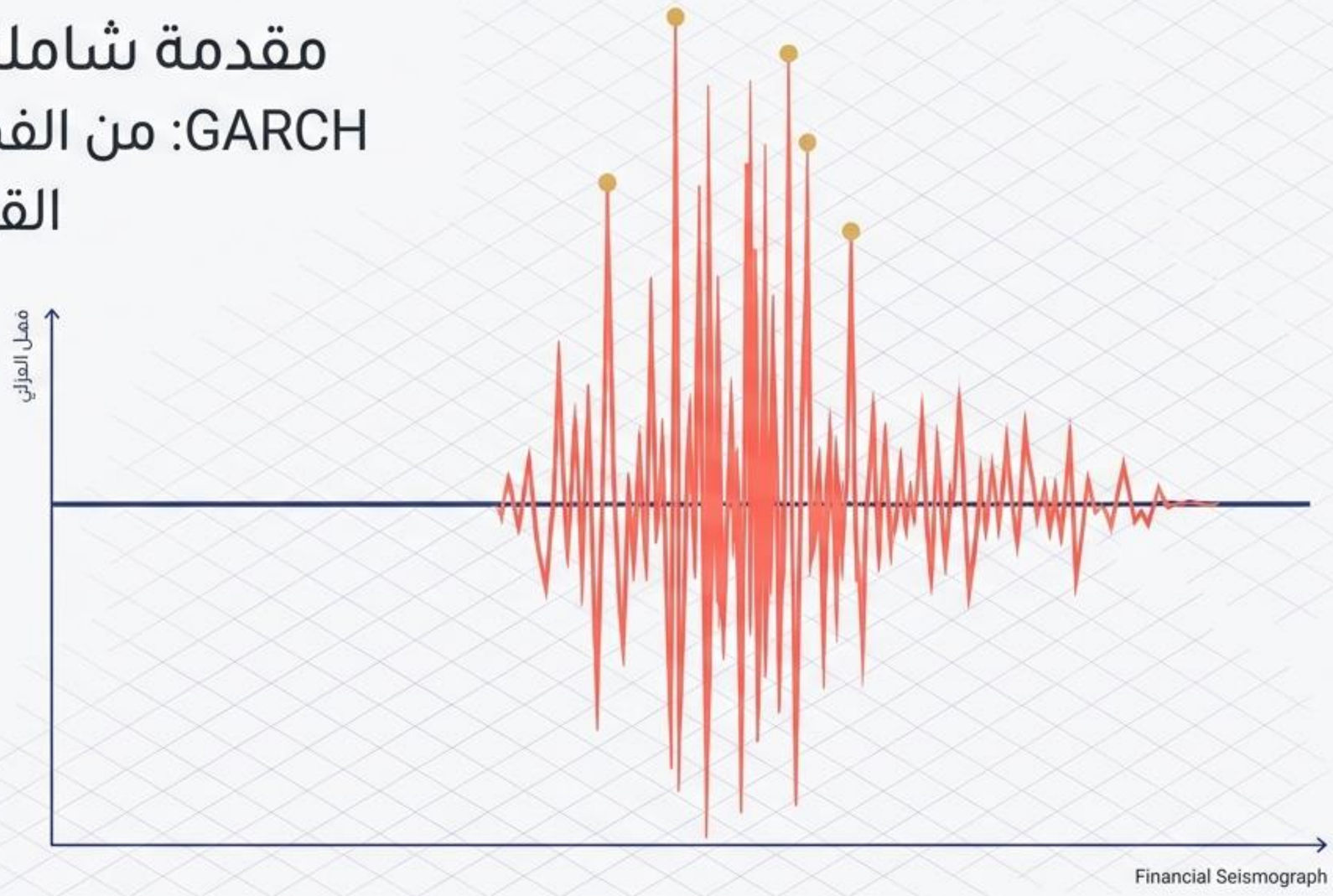
مقدمة شاملة في نماذج ARCH و GARCH: من الفهم النظري إلى التطبيق القياسي

