الانحدار الهيدوني

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية ● *The Valuation Engineer*
William Bert Craytor • 7 أغسطس 2026
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/ams1t139
ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. الانحدار الهيدوني هو تقدير دالة الأسعار الهيدونية من المعاملات المرصودة في سوقٍ لسلعٍ غير متجانسة، بما يعطي تقديراتٍ تجريبية للأسعار الضمنية للخصائص الداخلة في النموذج.

الصياغة الحدسية. وصفت المداخل السابقة دالةَ الأسعار الهيدونية وأسعارَها الضمنية بوصفها موضوعاتٍ نظرية. فالدالة موجودةٌ من حيث المبدأ، لكننا في الممارسة لا نرصد إلا مجموعةً منتهية من المعاملات: حزمًا جرى تداولها، والأسعار التي تداولت عندها. والانحدار الهيدوني هو الجسر التجريبي بين الأمرين.

والإعداد مباشر. فكل معاملةٍ تقدّم زوجًا $(\mathbf{z}_i, p_i)$: متجه خصائص الحزمة المتداوَلة وسعر بيعها. ومجموع هذه الأزواج عيّنةٌ من دالة الأسعار الهيدونية (غير المرصودة). ويلائم الانحدارُ صورةً دالّيةً لتلك العيّنة، فيقدّر معاملاتٍ تفهرس الدالة. وما إن تُقدَّر المعاملات حتى تعطي المشتقّاتُ الجزئية للدالة المُلائَمة تقديراتِ الأسعار الضمنية.

وثمة ثلاثة اختياراتٍ نمذجية يتعيّن حسمها قبل تشغيل الانحدار:

1. أي الخصائص يدخل النموذج؟ يحدّد هذا الاختيار أبعاد الدالة المقدَّرة. وحذفُ خاصيةٍ ذات صلة يجعل أثرها يتسرّب إلى معاملات الخصائص المُدرَجة المرتبطة بها (تحيّز المتغير المحذوف).
2. أي صورةٍ دالّية؟ خطية، أو لوغاريتمية-خطية، أو لوغاريتمية مزدوجة، أو كثيرة الحدود، أو موسَّعة بالأسس، أو شبه معلمية، أو من التعلّم الآلي. ويقيّد هذا الاختيار الشكلَ الذي يمكن للدالة المقدَّرة أن تأخذه، وأنماطَ الأسعار الضمنية التي يمكنها استردادها.
3. أي مقدّر؟ المربعات الصغرى الاعتيادية، أو المربعات الصغرى المعمَّمة، أو مقدّرات M الحصينة، أو انحدار الكمّيات، أو مقدّرات الاقتصاد القياسي المكاني، أو الانحدار المُجازى. ويحدّد هذا الاختيار ما يُحسّنه المقدّر وما الافتراضات التي تسند استدلاله.

وكل اختيارٍ منها جوهريٌّ منهجيًا، ولكلٍّ منها تبعاتٌ في قابلية الدفاع.

أين يصادفه المُقيّم. الانحدار الهيدوني أساسُ التقييم الشامل ومحرّكُ معظم نماذج التقييم الآلي (AVMs). فحين يعيد مُقيّم المقاطعة تقييم 100,000 قطعةٍ عقارية سنويًا، فإن انحدارًا هيدونيًا على المبيعات الحديثة هو الذي يؤدي العمل. وحين تُنتج Zillow أو Redfin تقديرًا آليًا، فإن نموذجًا هيدوني الطابع (كثيرًا ما يكون تجميعةَ أشجارٍ لا انحدارَ مربعاتٍ صغرى، لكنه من حيث المفهوم مقدّرٌ هيدوني) هو الذي ينتجه. وحين يُجيز نموذجُ التقييم الآلي لدى مُقرضٍ في السوق الثانوية عقارًا أو يرفضه لأغراض إعادة التمويل، فالجهاز نفسه هو المستعمل.

