

مذكرة بحثية · نوفمبر 2026

الحوسبة بوصفها إجماعًا

الذكاء الاصطناعي × العملات المشفرة × الشرائح في 2026، انطلاقًا من Pearl

Pearl · العمل المفيد · DePIN والوكلاء · اقتصاديات ASIC · عقد التصنيع · ميزانيات على مراحل

تان شواي

tanshuai.com · i@tanshuai.com

النظرية صامدة؛ والحافز ليس كذلك

01 Pearl تنجح هندسيًا، لكنها لم تصبح عملًا مفيدًا بعد

نحو 90 EH/s من ضرب المصفوفات الصحيحة تؤمّن السلسلة، لكن نحو 1% فقط من الكتل يحمل عملًا حقيقيًا للذكاء الاصطناعي.

02 الطلب المدفوع في الاستدلال والبيانات والخصوصية

Bittensor نحو 70 مليون دولار سنويًا من الإيرادات القابلة للتحقق، وGrass 17 مليون دولار في النصف الأول من 2026، وTEE في الإنتاج؛ ومدفوعات الوكلاء نحو 11,000–5,000 دولار شهريًا.

03 لا تؤتي ASIC ثمارها إلا بحصيلة كبيرة وقواعد مستقرة وسوق ثانية

سقف ربحها (1/k - 1) × R. ولا توفر أي شبكة اليوم الشروط الثلاثة معًا تحليل .

≈90 EH/s

Pearl في 13 نوفمبر 2026: نحو 122,000 H100 من الإنتاجية الصحيحة

≈1%

من كتل Pearl تحمل عملًا حقيقيًا للذكاء الاصطناعي (Blockworks)

4–11×

إصدار Bittensor مقارنة بإيراداته القابلة للتحقق

الذكاء الاصطناعي × العملات المشفرة في ستة قطاعات: أين الطلب المدفوع حقيقي

01 سلاسل العمل المفيد

حقيقي لكنه صغير

≈70 مليون دولار سنويًا

إيرادات Bittensor الخارجية القابلة للتحقق

الإشارة: الإصدار 4–11× الإيرادات؛ ≈1% Pearl كتل ذكاء اصطناعي

الآليات تعمل؛ والفائدة تحتاج إلى من يدفع

02 الحوسبة اللامركزية

حقيقي لكنه صغير

2.35 مليون دولار سنويًا

رسوم Render على السلسلة، الأكبر بين القابلة للتحقق

الإشارة: القيمة السوقية ≈360× الرسوم

في معظمها إعادة بيع لاستدلال سلعي

03 التدريب والاستدلال

الربح للأسهم

+100 مليون دولار سنويًا

Prime Intellect، شركة أسهم على وحدات GPU مركزية

الإشارة: الشبكة الرئيسية لتدريب Gensyn لم تُطلق

التقدم حقيقي؛ والربح يذهب إلى الأسهم

04 الذكاء الاصطناعي القابل للتحقق

مبكر

398

مستخدمًا يدفعون لسحابة TEE من Phala، نهاية 2025

الإشارة: لا zkML مدفوع معلن

TEE في الإنتاج؛ وzkML مبكر

05 مدفوعات الوكلاء

قبل الطلب

5–11 ألف دولار شهريًا

مدفوعات x402 بدأها الوكلاء فعلًا

الإشارة: ≈200 مليون معاملة، معظمها إشارات

جاءت القنوات أولًا؛ ولم يأتِ الطلب

06 شبكات البيانات

مشترون حقيقيون

17 مليون دولار

إيرادات بيانات Grass، النصف الأول من 2026 (بإفصاح ذاتي)

الإشارة: القيمة السوقية ≈10× الإيرادات السنوية

من القطاعات القليلة ذات المشترين الحقيقيين

الدعم وقود للانطلاق من الصفر، لا نموذج عمل. العملات المشفرة تتولى التوزيع والتسوية؛ والأسهم تأخذ الأرباح، في 2026 على الأقل.

عملية ضرب وتجميع واحدة هي تجزئة واحدة

من النظرية إلى الشبكة الرئيسية

Komargodski وWeinstein (أبريل 2025): إثبات عمل مفيد لأي ضرب مصفوفات بكلفة إضافية 1 + o(1). انطلقت شبكة Pearl الرئيسية في 27 أبريل 2026.

كيف تعمل

يضرب المعدِّنون مصفوفات مشوَّشة، ويجزِّئون مُراكِم كل بلاطة إلى تذكرة يانصيب، ويثبتون البلاطة الفائزة بإثبات Plonky2 أصغر من 60 KB.

الوحدة

1 H هي عملية ضرب وتجميع محتسبة واحدة INT32 → INT7 × INT7: ميزانية أمن سلسلة كتل مسعّرة بإنتاجية الموترات.

Pearl في 13 نوفمبر 2026

89.77 EH/s

معدل تجزئة الشبكة (عقدة كاملة مستقلة)

