديد الأجهزة التي يُحتمل تعرضها للخطر عند اكتشاف سلوك غير طبيعي.
مستوى البيانات	غالبًا ما يوصف تحليل البيانات الكبيرة المُجمعة الناتجة عن إنترنت الأشياء بأنه الجانب الأكثر قيمة في إنترنت الأشياء لمقدمي الخدمات، ويعدُّ الحفاظ على خصوصية البيانات أولوية قصوى للهيئات الحكومية **كهيئة الاتصالات وتقنية المعلومات** (Communications and Information Technology Commission - CITC) في المملكة العربية السعودية، **ولجنة التجارة الفيدرالية** (Federal Trade Commission - FTC) في الولايات المتحدة الأمريكية، **ووكالة أمن الشبكات والمعلومات** (European Network and Information Security Agency - ENISA) في الاتحاد الأوروبي، حيث تُصدر هذه الهيئات إرشادات متطلبات الأمان المتعلقة بالخصوصية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 والبُنية 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 وشبكات إنترنت الأشياء وذلك بتطبيق أفضل الممارسات في مجال الأمن السيبراني. يجب على هؤلاء المهندسين الجمع بين المعرفة التقنية والخبرة الميدانية من مجالات الحوسبة المختلفة.

مخاوف الخصوصية Privacy Concerns

يختلف مفهوم الخصوصية باختلاف الثقافات، كما يتطوّر ويتغير بمرور الوقت. ففي الماضي كان أمرُ تركيب كاميرات المراقبة يعتبر انتهاكًا للخصوصية، لكنه الآن أصبح أكثر انتشارًا وقَبولًا على نطاقٍ واسع، ويعد إنترنت الأشياء مزيجًا من التطبيقات العامة والتجارية التي تنتج عنها الكثيرُ 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.

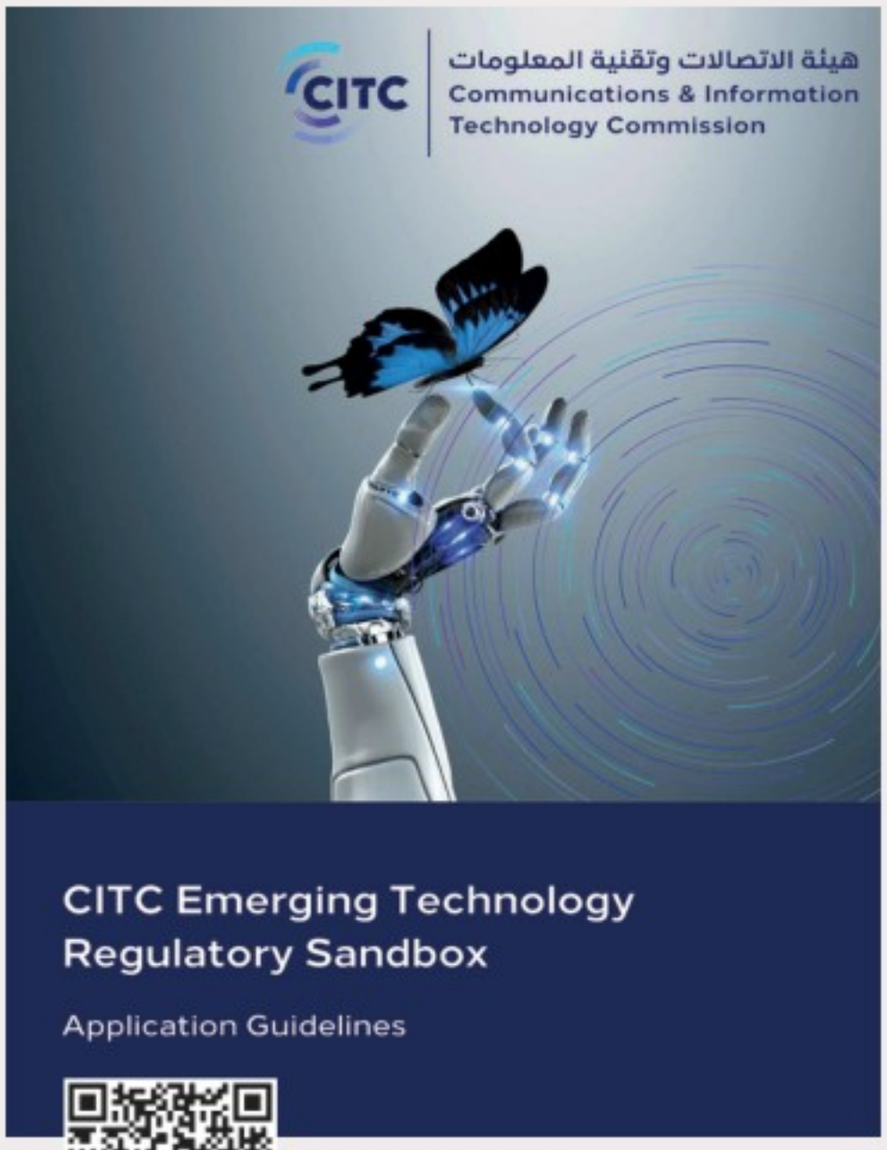
التنظيم الحكومي Governmental Regulation

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 وتقنية المعلومات
Communications & Information Technology Commission

الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء IoT Regulatory Framework

تهدف المملكة العربية السعودية إلى أن تصبح دولة رائدة في تطوير وتطبيق تقنيات وخدمات إنترنت الأشياء. وقد طوّرت **هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات** الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء لتنظيم متطلبات توفير خدمة إنترنت الأشياء لدعم هذا المسعى. يحدد إطار العمل اللوائح الخاصة بمعدات إنترنت الأشياء، ومُعرفات 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 لمُقدمي خدمات إنترنت الأشياء، مثل التواصل مع المستفيدين 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 وتقنية المعلومات (CITC) أيضًا البيئة التجريبية التنظيمية للتقنية الناشئة لتطوير وتقديم تطبيقات مبتكرة 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 وتقنية المعلومات أيضًا 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

حدد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يُعدُّ التطبيب عن بُعد أحد تطبيقات إنترنت الأشياء التي تشهد تراجعًا.	○	○
2. تُستخدم تطبيقات الشبكة الذكية لإنترنت الأشياء لتوفير الطاقة فقط.	○	○
3. حدثت أهم الابتكارات في تقنيات إنترنت الأشياء في السنوات العشرين الماضية.	○	○
4. ستستهلك الكائنات الذكية المزيد من الطاقة في المستقبل.	○	○
5. يُعدُّ تطبيق معايير الأمان نفسِها لجميع أنظمة إنترنت الأشياء المشكلة الأقل تعقيدًا في أنظمة إنترنت الأشياء.	○	○
6. لن يتمكن بروتوكول IPv6 من دعم العدد المتوقع للكائنات الذكية في المستقبل.	○	○
7. ستزيد كمية مصادر بيانات الإدخال للكائنات الذكية.	○	○
8. إن تقنيات RFID وWSN غير معرضة لهجمات قطع الخدمة.	○	○
9. تعتبر تطبيقات وأنظمة إنترنت الأشياء غير مُنظمة من قِبل السلطات الحكومية.	○	○
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 تعدّ تطبيقات إنترنت الأشياء هذه مُستقلة أم مُكمِّلة لبعضها؟ اعرض أفكارك أدناه.**

3 تُوفِّر مصادر الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح المتجددة تنوعًا في توليد الطاقة. هل تعتقد بأن تقنيات الشبكة الذكية (smart grid) يمكنها جعل توزيع وإدارة الطاقة المتجددة أكثر فعالية؟ اكتب أفكارك أدناه.

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

5 حسب اعتقادك، ماهي تحديات إنترنت الأشياء الأكثر شيوعًا والتي تُعدّ الأكثر صعوبة والأعلى تكلفة للتغلّب عليها؟ اكتب إجابتك أدناه.

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

7 باعتقادك ما النقطة الأكثر ضعفًا في شبكات الاستشعار اللاسلكية وما مدى تأثيرها على أنظمة إنترنت الأشياء. قدِّم أفكارك أدناه.

8 قدِّم وصفًا للإجراءات التي اتخذها مجلس إدارة هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات لتنظيم اعتماد تطبيقات إنترنت الأشياء في المملكة العربية السعودية.

المشروع

تُعدُّ تطبيقات إنترنت الأشياء أنظمة معُقدة على العديد من المستويات التقنية والتشغيلية، وذلك لكي تعمل بصورة صحيحة وبفعالية.

1 اختر صناعة يتم فيها استخدام 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 حاليًا.

المصطلحات الرئيسة

IoT Services	خدمات إنترنت الأشياء
Latency	تأخير زمني
Near-Field Communication	الاتصال قريب المدى
Protocols	بروتوكولات
Radio Frequency IDentification	تحديد الهوية بموجات الراديو
Regulations	قوانين
Regulatory Framework	الإطار التنظيمي
Smart Grid	شبكة ذكية
Transmission Control Protocol	بروتوكول التحكم في الإرسال
User Datagram Protocol	بروتوكول حِزم بيانات المستخدم
Wireless Sensor Networks	مُستشعر لاسلكي

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	بروتوكل الإنترنت
Internet Protocol Version 6	بروتوكول الإنترنت الجيل السادس
IoT Enabler	مُمَكِّنات إنترنت الأشياء

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

3. إنشاء تطبيقات إنترنت الأشياء باستخدام الأردوينو

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

أهداف التعلم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يتعرف على مكونات جهاز التحكم الدقيق وعلى طريقة برمجته.
- يقيس البيانات المُجمَّعَة من مُستشعرات الإدخال المختلفة.
- يفهم كيفية التكامل بين بيانات المُستشعرات وخوارزميات البرمجة وطريقة عملهما معًا.
- يستخدم بيانات المُستشعرات لتشغيل التنبيهات والاستجابات الآلية.
- يصمم دوائر إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق في بيئة دوائر تينكركاد (Tinkercad Circuits).
- يبرمج جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باستخدام لغة برمجة قائمة على اللبنات البرمجية في بيئة دوائر تينكركاد (Tinkercad Circuits).
- يستخدم مُستشعر الغاز لإنشاء إنذار تَسرُب الغاز في البيئات ذات الظروف الخطرة.

الأدوات

- بيئة محاكاة دوائر أوتوديسك تينكركاد (Autodesk Tinkercad Circuits)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

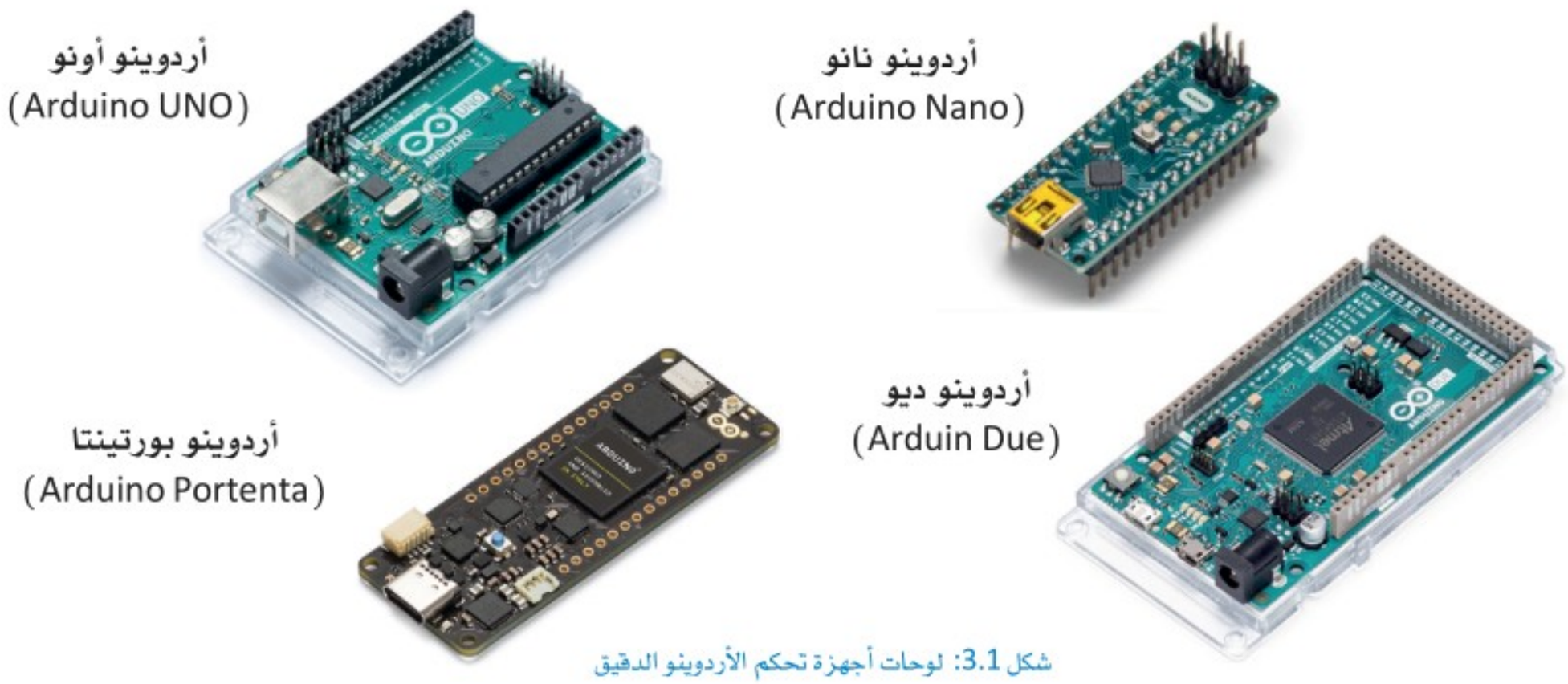
www.ien.edu.sa

الدرس الأول

إنشاء نظام منزل ذكي

أجهزة تحكم الأردوينو الدقيقة Arduino Microcontrollers

يتم تصميم 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 تمامًا، 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 صُممت لأداء مهام بسيطة فقط. من لوحات الأردوينو الأكثر شيوعًا:



شكل 3.1: لوحات أجهزة تحكم الأردوينو الدقيق

جدول 3.1: خصائص نماذج لوحات الأردوينو

النموذج	نوع منفذ USB	المداخل / المخارج	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

ملاحظة

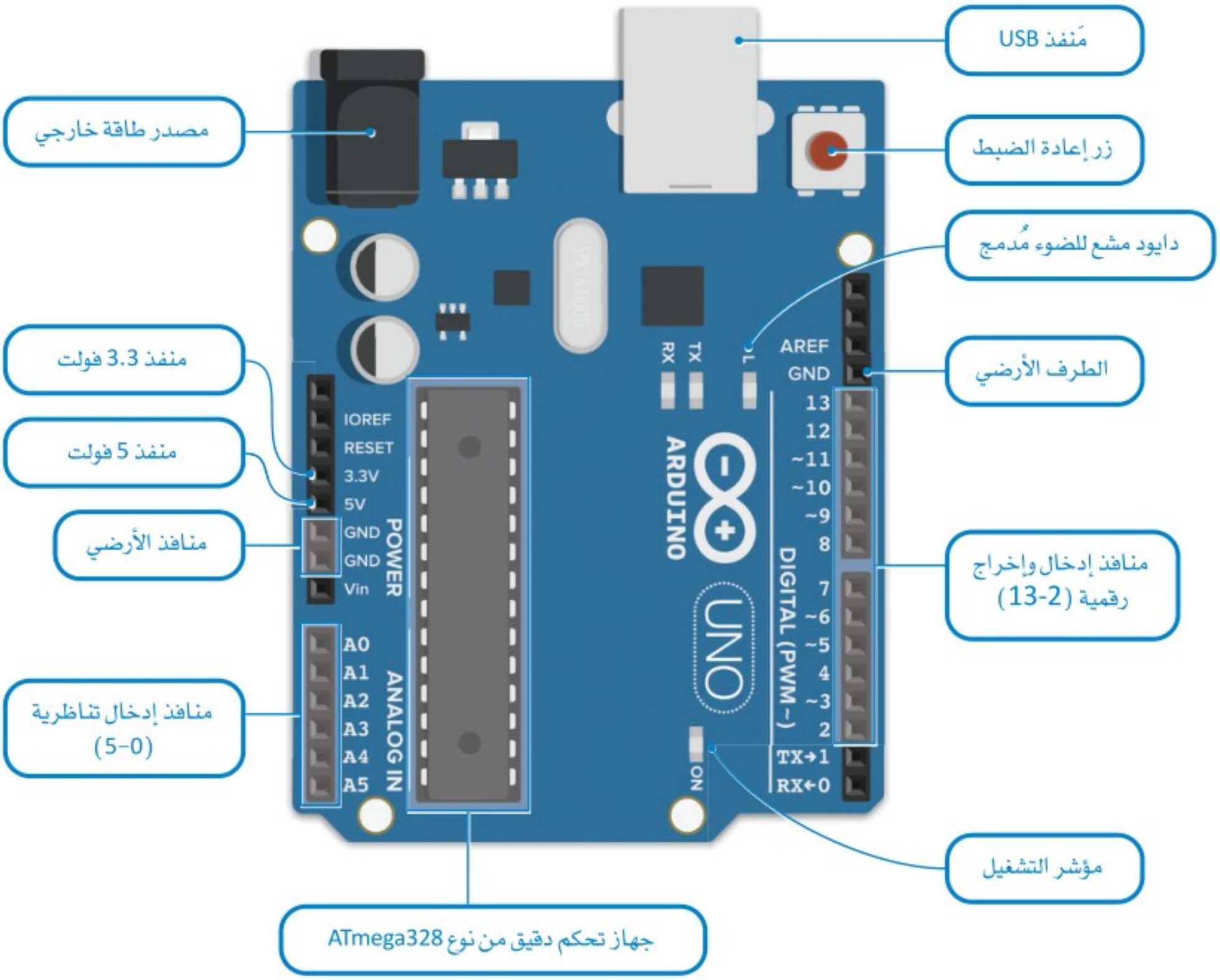
يُمكن تصنيع وحدات التحكم الدقيقة بسرعة وسهولة بالمقارنة مع صناعة الحواسيب الشخصية أو المحمولة، مما يُقلل تكلفة الإنتاج بشكل كبير.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

أردوينو أونو Arduino UNO R3 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 (Tx→1)، ولاستقبالها (Rx←0) وتستخدم 6 منها كمداخل تناظرية، ومنفذ لتوصيل USB، ومقبس للطاقة، وزر لإعادة الضبط.



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

يعدّ **ATMega328P** جهاز تحكم دقيق أحادي الرقاقة يُستخدم بصورة شائعة في منتجات الأردوينو. ويتميز بأدائه العالي واستهلاكه المنخفض للطاقة.

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

مُستشعرات رطوبة التربة
Soil Moisture Sensors

تقيس مُستشعرات رطوبة التربة حجم الماء الموجود داخل التربة، ونظرًا لأن هذا القياس ينطوي على كمٍ كبير من عمليات معالجة التربة، فإنّ رطوبة التربة تقاس بشكل غير مباشر، وذلك باستخدام خصائص أخرى للتربة مثل المقاومة الكهربائية (كلما زادت الرطوبة قلت المقاومة)، وتُعدّ 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.

شكل 3.3: مُستشعر رطوبة التربة

مُستشعرات درجة الحرارة
Temperature Sensors

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

شكل 3.4: مُستشعر درجة الحرارة TMP36

مُستشعرات الحركة
PIR Sensors

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

شكل 3.5: مُستشعر الحركة (PIR sensor)

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.

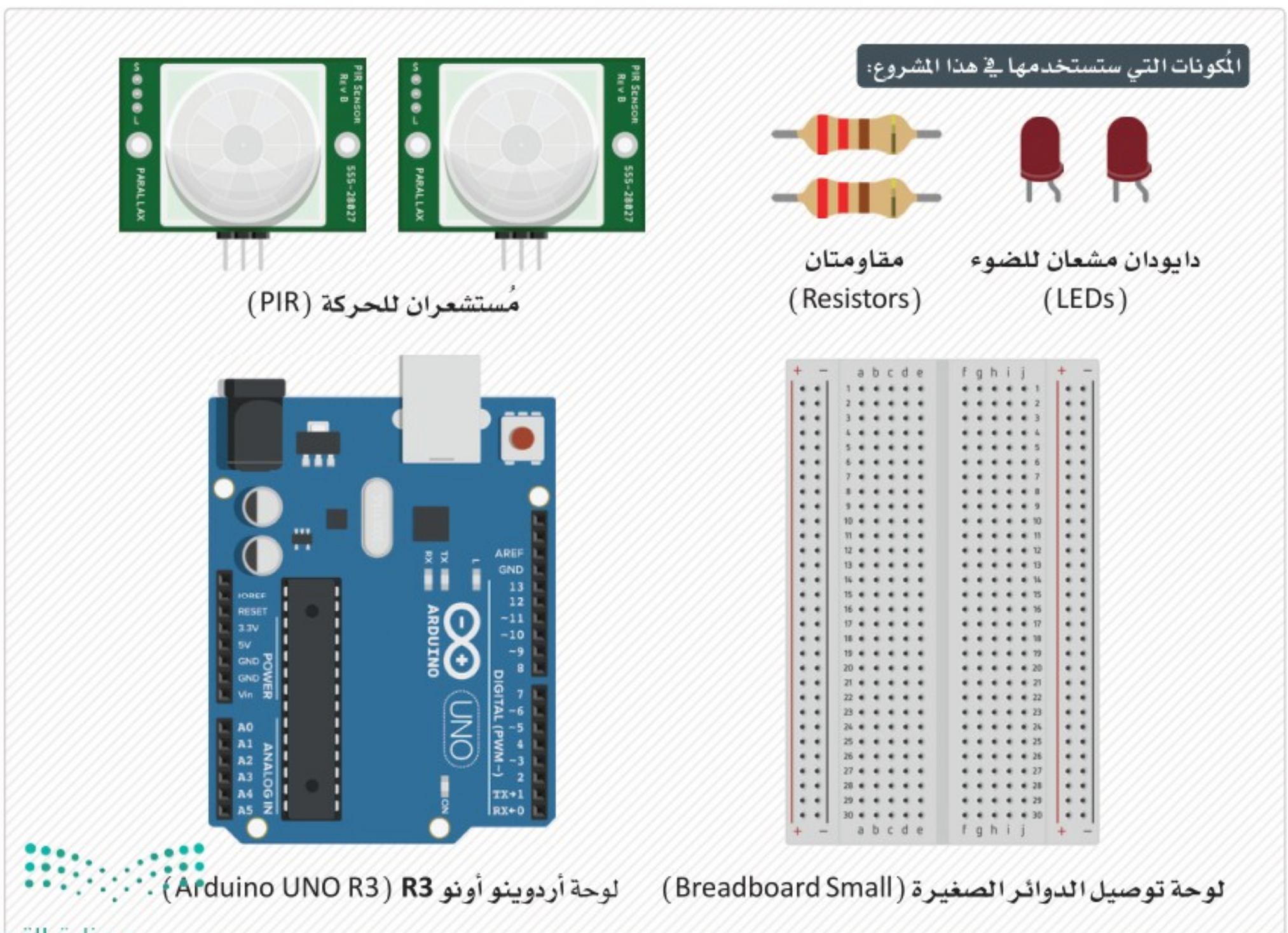
شكل 3.6: مُستشعر الغاز

إنشاء نظام المنزل الذكي Build a Smart Home System

يزداد كل يوم تجهيز المنازل بمُستشعرات ذكية، حيث تُستخدم هذه المستشعرات لتحسين جودة الحياة وتسهيل القيام بالأعمال المنزلية، وتتمثل إحدى التقنيات "الذكية" في تقنية المصابيح المنزلية الذكية التي يتم تشغيلها وإيقافها تلقائيًا عن طريق استشعار حركة الأشخاص في غُرف 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 **تينكركاد** (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 الدايود المشع للضوء المُلحق به، وعند مغادرته ستنطفئ الإنارة. سيُمثِّل المُستشعر الثاني غرفةً أخرى تنتظر دخول شخصٍ ما.

ستستخدم المكونات التالية لهذا المشروع:

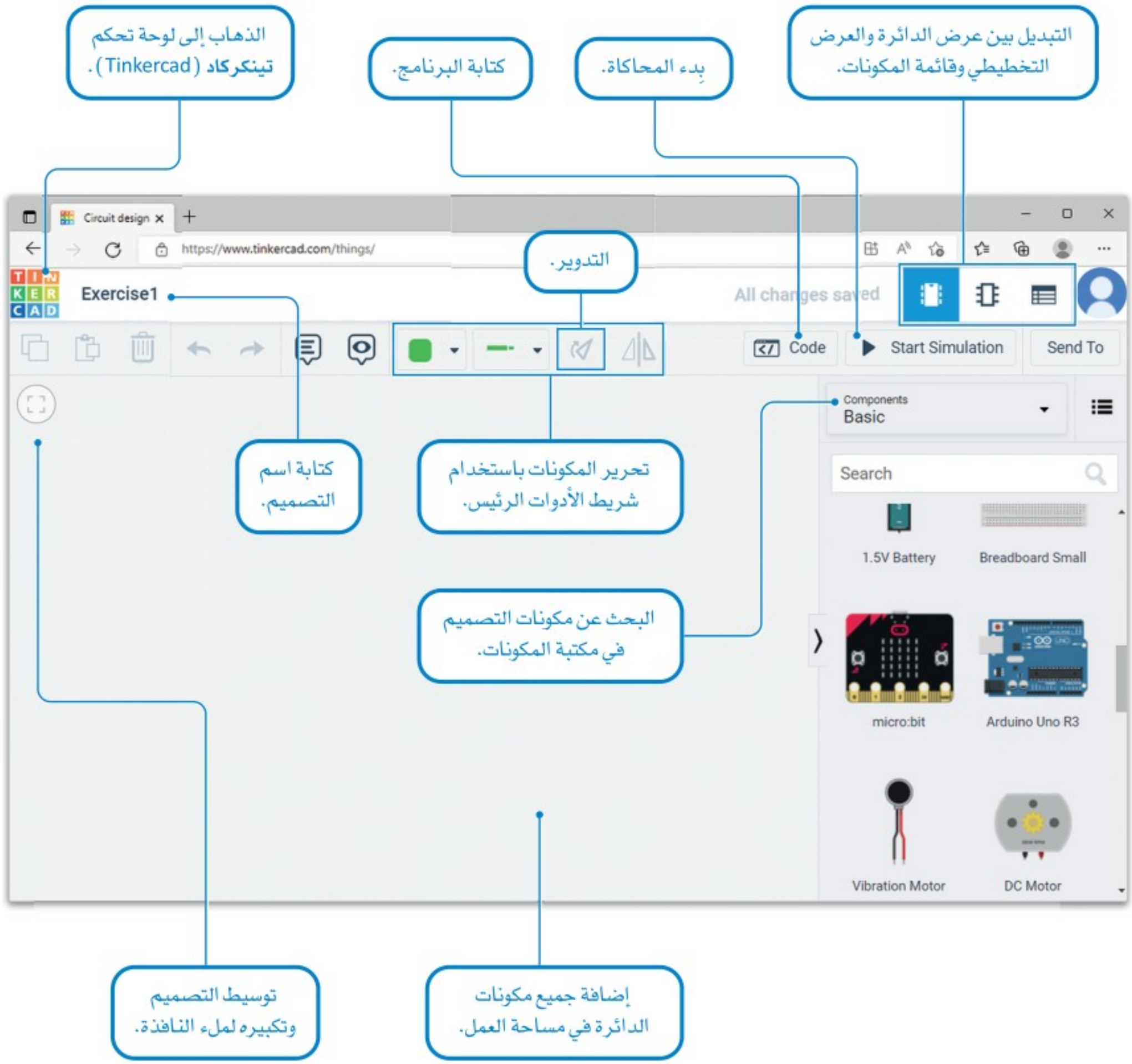
- لوحة **أردوينو أونو R3** (Arduino UNO R3).
- **مُستشعران للحركة** (PIR) يعملان بالموجات تحت الحمراء.
- **دايودان مشعان للضوء** (LEDs).
- **مقاومتان** (Resistors).
- **لوحة توصيل الدوائر الصغيرة** (Breadboard Small).



شكل 3.7: مكونات مشروع المنزل الذكي

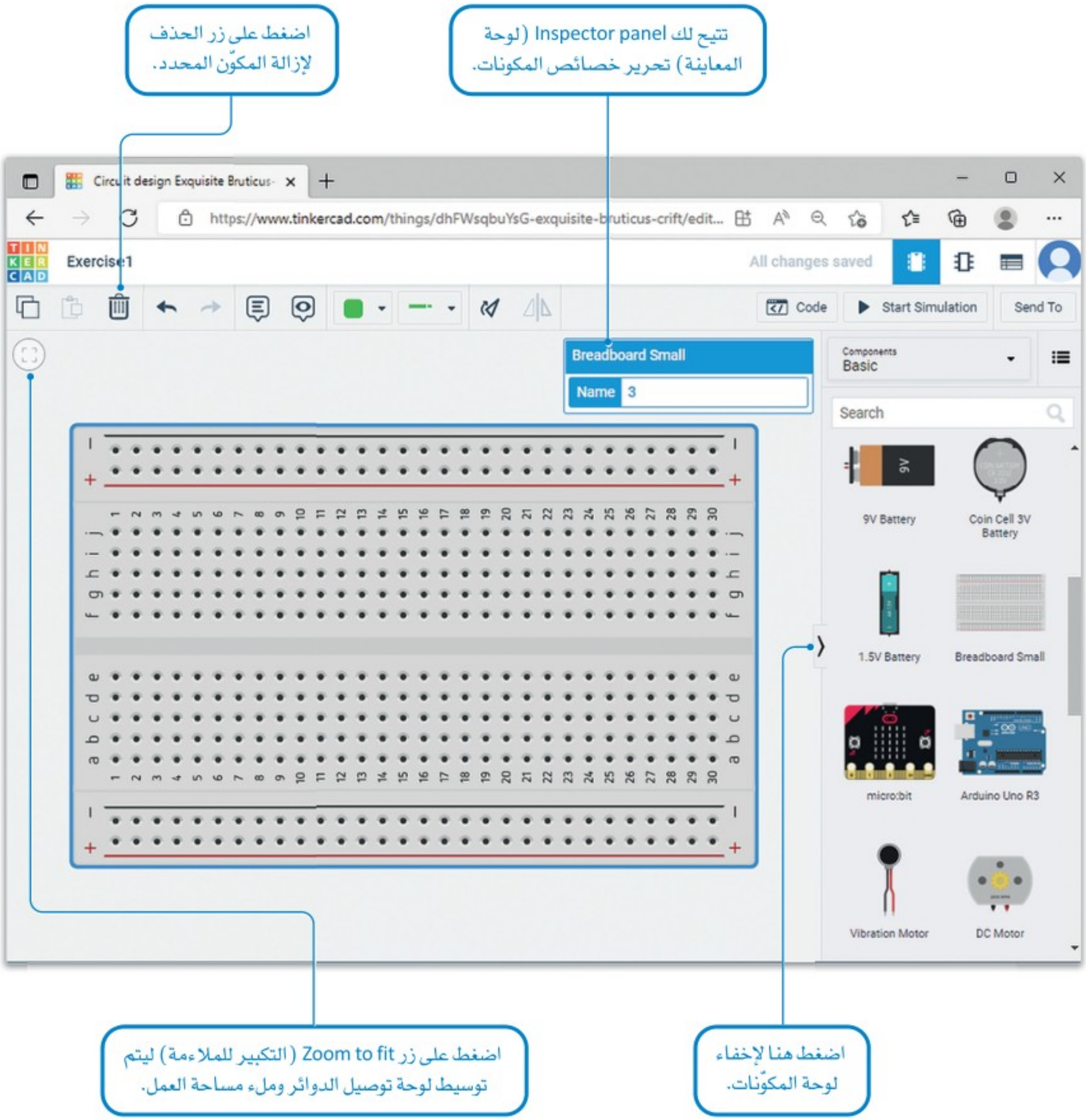
ابدأ الآن بتصميم دائرة جديدة في محاكي **تينكركاد** (Tinkercad).

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



شكل 3.8: النافذة الرئيسية لمحاكي دوائر تينكركاد (Tinkercad Circuits)

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



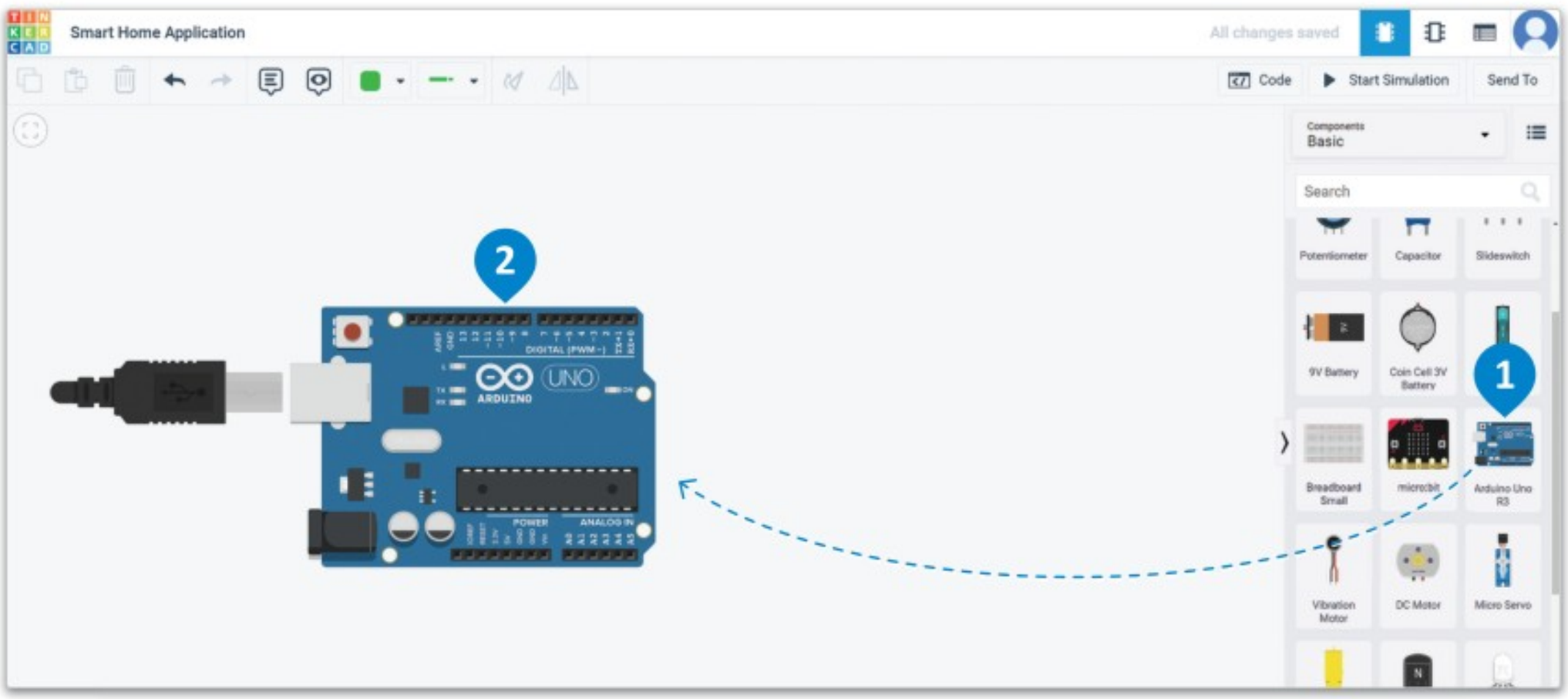
شكل 3.9: تحرير المكونات

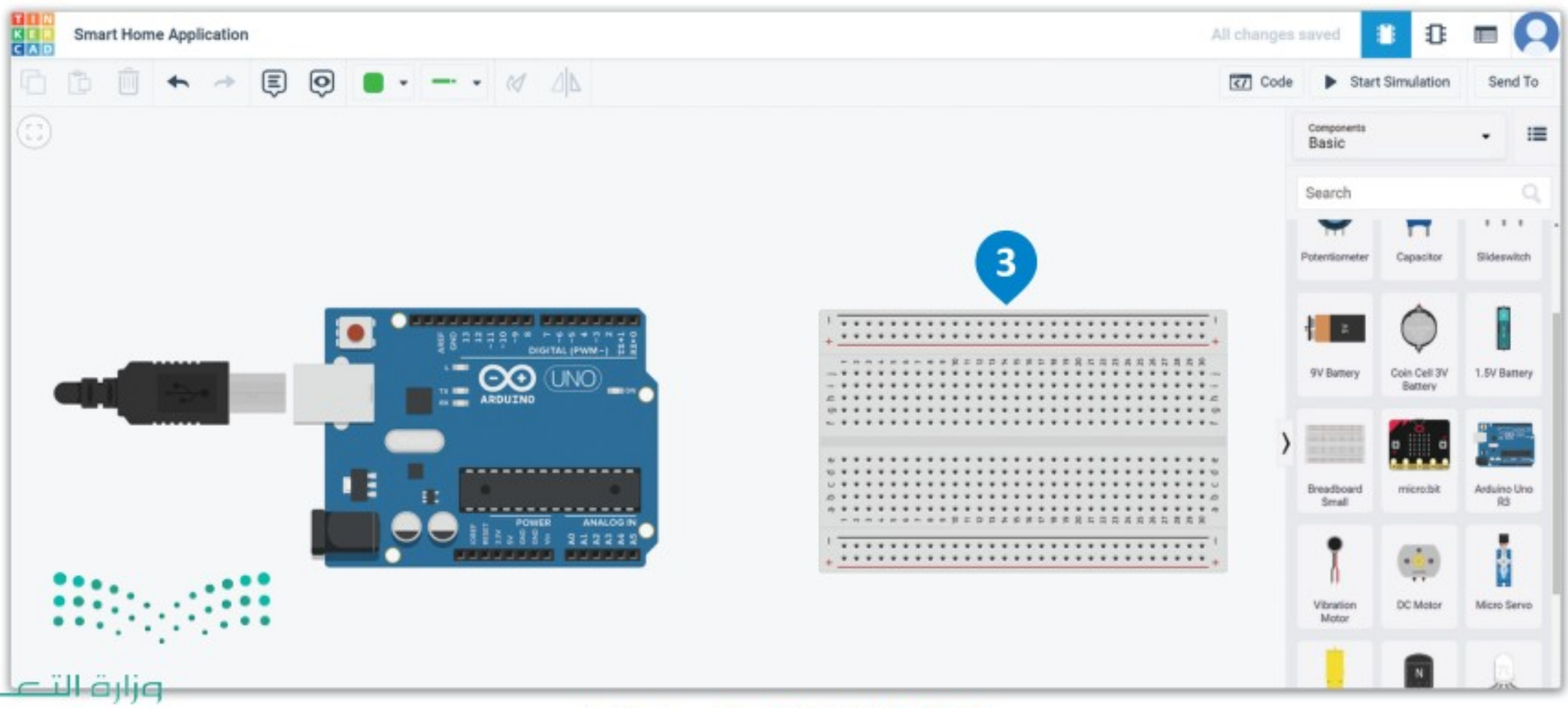
ابحث عن المكونات التي ستحتاجها لهذا المشروع وانقلها إلى مساحة العمل، ثم ابحث عن لوحة **أردوينو أونو R3** (Arduino UNO R3) وقم بإضافتها، وكرر الشيء نفسَه لإضافة **مُستشعِرَي الحركة** (PIR)، واثنين من **الدايودات المشعة للضوء** (LED) **ومقاومتين** (Resistor)، **ولوحة توصيل الدوائر الصغيرة** (Breadboard small) في مساحة العمل.

