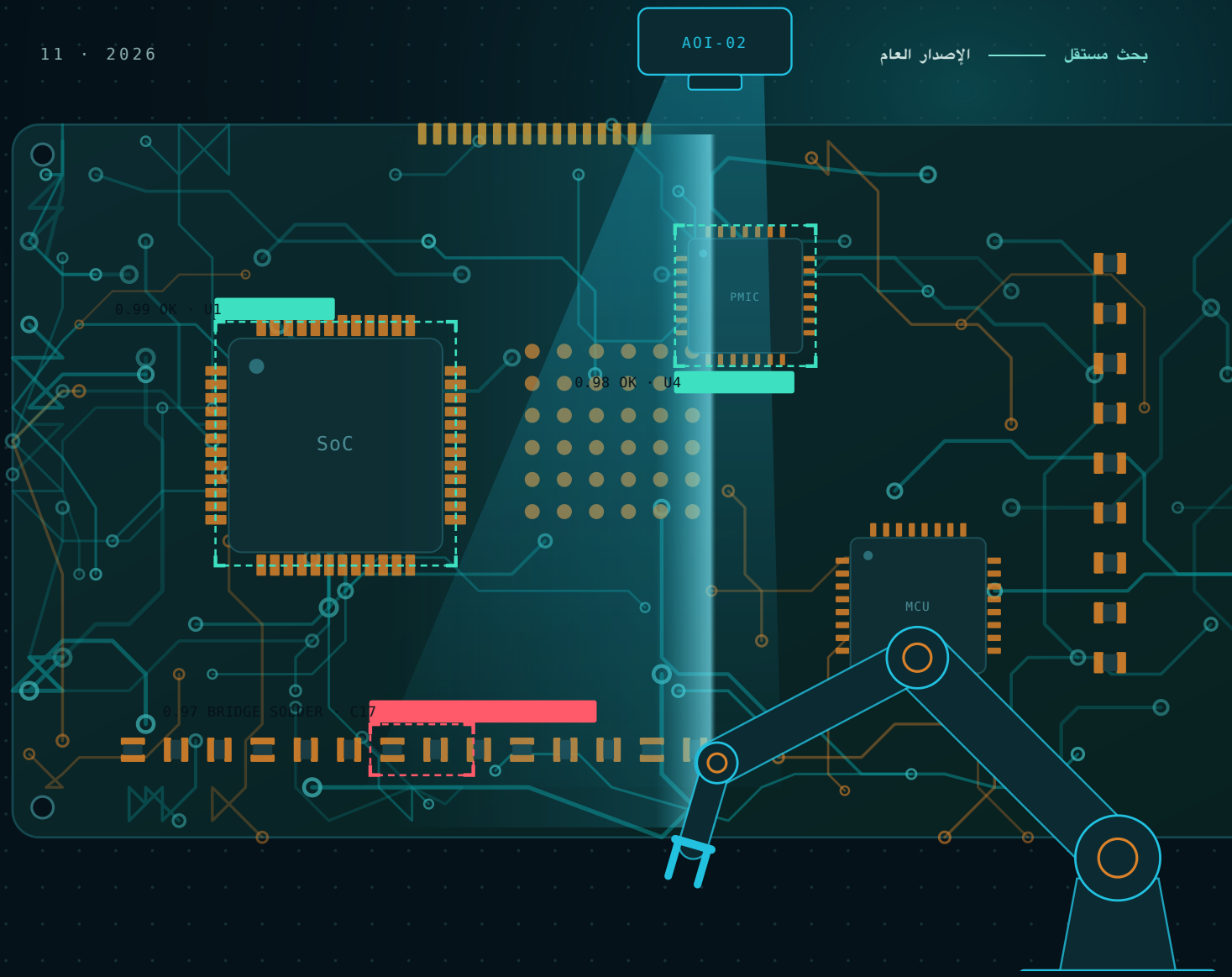


تصنيع الإلكترونيات · الفحص بالذكاء الاصطناعي × الروبوتات

الفحص البصري بالذكاء الاصطناعي والأذرع الروبوتية في مصانع الإلكترونيات

تقييم 2026

التكوينات السائدة · الجدوى الإقليمية · النشر المحلي · نماذج المعلم والطالب
العائد على الاستثمار · المنافسة · ما لا يجيب عنه سوى مشروع تجريبي

مراجعة الذكاء الاصطناعي تستحق العناء، ضمن نطاق ضيق. أما الأذرع الروبوتية المتجسدة فيمكنها الانتظار.

النتيجة الرئيسية

Tan Shuai
tanshuai.comi@tanshuai.com

البيانات حتى 11 نوفمبر 2026
الصين القارية · تايوان · جنوب شرق آسيا · الولايات المتحدة

المحتويات

المحتويات



◆ **الملخص التنفيذي** — يستحق التنفيذ، لكن على نطاق ضيق، والآن مع شركاء — 4

01 **الخط اليوم** — ماذا تشغّل مصانع الإلكترونيات اليوم، وما هو ممكن تقنيًا — 8

02 **النشر المحلي** — تشغيل الذكاء الاصطناعي داخل المصنع: الغرف النظيفة، والعزل عن الشبكة، والعتاد، والكمّية — 15

03 **المعلم والطالب** — المعلم والطالب: تستطيع النماذج الرائدة عنونة بيانات الفحص مسبقًا؛ أما الأذرع الروبوتية فمعلموها الحقيقيون ما زالوا البشر — 24

04 **التكاليف وفترة الاسترداد** — التكاليف والاسترداد: المراجعة بالذكاء الاصطناعي تسترد تكلفتها في أشهر، والتغذية للآلات في سنوات، وأذرع الالتقاط أبدًا — 32

05 **السوق والمنافسة** — السوق والمنافسة وكيف يدفع المشترون — 39

06 **الذكاء الاصطناعي المتجسد** — الذكاء الاصطناعي المجسّد: أولاً يغيّر كيفية تعليم الروبوتات، ولاحقًا كيفية تحركها — 48

07 **أسئلة مفتوحة** — ما لا يجيب عنه السجل العام، وكيف يحسمه مشروع تجريبي — 53

◆ **عن المؤلف** — Tan Shuai — 55

علامات الثقة في النص

- **verified** اتفاق مصدرين مستقلين أو أكثر، أو وثيقتين أوليتين مستقلتين
- **single source** مصدر واحد فقط، بما في ذلك الوثائق الأولية
- **vendor claim** منشور من قبل بائع المنتج أو الخدمة
- **estimate** حسابات المؤلف أو استنتاجه من البيانات المذكورة

الأشكال

الأشكال



01	أين يناسب الذكاء الاصطناعي أرضية المصنع اليوم	6
02	خط SMT إنتاج ضخم: البشر يجلسون خلف AOI	9
03	نحو 97–99% من إنذارات AOI إنذارات كاذبة	10
04	الكاميرا العامة ليست AOI	11
05	نشر معزول عن الشبكة	15
06	مناطق النظافة والكهرباء الساكنة تحدد أين توضع الحوسبة	16
07	حدود السرعة حسب الاستخدام	18
08	الحوسبة المحلية: الذاكرة والسعر وما يمكن شراؤه قانونيًا في الصين القارية	19
09	محطة عمل واحدة كبيرة لا تصنع مساعدًا مشتركًا	20
10	التكميم: bit-8 آمن، وbit-4 يعتمد على الوصفة، وbit-3 وما دونها مستبعد	21
11	مرشحو المعلِّمين: النتائج العامة تضاعفت خلال جيل	25
12	سؤال «هل يوجد عيب؟» ما زال صعبًا على النماذج العامة	26
13	خطّا أنابيب معلِّم–متعلِّم	27
14	ما الحجم الذي يجب أن تكون عليه المجموعة الذهبية	28
15	زمن استجابة سياسة الحافة	29
16	الروبوتات المتعلِّمة: قريبة من مستوى الإنتاج فقط عندما تكون المحطة مُنظَّمة	30
17	تكلفة عامل الفحص أو المناولة الواحد سنويًا	33
18	سلم الأسعار	34
19	الاسترداد حسب المنطقة	36
20	لماذا لا يسترد التقاط اللوحات المعيبة تكلفته	37
21	الرسوم الأمريكية على الروبوتات وAOI وحواسيب الحافة	38
22	تختلف أحجام السوق بأكثر من عشر مرات	40
23	من الأسفل إلى الأعلى: 40,000 خط ← 16,000 قابل للخدمة ← ≈RMB 320M لمرة واحدة	41
24	نافذة إعادة التأهيل نحو خمس سنوات	42
25	إسفين المراجعة محاصر من ثلاث جهات	42
26	الهامش يكمن في الأجهزة المُنتَجة	44
27	كيف يدفع المشترون	45
28	أيام المبيعات المستحقة (DSO)	46
29	حزمة الذكاء المجسَّد	48
30	ما الذي تفصح عنه عمليات نشر الروبوت داخل المصانع فعليًا	49
31	صافي العمالة المستبدلة لكل روبوت	50
32	الخط الزمني للمعايير واللوائح	51

الملخص التنفيذي

يستحق التنفيذ، لكن على نطاق ضيق، والآن مع شركاء

النتيجة الرئيسية

الحُكم: بالنسبة لمصانع الإلكترونيات، ما نضج في 2026 وما ستدفع المصانع مقابله هو المراجعة بالذكاء الاصطناعي والفحص المتخصص على صور AOI، إضافة إلى التغذية الآلية المبرمجة للآلات، وليس «نموذجًا لغويًا كبيرًا ينظر إلى اللوحات إضافة إلى روبوتات مجسّدة تلتقطها».

0.46–0.65 سنة

فترة استرداد تكلفة مراجعة الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة وتايوان وShenzhen، عند 50 ألف RMB لكل خط

≤ 95% · > 20 PPM

التغطية ومعدل التسرب لمراجعة الذكاء الاصطناعي الداخلية لدى شركة EMS كبرى: وهو المعيار المطلوب للبيع إلى شركات EMS من الدرجة الأولى

100–700 مليون RMB

السوق القابل للخدمة لتحديث الخطوط بواسطة أطراف ثالثة في الصين القارية، لمرة واحدة، على مدى نحو خمس سنوات

0 نقاط

درجات المعايير المنشورة لعيوب الصناعة للنماذج الرائدة في نوفمبر 2026: معلمون وليسوا مفتشين

1.1–1.5 سنة

فترة استرداد تكلفة خلية روبوت تعاوني لتشغيل الآلات على مدار ورديتين في الولايات المتحدة وتايوان وShenzhen

0.003–0.14 FTE

العمالة التي يوفرها ذراع روبوتي لالتقاط القطع في كل وردية على خط SMT: لا يسترد تكلفته أبدًا

الفحص
ROI

التعلّم العميق الموجَّه المطبَّق على الصور التي تنتجها أجهزة AOI القائمة بالفعل يقلّل المكالمات الكاذبة أو ساعات المراجعة بنسبة 60–90% (بحسب ادعاءات البائعين). وتفيد شركة DBG، وهي شركة EMS كبيرة، في تقريرها السنوي بأن نظامها الداخلي يغطي أكثر من 95% من المكونات المبلَّغ عنها مع تسرّب أقل من 20 PPM وتقليص للمراجعة البشرية بأكثر من 85%؛ وهذا هو الحد الذي يجب أن يتجاوزه أي منتج من طرف ثالث ليبيع لشركات EMS من الدرجة الأولى. وعند 50,000 RMB لكل خط، تسدّد المراجعة بالذكاء الاصطناعي تكلفتها في غضون عام في الصين القارية وتايوان والولايات المتحدة (شنتشن 0.65 عامًا، تايوان 0.53، الولايات المتحدة 0.46)، وخلايا التغذية بالروبوتات التعاونية في 1.1–1.5 عامًا وفي جنوب شرق آسيا في 2–6 أعوام، بينما لا تسدّد ذراع روبوتية تُضاف إلى خط SMT لالتقاط اللوحات المعيبة فقط تكلفتها أبدًا في أي مكان، لأن التقاط اللوحات المعيبة عند تجاوز عائد المرور الأول 90% يستغرق 0.003–0.14 فقط من عامل لكل وردية estimate .

النماذج
الروبوتات

لا تزال النماذج اللغوية متعددة الوسائط الكبيرة غير قادرة على أن تكون الفاحص الأساسي. حتى 11 نوفمبر 2026، لا يملك أي من النماذج الرائدة (Claude Fable 5.2 وGPT-6.x وGemini 4 وQwen3.8 وغيرها) درجة منشورة على أي معيار لعيوب صناعية أو للوحات PCB، وفي تحدي PCBA الخاص بـ ACM MM 2026، سجّلت أفضل خمسة أنظمة، المدرَّبة على 6,600 صورة حقيقية من خطوط الإنتاج، 77–82 فقط في «هل يوجد عيب». يمكن للنماذج الرائدة أن تُعنون البيانات مسبقًا وتُفرزها. أما بالنسبة للأذرع الروبوتية، فالمعلمون الحقيقيون ما زالوا هم العروض البشرية والتعلّم المعزّز على الروبوت الحقيقي والمحاكاة: يصل الطلاب إلى 90–99.4% في المحطات المثبّتة والمنظّمة، لكن 30–80% فقط على الناقلات المتحركة والأجزاء غير المرئية والمنتجات الجديدة؛ وأنجز وكيل رائد 104 من 108 مهام روبوتية شبه ساكنة على الروبوت الحقيقي، بمعدل 280 ثانية لكل مهمة.

النشر المحلي
النشر

النشر المعزول عن الشبكة في المصانع النظيفة والمتحكَّم بها عملي بالكامل. عادةً ما تكون قاعة SMT العادية منطقة محمية من التفريغ الكهروستاتيكي (ESD) وليست غرفة نظيفة مصنّفة: يوضع صندوق Jetson بدون مروحة أو صندوق NPU محلي عند الخط، وتوضع خوادم GPU في غرفة الخوادم. وبموجب تصنيفات التصدير الخاصة بشركة NVIDIA نفسها، يمكن بيع Jetson Thor وDGX Spark لمصنع عادي في الصين القارية دون ترخيص أمريكي؛ أما DGX Station

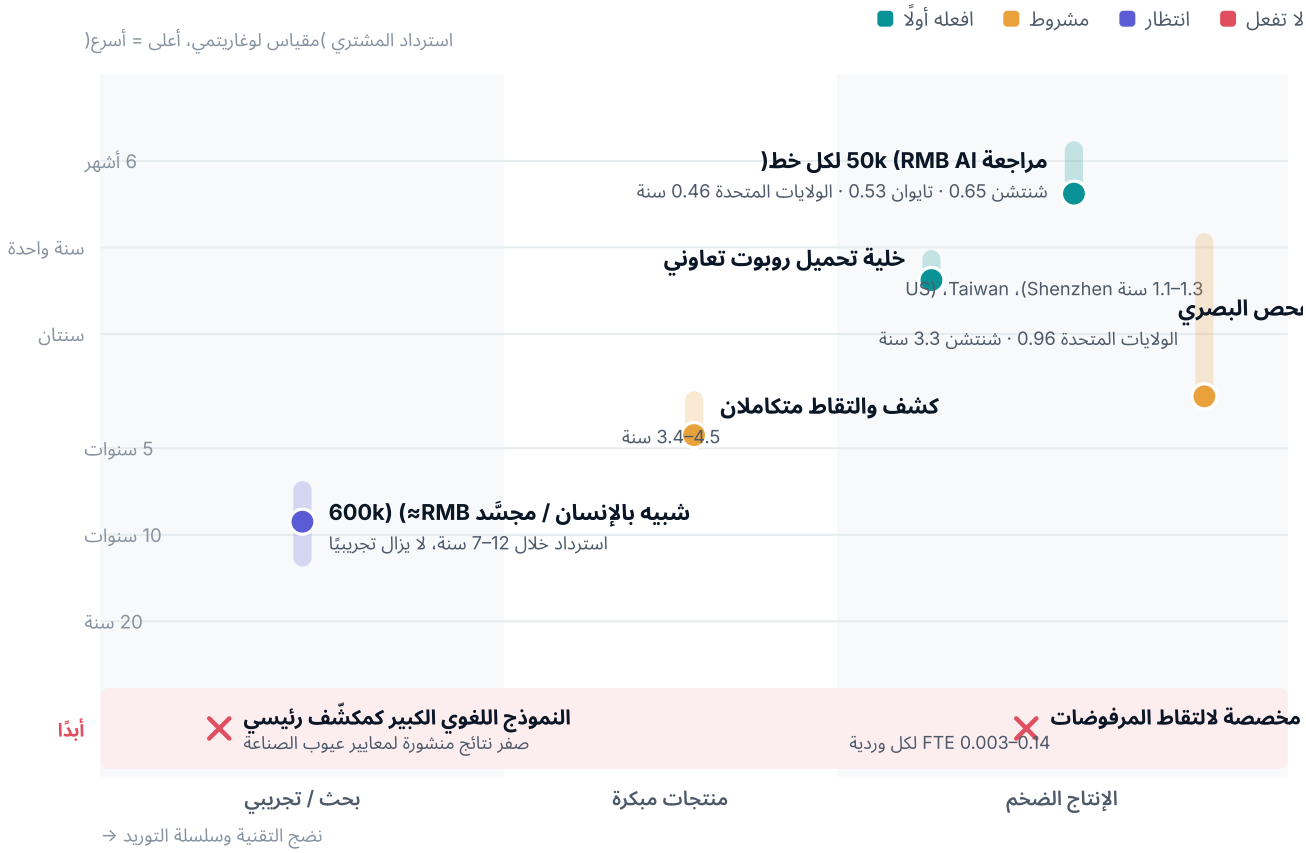
فلا يمكن. الدقة الافتراضية هي 8 بت؛ والكمّية 4 بت المدرِكة للكمية من البائع قابلة للاستخدام بشروط؛ أما 3 بت فأقل فهي غير واردة.

السوق
المنافسة

السوق حقيقي لكنه محدود. تمتلك الصين القارية نحو 35,000–46,000 خط SMT ونحو 26,000–66,000 جهاز AOI مدمج لا يعمل بالذكاء الاصطناعي؛ وتبلغ السوق القابلة للخدمة لعمليات التحديث من طرف ثالث نحو 100–700 مليون RMB دفعة واحدة، خلال نافذة زمنية تقارب خمس سنوات، وقد بدأ صانعو أجهزة AOI في إدماج المراجعة في الآلات الجديدة estimate . والمنافسة قوية بالفعل: إسفين المراجعة محاصر من صانعي AOI وفرق EMS الداخلية وبائعي المنصات، والهامش يكمن في العتاد المُنتَج كمنتج.

السؤال	الحُكم	الأرقام الرئيسية (المصادر ودرجة الثقة في الفصول)
1 **ماذا تشغّل مصانع الإلكترونيات السائدة اليوم؟**	خط SMT عالي الحجم هو «3D SPI + أجهزة AOI قبل وبعد إعادة الصهر + فحص بالأشعة السينية بالعيّنات + ICT/FCT + إصلاح وفحص بصري»، مع مراجعة بشرية خلف كل AOI. يدخل الذكاء الاصطناعي إلى المراجعة بثلاث طرق: مدمج من صانعي AOI، أو مبني داخليًا من كبار EMS، أو مضاف من أطراف ثالثة. يستخدم التجميع والمناولة أذرعًا وSCARAs وAMRs بإدراك متعلّم وحركة مبرمجة؛ أما الذكاء الاصطناعي المجسّد فلا يزال في مرحلة تجريبية	≈13–22 Takt ثانية لكل لوحة؛ خصّصت إحدى شركات ODM ميزانية 30.6 مليون RMB لأجهزة AOI لـ 18 خطًا، ≈3–5 أجهزة AOI لكل خط؛ ≈97–99% من إنذارات AOI مكالمات كاذبة
2 **إلى أي مدى تصل التقنية، وهل يستطيع المال شراء «صفر عامل»، وماذا تستطيع كل منطقة استخدامه؟**	الفحص صناعي المستوى بصفته «كاشفًا متخصصًا + مراجعة بالذكاء الاصطناعي + عدد قليل من العمال»؛ حتى المال غير المحدود لا يصل إلى صفر عامل. تستخدم الصين القارية نماذج محلية أو أوزانًا مفتوحة محلية فقط؛ وتستطيع المصانع الخاصة في تايوان استخدام أي شيء تقريبًا، لكن مصانع الرقائق والبنية التحتية الحرجة تستبعد العلامات التجارية الصينية القارية عمليًا؛ وجنوب شرق آسيا أقلها قيودًا؛ والولايات المتحدة تملك المنظومة الكاملة إضافة إلى الرسوم الجمركية والاعتماد	تقلّل المراجعة بالذكاء الاصطناعي المكالمات الكاذبة أو ساعات المراجعة بنسبة 60–90% vendor claims ؛ كاميرا 4K فوق لوحة كاملة ≈78 µm لكل بكسل مقابل 8–20 µm لجهاز AOI؛ تدفع الأذرع المصنوعة في الصين القارية ≈40% رسومًا أمريكية مجمّعة، وأدوات من نوع AOI ≈37.5%
3 **هل يمكن تشغيلها داخل المنشأة في الغرف النظيفة والمصانع المعزولة، وعلى أي عتاد، وبسرعة ودقة كافيتين؟**	نعم؛ القيود إجرائية لا حاسوبية. صندوق بدون مروحة ≥100 W عند الخط، وخوادم GPU في غرفة الخوادم؛ Thor للمحطات، وMac Studio أو جهاز محلي لأسئلة المصنع؛ ولا DGX Station في الصين القارية. السرعة جيدة عندما يتطابق حجم النموذج مع المهمة؛ حافظ على 8 بت، واستخدم 4 بت المدرِك للكمية من البائع بشروط، ولا تستخدم 3 بت أبدًا	≈0.5 ثانية لكل قصاصة لنموذج رؤية 8B على Thor estimate ؛ طقم تطوير Thor بسعر 59,104 RMB في الصين؛ DGX Station بسعر $123–140 ألفًا، و139 رمزًا/ثانية إجمالًا لـ 32 مستخدمًا على نموذج 743B
4 **هل يستطيع أحدث نموذج رائد أن يعمل معلمًا على مدى عشرات الجولات ويُقطّر إلى طلاب محليين، بما في ذلك التصنيع المرن والأذرع الروبوتية؟**	الفحص: عنونة مسبقة وفرز؛ اقبل عناوين المعلم تلقائيًا فقط للفئات ذات «≤299 عيبًا، صفر تفويت» على مجموعة ذهبية. الروبوتات: المعلمون هم العروض البشرية والتعلّم المعزّز على الروبوت الحقيقي والمحاكاة، والطلاب يقتربون من المستوى الإنتاجي فقط في المحطات المنظّمة	لا يملك أي نموذج رائد في نوفمبر درجة لعيوب صناعية؛ الطلاب 97.8% على الموصلات المدرَّب عليها، و29–67% على غير المرئية، و37–59% على الناقلات المتحركة؛ النماذج الرائدة تقود المفاصل مباشرة بنسبة 0–5.5%
5 **ما التكلفة، وما العائد على الاستثمار حسب المنطقة؟**	تسدّد المراجعة بالذكاء الاصطناعي تكلفتها خلال عام في الصين القارية وتايوان والولايات المتحدة؛ والتغذية بالروبوتات التعاونية 1.1–1.5 عامًا؛ وجنوب شرق آسيا 2–6 أعوام؛ وذراع التقاط على خط SMT لا تسدّد تكلفتها أبدًا	صندوق مراجعة بسعر 50 ألف RMB لكل خط: شنتشن 0.65 عامًا، تايوان 0.53، الولايات المتحدة 0.46، فيتنام 2.2 estimate ؛ السعر المقبول للإضافة من طرف ثالث ≈10–30 ألف RMB لكل خط دفعة واحدة أو 5–10 آلاف RMB سنويًا
6 **هل المنافسون أقوياء بما يكفي بالفعل، وهل الأفضل البدء الآن أم الانتظار؟**	الطلب غير مشبع، لكن العرض مزدحم؛ يقيّد الذكاء الاصطناعي المدمج من صانعي المعدات الأصلية نافذة التحديث إلى نحو خمس سنوات. ادخل الآن بمنتج ضيق عبر شركاء قنوات، دون مواجهة بائعي المنصات مباشرة؛ وانتظر بيانات الإنتاج 2027–2028 قبل المراهنة على الذكاء الاصطناعي المجسّد	≈26–66 ألف جهاز AOI مدمج بدون ذكاء اصطناعي في الصين القارية، يتقلّص 8–12% سنويًا estimate ؛ بلغت إيرادات البائع الرائد في رؤية الذكاء الاصطناعي 1.086 مليار RMB في 2025 مع خسارة صافية 991 مليون RMB؛ وانخفضت إيرادات 3C لأقرب شركة مدرجة قابلة للمقارنة 79.9% على أساس سنوي في يناير–مايو 2026

FIG 01 ***أين يناسب الذكاء الاصطناعي أرضية المصنع اليوممراجعة الذكاء الاصطناعي للإنذارات الكاذبة في AOI وتغذية الآلات بالروبوتات التعاونية ناضجتان وتستردان التكلفة بسرعة؛ أما ذراع الالتقاط المخصصة والنموذج اللغوي الكبير كمفتش رئيسي فلا يستحقان التنفيذ.***



المصدر: الاسترداد من نموذج المؤلف (الفصل 4)؛ ومحور النضج هو تقدير المؤلف.

ماذا تبني وماذا لا تبني

	التوصية
ابنِ	مراجعة بالذكاء الاصطناعي وتصنيف العيوب على صور AOI، لشركات EMS متوسطة الحجم بأجهزة AOI قديمة أو مختلطة العلامات دون ترقية ذكاء اصطناعي من الصانع؛ وفحص ما تغطيه أجهزة AOI الخاصة بـ SMT بشكل ضعيف (الفتحات العابرة واللحام اليدوي، والطلاء المطابق، والكابلات والموصلات وFPCs، والمظهر النهائي والبراغي)؛ وخلايا تحميل وتفريغ بالروبوتات التعاونية حيث يُناول كل جزء (أجهزة الاختبار، والصواني، والتعبئة)، مع الفحص كإضافة؛ ومجموعة ذهبية ونمط ظل على خط حقيقي كأساس لكل ادعاء
لا تبنِ	منصة عامة «ذكاء اصطناعي + ذراع روبوتية»؛ ونموذجًا لغويًا متعدد الوسائط كفاحص أساسي؛ وذراعًا روبوتية على خط SMT لالتقاط اللوحات NG فقط (محوّل NG أو مخزن مؤقت يقوم بذلك)؛ وروبوتات بشرية الشكل وروبوتات كخدمة؛ ونماذج رائدة داخل حلقة تحكم أو وظيفة أمان؛ وأكوامًا من ذاكرة GPU في المحطات لتشغيل نماذج «كاملة الحجم»؛ ومبيعات مباشرة لمصانع الرقائق أو البنية التحتية الحرجة التايوانية أو مصانع إلكترونيات الدفاع الأمريكية
مع من تعمل	صانعو أجهزة AOI والموزعون (واجهات القنوات والصور؛ جلبت الموزعون 46.68% من إيرادات Sinic-Tek في 2025)؛ وصانعو الروبوتات التعاونية (أذرع معتمدة ووظائف أمان)؛ وشركات EMS بخطوط من 10 إلى 40 (توسّع متدرج وودائع)؛ ومتكاملون محليون في تايلاند وأماكن أخرى (للاستيفاء بقواعد الربط المحلي لدى BOI)

كيف تقرأ هذا التقرير. تحمل الأرقام الرئيسية وسم ثقة. يعني verified أن مصدرين مستقلين أو أكثر يتفقان، أو أن وثيقتين أساسيتين مستقلتين تتفقان؛ ويعني single source مصدرًا واحدًا فقط (بما في ذلك الوثائق الأساسية)؛ ويعني vendor claim أنه منشور من بائع المنتج أو الخدمة، حتى لو تكرر على نطاق واسع؛ ويعني estimate حساباتي أو استنتاجاتي من البيانات المستشهد بها، مع توثيق المدخلات. تصف كلمة «أساسي» نوع المصدر (تقرير سنوي، نشرة إصدار، لائحة، معيار، إحصاءات رسمية)؛ وهي لا تغيّر فئة الثقة. وحيث تتعارض المصادر، تُعرض الأرقام جنبًا إلى جنب دون حساب متوسط. تستخدم تحويلات العملة السعر المرجعي المركزي لبنك الشعب الصيني بتاريخ 9 نوفمبر 2026، أي 1$ = 6.7188 RMB (Xinhua)، وبالنسبة لتايوان سعر تثبيت SMBC في اليوم نفسه، أي 1$ = 32.12 NT$ (SMBC). تستخدم بيانات الأجور والإعانات في الصين القارية دلتا نهر اللؤلؤ، حيث يتركز تصنيع الإلكترونيات (بيانات الأجور الرسمية من شنتشن)، مع دلتا نهر

اليانغتسي للمقارنة. وتُعامل الادعاءات الواردة من مقابلات القطاع على أنها ادعاءات يجب التحقق منها، وليست حقائق أبدًا. وتُجمع الأسئلة التي لا يجيب عنها السجل العام في الفصل 7.

الخط اليوم

01 ماذا تشغّل مصانع الإلكترونيات اليوم، وما هو ممكن تقنيًا

الخط القياسي عالي الحجم: عدة أجهزة AOI، وأشعة سينية بالعيّنات، ومراجعة مركزية، و13–22 ثانية لكل لوحة

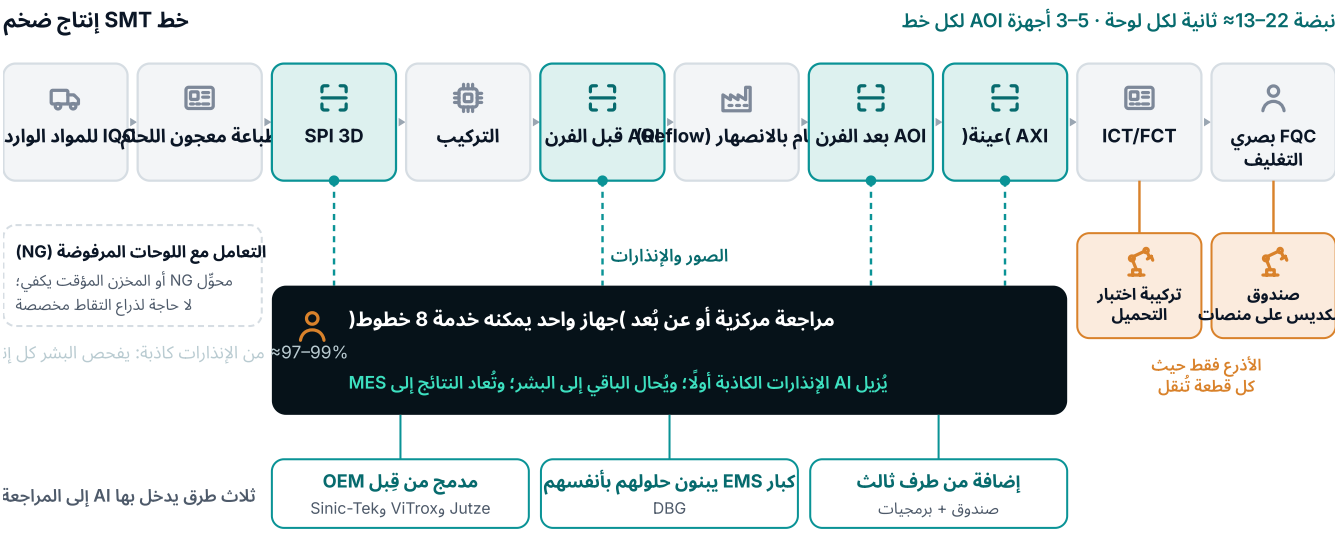
تُظهر الإيداعات الأولية من شركات ODM المدرجة الشكل الفعلي لخط عالي الحجم في 2025–2026. تورد نشرة الإصدار في هونغ كونغ لشركة Longcheer (بيانات حتى 30 سبتمبر 2025) فحوصات الجودة في SMT بوصفها «فحص بالأشعة السينية، وفحص عجينة اللحام (SPI)، والفحص البصري الآلي (AOI)، واختبار وظيفي للـ PCBA وفحص بصري»؛ ويمر تدفق عملياتها عبر AOI قبل إعادة الصهر، وAOI بعد إعادة الصهر، وأشعة سينية بالعيّنات، وتوجيه اللوحات NG إلى محطة إصلاح SMT، ثم فحص بصري نهائي. وتمتلك مصانعها في هويتشو ونانتشانغ وفيتنام 34 و24 و8 خطوط SMT و67 و60 و13 خط تجميع نهائي على التوالي (Longcheer H-share prospectus) single source, primary . خطط مصنع الحواسيب المحمولة التابع لشركة Huaqin في 2023 لـ 18 خط SMT بميزانية AOI قدرها 30.6 مليون RMB، أي نحو 1.7 مليون RMB لكل خط، وهو ما يعادل بأسعار 3D AOI المحلية ثلاثة إلى خمسة أجهزة AOI لكل خط لفحص اللوحات مزدوجة الوجه قبل وبعد إعادة الصهر (Huaqin A-share prospectus) primary filing + estimate . لذا يكون للخط عالي الحجم عادةً نقطتان إلى أربع نقاط مراجعة، لا نقطة واحدة.

الآلات آلية بالفعل بدرجة عالية: تعلن Huaqin عن أتمتة بنسبة 96% على خطوط SMT لديها (Huaqin H-share prospectus) single . أما العمال المتبقون فهم في المراجعة والإصلاح والفحص البصري والاختبار والتجميع النهائي، ولا تنشر أي شركة عدد المراجعين لديها لكل خط (الفصل 7).

تتفق ثلاثة تقديرات مستقلة على إيقاع **13–22 ثانية لكل لوحة** (إيداع بيئي لخمسة خطوط في خبي عام 2026 (Hebei SMT project EIA)، وخطوط الحواسيب المحمولة لدى Huaqin وحالة iFactory)، أو 7–11 ثانية لكل وجه للوحات مزدوجة الوجه estimate . الجزء الصعب في الخط عالي التنوع ليس الحجم بل إدخال المنتجات الجديدة والتحويل، وكل تحويل هو بداية باردة جديدة لنموذج الذكاء الاصطناعي.