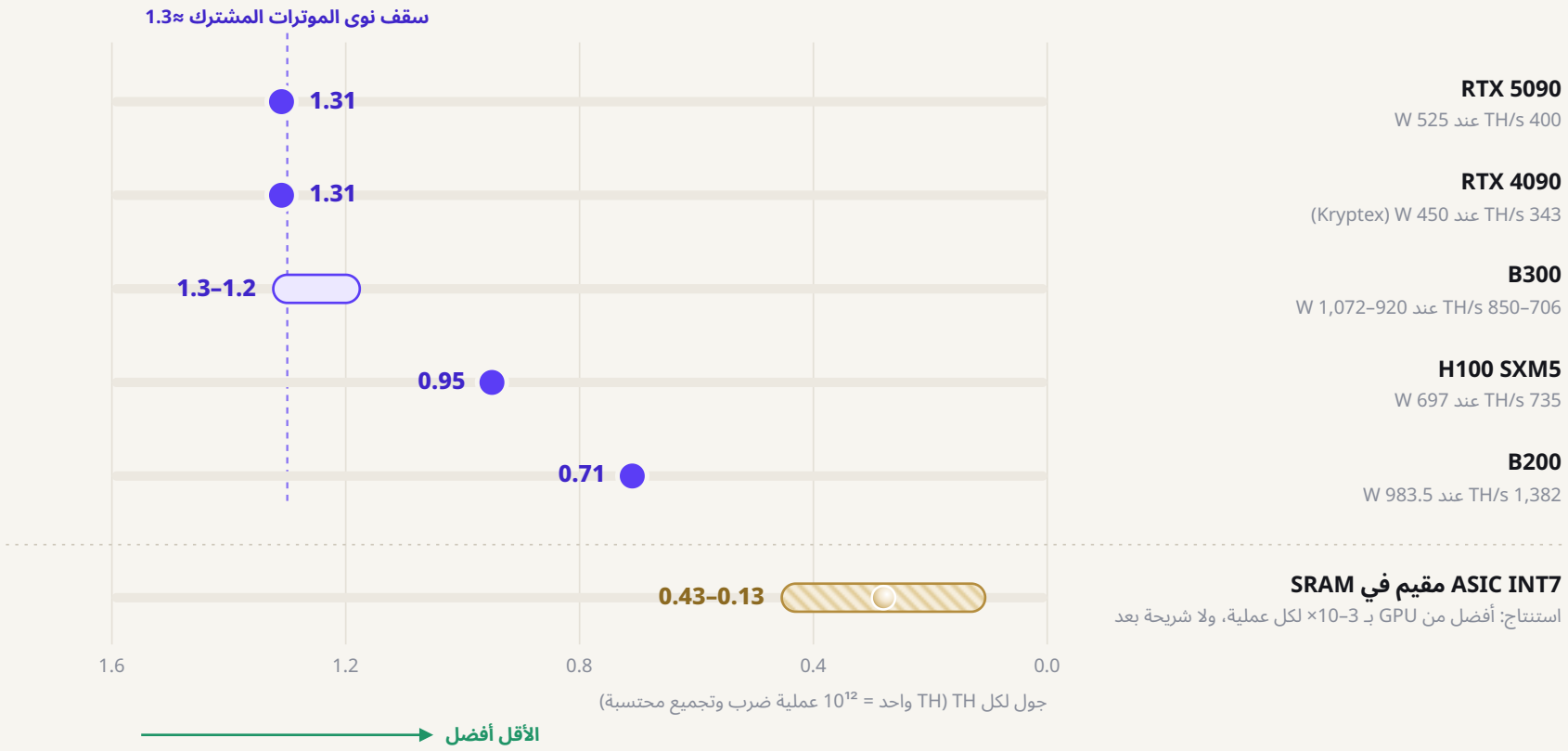
≈500 مليون دولار

القيمة السوقية؛ ونحو 2.8 مليار دولار بعد التخفيف الكامل

+78%

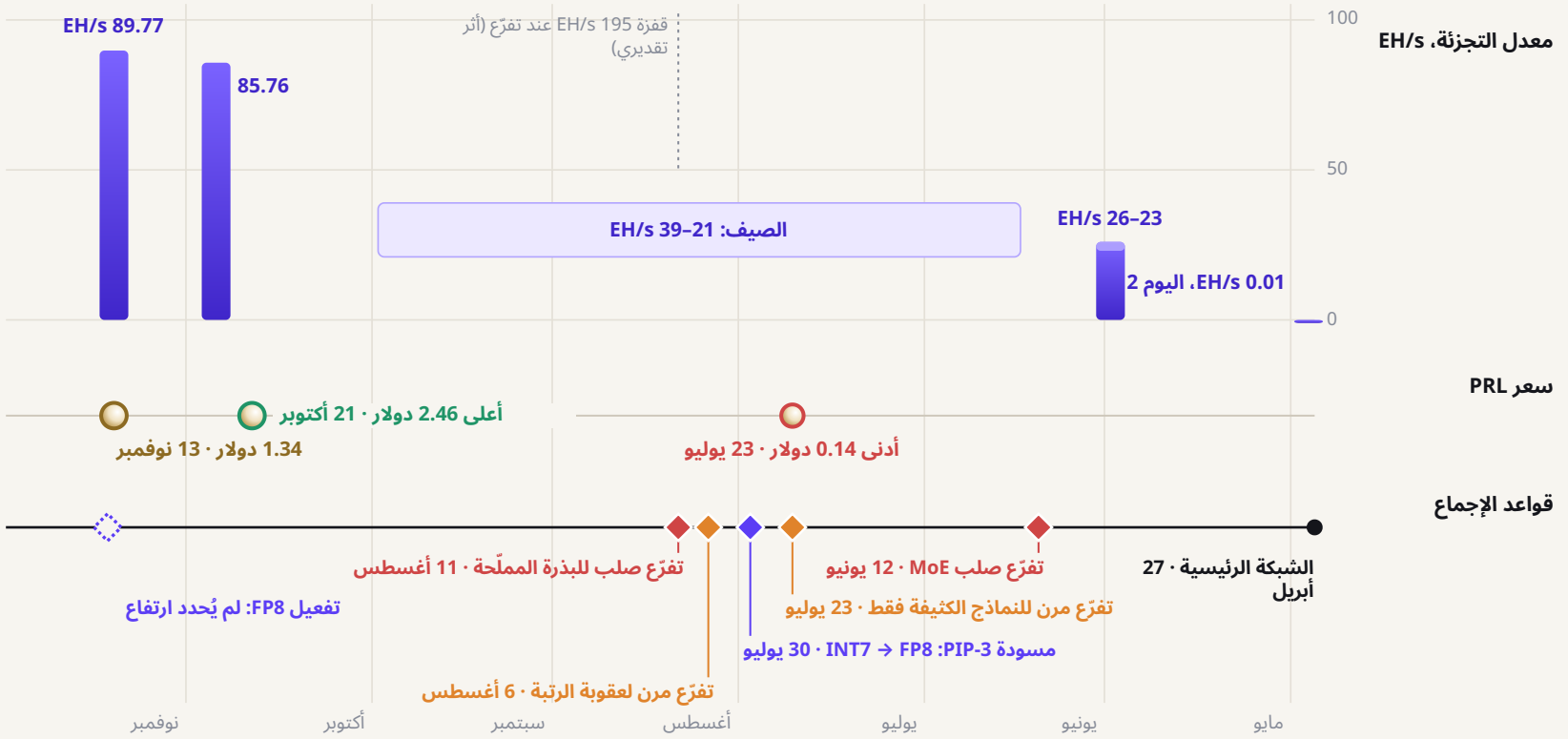
معروض جديد خلال الأشهر الـ 12 المقبلة

في عمل Pearl بالأعداد الصحيحة، تتقاسم وحدات GPU سقفًا للطاقة



تلتقي بطاقات الألعاب وB300 عند نحو 1.3 J/TH؛ ولا تبلغ حتى B200 إلا 0.71. ويمكن لشريحة لا تفعل سوى ضرب أعداد صحيحة من 7 بتات من SRAM أن تكون أفضل بـ 3–10 مرات على نحو معقول تحليل .

معدل التجزئة يتبع السعر؛ والقواعد تتغير باستمرار



عُدِّن نحو 120 مليون عملة، أي 32% من المعروض الحالي، في الأيام الستة الأولى. وتكسب RTX 5090 الآن نحو 5–6 دولارات يوميًا؛ واستئجار البطاقات للتعدين وحده يخسر المال.

النظرية صامدة؛ والحافز ليس كذلك

ما يكلفه العمل المفيد

جانب الاستدلال: كلفة إضافية صغيرة

تفيد Pearl بزيادة 5.08% في الوقت لـ Llama 70B على أربع H200؛ وقاس اختبار مستقل انخفاضًا بنسبة 9.2% في الإنتاجية على GPU Hopper واحدة.