إضافة المكونات إلى مساحة العمل:

> ابحث عن Arduino UNO R3 (لوحة أردوينو أونو R3) في مكتبة Components (المكونات)، 1 واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 2

> ابحث عن Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) في مكتبة Components (المكونات)، واسحبها وأفلتها في مساحة العمل. 3





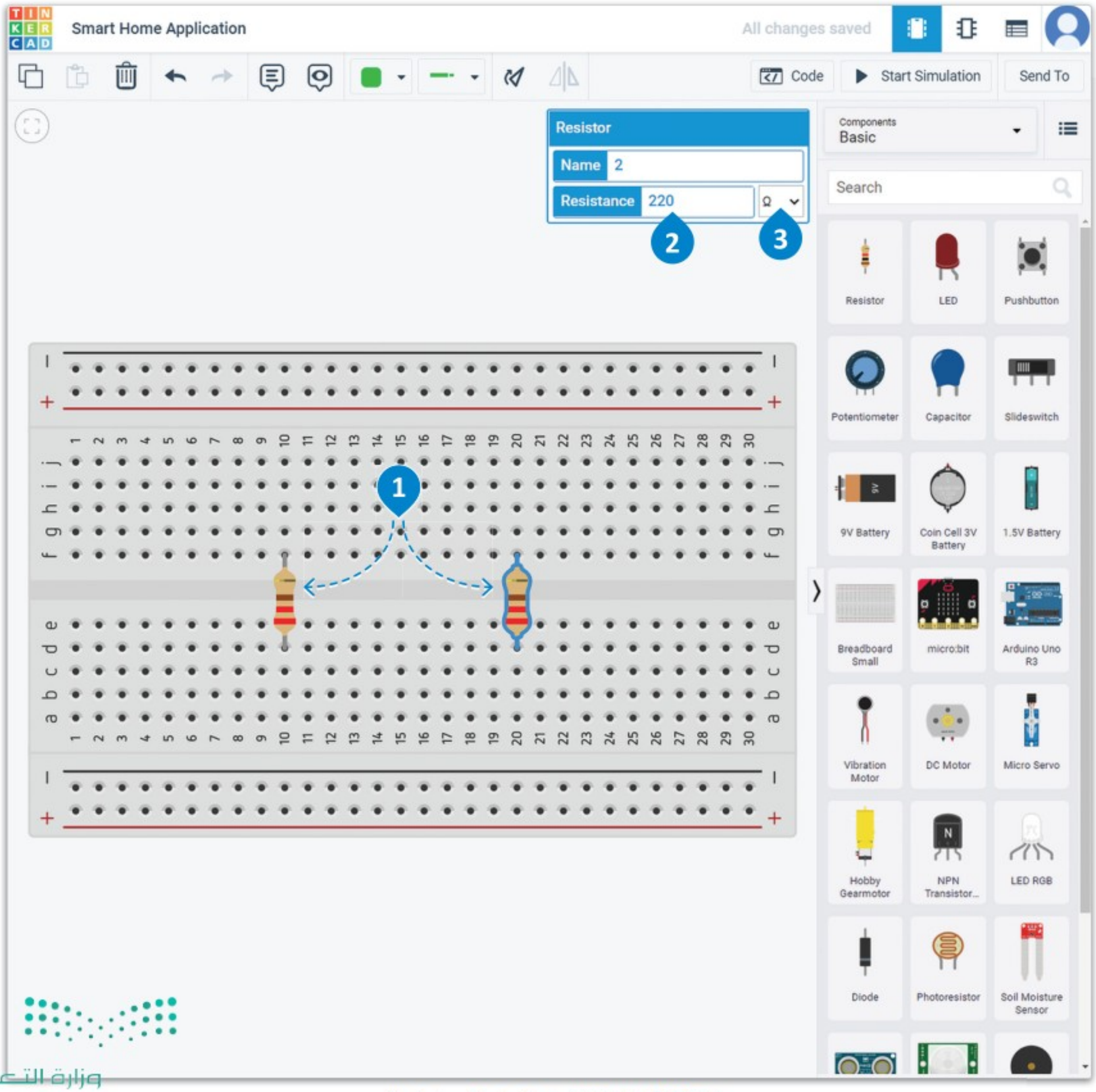
شكل 3.10: إضافة المكونات إلى مساحة العمل

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

إضافة المقاومات إلى لوحة توصيل الدوائر:

> اسحب وأفلت Resistors (**المقاومات**) 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



شكل 3.11: إضافة المقاومات إلى لوحة توصيل الدوائر

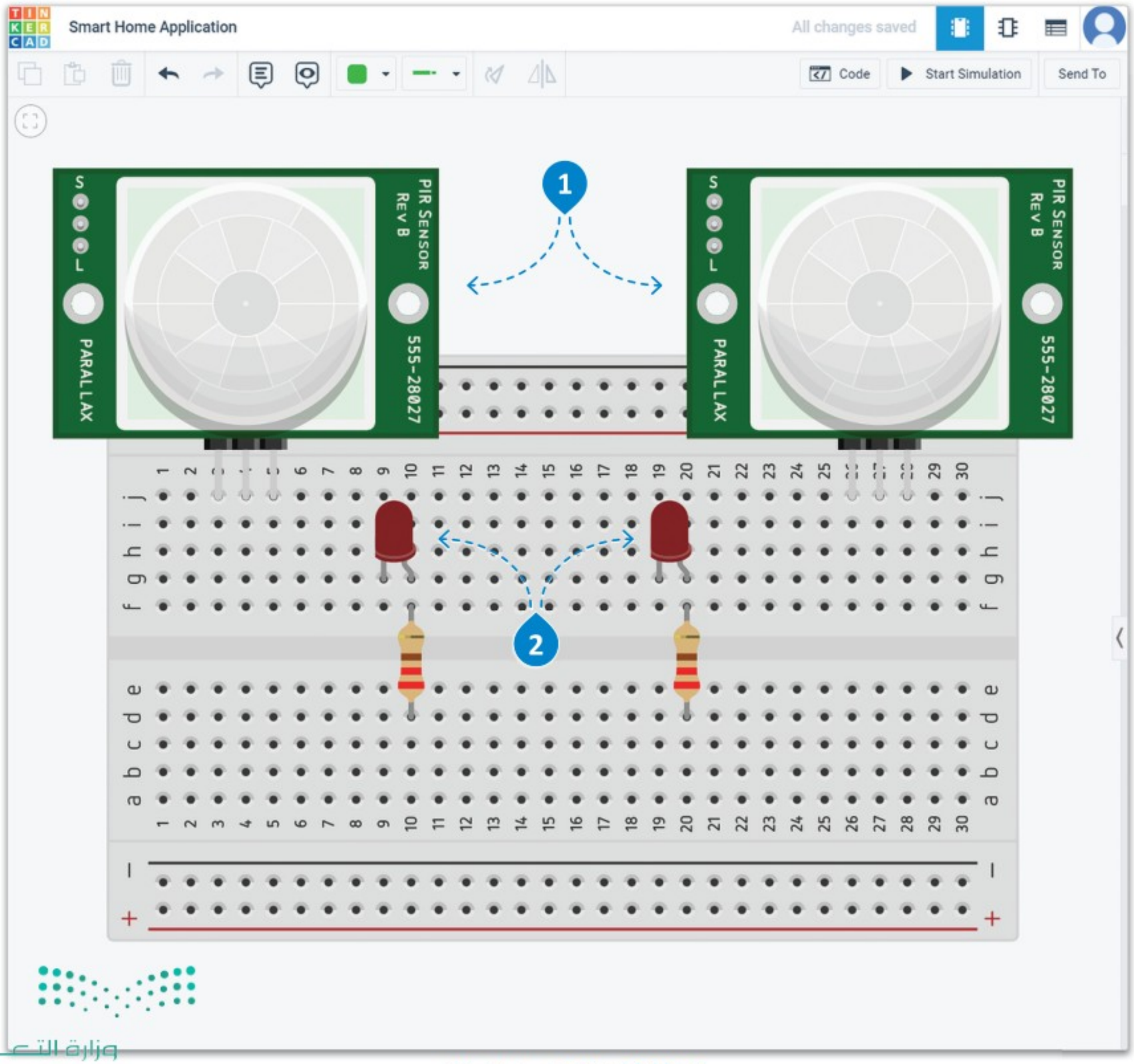
استمر بإضافة دايودين مشعين للضوء إلى لوحة توصيل الدوائر، وآخرين من مُستشعرات الحركة.

ستحتاج إلى توصيل مِصعد كل دايود مشع للضوء على التوالي مع مقاومته المُقابلة.

إضافة 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 صِل مِصعد كل دايود مشع للضوء بالتوازي مع مقاومته المقابلة في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 2



شكل 3.12: إضافة الدايودات المشعة للضو

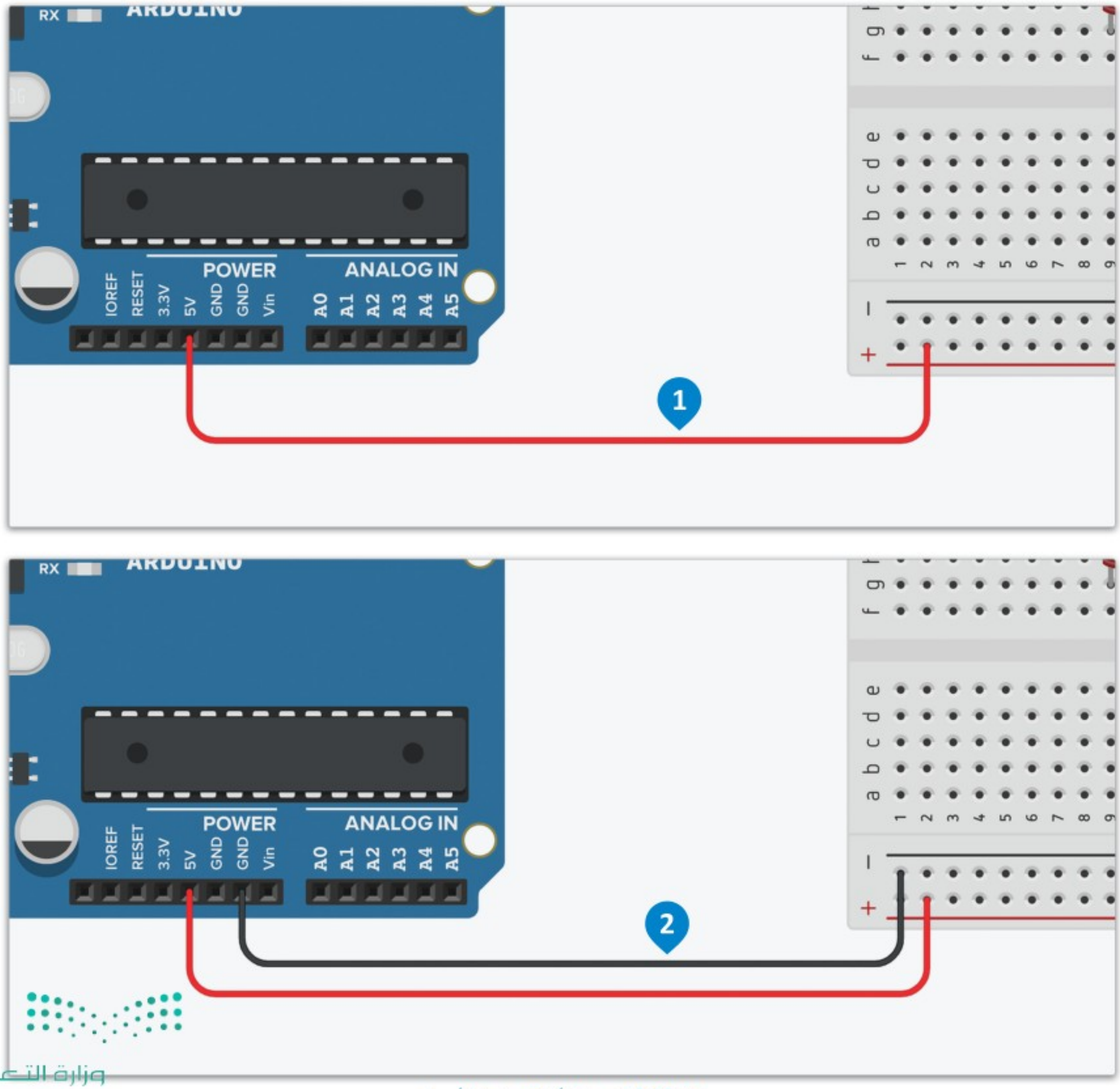
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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

توصيل لوحة الأردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3):

> قُم بتوصيل 5V (جهد 5 فولت) في لوحة الأردوينو بالعمود الموجب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر 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) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). 2



شكل 3.13: توصيل الأسلاك بلوحة الأردوينو

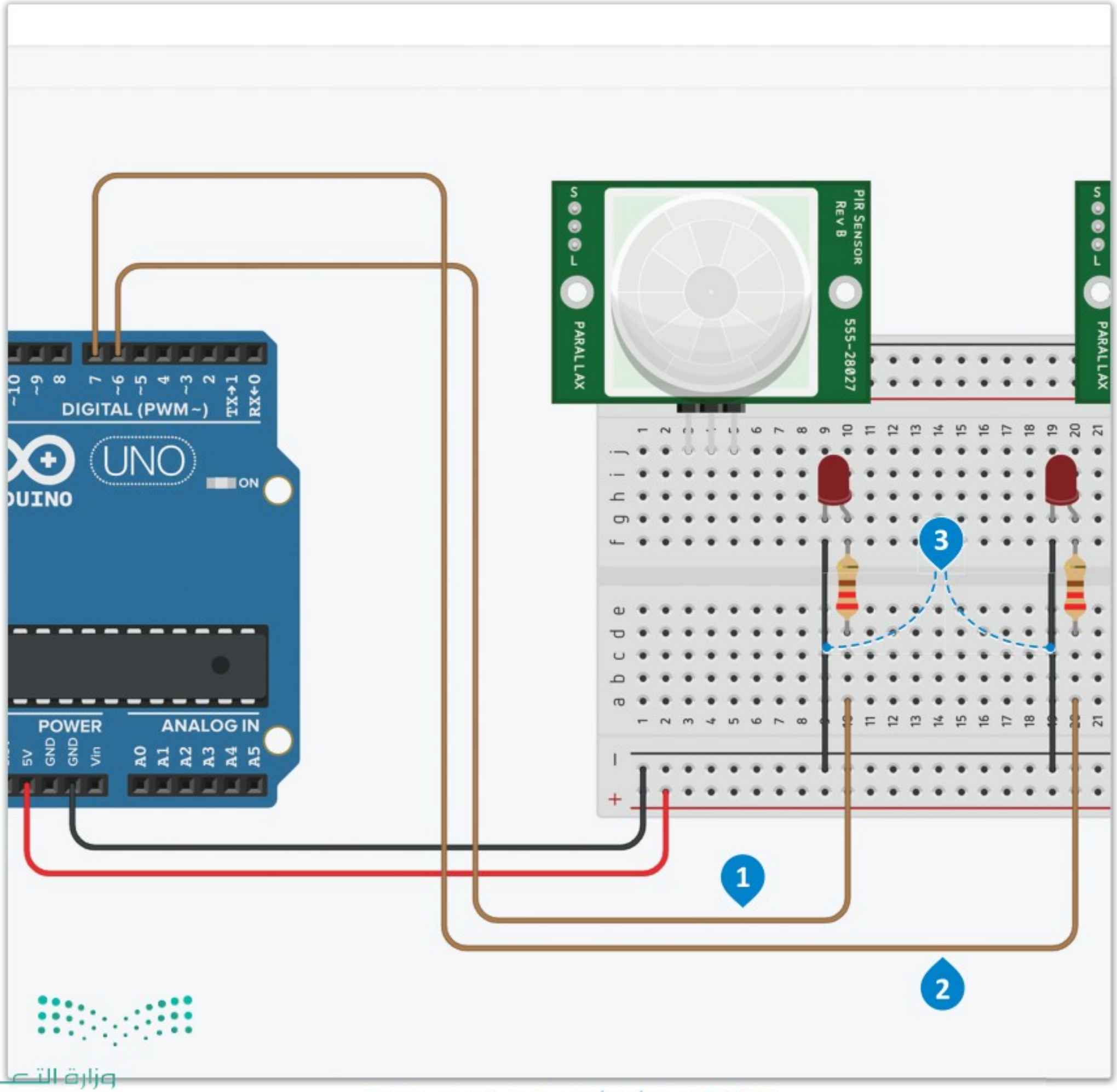
بعد ذلك قُم بتوصيل مقاومات الدايودات المشعة للضوء بمنافذ الأردوينو الرقمية 6 و7.

توصيل مقاومات الدايودات المشعة للضوء:

> قُم بتوصيل أحد المقاومات بـ Digital pin 6 (الطرف الرقمي 6) من لوحة الأردوينو وغّير لون السلك إلى البني. 1

> قُم بتوصيل المقاومة الأخرى بـ Digital pin 7 (الطرف الرقمي 7) من لوحة الأردوينو وغّير لون السلك إلى البني. 2

> قُم بتوصيل مِهبطي الدايودات المشعة للضوء بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 3



شكل 3.14: توصيل أزواج أسلاك مقاومات الدايودات المشعة للضوء

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ختامًا ولإتمام التوصيلات، ستحتاج إلى توصيل **مُستشعر حركة الغرفة الأولى** (PIR Room1) و **مستشعر حركة الغرفة الثانية** (PIR Room2) بلوحة الأردوينو وبالأعمدة السالبة والموجبة في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

توصيل 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

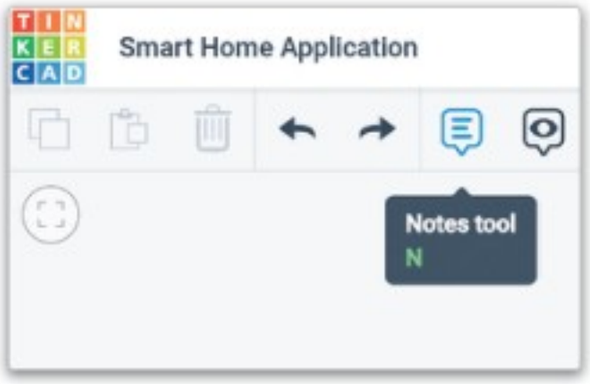
> قُم بتوصيل Ground (الطرف الأرضي) لمُستشعر الحركة بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). 3

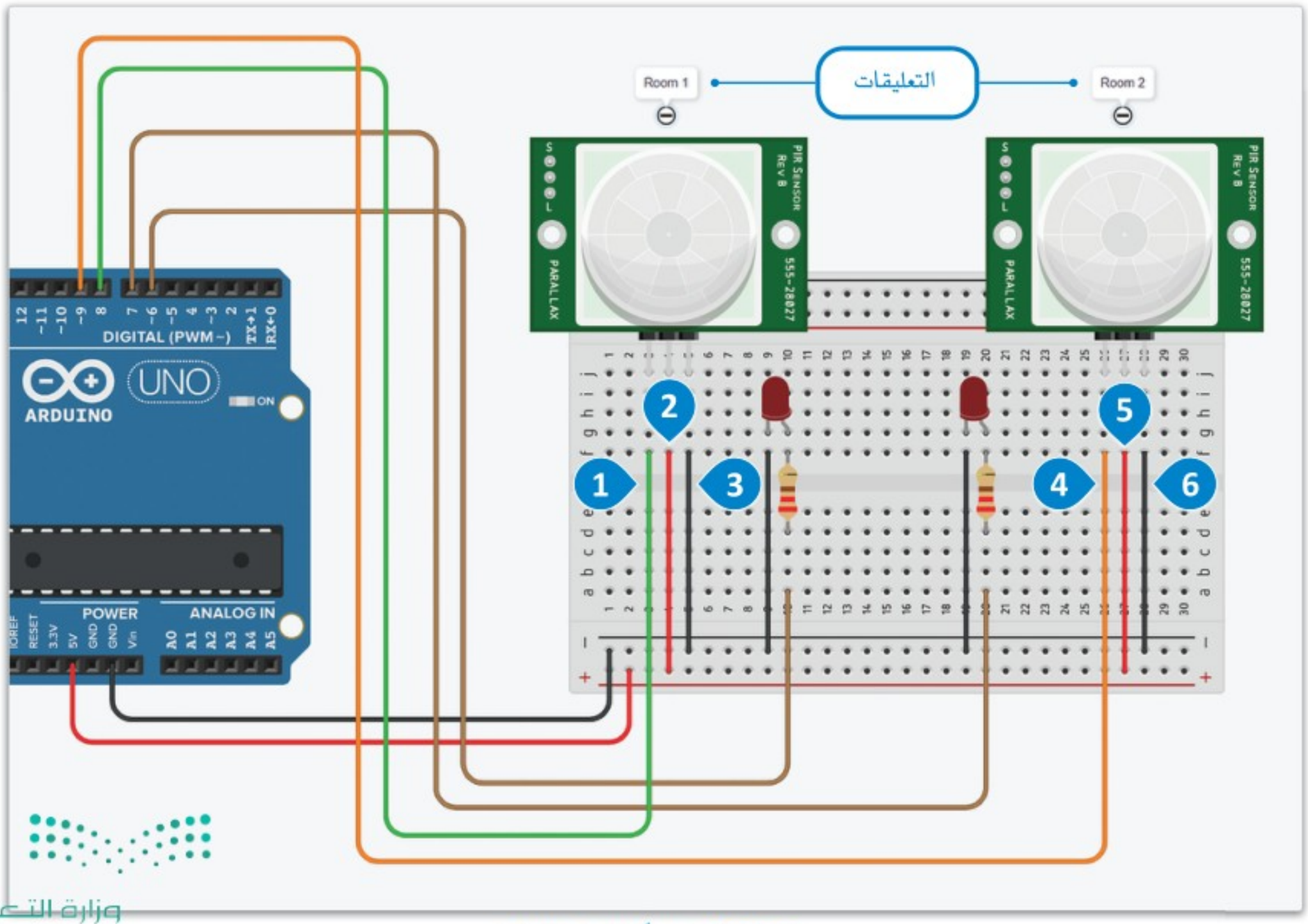
> قُم بتوصيل طرف إشارة PIR Sensor (مُستشعر الحركة) بـ Digital pin 9 (الطرف الرقمي 9) وغيّر لون السلك إلى اللون orange (البرتقالي). 4

> 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

من المهم جدًا 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).





شكل 3.15: توصيل مُستشعرات الحركة

لبنات التعليمات البرمجية Code Blocks

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

شكل 3.16: اللبنات البرمجية

تصنيفات اللبنات البرمجية

الإخراج Output

تسمح لك فئة لبِنات **الإخراج** (Output) بتحديد المنافذ **الرقمية** (Digital) و**التناظرية** (Analog) وإرسال الأوامر إلى مكونات وحدة التحكم الدقيقة.

الإدخال Input

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

التعليقات Notation

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

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 اللبِنات **الرياضية** (Math) باستخدام الرموز والعمليات الرياضية.

المتغيرات Variables

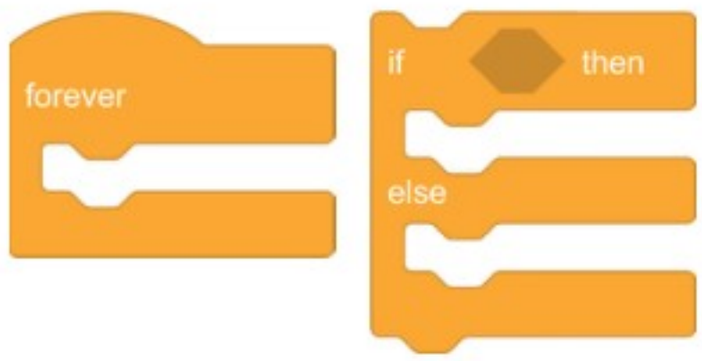
تسمح لك فئة لبِنات **المتغيرات** (Variables) بإنشاء متغيرات.

ملاحظة

تُعدُّ لبِنات التعليمات البرمجية الرسومية في تينكركاد مفيدة في إنشاء برامج الأردوينو، كما تساعد في تجنب الأخطاء الشائعة مثل أخطاء تراكيب الجُمل وأخطاء كتابة أسماء الدوال، ونسيان الفاصلة المنقوطة (؛) وغيرها من الأخطاء.

بعض اللبِنات المهمة المُستخدمة في هذا المشروع:

Control

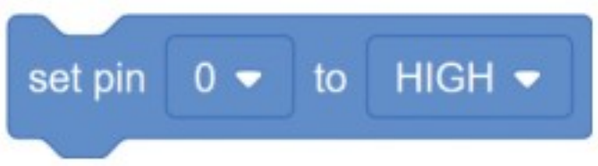


يمكنك العثور على لبِنات forever و if ( ) then else في فئة لبِنات **التحكم** (Control).

يعتبر عمل لبِنة forever ضروريًا في كل برنامج بصفتها اللبِنة التي تضاف إليها بقية الأوامر. سيتم تشغيل جميع اللبِنات الأخرى الموجودة بداخلها إلى الأبد وعلى التوالي، وذلك حتى يتم إيقاف تشغيل جهاز إنترنت الأشياء.

تتحقق لبِنة if ( ) then else مما إذا كانت معايير الشرط مستوفاة. إذا كان الأمر كذلك، فإن جهاز التحكم الدقيق يُنفِّذ اللبِنات بين if ( ) then و else، وبخلاف ذلك يتم تنفيذ اللبِنات أدنى else.

Output

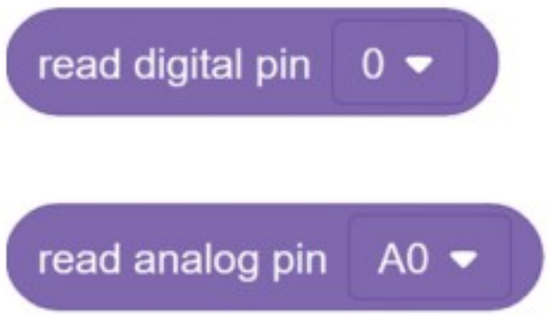


يمكن العثور على لبِنة set pin( ) to( ) في تصنيف لبنات **الإخراج** (Output).

يمكن للبِنة 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 فإنَ قيم الجهد هذه تتوافق مع مجموعة كبيرة ومتنوعة من القيم.

Input



يمكن العثور على لبِنة read digital pin( ) ولبِنة read analog pin( ) في تصنيف لبنات **الإدخال** (Input).

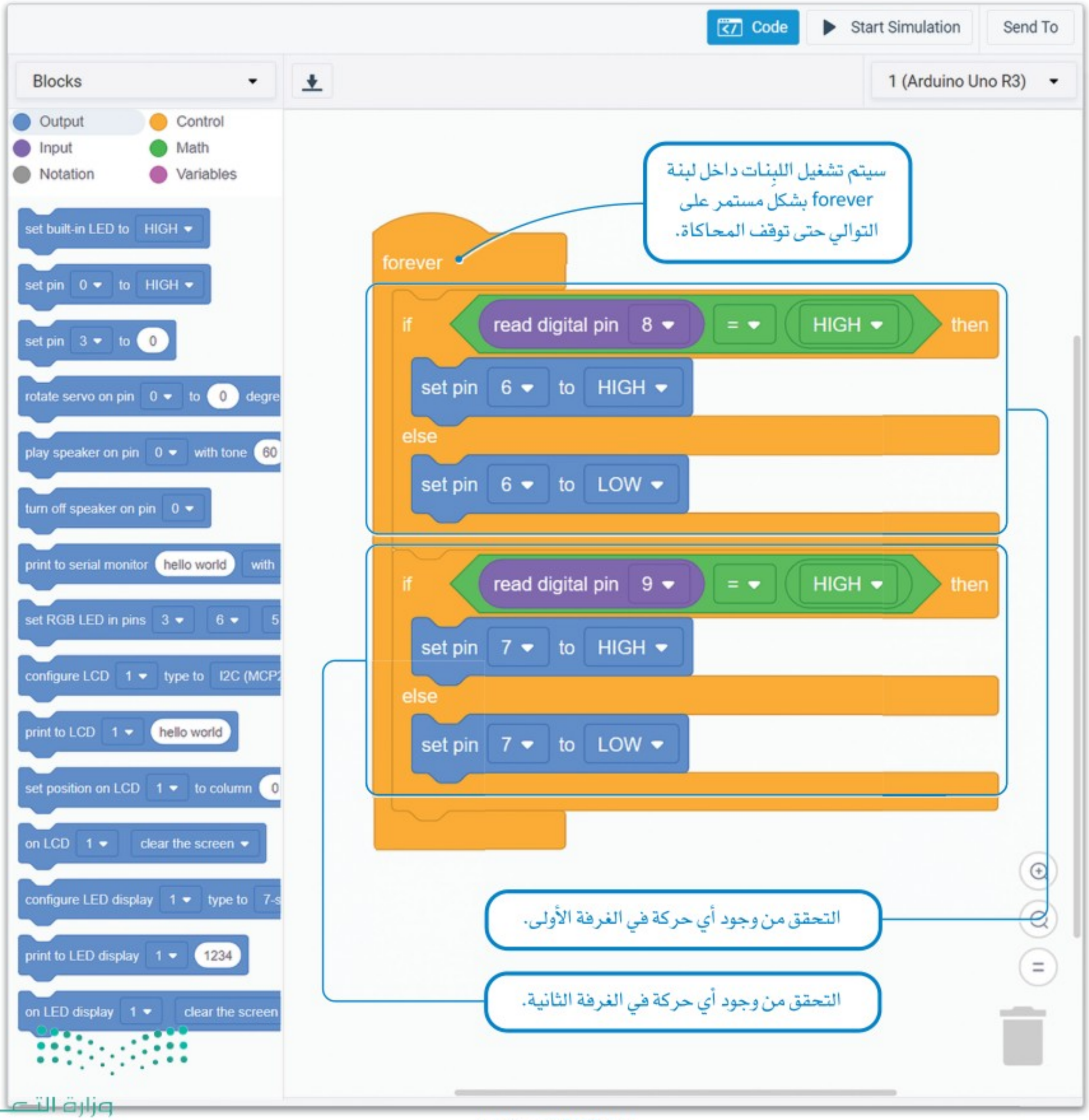
لبِنة read digital pin( ) هي لبِنة منطقية تقرأ حالة الطرف الرقمي للجهاز (**مُرتفع** (HIGH) أو **مُنخفض** (LOW)).

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

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

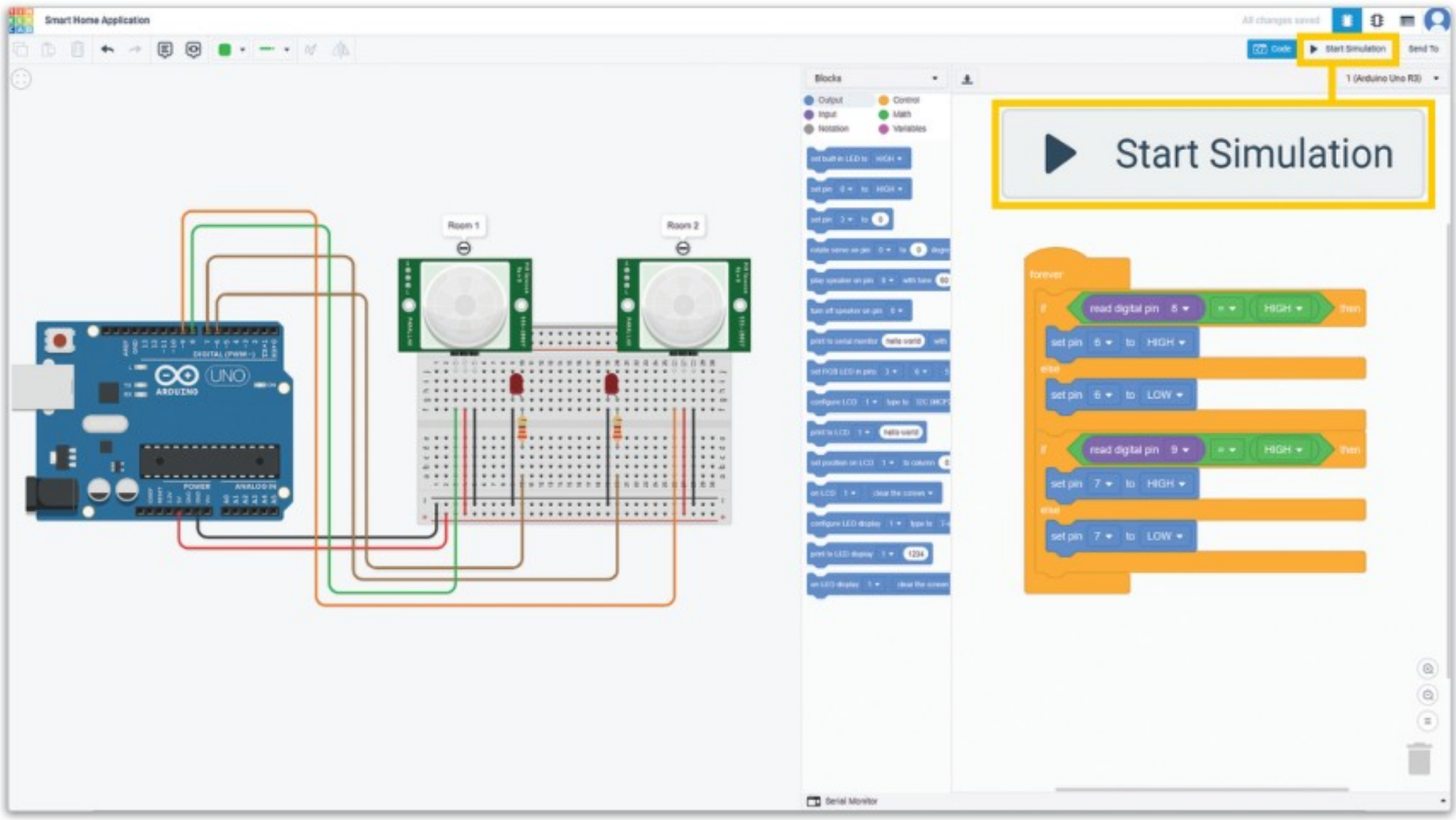
التعليمات البرمجية Let's Take a Look at the Code

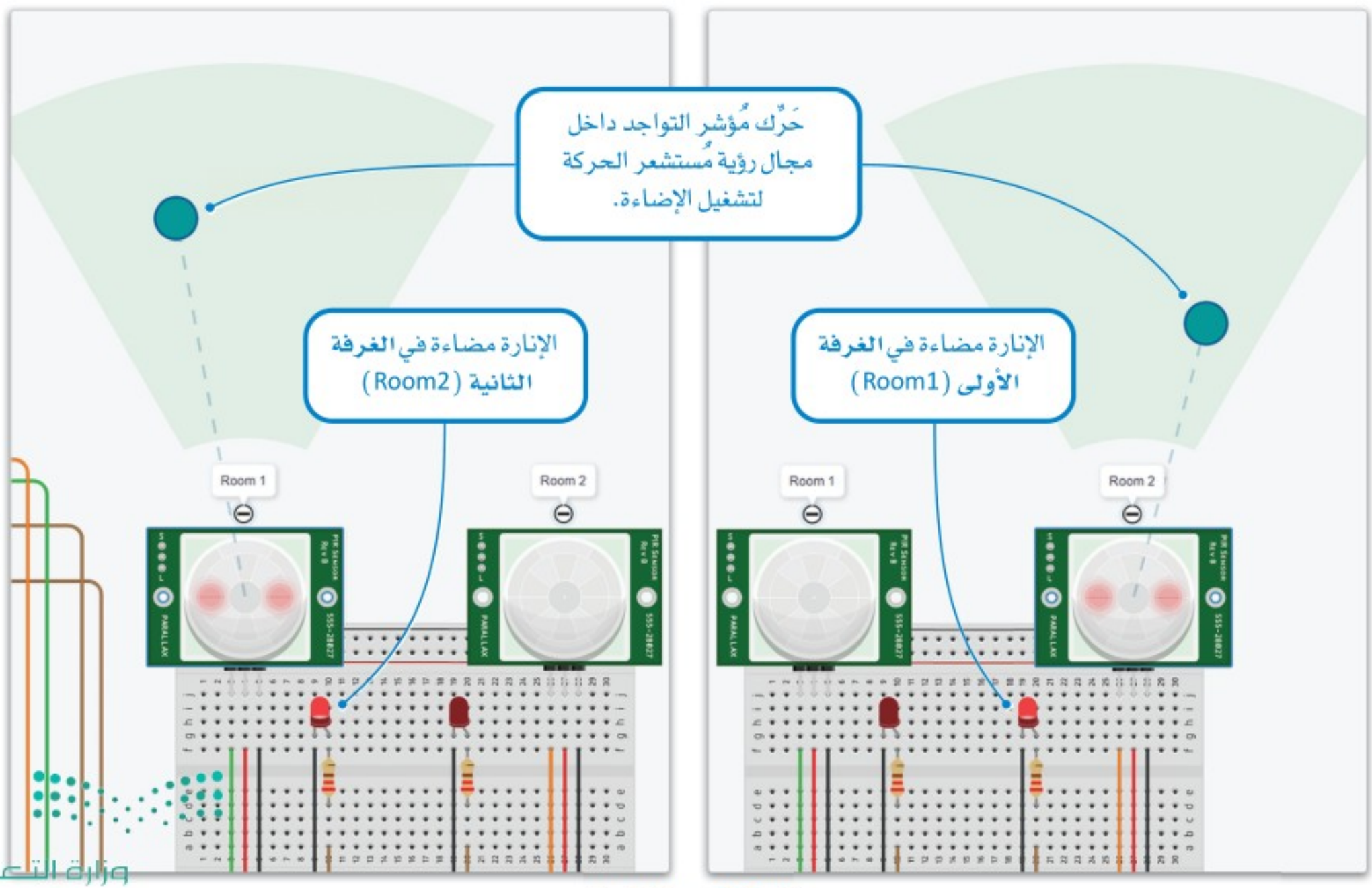
سيتم تنفيذ برنامجك بلا توقف forever، وسيتم تنفيذ لبنتي if /else، إحداها **للغرفة الأولى** (Room1) والأخرى **للغرفة الثانية** (Room2). سوف تتحقق مُستشعرات الحركة من وجود أي حركة داخل الغُرفتين. إذا اكتشف مُستشعر الحركة أي تحرك، فسيتم تشغيل الدايود المشع للضوء الخاص به، وعند توقفه عن استشعار الحركة، سيتوقف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



شكل 3.17: تنفيذ البرنامج

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

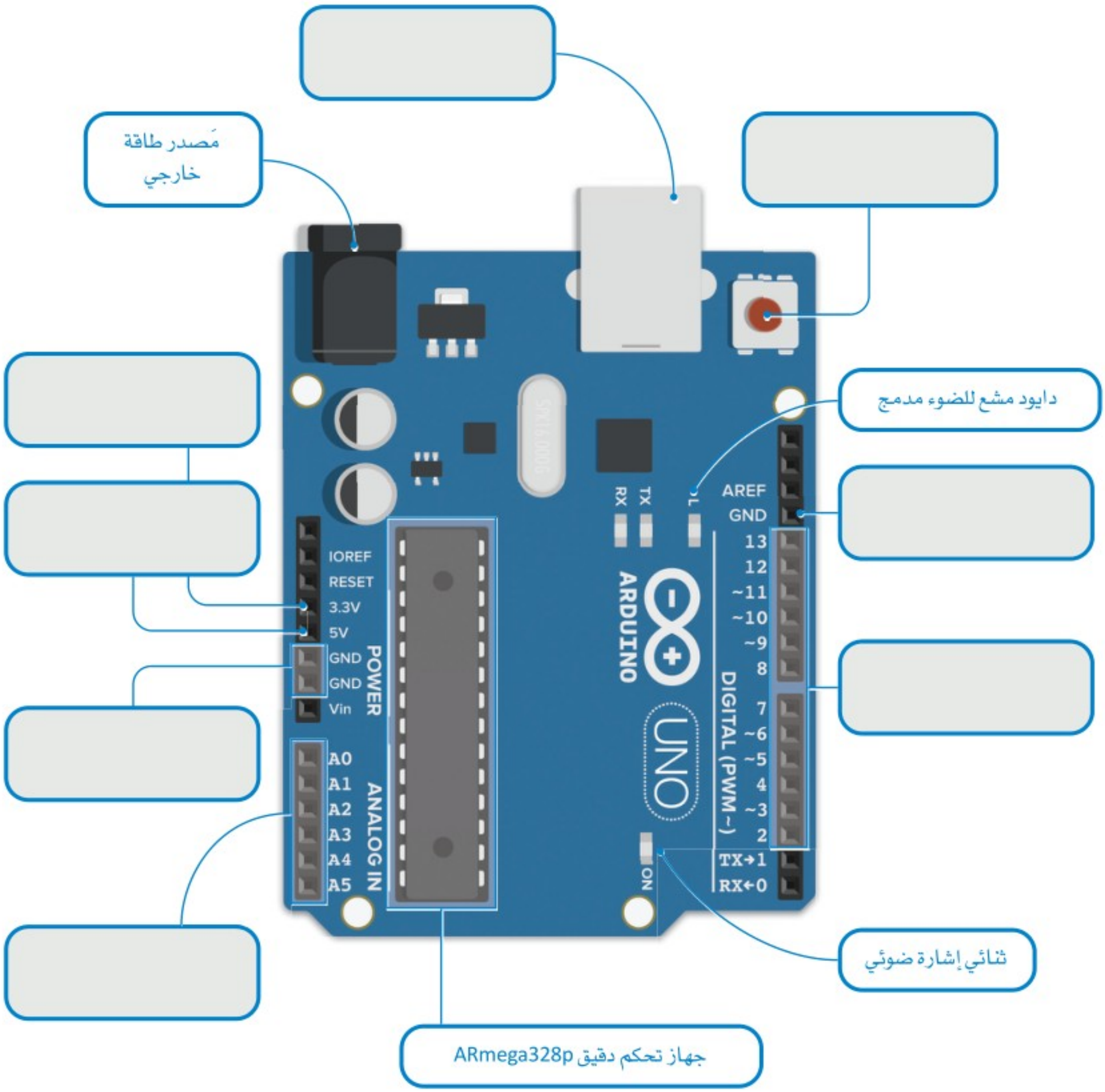




شكل 3.18: محاكاة البرنامج

تمرينات

1 املأ المربعات الفارغة بأسماء المكونات الناقصة.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

2 صِل العناصر في السطر الأول بمسمياتها في السطر الثاني.