على صعيد البرمجيات، أصبحت محطات المراجعة الخاصة بصانعي AOI مركزية بالفعل: تتيح برمجية محطة الإصلاح لدى Sinic-Tek «لجهاز مضيف واحد التحكم في معدات ثمانية خطوط SMT»، وبعد أن نشرت Jabil نظام التحكم عن بُعد ViTrox V-ONE لأجهزة AOI في 2026، أصبح بإمكان مهندس واحد إدارة 5–8 أجهزة AOI عن بُعد مقابل 1–2 محليًا (AtlasPCB) vendor claim . يتصل منتج المراجعة بالذكاء الاصطناعي من طرف ثالث بهذه المحطة المركزية تحديدًا، عبر تصدير صور ونتائج AOI (IPC-CFX أو IPC-HERMES-9852 أو صيغة خاصة بالبائع). وتضيف أجهزة AOI نفسها الذكاء الاصطناعي بسرعة: تقول Yamaha إن حكمها بالذكاء الاصطناعي يستغرق نحو ثانية واحدة لكل استدعاء، ويساعد المفتشين بعد 30 صورة NG ويصبح «عالية جدًا» من حيث الجودة بعد 1,000 صورة (DirectIndustry/Yamaha) vendor claim .

FIG 02 خط SMT إنتاج ضخم: البشر يجلسون خلف AOI *تتركز العمالة في مقاعد المراجعة بعد الفحص البصري الآلي. وهنا يدخل الذكاء الاصطناعي.*



المصدر: إفصاحات عامة ومواد بائعين (Huaqin وDBG وSinic-Tek وغيرها)؛ جمعها المؤلف.

المرحلة	المنتجات والتقنية السائدة	الموردون الممثلون	إلى أين وصل الذكاء الاصطناعي
بعد الطباعة	3D SPI (ضوء منظّم، مواريه، وبعض التثليث الليزري)	Koh Young, Sinic-Tek, TRI	حكم بالذكاء الاصطناعي على العجينة من صانع المعدات الأصلية قيد الإنتاج؛ تقول Jutze إن بعض الطرازات «ذكاء اصطناعي بالكامل»
بعد التركيب وإعادة الصهر	أجهزة AOI ثنائية/ثلاثية الأبعاد بمصابيح LED متعددة الزوايا والألوان وضوء منظّم، 8–20 µm لكل بكسل، وكاميرات 8–12 MP	Koh Young, Omron, Saki, TRI, ViTrox, Mirtec, Jutze, Sinic-Tek وغيرهم	مراجعة بالذكاء الاصطناعي من صانع المعدات الأصلية (Jutze قيد الإنتاج، وViTrox V510Ai، وSinic-Tek مع Tencent)؛ وكبار EMS يبنون أنظمتهم (DBG)؛ وإضافات من أطراف ثالثة
الأطراف السفلية والوصلات المخفية	أشعة سينية بالعيّنات أو مدمجة (AXI)	—	تدّعي Hikvision أن نموذجها Guanlan يخطئ في الحكم على فجوات الأشعة السينية أقل من 1% من الوقت vendor claim
المراجعة والإصلاح	محطة مراجعة مركزية (مضيف واحد لثمانية خطوط)، ومراجعة عن بُعد، ومحطة إصلاح	برمجيات صانعي AOI، وViTrox V-ONE	يغلق الذكاء الاصطناعي المكالمات الكاذبة، ويتولى البشر الباقي
الفحص البصري، IQC، FQC	يدوي غالبًا؛ بعض آلات المظهر بالذكاء الاصطناعي مع تحميل روبوتي	SmartMore وغيرهم	آلات المظهر قيد الإنتاج؛ لا بيانات موظفين منشورة لـ IQC/FQC
المناولة والتغذية للآلات	أذرع سداسية المحاور وروبوتات تعاونية، وSCARA، وAMRs، وتوجيه بالرؤية ثنائي/ثلاثي الأبعاد	FANUC, ABB, Yaskawa, KUKA, UR, Dobot, JAKA, Elite; Mech-Mind, Hikrobot	إدراك متعلَّم وحركة مبرمجة قيد الإنتاج؛ وVLAs والروبوتات البشرية الشكل لا تزال تجريبية
البيانات والأنظمة	MES، IPC-CFX، IPC-HERMES-9852	—	تُكتب النتائج مرة أخرى إلى MES؛ والدعم في المعدات الأقدم متفاوت

مصادر الجدول: الإيداعات أعلاه و(Koh Young، Jutze 2025 annual report، Sinic-Tek 2025 annual report، ViTrox، Sohu on Hengtianyi، Xinhua on Hikvision).

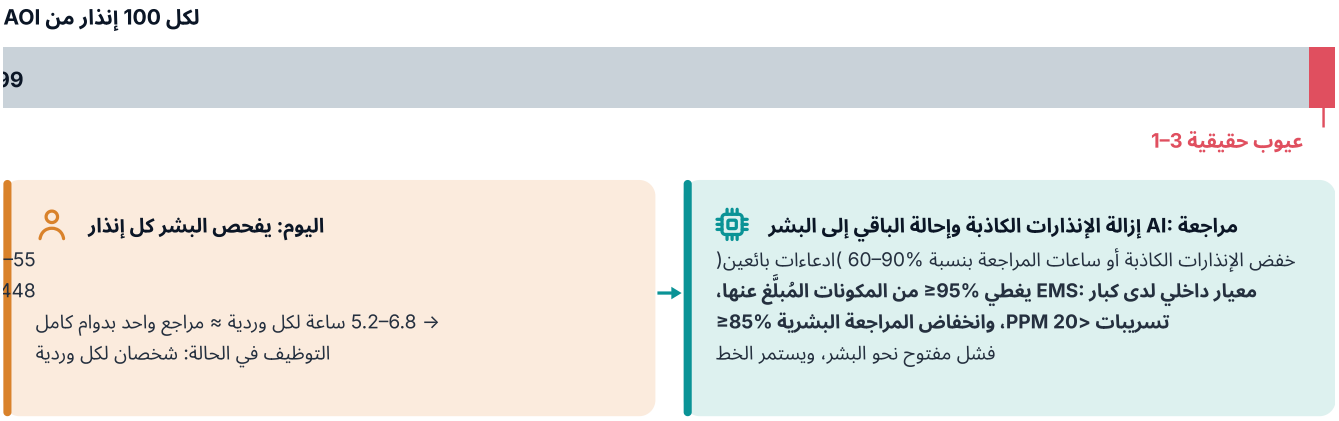
العمال يجلسون خلف أجهزة AOI، لأن معظم الإنذارات كاذبة

تجري سلسلة الفحص على خط SMT/PCBA سائد على النحو التالي: 3D SPI بعد الطباعة للكشف عن العجينة الناقصة أو غير الكافية أو الزائدة والجسور والانزياح؛ وAOI بعد التركيب (اختياري) وبعد إعادة الصهر للكشف عن الأجزاء الناقصة أو المزاحة أو المدوّرة أو المعكوسة أو المقلوبة وحجم اللحام؛ وأشعة سينية عند وجود BGA أو أجزاء أخرى ذات أطراف سفلية؛ ثم اختبار داخل الدارة أو مسبار طائر، واختبار وظيفي وفحص بصري يدوي. خلف كل AOI مقعد مراجعة ومحطة إصلاح (Sinic-Tek prospectus، JLCPCB) . وأكثرها شيوعًا وأفضلها قيمة هو verified

AOI بعد إعادة الصهر، لكنه يرى الشكل والمساحة فقط؛ أما الوصلات والفجوات والتبليل تحت BGA فتحتاج أشعة سينية أو اختبارًا كهربائيًا (JLCPCB).

تتركز اليد العاملة في المراجعة لأن معظم الإنذارات كاذبة. سجّلت إحدى شركات EMS في المملكة المتحدة **54,019 مكالمة كاذبة مقابل 544 عيبًا حقيقيًا عبر 917 رقم قطعة، أي نحو 99% من الإنذارات** (arXiv 2505.03576) single source, preprint؛ وفي مصنع Siemens في راستات كانت **97.5% من اللوحات التي رفضها AOI سليمة** (Siemens case study) vendor claim. يشهد الخط المزدحم نحو 448 مكالمة كاذبة لكل وردية بمعدل 42–55 ثانية لكل مكالمة، أي 5.2–6.8 ساعات لكل وردية، أي ما يعادل مراجعًا بدوام كامل تقريبًا (iFactory) vendor claim; hours are an estimate.

FIG 03 **نحو 97–99% من إنذارات AOI إنذارات كاذبة*اليوم يؤكد شخص كل إنذار؛ ومراجعة الذكاء الاصطناعي تزيل الكاذب منها أولًا وتحيل الباقي إلى البشر.***



المصدر: دراسة حالة Siemens وiFactory (ادعاء بائع) وتقرير DBG السنوي 2025؛ ساعات المراجعة قدّرها المؤلف.

من معادلة «ساعات المراجعة لكل وردية = اللوحات × المكالمات الكاذبة لكل لوحة × الثواني لكل مكالمة»، يمكن لمراجع واحد تغطية نحو 0.7–1 خط عالي الحجم مع AOI قائم على القواعد. وبمجرد أن يزيل الذكاء الاصطناعي 60–90% من المكالمات الكاذبة، فإن زمن الحكم وحده يسمح بـ 2–14 خطًا لكل شخص، لكن التنقل ومعالجة مخزن NG المؤقت وتسليم الإصلاح تقيّد التغطية المحلية بخطين إلى أربعة خطوط متجاورة؛ ولا تقترب من السقف النظري إلا المراجعة المركزية أو عن بُعد estimate; seconds per call come from one source. وبما أن أجهزة AOI السائدة تمسح 60–80 سم² في الثانية (Yunheng 2026 AOI guide)، فإن وجهًا بمقاس 20×15 سم يستغرق 4–5 ثوانٍ؛ وعلى الذكاء الاصطناعي معالجة المناطق القليلة المبلَّغ عنها فقط ضمن إيقاع واحد، لا إعادة مسح اللوحة.

ما يعمل بالفعل في الإنتاج: التصنيف الموجَّه على صور AOI نفسها

النمط المُثبَت هو تصنيف بالتعلّم العميق الموجَّه على صور من جهاز AOI الذي يملكه المصنع بالفعل. خفّضت إضافة Fujitsu على جهاز ADLINK في تايوان المكالمات الكاذبة بأكثر من **90%** (Fujitsu case)؛ وتستخدم OKI الذكاء الاصطناعي منذ يوليو 2026 لتقليل التأكيد اليدوي بعد AOI بنحو **80%** في أعمال EMS الخاصة بها (Circuits Assembly)؛ وتفيد Siemens بتحليل يدوي أقل بنسبة 60%، وتوفير 160,287€ في العام الأول، واسترداد للتكلفة في ثمانية أشهر (Siemens case study) all vendor claims. يشترك أمران في هذه الحالات: لا تنشر أي منها تقريبًا معدل تسرّب، وجميعها تُبقي عمالًا على الإنذارات المتبقية. أما الحالة الوحيدة التي تعطي رقم تسرّب (من 0.8% إلى 0.3%، مقابل 0.5% تعاقدية) فهي غير متسقة داخليًا (iFactory). يقلّل الذكاء الاصطناعي ساعات المراجعة، لا وظيفة المراجعة نفسها.

انتقلت المراجعة بالذكاء الاصطناعي من إضافات طرف ثالث إلى ميزات من صانعي المعدات الأصلية وأنظمة داخلية، وهو ما يغيّر ما يُقاس به الوافد الجديد. يورد تقرير Jutze السنوي 2025 «ترقية 3D AOI» بوصفها قيد الإنتاج بكميات كبيرة، ويقول إنها «تستخدم خوارزميات ذكاء اصطناعي لإزالة المراجعة اليدوية عند نهاية الفحص» (Jutze 2025 annual report)؛ وطوّرت Sinic-Tek «نظام مراجعة يدوية بمساعدة ذكاء اصطناعي متعدد الوسائط» منذ 2019، وتطوّر بالاشتراك مع Tencent جهاز 3D AOI علويًا وسفليًا، مستهدفةً تغطية عيوب تتجاوز 99.5% ودقة تعرّف 98% (Sinic-Tek 2025 annual report) vendor claims in primary filings. وتبني شركات EMS الكبيرة أنظمتها بنفسها. يورد تقرير DBG السنوي 2025 «الحكم بالذكاء الاصطناعي للفحص البصري» بوصفه مشروعًا مكتملًا «يغطي أكثر من 95% من المكونات المبلَّغ عنها بواسطة AOI»، مع «معدل تسرّب أقل من 20 PPM» و«مراجعة يدوية أقل بأكثر من 85%»، وقابلًا للتتبع بالكامل (DBG 2025 annual report) single source, primary. وهذا هو الرقم الوحيد الخاص بمصنع إلكترونيات الذي وجدته ويجمع بين التغطية والتسرّب والتقليص معًا. **على أي منتج طرف ثالث يُباع لشركات EMS من الدرجة الأولى أن يضاهي تغطية DBG البالغة 95%، وتسريب 20 PPM، وتقليص 85%**؛ ودون الدرجة الأولى، المعيار هو تقليص بنسبة 50–85% الذي يعلنه البائعون.

كشف الشذوذ المدرَّب على الأجزاء السليمة فقط سريع (يستغرق EfficientAD-S 2.2 مللي ثانية لكل صورة (EfficientAD, WACV 2024)) لكنه ضعيف على الشذوذ «المنطقي» مثل الأجزاء الناقصة أو الخاطئة، وأفضل الطرق تسجّل في المتوسط أقل من 60% AU-PRO على مجموعة MVTec AD 2 الأصعب (MVTec AD 2) single source . والأجزاء الناقصة والخاطئة تُفحص بشكل أفضل بمقارنتها مع CAD وBOM.

السقف عند أي تكلفة: طبقات من الآلات، وعدد قليل جدًا من العمال، لكن ليس صفرًا

لم أجد مصنع إلكترونيات أزال المراجعة اليدوية بالكامل ووصل إلى صفر تسرّب. لا تزال الممارسة لمنتجات IPC-A-610 من الفئة 3 (عالية الموثوقية) تُبقي على مفتشين مدرَّبين يبتّون في الحالات الحدّية التي لا تستطيع العتبات الآلية تصنيفها، ويصف أحد مجمّعي PCB ادعاء «أن الفحص الآلي يمكن أن يحل محل التوقيع البشري» بأنه «سوء فهم شائع» (PCBCart) single source . ويحتاج خط الأساس البشري إلى تصحيح أيضًا: استنادًا إلى دراسة Sandia عام 2012، يلتقط مفتش بصري واحد في أفضل الأحوال نحو **80%** من العيوب، واثنان بالتتابع نحو 96% (Instrumental) single source, cited by a vendor . الادعاء الدفاعي هو «الذكاء الاصطناعي مع حلقة مراجعة بشرية صغيرة يتفوق على الفحص اليدوي الكامل»، لا «الذكاء الاصطناعي يحل محل الفحص».

دون حد للميزانية، يكون السقف هو تكديس 3D SPI و3D AOI والأشعة السينية والمراجعة بالذكاء الاصطناعي ومحطات المظهر بالذكاء الاصطناعي معًا، مع إبقاء عمال فقط للحالات الحدّية والمنتجات الجديدة والتحويلات وأنواع العيوب الجديدة وتوقيع العملاء. تعلن المصانع الرائدة عن فحص يدوي أقل بنسبة 85–92% (I-Connect007, 2021، WiAdvance) vendor claims ؛ وتقديري للسقف دون حد للميزانية هو يد عاملة في المراجعة بنسبة 8–15% من الحالية estimate . ولا يزال التجميع النهائي كثيف العمالة: أُسقطت أتمتة أزرار iPhone 16 بسبب معدلات عيوب مرتفعة (9to5Mac) single source .

الكاميرا العامة عالية الدقة ليست جهاز AOI

تلتقط أجهزة AOI الإنتاجية الصور خليةً خلية بمعدل 8–20 µm لكل بكسل، بكاميرات 8–12 MP، وإضاءة قابلة للبرمجة متعددة الزوايا والألوان وضوء منظّم ثلاثي الأبعاد (Koh Young، Saki) verified . لاحظ القطاع منذ زمن بعيد أن القطعة 01005 لا تغطي سوى نحو 8×16 بكسل عند 25 µm لكل بكسل، وهو «قد لا يكفي» لحكم موثوق (Circuits Assembly, 2007). وبنفس الحساب estimate ، تحصل كاميرا 4K فوق لوحة 300 مم على نحو **78 µm لكل بكسل**: فالقطعة الإمبراطورية 0402 تكون نحو 6×13 بكسل، وهي كافية للوجود والانزياح الكبير لا لشكل الوصلة، والقطعة 01005 نحو 3×5 بكسل، أي غير مرئية فعليًا. والوصول إلى 15 µm لكل بكسل فوق لوحة كاملة يتطلب نحو 330 ميغابكسل، ولهذا تحرّك أجهزة AOI الكاميرا فوق اللوحة. وعندما يقول أحدهم «0402»، تحقق مما يقصده: فالمتري 0402 هو الإمبراطوري 01005، وهو أبعد بكثير من أي كاميرا واسعة الزاوية.

FIG 04 **الكاميرا العامة ليست AOI** ***كاميرا 4K على لوحة 300 mm تعطي نحو 78 µm لكل بكسل: مكوّن 0402 ينكمش إلى ≈6×13 بكسل، ويختفي مكوّن 01005.***



المصدر: Circuits Assembly؛ حساب المؤلف للوحة 300 mm ومستشعر 4K. شبكات البكسل توضيحية.

في الخطوط التي تمتلك أجهزة AOI بالفعل، أفضل موضع للذكاء الاصطناعي هو فوق صور AOI. والخطوط التي لا تملك AOI فقط، أو محطات نهاية الخط، هي التي تبرر محطة كاميرا مغلقة بإضاءة متحكَّم بها؛ أما الكاميرا المفتوحة عالية الدقة فوق الخط فهي الأكثر تعرضًا للضوء المحيط والظلال (CSDN).

التجميع والمناولة: الإدراك المتعلّم مع الحركة المبرمجة قيد الإنتاج

يقول تقرير IFR لعام 2026 إن «رؤية الآلة للفحص وتوجيه الروبوت ناضجة وذات مستوى صناعي»، بينما «الذكاء الاصطناعي الفيزيائي للأغراض العامة والتعلّم من المحاكاة والخبرة ليسا بعد بمستوى صناعي» (IFR World Robotics 2026 executive summary) single source, primary . والإلكترونيات أكبر مشترٍ للروبوتات (142,235 وحدة رُكّبت عالميًا في 2025، أي 59% من كل التركيبات في الصين (IFR، IFR China release))، ومع ذلك تمتلك الصين 166 روبوتًا فقط لكل 10,000 عامل تصنيع مقابل 307 في الولايات المتحدة (IFR, April 2026). النمط في الإنتاج هو إدراك متعلَّم مع حركة حتمية؛ أما الحركة المتعلَّمة من البداية للنهاية فقريبة من المستوى الإنتاجي فقط في المحطات المنظّمة (الفصلان 3 و6).

ما الذي تستطيع كل منطقة استخدامه

تعتمد الصين القارية على نماذج محلية وأوزان محلية؛ وفي تايوان يقرر هوية العميل؛ وفي الولايات المتحدة تقرر الرسوم الجمركية والاعتماد.

العنصر	الصين القارية	تايوان (مصانع خاصة)	جنوب شرق آسيا	الولايات المتحدة
Claude (أي قناة)	غير متاح	مشروط: يجب ألا يكون المورد مملوكًا بأغلبية أو خاضعًا لسيطرة أشخاص أو كيانات في الصين القارية أو هونغ كونغ أو ماكاو	نفس الشيء	نفس الشيء
سحابة GPT وGemini	غير متاح	متاح	متاح (القوائم لم تُفحص دولة بدولة)	متاح
نماذج سحابية صينية (Qwen وDeepSeek وGLM وDoubao وKimi)	متاح (نماذج مُودَعة؛ تقديم الخدمة يتطلب تسجيلًا)	قانوني، لكن الاستضافة من الصين القارية نادرًا ما تجتاز مراجعة أمان العميل؛ محظور في القطاع العام والمؤسسات الحكومية والبنية التحتية الحرجة	قانوني (عُقد دولية)	قانوني، مراجعة صارمة
أوزان مفتوحة محلية من أصل صيني (Qwen وGLM وDeepSeek)	الخيار الأول؛ النشر الخاص داخل المصنع لا يتطلب إيداع نموذج أو خوارزمية (قراءة مكتب محاماة)	متاح (القطاع العام مقيّد)	متاح	مشروط: مراجعة المنشأ
أوزان مفتوحة محلية من أصل غير صيني (مثل Gemma 4)	متاح	متاح	متاح	متاح
نماذج رؤية كلاسيكية غير توليدية	متاح (خارج قواعد الذكاء الاصطناعي التوليدي)	متاح	متاح	متاح
Jetson Thor/T5000/T4000, DGX Spark	متاح: تصنّفها NVIDIA ضمن 5A992.c، ولا حاجة لترخيص أمريكي لمصنع مدني عادي؛ لدى Spark وحدة SKU صينية؛ أسعار القنوات أعلى بنحو 40–60% من القائمة الأمريكية	متاح	متاح	متاح
RTX 5090, RTX PRO 6000, DGX Station	غير متاح: الأولان ضمن 4A090.a، وDGX Station ضمن 5A992.z؛ البدائل القانونية هي 4090D و5090 D وRTX PRO 5000 72GB V2 وL20 وRTX 6000D (4A994.l)	متاح	متاح، لكن المشترين الذين يقع مقرهم في الصين أو مملوكين منها في النهاية يُعاملون كصينيين؛ وتشترط ماليزيا تصاريح للتصدير والعبور	متاح
Mac Studio M5 Ultra 512 GB	متاح (متجر Apple الصين)	متاح	يُفترض متاحًا	متاح
Huawei Ascend ومسرّعات صينية أخرى	متاح	خطورة عالية	خطورة عالية	غير قابل للاستخدام عمليًا

العنصر	الصين القارية	تايوان (مصانع خاصة)	جنوب شرق آسيا	الولايات المتحدة
أذرع ثابتة وأجهزة AOI وكاميرات صناعية مصنوعة في الصين القارية	متاح	قابل للاستيراد؛ ومنذ 1 ديسمبر 2025 يمكن للسلطات التصرف مباشرة تجاه العلامات الصينية القارية، ويمكن تقييد أو منع الهيئات والمؤسسات الحكومية وبعض المؤسسات ومزوّدي البنية التحتية الحرجة من استخدامها	متاح	قانوني، لكن الرسوم المجمّعة نحو 40% على الأذرع، و37.5% على الأدوات من نوع AOI والكاميرات، و25% على الحواسيب الطرفية
AMRs ومناورات متنقلة أجنبية الصنع	متاح	متاح	متاح	تحتاج الطرازات الجديدة موافقة مشروطة من وزارة الحرب الأمريكية
كاميرات Hikvision وDahua	متاح	الاستخدام الخاص مسموح، والقطاع العام محظور	متاح	تفويضات FCC الجديدة محظورة؛ ممنوع للمتعاقدين الفيدراليين
سلامة الروبوت والاعتماد	GB 11291.1-2011 وGB 11291.2-2013 إلزاميان، قيد المراجعة منذ أبريل 2026؛ واعتماد CR طوعي؛ وتغطي GB/T 39404-2026 الأمن السيبراني لوحدات التحكم	التسييج افتراضيًا؛ والتعاون دون سياج يجب أن يستوفي CNS 14490 أو ISO 10218 مع تقييم مكتوب	حسب العميل ووجهة التصدير، يُؤكَّد كتابيًا قبل الشحن	يجب أن تكون المعدات الكهربائية «معتمدة» (عمليًا علامة NRTL أو تقييم ميداني)؛ وتشترط UL 1740 استيفاء خلايا الروبوت لـ ISO 10218-2 منذ 11 أغسطس 2025
مصانع الرقائق ومصانع المنتجات الخاضعة للرقابة	—	تتطلب عقود شراء TSMC معيار SEMI E187؛ وتُزال معدات الصين القارية من مصانع 2 نانومتر	—	تشمل البيانات التقنية لـ ITAR «الصور الفوتوغرافية»؛ وسياسة حرمان للصين؛ والموردون الخاضعون لسيطرة الصين القارية لا يستطيعون عمليًا خدمة مصانع إلكترونيات الدفاع

مصادر الجدول: Anthropic supported regions، OpenAI supported countries، Gemini availability، CAC interim measures on generative AI، NVIDIA export classification data، eCFR 15 CFR 774، NVIDIA China DGX Spark، Apple China، Covington on new BIS rules، Greenberg Traurig, June 2026، Fulcrum، Tom's Hardware on Ascend guidance، Taiwan BOFT import list، Taiwan Cyber Security Management Act history، Taiwan review rules for products endangering national cybersecurity، Taipei Times، USITC HTS chapter 99، Latham & Watkins، IPVM، China national standards platform, GB 11291.2، Intertek UL 1740 update، eCFR 22 CFR 126.1.

الصين القارية: منظومة كاملة، لكن لا يمكن دخول النماذج الرائدة المغلقة ولا أقوى الآلات الفردية. النماذج السحابية المحلية المُودَعة، والأوزان المفتوحة المحلية (Qwen بترخيص Apache-2.0، وGLM وDeepSeek بترخيص MIT)، ونماذج الرؤية الكلاسيكية وأجهزة AOI والكاميرات والروبوتات التعاونية المحلية كلها قابلة للاستخدام. تورد تصنيفات التصدير الخاصة بـ NVIDIA طقم Jetson AGX Thor ووحدات T5000/T4000 وDGX Spark ضمن 5A992.c، لذا لا يحتاج مصنع EMS أو PCBA عادي أي ترخيص أمريكي، بينما لا يمكن شراء RTX 5090 و(RTX PRO 6000 (4A090.a وDGX Station (5A992.z، و58,484 TPP) في الصين القارية (NVIDIA export، eCFR classifications) primary; the legal reading is mine and not legal advice . تدرج RS China طقم Thor بسعر RMB 59,104 شاملاً الضريبة، أي نحو 1.4 مرة من السعر الأمريكي المدرج (RS China).

تتفق أربعة مكاتب محاماة على أن النشر الخاص داخل المصنع لاستخدام المصنع نفسه لا يتطلب إيداع نموذج أو خوارزمية، بينما تظل الخدمة المستضافة متعددة المستأجرين في منطقة رمادية (Covington، FPF، JunHe) verified: consistent readings, no official ruling . تظل GB 11291.1-2011 وGB 11291.2-2013 خط الأساس الإلزامي لسلامة الروبوت وقيد المراجعة منذ 28 أبريل 2026؛ ودخلت GB/T 39404-2026 الخاصة بالأمن السيبراني لوحدات التحكم حيز التنفيذ في 1 نوفمبر 2026 (GB/T 39404-2026، revision plan 20262542) single source, primary . وحتى صدور GB 11291 الجديدة (2028–2029) estimate)، صمّم وفق ISO 10218:2025 واحتفظ بملفات امتثال GB 11291.

تايوان: تستطيع المصانع الخاصة استخدام أي شيء تقريبًا؛ وهوية العميل هي ما يقرر. واجهات API الرائدة والأوزان المفتوحة ومعدات الصين القارية كلها قانونية (data.gov.tw). لكن منذ أن دخل قانون إدارة الأمن السيبراني المعدَّل حيز التنفيذ في **1 ديسمبر 2025**، يمكن للسلطات التصرف مباشرة تجاه المنتجات التي هي «علامات صينية قارية» وتقييدها لدى الهيئات الحكومية والمؤسسات الحكومية ومزوّدي البنية التحتية الحرجة (Laws & Regulations Database، review rules) verified ؛ وقائمة مزوّدي البنية التحتية الحرجة سرية؛ وكتبت TSMC معيار SEMI E187 في عقود الشراء لديها (CNA) ويُذكر أنها تزيل معدات الصين القارية من مصانعها 2 نانومتر (TrendForce) single source . مصانع EMS الخاصة والتجميع ومصانع PCBA الصغيرة مفتوحة؛ أما مصانع الرقائق ومرافق المجمعات والعملاء المرتبطون بالحكومة فمغلقة عمليًا. على المورد الخاضع لسيطرة الصين القارية أن يصمم وفق E187، ويشحن قائمة مواد برمجية، ويقدم تحديثات دون اتصال، وألا يتصل عن بُعد من الصين القارية أبدًا.

جنوب شرق آسيا: أقل القيود؛ والمشكلتان هما بطء الاسترداد والأصول الصينية. كل شيء قابل للاستخدام، لكن التوجيه الأمريكي الصادر في 31 مايو 2026 يشترط ترخيصًا لتصدير عناصر الحوسبة المتقدمة إلى كيانات يقع مقرها في الصين أو مملوكة منها في النهاية حتى لو كان المستلم في دولة ثالثة (Greenberg Traurig) single source ، وماليزيا لديها تصاريحها الخاصة للرقائق المتقدمة (Fulcrum). ويتحرك الطلب إلى هنا: توقعت TrendForce اقتراب تايلاند وفيتنام وماليزيا من 50% من طاقة SMT لدى شركات ODM للخوادم في 2026 (TrendForce) single source, a 2023 forecast .

الولايات المتحدة: المنظومة الكاملة، بثمن الرسوم الجمركية والاعتماد والبيانات الخاضعة للرقابة. بموجب الفصل 99 من جدول التعرفة الأمريكي، تدفع الذراع الروبوتية المصنوعة في الصين القارية نحو 40% رسومًا مجمّعة، والأدوات من نوع AOI والكاميرات نحو 37.5%، والحواسيب الطرفية 25%؛ والمصنوعة في ماليزيا أو إندونيسيا نحو 10–12.5%، وفي فيتنام أو تايلاند أو الفلبين 12.5–15%، وفي تايوان 10%، مع حواسيب بنسبة 0% خارج الصين القارية (USITC HTS chapter 99، Great Lakes Customs Law) primary schedule + estimate . ومدّد إشعار USTR الصادر في 10 نوفمبر 178 استثناءً قديمًا من المادة 301 إلى 9 يناير 2027، لا يغطي أي منها الروبوتات أو أدوات الفحص أو الكاميرات أو الحواسيب (Federal Register 2026-22925) verified .

تشترط OSHA أن تكون المعدات الكهربائية في أماكن العمل «معتمدة» (عمليًا علامة NRTL، أو تقييم ميداني بنحو $3,000 إلى $20,000+ لكل خلية)، ومنذ 11 أغسطس 2025 تُخضع UL 1740 خلايا الروبوت الكاملة لـ ISO 10218-2 (eCFR 1910.399، Intertek، Industrial Monitor Direct). وإلكترونيات الدفاع مغلقة أمام الموردين الخاضعين لسيطرة الصين القارية عمليًا: تعامل ITAR صور الإنتاج على أنها بيانات تقنية وتطبق سياسة حرمان تجاه الصين (eCFR 22 CFR 120.33، eCFR 22 CFR 126.1). على الخلية المتجهة للولايات المتحدة أن تستخدم ذراعًا ثابتة وكاميرات غير مقيّدة ونماذج محلية أو سحابية أمريكية، مع تجميع نهائي في جنوب شرق آسيا حيث يغيّر ذلك المنشأ فعليًا.

عند أي ميزانية، يختلف السقف حسب المنطقة لكنه لا يصل في أي مكان إلى صفر عمال estimate . تستطيع الصين القارية تكديس 3D SPI و3D AOI والأشعة السينية والمراجعة بالذكاء الاصطناعي وفريق ذكاء اصطناعي داخلي لخفض يد المراجعة إلى 8–15%، لكن دون نماذج رائدة مغلقة أو DGX Station، يجب أن تعمل الأسئلة والأجوبة اللغوية على مستوى المصنع على أوزان مفتوحة محلية وحوسبة محلية (نموذج كامل الحجم لعدد كبير من المستخدمين يحتاج على الأقل خادمين Ascend بثماني بطاقات لكل منهما). تستطيع تايوان وجنوب شرق آسيا تقنيًا استخدام الأفضل في كل شيء، بما في ذلك واجهات API الرائدة وDGX Station، مقيدتين بهوية العميل والعلامات الصينية القارية وترخيص الأصول الصينية. ولا تمتلك الولايات المتحدة حدودًا تقنية، بثمن الرسوم الجمركية واعتماد NRTL وفصل الموظفين عن البيانات الخاضعة للرقابة. وفي كل مكان، يظل العمال للحالات الحدّية والمنتجات الجديدة والتحويلات وأنواع العيوب الجديدة وتوقيع العملاء.

لذا يحتاج المنتج المُباع عبر المناطق إلى حزمتي نماذج: حزمة للصين القارية على نماذج محلية مُودَعة أو أوزان مفتوحة محلية، وحزمة للخارج على واجهات API رائدة إضافة إلى نموذج محلي من أصل غير صيني. تحكم سياسة Anthropic النافذة في 12 نوفمبر 2026 بالملكية والسيطرة، لذا لا يستطيع مورد خاضع لسيطرة الصين القارية البناء على Claude حتى عبر شركة تابعة خارجية أو منصة سحابية أو موزّع (Anthropic) single source, primary .