ما يكسبه العمل المفيد

جانب التعدين: معدل تجزئة ضئيل

بطاقة تخدم الاستدلال تعدّن بنحو 27% من جهاز تعدين مخصص في مرحلة الملء المسبق، و5.4% في المحادثة، ونحو 1% حين يغلب فك الترميز.

لذا يضرب المعدِّنون العقلانيون مصفوفات عشوائية. الفائدة مشكلة تجارية خارج السلسلة: لا بد أن يدفع أحد ثمن الاستدلال.

أربعة تفرّعات في شهرين، وFP8 هو التالي

12 يونيو

تفرّع صلب لمزيج الخبراء (الكتلة 71,935)

23 يوليو

تفرّع مرن للنماذج الكثيفة فقط (الكتلة 91,630)

6 أغسطس

تفرّع مرن لعقوبة الرتبة: بعض الإعدادات تفقد 50–87.5% من معدل التجزئة الفعلي

11 أغسطس

تفرّع صلب للبذرة المملّحة: المعدِّنون القدامى لا ينتجون إلا حصصًا غير صالحة

غير محدد

PIP-3: من INT7 إلى FP8، ولا يُقبل إلا Hopper وBlackwell

2 من 3

مفيدة للذكاء الاصطناعي، وقابلة للتحقق بتًا بتًا، ومحايدة تجاه العتاد: صيغة الأعداد تنال اثنتين على الأكثر