المُكون في المحاكي

الاسم

مُستشعر درجة الحرارة

مُستشعر الغاز

مُستشعر رطوبة التربة

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 الرئيسة بين مجموعة الأردوينو أونو (Arduino Uno) ومجموعة الأردوينو نانو (Arduino Nano). ما أنواع التطبيقات التي تُستخدم في كل مجموعة؟ اكتب إجابتك أدناه.

5 ما هي ميزة برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باللبنات البرمجية بدلاً من كتابة التعليمات البرمجية نصيًا في تينكركاد؟ اذكر ما تتوقعه من سلبيات استخدام هذه الطريقة؟

6 قم بتوسعة نظام المنزل الذكي ليتم مُراقبة ثلاثة غُرفٍ بدلًا من اثنتين.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

إنشاء نظام لري النباتات

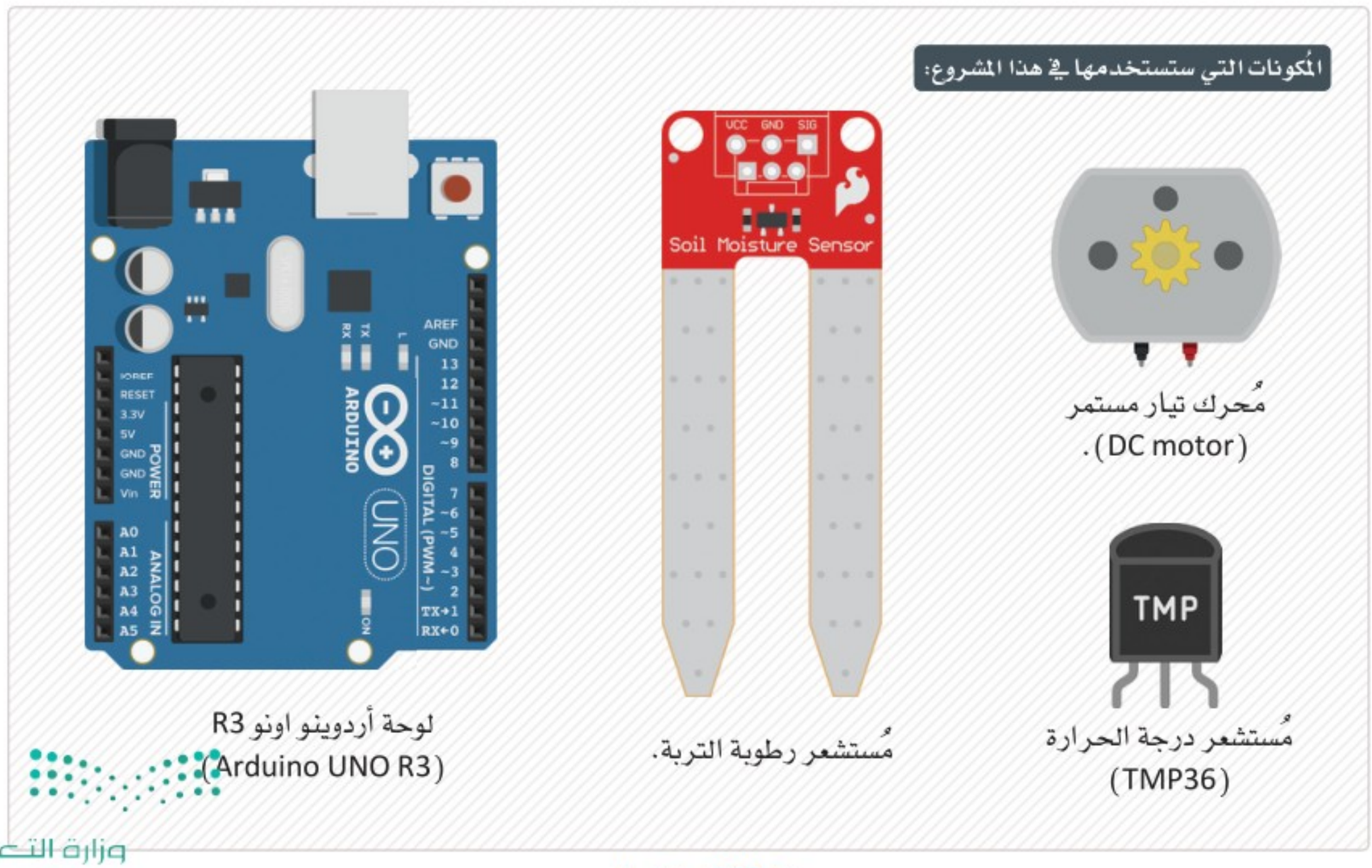
إنشاء نظام لري النباتات Build a Plant Watering System

أدَّت الزيادة الكبيرة في عدد السكان خلال القرن الماضي إلى ظهور الحاجة الماسة لتوفير المزيد من المحاصيل لتأمين الغذاء والمنتجات الأساسية الأخرى. وتطلّب هذا الأمر توسّعًا كبيرًا في زراعة المحاصيل والنباتات لتلبية حاجات البشر. إلا أنّ عمليّة التوسّع هذه واجهتْ صعوبة الاعتناء بهذه الأراضي الزراعية بشكلٍ يدوي.

تم تطوير الأنظمة الآلية للري لزيادة فاعليّته 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 التالية:

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



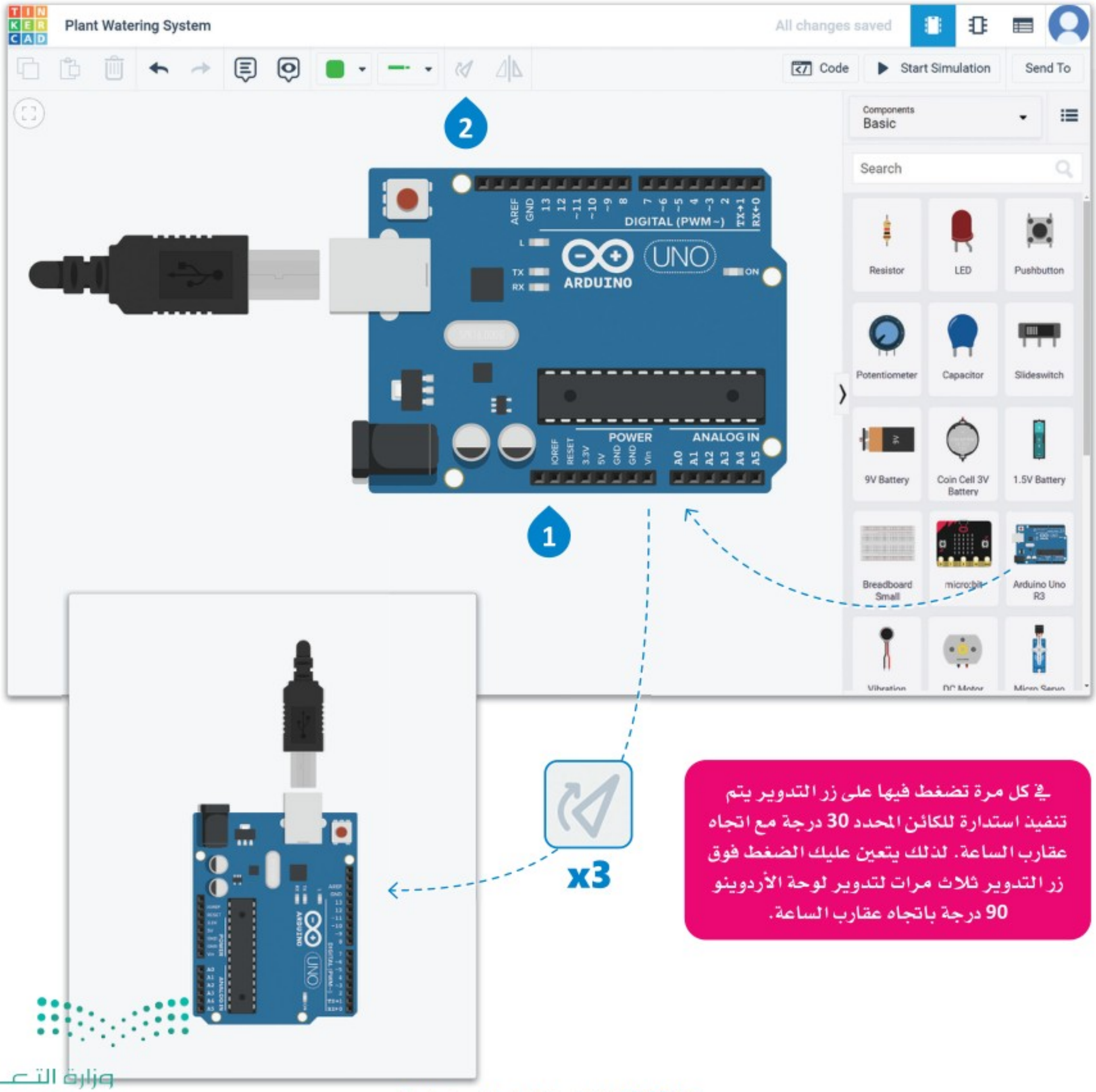
شكل 3.19: مكونات المشروع

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

إضافة جهاز تحكم الاردوينو الدقيق:

> اسحب وأفلت 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 الاردوينو الدقيق

ابحث بعد ذلك عن بقية المكونات، وهي مُحرك تيار مستمر (DC motor)، ومُستشعر درجة الحرارة (TMP36)، ومُستشعر رطوبة التربة (Soil Moisture Sensor)، ولوحة أردوينو أونو R3 (Arduino UNO R3). أضف هذه المكونات إلى مساحة العمل كما يلي:

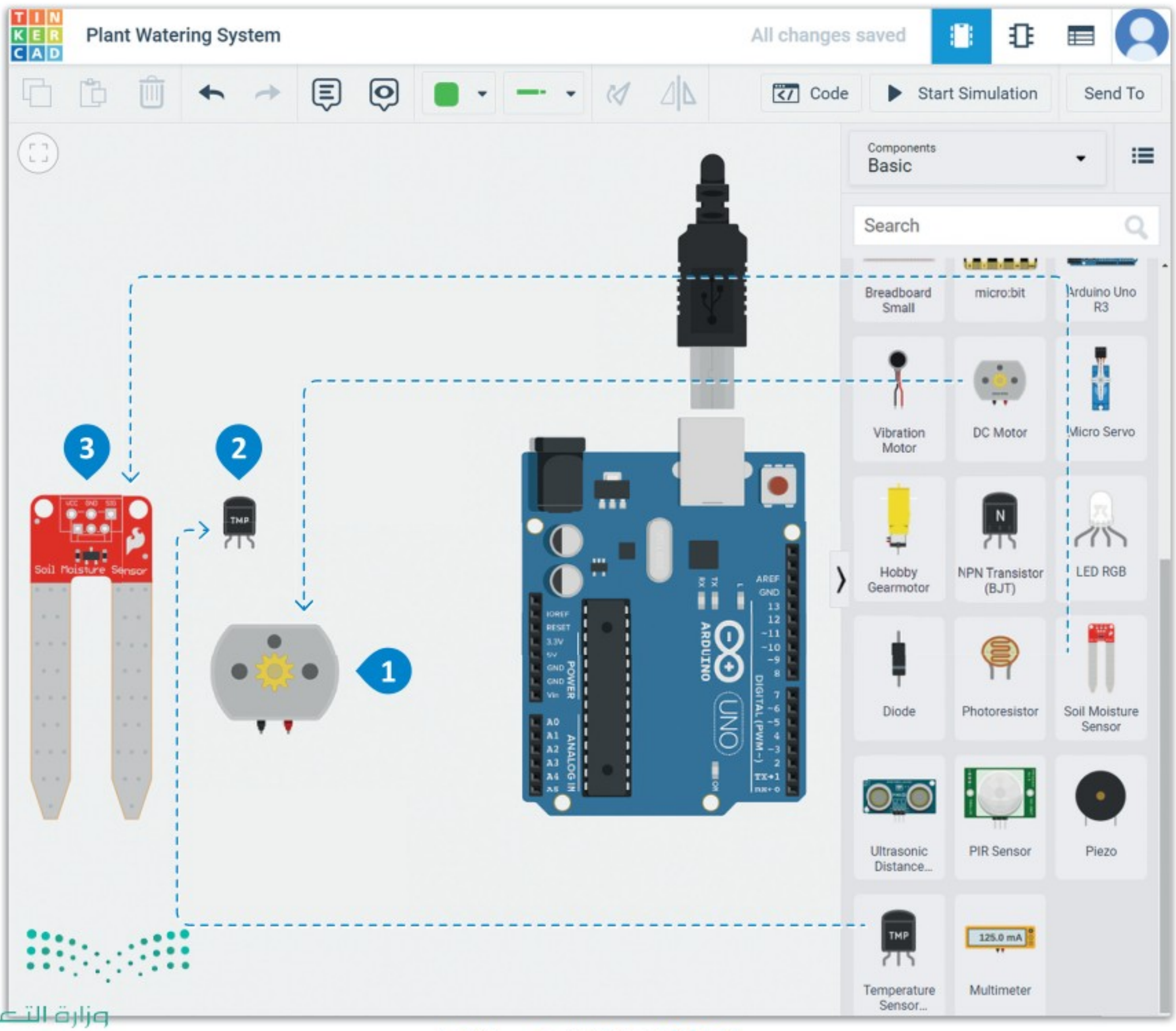
إضافة المكونات إلى مساحة العمل:

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

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

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

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



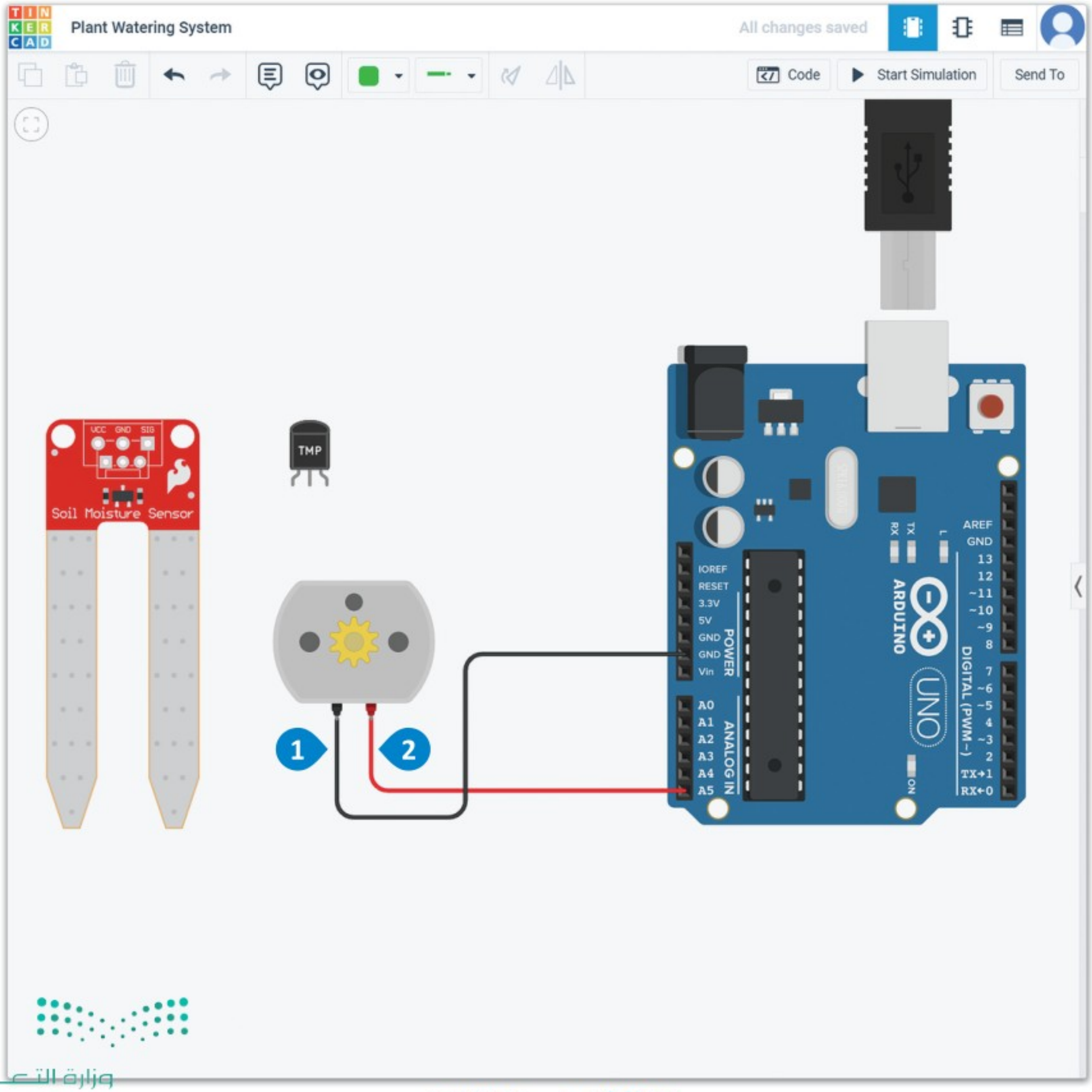
شكل 3.21: إضافة المكونات إلى مساحة العمل

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

توصيل 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

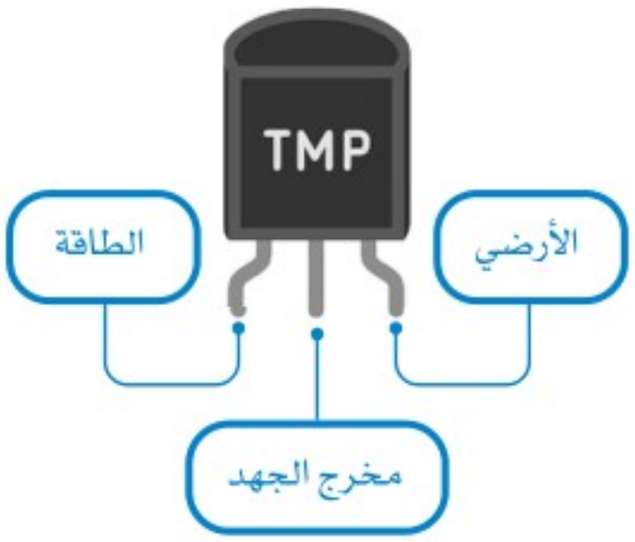
> قُم بتوصيل الطرف 2 من محرك التيار المستمر إلى الطرف التناظري A5 للوحة الأردوينو أونو R3 وغيّر لون السلك إلى اللون red (الأحمر). 2



شكل 3.22: توصيل محرك التيار المستمر

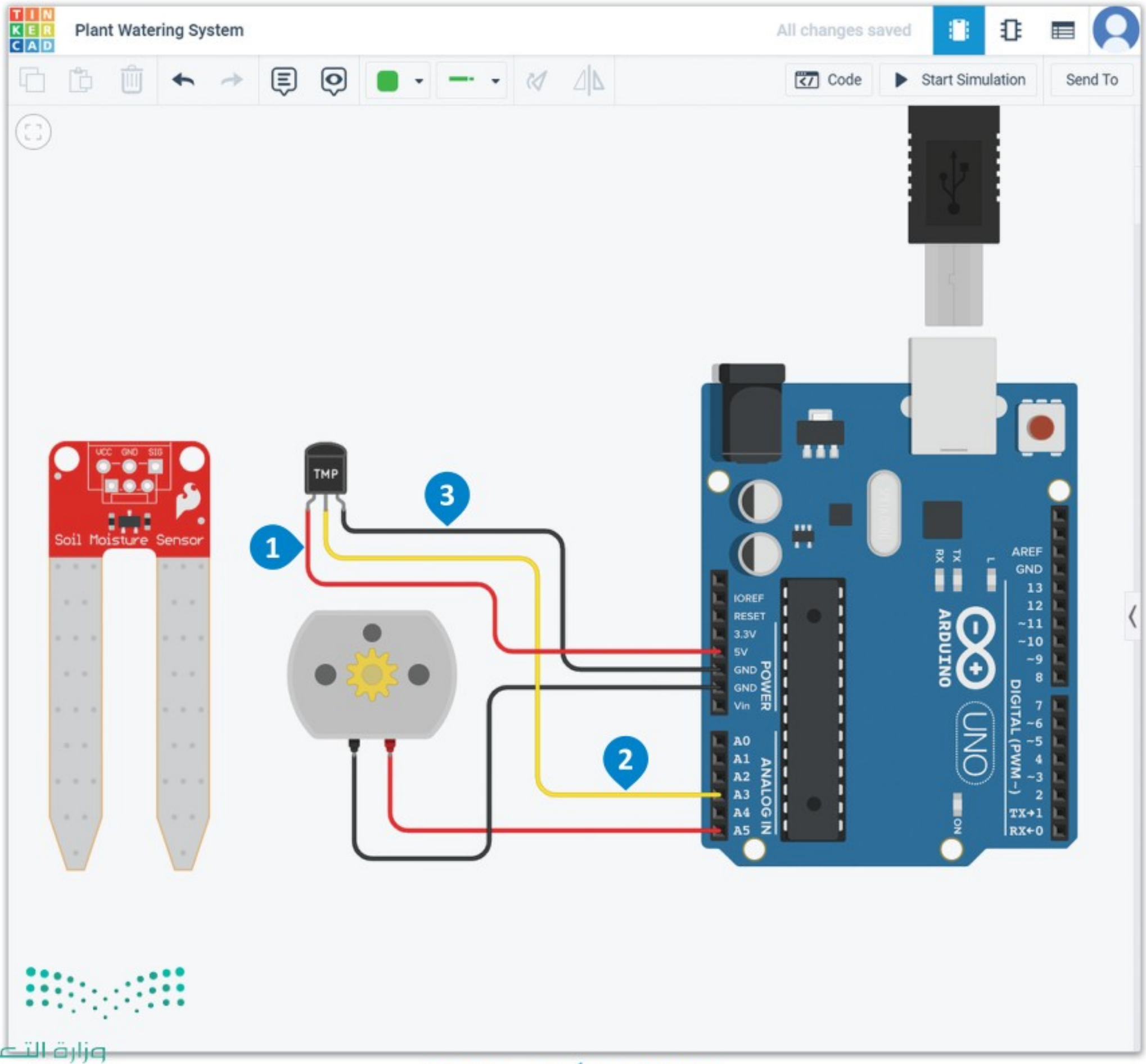
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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



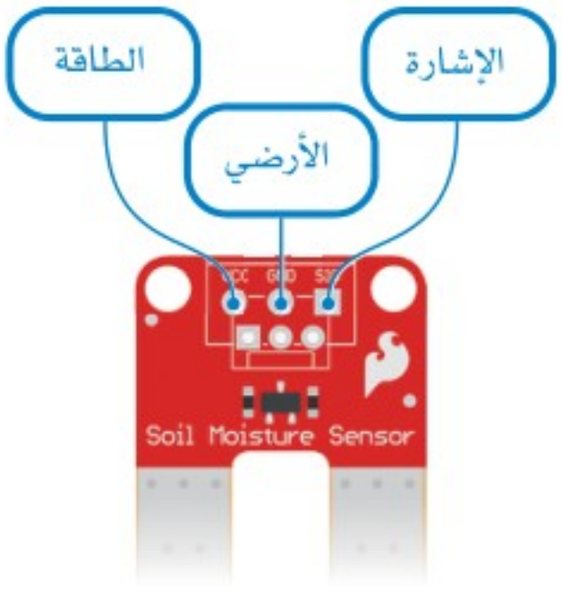
توصيل مُستشعر درجة الحرارة:

- قُم بتوصيل طرف Power (الطاقة) الخاص بمُستشعر درجة الحرارة بالطرف 5V (جهد 5 فولت) من لوحة الأردوينو، وغيِّر 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



شكل 3.23: توصيل مُستشعر درجة الحرارة

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

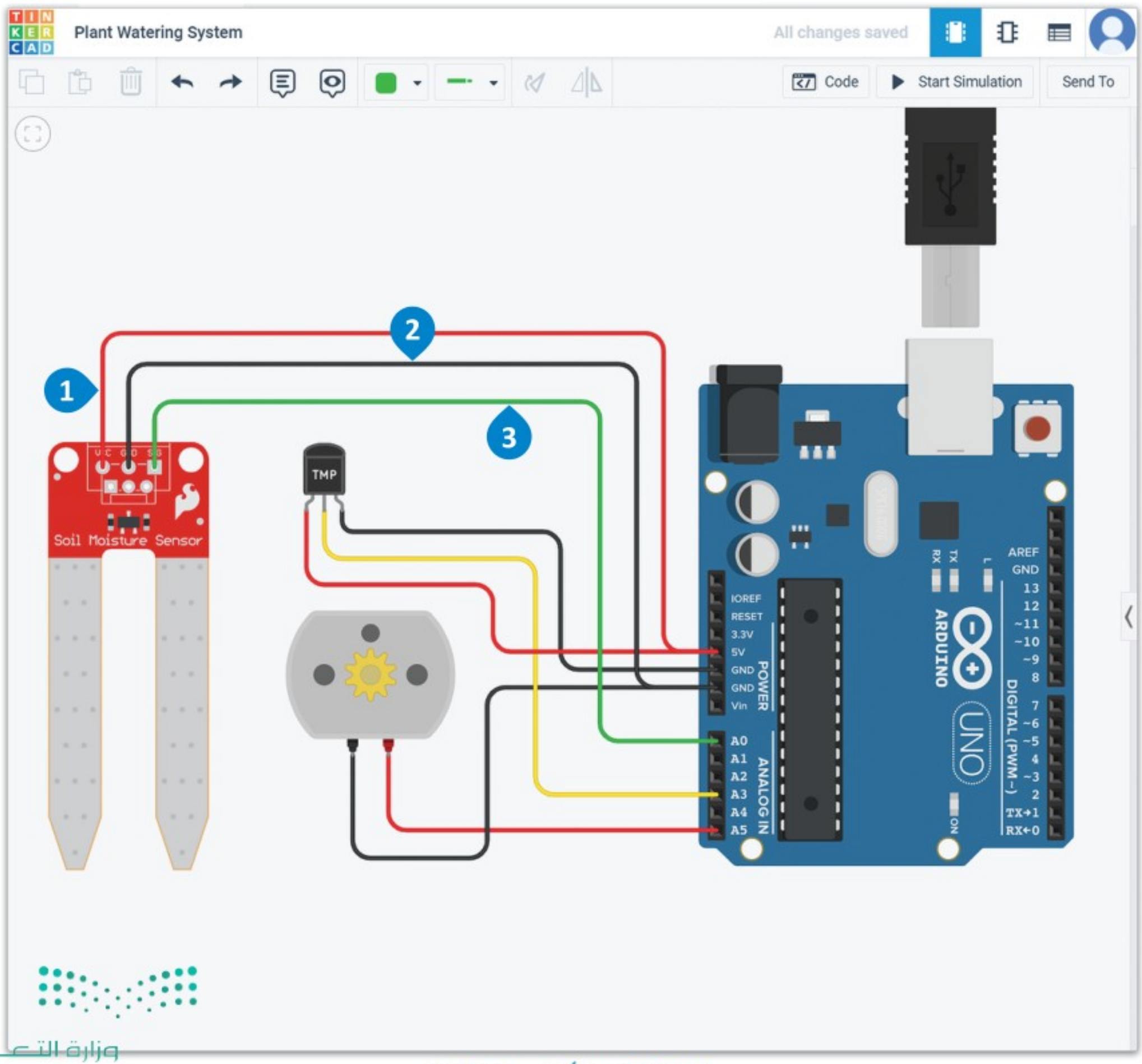


توصيل مُستشعر رطوبة التربة:

> 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

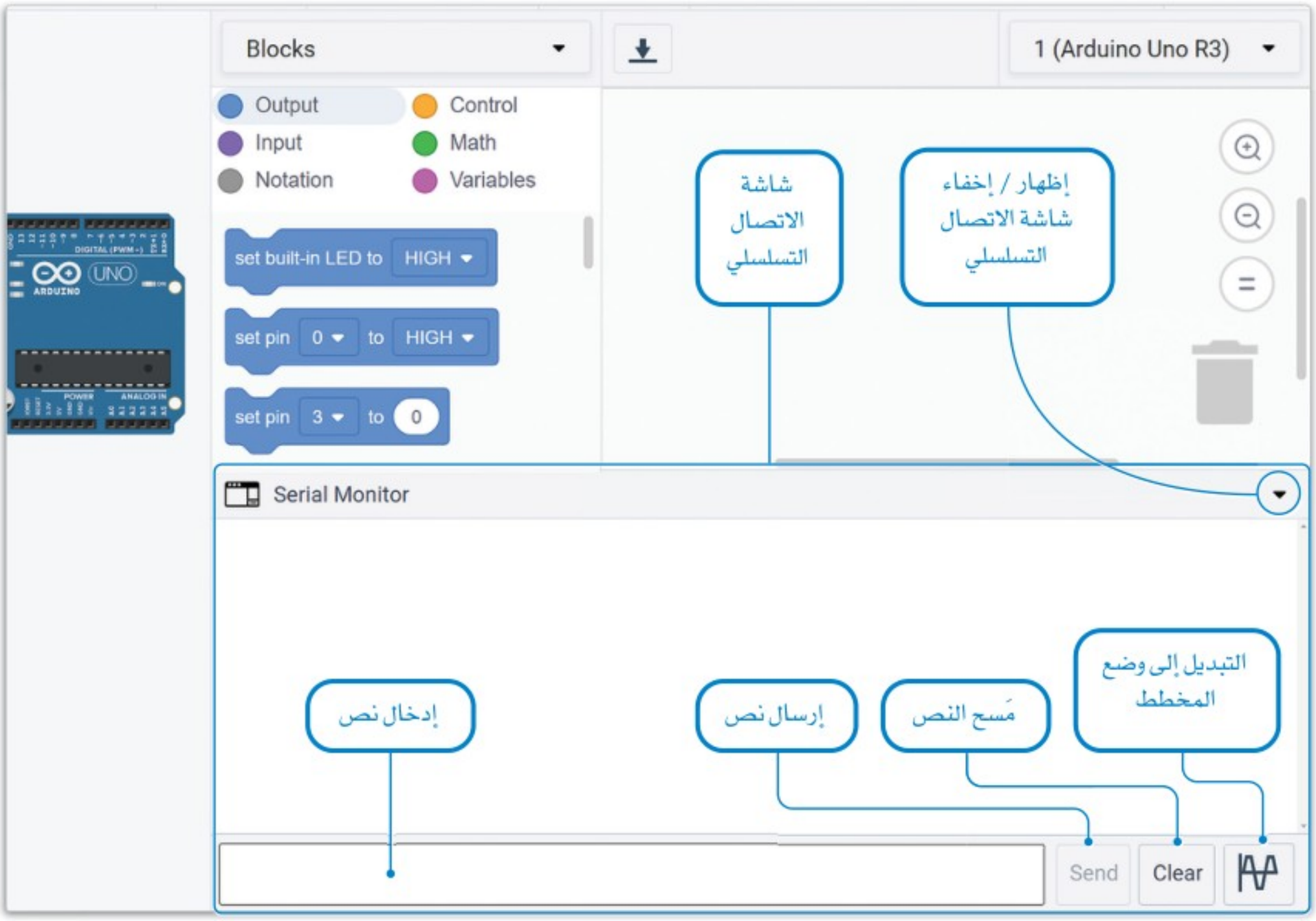
> قُم بتوصيل طرف Signal (الإشارة) الخاص بمُستشعر رطوبة التربة بالطرف A0 للوحة الأردوينو وغيّر لون السلك إلى اللون green (الأخضر). 3



شكل 3.24: توصيل مُستشعر رطوبة التربة

شاشة الاتصال التسلسلي Serial Monitor

تُستخدم شاشة الاتصال التسلسلي كأداة مراقبة للقيم التي يتم تلقيها من المُستشعرات. تُسهِّل 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

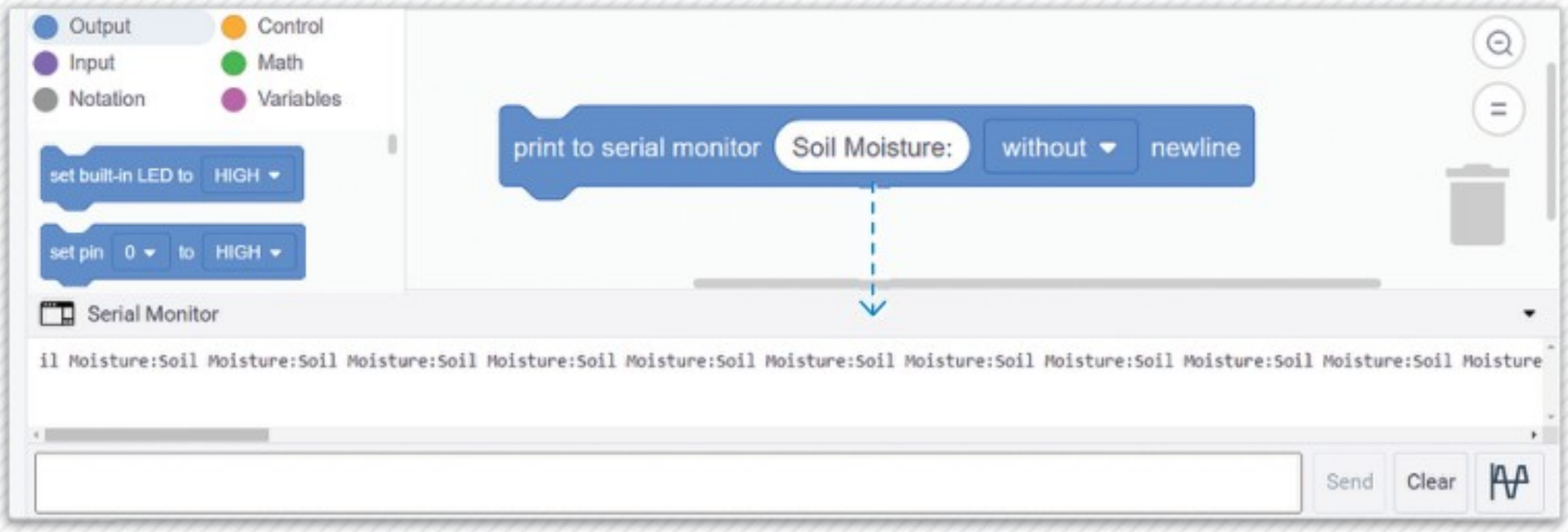
اختر "with" لبدء سطر جديد بعد رسالة اللبنة، أو "without" للمتابعة بنفس السطر.

print to serial monitor | hello world | with | newline

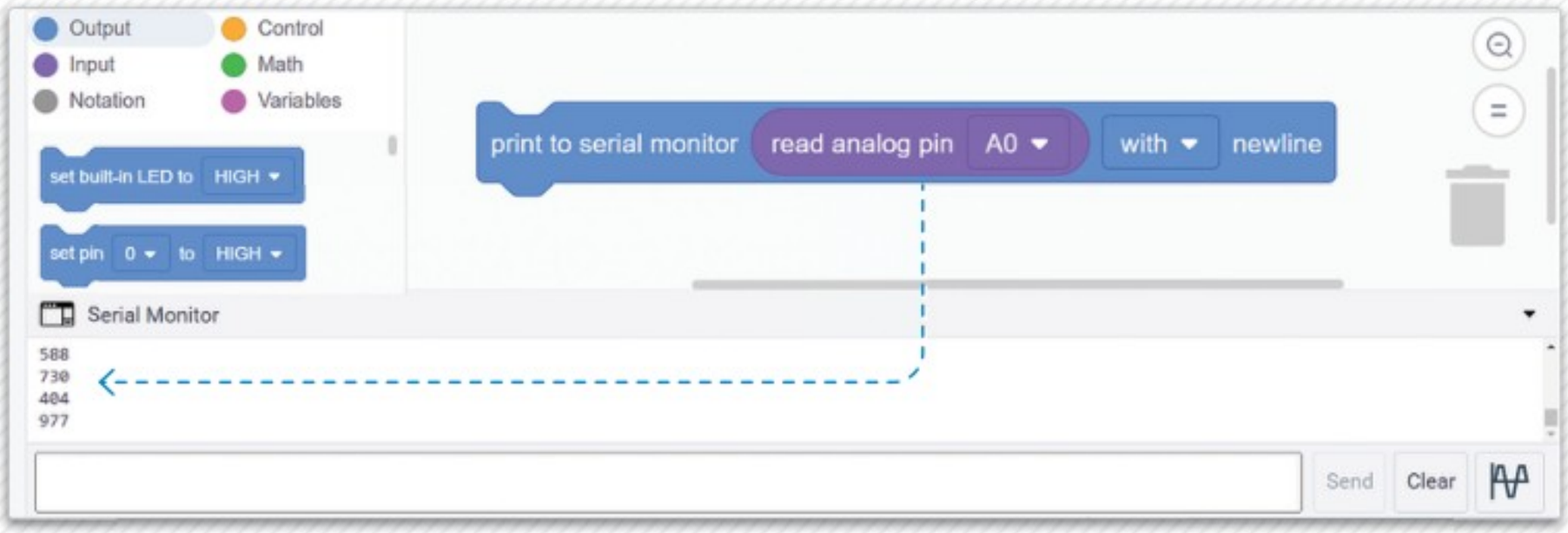
يمكن استخدام لبنة newline ( ) ( ) print to serial monitor لطباعة الرسائل على شاشة الاتصال التسلسلي. يمكن أنْ تكون الرسائل نصيةً أو قيمًا رقمية.