كما أن تقييم العقار المفرد صار يستند إلى الانحدار الهيدوني أكثر فأكثر، حتى حين تأتي دلالة القيمة النهائية من المقارنة بالمبيعات. فالأسعار الضمنية المقدَّرة من انحدارٍ على عيّنةٍ من الحي يمكن أن تسند مقادير التعديلات على نحوٍ أقبلَ للدفاع بكثير من حدس المُقيّم أو النسب التقريبية المعتادة. وهكذا تصير معاملات الانحدار بيّنةً لا رأيًا للتعديلات المطبَّقة في الشبكة.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. تحمل التقديرات القائمة على الانحدار سِمةً في قابلية الدفاع متمايزةً عن تحليل الأزواج البيعية. أما المزايا: فالانحدار يستعمل كل المبيعات المتاحة لا اثنتين في المرة، ويستطيع عزل أثر خاصيةٍ واحدة مع ضبط خصائصَ كثيرة في آن، وينتج أخطاءً معيارية تُكمّم عدم اليقين في كل سعرٍ ضمني. وأما المقايضات : فالانحدار يفرض صورةً دالّيةً قد لا تطابق دالة السعر الحقيقية، ويقتضي بياناتٍ أكثر مما يقتضيه تحليل الأزواج البيعية، وقد تكون نتائجه حسّاسةً لاختيار العيّنة والتحديد النموذجي.

وثمة عدة مسائلَ في قابلية الدفاع تتكرّر في التقييم القائم على الانحدار:

هل العيّنة ملائمة؟ يقدّر الانحدارُ الدالةَ الهيدونية كما تعمل في قطاع السوق الذي أُخذت منه العيّنة وفي مدّتها الزمنية. فانحدارٌ على مبيعاتٍ داخلية يُطبَّق على عقارٍ مطلٍّ على الشاطئ إخفاقٌ في قابلية الدفاع مهما بدت الإحصاءات نظيفة.

هل التحديد النموذجي ملائم؟ التحديدُ الخطي افتراضٌ قوي. فإذا كانت الدالة الحقيقية تُظهر تناقصًا في العوائد لمساحة المعيشة فوق حدٍّ معيّن، فإن الملاءمة الخطية ستسيء تقدير الأسعار الضمنية في ذلك المدى. والتشخيصاتُ، ورسومُ البواقي، والتحديداتُ البديلة جزءٌ من سير العمل القابل للدفاع.

ماذا يعني الخطأ المعياري؟ يلتقط الخطأ المعياري تقلّبَ المعاينة في ظل التحديد النموذجي المفترَض. وهو لا يلتقط سوء تحديد النموذج، ولا تحيّز المتغير المحذوف، ولا انتقاء العيّنة. وخطأٌ معياري صغير على تحديدٍ خاطئ أخطرُ من خطأٍ معياري كبير على تحديدٍ صحيح.

هل تتثلّث النتيجة مع المناهج الأخرى؟ ينبغي للسعر الضمني القابل للدفاع والقائم على الانحدار أن يتّسق مع ما يوحي به تحليل الأزواج البيعية، ومع ما تستلزمه تكاليف المكوّنات في منهج التكلفة، ومع ما يعتقده المُقيّمون العارفون بالسوق. أما معامل انحدارٍ يناقض الثلاثة جميعًا فدعوةٌ إلى التحرّي، لا إلى النشر.

مثال تطبيقي من الممارسة. يمكننا الآن أن نستثمر جهاز الانحدار الهيدوني كاملًا على المقارنات الثماني من Pacifica. ومجموعة البيانات متاحة في `shared/data/pacifica_comps.csv`.

شفرة R:

```
comps <- read.csv("shared/data/pacifica_comps.csv")
fit <- lm(price ~ gla + lot + view + cond, data = comps)
summary(fit)
```

المخرَجات:

```
Call:
lm(formula = price ~ gla + lot + view + cond, data = comps)

Residuals:
   Min      1Q  Median      3Q     Max
-17995  -8243   -5433  -1409   46455

Coefficients:
             Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
(Intercept)  80777.07   164509.35    0.491    0.6571
gla            574.93      109.76    5.238    0.0135 *
lot             22.70       10.38    2.187    0.1165
view         86179.03    31342.97    2.750    0.0708 .
cond         49824.33    27761.27    1.795    0.1706
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 30481 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9707,  Adjusted R-squared:  0.9317
F-statistic: 24.86 on 4 and 3 DF,  p-value: 0.01231
```

التأويل. يقدّر النموذجُ المُلائَم دالةَ الأسعار الهيدونية على النحو الآتي:

$$\widehat{p}(\mathbf{z}) = 80{,}777 + 575\,z_{\text{GLA}} + 22.70\,z_{\text{lot}} + 86{,}179\,z_{\text{view}} + 49{,}824\,z_{\text{cond}}.$$

