ReasoniX
Ai Academy

كتابٌ تعليميّ

سلسلة تكنولوجيا التعليم

الرّوبوت التعليميّ
من الفكرة إلى صناعة المستقبل

كيف يتحوّل المختبر الروبوتيّ إلى بيئة تعلّمٍ تكامليّة تُنمّي التفكير والإبداع وتربط العلوم بالحياة.

ثمانية فصول | خطٌّ زمنيّ | مواصفات قياسيّة | كلمات المتعلّمين

إصدار
أكاديمية ريزونكس · Reasonix Ai Academy

الإصدار الرقميّ · 2025

Reasonix
Ai Academy

الرّوبوت التعليميّ: من الفكرة إلى صناعة المستقبل

إصدارٌ رقميٌّ مُعاد تصميمه بهوية Reasonix البصرية، مع إعادة صياغةٍ عصريّة للمحتوى وإبرازٍ للأفكار الأساسية بأسلوبٍ يخدم المعلّم والإداريّ التربويّ.

العنوان	الرّوبوت التعليميّ: من الفكرة إلى صناعة المستقبل
الناشر	أكاديمية ريزونكس — Reasonix Ai Academy
السلسلة	تكنولوجيا التعليم
إعداد وتصميم	أكاديمية ريزونكس — هندسة الأنظمة الذكية والمنصّات التعليمية
سنة الإصدار	2025 م — النسخة الرقمية
النسخة الأصلية	إسماعيل ياسين، 2017 م — نُقّحت الصياغة وأُعيد تصميمها بالكامل في هذا الإصدار

عن هذا الإصدار

رُوعِي في هذه النسخة الحفاظ على المعنى الأصليّ للمادّة العلميّة، مع تحديث الصياغة وتنظيم الأفكار في فصولٍ ومكوّناتٍ بصريّة — تيسيرًا للقراءة وتعزيزًا للفائدة التربويّة.

الفهرس

01 مقدمة: لماذا علم الرّوبوت؟ 05
التعلّم بالانهماك · التعليم العصري

02 الرّوبوتات في التعليم: المفهوم والنشأة 07
من المسرح إلى المصنع · تشريح الرّوبوت

03 رحلةٌ في تاريخ الرّوبوتات 09
خطٌّ زمنيّ من الآلات القديمة إلى المختبر المدرسي

04 الأهداف التربوية لمعمل الرّوبوت المدرسي 11
التعلّم التعاوني · حل المشكلات · التكامل بين العلوم

05 الرّوبوت والمواصفات القياسية للعلوم 17
NSES — توحيد المفاهيم وعلوم الفيزياء

06 مواصفات الرياضيات والتقنية 21
NCTM · ITEA

07 من كلمات المتعلّمين 24
شهاداتٌ من داخل التجربة

08 علم الرّوبوت بالأرقام والأدلّة 26
السوق العالميّ 2024–2030 · دراسات الأثر

09 المراجع والمصادر 28
قائمة الاستناد العلمي · مراجع عالمية حديثة

كيف تقرأ هذا الكتاب؟

تتخلّل الفصولَ صناديقُ **«معلومة سريعة»** و**«هل تعلم؟»**، واقتباساتٌ بارزة، وخطٌّ زمنيّ، وجداولُ مواصفاتٍ قياسية — صُمِّمت لتجعل القراءة أكثر متعةً وفائدة.

01

القسم الأول

مقدمة: لماذا علم الرّوبوت؟

حين يصنع الرّوبوت قراره «كأنّه بسحر»، ينشغل الطالب — ومن هذا الانشغال يبدأ التعلّم الحقيقي.

التعلّم بالانهماك | المتقدّم الأول للتعليم | التعليم العصري

لماذا علم الرّوبوت؟

أثبتت دراساتٌ عديدة أنّ الطلبة يتعلّمون أكثر حين ينهمكون في العملية التعليمية. والرّوبوتات التي تبدو وكأنّها تصنع قراراتها بنفسها تأسر الطلبة وتفتنهم — فينشغلون بها، ومن الانشغال ينبت الفضول.

دفنا أن يُقبِل الطالب على التّعلّم الذّاتي، فتثور لديه الرغبة في فهم *كيف* ولماذا تعمل الأشياء؟ وهذه الرغبة تفوق دافعيّة من فُرضت عليه دراسةُ مادّةٍ لمجرّد أنّ المعلّم أشاد بأهميّتها. فحين يصمّم الطلبة روبوتًا ذاتيّ الحركة ويبنونه ويبرمجونه، يتعرّضون لمفاهيم رياضيّة وعلميّة وتقنيّة متقدّمة — لا بشكلٍ جامد، بل على أرض الواقع، ومطلوبٌ منهم تطبيقها مرارًا.

عندها يجمع الطالب بين ما يعرفه وما يتعلّمه، فيسهُل عليه استحضار معرفته وإعادة بنائها بعد أشهرٍ أو سنوات. وكلّما استطاع الربط بين الأشياء، نمَت معرفته وزاد فهمه للكيفيّة التي يتحكّم بها العِلم والتقانة في عالمه.

> علم الرّوبوت هو المتمّم الأول للتعليم في عصرنا هذا.
>
> — حيث تتقاطع فيه الميكانيكا والجبر والهندسة والإلكترونيات والبرمجة

معلومة سريعة

يُقدَّم كلّ مفهومٍ أكاديميّ في مختبر الرّوبوت عبر **أنشطةٍ استكشافيّة مبنيّة على إعمال اليد والفكر** — فيجمع الطالب البيانات، ويفحصها، ويلخّص نتائجه، ويربط بين المفهومين العلمي والرياضي.

لا لنُخرّج مختصّين فقط

لا نُدرّس علم الرّوبوت لنُخرّج مختصّين بالرّوبوت حصرًا، بل لنساعد الأطفال على فهم التصميم الهندسي والعالم الرقمي الذي ينتمون إليه. فبإمكان أستاذ الرياضيات أن يستخدمه لتمرين الطلبة على الكسور والأعداد العشرية والقياسات والنسبة والتناسب، وبإمكان أستاذ العلوم أن يشرح به النظام والترتيب والتنظيم والدليل، والثبات والتغيّر، والتوازن، وعلاقة الشكل بالوظيفة.