مثال

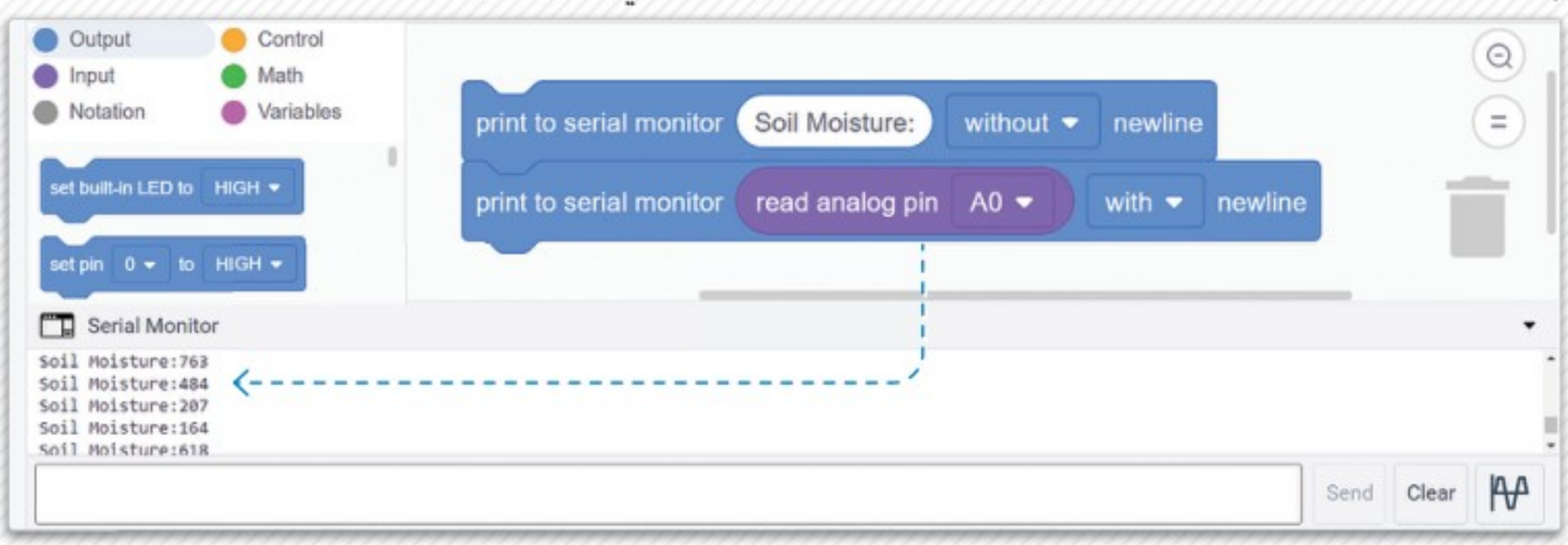
على سبيل المثال، إذا أردت طباعة النص "Soil Moisture" دون سطر جديد، استخدم اللبنة أدناه:



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



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



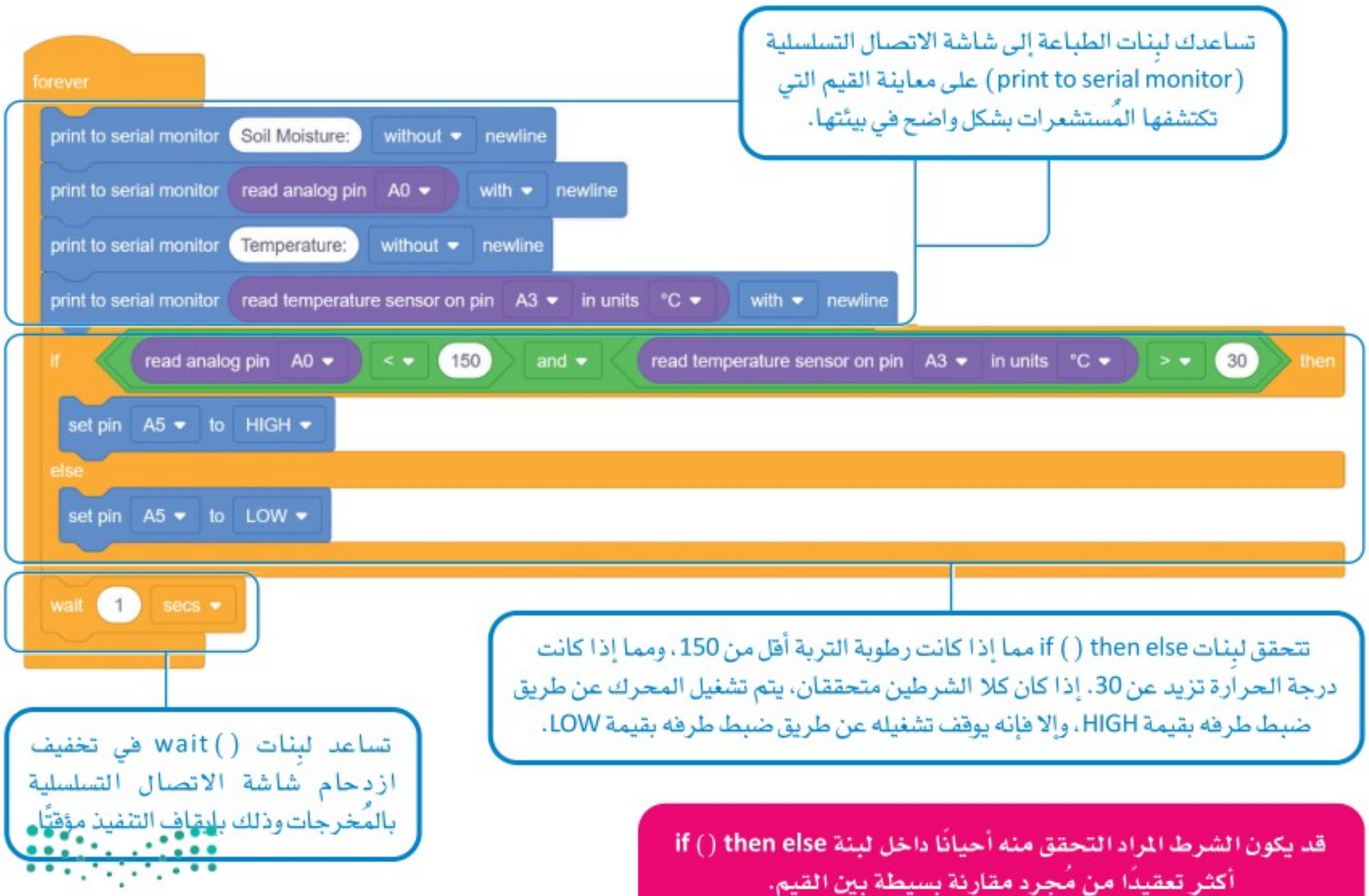
تعمل لبِنات () () **wait** على إضافة تأخير زمني على تنفيذ البرنامج ومُخرجات طباعته، مما يوفر إخراجًا أوضح للمستخدم. ويمكن لهذه اللبنات إضافة تأخير للبرنامج لعددٍ مُحدد من الثواني أو أجزاء من الثانية (مللي ثانية).

شكل 3.26: استخدام شاشة الاتصال التسلسلي

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

تنفيذ التعليمات البرمجية Code Implementation

يقوم البرنامج أولًا بطباعة قِيم 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 بالمخرجات في نفس الوقت.



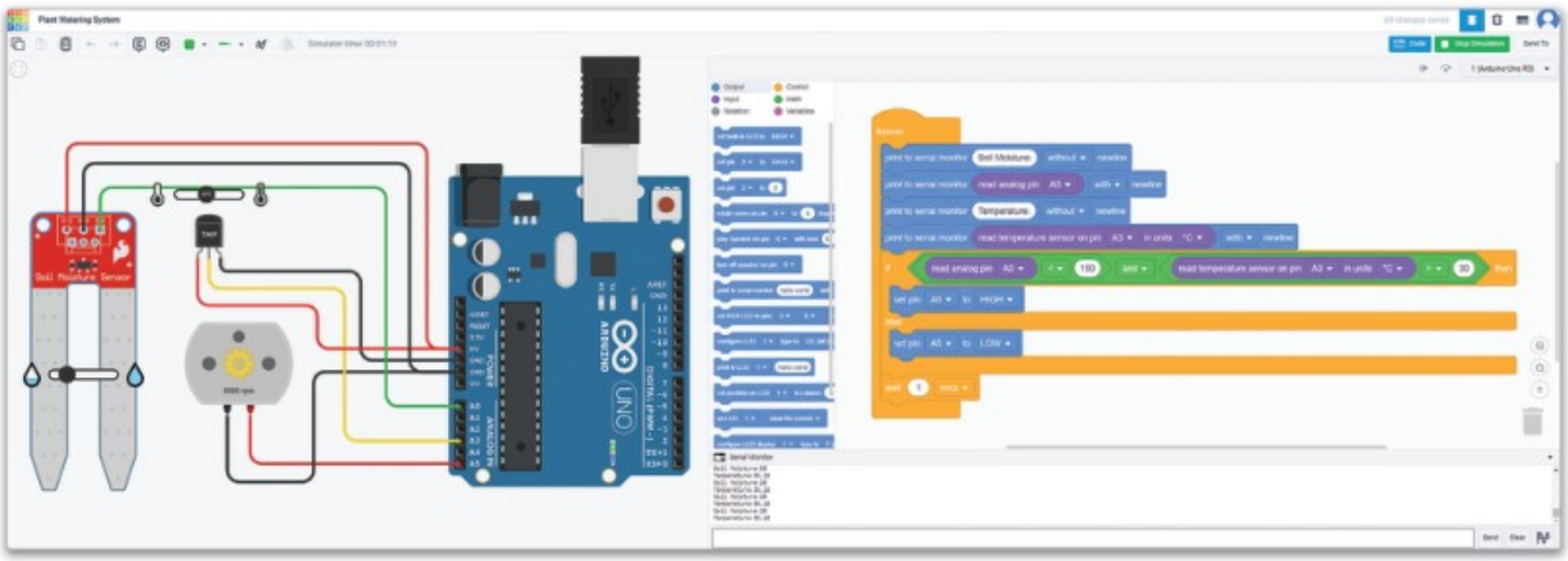
قد يكون الشرط المراد التحقق منه أحيانًا داخل لبنة if ( ) then else أكثر تعقيدًا من مُجرد مقارنة بسيطة بين القيم.

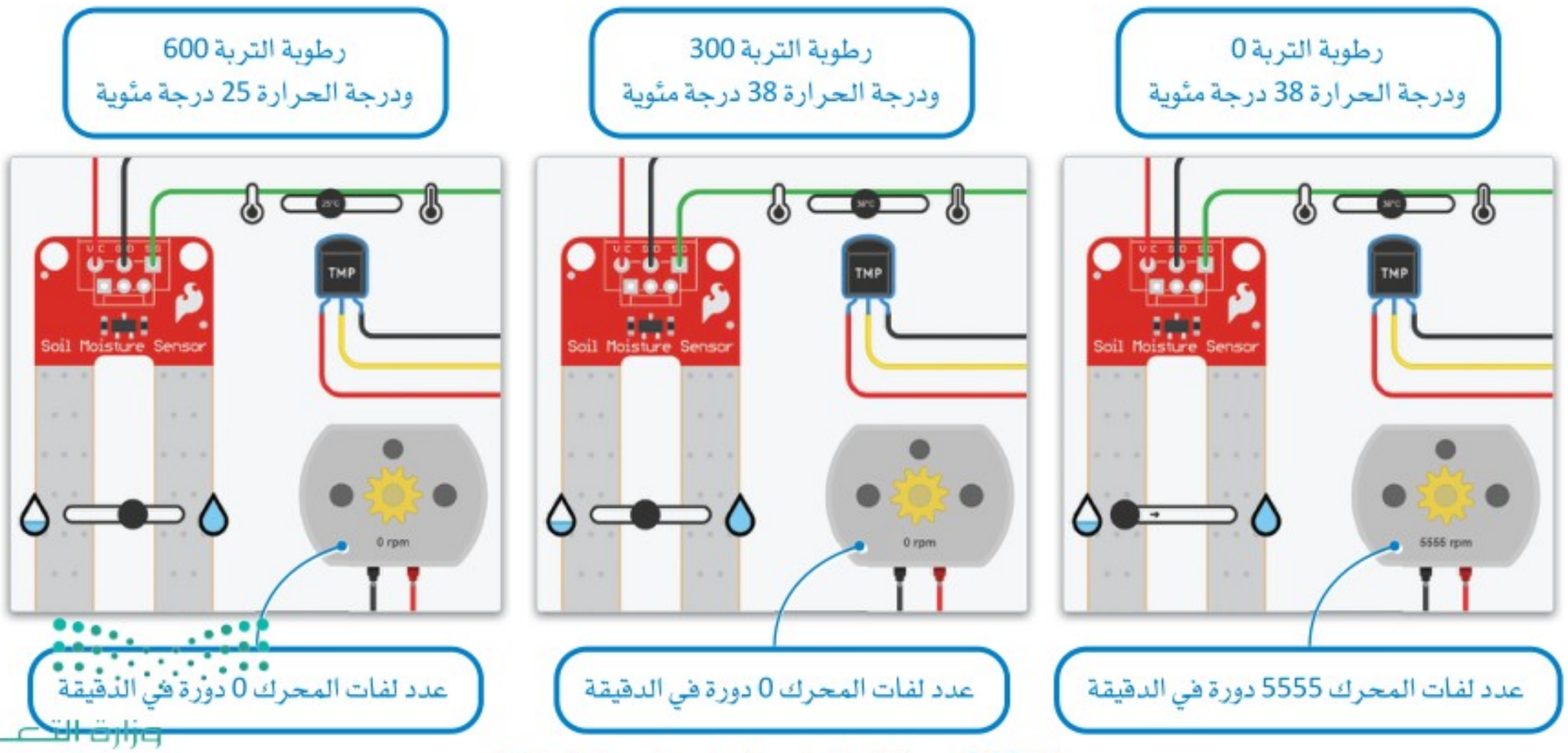
شكل 3.27: تنفيذ البرنامج

الجدول 3.2: قيم مُدخلات النظام وحالات المُخرجات

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

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





شكل 3.28: سرعة المحرك بقيم رطوبة ودرجات حرارة مختلفة

تمرينات

1 إذا أردت إنشاء نظام ري ذكي في منطقة يكون الجوّ فيها أكثر جفافًا، والماءُ أسرع تبخّرًا، فما التغييرات التي يجب أن تقوم بها؟ ضع حلاً ممكنًا واعرض أفكارك أدناه.

2 لا تتطلب المُستشعرات والمُشغل في مشروع هذا الدرس توصيل لوحة توصيل الدوائر مع الأردوينو على عكس المشاريع الأخرى. وضّح أسباب ذلك.

3 تحقق من مُخرجات اللبِنات التالية بوضع إشارة ✔ بجوار المخرج الصحيح:

4 قيّم الشروط التالية للبِنات التعليمات البرمجية إما بصواب أو بخطأ مع الأخذ بالاعتبار قِيم الأطراف التناظرية المُعطاة:

حدد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
read analog pin A0 < 150 and read temperature sensor on pin A3 in units °C > 30		
1. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 180، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:32		
read analog pin A0 > 100 and read temperature sensor on pin A3 in units °C > 40		
2. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 167، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:43		
read analog pin A0 < 200 or read temperature sensor on pin A3 in units °C ≥ 35		
3. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 255، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:35		
read analog pin A0 < 50 or read temperature sensor on pin A3 in units °C ≤ 30		
4. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 58، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:41		
read analog pin A0 ≥ 150 and read temperature sensor on pin A3 in units °C < 35		
5. مُدخلات مُستشعر رطوبة التربة على الطرف A0 : 150، ومُدخلات مُستشعر درجة الحرارة على الطرف A3:35		

5 وسّعْ 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 مُحرك التيار المستمر لفترة أطول إذا كانت مستويات رطوبة التربة منخفضة للغاية (أقل من 50). استخدم لبنات الانتظار لجعل مُحرك التيار المستمر يعمل لفترة أطول.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثالث

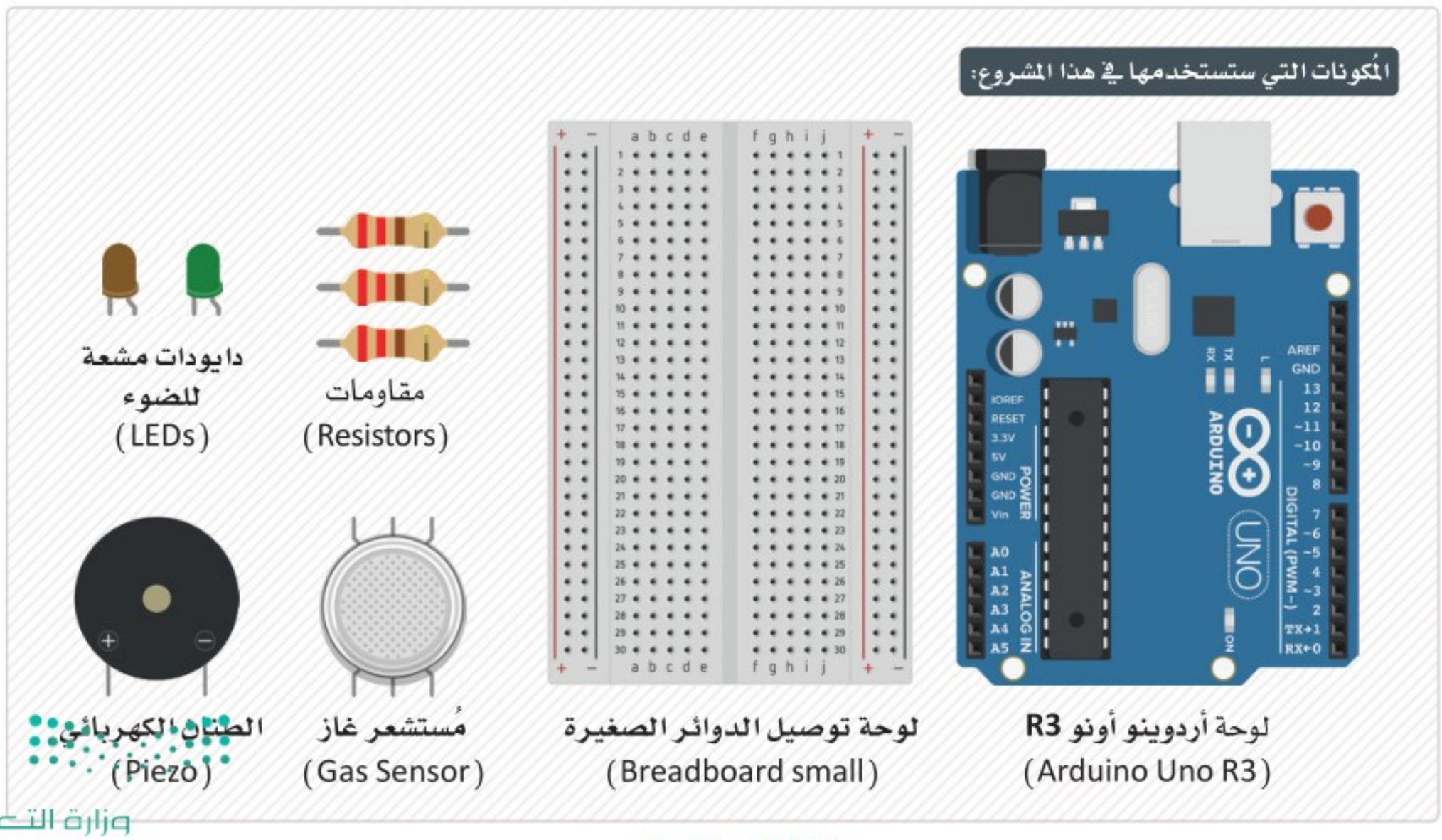
إنشاء نظام تَسرُّب الغاز

إنشاء نظام إنذار تَسرُّب الغاز Build a Gas Leak Alarm System

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

ستستخدم في هذا المشروع المكونات التالية:

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



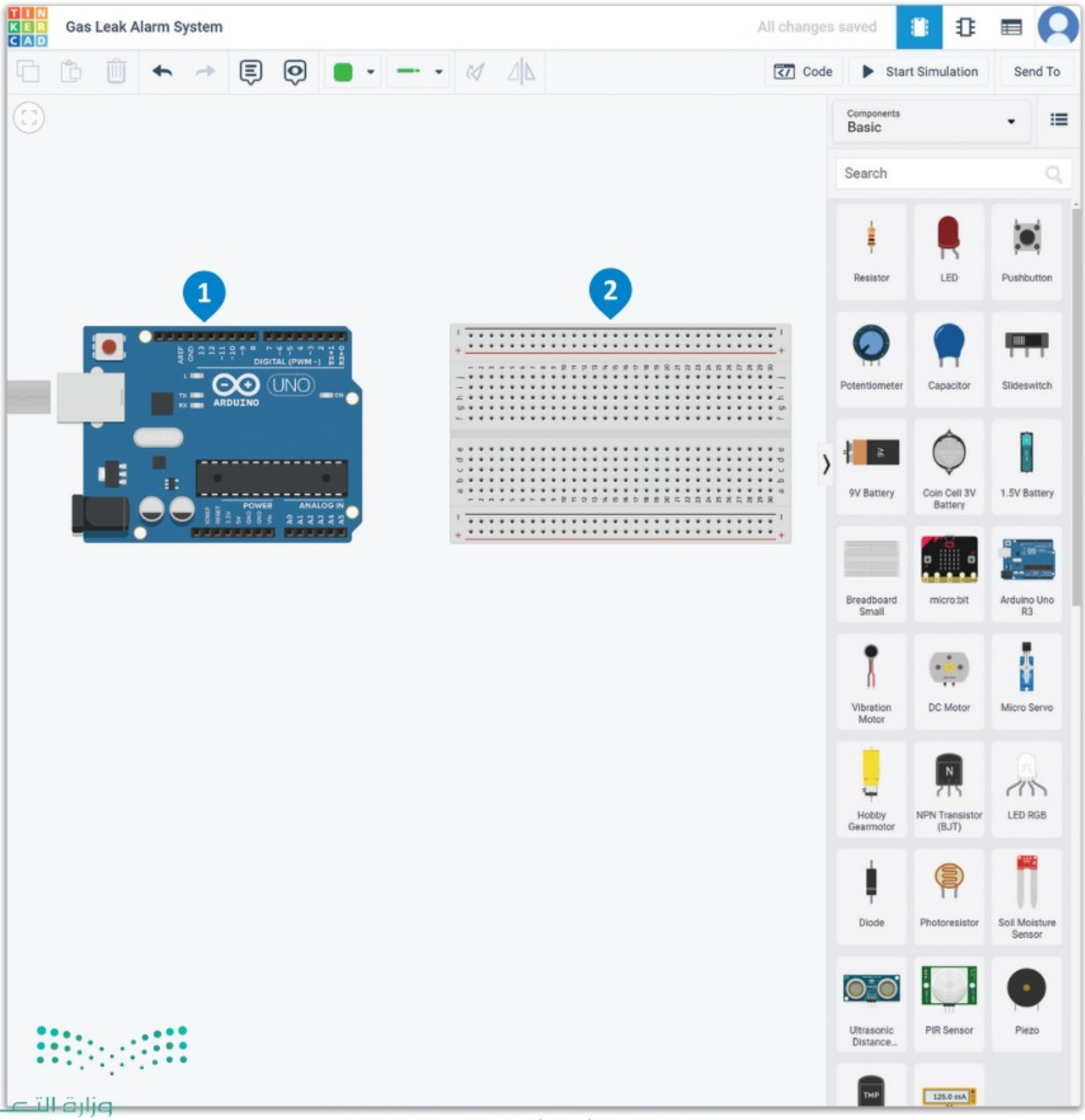
شكل 3.29: مكونات المشروع

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).

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

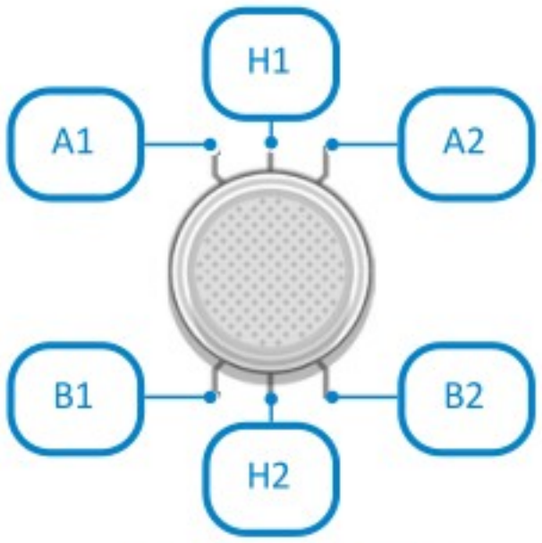
> اسحب وأفلت Arduino Uno R3 (لوحة الأردوينو أونو R3) من مكتبة Components (المكونات) إلى مساحة العمل. 1

> اسحب وأفلت Breadboard small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) من مكتبة Components (المكونات) إلى مساحة العمل. 2



شكل 3.30: إضافة لوحة الأردوينو أونو ولوحة توصيل الدوائر الصغيرة

توصيل مُستشعر الغاز والطنان الكهربائي في لوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

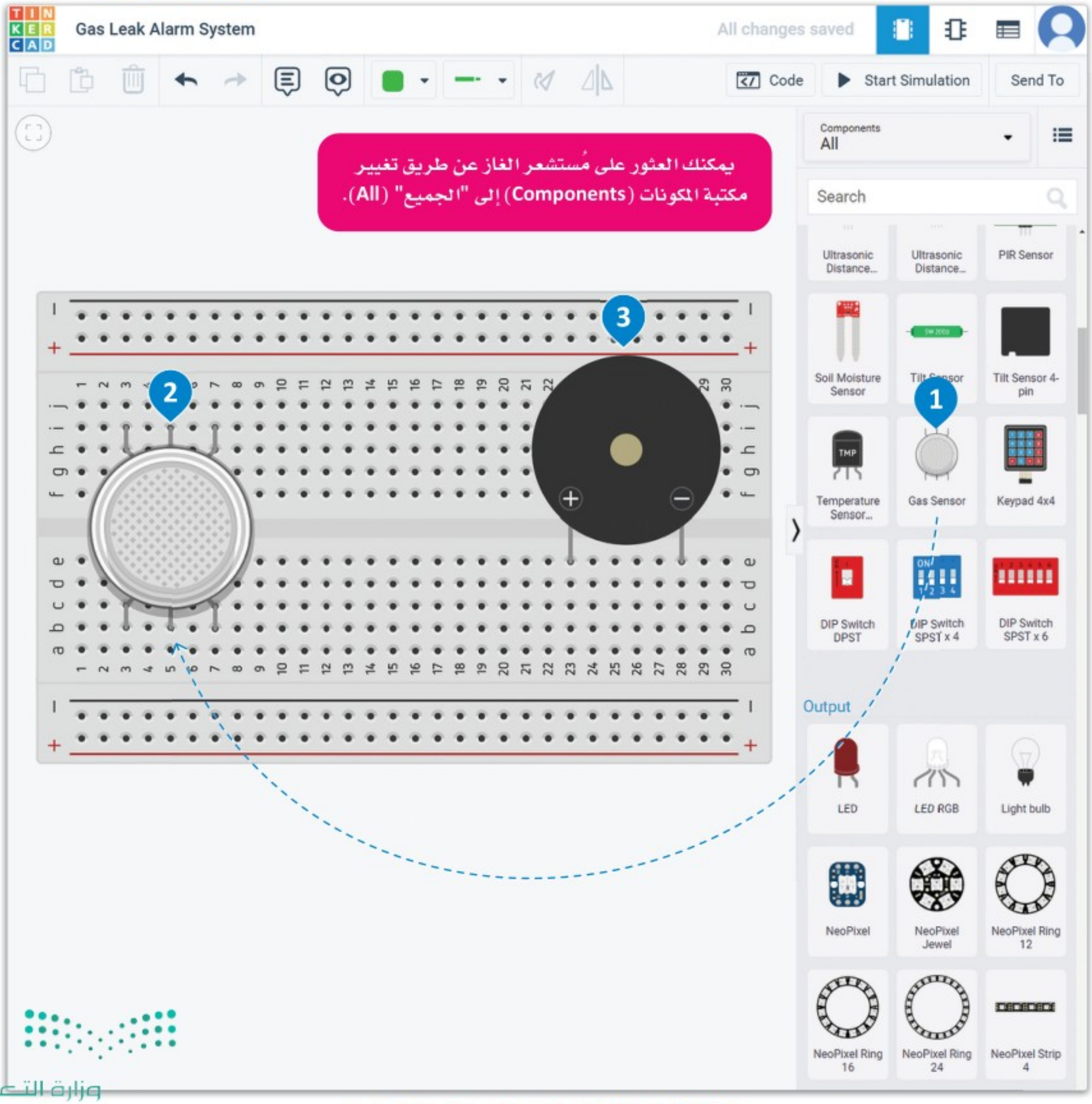


شكل 3.31: مُستشعر الغاز

إضافة المكونات إلى لوحة توصيل الدوائر الصغيرة:

> ابحث عن Gas sensor (مُستشعر الغاز) من مكتبة Components (المكونات) 1 واسحبه وأفلته في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 2

> اسحب وأفلت Piezo (الطنان الكهربائي) من مكتبة Components (المكونات) في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 3



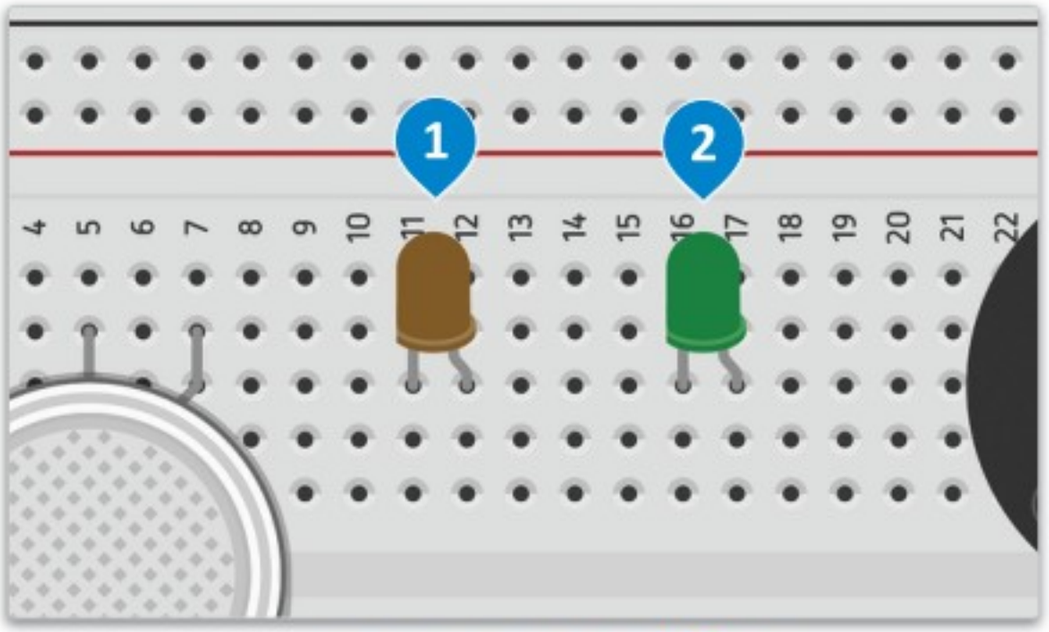
شكل 3.32: إضافة المكونات إلى لوحة توصيل الدوائر الصغيرة

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

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 وغيّر لونه إلى اللون green (الأخضر). 2



شكل 3.33: إضافة الدايودات المشعة للضوء

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 البُني.

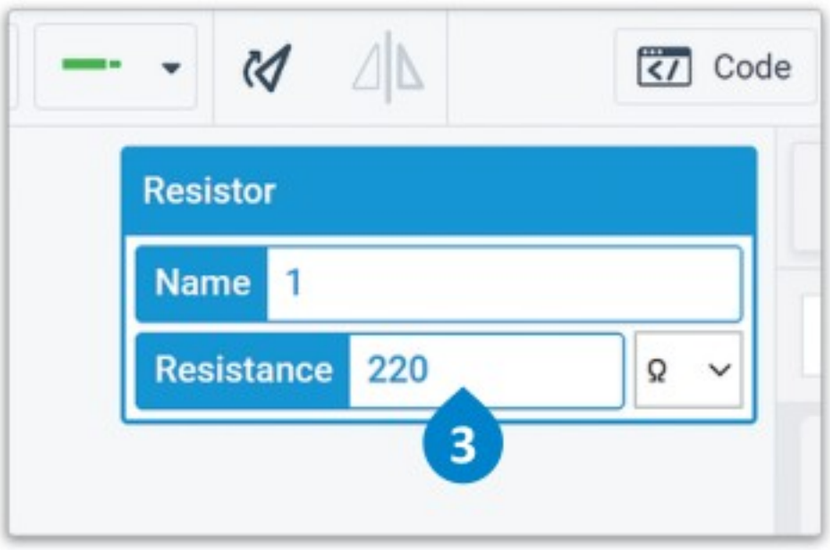
أضف المقاومات إلى الدائرة وغيّر قيمها إلى Ω 220. ستحتاج إلى ثلاث مقاومات؛ واحدة لكل دايود مشع للضوء، وواحدة لمُستشعر الغاز.