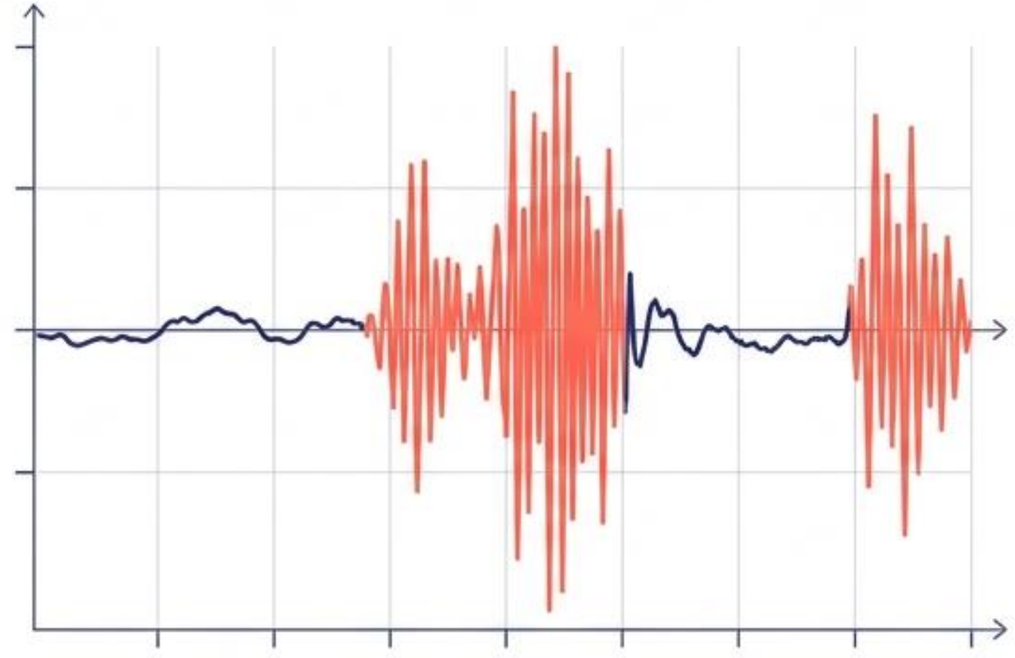


دليلك الأكاديمي والعملي
لفهم تكتل التقلبات
التقلبات المالية.

رحلة بصرية من رصد الزلازل
بج من رصد الزلازل المالية
إلى التنبؤ بها باستخدام برامج
التحليل القياسي.