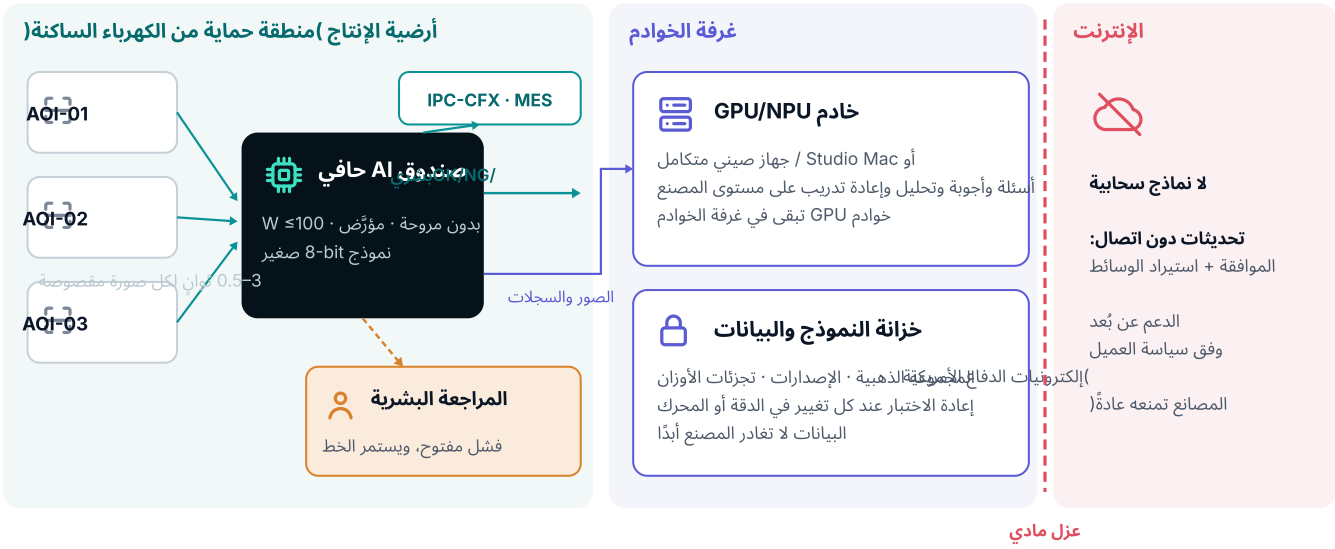
النشر المحلي

02 تشغيل الذكاء الاصطناعي داخل المصنع: الغرف النظيفة، والعزل عن الشبكة، والعتاد، والكمّية

في المصنع المعزول عن الشبكة، القيد هو الإجراء لا الحوسبة

الفحص البصري دون اتصال بالكامل أمر روتيني؛ والقيود إجرائية. يطلب دليل وزارة الصناعة وتكنولوجيا المعلومات الصينية لعام 2024 بشأن أمن أنظمة التحكم الصناعي تقسيمًا إلى مناطق، وجدران حماية أو صمامات بيانات، وصيانة عن بُعد محدودة زمنيًا ومدققة، ووسائط مفحوصة وتصحيحات مختبَرة (guide text) single source ؛ ويضيف عملاء أشباه الموصلات معياري SEMI E187 وE188، اللذين كتبتهما TSMC في عقود الشراء لديها في 2023 (SEMI، TXOne) verified . تعود النتائج إلى MES عبر IPC-CFX، وتنتقل هوية اللوحة عبر IPC-HERMES-9852 (Hermes standard). والفخ الشائع هو الترخيص الذي يفترض شبكة: وضع دون اتصال لدى Roboflow يخزّن الأوزان مؤقتًا بعقد إيجار 30 يومًا (Roboflow). يحتاج المنتج دون اتصال إلى تفعيل دون اتصال، وتحديثات موقّعة على وسائط مفحوصة، وقائمة مواد برمجية، وتحكم في USB، وسجلات تدقيق محلية، ومحوّل CFX.

FIG 05 ***نشر معزول عن الشبكة صندوق صغير عند الخط يقرر؛ وغرفة الخوادم تجيب عن الأسئلة؛ وعند الفشل تعود المهمة إلى البشر ولا تغادر البيانات المصنع أبدًا.***



المصدر: تركيب المؤلف (الفصل 2).

لا تدخل النماذج الرائدة المغلقة، عمليًا، غرفة الخوادم في المصنع. يُقدَّم Gemini معزولًا عن الشبكة فقط عبر Google Distributed Cloud للحكومات والمؤسسات الكبيرة (Google Cloud)؛ ويفتح Microsoft's Foundry Local النماذج الكبيرة فقط «لعملاء مؤهلين» ولا يسمي أي نموذج (Microsoft) GPT؛ ويُقدَّم Claude فقط في مناطق سحابية حكومية، دون نشر داخل المنشأة (Claude for government)؛ ولا يُقدَّم أي من الثلاثة في الصين القارية. يجب تصميم معدات المصنع حول أوزان مفتوحة؛ والنماذج الرائدة يمكنها على الأكثر عنونة الصور أو شرحها في المقر الرئيسي، دون اتصال، عندما يسمح العميل بخروج صور مجهولة الهوية.

يجب معاملة عتاد غرفة الخوادم بوصفه من فئة المكاتب: Mac Studio مُصنَّف لدرجة 10–35 درجة مئوية، وDGX Spark لدرجة 5–30 درجة مئوية، مع تقارير عن إيقاف حراري تحت الاستدلال المستمر (Apple، NVIDIA forum) verified . ويحصل الخط على صناديق صناعية بدون مروحة، مثل حاسوب Jetson T4000 الصناعي المُصنَّف لدرجة −25 إلى 60 درجة مئوية (AAEON) vendor claim . ولأن ساعة تعطل واحدة تكلف مصنعًا كبيرًا 36,000$ إلى 2.3 مليون$ (Siemens True Cost of Downtime 2024) vendor survey ، يجب على كل خطوة ذكاء اصطناعي على الخط أن **تفشل مفتوحة**: عند أي عطل تعود إلى عملية AOI-plus-people القائمة.

المناطق النظيفة ومناطق ESD: قاعة SMT العادية منطقة محمية من التفريغ الكهروستاتيكي، لا غرفة نظيفة مصنّفة

ما يقيّد مكان وجود الحوسبة هو الكهرباء الساكنة وتدفق الهواء، لا فئة النظافة. معظم مناطق تجميع SMT «ليست خاضعة لتحكم جسيمات رسمي»، والمصانع العالمية «قد تصل إلى ISO 8 أو تقترب منها» (Circuitnet expert panel) single source . وتوجد أجهزة PCBA الطبية ووحدات الكاميرا عادةً في ISO 7، والرقائق العارية ومحاذاة العدسات في ISO 5–6 محلي (PCBSync) single source ؛ ويحدد بناة الغرف النظيفة ISO 7–8 لـ SMT عمومًا (Angstrom Technology) vendor claim .

المتطلب الشامل هو التحكم في التفريغ الكهروستاتيكي (ESD): يتطلب ANSI/ESD S20.20-2021 موصلات معزولة أقل من 35 فولت ويُبقي العوازل ذات المجال القوي على مسافة 30 سم على الأقل من الأجهزة الحساسة (ANSI، ESDA، Desco) verified . وتضع مصانع الرقائق الحوسبة في الطابق السفلي أو مركز البيانات، في رفوف مبردة بالسوائل تستوفي (Prodrive) vendor claim SEMI S2/S8/F47.

تُختبر إمكانية دخول المعدات إلى منطقة نظيفة من حيث انبعاث الجسيمات وفق ISO 14644-14؛ وتمتلك الروبوتات مثل هذه الشهادات (Fraunhofer IPA)، لكنني لم أجد أي حاسوب صناعي أو صندوق ذكاء اصطناعي طرفي أو خادم GPU يملك واحدة. تُظهر شهادات CE وFCC وIEC 60068 أن الصندوق يتحمل بيئته، لا أنه يجوز له دخول منطقة محمية من ESD؛ ويتحقق منسق ESD لدى العميل من ذلك. ولا تذهب خوادم GPU إلى الخط أبدًا: سحب جهاز DGX Station طاقة 1,292 W عند وحدة GPU في الاختبار (StorageReview).

FIG 06 **مناطق النظافة والكهرباء الساكنة تحدد أين توضع الحوسبة*قاعة SMT عادية منطقة حماية من الكهرباء الساكنة، وليست غرفة نظيفة. خوادم GPU وNPU مكانها غرفة الخوادم.***



المصدر: ANSI/ESD S20.20 وIEC 61340-5-1 وISO 14644 ومعايير SEMI ومواد البائعين؛ جمعها المؤلف.

المنطقة	البيئة النموذجية	الحوسبة عند الخط	خوادم GPU/NPU
قاعة SMT/PCBA عادية (استهلاكية، صناعية)	منطقة محمية من ESD وفق S20.20 أو IEC 61340-5-1، عادةً ليست غرفة نظيفة مصنّفة (≈ما يعادل ISO 8)؛ رطوبة نسبية 40–60%	صندوق بدون مروحة في هيكل معدني مؤرّض (Jetson T4000/Thor، صندوق NPU صيني) بجوار AOI أو مقعد المراجعة؛ الشاشات والهياكل البلاستيكية خارج المنطقة أو على بعد ≥30 سم من اللوحات	غرفة خوادم أو رف IT مكيّف
الإلكترونيات الطبية، ووحدات الكاميرا، وإلكترونيات المركبات الكهربائية (غرفة نظيفة ISO 7–8)	غرفة نظيفة مع حماية من ESD	بدون مروحة، محكم الإغلاق IP65/66، أملس وسهل المسح؛ اطلب بيانات ISO 14644-14 أو شهادة IPA	خارج الغرفة النظيفة، متصل بالشبكة
الرقائق العارية، واللحام السلكي، ومحطات العدسات (ISO 5–6 محلي)	بيئة مصغّرة	كاميرات وأضواء فقط بالداخل؛ صندوق الحوسبة بالخارج	غرفة خوادم

المنطقة	البيئة النموذجية	الحوسبة عند الخط	خوادم GPU/NPU
غرفة نظيفة لمصنع الرقائق (ISO 5 وأنظف)	خطط ESD وجذب كهروستاتيكي خاصة بمصنع الرقائق، ومعدات وفق SEMI E78؛ وأمن سيبراني وفق SEMI E187/E188	وحدات تحكم مدمجة بالأدوات ومؤهلة للمصنع فقط؛ لا حواسيب إضافية بمراوح	رفوف مبردة بالسوائل في الطابق السفلي أو مركز بيانات المصنع

الجدول هو تركيب مني للمصادر أعلاه estimate . وبالنسبة للمنتج، يعني ذلك صندوقًا بجانب الخط بدون مروحة بقدرة أقل من نحو 100 W، وهيكلًا معدنيًا مربوطًا بالأرضي الواقي، ومدخل تيار مستمر 12–24 فولت، وتشغيلًا واسع الحرارة عند تدفق هواء الخزانة الفعلي، وتقرير انبعاث جسيمات وفق ISO 14644-14 جاهزًا للعملاء في ISO 7 وأنظف. أي تصميم «يخدم فيه خادم GPU واحد أربعة خطوط» يضع الخادم في غرفة الخوادم ويترك صندوقًا صغيرًا أو كاميرا فقط عند الخط.

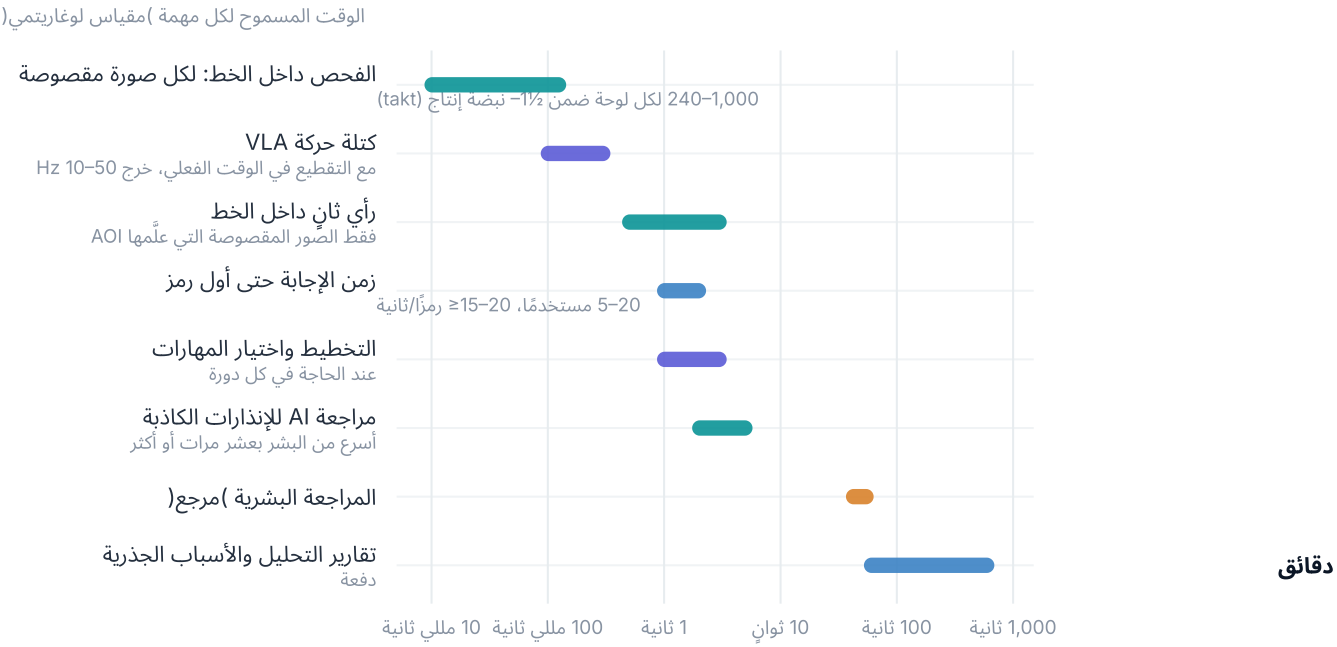
حدود السرعة حسب الاستخدام: الدقة أصعب من السرعة

لا تنشر المصانع والبائعون أهداف زمن الوصول أو التوافر للذكاء الاصطناعي إلا نادرًا. العتبات أدناه مستمدة من الإيقاع، وزمن المراجعة البشرية، ومعدلات التحكم في الروبوت، وأبحاث التفاعل estimate :

الاستخدام	حد السرعة	حد الدقة	التوافر
فحص مدمج لكل جزء	ضمن ½–1 إيقاع: 240–1,000 قصاصة في إيقاع 10–30 ثانية، 8–100 قصاصة في الثانية	تسرّب ليس أسوأ من «AOI plus people» الحالي (مثال تعاقدي <0.5%)	فشل مفتوح، لا يوقف الخط أبدًا؛ الهدف ≥99.9% (لا اتفاقية مستوى خدمة عامة)
رأي ثانٍ مدمج على القصاصات المبلَّغ عنها من AOI فقط	البلاغات (عادةً ≥5–20 لكل لوحة) ضمن ½ إيقاع: 0.5–3 ثوانٍ لكل قصاصة	نفس الشيء؛ مدرَّب على صور الخط نفسه	يعود إلى المراجعة البشرية
مراجعة الذكاء الاصطناعي للمكالمات الكاذبة	2–5 ثوانٍ لكل مكالمة، أسرع بأكثر من عشر مرات من 42–55 ثانية للشخص	تسرّب ليس أسوأ من مراجع بشري	التدهور يضيف عملاً، لا يوقف الخط أبدًا
التحكم في الروبوت (VLA)	100–300 ملي ثانية لكل قطعة فعل مع تقطيع لحظي، ومخرج 10–50 هرتز	نجاح مهمة ≥99% للتفوق على الحركة المبرمجة	نظام أمان مستقل عن النموذج
تخطيط الروبوت واختيار المهارة	1–3 ثوانٍ عند الحاجة في كل دورة؛ ≥1 دقيقة إذا كان فقط عند الاستثناءات أو التحويلات	يجب أن يكون المخرج رمزًا قابلاً للتحقق أو معرف مهارة	يعود إلى البرنامج الثابت
أسئلة وأجوبة (إجراءات التشغيل القياسية، استعلامات MES)	الرمز الأول مثاليًا ≥1–2 ثانية، وعلى الأكثر 10 ثوانٍ؛ ≥15–20 رمزًا/ثانية لكل مستخدم؛ 5–20 مستخدمًا متزامنًا	استشهادات دقيقة؛ وأمانة على السياق الطويل	مستوى IT مكتبي (≈99–99.5%)
تقارير التحليل والأسباب الجذرية	الدقائق مقبولة (دفعات)	الأعلى؛ وأمانة على السياق الطويل	مستوى IT مكتبي

قيست Physical Intelligence 97 ملي ثانية من الاستدلال لنموذج VLA من فئة 3B (نحو 108–139 ملي ثانية مع الشبكة والمعالجة المسبقة)، ووجدت أن التقطيع اللحظي يُبقي الإنتاجية دون تغيير حتى 200 ملي ثانية من التأخير الإضافي، وأنجزت مهامًا دقيقة مثل إشعال عود ثقاب أو توصيل كابل شبكة عند أكثر من 300 ملي ثانية (Physical Intelligence) vendor research ؛ وتضع أبحاث التفاعل حد الحفاظ على تسلسل الفكر عند ثانية واحدة وللانتباه عند عشر (NN/g). والدقة هي الجزء الصعب: نموذج Qwen3-VL-8B المفتوح يسجل في المتوسط 56.8 فقط بدون أمثلة عبر خمس مجموعات شذوذ صناعية (IndusAgent) single source . ولا ينقذ أي عتاد نموذج رؤية ولغة لم يُضبط على صور الخط نفسه.

FIG 07 **حدود السرعة حسب الاستخدام: يُقاس الفحص داخل الخط بالملي ثانية، والأسئلة والأجوبة بالثواني، والتحليل بالدقائق. يستغرق البشر 42–55 ثانية لكل إنذار.**



المصدر: تركيب المؤلف (الفصلان 1–2).

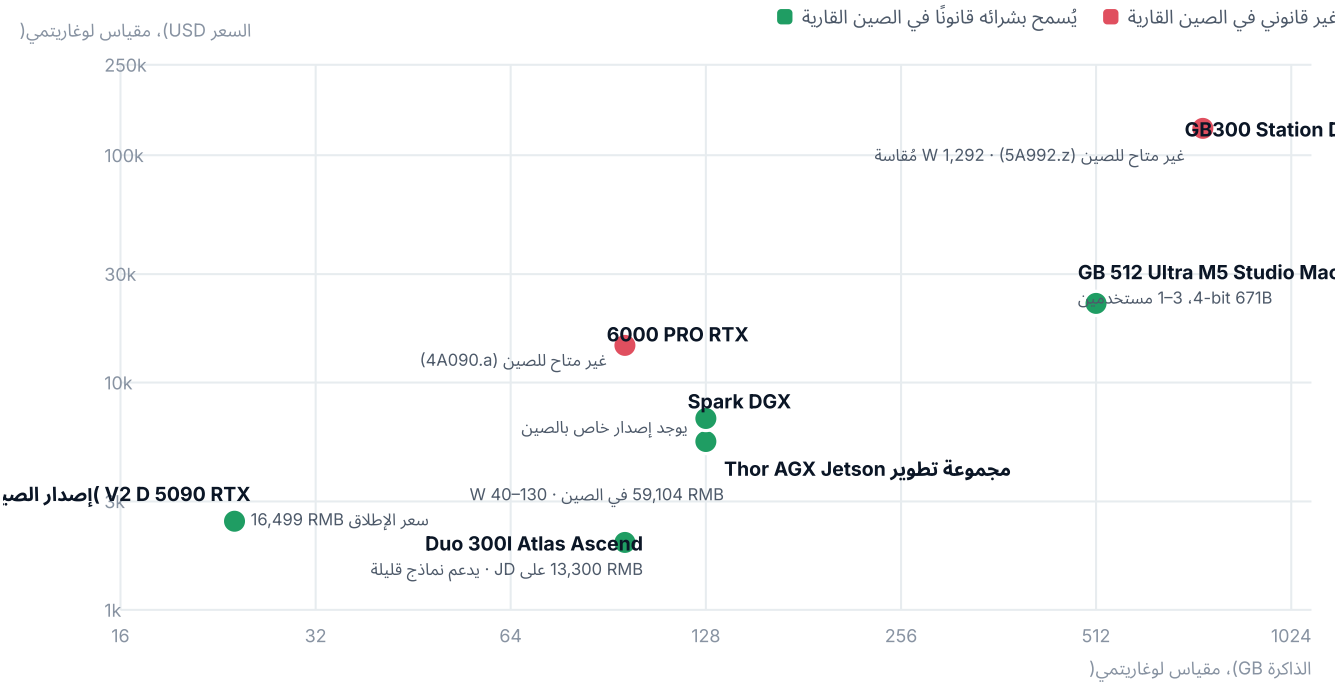
العتاد: Thor للمحطة، وMac Studio أو جهاز محلي لأسئلة المصنع، ولا DGX Station في الصين القارية

الجهاز	الذاكرة وعرض النطاق	السعر (نوفمبر 2026)	ما يناسبه	الصين القارية
Jetson AGX Thor dev kit / T5000 / T4000	128 GB LPDDR5X، و273 GB/s؛ و40–130 W	$3,499 عند الإطلاق → $5,499 (يوليو 2026)؛ T5000 $4,999، وT4000 $2,999؛ طقم التطوير لدى RS China بسعر 59,104 RMB شاملاً الضريبة	نماذج رؤية 2–8B لإعادة فحص القصاصات؛ وVLAs لحظية من فئة 3B	نعم (5A992.c، بلا ترخيص للمصانع المدنية)
DGX Spark	128 GB، و273 GB/s	$3,999 → $4,699 → $6,950؛ الطراز الصيني ASUS GX10 بنفس الشريحة بسعر 32,999 RMB على JD (أكتوبر 2025)	MoE متعدد المستخدمين 8–35B	نعم (5A992.c، طراز صيني، قنوات مرخّصة)
RTX PRO 6000	96 GB GDDR7	≈$8,565 → $13,250 (يونيو 2026) → ≈16,005$ متوسط إدراج eBay في نوفمبر	متعدد المستخدمين 27–35B FP8؛ وMoE من فئة 120B عند 4 بت	لا (4A090.a)
Mac Studio M5 Ultra 512 GB	512 GB موحدة، و1.2 TB/s؛ و480 W حد أقصى مستدام	من 22,299$ في الولايات المتحدة؛ و≈173–186 ألف RMB تقديريًا في الصين	DeepSeek 671B عند 4 بت لـ 1–3 مستخدمين	نعم
DGX Station GB300	748 GB (252 GB HBM3e بمعدل 7.1 TB/s + 496 GB LPDDR5X بمعدل 396 GB/s)؛ و1,292 W مقيسة عند وحدة GPU	123–140$ ألفًا سعر السوق في نوفمبر (≈830–940 ألف RMB قبل الرسوم)؛ و95–117$ ألفًا في أغسطس	تزامن عالٍ على MoE بحجم 120–235B يناسب HBM؛ وعدد قليل فقط من المستخدمين على نماذج 433–743B	لا (5A992.z، TPP 58,484)
Huawei Atlas 300I Duo	96 GB LPDDR4X، و408 GB/s	13,300 RMB من تاجر على JD	مراجعة دفعات منخفضة الحجم؛ نماذج مدعومة قليلة	نعم (محلي)
Huawei Atlas 800I A2 (8 × Ascend 910B 64 GB)	8 × 64 GB HBM	غير متاح؛ يتطلب DeepSeek الكامل اثنين عند W8A8، وأربعة عند BF16	أسئلة وأجوبة وتحليل متعددة المستخدمين على مستوى المصنع	نعم (محلي)
RTX 5090 D V2 (طراز الصين)	24 GB	16,499 RMB عند الإطلاق (أغسطس 2025)، وارتفع منذ ذلك مع أسعار الذاكرة	نماذج رؤية 8B، وVLAs صغيرة	نعم

المصادر: NVIDIA China Thor، NVIDIA Thor launch، CNX on price rises، NVIDIA export classification data، RS China، Implicator، IThome on ASUS GX10، Tom's Hardware RTX PRO 6000، GPU Poet، Apple specifications، TechRadar، IThome on M5 Ultra China pricing، Wccftech، StorageReview، CyberPowerPC.

Mac Studio وأسعار .(monitors.com، Tom's Hardware DGX Station، vLLM-Ascend support matrix، China Telecom Cloud، Huawei Atlas 800I A2، TweakTown بسعة GB 512 في الصين القارية مستنبطة من علاوات التكوين الأمريكية وهي منخفضة الثقة estimate .

FIG 08 **الحوسبة المحلية: الذاكرة والسعر وما يمكن شراؤه قانونيًا في الصين القارية*تصنيفات التصدير تحدد القائمة المختصرة قبل المعايير المرجعية.***



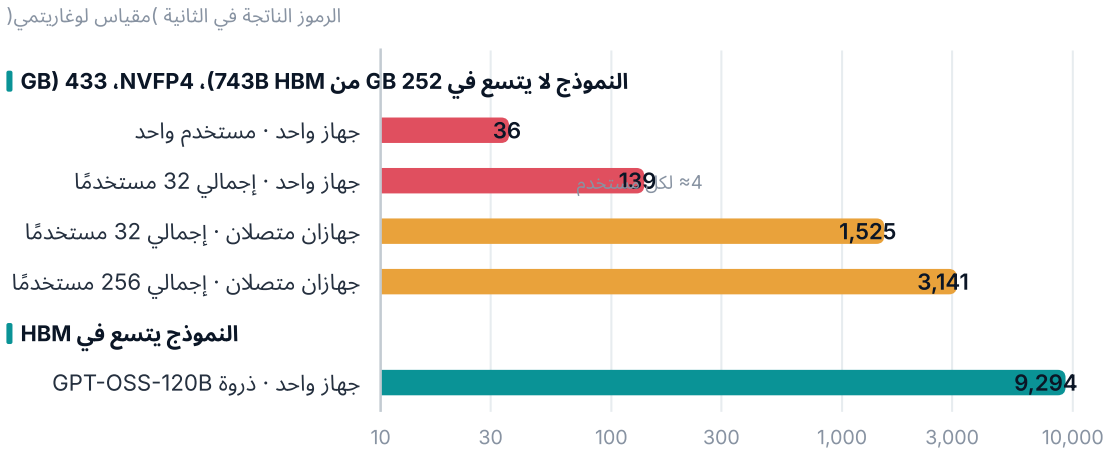
المصدر: تصنيفات تصدير NVIDIA وApple وRS China وJD.com وأسعار المراجعات (نوفمبر 2026).

يجعل Jetson Thor النشر على مستوى المحطة ممكنًا. تُظهر اختبارات TensorRT Edge-LLM لدى NVIDIA أن Qwen3-VL-8B (NVFP4) يملأ مسبقًا 2,048 رمزًا في 104.5 مللي ثانية ويفك ترميز 44.4 رمزًا/ثانية على Thor (TensorRT Edge-LLM) vendor claim؛ وبالنسبة لقصاصة AOI وإجابة من 20 رمزًا، يكون ذلك نحو 0.5 ثانية بنموذج 8B و0.2 ثانية بنموذج 2B، أو 8.5–21 قصاصة في الثانية دفعةً دفعة estimate . طول المخرج، لا عدد المعاملات، هو ما يحدد زمن الوصول، لذا فإن فك الترميز المقيَّد إلى رمز فئة أو JSON قصير جزء من التصميم. يعمل GR00T N1.7 (3B) بتردد 25.1 هرتز على Thor (Jetson AI Lab) vendor claim. ويستغرق Orin NX نحو 1.8 ثانية لكل قصاصة، ولدى Atlas 300I Duo نسبة p95 أعلى من 23 ثانية، فلا يصلح إلا للعمل الدفعي (CSDN) single source . وفي الصين القارية، قدّر منتجات NVIDIA بميزانية أعلى بنسبة 40–60% من السعر الأمريكي المدرج estimate .

يجعل Mac Studio بسعة 512 GB نموذجًا كامل الحجم على آلة واحدة ممكنًا، لعدد قليل من المستخدمين. يقدم M5 Ultra (أغسطس 2026) ما يصل إلى 512 GB بمعدل 1.2 TB/s من نحو 22,299$ (Apple، TechRadar)؛ ويفك DeepSeek 671B عند 4 بت (≈380–404 GB) ترميز 17–20 رمزًا/ثانية على M3 Ultra (Pinggy) verified و25–29 تقديريًا على M5 Ultra. والمطالبات الطويلة هي نقطة الضعف: مطالبة استرجاع من 10,000 رمز تستغرق نحو 17–70 ثانية estimate ، بما يتجاوز حد التفاعل البالغ 10 ثوانٍ.

DGX Station هو أقوى آلة فردية، لكنه غير متاح في الصين القارية وسعره خمسة إلى ستة أضعاف سعر Mac. يمتلك GB300 المشحون **748 GB**، منها 252 GB فقط من HBM السريعة (Wccftech، Tom's Hardware, Aug 2026) verified . تُظهر الاختبارات المستقلة نحو 9,300 رمز مخرج/ثانية على GPT-OSS-120B الذي يناسب HBM، لكن نموذج 743B الذي يفيض إلى LPDDR5X أعطى 32 مستخدمًا 139 رمزًا/ثانية فقط إجمالًا، أي نحو 4 لكل منهم؛ ووصلت وحدتان مرتبطتان إلى 1,525 (StorageReview, Aug 2026.). وارتفعت أسعار السوق إلى 123–140$ ألفًا بحلول نوفمبر (StorageReview, Oct 2026 single source، CyberPowerPC). وفي الصين القارية، الخيارات الواقعية للمهمة نفسها هي Mac Studio، أو خوادم CPU+GPU على طراز KTransformers (KTransformers) vendor test أو خوادم Ascend المحلية.

FIG 09 ***محطة عمل واحدة كبيرة لا تصنع مساعدًا مشتركًاعندما لا يتسع النموذج في الذاكرة عالية النطاق، يحصل 32 مستخدمًا متزامنًا على نحو 4 رموز في الثانية لكل منهم.***



المصدر: StorageReview (أغسطس وأكتوبر 2026)؛ ServeTheHome. اختبارات مستقلة من مصدر واحد.

حرّك نقص الذاكرة الأجزاء نفسها بنسبة 20–100% خلال عام (انتقل DGX Spark من 3,999$ إلى 6,950$ (TechRadar))، لذا يجب ربط عروض أسعار المعدات بمؤشر بدلاً من تثبيتها.

تشغّل المسرّعات المحلية نماذج كاملة الحجم؛ وصيانة البرمجيات هي عنق الزجاجة. يمتلك Ascend 910B ذاكرة HBM بسعة 64 GB، لكن vLLM-Ascend يضع علامة «لم يعد مُصانًا» على DeepSeek V3/R1 ويدعم نماذج قليلة فقط على البطاقات الأصغر (vLLM-Ascend) single source, primary ، ويستغرق تكييف كل نموذج جديد شهرًا إلى شهرين (Caijing/Anue)؛ لذا شحن إصدار نموذج مجمّد ومُعتمَد. وتقديم DeepSeek 671B الكامل لـ 20–100 مستخدم يتطلب على الأقل خادمين Atlas 800I A2 بثماني بطاقات (China Telecom Cloud) verified ، ومع ذلك بلغ إجمالي المناقصات العامة لأجهزة LLM في الصين 27.5 مليون RMB فقط في يناير–سبتمبر 2025 (C114) single source : المصانع تدفع مقابل التكامل والخدمة، لا مقابل صندوق حوسبة.

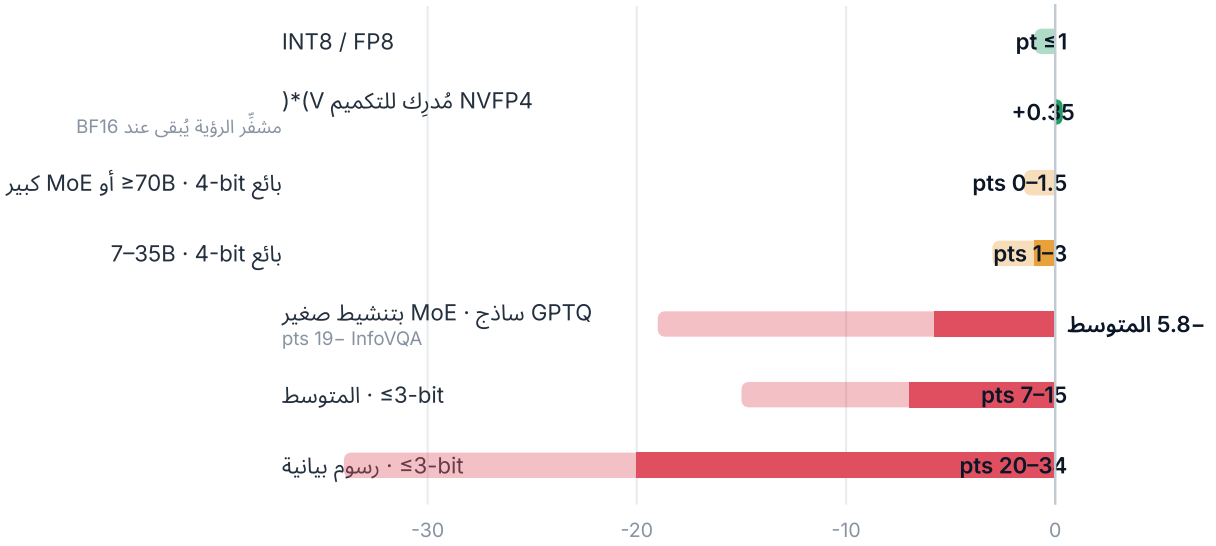
الكمّية: 8 بت آمنة، و4 بت تعتمد على الوصفة، و3 بت فأقل غير واردة

كمّية 8 بت (FP8 أو INT8) بلا فقدان أساسًا لنماذج الرؤية واللغة (Red Hat، Hugging Face) verified . وعند 4 بت، يعتمد الفقدان على الحجم والوصفة: بناء Qwen AWQ بحجم 72B يفقد أقل من نقطة على MMMU بينما يفقد 7B مقدار 2.8 (Qwen AWQ) verified ، والمهام كثيفة التفاصيل تهبط أكثر (الكمّية GPTQ-4 bit الساذجة تكلف Qwen3-VL-30B-A3B 19 نقطة على (VEQ) InfoVQA). وعند 3 بت فأقل، متوسط الفقدان 7–15 نقطة والرسوم البيانية تفقد 20–34 (VLMQ) verified ؛ وبعد 64 ألف رمز، تفقد 4 بت حتى 59%، وأسوأ على المدخلات غير الإنجليزية (arXiv 2505.20276). أبقِ مشفّر الرؤية عند FP16/BF16.