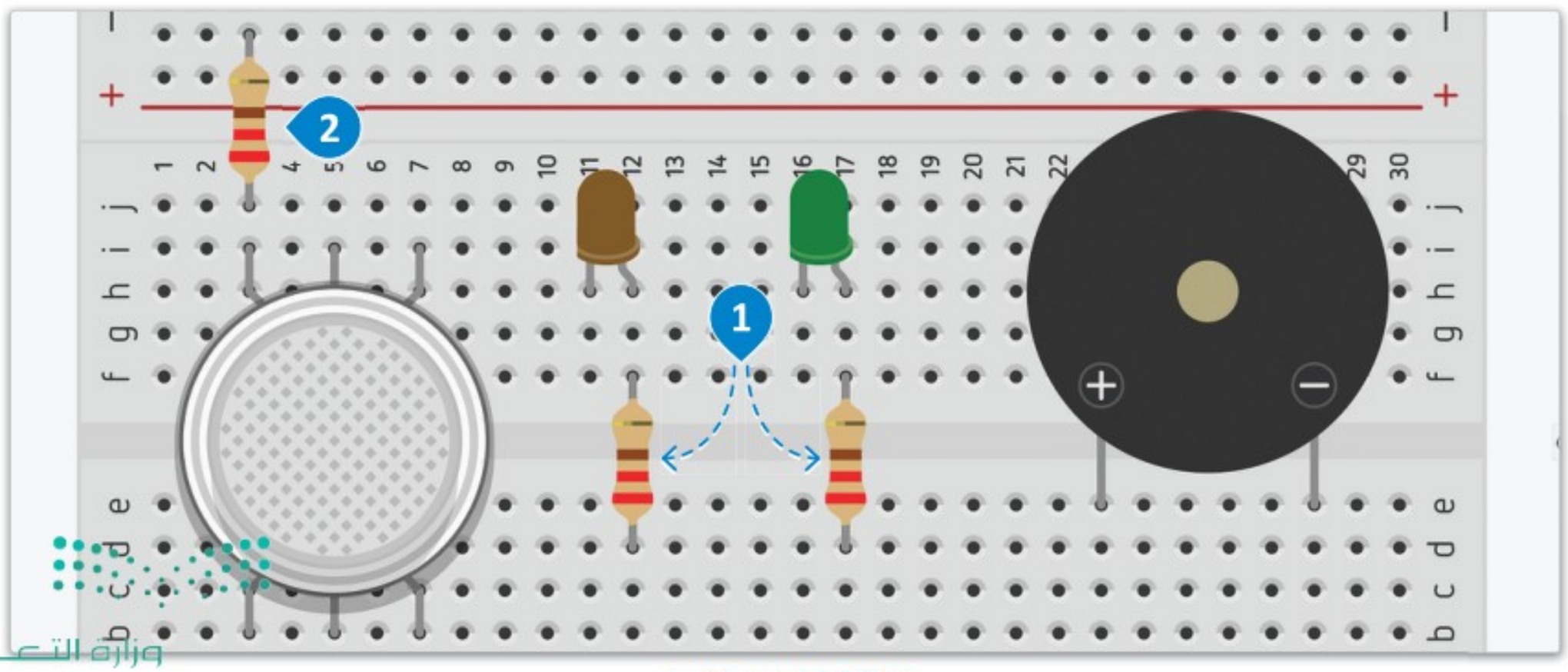
إضافة المقاومات (Resistors):

> 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 (مستشعر الغاز). 2

> اضبط قيمة كل مقاومة على Ω 220. 3





شكل 3.34: إضافة المقاومات

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

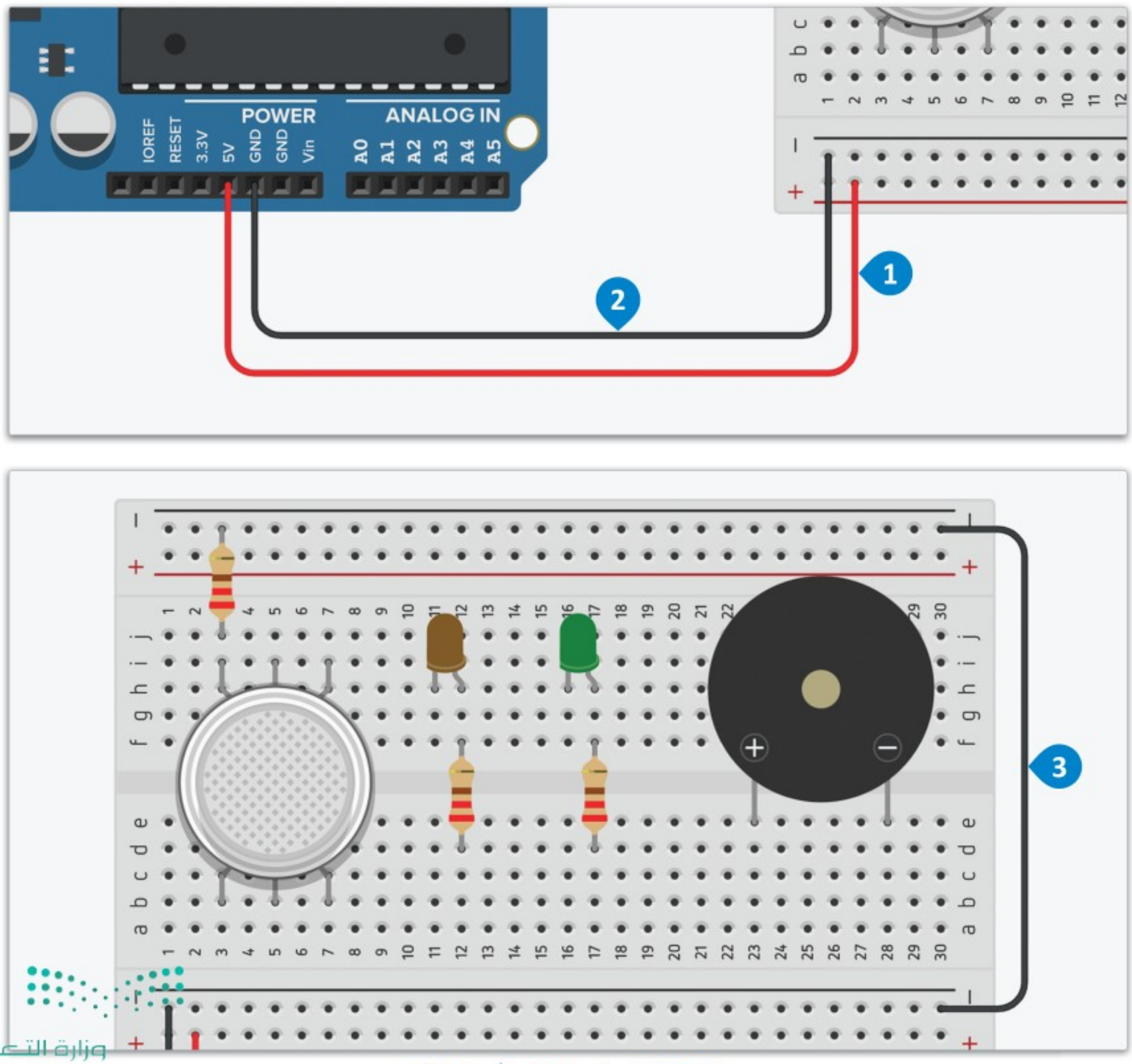
استمر في توصيل أسلاك الدائرة. أولًا ستقوم بتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

توصيل 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



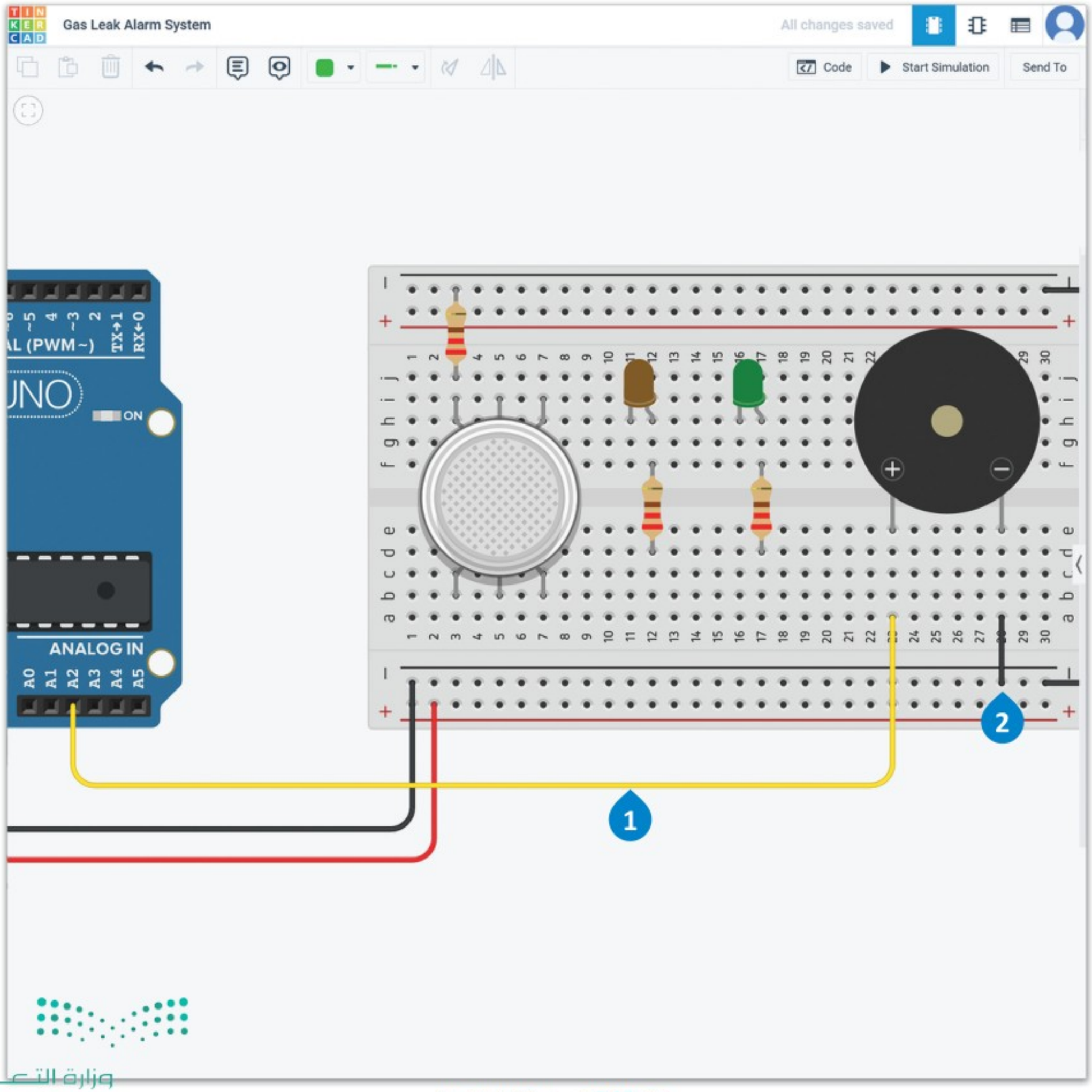
شكل 3.35: توصيل جهاز تحكم الأردوينو الدقيق

استمر بتوصيل أسلاك الطنان الكهربائي.

توصيل 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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ستوصل بعد ذلك الدايودات المشعة للضوء.

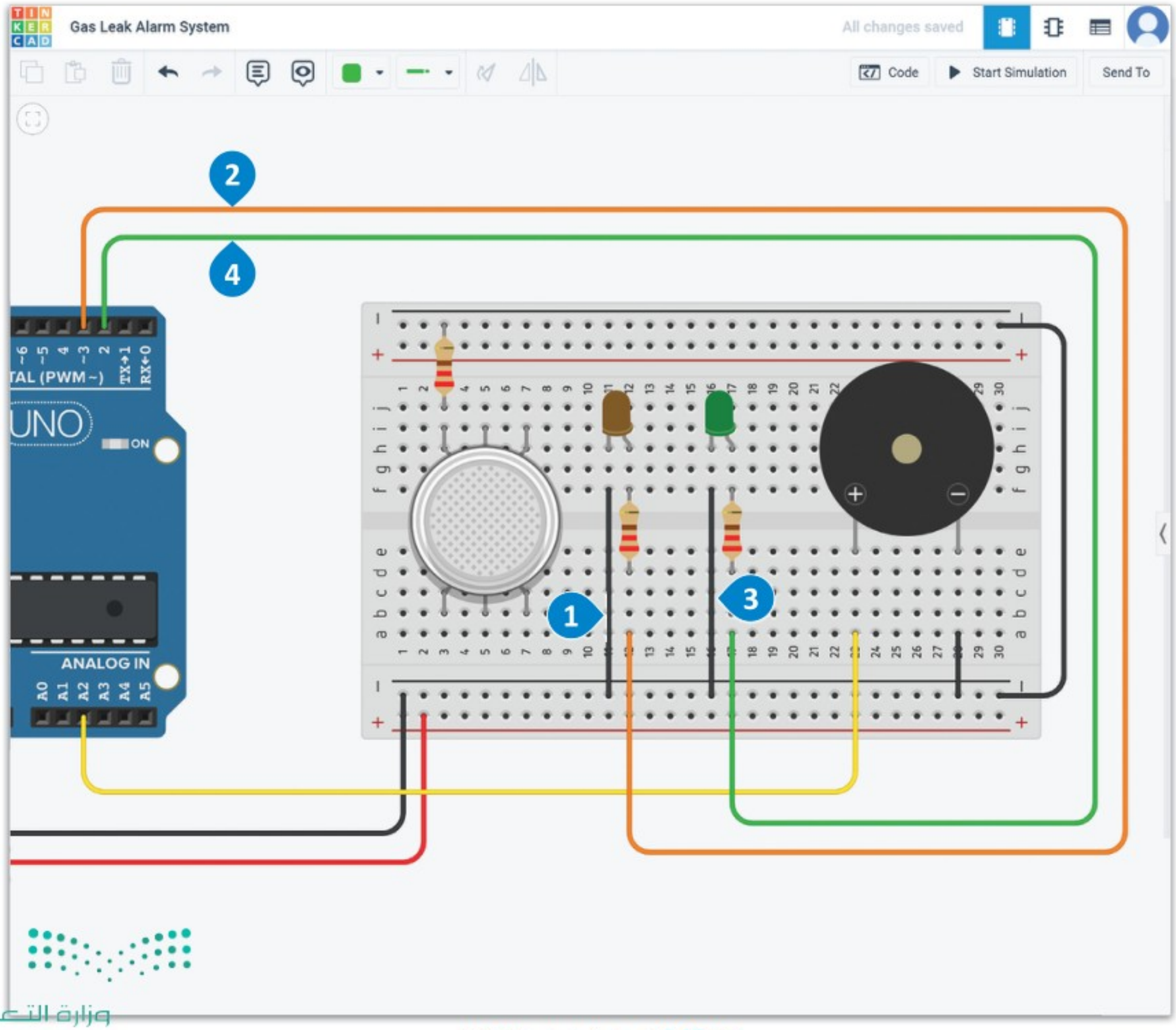
توصيل الدايودات المشعة للضوء:

> قُم بتوصيل مِهبط 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 المِهبط 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



شكل 3.37: توصيل الدايودات المشعة للضوء

في الختام، ستقوم بتوصيل مُستشعر الغاز.

توصيل مُستشعر الغاز:

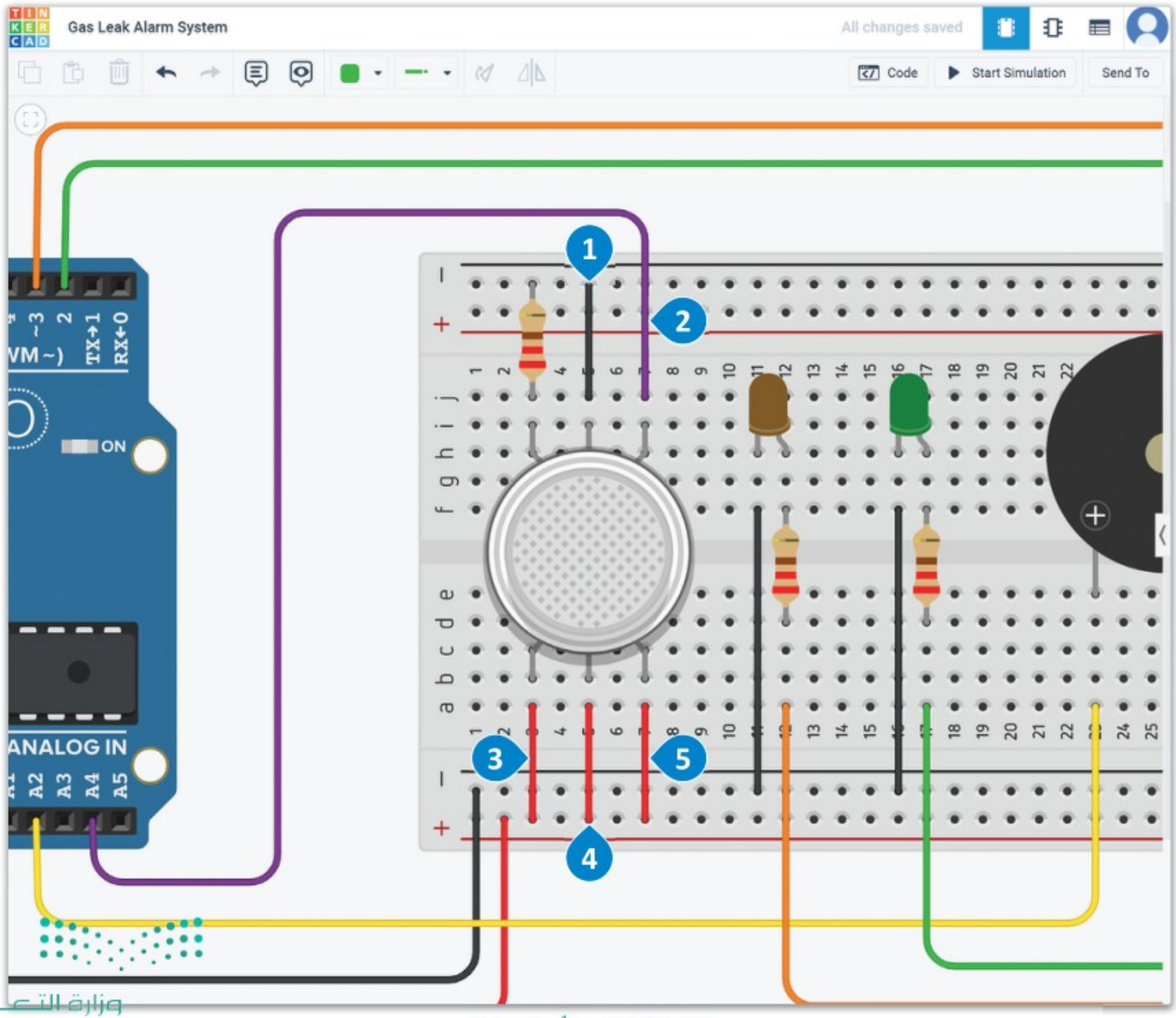
> قُم بتوصيل طرف مُستشعر الغاز H1 بالعمود السالب في Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة) وغيّر لون السلك إلى black (الأسود). 1

> 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

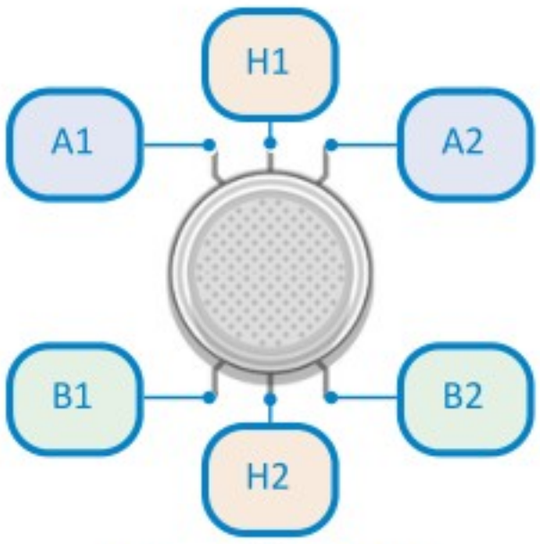
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

كيف يعمل مُستشعر الغاز How the Gas Sensor Works

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

أما الغرض من الأطراف ذات الحرف H فهو تسخين ملف السخان، والذي بدوره يُنشط 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 يتم توصيل أحد أطراف الزوج المستخدم بمصدر الجهد (VCC)، وتوصيل الطرف الآخر بالأرضي من خلال المقاومة، وذلك حتى يُمكن ضبط حساسية المُستشعر. يجب توصيل الأطراف غير المستخدمة بمصدر الجهد (VCC).



شكل 3.39: مُستشعر الغاز

الطنان الكهربائي The Piezo Buzzer

يمكن أن يُنتج الطنان الكهربائي مجموعةً واسعة من نغمات الأصوات وبمدةٍ مختلفة لكل منها.

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

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

جدول 3.3: النغمات الصوتية

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

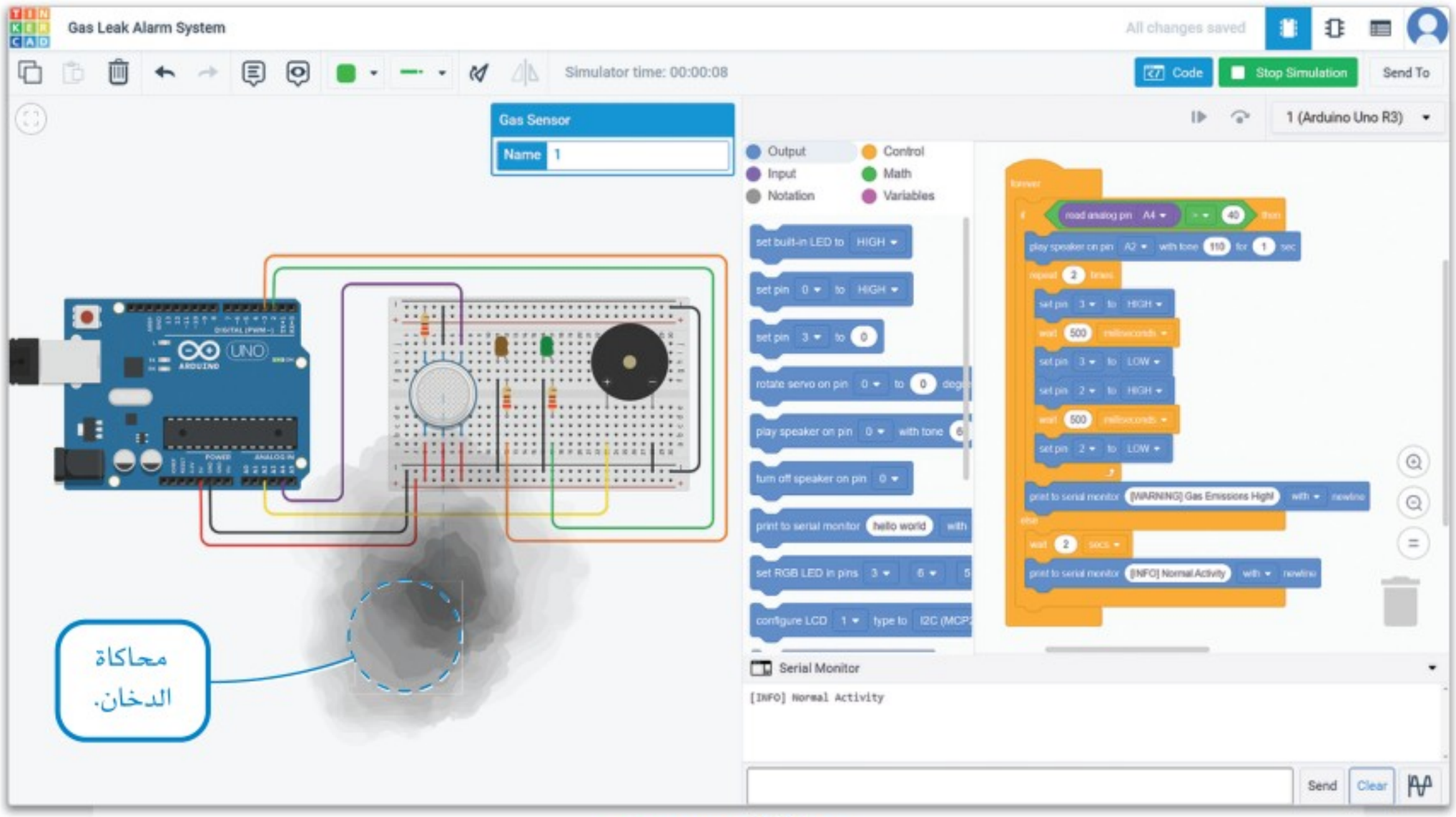
برمجة نظام إنذار تسرب الغاز Gas Leak Alarm System Code

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 مخرجات مُستشعر الغاز للتحقق من وجود خطر حدوث حريق. وإذا تم اكتشاف خطر، فسيتم إصدار صوت إنذار من الطنان الكهربائي مع وميضٍ من الدايودات المشعة للضوء، أما إذا لم يكن الأمر كذلك، فإن البرنامج سينتظر بعض الوقت.

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

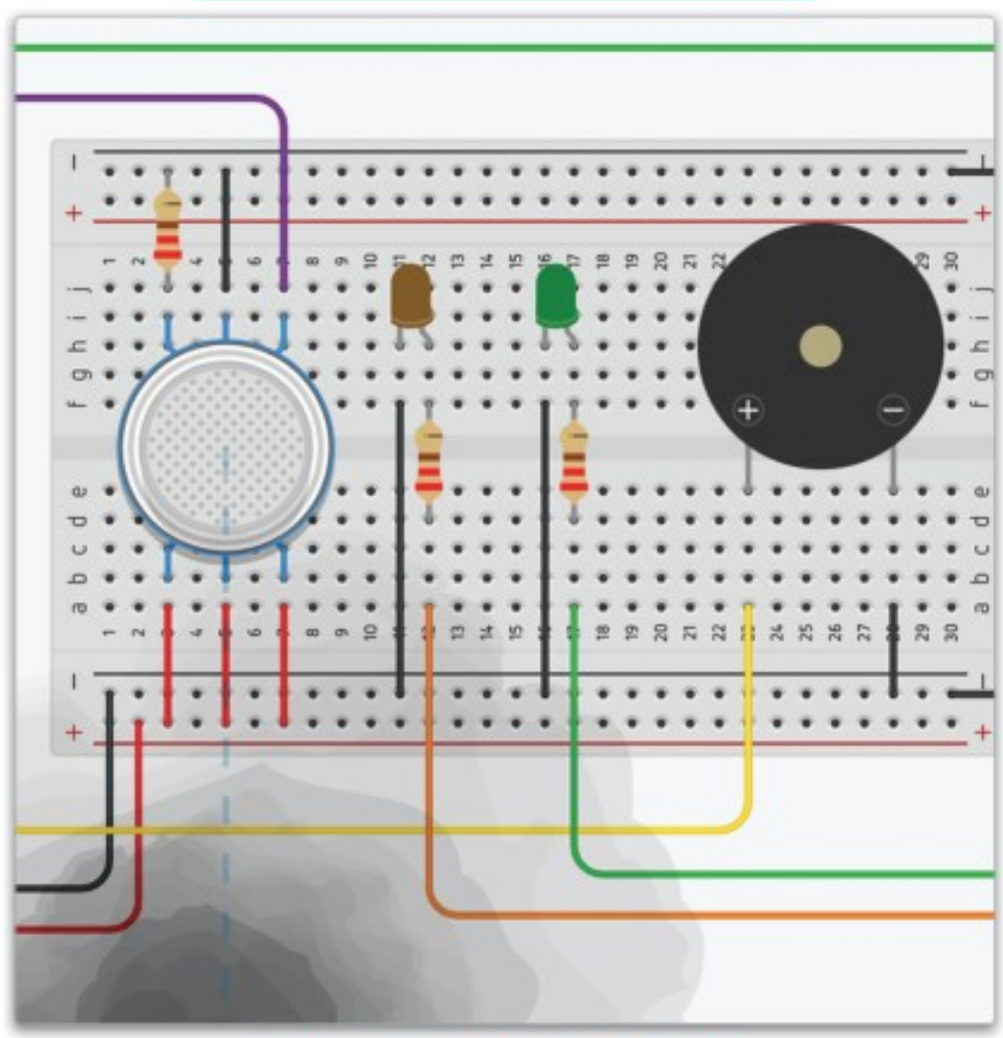
شكل 3.40: برنامج نظام إنذار تسرب الغاز

قم بتشغيل البرنامج لاختباره.



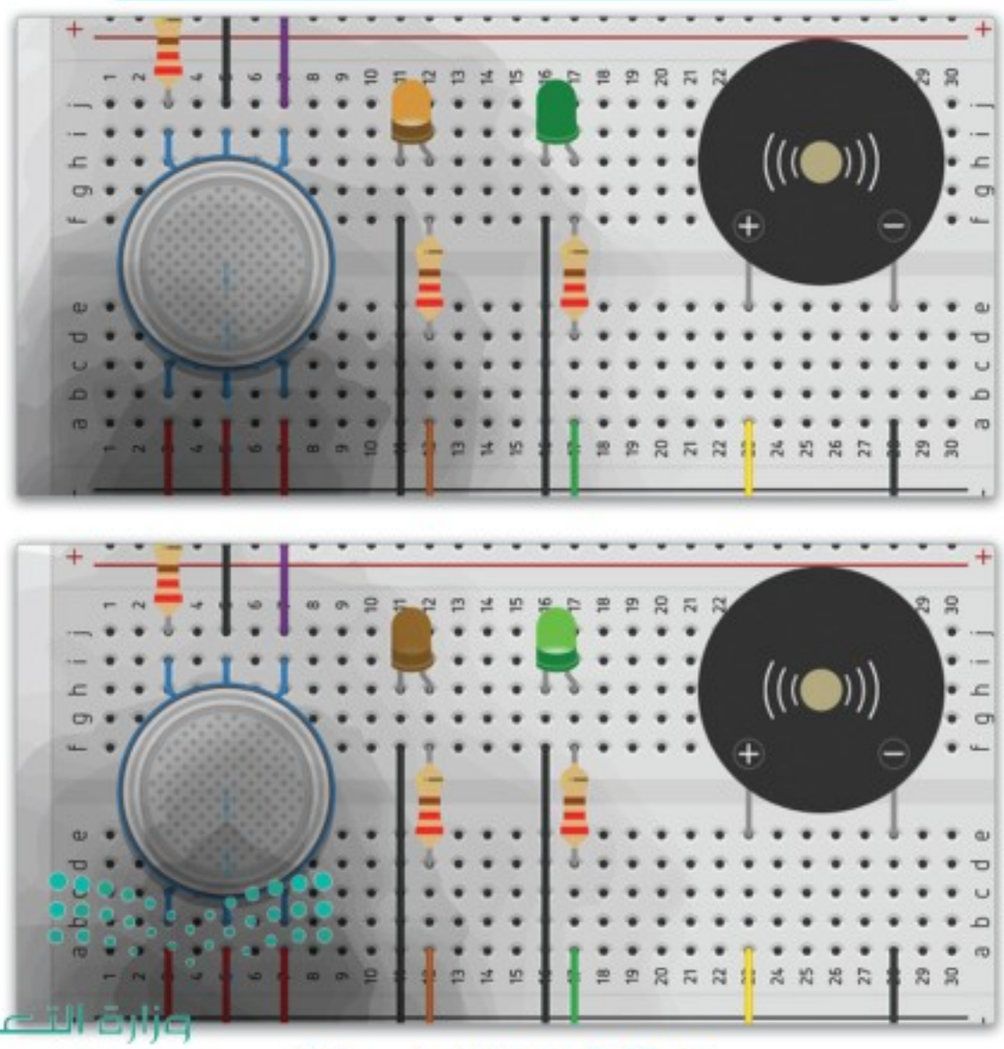
شكل 3.41: تنفيذ البرنامج

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



شكل 3.42: لم يتم اكتشاف تسرب الغاز

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



شكل 3.43: تم اكتشاف تسرب الغاز

تمرينات

1 ابحث في الإنترنت عن أنواعٍ مختلفة لمخاطر الغاز التي يمكن لمُستشعر الغاز اكتشافُها وتحليلها.

اعرض نتائج بحثك أدناه.

2 كيف يُمكن للطنان الكهربائي إصدار نغماتٍ مختلفة كإنذاراتٍ للأنواع المختلفة من المخاطر.

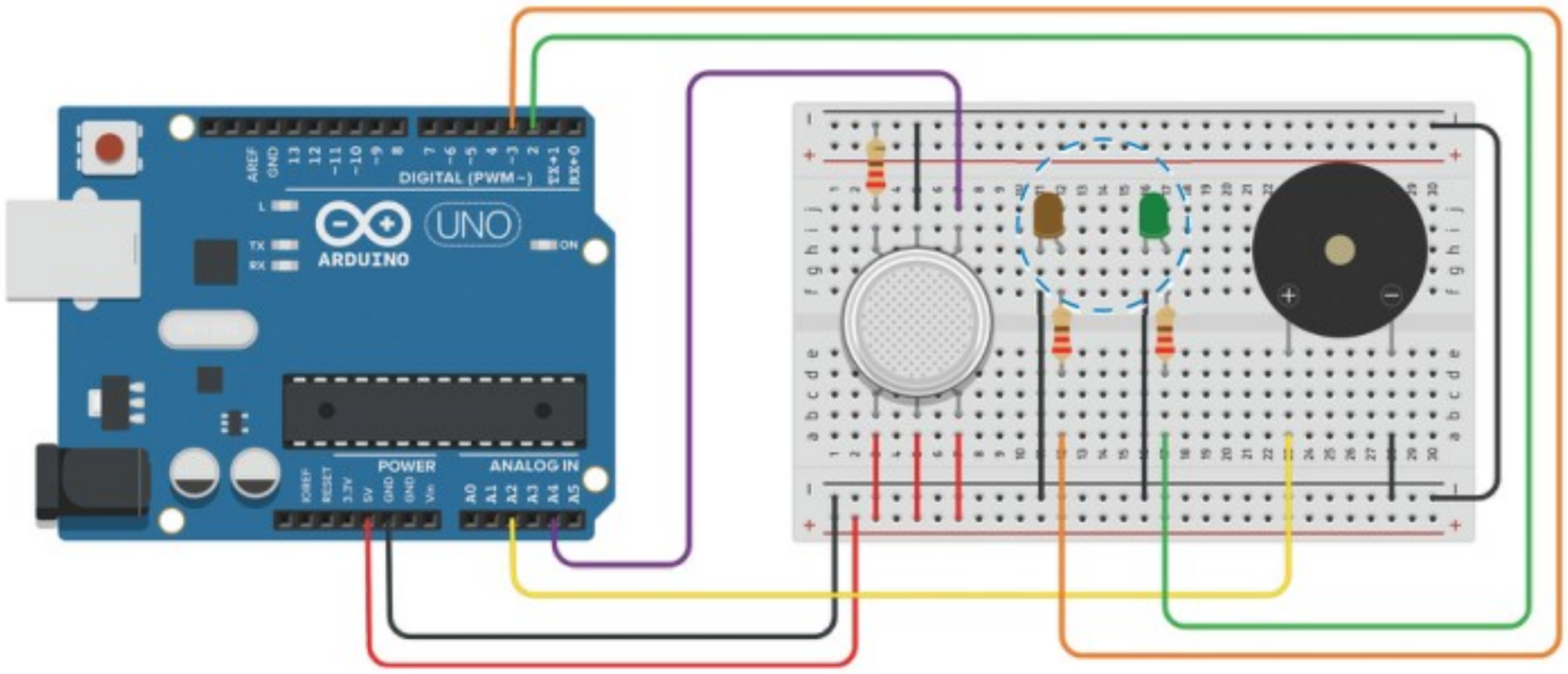
اعرض أفكارك أدناه.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

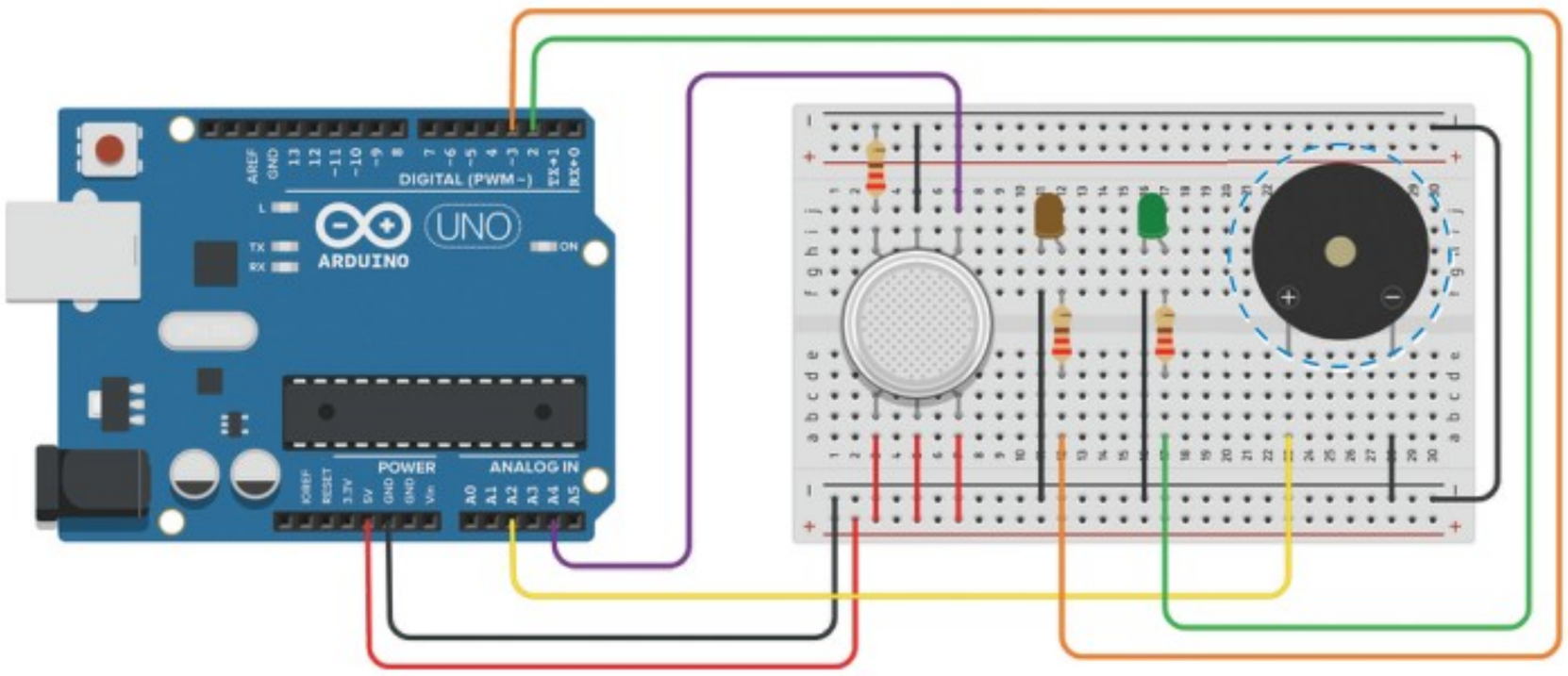
3 صِف الاستخدامات الممكنة للطنان الكهربائي بخلاف نظام الإنذار.

4 يفوق عدد أطراف مُستشعر الغاز والتي يتم توصيلها وربطها بجهاز التحكم الدقيق عدد الأطراف المُستخدمة في المُستشعرات الأخرى. راجع المعلومات والإشارات التي يُصدرها مُستشعر الغاز وعلل سبب اختلافه عن الأنواع الأُخرى من المُستشعرات.

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



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



7 قم بتوسيع الدائرة بحيث يصدر الطنان تحذيرًا إضافيًا عند زيادة قيمة الغاز عن 100.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

المشروع

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

1 صَمِّم ونفِّذ دائرةً في بيئة محاكاة تينكركاد باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق والدايودات المشعة للضوء والمستشعرات لمحاكاة وحدة مراقبة محمية زراعية لإشعار المستخدِم بوجود تغيرات في بيئتها مثل: الحركة، وتغير درجة الحرارة، ورطوبة التربة، ووجود الدخان.

2 استخدم ألوانًا مختلفة للدايودات المشعة للضوء الخاصة بكل مُستشعر لتتيح للمستخدِم تمييز التغير المحدد.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ماذا تعلمت

- التعرف على مكونات جهاز التحكم الدقيق وبرمجته.
- قياس البيانات التي تم جمعها من مُستشعرات الإدخال المختلفة.
- فهم كيفية عمل بيانات المُستشعرات والخوارزميات معًا في البرمجة.
- استخدام تنبيهات التشغيل والاستجابات الآلية.
- تصميم دوائر إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق في بيئة محاكاة تينكركاد.
- برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق باستخدام لغة لبِنات التعليمات البرمجية في بيئة محاكاة تينكركاد.

المصطلحات الرئيسة

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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 بايثون.

أهداف التعلم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

> يستخدم بايثون لبرمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق مع بروتوكول PyFirmata.

> يصمم دائرة لتطبيق إنترنت الأشياء باستخدام جهاز تحكم الأردوينو الدقيق.

> يراقب البيئة المحيطة ويجمع بيانات المُستشعر في الزمن الفعلي.

> يستخدم خدمة الويب لإرسال بيانات مُجمعة إلى منصة سحابية.

> يراقب بيئة بعيدة من خلال بيانات على مِنصة سحابية.

> يتعرّف على طريقة توظيف بيانات المستشعر والبيانات السحابية في اتخاذ قرارات وفق تلك البيانات المُجمّعة.

> يتعرّف على طريقة توسيع نطاق تطبيقات إنترنت الأشياء لتشمل حلول معقدة.

الأدوات

> بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو (Arduino IDE)

> أداة جيت برينز باي تشارم (JetBrains PyCharm)

> مَنصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

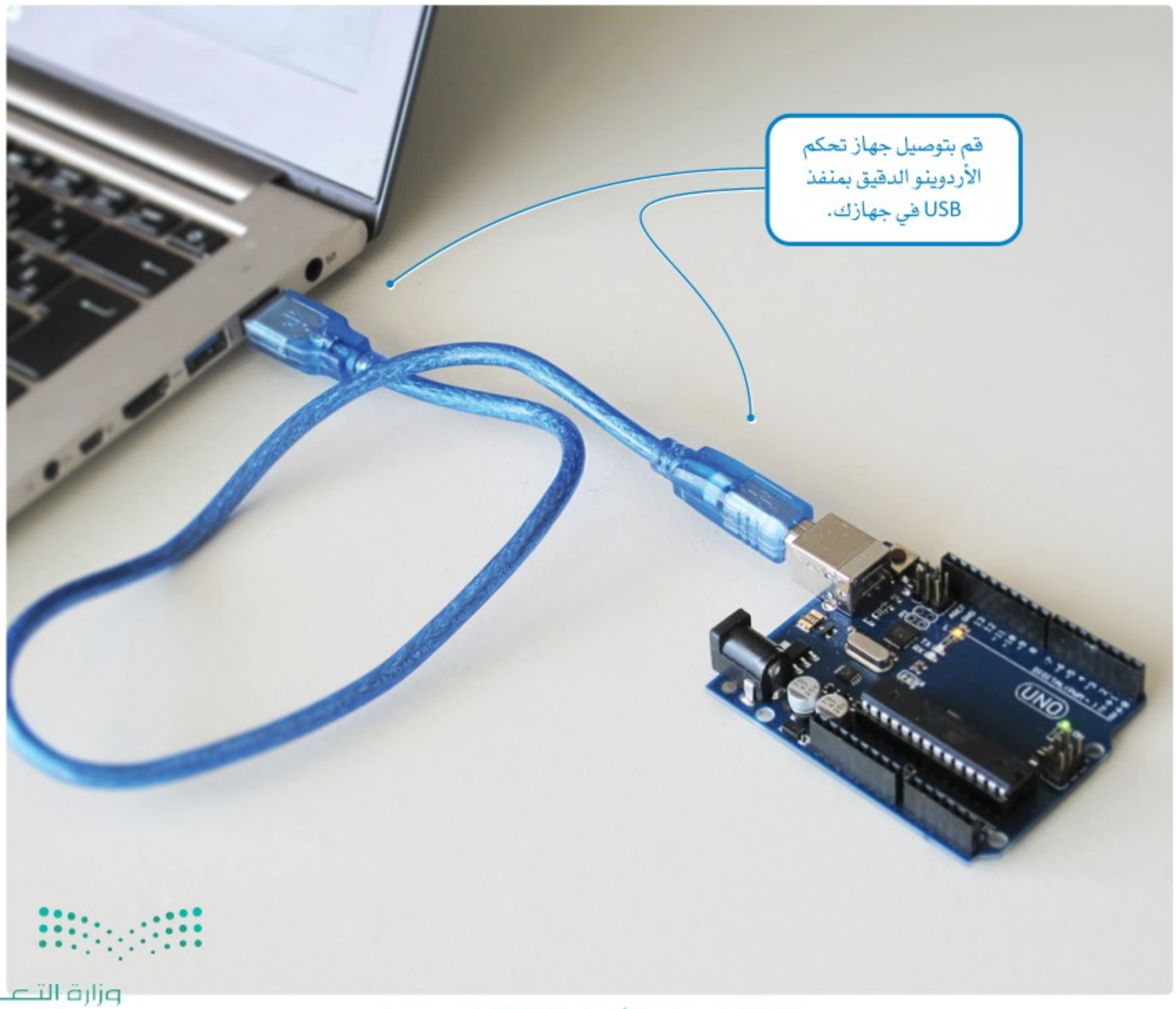
www.ien.edu.sa

الدرس الأول

إعداد بيئة تطوير الأردوينو

استخدام لغة بايثون في برمجة لوحة الأردوينو Using Python with Arduino

تعتبر لغة ++C بمثابة لغة البرمجة الرسمية لجهاز تحكم الأردوينو الدقيق، ولكن يُمكن استخدام لغةٍ أخرى مثل بايثون لبرمجته وذلك من خلال بروتوكول **Firmata**. تُعدُّ بايثون لغة برمجة عالية المستوى، وتكمُن 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 بايثون مع مكتبة **PyFirmata**، والتي تُشكِّلُ واجهة بروتوكول **Firmata**.