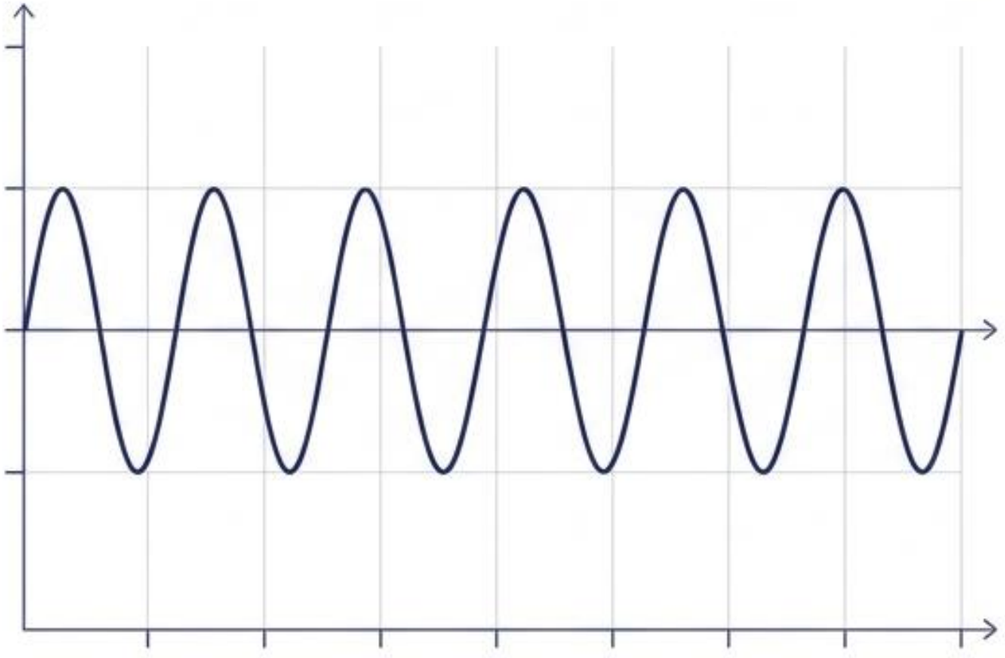
د ميرة محمد لمين

افتراضات الانحدار الكلاسيكي تفشل في تفسير واقع الأسواق المالية الحقيقي



اختلاف التباين (Heteroscedasticity) - الواقع المالي

المخاطر تتغيّر، تتجمع في فترات معينة، ثم تعود للهدوء.



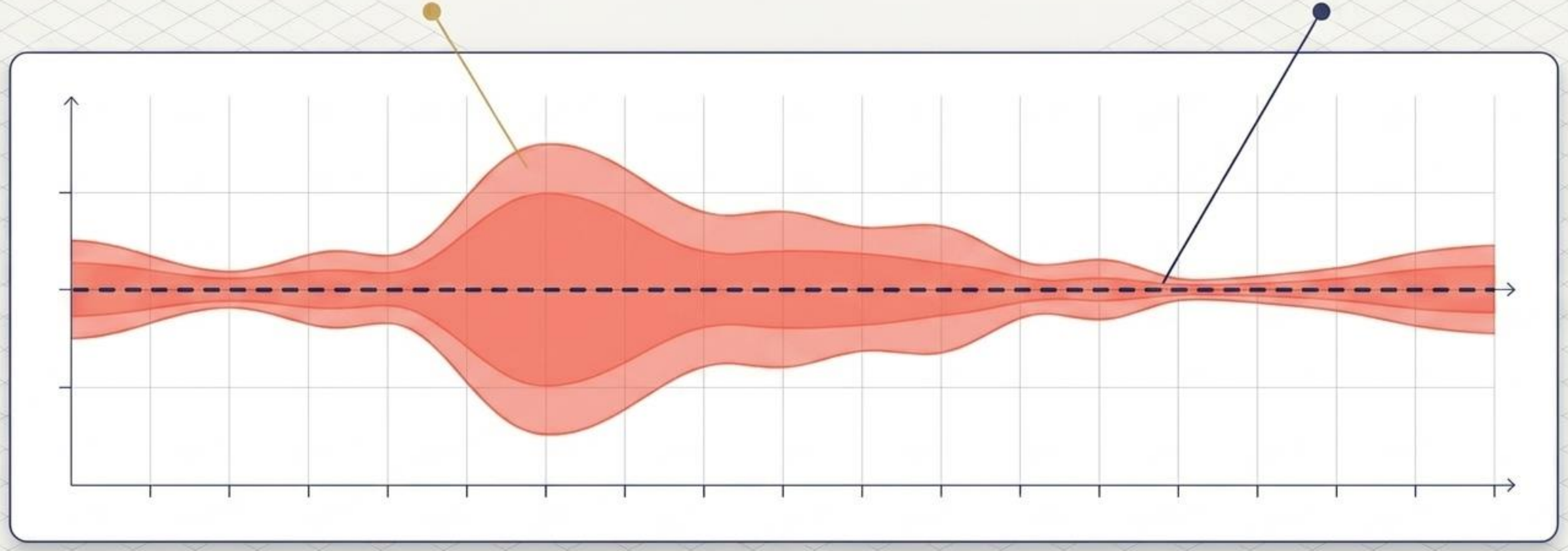
ثبات التباين (Homoskedasticity) - نموذج OLS

يفترض أن المخاطر ثابتة ومستقرة بمرور الزمن.