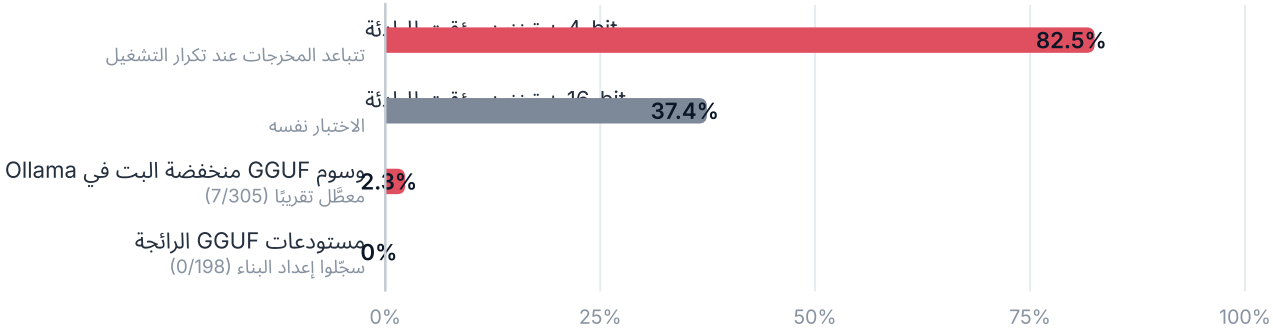
FIG 10 **التكميم: 8-bit آمن، و4-bit يعتمد على الوصفة، و3-bit وما دونها مستبعد*الأخطاء الهندسية في حزمة الخدمة تكلف دقة أكثر من التكميم نفسه.***

الدقة: 8-bit آمن، و4-bit يعتمد على الوصفة، و≤3-bit مستبعد

تغيّر النتيجة مقارنة بالدقة الكاملة)نقاط(



الأعطال الهندسية أكبر من خطأ التكميم



المصدر: بطاقة نموذج NVIDIA Nemotron وVLMQ وVEQ وarXiv 2609.05881 و2610.19498 و2609.04748 وغيرها.

هناك تحذيران أكثر أهمية. أولاً، **حتى 11 نوفمبر 2026، لم تقيس أي دراسة أو بطاقة نموذج الكمّية على صور عيوب PCB/SMT**، لذا أعد التحقق على المجموعة الذهبية. ثانيًا، أخطاء حزمة التقديم غالبًا أكبر من خطأ الكمّية: سجّل النموذج نفسه نحو 30 نقطة أقل تحت Ollama مما تحت التطبيق المرجعي (SiliconBench)؛ و7 من أصل 305 وسمات نموذج رمزي رسمي لدى Ollama كانت معطلة أساسًا رغم سلامة الملفات (arXiv 2609.05881)؛ ولم يسجل أي من 198 مستودع GGUF شائعًا بناءه (arXiv 2610.19498)؛ ومع إعادة استخدام ذاكرة البادئة المؤقتة، تباينت 82.5% من الحلقات عند 4 بت مقابل 37.4% عند 16 بت (arXiv 2609.04748) single sources . الكمّية 4 بت المدرِكة للكمية من البائع قريبة من بلا فقدان في المهام التفصيلية (NVIDIA Nemotron 3.5) vendor claim ، لكن VLAs بكمّية 4 بت تفقد 1.5–4.3 نقطة تحت الاضطراب وتعمل أبطأ على (LoopQ) Thor single source. أدِر النموذج المكمَّى كأداة قياس جديدة: ثبّت بصمات الأوزان، وسجّل البناء، وأعد ضبط التخزين المؤقت للبادئة، وأعد التحقق بعد أي تغيير في الدقة أو المحرك أو القالب.

الدقة	≤70B كثيف أو ≤100B MoE	7–35B	≥4B أو مهام كثيفة التفاصيل	الحُكم
FP8 / INT8	آمنة (≥1 نقطة)	آمنة	آمنة؛ الافتراضي للفحص	استخدم
4-bit AWQ/GPTQ (وصفة البائع، مشفّر الرؤية FP16)	0–1.5 نقطة	1–3 نقاط؛ GPTQ الساذج على MoE صغير النشاط −5.8 في المتوسط، و−19 على InfoVQA	2–3 نقاط؛ تحقق من المهام التفصيلية أولاً	مشروط

الدقة	≤70B كثيف أو ≤100B MoE	7–35B	≥4B أو مهام كثيفة التفاصيل	الحُكم
NVFP4 (وصفة البائع)	≈0.3–1 نقطة أقل من FP8 (بيانات البائع)	بنيات مدرِكة للكمية قريبة من بلا فقدان على *V وOCRBench	لا بيانات عامة	**مشروط (يفضَّل البنيات المدرِكة للكمية)**
GGUF Q4_K_M	غير مختبَر	تباين عالٍ في المهام النطاقية	ليس للنصوص الصغيرة أو العيوب	**ليس لحكم التفاصيل**
GGUF Q5_K_M فأعلى	يُفترض آمنة	قريبة من بلا فقدان في اختبارين	الحد الأدنى للتفاصيل على llama.cpp	**استخدم**
≥3 بت (بما في ذلك نماذج 1T المضغوطة إلى 1.8–2 بت على آلة واحدة)	ليس للقرارات	لا	لا	**لا**

أي تكوين لأي مهمة

التكوين	الفحص المدمج	مراجعة الذكاء الاصطناعي للمكالمات الكاذبة	تخطيط الروبوت والتحكم	الأسئلة والأجوبة والتحليل
كاشفات مخصصة أو نماذج شذوذ (YOLO وRF-DETR وفئة PatchCore)، وINT8/FP16، وأي صندوق طرفي NPU أو GPU	نعم: الحكم الرئيسي، 2–12 مللي ثانية لكل قصاصة	نعم (مصنّف مضبوط على الخط)	الإدراك فقط	—
نماذج رؤية 2–4B، وNVFP4/AWQ/FP8 مع مشفّر رؤية FP16، على Thor/T4000 أو DGX Spark	مشروط: إعادة فحص القصاصات المبلَّغ عنها من AOI بمعدل 0.2–0.3 ثانية لكل منها	مشروط، أقل من ثانية بعد الضبط	هيكل VLA (VLA 2–3B) بمعدل ≈40–130 مللي ثانية لكل قطعة)	ضعيف
نماذج رؤية 7–9B (Qwen3-VL-8B وMiniCPM-V 4.5 وGLM-4.6V-Flash)، وFP8 أو 4 بت من البائع، على Thor أو Spark أو بطاقة 24–32 GB	مشروط: ≈0.5 ثانية لكل قصاصة مبلَّغ عنها	نعم: 0.5–1 ثانية لكل مكالمة، أفضل قيمة	التخطيط واختيار المهارة (1–3 ثوانٍ)، ليس في حلقة التحكم	أسئلة وأجوبة أساسية عن إجراءات التشغيل لمستخدم واحد أو بضعة مستخدمين
MoE بحجم 26–35B (Gemma-4-26B-A4B وQwen3.6-35B-A3B)، وNVFP4/FP8	لا (ثقيل جدًا)	نعم، كمفسّر أو للحالات الصعبة	التخطيط	نعم (8 مستخدمين على Spark، ≈0.1 ثانية للرمز الأول)
MoE بحجم 106–241B عند 4 بت على Mac Studio أو RTX PRO 6000 أو Spark	لا	لا	تخطيط دون اتصال	نعم، لمستخدم واحد أو بضعة مستخدمين
DeepSeek 671B أو Kimi K2.x 1T عند 4 بت على Mac بسعة 512 GB أو خادم KTransformers أو DGX Station	لا	لا	توليد برامج دون اتصال فقط	مشروط: 1–3 مستخدمين ومطالبات قصيرة؛ المطالبات الطويلة تستغرق 16–170 ثانية
أي شيء عند ≥3 بت؛ وGGUF Q4_K_M للعمل التفصيلي على النماذج الصغيرة؛ وOllama لعدد كبير من المستخدمين	لا	لا	لا	لا

المصادر: بيانات TensorRT Edge-LLM وJetson AI Lab وApple ML Research وKTransformers أعلاه، و(Atlas، Ultralytics YOLO26، RF-DETR) DGX Spark tests، RTX PRO 6000 tests، Hardware Corner on community and vendor tests, mostly single source.

إذن، بخصوص القلقين المعتادين: **لا يجب أن يكون بطيئًا** إذا تطابق النموذج مع المهمة (نماذج الرؤية الصغيرة والمتوسطة على Thor أو Spark تلبي كل ميزانية فحص ومراجعة مدمجة؛ ونماذج 671B–1T تبقى خارج الخط)، و**لا يجب أن تجعله الكمّية خاطئًا** مع FP8/INT8 افتراضيًا، أو 4 بت بوصفة البائع فوق 7B بعد التحقق منها على المجموعة الذهبية. والمخاطر الأكبر هي دقة النماذج العامة الصناعية بدون أمثلة البالغة نحو 57 نقطة وأخطاء حزمة التقديم. امنح طلبات الفحص أحجام دفعات ثابتة وطابورًا خاصًا بها (درجة الحرارة 0 غير قابلة لإعادة الإنتاج بتًا بتًا تحت الدفعات (vLLM documentation))، واحتفظ باحتياطي ساخن N+1، واجعل كل خطوة على الخط تفشل مفتوحة.

المعلم والطالب

03 المعلم والطالب: تستطيع النماذج الرائدة عنونة بيانات الفحص مسبقًا؛ أما الأذرع الروبوتية فمعلموها الحقيقيون ما زالوا البشر

مرشحو المعلم في نوفمبر 2026: الرؤية العامة تضاعفت، ودرجات العيوب الصناعية غائبة

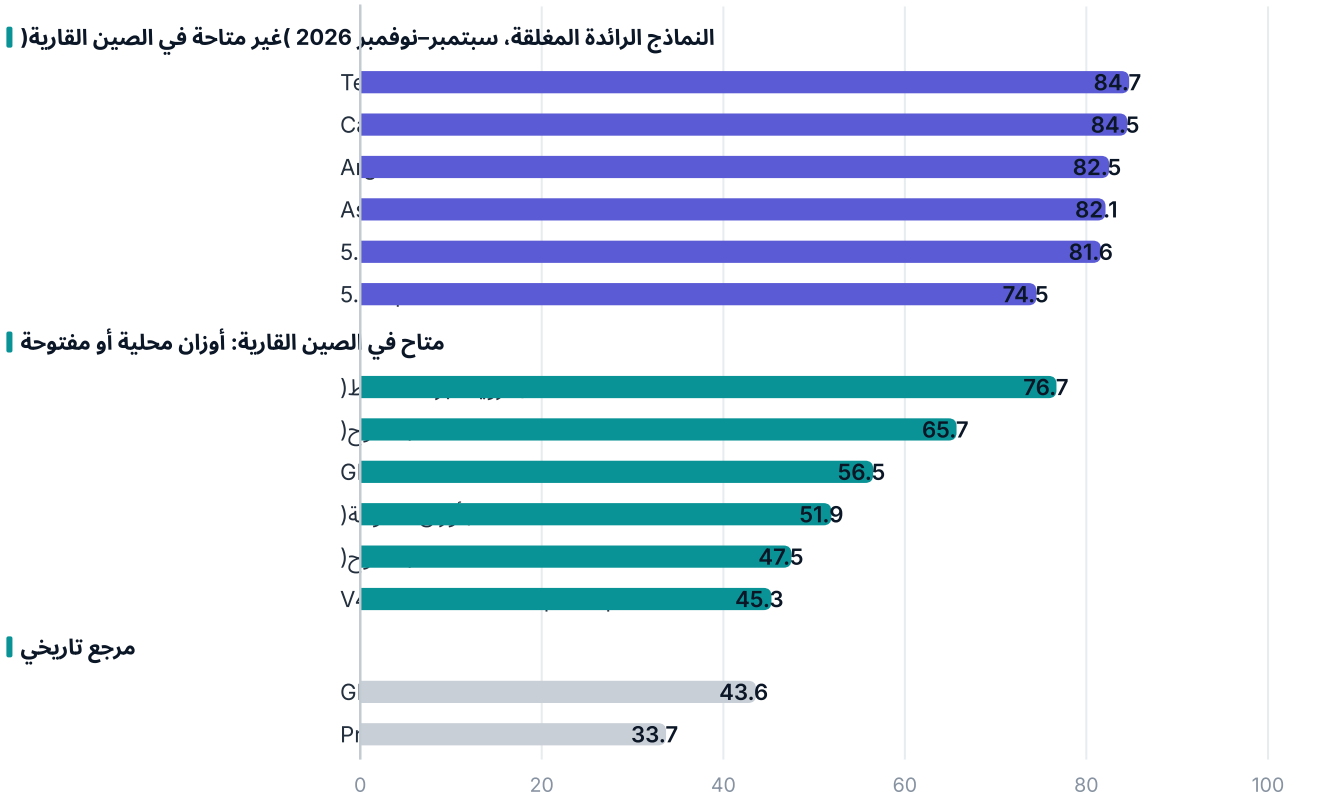
كل نموذج رائد مغلق يمكن أن يعمل معلمًا في نوفمبر 2026 يقبل الصور: Claude Fable 5.2 (متاح عمومًا في 9 نوفمبر، بسعر 40$/8$ لكل مليون رمز) و verified (Anthropic، Claude models overview) Opus 5.5 ($4/$20)؛ و GPT-6 Astra ($10/$50) وGPT-6.1 Terra ($1/$5)؛ وGemini 4 Argon وCarbon، المفتوحان على مراحل (Google Carbon). والقابل للاستخدام في (OpenAI pricing) الصين القارية هو Qwen3.8-Max (رؤية عبر API) ونماذج مفتوحة مثل Qwen3.8-27B وKimi K3 وGLM-5V-Turbo وDeepSeek V4-Flash-Vision-Exp و(Roboflow blog، Hugging Face) Gemma 4.

يجب التصريح بالفجوة الرئيسية بوضوح: لا يملك أي من هذه النماذج درجة منشورة على MMAD أو MVTec AD 2 أو VisA أو Real-IAD أو UniPCB أو أي مجموعة PCB/SMT. لا تزال MMAD بلا لوحة صدارة (MMAD GitHub)، وأحدث ورقتين عن الشذوذ الصناعي (أغسطس–سبتمبر 2026) ما زالتا تستخدمان Gemini 2.5 Pro وClaude Sonnet 4 كأحدث خطوط أساس عامة (InspectorGPT، Anomaly-LR). وجد بحث نص كامل على arXiv في 11 نوفمبر صفر نتائج عن «Fable 5.2» أو «Gemini 4 Carbon» في هذا السياق (arXiv API) single source, absence of evidence . وأقرب البدائل:

- أحدث نموذج رائد يملك درجة MMAD هو GPT-5.5: 69.95% على «عيب أم لا» و76.20% متوسطًا عبر سبع مهام على مجموعة فرعية من 500 صورة، مقابل 95.24% و86.65% للخبراء البشر (AnomalyClaw) single source ؛ وسجل GPT-4o 68.63% و74.92% في 2024 (MMAD, ICLR 2025)، أي نحو 1.3 نقطة تقدم في عامين.
- على LDU-Bench، وهي صور مراجعة SEM حقيقية من الطباعة الحجرية للدوائر المتكاملة والمعيار الإلكتروني الوحيد بنماذج 2026، يكون فرز الجيد/الرديء لائقًا (ماكرو F1 قدره 0.932 لـ GPT-5.4، و0.884 لـ GLM-5V-Turbo، و0.876 لـ Claude Opus 4.6، و0.504 لـ Gemma 4 31B)، لكن تصنيف 11 شكلًا من أشكال العيوب لا يصل إلا إلى 0.20–0.41 (LDU-Bench) single source .
- في تقييمات الرؤية المستقلة لدى Roboflow (المحدَّثة في 10 نوفمبر 2026)، يبلغ mAP@50 لاكتشاف الأجسام 84.5 لـ Gemini 4 Carbon، و84.7 لـ GPT-6.1 Terra و81.6 لـ Fable 5.2، مقابل 33.7 و43.6 و38.6 لـ Gemini 2.5 Pro وGPT-5.5 و Claude Opus 4.8 (Roboflow Vision Evals) single source, independent evaluator, private datasets.

FIG 11 **مرشحو المعلّمين: النتائج العامة تضاعفت خلال جيلكن لا يوجد أي من النماذج الرائدة لعام 2026 له نتيجة منشورة على معيار عيوب الصناعة.**

كشف Roboflow العام mAP@50



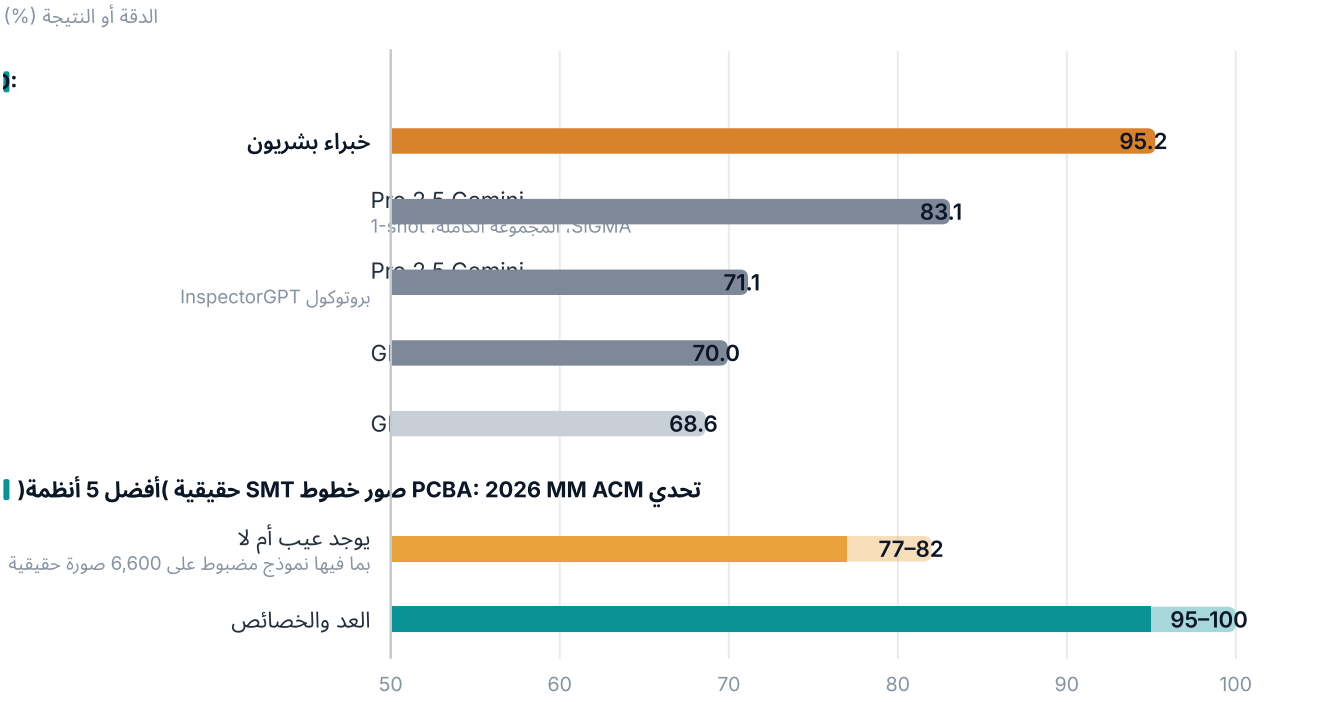
معايير عيوب الصناعة (MMAD، MVTec AD 2، VisA، Real-IAD، UniPCB): صفر نتائج منشورة لهذه النماذج الرائدة لعام 2026
نتائج الكشف العامة تضاعفت خلال جيل، لكن ذلك ليس حكمًا على العيوب؛ اختبر على مجموعتك الذهبية

المصدر: Roboflow Vision Evals؛ ملاحظات إصدار النماذج؛ صفحات معايير MMAD وMVTec AD 2 وغيرها (حتى 11 نوفمبر 2026).

المرشح المعلم (نوفمبر 2026)	السعر لكل مليون رمز (دخول/خروج)	كشف Roboflow mAP@50 / العد	معايير العيوب الصناعية	قابل للاستخدام في الصين القارية
Claude Fable 5.2	$40 / $8	86.5 / 81.6	لا شيء	لا
Claude Opus 5.5	$20 / $4	80.6 / 74.5	لا شيء	لا
GPT-6 Astra	$50 / $10	80.2 / 82.1	لا شيء	لا
GPT-6.1 Terra	$5 / $1	80.2 / 84.7	لا شيء	لا
Gemini 4 Carbon	$2 / $10 (ترويجي)	90.1 / 84.5	لا شيء	لا
Qwen3.8-Max (رؤية عبر API فقط)	$6 / $2	81.1 / 76.7	لا شيء	نعم
Qwen3.8-27B (مفتوح)	محلي	64.9 / 65.7	لا شيء	نعم
GLM-5V-Turbo	$4.00 / $1.20	48.6 / 56.5	فرز LDU-Bench 0.884	نعم
Gemma 4 31B (مفتوح)	محلي	51.4 / 47.5	فرز LDU-Bench 0.504	نعم (أوزان محلية)
مرجع: GPT-5.5 / GPT-4o	—	(GPT-5.5) 68.0 / 43.6	ثنائي MMAD 69.95% / 68.63%	لا
خبراء بشريون	—	—	ثنائي MMAD 95.24%	—

لا تزال الأوراق الأحدث تختبر الجيل السابق، لكنها تشير في الاتجاه نفسه. على مجموعة MMAD الكاملة، يسجل الخبراء البشر 95.2% على «عيب أم لا» و(SiGMA) 83.1% Gemini 2.5 Pro، ومع ذلك سجّل النموذج نفسه 71.14% فقط في ورقة أخرى (InspectorGPT): بروتوكول الاختبار يحرّك النتيجة بقدر ما يفعل جيل نموذج. وفي تحدي VAND 4.0 CVPR 2026، بلغت نماذج الرؤية واللغة الجاهزة ذروتها عند 61.88 AP مقابل 90.84 للطرق الموجَّهة، وخلص المنظمون إلى أنها «لا تستطيع حاليًا استبدال المصنّفات المضبوطة» (VAND 4.0) single source . وفي تحدي ACM MM 2026 PCBA، سجّلت الخمسة الأوائل 76.92–82.47 على «عيب أم لا» بينما بلغ نوع المكوّن وعد الأطراف 95–99.5 (arXiv 2609.21276) single source : التعرّف أسهل بكثير من الحكم.

FIG 12 **سؤال «هل يوجد عيب؟» ما زال صعبًا على النماذج العامة***أفضل نموذج عام يتخلف عن الخبراء البشريين بأكثر من 12 نقطة على MMAD؛ والأنظمة المضبوطة أفضل على صور الخطوط الحقيقية.*



المصدر: MMAD؛ SiGMA؛ InspectorGPT؛ تحدي ACM MM 2026 PCBA.

تتبع ثلاث استنتاجات. تضاعفت الرؤية والعد خلال جيل واحد، لكن الحكم على الشذوذ يتحرك ببطء، ويعتمد بشدة على البروتوكول، ويأتي مع انحيازات منهجية؛ ولا يمكن قياس مكاسب النماذج الجديدة إلا على صور المصنع نفسه. وداخل توزيع تدريبها، تتفوق المتخصصات المضبوطة بحجم 7B على النماذج العامة (Anomaly-LR، UniPCB). وبيانات الخط الحقيقية تُسقط النتائج: على اللوحات الإلكترونية المجمّعة، هبط AUROC على مستوى الصورة من 97–98 على MVTec AD إلى 31.5–78.6 (arXiv 2606.01992) single source . وبالنسبة لشركات الصين القارية، أقوى معلم متاح، وهو Qwen3.8-Max، يقع على بعد نحو 8 نقاط من الحدود العالمية.

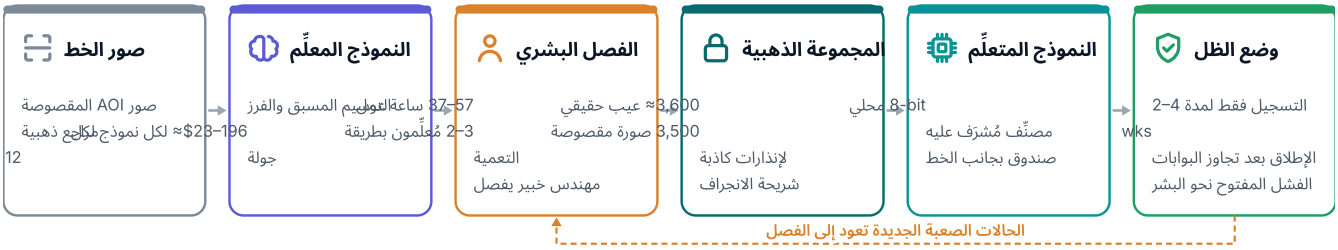
تشغيل عشرات أو مئات الجولات: المال ليس المشكلة، بل جودة العنونة

المال ليس المشكلة. بأسعار قائمة نوفمبر 2026، تكلف 1,000 صورة بميغابكسل واحد نحو 3$ (GPT-6.1 Terra) إلى 32$ (GPT-6 Astra) لكل جولة، ومئة جولة على 100,000 صورة نحو 32,000–135,000$ قبل خصومات الدفعات (Claude vision docs، OpenAI vision guide، Roboflow Vision Evals) estimate. وبالنسبة للعناوين البسيطة، يكلف الشخص نحو ما تكلفه Terra؛ ميزة المعلم هي السرعة والحجم، لا السعر. وعادةً ما تُبقي اتفاقيات عدم الإفصاح لدى العملاء صور المنتج داخل المصنع، لذا تُعنون المجموعة الذهبية في الموقع.

العقبة الحقيقية هي الجودة، والمزيد من الجولات لا يصلح الأخطاء المنهجية. يشغّل Roboflow كل مهمة ثلاث مرات ولا تتحرك النتائج سوى ±0.1–1.4 نقطة (Roboflow)، لذا يكرر النموذج أخطاءه غالبًا ولا ينقذه التصويت بالأغلبية. ولا تنفع الجولات إلا عندما تضيف كل منها معلومات: صورة أو اثنتان مرجعيتان جيدتان تضيفان نحو 3–4 نقاط، والأكثر لا يضيف شيئًا (AD-Copilot)؛ وجعل نموذج يجادل ضد مرجع جيد على مدى عدة أدوار يضيف 6.23 نقطة من AUROC عبر النطاقات لـ GPT-5.5 و2.95 على MMAD، بذروة بعد نحو ثلاث استدعاءات (AnomalyClaw) single sources . وادعاء «أن الطالب المدرَّب على عناوين المعلم يقترب من العناوين البشرية» لم يُثبت إلا على الصور الطبيعية: نموذج ResNet-101 المدرَّب على عناوين Qwen3-VL لمجموعتي COCO وObjects365 وصل إلى 95.7–99.4% من نتيجة العناوين البشرية، ويقول المؤلفون إن بيانات النطاق غير مختبَرة (arXiv 2602.20972) single source .

FIG 13 **خطّا أنابيب معلَم–متعلَمفي الفحص يوسم النموذج الرائد مسبقًا ويفصل البشر؛ وفي أذرع الروبوت يبقى المعلِّمون الحقيقيون هم العروض البشرية.**

الفحص: النموذج الرائد يوسم مسبقًا، والبشر يفصلون، ومجموعة ذهبية تضبط البوابة

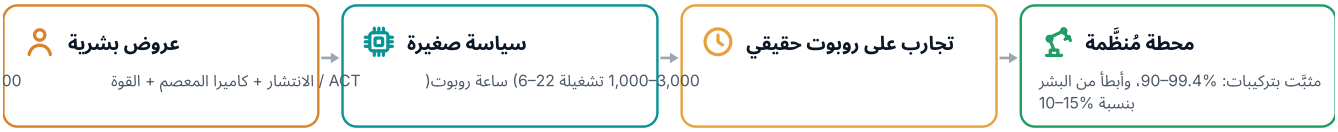


عتبة قبول وسوم المعلِّم تلقائيًا

لكل فئة: 299≥ عيبًا وصفر تفويت)استرجاع 99%≥ بثقة (95%، وتوافق لا يقل عن التوافق بين البشر؛ وإلا فالتوسيم المسبق فقط

الأذرع: المعلِّمون ما زالوا العروض البشرية والتعلم المعزز على روبوت حقيقي والمحاكاة

النماذج الرائدة تساعد فقط دون اتصال: البرمجة وتغيير الطرازات



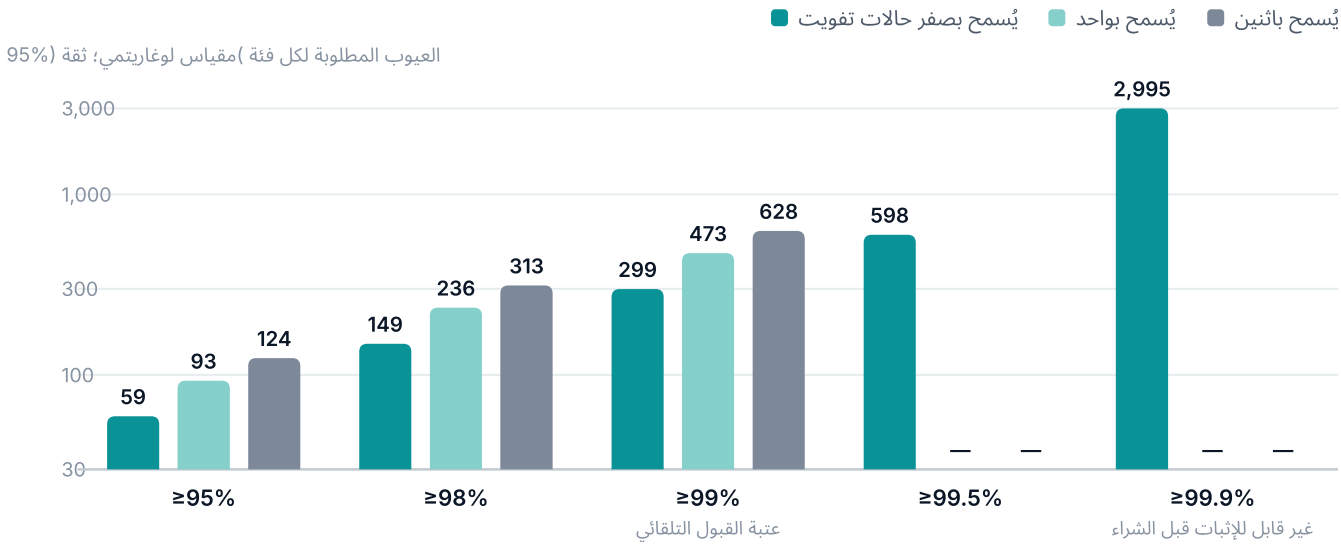
المصدر: تركيب المؤلف (الفصل 3)؛ التكاليف وأحجام العينات تقديرات.

بروتوكول قابل للتنفيذ estimate :

1. **اجمع المجموعة الذهبية من أرشيف AOI الخاص بالمصنع ولوحات NG المحتفظ بها**، مقسمةً إلى 12 فئة عيوب حقيقية (ناقص، منزاح، مقلوب، قطبية، جزء خاطئ، جسر/قصر، لحام غير كافٍ، لحام زائد، كرة لحام، طرف مرفوع/دائرة مفتوحة، جزء تالف، مادة غريبة) وأربعة أسباب للمكالمات الكاذبة (ظل، صهور، طباعة حريرية، تسامح)، إضافة إلى «شريحة انجراف» من 300 عيب على الأقل من خط ثانٍ أو إضاءة أو لون لوحة أو أرقام أجزاء مختلفة.
2. **عنون بعمى مع مفتشين أو ثلاثة مدرَّبين على IPC-A-610**، مع مهندس كبير يقرر، والأشعة السينية أو الاختبار الكهربائي أو المقاطع العرضية لحسم العينات الملتبسة. لا تقبل تعريف فئة إلا إذا وصل اتفاق المفتشين إلى κ ≥0.75 (≥0.90 للفئات الحرجة)؛ كان الاتفاق البشري على 11 شكلًا من أشكال العيوب الإلكترونية في LDU-Bench 0.727 فقط، لذا ستحتاج بعض الفئات إلى دمج أو إعادة تعريف. واتفاق السمات بأسلوب AIAG (فعالية ≥90%، تفويت ≥2%، إنذار كاذب ≥5%، κ >0.75؛ و>0.90 للإطلاق) حد أدنى معقول (Fabrico، iFactory).
3. **حدد حجمها بحدود ذات حدين دقيقة (Clopper–Pearson) أحادية الجانب بثقة 95%** (binomial confidence intervals، rule of three:

الاستدعاء المطلوب إثباته	0 تفويت مسموح	1 مسموح	2 مسموح
95%≤	59 عيبًا	93	124
98%≤	149	236	313
99%≤	299	473	628
99.5%≤	598	—	—
99.9%≤	2,995	—	—

FIG 14 **ما الحجم الذي يجب أن تكون عليه المجموعة الذهبية *لإثبات استرجاع 99% بدون أي تفويت يتطلب 299 عيبًا لكل فئة؛ ولا يمكن إثبات 99.9% قبل الشراء.***



المصدر: فترات ثقة ثنائية الحدين الدقيقة (95%).

ستون عيبًا لكل فئة تكفي لفحص نجاح/فشل؛ و300 عيب لازمة للبت في القبول التلقائي. المجموعة الكاملة، نحو 3,600 عيب إضافة إلى 3,500 قصاصة مكالمة كاذبة، تستغرق نحو 37–57 ساعة عمل للعنونة والبت، ويكلف تشغيل مرشح معلم عليها $23–196؛ والتكلفة الحقيقية هي أسبوعان إلى ستة أسابيع من الجمع، يحددها أندر الفئات estimate. أرسل قصاصات AOI لمكون واحد، لا لوحات كاملة، بهدف 42–48 بكسل على الأقل عرضًا (arXiv 2610.09313).