1 مليون
مختصٍّ في الرّوبوت يحتاجه العالم — لكنّه يحتاج جيلًا كفوًّا رياضيًّا وتقنيًّا أوّلًا

3
حلقاتٍ يربطها الرّوبوت: المفهوم العلمي، والرياضي، والتصميم الهندسي

∞
نهايةٌ مفتوحة للتجارب — لا حدود للمعرفة في هذا الميدان

التعليم العصري

حين يتغيّر كلّ شيء

يسعى المهتمّون بالتربية إلى استراتيجياتٍ نوعيّة ترفع أداء الطلبة وتُعِدّهم لأسواق العمل. وقد أعادت التقنيات الحديثة النظر في نظرياتٍ قديمة: فمشكلة الحفظ والتذكّر لم تعُد همًّا كبيرًا، واستُبدِلت بالتفكير وآليات تنميته؛ ومشكلة الوصول إلى المعلومة لم تعُد عائقًا.

> لم يعُد حجم المعرفة هو الأهمّ في الذكاء، بل قدرتنا على إيجاد الطرق التي نصل بها إلى حلول.
>
> — وهذا ما يميّز الجيل الجديد

هل تعلم؟

تمحور التعليم اليوم حول **الطالب** بعد أن كان المعلّم محوره، وتعدّدت مصادر المعرفة بعد أن كان الكتاب المدرسي والمعلّم هما المصدرَين الوحيدَين — وتنوّعت أدوات إيصال الفكرة بعد السبّورة والطبشورة والورق.

02

القسم الثاني

الرّوبوتات في التعليم المفهوم والنشأة

من كلمةٍ وُلدت على خشبة مسرحٍ تشيكيّ، إلى آلةٍ تُحاكي الجهاز العصبيّ للإنسان.

ما هو الرّوبوت؟ | أصل الكلمة | تشريح الرّوبوت

ما هو الرّوبوت؟

الإنسالة (الإنسان الآلي) أداةٌ ميكانيكيّة قادرة على أداء مهامّ مبرمَجة سلفًا — إمّا بسيطرةٍ مباشرة من الإنسان، أو بإيعازٍ من برامج حاسوبيّة. وغالبًا ما تُبرمَج لأداء مهامّ شاقّة أو خطيرة.

البحث عن الألغام

مهامٌّ تُعرّض الإنسان للخطر تُنجزها الإنسالة بأمان.

الفضاء الخارجي

بيئاتٌ يصعب على الإنسان الوصول إليها أو البقاء فيها.

المفاعلات النووية

تنظيف الفضلات والتعامل مع المواد المشعّة.

خطوط الصناعة

مناولٌ قابل لإعادة البرمجة يحرّك الموادّ والأدوات بدقّة.

كلمةٌ وُلدت على المسرح

ظهرت كلمة «روبوت» لأوّل مرّةٍ عام **1920** في مسرحيّة الكاتب التشيكي **كارل تشابك** بعنوان «رجالٌ آليّون عالميّون». استعملها كارل أوّلًا، لكنّ أخاه **جوزيف** هو من اشتقّها من الكلمة التشيكية «Robota» التي تعني السُّخرة أو العمل الجبري. ومن ذلك التاريخ انتشرت الكلمة في كتب وأفلام الخيال العلمي، فأعطت تصوّرًا عن «الرجال الآليّين» الذين سيتدخّلون في أمورٍ كثيرة — أهمّها الصناعة.

معلومة سريعة · أصل الكلمة

Robota بالتشيكية = «العمل الشاق / السُّخرة». فالاسم الذي نطلقه اليوم على أذكى الآلات يحمل في جذره معنى أبسط مهمّةٍ كُلّفت بها: أداء العمل بدل الإنسان.

تشريح الرّوبوت: مرآةٌ للجسد البشري

يستفيد علماء الرّوبوت من دراسة أوجه الشّبه بين نظم الاتصال والتحكّم في الإنسان ونظيرها في الآلة — وهو فرعٌ يُعرف باسم **السّايبرناتيكا (Cybernetics)**، اشتقّه العالم نوربرت فاينر عام 1948. وعلى هذا الأساس يُقارَن كلّ عضوٍ في الإنسان بنظيرٍ تقنيٍّ في الرّوبوت:

الأذن ← الميكروفون

يحوّل موجات الصوت إلى نبضاتٍ كهربائية، ويقوم مكبّر الصوت بالعملية العكسية.

العين ← الكاميرا

خليّةٌ كهروضوئيّة أو كاميرا تحوّل موجات الضوء إلى نبضاتٍ كهربائية.

العقل ← المعالج

حاسبةٌ إلكترونيّة تعتمد على الشرائح، تُبرمَج لأداء العمليات المعقّدة.

الأعصاب ← الأسلاك

أسلاك نحاسٍ ودوائر مطبوعة على السيليكون تنقل النبضات الكهربائية.

الأوعية ← الأنابيب

شبكةٌ من الأنابيب تحمل سوائل بضغطٍ معيّن، يتحرّك بها الرّوبوت هيدروليكيًّا.

العضلات ← المحرّكات

مشغّلاتٌ تستجيب للنبضات الكهربائية الدقيقة لتُنتج الحركة.

هل تعلم؟ · علم «البيونيك»

من رحم هذا التشابه وُلد علم **البيونيك (Bionics)**؛ فالأطراف الصناعيّة والشرايين الاصطناعيّة وضابطة النبض ليست إلّا تطبيقًا لقواعد «الإلكترونيات البيولوجيّة» — نبضاتٌ مصدرها عضويٌّ حيوي.

03

القسم الثالث

رحلةٌ في تاريخ الرّوبوتات

من تماثيل المعابد التي «تتكلّم»، إلى أوّل مختبرٍ روبوتيٍّ يدخل غرفة الصفّ.