شكل 4.1: توصيل لوحة الأردوينو بِمنفذ USB للحاسب المحمول

تُعدُّ **بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو** (Arduino IDE) بمثابة مُحرر نصي صُمم خصيصًا لأجهزة التحكم الدقيقة في الأردوينو، وتُزوَّد هذه البيئة بأدوات إضافية للتفاعل مع الأردوينو، وتحتوي على برامج مُعدّة مُسبقًا لِأداء مهامٍ 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 بايثون. يمكنك العثور على **بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو** (Arduino IDE) بواسطة أيقونة البحث في حاسوبك.

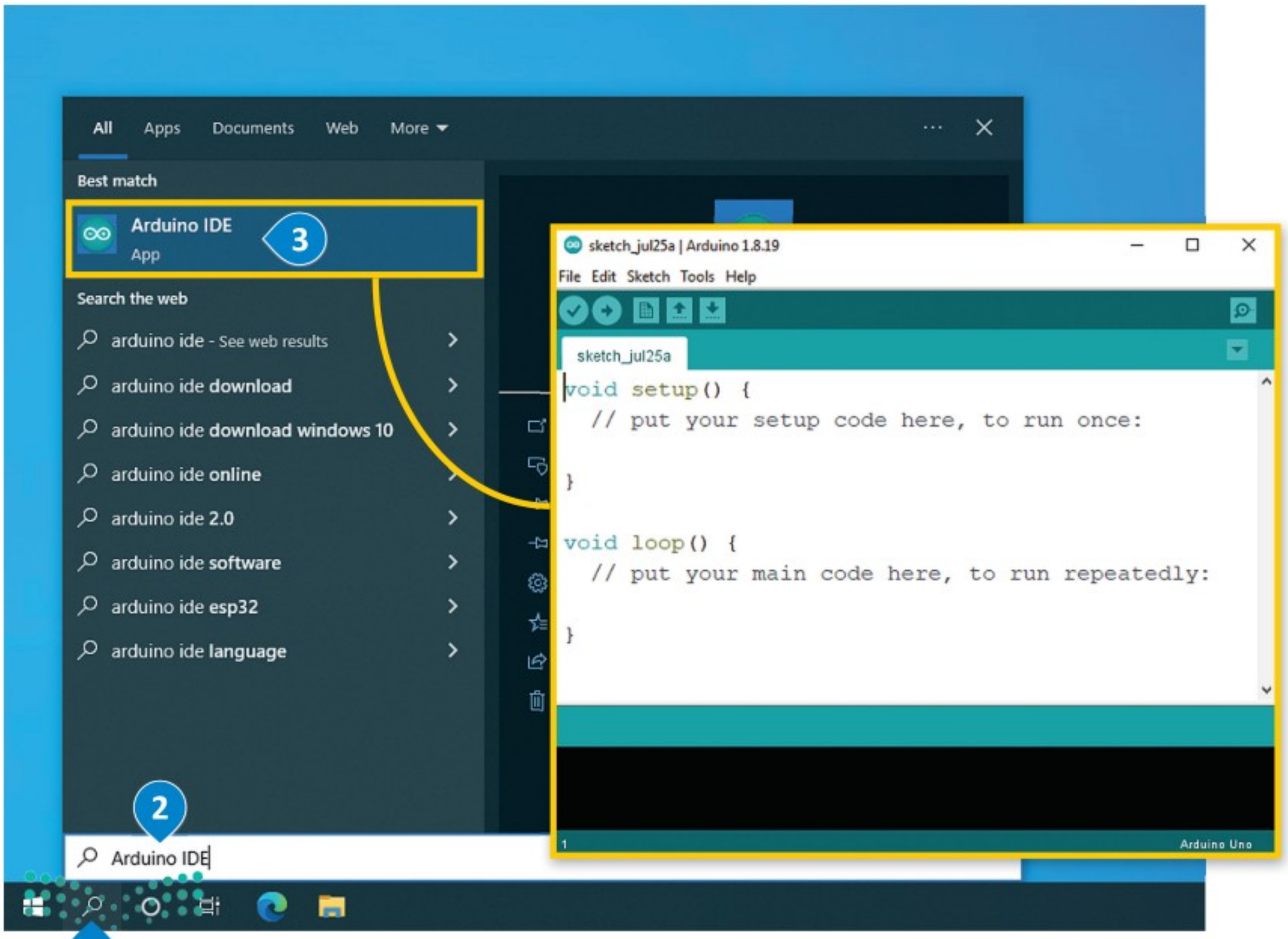
تحميل StandardFirmata:

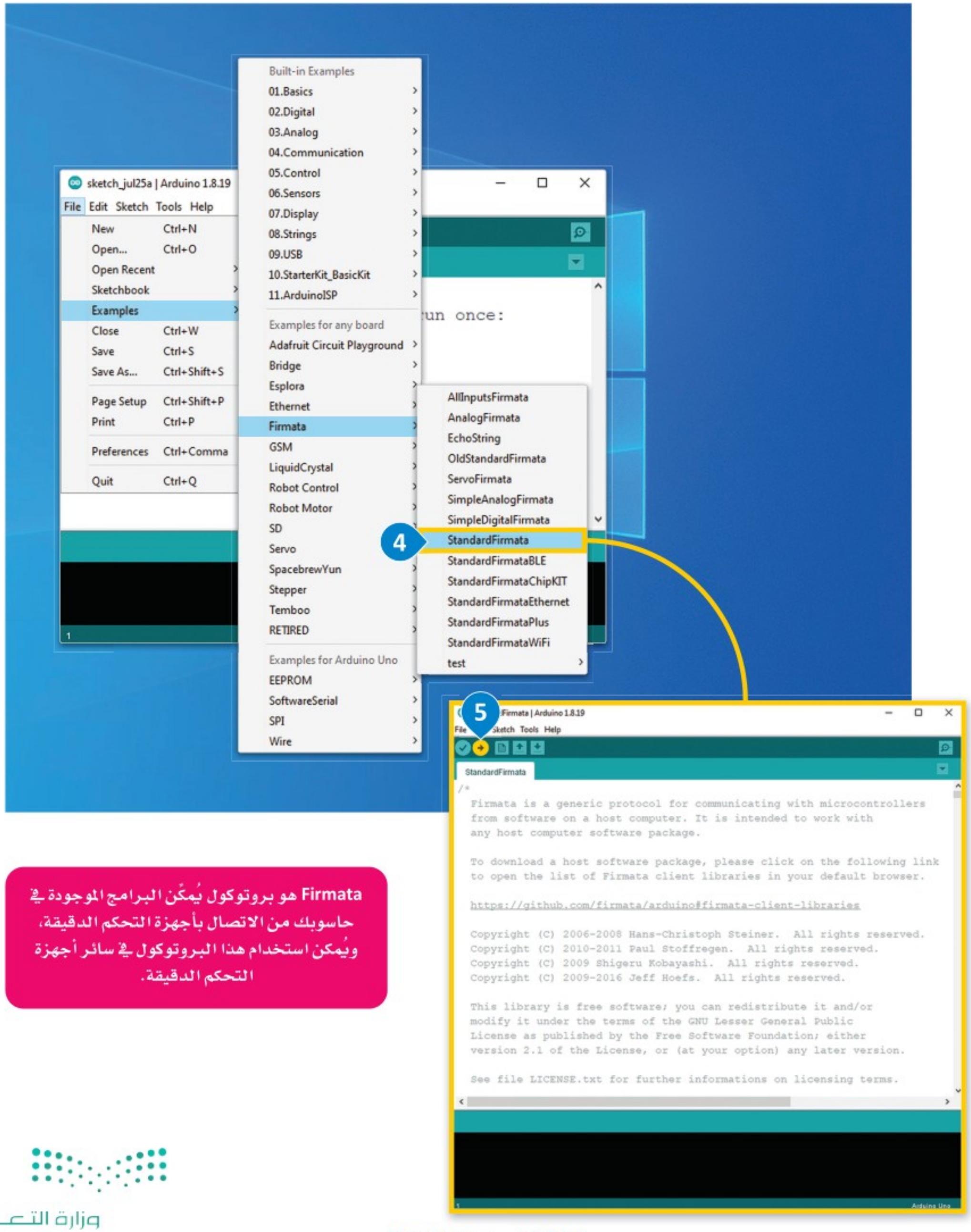
> اضغط على أيقونة البحث في ويندوز (1) واكتب Arduino IDE. (2)

> افتح Arduino IDE (بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو). (3)

> حمّل StandardFirmata في Arduino IDE (بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو) بالضغط على File (ملف) > Examples (أمثلة) > Firmata > StandardFirmata. (4)

> قم بتحميل المكتبة إلى الأردوينو. (5)

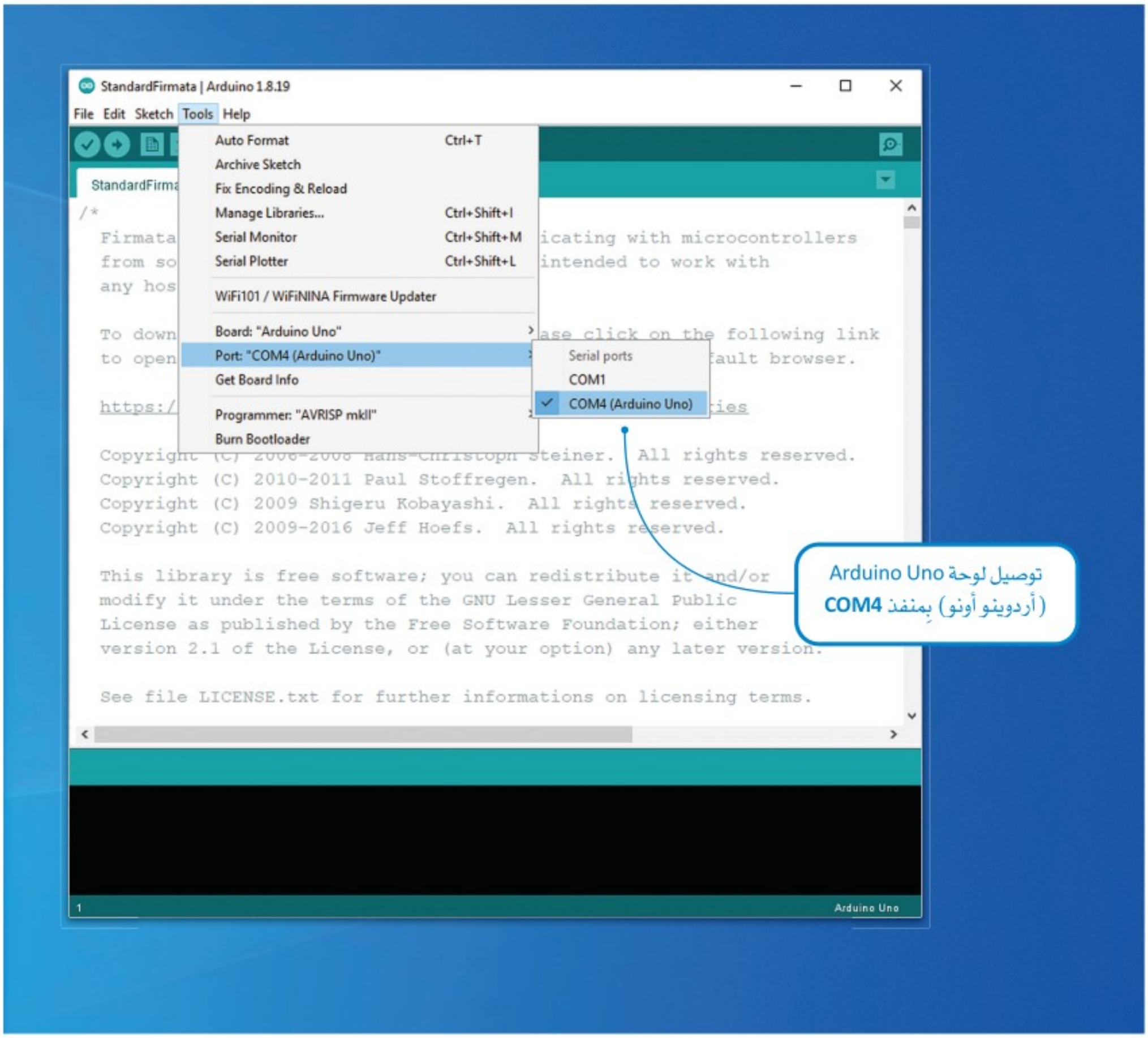




شكل 4.2: تحميل مكتبة Firmata

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

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. تم تعيين مَنفذ الاتصال في هذا المثال إلى COM4. قد يختلف المنفذ في حاسوبك، فعلى سبيل المثال قد يكون COM3 أو COM5. تذكَّر أن تُدوِّن مَنفذ الاتصال، حيث ستستخدمه في برنامج بايثون للاتصال بلوحة الأردوينو.



شكل 4.3: عرض منفذ اتصال الأردوينو

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

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

شكل 4.4: برمجة الأردوينو في البايثون من خلال pyfirmata

افتح **باي تشارم** (PyCharm) وقم بتثبيت حِزمة pyfirmata من خلال نظام مدير الحِزَم (pip). في باي تشارم، افتح الواجهة **الطرفية** (Terminal) في مُجلد عملك، وقُم بإدخال الأمر التالي:

```
pip install pyfirmata
```

أنشئ ملف بايثون جديد، وفي بداية تعليماتك البرمجية، استدعِ حِزمة pyfirmata البرمجية بالسطر البرمجي أدناه:

```
import pyfirmata
```

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

```
communication_port = "COM4"
```

استخدم الأوامر التالية 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
```

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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تبدأ كافة برامج بايثون 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
```

يتم تشغيل 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 بايثون من خلال pyfirmata

التعامل مع PyFirmata Working with PyFirmata

الوظائف الرئيسة التي تحتاج إلى تنفيذها في بايثون بواسطة PyFirmata هي قراءة وكتابة القيم لكافة الأطراف التناظرية والرقمية لجهاز تحكم الأردوينو الدقيق. يتم تنفيذ الإجراء أعلاه في pyfirmata بواسطة الدالة board.get_pin()، والتي تَستقبل **مُعامِلات** (Parameters) مُكونة من ثلاثة أحرف تفصل بينَ كلٍّ منهما نقطتان رأسيتان.

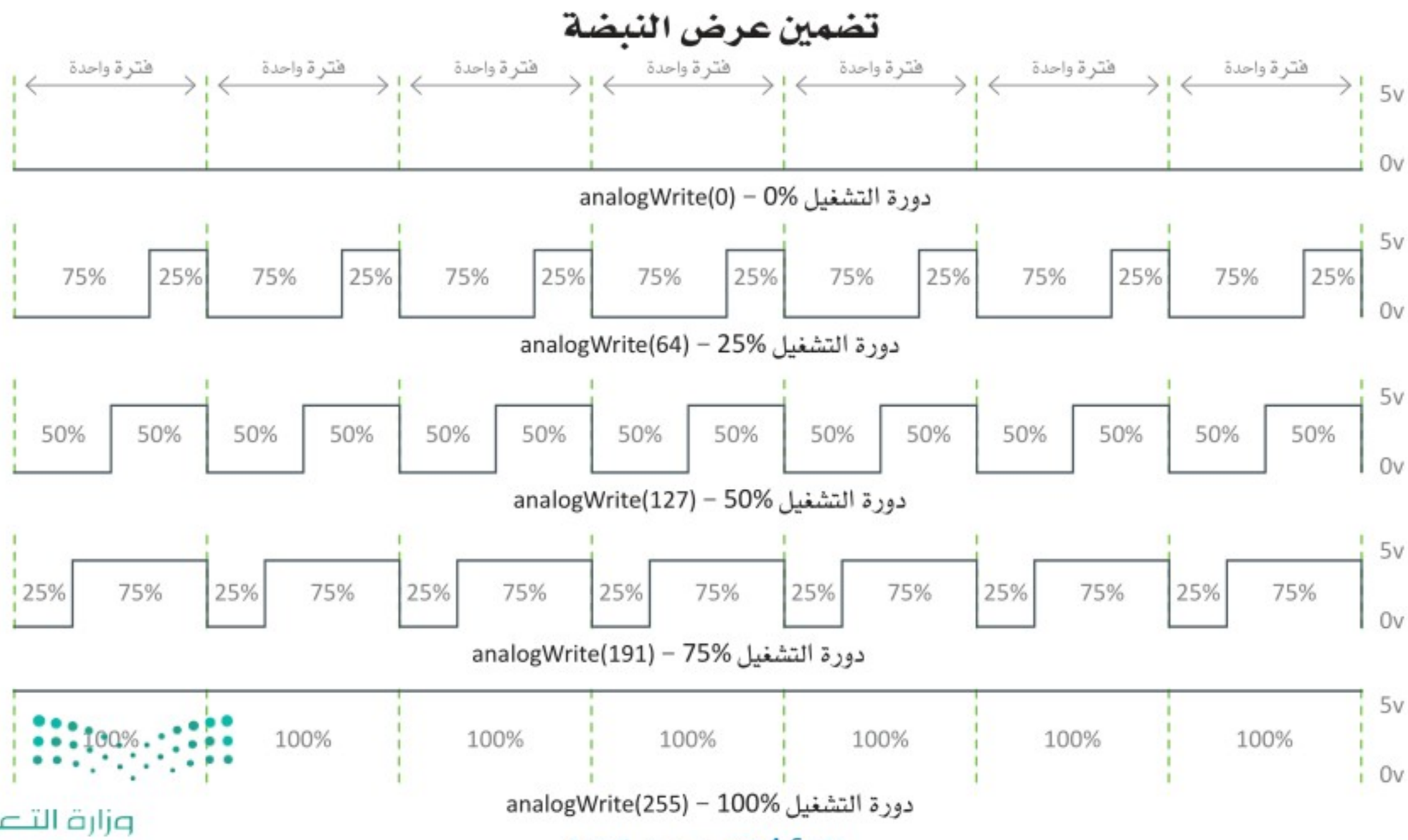
المُعامِل الأول هو "a" أو "d" ويعني طرف **تناظري** (analog) أو **رقمي** (digital).

- المُعامِل الثاني هو رقم الطَرف 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.



شكل 4.6: تضمين عرض النبضة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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

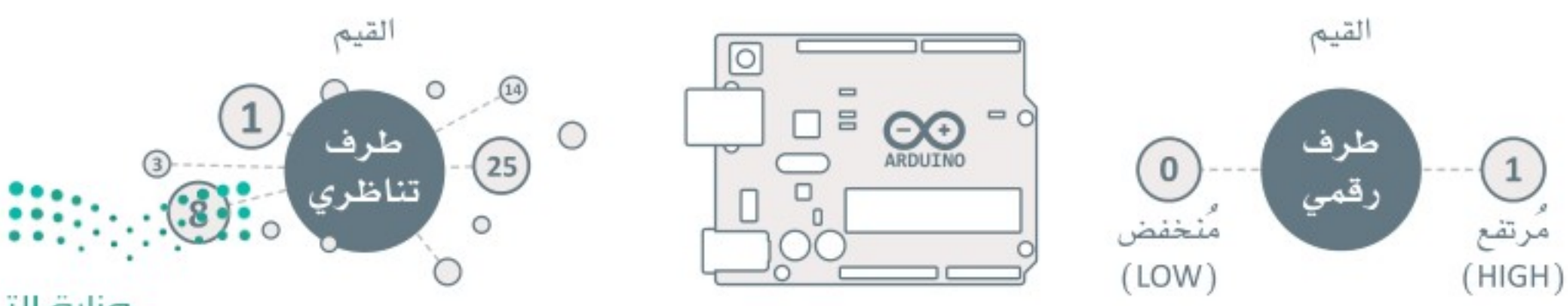
قراءة قيمة من **الطرف التناظري 4** (analog pin 4).

```
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 قِيمًا مختلفة ليعمل بصورة صحيحة.



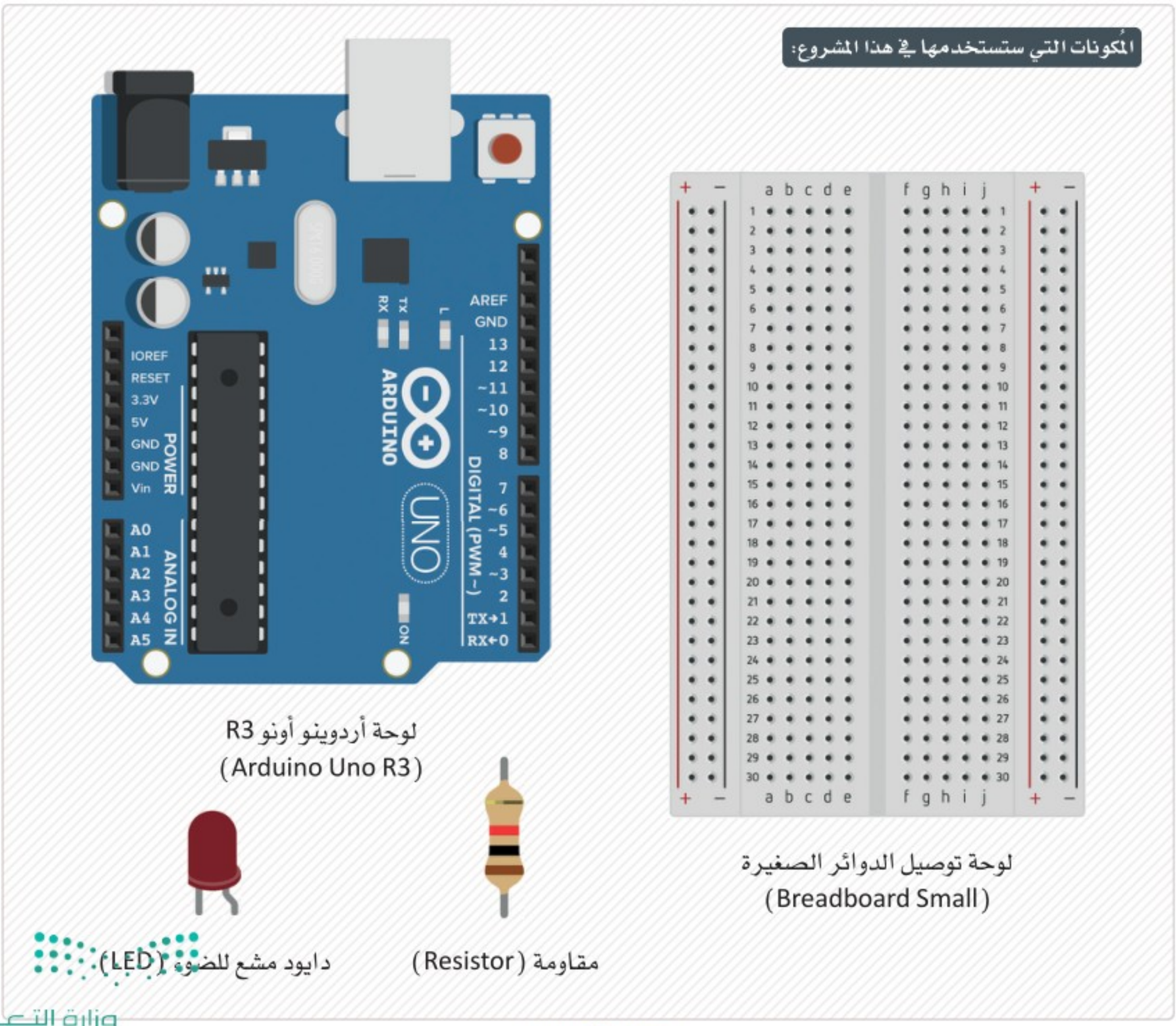
شكل 4.7: الاختلاف بين قراءة البيانات من الأطراف الرقمية والأطراف التناظرية

مشروع أردوينو مُبسط مع PyFirmata

A Simple Arduino Project with PyFirmata

لكي تتعرف على طريقة استخدام مكتبة PyFirmata، ستُنشئ مشروع أردوينو مُبسط يستخدم دايودًا خارجيًا مشعًا للضوء، بالإضافة إلى طرف الدايود المشع للضوء المُدمج في الأردوينو. ستستخدم بايثون لبرمجة كُل دايود مشع للضوء ليومض بالتناوب. ستنشئ أولًا محاكاة للدائرة في **دوائر تينكركاد** (Tinkercad Circuits)، وستحتاج في هذا المشروع إلى المكونات التالية:

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



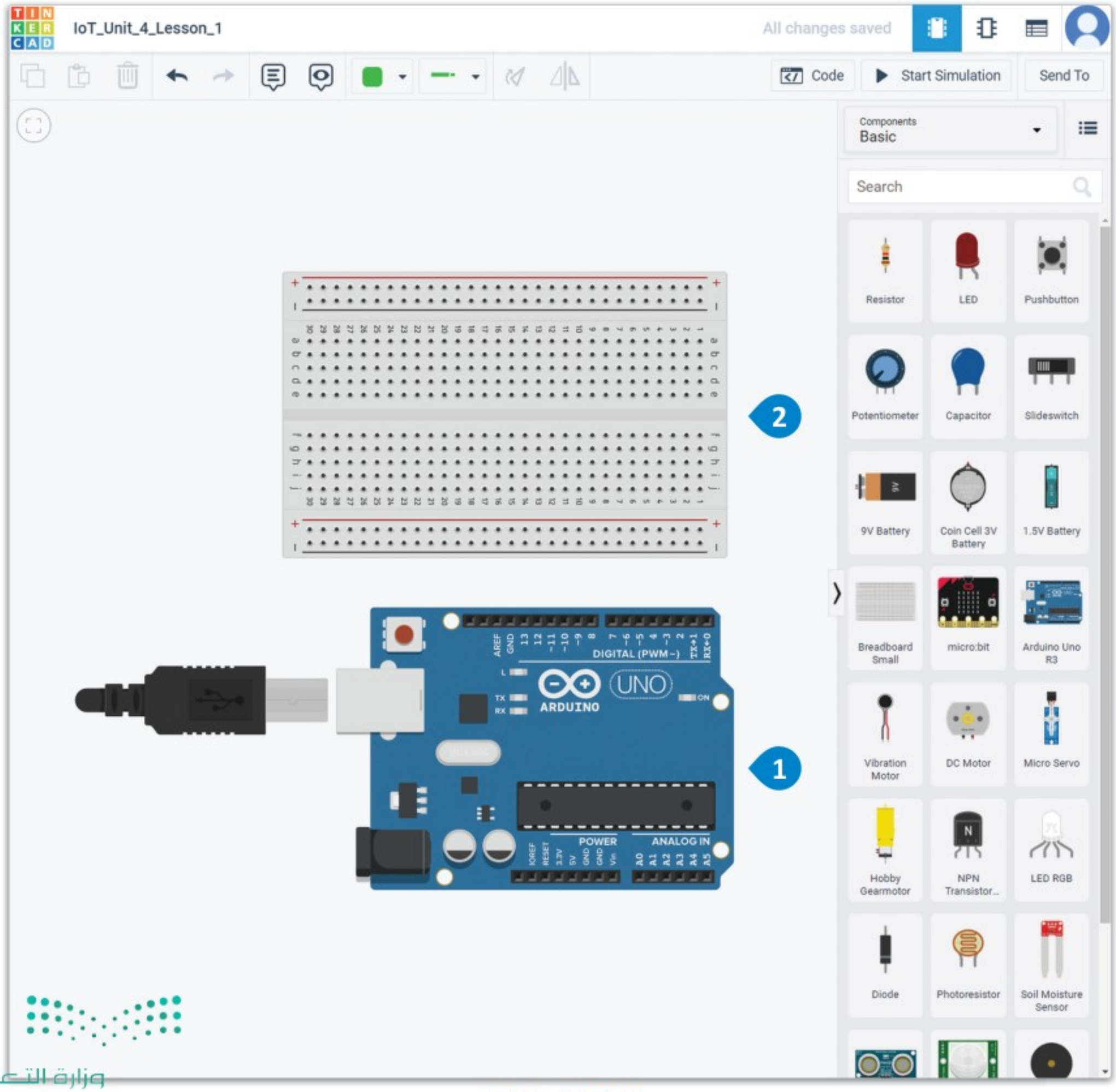
شكل 4.8: مُكونات المشروع

ابدأ بوضع المكونات المطلوبة في مساحة عمل محاكي دوائر تينكركاد.

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



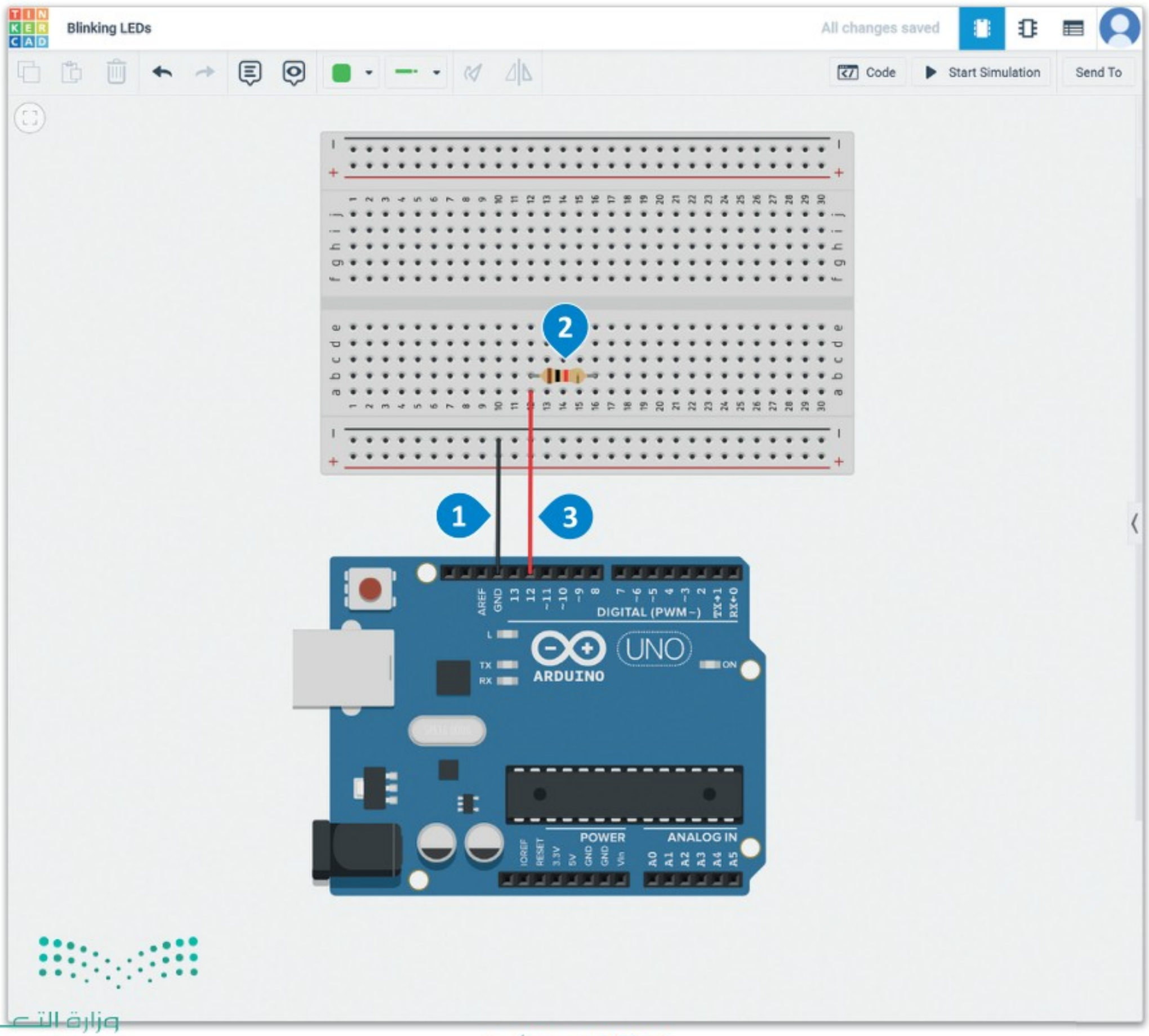
شكل 4.9: تحميل المكونات

ستكمل الآن توصيل الأردوينو بدايود خارجي مشع للضوء.

توصيل الأردوينو:

> وصّل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالعمود السالب من Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة)، وغيِّر 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 وغيِّر لون السلك إلى red (الأحمر). 3



شكل 4.10: توصيل الأردوينو

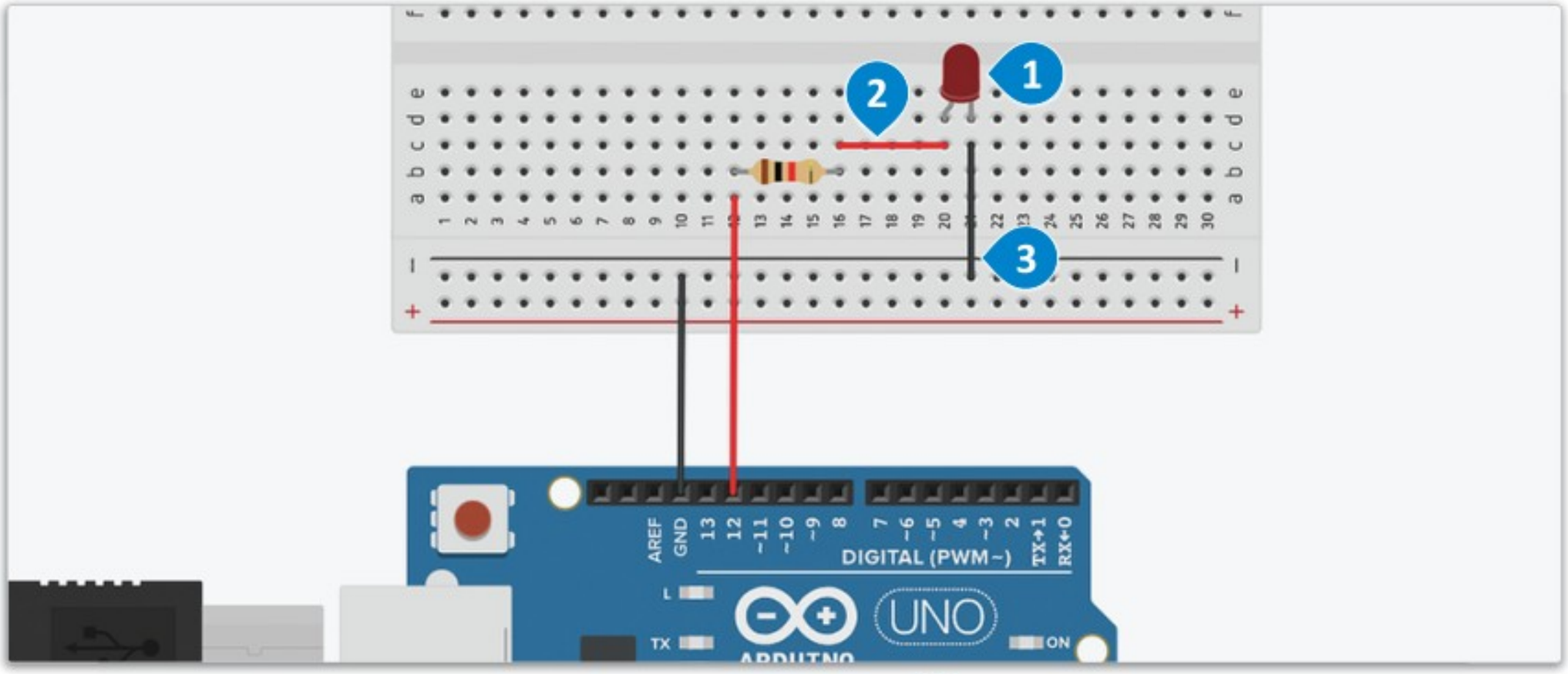
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

توصيل الدايود المشع للضوء:

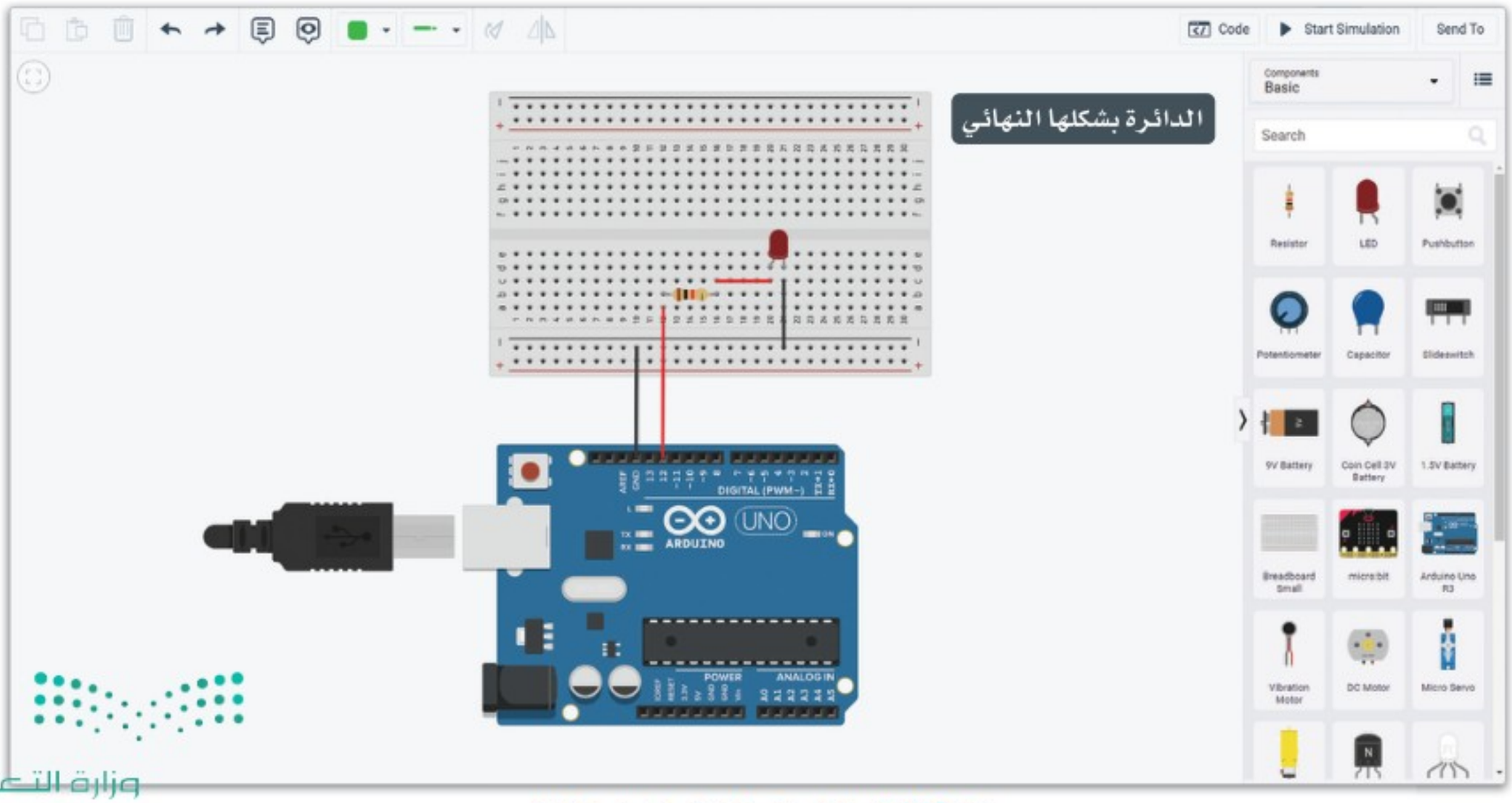
> ابحث عن LED (الدايود المشع للضوء) من مكتبة Components (المكونات)، وضعه على Breadboard Small (لوحة توصيل الدوائر الصغيرة). 1

> 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



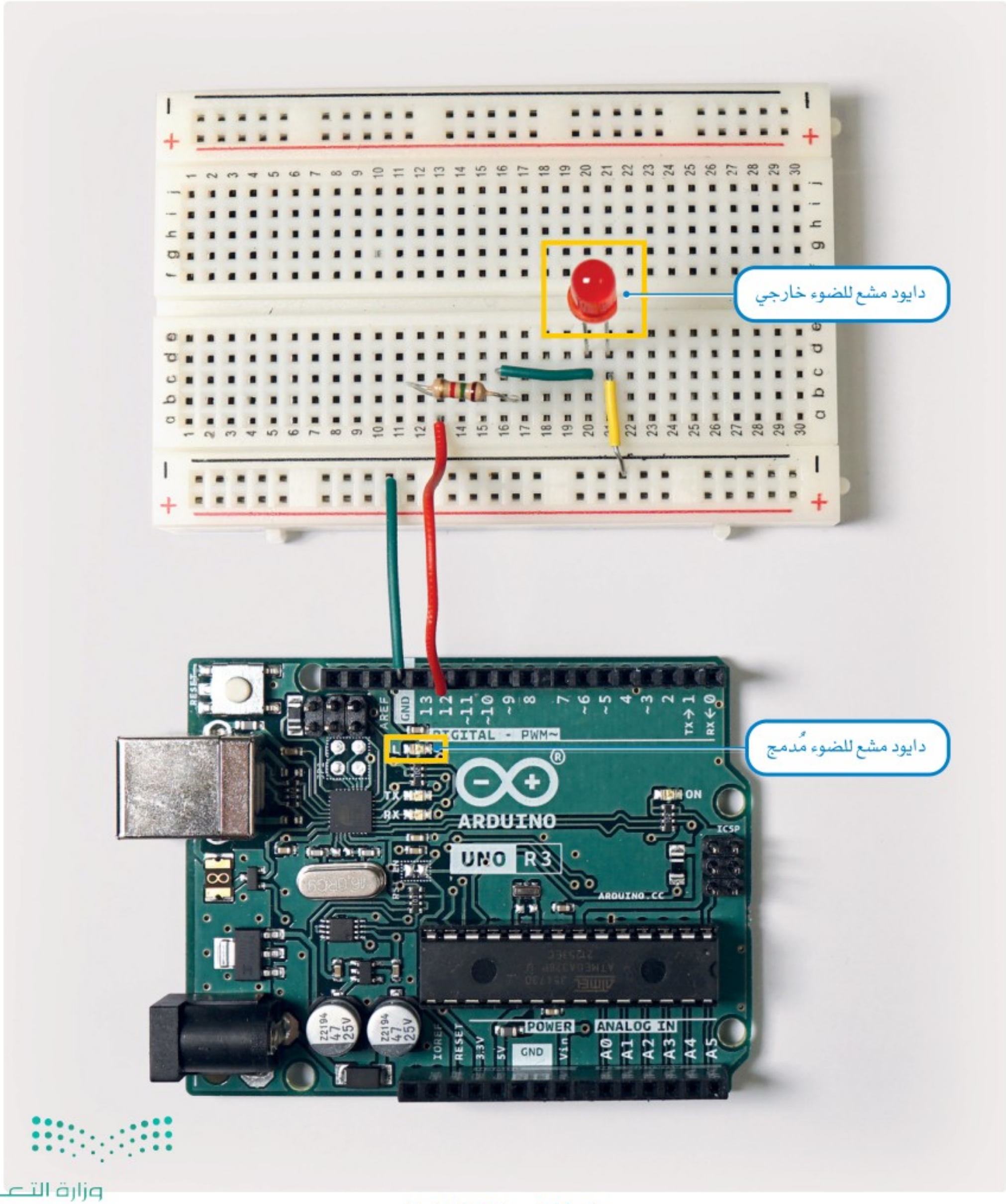
شكل 4.11: توصيل الدايود المشع للضوء الخارجي



شكل 4.12: الدائرة بشكلها النهائي في دوائر تينكركاد

التركيب الفعلي للدائرة 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 ليومضا واحدًا تلو الآخر، وذلك بفارق زمني ثانية واحدة. يتم توصيل الدايود المشع للضوء المُدمج في الأردوينو بالطرف الرقمي 13، ويتم توصيل الدايود المشع للضوء الخارجي بالطرف الرقمي 12. ثم بواسطة تكرار لانهائي ستُرسل إشارة مُرتفعة (1) HIGH إلى الدايود المشع للضوء الذي سيومض، وإشارة مُنخفضة (0) LOW إلى الدايود المشع للضوء الآخر. سيتم عكس الإشارات بعد ثانيةٍ واحدة.

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