1. **اقبل عناوين المعلم تلقائيًا فقط لفئة لا تفوت شيئًا على ≥299 عيبًا ذهبيًا**، واتفاق النموذج مع الحقيقة ليس أسوأ من اتفاق البشر مع البشر، وإزالة 50% على الأقل من المكالمات الكاذبة. الفئات الحرجة مثل القصر والأجزاء الناقصة والقطبية والأجزاء الخاطئة تحتاج 99.5–99.9% (598–2,995 عيبًا)؛ وإلا فإن أي شيء لا يستطيع الذكاء الاصطناعي إزالته بثقة عالية يذهب إلى شخص. لا يمكن إثبات معدل تسرّب أقل من 0.1% من العيوب قبل الشراء (2,995 عيبًا بلا تفويت؛ و0.01% تتطلب 29,956)، لذا يُبقي الخط على عينات بشرية من المكالمات التي أزالها الذكاء الاصطناعي، وICT/FCT في مرحلة لاحقة كشبكة أمان، وSPC على التسرّبات. ثم تُقطَّر العناوين الموثقة إلى كاشف أو مصنّف تقليدي ويُعاد التحقق منها على كل منتج جديد.

تقرر شروط وبيانات البيانات أيضًا المعلم. تمنع Anthropic استخدام خدماتها لتدريب نماذج منافسة (Anthropic commercial terms)؛ وتسمح OpenAI باستخدام المخرجات لتدريب مصنّفات داخلية لا تُباع لأطراف ثالثة (OpenAI business terms)؛ وتسمح DeepSeek صراحةً بالتقطير (DeepSeek terms) primary terms. ولا يحدد أي منها «النموذج المنافس»، لذا يحتاج الاستخدام التجاري مراجعة قانونية، وعادةً ما تُبقي قواعد بيانات العملاء الصور في الموقع. والأسلم افتراضيًا هو معلم بأوزان مفتوحة يعمل محليًا، مع نماذج رائدة سحابية فقط عندما يسمح العميل بذلك كتابيًا.

طلاب الفحص: صغار وسريعون؛ وعنق الزجاجة هو البصريات والبيانات والتحقق

الطالب ليس عنق الزجاجة: يستغرق YOLO26n 3.80 مللي ثانية لكل صورة بصيغة INT8 على Orin Nano Super بسعر $249–399 (Ultralytics) vendor test، وتفيد NVIDIA بنسبة 98.51% على ثلاث فئات عيوب PCB بعد تكييف نموذج أساس على نحو 600 صورة (NVIDIA) vendor claim، والعيوب الاصطناعية تضيف 0.9–2.5 نقطة mAP فقط (arXiv 2605.04635). القيود هي البصريات وبيانات الخط والتحقق والتراخيص: Ultralytics YOLO بترخيص AGPL-3.0 أو ترخيص مؤسسي (Ultralytics)، لذا تحتاج المنتجات المغلقة ترخيصًا أو كاشفًا بترخيص Apache-2.0 مثل RF-DETR.

طلاب الروبوت: المحطات المنظّمة قريبة من المستوى الإنتاجي؛ والعمل المرن والديناميكي ليس كذلك

في نوفمبر 2026 هناك ثلاثة أنواع من معلمي الروبوت، ونوع واحد فقط يمكن أن يصبح طالبًا محليًا: VLAs المفتوحة القابلة للضبط (π0/π0.5 وGR00T N1.7 وX-VLA وRDT2 وSmolVLA). نماذج الروبوت المغلقة (π0.6/π0.7) عبر API تجريبي، وGemini Robotics 2 لمختبِرين موثوقين) لا يمكن نشرها في الموقع (The AI Insider، DeepMind). النماذج العامة الرائدة بطيئة وضعيفة في المعالجة الدقيقة: في اختبار Artificial Analysis سجلت 46–69 مع نجاح قبض 28–45% ونحو 30 دقيقة لكل مهمة، «أبطأ وأغلى بكثير من أي استخدام إنتاجي» (AA-

Robotics)؛ وتمكن GPT-6 Astra من فتحة دقيقة مرتين فقط من 20 (RoboCurve)؛ وقيادة المفاصل مباشرة تعطي 0–5.5% على LIBERO بتردد 0.2–0.4 هرتز مقابل نحو 83 هرتز مطلوبة (Anthropic) verified across three sources . ودرجة Fable 5.2 البالغة 64.9% على معيار RoboDojo المحاكى هي تشغيل داخلي (Anthropic) vendor claim .

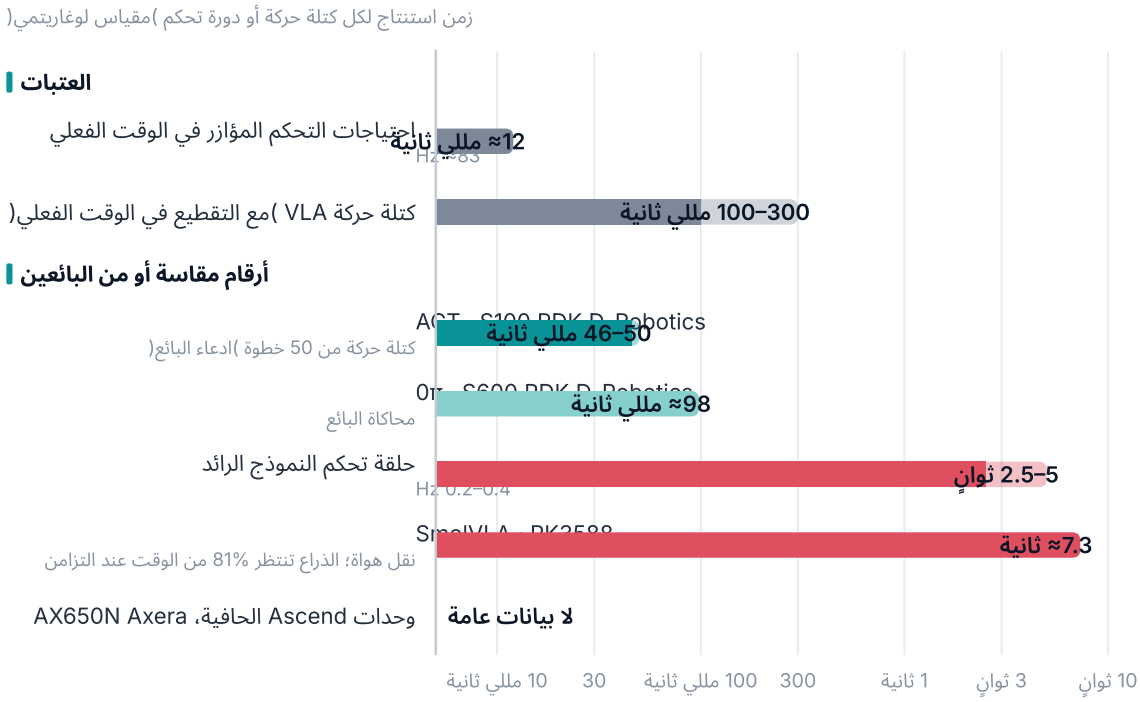
تتفق دراسات الطرف الثالث منذ أكتوبر: نحو 33–44% على LIBERO-10 للوكلاء الثلاثة الرائدين (arXiv 2610.30051)؛ ووكلاء يزعمون النجاح كذبًا في 24–39% من المهام الفرعية (arXiv 2611.08209)؛ و104 من 108 مهام روبوتية حقيقية شبه ساكنة لـ Opus 5.5، لكن بمعدل 280 ثانية لكل منها ودون إدخال أو تجميع (AMP1) single sources . النماذج الرائدة مكانها دون اتصال: كتابة البرامج، وتنسيق المهام، وصياغة معايير النجاح.

لجودة الطالب حافة واضحة: جيدة داخل توزيع التدريب، ومنهارة خارجه. π0.7 «يتجاوز 90% غالبًا» في المهام المرئية ويصل إلى 60–80% في غير المرئية (π0.7 paper) vendor research ؛ ويصل ContactDP إلى 97.8% على الموصلات المدرَّب عليها لكن 28.6–66.7% على غير المرئية (ContactDP)؛ والتغييرات الطفيفة في الكاميرا أو الوضعية تُسقط 95% إلى أقل من 30% في LIBERO-Plus (LIBERO-Plus, CVPR 2026)؛ والقبض المتعلَّم من الناقلات المتحركة يبلغ ذروته عند 58.89% (ForeTime-VLA) single sources ، وهي مهمة تقوم بها تتبع الرؤية الكلاسيكي في الإنتاج منذ سنوات.

تأتي الأدلة القريبة من الإنتاج كلها من محطات منظّمة وعروض بشرية وتصحيح على الروبوت الحقيقي. أبقى Neuromeka آلة حالات وحركة معلَّمة مسبقًا وتعلّم القبض وإدخال الكابلات واللحام فقط، كل منها من أقل من 20 دقيقة من البيانات: 322 من 324 في الإنتاج، وأبطأ من الشخص بنسبة 12.8% (Neuromeka) single source, vendor . وصل Fraunhofer إلى 92.8% عبر أربعة موصلات من 68 دقيقة من العروض (Fraunhofer)؛ ونجح HIL-SERL من Berkeley 100 مرة من 100 في إدخال RAM وSSD وUSB بعد 1–2.5 ساعة من التعلّم المعزّز على الروبوت الحقيقي (HIL-SERL)؛ وشغّل AgiBot 18–20 ثانية لكل خطوة ضمن إيقاع 20 ثانية على خط اختبار أجهزة لوحية (IThome) vendor claim .

التقطير يشتري السرعة، لا التعميم: يعمل π0.5 بتردد 0.70 هرتز على Jetson Orin خامًا و10.30 هرتز بعد الجدولة غير المتزامنة (EagleVLA)؛ وينقله تقطير الطبقات من نحو 3 هرتز إلى نحو 10 هرتز (Shallow-π) verified . يرث الطالب ما غطاه المعلم فقط؛ وما يزال كل منتج جديد يحتاج بيانات مهمة.

FIG 15 **زمن استجابة سياسة الحافة*سياسة ACT صغيرة تعمل في نحو 50 ms على لوحة حافة؛ بينما يستغرق VLA منقول إلى رقاقة هواة 7.3 ثانية.***

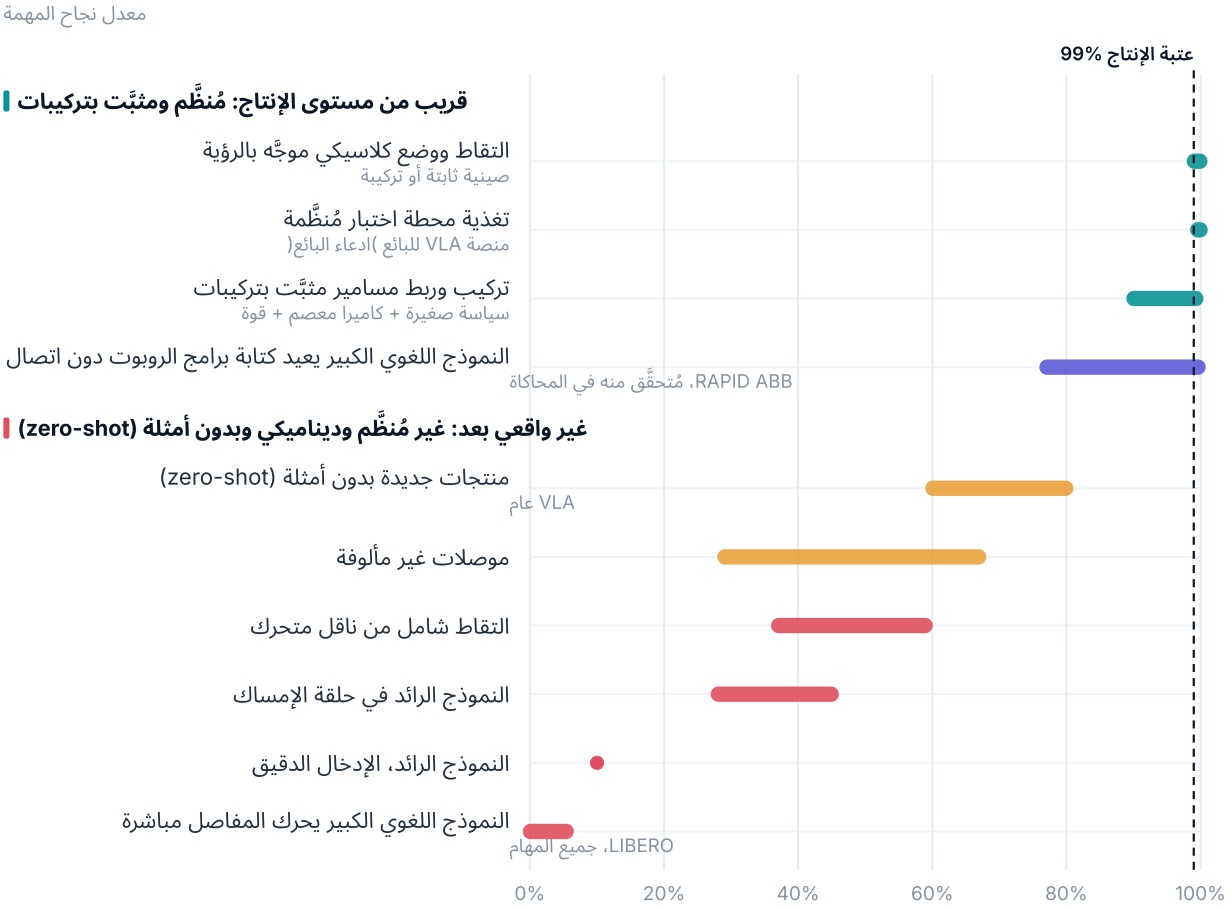


المصدر: وثائق D-Robotics والمنتدى (أرقام بائعين)؛ منقولات مجتمع GitHub؛ أبحاث Anthropic.

على الرقائق الطرفية الصينية، السياسة المتعلَّمة الوحيدة المقيسة هي سياسة ACT على RDK S100 من D-Robotics بمعدل 46–50 ملي ثانية لكل قطعة من 50 خطوة، دون نشر معدل نجاح (D-Robotics RDK S docs) vendor claim ؛ ويستغرق نقل هواة لـ SmolVLA على RK3588 نحو 7.3 ثوانٍ لكل قطعة (GitHub). الكمّية لا تشتري السرعة مجانًا: لم يكن أي بناء bit-4 لـ π0.5 أسرع من bit-16 عند حجم دفعة 1

(LoopQ). العروض باهظة (ذكرت Reuters نحو 300 محاولة لكل حركة قابلة للاستخدام لمشغّل عن بُعد مبتدئ (Notebookcheck))، والتحقق يكلف أكثر: إثبات معدل فشل ≤0.1% بثقة 95% يتطلب نحو 3,000 نجاح متتالٍ، أي 17–22 ساعة روبوت estimate . ولا تمتلك أي سياسة معالجة متعلَّمة اعتمادًا للسلامة.

FIG 16 **الروبوتات المتعلِّمة: قريبة من مستوى الإنتاج فقط عندما تكون المحطة مُنظَّمة*المحطات المثبَّتة بتركيبات تصل إلى 90–99%+؛ والمهام غير المُنظَّمة والديناميكية وبدون أمثلة ليست واقعية بعد.***



المصدر: أوراق ومواد بائعين مُستشهد بها في الفصل 3؛ وبعض الأرقام ادعاءات بائعين.

المهمة الإلكترونية	الطالب القابل للتنفيذ	النجاح المتوقع	السرعة مقابل الشخص	تكلفة التحويل	حُكم 2026–2028
التقاط ووضع عالي التنوع، وتجميع المجموعات، وتغذية الآلات (صينية أو مثبّت ثابت)	إدراك متعلَّم مع حركة مبرمجة أو مخططة	≥99% مع توجيه رؤية كلاسيكي	نفس المحطات التقليدية	ساعات	ممكن الآن
موصل مثبّت، وإدخال FFC وكابلات، وبراغي، ولحام	آلة حالات + سياسة BC/انتشار/ACT صغيرة + كاميرا معصم + قوة/عزم (لمس مثاليًا) + تصحيح بشري	90–99.4%	أبطأ 10–15%	10–300 عرض (≈15–70 دقيقة) + 1,000–3,000 تشغيلة تحقق (6–22 ساعة روبوت)	ممكن، كثيف البحث والتطوير؛ أشهر للمحطة الأولى
تغذية محطة اختبار منظّمة وفرز OK/NG	منصة VLA من البائع + توأم رقمي + تعلم معزّز على الروبوت الحقيقي	≥99.5% vendor claim, conflicting	18–20 ثانية لكل خطوة، ضمن إيقاع 20 ثانية	≥4 ساعات إعادة تدريب + 15 دقيقة معايرة	ممكن على منصة بائع
برمجة التحويل	يكتب LLM برامج الروبوت أو يعدلها دون اتصال، متحققة في المحاكاة	77–99.7% على إعادة كتابة ABB RAPID	لا تأثير على الإيقاع	دقائق إلى ساعات لكل برنامج	ممكن كأداة هندسية

المهمة الإلكترونية	الطالب القابل للتنفيذ	النجاح المتوقع	السرعة مقابل الشخص	تكلفة التحويل	حُكم 2026–2028
التقاط متعلَّم من البداية للنهاية من ناقلات متحركة	طالب VLA	37–59%؛ و≥37% على الأحزمة السريعة	—	≤458 عرضًا لكل إعداد	**ليس قبل 2028؛ استخدم التتبع الكلاسيكي مع إدراك متعلَّم**
منتجات جديدة دون بيانات جديدة (بدون أمثلة)	VLA عام	60–80%؛ الموصلات غير المرئية 29–67%	—	—	**غير واقعي**
LLM رائد في الحلقة يقود الذراع	وكلاء GPT-6 وClaude وGemini	قبض 28–45%؛ إدخال دقيق 10%	≈30 دقيقة أو 280 ثانية لكل مهمة مقابل ≈20 ثانية	—	**غير واقعي**
حزم أسلاك حرة التوجيه وتجميع مرن متعدد الخطوات	—	لا دليل إنتاج 2026	—	—	**ليس قبل 2028**

المصادر: الدراسات أعلاه و(University of Passau on RAPID rewriting، GraspVLA، Komax) **mostly single source and vendor data** . في 2026–2028، قيمة النموذج الكبير للروبوتات هي كأساس مدرَّب مسبقًا ومبرمج دون اتصال، لا كشيء «يعلّم» الطالب. كل حالة قريبة من الإنتاج وجدتها (Neuromeka وAgiBot لدى Longcheer وFraunhofer وContactDP) تعتمد على عروض بشرية، واستشعار القوة أو اللمس، ومحاكاة أو توائم رقمية، وتعلّم معزّز موجَّه. ولا تعتمد أي منها على عناوين من نموذج رائد.

التكاليف وفترة الاسترداد

04 التكاليف والاسترداد: المراجعة بالذكاء الاصطناعي تسترد تكلفتها في أشهر، والتغذية للآلات في سنوات، وأذرع الالتقاط أبدًا

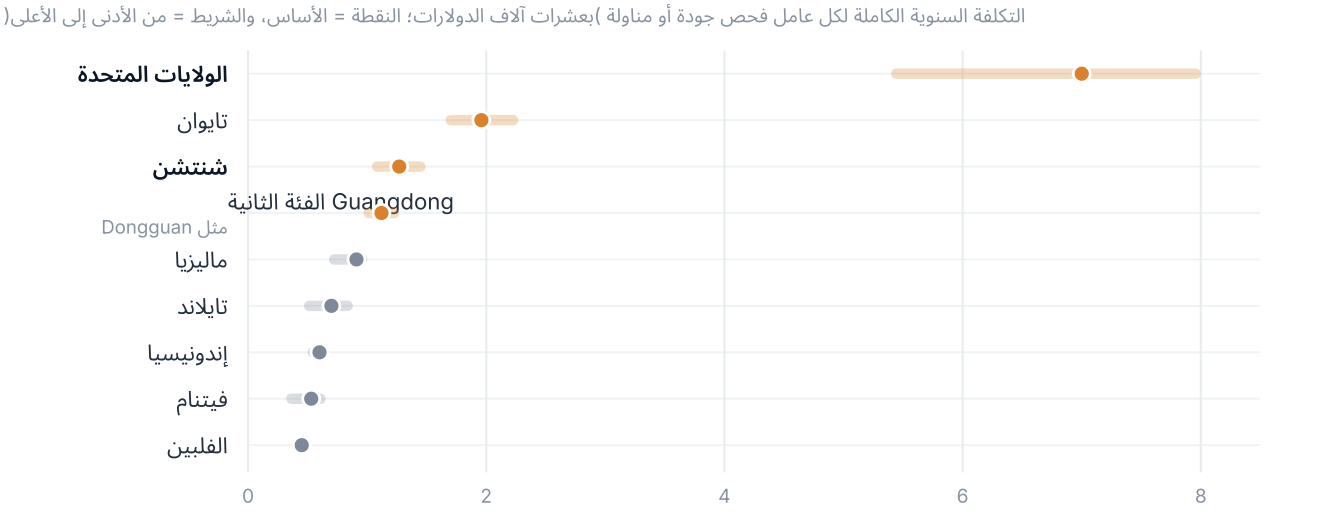
تكلفة اليد العاملة: الولايات المتحدة نحو 5.5 أضعاف شنتشن، وتايوان نحو 1.5 ضعف، ومعظم جنوب شرق آسيا أقل من النصف

يبدأ العائد على استبدال اليد العاملة بما تكلفه اليد العاملة. يضع التوجيه الرسمي للأجور في شنتشن متوسط 2024 لمفتش جودة التصنيع عند **RMB 74,074** سنويًا؛ وتشكل الأجور 86.92% من إجمالي تكلفة اليد العاملة في تصنيع الإلكترونيات، لذا تكون التكلفة الكاملة نحو 85,000 RMB. ويضع مسح JETRO لعام 2025 التكلفة السنوية لعامل مصنع صيني عند $12,667، أي نحو 85,100 RMB، بفارق 0.2% (Shenzhen wage guidance، JETRO 2025) verified.

المنطقة	التكلفة السنوية الكاملة لمفتش أو عامل مناولة واحد (منخفضة / أساسية / مرتفعة)	الأساس
الصين القارية، شنتشن	70 ألف / **85 ألف** / 100 ألف RMB ($10.4k / **12.7k** / 14.9k)	المتوسط الرسمي × 1.15؛ يطابق JETRO verified
مناطق الأجور من الدرجة الثانية في قوانغدونغ (دونغقوان وغيرها)	65 ألف / **75 ألف** / 85 ألف RMB	متوسط قوانغدونغ 2023 × 1.15 إضافة إلى عامين من الزيادات estimate
دلتا نهر اليانغتسي (سوتشو، كونشان، ووشي)	كشنتشن	لا أساس لعمالة فحص أرخص؛ الحد الأدنى الأعلى للأجور في جيانغسو أعلى بنحو 5.6% من شنتشن estimate
تايوان	$16.6k / **19.6k** / 22.7k (NT$534k / **630k** / 729k)	مسح الأجور المهنية لوزارة العمل إضافة إلى تكاليف إلزامية ≈1.18؛ وJETRO كحد أعلى estimate
ماليزيا	$6.8k / **9.1k** / 10.0k	JETRO والحد الأدنى للأجور estimate
تايلاند	$4.7k / **7.0k** / 8.8k	نفس الشيء
إندونيسيا	$5.0k / **6.0k** / 6.3k	نفس الشيء
فيتنام	$3.2k / **5.3k** / 6.5k	نفس الشيء
الفلبين	$4.0k / **4.5k** / 4.9k	نفس الشيء
الولايات المتحدة	$54k / **70k** / 80k	متوسط مفتش BLS مايو 2025 بقيمة $48,570 ÷ الأجور عند 65.5% من التعويض estimate

المصادر: (JETRO 2025، Guangdong wage guidance، Wuxi HR bureau، Taiwan occupational wage survey، PTS News، BLS OEWS، BLS ECEC).

FIG 17 **تكلفة عامل الفحص أو المناولة الواحد سنويًا *بالتكلفة الكاملة، الولايات المتحدة نحو 5.5 أضعاف شنتشن، وتايوان نحو 1.5 ضعف.***



المصدر: إرشادات الأجور الرسمية في شنتشن ووزارة العمل التايوانية وJETRO وBLS؛ تقديرات المؤلف.

تضع ثلاثة تصحيحات الأساس. أولاً، رفعت شنتشن الحد الأدنى لاشتراكات التقاعد من 4,775 إلى 5,521 RMB شهريًا في يوليو 2026 (Shenzhen Bendibao) single source ، لذا من الأرجح أن يكلف مفتش شنتشن في 2026 نحو 80–90 ألف RMB. ثانيًا، المنصب ليس شخصًا: ورديتان من 12 ساعة تحتاجان نحو 2.0 شخص (ستة أيام في الأسبوع) إلى 2.4 (طوال العام) في دلتا نهر اللؤلؤ، ونحو 2.7–3.1 في جنوب شرق آسيا تحت سقوف العمل الإضافي، و4.2–4.5 لـ 7×24 في الولايات المتحدة وتايوان estimate . وعادةً ما تسمح المراجعة بالذكاء الاصطناعي لمراجع واحد بتغطية خطين إلى أربعة، لذا يكون التوفير الواقعي **0.5–1.5 شخص بدوام كامل لكل خط، لا شخصًا واحدًا لكل خط في كل وردية**. ثالثًا، لا يطارد المشترون في تايوان وفيتنام وماليزيا التكلفة فقط: في مسح JETRO، قال 61.1% من الشركات في تايوان و48.2% في فيتنام و44.9% في ماليزيا إن التوظيف أصبح أصعب في العامين الماضيين، مقابل 18.6% في الصين القارية (JETRO 2025) single source .

أسعار المعدات: أربعة أسس لا ينبغي حساب متوسطها

تختلف أسعار AOI أساسًا لأنها تقيس أشياء مختلفة. تتراوح الإدراجات عبر الإنترنت (نوفمبر 2026، خليط من الجديد والمستعمل والإيجار) بين نحو 17–80 ألف RMB للثنائي الأبعاد المكتبي أو دون اتصال، و50–170 ألف RMB للثنائي الأبعاد المدمج، و80–475 ألف RMB للثلاثي الأبعاد المدمج، وحتى 700 ألف RMB للثلاثي الأبعاد الكوري (inline AOI، 1688 offline AOI، 1688 3D AOI) single source, list . حدّدت مناقصة نوفمبر 2025 سقفًا لجهاز 3D AOI واحد مع جهاز 3D SPI واحد عند 800 ألف RMB. (tender notice) prices . وتوحي نشرة Sinic-Tek بـ 428–512 ألف RMB لكل 3D AOI في 2019–2022، ونحو 340–470 ألف RMB بحلول تقريرها 2025 (Sinic-Tek prospectus، Sinic-Tek 2025 annual report) primary + estimate . ويقدّر بائع خارجي 3,000$–20,000$ للثنائي الأبعاد المكتبي، و30$–70 ألفًا للثنائي الأبعاد المدمج، و50$–90 ألفًا للثلاثي الأبعاد الأساسي، و100$–200 ألف+ للثلاثي الأبعاد المتطور، مع الآلة المدمجة نفسها بـ 30$–50 ألفًا في الصين (Averroes) vendor estimate from a seller of competing AI software .

لا تملك المراجعة بالذكاء الاصطناعي نفسها سعرًا عامًا باليوان؛ يقتبس البائعون كل حالة على حدة بعد تقييم مجاني في الموقع (Sohu on Hengtianyi)، ولم تسفر عمليات البحث في إدراجات التجارة الإلكترونية والمناقصات ومقالات البائعين ووسائل الإعلام التايوانية عن أي سعر عام (1688، 51SMT). المراسي: نحو 27€ ألفًا لكل خط توحي بها حالة Siemens estimate ؛ و21,924$ سعرًا مدرجًا لوحدة مراجعة عن بُعد لموزع أمريكي (Manncorp) vendor list price ؛ ونحو 298 ألف RMB لكل عميل سنويًا لمستشعرات الذكاء الاصطناعي الطرفية لدى SmartMore في 2025 (36Kr) single source . جهاز 2D AOI مدمج محلي يُباع بوصفه «ذكاء اصطناعي» مدرج بسعر 66.5 ألف RMB (1688 inline AOI)، ومخزن NG لإعادة الفحص اليدوي نحو 50 ألف RMB. (1688 AOI review) لذا يكون سقف إضافة المراجعة من طرف ثالث نحو 10–30 ألف RMB لكل خط، أو رسمًا سنويًا مماثلاً؛ وفوق ذلك، يفضّل المشتري استبدال الآلة بجهاز AOI محلي مدمج فيه الذكاء الاصطناعي estimate .

المرساة	السعر (RMB)	ما يشتريه	المصدر
محطة إصلاح AOI أو دونغل برمجي (TRI قديم، Zhenhuaxing)	≈2,375–1,900	مفتاح ترخيص، دون ذكاء اصطناعي	1688 list price

المرساة	السعر (RMB)	ما يشتريه	المصدر
بيئة تشغيل رؤية بالتعلّم العميق عامة (دونغل Hikrobot VisionMaster)	≈6,975–4,800 دفعة واحدة لكل حاسوب	المنصة؛ العميل يبني النماذج ويصونها	1688 list price
نشر Baidu EasyDL داخل المنشأة	10,000 لكل نموذج لكل جهاز سنويًا، أو 50,000 دائم	خدمة استدلال مجمّعة	Baidu AI docs 2022 price page
جهاز AOI مدمج محلي يُباع بوصفه «ذكاء اصطناعي»	98,900–66,500 لكل آلة	استبدال آلة	1688 list price
مستشعرات الذكاء الاصطناعي الطرفية لدى SmartMore	≈298,000 لكل عميل سنويًا	حل البائع عبر عدة آلات	36Kr single source

FIG 18 ***سلم الأسعارمن بضعة آلاف RMB لترخيص برمجيات إلى 200–300k RMB لخلية روبوت أو عرض AI من بائع.***



المصدر: قوائم 1688 ووثائق Baidu AI (قائمة أسعار 2022) و36Kr ومقابلة صناعية (غير مُتحقَّق منها).

يشير رسم سنوي على طراز Baidu، مع خادم استدلال واحد لخط إلى أربعة خطوط ونموذج إلى أربعة نماذج لكل منها، إلى اشتراك 2.5–40 ألف RMB لكل خط سنويًا، وبواقعية نحو 5–10 آلاف RMB؛ وعند 20% من ترخيص دائم، يتعادل الاشتراك والشراء في السنة الخامسة، وهو هيكل يستحق النسخ estimate . اعتاد المشترون رسومًا برمجية شبه معدومة: كانت إيرادات Sinic-Tek «الأخرى» بالكامل (القطع، والخدمة، والإيجار، والملحقات) 7.65% من مبيعات 2025، أي نحو 2,300–3,100 RMB لكل آلة مركّبة سنويًا (Sinic-Tek 2025 annual report) primary + estimate . اشتراك ذكاء اصطناعي بقيمة 5–10 آلاف RMB لكل خط سنويًا يعادل ضعفين إلى خمسة أضعاف ما ينفقه المشترون الآن على برمجيات AOI، لذا يجب تبريره بساعات المراجعة التي يحررها (نحو 75–90 ألف RMB لكل شخص بدوام كامل سنويًا)، لا بالمقارنة مع رسوم البرمجيات القائمة.

بالنسبة للأذرع الروبوتية، هبط متوسط سعر الروبوت التعاوني في الصين إلى نحو 58,600 RMB في 2025 (GGII) estimate ، وهبط متوسط Dobot سداسي المحاور 19.1% ذلك العام مع اكتساب الطرازات الأرخص حصة (Huxiu) verified ، رغم ارتفاع الأسعار المدرجة للطرازات نفسها بنسبة 5–15% في 2026 (Sina Finance). في الولايات المتحدة، أُدرج FANUC CRX-10iA بسعر 51,434$ (Vention) ووضعت تجميعات سعر UR7e عند 30–48 ألفًا$ (cobotcost) estimate . الذراع 40–50% فقط من الخلية الأمريكية (Standard Bots)؛ وفي الصين، تصل الكاميرات والقابضات والسلامة والهندسة بسهولة إلى ضعفين إلى أربعة أضعاف ذراع بقيمة 40 ألف RMB، لذا قدّر التكلفة الهندسية المطلقة بدلاً من المضاعف estimate .