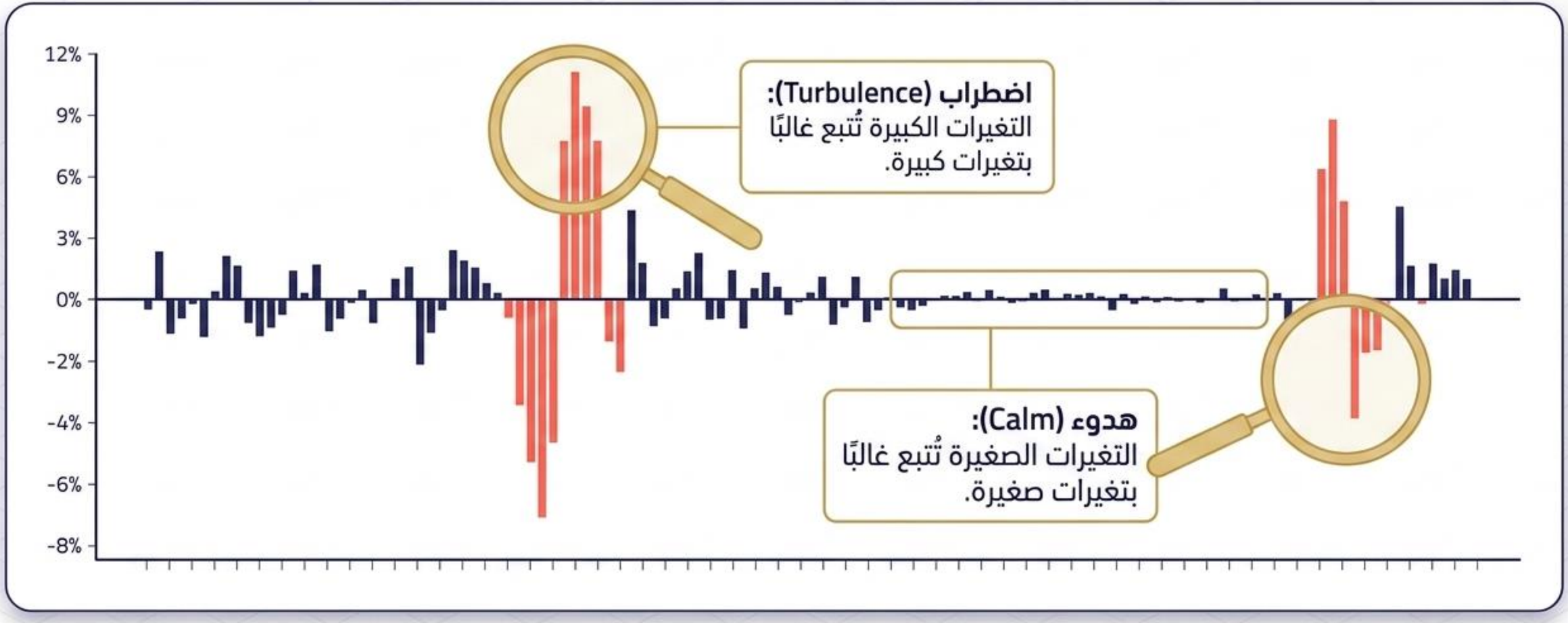
التباين الشرطي مقابل غير الشرطي: كيف نفهم التقلب؟

1 **التباين غير الشرطي (Unconditional Variance):**
رقم واحد يعبر عن المتوسط العام للمخاطر (مضلل في المدى القصير).

2 **التباين الشرطي (Conditional Variance):** مخاطر اليوم
اليوم مشروطة بما حدث بالأمس. يتغير ويتكيف مع تدفق الأخبار.