13 بتًا

يحتفظ بها تجميع FP8 في Hopper، مع الاقتطاع: غير قابل للاستنساخ بين الأجيال

≈82%

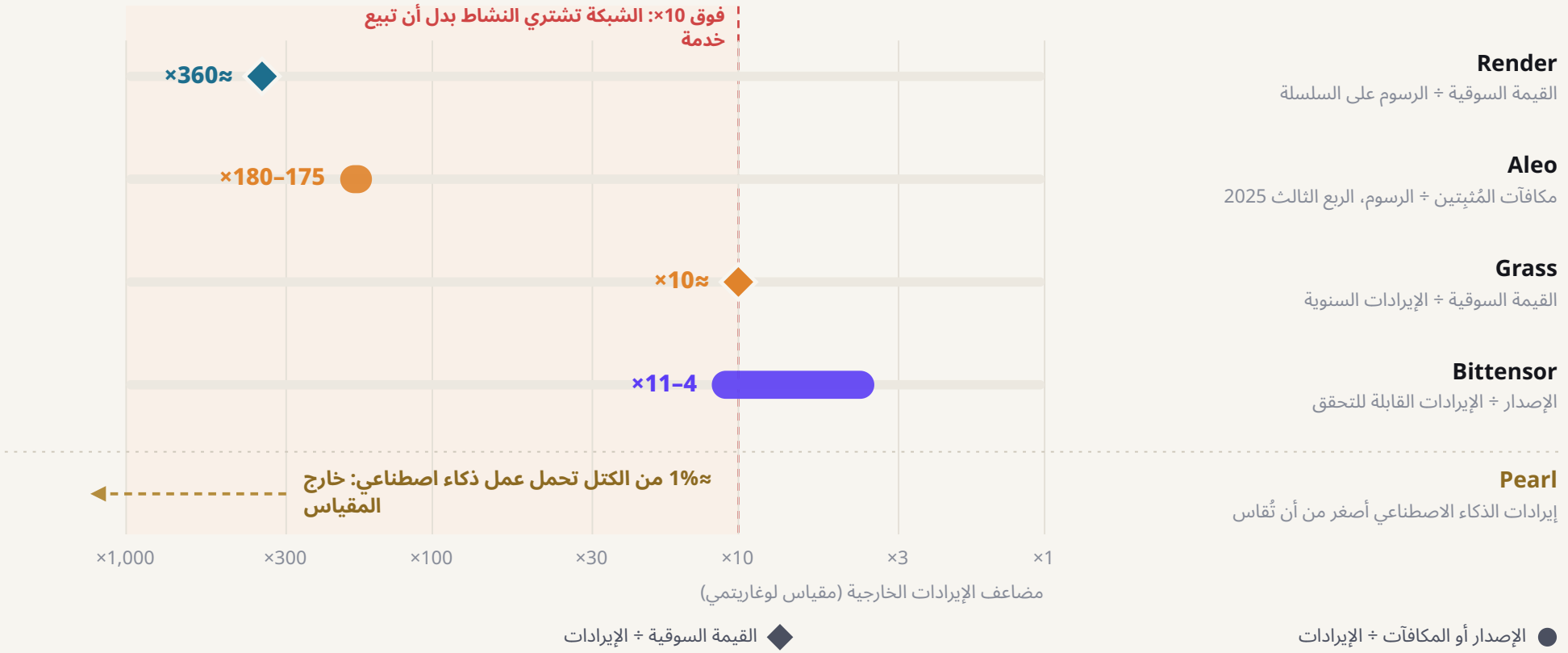
من معدل التجزئة على بطاقات استهلاكية لن تقبلها PIP-3 (نموذج منخفض الثقة)

من يتحكم في دالة العمل يتحكم في مصير المستثمرين في العتاد تحليل .

لا المصفوفات ولا المعرفة الصفرية توقف شرائح ASIC

الشبكة	ما حدث	ما يعلّمه
Kaspa	ضرب مصفوفات 64 × 64 بين تجزئتين؛ شرائح ASIC بعد 16 شهرًا، بنحو 1,000× كفاءة GPU؛ وأفضلها يكسب الآن 0.86 دولار يوميًا	المصفوفة ليست مفيدة ولا مانعة لشرائح ASIC
Aleo	لغز SNARK اصطناعي؛ أجهزة مخصصة بعد خمسة أشهر؛ مكافآت المُثبِتين 175–180× الرسوم	العمل الاصطناعي يعيش على الدعم
Qubic	تدّعي تدريب الذكاء الاصطناعي؛ وقد عدّنت حوسبتها Monero (51% مُدّعاة) والآن Dogecoin	إثبات العمل العام قابل للاستحواذ من الخارج
Bittensor	تقييم مرجّح بالحصص؛ نحو 70 مليون دولار سنويًا من الإيرادات القابلة للتحقق مقابل إصدار يتجاوز 300 مليون دولار	الوحيدة ذات إيرادات خارجية على نطاق واسع
Monero وSia وEthereum	تفرّعات عطّلت شرائح ASIC؛ وبعد الدمج وجد أقل من 20% من المعدِّنين عملًا جديدًا	العتاد ذو السوق الثانية ينجو

مضاعف الدعم هو أصدق فحص للصحة



فوق نحو 10 أضعاف الإيرادات الخارجية، تشتري الشبكة النشاط بدل أن تبيع خدمة. وإيرادات Pearl من الذكاء الاصطناعي أصغر من أن توضع على المقياس.

طلب حقيقي لكنه صغير، وقيمة تنتقل إلى الأسهم

أسواق الحوسبة

رسوم Render على السلسلة نحو 2.35 مليون دولار سنويًا؛ وH100 لدى Akash بسعر 2.73 دولار للساعة يتفوق على AWS وGoogle لا على Vast.ai أو RunPod.

التدريب

تدريب 8–40 مليار معامل عبر الإنترنت؛ وعاد INTELLECT-3 إلى 512 H200 على InfiniBand.