الآلات القديمة | عصر البخار والبطاقات المثقّبة | الرّوبوت التعليمي

خطٌّ زمنيّ

جذورٌ في الماضي البعيد

يمكن أن نُرجِع جذور الرّوبوت الحديث إلى «الآلات ذاتيّة الحركة» التي أبدعها الأقدمون — من مصر واليونان إلى الحضارة الإسلامية.

1500 ق.م
تمثال «ممنون» — مصر القديمة
في طيبة، تمثالٌ للملك ممنون كان يصدر أصواتًا جميلة مع شروق الشمس.

القرن 4 ق.م
حمامة أركيتاس — اليونان
اخترع عالم الرياضيات أركيتاس حمامةً آليّةً يمكنها الطيران.

القرن 3 ق.م
ساعة ستيسيبيوس المائية
آلةٌ موسيقيّة تعمل بالمياه وساعةٌ مائيّة مزوّدة بجهازٍ يُبقي مستوى الماء ثابتًا — كغرفة العَوّامة في كاربريتور السيارة الحديثة.

≈ 150 م
توربين هيرون الإسكندري
آلة «الأيوليبايل» التي تُعدّ الشكل الأول للتوربين الذي يدور بقوّة البخار، إضافةً إلى طيورٍ وتماثيل آليّة شرحها في كتابه.

العصر الذهبي الإسلامي
نافورة الطاووس — الجزري
في رسالة الجزري وصفٌ لأجهزةٍ آليّة، منها نافورة الطاووس التي كانت تُقدّم الماء والصابون والمنشفة آليًّا لغسل الأيدي.

من البخار إلى غرفة الصفّ

القرن 18

عصر البطاقات المثقّبة

صنّاع اللعب يبتكرون آلاتٍ تتكلّم وتعزف وتكتب وتلعب الشطرنج. وفي 1801 ينتج جاكار نولًا للنسيج يعمل بتحكّم بطاقاتٍ مثقّبة — فكرةٌ مهّدت لمبدأ البرمجة.

1920

ميلاد كلمة «روبوت»

مسرحيّة كارل تشابك تُدخل الكلمة إلى الثقافة العالمية.

1948

مولد السّايبرناتيكا

نوربرت فاينر يؤسّس علم التحكّم والاتصال الذي يربط نظم الإنسان بنظم الآلة.

الثمانينيات

رؤية سيمور بابيرت — MIT

أثبت بابيرت أنّ التحكّم بمادّةٍ ملموسة ثلاثيّة الأبعاد عبر الحاسوب يُعزّز أنماطًا معيّنة من التعلّم لدى الطلبة الصغار.

1983

الرّوبوت يدخل البيوت والمدارس

عُرضت روبوتاتٌ صغيرة متحرّكة للاستخدام المنزلي والتعليمي، فبدأ الباحثون بتطوير طرقٍ لتوظيفها في المدارس الابتدائية والثانوية.

اليوم

الحقائب والمختبرات التعليمية

حقائب وبرامج حاسوب تُمكّن الطلبة من تصميم روبوتاتهم وبرمجتها — فانتقل علم الرّوبوت إلى مختبراتٍ مدرسيّة فعليّة.

معلومة سريعة · مواصفات الصفّ الروبوتي

روبوتاتٌ يتراوح طولها بين **قدمَين وثلاثة أقدام**، تتحرّك دون وصلها بالحاسوب، وتستجيب لمحيطها عبر مستشعرات الضوء واللمس والصوت، ويمكن برمجتها لتُحاكي جوانب من سلوك الإنسان.

04

القسم الرابع

الأهداف التربوية لمعمل الرّوبوت المدرسي

حين يتحوّل المختبر إلى بيئةٍ يتعلّم فيها الطالب بيده وعقله، تُولد عشرات الأهداف التربوية دفعةً واحدة.

التعلّم التعاوني | حل المشكلات | التكامل بين العلوم | عادات العقل

كيف نستفيد من علم الرّوبوت؟

أمام المدرسة طريقان للإفادة من علم الرّوبوت في التعليم — وكلاهما مفيد، لكنّ أحدهما يحقّق نتائج أعمق.

الطريق الأول · روبوتات جاهزة

توفير مجموعةٍ من الرّوبوتات التعليميّة الجاهزة داخل الفصول، يتعامل معها الطلبة بطرقٍ متعدّدة.

الطريق الثاني · مختبر روبوتي ✦

تجهيز مختبراتٍ مدرسيّة يتعلّم فيها الطلبة كيفية إنتاج الرّوبوتات وبرمجتها بأنفسهم — وهو الأعمق أثرًا.

> الطريقة الأفضل هي الثانية؛ فتوفير مختبرٍ للرّوبوت داخل المدرسة يدمج النظريّة الأولى معه، ويحقّق نتائج أفضل للطلبة.

فريقٌ واحد، مشروعٌ واحد

يُصمَّم معمل الرّوبوت ليُشجّع التعلّم التعاوني؛ فلا يجد الطالب مجالًا إلّا للعمل ضمن فريقٍ من **3 إلى 5 طلاب** لإنتاج مشروع. ويتولّى المعلّم دور **الموجّه والمدير**، بينما يقع الكمّ الأكبر من العمل على الطلبة أنفسهم — تتغيّر أدوارهم مع كلّ مشروع:

قائد المجموعة · المبرمج · المصمّم · الموثّق · المتابِع

الرّوبوت الذي يتتبّع الخطّ

يدخل المعلّم الجلسة ويطرح تحدّيًا واحدًا: «صمّموا روبوتًا يسير على خطٍّ أسود متعرّج من البداية إلى النهاية دون أن يخرج أو يتوقّف». فجأةً، يشتعل الفصل بالأسئلة.