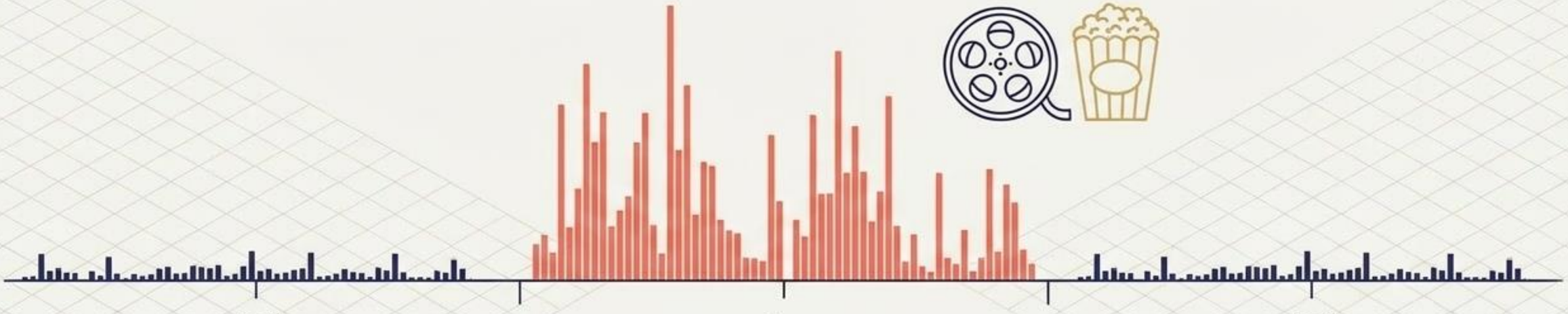


ظاهرة **تكتل التقلبات:** الصدمات الكبيرة تولد صدمات كبيرة



التقلب ليس عشوائياً، بل يمتلك ذاكرة. فترات الذعر تتجمع معاً، وفترات الاستقرار تتجمع معاً (Volatility Clustering).

مثال من الحياة اليومية: لماذا تتكتّل أخطاء التنبؤ بمبيعات تذاكر السينما؟



1

المشكلة: كمدير لدار عرض، تجد أن أخطاء تنبؤك بالمبيعات بالمبيعات تتضخم جداً في فصل الصيف.