الذكاء الاصطناعي القابل للتحقق

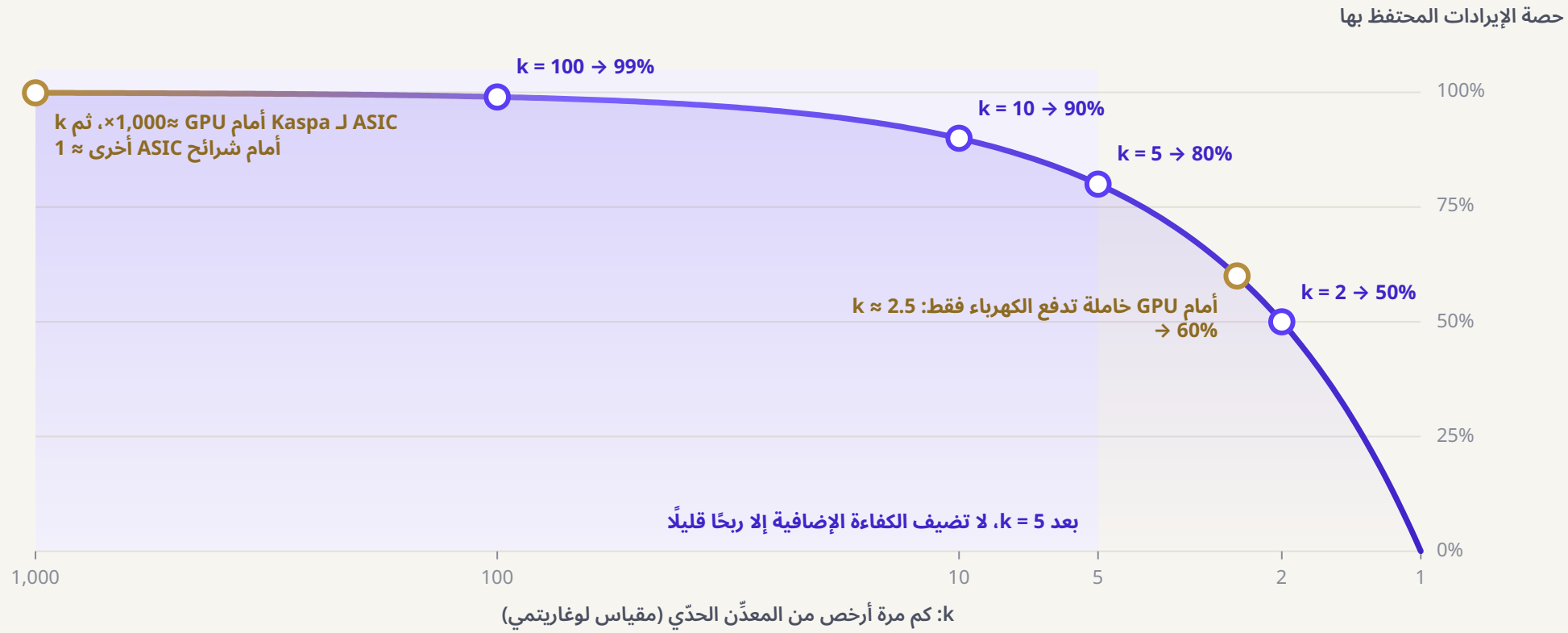
تضيف TEE أقل من 7% وتعمل في الإنتاج؛ وكسر TEE.fail المصادقة بأداة اعتراض بـ 1,000 دولار؛ وتثبت zkML نموذج GPT-2 بمعدل 174 رمزًا في الدقيقة.

الوكلاء والبيانات

تدفقات x402 التي بدأها الوكلاء نحو 5,000–11,000 دولار شهريًا؛ وGrass 17 مليون دولار من إيرادات البيانات في النصف الأول من 2026.

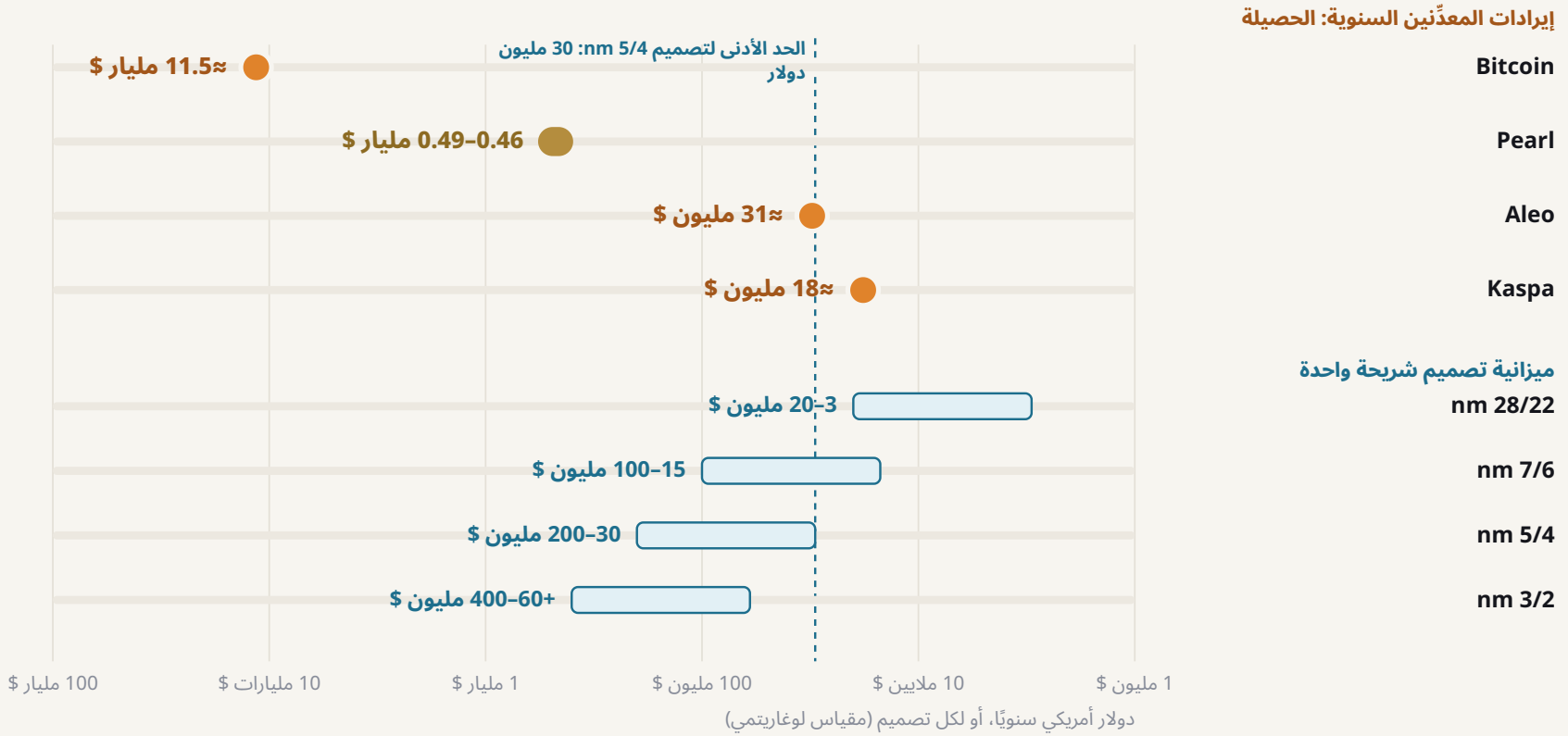
أربع شركات أسهم على بنية تحتية مركزية تساوي نحو 8.5 مليار دولار، أي بقدر جميع رموز الذكاء الاصطناعي في طبقتي البروتوكول والتطبيقات تقريبًا.