سلسلة التساؤلات التي يُثيرها التحدّي

كيف سيستدلّ الرّوبوت على الخطّ الأسود؟ وهل سيتعرّف إلى خطّ النهاية؟ وما الأدوات المناسبة؟ وما البرنامج الذي سيُكتب؟ وما شكل الرّوبوت؟ ولو كان الخطّ أحمر، فهل سيتعرّف إليه؟ ولماذا ننفّذ هذا المشروع أصلًا؟ وأين يُستخدم مثله؟

هذه مشكلةٌ **مفتوحة** تُنفَّذ بأكثر من طريقة. فيبحث الطلبة، ويستقصون، ويحلّلون، ويستفيدون من معرفتهم السابقة، ثمّ يُجرّبون ويطبّقون ويستنتجون للوصول إلى حلٍّ معقول — وكلّ ذلك ممتعٌ ومسلٍّ، فينخرطون بجدّية. ولو طُرحت المشكلة نفسها في غرفةٍ صفيّة عاديّة، لما حملت هذا الحماس؛ لأنّ الطلبة يعلمون مسبقًا أنّهم لن ينفّذوها عمليًّا.

وقد يطوّر المعلّم أسلوبه فيُجري منافسةً بين المجموعات: أيّ روبوتٍ يقطع الخطّ بأقلّ وقت؟ عندها يندفع الطلبة لا لحلّ المشكلة فحسب، بل للوصول إلى **أفضل** حلّ — فيُبدعون في التصميم والبرمجة، ويقيسون التجديد والأصالة في روبوتهم.

المهارات المُفعَّلة

التحليل · الاستنتاج · التقويم · التطبيق · توليد الأسئلة · تعميم الأفكار · فعاليّة التعبير · النقد — كلّها تدور حولها محاور البرنامج.

مثالٌ حيٌّ على التكامل بين العلوم

شئل أحد خبراء الرّوبوت عن هذا العلم فقال: «هو العلم الذي جمع جميع العلوم». فلا يكاد يُذكر علمٌ إلّا وقد دخل في تصميم روبوتٍ أو تطويره. ولننظر كيف يحتاج الطلبة — وهم يصنعون «روبوت تتبّع الخطّ» — إلى علومٍ متعدّدة في آنٍ واحد:

الفيزياء

قوانين السرعة والمسافة والاحتكاك والعزم والدوران، وشدّة انعكاس الإضاءة.

الرياضيات

النِّسب والقياسات والحسابات اللازمة لضبط حركة الرّوبوت.

الإلكترونيات

تركيب مجسّ الضوء وكيفيّة عمله، وقراءة الحسّاسات.

البرمجة

برمجة المجسّات وتحليل قراءاتها، والاستفادة من التغذية الراجعة.

الميكانيكا

آليّة الحركة والدوران، والمسنّنات والنِّسب بينها لتصميم جسم الرّوبوت.

البحث والمعلومات

استخدام الإنترنت للبحث عن المعلومات ودمج المعارف المختلفة.

> كلّ ذلك يُعطي الطلبة فكرةً عمليّة عن دمج العلوم المعرفيّة والإنسانيّة والعلميّة في سبيل إنتاج جهازٍ مفيد — فيصبحون مبتكرين ومخترعين مستقبلًا.

منظومةٌ متكاملة

أهدافٌ تربويّة في مختبرٍ واحد

إلى جانب التعلّم التعاوني وحلّ المشكلات والتكامل بين العلوم، يحقّق معمل الرّوبوت حزمةً من الأهداف التربويّة في آنٍ معًا:

مهارات العمل اليدوي

علمٌ عمليٌ تطبيقيٌ يحتاج فيه الطالب إلى الأدوات والقطع، فيتأصّل فهمه لعمل الآلات.

التعلّم بالمشروع

كلّ جلسةٍ تتمحور حول تنفيذ مشروعٍ ذي هدفٍ محدّد يتعلّم الطلبة من خلاله.

التمركز حول الطالب

حدٌّ أدنى من التعليم وحدٌّ أعلى من التعلّم — فيعتمد الطالب على نفسه.

استراتيجية التحدّي

يتعلّم الطالب أكثر حين يُوضع في تحدٍّ محدّد يستنفر كلّ وسائله للوصول إلى نتيجة.

ربط التعلّم بالحياة

مشاريعُ يعيشها الطالب يوميًّا: السيارة، الطائرة، الرافعة، الأبواب الذكية...

التعلّم الممتع

خروجٌ عن النمط الجافّ للحصّة النظريّة، فيندمج العلم بالمتعة والتشويق.

تعدّد الأنشطة والمسابقات

سباقاتٌ علميّة، ونوادٍ مدرسيّة، ومشاركاتٌ محليّة وعربيّة وعالميّة على مدار السنة.

الاختراع والابتكار

مشاريعُ تدفع نحو الإبداع واكتشاف النظريات، أو على الأقلّ طرح أفكارٍ ومناقشتها.

استراتيجيّة «المعلّم النظير»

حين يُعلّم الطالب الرّوبوتَ مهمّةً، فإنّه يتعلّمها هو أوّلًا. فلو طُلب منه برمجة روبوتٍ رسّامٍ ليرسم **مربّعًا**، وجب عليه أن يعرف: ما المربّع؟ وما خصائصه؟ وكيف تُقاس الزاوية والضِّلع؟ فإن نفّذ الرّوبوت الأمر بدقّة، كان ذلك دليلًا على أنّ المفهوم قد رسخ لدى الطالب — حتى أصبح قادرًا على تعليمه لغيره.

المبدأ

أداءُ الرّوبوت الصحيح = برهانٌ على فهم الطالب الصحيح. وهذا ينطبق على تعليمه اللغة والرسم والحساب وغيرها.

مشاريعُ من قلب الحياة

أغلب مشاريع المعمل أمثلةٌ حقيقيّة يعيشها الطالب يوميًّا، فيفهم آليّة عمل الآلات التي يستخدمها ويربطها بما يتعلّمه:

السيّارة · الطائرة · الذراع الآليّة · الرافعة · الأبواب الذكيّة · آلة سحب النقود · خطّ الإنتاج

الغسّالة الروبوتيّة · الغوّاصة · المركبة الفضائيّة · روبوت كرة القدم · روبوت السلّة

مختبرٌ متعدّد الاستخدامات

هو مختبرٌ لتعليم الرّوبوت، وللفيزياء التطبيقيّة، وللإلكترونيات، ولإيصال مفاهيم الرياضيات والحاسوب والخوارزميات — ويستطيع **أكثر من معلّمٍ** تشغيله والتعاون فيه، كلٌّ حسب تخصّصه.