```
import pyfirmata
import time
```

قم بإعداد منفذ الاتصال.

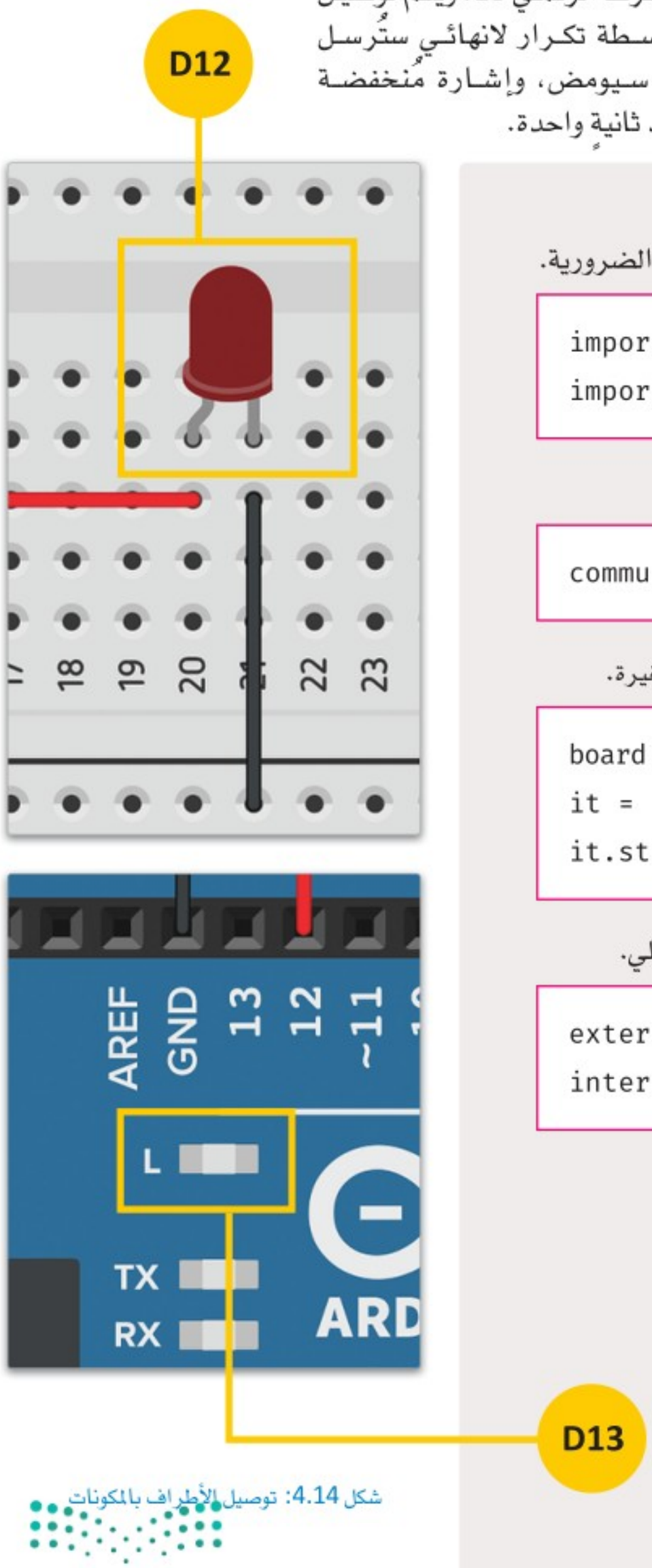
```
communication_port = 'COM4'
```

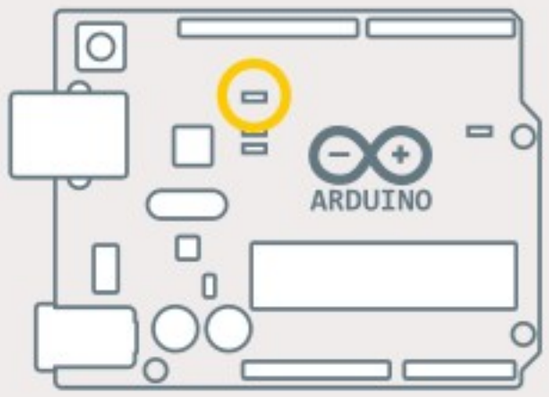
قم بإعداد الاتصال بين PyFirmata ولوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

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

عيِّن الأطراف الخاصة بالدايود المشع للضوء الخارجي والداخلي.

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

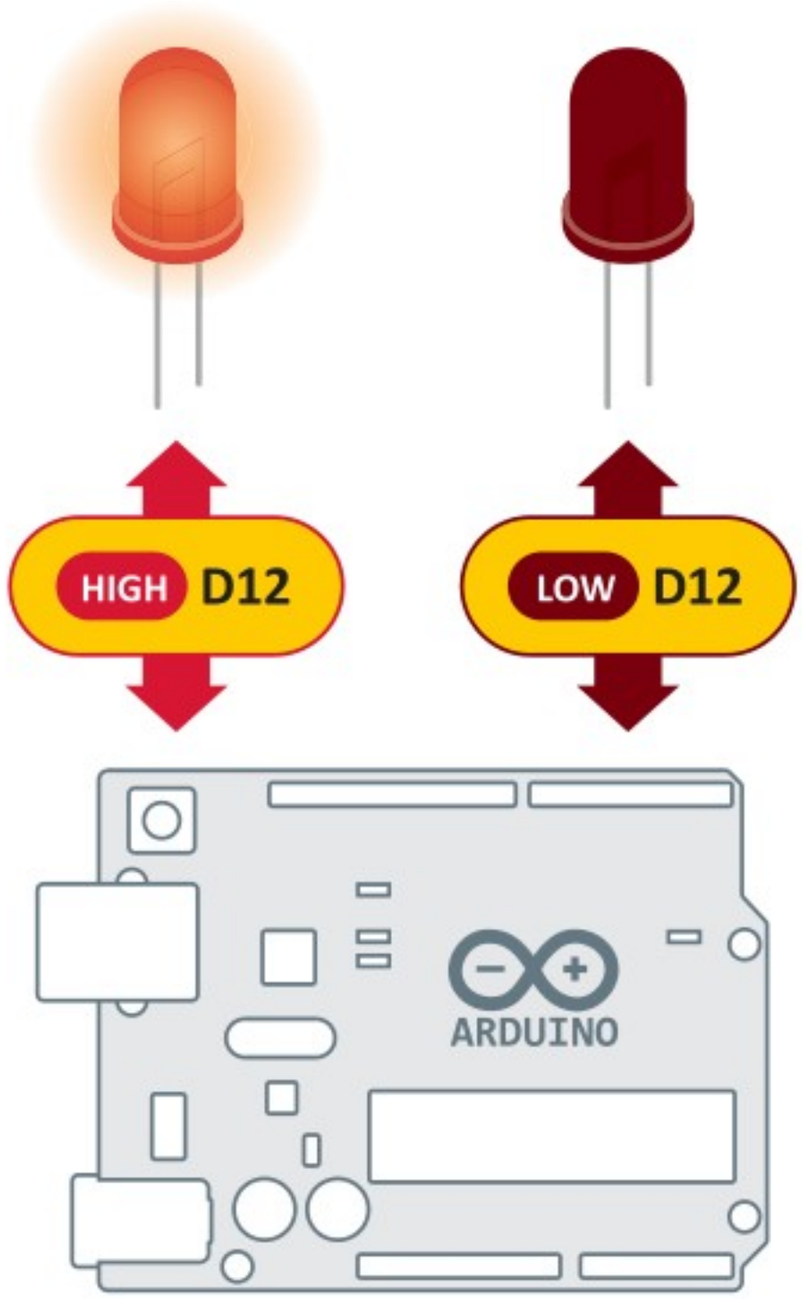




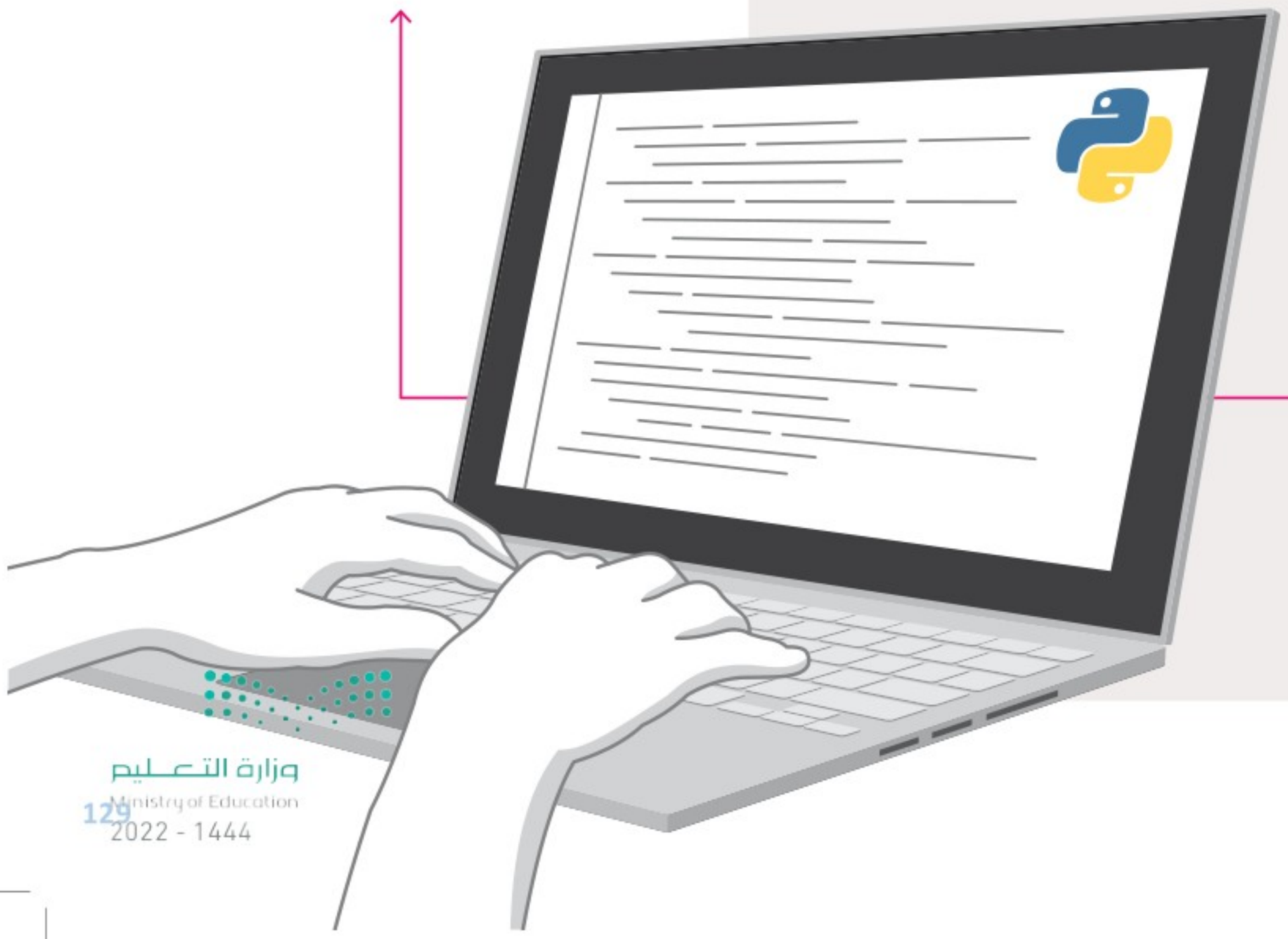
شكل 4.14: توصيل الأطراف بالمكونات

كتابة 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)
```



شكل 4.15: إرسال إشارة رقمية من الأردوينو إلى الأطراف



وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

البرنامج الكامل 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)
```

شكل 4.16: وميض الدايودات المشعة للضوء بالتناوب

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تمرينات

1

حدد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يمكن برمجة جهاز تحكم الأردوينو الدقيق بواسطة لغة C++ فقط.	○	○
2. يعتبر بروتوكول Firmata أحد بروتوكولات التشفير.	○	○
3. يتم توظيف مكتبة PyFirmata باستخدام لغة البايثون فقط.	○	○
4. لإنشاء اتصال بين الأردوينو والحاسب، ستحتاج إلى تحميل مكتبة ServoFirmata.	○	○
5. تتعرف برمجة PyFirmata تلقائيًا 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 الدايود 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 تم تركيب المكونات بشكل غير صحيح على اللوحة، فيمكن نقلها ببساطة إلى مكانها الصحيح على اللوحة.	○	○

2 صِفْ عمليّة إعداد بيئة تطوير الأردوينو، واذكر بيئات البرامج والأجهزة المطلوبة؟

3 ما هي مزايا برمجة الأردوينو بواسطة بايثون؟ علل إجابتك.

4 ما هي سلبيات التعامل مع بروتوكول Firmata ومكتبة PyFirmata معًا؟

5 ما وظيفة التعليمات البرمجية التالية؟

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

6 اذكر مثالين على مُستشعرات أو مُشغّلات تعمل بصورة أفضل مع الإشارات الرقمية، ومثالين آخرين على مُستشعرات تعمل بصورة أفضل مع الإشارات التناظرية، آخذًا في اعتبارك المستشعرات والمشغلات التي تعلمتها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

برمجة الأردوينو في البايثون

مشروع الحديقة الذكيّة بالأردوينو

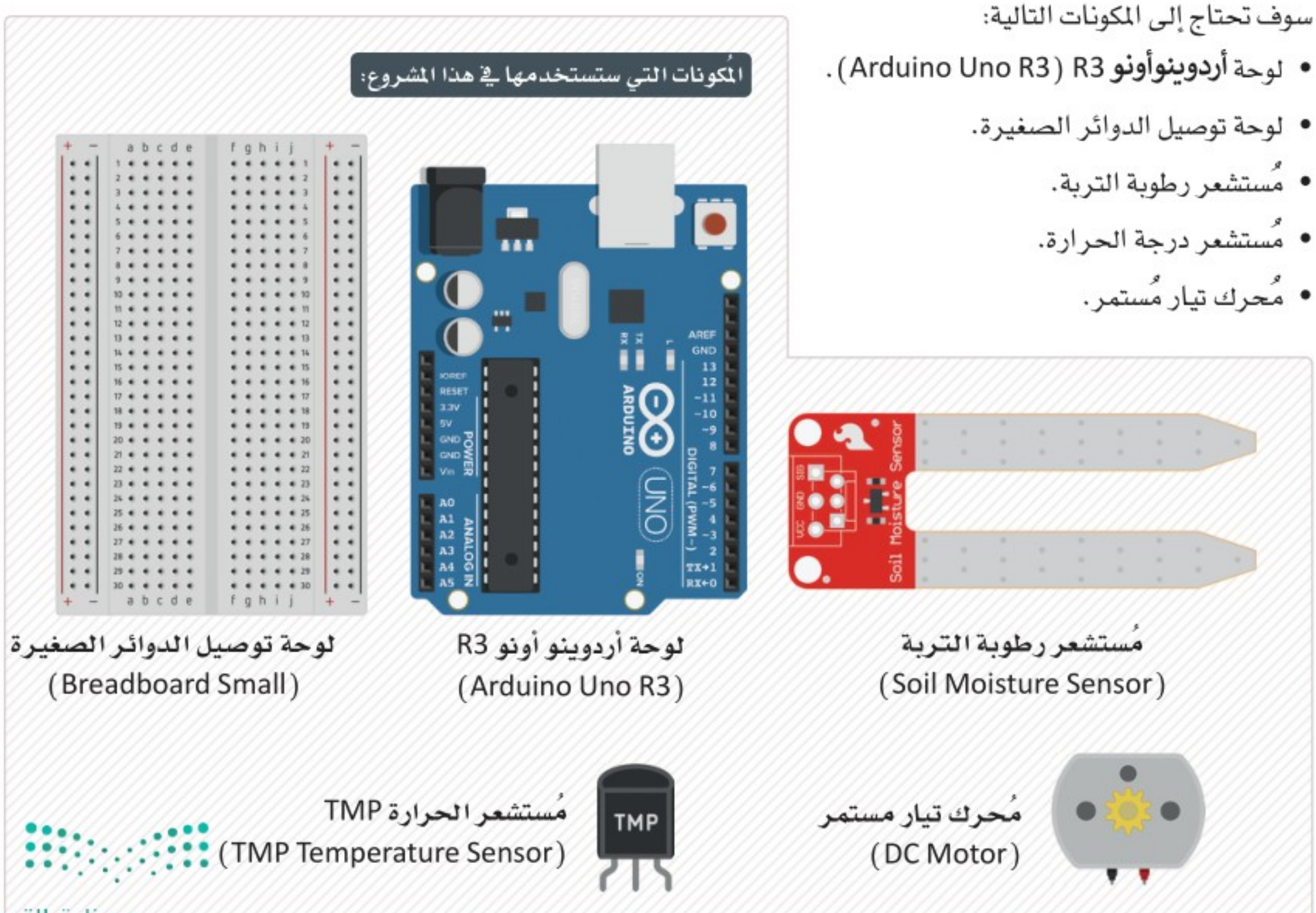
Smart Garden with an Arduino

نظرًا للتغير المناخي في أنحاء الكرة الأرضية، فقد ازداد الطَلب على البستنة الذكية كطريقة للزراعة المُستدامة والقابلة للتطوير. أصبحت هناك حاجة ماسة لتلبية الاحتياجات الزراعية لدى العدد المتزايد من السكان، وبالتالي ضرورة وجود طُرق زراعة أكثر كفاءة مثل البَستنة الذكية. ستقوم بمحاكاة دائرة أردوينو تراقب حديقة ذكية، وتُرسل 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 تينكركاد لاستعراض توصيلات الدائرة بوضوح، ثم ستستخدم المحاكاة لإرشادك في إنشاء الدائرة نفسها باستخدام جهاز تحكم أردوينو حقيقي.

المنصة السحابية (Cloud platform):
المنصة السحابية هي خادم في مركز بيانات قائم على الإنترنت، يُمكّن خدمات البرامج والأجهزة من العمل معًا عن بُعد وفي توزيعات كبيرة.

سوف تحتاج إلى المكونات التالية:

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

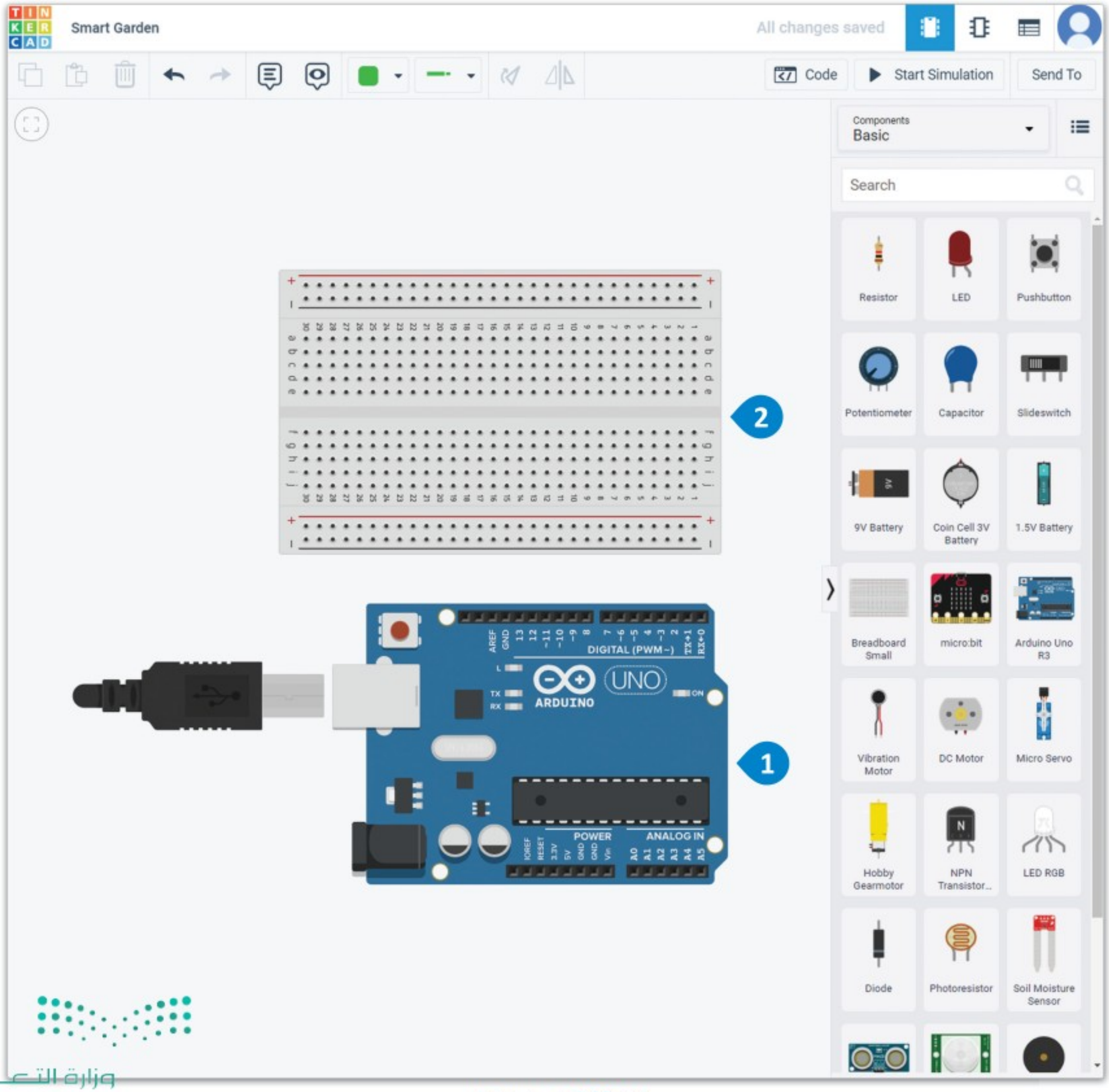


شكل 4.17: مكونات مشروع الحديقة الذكية

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



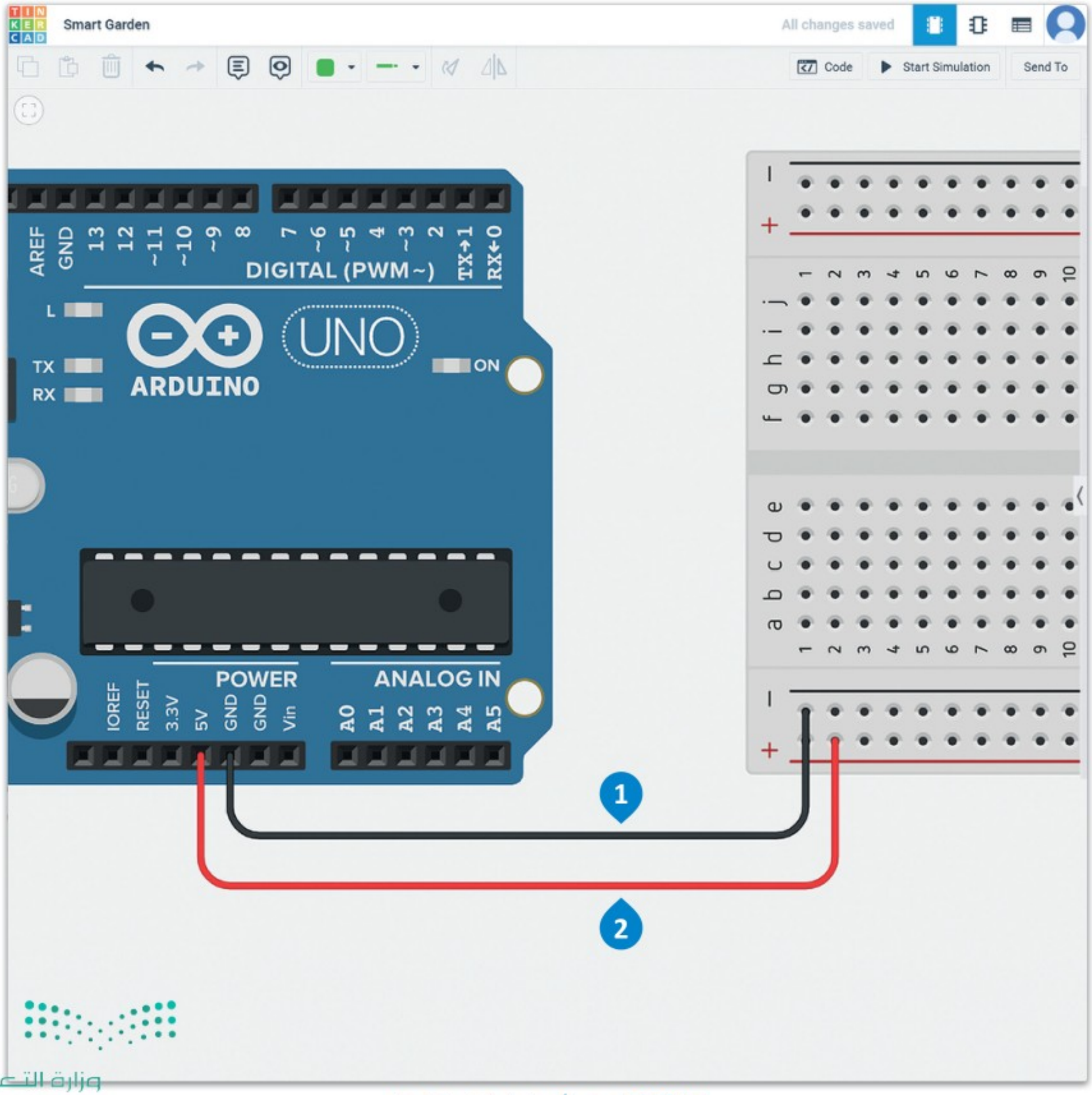
شكل 4.18: تحميل المكونات

ستقوم الآن بتوصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة.

توصيل لوحة الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر الصغيرة:

> قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة، وغيِّر لون السلك إلى black (الأسود). 1

> قم بتوصيل طرف الجهد 5V (5 فولت) للوحة الأردوينو بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيِّر لون السلك إلى red (الأحمر). 2



شكل 4.19: توصيل الأردوينو بلوحة توصيل الدوائر

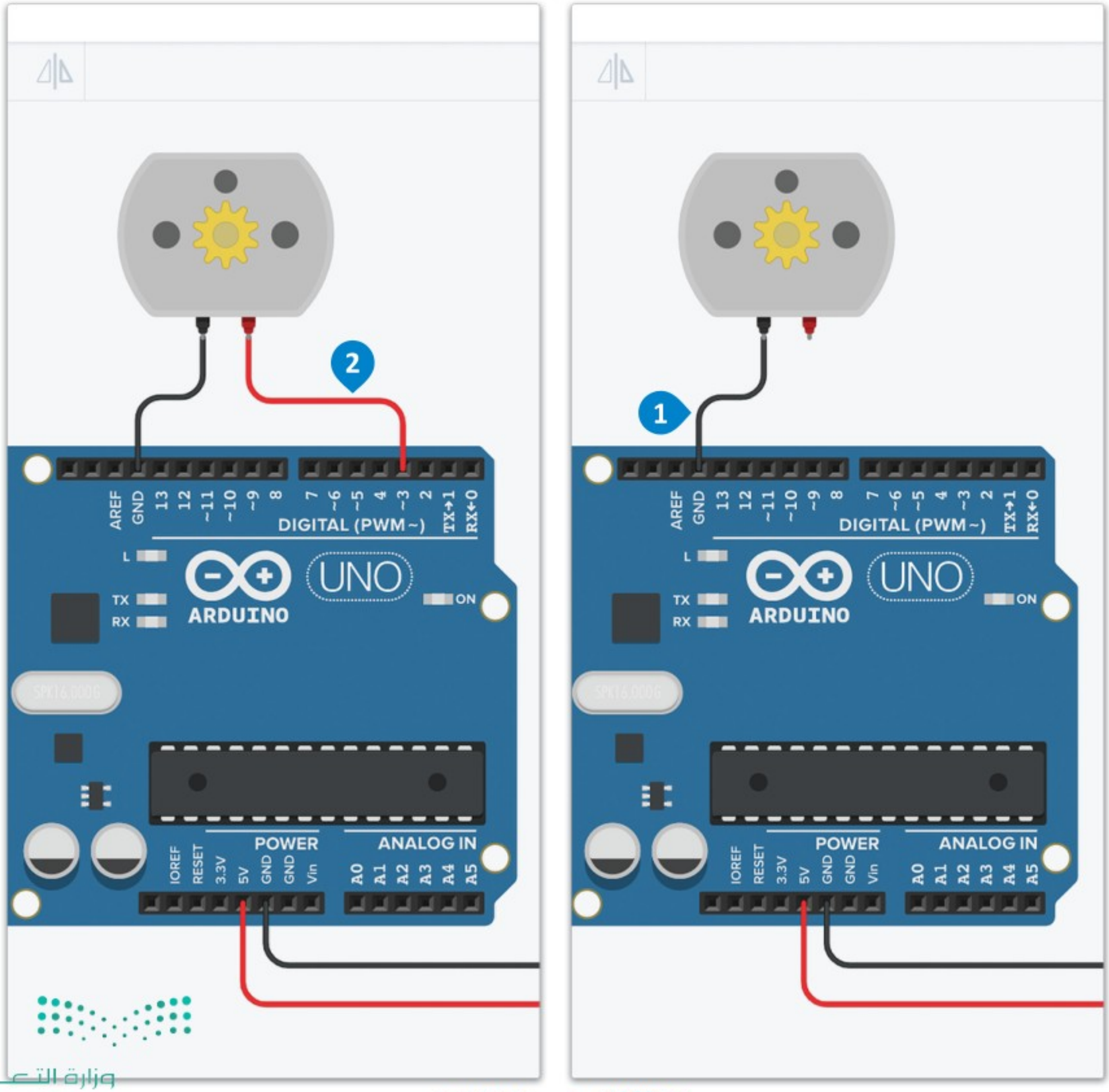
ستقوم الآن بتوصيل مُحرك التيار المستمر بمَنفذ رقمي في لوحة الأردوينو.

توصيل مُحرك التيار المستمر:

> قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) للوحة الأردوينو بالطرف 1 لمحرك التيار المستمر وغيِّر لون السلك إلى black (الأسود). 1

> قم بتوصيل Digital pin 3 (الطرف الرقمي 3) بـ Terminal 2 (الطرف 2) لمُحرك التيار المستمر، وغيّر لون السلك إلى red (الأحمر). 2

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



شكل 4.20: توصيل محرك التيار المستمر

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

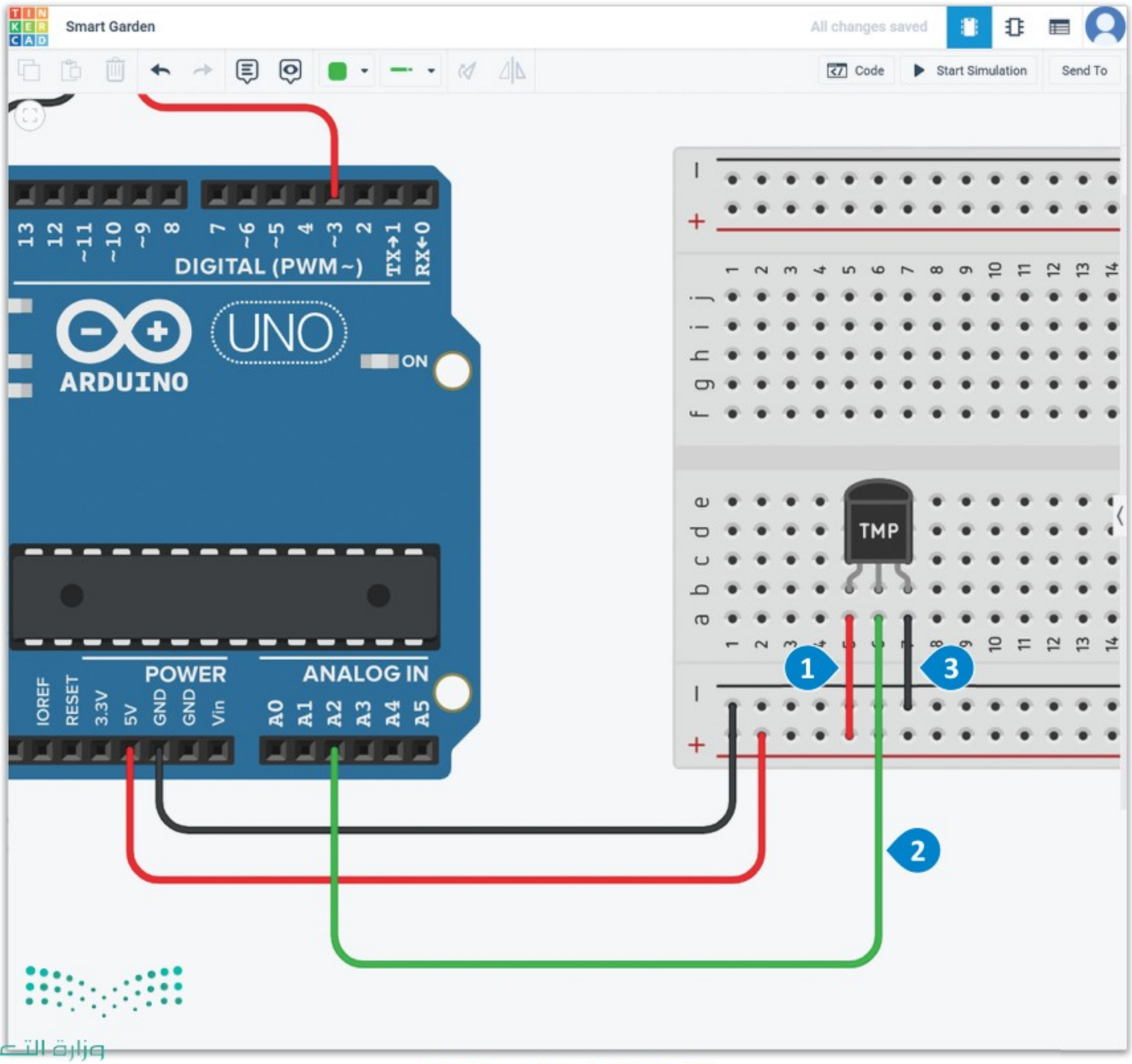
ستقوم الآن بتوصيل مستشعر درجة الحرارة بمَنفذ تناظري في الأردوينو.

توصيل مُستشعر درجة الحرارة:

> قم بتوصيل طرف Power (الطاقة) لمُستشعر درجة الحرارة بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيِّر لون السلك إلى red (الأحمر). 1

> قم بتوصيل طرف مخرج Vout (الجهد) لمُستشعر درجة الحرارة بالطرف التناظري A2 في لوحة الأردوينو، وغيِّر لون السلك إلى green (الأخضر). 2

> قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) لمُستشعر درجة الحرارة بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيِّر لون السلك إلى black (الأسود). 3



شكل 4.21: توصيل مستشعر درجة الحرارة

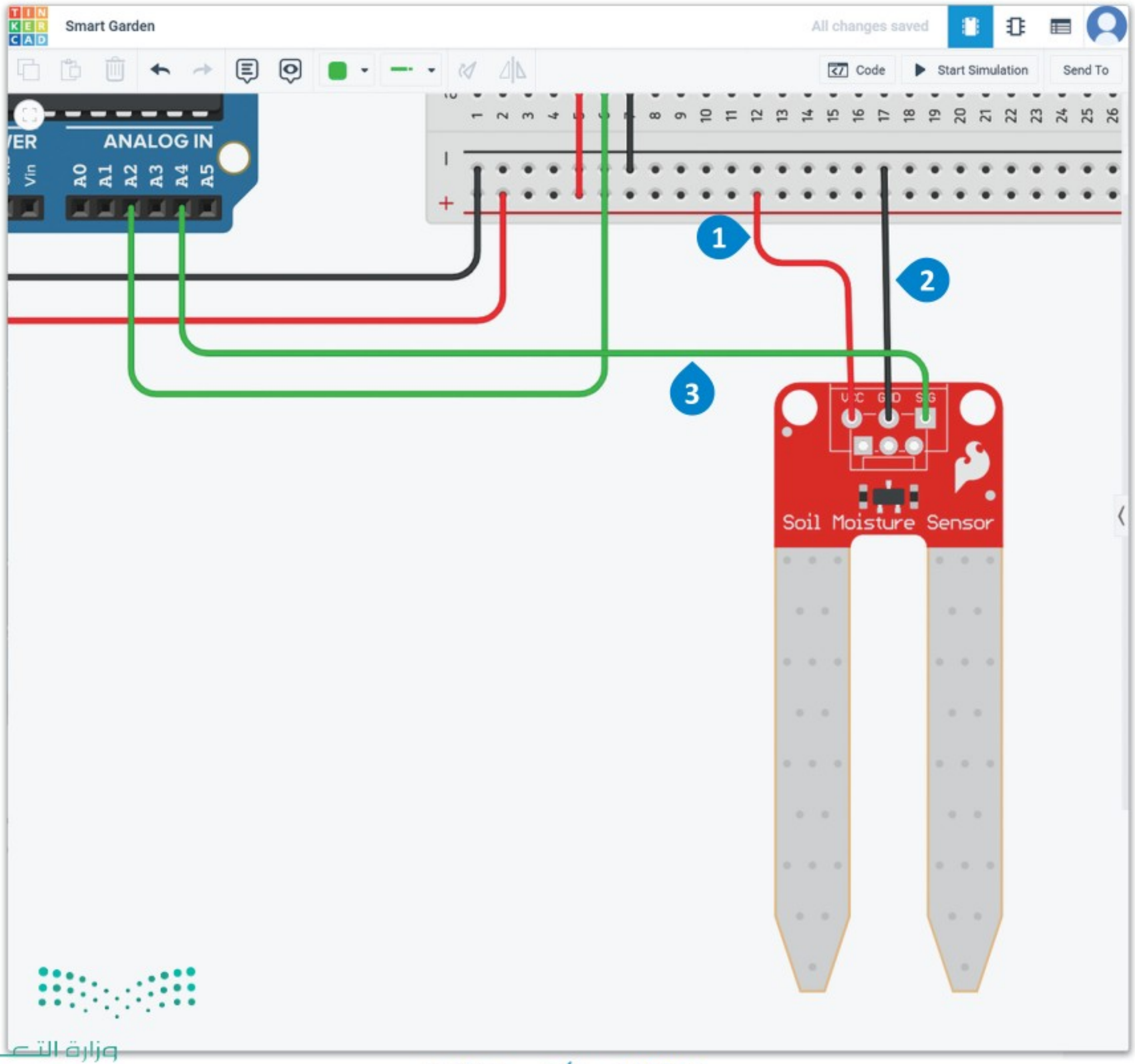
ستقوم في الختام بتوصيل مستشعر رطوبة التربة بمنفذ تناظري في الأردوينو.

توصيل مُستشعر رطوبة التربة

> قم بتوصيل طرف Power (الطاقة) لمُستشعر رطوبة التربة بالعمود الموجب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيِّر لون السلك إلى red (الأحمر). 1

> قم بتوصيل GND (الطرف الأرضي) لمُستشعر رطوبة التربة بالعمود السالب من لوحة توصيل الدوائر الصغيرة وغيِّر لون السلك إلى black (الأسود). 2

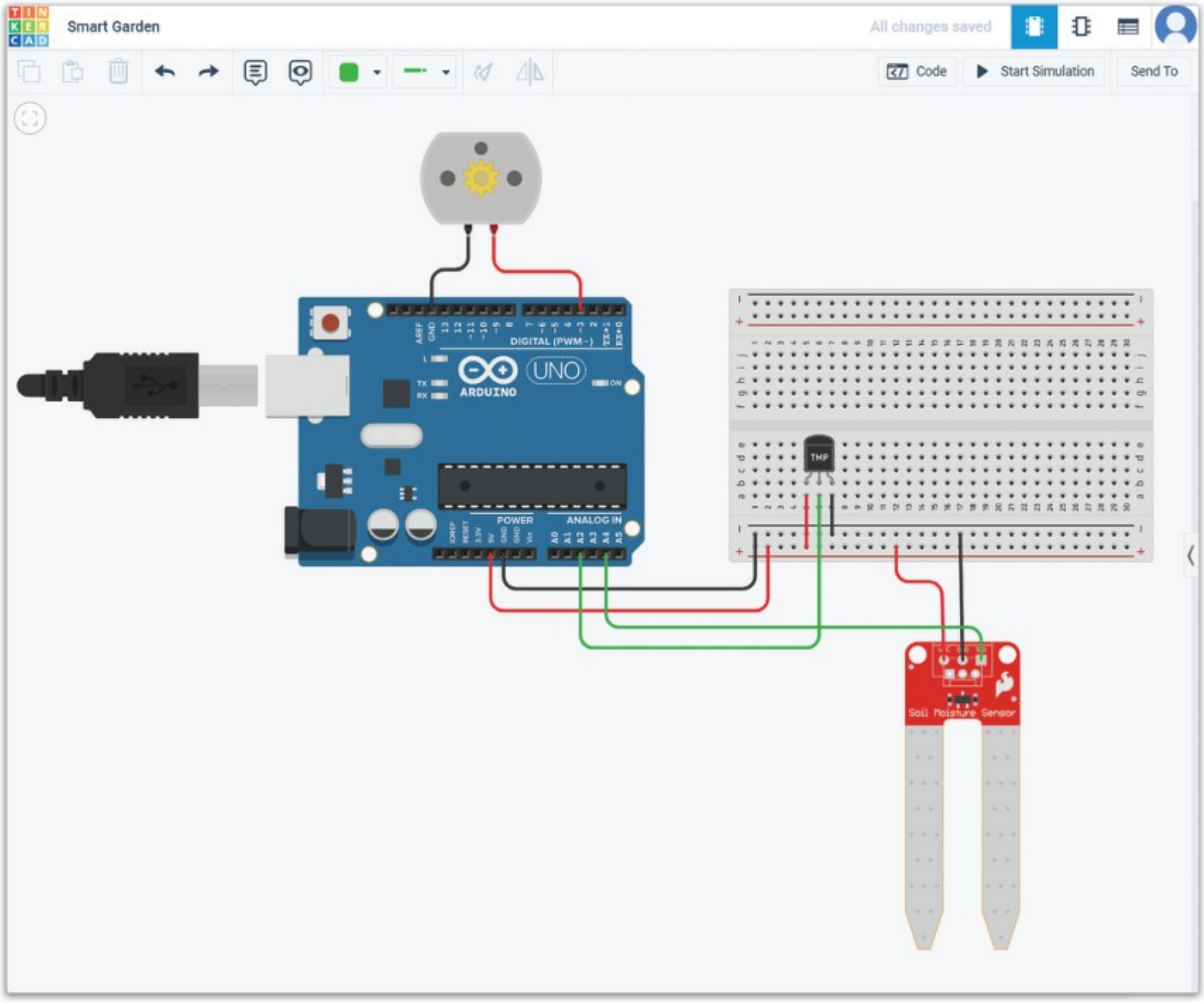
> قم بتوصيل طرف Signal (الإشارة) لمُستشعر رطوبة التربة بالطرف التناظري A4 في لوحة الأردوينو، وغيِّر لون السلك إلى green (الأخضر). 3



شكل 4.22: توصيل مُستشعر رطوبة التربة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الدائرة بصورتها النهائية Complete Circuit



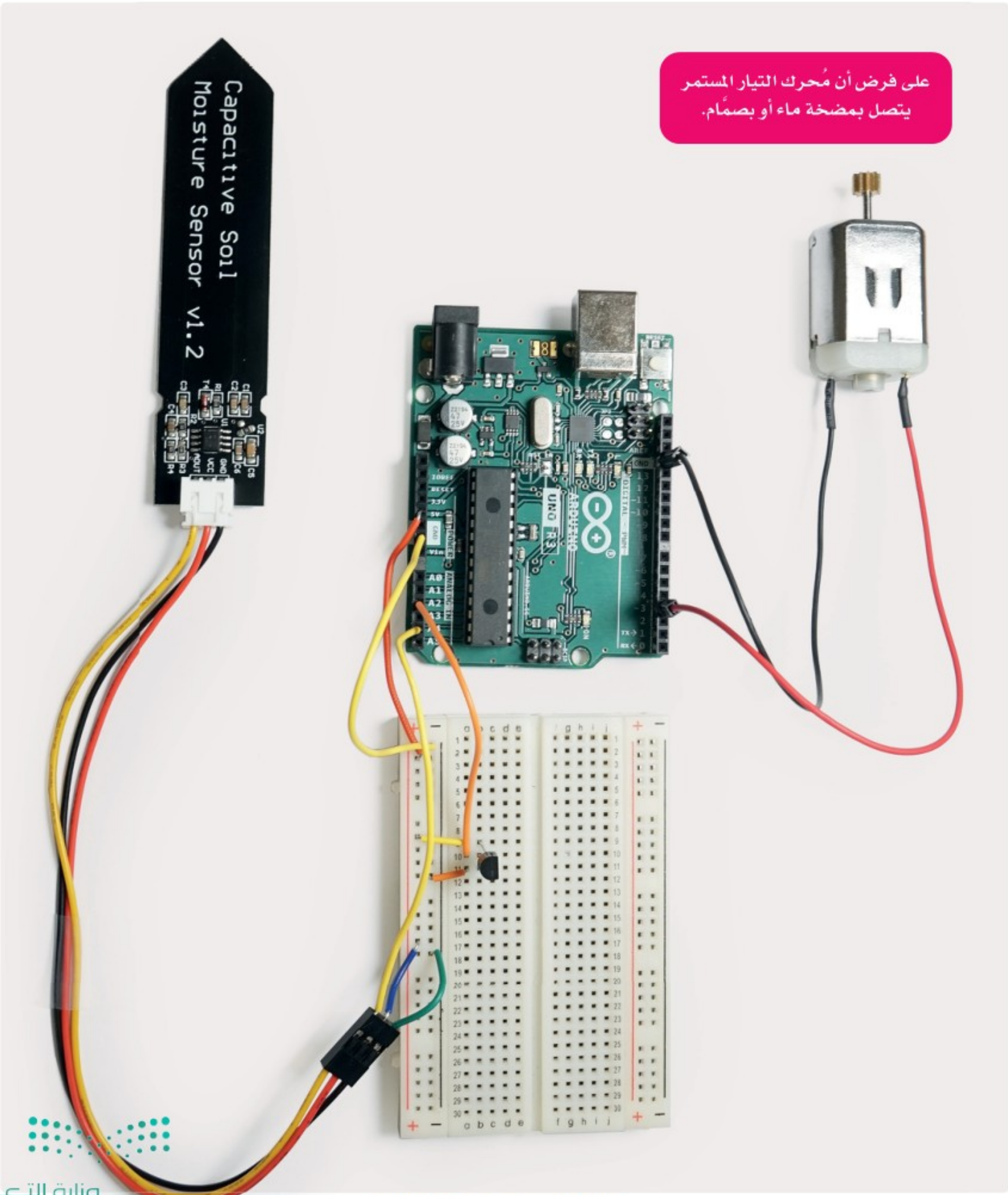
تتصل المكونات بالأطراف التالية:

شكل 4.23: توصيل الأطراف بالمكونات

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الدائرة المادية Physical Circuit

تُمثِّل هذه الصورة الشكل الذي تبدو عليه الدائرة الحقيقية.



شكل 4.24: صورة الدائرة بمكوناتها المادية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

برمجة مُستشعرات ومُحرك ري الحديقة الذكية في الأردوينو

Programming the Arduino Smart Garden Sensors and Motor

ستقوم الآن ببرمجة الأردوينو لقراءة قِيم أطراف مستشعرات درجة الحرارة ورطوبة التربة. عند الوصول إلى تكوينٍ مُحددٍ لقيم درجة الحرارة والرطوبة، سيتم تنشيط محرك التيار المستمر وذلك باستخدام الدالة، ليعمل لمدة 5 ثوانٍ، ثم يتوقف، وذلك في محاكاةٍ لعملية المراقبة والري التلقائيين للنباتات في الحديقة الذكية.

افتح باي تشارم، وأنشئ ملف بايثون جديد، واِسْتَدْعِ 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()
```