لماذا تكف الكفاءة عن الدرّ بعد k = 5



سقف الربح ≈ R × (1 - 1/k). وحين تصبح شرائح ASIC هي المعدِّنين الحدّيين، يُعاد ضبط k أمام شرائح ASIC أخرى؛ وأمام GPU خاملة لا تدفع إلا الكهرباء، تبلغ k نحو 2.5 تقدير .

معظم الحصائل أصغر من ميزانية تصميم شريحة واحدة



معدل تجزئة الاسترداد h* = NRE ÷ [R × (1 - 1/k) × T × p]. لـ Pearl بتكاليف NRE قدرها 20 مليون دولار و k = 5: نحو 4.9 EH/s لعام إن صمدت القواعد، و9.8 EH/s إن كانت فرص صمودها متساوية **تقدير**.

خمسة أنواع من الشرائح، خمس إجابات



شريحة تعدين PoUW على طريقة Pearl

ليس الآن

k: بلا HBM ولا وحدات عامة: 3–10× لكل عملية (استنتاج)

السوق الثانية: استدلال الذكاء الاصطناعي، إن كان GEMM عامًا INT8/FP8

راهن على شريحة استدلال أولًا قادرة على التعدين، لا على قطعة INT7 مخصصة



شريحة تعدين SHA-256 Bitcoin

ابقَ بعيدًا

k: ≤1 أمام الشركات القائمة

السوق الثانية: تكاد تكون معدومة

فقط مع طاقة ذاتية، أو شكل متخصص، أو كملكية فكرية



شريحة تدريب ذكاء اصطناعي

ملكية فكرية لا شرائح

k: 1.1–1.8× بالدقة نفسها

السوق الثانية: —

التغليف وHBM يحسمان؛ ابنِ ملكية فكرية وشرائح فرعية وخدمات



شريحة استدلال ذكاء اصطناعي

ابنِ

k: التخلي عن العمومية: 10–20× مُدّعاة

السوق الثانية: هي السوق الرئيسية

وقّع مع العميل، ثم اختر درجة التقييد



مسرّع إثبات ZK

انتظر وتحوّط

k: 10–100× من GPU مُدّعاة

السوق الثانية: محدودة خارج ZK

محركات MSM وNTT قابلة للبرمجة؛ FPGA أولًا



مسرّع FHE

تموضع مبكرًا

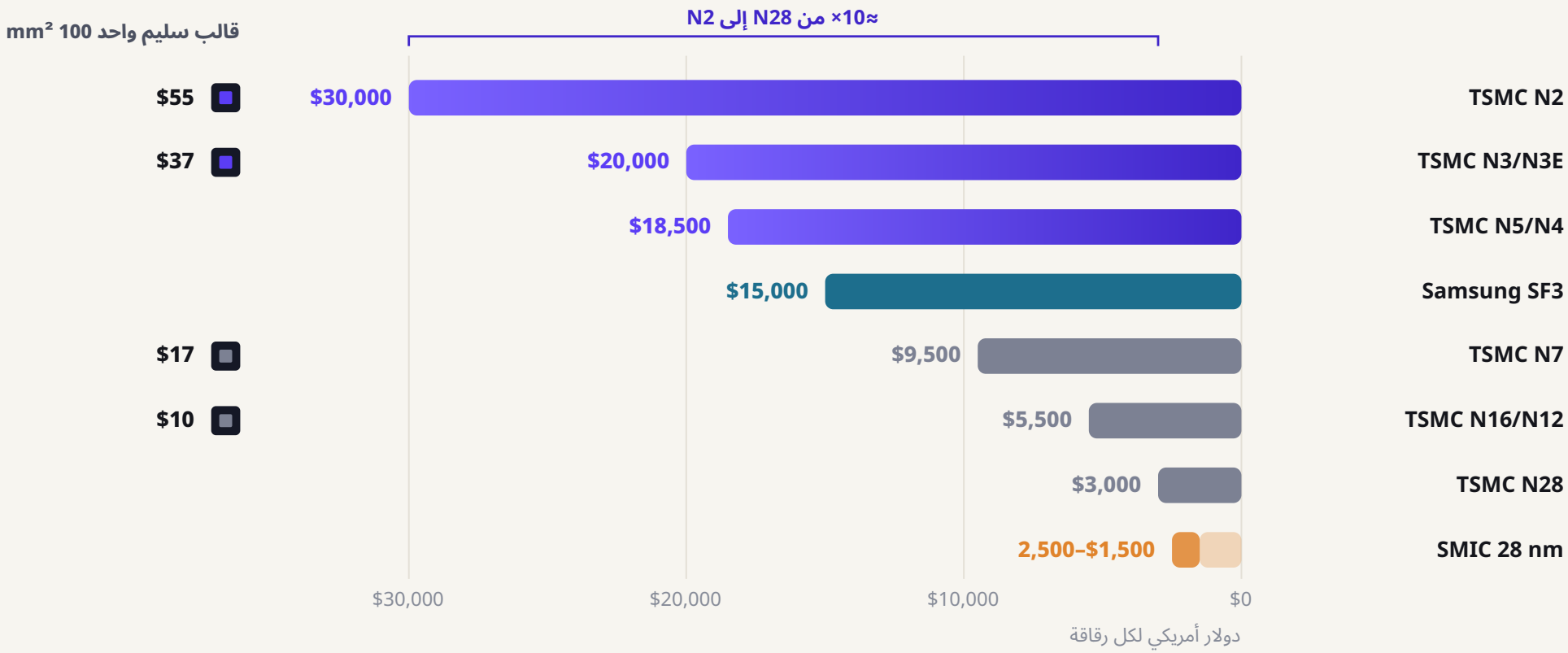
k: 1,074–5,547× من Xeon (Heracles)