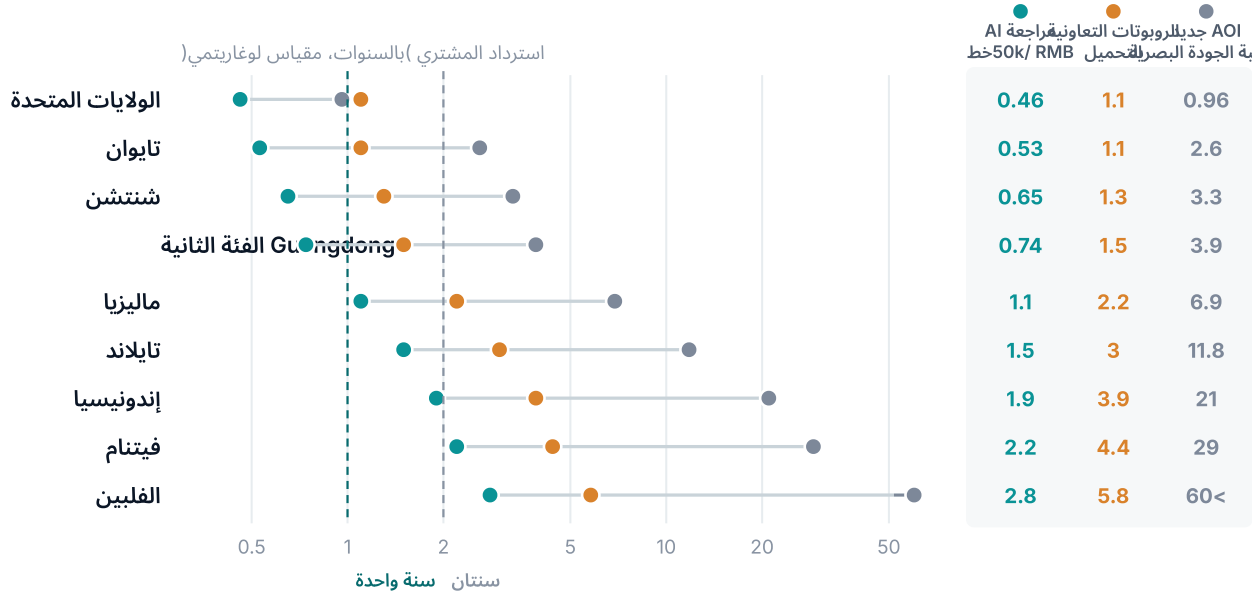
الاسترداد: المراجعة في أشهر، والتغذية في سنوات، والالتقاط أبدًا

الاسترداد البسيط = الاستثمار ÷ (العمال الموفَّرون × تكلفة اليد العاملة الكاملة − تكلفة التشغيل السنوية)، لخط بورديتين دون إعانات أو رسوم. تسعَّر معدات تايوان بـ 1.3 مرة من الصين، وفيتنام وماليزيا وتايلاند بـ 1.15 مرة، وإندونيسيا والفلبين بـ 1.2 مرة، والولايات المتحدة بأسعار خارجية estimate .

السيناريو	الاستثمار (الصين / الولايات المتحدة)	العمال الموفَّرون	تكلفة التشغيل السنوية
(أ) صندوق مراجعة بالذكاء الاصطناعي أو صندوق كاميرا ذكاء اصطناعي	50 ألف $30 / RMB ألف لكل خط	1.0 لكل خط	15%
(ب) جهاز 2D AOI مدمج جديد يحل محل الفحوصات البصرية اليدوية (يبقى 0.5 مراجع لكل وردية)	200 ألف $60 / RMB ألف	1.0	12%
(ج) خلية تحميل بروبوت تعاوني (محطة واحدة × ورديتين)	200 ألف $140 / RMB ألف	2.0	8%
(د) خلية كشف والتقاط متكاملة (فحص 1.0 + التقاط 0.07)	300 ألف $200 / RMB ألف	1.07	8%
(هـ) ذراع روبوتية تُضاف لالتقاط لوحات NG فقط	150 ألف $100 / RMB ألف	0.07	8%

المنطقة	(أ) المراجعة بالذكاء الاصطناعي	(ب) AOI جديد	(ج) خلية الروبوت التعاوني	(د) الكشف والالتقاط	(هـ) ذراع الالتقاط
شنتشن	0.65 سنة (0.80–0.54)	3.3 (4.4–2.6)	**1.3** (1.6–1.1)	4.5 (5.9–3.6)	أبدًا
قوانغدونغ الدرجة الثانية	0.74	3.9	1.5	5.3	أبدًا
تايوان	0.53	2.6	1.1	3.6	أبدًا
ماليزيا	1.1	6.9	2.2	9.2	أبدًا
تايلاند	1.5	11.8	3.0	15	أبدًا
إندونيسيا	1.9	21	3.9	25	أبدًا
فيتنام	2.2 (4.5–1.6)	29	4.4	34	أبدًا
الفلبين	2.8	>60 (تكلفة التشغيل ≈ التوفير)	5.8	≈100	أبدًا
الولايات المتحدة	0.46	**0.96**	**1.1**	3.4	أبدًا

FIG 19 **الاسترداد حسب المنطقةمراجعة الذكاء الاصطناعي تسترد التكلفة خلال أشهر في الولايات المتحدة وتايوان وشنتشن، وخلال 1–3 سنوات في جنوب شرق آسيا؛ وتغذية الروبوت التعاوني خلال سنوات.**



ذراع روبوت لمجرد التقاط اللوحات المرفوضة لا يسترد تكلفته أبدًا في أي مكان
عندما يتجاوز العائد من أول تمريرة 90%، يستغرق الالتقاط 0.003–0.14 FTE فقط لكل وردية

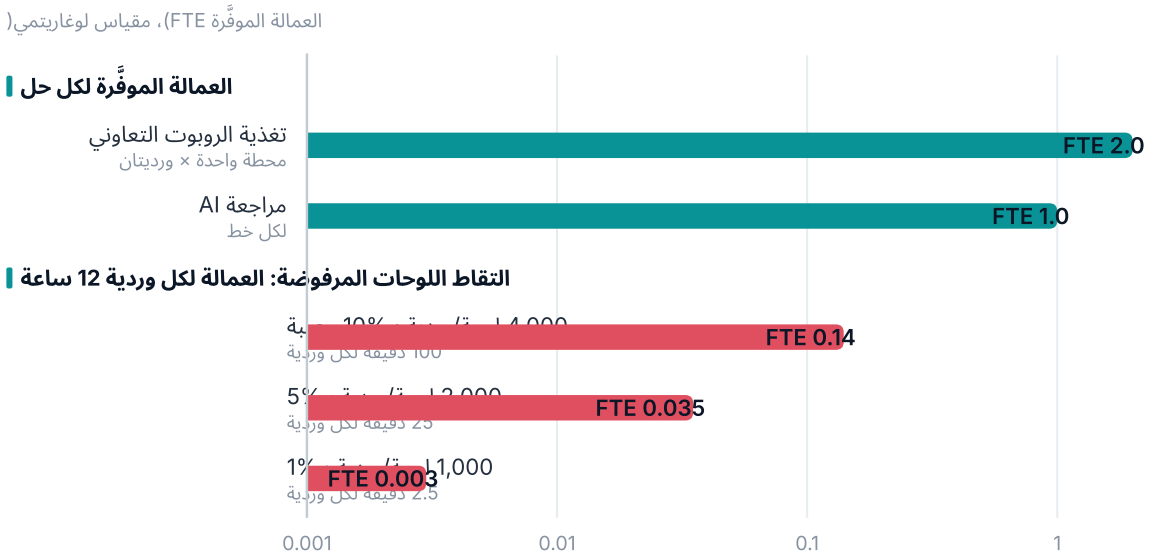
المصدر: نموذج المؤلف: صندوق مراجعة AI بقيمة RMB 50k لكل خط؛ وخلية تغذية روبوت تعاوني بقيمة RMB 200k أو $140k، على ورديتين.

كل القيم تقديرات من المدخلات أعلاه. الحساسيات: خفّض العمال الموفَّرين إلى النصف فيتضاعف كل استرداد تقريبًا؛ وشغّل وردية واحدة فيتضاعف (ب)–(د)؛ والإهلاك الكامل في السنة الأولى بنسبة 100% في الولايات المتحدة يقصّر الاسترداد نحو 20%، بينما تطيله الرسوم على المعدات الصينية أو اليابانية أو الكورية نحو 10–40%؛ وإعانة محلية 15% في الصين تقصّره نحو 15%. لم أجد مسحًا مستقلًا لعتبات استرداد المشترين؛ يقول البائعون إن AOI يسترد «عادةً في 9–18 شهرًا» (Averroes) وتدّعي حالة Siemens ثمانية أشهر vendor claims . أستخدم سنة وسنتين كخطي فحص. ويترك النموذج مكاسب الجودة (الضمان، والمرتجعات) وتكاليف الدوران والتدريب، لذا فهو متحفظ.

الجزء غير البديهي في «الكشف والالتقاط» هو أن اليد العاملة في المراجعة، لا في إزالة لوحات NG الحقيقية القليلة من الخط. عند 15 ثانية من المناولة لكل لوحة estimate NG:

اللوحات لكل وردية	معدل العيوب	وقت الالتقاط لكل وردية 12 ساعة	العمال
1,000	1%	2.5 دقيقة	0.003
2,000	5%	25 دقيقة	0.035
4,000	10%	100 دقيقة	0.14

FIG 20 **لماذا لا يسترد التقاط اللوحات المعيبة تكلفتهفوق عائد 90% من أول تمريرة، يستغرق الالتقاط 0.003–0.14 من العامل فقط لكل وردية.**



المصدر: تقديرات المؤلف.

الحالة الأساسية (2,000 لوحة لكل وردية، 5% معيبة، ورديتان) هي 0.07 من الشخص، تساوي نحو RMB 6,000 سنويًا في شنتشن، أي أقل من تكلفة التشغيل السنوية للذراع البالغة نحو RMB 12,000، لذا لا تسترد أبدًا في أي مكان؛ حتى أسوأ حالة (4,000 لوحة لكل وردية، 10% معيبة) تستغرق نحو 13 سنة في شنتشن و9 في الولايات المتحدة estimate . إذا كان القلق من إيقاف الخط للالتقاط، يحل محوّل NG قياسي أو ناقل مخزن مؤقت المشكلة دون ذراع. يقول أهل الصناعة «عند عائد مرور أول فوق 90%، أوقف الخط وأخرج اللوحة يدويًا»، و**هذا صحيح للالتقاط، لكن ليس للفحص.** لذا يكون تصميم المنتج على خط SMT هو «افحص مع تمييز أو تحويل»، مع إبقاء الأذرع الروبوتية للأماكن التي يُناول فيها كل جزء (تحميل أجهزة الاختبار، ومناولة الصواني والمخازن، والتعبئة)، حيث يصبح الفحص إضافة شبه مجانية وينطبق السيناريو (ج).

الإعانات والضرائب والرسوم تحرّك الاسترداد بنسبة 15–25%، لكنها لا تغيّر الترتيب

الصين القارية: الدعم يخفض تكلفة التمويل غالبًا؛ ونادرًا ما تتأهل الآلات الفردية مباشرة. تدفع إعانة قروض وطنية 1.5 نقطة فائدة لمدة تصل إلى سنتين في 14 سلسلة ذات أولوية (Yicai) verified ، أي نحو RMB 9,000 على آلة بـ 300 ألف RMB؛ وتتطلب مكافأة الترقية في قوانغدونغ التي تصل إلى 20% مشروعًا مسجلاً بمعدات جديدة لا تقل عن 7 ملايين RMB وتستثني شنتشن (Guangdong rules)، ودفعت دونغقان فعليًا 4.42% في يوليو 2026 (Dongguan allocation) single source, primary . لا يُعتمد جهاز فحص بالذكاء الاصطناعي إلا كمعدة «مع برمجيات داعمة» داخل مشروع المشتري المسجل، لذا تفترض الحالة الأساسية عدم وجود إعانة.

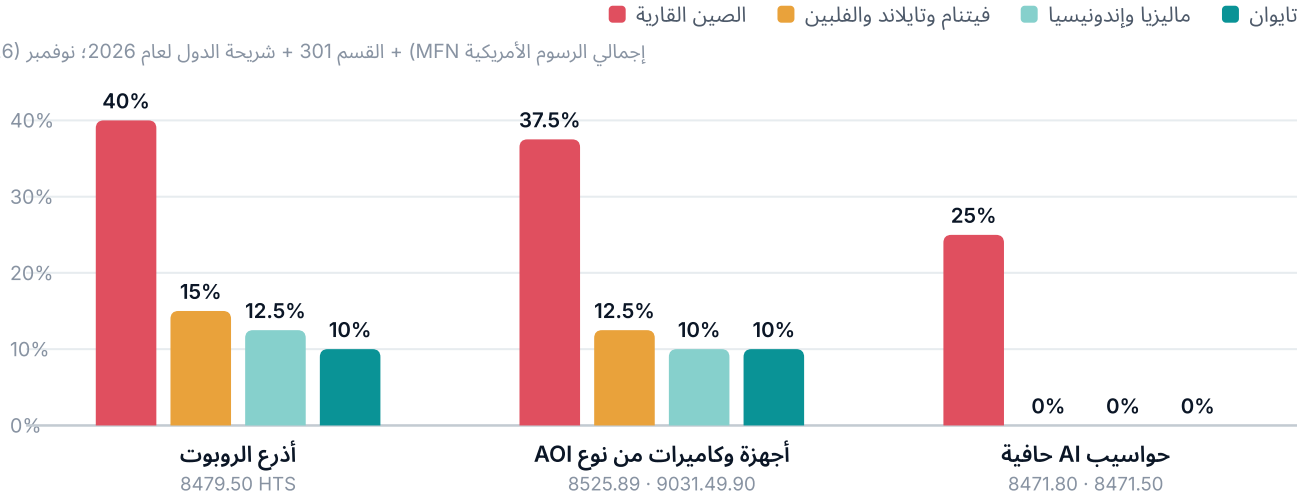
تايوان: الحوافز تذهب إلى المشتري. بموجب المادة 10-1 من قانون الابتكار الصناعي، المعدَّلة في مايو 2025 لتشمل الذكاء الاصطناعي، يمكن للمشتري خصم 5% من إنفاق 2025–2029 على الآلات الذكية الجديدة أو الذكاء الاصطناعي (بما في ذلك الفحص القائم على CNN/DNN) من ضريبة دخل تلك السنة، أو 3% سنويًا لمدة ثلاث سنوات (Statute، credit rules) verified ؛ ومنح جانب الموردين مغلقة أمام رأس المال الصيني القاري (MOEA) single source .

جنوب شرق آسيا: ماليزيا وتايلاند فقط تكافئان شراء الأتمتة. علاوة رأس المال للأتمتة بنسبة 200% في ماليزيا على أول 10 ملايين رينغيت تساوي نحو 24% من الإنفاق الرأسمالي لمشترٍ رابح (MIDA، PwC Malaysia) verified ؛ وتمنح BOI في تايلاند إعفاءً ضريبيًا لثلاث سنوات يصل إلى 50–100% من استثمار الترقية، بحد أعلى عند مشاركة موردي أتمتة تايلانديين (BOI) single source, primary ، لذا يعمل دخول تايلاند بشكل أفضل مع متكامل محلي. وتكافئ فيتنام وإندونيسيا والفلبين بناء المصانع لا شراء الأتمتة (Vietnam Law Magazine، PwC Philippines).

الولايات المتحدة: الإهلاك يقصّر الاسترداد؛ والرسوم تطيله. تحصل الأصول المشتراة بعد 19 يناير 2025 على إهلاك دائم بنسبة 100% في السنة الأولى، أي درع ضريبي فيدرالي نحو 21% لمشترٍ رابح (IRS Notice 2026-11) single source, primary ؛ وانتهى تحقيق المادة 232 بشأن الروبوتات والآلات الصناعية في 28 أكتوبر 2026 بمفاوضات بدلاً من رسوم جديدة، على أن يُعاد تقييمه خلال 180 يومًا (White House، Mayer Brown) verified . ويخفض التجميع النهائي في جنوب شرق آسيا الرسم الإضافي على الأذرع وأدوات نوع AOI من نحو 37.5–40% إلى 10–15% (الفصل 1).

المنطقة	الأدوات الرئيسية	التأثير على استرداد المشتري estimate
الصين القارية	إعانة قروض 1.5 نقطة لمدة تصل إلى سنتين؛ ومكافآت ترقية إقليمية ومدنية (تحتاج قوانغدونغ مشاريع مسجلة ≥7 ملايين RMB؛ ودفعت دونغقان فعليًا 4.42%)؛ وإجراءات شنتشن 2026–2029 (النسب غير معلنة)	نحو 0–5% لآلة واحدة؛ و4–15% داخل مشروع كبير
تايوان	خصم المادة §10-1، 5% أو 3% × 3 سنوات	أقصر بنحو 5%، إذا دفع المشتري ضرائب كافية
ماليزيا	علاوة رأس مال للأتمتة 200% (أول 10 ملايين رينغيت)	أقصر بنحو 15–25% للمشترين الرابحين
تايلاند	إعفاء ضريبي من BOI لثلاث سنوات يصل إلى 50–100% من الاستثمار	أقصر بنحو 15–25% للمشترين الرابحين خارج إجازة ضريبية
فيتنام، إندونيسيا، الفلبين	حوافز ضريبة دخل لبناء المصانع؛ وإهلاك معدات إضافي 20% في الفلبين	لا شيء تقريبًا لمشتريات أتمتة فردية
الولايات المتحدة	إهلاك 100% في السنة الأولى؛ ورسوم مجمّعة ≈37.5–40% على المعدات المصنوعة في الصين القارية	الإهلاك أقصر ≈20%؛ والرسوم أطول ≈10–40%

FIG 21 **الرسوم الأمريكية على الروبوتات وAOI وحواسيب الحافة*الأذرع المصنوعة في الصين القارية تدفع نحو 40%؛ وتلك المشحونة من جنوب شرق آسيا أو تايوان 10–15%.***



المصدر: جدول التعريفة المنسقة USITC الفصل 99؛ السجل الفيدرالي؛ USTR (نوفمبر 2026).

حسب المنطقة: في الصين القارية، يسترد صندوق المراجعة بالذكاء الاصطناعي في أشهر وخلية الروبوت التعاوني في 1.3–1.5 سنة، بينما يستغرق AOI جديد يُشترى لتقليل اليد العاملة فقط 3–4 سنوات والكشف والالتقاط المتكامل 4.5–5.3، وكلاهما يتجاوز فحص السنتين. وتؤدي تايوان أفضل قليلاً من شنتشن (0.53 سنة للمراجعة، و1.1 لخلية الروبوت التعاوني)، والتوظيف هناك أصعب. في ماليزيا وتايلاند، يستغرق صندوق الذكاء الاصطناعي 1–1.5 سنة وخلية الروبوت التعاوني 2–3 سنوات، أي أسرع بنحو 15–25% مع الحوافز الضريبية المحلية للمشترين الرابحين. في إندونيسيا وفيتنام والفلبين، يسترد صندوق ذكاء اصطناعي رخيص جدًا فقط خلال 2–3 سنوات؛ ويأتي الطلب هناك أكثر من متطلبات جودة العملاء ونقص اليد العاملة. وفي الولايات المتحدة، يسترد كل خيار باستثناء ذراع الالتقاط الخالص في 0.2–3.4 سنة، مع الرسوم وإعادة تقييم المادة 232 واعتماد NRTL كمتغيرات رئيسية.

السوق والمنافسة

05 السوق والمنافسة وكيف يدفع المشترون

حجم السوق: الأرقام المنشورة تختلف بمضاعفات؛ والعد من الأسفل فقط مفيد

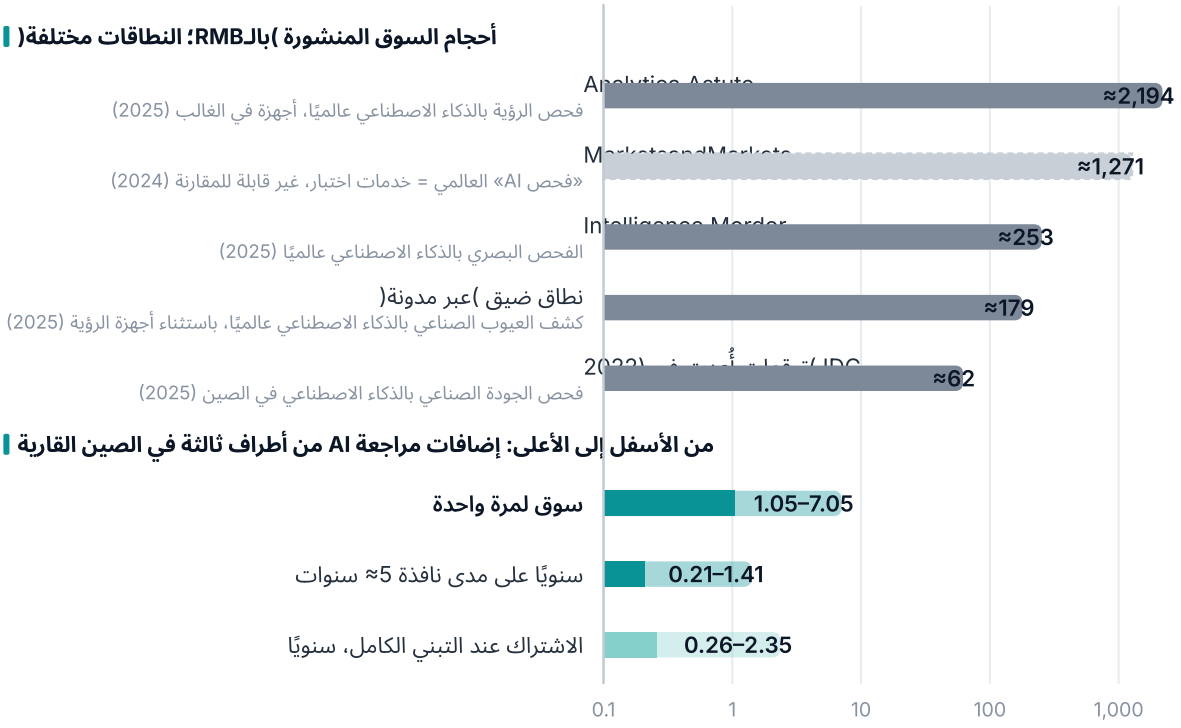
يجب قراءة كل رقم سوق مع نطاقه. كان سوق رؤية الآلة في الصين 18.15 مليار RMB في 2024 (Zhiyan) verified، مع إلكترونيات 3C كأكبر مشترٍ؛ وتختلف التقديرات العالمية لرؤية الآلة نحو ثلاثة أضعاف ولأجهزة AOI نحو 6.5 أضعاف (Vision ،MarketsandMarkets ،Zhiyan ،Systems Design/Interact Analysis). ومن الأسفل انطلاقًا من إيرادات Koh Young وTRI وJutze وSinic-Tek وViTrox، تبلغ معدات فحص SMT العالمية نحو $1–2 مليار estimate.

لا يوجد سوق مستقل لـ «برمجيات الفحص البصري بالذكاء الاصطناعي». الأرقام المنشورة تختلف بأكثر من عشرة أضعاف وكلها تشمل عتادًا أو خدمات:

النطاق	الناشر	الرقم
«كشف العيوب الصناعية بالذكاء الاصطناعي» عالميًا (ضيق، باستثناء عتاد الرؤية)	شركة غير مسماة، عبر مدونة iFactory	$2.66 مليار في 2025، ومعدل نمو سنوي مركب 8.6% حتى 2035، والإلكترونيات 34%
«الفحص البصري بالذكاء الاصطناعي» عالميًا	Mordor Intelligence	$3.76 مليار في 2025، و$12.8 مليار في 2031، ومعدل نمو 22.67%
«الفحص البصري بالذكاء الاصطناعي» عالميًا (عتاد غالبًا)	Astute Analytica	≈$32.66 مليار في 2025
«الفحص بالذكاء الاصطناعي» عالميًا (خدمات اختبار واعتماد؛ غير قابلة للمقارنة)	MarketsandMarkets	$18.92 مليار في 2024
«فحص الجودة الصناعي بالذكاء الاصطناعي» في الصين	IDC، توقع أُعد في 2022	$958 مليون في 2025 (≈6.2 مليار RMB)، و91.5% في الاتصالات والإلكترونيات وصناعتين أخريين

المصادر: (iFactory، GII/Mordor، GII/Astute، MarketsandMarkets، IDC) each single source, mostly paid-report summaries.

FIG 22 **تختلف أحجام السوق بأكثر من عشر مرات *النطاق الضيق والعد من الأسفل إلى الأعلى فقط هما المفيدان للقرارات.***



المصدر: Mordor Intelligence وAstute Analytica وMarketsandMarkets وIDC (2022) وiFactory؛ تقدير المؤلف من الأسفل إلى الأعلى.

من الأسفل، يوجد عد عام واحد فقط لخطوط SMT: قدّرت New Venture Research نحو 73,231 خطًا عالميًا في 2020، 47% منها في الصين (19% في 2000)، ونحو 70% متطور و30% منخفض المستوى (EMSNow، NVR SMT2020 summary) single source, 2020؛ وتعود NVR الآن إلى IPC والبيانات الأحدث مدفوعة (NVR). وبالنمو 3–5% سنويًا مع حصة صينية 40–47%، يعطي ذلك نحو 87,000–98,000 خط عالميًا في 2026 و35,000–46,000 في الصين القارية (أساس 40,000) estimate.

المدخل	منخفض	أساسي	مرتفع	الأساس
خطوط SMT في الصين القارية (2026)	35,000	40,000	46,000	أساس NVR 2020 × النمو × الحصة
الحصة بدون مراجعة ذكاء اصطناعي	75%	80%	85%	نافذة التحديث، أدناه
الحصة التي يصل إليها طرف ثالث (ليست داخلية، غير مرتبطة بذكاء صانع المعدات الأصلي، قادرة على الدفع)	40%	50%	60%	افتراض: ≈30% خطوط منخفضة المستوى إضافة إلى بعض الخطوط المتطورة مختلطة العلامات، باستثناء البنيات الداخلية على طراز DBG
الخطوط القابلة للخدمة	**10,500**	**16,000**	**23,500**	المنتج
السعر الدفعي لكل خط	10 آلاف RMB	20 ألف RMB	30 ألف RMB	سلم الأسعار والسقف (الفصل 4)
السوق القابلة للخدمة دفعة واحدة (القاعدة المركّبة)	**105 مليون RMB**	**320 مليون RMB**	**705 مليون RMB**	المنتج
سنويًا على نافذة ≈5 سنوات	21 مليون RMB	64 مليون RMB	141 مليون RMB	النافذة تتقلص 8–12% سنويًا
الاشتراك (2.5k / 5k / 10k RMB) لكل خط سنويًا، تبنٍ كامل)	26 مليون RMB سنويًا	80 مليون RMB سنويًا	235 مليون RMB سنويًا	مرساة الرسم السنوي على طراز Baidu

FIG 23 **من الأسفل إلى الأعلى: 40,000 خط → 16,000 قابل للخدمة → ≈RMB 320M لمرة واحدة*مجال مراجعة الذكاء الاصطناعي من الأطراف الثالثة في الصين القارية حقيقي لكنه صغير.***



داخل جديد يحصل على 2–5% من الخطوط القابلة للخدمة خلال 3 سنوات: 800–320≈ خطًا، RMB≈ 2–5M سنويًا
كاشتراك (RMB 5k) لكل خط سنويًا:(دخل متكرر بقيمة 1.6–4M RMB، أي 2.3%–0.3 فقط من توقعات IDC لفحص الجودة الصناعي بالذكاء الاصطناعي في الصين

المصدر: NVR (أساس 2020)؛ تقديرات المؤلف.

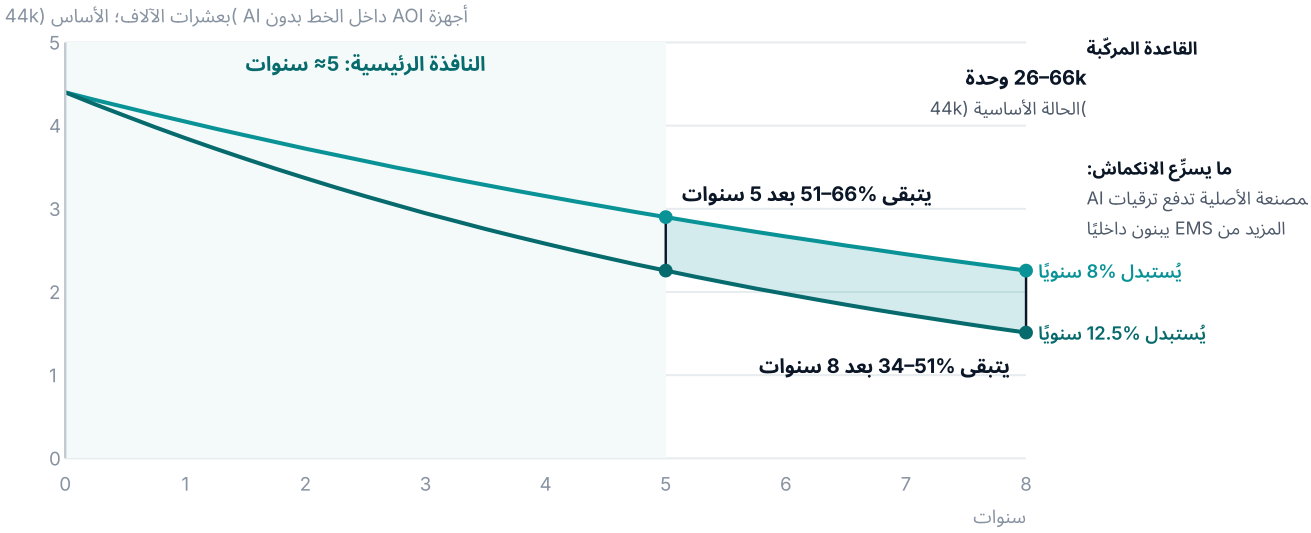
كل هذه تقديرات؛ لم تُقاس الحصة ولا السعر علنًا. لا تساوي هذه النيشة سوى 0.3–2.3% سنويًا من توقع IDC لكل فحص الجودة الصناعي بالذكاء الاصطناعي في الصين في 2025 (نحو 6.2 مليار RMB). الوافد الجديد الذي يكسب 2–5% من الخطوط الأساسية القابلة للخدمة خلال ثلاث سنوات سيملك نحو 320–800 خط: 6.4–16 مليون RMB إجمالاً بـ 20,000 RMB لكل خط، أي نحو 2–5 ملايين RMB سنويًا، أو 1.6–4 ملايين RMB سنويًا إيرادات متكررة بـ 5,000 RMB لكل خط estimate . وهذا يكفي لوحدة أعمال داخل شركة، لا لشركة مستقلة بحجم مشروع استثماري. كل 1,000 خط مركّب في تايوان أو جنوب شرق آسيا أو الولايات المتحدة يساوي نحو 3–15 مليون RMB دفعة واحدة بأسعار الصين القارية؛ والأسعار أعلى في تايوان والولايات المتحدة، لكن المشترين هناك يستخدمون غالبًا أجهزة 3D AOI من صانع المعدات الأصلي مع خيارات ذكاء اصطناعي estimate .

نافذة التحديث نحو خمس سنوات

لا ينشر أي صانع AOI عمر الآلة؛ تستهلك شركات EMS المعدات على مدى 3–10 سنوات (DBG 2025 annual report)، وتفقد أجهزة AOI الأقدم تحديثات البرمجيات والقطع بعد نهاية العمر (I-Connect007) single source . أستخدم 8–12 سنة (أساس 10).

عند 1.0–1.65 جهاز AOI مدمج لكل خط، تملك الصين القارية نحو 35,000–78,000 جهاز AOI مدمج في الخدمة (أساس نحو 55,000)، بما يتسق مع الشحنات المعروفة (Sinic-Tek 2025 annual report، Circuits Assembly). لا يقيس أي مصدر عدد الأجهزة التي تشغّل مراجعة بالذكاء الاصطناعي؛ بافتراض أن الآلات المحلية تعرضها منذ نحو 2023 وأن 40–60% من التسليمات الحديثة تستخدمها، **فإن نحو 26,000–66,000 جهاز AOI مدمج في الصين القارية (أساس نحو 44,000) لا يعمل بالذكاء الاصطناعي** estimate . إذا شُحنت كل آلة جديدة الآن مع ذكاء اصطناعي، تتقلص هذه المجموعة 8–12.5% سنويًا: يبقى 51–66% بعد خمس سنوات و34–51% بعد ثماني، وأسرع إذا دفع صانعو AOI ترقيات الذكاء الاصطناعي إلى الآلات الأحدث. **تقع معظم الفرصة في السنوات الخمس القادمة تقريبًا**، مع شركات EMS متوسطة الحجم التي تشغّل أجهزة 2D AOI محلية أقدم، وعلامات مختلطة، ولا مسار ترقية ذكاء اصطناعي في جوهرها.

FIG 24 **نافذة إعادة التأهيل نحو خمس سنوات *تنكمش أجهزة AOI داخل الخط بدون AI بنسبة 8–12.5% سنويًا مع استبدالها أو ترقيتها.***

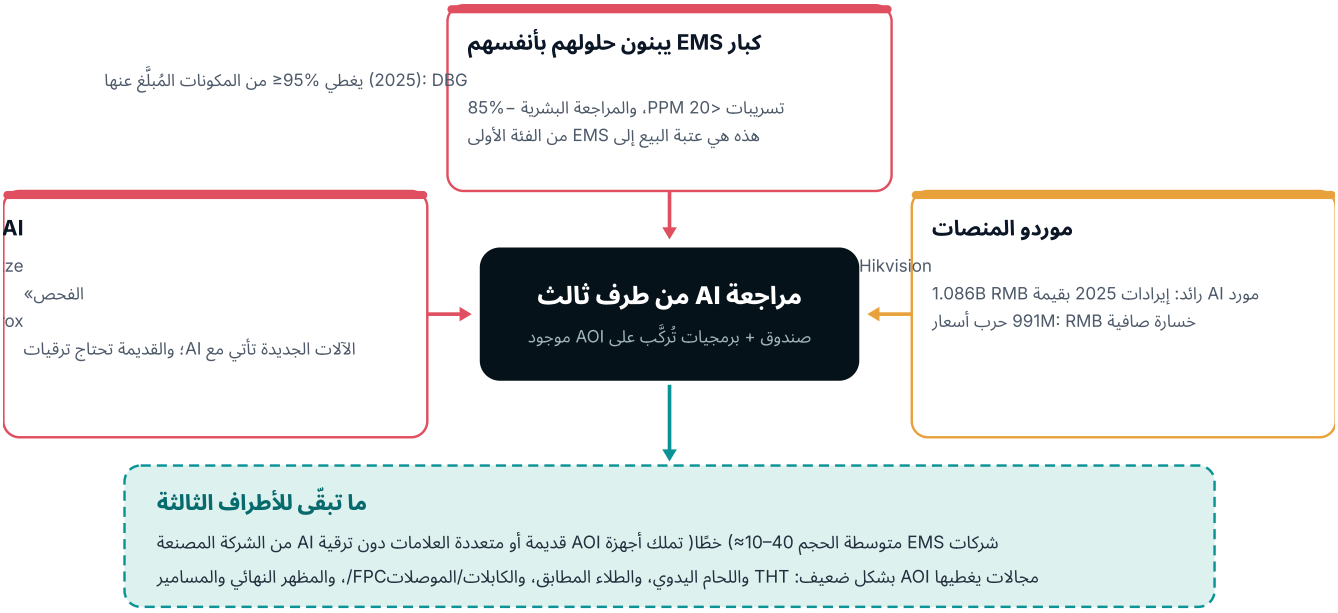


المصدر: تقديرات المؤلف؛ القاعدة المركّبة والحصص لم تُتحقق منها بشكل مستقل.