نفِّذ الدالة التالية 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)
```

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

أنشئ تكرارًا لا نهائيًا، 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 مِما إذا كانت قيم الإدخال من الأطراف فارغة. يتم تنفيذ منطق البرنامج أدنى هذا الشرط.

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

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

أنشئ المتغيرات التالية التي تُعين قيم المُدخلات غير المُعالجة لقيم درجة الحرارة والرطوبة المناسبة باستخدام الصِيغ الرياضية. بالنسبة لدرجة الحرارة، يتم استخدام أول 3 أرقام عشرية للإشارة التناظرية القادمة من مُستشعر درجة الحرارة، ثم تُحوَّل هذه القيمة إلى الجهد المُطبق بواسطة مستشعر درجة الحرارة على طرف الإشارة. تقوم الخطوة التالية 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

إدخال 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، فسيتم تنشيط آلية ري النبات.

إنشاء رسائل تقارير يتم عرضها 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 كفاءةً في التحكم بمحرّك التيار المستمر؟ فسّر إجابتك أدناه.

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

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

4 ما هي أهمية إجراء عمليات فحص البيانات المُجمَّعة لمَعرفة ما إذا كانت المُستشعرات ترسل بيانات فارغة أو تالفة؟

5 هل تعتقد أنّ استخدام مُحرك السيرفو (servo motor) هو الأفضل لري النباتات بشكل أكثر دقة وفاعلية. اعرض أفكارك أدناه.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثالث

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 ليتم إرسال البيانات عبر خدمة الويب السحابية من منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud. تتيح هذه المَنصة التعليمية السحابية عبر الإنترنت عرض البيانات عن البيئة المحيطة المُجمعة بواسطة دائرة الأردوينو التي أنشأتها في الدرس السابق.

شكل 4.25: منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud مع بيانات مُجمَّعة من الأردوينو

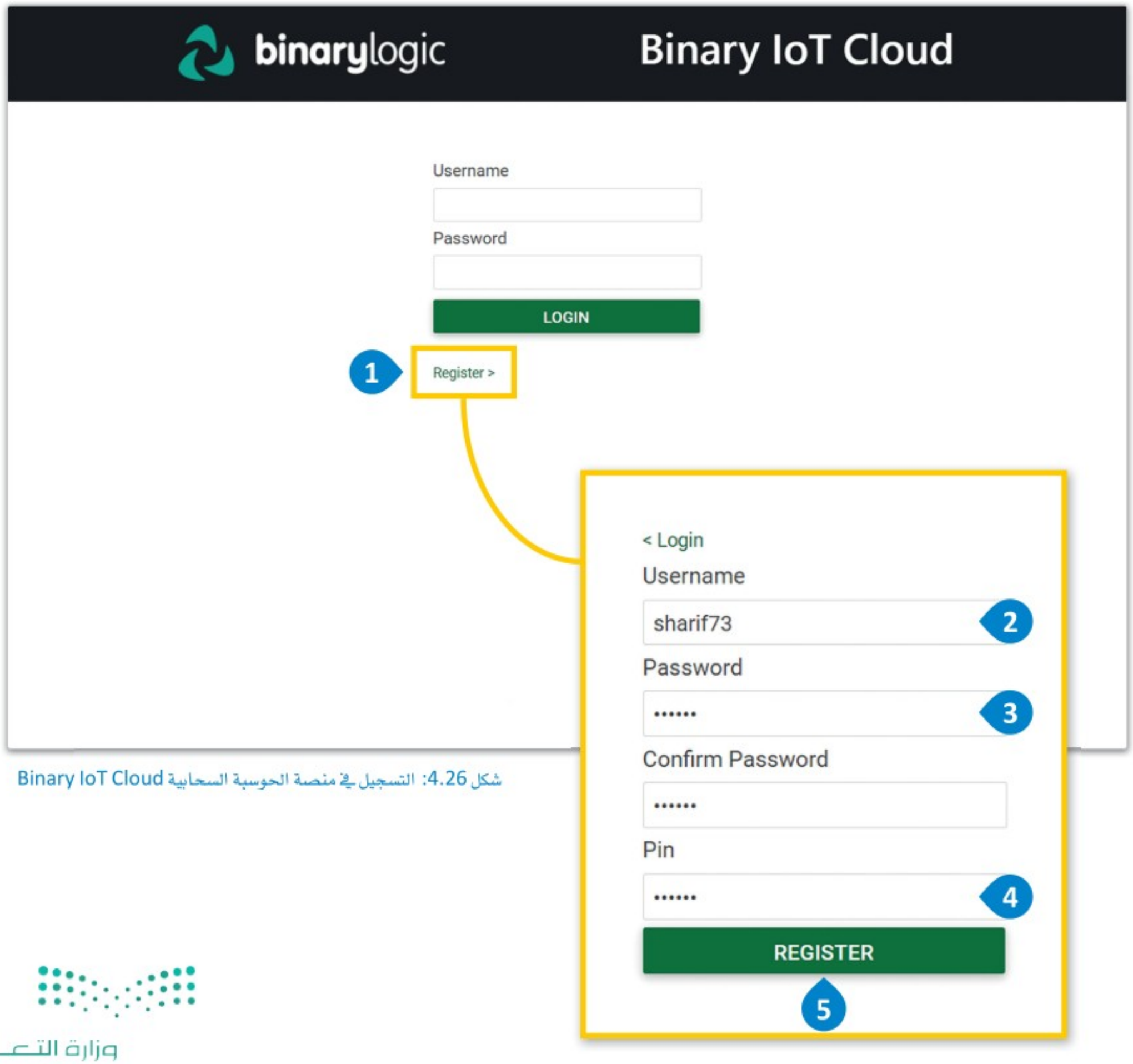
ستحتاج في البداية إلى التسجيل في المنصة السحابية وإنشاء مستخدم جديد.

التسجيل 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 اضغط على Register (تسجيل). 1

> اكتب في Username اسم المستخدم، 2 وفي Password كلمة مرور من اختيارك، 3 وفي PIN (رقم التعريف الشخصي) اكتب: 17456. 4

> اضغط على زر Register (تسجيل). 5



شكل 4.26: التسجيل في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud

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

ستقوم بإنشاء كائن **جسون** (JSON) يحتوي على بيانات البيئة المحيطة، ويُرسلها 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 مُجلد العمل الخاص بك، وأدخل الأمر التالي:

```
pip install requests
```

في بداية برنامج بايثون الخاص بك، استدعِ حزمة **الطلبات** (requests) بالسطر البرمجي التالي:

```
import requests
```

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

```
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 مُسبقًا للتسجيل في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud.

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

أنشئ دالة جديدة باسم send_data() تستقبل المُعامِلات التالية:

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

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.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

أنشئ متغيرًا جديدًا باسم api_url بواسطة الرابط التالي حيث يعد نقطة وصل واجهة برمجة تطبيقات الويب للمنصة السحابية:

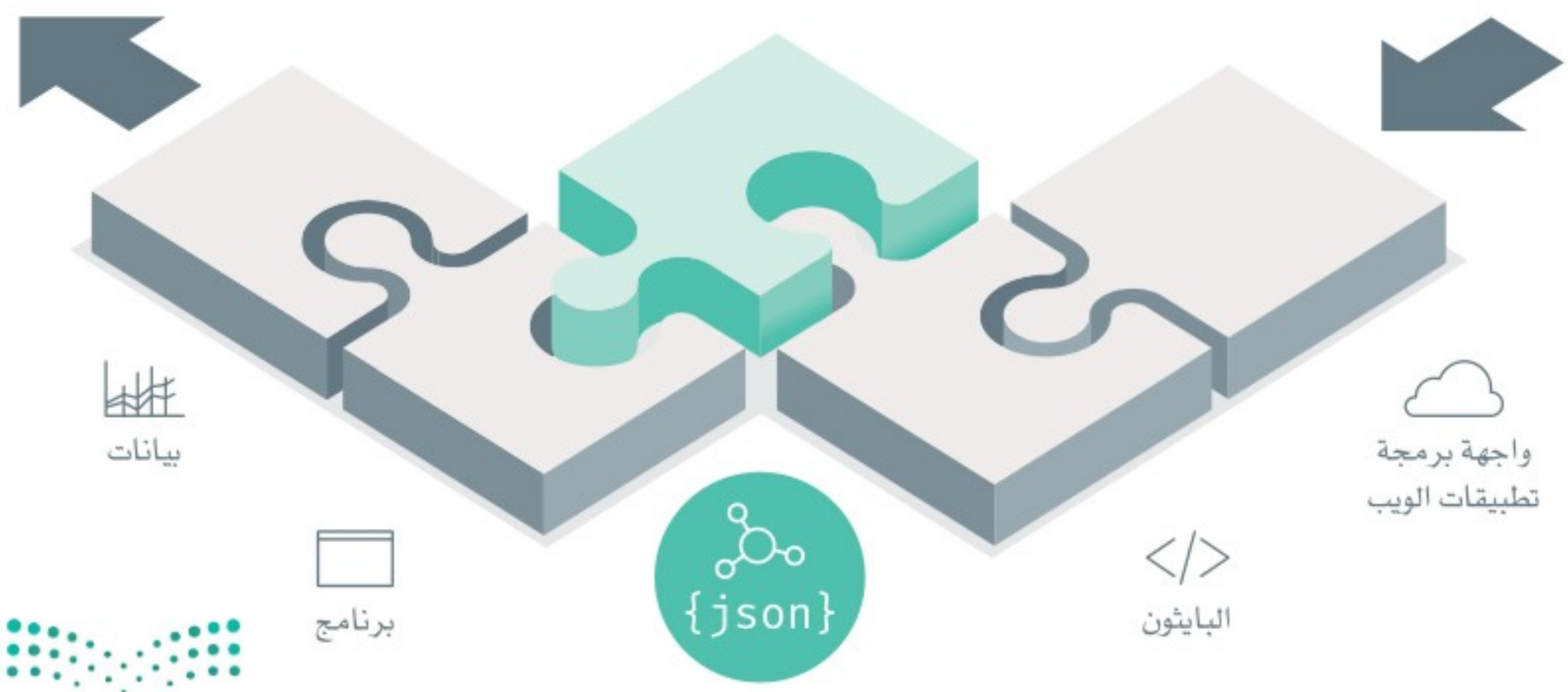
```
api_url = "https://ksa-iot-api.azurewebsites.net/api/readings"
```

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

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

استدعِ واجهة برمجة تطبيقات الويب باستخدام دالة ( )request.post والتي تحتوي على مُعامِلات كلٍ منْ **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 تنسيق 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 تم جمعها 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()
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

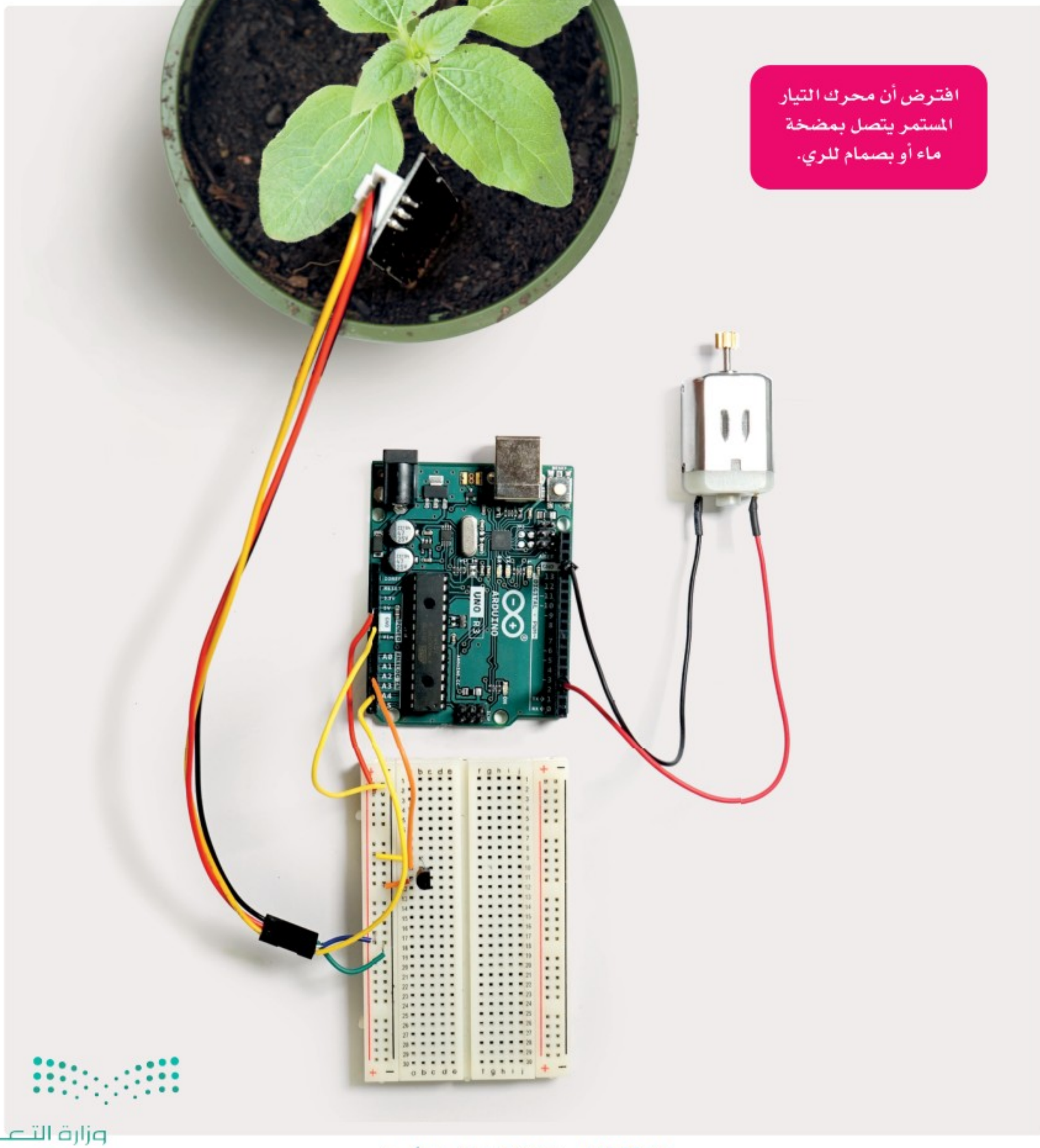
```
moisture_value = moisture_sensor_pin.read()

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 ومَنصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud

استكمال المشروع Complete Project

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

افترض 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 بايثون، ودَعْهُ يعمل لبضع دقائق ليجمع بعض البيانات التي سيتمّ تحميلها بعد ذلك إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud.

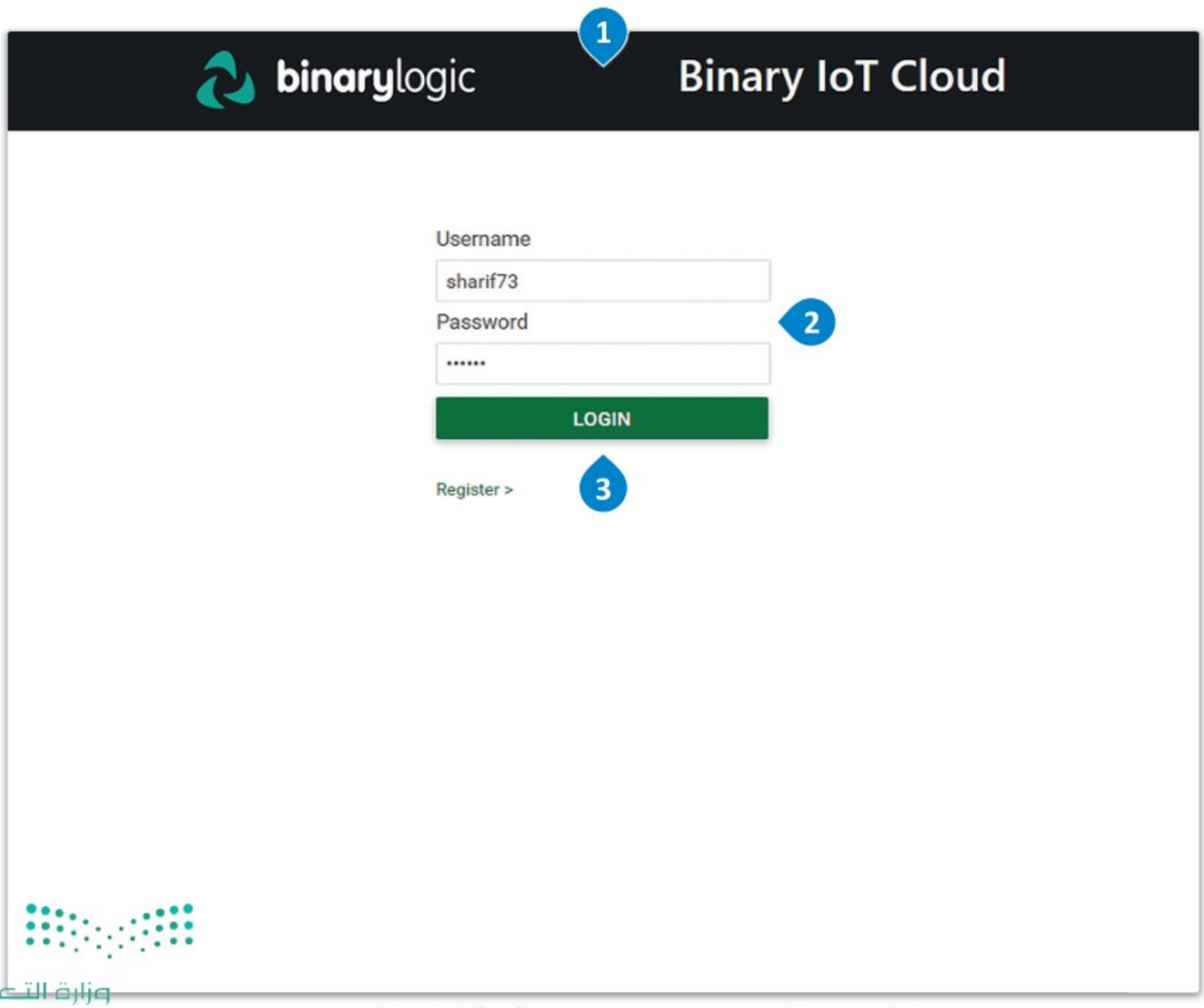
ولتتمكّن من عرض البيانات المجمّعة حول بيئتك النّباتيّة؛ سجّل دخولك إلى المنصّة باستخدام بياناتك.

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

> اذهب إلى منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت من الرابط: https://ksa-iot.azurewebsites.net/Login.aspx. (1)

> أدخل Username (اسم المستخدم) و Password (كلمة المرور) التي أنشأتها سابقًا. (2)

> اضغط على زر Login (تسجيل الدخول). (3)



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

binarylogic Binary IoT Cloud

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 تم جمعُها من البيئة المحيطة بالنبات وذلك بواسطة الأردوينو، والتي تم إرسالُها إلى المنصة السحابية من خلال برنامج بايثون 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، ويُمثِّل كل سطر في الملف سِجل بيانات.

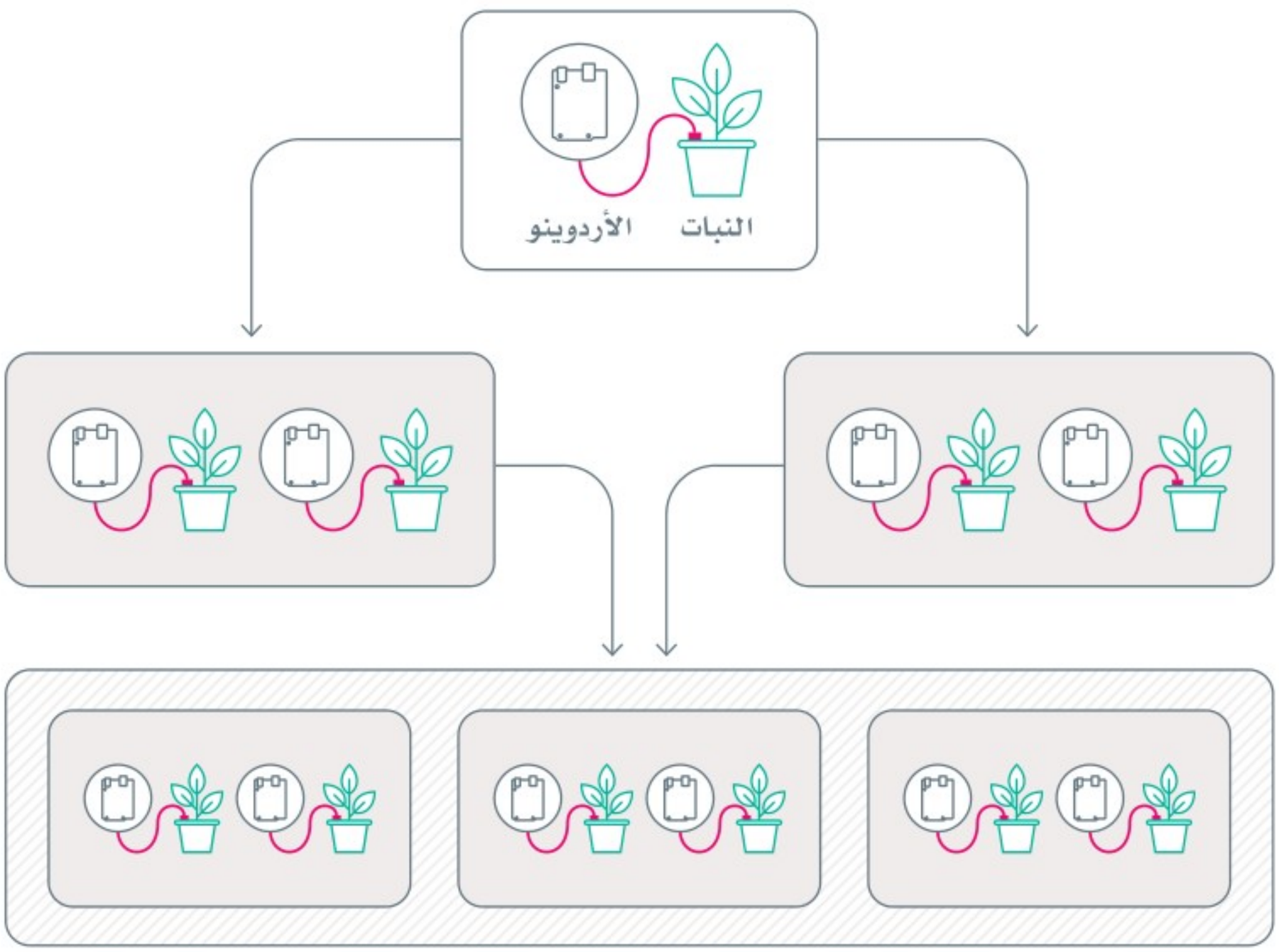
شكل 4.32: عرض قراءات البيئة في منصة الحوسبة السحابية Binary IoT Cloud عبر الإنترنت

استخدام بيانات المُستشعرات 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 يُشكِّل مثالًا مُصغرًا على عملية المراقبة الذكية في الزراعة، حيث يتكون من جهاز واحد فقط يجمع البيانات ويرسلها إلى منصة عبر الإنترنت، ولكنّ وجود حديقة كبيرة يتطلب المزيد من الأجهزة لتكون المراقبة شاملة لكافة النباتات والبيئات المختلفة، حيث يتطلب كل نوع وصنفٍ من النباتات إعداد بيئة مختلفة لمراقبته. كما أنّ عملية جمع البيانات المختلفة قد تكشف عن وجود أنماط مُختلفة في بيئة الحديقة تُشكِّلُ معًا نظامًا مُتكاملًا.

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 النُظم، 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 هي الأسطُر البرمجية التي يتعين عليك إجراء تغييرات عليها في البرنامج لتعديل الشروط المطلوبة لِبدء ري النبات ومدة الري؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

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

5 على فَرَضْ 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، واعرض أفكارك أدناه.

6 قارن بين أنواع تنسيقات البيانات JSON وCSV.

المشروع

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

1. صَمم دائرة باستخدام الأردوينو في محاكي دوائر تينكركاد قائمة على الدائرة التي أنشأتها مُسبقًا لمراقبة وري عدد أكبر من النباتات.

2. استخدم الأطراف التناظرية المتبقية لتوصيل ثلاث نباتات أخرى باستخدام مُستشعرات 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 ليتضمن النباتات الجديدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ماذا تعلمت

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

المصطلحات الرئيسة

بروتوكول	Protocol
تضمين عرض النبضة	Pulse Width Modulation
واجهة برمجة تطبيقات الويب	Web API
طلب عبر الويب	Web Request
خدمة ويب	Web Service
ملف قيم مفصولة بفواصل	Comma Separated Values
منفذ الاتصال	Communication Port
مكتبة فيرماتا	Firmata
ترميز الكائنات باستعمال جافا سكريبت	JavaScript Object Notation

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444