السوق الثانية: الحوسبة المشفرة، الذكاء الاصطناعي الخاص

نافذة 2027–2029؛ تحقق بأصول خفيفة

لا توفر أي شبكة اليوم حصيلة كبيرة وقواعد مستقرة وk فوق 1 معًا: k في bitcoin ملك للشركات القائمة، وقواعد Pearl هي الأقل استقرارًا، وحصيلتا Kaspa وAleo صغيرتان جدًا.

رقاقة العقد المتقدمة تكلف عشرة أضعاف الرقاقة الناضجة



دع أكبر تكلفة على مدى العمر تختار: الطاقة لشرائح الحوسبة العاملة على مدار الساعة، والتغليف وHBM لشرائح التدريب (63% من تكلفة H100)، والاختيار بين SRAM وHBM لشرائح الاستدلال.

عقدة لكل شريحة ولكل فريق

الشريحة	فريق صغير	شركة كبيرة	مسار البر الرئيسي الصيني
شريحة تعدين PoUW	MPW بـ 28 أو 16/12 nm؛ أول إنتاج كمي N7/N6	N3/N3E أو Samsung SF3	SMIC N+1/N+2 تصلح، بنحو 40–50% أكثر لكل قالب
شريحة تعدين SHA-256	لا تطارد الحافة المتقدمة	فئة 3 nm	يصعب مجاراة كفاءة العقد المتقدمة
شريحة تدريب ذكاء اصطناعي	ملكية فكرية، شرائح فرعية، خدمات تصميم	N3P ثم N2/A16 مع CoWoS وHBM	SMIC N+2/N+3 مع HBM محلية
شريحة استدلال ذكاء اصطناعي	محورها SRAM على N6/N7 أو N4/N5/SF4	N3/N2 مع HBM، أو شرائح فرعية SRAM	SMIC N+2 مع LPDDR أو GDDR
مسرّعات ZK وFHE	FPGA أو MPW بـ 16/12 nm أولًا	N5/N3؛ وFHE مع HBM	ZK ممكنة؛ وFHE تحدّها HBM