المنافسون أقوياء بالفعل: إسفين المراجعة محاصر

يضيق إسفين المراجعة بالذكاء الاصطناعي من ثلاثة اتجاهات. يبني قادة AOI والرؤية الذكاء الاصطناعي في منصات جديدة: «تبنّت Jutze خوارزميات الذكاء الاصطناعي بالكامل» (Jutze investor relations, June 2026)، ونمت إيرادات الذكاء الاصطناعي الصناعي لدى OPT بنسبة 96.77% في 2025 (OPT 2025 annual report) single source, primary ، وتدّعي ViTrox دقة تصل إلى 95% للمراجعة الذاتية (ViTrox) vendor claim . وتبني الشركات المصنّعة الكبيرة أنظمتها (iThome). وتبيع شركات الذكاء الاصطناعي المدعومة برأس مال مغامر على نطاق واسع: نما عملاء مستشعرات الحافة لدى SmartMore من 65 إلى 251 خلال عامين (36Kr) single source ، وتبيع Hikvision نموذجها Guanlan للفحص (Xinhua)، وتكامل «العين والدماغ واليد» معروض بالفعل من SmartMore وHikrobot و36Kr) Mech-Mind Securities Star).

FIG 25 **إسفين المراجعة محاصر من ثلاث جهات *مجال الأطراف الثالثة في شركات EMS متوسطة الحجم وفي مجالات الفحص التي يغطيها AOI بشكل ضعيف.***



المصدر: التقارير السنوية لـJutze وSinic-Tek وDBG؛ ومواد عامة من Hikvision وSmartMore؛ جمعها المؤلف.

المساحة المتبقية للوافد الجديد ضيقة: شركات EMS متوسطة الحجم بأجهزة 2D/3D AOI أقدم دون ترقية ذكاء اصطناعي من الصانع؛ وخطوط تخلط عدة علامات AOI (يدعم أحد بائعي التحديث بالفعل Omron وVI وKoh Young و(Sohu on Hengtianyi) Mirtec)؛ ونيشات تغطيها أجهزة AOI الخاصة بـ SMT بشكل ضعيف، مثل الوصلات العابرة والملحومة يدويًا، والطلاء المطابق، والكابلات والموصلات وFPCs، والمظهر النهائي والبراغي؛ ومصانع صغيرة لا تتحمل جهاز AOI بقيمة 230–280 ألف RMB.

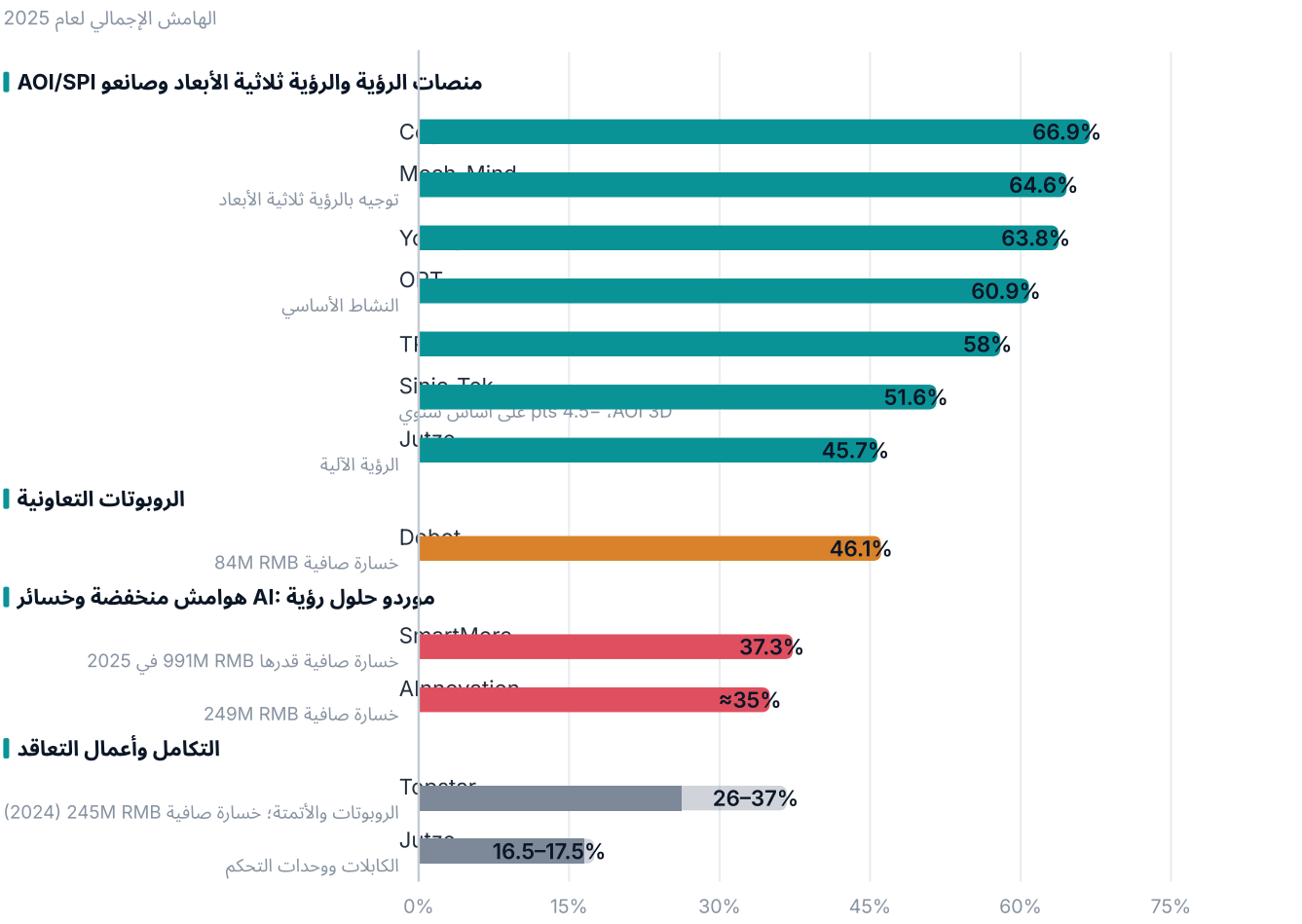
تعطي أقرب شركة مدرجة قابلة للمقارنة تحذيرًا. شهدت Weiyi Zhizao، التي تبيع معدات فحص وروبوتات بالذكاء الاصطناعي، انخفاض إيرادات 3C بنسبة 79.9% على أساس سنوي في يناير–مايو 2026، وأفرّت بـ «اشتداد المنافسة وضغط التسعير»، وأجّلت إدراجها في هونغ كونغ في 25 أكتوبر 2026، وأفصحت عن إنهاء 15 مشروعًا قبل الاكتمال، 12 منها مشاريع روبوتات مجسّدة (Weiyi Zhizao prospectus، postponement notice) single source, primary . وأنهت AInnovation عام 2025 بمخصصات 29.8% من مستحقاتها (AInnovation 2025 annual report). إسفين فحص 3C مزدحم، والقوة التسعيرية لكل خط ضعيفة.

الهامش يكمن في العتاد المُنتَج كمنتج

الموقع في السلسلة	الشركات الممثلة وهامش الربح الإجمالي 2025	الربح والتحصيل
منصات الرؤية	Cognex 66.9%	رابحة؛ تتخلى عن ≈22 مليون دولار من الإيرادات منخفضة الهامش
معدات AOI/SPI	Koh Young 63.8%; TRI 58%; Sinic-Tek 3D AOI 51.62% (−4.53 نقطة على أساس سنوي); أعمال OPT الأساسية 60.85%؛ رؤية الآلة لدى Jutze 45.74%	رابحة؛ أيام المستحقات 139 (Jutze) إلى 247–274 (OPT)
توجيه الرؤية ثلاثية الأبعاد	Mech-Mind 64.6%	—
بائعو حلول رؤية الذكاء الاصطناعي	SmartMore 37.3%; AInnovation ≈35%	خاسرة: خسارة صافية SmartMore 991 مليون RMB في 2025، و249 AInnovation مليون RMB
الروبوتات التعاونية	Dobot 46.1%	خسارة صافية Dobot 84 مليون RMB؛ وإيرادات UR من 326$ مليون (2022) إلى ≈232$ مليون (2025، توقع)
تكامل الأنظمة	روبوتات وأتمتة Topstar 26.2–36.7%	خسارة صافية 245 مليون RMB (2024)؛ أيام المستحقات 180–240
العتاد التعاقدي	كابلات ووحدات تحكم Jutze 16.5–17.5%	—

المصادر: Cognex، StockAnalysis on Koh Young، Fugle on TRI، OPT 2025 annual report، Sinic-Tek 2025 annual report، Jutze 2025 annual report، Jiemian on Mech-Mind، 36Kr on SmartMore، Yicai on SmartMore، TMTPost، DoNews on AInnovation، The Paper on Dobot، The Robot Report on UR، Jiemian on Topstar.

FIG 26 **الهامش يكمن في الأجهزة المُنتَجة؛ تحقق منصات الرؤية وصانعو المعدات هامشًا إجماليًا 46–67%؛ وموردو حلول الذكاء الاصطناعي 35–37% يخسرون المال.**



المصدر: التقارير السنوية أو نشرات الاكتتاب لعام 2025.

لا يحافظ الوافد الجديد على هامشه إلا بتحويل الفحص إلى منتج أو معدات أو برمجيات؛ ويدفع الضبط مشروعًا بمشروع الهوامش إلى نحو 35% مع خسائر مستمرة. وتعمل الآليات أيضًا ضد الشركات الصغيرة: لا يُعترف بالإيراد إلا بعد القبول في الموقع، والمدفوعات المسبقة صغيرة (OPT، Jutze)، والمشاريع التجريبية مجانية عادةً (A3/Mindtrace)، وغالبًا ما يحدد مالكو العلامات معدات الفحص على خطوط مصنّعيهم المتعاقدين.

كيف يدفع المشترون: 30% عند التوقيع، و60% بعد القبول، و10% محتجزة لعام

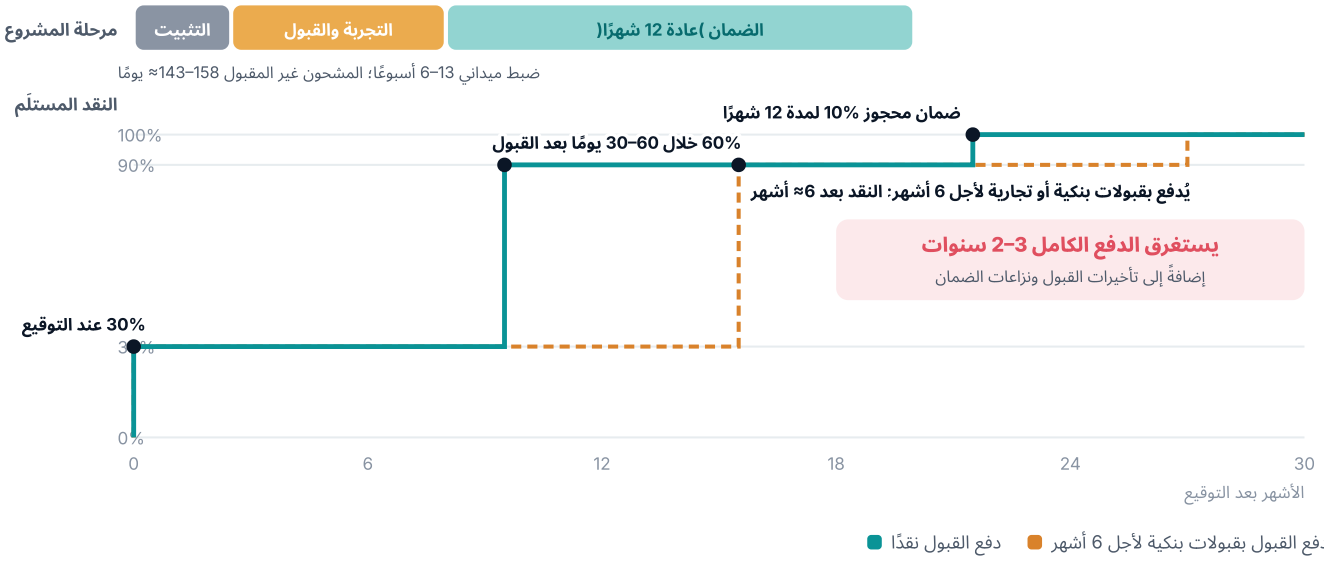
تُفصَّل شروط الدفع التي تستخدمها مصانع الإلكترونيات في الصين القارية لمعدات الفحص في 13 عقد مشترٍ مسمى أُفصح عنها في رد الاستفسار عن إدراج (Sinic-Tek inquiry reply 8-1-1) single source: one primary filing, several independent buyers, 2020–2022 :Sinic-Tek

المشتري (السنة)	التوقيع	التسليم	القبول	الاحتجاز أو الرصيد
وحدة Hikvision (2021)	30% خلال 15 يومًا	—	65% خلال 30 يومًا من القبول النهائي	احتجاز ضمان 5% يُدفع بعد 12 شهرًا من القبول؛ وجزء يُدفع بكمبيالات قبول مصرفية لأكثر من 6 أشهر
Nanchang Huaqin (2020–2021)	30% خلال 10 أيام عمل	—	60% بعد 60 يومًا من القبول	10% بعد ضمان سنة
Guangdong Yinuo (2021، 3D AOI)	30% خلال 10 أيام عمل	—	60% خلال 30 يومًا	10% بعد ثلاثة أشهر من التشغيل دون أعطال
Xiamen Hongxin، Jingmen Hongyi (2022)	30% خلال 10 أيام عمل	—	60% خلال 30 يوم عمل من القبول النهائي، بكمبيالات مصرفية لستة أشهر	10% بعد ضمان سنة

المشتري (السنة)	التوقيع	التسليم	القبول	الاحتجاز أو الرصيد
AKM Panyu، Suzhou (2021–2022)	30% خلال 7–10 أيام عمل	—	60% بعد شهر من القبول والفوترة، بكمبيالات مصرفية لـ 180 يومًا	10% بعد 360 يومًا
BYD Precision، شنتشن، هويتشو (2020)	—	30% عند الوصول	70% بعد القبول والفوترة	الكل بكمبيالات تجارية لستة أشهر
Shenzhen H&T (2020)	—	—	90% بعد القبول والفوترة	10% بعد ستة أشهر من الاستخدام دون أعطال

تُظهر إيداعات أولية أخرى البنية نفسها: تدفع مشاريع Mech-Mind الكبيرة 30% عند التوقيع، و30% قبل التسليم، و30% بعد القبول، و10% احتجاز ضمان على مدى 12–15 شهرًا (Mech-Mind prospectus)؛ وتقول GKG إن الاحتجاز في صناعة المعدات عادةً 5–10% من العقد، يُدفع بعد عام من القبول (GKG inquiry reply) single sources, primary . فالقاعدة إذن نحو 30% عند التوقيع (20–30%، وصفر في بعض المصانع مثل BYD)، و60–65% بعد القبول (تُدفع بعد 30–60 يومًا، غالبًا بكمبيالات مصرفية أو تجارية لستة أشهر، ما يؤخر النقد القابل للاستخدام بنصف سنة أخرى)، واحتجاز 5–10% لمدة 3–12 شهرًا (12 الأكثر شيوعًا) verified across several contracts .

FIG 27 ***كيف يدفع المشترون30% عند التوقيع، و60% بعد القبول، و10% محجوزة لمدة عام: الدفع الكامل يستغرق 2–3 سنوات.***



المصدر: رد استفسار Sinic-Tek وMech-Mind وGKG وJT وإفصاحات أخرى؛ مخطط للشروط المعتادة، والتوقيت مُقدَّر.

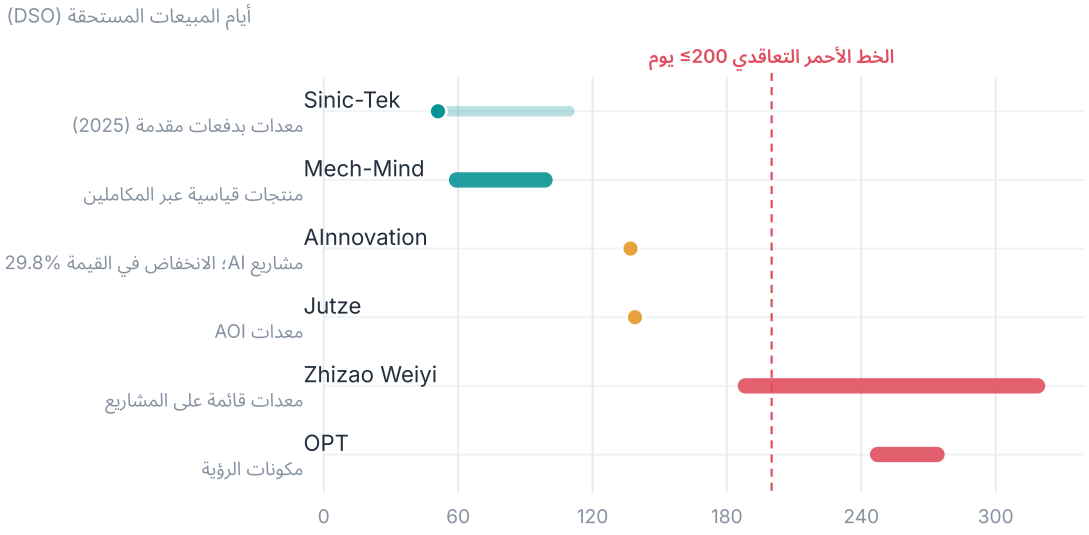
القبول والتجارب بطيئان ويدفعهما البائع. استغرقت بضائع Sinic-Tek المشحونة غير المقبولة نحو 143–158 يومًا للدوران، لأن كبار عملاء EMS والعلامات يحتاجون اختبار تكامل الخط بالكامل وتشغيلاً تجريبيًا ممتدًا (Sinic-Tek inquiry reply 8-1-2)؛ وتستغرق مشاريع الذكاء الاصطناعي لدى Weiyi 4–8 أشهر من التقييم إلى النشر (Weiyi Zhizao prospectus) single sources, primary . لا توجد بيانات تحويل لمشاريع المراجعة بالذكاء الاصطناعي التجريبية؛ حوّلت Sinic-Tek نحو 18–19% فقط من آلات العرض مباشرة إلى مبيعات. أخطط لواحد من ثلاثة إلى واحد من خمسة للمشاريع التجريبية المجانية، ونحو 80% للتجريبية المدفوعة بعد القائمة المختصرة estimate .

الشركة	نموذج الأعمال	أيام المبيعات المستحقة
Sinic-Tek (2025)	معدات بودائع	≈51 (≈112 شاملاً الكمبيالات)
Mech-Mind	منتجات قياسية عبر متكاملين	59–99
Jutze	معدات AOI	≈139
AInnovation (2025)	مشاريع ذكاء اصطناعي	≈137 في نهاية العام، مع إهلاك 29.8%
Weiyi Zhizao	معدات قائمة على المشاريع	188–319

الشركة	نموذج الأعمال	أيام المبيعات المستحقة
OPT	مكونات رؤية	274–247

المصادر: التقارير السنوية والنشرات أعلاه؛ المستحقات (بما في ذلك أصول العقود) ÷ الإيرادات × 365 primary + estimate .

FIG 28 أيام المبيعات المستحقة (DSO) *المنتجات القياسية 51–99 يومًا؛ والمعدات القائمة على المشاريع 188–319 يومًا.*



المصدر: إفصاحات الشركات؛ المستحقات (بما فيها أصول العقود) ÷ الإيرادات × 365.

يجب أن تُحصَّل تراخيص المراجعة بالذكاء الاصطناعي المبيعة عبر صانعي AOI أو المتكاملين مثل Mech-Mind في 60–100 يوم؛ ومبيعات المشاريع المباشرة مثل Weiyi في 190–320 يومًا. وبصياغتها كخط زمني نقدي: مشروع تجريبي مجاني من شهر إلى ثلاثة أشهر، والتأهيل لدى ODM كبير حتى نحو اثني عشر شهرًا، والبناء والتسليم والقبول ثلاثة إلى سبعة أشهر؛ يصل 30% عند الطلب، و60% بعد نحو أربعة إلى تسعة أشهر منه، وآخر 10% بعد نحو 16–21 شهرًا منه. **من أول مشروع تجريبي لدى EMS كبيرة إلى الدفع الكامل قد يستغرق سنتين إلى ثلاث سنوات**؛ ويمكن لشركات EMS متوسطة الحجم دون مناقصات رسمية تقصير التأهيل إلى أسابيع estimate . وتغطي معايير القبول في العقود المكشوفة تكامل الخط بالكامل فقط، والإنتاجية (تطلب مشروع تايواني واحد 100 وحدة في الساعة) وأشهرًا من التشغيل دون أعطال؛ ولا يحدد أي منها معدلات التسرّب أو المكالمات الكاذبة (Anda inquiry reply) single source, primary . ويجب الاتفاق على معايير قبول مكتوبة للمراجعة بالذكاء الاصطناعي قبل المشروع التجريبي.

أربعة أنماط للفشل

تقع الإخفاقات الموثقة في أربعة أنماط: الشحن قبل أن يكون المنتج موثوقًا ((Rethink (The Robot Report)؛ وطبقة برمجية على عتاد قائد استبدلها نظام القائد البيئي لاحقًا ((READY Robotics (The Robot Report)؛ ونفاد المال في قاع دورة (Dextrous Robotics (Robots & Startups)؛ وشركات النماذج التي انتهت إلى استحواذ على الفرق ((Covariant (GeekWire). الدروس: حوّل إلى منتج بشكل ضيق بدلاً من الضبط مشروعًا بمشروع؛ واحتفظ برأس مال عامل للإيرادات القائمة على القبول والتحصيلات الطويلة؛ وقدّم خدمة محلية للمصانع التي تعمل 24 ساعة؛ ولا تتوسع قبل إثبات المنتج.

التوقيت: الفحص لا يكسب شيئًا من الانتظار؛ وعتاد الأذرع يصبح أرخص

حجج الانتظار ضعيفة. لم يصبح العتاد أرخص في 2026: رفع صانعو الروبوت الأسعار 5–15%، وبعض المنتجات 25–50% (Sina Finance) single source ، وارتفعت أطقم NVIDIA للمرة الثالثة (36Kr). ولن تصل VLAs الإنتاجية المستوى خلال النافذة (IFR، Instrumental). وفي الأثناء، يزيل كل استبدال لجهاز AOI هدفًا للتحديث، وكل نشر ذكاء اصطناعي من صانع معدات أصلية يقيّد بيانات الخط وعملياته؛ وقدرة النموذج تتحول إلى سلعة، والنادر هو الوصول إلى المصانع وبيانات المصانع المعنونة. وللدعم المحلي نوافذ أيضًا: قواعد شنتشن 2026 «مدينة رائدة في الذكاء الاصطناعي»، بما يصل إلى مليوني RMB لمشاريع عرض تطبيقات الذكاء الاصطناعي وقسائم نماذج تغطي 30% من المشتريات، سارية حتى **30 يونيو 2027** (Yicai, May 2026) terms single source .

ما يزال يتراجع سعره بسرعة هو الروبوتات البشرية الشكل والأيدي الماهرة (هبطت الأيدي من نحو 50,000 إلى أقل من 10,000 RMB خلال عامين (Sina Finance))، والروبوتات التعاونية الأساسية مع نزول مزيج المنتجات؛ وهذا يدعو إلى تأجيل الجزء المجسّد، لا جزء الفحص.
الخلاصة: الفحص الآن، كمنتج ضيق؛ وخلايا الروبوت الآن، عبر شركاء وتكامل؛ والذكاء الاصطناعي المجسّد لاحقًا، مع محطة بحث وتطوير فقط اليوم.

الذكاء الاصطناعي المتجسد

06 الذكاء الاصطناعي المجسّد: أولاً يغيّر كيفية تعليم الروبوتات، ولاحقًا كيفية تحركها

ما يتغير هو الإدراك والبرمجة؛ والحركة تبقى حتمية

يسوّق كل قائد في الأذرع الروبوتية الآن «الذكاء الاصطناعي الفيزيائي»، لكن ما شُحن يقع في ثلاث طبقات: إدراك متعلَّم دون تعليم (رؤية FANUC بدون معلم AI Masterless Vision، التي تُشحن في يناير 2027 (FANUC)؛ واختيار القبض العصبي لدى (KUKA) KUKA)؛ ونماذج كبيرة تكتب البرامج وتخطط المهام (iiQWorks.Copilot لدى KUKA، الذي يحذر من وجوب التحقق من الرمز المولّد بالذكاء الاصطناعي في توأم رقمي (KUKA)؛ وYaskawa مع Gemini Robotics-ER، حيث «يقرر الذكاء الاصطناعي التوليدي ماذا يفعل» ويقرر الروبوت «كيف يتحرك» (Yaskawa))؛ ومنصات الحوسبة والبيانات (مسرّع الذكاء الاصطناعي لدى UR مع Universal) Jetson Orin (Robots) vendor claims . لا ينشر أي قائد معدلات نجاح إنتاجية لميزات الذكاء الاصطناعي لديه، ويشارك القادة اليابانيون Google وSoftBank وMicrosoft وغيرهم بدلاً من بناء VLAs رائدة (FANUC news index): ستأتي طبقة السياسة المتعلَّمة من شركات النماذج، والأذرع ووحدات التحكم المعتمدة من صانعي الأذرع.

FIG 29 حزمة الذكاء المجسَّدالنماذج الكبيرة تخطط دون اتصال، والسياسات الصغيرة تعمل في الخلية، وتبقى الحركة والسلامة حتميتين.

الطبقة	ما الذي يفعله، وإلى أي مدى تصل الأدلة	المقياس الزمني · من يملكه
4 التخطيط	**النماذج الرائدة)دون اتصال(** كتابة أو تعديل برامج الروبوت دون اتصال وتغيير الطرازات وشرح الأعطال يعيد كتابة برامج RAPID ABB بنسبة 77–99.7%، ويُنشر بعد المحاكاة حلقة التحكم 0.2–0.4 Hz فقط: تبقى خارج الوقت الفعلي	**من ثوانٍ إلى دقائق** عمالقة النماذج
3 المهارات / السياسة وسياسات الانتشار ونماذ ACT	محطات مُنظَّمة ومثبَّتة بتركيبات 90–99.4% رقاقات الحافة: Thor Jetson وRDK D-Robotics وAscend وRockchip	**كتل حركة 100–300 مللي ثانية** بائعو الرقاقات · صانعو الروبوتات
2 التحكم الحركي	**وحدة تحكم الروبوت** تخطيط المسارات والمؤازرة والتحكم بالقوة وفحص التصادم كود حتمي؛ والسياسات المتعلَّمة تحدد الأهداف فقط	**الملي ثانية)الوقت الفعلي يتطلب 83< Hz)** صانعو الروبوتات
1 السلامة السلامة ومساحات وحدود PLC للـ	معتمد وفق ISO 10218-1/-2:2025 والقواعد المحلية لا تعلم آلة في وظائف السلامة: مراجعة هيئة مُخطِرة في الاتحاد الأوروبي اعتبارًا من 20 يناير 2027	**وقت فعلي صارم** روبوت معتمد + مكامِل

تنجح الشركات الصغيرة في التكامل وأجهزة الاستشعار: إدخال الإدراك المتعلَّم والسياسات الصغيرة في خلايا روبوت معتمدة، محطة تلو الأخرى

المصدر: تركيب المؤلف (الفصلان 3 و6)؛ ISO 10218:2025؛ لائحة الآلات الأوروبية.

كم يبعد عن العمل غير المنظّم والمرن والدفعات الصغيرة: المحطات المنظّمة في 1–3 سنوات، والتجميع المرن 5+

بدأت أرقام المصانع الحقيقية في الظهور، لكنها من تقارير البائعين وضيقة ومن محطات منظّمة. سجّلت ثمانية روبوتات بشرية الشكل من AgiBot على خط الاختبار النهائي للأجهزة اللوحية لدى Longcheer 64,828 مهمة بنسبة 99.99% على مدى أكثر من 64 ساعة (AgiBot، Yicai Global) vendor and customer ، لكن هذا عمل تغذية تستطيع ذراع تقليدية مع رؤية القيام به. وتقول UBTech إن Walker S2 لديها يعمل بكفاءة 30–50% من البشر (Irish Times/FT) single source . أنتجت 11 شهرًا لـ Figure 02 في BMW Spartanburg أرقام حجم (1,250+ ساعة، و90,000+ جزء)، بينما أرقام دورتها ونجاحها وتدخلاتها أهداف لا نتائج (Figure، BMW Group) verified, numerators only .

وتقول Nucleus إن نحو 40% من فيديو مصنعها يُشغَّل عن بُعد (Interesting Engineering) vendor claim ، ونقل تحقيق لـ Reuters نحو 20% من إنتاج عامل لبعض الروبوتات الصينية البشرية الشكل (Notebookcheck) single source . لا ينشر أي نشر معدل النجاح وزمن الدورة ومعدل التدخل معًا، ولم يُدقق أي منها، ومع ذلك فهذه الثلاثة تحديدًا هي ما يحتاجه حساب الاسترداد.

النشر	معدل النجاح	الإيقاع	التدخلات أو التشغيل عن بُعد	زمن التشغيل أو فاصل الأعطال	التشغيل الحجمي
Figure 02 @ BMW Spartanburg	هدف فقط (<99% لكل وردية)	هدف فقط (84 ثانية)	هدف فقط (0 لكل وردية)	غير معلن (الساعد أعلى نقطة فشل)	1,250 ساعة
Agility Digit @ GXO	غير معلن	غير معلن	غير معلن	غير معلن	100,000 حاوية
Apptronik Apollo @ Mercedes-Benz	غير معلن	غير معلن	غير معلن	غير معلن	غير معلن
Agile ONE @ Audi	غير معلن	غير معلن	غير معلن	غير معلن	غير معلن
Nucleus (مصنع غير مسمى)	غير معلن	غير معلن	≈40% تشغيل عن بُعد (الطريقة غير معلنة)	غير معلن	≈ساعتان من الفيديو
AgiBot G2 @ Longcheer	99.99% من 64,828 مهمة	18–20 ثانية لكل خطوة	غير معلن	خطأ اتصال واحد، ≈دقيقتان للتعافي	64+ ساعة
خلية Neuromeka الهجينة	322/324	أبطأ من الشخص بنسبة 12.8%	غير معلن	غير معلن	324 دورة
Physical Intelligence π0.6 في موقع عميل	—	—	96.4% ذاتيًا على مدى وردية	غير معلن	وردية واحدة

المصادر: هذا الفصل والفصل 3 mostly vendor claims .

FIG 30 **ما الذي تفصح عنه عمليات نشر الروبوت داخل المصانع فعليًا: يفصح معظمها عن الحجم فقط؛ ولا يفصح أي منها عن معدل النجاح والنبضة ومعدل التدخل معًا.**

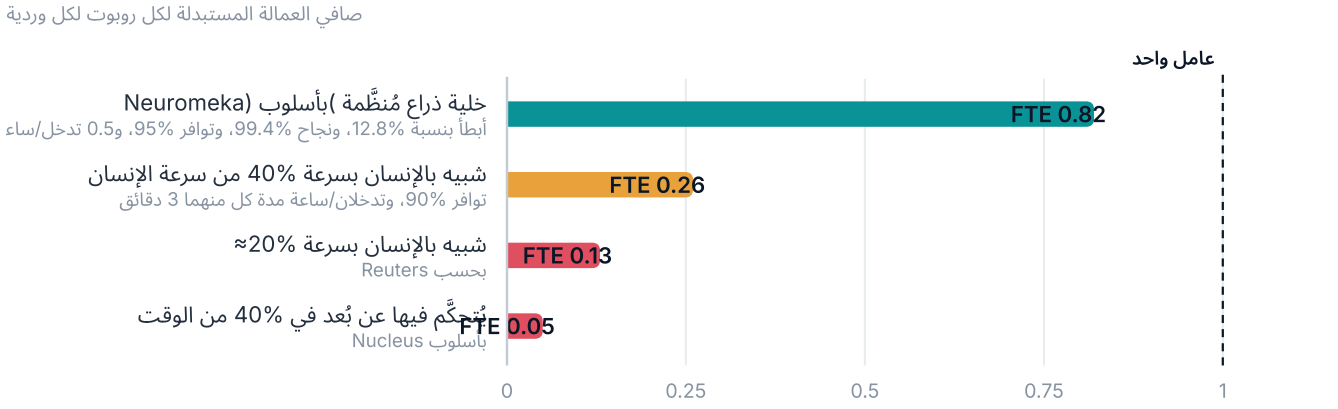


المصدر: مواد عامة من BMW وFigure وAgility وMercedes-Benz وAudi وAgiBot وNeuromeka وPhysical Intelligence وغيرها.