عادات العقل والبحث العلمي

يُنمّي علم الرّوبوت **عادات العقل (Habits of Mind)** التي يُنادي بها المتخصّصون، ويشجّع روح المبادرة والبحث العلمي — وهو ما نحتاجه كثيرًا في وطننا العربي:

الفضول · الحماس · الإبداع · الانفتاح · الدقّة · المبادرة · الإصرار · الشكّ العلمي

التعلّم بالاكتشاف

أداةٌ مثاليّة لتدريب الطلبة على الاكتشاف؛ وهو عمليّةُ تفكيرٍ تتطلّب إعادة تنظيم المعلومات المخزونة، لرؤية علاقاتٍ جديدة لم تكن معروفة من قبل. ويأتي على ثلاث درجات:

الموجَّه

يقود المعلّم خطوات الاكتشاف.

شبه الموجَّه

توجيهٌ جزئيّ مع مساحةٍ للطالب.

الحرّ

يستكشف الطالب بنفسه دون توجيه.

هل تعلم؟ · علمٌ مستقبليّ مفتوح

كما انتقل علم الحاسوب من **الاختصاص إلى التعميم**، يُتوقّع أن يصبح علم الرّوبوت متطلبًا أساسيًّا في المدارس والجامعات. وهو مرتبطٌ بالنانوتكنولوجي والجينات والإلكترونيات والاتصالات، وبمهنٍ كالطبّ والهندسة والصناعة والزراعة والتعليم — ما يمنح الطلبة دافعًا قويًّا لتعلّمه.

05

القسم الخامس

الرّوبوت والمواصفات القياسية للعلوم

كيف تتماشى مفاهيم علم الرّوبوت مع المواصفات القياسية الوطنية للعلوم (NSES)؟

توحيد المفاهيم | العلم كاستعلام | علوم الفيزياء

حين يخدم الرّوبوت معايير العلوم

نظرًا لقلّة الدراسات العربيّة في هذا المجال، نستند إلى دراسةٍ أجراها **الاتحاد الوطني لعلم هندسة الرّوبوت (NREC)** — أكاديمية علم الرّوبوت في أمريكا — قارنت مفاهيم الرّوبوت بالمواصفات القياسية الوطنية للعلوم ومعايير معلّمي الرياضيات.

المواصفة القياسية للعلوم	مفاهيم علم الرّوبوت المقابِلة
توحيد المفاهيم · الأنظمة والنظام والمنظمة	
النظام مجموعةٌ مرتّبة من الأشياء المترابطة تُشكّل كلًّا، والهدف هو التفكير التحليلي في نطاق الأنظمة.	الرّوبوت — بطبيعته المعقّدة — **مثالٌ ممتاز عن الأنظمة**: أجهزة التصفّح والتحسّس والقدرة ونقل الحركة والرفع، ويمكن تقسيمه إلى أنظمةٍ فرعيّة.
سلوك الكون منتظمٌ ويمكن التنبّؤ به، وتسمح الرياضيات بتأكيد التنبّؤات.	بُنيت تقنيّاته على سلسلةٍ سلوكيّة تُقاس رياضيًّا. أمثلة يسهل فهمها: المسنّنات والفائدة الميكانيكيّة، أقطار العجلات وأثرها في السرعة، طول الذراع وأثره في العزم.

كيف نقرأ الجداول؟

يعرض كلّ جدولٍ **المواصفة القياسية** في العمود الأول، يقابلها **مفهوم علم الرّوبوت** الذي يُجسّدها عمليًّا في المختبر.

المواصفة القياسية للعلوم	مفاهيم علم الرّوبوت المقابِلة
الشاهد والأمثلة والشرح	
الشاهد هو الملاحظات والبيانات التي تستند إليها الإثباتات العلميّة، وتسمح بالتنبّؤ بالتغيّرات في الأنظمة.	تسمح الأبحاث للطلبة بجمع الشواهد لإثبات المبادئ العلميّة، عبر الدارات الأساسيّة وحسّاسات اللمس المفتوحة والمغلقة ووحدات التغذية والمحرّكات.
الأمثلة (النماذج) مخطّطاتٌ تطابق الأشياء الحقيقية؛ والشروح تدمج المعرفة بالأدلّة عبر مصطلحاتٍ كالفرضية والقانون والنظرية والنموذج.	تعرض النواقلُ القابليّةَ الرياضيّة للتنبّؤ بالفائدة الميكانيكيّة — نموذجٌ ملموس يربط الشكل بالسلوك المتوقَّع.

المواصفة القياسية للعلوم	مفاهيم علم الرّوبوت المقابِلة
الثبات والتغيّر والقياس	
معظم الأشياء في طريقها نحو التغيّر، وبعض الخصائص ثابتة كسرعة الضوء وشحنة الإلكترون. والرياضيات أساس القياس الدقيق للتغيّر.	يعتمد الرّوبوت على **الثبات** للحصول على نتائج قابلة لإعادة الإنتاج.
تُقارن السرعةُ بين كميّتين مقاستين؛ مثلًا 60 مترًا في الثانية.	مشكلة التوقيت: مع انخفاض طاقة البطارية يصعب التنبّؤ بالنتائج، فيأخذ الطلبة قراءات الحسّاسات الثابتة. والعبارات الشرطيّة تسمح للرّوبوت باتّخاذ القرار ذاتيًّا.