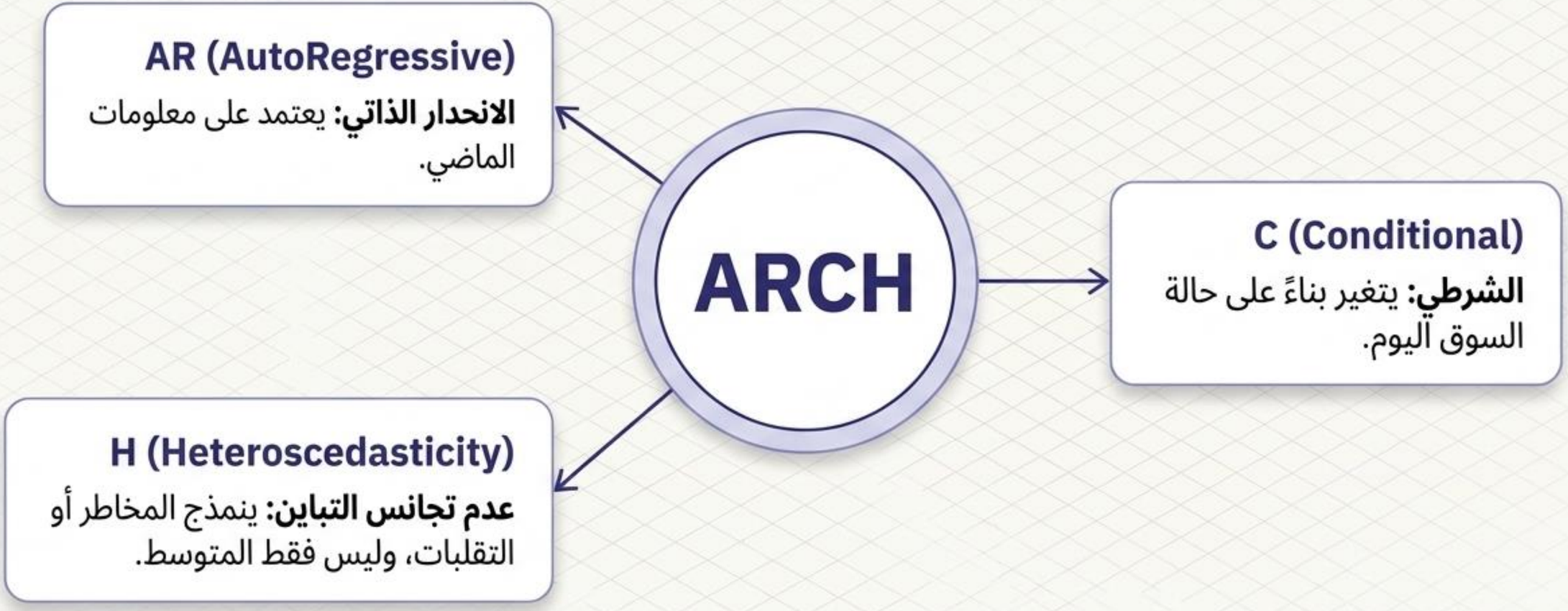
2

السبب: الصيف يشهد أفلاماً ضخمة (Blockbusters) شديدة **التباين في جودتها؛ إما نجاح** ساحق أو فشل ذريع.

3

الاستنتاج: الخطأ في التنبؤ اليوم ليس عشوائياً؛ إذا كان تباين المبيعات **مرتفعاً بالأمس**، سيكون **مرتفعاً** اليوم. **هنا تظهر الحاجة لنمذجة هذا التقلب.**

الخطوة الأولى نحو الحل: نموذج ARCH وثورة روبرت إنجل (1982)



الفكرة الجوهرية: نحن لا نتنبأ بسعر السهم غداً، بل نتنبأ بحجم التذبذب (المخاطرة) غداً.

تشريح المعادلة: كيف يعمل نموذج (ARCH(1) خطوة بخطوة؟

التباين اليوم (مستوى الخوف أو التقلب الحالي).

الثابت الأساسي (الحد الأدنى للتقلب في السوق).

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2$$

الصدمة المربعة بالأمس (أخبار الأمس، الخطأ العشوائي).

وزن استجابة السوق لأخبار الأمس.

العلاقة السببية: (صدمة الأمس) تؤدي إلى (تقلب اليوم).

القصور في نموذج ARCH: التقلبات الانفجارية وفقدان درجات الحرية

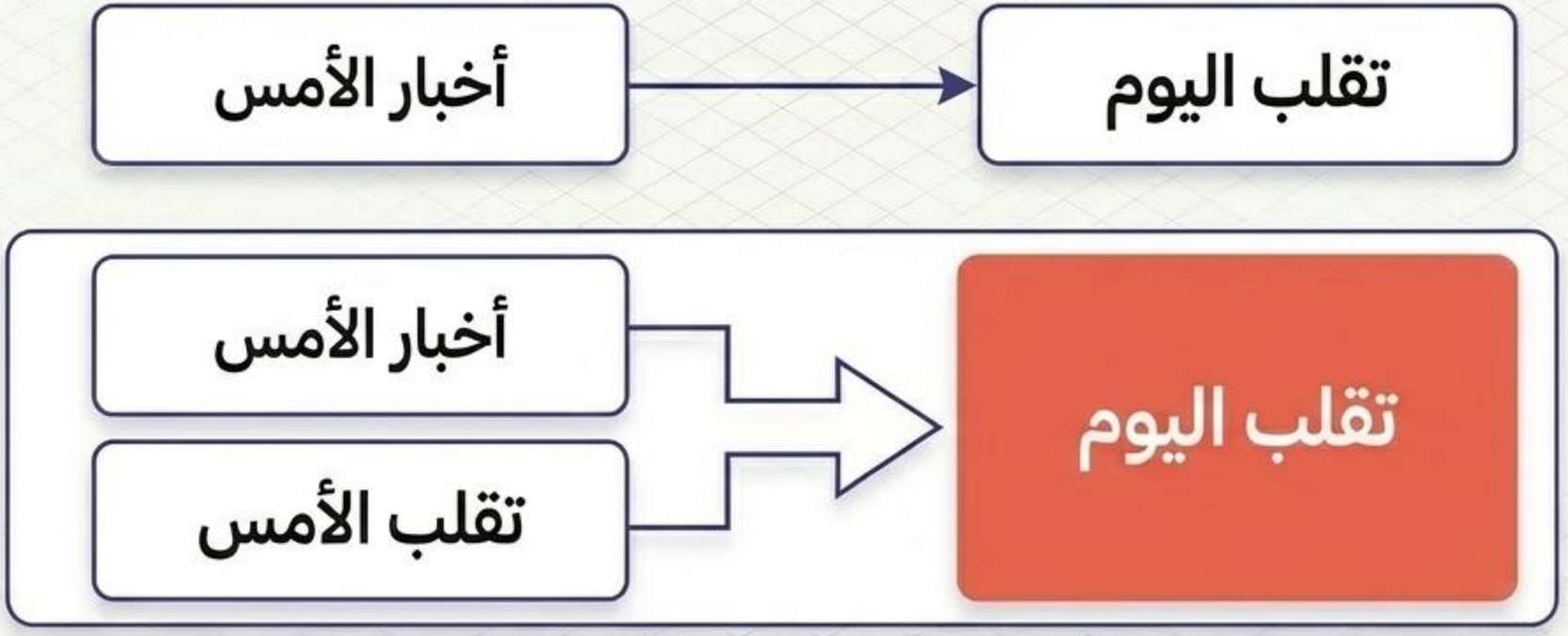
تنبيه: سلوك غير واقعي (Unrealistic Behavior)