يهم التشغيل عن بُعد في الاقتصاديات أكثر من معدل النجاح. صافي العمال المستبدلين لكل روبوت لكل وردية ≈ (الدورة البشرية ÷ دورة الروبوت) × زمن التشغيل × النجاح، مطروحًا منها زمن التدخل والتشغيل عن بُعد estimate, my formula . محطة منظّمة على طراز Neuromeka (أبطأ 12.8%، نجاح 99.4%، تشغيل 95%، 0.5 تدخل لمدة دقيقتين في الساعة) تستبدل نحو 0.82 شخص؛ وروبوت بشري الشكل بسرعة 40% من البشر، وتشغيل 90%، وتدخلين لمدة 3 دقائق في الساعة نحو 0.26؛ وعند 20% من Reuters، نحو 0.13؛ وإذا شغّله مشغل واحد عن بُعد 40% من الوقت مثل Nucleus، نحو 0.05، أي لا شيء تقريبًا. عند نحو 600 ألف RMB لكل روبوت بشري الشكل

و85 ألف RMB لكل شخص سنويًا في الصين القارية، تسترد الثلاثة الأخيرة على مدى عقود؛ ولا يملك سوى محطة الذراع المنظّمة استردادًا واقعيًا (الفصل 4) estimate .

FIG 31 ***صافي العمالة المستبدلة لكل روبوت****خلية ذراع مُنظَّمة تستبدل نحو 0.82 من العامل؛ والروبوت الشبيه بالإنسان المُتحكَّم فيه عن بُعد 40% من الوقت نحو 0.05.*



المصدر: تقديرات المؤلف المبنية على صيغ.

بعيدًا عن المحطات المنظّمة، ما تزال النماذج العامة تسجل 40–90% في المهام الجديدة: يصل Gemini Robotics 2 إلى 74.2% في الالتقاط والوضع المختبري، و78.9% في تجميع مجموعات الأدوات، و44% في ربط كيس (eesel/DeepMind)؛ وعلى RoboChallenge Table30، وهي 30 مهمة روبوت حقيقي، يسجل π0.5 نسبة 43.7% وأفضل نموذج مفتوح 50.3% (RoboChallenge، QbitAI).

تختلف التوقعات الخارجية، لكن لا يدعم أي منها استخدامًا واسعًا خلال عامين. يقول IFR إن الذكاء الاصطناعي الفيزيائي العام «ليس بعد بمستوى صناعي» ومعظم الروبوتات البشرية الشكل «ما تزال نماذج أولية أو تجريبية» (IFR)؛ وتقدّر Interact Analysis أن نحو 10% فقط من الروبوتات البشرية الشكل المنتجة في 2025 دخلت استخدامًا حقيقيًا، مع نقطة تحول تجارية «بعد 2032» (automation.com)؛ ويرى UBS أن «لحظة EV» للروبوتات البشرية الشكل غير مرجحة قبل 2030 (Yicai Global)؛ ويقدّر المطّلعون الصينيون سنتين إلى ثلاث سنوات إضافية قبل الاستخدام على نطاق المصنع (Gasgoo) single sources . حكمي estimate : في مصانع الإلكترونيات والسيارات جيدة الموارد مع وجود البائع في الموقع، ستصل **مهام المحطات المنظّمة** (التغذية، وفرز OK/NG، والإدخال المثبّت) إلى ≥99% بقرب سرعة البشر في نحو 1–3 سنوات؛ و**تجميع المجموعات مختلطة الأجزاء** بنماذج VLA عامة في نحو 3–5 سنوات؛ و**الحزم حرة التوجيه والتجميع المرن متعدد الخطوات** في أكثر من 5 سنوات. ولا يعمل استرداد الروبوتات البشرية الشكل اليوم: Walker S2 بنحو 600 ألف (10jqka) RMB single source ، بكفاءة 30–50% من البشر على ورديتين، يعادل نحو 0.6–1.0 عامل، أي استرداد بسيط 7–12 سنة بتكاليف يد عاملة الصين القارية قبل التكامل والصيانة والتوقف estimate .

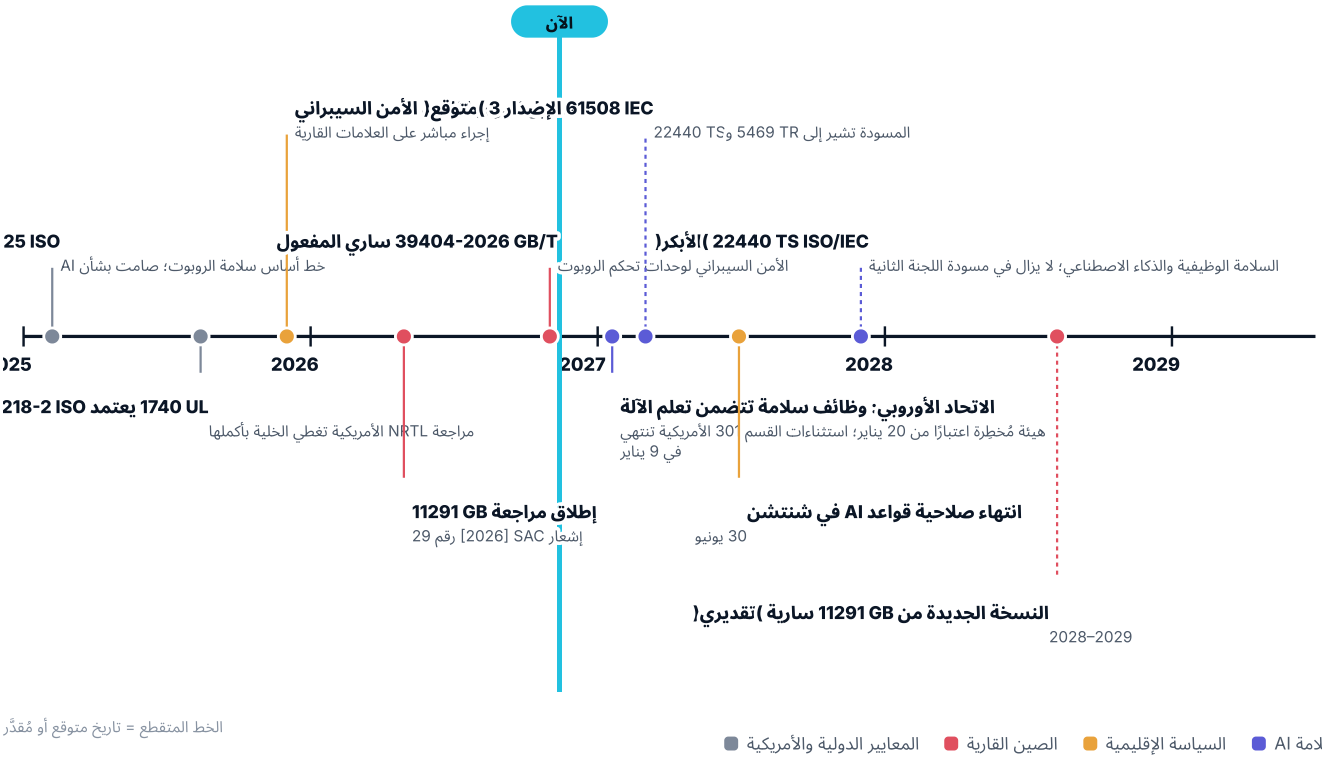
أين تتعطل

الحلقة	الدليل في 2026
البيانات	يقدّر القطاع الحاجة إلى 10 ملايين ساعة على الأقل من البيانات الحقيقية عالية الجودة ولم تُجمع سوى نحو 500,000 بحلول أوائل 2026 (Gasgoo)؛ وتفيد Reuters بنحو 500,000 ساعة مقابل نحو 100 مليون مطلوبة (Notebookcheck)؛ ويحتاج المشغّل عن بُعد المبتدئ نحو 300 محاولة لكل حركة قابلة للاستخدام؛ ولن تشارك المصانع بيانات العمليات؛ والسياسات المدرَّبة بالمحاكاة تهبط بشدة على الروبوتات الحقيقية
الموثوقية	المحطات المنظّمة 98–99.99% (ادعاءات بائعين، الفشل غير معرف)؛ النماذج العامة 40–90% في المهام الجديدة؛ الموصلات غير المرئية 29–67%
السرعة	الروبوتات البشرية الشكل بسرعة 30–50% من البشر (UBTech)، وبعضها نحو 20% (Reuters)؛ الوكلاء الرائدون نحو 280 ثانية لكل مهمة روبوت حقيقي شبه ساكنة؛ وحلقات تحكم LLM عند 0.2–0.4 هرتز مقابل نحو 83 هرتز مطلوبة (Anthropic)
التكلفة	متوسط Walker S2 نحو 600 ألف RMB؛ واسترداد 7–12 سنة estimate
اعتماد السلامة	تجعل ISO 10218-1/-2:2025 السلامة الوظيفية أكثر وضوحًا وتستوعب متطلبات التعاون، لكنها لا تذكر شيئًا عن الذكاء الاصطناعي (The Robot Report)؛ وكانت ISO/IEC TS 22440 (السلامة الوظيفية والذكاء الاصطناعي) ما تزال مسودة لجنة ثانية في نوفمبر 2026 (ISS، ISO Open Data)؛ وتنصح إرشادات IEC 61508-3 بعدم استخدام الذكاء الاصطناعي فوق SIL 1 (Analog Devices)؛ وبموجب لائحة الآلات في الاتحاد الأوروبي، تحتاج وظائف السلامة ذات التعلّم الآلي تقييم هيئة مخطر بها من 20 يناير 2027 (EUR-Lex)
الأيدي والأدوات	تنجز الأيدي الماهرة نحو 30 نيوتن (≈3 كجم) لكل إصبع مقابل نحو 10 كجم لليد البشرية (Gasgoo)؛ وتغيير الأدوات ما يزال يدويًا

الحلقة	الدليل في 2026
التكامل	أخطاء قراءة المستشعرات، وعدم تطابق البروتوكولات، وربط MES في الموقع؛ ومعدلات التدخل لا يُكشف عنها تقريبًا أبدًا

الاستنتاج المتعلق بالسلامة مباشر: المعايير لا تحظر السياسات المتعلَّمة ولا تعترف بها. لا تذكر ISO 10218-1/-2:2025 شيئًا عن الذكاء الاصطناعي؛ وISO/IEC TS 22440 (السلامة الوظيفية والذكاء الاصطناعي) ما تزال مسودة لجنة وغير مرجحة قبل أواخر 2027 أو 2028 estimate ؛ وISO/IEC TR 5469:2024 إرشاد فقط، توصي ببدائل غير الذكاء الاصطناعي وقيود إشرافية وتصويت متكرر؛ ويُتوقع IEC 61508 الإصدار 3 في أوائل 2027 (IEC 61508 Association، BSI، ISO Open Data) verified . لا يقدم أي معيار منشور بعد طريقًا مقبولاً لاعتماد إدراك التعلّم الآلي كوظيفة أمان. والقواعد الإقليمية تتحرك أيضًا: تراجع الصين GB 11291 (ساريًا نحو 2028–2029) (revision plan 20262543)؛ وأدخلت UL 1740 معيار ISO 10218-2 في مراجعة NRTL الأمريكية منذ أغسطس 2025؛ ويشترط الاتحاد الأوروبي تقييم هيئة مخطر بها لوظائف الأمان ذات التعلّم الآلي من 20 يناير 2027؛ ولا يوجد روبوت بشري الشكل معتمد للاستخدام المصنعي دون سياج بينما ISO 25785-1 ما يزال مسودة (i-SCOOP). البنية الدفاعية: يتخذ التعلّم الآلي قرارات عملية فقط («أي جزء»، «هل هذه اللوحة سليمة»)، بينما تقرر طبقة أمان حتمية معتمدة (عادةً PL d / الفئة 3) وPLCs أمان السرعة والقوة والتوقف. عامل أي ادعاء «بذكاء اصطناعي بالكاميرا للسلامة دون سياج» على أنه غير مثبت حتى تسمي شهادة PL d أو SIL 2 مكوّن التعلّم الآلي.

FIG 32 الخط الزمني للمعايير واللوائح*مسار اعتماد الذكاء الاصطناعي داخل وظائف السلامة لن يستقر قبل 2027–2029.*



المصدر: ISO وIEC وUL وEUR-Lex وSAC وقواعد بيانات اللوائح الوطنية.

أي طبقة هي الفرصة: النماذج للعمالقة، والصناديق الطرفية لصانعي الرقائق، والشركات الصغيرة للتكامل وعتاد الاستشعار

تحتاج طبقة النموذج رأس مال وبيانات وتخص العمالقة (درّبت AgiBot نموذج GO-2 على «عشرات الآلاف من الساعات» (iFeng Tech)؛ وأقوى النماذج مغلقة أو سحابية فقط). وتخص طبقة الصناديق الطرفية صانعي الرقائق: Jetson Thor هو المعيار الفعلي، وفي الصين القارية تتنافس لوحات RDK من D-Robotics (D-Robotics) ومعالجات Rockchip المساعدة (CSDN)، غالبًا دون نتائج VLA منشورة.

تملك الشركات الصغيرة فتحتين. الأولى عتاد استشعار يشتري الموثوقية مباشرة: يرفع اللمس نجاح إدخال ContactDP من 58.7% إلى 97.8%، وتقوم مستشعرات القوة/العزم وكاميرات المعصم بعمل مماثل؛ وتُباع أطقم جمع البيانات أيضًا (10jqka)، رغم أن الأيدي والمستشعرات والأذرع كلها تتراجع أسعارها. والأخرى هي طبقة التكامل بين صانعي الأذرع وشركات النماذج، بامتلاك بيانات مهمة كل محطة ومغلف السلامة وربط MES، وهي ما لا يبيعه صانعو الأذرع كمنتج اليوم. يقع المنافسون في أربع مجموعات: قادة الأذرع (FANUC وYaskawa وKUKA وABB وUR وJAKA وDobot وغيرهم)، وشركات الرؤية مع الأذرع (Mech-Mind وHikrobot وSmartMore)، وشركات الذكاء

الاصطناعي المجسّد (AgiBot وUBTech وUnitree وGalbot وFigure وPhysical Intelligence وGoogle DeepMind وNVIDIA)، وداخلون من رقائق السيارات.

قبول المشتري: لا رقم دون مقام

بما أنه لا ينشر أي بائع معدلات التدخل أو فواصل الأعطال أو عدادات النجاح طويلة المدى، تنتمي هذه إلى شروط القبول في العقد. إحصائيًا، تثبت 3,000 دورة إنتاج متتالية دون إخفاقات معدل فشل لا يتجاوز 0.1% بثقة 95%؛ و10 إخفاقات في 3,000 تثبت ≥0.57% فقط؛ وإثبات ≥1% و≥0.5% و≥0.1% و≥0.01% دون إخفاقات يتطلب 299 و598 و2,995 و29,956 دورة estimate, exact binomial . وبهذا المعيار، لـ Neuromeka بنتيجة 322/324 فاصل 95% ثنائي الجانب من 97.8–99.9% ولا يثبت ≥99%؛ وتوحي أعطال AgiBot البالغة نحو 6 في 64,828 مهمة بنسبة 99.98–100%، لكن فقط إذا عُرّف «الفشل» بالطريقة التي يعرّفها بها المشتري estimate . هذه هي متطلبات القبول التي سأفرضها على أي ذراع روبوتية أو خلية مجسّدة؛ وتستمد العتبات من أهداف Figure نفسها لدى BMW ومن حالتي Neuromeka وAgiBot، وهي حكم لا معيار estimate :

البند	المتطلب	عتبة النجاح المقترحة
التعريفات	تعريفات موقّعة للدورة والنجاح والفشل (نجاح جزئي، إعادة قبض، سقوط، تسرّب جودة)، والتدخل (لمس، تشغيل عن بُعد، إعادة ضبط، توقف طارئ) وكيفية حساب الاستقلالية	التعريفات تأتي قبل أي مقياس؛ لا نسبة مئوية دون صيغة
التدخلات والتشغيل عن بُعد	لكل ساعة روبوت، حسب النوع والمدة؛ متوسط الزمن بين التدخلات؛ دقائق التشغيل عن بُعد كحصة من زمن التشغيل؛ المشغلون لكل روبوت	المحطات المنظّمة ≥0.5 تدخل لكل ساعة روبوت (بفاصل ≥2 ساعة)؛ صفر تشغيل عن بُعد أثناء القبول
النجاح طويل المدى	≥3,000 دورة إنتاج متتالية على ≥3 ورديات، و≥2 رقم قطعة، وإضاءة وتغذية طبيعيتين؛ والإخفاقات مصنفة؛ وحد أدنى دقيق	حد أدنى ≥99.5% للمحطات المدمجة الموقفة للخط، و≥99.0% دون اتصال؛ وتُبلغ التسرّبات النوعية منفصلة
زمن الدورة	P50/P90/P99 لكل جزء شاملاً التعافي، مقابل ≥30 دورة بشرية موقوتة في المحطة نفسها	≤1.15 × P50 البشري، أو ضمن إيقاع الخط
زمن التشغيل والأعطال	ساعات التشغيل، وسجل التوقف، والأعطال حسب المكوّن، وزمن استبدال الأجزاء	≥95% تشغيل على ≥أسبوعين؛ MTTR ≤20 دقيقة مع قطع في الموقع
التعافي	حقن أعطال مكتوبة: سقوط، حجب، تغيير إضاءة، توقف ناقل، فقدان MES أو الشبكة، انقطاع طاقة، توقف طارئ	≥90% تعافي ذاتي، والعودة للإنتاج خلال دقيقتين
التحويل	الساعات، والعروض، ومهارة المشغل، وتكلفة جمع البيانات لكل رقم قطعة أو مثبّت جديد	المحطات المنظّمة: ≥وردية واحدة و≥100 عرض لكل رقم قطعة جديد
السلامة	الذراع والخلية وفق ISO 10218-1/-2:2025، وتقييم مخاطر الخلية، والقواعد المحلية (GB 11291 في الصين القارية؛ وCNS 14490 مع تقييم مكتوب في تايوان؛ وANSI/A3 R15.06-2025 وUL 1740 في الولايات المتحدة)	لا وظيفة أمان ينفذها التعلّم الآلي؛ وطبقة أمان معتمدة (عادةً PL d / الفئة 3) تحد السرعة والقوة؛ ولا روبوتات بأرجل دون سياج حتى تُنشر ISO 25785-1 وتُقيَّم
الحوسبة والسلوك دون اتصال	عتاد الاستدلال، وزمن وصول P99، والسلوك دون شبكة، وإصدارات النموذج، وإعادة التحقق بعد كل تحديث	الاستدلال الحرج للإيقاع لا يعتمد على السحابة؛ وإعادة قبول كاملة بعد أي تغيير في النموذج أو الكمّية أو المحرك
الأدلة	فيديو غير محرر وسجلات خام لكامل نافذة القبول؛ تشهد عليها فرق جودة العميل أو طرف ثالث	لا مقاطع مختارة أو ملخصات من البائع فقط
الشروط التجارية	مراحل دفع مرتبطة بمقاييس القبول؛ وعقوبات توافر عند الفوترة لكل ساعة روبوت؛ وقواعد ملكية البيانات والوصول عن بُعد	لا يُفرج عن الدفع النهائي والاحتجاز إلا بعد قبول 3,000 دورة و≥4 أسابيع من التشغيل المستقر
الاقتصاديات	صافي العمال المستبدلين = نسبة السرعة × التشغيل × النجاح − زمن التدخل − حصة التشغيل عن بُعد	ارفض أي عرض لا يدعم صافي استبداله استرداده المدعى

المصادر: (Figure، Neuromeka، Yicai Global، i-SCOOP)؛ والعتبات اقتراحاتي.

أسئلة مفتوحة

07 ما لا يجيب عنه السجل العام، وكيف يحسمه مشروع تجريبي

تقع الأسئلة التي لا تستطيع المصادر العامة الإجابة عنها في خمس مجموعات: كم تُباع المراجعة بالذكاء الاصطناعي فعليًا وما سيدفعه المشترون؛ وكيف يجمع صانعو AOI الذكاء الاصطناعي ويرقون الآلات القديمة؛ وكم عمر أجهزة AOI المركّبة وكم منها يعمل بالفعل بالذكاء الاصطناعي؛ وكم عدد الأشخاص والساعات التي تتطلبها المراجعة فعليًا لكل خط؛ وكيف تتحول المشاريع التجريبية وكيف يدفع المشترون. وفوق ذلك يأتي كيف تؤدي أحدث النماذج والبنيات المكمّاة والأذرع الروبوتية فعليًا تحت ظروف مصنع معين. يمكن تحويل كل منها إلى اختبار بعتبة واضحة. العتبات أدناه هي قواعد قرار اشتققتها من الأدلة في هذا التقرير estimate ؛ أعد حسابها فور وصول أول بيانات مصنع.

السؤال المفتوح	كيف يحسم	كيف تبدو النتيجة الجيدة
السعر والاستعداد للدفع مقابل المراجعة بالذكاء الاصطناعي	طلب عرض سعر قياسي (مثلاً أربعة خطوط بأجهزة 2D أقدم و3D أحدث مختلطة، ووردييتان، ونحو 2,000 لوحة لكل وردية، و12 فئة عيوب، وداخل المنشأة فقط، وتكامل MES أو IPC-CFX) يُرسل إلى عدة بائعين طرف ثالث؛ واستبيان حساسية سعر من أربعة أسئلة لـ 20–30 مصنع EMS	معظم العروض ضمن 40–120 ألف RMB دفعة واحدة أو 20–40 ألفًا سنويًا لأربعة خطوط؛ ويقبل نصف المصانع على الأقل 10–30 ألف RMB لكل خط مع استرداد خلال 12 شهرًا
تجميع الذكاء الاصطناعي من صانعي AOI وترقيات الآلات الأقدم	مقابلات منظمة قصيرة مع نحو اثني عشر صانع AOI وموزعًا	هل المراجعة بالذكاء الاصطناعي قياسية أو اختيارية أو غائبة في طرازات 2025–26؛ وهل يمكن ترقية آلات ما قبل 2020 وبأي سعر
عمر أجهزة AOI المركّبة وحصة ما يعمل منها بالذكاء الاصطناعي	مسح ميداني لنحو 30 مصنع EMS، مقسم حسب الحجم والمنطقة، مع مراجعة قوائم المعدات بموجب اتفاقية عدم إفصاح	متوسط عمر AOI ≥ 5 سنوات و≤60% بدون ذكاء اصطناعي يعني أن مجموعة التحديث حقيقية
عمالة وساعات المراجعة	مقابلات و2–4 أسابيع من سجلات إنذار AOI والمراجعة والإصلاح والورديات في مصنعين أو أكثر، مع عينات عمل	≤1 مراجع مخصص لكل خط لكل وردية و≤3 ساعات مراجعة لكل خط لكل وردية، مع 0.5 دوام كامل على الأقل لكل خط يرغب المصنع في إعادة نشره
أداء المراجعة بالذكاء الاصطناعي نفسها	مجموعة ذهبية مع نمط ظل على خط حقيقي (الفصل 3): اتفاق البيانات في الأسبوع 0، وخط الأساس والعنونة في الأسابيع 1–2، والتشغيل الظلي في الأسابيع 2–4، والتشغيل المساعد الاختياري في الأسابيع 4–8	المكالمات الكاذبة أو ساعات المراجعة مقلصة ≤50–60%؛ وحدود التسرّب لكل فئة ليست أسوأ من خط الأساس البشري؛ وصفر تفويت في الفئات الحرجة؛ وزمن وصول p95 ≥½ إيقاع؛ وفشل مفتوح تلقائي للبشر
جودة عنونة المعلم للنماذج الرائدة	شغّل مرشحين أو ثلاثة على المجموعة الذهبية نفسها، بثلاث صيغ مطالبة لكل منهم، وصورة مرجعية جيدة واحدة، وقصاصات مكون واحد ≤42–48 بكسل	قبول تلقائي فقط للفئات بلا تفويت على ≤299 عينًا وباتفاق بمستوى البشر؛ وإلا فعنونة مسبقة وفرز فقط
البنيات المكمّاة	غيّر الدقة فقط؛ ثبّت بصمات الأوزان والقالب والمعالجة المسبقة وفك الترميز والمحرك وحجم الدفعة؛ وعطّل أو أعد ضبط التخزين المؤقت للبادئة؛ وتحقق من أن البنية المرجعية تعيد إنتاج نتائج البائع؛ وقسّم الأزواج على المجموعة الذهبية وشريحة الانجراف	لا تفويت جديد في الفئات الحرجة؛ و≤1 تفويت جديد في 1,000 عيب؛ وانخفاض الإزالة ≥2 نقطة؛ و≤99.5% قرارات متطابقة على ثلاث تشغيلات؛ وإلا فالتراجع إلى FP8/INT8
عتاد جانب الخط والنظافة وESD	≤وحدتان من كل صندوق مرشح مختبَران تحت ضغط بمعدل ضعف الإنذار المتوقع؛ و72 ساعة تشغيل متواصل بتدفق هواء الخزانة الفعلي؛ وفحص ESD من منسق العميل؛ واختبار ISO 14644-14 لعملاء ISO 7 وأنظف	p95 ≥½ إيقاع؛ لا أعطال أو خنق خلال 72 ساعة؛ وتوقيع ESD؛ وتقرير جسيمات بالفئة الصحيحة
شروط الدفع وقواعد المشاريع التجريبية والتحويل	بنود الدفع من عقود معدات الفحص الحديثة في المصانع المشمولة بالمسح؛ ومقابلات عن قواعد المشاريع التجريبية ومعايير القبول وزمن التأهيل	نحو 30/60/10 مع نقد خلال 60 يومًا من القبول؛ ومشاريع تجريبية ≥8–12 أسبوعًا بمالك توقيع مسمى؛ وتحويل ≥1 من 3 تجارب؛ وإطار يغطي ≤5–10 خطوط في السنة الأولى
البيانات وتكنولوجيا المعلومات والمسؤولية	مقابلات ومراجعة عقود مع مستشار قانوني	يجوز لصندوق محلي الاتصال والوصول إلى البيانات؛ والمسؤولية محدودة بعيوب البرمجيات

السؤال المفتوح	كيف يحسم	كيف تبدو النتيجة الجيدة
الامتثال الإقليمي قبل التوجه للخارج	تايوان: الوضع المكتوب للعميل بموجب قانون إدارة الأمن السيبراني، وتقييم ذاتي E187؛ الولايات المتحدة: حكم جمركي حول تصنيف الخلية، وعروض NRTL، وفحص ITAR؛ جنوب شرق آسيا: الربط المحلي لدى BOI وأهلية علاوة ماليزيا، والأم للعميل؛ الصين القارية: نطاق CCC للحواسيب ومزودات الطاقة المجمّعة	العميل ليس جهة خاضعة للرقابة، ويبقى الاسترداد ≥سنتين مع شمول الرسوم والاعتماد
قبول روبوت أو خلية مجسّدة	جدول القبول المكوّن من 12 بندًا في الفصل 6: تعريفات موقّعة، و≥3,000 دورة إنتاج متتالية على ≥3 ورديات و≥2 رقم قطعة، وحقن أعطال مكتوبة، و≥30 دورة بشرية موقوتة، وشهادة	حد أدنى ≥99.5% مدمج (≥99.0% دون اتصال)؛ ودورة ≥1.15 × البشر؛ و≥0.5 تدخل في الساعة وصفر تشغيل عن بُعد؛ و≥95% تشغيل؛ و≥20 MTTR دقيقة؛ و≥90% تعافي
سياسات ACT وVLA على الرقائق الطرفية الصينية	أربعة أسابيع: نقل ومعيار دقيق (≥1,000 استدلال، وتوزيع زمن الوصول، والطاقة، و60 دقيقة تشغيل متواصل)؛ ومحاكاة حلقة مغلقة مع حقن زمن وصول مقيس؛ واختبار A/B على روبوت حقيقي مقابل GPU؛ وتحمل 8–24 ساعة (≥3,000 دورة)	قطع ACT بنسبة ≥100 p95 مللي ثانية، و≥300 VLA مللي ثانية؛ ونجاح الروبوت الحقيقي ضمن 3 نقاط من GPU ودورة ≥1.2 × البشر؛ وإلا فأبقِ السياسة على Jetson أو GPU
أسعار الروبوتات التعاونية وAMR والتكامل	عروض طراز بطراز من عدة موزعي روبوتات تعاونية، وعروض خلية كاملة من متكاملين أو ثلاثة لتحميل أجهزة الاختبار (محطة واحدة، ورديتان)	خلية كاملة ≥200 ألف RMB واسترداد ≥1.5 سنة على ورديتين في شنتشن
أعداد خطوط SMT في تايوان وجنوب شرق آسيا والولايات المتحدة	بيانات IPC (نيو فينتشر ريسيرتش سابقًا) أو القاعدة المركّبة لموزعي المعدات المحليين	خطوط قابلة للخدمة كافية لكل منطقة لتبرير هندسة تطبيقات محلية

من كل هذه، تحدد أربعة الأرقام الأكثر حساسية في هذا التقرير: السعر الذي سيدفعه المشترون، والعمالة التي تحررها المراجعة بالذكاء الاصطناعي فعليًا، وما إذا كانت المراجعة بالذكاء الاصطناعي لا تفوت حقًا أكثر مما يفوت البشر، ومدى سرعة عودة النقد. وهي تستحق الحسم قبل أي التزام كبير، من مصنع يفكر في الشراء أو من مورد يفكر في منتج.

تسلسل تجريبي يعمل للطرفين

بالنسبة للمصنع، وبالنسبة للبائع الذي يريد مرجعًا موثوقًا، الترتيب هو نفسه:

1. **الأسابيع 0–2: الاتفاق على البيانات والتعريفات.** وقّع اتفاقية البيانات، وحدد فئات العيوب وما يُعد تسرّبًا، وسجّل خط أساس: المكالمات الكاذبة لكل لوحة، وثواني المراجعة لكل مكالمة، والتسرّبات المكتشفة في مرحلة لاحقة.
2. **الأسابيع 1–4: ابنِ المجموعة الذهبية** من أرشيف AOI ولوحات NG المحتفظ بها، معنونة بعمى ومُبتّة (الفصل 3).
3. **الأسابيع 2–4 (أو أطول): نمط الظل.** يسجل النموذج قراراته بينما يقرر البشر كما كانوا؛ وقارن لكل فئة.
4. **الأسابيع 4–8: تشغيل مساعد على ورديات عشوائية،** مع إزالة النموذج للفئات التي اجتازت البوابة فقط وذهاب كل شيء آخر إلى البشر.
5. **القبول، كتابيًا، قبل التوسع:** النتائج لكل فئة، وزمن الوصول، وسلوك الفشل المفتوح، ومن يملك النماذج والعناوين. توسّع خطًا بخط، وأعد التحقق عند كل منتج جديد أو إصدار نموذج أو كمّية أو تغيير محرك.

حدود هذا التقرير

هذا بحث مكتبي. لم أجري مقابلات أولية مع مصانع لهذه النسخة؛ وكثير من بيانات الخطوط تأتي من البائعين ولم تُدقق بشكل مستقل. تعذر الوصول إلى عدة مواقع حكومية وقواعد بيانات مناقصات ومنصات توظيف، لذا فإن معدلات إعانة الترقية في شنتشن 2026، وتوجيه أجور دلتا نهر اليانغتسي، وأسعار معاملات المراجعة بالذكاء الاصطناعي، والمراجعين لكل خط، ومعدلات تحويل المشاريع التجريبية هي تقديرات أو قياسات تماثلية؛ ويظهر كل منها أعلاه كسؤال مفتوح. أسعار الصرف هي السعر المرجعي المركزي لبنك الشعب الصيني في 9 نوفمبر 2026 ($1 = RMB 6.7188)، وبالنسبة لتايوان تثبيت SMBC في اليوم نفسه ($1 = NT$ 32.12)؛ ويستخدم الدونغ الفيتنامي بيانات مايو 2026. كل العتبات هي قواعد قرار مستمدة من الأدلة المستشهد بها، لا معايير.

عن المؤلف

Tan Shuai

تان شواي تقني ومؤسس بخبرة تتجاوز عشرين عامًا في الرقائق والعتاد وبرمجيات النظم، ويملك 20 براءة اختراع ممنوحة. أخذته أعماله عبر وادي السيليكون ونيويورك وشيكاغو وتايوان ومنطقة الخليج الكبرى (شنتشن وهونغ كونغ) وفيتنام وماليزيا، مع تركيز طويل على التصنيع المتقدم وسلاسل الإمداد. يعمل اليوم باحثًا ومطورًا في الذكاء الاصطناعي، مركّزًا على كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي فعليًا على أرضية المصنع.

يرحب بالحوارات مع العاملين في الذكاء الاصطناعي في التصنيع، سواء لبناء فريق أو البحث عن شريك أو تبادل الملاحظات:
i@tanshuai.com · tanshuai.com

ملاحظات وإخلاء مسؤولية

هذا التقرير بحث مكتبي مستقل يستند إلى وثائق عامة متاحة حتى 11 نوفمبر 2026. ويُقدَّم لأغراض المعلومات فقط، وليس نصيحة استثمارية أو قانونية أو ضريبية أو هندسية. تتغير أسماء المنتجات والأسعار وإصدارات النماذج وتصنيفات التصدير والرسوم واللوائح بسرعة؛ فتحقق من أي شيء تعتمد عليه مقابل المصدر الأساسي. يجب قراءة الأرقام الموسومة بـ vendor claim أو estimate على هذا النحو. تعود أسماء الشركات والمنتجات إلى أصحابها وتُستخدم للتعريف فقط؛ ولم تراجع أي شركة هذا التقرير أو ترعاه.

© 2026 تان شواي. يمكنك مشاركة هذا التقرير دون تغيير مع ذكر المصدر.

تصنيع الإلكترونيات · الفحص بالذكاء الاصطناعي × الروبوتات

الفحص البصري بالذكاء الاصطناعي والأذرع الروبوتية في مصانع الإلكترونيات: تقييم 2026

يحمل كل رقم رئيسي مصدره وعلامة ثقة: verified أو single source أو vendor claim أو estimate. أما ما لا يستطيع السجل العام الإجابة عنه فيُجمع في الفصل 7، مع بيان كيف يحسم كل سؤال عبر مشروع تجريبي.

Tan Shuai
tanshuai.comi@tanshuai.com

الإصدار العام · البيانات حتى 11 نوفمبر 2026