المواصفة القياسية للعلوم	مفاهيم علم الرّوبوت المقابِلة
التطوّر والتوازن	
التطوّر سلسلةُ تغيّراتٍ تفسّر الشكل والوظيفة الحاليّين للأشياء والأنظمة الطبيعية والمصمَّمة.	عند العمل بالمسنّنات والبكرات يعرض الطلبة هذه الفكرة عمليًّا.
التوازن حالةٌ فيزيائيّة تتعاكس فيها القوى وتتساوى في المقدار.	يتعلّم الطلبة كيف يحصلون على **فائدةٍ ميكانيكيّة أكبر** مقابل زيادة تباطؤ الرّوبوت، والعكس بالعكس.

المواصفة القياسية للعلوم	مفاهيم علم الرّوبوت المقابِلة
الشكل والوظيفة	
الشكل والوظيفة سمتان مكمّلتان للأشكال والكائنات الحيّة والأنظمة في العالم الطبيعي والمصمَّم.	عند تصميم الرّوبوت، **يتبع الشكلُ الوظيفةَ دائمًا**.
—	سواءٌ اشتمل القرار على جنازير بدل العجلات، أو روبوتٍ سريع عوض البطيء، أو اختيار أداة التحسّس — فكلّ القرارات تستند إلى الغاية، وتؤثّر في المظهر النهائي (الشكل).

هل تعلم؟

قاعدة «**الشكل يتبع الوظيفة**» التي يردّدها المصمّمون والمعماريّون يلمسها الطالب بيده حين يركّب روبوتًا ذاتيّ الحركة — فيختار شكله بناءً على المهمّة المطلوبة لا العكس.

العلم كاستعلام · الفيزياء · التقنيات

المواصفة القياسية	مفاهيم علم الرّوبوت
«A» العلم كاستعلام	
يطوّر الطلبة مهارات الاستعلام العلمي وفهمه عبر فعاليّاتٍ تبدأ بسؤال، وتسمح بالبحث، وتجمع الشواهد، وتجيب، وتربط البحث بالنتائج.	كلّ الأبحاث تأخذ شكل «العلم كاستعلام»؛ يُجري الطلبة التجربة، ويجمعون البيانات، ويثبتون المبادئ، ثمّ يلخّصون ما تعلّموه.

المواصفة القياسية	مفاهيم علم الرّوبوت
«B» علوم الفيزياء	
فهم الخصائص وتغيّرها، والحركات والقوى، وتحويل الطاقة (ضوء، حرارة، صوت، كهرباء، جاذبيّة، حركة).	الفائدة الميكانيكيّة، العزم، الدارات الأساسيّة، الإلكترونيات الرقميّة والتمثيليّة، الضوء، التسارع، السرعة، كمية الحركة، الاحتكاك — بطريقة «فكّر وطبّق».

المواصفة القياسية	مفاهيم علم الرّوبوت
«E» العلوم والتقنيات	
تطوير إمكانات التصميم التقني، وفهم العلوم والتقنيات، والبدء بتمييز العلوم عن التقنيات.	يمرّ الطلبة بدورة التصميم الهندسي كاملةً: تحديد المشكلة، اقتراح الحلول، البناء، الاختبار، والتحسين.

06

القسم السادس

مواصفات الرياضيات والتقنية

معايير المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات (NCTM)، والاتحاد العالمي للتعليم التقني (ITEA).

NCTM · الرياضيات 6–8

ITEA · التعليم التقني

معايير الرياضيات

يخدم مختبر الرّوبوت معايير المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات في خمسة محاور للمحتوى وخمسة للعمليّات — إليك المحاور الأولى:

معيار NCTM	أنشطة علم الرّوبوت المقابِلة
الأعداد والعمليات فهم نظم الترقيم ومعنى العمليات والحساب التقديري المنطقي.	المسنّنات والعزم، الاحتكاك، الرافعات، السيور والبكرات، حسّاسات اللمس والضوء والحرارة والدوران، وحساب السرعة.
الجبر تمثيل الحالات والبنى بالرموز الجبريّة، وتحليل التغيّر في سياقاتٍ متعدّدة.	العبارات الشرطيّة، تعدّد المهام، المتحوّلات، برمجة الحسّاسات، الوظائف، الإيجاز والروتينات الفرعيّة.
الهندسة وصف العلاقات بين الأجسام ثنائيّة وثلاثيّة الأبعاد، وتحديد المواقع بالإحداثيات.	حسّاسات الدوران والمحيط، وتحديد الأمكنة لبرمجة الإنسالي لينتقل من نقطةٍ لأخرى.
القياس فهم الخواصّ القابلة للقياس والوحدات، وتطبيق التقنيات والقوانين لتحديد القياسات.	المسنّنات والسرعة والعزم، الاحتكاك، الرافعات، السيور والبكرات، البرمجة، حسّاسات الدوران والضوء.

معايير العمليّات الرياضيّة

معيار NCTM	أنشطة علم الرّوبوت المقابِلة
حل المسائل بناء معرفةٍ رياضيّة جديدة عبر حلّ المسائل، وتكييف الاستراتيجيات المناسبة.	بعد الدروس التمهيديّة لكلّ وحدة، مسائلُ تصميميّة قابلة للتعديل تشمل التصميم والبناء والبرمجة، يُكيّفها الأستاذ الماهر حسب حاجة الطالب.
التعليل والبرهان التعرّف إلى التعليل كسمةٍ أساسيّة، وتطوير الحجج الرياضيّة وبرهنتها.	تشتمل كلّ الأبحاث على جمع البيانات وفحص العيّنات وعكس الاكتشافات — فيبحث الطلبة علميًّا ثمّ ينقلون ما تعلّموه.
الاتصالات تنظيم التفكير الرياضي ونقله بوضوح، واستخدام لغة الرياضيات للتعبير بدقّة.	عرض العمل المنجَز رقميًّا أمام الأستاذ أو الصفّ — فينظّم الطلبة أفكارهم رياضيًّا ويشاركونها مع الآخرين.
الارتباطات تمييز الارتباطات عبر الأفكار الرياضيّة، وتطبيق الرياضيات على المفاهيم غير الرياضيّة.	الربط بين المفاهيم في كلّ بحث، وتطبيق الرياضيات على التصميم والبرمجة والميكانيكا — لإنتاج مفهومٍ مترابط ومتماسك.