سلوك انفجاري (Bursty): نموذج ARCH يلتقط الصدمة المفاجئة لكنه ينساها بسرعة.

استنزاف البيانات: لكي يتذكر النموذج الصدمات القديمة، نحتاج لإضافة فترات إبطاء كثيرة جداً (مثال: (ARCH(8)).

المشكلة القياسية: كلما زادت المعلمات (Parameters) التي نُقدرها، خسرنا درجات الحرية وضعفت دقة النموذج.

التطور نحو GARCH: إكساب النموذج ذاكرة طويلة (تيم بولرسليف، 1986)



حرف G يعني Generalized (مُعمم).
التحديث العبقري لبولرسليف كان إضافة هيكل (ARMA) للتباين.
النموذج لم يعد ينظر إلى أخبار الأمس فقط، بل أصبح يتذكر حالة القلق التي كانت مسيطرة بالأمس.

تشريح GARCH(1,1): النموذج الأكثر اقتصادية ودقة ودقة في عالم المال

النموذج الاقتصادي (Parsimony):

هذا النموذج البسيط المكون من 3 معلمات فقط يعادل نموذج ARCH بتباطؤ لا نهائي.

$$h_t = \omega + \alpha\epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$$

الثابت
(التقلب الأساسي).

مكون ARCH
(صدمة الأمس/ الأخبار الجديدة).

مكون GARCH
(تقلب الأمس/ ذاكرة السوق والزخم).

مواجهة النماذج: OLS مقابل ARCH مقابل GARCH

الميزة	OLS الكلاسيكي	ARCH(1)	GARCH(1,1)
الافتراض الأساسي	التباين ثابت	التباين يتأثر بأخطاء الماضي	التباين يتأثر بالأخطاء وتباين الماضي
الذاكرة	لا توجد ذاكرة	ذاكرة قصيرة جداً	ذاكرة طويلة وممتدة
شكل التقلّب	خط مستقيم	طفرات متقطعة (Bursty)	صدمات ذات أثر مستمر (Persistent)
المعلمات المُقدرة	قليل	مرتفع جداً لذاكرة أطول	قليل واقتصادي (3 فقط)

القواعد الذهبية لنجاح نموذج GARCH

شرط الاستقرارية

$$\alpha + \beta < 1$$

التبرير: يمثل هذا المجموع درجة استمرار التقلب (Persistence). إذا ساوى 1، فهذا يعني أن الصدمة دائمة ولا تختفي أبداً (IGARCH).

شرط الإيجابية

$$\omega, \alpha, \beta > 0$$

التبرير: التباين يمثل المخاطرة. من المستحيل رياضياً واقتصادياً أن تكون المخاطرة بالسالب.

في الأسواق المالية الحقيقية، المجموع عادة يكون قريباً جداً من الواحد (مثلاً 0.98)، مما يفسر طول أمد الأزمات المالية.