وكل معاملٍ هو السعر الضمني المقدَّر للخاصية المقابلة. فمساحة المعيشة تُسهم بـ$575 للقدم المربعة (بأضيق خطأٍ معياري وأقوى دلالةٍ إحصائية)؛ والإطلالة تُسهم بنحو $86,000 في عقارٍ بـPacifica؛ ووحدةٌ إضافية من الحالة (كالانتقال من "جيدة" إلى "ممتازة") تساوي نحو $50,000.

وثمة تحفّظاتٌ عدة تظهر للعيان فورًا:

العيّنة ضئيلة. فثماني مشاهدات وأربعة متنبئات تُبقي ثلاث درجاتٍ من حرية البواقي. ومن ثمّ تتّسع الأخطاء المعيارية، وتخفق قيم p للأرض والإطلالة والحالة في بلوغ العتبة المعتادة 0.05 رغم معقوليتها الاقتصادية. وهذا أثرٌ من آثار صغر العيّنة، لا دليلٌ على أن هذه الخصائص لا تهمّ. ولو كانت المقارنات ثمانين بدل ثمانٍ لتقلّصت قيم p تقلّصًا شديدًا.

والملاءمة الإجمالية قوية. فـR^2 المعدَّل يساوي 0.93، وقيمة p للنموذج تساوي 0.012، وهو ما يدلّ على أن الخصائص المُدرَجة تفسّر مجتمعةً معظم تباين السعر في العيّنة. واجتماعُ ملاءمةٍ مشتركة قوية مع دلالةٍ فردية ضعيفة إشارةٌ نموذجية إلى التعدّد الخطي، وهو هنا بنيويّ: إذ تتغيّر مساحة المعيشة والأرض والحالة معًا في العيّنة.

وثمة باقٍ واحد شاذّ. فأقصى البواقي هو $+46{,}455$، ويقابل المقارن H. أما البواقي السبعة الأخرى فتقع كلها ضمن نطاق $\pm 18{,}000$. فثمة شيءٌ في المقارن H لا تلتقطه الدالةُ المُلائَمة --- إذ يبخس النموذج سعرَه بخسًا منهجيًا بمقدارٍ يقارب ثلاثة أمثال الباقي الذي يليه.

وهذا الباقي الشاذّ ليس ضوضاء، بل هو الإشارة إلى أن خاصيةً غير مرصودة في المقارن H تُسهم في سعره على نحوٍ لا تستطيع المتغيرات المُدرَجة استرداده. ومدخل المتغير الكامن يتناول هذه المسألة بعينها.

التحقق في مقابل استدلال الأزواج البيعية. تنبّأ تحليل الأزواج البيعية في المدخل 004 بفرقٍ قدره $127,039 بين المقارنين A وB من الإطلالة والأرض وحدهما. والأسعار الضمنية في الانحدار مطابقة (إذ هي مصدر ذلك الحساب). ويعمّم الانحدارُ منطقَ الأزواج البيعية على المقارنات الثماني جميعًا في آن، غير أنه لا ينتج شيئًا جديدًا جوهريًا عند هذا الحجم من العيّنة؛ فهو يؤكّد التحليل الزوجي مع الإبلاغ عن أخطاءٍ معيارية لا يستطيع استدلال الأزواج البيعية بلوغها.

المراجع.

Court, A. T. (1939). Hedonic Price Indexes with Automotive Examples. In *The Dynamics of Automobile Demand*. General Motors Corporation.

Griliches, Z. (1961). Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change. In *The Price Statistics of the Federal Government*. National Bureau of Economic Research.

Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.

Triplett, J. E. (2006). *Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes*. OECD Publishing.

إحالات: السلعة غير المتجانسة؛ فضاء الخصائص؛ دالة الأسعار الهيدونية؛ السعر الضمني؛ المتغير الكامن.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`005-hedonic-regression.pl`)، يُصوغ هذا المدخل شكليًا ضمن قاعدة المعرفة بلغة Prolog الخاصة بالمجلة. ويُنشر هذا الملف أيضًا بوصفه غالي Prolog يمكن الاطلاع عليه إلى جانب النص.