القاسم المشترك

تتطلّب جميع أبحاث المنهاج من الطالب: **تعقّب البيانات، وتحليلها، وتمثيلها** في مخطّطٍ بياني أو جدولٍ أو معادلة.

معايير التعليم التقني

تغمس وحدات علم الرّوبوت — المقدمة، الحسّاسات، الميكانيك، البرمجة — الطلبةَ في خمسة معايير تقنيّة كبرى:

معيار ITEA	كيف يخدمه علم الرّوبوت
طبيعة التقنيات فهم مميّزات التقنيات وهدفها، وارتباطها بمجالات الدراسة الأخرى.	وحدات المقدمة والحسّاسات والميكانيك والبرمجة تغمس الطالب في طبيعة التقنية.
التقنيات والمجتمع فهم الآثار الثقافية والاجتماعية والاقتصادية، ودور المجتمع في تطويرها.	وحدة المقدمة ووحدة «الرّوبوت الحقيقية» تربطان التقنية بالمجتمع.
التصميم فهم صفات التصميم والتصميم الهندسي، ودور البحث والابتكار والتجريب.	المسنّنات والسرعة والعزم، الاحتكاك والروافع، السيور والبكرات، وحسّاسات اللمس والضوء والحرارة والدوران.
إمكانات العالم التقني تطبيق عمليّة التصميم، واستخدام المنتجات التقنيّة والمحافظة عليها.	أنشطةٌ تدعو الطلبة لتطوير خبراتٍ تقنيّة مفيدة عبر كامل وحدات الميكانيك والحسّاسات.
العالم المصمَّم فهم تقنيات الطاقة والمعلومات والاتصالات والنقل والتصنيع، واختيارها واستخدامها.	تغمس الوحداتُ الطلبةَ في عمليّات التصميم وقضاياه لتصميم المستقبل.

07

القسم السابع

من كلمات المتعلّمين أنفسهم

شهاداتٌ من قلب التجربة — مؤشّراتٌ على ما اكتُسب علميًّا في دورات وبرامج الرّوبوت.

أصواتٌ حقيقيّة

قالوا عن التجربة

هذه التعليقات ليست إلّا مؤشّراتٍ على ما تمّ اكتسابه من قبل الصفّ كلّه:

عن المنطق

"وجه الإبداع هنا أنّه عليك أن تستخدم المنطق وتنفّذه؛ لقد دمج البرنامج تفكيرَ الدماغ الأيمن والأيسر معًا.

عن مهارات التفكير

"كان شعور الإنجاز عظيمًا عند الانتهاء؛ أعتقد أنّ مهارات التفكير المنطقي قد تطوّرت لديّ.

عن التعاون

"إنها تجربةٌ تقودنا تلقائيًّا إلى التعاون للتعلّم، وهو ما أجده شخصيًّا أمرًا مفيدًا.

عن المعرفة

"هي أوّل مرّةٍ أبرمج فيها، وأقوم بهذا لأنّني أحبّ المعرفة الناتجة في النهاية؛ فهي مسألة بناء، لا نظريّاتٍ لنفهمها.

عن الإبداع

"كنت أحلم دائمًا بتطوير نموذجٍ لجهاز، وتغلّبت على عقباتٍ من خلال مادة الرّوبوت، حتى أنتجت روبوتًا من ابتكاري.

عن البرمجة

"في البداية كنت قلقًا من البرمجة فهي تجربتي الأولى، لكن في النهاية كان الأمر ممتعًا حقًّا.

عن المعرفة المكتسبة

"حصلنا على دورةٍ للبرمجة مع الاختبار والمراجعة المستمرّة، وتخلّصنا نهائيًّا من الأخطاء المتكرّرة.

عن البرنامج

"مررتُ بعدّة تجارب وورش عمل، وما وجدته في برنامج الرّوبوت يجمع الكثير ممّا أخذته، ويتميّز بجانبه العملي.

عن الثقة

"كنت متخوّفًا في البداية، ولكن عندما بدأنا شعرت بالراحة التامّة؛ فلم أكن أتوقّع أن أنجز ما أنجزته.

عن الأثر

"أتوقّع أن أبدأ مباشرةً بتنفيذ البرنامج في مدرستي، وسأحرص أن يمرّ أكبر عددٍ من الطلبة بهذه التجربة.

عن تحقيق الحلم

"لم أكن أتوقّع أن ما أتخيّله يمكن أن يصبح حقيقة؛ فقد تخيّلت سيارةً بنظام دفعٍ خلفي، وصمّمتها فعلًا، وآمل أن أعرضها في المعرض العلمي القادم.

> "من الخوف إلى الإنجاز، ومن النظريّة إلى الابتكار — هذه هي الرحلة التي يصنعها مختبر الرّوبوت في وجدان المتعلّم.

08

القسم الثامن

علم الرّوبوت بالأرقام والأدلّة

ما الذي تقوله أحدث أرقام السوق ودراسات الأثر العالميّة عن الرّوبوت التعليميّ؟

السوق العالميّ 2024–2030 | حجم الأثر التعليميّ | دراساتٌ مُحكَّمة

السوق العالميّ · 2024–2030

الرّوبوت التعليميّ يتمدّد عالميًّا

تُظهر بيانات Grand View Research (2025) أنّ سوق الرّوبوت التعليميّ يعيش أحد أسرع منحنيات النموّ في قطاع التعليم التقنيّ.

1.38 مليار $
حجم السوق العالميّ المقدَّر سنة 2024.
القيمة الحاليّة

5.84 مليار $
القيمة المتوقّعة بحلول سنة 2030.
التوقّع

28.8%
معدّل النموّ السنويّ المركّب (CAGR) 2025–2030.
وتيرة النموّ

2024 **1.38 مليار $** — ×4.2 خلال 6 سنوات — 2030 **5.84 مليار $**

أين يتركّز النموّ؟

39.3%
حصّة **التعليم الثانويّ** من السوق — الشريحة الأكبر سنة 2024.