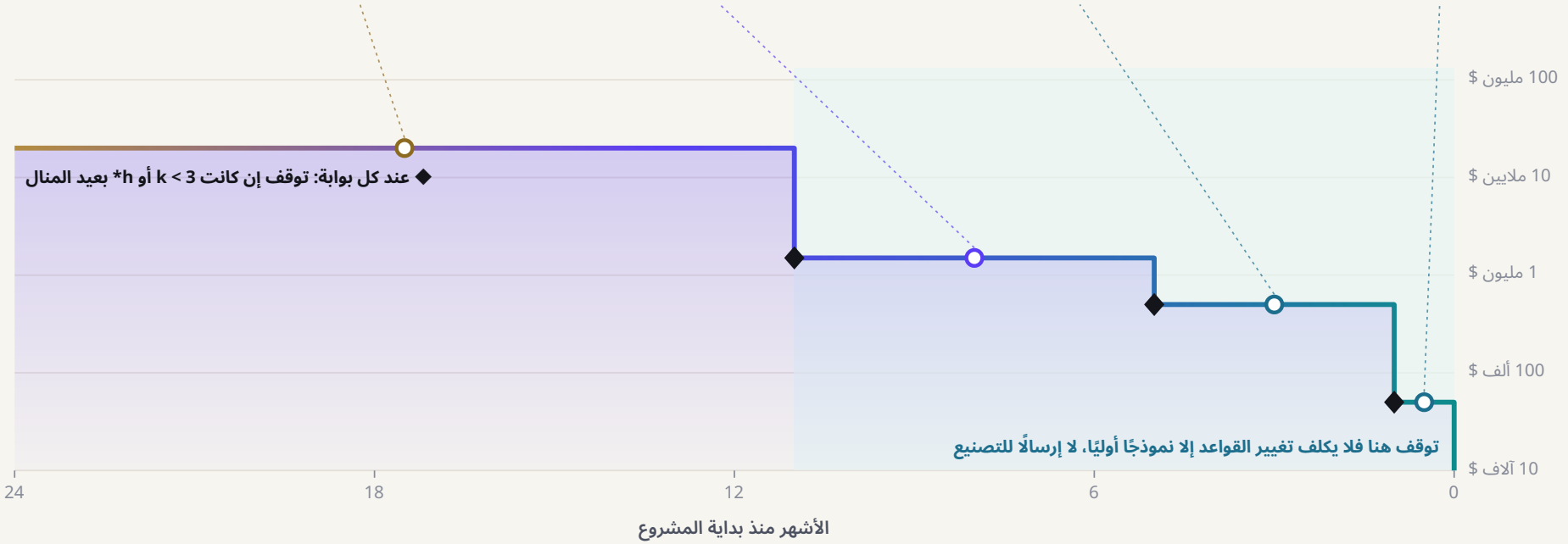
اشترِ الأدلة قبل الأقنعة

البوابة 0 · نموذج
≈50 ألف $ · أسابيع
J/op و$/op من الحساب وSRAM والإدخال والإخراج

البوابة 1 · FPGA
≈0.5 مليون $ · أشهر
حمل العمل الحقيقي كاملًا: حصص أو رموز

البوابة 2 · MPW
≈1.5 مليون $ · الشهر 11
السيليكون المقيس يحل محل النموذج

البوابة 3 · الأقنعة وأول دفعة
≈20 مليون $ · الشهر 24
أقنعة N7 ≈3.5 مليون $ ضمن تصميم 15–100 مليون $



نموذج وFPGA وMPW تبلغ بها سيليكونًا مقيسًا بنحو 1.5 مليون دولار في أحد عشر شهرًا؛ ويكلف طقم الأقنعة وأول دفعة أكثر من عشرة أضعاف ذلك. توقف قبل الأقنعة إلى أن يتحدد المشتري أو إصدار البروتوكول.

العملات المشفرة عميلًا أول، والذكاء الاصطناعي سوقًا ثانية

الشرائح المخصصة

- الطلب في أغلبه الساحق للذكاء الاصطناعي: Broadcom نحو 58 مليار دولار من أشباه موصلات الذكاء الاصطناعي في السنة المالية 2026
- مهارات شرائح التعدين قابلة للنقل: مصفوفات منخفضة الجهد، وطاقة بالكيلوواط، وإرسال سريع للتصنيع
- الفوز بطريق مستقل إلى السوق، لا بقنوات التعدين

تطوير الذكاء الاصطناعي

- الساعات سلعة: 25–49 دولارًا للساعة على Clutch
- القيمة في المفاصل: نوى برمجية للشرائح المخصصة، والتعدين داخل خدمة الاستدلال
- الاستدلال القابل للتحقق: TEE مع فحوص ZK عشوائية

أنظمة الذكاء الاصطناعي × العملات المشفرة

- تحقق متعدد الطبقات: TEE أو أخذ عينات، ثم نزاعات أو فحوص ZK عشوائية
- التوزيع والسيولة هما الحاجزان، لا التكلفة
- وقّع مع مشتري الحوسبة قبل الرمز

ثلاثة مسارات، لكل منها خطوة أولى صغيرة

المسار	الخطوة الأولى
أ. مسرّع استدلال أولًا قادر على التعدين أيضًا	دراسة مدتها أربعة أسابيع لـ J/op و$/op لمصفوفة INT8/FP8 مقيمة في SRAM مقابل RTX 5090 وH100، ثم FPGA أو MPW على عقدة ناضجة
ب. خدمات السيليكون المخصص: العملات المشفرة أولًا، والذكاء الاصطناعي ثانيًا	تحويل نموذج NRE ونقطة التعادل في هذا التقرير إلى دراسات جدوى مدفوعة بمراحل وإصدار بروتوكول ثابت
ج. شبكة أصيلة للذكاء الاصطناعي بمشترٍ قبل الرمز	مذكرة تصميم عن التحقق متعدد الطبقات وحساب معياري محايد تجاه الموردين، تُكتب مع مشترٍ مسمّى للاستدلال

ثلاثة مسارات على الأكثر، يُختبر كل منها قبل الالتزام بالمال تحليل .

ما ينبغي مراقبته، وأسئلة ينبغي طرحها

المؤشرات

في أي وقت	ارتفاع تفعيل FP8 في Pearl، وهل تنقسم السلسلة
شهريًا	حصة كتل Pearl التي تحمل عمل ذكاء اصطناعي
فصليًا	إيرادات Bittensor القابلة للتحقق مقابل الإصدار؛ وتدفقات x402 التي بدأها الوكلاء
يناير 2027	رفع TSMC لأسعار 2 nm و3 nm بنسبة 3–6% بحسب التقارير
الربع الأول 2027	FP4 في Pearl، كما نُقل عن جلسة AMA للمؤسسين
أبريل 2028	التنصيف التالي في Bitcoin

أسئلة ينبغي طرحها

01 من يتحكم في دالة العمل؟

02 ما مضاعف الدعم؟

03 كم تكلف البوابة التالية، وما الذي يوقفك؟

04 ما معدل تجزئة الاسترداد، مع p؟

05 ما السوق الثانية للشريحة؟

06 من أول عميل يدفع، بالاسم؟

هذه مجالات يمكننا استكشافها معًا، عبر التبادل التقني والتعاون التقني: الشرائح المخصصة، وتطوير الذكاء الاصطناعي، وأنظمة الذكاء الاصطناعي × العملات المشفرة.

i@tanshuai.com · tanshuai.com