35.6%
حصّة **أمريكا الشماليّة**، المنطقة الأكبر إيرادًا.

آسيا والهادئ
المنطقة **الأسرع نموًّا** عالميًّا في هذا المجال.

معلومة سريعة · ما الذي يدفع النموّ؟

تتقاطع ثلاثة محرّكات: **التوسّع في تعليم STEM**، ودمج **الذكاء الاصطناعيّ** في أدوات التعلّم، وتزايُد **التمويل الحكوميّ** لمختبرات الرّوبوت في المدارس والجامعات.

ماذا تقول الأبحاث؟

تَقيس الدراساتُ الأثرَ بـ«حجم الأثر» (Effect size)؛ فكلّما ارتفع الرقم زاد أثر الرّوبوت مقارنةً بالتعليم التقليديّ. والمرجع المعتمَد: **0.2 ضعيف · 0.5 متوسّط · 0.8 قويّ**.

الأثر العامّ على نواتج التعلّم — **g = 0.57**

تحليل بَعديّ لـ 17 دراسة · Wang وآخرون، 2023 (MDPI)

الأثر على اتّجاهات الطلبة ودافعيّتهم — **g = 1.23**

الأقوى بين كلّ المقاييس — أثرٌ كبير

الأثر على درجات الاختبارات التحصيليّة — **g = 0.97**

أثرٌ قويّ قريب من المستوى الأعلى

الأثر على تلاميذ المرحلة الابتدائيّة — **d = 0.64**

567 طفلًا في 8 دراسات · European Journal of Educational Research، 2023

ضعيف 0.2 · متوسّط 0.5 · قويّ +0.8

> أقوى أثرٍ للرّوبوت التعليميّ يظهر في اتّجاهات الطلبة ودافعيّتهم نحو التعلّم — وهو بالضبط ما يصعب على الطرق التقليديّة تحقيقه.

هل تعلم؟ · أبعد من الدرجات

خلص تحليلٌ بَعديّ متعدّد المستويات لتعليم STEM (**International Journal of STEM Education**، 21 — 2024 دراسة) إلى أنّ الرّوبوت يُعزّز **مهارات التفكير العليا، والتفكير الحاسوبيّ، والمهارات الاجتماعيّة**، لا التحصيل الأكاديميّ وحده.

المراجع والمصادر

قائمة الاستناد العلمي التي بُنيت عليها هذه المادّة.

1 **Lego Mindstorms and the Growth of Critical Thinking**

Bernard Ricca / School of Education / Dominican University — Evelyn Lulis / CTI / DePaul University — Dennis Bade / John S. Clark Elementary School.

2 **Teaching robotics from a computer science perspective**

Kay, J. S. (2003). The Journal of Computing in Small Colleges, v.19 n.2, p.329–336. — Illinois State Board of Education (2003), State Goal 11.

3 **Using robotic technology as a constructionist mindtool in knowledge construction**

Savage, T.; Sanchez, I. A.; O'Donnell, F.; Tangney, B.

4 **Some thoughts on robotics for education**

Jacek Malec / Department of Computer Science / Lund University.

5 **A low-cost, high-performance robotics platform for education and research**

Bajracharya, M., & Olsson, E. (2001). Proc. 2001 AAAI Spring Symposium on Robotics and Education.

6 **مصادر إلكترونيّة**

موسوعة ويكيبيديا، ومجموعة من مواقع الإنترنت والمقالات الموثّقة مع الشكر لأصحابها. الصور من مواقع إنترنت متنوّعة.

أصل الدراسة المقارِنة

استندت مقارنات المواصفات القياسية إلى دراسة **الاتحاد الوطني لعلم هندسة الرّوبوت (NREC)** — أكاديمية علم الرّوبوت.

مراجع عالميّة حديثة

المصادر الدوليّة المُحكَّمة التي استندت إليها أرقام السوق ودراسات الأثر في القسم الثامن.

دراسات الأثر التعليميّ

1. **The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis**
.Wang, Y., et al. (2023). Sustainability, 15(5), 4637. MDPI. — Overall effect g = 0.57; attitudes g = 1.23; exam g = 0.97

2. **The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis**
International Journal of STEM Education (2024), 11:7. Springer Nature. — 30 effect sizes from 21 studies (2010–2022).

3. **The Impact of Educational Robotics on Cognitive Outcomes in Primary Students: A Meta-Analysis of Recent Studies**
Mukhasheva, M., et al. (2023). European Journal of Educational Research, 12(4), 1683–1695. — SMD = 0.641; 567 children, 8 studies.

4. **Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review**
.Benitti, F. B. V. (2012). Computers & Education, 58(3), 978–988. Elsevier

بيانات السوق العالميّ

5. **Educational Robot Market Size, Share & Industry Report, 2030**
Grand View Research (2025). — Market: USD 1,377.8M (2024) → USD 5,842.2M (2030); CAGR 28.8%; secondary education 39.3%; North America 35.6%.

6. **Educational Robots Market — Size & Forecast**
مصادر مقارِنة — Market Research Future (MRFR), 2025; ResearchAndMarkets (2024–2030); IMARC Group (2024) لاتّجاهات السوق.

ملاحظة منهجيّة

«حجم الأثر» (g / d) مقياسٌ إحصائيّ موحَّد يقارن مجموعة الرّوبوت بمجموعةٍ ضابطة؛ والمرجع: **0.2 ضعيف · 0.5 متوسّط · 0.8 قويّ** (Cohen). تتفاوت تقديرات حجم السوق بين بيوت الأبحاث تبعًا لتعريف القطاع.

ReasoniX
Ai Academy

الرّوبوت ليس غايةً في ذاته — بل جسرٌ يربط العلوم بالحياة، والطالبَ بفضوله.

حين نُتيح للطالب أن يبني ويبرمج ويُخطئ ويُعيد المحاولة، فإنّنا لا نُعلّمه التقنية وحدها، بل نزرع فيه عادات العقل التي تصنع مخترعي الغد.

نُهندس أولًا، ونبني ثانيًا